

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂  
资源综合利用改造工程—180万 t/a 采矿扩建工程  
(基建期)

# 水土保持监测总结报告

建设单位：鹤庆北衙矿业有限公司

监测单位：昆明有色冶金设计研究院股份公司

二〇一九年十月







# 目录

<b>1 综合说明</b> .....	<b>1</b>
1.1 工程性质及概况.....	1
1.2 水保方案编报和批复情况.....	4
1.3 监测任务的由来及组织实施.....	5
1.4 监测结果.....	5
<b>2 项目及项目区概况</b> .....	<b>8</b>
2.1 项目概况.....	8
2.2 项目区概况.....	18
<b>3 监测实施</b> .....	<b>22</b>
3.1 监测指导思想.....	22
3.2 监测目标和原则.....	22
3.3 监测工作实施情况.....	24
3.4 监测时段及工作开展情况.....	25
3.5 监测点布设.....	26
<b>4 监测内容与方法</b> .....	<b>29</b>
4.1 监测内容.....	29
4.2 监测方法.....	31
<b>5 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定</b> .....	<b>39</b>
5.1 侵蚀单元划分.....	39
5.2 各侵蚀单元侵蚀模数.....	40
<b>6 水土流失监测结果与分析</b> .....	<b>44</b>
6.1 水土流失防治责任范围监测结果.....	44
6.2 地表扰动面积监测结果.....	45
6.3 水土流失因子监测.....	46
6.4 弃土弃渣监测结果.....	47
6.5 土壤流失量监测.....	54
<b>7 水土流失防治监测结果</b> .....	<b>56</b>
7.1 水土流失防治措施.....	56
7.2 水土流失防治效果监测结果.....	64
7.3 运行初期水土流失防治效果分析.....	66
<b>8 监测结论与建议</b> .....	<b>67</b>
8.1 水土保持措施评价.....	67
8.2 监测工作中的经验及问题.....	70

## 附件:

附件一: 水土保持监测委托书;

附件二 云南省国土资源厅划定矿区范围批复 (滇)矿复〔2007〕第 055 号;

附件三 采矿许可证;

附件四 原水保方案水保补偿费发票

附件五 云南省水利厅文件《云南省水利厅关于鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180 万 t/a 采矿扩建工程水土保持方案可行性研究报告的批复》(云水保〔2012〕75 号);

附件六 鹤庆县水务局同意河道改道的文件;

附件七 云南省水利厅文件《云南省水利厅关于同意鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180 万 t/a 采矿扩建工程水土保持方案变更报告书备案的函》(云水保〔2019〕37 号)

附件八 变更报告补偿费发票;

附件九 《鹤庆县水务局关于鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180 万 t/a 采矿扩建工程水土保持工作整改的通知》;

附件十 《鹤庆北衙矿业有限公司关于鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180 万 t/a 采矿扩建工程水土保持工作的整改报告》;

附件十一 《鹤庆县水务局关于鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180 万 t/a 采矿扩建工程水土保持工作整改的情况报告》;

附件十二: 水土保持监测完善建议。

## 附图:

附图 1: 项目地理位置示意图;

附图 2: 工程总平面布置及监测点位布置图

附图 3: 工程水土流失防治责任范围

附图 4: 工程水土保持措施竣工图。

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—

180万 t/a 采矿扩建工程水土保持监测特性表

项目名称	鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万 t/a 采矿扩建工程			填表时间	2019年10月							
建设规模	露天采场规模 180 万 t/a。工程实际总占地面积 129.03hm <sup>2</sup> 。			建设单位全称	鹤庆北衙矿业有限公司							
				建设地点	鹤庆县西邑镇北衙村							
				所在流域	长江流域							
				工程总投资	30571 万元							
				工程总工期	24 个月（2012 年 6 月~2014 年 6 月）							
				项目建设区	129.03hm <sup>2</sup>							
<b>建设项目水土保持工程主要技术指标</b>												
地形地貌	中低山、低山、河谷地貌			“三区”公告	省级重点重点治理区							
水土流失预测总量	15440.13t			方案目标值	500t/km <sup>2</sup> ·a							
防治责任范围面积	129.03hm <sup>2</sup>			水土流失容许值	500t/km <sup>2</sup> ·a							
项目建设区面积	129.03hm <sup>2</sup>			主要防治措施	浆砌石排水沟、沉砂池、表土剥离及利用、植被恢复							
直接影响区面积	0hm <sup>2</sup>			水土流失背景值	3266.15t/km <sup>2</sup> ·a							
<b>水土保持监测主要技术指标</b>												
监测单位全称	昆明有色冶金设计研究院股份公司											
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、水土流失量			定位观测法、经验类比法				5、边坡稳定情况			实地调查	
	2、工程占地、扰动地表面积			资料结合实地量测				6、降雨			利用气象局资料	
	3、地形地貌变化情况			实地调查				7、工程措施的运行情况			资料结合实地调查	
	4、造林成活率、保存率、植被覆盖率			详查、样方监测				8、防护工程稳定性、完好程度及运行情况			实地调查	
监测结论	分类分级指标	方案目标 (%)	达到值 (%)	监测数量								
	扰动土地整治率	95	97.17	扰动地表面积	129.03 hm <sup>2</sup>	建筑物及道路	0.96 hm <sup>2</sup>	工程措施	2.54h m <sup>2</sup>	绿化面积	4.33 hm <sup>2</sup>	
	土壤流失控制比	0.8	1.0	水土保持措施面积	6.87hm <sup>2</sup>		水土流失面积	7.07hm <sup>2</sup>				
	渣土防护率	88	99	治理后土壤侵蚀模数	498.25 t/(km <sup>2</sup> ·a)		项目区容许值	500 t/(km <sup>2</sup> ·a)				
	表土保护率	90	92.04	存渣量	0 万 m <sup>3</sup>		弃渣量	17.44 万 m <sup>3</sup>				
	林草植被恢复率	94	99.31	植物措施面积	4.33hm <sup>2</sup>		可绿化面积	4.76hm <sup>2</sup>				
	林草覆盖率	19	53.92	林草总面积	4.33hm <sup>2</sup>		项目建设区扣除露天采区后面积	8.03hm <sup>2</sup>				
	水土保持治理达标评价	水土保持六项指标均已达到水保方案拟定防治目标值。										
总体结论	整体来看，建设单位较为重视本工程水土保持工作，基本按照方案要求及结合实地情况实施了相应水土保持措施，对抑制项目区因工程建设造成的水土流失起到了积极作用，并有效改善了项目区生态环境。											
主要建议	①加强水土保持设施管护，确保其正常发挥效益；②植物措施实施相对滞后，对不扰动的区域及时绿化。											



变更方案设计与原方案设计对比情况统计表

组成		原方案	本变更方案	备注
项目概况	露天采场区	占地面积 65.01	占地面积 125.12	开采规模不变, 占地面积增加
	采矿工业场地	占地面积 1.66	占地面积 1.2	建设内容减少, 占地面积减少
	东山河改道区	占地面积 2.33	占地面积 1.98	位置调整、形式调整、长度调整, 占地面积减少
	东山河改道施工临时	占地面积 1.20	占地面积 0.6	施工临时场地占地面积减少
	辅助设施区	占地面积 0.13	占地面积 0.13	未发生变更
	斜坡道出口工业场	占地面积 0.44	0	实际未建设, 占地面积减少
	北出风井场地	占地面积 0.08	0	实际未建设, 占地面积减少
	表土临时堆场区	占地面积 2.56	0	实际未建设, 占地面积减少
水保概况	设计深度	可行性研究深度	初步设计深度	工程已建成运行
	设计水平年	2014 年	2014 年	
	防治目标	II 级	II 级	
	防治责任范围	防治责任总面积 108.34hm <sup>2</sup> , 其中项目建设区面积 73.41hm <sup>2</sup> , 直接影响区面积 34.93hm <sup>2</sup> 。	防治责任总面积 129.03hm <sup>2</sup> , 为项目建设区面积, 无直接影响区。	面积增加 20.69hm <sup>2</sup> 。
	措施设计	(1) 主体工程已有措施工程量: ①工程措施: 浆砌石挡墙 231m, 浆砌石外部截洪沟 2200m, 山坡露天浆砌石截洪沟 2470m, 浆砌石排水沟 1848m, 跌水坎 40m。②植物措施: 网格植草护坡 435 m <sup>2</sup> ; 场地绿化 0.17 hm <sup>2</sup> 。 (2) 工程基建期方案新增措施主要工程量为: ①工程措施: 表土剥离 10.52 万 m <sup>3</sup> , 干砌石挡墙 220m, 覆土 4.12 万 m <sup>3</sup> , 水平犁沟整地 12.95hm <sup>2</sup> , 穴状整地 15580 个, 块状整地 18087 个。②临时防护措施: 临时排水沟长 700m, 沉沙池 2 个, 编织袋挡护长 600m, 密目网覆盖 435m <sup>2</sup> 。③植物措施: 植被恢复 12.95hm <sup>2</sup> , 抚育管理 12.95hm <sup>2</sup> 。	①工程措施: 表土剥离 13.3 万 m <sup>3</sup> ; 浆砌石截排水沟长 1262m, 浆砌石护坡 0.23hm <sup>2</sup> , 复耕 0.30hm <sup>2</sup> , 沉砂池 1 座; ②植物措施: 覆土 0.20 万 m <sup>3</sup> , 场地绿化 0.20hm <sup>2</sup> , 水平犁沟整地 1.0hm <sup>2</sup> , 植被恢复 1.0hm <sup>2</sup> 。	①工程措施: 浆砌石挡墙减少 231m, 浆砌石截排水沟减少 5256m, 跌水坎减少 40m, 表土剥离增加 2.78 万 m <sup>3</sup> , 干砌石挡墙减少 220m, 浆砌石护坡增加 0.23hm <sup>2</sup> , 复耕增加 0.30hm <sup>2</sup> ; 沉砂池减少 1 座; ②植物措施: 覆土量减少 3.92 万 m <sup>3</sup> , 水平犁沟减少 11.95hm <sup>2</sup> , 场地绿化增加 0.03hm <sup>2</sup> , 网格植草护坡减少 435 m <sup>2</sup> , 植被恢复减少 11.95hm <sup>2</sup> ; ③临时措施: 临时排水沟减少 700m, 沉沙池减少 2 个, 编织袋挡护减少 600m, 密目网覆盖减少 435m <sup>2</sup> 。
	监测	监测内容、方法、程序基本不变		
水保投资 (万元)	基建期水土保持方案估算总投资 545.52 万元 (其中主体工程已计列费用 258.25 万元, 本方案新增 287.27 万元), 工程措施费用 331.62 万元, 植物措施 89.5 万元, 临时工程 5.76 万元, 独立费用 96.9 万元 (其中水土保持监理费 20 万元, 水土保持监测费 18.25 万元), 基本预备费 15.93 万元, 水土保持补偿费 5.81 万元。工程基建期水土保持投资从基本投资中计列。	建设期水保投资 322.94 万元, 其中工程措施 141.3 万元, 植物措施 40.21 万元, 独立费用 96.69 万元 (水土保持监理费 20.0 万元, 水土保持监测费 30.0 万元), 基本预备费 0 万元, 水土保持补偿费 44.74 万元。建设期的防治费用已全部完成。	基建期水保投资减少 222.58 万元。	



# 1 综合说明

## 1.1 工程性质及概况

### 1.1.1 项目性质

项目名称：鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程；

建设地点：云南省大理州鹤庆县；

建设单位：鹤庆北衙矿业有限公司；

所属流域：长江流域；

建设性质：建设生产类项目；

建设规模及内容：露天采场规模180万t/a。工程实际总占地面积129.03hm<sup>2</sup>，其中露天采场区占地面积125.12hm<sup>2</sup>，采矿工业场地区占地面积1.20hm<sup>2</sup>，东山河改道区占地面积1.98hm<sup>2</sup>，东山河改道施工临时场地区占地面积0.60hm<sup>2</sup>，辅助设施区总占地面积0.13hm<sup>2</sup>（其中供水设施区占地面积0.10hm<sup>2</sup>，供电线路占地面积0.03hm<sup>2</sup>）；

总投资：实际总投资30571万元，其中土建投资约12534.1万元；

建设工期：露天采场于2012年6月开工建设，2013年5月基建完工并达产；采矿工业场地于2012年6月开工建设，2012年12月建成。东山河改道区于2014年1月开工建设，2014年6月完工。

### 1.1.2 工程概况

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程位于鹤庆县南部，隶属西邑镇北衙村管辖。地理坐标：东经100°11′00″—100°13′00″，北纬26°07′00″—26°10′00″之间。项目区南距大理市90km，北距鹤庆县城64km，对外交通较为方便。（项目区地理位置及交通位置详见附图1）。露天采场规模180万t/a，后期坑内开采规模为120万t/a。

本项目主要由露天采场区、采矿工业场地区、东山河改道区、东山河改道施工临时场地区及辅助设施区等组成。

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—

180万t/a采矿扩建工程占地面积为129.03hm<sup>2</sup>，占地类型为林地、草地、梯坪地、交通运输用地、水域及原有工矿用地，其中露天采场区占地面积125.12hm<sup>2</sup>，采矿工业场地区占地面积1.20hm<sup>2</sup>，东山河改道区占地面积1.98hm<sup>2</sup>，东山河改道施工临时场地区占地面积0.60hm<sup>2</sup>，辅助设施区总占地面积0.13hm<sup>2</sup>。

实际建设总工期24个月，于2012年6月开工建设，2014年6月完工，其中露天采场于2012年6月开工建设，2013年5月基建完工并投产；采矿工业场地于2012年6月开工建设，2012年12月建成；东山河改道区于2014年1月开工建设，2014年6月完工。实际总投资30571万元，其中土建投资约12534.1万元。

基建期实际土石方开挖654.47万m<sup>3</sup>，作为矿石开发利用18.4万m<sup>3</sup>，回填利用0.93万m<sup>3</sup>，绿化覆土13.3万m<sup>3</sup>，产生弃渣624.84万m<sup>3</sup>，产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存。

生产运行期实际土石方开挖12000万m<sup>3</sup>，作为矿石开发利用384.36万m<sup>3</sup>，产生弃渣11615.64万m<sup>3</sup>，产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存。

### 1.1.3 工程变更情况

由于工程建设的需要，工程在实际建设过程中发生了一定的变化，较可研阶段的《水保方案》规划相比存在重大变更和一般变化情况如下：

#### 一、重大变更

(1) 露天采场原批复开采规模180万t/a，占地面积65.01hm<sup>2</sup>；由于矿石品味下降，实际规模180万t/a，占地面积125.12hm<sup>2</sup>。露天采场区占地面积增加60.11hm<sup>2</sup>。

(2) 原批复项目建设区面积73.41hm<sup>2</sup>，项目建设区实际扰动面积129.03hm<sup>2</sup>，增加55.62hm<sup>2</sup>，增加率75.77%。

(3) 原批复基建期植物措施12.97hm<sup>2</sup>，实际完成植物措施1.6hm<sup>2</sup>，植物措施减少11.37hm<sup>2</sup>，植物措施减少率87.66%。

(4) 原方案运行期产生土石方总量为4541.8万m<sup>3</sup>，弃渣废石3729.46万m<sup>3</sup>，作为矿石综合利用811.34万m<sup>3</sup>。

截止2019年10月，工程生产运行期实际土石方开挖12000万m<sup>3</sup>，作为矿石开发利用384.36万m<sup>3</sup>，产生弃渣11615.64万m<sup>3</sup>，产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存。

运行期土石方开挖量增加7458.2万m<sup>3</sup>，土石方量增加率164.21%；弃渣量增加

7886.18 万 m<sup>3</sup>，弃渣量增加率 211.46%；

二、存在一般变更，情况如下：

(1) 项目未进行地下开采，未建设斜坡道工业场地及北出风井工业场地；

(2) 项目剥离的表土运至落家井排土场进行堆存，未设置表土临时堆场；

(3) 东山河改道的位置进行了调整，由露天采场南侧继续向南偏移，改道长度由原设计的 3km 的明渠，调整为改道长度为 2328m，结构为明渠、隧道及涵管的形式。

(4) 原项目批复水土流失防治责任总面积 108.34hm<sup>2</sup>，其中项目建设区面积 73.41hm<sup>2</sup>，直接影响区面积 34.93hm<sup>2</sup>；项目实际水土流失防治责任总面积 129.03hm<sup>2</sup>，全部为项目建设区面积，不考虑直接影响区。本项目实际建设中变化情况见表 1-1

表 1-1 主体变更情况分析表

序号	管理规定相关要求	原方案设计	变更设计	变更情况说明		是否达到变更要求
				变更数量	变更比例	
1	涉及国家级和省级水土流失重点预防区或者重点治理区的	根据《云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告》(云政发〔2007〕165号)，项目区所在的鹤庆县为省级重点治理区，项目区水土流失防治标准为二级。	据“水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知”(办水保〔2013〕188号)和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》(第49号)，项目区所在鹤庆县不属于国家级水土流失重点治理区，也不属于省级重点预防区和重点治理区。项目区水土流失防治标准为二级。	不变		否
2	水土流失防治责任范围增加30%以上的	108.34hm <sup>2</sup>	129.03hm <sup>2</sup>	+20.69hm <sup>2</sup>	+19.10%	否
3	开挖填筑土石方总量增加30%以上的	基建期 903.95万 m <sup>3</sup>	基建期 654.47万 m <sup>3</sup>	基建期 -249.48万 m <sup>3</sup>	基建期 -27.6%	否
		运行期 4541.8万 m <sup>3</sup>	运行期 12000万 m <sup>3</sup>	运行期 +7458.2万 m <sup>3</sup>	运行期 +164.21%	是
4	横向位移超过300m长度累计达20%以上的	-	-	-	-	-
5	施工道路或伴行道路等长度增加20%以上的	-	-	-	-	-
6	桥梁改路堤或者隧道改路堑累计长度20km以上的	-	-	-	-	-
7	表土剥离量减少30%以上的	10.52万 m <sup>3</sup>	13.3万 m <sup>3</sup>	+2.78万 m <sup>3</sup>	+26.43%	否
8	植物措施总面积减少30%以上的	12.97hm <sup>2</sup>	1.6hm <sup>2</sup>	-11.37hm <sup>2</sup>	-87.66%	是
9	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	浆砌石挡墙、截排水沟、跌水坎、表土剥离、绿化、编织土	截排水沟、绿化、复耕、表土剥离、浆砌石护坡、沉砂池	与原方案对比，变更报告并未减少可能导致水土保持功能降低或丧失的水土保持措施		否

		袋、临时覆盖、沉砂池		体系，但由于项目各区域位置的变更，使得设计的措施位置发生改变。	
10	在水土保持方案确定的弃渣场外新设弃渣场的，或者需要提高弃渣场堆渣量达到20%以上的	-	-	-	-
	备注	“+”表示工程现状比方案设计增加；“-”表示减少。			

## 1.2 水土保持方案编报和批复情况

### （一）原方案编制情况

2012年2月，项目建设单位鹤庆北衙矿业有限公司委托昆明有色冶金设计研究院股份公司完成了《鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程水土保持方案可行性研究报告》（报批稿），于2012年3月并取得了云南省水利厅文件《云南省水利厅关于鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程水土保持方案可行性研究报告的批复》（云水保〔2012〕75号）。

### （二）变更方案编制的情况

鉴于项目存在占地面积增加、运行期土石方量增加、植物措施面积减少等变更情况，结合监测单位、验收单位的水土保持专项监测、验收建议，建设单位鹤庆北衙矿业有限公司于2019年1月委托安徽英策咨询服务有限公司云南分公司承担本项目水土保持方案变更报告的编制工作，安徽英策咨询服务有限公司云南分公司于2019年5月完成《鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程水土保持方案变更报告书》（送审稿），并于2019年8月28日通过了昆明有色冶金设计研究院股份公司组织的技术评审，会后根据专家意见进行认真修改，于2019年9月完成了《鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程水土保持方案变更报告书》（报批稿），并于2019年9月26日获得了云南省水利厅文件《云南省水利厅关于同意鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程水土保持方案变更报告书备案的函》（云水保〔2019〕37号）。

