

水保监测（云）字第 0004 号

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

（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

二〇一九年五月

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—落家井排土场扩容工程		
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		
审定		欧应花	签名	欧应花
监测项目部	总监测工程师	项大学	签名	项大学
	监测工程师	欧应花	签名	欧应花
	监测员	佟志龙	签名	佟志龙
校核		黄洁	签名	黄洁
报告编写		欧应花	签名	欧应花
		周红芬	签名	周红芬
		佟志龙	签名	佟志龙
参加监测人员		欧应花	签名	欧应花
		周红芬	签名	周红芬
		佟志龙	签名	佟志龙

目录

1 综合说明	1
1.1 工程性质及概况.....	1
1.2 水保方案编报和批复情况.....	3
1.3 监测任务的由来及组织实施.....	4
1.4 监测结果.....	4
2 项目及项目区概况	7
2.1 项目概况.....	7
2.2 项目区概况.....	22
3 监测实施	28
3.1 监测指导思想.....	28
3.2 监测目标和原则.....	28
3.3 监测工作实施情况.....	30
3.4 监测时段及工作开展情况.....	31
3.5 监测点布设.....	33
4 监测内容与方法	35
4.1 监测内容.....	35
4.2 监测方法.....	37
5 不同侵蚀单元侵蚀模数的分析确定	45
5.1 侵蚀单元划分.....	45
5.2 各侵蚀单元侵蚀模数.....	46
6 水土流失监测结果与分析	53
6.1 水土流失防治责任范围监测结果.....	53
6.2 地表扰动面积监测结果.....	54
6.3 水土流失因子监测.....	55
6.4 弃土弃渣监测结果.....	56
6.5 土壤流失量监测.....	61
7 水土流失防治监测结果	63
7.1 水土流失防治措施.....	63
7.2 水土流失防治效果监测结果.....	69
7.3 运行初期水土流失防治效果分析.....	72
8 监测结论与建议	73
8.1 水土保持措施评价.....	73
8.2 监测工作中的经验及问题.....	76

附件：

附件 1：水土保持监测委托书；

附件 2：云南省工业和信息化委员会文件云工信技创【2012】350 号《云南省工业和信息化委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核准的批复》；

附件 3：《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）；

附件 4：《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的批复》“云水保许[2014]118 号”；

附件 5：水土保持补偿费缴费凭证；

附件 6：水土保持监测完善建议；

附件 7：排土场安全设施竣工验收意见；

附件 8：落家井排土场稳定性分析报告专家组意见。

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—落家井排土场扩容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—落家井排土场扩容工程			填表时间	2019年5月							
建设规模	扩建部分总容量共计 2.1 亿 m ³ ，再加上原设计 5200.6 万 m ³ 库容，落家井排土场扩容后库容将达到 26218.3 万 m ³ ，占地面积为 377.65hm ²			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	44635.92 万元							
				工程总工期	23 个月（2015 年 5 月~2017 年 3 月）							
				项目建设区	377.65hm ²							
建设项目水土保持工程主要技术指标												
地形地貌	中低山、低山、河谷地貌			“三区”公告	省级重点治理区							
水土流失预测总量	50107.9t			方案目标值	500t/km ² ·a							
防治责任范围面积	395.67hm ²			水土流失容许值	500t/km ² ·a							
项目建设区面积	377.37hm ²			主要防治措施	浆砌石截、排水沟、挡渣墙、表土剥离及利用、植被恢复							
直接影响区面积	18.30hm ²			水土流失背景值	2060.4t/km ² ·a							
水土保持监测主要技术指标												
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	97.48	扰动地表面积	260.74 hm ²	建筑物及道路	28.68 hm ²	工程措施	217.11 hm ²	绿化面积	8.37 hm ²	
	水土流失总治理度	87	97.16	水土保持措施面积	225.48hm ²		水土流失面积	232.06hm ²				
	土壤流失控制比	0.9	0.96	治理后土壤侵蚀模数	522.92t/(km ² a)		项目区容许值	500 t/(km ² a)				
	拦渣率	95	98	存渣量	0 万 m ³		弃渣量	35.76 万 m ³				
	林草植被恢复率	97	98.01	植物措施面积	8.37hm ²		可绿化面积	8.54hm ²				
	林草覆盖率	22	22.09	林草总面积	83.37hm ²		项目建设区面积	377.65hm ²				
	水土保持治理达标评价	六项指标均达到了方案目标值。本项目工程措施及植物措施较为完善，对防治水土流失起到了重要的作用										
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项目进入运行期，加强对落家井排土场扩容区已实施的水保措施管护，确保排土场在雨季运行的安全。③严格按照设计进行堆渣，尽快落实渣场下游舍茶寺村搬迁工作，发现隐患及时处理											

1 综合说明

1.1 工程性质及概况

1.1.1 项目性质

工程名称：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—落家井排土场扩容工程

建设单位：鹤庆北衙矿业有限公司

地理位置：矿区位于鹤庆县西邑镇北衙村

工程规模：本工程将在现有落家井排土场基础上向南、北、西三个方向进行扩建，扩建部分总容量共计 2.1 亿 m^3 ，再加上原设计 5200.6 万 m^3 库容，落家井排土场扩容后库容将达到 26218.3 万 m^3 ；为配合废石运输，本工程将建设胶带廊道 7500m，并建设破碎站 3 座。

排土场服务年限：11 年

水保方案服务年限：12 年

工程等级：大型

工程性质：建设生产类（扩建）

基建工期：主体工程于 2015 年 5 月开工，于 2017 年 3 月完工，工程建设总工期 23 个月。

总投资：69644.8 万元

土建投资：21431.74 万元。

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—落家井排土场扩容工程位于鹤庆县南部，隶属西邑镇管辖。大（理）—丽（江）高等公路从项目区西侧的焦石硐、姚家院、西邑镇通过，邓（川）—鹤（庆）县级公路与大一丽高等级公路在西邑镇相接；宾（川）—鹤（庆）公路在项目区与邓—鹤公路交汇。项目区南距大理市 90km，北距鹤庆县城 64km，交通较为方便。

本工程为落家井排土场扩容工程，本工程可利用已建成的北衙—七坪农村公路、落家井排土场进场道路等，交通运输条件较完善。（项目区地理位置及交通位

置详见附图 1)。

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，扩容部分总容量共计 2.1 亿 m^3 ，扩容结束后有效库容达到 26218.3 万 m^3 ，设计堆废石总高 240m（标高 1810-2050m），排土场服务年限约为 11 年。

水土保持方案规划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由落家井排土场扩容区、胶带系统两个部分组成。水保方案服务期规划本工程占地面积为 377.65 hm^2 ，截止 2019 年 5 月，本项目基本按照水保方案进行了施工建设，工程现阶段扰动土地面积共计 260.74 hm^2 。

实际建设总工期 23 个月，于 2015 年 5 月开工建设，2017 年 3 月完工并投入试运行。实际总投资 69644.8 万元，其中土建投资约 21431.74 万元。

根据施工单位统计资料，结合现场调查核实，工程基建期开挖土石方总量 82.36 万 m^3 ；回填利用 14.78 万 m^3 ，临时堆存表土 31.82 万 m^3 ，弃渣 35.76 万 m^3 ，基建期产生的弃渣全部运至原落家井排土场剩余库容内进行堆存。在运行初期：在运行的 2.17 年内，运行期产生土石方为 12.5 万 m^3 ，主要为剥离产生表土 12.5 万 m^3 ，覆土绿化 7.27 万 m^3 ，临时堆存表土 5.23 万 m^3 ，（堆存于排土场 2050m 台阶北侧），覆土 7.27 万 m^3 ，弃渣堆存于落家井排土场内。

1.1.3 本次工程与原工程衔接情况

本工程建设内容包括落家井排土场扩容区、胶带系统两个部分，胶带系统为本次新建。

排土场扩容工程是在原落家井排土场基础上向南、北、西三个方向扩建，扩容后的排土场将覆盖原排土场设计的所有边坡，堆渣最终标高与原设计保持一致，扩容后的落家井排土场将形成一个整体。

排土场扩容将覆盖原排土场下游拦挡措施，南侧、北侧截排水措施，继续利用东侧截洪设施，对未实施到位的马道平台排水、土地复垦措施将不再单独实施，而将扩容后的排土场作为一个整体考虑马道排水、平台排水及后期的土地复垦。

由于本工程为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，即排土场扩容结束后将覆盖原排土场下游的

拦挡措施，南侧、北侧的截排水措施，并将原有排土场全部规划为 2050m 堆存标高，原设计落家井排土场内部的排水措施、植物措施实施意义不大，因此原批复的落家井排土场仍在开展水土保持监测工作，未完成水土保持设施验收。根据工程建设的特点及实际情况，本工程将扩容后的落家井排土场作为一个整体考虑水土保持防护体系，并将落家井排土场扩容后一次验收。

1.1.4 工程变更情况

本项目基建过程中严格按照主体设计进行实施，工程建设中无变更情况。

1.2 水保方案编报和批复情况

（一）落家井排土场水土保持方案编制情况

为做好相关水土保持工作，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》，并于 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）。

（二）落家井排土场扩容工程水土保持方案编制情况

由于原排土场容量不能满足现状堆存要求，为了更好的贯彻执行《中华人民共和国水土保持法》，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本工程水土保持方案，我公司成立了工作组到现场进行了踏勘和调研，对项目区各场地进行了实地踏勘，对建设过程中可能引起水土流失的重点部位进行了详细调查，在认真分析主体工程设计资料及前期水土保持工程资料的基础上对方案报告书进行认真编写，最后完成了《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）。并于 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。

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 第 16 号令，2005 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 2014 年 7 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 2014 年 7 月、9 月、12 月先后三次，2015 年 4 月、5 月、6 月、9 月、12 月先后五次，2016 年 3 月、6 月、9 月、12 月先后四次，2017 年 3 月、6 月、9 月、12 月先后四次，2018 年 4 月、8 月、12 月先后三次，2019 年 5 月 1 次，监测期间共计 20 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。2019 年 5 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—落家井排土场扩容工程水土保持监测总结报告》。

1.4 监测结果

本项目位于鹤庆县西邑镇北衙村，根据水利部办水保〔2013〕188 号文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》的通知及云政发〔2007 年 165 号〕“云南省人民政府关于划分水土流失重点防治区的公告”，鹤庆县不属于国家级水土流失重点预防区和重点治理区，仅属于云南省人民政府公告的水土流失重点治理区。根据项目所在地水土流失“三区”划分情况和开发建设项目水土流失防治标准，本项目水土流失防治执行标准执行二级标准。工程基建期水土流失防治目标为：扰动土地整治率 95%，水土流失总治理度 87%，土壤流失控制比达到 0.9，拦渣率 95%，林草植被恢复率 97%，林草覆盖率 22%。

2014 年 7 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 2014 年 7 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—落家井排土场扩容工程实际情况确定本工程监测的时段为 2014 年 7 月~2019 年 5 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：

截至 2019 年 5 月，本项目监测实际发生的水土流失防治责任范围基本与方案规划的一致，基建过程中没有超出用地范围，实际施工过程中减少了检修通道和一期破碎站的用地范围，防治责任范围面积较水保方案规划减少 0.33 hm^2 ，其中项目建设区减少 0.28 hm^2 ，直接影响区减少 0.05 hm^2 。截止 2019 年 5 月本项目现阶段防治责任范围总面积为 395.67 hm^2 ，其中项目建设区扰动面积为 377.37 hm^2 ，直接影响区 18.30 hm^2 。工程在施工准备期内产生的水土流失量为 756.44 t ，在施工期内产生的水土流失量为 47511.39 t ，重点区域为落家井排土场扩容区。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 2.17 年内产生水土流失量 2824.55 t ，现状土壤侵蚀模数为 $522.92 \text{ t/km}^2 \text{ a}$ 。