### 1.3 监测任务的由来及组织实施

鹤庆北衙矿业有限公司较为重视工程建设期间水土保持工作。根据《水土保持生态环境监测网络管理办法》（水利部第12号令）和《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》（水利部2002年第16号令，2005年第24号令修订）以及云南省水利厅第7号公告《云南省开发建设项目水土保持生态环境监测管理暂行办法》的相关规定和要求，鹤庆北衙矿业有限公司于2012年5月委托昆明有色冶金设计研究院股份公司承担本项目的水土保持监测工作。

我公司接到任务后，为保障监测工作高质量、高效率完成，我公司组织一支专业知识强、业务水平熟练、监测经验丰富的水土保持监测队伍，随即成立了项目监测组。于2012年6月、9月、12月先后三次，2013年3月、6月、9月、12月先后四次，2014年3月、6月共两次，施工期间共计9次按照监测工作程序要求赴工程现场对项目区地形地貌、植被类型、水文地质以及工程布局、土地扰动情况、水土流失情况等进行了实地调查，收集了相关资料。在工程运行期于2014年7月、2014年12月；2015年7月、2015年12月；2016年7月、2016年12月；2017年7月、2017年12月、2018年7月、2018年12月；2019年7月；监测组共进行11次外业，2019年10月结合建设方提供的基础技术资料 and 工程竣工资料分析对比，在获取了有关水土保持的资料和数据的基础上完成了《鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程（基建期）水土保持监测总结报告》。

### 1.4 监测结果

本项目位于大理州鹤庆县，据“水利部办公厅关于印发《全国水土保持规划国家级水土流失重点预防区和重点治理区复核划分成果》的通知”（办水保〔2013〕188号）和《云南省水利厅关于划分省级水土流失重点预防区和重点治理区的公告》（第49号），项目区所在鹤庆县不属于国家级水土流失重点治理区，也不属于省级重点预防区和重点治理区。项目区水土流失防治标准为二级。本次监测标准按照变更水土保持方案设计的二级标准进行。

2012年5月，建设单位委托我公司承担了本工程水土保持监测工作，在接受委托后，我单位于2012年6月组织监测技术人员首次对工程现场进行踏勘，并全面调查主体工程及水土保持方案措施落实情况，进行外业影像等相关资料的收集；并

根据鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程实际情况确定本工程监测的时段为2012年6月~2019年7月，共进场监测20次。为下阶段水土流失防治及水土保持设施验收提供依据，针对在监测过程中对工程水土保持工作的不足和存在的问题，现场讨论，形成完善意见，并对完善意见中的整改区域进行核实。形成监测结果如下：

本工程水土流失防治责任范围总面积为 $129.03\text{hm}^2$ ，为项目建设区不考虑直接影响区。工程在施工期内产生的水土流失量为 $12312.13\text{t}$ ，重点区域为露天采场区。进入运行期后，通过各项工程措施和植物措施实施后，区域内水土流失基本得到控制，在运行期监测的5年内产生水土流失量 $3128\text{t}$ ，现状土壤侵蚀模数为 $498.25\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

根据建设单位提供的相关统计资料，基建期实际土石方开挖 $654.47\text{万 m}^3$ ，作为矿石开发利用 $18.4\text{万 m}^3$ ，回填利用 $0.93\text{万 m}^3$ ，绿化覆土 $13.3\text{万 m}^3$ ，产生弃渣 $624.84\text{万 m}^3$ ，产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存。

生产运行期实际土石方开挖 $12000\text{万 m}^3$ ，作为矿石开发利用 $384.36\text{万 m}^3$ ，产生弃渣 $11615.64\text{万 m}^3$ ，产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存。

经统计，本项目完成水土保持措施工程量有：

#### 1、基建期水土保持措施：

建设期实际完成工程量为：①工程措施：表土剥离 $13.3\text{万 m}^3$ ；浆砌石截排水沟长 $1262\text{m}$ ，浆砌石护坡 $0.23\text{hm}^2$ ，复耕 $0.30\text{hm}^2$ ，沉砂池1座；②植物措施：覆土 $0.20\text{万 m}^3$ ，场地绿化 $0.20\text{hm}^2$ ，水平犁沟整地 $1.0\text{hm}^2$ ，植被恢复 $1.0\text{hm}^2$ 。

#### 2、生产运行期水土保持措施：

生产运行期实际完成工程量：①工程措施：平台土质排水沟 $19850\text{m}$ ，浆砌石平台排水沟长 $1500\text{m}$ ，沉砂池29座；②植物措施：水平犁沟整地 $3.0\text{hm}^2$ ，植被恢复 $3.0\text{hm}^2$ ；③临时措施：密目网覆盖 $48000\text{m}^2$ 。

通过各项水土保持措施的实施，使得项目区内扰动土地整治率为 $97.17\%$ ，土壤流失控制比为 $1.0$ ，渣土防护率为 $99\%$ ，表土保护率为 $92.04$ ，林草植被恢复率为 $99.31\%$ ，林草覆盖率为 $53.92\%$ ，水土保持六项指标均已达到水保方案拟定防治目标值。

综上所述，本项目建设单位对水土保持工作较为重视，水土保持方案中各项措施基本到位，并发挥着相应的水土保持功能，对因本工程建设引起的水土流失起到

了有效的防治。但由于植物措施实施时间较短且面积较小部露天采场还存在裸露现象，需在工程运行期间对不扰动的区域及时绿化，并需重视水土保持设施管护工作，确保其正常发挥水土保持效益。

我公司在开展本项目水土保持监测工作的过程中，得到了云南省水利厅、云南省水土保持生态环境监测总站、大理州水务局、鹤庆县水务局、鹤庆北衙矿业有限公司、施工单位、绿化单位等有关领导、技术人员的大力协助与支持，在此深表谢意！

## 2 项目及项目区概况

### 2.1 项目概况

#### 2.1.1 地理位置及交通

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180 万 t/a 采矿扩建工程位于鹤庆县南部，隶属西邑镇北衙村管辖。地理坐标：东经  $100^{\circ} 11' 00''$ — $100^{\circ} 13' 00''$ ，北纬  $26^{\circ} 07' 00''$ — $26^{\circ} 10' 00''$  之间。项目区南距大理市 90km，北距鹤庆县城 64km，矿区距上鹤高速公路北衙出口约 3 公里，对外交通较为方便。本工程为改扩建工程，矿区有较便利的联络道路，满足工程建设、运行要求。

工程地理位置详见附图 1。

#### 2.1.2 建设规模及特性

项目名称：鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180 万 t/a 采矿扩建工程；

建设地点：云南省大理州鹤庆县；

建设单位：鹤庆北衙矿业有限公司；

所属流域：长江流域；

建设性质：建设生产类项目；

建设规模及内容：露天采场规模 180 万 t/a。工程实际总占地面积  $129.03\text{hm}^2$ ，其中露天采场区占地面积  $125.12\text{hm}^2$ ，采矿工业场地区占地面积  $1.20\text{hm}^2$ ，东山河改道区占地面积  $1.98\text{hm}^2$ ，东山河改道施工临时场地区占地面积  $0.60\text{hm}^2$ ，辅助设施区总占地面积  $0.13\text{hm}^2$ （其中供水设施区占地面积  $0.10\text{hm}^2$ ，供电线路占地面积  $0.03\text{hm}^2$ ）；

总投资：实际总投资 30571 万元，其中土建投资约 12534.1 万元；

建设工期：露天采场于 2012 年 6 月开工建设，2013 年 5 月基建完工并达产；采矿工业场地于 2012 年 6 月开工建设，2012 年 12 月建成。东山河改道区于 2014 年 1 月开工建设，2014 年 6 月完工。

### 2.1.3 项目变更情况

由于工程建设的需要，工程在实际建设过程中发生了一定的变化，较《水保方案》编制阶段可研规划相比主要的变化情况如下：

#### 1、面积变化

原批复水保方案占地面积是在北京矿冶研究总院于 2010 年 7 月完成的《鹤庆北衙矿业有限公司北衙铁金矿矿产资源开发利用方案》基础上进行估算而来。

实际建设过程中，由于矿石品味的的原因，2017 年 8 月，昆明有色冶金设计研究院股份公司完成了《北衙铁金矿露天开采安全隐患整改方案设计》，矿山按照新的设计进行开采，截止 2018 年 12 月，露天采场实际扰动面积  $125.12\text{hm}^2$ ，露天采场面积较原批复面积增加  $60.11\text{hm}^2$ 。另外，由于原设计的斜坡道出口工业场地、北出风井场地及表土临时堆场未建设，东山河改道的走向、结构及长度进行了调整。以上原因导致项目建设区面积增加  $55.62\text{hm}^2$ 。

#### 2、表土临时堆场建设情况

由于原方案规划的表土堆场位于 3#排土场顶部，而 3#排土场已完成复垦，不适合作为本项目表土临时堆场，本工程剥离产生的表土运至落家井排土场进行堆存或用作其他项目的绿化覆土，表土临时堆场实际未建设。

#### 3、植物措施工程量减少

原批复基建期完成植物措施  $12.97\text{hm}^2$ ，实际完成植物措施  $1.6\text{hm}^2$ ，植物措施减少  $11.37\text{hm}^2$ ，植物措施减少率 87.66%；

4、原设计的东山河改道区位于露天采场的南侧，但由于露天采场面积扩大的原因，原东山河改道走线已被露天采场扰动，原走线位置不具备河道改道的条件，2013 年 11 月，鹤庆北衙矿业有限公司完成了《鹤庆北衙矿业有限公司东山河改道方案设计》，将东山河改道位置继续向南偏移，最终将水流引入锅厂河，且改道形式由原来的全部明确变为明渠、隧道及涵管结合；

5、由于露天采场实际扰动面积增加，斜坡道工业场地、北出风井工业场地及表土临时堆场未建设的原因，导致项目建设区面积增加  $55.62\text{hm}^2$ ；根据《生产建设项目水土保持技术标准》（GB50433-2018）的规定，防治责任范围面积即为项目建设区面积，不考虑直接影响区，最终导致项目水土流失防治责任范围面积增加  $20.69\text{hm}^2$ 。

6、由于矿石品味影响，矿区开采面积增加，导致运行期土石方开挖量增加  $7458.2\text{万 m}^3$ ，土石方量增加率 164.21%；弃渣量增加  $7886.18\text{万 m}^3$ ，弃渣量增加率 211.46%。

## 本项目实际建设中变化情况建表 2-1

表 2-1 主体变更情况分析表

序号	项目名称		原设计情况	实际建设内容及规模	变更情况	备注
1	露天采场区		原设计规模 180 万 t/a, 占地面积 65.01hm <sup>2</sup> 。	实际开采规模 180 万 t/a, 占地面积 125.12hm <sup>2</sup> 。	+60.11	露天采场区扰动面积增加 60.11hm <sup>2</sup>
2	工业场地	采矿工业场地	位于露天采场和斜坡道出口之间的道路边, 占地面积 1.66hm <sup>2</sup> 。	位于露天采场东侧。占地面积 1.20hm <sup>2</sup> 。	-0.46	面积减少 0.46hm <sup>2</sup>
		斜坡道出口工业场地	位于选厂西北山坡的 1860m 标高处, 占地面积 0.44hm <sup>2</sup> 。	实际未建设	-0.44	未建设
		北出风井场地	布置于矿区北侧 1913.9m 标高处, 占地 0.08hm <sup>2</sup> 。	实际未建设	-0.08	未建设
3	东山河改道区		原布置于露天采场南侧, 为明渠形式, 长度 3km, 占地面积 2.33hm <sup>2</sup>	实际改道位置向南偏移, 采用明渠、隧道、涵管结合的形式, 长度 2.328km, 占地面积 1.98hm <sup>2</sup> 。	-0.35	位置调整、形式调整、长度调整
4	表土堆场区		位于露天采场北侧, 已有 3# 排土场堆存顶部平台上, 占地面积 2.56hm <sup>2</sup> 。	0	-2.56	未建设表土临时堆场
5	东山河改道施工临时场地区		主要为河道两侧施工过程中临时占用的场地, 占地面积约 1.20hm <sup>2</sup> 。	河道改造两侧扰动的场地, 占地面积约 0.60hm <sup>2</sup> 。	-0.6	施工临时场地面积减少
6	辅助设施区	供水设施	建设供水管 600m, 占地面积 0.10hm <sup>2</sup> 。	建设供水管 600m, 占地面积 0.10hm <sup>2</sup> 。	0	未发生变更
		供电线路	10kV 架空线路 800m, 占地面积 0.03hm <sup>2</sup> 。	10kV 架空线路 800m, 占地面积 0.03hm <sup>2</sup> 。	0	未发生变更

## 2.1.4 项目组成及现状

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180 万 t/a 采矿扩建工程主要由露天采场区、工业场地、东山河改道区、东山河改道施工临时场地区及辅助设施等组成, 占地总面积 129.03hm<sup>2</sup>, 项目组成及各功能区运行情况见表 2-2。

表 2-2 180 万 t/a 采矿扩建工程项目组成表

序号	工程分区	占地面积 (hm <sup>2</sup> )	建设情况	备注
一	露天采场区	125.12	已建成	露天采场已开采形成凹陷坑, 最大开采标高位于露天采场北侧, 标高 1955m, 凹陷坑内最低标高 1664m, 最大高差已达 291m。露天采场已扰动面积 125.12hm <sup>2</sup> , 露天采场未到达新设计的最终界线。已实施的防护措施包括截洪沟, 平台排水沟、沉砂池、绿化等措施, 根据现场调查情况, 露天采场区水保措施较完善, 能较好的控制现有水土流失。
二	采矿工业场地	1.20	已建成	场地均被硬化场地及建筑所覆盖, 已实施的水保措施包括浆砌石排水沟、场地绿化等。

三	东山河改道区	1.98	已建成	东山河改道区位于露天采场南侧，改道长度 2.328km，改道河道形式为明渠、隧道、涵管结合，本区占地面积 1.98hm <sup>2</sup> 。
四	东山河改道临时场地区	0.60	已建成	东山河改道施工临时场地区已于 2014 年 6 月完工，并已完成场地的植被恢复及复耕。
五	辅助设施区	0.13	已建成	包括工程建设的输水管线区及输电线路区。
	合计	129.03		

露天采场于 2013 年 5 月完成基建投入生产，截止 2018 年 12 月，由于矿石品味的因素，露天采场进行了重新设计，采场实际扰动面积较原批复面积增加 60.11hm<sup>2</sup>。露天采场已开采形成凹陷坑，最大开采标高位于露天采场北侧，标高 1955m，凹陷坑内最低标高 1664m，最大高差已达 291m。露天采场已扰动面积 125.12hm<sup>2</sup>，露天采场未到达新设计的最终界线。

已实施的防护措施包括截洪沟，平台排水沟、沉砂池、绿化等措施，根据现场调查情况，露天采场区水保措施较完善，能较好的控制现有水土流失。



露天采场概况



露天采场平台



露天采场平台排水沟

## 二、工业场地区

由于采场仅进行露天开采，未进行地下开采，因此斜坡道出口工业场地及北出风井场地未建设。由于采矿给水加压泵站、空压机房、采矿污水处理站等设施未建设，采矿工业场地实际扰动面积  $1.20\text{hm}^2$ ，较批复面积减少  $0.46\text{hm}^2$ 。



工业场地全貌



工业场地内部概况

## 三、表土临时堆场区

由于工程剥离产生的表土运至落家井排土场进行堆存，未进行临时堆存，未规划表土临时堆场。



场内道路概况（一）



场内道路概况（二）



场内道路概况 (三)



场内道路概况 (四)

#### 四、东山河改道区

东山河改道原设计位于露天采场南侧,长度 3km,均为明渠,占地面积 2.33hm<sup>2</sup>;实际改道走向向南偏移,改道长度为 2328m,为明渠、隧道及涵管的形式,实际占地面积 1.98hm<sup>2</sup>。占地面积减少 0.35hm<sup>2</sup>。



东山河改道区明渠段旱季情况



东山河改道区明渠段雨季情况



东山河改道隧洞出口边坡旱季现状



东山河改道隧洞出口边坡雨季现状

#### 五、东山河改道临时施工场地区

东山河改道施工过程中,材料集中堆存,施工临时场地实际占地 0.60hm<sup>2</sup>。东

山河改道施工临时场地区已于 2014 年 6 月完工，现阶段已完成场地的植被恢复及复耕。



施工迹地恢复现状



施工迹地恢复现状

#### 六、辅助设施区

包括工程建设的输水管线区及输电线路区，施工迹地已得到自然恢复，此区域基本和原方案设计一致，无变更。

#### 七、露天采场后期规划情况

2018 年 7 月，建设单位委托昆明有色冶金设计研究院股份公司完成了《鹤庆北衙矿业有限公司鹤庆县北衙铁金矿矿产资源开发利用方案》。

该开发利用方案设计开采对象为北衙铁金矿矿区范围内的万硐山矿段和红泥塘矿段，先开采万硐山矿段后开采红泥塘矿段，开采方式均为露天+地下开采，采用先露天后地下的开采顺序，设计确定矿山总体规模为 180 万 t/a。

开采顺序为先露天、后地下,其中：露天开采前期氧化矿生产规模 120 万 t/a，原生矿 60 万 t/a，后期变更为氧化矿生产规模 60 万 t/a，原生矿 120 万 t/a；露天开采结束后，地下开采氧化矿生产规模 60 万 t/a，原生矿 120 万 t/a。

万硐山矿段开采结束后开采红泥塘矿段，红泥塘矿段露天、地下开采规模为 45 万 t/a，其中：露天开采期全部为氧化矿开采规模为 45 万 t/a；红泥塘露采结束后，地下开采期前期氧化矿生产规模 35 万 t/a，原生矿 10 万 t/a，后期变更为氧化矿生产规模 45 万 t/a。

经采剥计划安排设计万硐山矿段服务年限 32 年（露天开采 9 年、地下开采 23 年），红泥塘矿段服务年限 21 年（露天开采 4 年、地下开采 17 年），合计总服务年限 53 年。

## 2.1.5 工程占地

### 2.1.5.1 工程现状占地

根据工程征占地资料并结合现场调查，本工程实际总占地面积 129.03hm<sup>2</sup>，其中占用林地 1.11hm<sup>2</sup>，草地 6.97hm<sup>2</sup>，梯坪地 0.21hm<sup>2</sup>，交通运输用地 6.36hm<sup>2</sup>，水域 2.41hm<sup>2</sup>，原有工矿用地 111.97hm<sup>2</sup>。工程实际占地情况统计详见表 2-3。

表 2-3 工程实际占地变统计表 单位：hm<sup>2</sup>

序号	项目名称		占地面积	用地类型					
				林地	草地	梯坪地	交通运输用地	水域	原有工矿用地
一	永久占地		128.3	1.11	6.82	0.21	6.36	2.41	111.39
1	露天采场区		125.12	1.11	5.87	0.21	6.36	2.41	109.16
2	采矿工业场地		1.20						1.20
3	东山河改道区		1.98		0.95				1.03
二	临时占地		0.73	0	0.15	0	0	0	0.58
1	东山河改道施工临时场地区		0.60		0.15				0.45
2	辅助设施区	供水设施	0.1						0.1
		供电线路	0.03						0.03
合计			129.03	1.11	6.97	0.21	6.36	2.41	111.97

### 2.1.5.2 工程占地变化情况

由于矿石品味下降，矿山露天采场生产超越了 2010 年 7 月北京矿冶研究总院完成的鹤庆北衙矿业有限公司北衙铁金矿矿产资源开发利用方案的开采边境，现状占地较可研阶段增加 55.62 hm<sup>2</sup>。各分区变化情况如下

(1) 露天采场区：由于矿石品味的因素，露天采场进行了重新设计，采场实际扰动面积较原批复面积增加 60.11hm<sup>2</sup>；

(2) 工业场地区：由于采矿给水加压泵站、空压机房、采矿污水处理站等设施未建设，采矿工业场地实际扰动面积 1.20hm<sup>2</sup>，较批复面积减少 0.46hm<sup>2</sup>。由于采场仅进行露天开采，未进行地下开采，因此斜坡道出口工业场地及北出风井场地未建设；

(3) 表土临时堆场区：由于工程剥离产生的表土运至落家井排土场进行堆存，未进行临时堆存，未规划表土临时堆场；

(4) 东山河改道区：东山河改道原设计位于露天采场南侧，长度 3km，均为明渠，占地面积 2.33hm<sup>2</sup>；实际改道走向向南偏移，改道长度为 2328m，为明渠、隧道及涵管的形式，实际占地面积 1.98hm<sup>2</sup>。占地面积减少 0.35hm<sup>2</sup>。

(5) 东山河改道施工临时场地区：由于东山河改道施工过程中，材料集中堆

存，施工临时场地实际占地  $0.60\text{hm}^2$ ，较原批复面积减少  $0.60\text{hm}^2$ 。

表 2-4 工程占地面积对比表

序号	项目名称		占地性质	原方案占地面积 ( $\text{hm}^2$ )	实际建设占地 ( $\text{hm}^2$ )	变更情况	备注
1	露天采场区		永久	65.01	125.12	60.11	矿石品味下降，主体工程进行了重新设计，露天采场面积增加 $60.11\text{hm}^2$
2	工业场地	采矿工业场地	永久	1.66	1.20	-0.46	采矿给水加压泵站、空压机房、采矿污水处理站等设施未建设，面积减少 $0.46\text{hm}^2$ 。
		斜坡道出口工业场地	永久	0.44	0	-0.44	未建设
		北出风井场地	永久	0.08	0	-0.08	未建设
3	东山河改道区		永久	2.33	1.98	-0.35	改道走向调整，长度减少
4	表土堆场区		临时	2.56	0	-2.56	未建设
5	东山河改道施工临时场地区		临时	1.2	0.60	-0.6	面积减少
6	辅助设施区	供水设施	临时	0.1	0.1	0	未发生变化
		供电线路	临时	0.03	0.03	0	未发生变化
合计				73.41	129.03	55.62	

## 2.1.6 施工组织

### 2.1.6.1 施工方法及工艺

#### 一、施工方法

依据本工程进度安排和本项目工程的特点，以及项目区的自然条件综合考虑，统筹安排。施工按先难后易、先重点后一般的原则。

施工人员进驻现场后，按预订施工顺序，组织开挖及填筑施工，合理安排挖填，挖土施工尽量避开雨日，应做好防雨、排水措施。

场地平整：用推土机对项目建设区进行初整平，振动碾压密实，尽可能减少土方工程量，同时最大限度地利用有限的表土资源。

基础开挖及回填：土石方开挖采用机械和人工相结合的方法。面状开挖主要采用挖土机械开挖，主要建筑基础坑施工采用反铲挖掘机挖土，从外往内淘挖，回填采用机械和人工相结合的方法，用推土机铺土、摊平，用碾压机碾压夯实。

其他施工方式：场地内地下管线及沟道的施工分区、分段、自下而上，并将相邻的管、沟一次开挖施工，距建筑物较近的管、沟与基础一次完成，减少相互影响及二次开挖的工程量，最大限度的减少水土流失。

#### 二、施工工艺

- 1) 施工前准备：临时设施—除草—施工放线—复核施工图。
- 2) 挖方区：植物清理—表土剥离—挖方—碾压—护坡、排水沟。
- 3) 填方区：挡土墙、截排水沟—植物清理—表土剥离—填筑前碾压—填方碾压—边坡护坡、截排水沟—植物措施。
- 4) 工业场地：挡土墙、截排水沟—表层清理—场地开挖—填方碾压—场地平整—场地硬化—植物护坡。
- 5) 露天采区：植物清理—表土剥离—场地平整—基础开挖—土石方工程—矿石开采。

### 2.1.6.2 施工规划

#### 一、供水

施工用水可从锅厂河及其支流进行取水，或考虑采用汽车运输，不考虑供水管道。

#### 二、供电电源

北衙金矿厂区在建 35kV 变电站一座，电源由 110kV 变电站引来，主供今后新建项目，该变电站已于 2014 年 3 月基本建成，本工程用电电源考虑从 35kV 变电站引接。

##### 1、10kV 变电站

主体可研设计中，露天采场胶带废石运输系统将按照移动式废石破碎站在不同时间段的移置，逐步设置 10KV 配电室，最终设置 5 座固定式 10KV 配电室和 2 座移动式 10KV 变电站，其电源均引自 35KV 变电站。

本工程配电站及配电室将结合破碎站及驱动站进行建设，不单独进行征地。

##### 2、10kV 架空线路

本工程胶带运输系统电源考虑从现有 35kV 变电站通过 10kV 架空线路进行引接，架设线路长约 4.8km，线路走向基本沿胶带通廊平行走向。

#### 三、砂石料

本项目拦渣坝、拦洪坝及截洪沟建设需要大量的石料，使用的石料主要利用基础开挖产生的块石、片石，不足的石料和砂料主要从周边现有的开采砂石料场处进行购买，并采用汽车、人力进行搬运，平均运距 4km。砂石料场的水土流失防治责任由料场经营者负责，不包括在本工程范围内。

#### 四、水泥

本工程所需的水泥可在大理地区购买，由于项目区所在地水泥产品品种齐全，质量

稳定，是本项目的最大水泥供应地。

#### 五、木材

工程所需的木材可就近采购。

#### 六、其他材料

工程建设所需的钢材、沥青等材料可在昆明市、大理州购买。项目建设中可根据用量和行情灵活采购，减少库存，降低管理成本，提高资金使用率。

### 2.1.7 施工进度

本项目实际于 2012 年 6 月开工，于 2014 年 6 月底完工，总工期为 24 个月，本项目实际施工工期如下：

露天采场于 2012 年 6 月开工建设，2013 年 5 月基建完工并达产；采矿工业场地于 2012 年 6 月开工建设，2012 年 12 月建成。东山河改道区于 2014 年 1 月开工建设，2014 年 6 月完工。

## 2.2 项目区概况

### 2.2.1 自然概况

#### 2.2.1.1 地形地貌

北衙铁金矿区位于扬子陆块西缘，金沙江流域南麓，矿区为一南北向展布的小型山间构造盆地，为构造剥蚀地貌区，矿区地貌类型属深切割中高山地貌，地形东高西低，露天采场开采标高在 1924-1664m 之间。

#### 2.2.1.2 地质及地震

##### (1) 地质构造

矿区位于近南北向鹤庆~松桂复式向斜南段，矿区构造与区域构造线方向一致，均呈近南北向展布。区内构造活动强烈，次级褶皱、断层以及节理(裂隙)发育。

矿区构造中主要褶皱为北衙向斜，万峒山矿段位于北衙向斜的西翼，为向东倾斜的单斜构造，地层倾向东，倾角  $15^{\circ}$  - $52^{\circ}$ 。矿段内构造活动强烈，发育次级小背斜。矿区地质柱状图见图 4-1。

##### (2) 地震

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011—2001)，项目所在地区抗震设防烈度为 8 度，

设计基本地震加速度值为 0.30g。

### 2.2.1.3 河流水系

矿区地表水体属金沙江水系，常年有水的只有落漏河（上游称为锅厂河），该河流经矿区（段）北东角，先由北往南再折向南东注入黄坪坝子，汇入金沙江。区内其余地表水体均为季节性的山间溪沟，主要有东山河、落水洞河，旱季断流，雨季时沟水大部下渗转化为地下水。

锅厂河：属金沙江一级支流，是以大气降水和地下水补给为主的常年性河流，流域广、流量大、切割深，河床标高 1698-1694-1500m 递降，下游称落漏河。由北西向南东径流，发源于马鞍山，从项目区西部通过，于黄坪镇北东流出鹤庆县境，在永胜县境内汇入金沙江，集水面积 836km<sup>2</sup>。据黄坪水文站观测，最大流量 157m<sup>3</sup>/s，最小流量 0.01 m<sup>3</sup>/s，旱季平均流量 0.86m<sup>3</sup>/s，雨季平均流量 5.08m<sup>3</sup>/s。河流多年平均输沙量 22.38 万 t。

东山河：为锅厂河一级支流，发源于北衙村西马鞍山脉，呈南西—北东展布，自南西向北东径流，流域面积 45km<sup>2</sup>。河谷宽 2-4m，深 1-2m，旱季干枯，雨季流量较大，偶测流量为 1.243m<sup>3</sup>/s，流量随降雨量的大小呈正向变化。

落水洞河：为锅厂河一级支流，发源于北衙村南西马鞍山脉，由西向东进入北衙坝子后，向南东径流，于盆地南东进入落水洞变成地下暗河，于北衙暗河出口汇入锅厂河，为季节性河流。

### 2.2.1.4 气候状况

项目区属亚热带高原季风气候区，相对高差大，立体气候明显。据多年气象观测资料来看，项目区多年平均降雨量 1056.3mm，年最大降雨量 1261.9mm，年最小降雨量 684.3mm，多年平均蒸发量 1789.2 mm，5~9 月为雨季，降雨量占全年降雨量的 80% 以上，11 月~12 月份为霜期，12 月至次年 4 月为旱季，降雨量很少，旱、雨季节明显；项目区多年平均气温 18.6℃，极端最高气温 32.7℃（1983 年 6 月），极端最低气温 -11.4℃（1983 年 12 月 30 日），全年 ≥10℃ 的年积温 4004.4℃；多年平均日照时数 2300.2h；主导风向西南风（WS），多年平均风速 2.6m/s，最大风速 18m/s。

项目区 20 年一遇最大 1h 暴雨量 52.28mm、6h 暴雨量 68.42mm、12h 暴雨量 74.80mm、24h 暴雨量 92.73mm。

### 2.2.1.5 土壤

矿区内土壤类型主要为山原红壤、黄棕壤、石灰岩土及水稻土。

根据现场调查，项目区主要土壤类型以红壤为主。

### 2.2.1.6 植被

项目区植被类型属于亚热带常绿阔叶林，矿区周边植被较好，乔木有云南松、华山松、栎类、苦楝等，灌木主要有老鸦泡、清香木、车桑子、火棘等，草本有野古草、扭黄茅、火绒草、旱茅等。

本矿区露天采场在原有采区基础上进行扩建，本矿区用地范围内，根据现状统计，原生林草覆盖率约 7.55%。

## 2.2.3 水土流失现状及水土保持工作情况

### 2.2.3.1 水土流失现状

#### 一、项目所在市、区水土流失现状

依据《云南省水土流失调查成果公告（2015 年）》（云南省水利厅）的资料，鹤庆县国土总面积为 2353.69km<sup>2</sup>，微度流失面积 1655.61km<sup>2</sup>，占总面积的 70.34%；水土流失面积 698.08km<sup>2</sup>，占总面积的 29.66%。水土流失面积中轻度流失面积 533.08km<sup>2</sup>，占流失面积的 76.36%；中度流失面积 100.17km<sup>2</sup>，占流失面积的 14.35%；强烈流失面积 31.72km<sup>2</sup>，占流失面积的 4.54%；极强烈流失面积 27.29km<sup>2</sup>，占流失面积的 3.91%；剧烈流失面积 5.82km<sup>2</sup>，占流失面积的 0.83%。

根据《土壤侵蚀分类分级标准》的划分标准，项目区属以水力侵蚀为主的西南土石山区类型，土壤侵蚀类型以水力侵蚀为主，容许土壤流失量 500t/km<sup>2</sup>·a。

#### 二、项目区原生水土流失状况

目水土流失预测范围内的原生土壤侵蚀强度，根据现场调查情况，按地貌类型（即土地利用类型）分区域综合分析后统计计算确定。本方案原生水土流失按现有地类进行预测，并初步确定工程水土流失防治责任范围内不同土地利用类型的原生土壤侵蚀模数为：林地坡度在 5-12° 之间，林草覆盖度大于 80%，为微度流失，土壤侵蚀模数取 450t/km<sup>2</sup>·a；草地坡度在 5-12°，植被覆盖率为 60~75%，水土流失为轻度，土壤侵蚀模数取 600t/km<sup>2</sup>·a；梯坪地地形平缓，为微度流失，土壤侵蚀模数取 480t/km<sup>2</sup>·a；水域为现有东山河河道范围，判定为微度流失，土壤侵蚀

模数取 0；交通运输用地主要为矿区现有土质道路，经碾压土质结构紧密，因此判定为轻度侵蚀，土壤侵蚀模数取  $1500t/km^2 \cdot a$ ；原有工矿用地主要为矿区已经征用场地，其上覆盖有少量工棚，部分场地裸露，判定为轻度流失，土壤侵蚀模数取  $1800t/km^2 \cdot a$ ，原露天采场  $6000t/km^2 \cdot a$ ，通过加权平均计算，项目区水土流失强度以微度为主，项目区水土流失背景值  $3266.15t/km^2 \cdot a$ 。

### 2.2.3.2 水土保持现状及水土保持工作情况

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程为新建项目，项目已于2014年6月完工，相应的截排水、沉砂和绿化措施都已完成，区域水土流失得到控制。

#### 一、露天采场区

露天采场已开采形成凹陷坑，雨季采场内的水汇集在采坑内，采坑兼具沉砂池和雨水收集池作用。已实施的防护措施包括截洪沟，平台排水沟、沉砂池、绿化等措施，根据现场调查情况，露天采场区水保措施较完善，能较好的控制现有水土流失。

#### 二、工业场地区

截止2019年9月，工业场地均被硬化场地及建筑所覆盖，已实施的水保措施包括浆砌石排水沟、场地绿化等，此区域内基本没有水土流失隐患。

#### 三、东山河改道区

此区域已经建成并运行多年，河道周边实施了绿化和复耕，此区域内基本没有水土流失隐患。

#### 四、东山河改道施工场地区

东山河改道施工过程中，材料集中堆存，施工临时场地实际占地  $0.60hm^2$ 。东山河改道施工临时场地区已于2014年6月完工，现阶段已完成场地的植被恢复及复耕。

#### 五、辅助设施区

包括工程建设的输水管线区及输电线路区，施工迹地已得到自然恢复。

通过现场踏查和水土保持监测，本工程已经实施了相应的截排水、拦挡及部分植被恢复等措施，水土流失防治效果明显，区域内水土流失得到有效控制。

## 3 监测实施

### 3.1 监测指导思想

监测单位根据《水土保持生态环境监测网络管理办法》(水利部第12号令,2000年1月31日)、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(水利部第16号令,2005年7月8日水利部第24号令修订)以及《云南省开发建设项目水土保持生态环境监测管理暂行办法》(云南省水利厅第7号公告,2006年11月10日)的相关规定,开展本项目的水土保持监测工作。按照《水土保持监测技术规程》(SL277-2002),依据批复的水土保持方案,结合工程建设特点和实际,严格按计划和合同要求履行监测职责,尊重客观事实,真实反映工程水土保持现状及水土保持效果;针对发现的问题和不足,提出整改建议,并及时反馈给建设单位。恢复和改善项目区内生态环境,维护工程安全运行,使工程水土保持工作达到专项验收要求。

### 3.2 监测目标和原则

#### 3.2.1 监测目标

根据《水土保持监测技术规程》(SL277-2002)的相关规定和要求,并结合工程建设和工程水土流失特点,结合工程建设性质、水土流失特点和工程现状,对工程水土流失防治责任范围内的水土流失状况、水土保持措施实施情况,水土保持措施数量、质量及运行效果进行监测,本项目水土保持监测目标为:

(1)对本项目水土流失防治责任范围的水土流失及影响水土流失的主要因子进行监测;

(2)分析水土流失现状情况;

(3)协助建设单位落实水土保持方案,加强水土保持设计及实施管理,优化水土流失防治措施,为本工程的水土保持工作提出完善建议。

(4)掌握工程建设所引起的水土流失状况及其对项目区域生态环境的影响程度,为工程建设水土流失防治工作提供科学依据;

(5)通过对水土保持设施运行状况和防治效果的监测,为提高水土流失防治效果提供技术管理和措施补充设计依据,同时也为建设项目水土保持工作积累科学资料。

### 3.2.2 监测原则

水土保持监测是从保护水土资源和维护良好的生态环境出发，运用多种手段和方法，对水土流失的成因、数量、强度、影响范围及其水土保持效果等进行的观测和分析。

根据《开发建设项目水土保持技术规范》、《水土保持监测技术规程》等相关技术标准，为了及时反映出本项目水土流失防治责任范围内的水土流失及其治理现状，掌握水土保持工程投入使用初期水土流失现状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水土保持专项验收提供科学依据，本项目遵守以下监测原则：

#### （1）全面调查与重点监测相结合的原则

全面调查和了解防治责任范围内的水土流失及防治状况，对运行初期进行水土流失及防治效果监测分析，对产生水土流失较大的重点防治区域作重点监测。

#### （2）静态观测和动态分析相结合的原则

对地形地貌、地面组成物质、植被种类等监测期变化相对较小的水土流失因素，进行阶段性观测和调查；对降雨量、泥沙、土壤侵蚀形式与流失量、水土保持措施进展与防治效果等相对变化较大的因子，按一定时间间隔进行观测记录和分析。

#### （3）监测内容与水土流失防治责任分区相结合的原则

按不同防治分区的水土流失和防治措施的特点，通过不同的监测方法和指标内容，以达到本工程水土保持监测的目的。

#### （4）定位监测与临时监测相结合

拟定地面监测为该项目监测的主要方法，同时辅以临时监测、巡查监测等方法。由于本项目属于建设类项目，扰动面积较大，水土流失面积较大。地面监测采用定位监测和临时监测相结合的方法，在根据区域水土保持特点设置定位监测点后，依据工程进度和当地气象、地形地貌、水土流失等特性确定临时监测点，以扩大点位监测的覆盖面。

#### （5）客观真实原则

通过开展本项目水土保持监测工作（实地测量、试验分析等）所获得的监测数字需严格按照相关技术规范进行测定，所有监测相关数字必须保证客观真实，不进行编造、虚构，用数据说话，使得监测工作更加具有依据性和指导性，所提交的监测成果报告应定性、定量进行评价。

### 3.3 监测工作实施情况

#### 3.3.1 监测任务的由来

根据《水土保持生态环境监测网络管理办法》(水利部第12号令,2000年1月31日)、《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(水利部第16号令,2002年10月,2005年7月水利部令第24号修订)以及云南省有关法律法规的要求,开发建设项目需依据水土保持方案开展水土保持监测工作,落实水土保持方案,完善水土保持设施,治理由工程建设可能引起的水土流失。同时,水土保持监测报告也将是工程竣工水土保持专项验收的必须材料。

为对鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程建设过程中造成的水土流失情况及水土保持措施的防治效果进行全面监测、监督和预报,同时为该工程水土保持专项验收提供详实的监测成果资料,根据水利部第12号令《水土保持生态环境监测网络管理办法》(2000年1月31日)、水利部第16号令《开发建设项目水土保持设施验收管理办法》(2005年7月8日水利部第24号令修订)的相关规定,鹤庆北衙矿业有限公司于2012年5月委托昆明有色冶金设计研究院股份公司承担了鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程的水土保持监测工作。

#### 3.3.2 监测工作组织

为保障监测工作高质量、高效率完成,我公司组织一支专业知识强、业务水平熟练、监测经验丰富的水土保持监测队伍,成立本项目水土保持监测组,针对该项目实际情况,落实各项监测工作,明确责任到人,详细分工,同时加强与当地水土保持主管部门联系,以便及时获取水土保持监测工作新信息。