根据建设单位提供的相关统计资料，并结合监测人员现场调查、核实，工程基建期开挖土石方总量 82.36 万 m^3 ；回填利用 14.78 万 m^3 ，临时堆存表土 31.82 万 m^3 ，弃渣 35.76 万 m^3 ，基建期产生的弃渣全部运至原落家井排土场剩余库容内进行堆存。在运行初期：在运行的 2.17 年内，产生土石方为 12.5 万 m^3 ，主要为剥离产生表土 12.5 万 m^3 ，覆土绿化 7.27 万 m^3 ，临时堆存表土 5.23 万 m^3 ，(堆存于排土场 2050m 台阶北侧)，覆土 7.27 万 m^3 ，弃渣堆存于落家井排土场内。

经统计，本项目完成水土保持措施工程量有：(1) 工程措施：①落家井排土场扩容区：浆砌石截洪沟 3800 m ，浆砌石量 19234 m^3 ，土质沉砂池 10 座，土石方开挖 80 m^3 ，表土剥离 30.62 万 m^3 ，覆土 7.27 万 m^3 。②检修通道区：浆砌石挡墙 260 m ，浆砌石量 720 m^3 ；浆砌石排水沟 900 m ，浆砌石量 588.5 m^3 ，沉砂池 5 座，浆砌石量 40 m^3 。③一期破碎站区：浆砌石挡墙 500 m ，浆砌石量 3800 m^3 ，干砌石挡墙 100 m ，干砌石量 750 m^3 ，浆砌石排水沟 900 m ，浆砌石量 630 m^3 ，表土剥离 10980 m^3 。④一期胶带通廊区：浆砌石挡墙 300 m ，浆砌石量 1000 m^3 ，浆砌石排水沟 740 m ，浆砌石量 400 m^3 ，⑤驱动站区：浆砌石挡墙 80 m ，浆砌石量 210 m^3 ；浆砌石排水沟 200 m ，

浆砌石量 160m^3 。(2) 植物措施：①落家井排土场扩容区：植被恢复 7.27hm^2 。②一期破碎站区：场地绿化 0.65hm^2 。③一期胶带通廊区：场地绿化 0.38hm^2 。④辅助设施区：植被恢复 0.07hm^2 。(3) 临时措施：①落家井排土场扩容区：临时排水沟 550m ，编织袋装土拦挡 970m ，临时撒草 7.27hm^2 。②一期破碎站区：临时排水沟 850m ，临时沉砂池 1 座，临时撒草 0.75hm^2 ，无纺布覆盖 0.75hm^2 。③一期胶带通廊区：临时排水沟 800m 。④驱动站区：临时沉砂池 2 座，临时撒草 0.03hm^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 97.48% ，水土流失总治理度为 97.16% ，拦渣率为 98% ，土壤流失控制比为 0.96 ，林草植被恢复率为 98.01% ，林草覆盖率为 22.09% ，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。由于堆渣不断进行，扰动的面积越来越大，需在工程运行期间做好对稳定的堆渣平台的绿化工作，并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—落家井排土场扩容工程位于鹤庆县南部，隶属西邑镇管辖。大（理）—丽（江）高等公路从项目区西侧的焦石硐、姚家院、西邑镇通过，邓（川）—鹤（庆）县级公路与大一丽高等级公路在西邑镇相接；宾（川）—鹤（庆）公路在项目区与邓—鹤公路交汇。项目区南距大理市 90km，北距鹤庆县城 64km，交通较为方便。

本工程为落家井排土场扩容工程，本工程可利用已建成的北衙—七坪农村公路、落家井排土场进场道路等，交通运输条件较完善。

工程地理位置详见附图 1。

2.1.2 建设规模及特性

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，扩容部分总容量共计 2.1 亿 m^3 ，扩容结束后有效库容达到 26218.3 万 m^3 ，设计堆废石总高 240m（标高 1810-2050m），排土场服务年限约为 11 年。

工程名称：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—落家井排土场扩容工程

建设单位：鹤庆北衙矿业有限公司

地理位置：矿区位于鹤庆县西邑镇北衙村

工程规模：本工程将在现有落家井排土场基础上向南、北、西三个方向进行扩建，扩建部分总容量共计 2.1 亿 m^3 ，再加上原设计 5200.6 万 m^3 库容，落家井排土场扩容后库容将达到 26218.3 万 m^3 ；为配合废石运输，本工程将建设胶带廊道 7500m，并建设破碎站 3 座。

排土场服务年限：11 年

水保方案服务年限：12 年

工程等级：大型

工程性质：建设生产类（扩建）

基建工期：工程于 2015 年 5 月开工，于 2017 年 3 月完工，工程建设总工期 23 个月。

总投资：69644.8 万元

土建投资：21431.74 万元。

项目主要技术指标见表 2-1。

表 2-1 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特性表

序号	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—落家井排土场扩容工程				
1	工程等级		I 级				
2	建设地点		云南省鹤庆县西邑镇				
3	建设单位		鹤庆北衙矿业有限公司				
4	建设性质		建设生产类项目（扩建）				
5	项目组成		工程建设内容包括落家井排土场扩容区、胶带系统等。				
6	建设工期		2015 年 5 月—2017 年 3 月，总工期 23 个月				
7	项目总投资		69644.8 万元				
8	土建投资		21431.74 万元				
9	设计规模		扩容部分总容量共计 2.1 亿 m ³ ，扩容结束后有效库容达到 26218.3 万 m ³ ，设计堆废石总高 240m，并建设胶带通廊 7500m 及相应的破碎站、驱动站等相关设施。				
9.1	落家井排土场扩容区	排土场总库容 (万 m ³)	扩建部分新增库容 (万 m ³)	总占地面积 (hm ²)	新增占地面积 (hm ²)	排土场堆高 (m)	
		26218.3	21017.7	352.3	223.4	1810-2050	
9.2	胶带系统	建设内容及规模	检修通道 (m)	破碎站 (座)	胶带通廊 (m)	废石驱动 (座)	辅助设施
			2120	3	7500	4	线路 4.8km，配电室 5 座，移动变电站 2 座
10	设计洪水频率		按照 25 年一遇洪水进行设计，50 年一遇洪水进行校核				
11	供水水源		钢厂河或周边支流				
12	供电方案		电源考虑现有 35kV 变电站通过 10kV 架空线路进行引接，架设线路长约 4.8km。				
13	项目区概况						
13.1	气候类型		亚热带高原季风气候类型				
13.2	地形条件		项目区位于北衙盆地西北部边缘地带，地貌属中切割的中山地形，落家井排土场扩容区海拔 1810-2050m。				

2.1.3 本次工程与原工程衔接情况

本工程建设内容包括落家井排土场扩容区、胶带系统两个部分，胶带系统为本次新建。

排土场扩容工程是在原落家井排土场基础上向南、北、西三个方向扩建，扩容后的排土场将覆盖原排土场设计的所有边坡，堆渣最终标高与原设计保持一致，扩容后的落

家井排土场将形成一个整体。

排土场扩容将覆盖原排土场下游拦挡措施，南侧、北侧截排水措施，继续利用东侧截洪设施，对未实施到位的马道平台排水、土地复垦措施将不再单独实施，而将扩容后的排土场作为一个整体考虑马道排水、平台排水及后期的土地复垦。

为避免水保设施补偿费的重复缴纳，本工程水土保持设施补偿费考虑新增占地部分，原已批复面积按原有工矿用地计列。

本次工程与原有设施衔接情况统计见表 2-2，本次工程与原排土场水保措施关系见表 2-3。

表 2-2 本次工程与原有设施衔接情况统计表

分区	占地面积 (hm ²)	工程建设概况		措施实施情况	备注	
		与前期工程衔接	本次新建			
落家井排土场扩容区	352.3	在现有排土场基础上向南、北、西三个方向扩建，并占用排土场下游的原有进场道路及部分北七道路路段，占用的北七道路不考虑重建。占用原有工矿用地 128.9hm ² ，占用交通运输用地 2.31hm ² 。	在现有排土场基础上向南、北、西三个方向扩建，新增占地 221.09hm ² ，主要为林地。	已完成下游拦挡措施，排土场南侧、北侧浆砌石截洪沟、沉砂池，东侧截洪沟的建设	下游拦挡措施，排土场南侧、北侧浆砌石截洪沟、沉砂池等措施扩建后均被覆盖	
胶带系统	检修通道	0.95		新建	由主体及方案布设措施	措施已建成
	破碎站	18.35		新建	由主体及方案布设措施	一期破碎站位于露天采场外，二期、三期均位于露天采场内，已完成一期破碎站建设
	胶带通廊	5.53		新建	由主体及方案布设措施	一期胶带通廊部分位于落家井排土场内，二期、三期均位于露天采场内，已完成一期胶带通廊建设
	废石驱动站	0.6		新建	由主体及方案布设措施	一期废石驱动站已建成
	辅助设施	0.12		新建	由主体及方案布设措施	已建成

表 2-3 本次工程与原排土场水保措施关系表

项目名称	措施名称	建设情况	备注
原有废弃措施	下游 4 座拦渣坝，南侧、北侧截洪沟及沉砂池	已于 2013 年 7 月建成	现已被掩埋
原有保留措施	东侧 1-4 号截洪沟，1-3 号拦洪坝	目前正在进行浆砌石砌筑	现已建成
原设计未建设措施	马道排水、土地复垦	未实施到位	不再建设，扩容后排土场一起考虑
扩容新增措施	下游拦渣坝，东侧及北侧 5-8 号截洪沟、5-8 号拦洪坝，南侧 9-10 号截洪沟、9-10 号拦洪坝，马道排水沟、平台排水沟、土地复垦。	/	为本次新增，5-10 号截洪沟及 5-10 号拦洪坝将与保留的 1-4 号截洪沟、1-3 号拦洪坝形成防洪体系，现已建成。

2.1.4 项目变更情况

本项目基建过程中严格按照主体设计进行实施，工程建设中无变更情况。

2.1.5 项目组成及现状

本工程建设内容包括落家井排土场扩容区、胶带系统两个部分。根据工程建设的特点，胶带系统又可进一步进行二级及三级分区。现将项目组成情况进行列表介绍，项目组成及各功能区运行情况见表 2-4。

表 2-4 落家井排土场扩容工程项目组成

序号	项目名称		基本情况	备注	
1	落家井排土场扩容区		<p>为满足鹤庆北衙矿业有限公司矿山开采废石排放要求，考虑到落家井排土场容量远远不能满足生产期废石堆存量要求，需新建大于或等于 18929.38 万 m³ 库容的排土场，经综合比较，确定将现有落家井排土场向南、西、北三个方向进行扩容，以满足矿山生产对排土容量的需求。原批复落家井排土场全部面积计入本工程建设区，对已编制过水土保持方案的部分考虑为原有工矿用地。扩容的落家井排土场扩容区占地面积 352.3hm²，其中原已批复面积 128.9hm²，本次扩建新增占地 223.4hm²。</p> <p>落家井排土场扩容将对已建成的北七道路（K2+100-K2+820 段）进行覆盖，由于北七道路已另择线进行建设，因此排土场扩容占用北七道路部分不考虑进行重建。</p>	扩容的落家井排土场区占地面积 352.3hm ² ，在本方案服务年限内排土场场地将全部扰动。现阶段扰动 246.68hm ²	
2	胶带系统	检修通道	主要为胶带系统的检修通道，道路路面宽 4m，路基宽 5m，长度 2120m，路面考虑为泥结碎石路面。	占地面积 0.85hm ²	
		破碎站	一期破碎站	一期(2015 年)破碎站设在采场东北侧边帮外 1805m 标高，废石通过 FKR1-1 [#] 、FKR1-2 [#] 、FKR1-3 [#] 、FKR1-4 [#] 、FKR1-5 [#] 胶带运至排土场进行排弃。	占地面积 8.04hm ²
			二期破碎站	二期（2018 年）破碎站搬至 1744m 标高(卸载标高)，废石通过场内 FKR2-1 [#] 、FKR2-2 [#] 及场外 FKR1-1 [#] 、FKR1-2 [#] 、FKR1-3 [#] 、FKR1-4 [#] 、FKR1-5 [#] 胶带运至排土场；二期破碎站位于露天采场内 1744m 标高。	基建期不进行建设
			三期破碎站	三期（2021 年）破碎站搬至 1684m 标高(卸载标高)，废石通过场内 FKR3-1 [#] 、FKR2-1 [#] 、FKR2-2 [#] 及场外 FKR1-1 [#] 、FKR1-2 [#] 、FKR1-3 [#] 、FKR1-4 [#] 、FKR1-5 [#] 胶带接力运输至排土场堆存。三期破碎站位于露天采场内 1684m 标高。	基建期不进行建设
		胶带廊道	一期胶带廊道	一期胶带廊道配合一期破碎站进行建设，包括 FKR1-1 [#] 、FKR1-2 [#] 、FKR1-3 [#] 、FKR1-4 [#] 、FKR1-5 [#] 等 5 条，总长度 5090m（其中 FKR1-4 [#] 、FKR1-5 [#] 两条位于落家井排土场内，不单独计列面积），废石场外建设胶带通廊 2380m，其中地面胶带通廊 1690m，宽 5m，架空栈桥 690m。	占地面积 4.75hm ²
			二期胶带廊道	二期胶带廊道配合二期破碎站进行建设，包括 FKR2-1 [#] 、FKR2-2 [#] 两条，长度 1890m，为地面胶带通廊，胶带宽 3m。	基建期不进行建设
			三期胶带廊道	三期胶带廊道配合三期破碎站进行建设，包括 FKR3-1 [#] ，长度 520m，为地面胶带通廊，胶带宽 3m。	基建期不进行建设
废石驱动站	胶带系统共建设 4 个废石驱动站，主要用于安装电动机、通风设备等，每个废石驱动站占地面积 0.10hm ² 。	基建期建设 1 个废石驱动站			