#### 3.3.3 监测设备使用情况

投入本项目水土保持监测的监测设备有钢卷尺、测绘罗盘、GPS、激光测距仪等16种设备,详见表3-1。

表 3-1 监测设施设备一览表

序号	名称	型号规格	序号	名称	型号规格
1	钢卷尺	5m	9	测树围尺	

2	钢卷尺	3m	10	激光测距仪	瑞士 LEICA Plus
3	记录夹	硬塑	11	无人机	大疆精灵 3
4	测绘罗盘	DQY-1 型	12	游标卡尺	尼康 S2600
5	空盒气压计	博洋	13	激光测高仪	EMPULSE200XL 型
6	环刀	100cm <sup>3</sup>	14	数码相机	Kodak10X 变焦
7	手持 GPS	OREGON 550	15	皮尺	30m
8	铝盒	60cm <sup>3</sup>	16	笔记本电脑	Thinkpad E440

### 3.4 监测时段及工作开展情况

2012年5月鹤庆北衙矿业有限公司委托我单位承担了本项目的水土保持监测工作，并签订了监测技术服务合同，接到任务之后，我公司即组织相关监测技术人员成立了本项目的水土保持监测组，依据工程《原水保方案》及《变更水保方案》设计开展监测。其中监测从2012年6月至2019年6月，共监测7年，水土保持监测共进行20次。施工期9次，运行期11次。

施工期：

2012年6月，监测组第一次外业，到现场进行调查并布设监测点，收集工程相关数据。

2012年9月，监测组第二次外业，采集监测点的观测数据，主要调查主体工程及水土保持方案措施落实情况，收集项目建设施工和监理资料，对目前项目运行中存在的水土流失问题进行分析 and 整理并形成监测整改建议提供给业主督促业主按监测整改建议对项目运行中存在的问题进行整改。

2012年12月，监测组第三次外业，采集监测点的观测数据，调查监测范围水土流失情况，核实完善建议的实施情况，并收集水土保持措施实施情况的相关资料，并通过对监测样方数据、工程建设、施工、监理等相关资料的整理统计，编制本年度监测报告。

2013年3月，第四次至现场监测，采集监测点的观测数据，调查监测范围水土流失情况，核实完善建议的实施情况，并收集水土保持措施实施情况的相关资料。

2013年6月第五次至现场监测，采集观测点数据，重点收集露天采场区水土保持措施实施情况的相关资料。

2013年9月第六次到现场监测，主要对工程措施进行调查监测，并督促业主落实监测整改建议。

2013年12月，采集观测点数据，核实完善建议实施情况，收集水土保持措施

实施情况的相关资料，完成年度监测报告。

2014年3月，采集观测点数据，核实完善建议实施情况，重点对东山河改道区进行监测。

2014年6月监测组第九次外业，对工程建设水土保持工作做出客观评价，系统汇总各阶段监测成果，明确六项量化评价指标的监测值，向业主提出试运行期水土保持工作建议。

运行期：

在工程运行期于2014年7月、2014年12月；2015年7月、2015年12月；2016年7月、2016年12月；2017年7月、2017年12月、2018年7月、2018年12月；2019年7月；监测组共进行11次外业，对本项目水土保持措施欠缺地方提出完善建议，对项目对工程建设水土保持工作做出客观评价，系统汇总各阶段监测成果，明确六项量化评价指标的监测值，向业主提出管理运行阶段的水土保持工作建议，并将监测总报告报送业主和配合业主进行水土保持设施专项竣工验收工作。

### 3.5 监测点布设

#### 一、重点监测区域的监测点布设

根据对重点监测对象的分析，本监测设计将于各重点监测对象选取合适场地进行水土保持监测点的布设。

##### (1) 露天采场区

###### ① 施工期

选取合适场地进行监测点的布设，根据实地情况，所选重点监测对象土壤侵蚀以面蚀为主，坡面无明显沟蚀现象，故布设监测点以水土流失简易观测场为主，配合简易坡面量测场和沉沙池，同时，针对露天采场区分区进行全面调查监测。

###### ② 运行初期

本工程运行周期较长且扰动范围较广，在所选重点监测对象内采取简易坡面量测场进行监测，对植被成活率、保存率、覆盖度进行监测。

##### (2) 东山河改道区

###### ① 施工期

选取合适场地进行监测点的布设，扰动不集中，扰动范围呈线性分布，根据实地情

况，所选重点监测对象土壤侵蚀以面蚀为主，坡面无明显沟蚀现象，。

### ②运行初期

在所选重点监测区域内对植被措施措施进行调查。

### 二、非重点监测区域的监测点布设

为照顾到涉及工程建设扰动的每个区域，保证每个监测分区都有一个相应监测点，以全面反映项目建设区水土流失状况及防治效果，在采矿工业场地区、东山河改道施工临时场地区、辅助设施区选取典型场地进行水土保持监测点的布设。

### 三、直接影响区的监测点布设

根据工程水土保持方案，本工程直接影响区包括露天采场区、采矿工业场地区、东山河改道区、东山河改道施工临时场地区、辅助设施区等5个分区在建设过程中的影响范围，整个直接影响区采用巡查方式进行监测，主要是对项目建设区周边水土流失危害进行巡查。

综上所述，本监测共布设14个监测点，其中观测型6个（其中：沉砂池观测样方2个、水土流失简易观测场1个、简易坡面量测场3个），调查型7个；巡查点1个，具体监测点布设情况见下表。监测点布设分析及布设详见表3-2。

表 3-2 水土保持监测点布置情况简述表 (单位: 个)

监测分区	监测编号	监测时段	监测点类型	拟布监测点位置	监测重点	重点监测内容	监测方法
露天采场区	1#	全部时段	调查型	开挖坡面截排水沟	截排水沟实施数量、断面尺寸等	水土措施实施情况	实地调查
	2#	全部时段	观测型	开挖坡面	土壤侵蚀强度及流失量	水土流失状况	简易坡面量测场
	3#	全部时段	观测型	采场坡面	土壤侵蚀强度及流失量	水土流失状况	简易坡面量测场
	4#	运行初期	调查型	场地北侧	植物措施实施情况	水土措施实施情况	实地调查
	5#	全部时段	观测型	沉砂池处	土壤侵蚀强度及流失量	水土流失状况	沉砂池法
采矿工业场地区	6#	全部时段	观测型	场地东侧	土壤侵蚀强度及流失量	水土流失状况	简易坡面量测场
	7#	全部时段	调查型	场地绿化区域	植物措施实施情况	水土措施实施情况	实地调查
东山河改道区	8#	全部时段	调查型	场地东侧	土壤侵蚀强度及流失量	水土流失状况	简易坡面量测场
	9#	全部时段	调查型	场地绿化区域	植物措施实施情况	水土措施实施情况	实地调查
东山河改道施工临时场地区	10#	全部时段	调查型	排水沟	排水沟实施数量、断面尺寸	水土措施实施情况	实地调查
	11#	全部时段	观测型	沉砂池处	土壤侵蚀强度及流失量	水土流失状况	沉砂池法
	12#	运行初期	调查型	绿化处	植物措施实施情况	水土保持措施实施情况	实地调查
辅助设施区	13#	全部时段	调查型	场地南侧	临时措施实施数量	水土措施实施情况	实地调查
直接影响区	14#	全部时段	调查型	项目建设区周边	有无产生危害	水土流失危害	问卷调查

## 4 监测内容与方法

### 4.1 监测内容

根据《水土保持监测技术规程》(SL277—2002)规定,结合本工程水土流失特点,监测内容包括水土流失防治责任范围监测、弃土弃渣监测、水土流失防治监测、土壤流失量监测、水土流失危害监测、重大水土流失事件监测。

#### 4.1.1 水土流失防治责任范围监测

建设项目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:指开发建设单位的征地范围、租地范围和土地使用管辖范围,是工程建设直接造成地貌、土地、植被损坏和扰动的区域,是治理的重点区域。

根据鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程施工扰动情况,核实工程永久占地面积、临时占地面积及扰动地表面积,确定施工期防治责任范围面积。

##### (1) 永久性占地监测

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围地认真核查,监测建设单位或开发商有无超越红线开发的情况和永久性占地变化情况。

##### (2) 临时性占地监测

临时性占地由于土地管辖权不变,在主体工程竣工验收前必须恢复原貌,故水土保持监测主要监测是否超范围使用临时性占地情况、各种临时占地的临时性水土保持措施数量和质量及施工结束后原地貌是否恢复。本工程临时占地主要为东山河改道施工临时场地区和辅助设施区。

##### (3) 扰动地表面积

在开发建设过程中对原有地表植被或地形地貌发生改变的行为,均属于扰动地表行为,扰动地表水土保持监测内容主要有扰动地表面积、地表堆放面积、地表堆存处的临时水土保持措施、被扰动部分能够恢复植被的地方恢复植被情况。

##### (4) 直接影响区

主要指因工程建设引起的水土流失影响范围内(项目建设区以外)。水土保持监测主要对直接影响区是否存在占用、破坏等情况进行调查。

##### (5) 水土流失防治责任范围的界定

根据永久占地、临时占地和直接影响区的面积，确定水土流失防治责任范围。

#### 4.1.2 弃土弃渣监测

弃土弃渣监测内容包括工程挖方的位置、数量及占地面积；弃土、弃渣的数的位置、处（点）数、方量及堆放面积；挖方边坡的水土流失防护、边坡的稳定性；弃土、弃渣的水土流失防治措施及效果；挖方、填方及弃渣堆放地水土流失对周边的影响。

#### 4.1.3 水土流失防治监测

水土流失防治监测的内容主要包括：水土流失防治措施的类型、水土保持措施的数量与质量等进行调查。其中水土流失防治措施类型分为工程措施和植物措施两类，工程措施主要针对区域内的护坡、排水沟等工程措施的稳定性、完好程度及运行情况进行监测；植物措施主要对实施植物措施后的成活率、保存率、植物生长情况及防治责任范围内的林草覆盖率等进行监测；水土保持措施数量与质量主要对水土保持措施的尺寸、规格及质量等进行监测。

#### 4.1.4 土壤流失量监测

建设区土壤流失量监测主要包括建设区水土流失因子监测及土壤侵蚀量的监测。

##### （1）水土流失因子

主要对项目建设过程中项目区的地形地貌、气象、土壤、植被、水文、社会经济因子进行调查。

A 地形地貌因子：地貌形态、海拔与相对高差、坡面特性及地理位置。

B 土壤因子：土壤类型、地面组成物质、土壤容重。

C 植被因子：项目区植被覆盖度、主要植被种类。

D 水文因子：水系形式、河流径流特征。

E 土地利用情况：项目区原土地利用情况。

F 社会经济因子：社会因子及经济因子。

水土流失因子的监测是针对整个工程的全部区域开展的，通过对水土流失因子的监测，确定工程区不同区域造成水土流失的不同影响因素。

##### （2）土壤侵蚀量监测

土壤侵蚀量的监测内容主要包括土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量等反映整个土壤侵蚀情况的指标。

#### A 土壤侵蚀强度

项目各个监测分区的土壤侵蚀强度监测，土壤侵蚀强度分为微度侵蚀、轻度侵蚀、中度侵蚀、强烈侵蚀、极强烈侵蚀及剧烈侵蚀。

#### B 土壤侵蚀模数

单位面积土壤及其母质在单位时间内侵蚀量的大小。是表征土壤侵蚀强度的定量指标。

#### C 土壤侵蚀量

监测项目区内发生的水力、重力等侵蚀所产生的土壤侵蚀总量。

根据项目实际建设情况，对整个工程的全部区域在项目实际的水土流失因子、土壤侵蚀强度、土壤侵蚀模数和土壤侵蚀量的情况进行监测。由于监测介入时，项目已经建设完工，因此土壤流失量监测只针对自然恢复期开展。

### 4.1.5 水土流失危害监测

- 1、产生的水土流失对周边农田、乡村道路及植被的危害；
- 2、水土流失对周边河流、水系、湖泊的影响及危害；
- 3、水土流失危害趋势及可能产生的灾害现象；
- 4、水土流失对区域生态环境影响状况；
- 5、重大水土流失事件监测。

## 4.2 监测方法

根据《水土保持监测技术规程》和本工程建设引起水土流失的特点，此次监测主要采用调查监测、定位监测和巡查监测方式进行，重点采用调查监测。

### 4.2.1 调查监测

调查监测是指定期采取全面调查的方式，通过现场实地勘测，采用 GPS 定位仪结合地形图、数码相机、测距仪、测高仪和尺子等工具，测定不同分区的地表扰动类型和不同类型的面积。填表记录每个扰动类型区的基本特征（特别是堆渣和开挖面坡长、坡

度、岩土类型)及水土保持措施(拦挡工程、暗涵工程、截排水工程)实施情况。

### (一) 面积监测

面积监测主要通过收集项目资料及采用手持式 GPS 定位仪测定获取。首先对调查区按照扰动类型进行分区,如堆渣、开挖面等,然后利用 GPS 沿各分区边界走一圈,确定各个分区的面积。

#### (1) 水土流失防治责任范围监测

##### A、项目建设区

监测指标为:永久性占地、临时性占地及扰动地表面积。主要根据工程设计资料,结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算,对面积的变化进行监测。

##### B、直接影响区

监测指标为项目建设压占地区的面积及地类。通过实地调查,结合 GPS、皮尺等监测设备实地核算。

水土流失防治责任范围监测是针对整个工程的全部区域开展的,结合项目建设区及直接影响区实地监测面积,统计项目各个时段实际发生的水土流失防治责任范围面积。

#### (2) 水土流失面积监测

对于水土流失面积,采用 GPS、皮尺等监测设备进行实地核算。水土流失面积的监测主要是在施工期开展监测工作。

水土流失面积监测是针对整个工程的全部区域开展的,结合项目建设区及直接影响区实地监测水土流失面积,统计项目各个时段实际发生的水土流失面积。

### (二) 植被监测

植被监测主要是选取有代表性的地块作为标准地,标准地的面积为投影面积,要求乔木林 20m×20m、灌木林 5m×5m、草地 2m×2m。分别取标准地进行观测并计算林地郁闭度、草地盖度和类型区林草覆盖度。植被监测主要是在运行初期开展监测工作,针对整个工程的全部区域进行监测。

### (三) 其它调查监测

### (1) 水土流失因子

水土流失因子监测是在施工期和运行初期开展监测工作。

对于项目区的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子，在现场实地踏勘的基础上查阅相关资料、询问、对照《水保方案》等形式获取。

对于土壤因子的监测指标有：土壤类型、地面组成物质、土壤含水率、孔隙度、土壤容重、土壤 PH 值、土壤抗蚀性，具体监测方法如下：

#### A、土壤类型及地面组成物质识别

土壤类型及地面组成物质识别鉴定标准见表 4-1 和表 4-2。

表 4-1 国际制土壤质地分类

质地分类		各级土粒重量 (%)		
类别	质地名称	粘粒 (<0.002mm)	粉沙粒 (0.02 ~ 0.002mm)	砂粒 (2 ~ 0.02mm)
沙土类	沙土及壤质沙土	0 ~ 15	0 ~ 15	85 ~ 100
壤土类	砂质壤土	0 ~ 15	0 ~ 45	40 ~ 85
	壤土	0 ~ 15	35 ~ 45	40 ~ 55
	粉沙质壤土	0 ~ 15	45 ~ 100	0 ~ 55
粘壤土类	砂质粘壤土	15 ~ 25	0 ~ 30	55 ~ 85
	粘壤土	15 ~ 25	20 ~ 45	30 ~ 55
	粉沙质粘壤土	15 ~ 25	45 ~ 85	0 ~ 40
粘土类	砂质粘土	25 ~ 45	0 ~ 20	55 ~ 75
	壤质粘土	25 ~ 45	0 ~ 45	10 ~ 55
	粉沙质粘土	25 ~ 45	45 ~ 75	0 ~ 30
	粘土	45 ~ 65	0 ~ 35	0 ~ 55
	重粘土	65 ~ 100	0 ~ 35	0 ~ 35

表 4-2 野外土壤质地指感法鉴定标准

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球 (直径 1cm)	湿时搓成土条 (2mm 粗)
砂土	几乎全是砂粒	感觉全是砂砾, 搓时沙沙作响	松散的单位	不能或勉强成球一触即碎	搓不成条
砂壤	以砂为主, 有少量细土粒	感觉主要是砂, 稍有土的感觉搓时沙沙作	土块用手轻压或抛在铁锹上很易散碎	可成球, 轻压即碎	勉强搓成不完整的短条

土壤质地	肉眼观察形态	在手中研磨时的感觉	土壤干燥时的状态	湿时搓成土球（直径 1cm）	湿时搓成土条（2mm 粗）
土		响			
轻壤土	砂多，细土约占二三成	感觉有较多粘质颗粒	用手压碎土块，相当于压断一根火柴棒之力	可成球，压扁时边缘裂缝多而大	可成条，轻轻提起即断
中壤土	还能见到沙砾	感觉沙砾大致相当，有面粉状细腻感	土块较难用手压碎	可成球，压扁时有小裂缝	可成条，弯成 2cm 直径圆圈时易断
重壤土	几乎见不到沙砾	感觉不到沙砾存在	干土块难用手压碎	可成球，压扁时仍有小裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁有裂缝
粘土	看不到沙砾	完全是细腻粉末状感觉	干土块手压不碎，锤击也不成粉末	可成球，压扁后边缘无裂缝	可成条和弯成圆圈，将圆圈压扁无裂缝

## B、土壤含水率测定

用铝盒在剖面上取三个土样，带回室内称得湿土重，然后在 105 度烘箱中烘 8 小时至恒重，称得干土重，用下列公式计算土壤含水率：

$$\text{土壤含水率} = \frac{\text{湿土重} - \text{干土重}}{\text{干土重}} \times 100\%$$

水土流失因子监测中的地形地貌因子、气象因子、植被因子、水文因子、原土地利用情况、社会因子及经济因子是针对全区开展的；土壤因子的监测是根据实际需要，在工程的不同区域选取有代表性的土样进行测算，确定不同扰动类型下的土壤其土壤侵蚀强度及侵蚀量的关系。

### （2）水土流失防治动态监测

水土流失防治动态监测主要是针对施工期和运行初期开展监测工作，监测内容主要包括项目区水土流失状况监测、水土保持措施防治效果动态监测和水土流失危害监测。

#### A、水土流失状况监测

主要调查的监测指标为项目区内土壤侵蚀类型、形式及型式。对于土壤侵蚀类型及形式，采取现场识别的方式获取；土壤侵蚀强度根据实地踏勘，对照《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）进行确定。

#### B、水土保持措施防治效果

### ① 防治措施的数量与质量

本工程全区水土保持措施的数量主要由业主及监理单位提供，工程的施工质量主要由监理单位确定。

水土保持监测需要对监测重点地段或重点对象的防治措施工程量进行实地测量，对于质量问题主要由监理确定。

### ② 防护工程的稳定性、完好程度和运行情况

本工程的防护工程主要指护坡、挡墙、截排水沟等工程，工程的施工质量主要由监理单位确定，监测时主要查看其是否存在损害或砼裂缝、挡墙断裂或沉降等不稳定情况出现，做出定性描述。

### ③ 水土流失防治要求及水土保持管理措施实施情况监测。

主要采用实地调查、问询、收集水土保持大事记、收集业主针对水土保持相关政策等方式获得。

运行初期水土流失防治动态监测主要是针对整个工程的全部区域开展监测工作。

## 4.2.2 定位监测

定位监测方法主要用于施工期和运行初期（自然恢复期）。在工程施工建设过程中进行施工期土壤流失量动态监测和运行初期的土壤流失量监测。

对全区的土壤侵蚀模数及土壤流失量主要通过以下三种方法获得：

#### A、实测法

通过本项目布置的监测设施（简易坡面量测法、简易水土流失观测场、测针法等）进行实测，获得某一有代表性地区的侵蚀模数作为基础，再根据本项目其他区域的实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得全区的土壤流失量。