		辅助设施区	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，建设 10kV 配电室 5 座，移动式变电站 2 座。配电室及变电站配合破碎站及驱动站进行建设，不单独计列面积，架空线路主要采用立电线杆，走向主要沿胶带走廊走向，辅助设施区占地面积考虑 10kV 架空线路施工面积。	已建成
--	--	-------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

一、落家井排土场扩容工程

1、进场道路情况介绍

落家井排土场位于露天采场东北方向，直线距离约 4km，原排土场已于 2013 年 3 月开工建设，于 2013 年 7 月建成并投入运行。为满足落家井排土场的建设，排土场在前期规划中考虑了 900m 的进场道路及 3.727km 的北衙—七坪农村公路（二级公路），进场道路及北七公路也于 2013 年 7 月建成并投入使用。本工程基建及南扩部分可全部利用已建成的北七道路及进场道路；排土场西扩及北扩部分将利用已建成的北七道路（K0+000—K2+100 段），并对已建成的北七道路（K2+100--K2+820 段）以及已建成的排土场进场道路进行覆盖。



排土道路现状



进场道路现状

2、落家井排土场扩容区

排土场扩容工程是在原落家井排土场基础上向南、北、西三个方向扩建，本工程于 2015 年 3 月开始基建，截至 2019 年 5 月，落家井排土场已完成下拦渣坝、北侧浆砌石截洪沟、和部分平台排水沟的建设，目前排土场正在向南北两侧堆渣，南侧部分截洪沟和拦渣坝也被渣土掩盖，目前排土场堆存标高为 1810-2040m，分 7 个台阶堆存，已扰动面积约 246.68hm²，已堆存弃土 14530 万 m³，剩余库容约 11688.3 万 m³。



排土场排土概况



排土场西南侧不扰动区域植被恢复



排土场北侧扩容区域概况



排土场东侧排土现状



排土场东南侧排土现状

二、胶带系统

1、一期胶带系统：

根据矿区建设的特点，本工程推荐了半移动式破碎站-胶带运输方案。胶带系统分期建设，基建过程只涉及一期胶带系统的内容。

万铜山露天采场为凹陷露天，露天境界最高作业台阶标高 1939m，采场底部高程 1474m，最大采深高达 465m，采深较高。为了进一步缩短露天生产期间采场内的汽车运距，降低废石运输费用，主体设计研究了半移动式破碎站方案，随着露天开采的向下延伸，逐步往下搬迁破碎站。汽车-半移动式破碎站胶带运输方式，废石通过场内公路汽车运输运至半移动式破碎站，废石经破碎后由胶带运输至落家井排土场。

(1) 检修通道

主要为胶带系统的检修通道，道路路面宽 4m，路基宽 5m，长度 2000m，路面考虑为泥结碎石路面，在道路一侧修建了混凝土排水沟。



检修通道概况（一）



检修通道概况（二）



检修通道概况（三）



检修通道概况（四）

(2) 一期破碎站

本工程破碎站将分期进行建设，一期破碎站于 2016 年建设，建设位置位于采场外东北侧边帮卸料平台 1805m 标高，建设内容包括受料仓并安装破碎机，废石经破碎机破碎后，通过一期胶带通廊接力至排土场进行堆存，此区域占地 8.04hm²。



一期破碎站概况（一）



一期破碎站概况（二）



一期破碎站概况（三）



控制室

（3）一期胶带通廊

一期胶带通廊配合一期破碎站进行建设，包括 FKR1-1#、FKR1-2#、FKR1-3#、FKR1-4#、FKR1-5#等 5 条，总长度 5090m（其中 FKR1-4#、FKR1-5#两条位于落家井排土场内，不单独计列面积），废石场外建设胶带通廊 2380m，其中地面胶带通廊 1690m，宽 5m，架空栈桥 690m。



1 期胶带通廊（一）



1 期胶带通廊（二）



1 期胶带通廊（三）



1 期胶带通廊（四）



1 期胶带通廊（五）



1 期胶带通廊（六）

(4)、驱动站

胶带系统配套建设废石驱动站，主要用于安装电动机、通风设备等，目前驱动站排水和绿化实施到位。



驱动站概况（一）



驱动站概况（二）

三、排土场安全设施竣工验收开展情况

2018年7月28日，建设单位组织了落家井排土场扩容工程安全设施竣工验收工作（附件7），参加安全设施验收会议的有：鹤庆北衙矿业有限公司（建设单位）、九冶建设有限公司（施工单位）、湖南天和工程项目管理有限公司（监理单位）、昆明有色冶金设计研究院股份公司（设计单位）、云南安科安全技术有限公司（评价单位）等7人。会议听取建设单位、施工单位、监理单位、设计单位和评价单位的介绍，并对有关问题进行询问和讨论的基础上，形成如下验收意见：

1) 验收组对该排土场扩容工程的场区防排洪系统、上游挡水坝、下游1#拦渣坝、下游2#拦渣坝、排土场汽车堆排、胶带输送排土机堆排、排土场运行、排土场堆排台阶高度、平台宽度、边坡角度、排土区内外运输道路、安全避险车道等安全设施进行了现场查验，项目建设单位按照《排土场扩容工程初步设计》和《安全设施设计》进行了排土场扩容工程的建设施工，满足安全生产要求。

2) 落家井排土场扩容工程的初步设计、安全设施设计、安全设施验收评价报告、施工总结报告、监理总结报告、排土场扩容工程试运行报告、安全管理文件等安全设施验收文件基本齐全。

3) 验收组经讨论同意通过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安全设施的竣工验收。

四、落家井排土场稳定性分析报告开展情况

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（稳定性分析专家审查意见附件 8）。

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。

2.1.6 工程占地

2.1.6.1 水保方案确定的占地

根据工程建设的特点，本工程征占地面积可分为永久占地和临时占地，永久占地为落家井排土场；临时占地包括建设的胶带系统。工程总占地面积 377.65hm^2 ，其中永久占地面积 352.3hm^2 （林地 210.23hm^2 ，坡耕地 10.86hm^2 ，交通运输用地 2.31hm^2 ，原有工矿用地 128.9hm^2 ），临时占地 25.35hm^2 （林地 7.35hm^2 ，草地 1.04hm^2 ，坡耕地 1.87hm^2 ，交通运输用地 0.42hm^2 ，原有工矿用地 14.67hm^2 ）。水保方案确定占地情况统计详见表 2-5。

表 2-5 工程实际占地统计表 单位： hm^2

序号	项目名称		占地面积	用地类型					
				林地	草地	坡耕地	交通运输用地	原有工矿用地	
一	永久占地		352.3	210.23	0	10.86	2.31	128.9	
1	落家井排土场扩容区		352.3	210.23		10.86	2.31	128.9	
二	临时占地		25.35	7.35	1.04	1.87	0.42	14.67	
2	胶带系统	检修通道		0.95	0.95				
		破碎站	一期破碎站	8.17	1.24	1.02	1.87	0.42	3.62
			二期破碎站	5.11					5.11
			三期破碎站	5.07					5.07
		胶带廊道	一期胶带通廊	4.8	4.8				
			二期胶带通廊	0.57					0.57
三期胶带通廊	0.16						0.16		

	驱动站	0.40	0.30				0.10
	辅助设施区	0.12	0.06	0.02			0.04
合计		377.65	217.58	1.04	12.73	2.73	143.57

2.1.6.2 现状占地情况

根据工程占地资料结合现场调查,截止 2019 年 5 月,实际占地面积 377.65 hm², 工程建设现阶段扰动土地面积 260.74hm², 其中永久占地面积 246.68hm² (林地 104.61hm², 坡耕地 10.86hm², 交通运输用地 2.31hm², 原有工矿用地 128.9hm²), 临时占地 14.06hm² (林地 6.71hm², 草地 1.04hm², 坡耕地 1.87hm², 交通运输用地 0.42hm², 原有工矿用地 3.76hm²), 工程建设和排土过程中没有超出用地范围, 堆土严格按照设计方案进行分台堆存。由于水保方案占地是方案服务期 12 年限内扰动的范围, 在基建期至造成了部分扰动, 所以, 本项目基建期现状占地较小。

表 2-6 工程现状占地统计表 单位: hm²

序号	项目名称		占地面积	用地类型					
				林地	草地	坡耕地	交通运输用地	原有工矿用地	
一	永久占地		246.68	104.61	0	10.86	2.31	128.9	
1	落家井排土场扩容区		246.68	104.61		10.86	2.31	128.9	
二	临时占地		14.06	6.71	1.02	1.87	0.42	3.76	
2	胶带系统	检修通道	0.85	0.85					
		破碎站	一期破碎站	8.04	1.11	1.04	1.87	0.42	3.62
			二期破碎站						
			三期破碎站						
		胶带通廊	一期胶带通廊	4.75	4.75				
			二期胶带通廊						
			三期胶带通廊						
		驱动站		0.30	0.20				0.10
辅助设施区		0.12	0.06	0.02			0.04		
合计			260.74	111.32	1.04	12.73	2.73	132.66	

2.1.7 施工组织

2.1.7.1 排土场施工组织及施工工艺

一、施工组织

(1) 坝体施工

落家井排土场在场区下游沟谷内修筑拦渣坝，共 1 座，拦渣坝为透水堆石坝，采用透水性能好，遇水不软化、不泥化的块石分层碾压堆筑而成，坝底设导渗层，内坡设反滤层，外坡采用手摆块石护坡。拦渣坝处在排土场的端部，压覆坡脚，相当于排土场正面斜坡的基础，有阻止边坡局部发生滑坡、过滤渗水、保证坡脚稳定的作用。

(2) 排土场施工

排土场在堆存弃土前需要做的工作是对场区植被和耕植土进行人工清理。前期、中期运行中清理出的腐植土，及时用于排土场已形成的边坡和马道的复垦覆土，排土场后期运行过程中清理出的腐植土，除同步用于已形成的边坡复垦外，另堆存约 80 万 m^3 于排土场 2050m 平台上，用于排土场封闭后顶部平台的复垦。