#### B、类比法

采用已有的其它同类工程监测数据为基础，结合本项目实际的地形地貌、气候特征、地面组成物质、植被覆盖度、土壤类型及扰动的实地地块坡度、坡长、侵蚀类型、弃土（弃渣）的堆放形态等因素，综合分析得出项目各侵蚀单元的平均侵蚀模数，从而求得

全区的土壤流失量。

### C、经验推测法

对于部分监测区域的侵蚀模数，可采取人工经验推测的方式。即根据实际的坡度、地面组成物质、侵蚀类型、坡长、植被盖度等，直接根据《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）对各个侵蚀单元的侵蚀模数进行取值，再根据各侵蚀单元的面积，求得全区土壤流失量。

根据工程扰动特点，结合本项目的实际情况本报告采取简易水土流失观测场、沉砂池法、测针法等进行土壤侵蚀模数的测定。

## 4.2.3 巡查

巡查主要是在工程施工建设过程中和运行初期针对整个工程的全部区域所采用的监测方法，尤其注意对于直接影响区的影响情况。巡查的主要内容是水土流失危害和重大水土流失事件动态监测。本工程主要对运行期进行巡查。

### （1）水土流失危害监测

#### A、对周边河道影响情况

通过实地踏勘、走访群众等形式进行监测。

#### B、对周边水利设施影响情况

通过实地踏勘、走访群众、项目管理人员等形式进行监测。

#### C、其他水土流失危害

通过实地踏勘、问卷调查等形式进行监测。

### （2）重大水土流失事件监测

根据工程实际情况结合水土流失状况，按照现场实际情况开展监测工作。

## 4.2.4 监测指标测试方法

结合项目特点，本项目监测中选用简易水土流失预测场、植被样方法等方法进行监测。

### 4.2.4.1 简易水土流失观测场

根据开发建设项目实际情况，布设标准样地的主要规格为5m×5m，也可根据实际情况适当增减，将长80cm的钢钎，在选定的坡面样方小区按照2.5m×2.5m的间距分纵

横方向共计 9 支钢钎垂直打入地下，使钢钎顶部与坡面留有约 30cm，用卷尺量测并记录其距离，并在坡面以上的钢钎上涂上油漆，样地面积可根据坡面实际情况进行调整，简易水土流失观测场布置见图 4-1。

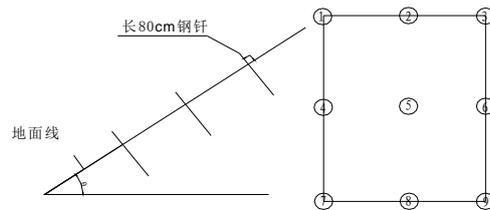


图 4-1 简易水土流失观测示意图

简易水土流失观测场的计算

计算公式为： $A=ZS/1000\cos\theta$

式中： $A$ ——土壤侵蚀数量（ $m^3$ ）；

$Z$ ——侵蚀厚度（ $mm$ ）；

$S$ ——水平投影面积（ $m^2$ ）；

$\theta$ ——斜坡坡度。

#### 4.2.4.2 沉砂池法

在量测沉砂池泥沙厚度后，可以计算排水渠控制的汇水区域的土壤侵蚀量。通常是在沉砂池的四个角分别量测泥沙厚度，并测得侵蚀泥沙的密度，计算侵蚀量。

排水渠控制的汇水区域侵蚀总量计算公式如下：

$$S_T = \frac{h_1 + h_2 + h_3 + h_4}{4} S \gamma_s \left( 1 + \frac{X}{T} \right)$$

式中： $S_T$ ——排水渠控制的汇水区域侵蚀总量， $kg$ ；

$h_i$ ——沉砂池四角的泥沙厚度， $m$ ；

$S$ ——沉砂池底面面积， $m^2$ ；

$\gamma_s$ ——侵蚀土壤密度， $kg/m^3$ ；

$\frac{X}{T}$ ——侵蚀径流泥沙中悬移质与推移质重量之比。

#### 4.2.4.3 植被样方法

植被样方可用于调查林草植被的生长发育状况，根据监测指标不同，具体的测量方式方法也不同。根据本项目监测实际情况，主要监测指标测量方法如下：

##### (1) 林木生长情况

①树高：采用测高仪进行测定。

②胸径：采用胸径尺进行测定。

##### (2) 存活率和保存率

根据工程实际情况，造林成活率在随机设置 5m × 5m 三个重复样方内，于秋季查看春秋造林苗木成活的株数占造林苗木总株数的百分数，保存率是指造林一定时间以后，检查保存完好的林木株数占总造林株数的百分数，单位为%。

人工种草的成活率是指在随机设置 2m × 2m 的多个样地内，于苗期查验，当出苗 30 株/m<sup>2</sup> 以上为合格，并计算和各样方占检查总样方的百分数及为存活率，单位为%，保存率是以上述合格标准在种草一定时间以后，再行查验，保存合格样数占总样数的百分比，单位为%。

##### (3) 林草覆盖度监测

覆盖度是反映林草植被覆盖情况的指标，通过测量植被（林、灌、草）冠层的枝叶地面上的垂直投影面积占该林草标准地面积的比例进行计算。计算式为：

$$\text{覆盖度} = \frac{\sum(C_i A_i)}{A} \times 100\%$$

式中：C<sub>IF</sub> 为林地、草地郁闭度或盖度；A<sub>i</sub> 为相应郁闭度、盖度的面积；A 为流域总面积。

## 5 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定

### 5.1 侵蚀单元划分

#### 5.1.1 原地貌侵蚀单元划分

根据工程区的原地貌及植被情况，结合《水保方案》及其批复文件，将本工程原地貌侵蚀单元划分为林地、草地、梯坪地、交通运输用地、原有工矿用地及原露天采场等六个侵蚀单元。

根据各地类的特点，并结合项目区实际的地形地貌、水文气象等情况，项目区各地类的原生土壤侵蚀模数确定如下：

林地坡度在  $5-12^{\circ}$  之间，林草覆盖度大于 80%，为微度流失，土壤侵蚀模数取  $450t / km^2 \cdot a$ ；草地坡度在  $5-12^{\circ}$ ，植被覆盖率为 60~75%，水土流失为轻度，土壤侵蚀模数取  $600t / km^2 \cdot a$ ；梯坪地地形平缓，为微度流失，土壤侵蚀模数取  $480t / km^2 \cdot a$ ；水域为现有东山河河道范围，判定为微度流失，土壤侵蚀模数取 0；交通运输用地主要为矿区现有土质道路，经碾压土质结构紧密，因此判定为轻度侵蚀，土壤侵蚀模数取  $1500t / km^2 \cdot a$ ；原有工矿用地主要为矿区已经征用场地，其上覆盖有少量工棚，部分场地裸露，判定为轻度流失，土壤侵蚀模数取  $1800t / km^2 \cdot a$ ，原露天采场  $6000t / km^2 \cdot a$ 。

在本项目监测过程中，同意水土保持方案报告中对原生土壤侵蚀强度的分析，如按面积加权平均计算，本工程防治责任范围内目前的原生土壤侵蚀强度约为  $3266.15t / (km^2 \cdot a)$ ，属中度水土流失区。

#### 5.1.2 防治措施分类

建设单位根据本工程各区域的特点，采取了不同的水土流失防治类型，主要有工程措施（主要有浆砌石截排水沟、表土剥离、沉砂池等）和植被措施（主要是栽植乔灌木、撒草绿化）。具体为：

露天采场区：表土剥离、截洪沟、沉砂池、平台排水沟、临时覆盖、植被恢复；

工业场地区：浆砌石排水沟、表土剥离、覆土、场地绿化；

东山河改道区：表土剥离、整地、浆砌石护坡、植被恢复、复耕；

东山河改道施工临时场地区：整地、植被恢复；

## 5.2 各侵蚀单元侵蚀模数

### 5.2.1 原地貌侵蚀模数

项目区属以轻度水力侵蚀为主的西南土石山区，植被覆盖较好，土壤容许流失量为  $500\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

根据“水保方案”对水土流失状况的调查分析，建设前项目区水土流失属中度侵蚀，背景平均侵蚀模数约为  $3266.15\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

### 5.2.2 施工期侵蚀模数

本项目属于建设生产类项目，施工期扰动范围较大，在降雨的情况易产生水土流失。本次监测只对基建期扰动的区域进行土壤侵蚀模数的监测。建设区各侵蚀单元完成排水沟、沉砂池等监测布点的观测措施均于 2012 年 6 月全部实施完成，项目在 2012 年 6 月~2014 年 6 月期间，建设单位未组织施工人员对实施完成沉砂池进行清理，即布设监测点量测沉砂池泥沙淤积量、坡面侵蚀沟体积等数据能够代表基建期各侵蚀单元水土流失状况，为此基建期各侵蚀单元侵蚀模数主要经分析定位监测点所获取数据所得。

通过监测人员现场监测，结合水土保持措施情况，确定本工程目前各侵蚀单元的侵蚀模数为：

#### (1) 露天采场区

监测组采用简易坡面量测的方式进行数据采集，得出侵蚀数据表明 2#监测点土壤侵蚀模数为  $9000\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，3#监测点土壤侵蚀模数为  $10285.71\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，估算得出项目区土壤侵蚀模数为  $9750\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ ，项目区侵蚀沟量测场数据见表 5-1。

表 5-1 简易坡面量测场观测数据

监测点	监测设施	测量单位面积 ( $\text{m}^2$ )	地面组成物质	土壤侵蚀体积 ( $\text{m}^3$ )	土壤容重 ( $\text{t}/\text{m}^3$ )	流失时间 (a)	侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ )
2	侵蚀沟量测	5	土质	0.030	1.5	1.0	9000
3	侵蚀沟量测	7	土质	0.048	1.5	1.0	10285.71

注：本项目施工期侵蚀时段为施工期的露天采场的施工周期即 2012 年 6 月-2013 年 5 月。

## (2) 采矿工业场地区

此区域对地表扰动较小且施工周期较短，经过现场调查，且大部分区域被硬化或建筑物覆盖。故估算该区域土壤侵蚀模数约为  $4500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ ：

## (3) 东山河改道区

监测组采用简易坡面量测的方式进行数据采集，得出侵蚀数据表明 6#监测点土壤侵蚀模数为  $8250\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，项目区平均侵蚀模数为  $8250\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ ，项目区侵蚀沟量测场数据见表 5-2

表 5-2 简易坡面量测场观测数据

监测点	监测设施	测量单位面积 ( $\text{m}^2$ )	地面组成物质	土壤侵蚀体积 ( $\text{m}^3$ )	土壤容重 ( $\text{t}/\text{m}^3$ )	流失时间 (a)	侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ )	平均侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ )
6	侵蚀沟量测	8	土质	0.022	1.5	0.5	8250	8250

## (4) 东山河改道施工临时场地区

本区域扰动时期为 2014 年 1 月-2014 年 6 月，主要工作为施工材料的堆放，对地表扰动很小，监测单位利用南侧沉砂池估算出本项目施工期的土壤侵蚀模数为  $659.81\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 。

表 5-3 场地南侧沉砂池泥沙淤积监测记录数据分析表

监测点	流失时段	沉砂池四角淤积泥沙厚度 (m)					土壤侵蚀总量 (kg)	沉砂池汇水控制面积 ( $\text{hm}^2$ )	流失时间 (a)	侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ )
		$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	平均值				
11#监测点	2015 年 4 月~2017 年 10 月	0.88	0.89	0.88	0.88	0.88	2732.4	8	0.5	683.1
	2017 年 11 月~2018 年 4 月	0.85	0.80	0.82	0.83	0.82	2546.1	8	0.5	636.53
	小计						5278.5	8	1	659.81

说明：  
 1、11#监测点沉砂池规格为：长×宽×高=2m×1m×1m，即沉砂池池底面积为  $2\text{m}^2$   
 2、根据项目建设区侵蚀土壤组成、质地等性质，综合确定侵蚀土壤密度为  $1350\text{kg}/\text{m}^3$ ；  
 3、经查阅相关研究成果资料，并参照以往水土流失监测经验，确定侵蚀径流泥沙中悬移质与推移质重量之比为 0.15；  
 4、表中土壤侵蚀模数已根据项目区雨季情况进行调整。

## (5) 辅助设施区：

此区域对地表扰动较小，且施工周期较短。故估算该区域土壤侵蚀模数约为  $3500\text{t}/\text{km}^2\cdot\text{a}$ 。

### (6) 项目各区土壤侵蚀模数:

经监测,本项目在施工期,露天采场区土壤侵蚀模数为 9750 ( $t/km^2 \cdot a$ ),采矿工业场地土壤侵蚀模数为 4500 ( $t/km^2 \cdot a$ ),东山河改道区土壤侵蚀模数为 8250 ( $t/km^2 \cdot a$ ),东山河改道施工临时场地区土壤侵蚀模数为 659.81 ( $t/km^2 \cdot a$ ),辅助设施区土壤侵蚀模数为 3500 ( $t/km^2 \cdot a$ )。

表 5-4 建设期项目各区域地表扰动土壤侵蚀模数

监测分区	扰动面积 ( $hm^2$ )	土壤侵蚀模数 ( $t/km^2 \cdot a$ )
露天采场区	125.12	9750
采矿工业场地	1.20	4500
东山河改道区	1.98	8250
东山河改道施工临时场地区	0.60	659.81
辅助设施区	0.13	3500
合计	<b>129.03</b>	<b>9629.59</b>

### 5.2.3 运行期侵蚀模数

根据监测项目现场调查和主体资料分析,本工程土建工程于 2014 年 6 月完工,项目已进入试运行期,截止目前,建设单位根据主体设计和《水保方案》设计,相应的水土保持工程措施已建设完工,且运行良好,有效的控制了项目建设造成的水土流失,降低了项目各区域的土壤侵蚀模数,各区域基本达到一级标准的防治要求,各项防治措施实施后项目平均土壤侵蚀模数为 491 ( $t/km^2 \cdot a$ ),各防治分区主要表现为:

#### (1) 露天采场区

截止 2019 年 9 月,露天采场已完成平台排水沟和露天采场东北侧完成山坡截洪沟的修建工作,且露天采场已开采形成凹陷坑,凹陷采坑兼具沉砂池和雨水收集池作用。判定此区域土壤侵蚀模数为 500 ( $t/km^2 \cdot a$ )。

#### (2) 工业场地区

截止 2019 年 9 月,工业场地均被硬化场地及建筑所覆盖,已实施的水保措施包括浆砌石排水沟、场地绿化等,此区域内基本没有水土流失隐患,判定此区域土壤侵蚀模数为 450 ( $t/km^2 \cdot a$ )。

#### (3) 东山河改道区

此区域已经建成并运行多年,河道周边实施了绿化和复耕,此区域内基本没有水土流失隐患。判定此区域土壤侵蚀模数为 450 ( $t/km^2 \cdot a$ )。

#### (4) 东山河改道施工场地区

东山河改道施工过程中，材料集中堆存，施工临时场地实际占地  $0.60\text{hm}^2$ 。东山河改道施工临时场地区已于 2014 年 6 月完工，现阶段已完成场地的植被恢复及复耕，判定此区域土壤侵蚀模数为  $400 (\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

#### (5) 辅助设施区

包括工程建设的输水管道区及输电线路区，施工迹地已得到自然恢复，判定此区域土壤侵蚀模数为  $450 (\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

本项目运行期地表扰动侵蚀模数预测见下表 5-5

表 5-5 运行期项目各区域地表扰动土壤侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ )

监测分区	扰动面积 ( $\text{hm}^2$ )	土壤侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ )
露天采场区	125.12	500
采矿工业场地	1.20	450
东山河改道区	1.98	450
东山河改道施工临时场地区	0.60	400
辅助设施区	0.13	450
<b>合计</b>	<b>129.03</b>	<b>498.25</b>

## 6 水土流失监测结果与分析

### 6.1 水土流失防治责任范围监测结果

水土流失防治责任范围包括项目建设区和直接影响区。项目建设区是直接造成土壤扰动和水土流失的区域，是水土流失防治的重要地区。直接影响区是指对下游或周边地区造成水土流失危害的区域，直接影响区虽然不属于征地范围，但也应对其影响负责防治。

根据云南省水利厅文件“云水保〔2012〕75号”批复的水土保持方案可行性研究报告，本项目水土流失防治责任范围总面积为108.34hm<sup>2</sup>，其中项目建设区73.41hm<sup>2</sup>，直接影响区34.93hm<sup>2</sup>；根据云南省水利厅文件“云水保〔2019〕37号”，本项目水土流失防治责任范围总面积为129.03hm<sup>2</sup>，为项目建设区，不考虑直接影响区。

由于本项目水保变更方案编制时主体工程已完工，此次水土保持监测面积以变更水保方案为依据，现状监测范围以变更后水保方案防治责任范围一致。具体水土流失防治责任范围详见表6-1。

表 6-1 水土流失防治责任范围监测结果表

防治分区		水保方案批复面积 (hm <sup>2</sup> )	变更方案批复面积 (hm <sup>2</sup> )	监测实际面积 (hm <sup>2</sup> )	现状与方案对比变更情况 (hm <sup>2</sup> )	现状与变更方案对比变更情况 (hm <sup>2</sup> )	
建设 项目 区	露天采场区	7.25	125.12	125.12	60.11	0	
	工业 场地	采矿工业场地	1.66	1.20	1.21	-0.46	0
		斜坡道出口工业场地	0.44	0		-0.44	
		北出风井场地	0.08	0		-0.08	
	表土堆场区	2.56	0	0	-2.56	0	
	东山河改道区	2.33	1.98	1.98	-0.35	0	
	东山河改道施工临时场地区	1.2	0.60	0.60	-0.60	0	
	辅助设施区	0.13	0.13	0.13	0	0	
小计	73.41	129.03	129.03	55.62	0		
直接影响区	34.93	0	0	-34.93	0		
合计	<b>108.34</b>	<b>129.03</b>	<b>129.03</b>	<b>20.69</b>	<b>0</b>		

#### 变更情况原因

(1) 由于露天采场矿石品味的的原因，2017年8月，建设单位委托昆明有色冶

金设计研究院股份公司完成了《北衙铁金矿露天开采安全隐患整改方案设计》，矿山根据新的设计方案进行开采，截止 2018 年 12 月，露天采场实际扰动面积  $125.12\text{hm}^2$ ，露天采场面积较原批复面积增加  $60.11\text{hm}^2$ 。

(2) 矿区未进行地下开采，导致斜坡道出口工业场地及北出风井场地未进行建设且表土临时堆场实际未建设，项目建设区面积减少。

(3) 东山河改河道的位置、形式及长度均进行了调整，临时施工场地也进行了优化，导致项目建设区面积减少。

(4) 根据《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)的相关规定，项目防治责任范围仅为项目建设区面积，无直接影响区面积。

## 6.2 地表扰动面积监测结果

### (1) 原水土保持方案中介绍的项目组成及占地

原水保方案中根据建设内容分为露天采场区、工业场地区、东山河改道区、表土堆场区、东山河改道施工临时场地区、辅助设施区等，其中工业场地区及辅助设施区可进一步进行二级分区，工程总占地面积  $73.41\text{hm}^2$ ，其中永久占地  $69.52\text{hm}^2$ ，临时占地  $3.89\text{hm}^2$ 。

### (2) 变更后项目组成及占地

工程建设实际分区包括露天采场区、采矿工业场地区、东山河改道区、东山河改道施工临时场地区及辅助设施区。总占地面积  $129.03\text{hm}^2$ ，其中永久占地  $128.3\text{hm}^2$ ，临时占地  $0.73\text{hm}^2$ 。

工程实际占地中露天采场区占地面积  $128.3\text{hm}^2$ ，采矿工业场地区占地面积  $1.20\text{hm}^2$ ，东山河改道区占地面积  $1.98\text{hm}^2$ ，东山河改道施工临时场地区占地面积  $0.60\text{hm}^2$ ，辅助设施区占地面积  $0.13\text{hm}^2$ 。