(3) 运输道路施工

采用推土机和挖掘机进行施工，按照放线推土形成路基并碾压，铺设碎石，对边坡进行护坡处理。

二、排土场排废工艺

(1) 胶带排土占年总排土量的80%，胶带排土难以覆盖的边角区域，采用汽车排土，排土量占年总排土量的20%。

(2) 落家井排土场胶带运输采用排土场外胶带结合排土场内胶带的形式，将废石运至排土场内。

(3) 根据地形、地势、地质条件和弃土物理特性，采用 60m 台高排废，台阶坡面角 35°，总边坡角 21°~25°，台阶数 3 个，工作平台宽度>50m，马道宽度 15m。

(4) 由于场区纵坡较大，必须清除基底软弱地层、粘土层和植被层，确保基底持力可靠，避免形成潜在滑移面。

(5) 排土总体上采取自下而上分台阶排弃的工艺，每台阶先形成最终边坡，后排弃内部，在平面上采取以胶带运输、推土机进行排土，对胶带不能达到的区域采用汽车运输，排弃一个分层后由推土机压实和平整。如此循环，排土台阶逐渐加高。

(6) 合理安排排废顺序，应将大块石堆置在最低层以稳定基底，以形成透水层。

(7) 表层土剥离/收集

项目区表层土剥离/收集以人工剥离/收集为主，剥离/收集后的表层土装手扶拖拉机统一运至临时堆存点堆放，并加予防护。项目施工结束后，剩余的表土全部运至附近的弃渣场堆放，并布设防护措施。

2.1.7.2 胶带系统施工组织及施工工艺

一、施工组织

本工程胶带系统建设长度较长，且建设的胶带除有地面胶带支墩外还有架空栈桥等，是制约胶带系统建设工期的环节。工程进度安排依据本项目分项工程的特点，以及项目沿线的自然条件如雨季、冬季、洪涝期、干旱等原因，综合考虑，统筹兼顾。

按照先难后易，先重点后一般的原则。首先开工建设工期较长，干扰较长的栈桥，其次是一般地面胶带。

(1) 施工组织安排

本项目拟采用公开招标方式，通过工程招标可选择资质条件优良的施工队伍，保证工程质量，降低工程造价，严格的合同管理也有利于工程的施工。

(2) 施工组织实施的原则

全段施工组织应结合本项目区域内特有的气象水文。由于项目区暴雨集中，所以排水工程、基础工程宜安排在旱季施工，以避免雨季造成地下水位上升对基础工程的影响。对控制工期的关键栈桥，应以机械创造较多的作业面同时施工，以确保全段同步完工。胶带运输系统沿线植被良好，植被覆盖度较高，应尽量减少用地范围以外的临时用地，施工机械和施工人员不得进入与施工无关的区域，以减少对沿线生态的破坏。

二、施工工艺

一、地面胶带

地面胶带的施工工序为：挖除树根、排除地表水→清除表土、杂草→人工整平→基础施工→支墩上部结构施工→胶带安装。

路面胶带基础开挖施工除需考虑当地的地形条件、采用的机具等因素外，还需考虑土层分布及利用。在路堑开挖前，做好现场伐树除根等清理工作和排水工作。如果移挖作填时，将表层土单独掘弃，或按不同的土层分层挖掘，以满足填筑的要求。施工程序为清表→开挖截、排水沟→支墩基础开挖→边坡防护。

二、栈桥施工

栈桥工程施工工序为：基础施工→栈桥上部构造施工→胶带安装，其中造成水土流失的主要环节为栈桥基础施工。

本项目栈桥基础根据地质条件及地下水位埋深情况确定采用现浇混凝土基础，现浇混凝土基础施工工艺根据地下水的埋深情况采用机械钻孔施工工艺。

2.1.8 辅助设施

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

北衙金矿厂区内建 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

2.1.9 拆迁工程

本项目为改扩建工程，项目区征地范围内土地利用类型多为林地、原有工矿用地，

有少量坡耕地、乡村道路和草地。排土场下游最近村庄为舍茶寺，距离排土场南侧最近的堆土边界约 500m 以上，留有足够的安全距离，舍茶寺村拆迁工作正在进行中，村落拆迁不在本工程范围内，因此本工程不需要考虑拆迁安置区域。

根据排土场扩建的情况，落家井排土场扩容将对已建成的北七道路（K2+100--K2+820 段）以及已建成的排土场进场道路进行覆盖，由于北七道路已重新进行选线进行建设，因此本工程不考虑北七道路的重建工作。

另外，落家井排土场西侧内目前已建设完成了 110kV 线路 1830m，含 5 个 110kV 塔基，排土场的建设及运行需要对已有的输电塔基进行拆除，并在周边进行重建，拆除的面积已计列在排土场项目建设区面积中，重建面积计入直接影响区面积中。

2.1.10 施工进度

本项目实际于 2015 年 5 月开工，于 2017 年 3 月底完工，总工期为 23 个月，本项目实际施工工期如下：

（1）本项目施工准备期为 2014 年 7 月-2015 年 4 月，施工准备期约为 10 个月。施工准备期的主要工作内容包：前期相关手续办理和清基工作；

（2）2015 年 5 月 4 日，开始对落家井排土场扩容工程截洪沟、拦渣坝和相应挡水坝的修建，2017 年 3 月底完成；

（3）2015 年 10 月 8 日，检修通道开始施工，2016 年 9 月 20 日完工。

（4）2016 年 1 月 5 日，一期破碎站开始建设，2017 年 1 月 2 日完工；

（5）2016 年 1 月 5 日，一期胶带通廊开始建设，2017 年 1 月 9 日完成；

（6）2016 年 10 月 18 日，废石驱动站开始施工，2017 年 3 月底完成。

2.2 项目区概况

2.2.1 自然概况

2.2.1.1 地形地貌

北衙矿区地处云南高原的西部边缘、横断山脉中南段，金沙江水系一级支流锅厂河东坡，地势总体北、东高，南、西低，场区东侧笔架山～南坡为锅厂河与金沙江分水岭，海拔高（2300～2550m）。南侧的黄坪坝子为本区最低侵蚀基准面，海拔标高 1500m，相对高差 800～1050m，属深切切割高中山地貌。

落家井排土场由数条近东西向箐沟及其相间的山坡组成，属山沟间山坡型排土场。地势总体北东高、南西低，沟谷延伸不长，周边分水岭构成扇形汇水区域，海拔1840.00m~2181.00m，沟底纵坡约9.5~12%。排土场坝址以上总汇水面积9.5km²。场区内山坡一般坡度15°~30°，局部沟岸为陡崖。沟谷底近拦渣坝区纵坡较平缓，纵坡降5~10%，沟谷多呈宽缓“V”字型，沟底多为冲洪积层覆盖；近分水岭区沟谷狭窄，纵坡降10~30%，沟底基岩裸露，局部形成跌水陡坎。

胶带系统沿线属中切割的中山地形，区内分布主要河流是锅厂河，总体地形为北高南低，胶带廊道沿线最低海拔位于锅厂河1710m，最高海拔位于废石场南侧外废石驱动站，海拔标高1930m。

2.2.1.2 地质及地震

1、地质构造

项目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。

北衙向斜是项目区的主要褶皱，位于松桂复式向斜的南部翘起端，属鹤庆~松桂复式向斜的次级构造，北起水井，南至鸡鸣寺~观音箐一带封闭，轴长近12km，两翼宽1.2km~1.8km，轴向北北东，为一宽缓短轴向斜，西翼出露地层T₂b³~T₂b⁵，倾向东，倾角30°~60°；东翼出露地层T₂b¹~T₂b⁵、T₁及P₂β，倾向西，倾角10°~40°。被第四系及第三系掩盖。在向斜两翼纵张裂隙发育。

2、地震

根据《建筑抗震设计规范》(GB50011—2001)(2008版)附录A中A.O.22条划分，拟建场地属鹤庆县，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。

拟建场地位于中甸—剑川—南涧地带，新构造运动强烈，历来是地震活跃区。根据《中国地震目录》记载，自1474年至1949年，曾发生过5级以上地震6次。1951年12月21日剑川发生6.3级地震，1986年5月18日北衙、黄坪发生5.3级地震，1987年5月18日黄坪发生5级地震，烈度为6度。2009年11月2日宾川发生5.4级地震。

2.2.1.3 河流水系

项目区属金沙江水系，主要河流有锅厂河，锅厂河一级支流东山河、落水洞河。

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 836km²。据黄坪水文站观测，最大流量 157m³/s，最小流量 0.01 m³/s，旱季平均流量 0.86m³/s，雨季平均流量 5.08m³/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 45km²。河谷宽 2-4m，深 1-2m，旱季干枯，雨季流量较大，偶测流量为 1.243m³/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。

落家井排土场上游为山坡，由北向南有八条较大的山沟，排土场上游总汇水面积约 9.5km²，大部分为缓山坡，平均坡度约 10%，整个场区植被较好。根据落家井排土场上游地形及汇水条件等特点，主体工程设计中在排土场上游设置截洪沟和拦洪坝对洪水进行拦截，对排土场内的汇水通过马道排水沟排出场外。

2.2.1.4 气候状况

项目区属亚热带高原季风气候类型，相对高差大，立体气候明显。从东部黄坪坝子至西部中高山区，由炎热渐变为温凉，降雨量逐渐增加，蒸发量减少。据多年气象观测资料来看，项目区多年平均降雨量 1056.3 mm，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），≥10℃的年积温 4004.4℃；多年平均日照时数 2300.2 小时；主导风向西南风，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

项目区内土壤类型主要为山原红壤、黄棕壤、石灰岩土及水稻土。

2.2.1.6 植被

鹤庆县森林植被属于高原亚热带北部常绿阔叶林地带，植被类型有暖性针叶林、常绿阔叶林、硬叶常绿阔叶林、落叶阔叶林、稀疏灌木草丛、灌木从、草甸、人工林等八类。

项目区植被属亚热带半湿润常绿阔叶林亚区域，滇中、北中山峡谷云南松林、高山栎类林亚区，项目区植被较好，乔木有云南松、华山松、旱冬瓜等，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、狗牙根等，项目区林草覆盖率约 57.89%。

2.2.2 社会经济概况

2014 年，鹤庆县全县地区生产总值完成 511214 万元,按可比价格计算,比上年（以下简称同比）增长 6%，其中：第一产业增加值 106073 万元，同比增长 6.2%；第二产业增加值 306889 万元，同比增长 5%；第三产业增加值 98252 万元，同比增长 8.6%。非公经济增加值完成 225186 万元，同比增长 8.3%，占全县生产总值的 44%。按平均常住人口计算，全县人均地区生产总值达到 19662 元，比上年增长 4.8%。全县财政总收入 79713 万元，同比增长 0.85%，其中：公共财政预算收入 49897 万元，同比增长 16.4%。公共财政预算支出 163726 万元，同比增长 14.4%。全县国税、地税共实现各项税收收入 73303 万元，同比下降 3.85%。

2.2.3 土地利用现状

鹤庆县全县土地总面积 235369.41hm²，耕地面积 25074.67 hm²，占总面积的 10.51%；园地 1827.46hm²，占总面积的 0.77%；林地 124478.42hm²，占总面积的 52.19%；城镇村庄、工矿用地 4939.05 hm²，占总面积的 2.07%；交通用地 1403.99hm²，占总面积的 0.59%；水域 3479.5 hm²，占总面积的 1.46%；未利用土地面积 74166.33hm²，占总面积的 32.42%。

西邑镇总土地面积 25654.69hm²，其中耕地面积 2205.41hm²、占总面积的 8.60%，园地面积 279.65hm²，占总面积的 1.09%，林地面积 17641.58hm²、占总面积的 68.77%，居民点及工矿用地面积 333.90hm²，占总面积的 1.30%，交通用地面积 185.61hm²、占总面积的 0.72%，水域面积 110.31hm²、占总面积的 0.43%，未利用土地面积 4898.21hm²，占总面积的 19.09%。项目所在地土地利用现状见表 2-7，项目区土地利用情况见表 2-8。