### (3) 变更情况及原因

(1) 露天采场区：由于矿石品味的因素，露天采场进行了重新设计，采场实际扰动面积较原批复面积增加  $60.11\text{hm}^2$ ；

(2) 工业场地区：由于采矿给水加压泵站、空压机房、采矿污水处理站等设施未建设，采矿工业场地实际扰动面积  $1.20\text{hm}^2$ ，较批复面积减少  $0.46\text{hm}^2$ 。由于采场仅进行露天开采，未进行地下开采，因此斜坡道出口工业场地及北出风井场地未建设；

(3) 表土临时堆场区：由于工程剥离产生的表土运至落家井排土场进行堆存，未

进行临时堆存，未规划表土临时堆场；

(4) 东山河改道区：东山河改道原设计位于露天采场南侧，长度3km，均为明渠，占地面积2.33hm<sup>2</sup>；实际改道走向向南偏移，改道长度为2328m，为明渠、隧道及涵管的形式，实际占地面积1.98hm<sup>2</sup>。占地面积减少0.35hm<sup>2</sup>。

(5) 东山河改道施工临时场地区：由于东山河改道施工过程中，材料集中堆存，施工临时场地实际占地0.60hm<sup>2</sup>，较原批复面积减少0.60hm<sup>2</sup>。

表 6-2 工程建设扰动地表面积统计结果

序号	项目名称		占地性质	原方案占地面积 (hm <sup>2</sup> )	实际建设占地 (hm <sup>2</sup> )	变更情况	备注
1	露天采场区		永久	65.01	125.12	60.11	矿石品味下降，主体工程进行了重新设计，露天采场面积增加60.11hm <sup>2</sup>
2	工业场地	采矿工业场地	永久	1.66	1.20	-0.46	采矿给水加压泵站、空压机房、采矿污水处理站等设施未建设，面积减少0.46hm <sup>2</sup> 。
		斜坡道出口工业场地	永久	0.44	0	-0.44	未建设
		北出风井场地	永久	0.08	0	-0.08	未建设
3	东山河改道区		永久	2.33	1.98	-0.35	改道走向调整，长度减少
4	表土堆场区		临时	2.56	0	-2.56	未建设
5	东山河改道施工临时场地区		临时	1.2	0.60	-0.6	面积减少
6	辅助设施区	供水设施	临时	0.1	0.1	0	未发生变化
		供电线路	临时	0.03	0.03	0	未发生变化
合计				73.41	129.03	55.62	

## 6.3 水土流失因子监测

### 6.3.1 地形地貌变化情况

本项目的建设未引起工程周边区域地形地貌的较大变化，仅在工程占地范围内造成了局部地形地貌变化。

### 6.3.2 水系变化情况

本项目属于长江流域，工程建设未对周边水系及水库造成较大影响。

### 6.3.3 降雨监测

本项目降雨监测资料主要从周边气象站进行收集，未进行降雨监测。

### 6.3.4 土壤因子调查

影响水土流失的土壤性能指标主要有容重、孔隙度、含水量、有机质含量、土壤抗蚀性。经过实地调查和资料分析，项目区所在的土壤类型主要为红壤为主。

工程建设对土壤的影响主要表现为：扰动坡面由于工程施工破坏地表，改变了原生地貌特征，致使扰动坡面的坡度变陡、土层变薄等本底条件改变，土壤孔隙度最小，容重最大，土壤侵蚀较为严重。

### 6.3.5 项目区背景植被监测

通过现场调查和结合林业资料，项目区矿区周边植被较好，乔木有云南松、华山松、栎类、苦楝等，灌木主要有老鸦泡、清香木、车桑子、火棘等，草本有野古草、扭黄茅、火绒草、旱茅等。

本矿区露天采场在原有采区基础上进行扩建，本矿区用地范围内，根据现状统计，原生林草覆盖率约 7.55%，具有一定的水土保持功能，土壤侵蚀强度在容许流失量  $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$  以下。

## 6.4 弃土弃渣监测结果

### 6.4.1 土石方规划情况

#### 6.4.1.1 “水保方案”设计土石方情况

##### 1、原批复基建期土石方平衡

原批复方案基建期工程产生土石方总量为  $903.95 \text{万 m}^3$ ，其中，挖方  $893.58 \text{万 m}^3$ ，表土  $10.37 \text{万 m}^3$ 。基建期总开挖方量中，废石去向排土场  $874.35 \text{万 m}^3$ ，作为矿石综合利用  $13.42 \text{万 m}^3$ ，堆存表土  $6.25 \text{万 m}^3$ ，直接进行回填  $9.93 \text{万 m}^3$ （其中表土回覆  $4.12 \text{万 m}^3$ ，土石方回填  $5.81 \text{万 m}^3$ ）。土石方情况见表 6-3。

表 6-3 原水保方案设计基建期土石方情况表 单位： $\text{m}^3$

分区	分类	开挖或剥离方	回填	表土临时堆存利用方		废弃方	
				数量	堆存位置	数量	去向
露天采场区	土石方	872.75				859.33	排土场
						13.42	矿石综合利用
	表土	9.77	3.96		5.81	表土堆场	
	小计	882.52	3.96		878.41		
采矿工业	土石方	5.78	5.78				

场地	表土	0.57	0.16	0.57	表土堆场	0.41	表土堆场
	小计	6.35	5.94	0.57		0.41	
东山河改道区	土石方	15.02				15.02	排土场
	表土	0.18				0.18	表土堆场
	小计	15.2				15.2	
辅助设施区	土石方	0.03	0.03				
	表土	0					
	小计	0.03	0.03				
合计	土石方	893.58	5.81	0.57		874.35	排土场
						13.42	矿石综合利用
	表土	10.37	4.12	0.57		6.25	表土堆场
	小计	903.95	9.93	0.57		894.02	

2、原批复方案生产运行期土石方平衡

原批复方案中，运行期（2013年3月至2023年3月）产生土石方总量为4541.8万m<sup>3</sup>，其中，挖方4541.62万m<sup>3</sup>，表土0.18万m<sup>3</sup>。运行期总开挖方量中，废石去向排土场3729.46万m<sup>3</sup>，作为矿石综合利用811.34万m<sup>3</sup>，堆存表土0.16万m<sup>3</sup>，直接进行回填0.84万m<sup>3</sup>（其中表土回覆0.02万m<sup>3</sup>，土石方回填万0.82m<sup>3</sup>）具体见表6-4

表 6-4 原批复方案生产运行期土石方平衡流向表 单位：m<sup>3</sup>

分区	分类	开挖或剥离方	回填	废弃方	
				数量	去向
露天采区	土石方	3433.2		3052.58	排土场
				380.62	矿石综合利用
	表土	0			
	小计	3433.2		3433.2	
斜坡道出口工业场地	土石方	0.78	0.78		
	表土	0.16	0	0.16	表土临时堆场
	小计	0.94	0.78	0.16	
北出风井场地	土石方	0.24	0.04	0.20	排土场
	表土	0.02	0.02		
	小计	0.26	0.06	0.20	
坑采岩石	土石方	1107.4		676.68	排土场
				430.72	矿石综合利用
	表土	0			
	小计	1107.4		1107.4	
合计	土石方	4541.62	0.82	3729.46	排土场
			0	811.34	矿石综合利用
	表土	0.18	0.02	0.16	表土临时堆场
	小计	4541.8	0.84	4540.96	

### 6.4.1.2 实际的挖填方数量及土石方平衡

#### 1、项目实际基建期土石方平衡

根据施工单位统计资料,结合现场调查核实,工程基建期实际土石方开挖 654.47 万  $m^3$ , 作为矿石开发利用 18.4 万  $m^3$ , 回填利用 0.93 万  $m^3$ , 绿化覆土 13.3 万  $m^3$ , 产生弃渣 624.84 万  $m^3$ , 产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存。

**表 6-5 基建期实际土石方工程量汇总表 单位: 万  $m^3$**

项目分区	挖方			矿石	回填	废弃土石方	绿化覆土
	表土剥离	土石方开挖	合计				
露天采场区	12.5	640.23	652.73	18.40		621.83	12.5
采矿工业场地区	0.6	1.04	1.64		0.57	0.47	0.60
东山河改道区	0.20	2.76	2.96		0.22	2.54	0.20
东山河改道施工临时场地区		0.11	0.11		0.11		
辅助设施区		0.03	0.03		0.03		
小计	13.3	644.17	657.47	18.4	0.93	624.84	13.3

#### 2、项目实际生产运行期土石方平衡

根据施工单位统计资料,结合现场调查核实,自 2013 年 5 月至 2018 年 12 月,工程生产运行期实际土石方开挖 12000 万  $m^3$ , 作为矿石开发利用 384.36 万  $m^3$ , 产生弃渣 11615.64 万  $m^3$ , 产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存。

**表 6-6 生产运行期实际土石方工程量汇总表 单位: 万  $m^3$**

项目名称		2013 年	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	合计
露天采场区	土石方总量 (万 $m^3$ )	2000	2000	2000	2000	2000	2000	12000
	矿石 (万 $m^3$ )	64.06	64.06	64.06	64.06	64.06	64.06	384.36
	废弃 (万 $m^3$ )	1935.94	1935.94	1935.94	1935.94	1935.94	1935.94	11615.64

### 6.4.1.2 土石方变化情况

基建期土石方开挖量较原批复减少 249.48 万  $m^3$ , 矿石增加 4.98 万  $m^3$ , 回填利用减少 9.0 万  $m^3$ , 剥离表土增加 2.93 万  $m^3$ , 产生弃渣减少 249.51 万  $m^3$ 。

生产运行期土石方开挖增加 7458.2 万  $m^3$ , 矿石减少 426.98 万  $m^3$ , 产生弃渣增加 7886.18 万  $m^3$ 。

基建期土石方变更的原因为原水保方案设计依据为北京矿冶研究总院于 2010 年 7 月完成的《鹤庆北衙矿业有限公司北衙铁金矿矿产资源开发利用方案》, 实际建设中由于矿石品味、埋藏深度、地质特性等原因, 实际开挖量减少、回填量减少, 弃渣量减少, 矿石及剥离量增加。

生产运行期土石方变更的原因为原水保方案设计依据为北京矿冶研究总院于 2010 年 7 月完成的《鹤庆北衙矿业有限公司北衙铁金矿矿产资源开发利用方案》, 实际生产

过程中由于矿石品味、埋藏深度、地质特性等原因，实际开挖量增加、回填量减少，弃渣量增加。

## 6.4.2 弃土弃渣设计堆放情况

### 6.4.2.1 水保方案设计的弃土弃渣堆放情况

根据《水保方案》，工程基建和后期运行过程中产生的弃渣运至落家井排土场堆存。落家井排土场单独立项并编制了水保方案。

### 6.4.2.2 实际弃土弃渣场堆放情况

落家井排土场为为满足鹤庆北衙矿业有限公司北衙铁金矿采矿工程的排废要求而专门建设的排土场，本工程建设、生产产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存，落家井排土场情况介绍如下。

#### 一、方案编制情况

##### 1、落家井排土场水土保持方案编制情况

建设单位于 2011 年 9 月委托昆明有色冶金设计研究院股份公司编制完成了《鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程--落家井排土场水土保持方案》，于 2011 年 11 月 18 日通过了云南省水土保持生态环境监测总站组织的评审，2011 年 12 月取得云南省水利厅文件《云南省水利厅关于鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程--落家井排土场水土保持方案初步设计报告书的批复》(云水保〔2011〕433 号)。

原设计落家井排土场占地面积 128.9hm<sup>2</sup>，有效库容 5200.6 万 m<sup>3</sup>，堆渣高程 1890—2050m，总堆高 160m，排土场服务年限 17 年（即 2012 年 6 月-2029 年 5 月）。

##### 2、落家井排土场扩容工程水土保持方案编制情况

原设计落家井排土场于 2013 年 3 月开始基建，2013 年 7 月基建完成并开始堆存废石，但由于北衙金矿露天采场矿体品位低，剥离废石量大大增加，排土场设计库容仅能服务至 2014 年 10 月，落家井排土场容量远远不能满足生产期废石堆存量要求，需对排土场进行扩容。

为满足落家井排土场扩容，项目建设单位于 2014 年 1 月委托昆明有色冶金设计研究院股份公司编制完成了《鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程--落家井排土场扩容工程水土保持方案可行性研究报告》(送审稿)。于 2014

年5月4日通过了云南省水土保持生态环境监测总站组织的评审，2014年5月9日，云南省水利厅以“云水保许〔2014〕118号”文批复了该工程水土保持方案。

### 二、排土场建设库容

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—落家井排土场扩容工程主要堆存北衙金矿露天开采产生的废石，扩容后排土场有效库容达到26218.3万m<sup>3</sup>，设计堆废石总高240m（标高1810-2050m），总占地面积352.3hm<sup>2</sup>，排土场服务年限11年（即2015年6月-2026年6月）。

### 三、排土场监测及验收情况

鹤庆北衙矿业有限公司于2014年7月委托昆明有色冶金设计研究院股份公司承担鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—落家井排土场扩容工程的水土保持监测工作。

监测单位在监测时段内开展了18次现场监测并收集相关数据，2018年9月完成了《鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—落家井排土场扩容工程水土保持监测总结报告》。2018年10月，建设单位对鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—落家井排土场扩容工程水土保持设施召开了首次自主验收会议。

综上，由于落家井排土场单独立项完成水土保持相关工作，落家井排土场为本项目排废的依托，本项目不包括落家井排土场。





### 6.4.2.3 水保方案设计表土堆场情况

原批复方案设置了 1 个表土堆场,设置的表土堆场位于露天采场北侧已有的 3#排土场上部排土平台上。表土临时堆场利用 3#排土场周边已有的截洪排水系统。堆存表土设计堆存高 2.5-3.3m, 边坡 1:1.5, 堆土 6.41 万 m<sup>3</sup>, 占地面积 2.56hm<sup>2</sup>。

### 6.4.2.4 实际表土堆场堆放情况

实际施工过程中, 由于本项目建设时 3#排土场已完成复垦, 没有堆存表土的条件, 根据落家井排土场建设的情况, 本项目剥离产生的表土与落家井排土场剥离产生的表土一起堆存。

根据现场调查, 落家井排土场规划的表土堆场位于 2010 - 2050m 两个台阶南端, 表土堆场占地面积约 10.72hm<sup>2</sup>, 平均堆高 3.5—4m。表土堆存采用自然放坡, 遇降雨进行临时覆盖, 并根据排土场堆存情况在排土场内进行倒运。





### 6.4.3 弃渣场稳定分析情况

2019年3月，建设单位委托云南延发矿业科技有限公司开展渣场稳定性分析报告，云南延发矿业科技有限公司于2019年5月提交了《鹤庆北衙矿业有限公司落家井排土场稳定性分析报告》，分析报告针对排土场各边坡和2#拦渣坝进行稳定性分析，分析的结论通过了专家组的审查。

渣场稳定性分析是在现场踏勘、调研的基础上，采用理正岩土计算软件对（1-1'、2-2'、3-3'、4-4'、5-5'、6-6'、8-8'）剖面的边坡稳定性进行了计算；对2#拦渣坝稳定性验算；，主要结论如下：

- 1) 排土场各剖面特殊工况滑动安全系数分别为：1.468、1.337、1.191、1.186、1.182、1.140、1.135，均大于“矿山三级边坡最大稳定性设计安全系数 $\geq 1.15\sim 1.10$ ”的最低要求。
- 2) 对2#拦渣坝稳定性验算的滑移验算满足： $K_c=3.318 > 1.300$ 的要求。
- 3) 报告中分析验算的结论为：排土场边坡是安全的。

## 6.5 土壤流失量监测

### 6.5.1 水土侵蚀量监测结果

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程为建设生产类项目,参照同类工程建设经验,结合该项目建设实际情况,工程项目建设造成的水土流失主要集中在项目建设期。在运行期,由于水土保持防治措施效益的发挥,各区侵蚀模数开始降低。

参照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL-2007),结合现场水土保持措施实施情况分析,根据5.2.2和5.2.3两章节土壤侵蚀模数,工程施工期按各自时间施工时段计算,工程在施工期内产生的水土流失量为12312.13t,重点区域为露天采场区。进入运行期后,通过各项工程措施和植物措施实施后,区域内水土流失基本得到控制,在运行期监测的5年内产生水土流失量3128t。项目区在施工期和运行期各区土壤侵蚀强度及侵蚀量如下。

表 6-7 项目区施工期水土保持措施防治条件下土壤侵蚀量计算表

监测分区	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	时段(a)	土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	土壤流失量 (t)
露天采场区	125.12	1.0	9750	12199.2
采矿工业场地	1.20	0.5	4500	27
东山河改道区	1.98	0.5	8250	81.68
东山河改道施工临时场地区	0.60	0.5	659.81	1.98
辅助设施区	0.13	0.5	3500	2.3
合计	<b>129.03</b>	/	<b>9629.59</b>	<b>12312.13</b>

表 6-8 项目区运行期水土保持措施防治条件下土壤侵蚀量计算表

监测分区	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	时段(a)	土壤侵蚀模数 (t/km <sup>2</sup> ·a)	土壤流失量 (t)
露天采场区	125.12	5	500	3128
采矿工业场地	1.20	/	450	/
东山河改道区	1.98	/	450	/
东山河改道施工临时场地区	0.60	/	400	/
辅助设施区	0.13	/	450	/
合计	<b>129.03</b>	/	<b>498.25</b>	<b>3128</b>

备注:侵蚀模数小于500t/(km<sup>2</sup>·a)不计算土壤侵蚀量

## 6.5.2 水土流失对周边的危害及趋势

通过调查及走访得知，工程建设过程中，基本按照水土保持要求进行施工，及时采取了相应的临时措施和永久措施，有效的防止了因工程建设造成的大量水土流失。该项目的建设未发生大量水土流失情况及对周边区域造成危害的事件。

## 7 水土流失防治监测结果

### 7.1 水土流失防治措施

#### 7.1.1 原水土保持方案设计情况

##### 一、基建期水保措施:

##### 1、原设计水保措施工程量

##### (1) 主体工程已有措施工程量:

①工程措施: 浆砌石挡墙 231m, 浆砌石外部截洪沟 2200m, 山坡露天浆砌石截洪沟 2470m, 浆砌石排水沟 1848m, 跌水坎 40m。②植物措施: 网格植草护坡 435 m<sup>2</sup>; 场地绿化 0.17 hm<sup>2</sup>。

##### (2) 工程基建期方案新增措施主要工程量为:

①工程措施: 表土剥离 10.52 万 m<sup>3</sup>, 干砌石挡墙 220m, 覆土 4.12 万 m<sup>3</sup>, 水平犁沟整地 12.95hm<sup>2</sup>, 穴状整地 15580 个, 块状整地 18087 个。②临时防护措施: 临时排水沟长 700m, 沉沙池 2 个, 编织袋挡护长 600m, 密目网覆盖 435m<sup>2</sup>。③植物措施: 植被恢复 12.95hm<sup>2</sup>, 抚育管理 12.95hm<sup>2</sup>。

##### 2、变更方案实际工程量

建设期实际完成工程量为: ①工程措施: 表土剥离 13.3 万 m<sup>3</sup>; 浆砌石截排水沟长 1262m, 浆砌石护坡 0.23hm<sup>2</sup>, 复耕 0.30hm<sup>2</sup>, 沉砂池 1 座; ②植物措施: 覆土 0.20 万 m<sup>3</sup>, 场地绿化 0.20hm<sup>2</sup>, 水平犁沟整地 1.0hm<sup>2</sup>, 植被恢复 1.0hm<sup>2</sup>。