表 2-7 项目所在地土地利用现状表 单位: hm^2

地名	地类	总面积	耕地	园地	林地	城镇工 矿用地	交通 用地	水域 面积	未利 用地
鹤庆县		235369.41	25074.67	1827.46	124478.42	4939.05	1403.99	3479.50	74166.33
占总面积比例 (%)		100	10.51	0.77	52.19	2.07	0.59	1.46	32.42
西邑镇		25654.69	2205.41	279.65	17641.58	333.90	185.61	110.31	4898.21
占总面积比例 (%)		100	8.60	1.09	68.77	1.30	0.72	0.43	19.09

表 2-8 项目区土地利用现状

序号	土地利用类型	单位	面积	所占比例 (%)	备注
1	林地	hm^2	217.58	57.61	
2	草地	hm^2	1.04	0.28	
3	坡耕地	hm^2	12.73	3.37	
4	交通运输用地	hm^2	2.73	0.72	
5	原有工矿用地	hm^2	143.57	38.02	
合计			377.65	100.0	

2.2.4 水土流失现状及水土保持工作情况

2.2.4.1 水土流失现状

一、项目所在市、区水土流失现状

根据《云南省 2004 年土壤侵蚀现状遥感调查报告》(云南省水利厅, 云南省水利水电科学研究所, 2006 年 2 月) 资料显示, 鹤庆县土地总面积为 2353.69km^2 , 微度侵蚀面积 1340.77km^2 , 占土地总面积的 56.96%, 土壤侵蚀面积 1012.92km^2 , 占土地总面积的 43.04%。土壤侵蚀面积中, 轻度侵蚀面积 487.63km^2 , 占土壤侵蚀面积的 48.14%; 中度侵蚀面积 402.34km^2 , 占土壤侵蚀面积的 39.72%; 强度侵蚀面积 114.37km^2 , 占土壤侵蚀面积的 11.29%; 极强度侵蚀面积 8.57km^2 , 占土壤侵蚀面积的 0.85%; 无剧烈侵蚀。

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 $500\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

二、项目区原生水土流失状况

项目区征地范围内植被覆盖率为 57.89%, 人类活动主要为生产劳作, 水土流失主要发生在原有工矿用地, 总的来看, 项目区土壤侵蚀以水力侵蚀为主, 强度主要为轻度侵蚀。项目区地处云南省鹤庆县西邑镇, 施工前水土流失背景值取原生水土流失平均模数的加权值。经计算, 项目区原生水土流失平均加权模数为 $2060.4\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$ 。

2.2.4.2 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—

落家井排土场扩容工程为改扩建项目，项目于 2017 年 3 月完成基建工作，相应的截排水、拦挡和绿化措施都已完成，区域水土流失得到控制。

一、落家井排土场扩容区

排土场扩容工程是在原落家井排土场基础上向南、北、西三个方向扩建，目前，落家井排土场已完成下游 1#和 2#拦渣坝、浆砌石截洪沟和平台排水沟的建设，截洪沟施工迹地植被恢复已经到位，本区域基本上完成了水保方案设计的措施。

二、胶带系统

1、检修通道

主要为胶带系统的检修通道，道路路面宽 4m，路基宽 5m，长度 2000m，路面考虑为泥结碎石路面，在道路一侧修建了浆砌石土排水沟。

2、一期破碎站

一期破碎站设在采场东北侧边帮外 1805m 标高，废石通过 FKR1-1#、FKR1-2#、FKR1-3#、FKR1-4#、FKR1-5#胶带运至排土场进行排弃，破碎站边坡主要采用浆砌石和干砌石进行拦挡，底部设有排水沟，并对扰动的区域进行了撒草绿化。

3、一期胶带通廊

一期胶带通廊配合一期破碎站进行建设，包括 FKR1-1#、FKR1-2#、FKR1-3#、FKR1-4#、FKR1-5#等 5 条，总长度 5090m，废石场外建设胶带通廊 2380m，其中地面胶带通廊 1690m，宽 5m，架空栈桥 690m，目前，胶带通廊底部植被基本恢复到位，其中部分扰动的边坡进行了稳固处理，并修建了部分沉沙、排水措施。

4、废石驱动站

胶带系统配套建设废石驱动站，主要用于安装电动机、通风设备等，目前驱动站排水和绿化实施到位，区域基本不存在水土流失隐患。

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一落家井排土场扩容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 2014 年 7 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一落家井排土场扩容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 ³	14	数码相机	Kodak10X 变焦
7	手持 GPS	OREGON 550	15	皮尺	30m
8	铝盒	60cm ³	16	笔记本电脑	Thinkpad E440

3.4 监测时段及工作开展情况

2014 年 7 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《监测设计》设计开展监测。其中监测从 2014 年 7 月至 2019 年 5 月，共监测 58 个月，水土保持监测共进行 20 次。施工准备期 4 次、施工期 9 次，运行期 7 次。

施工准备期（2014 年 7 月-2015 年 4 月）：

2014 年 7 月，监测组第一次外业，到现场进行调查并布设监测点，收集落家井排土场扩容前相关数据。

2014 年 9 月，监测组第二次外业，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。

2014 年 12 月，监测组第三次外业，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。

2015 年 4 月，落家井排土场扩容前最后一次监测采样，采集监测点的观测数据，调查监测范围水土流失情况。

施工期（2015 年 5 月-2017 年 3 月）：

2015 年 5 月，监测组到现场进行调查并布设监测点，收集工程相关数据。

2015 年 6 月，监测组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。

2015 年 9 月，施工期监测组第三次外业，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。

2015年12月，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。

2016年3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，对项目全区进行调查监测。

2016年6月，收集监测点数据，配合大理州水务局水土保持监督执法检查，并提出现场存在的问题及建议；

2016年9月，施工期第七次到现场监测，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。

2016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。

2017年3月，主体工程竣工，监测组重点对胶带系统扰动的区域进行调查监测，并向建设单位提供运行期的监测建议。

运行期（2017年4月-2019年5月）

2017年6月，收集监测点数据，配合鹤庆县水务局雨季水土保持设施执法检查，重点对排土场截洪系统和拦挡措施存在的问题提出监测整改建议。

2017年9月，收集项目建设施工和监理资料，和业主汇报当前水土保持措施进展情况及施工过程中存在的问题。

2017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。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2017年年度监测报告。

2018年4月，主要对植物措施进行调查监测，收集植物措施相关资料，对植物的成活率进行统计。

2018年8月，采集监测点监测数据，建议建设单位完成排土场稳定性分析报告，为下阶段水保专项验收提供依据。

2018年12月，采集监测点监测数据，编写监测年度报告。

2019年5月，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，完成水土保持监测总结报告，向业主提出运行期水土保持工作建议。

3.5 监测点布设

本项目建设区布设18个监测点，其中调查监测点9个，定位监测点8个，巡查点1点。定位监测点主要为沉砂池观测设施、简易水土流失观测场、侵蚀沟量测场，调查监测点主要为易于发生水土流失区域水土保持措施实施进度、运行情况调查记录。

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 本期监测点布设情况一览表

监测分区	监测点编号	监测点类型	监测点布设位置	监测点设计	备注
落家井排土场扩容区域	1号监测点	定位观测点	8号截洪沟堆土边坡	侵蚀沟量测土壤侵蚀量	已实施
	2号监测点	定位观测点	东侧堆土稳定边坡	侵蚀沟量测土壤侵蚀量	已实施
	3号监测点	定位监测点	北侧堆土稳定边坡	侵蚀沟量测土壤侵蚀量	已实施
	4号监测点	调查监测点	2号拦洪坝处截洪沟	截洪沟的断面尺寸和运行情况	已实施
	5号监测点	定位监测点	1号挡水坝边坡	侵蚀钉观测样方，样方尺寸： 2.5m×2.5m	已实施
	6号监测点	调查监测点	9号拦洪坝处截洪沟	截洪沟的断面尺寸和运行情况	已实施
	7号调查点	调查监测点	10号拦洪坝处截洪沟	截洪沟的断面尺寸和运行情况	已实施
	8号调查点	调查监测点	排土场北侧表土堆场	表土堆场的运行及防护情况	已实施
	9号调查点	定位监测点	排土场南侧截水沟下游沉砂池	利用沉砂池沉砂数量推算水土流失量	已实施
	10号监测点	调查监测点	排土场南侧拦渣坝	拦渣坝建设及运行情况	已实施
	11号监测点	调查监测点	排土场北扩部分	排土场北扩过程中有无水土流失危害	已实施
胶带系统	12号监测点	定位观测点	检修通道沉砂池处	利用沉砂池沉砂数量推算水土流失量	已实施
	13号监测点	调查监测点	破碎站排水沟	排水沟的断面尺寸和运行情况	已实施

	14号监测点	调查监测点	破碎站绿化区域	植被恢复情况	已实施
	15号监测点	定位观测点	破碎站沉砂池处	利用沉砂池沉砂数量推算水土流失量	已实施
	16号监测点	定位观测点	一期沉胶带通廊砂池处	利用沉砂池沉砂数量推算水土流失量	已实施
	17号监测点	调查监测点	临时措施实施处	临时措施实施及运行情况	已实施
直接影响区	18号监测点	巡查点	项目区周边	有无产生危害	已实施

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—落家井排土场扩容工程施工扰动情况,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。

(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挡墙、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 ($<0.002\text{mm}$)	粉沙粒 ($0.02\sim 0.002\text{mm}$)	砂粒 ($2\sim 0.02\text{mm}$)
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
砂壤土	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响	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）
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的力	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。

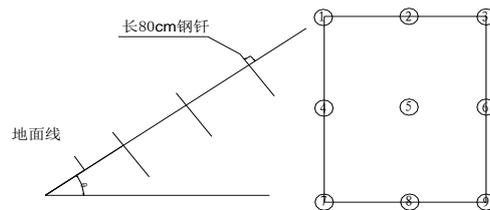


图 4-1 简易水土流失观测示意图

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 ）；

θ ——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 ；

γ_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/m² 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_{IF} 为林地、草地郁闭度或盖度； A_i 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

据《云南省 2004 年土壤侵蚀现状遥感调查报告》、大理州土壤侵蚀现状图以及鹤庆县土壤侵蚀现状图，参照《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)，结合实地调查和项目区水土流失现状，经分析，项目区坡耕地坡度在 $5-8^{\circ}$ 之间，判定为轻度流失，土壤侵蚀模数取 $2000t / km^2 a$ ；林地坡度 $>5^{\circ}$ ，郁闭度 $65\sim 80\%$ ，判定为微度流失，土壤侵蚀模数取 $450t / km^2 a$ ；草地坡度在 $5-12^{\circ}$ ，植被覆盖率为 $60\sim 75\%$ ，水土流失为微度，土壤侵蚀模数取 $480t / km^2 a$ ；交通运输用地为周边乡村道路，由于路面裸露，受人为影响大，在降雨情况下容易造成水土流失，经现场调查确定为中度流失，土壤侵蚀模数取 $3000t / km^2 a$ ；原工矿用地为现有矿区排土场、矿区联络道路等，场地基本裸露，在降雨情况下容易造成水土流失，经现场调查确定为中度流失，土壤侵蚀模数取 $4500t / km^2 a$ ；

项目区地处云南省鹤庆县西邑镇，施工前水土流失背景值取原生水土流失平均模数的加权值。

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 $2060.4t/(km^2 a)$ ，属轻度水土流失区。

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，开挖、排弃、堆垫的场地须采取拦挡、护坡、截排水以及其他整治措施，工程施工过程需有临时防护措施，施工迹地应及时进行土地整治，采取水土保持措施，恢复其利用功能。做到工程措施和植物措施有机结合，充分发挥工程措施的控制性和时效性，保证在短时期内遏制或减少水土流失，利用水保林草和土地整治措施蓄水保土，保护新生地表，实现水土流失彻底防治。具体为：对各防治分区采用工程措施、植物措施和临时防护措施进行综合防治，使施工中开挖面产生的水土流失在“面”上集中拦蓄；施工中形成的新生面（如场地边坡等）采用修筑挡土墙等措施来保护区域