##### 3、变更方案措施与原批复工程量比较

变更方案措施较原批复工程量比较为: ①工程措施: 浆砌石挡墙减少 231m, 浆砌石截排水沟减少 5256m, 跌水坎减少 40m, 表土剥离增加 2.78 万 m<sup>3</sup>, 干砌石挡墙减少 220m, 浆砌石护坡增加 0.23hm<sup>2</sup>, 复耕增加 0.30hm<sup>2</sup>; 沉砂池减少 1 座; ②植物措施: 覆土量减少 3.92 万 m<sup>3</sup>, 水平犁沟减少 11.95hm<sup>2</sup>, 场地绿化增加 0.03hm<sup>2</sup>, 网格植草护坡减少 435 m<sup>2</sup>, 植被恢复减少 11.95hm<sup>2</sup>; ③临时措施: 临时排水沟减少 700m, 沉沙池减少 2 个, 编织袋挡护减少 600m, 密目网覆盖减少 435m<sup>2</sup>。

#### 7.1.2 水土保持方案变更报告书设计的措施

由于水保变更方案编制时, 本项目已进入运行期, 变更方案认为现有的措施体

系完善且基本控制住了建设项目所产生的水土流失，变更方案水保变更报告没有新增工程、植物和临时措施。

### 7.1.3 工程建设实际完成水土保持措施情况

#### 1、基建期水土保持措施：

建设期实际完成工程量为：①工程措施：表土剥离 13.3 万 m<sup>3</sup>；浆砌石截排水沟长 1262m，浆砌石护坡 0.23hm<sup>2</sup>，复耕 0.30hm<sup>2</sup>，沉砂池 1 座；②植物措施：覆土 0.20 万 m<sup>3</sup>，场地绿化 0.20hm<sup>2</sup>，水平犁沟整地 1.0hm<sup>2</sup>，植被恢复 1.0hm<sup>2</sup>。

#### 2、生产运行期水土保持措施：

生产运行期实际完成工程量：①工程措施：平台土质排水沟 19850m，浆砌石平台排水沟长 1500m，沉砂池 29 座；②植物措施：水平犁沟整地 3.0hm<sup>2</sup>，植被恢复 3.0hm<sup>2</sup>；③临时措施：密目网覆盖 48000m<sup>2</sup>。

#### 3、水土保持措施实施进度：

本项目于 2014 年 6 月完成土建施工，建设单位依据主体设计和水土保持方案，在施工期和运行期实施了工程措施、植物措施和临时措施等，经过调查分析，各分区措施实施时段如下：

表 7-1 水土保持措施施工进度统计表

防治分区	防治措施	施工时段
露天采场区	表土剥离	2012 年 6 月-2012 年 10 月
	平台土质排水沟	2014 年 5 月-2018 年 10 月
	平台浆砌石排水沟	2014 年 7 月-2018 年 10 月
	山坡截洪沟	2012 年 7 月-2013 年 2 月
	沉砂池	2012 年 6 月-2017 年 10 月
	植被恢复	2017 年 7 月-2018 年 10 月
	密目网覆盖	2017 年 7 月-2019 年 5 月
采矿工业场地区	表土剥离	2012 年 6 月-2012 年 8 月
	覆土	2012 年 11 月-2012 年 12 月
	浆砌石排水沟	2012 年 8 月-2012 年 10 月
	场地绿化	2012 年 11 月-2012 年 12 月
东山河改道区	表土剥离	2014 年 1 月-2014 年 3 月
	水平犁沟整地	2014 年 5 月-2014 年 6 月
	浆砌石护坡	2014 年 4 月-2014 年 6 月
	植被恢复	2014 年 5 月-2014 年 6 月

	复耕	2014年5月-2014年6月
东山河改道施工临时场地区	水平犁沟整地	2014年5月-2014年6月
	植被恢复	2014年5月-2014年6月

## 7.1.4 水土保持措施变化情况

### 一、基建期水保措施变化情况

变更方案措施较原批复工程量比较为：①工程措施：浆砌石挡墙减少 231m，浆砌石截排水沟减少 5256m，跌水坎减少 40m，表土剥离增加 2.78 万 m<sup>3</sup>，干砌石挡墙减少 220m，浆砌石护坡增加 0.23hm<sup>2</sup>，复耕增加 0.30hm<sup>2</sup>；沉砂池减少 1 座；②植物措施：覆土量减少 3.92 万 m<sup>3</sup>，水平犁沟减少 11.95hm<sup>2</sup>，场地绿化增加 0.03hm<sup>2</sup>，网格植草护坡减少 435 m<sup>2</sup>，植被恢复减少 11.95hm<sup>2</sup>；③临时措施：临时排水沟减少 700m，沉砂池减少 2 个，编织袋挡护减少 600m，密目网覆盖减少 435m<sup>2</sup>。基建期水土保持措施变化情况见表 7-3。

### 二、生产运行期水保措施变化情况

变更方案措施较原批复工程量比较为：①工程措施：平台土质排水沟增加 19850m，浆砌石排水沟增加 1405m，综合护坡减少 210m<sup>2</sup>，表土剥离减少 0.18 万 m<sup>3</sup>，覆土量减少 15.56 万 m<sup>3</sup>，整地减少 43.39hm<sup>2</sup>，复耕减少 9.97hm<sup>2</sup>，沉砂池增加 29 个；②临时防护措施：临时排水沟减少 545m，沉砂池减少 2 个，编织袋装土拆除减少 220m，临时撒播百喜草减少 115.2kg，密目网覆盖增加 47790m<sup>2</sup>。③植物措施：种植圆柏减少 1325 株、苦楝减少 44020 株，扦插葛藤减少 58673 株，抚育管理减少 43.39hm<sup>2</sup>。

运行期工程量减少较多，工程量减少的主要原因为露天采场未到达最终开采边界，可恢复植被面积减少，且原批复生产运行期涉及的斜坡道出口工业场地、北出风井场地及表土临时堆场均未建设，因此，生产运行期设计的水保措施相应减少。生产运行期水土保持措施变化情况见表 7-4。

表 7-2 现阶段水土保持防治措施工程量汇总表

防治分区	防治措施		工程措施工程量 (m <sup>3</sup> 、hm <sup>2</sup> 、座)					植物措施工程量 (m <sup>2</sup> 、m <sup>3</sup> 、hm <sup>2</sup> 、株)					临时措施工程量 (m <sup>2</sup> )	备注
	措施名称	数量	表土剥离	土石方开挖	浆砌石	沉砂池	复耕	覆土	场地绿化	水平犁沟整地	植被恢复	植树	密目网覆盖	
露天采场区	表土剥离	125000m <sup>3</sup>	125000											基建期已实施
	平台土质排水沟	19850m		4962.5										运行期已实施
	平台浆砌石排水沟	1500m		633.8	258.8									运行期已实施
	山坡截洪沟	842m		2652	720									基建期已实施
	沉砂池	30座				30								基建期实施1座,运行期实施29座
	植被恢复	3.0hm <sup>2</sup>								3.0	3.0	2000		运行期已实施
	密目网覆盖	48000m <sup>2</sup>											48000	运行期已实施
采矿工业场地区	表土剥离	6000m <sup>3</sup>	6000											基建期已实施
	覆土	2000m <sup>3</sup>						2000						基建期已实施
	浆砌石排水沟	420m		235.2	285									基建期已实施
	场地绿化	0.20hm <sup>2</sup>								0.20				基建期已实施
东山河改道区	表土剥离	2000m <sup>3</sup>	2000											基建期已实施
	水平犁沟整地	0.40hm <sup>2</sup>								0.40				基建期已实施
	浆砌石护坡	0.23hm <sup>2</sup>			460									基建期已实施
	植被恢复	0.40hm <sup>2</sup>									0.40			基建期已实施
	复耕	0.30hm <sup>2</sup>					0.30							基建期已实施
东山河改道施工临时场地区	水平犁沟整地	0.60hm <sup>2</sup>								0.60				基建期已实施
	植被恢复	0.60hm <sup>2</sup>									0.60			基建期已实施
合计			133000	8483.5	1723.8	30	0.3	2000	0.2	4	4	2000	48000	

表 7-3

基建期水土保持措施变更情况表

防治分区	措施项目	措施来源	方案批复工程		实际完成工程		方案批复措施实施方案	措施实际实施方案	发生主要变化及其变化说明
			单位	数量	单位	数量			
露天采场区	平台浆砌石排水沟	主体设计	m	1100			浆砌石结构		主要变化: 排水沟长度减少 1100m。 变化原因: 基建期不断扰动, 未实施平台排水, 平台排水减少。
	外部截洪沟	主体设计	m	2200			浆砌石结构		主要变化: 外部截洪沟未实施。 变化原因: 采场外截洪沟主要利用原已完成的截洪沟及本次改道的东山河, 且根据露天采场开采现状, 采场北侧已基本无汇水, 未实施外部截洪沟。
	山坡截洪沟	主体设计	m	2470	m	842	浆砌石结构	浆砌石结构	主要变化: 山坡截洪沟减少 1628m。 变化原因: 由于采场周边仅有西北侧有部分汇水, 工程在采场西北侧建设了山坡截洪沟, 导致山坡截洪沟减少。
	跌水坎	主体设计	m	40			浆砌石结构		主要变化: 跌水坎未建设, 工程量较批复减少 40m。 变化原因: 由于原设计跌水坎是配合外部截洪沟建设的, 实际施工过程中, 外部截洪沟未建设, 因此相应的跌水坎也未建设。
	沉砂池				座	1		浆砌石结构	主要变化: 沉砂池增加 1 座。 变化原因: 工程在边坡截洪沟建设过程中, 加强沉沙措施, 配套建设了 1 座沉砂池。
	表土剥离	方案新增	万 m <sup>3</sup>	9.77	万 m <sup>3</sup>	12.5	表土剥离	表土剥离	主要变化: 表土剥离量增加 2.73 万 m <sup>3</sup> 。 变化原因: 露天采场实际扰动面积增加, 导致表土剥离量增加。
	覆土	方案新增	万 m <sup>3</sup>	3.96			覆土		主要变化: 露天采场未进行覆土, 覆土量减少 3.96 万 m <sup>3</sup> 。 变化原因: 露天采场不具备植被恢复及复耕的条件, 未进行覆土及恢复。
	水平犁沟整地	方案新增	hm <sup>2</sup>	11.32			水平犁沟整地		主要变化: 露天采场水平犁沟整地量减少 11.32hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 露天采场基建期没有植被恢复条件, 未进行整地。
	穴状整地	方案新增	个	12580			穴状整地		主要变化: 露天采场基建期不具备植被恢复条件, 穴状整地量减少 12580 个。 变化原因: 露天采场基建期没有植被恢复条件, 未进行穴状整地。
	块状整地	方案新增	个	18087			块状整地		主要变化: 露天采场基建期不具备植被恢复条件, 块状整地量减少 18087 个。 变化原因: 露天采场基建期没有植被恢复条件, 未进行块状整地。
植被恢复	方案新增	hm <sup>2</sup>	11.32			植被恢复		主要变化: 露天采场可恢复面积减少, 植被恢复量减少 11.32hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 露天采场基建期没有植被恢复条件, 未进行植被恢复。	
采矿工业场地区	浆砌石挡墙	主体设计	m	231			浆砌石结果		主要变化: 浆砌石挡墙减少 231m。 变化原因: 采矿工业场地地形较平缓, 未形成较大的台阶及边坡, 未实施浆砌石挡墙。
	浆砌石排水沟	主体设计	m	748	m	420	浆砌石结构	浆砌石结构	主要变化: 浆砌石排水沟减少 328m。 变化原因: 采矿工业场地占地面积减少, 排水沟工程量减少。
	表土剥离	方案新增	万 m <sup>3</sup>	0.57	万 m <sup>3</sup>	0.60	表土剥离	表土剥离	主要变化: 表土剥离量增加 0.03 万 m <sup>3</sup> 。 变化原因: 剥离厚度增加, 剥离量增加。
	覆土	方案新增	万 m <sup>3</sup>	0.16	万 m <sup>3</sup>	0.20	覆土	覆土	主要变化: 表土剥离量增加 0.04 万 m <sup>3</sup> 。 变化原因: 覆土面积增加, 导致覆土量增加。
	网格植草护坡	主体设计	m <sup>2</sup>	435			网格植草护坡		主要变化: 网格植草护坡面积减少 435m <sup>2</sup> 。 变化原因: 采矿工业场地地形平缓, 未形成高陡边坡, 未实施网格植草护坡。
	场地绿化	主体设计	hm <sup>2</sup>	0.17	hm <sup>2</sup>	0.20	场地绿化	场地绿化	主要变化: 场地绿化面积增加 0.03hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 采矿工业场地在布置时进行了优化, 场地绿化面积增加。

	临时排水沟	方案新增	m	700			土质排水		主要变化: 临时排水沟减少 700m。 变化原因: 采矿工业场地采用永临结合, 不重复计列工程量。
	临时沉砂池	方案新增	座	2			临时沉砂池		主要变化: 临时沉砂池减少 2 座。 变化原因: 采矿工业场地施工时间较短, 未实施临时沉砂池。
	临时覆盖	方案新增	m <sup>2</sup>	435			临时覆盖		主要变化: 临时覆盖减少 435m <sup>2</sup> 。 变化原因: 采矿工业场地施工时间较短, 未实施临时覆盖措施。
东山河改道区	表土剥离	方案新增	万 m <sup>3</sup>	0.18	万 m <sup>3</sup>	0.20	表土剥离	表土剥离	主要变化: 表土剥离量增加 0.02 万 m <sup>3</sup> 。 变化原因: 施工过程中尽量收集施工中的表土, 剥离量增加。
	水平犁沟整地	方案新增	hm <sup>2</sup>	0.30	hm <sup>2</sup>	0.40	水平犁沟整地	水平犁沟整地	主要变化: 水平犁沟整地增加 0.10hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 施工过程中尽量对迹地进行植被恢复, 水平犁沟整地增加。
	穴状整地	方案新增	个	3000	个	4000	穴状整地	穴状整地	主要变化: 穴状整地量增加 1000 个。 变化原因: 施工过程中尽量对迹地进行植被恢复, 穴状整地增加。
	浆砌石护坡				hm <sup>2</sup>	0.23		浆砌石护坡	主要变化: 浆砌石护坡面积增加 0.23hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 东山河改道区有隧道部分, 隧道施工形成部分边坡, 采用浆砌石护坡的形式进行防护, 浆砌石护坡工程量增加。
	植被恢复	方案新增	hm <sup>2</sup>	0.30	hm <sup>2</sup>	0.40	植被恢复	植被恢复	主要变化: 植被恢复面积增加 0.10hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 施工过程中尽量对迹地进行植被恢复, 植被恢复面积增加。
	复耕				hm <sup>2</sup>	0.30		复耕	主要变化: 复耕面积增加 0.30hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 施工过程中尽量对迹地进行植被恢复和复耕, 复耕面积增加。
东山河施工临时场地区	水平犁沟整地	方案新增	hm <sup>2</sup>	1.20	hm <sup>2</sup>	0.60	水平犁沟整地	水平犁沟整地	主要变化: 水平犁沟整地减少 0.60hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 施工过程中施工临时场地占地面积减少, 导致水平犁沟整地面积减少。
	植被恢复	方案新增	hm <sup>2</sup>	1.20	hm <sup>2</sup>	0.60	植被恢复	植被恢复	主要变化: 植被恢复面积减少 0.60hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 施工过程中施工临时场地占地面积减少, 导致植被恢复地面积减少。
表土临时堆场区	干砌石挡墙	方案新增	m	220			干砌石挡墙		主要变化: 干砌石挡墙减少 220m。 变化原因: 表土临时堆场未启用, 未实施干砌石挡墙。
辅助设施区	水平犁沟整地	方案新增	hm <sup>2</sup>	0.13			水平犁沟整地		主要变化: 水平犁沟整地减少 0.13hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 辅助设施区施工迹地分散, 已进行自然恢复, 导致水平犁沟整地面积减少。
	植被恢复	方案新增	hm <sup>2</sup>	0.13			植被恢复		主要变化: 植被恢复面积减少 0.13hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 辅助设施区施工迹地分散, 已进行自然恢复, 导致植被恢复面积减少。
	临时拦挡	方案新增	m	600			临时拦挡		主要变化: 临时拦挡减少 600m。 变化原因: 辅助设施区建设内容较简单, 未实施临时拦挡。

表 7-4 生产运行期水土保持措施变更情况表

防治分区	措施项目	措施来源	方案批复工程		实际完成工程		方案批复措施实施方案	措施实际实施方案	发生主要变化及其变化说明
			单位	数量	单位	数量			
露天采场区	浆砌石排水沟	主体设计	m	5415	m	1500	浆砌石结构	浆砌石结构	主要变化：浆砌石排水沟减少 3915m。 变化原因：露天采场台阶为临时台阶，且采场周边有较完善截排水体系，因此平台未浆砌石排水沟减少。
	土质排水沟				m	19850		土质排水沟	主要变化：土质排水沟增加 19850m。 变化原因：露天采场面积增加，平台排水沟增加。
	覆土	方案新增	万 m <sup>3</sup>	15.54			覆土		主要变化：露天采场未进行覆土，覆土量减少 15.54 万 m <sup>3</sup> 。 变化原因：露天采场不具备最终植被恢复及复耕的条件，未进行覆土。
	整地	方案新增	hm <sup>2</sup>	43.72	hm <sup>2</sup>	3.0	水平犁沟整地	水平犁沟整地	主要变化：露天采场水平犁沟整地量减少 40.72hm <sup>2</sup> 。 变化原因：露天采场不具备最终植被恢复及复耕的条件，仅进行少量临时绿化，整地面积减少。
	复耕	方案新增	hm <sup>2</sup>	9.97			复耕		主要变化：露天采场未进行复耕，复耕面积减少 9.97hm <sup>2</sup> 。 变化原因：露天采场不具备复耕条件，未进行复耕。
	植被恢复	方案新增	hm <sup>2</sup>	43.72	hm <sup>2</sup>	3.0	植被恢复	植被恢复	主要变化：露天采场植被恢复减少 40.72hm <sup>2</sup> 。 变化原因：露天采场不具备最终植被恢复及复耕的条件，仅进行少量临时绿化，植被恢复面积减少。
	沉砂池				座	29		浆砌石结构	主要变化：沉砂池增加 29 座。 变化原因：建设单位加强采场沉沙工作，沉砂池增加。
	密目网覆盖				m <sup>2</sup>	48000		密目网覆盖	主要变化：密目网覆盖增加 48000m <sup>2</sup> 。 变化原因：露天采场大部分场地裸露，变更方案新增临时覆盖措施。
斜坡道出口工业场地区	浆砌石挡墙	主体设计	m	155			浆砌石结构		主要变化：浆砌石挡墙减少 155m。 变化原因：斜坡道出口工业场地未建设，浆砌石挡墙未实施。
	浆砌石排水沟	主体设计	m	120			浆砌石结构		主要变化：浆砌石排水沟减少 120m。 变化原因：斜坡道出口工业场地未建设，浆砌石排水沟未实施。
	表土剥离	方案新增	万 m <sup>3</sup>	0.16			表土剥离		主要变化：表土剥离减少 0.16 万 m <sup>3</sup> 。 变化原因：斜坡道出口工业场地未建设，未进行表土剥离。
	整地	方案新增	hm <sup>2</sup>	0.05			水平犁沟整地		主要变化：整地面积减少 0.05hm <sup>2</sup> 。 变化原因：斜坡道出口工业场地未建设，未进行整地。
	综合护坡	方案新增	m <sup>2</sup>	510			综合护坡		主要变化：综合护坡面积减少 510m <sup>2</sup> 。 变化原因：斜坡道出口工业场地未建设，未实施综合护坡。
	临时排水	方案新增	m	450			土质排水		主要变化：临时排水减少 450m。 变化原因：斜坡道出口工业场地未建设，未实施临时排水。
	临时沉沙	方案新增	座	1			临时沉沙		主要变化：临时沉砂池减少 1 座。 变化原因：斜坡道出口工业场地未建设，未实施临时沉砂池。
	临时覆盖	方案新增	m <sup>2</sup>	210			临时覆盖		主要变化：临时覆盖面积减少 210m <sup>2</sup> 。