和坡脚稳定，使水土流失有效控制，减少地表径流冲刷，使土、石“难出场地、不下沟”；通过工程措施、植物措施、临时防治措施的有机结合、相互作用，形成立体的综合防治体系，达到保护地表、防止水土流失、改善生态环境的目的。具体为：

落家井排土场扩容区：表土剥离、浆砌石截洪沟、浆砌石沉砂池、覆土、种植灌木、撒草绿化、临时拦挡、临时覆盖、临时排水；

检修通道：浆砌石挡墙、混凝土排水沟、临时排水；

一期破碎站：表土剥离、临时排水、临时沉砂设施、植草护坡，对临时堆存的表土进行临时防护；

一期胶带通廊：浆砌石挡墙、浆砌石截排水沟、场地绿化、临时排水；

废石驱动站：表土剥离、临时排水、临时沉砂设施，对临时堆存的表土进行临时防护；

辅助设施：对施工形成的施工迹地进行撒草绿化。

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微度侵蚀，背景平均侵蚀模数约为 $2060.4\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

5.2.2 施工准备期侵蚀模数

本项目计划于 2014 年 7 月开工，于 2015 年 6 月完工，实际于 2015 年 5 月开工，于 2017 年 3 月完工，施工准备期为 2014 年 7 月-2015 年 4 月，施工准备期主要为林地手续的办理和相应的清基、清表工作，对地表扰动很小，监测单位利用南侧沉砂池估算出落家井排土场施工准备期的土壤侵蚀模数为 $707.04\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 。

表 5-1 落家井排土场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 (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				
9#监测点	2014 年 7 月~2017 年 9 月	0.88	0.89	0.88	0.88	0.88	6147.9	30	0.25	819.72

2017年10月 ~2017年12月	0.85	0.80	0.82	0.83	0.82	5728.73	30	0.25	763.83
2017年1月 ~2017年4月	0.85	0.80	0.82	0.83	0.82	5728.73	30	0.33	578.66
小计						17605.36	30	0.83	707.04

说明：
 1、9#监测点沉砂池规格为：长×宽×高=3m×1.5m×1.5m，即沉砂池池底面积为4.5m²
 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1350kg/m³；
 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。

5.2.3 施工期侵蚀模数

本项目属于建设生产类扩建项目，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在工程建设前完成，在施工期间，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：

一、落家井排土场扩容区

对于落家井排土场扩容区域监测组主要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5#监测点土壤侵蚀模数为8984.38t/(km² a)，6#监测点土壤侵蚀模数为10416.67t/(km² a)，5#监测点土壤侵蚀模数为10156.25t/(km² a)，估算得出项目区土壤侵蚀模数为9850.54 t/(km² a)，侵蚀沟量测场数据见表5-2。

表5-2 侵蚀沟量测场观测数据

监测点	监测设施	测量单位面积 (m ²)	地面组成物质	土壤侵蚀体积 (m ³)	土壤容重 (t/m ³)	流失时间 (a)	侵蚀模数 (t/km ² ·a)
1	侵蚀沟量测	8	土质	0.092	1.5	1.92	8984.38
2	侵蚀沟量测	9	土质	0.12	1.5	1.92	10416.67

3	侵蚀沟量测	6	土质	0.078	1.5	1.92	10156.25
合计		23	土质	0.29	1.5	1.92	9850.54

(2) 检修通道

监测工作开展期间，我公司监测技术人员于检修道路区排水沟出口处沉砂池布设沉砂池观测设施，记录其数据进行室内分析其水土流失状况。经于室内分析道路排水沟出口处沉砂池泥沙淤积量，分析得出建设过程道路工程区土壤侵蚀模数为 5640.77 (t/km².a)：

表 5-3 检修道路区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 (hm ²)	流失时间 (a)	侵蚀模数 (t/km ² .a)
		h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	平均值				
12# 监测点	2015 年 10 月 ~2015 年 12 月	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30	465.75	0.3	0.25	6210
	2016 年 1 月 ~2016 年 3 月	0.28	0.28	0.28	0.27	0.28	434.70	0.3	0.25	5796
	2016 年 4 月 ~2016 年 6 月	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	403.65	0.3	0.25	5382
	2016 年 7 月 ~2016 年 9 月	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	388.13	0.3	0.25	5175
	小计						30180.61	0.3	1	5640.77

说明：
 1、13#监测点沉砂池规格为：长×宽×高=1m×1m×1m，即沉砂池池底面积为 1m²
 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 1350kg/m³；
 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。

(3) 一期破碎站

一期破碎站设在采场东北侧边帮外 1805m 标高，废石通过 FKR1-1#、FKR1-2#、FKR1-3#、FKR1-4#、FKR1-5#胶带运至排土场进行排弃，监测组于检修道路区排水沟出口处沉砂池布设沉砂池观测设施，记录其数据进行室内分析其水土流失状况，分析得出侵蚀模数为 7540.75t/(km² a)，项目区侵蚀沟量测场数据见表 5-4

表 5-4 一期破碎站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	沉砂池汇水控	流失时间	侵蚀模数 (t/km ² .a)
-----	------	-----------------	--------	--------	------	-----------------------------

		h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	平均值	(kg)	制面积 (hm ²)	(a)	
15# 监测点	2016年1月 ~2016年3月	0.40	0.41	0.40	0.40	0.40	621	0.28	0.25	8871.43
	2016年4月 ~2016年6月	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	543.38	0.28	0.25	7762.5
	2016年7月 ~2016年9月	0.32	0.32	0.33	0.32	0.32	496.8	0.28	0.25	7097.14
	2016年10月 ~2016年12月	0.29	0.39	0.30	0.29	0.29	450.23	0.28	0.25	6431.79
	小计						2111.41	0.28	1	7540.75
说明: 1、13#监测点沉砂池规格为:长×宽×高=1m×1m×0.8m,即沉砂池池底面积为1m 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1350kg/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。										

(4) 一期胶带通廊

一期胶带通廊配合一期破碎站进行建设,废石场外建设胶带通廊2380m,其中地面胶带通廊1690m,宽5m,架空栈桥690m,架空栈桥扰动较小,本次监测过程中主要采用沉砂池法对地面胶带通廊进行分析,得出侵蚀数据表明10#监测点土壤侵蚀模数为4103.04t/(km²·a),项目区侵蚀沟量测场数据见表5-5。

表5-5 一期胶带通廊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(hm ²)	流失时间(a)	侵蚀模数(t/km ² ·a)
		h ₁	h ₂	h ₃	h ₄	平均值				
16# 监测点	2016年1月 ~2016年3月	0.22	0.21	0.22	0.22	0.22	621	0.25	0.25	8871.43
	2016年4月 ~2016年6月	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	543.38	0.25	0.25	7762.5
	2016年7月 ~2016年9月	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	496.8	0.25	0.25	7097.14
	2016年10月 ~2016年12月	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	450.23	0.25	0.25	6431.79
	小计						1148.85	0.25	1	4103.04

说明:

- 1、13#监测点沉砂池规格为：长×宽×高=1m×1m×0.8m，即沉砂池池底面积为 1m²
- 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 1350kg/m³；
- 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) 废石驱动站

此区域对地表扰动较小，主要为设备的安装，估算该区域土壤侵蚀模数约为 4500t/km².a。

(6) 辅助设施：

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 3500t/km².a。

(7) 项目各区土壤侵蚀模数：

经监测，本项目在施工期，落家井排土场扩容区土壤侵蚀模数为 9850.54 (t/km².a)，检修道路区土壤侵蚀模数为 5640.77 (t/km².a)，一期破碎站区土壤侵蚀模数为 7540.75 (t/km².a)，一期胶带通廊区土壤侵蚀模数为 4103.04 (t/km².a)，废石驱动站土壤侵蚀模数为 4500 (t/km².a)，辅助设施区土壤侵蚀模数为 3500 (t/km².a)，整个项目区平均土壤侵蚀模数为 9651.81 (t/km².a)。

表 5-6 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 ·a)
落家井排土场扩容区		246.68	9850.54
胶带系统	检修通道	0.85	5640.77
	一期破碎站	8.04	7540.75
	一期胶带通廊	4.75	4103.04
	废石驱动站	0.30	4500
	辅助设施	0.12	3500
合计		260.74	9651.81

5.2.4 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 2017 年 3 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，各区域基本达到水保方案设计的防治要求，各项防治

措施实施后项目平均土壤侵蚀模数为 522.92 ($t/km^2 a$)，各防治分区主要表现为：

(1) 落家井排土场扩容区

截止 2019 年 5 月，排土场扩容工作基建已经完成、相应截水、拦挡和植被恢复工作已经完成，堆土平台已经稳定，基本上完成了水保方案设计的措施。存在水土流失隐患的区域主要为堆土扩容形成的不稳定的边坡，采用简易坡面量测的方式进行数据采集，5#监测点土壤侵蚀模数为 527.07($t/km^2 a$)，6#监测点土壤侵蚀模数为 529.95($t/km^2 a$)，5#监测点土壤侵蚀模数为 506.91($t/km^2 a$)，判定此区域土壤侵蚀模数为 525.94($t/km^2 a$)。

表 5-7 侵蚀沟量测场观测数据

监测点	监测设施	测量单位面积 (m^2)	地面组成物质	土壤侵蚀体积 (m^3)	土壤容重 (t/m^3)	流失时间 (a)	侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)
1	侵蚀沟量测	8	土质	0.0061	1.5	2.17	527.07
2	侵蚀沟量测	9	土质	0.0069	1.5	2.17	529.95
3	侵蚀沟量测	6	土质	0.0045	1.5	2.17	506.91
合计		23	土质	0.0175	1.5	2.17	525.94

(2) 检修通道

目前，道路基本完成了混凝土排水沟的修建，对道路扰动的边坡行了撒草绿化，区域内水土流失隐患较小，判定此区域土壤侵蚀模数为 500 ($t/km^2 a$)。

(3) 一期破碎站

破碎站内浆砌石拦挡、排水和场地绿化都已实施到位，项目区内水土流失隐患得到治理，判定此区域土壤侵蚀模数为 450 ($t/km^2 a$)。

(4) 一期胶带通廊

一期胶带通廊配合一期破碎站进行建设，其中地面胶带通廊 1690m，宽 5m，架空栈桥 690m，目前，胶带通廊底部植被基本恢复到位，其中部分扰动的边坡进行了稳固处理，并修建了部分沉沙、排水措施，判定此区域土壤侵蚀模数为 500 ($t/km^2 a$)。

(5) 废石驱动站：

胶带系统配套建设废石驱动站，区域基本不存在水土流失隐患，目前已完成植被恢复，判定此区域土壤侵蚀模数为 450 ($t/km^2 a$)。

(6) 辅助设施区

此区域扰动较小，对施工形成的施工迹地进行撒草绿化，判定此区域土壤侵蚀模数为 450 ($t/km^2 a$)。

本项目运行期地表扰动侵蚀模数预测见下表 5-8

表 5-8 运行期项目各区域地表扰动土壤侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)

监测分区		扰动面积 (hm^2)	土壤侵蚀模数 ($t/km^2 \cdot a$)
落家井排土场扩容区		246.68	525.94
胶带系统	检修通道	0.85	500
	一期破碎站	8.04	450
	一期胶带通廊	4.75	500
	废石驱动站	0.30	450
	辅助设施	0.12	450
合计		260.74	522.92

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

6.1.1 水土保持方案确定的防治责任范围

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〔2014〕118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 396hm²，其中项目建设区 377.65hm²，直接影响区 18.35hm²。具体水土流失防治责任范围详见表 6-1。

表 6-1 水保方案确定的防治责任范围统计表 单位：hm²

序号	功能分区		项目建设区	直接影响区	
1	落家井排土场扩容区		352.3	11.32	
2	胶带系统	检修通道		0.95	1.27
		破碎站	一期破碎站	8.17	1.01
			二期破碎站	5.11	0.78
			三期破碎站	5.07	0.78
		胶带廊道	一期胶带廊道	4.8	1.43
			二期胶带廊道	0.57	1.13
			三期胶带廊道	0.16	0.31
		驱动站		0.40	0.24
辅助设施区		0.12	0.08		
小计			377.65	18.35	
合计			396.0		

6.1.2 实际监测防治责任范围监测结果及分析

根据工程建设扰动实际情况，实际调查经统计，截至 2019 年 5 月，本项目监测实际发生的水土流失防治责任范围基本与方案规划的一致，基建过程中没有超出用地范围，实际施工过程中减少了检修通道和一期破碎站的用地范围，防治责任范围面积较水保方案规划减少 0.33 hm²，其中项目建设区减少 0.28 hm²，直接影响区减少 0.05hm²。截止 2019 年 5 月本项目现阶段防治责任范围总面积为 395.67hm²，其中项目建设区扰动面积为 377.37hm²，直接影响区 18.30hm²。具体情况详见表 6-2

表 6-2 实际监测范围与方案规划情况对比表 单位: hm^2

项目名称		项目建设区			直接影响区			防治责任范围面积		
		水保方案	实际	变化	水保方案	实际	变化	水保方案	现状	变化
落家井排土场扩容区		352.3	352.3	0	11.32	11.32	0	363.63	363.63	0
胶带系统	检修通道	0.95	0.85	-0.10	1.27	1.23	-0.04	2.22	2.08	-0.14
	一期破碎站	8.17	8.04	-0.13	1.01	1.0	-0.01	9.18	24.81	-0.14
	二期破碎站	5.11	5.11	0	0.78	0.78	0	5.89	5.89	0
	三期破碎站	5.07	5.07	0	0.78	0.78	0	5.85	5.85	0
	一期胶带廊道	4.8	4.75	-0.05	1.43	1.43	0	6.23	6.18	-0.05
	二期胶带廊道	0.57	0.57	0	1.13	1.13	0	1.70	1.70	0
	三期胶带廊道	0.16	0.16	0	0.31	0.31	0	0.47	0.47	0
	驱动站	0.40	0.40	0	0.24	0.24	0	0.64	0.64	0
	辅助设施	0.12	0.12	0	0.08	0.08	0	0.20	0.20	0
合计		377.65	377.37	-0.28	18.35	18.30	-0.05	396.0	395.67	-0.33

6.2 地表扰动面积监测结果

一般开发建设项目地表扰动面积监测包括两方面的内容：即扰动类型判断和面积监测，其中扰动类型判断是关键，扰动类型的划分和判定是由其侵蚀强度确定的，监测过程中必须根据实际流失状态进行归类 and 进行面积监测。

通过现场踏勘和迹地调查，该项目工程实际占地 377.65hm^2 ，截至 2019 年 5 月，本工程现阶段扰动面积为 260.74hm^2 ，未扰动面积有 116.91hm^2 ，本工程现状扰动面积统计表详见表 6-3。

表 6-3 工程建设扰动地表面积统计结果

项目名称		占地面积 (hm^2)	已扰动面积 (hm^2)	未扰动面积 (hm^2)	备注
落家井排土场扩容区		352.3	246.68	105.62	后期将向未扰动区域继续堆渣
胶带系统	检修通道	0.95	0.85	0.10	优化调整，面积减少
	一期破碎站	8.17	8.04	0.13	优化调整，面积减少
	二期破碎站	5.11	0	5.11	后期建设
	三期破碎站	5.07	0	5.07	后期建设
	一期胶带廊道	4.8	4.75	0.05	优化调整，面积减少
	二期胶带廊道	0.57	0	0	后期建设
	三期胶带廊道	0.16	0	0	后期建设

	驱动站	0.40	0.30	0.1	后期建设
	辅助设施	0.12	0.12	0	后期建设
	合计	377.65	260.74	116.91	后期继续扰动

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

项目区属金沙江水系，主要河流有锅厂河，锅厂河一级支流东山河、落水洞河，落家井排土场上游为山坡，由北向南有八条较大的山沟，排土场上游总汇水面积约 9.5km²，大部分为缓山坡，平均坡度约 10%，整个场区植被较好。根据落家井排土场上游地形及汇水条件等特点，主体工程在排土场上游设置截洪沟和拦洪坝对洪水进行拦截，对排土场内的汇水通过马道排水沟排出场外工程建设未对周边水系造成较大影响。

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砖红壤、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，项目区植被属亚热带半湿润常绿阔叶林亚区域，滇中、北中山峡谷云南松林、高山栎类林亚区，项目区植被较好，乔木有云南松、

华山松、旱冬瓜等，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、狗牙根等。

根据现场调查，乔木层树高一般 8~12m，盖度约 50%。灌木层高 1~3m，层盖度 30%，草本层高 0.2~1.0m，盖度 10~20%。云南松林是最为常见的一种森林类型，项目区内广泛分布，长势较好。项目区林草植被覆盖率约为 57.89%。

综上所述，项目区周边植被恢复较好，植被生长状况良好，植被立体群落结构明显，群落生态稳定性好，具有较好的水土保持功能。

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) 基建期弃土弃渣情况

本工程基建期建设内容包括排土场的拦渣坝、截洪沟；胶带系统的检修通道、一期破碎站、一期胶带通廊、驱动站及辅助设施等。工程基建期开挖土石方总量 82.49 万 m³；回填利用 14.02 万 m³，临时堆存表土 32.43 万 m³，弃渣 36.04 万 m³，基建期产生的弃渣全部运至原落家井排土场剩余库容内进行堆存。土石方情况见表 6-4。

表 6-4 基建期设计土石方情况表 单位：万 m³

项目名称		挖方		临时堆存	填方	废弃	备注
		表土剥离	土石方开挖		回填利用	土石方	
落家井排土场扩容区		31.1	34.61	31.1	7.23	27.38	产生的表土堆存于落家井排土场顶部平台中部，弃渣运往落家井排土场堆存。
胶带系统	检修通道		1.74		1.23	0.51	
	破碎站	1.24	11.26	1.24	3.11	8.15	
	胶带通廊		2.21		2.21		
	驱动站	0.09	0.21	0.09	0.21		
	辅助设施		0.03		0.03		
小计		32.43	32.43	32.43	14.02	36.04	
合计		82.49		32.43	14.02	36.04	

注：(1) 表中所列均以自然方计

(2) 工程开挖方+表土剥离=利用方+回填利用+临时堆存表土+废弃方=82.49 万 m³

(2) 运行期弃土弃渣情况

运行期产生的土方主要来自排土场自身剥离的表土、二期、三期破碎站及二期、三

期胶带廊道，运行期产生土石方为 108.74 万 m³，开挖土石方 6.3 万 m³，剥离产生表土 102.44 万 m³，临时堆存表土 70.14 万 m³，(堆存于排土场 2050m 台阶北侧)，覆土 32.3 万 m³，产生弃渣 6 万 m³，弃渣堆存于规划落家井排土场。具体见表 6-5

表 6-5 运行期弃土弃渣情况表单位：万 m³

项目名称	产生土石方总量	土石方情况							备注	
		土石方来源			土石方流向					
		表土	挖方	回填利用	表土		废弃			
					排土场临时堆存	直接覆土	数量	流向		
落家井排土场	102.44	102.44	/	0	70.14	32.3			排土场前期、中期清理出的表土，及时用于排土场已形成的边坡和马道的复垦，排土场后期运行过程中清理出的表土，除同步用于已形成的边坡复垦外，另堆存约 70.14 万 m ³ 于排土场 2050m 台阶北侧，用于排土场封闭后顶部平台的复垦用土。	
胶带系统	破碎站	6.16		6.16	0.30			5.86		落家井排土场
	胶带通廊	0.14		0.14	0			0.14		落家井排土场
小计	108.74	102.44	6.3	0.3	70.14	32.3	6			
合计	108.74	108.74		108.74						

说明：以上土石方均为自然方。

6.4.1.2 实际的挖填方数量及土石方平衡

(1) 基建期弃土弃渣情况

根据建设单位提供的相关统计资料，并结合监测人员现场调查、核实，工程基建期开挖土石方总量 82.36 万 m³；回填利用 14.78 万 m³，临时堆存表土 31.82 万 m³，弃渣 35.76 万 m³，基建期产生的弃渣全部运至原落家井排土场剩余库容内进行堆存。

表 6-6 基建期实际土石方情况表 单位：万 m³

项目名称	挖方		临时堆存	填方	废弃	备注	
	表土剥离	土石方开挖		回填利用	土石方		
落家井排土场扩容区	30.62	35.23	30.62	7.45	27.78	产生的表土堆存于落家井排土场顶部平台中部，弃渣运往落家井排土场堆存。	
胶带系统	检修通道		1.7	1.7	0		
	破碎站	1.2	10.98	1.2	3		7.98
	胶带通廊		2.42		2.42		0
	驱动站	0	0.2	0	0.2		0
	辅助设施		0.01		0.01	0	
小计	31.82	50.54	31.82	14.78	35.76		
合计	82.36		31.82	14.78	35.76		

(2) 运行期现状弃土弃渣情况

通过现场调查监测及查阅工程建设相关资料，运行期产生的土方主要来自排土场自身剥离的表土，截止 2019 年 5 月，在运行的 2.17 年内，运行期产生土石方为

12.5 万 m³，主要为剥离产生表土 12.5 万 m³，覆土绿化 7.27 万 m³，临时堆存表土 5.23 万 m³，(堆存于排土场 2050m 台阶北侧)，覆土 7.27 万 m³。

表 6-7 运行期现状土石方情况表 单位：万 m³

项目名称	产生土石方总量	土石方情况							备注
		土石方来源			土石方流向				
		表土	挖方	回填利用	表土		废弃		
					排土场临时堆存	直接覆土	数量	流向	
落家井排土场	12.5	12.5	/	0	5.23	7.27			截止 2019 年 5 月排土场前期、清理出的表土，及时用于排土场已形成的边坡和截洪沟施工迹地的绿化。
胶 带 系 统	破碎站	0		0	0.30				
	胶带通廊	0		0	0				
	小计	12.5	12.5	0	0.3	5.23	7.27		
	合计	12.5	12.5		12.5				

6.4.2 “水保方案” 弃土弃渣设计堆放情况

6.4.2.1 落家井排土场总设计主要要素

总占地面积：352.3hm²（原排土场占地面积：128.9hm²，新增占地面积：223.4hm²）；

总库容：26218.3 万 m³（原排土场库容：5200.6 万 m³，新增库容：21017.7 万 m³）；

长度：2700m；

宽度：1400m；

最高堆置高度：240m；

岩土平均安息角：32°（25°～42°）；

边坡角：26.5°；

台阶高度：20m（汽车排土）；60m（胶带排土）；

台阶坡面角：35°；

工作平台宽度：>50m；

马道宽度：8～35m。

6.4.2.2 落家井排土场扩容总库容计算

本工程所处地域为 8 度抗震设防区。剥离岩土主要是灰质角砾岩，砾砂粘土、细砂、砂砾岩组成，固结性弱，稳定性差，其中粘土遇水可形成泥。从拦渣坝起，计算排土场外坡总坡比，根据场区地形地貌，结合边坡稳定性计算结果，参考现有 1#、2#、3#排土

场和国内矿山排土场实际运行参数，综合考虑场区气候、堆置高度、工程地质条件、水文地质条件、地震烈度、下游社会环境等因素，最终总坡角确定为 26.5° 。

根据扩容部分所在的区域和规划的排土顺序，可以将整个落家井周边扩容工程划分为南扩部分和西扩北扩部分，两个区域总容积共计 2.1 亿 m^3 ，按照 20m 高程区间划分，容积计算结果见表 6-8、表 6-9。