								变化原因: 斜坡道出口工业场地未建设, 未实施临时覆盖。
	植被恢复	方案新增	hm <sup>2</sup>	0.05			植被恢复	主要变化: 植被恢复面积减少 0.05hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 斜坡道出口工业场地未建设, 未实施植被恢复。
北出风井 场地区	浆砌石排水沟	方案新增	m	95			浆砌石结构	主要变化: 浆砌石排水沟减少 95m。 变化原因: 北出风井场地未建设, 浆砌石排水沟未实施。
	整地	方案新增	hm <sup>2</sup>	0.06			水平犁沟整地	主要变化: 整地面积减少 0.06hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 北出风井场地未建设, 未进行整地。
	表土收集	方案新增	万 m <sup>3</sup>	0.02			表土收集	主要变化: 表土剥离减少 0.02 万 m <sup>3</sup> 。 变化原因: 北出风井场地未建设, 未进行表土剥离。
	覆土	方案新增	万 m <sup>3</sup>	0.02			覆土	主要变化: 覆土量减少 0.02 万 m <sup>3</sup> 。 变化原因: 北出风井场地未建设, 未进行覆土。
	临时排水	方案新增	m	95			土质排水	主要变化: 临时排水减少 450m。 变化原因: 北出风井场地未建设, 未实施临时排水。
	临时沉沙	方案新增	座	1			临时沉沙	主要变化: 临时沉砂池减少 1 座。 变化原因: 北出风井场地未建设, 未实施临时沉砂池。
	植被恢复	方案新增	hm <sup>2</sup>	0.06			植被恢复	主要变化: 植被恢复面积减少 0.06hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 北出风井场地未建设, 未实施植被恢复。
表土临时 堆场区	整地	方案新增	hm <sup>2</sup>	2.56			水平犁沟整地	主要变化: 整地面积减少 2.56hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 表土临时堆场未建设, 未进行整地。
	临时撒草	方案新增	hm <sup>2</sup>	2.56			临时撒播草籽	主要变化: 临时撒草减少 2.56hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 表土临时堆场未建设, 未进行临时撒草。
	编织袋挡护	方案新增	m	220			编织袋拦挡	主要变化: 编织袋挡护减少 220m。 变化原因: 表土临时堆场未建设, 未进行临时拦挡。
	植被恢复	方案新增	hm <sup>2</sup>	2.56			植被恢复	主要变化: 植被恢复面积减少 2.56hm <sup>2</sup> 。 变化原因: 表土临时堆场未建设, 未实施植被恢复。

## 7.2 水土流失防治效果监测结果

本工程水土保持措施的实施主要是为了防治工程区的水土流失，根据方案编制的指导思想、原则和对项目区水土流失防治执行的等级标准，结合有关规定要求和监测所得成果，对项目区水土保持监测指标进行计算分析如表 7-5。

表 7-5 分项内容及六项指标计算表

分项统计			
序号	项目	单位	数量
1	扰动土地面积	hm <sup>2</sup>	129.03
2	露天采区面积	hm <sup>2</sup>	121.0
3	扣除露天采区面积	hm <sup>2</sup>	8.03
2	水土流失面积	hm <sup>2</sup>	7.07
3	建筑物及道路占地面积	hm <sup>2</sup>	0.96
4	工程措施面积	hm <sup>2</sup>	2.54
5	植物措施面积	hm <sup>2</sup>	4.33
6	林草覆盖面积	hm <sup>2</sup>	4.33
7	整治面积	hm <sup>2</sup>	0.96
8	水土保持措施面积	hm <sup>2</sup>	6.87
9	容许土壤流失量	t/km <sup>2</sup> ·a	500
10	治理后土壤侵蚀模数	t/km <sup>2</sup> ·a	498.25
六项指标计算			
序号	指标	监测结果	备注
1	水土流失总治理度%	97.17	(水土流失治理面积/水土流失面积) × 100
2	土壤流失控制比	1.0	(项目内容许土壤流失量/治理后的平均土壤流失量) × 100
3	渣土防护率	99	(挡护的永久弃渣、堆土数量/永久弃渣和临时堆土总量)
4	表土保护率	92.04	(保护的表土数量/可剥离表土总量) × 100
5	林草植被恢复率%	99.31	(植物措施面积/可绿化面积) × 100
6	林草覆盖率%	53.92	(林草覆盖面积/(占地面积-露天采区面积)) × 100

### (1) 水土流失总治理度

经监测分析截至 2019 年 10 月，目前项目建设区本工程项目建设区占地面积为 129.03hm<sup>2</sup>，露天采区面积 121.00 hm<sup>2</sup>，扣除露天采区面积后占地 8.03 hm<sup>2</sup>，水土流失面积为 7.07hm<sup>2</sup>，水土保持措施面积 6.87hm<sup>2</sup>，水土流失总治理度为 97.17%，达到了一级防治标准和水土保持方案拟定的防治目标值。各区土地整治情况详见表 7-6。

表 7-6 水土流失总治理度统计表 单位: hm<sup>2</sup>

项目名称	扰动面积 (hm <sup>2</sup> )	露天采区面积	扣除露天采区面积	水土流失面积 (hm <sup>2</sup> )	水土保持措施防治面积 (hm <sup>2</sup> )			建筑物占地面积 (hm <sup>2</sup> )	道路及场地硬化面积 (hm <sup>2</sup> )	水土流失总治理度 (%)
					植物措施面积	工程措施面积	合计			
露天采场区	125.12	121.0	4.12	4.12	3.0	0.96	3.96	0	0	96.12

采矿工业场地	1.20	/	1.20	0.24	0.20	0.02	0.22	0.46	0.50	91.67
东山河改道区	1.98	/	1.98	1.98	0.40	1.56	1.96	0	0	98.99
东山河改道施工临时场地区	0.60	/	0.60	0.60	0.60	0	0.60	0	0	99.99
辅助设施区	0.13	/	0.13	0.13	0.13	0	0.13	0	0	99.99
合计	129.03	121.0	8.03	7.07	4.33	2.54	6.87	0.46	0.50	97.17

注：1、辅助设施区的植物措施面积为自然恢复的植被。

2、根据《生产建设项目水土流失防治标准》(GB50434-2018)，矿山开采和水工项目在计算各项防治指标时，其露天开采区面积、水工程的水域面积可在防治责任范围面积中扣除。

### (2) 土壤流失控制情况

根据本工程水土保持方案，参考工程所在区域的土壤侵蚀类型和强度，本项目区的土壤容许流失量  $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

总体看整个项目区，尽管监测数据局部区域仍然存在轻度侵蚀的区域，由于各区域均已实施了植被恢复或复耕措施，侵蚀强度会随着植被覆盖率的提高而大大降低，以目前情况来看，工程总体土壤侵蚀强度为  $498.25\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ ，土壤流失控制比为 1.0，达到了水土保持方案拟定的防治标准。各区扰动土地治理情况详见表 7-7。

表 7-7 水土流失总治理度统计表 单位： $\text{hm}^2$

序号	分区	占地面积 ( $\text{hm}^2$ )	容许侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ )	现状侵蚀模数 ( $\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ )	土壤流失控制比
1	露天采场区	125.12	500	500	1
2	采矿工业场地	1.20	500	450	1.11
3	东山河改道区	1.98	500	450	1.11
4	东山河改道施工临时场地区	0.60	500	400	1.25
5	辅助设施区	0.13	500	450	1.11
6	合计	<b>129.03</b>	500	<b>498.25</b>	1

### (3) 渣土防护率

根据建设单位提供的相关资料，结合现场调查核实，工程基建期实际土石方开挖  $654.47 \text{万 m}^3$ ，作为矿石开发利用  $18.4 \text{万 m}^3$ ，回填利用  $0.93 \text{万 m}^3$ ，绿化覆土  $13.3 \text{万 m}^3$ ，产生弃渣  $624.84 \text{万 m}^3$ ，产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存。

工程生产运行期实际土石方开挖  $12000 \text{万 m}^3$ ，作为矿石开发利用  $384.36 \text{万 m}^3$ ，产生弃渣  $11615.64 \text{万 m}^3$ ，产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存

施工期运行期间产生的弃土，建设单位运至合法的落家井排土场堆存，有利于控制水土流失，渣土防护率为 99%，达到了水土保持方案拟定的防治标准。

### (4) 表土保护率：

表土保护率是指项目水土流失防治责任范围内保护表土的数量占可剥离总量的百分比，剥离的表一部分用于本项目绿化覆土，一部分外运利用，本项目保护表土的数量为绿化覆土+后期利用数量总和=13.3万 $m^3$ ，可剥离表土数量为14.45万 $m^3$ ，确定本项目表土保护率为92.04%。

#### (5) 林草植被恢复率

截至2019年9月，本项目可绿化面积为4.36 $hm^2$ ，实施植物措施面积4.33 $hm^2$ ，林草植被恢复率为99.31%，达到了水土保持方案拟定的防治标准。林草植被恢复率计算见表7-17。

#### (6) 林草覆盖率

本工程项目建设区占地面积为129.03 $hm^2$ ，露天采区面积121.0 $hm^2$ ，扣除露天采区面积后占地8.03 $hm^2$ ，实施植物措施面积4.33 $hm^2$ ，除局部区域植被恢复较差外，现状在林草覆盖面积为4.33 $hm^2$ ，林草覆盖率为53.92%，达到了水土保持方案拟定的防治标准和二级标准防治目标值。林草覆盖率计算见表7-8。

表 7-8 项目林草植被恢复率、林草覆盖率统计表

项目名称	占地面积 ( $hm^2$ )	露天采区 面积( $hm^2$ )	扣除露天采 区面积( $hm^2$ )	可绿化面积 ( $hm^2$ )	植物措施面积 ( $hm^2$ )	林草植被 恢复率%	林草覆盖 率%
露天采场区	125.12	121.0	4.12	3.03	3.0	99.01	72.82
采矿工业场地	1.20	/	1.20	0.20	0.20	99.99	16.67
东山河改道区	1.98	/	1.98	0.40	0.40	99.99	20.20
东山河改道施 工临时场地区	0.60	/	0.60	0.60	0.60	99.99	99.99
辅助设施区	0.13	/	0.13	0.13	0.13	99.99	99.99
合计	129.03	121.0	8.03	4.36	4.33	99.31	53.92

### 7.3 运行初期水土流失防治效果分析

通过监测实地调查，结合建设单位提供资料，在项目施工过程中，建设单位实施了一系列的水土流失防治措施。工程施工结束后，建设单位逐步完善了项目区的植物措施，有效改善了项目区生态环境。通过实地踏勘，可以看出，项目区水土流失防治措施较为完善，有效的抑制了因施工建设造成的水土流失，并有效改善了项目区生态环境。

## 8 监测结论与建议

### 8.1 水土保持措施评价

#### 8.1.1 水土流失变化与防治达标情况

通过各项水土保持措施的实施，截至 2019 年 4 月，本工程各项水土保持指标的达标情况见表 8-1。

从表中可以看出，建设单位较为重视本工程水土保持工作，有效抑制了项目区因施工建设造成的水土流失，水土保持六项指标均已达到二级标准和水保方案拟定防治目标值。

表 8-1 水土保持六项指标达标情况

序号	指标名称	单位	二级标准	方案防治目标值	监测结果值	备注
1	水土流失总治理度	%	94	95	97.17	达到方案目标值
2	土壤流失控制比		0.8	0.8	1.0	达到方案目标值
3	渣土防护率		85	88	99	达到方案目标值
4	表土保护率	%	90	90	92.04	达到方案目标值
5	林草植被恢复率	%	94	94	99.31	达到方案目标值
6	林草覆盖率	%	19	19	53.92	达到方案目标值

#### 8.1.2 综合结论

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程位于鹤庆县南部，隶属西邑镇北衙村管辖。地理坐标：东经 100° 11′ 00″—100° 13′ 00″，北纬 26° 07′ 00″—26° 10′ 00″之间。项目区南距大理市 90km，北距鹤庆县城 64km，对外交通较为方便。（项目区地理位置及交通位置详见附图 1）。露天采场规模 180 万 t/a，后期坑内开采规模为 120 万 t/a。

本项目主要由露天采场区、采矿工业场地区、东山河改道区、东山河改道施工临时场地区及辅助设施区等组成。

鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万t/a采矿扩建工程占地面积为 129.03hm<sup>2</sup>，占地类型为林地、草地、梯坪地、交通运输用地、水域及原有工矿用地，其中露天采场区占地面积 125.12hm<sup>2</sup>，采矿工业场地区占地面积 1.20hm<sup>2</sup>，东山河改道区占地面积 1.98hm<sup>2</sup>，东山河改道施工临时场地区占地面积 0.60hm<sup>2</sup>，辅助设施区总占地面积 0.13hm<sup>2</sup>。

实际建设总工期 24 个月，于 2012 年 6 月开工建设，2014 年 6 月完工，其中露天采场于 2012 年 6 月开工建设，2013 年 5 月基建完工并投产；采矿工业场地于 2012 年 6 月开工建设，2012 年 12 月建成；东山河改道区于 2014 年 1 月开工建设，2014 年 6 月完工。实际总投资 30571 万元，其中土建投资约 12534.1 万元。

基建期实际土石方开挖 654.47 万  $m^3$ ，作为矿石开发利用 18.4 万  $m^3$ ，回填利用 0.93 万  $m^3$ ，绿化覆土 13.3 万  $m^3$ ，产生弃渣 624.84 万  $m^3$ ，产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存。

生产运行期实际土石方开挖 12000 万  $m^3$ ，作为矿石开发利用 384.36 万  $m^3$ ，产生弃渣 11615.64 万  $m^3$ ，产生的弃渣全部运至落家井排土场进行堆存。

2012 年 5 月，建设单位委托我公司承担了本工程水土保持监测工作，于 2012 年 6 月、9 月、12 月先后三次，2013 年 3 月、6 月、9 月、12 月先后四次，2014 年 3 月、6 月共两次，施工期间共计 9 次按照监测工作程序要求赴工程现场对项目区地形地貌、植被类型、水文地质以及工程布局、土地扰动情况、水土流失情况等进行了实地调查，收集了相关资料。在工程运行期于 2014 年 7 月、2014 年 12 月；2015 年 7 月、2015 年 12 月；2016 年 7 月、2016 年 12 月；2017 年 7 月、2017 年 12 月、2018 年 7 月、2018 年 12 月；2019 年 7 月；监测组共进行 11 次外业，2019 年 10 月结合建设方提供的基础技术资料 and 工程竣工资料分析对比，在获取了有关水土保持的资料和数据的基础上完成了《鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180 万 t/a 采矿扩建工程（基建期）水土保持监测总结报告》。监测工作主要针对扰动地表面积进行现场调查结合资料分析复核、水土流失状况进行实地调查、防治措施实施和运行情况进行实地量测、施工期水土流失危害进行现场巡查和走访座谈等方式开展。项目区域内共计布设 14 个监测点，其中观测型 6 个（其中：沉砂池观测样方 2 个、水土流失简易观测场 1 个、简易坡面量测场 3 个），调查型 7 个，巡查点 1 个。

本工程水土流失防治责任范围总面积为 129.03 $hm^2$ ，为项目建设区不考虑直接影响区。工程在施工期内产生的水土流失量为 12312.13t，重点区域为露天采场区。进入运行期后，通过各项工程措施和植物措施实施后，区域内水土流失基本得到控制，在运行期监测的 5 年内产生水土流失量 3128t，现状土壤侵蚀模数为 498.25 $t/km^2 \cdot a$ 。

经统计，本项目完成水土保持措施工程量有：

### 1、基建期水土保持措施:

建设期实际完成工程量为: ①工程措施: 表土剥离 13.3 万  $m^3$ ; 浆砌石截排水沟长 1262m, 浆砌石护坡  $0.23hm^2$ , 复耕  $0.30hm^2$ , 沉砂池 1 座; ②植物措施: 覆土  $0.20$  万  $m^3$ , 场地绿化  $0.20hm^2$ , 水平犁沟整地  $1.0hm^2$ , 植被恢复  $1.0hm^2$ 。

### 2、生产运行期水土保持措施:

生产运行期实际完成工程量: ①工程措施: 平台土质排水沟 19850m, 浆砌石平台排水沟长 1500m, 沉砂池 29 座; ②植物措施: 水平犁沟整地  $3.0hm^2$ , 植被恢复  $3.0hm^2$ ; ③临时措施: 密目网覆盖  $48000m^2$ 。

通过各项水土保持措施的实施, 使得项目区内扰动土地整治率为 97.17%, 土壤流失控制比为 1.0, 渣土防护率为 99%, 表土保护率为 92.04, 林草植被恢复率为 99.31%, 林草覆盖率为 53.92%, 水土保持六项指标均已达到水保方案拟定防治目标值。

综上所述, 本项目建设单位对水土保持工作较为重视, 水土保持方案中各项措施基本到位, 并发挥着相应的水土保持功能, 对因本工程建设引起的水土流失起到了有效的防治。但由于植物措施实施时间较短且面积较小部露天采场还存在裸露现象, 需在工程运行期间对不扰动的区域及时绿化, 并需重视水土保持设施管护工作, 确保其正常发挥水土保持效益。

## 8.1.3 存在的问题及建议

根据鹤庆北衙矿业有限公司生态环境恢复工程及铁选厂资源综合利用改造工程—180万 t/a 采矿扩建工程水土保持监测结果, 对本工程提出以下水土保持建议:

(1) 在项目建设过程中要加强领导和管理, 组建专门的水保工程建设领导小组, 提高施工人员的水土保持意识, 落实水保资金, 确保水土保持方案的有效实施;

(2) 加强监督管理, 确保开发建设项目在根据水保方案进行各项措施的施工, 对工程中存在的问题能及时得到解决, 有效防治工程建设中可能产生的水土流失;

(3) 要注意对项目建设及运行范围以外原地貌的保护, 严禁扰动、占压征地范围以外的土地面积;

(4) 优化施工工艺, 对地采用面扰动最小的施工方式施工建设; 对未扰动区域实施措施并管理;

(5) 建设单位在进行施工、监理招标时, 在标书中明确施工过程中的水土流失

防治责任要求，在施工过程中，积极配合当地水行政主管部门做好水保设计的实施和监督管理，特别是水土保持监测、监理专项检查及验收工作；

(6) 露天采场大部分处于裸露状态，在工程运行期间对采场不扰动的区域及时绿化；

(7) 项目进入运行期，加强对已实施的水保措施管护，确保其效益持久发挥。

## 8.2 监测工作中的经验及问题

### 8.2.1 监测工作中的经验

通过本工程的水土保持监测，丰富了我公司同类工程的水土保持监测资料与经验，具体有以下几点：

(1) 通过本工程的水土保持监测，充实了类似工程的水土保持监测资料，为同类项目的水土保持工作提供了宝贵的经验。

(2) 由于本项目扰动范围较广，在完成每天现场工作后及时整理当天影像资料并进行当天工作总结，以保证监测工作的顺利进行。

(3) 布设监测设施需从客观实际出发，认真分析项目区土壤侵蚀类型及侵蚀单元，因地制宜布设观测设施。

(4) 通过本工程的水土保持监测，加深了监测人员采掘类工程水土保持相关知识的理解和运用，并使得监测人员更加明确了露天采场的开采工艺及扰动方式。

### 8.2.2 监测工作中存在的问题与建议

针对本工程的监测情况，监测工作主要存在以下问题：

(1) 开发建设项目在建设过程中对地表的扰动随着工程建设的发展不定时发生，各项监测设施较难保存，对项目的监测大多采用调查的方式，各项监测数据存在一定的误差；

(2) 植物措施实施相对滞后，对不扰动的区域及时绿化；

(3) 本项目部分区域无法布置定位观测点，部分侵蚀模数是结合类比计算或经验判定得出，导致监测数据会和真实数据出现一定偏差；此外，本项目在监测设备使用、监测方法选取和监测点的代表性的选取上也会导致监测数据出现一定的误差。