表 6-8 落家井排土场南扩部分容积计算表

标高(m)	容积 (m^3)	累计容积 (m^3)
1870~1890	561750	561750
1890~1910	1234250	1796000
1910~1930	1992938	3788938
1930~1950	2633688	6422625
1950~1970	3102250	9524875
1970~1990	3565938	13090813
1990~2010	4584688	17675500
2010~2030	5327000	23002500
2030~2050	5705688	28708188

表 6-9 落家井排土场西扩北扩部分容积计算表

标高(m)	容积 (m^3)	累计容积 (m^3)
1810~1830	563	563
1830~1850	292438	293000
1850~1870	2119000	2412000
1870~1890	5042625	7454625
1890~1910	8197750	15652375
1910~1930	12455063	28107438
1930~1950	16068375	44175813
1950~1970	22321438	66497250
1970~1990	28372875	94870125
1990~2010	26545625	121415750
2010~2030	28960313	150376063
2030~2050	31092500	181468563

6.4.3 排土场安全设施竣工验收开展情况

2018 年 7 月 28 日，建设单位组织了落家井排土场扩容工程安全设施竣工验收工作，参加安全设施验收会议的有：鹤庆北衙矿业有限公司（建设单位）、九冶建设有限公司（施工单位）、湖南天和工程项目管理有限公司（监理单位）、昆明有色冶金设计研究院股份公司（设计单位）、云南安科安全技术有限公司（评价单位）等 7 人。会议听取

建设单位、施工单位、监理单位、设计单位和安全设施验收评价单位的介绍，并对有关问题进行询问和讨论的基础上，形成如下验收意见：

1) 验收组对该排土场扩容工程的场区防排洪系统、上游挡水坝、下游 1#拦渣坝、下游 2#拦渣坝、排土场汽车堆排、胶带输送排土机堆排、排土场运行、排土场堆排台阶高度、平台宽度、边坡角度、排土区内外运输道路、安全避险车道等安全设施进行了现场查验，项目建设单位按照《排土场扩容工程初步设计》和《安全设施设计》进行了排土场扩容工程的建设施工，满足安全生产要求。

2) 落家井排土场扩容工程的初步设计、安全设施设计、安全设施验收评价报告、施工总结报告、监理总结报告、排土场扩容工程试运行报告、安全管理文件等安全设施验收文件基本齐全。

3) 验收组经讨论同意通过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安全设施的竣工验收。

6.4.4 排土场稳定性分析开展情况

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

落家井排土场扩容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。建设期由于地表的清基和截排水措施施工及堆渣活动，因此，土壤侵蚀较大，但在相应同步的防治措施治理下，产生的水土流失也得到有效控制。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、5.2.3 和 5.2.4 三个章节土壤侵蚀模数，工程在施工准备期内产生的水土流失量为 756.44t，在施工期内产生的水土流失量为 47511.39t，重点区域为落家井排土场扩容区。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 2.17 年内产生水土流失量 2824.55t。项目区在施工准备期、施工期和运行期各区土壤侵蚀强度及侵蚀量如下。

表 6-10 项目区施工准备期土壤侵蚀量计算表

监测分区	扰动面积 (hm ²)	时段(a)	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	土壤流失量 (t)
落家井排土场扩容区	128.9	0.83	707.04	756.44

注：施工准备期的扰动面积是根据《落家井排土场工程水保方案》确定的流失面积而定。

表 6-11 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 ²)	时段(a)	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	土壤流失量 (t)	
落家井排土场扩容区	246.68	1.92	9850.54	46654.68	
胶带系统	检修通道	0.85	1	5640.77	47.95
	一期破碎站	8.04	1	7540.75	606.28
	一期胶带走廊	4.75	1	4103.04	194.89
	废石驱动站	0.3	0.5	4500	6.75
	辅助设施	0.12	0.2	3500	0.84
合计	260.74		9651.81	47511.39	

表 6-12 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 ²)	时段(a)	土壤侵蚀模数 (t/km ² ·a)	土壤流失量 (t)
------	-------------------------	-------	-------------------------------	-----------

落家井排土场扩容区	246.68	2.17	525.94	2815.33	
胶带系统	检修通道	0.85	2.17	500	9.22
	一期破碎站	8.04	2.17	/	/
	一期胶带通廊	4.75	2.17	/	/
	废石驱动站	0.3	2.17	/	/
	辅助设施	0.12	2.17	/	/
合计	260.74		/	2824.55	

备注：侵蚀模数小于 500 t/(km² 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 工程措施及实施进度

一、水保方案设计工程措施及工程量

根据水保方案及其批复，本工程除主体工程设计已实施的具有水土保持功能的措施外，水土保持方案主要针对施工期间存在的水土流失情况，新增布设了工程措施，原方案设计水土保持工程措施具体工程量如下：

1、主体工程设计工程措施

(1) 落家井排土场扩容区：浆砌石截洪沟 3479m，浆砌石量 17748m³，浆砌石沉砂池 2 座，浆砌石量 69 m³。(2) 胶带系统：①检修通道区：浆砌石挡墙 416 m，浆砌石量 1181 m³；浆砌石排水沟 840m，浆砌石量 579.8m³②破碎站区：浆砌石挡墙 490 m，浆砌石量 3798.7 m³；浆砌石排水沟 860m，浆砌石量 619.2m³。③胶带通廊区：浆砌石挡墙 460 m，浆砌石量 1306 m³，浆砌石排水沟 630m，浆砌石量 379.8m³。④驱动站区：浆砌石挡墙 102 m，浆砌石量 289.6 m³，浆砌石排水沟 384m，浆砌石量 207.4m³。

2、水保方案新增水保工程措施工程量

(1) 落家井排土场扩容区：表土剥离 13300m³，跌水坎 40m，浆砌石量 102.6m³。
(2) 胶带系统：①破碎站区：表土剥离 12400 m³，②废石驱动站区：表土剥离 900 m³。

二、实际实施工程措施工程量

通过对本项目实施水土保持监测及现场测量统计，截止 2019 年 5 月，本工程完成的水土保持工程措施工程量如下：

(1) 落家井排土场扩容区：浆砌石截洪沟 3800m，浆砌石量 19234m³，土质沉砂池 10 座，土石方开挖 80m³，表土剥离 30.62 万 m³，覆土 7.27 万 m³。(2) 胶带系统：①检修通道区：浆砌石挡墙 260m，浆砌石量 720m³；浆砌石排水沟 900m，浆砌石量 588.5m³，沉砂池 5 座，浆砌石量 40m³；②一期破碎站区：浆砌石挡墙 500 m，浆砌石量 3800 m³，干砌石挡墙 100m，干砌石量 750m³，浆砌石排水沟 900m，

浆砌石量 630m^3 ，表土剥离 10980m^3 。③一期胶带通廊区：浆砌石挡墙 300m ，浆砌石量 1000m^3 ，浆砌石排水沟 740m ，浆砌石量 400m^3 。④驱动站区：浆砌石挡墙 80m ，浆砌石量 210m^3 ；浆砌石排水沟 200m ，浆砌石量 160m^3 。

表 7-1 水土保持工程措施现阶段实施与设计情况对比统计表

防治分区		水保措施		单位	水保方案设计		现阶段实施	增减	备注	
					主体设计	方案新增				
胶带系统	检修通道区	浆砌石挡墙	长度	m	416		260	-156		
			浆砌石量	m^3	1181		720	-461		
		浆砌石截排水沟	长度	m	840		900	+60		
			浆砌石量	m^3	579.8		588.5	+10.7		
		沉砂池	数量	座			5	+5	实际新增	
			浆砌石量	m^3			40	+40		
	破碎站区	一期破碎站	浆砌石挡墙	长度	m	490		500	+10	
				浆砌石量	m^3	3798.7		3800	+1.3	
		干砌石挡墙	长度	m			100	+100	实际新增	
			干砌石量	m^3			750	+750		
		浆砌石排水沟	长度	m	860		900	+40		
			浆砌石量	m^3	619.2		630	10.8		
	表土剥离	数量	m^3		12400	10980	-1420			
	胶带通廊区	一期胶带通廊	浆砌石挡墙	长度	m	460		300	-160	
				浆砌石量	m^3	1306		1000	-306	
		浆砌石截排水沟	长度	m	630		740	+110		
			浆砌石量	m^3	379.8		400	+20.2		
	驱动站区	浆砌石挡墙	长度	m	102		80	-22		
			浆砌石量	m^3	289.6		210	-79.6		
		浆砌石排水沟	长度	m	384		200	-184		
浆砌石量			m^3	207.4		160	47.4			
表土剥离		数量	m^3		900	0	-900			
落家井排土场扩容区	浆砌石截排水沟	长度	m	3479		3800	+321			
		浆砌石量	m^3	17748		19234	+1486			
	浆砌石沉砂池	数量	座	2			-2			
		浆砌石量	m^3	69.0			-69			
	土质沉砂池	数量	座			10	+10	实际新增		
		土石方开挖	m^3			80	+80			
	表土剥离		万 m^3		31.1	30.62	-0.48			
	覆土		万 m^3			7.27	+7.27			
	跌水坎	长度	m	40		0	-40			

		浆砌石量	m ³	102.6		0	-102.6	
--	--	------	----------------	-------	--	---	--------	--

三、方案设计与实际实施工程量对比分析

通过工程实际实施工程量与方案设计工程量进行对比分析，(1)主体工程在施工过程中加强了对落家井排土场扩容区域截洪沟的建设，截洪沟的长度和体量都高于水保方案设计，此区域的浆砌石沉砂池和跌水坎没有布设，主要是由于实际施工过程中增加了挡水坝的建设，可研阶段设计 3 个挡水坝，实际施工共布设 10 个挡水坝，每个挡水坝不但能拦挡上游汇水还兼具沉砂池作用，故沉砂池和跌水坎不建也能满足截洪沟沉砂和效能作用。(2)胶带系统：胶带系统各分区基本按照水保方案设计进行了措施的修建，在实际实施中对检修通道和一期胶带通廊的拦挡措施进行了优化调整，在施工过程中对检修通道和一期胶带通廊的线路进行了调整，避开了大开挖区域，施工中选择平坦的区域进行布设，相应的拦挡措施较水保方案有所减少，但现状的拦挡和截、排水措施能满足工程运行要求。其余区域基本按照主体设计和水保方案进行了施工。

综上所述，本项目的水土保持工程措施实施基本到位，对因工程施工开挖（填方）形成的边坡采取了拦挡、截排水等水土保持工程措施，对于稳固开挖（填方）边坡、控制坡面水土流失起到了关键作用，有效的保障了主体工程的安全运行。

四、工程措施实施进度

本项目于 2017 年 3 月完成土建施工，建设单位依据主体设计和水土保持方案，遵循同步进行的原则，结合现场实际情况，同步实施了相应的水土保持工程措施。各分区工程措施实施时段如下：

表 7-2 工程措施施工时段统计表

防治分区		工程措施	施工时段
落家井排土场扩容区		浆砌石截洪沟	2015 年 5 月~2017 年 3 月
		表土剥离	2015 年 5 月~2016 年 8 月
		覆土	2017 年 5 月~2018 年 5 月
		沉砂池	2015 年 5 月~2017 年 1 月
胶带系统	检修通道	浆砌石挡墙	2015 年 10 月~2016 年 3 月
		浆砌石排水沟	2015 年 5 月~2016 年 8 月

		沉砂池	2015年5月~2016年3月
一期破碎站		浆砌石挡墙	2016年1月~2016年10月
		干砌石挡墙	2016年3月~2016年10月
		浆砌石排水沟	2016年1月~2016年6月
		表土剥离	2016年1月~2016年3月
		浆砌石挡墙	2016年3月~2016年8月
一期胶带通廊		浆砌石截排水沟	2016年1月~2016年10月
		浆砌石挡墙	2016年10月~2016年12月
废石驱动站		浆砌石排水沟	2016年10月~2016年12月

7.1.2 植物措施及实施进度

一、主体工程设计植物措施及工程量

(1) 主体工程设计工程措施

根据水保方案及其批复，本工程的设计植物措施具体工程量如下：①一期破碎站区：场地绿化 0.61 hm²。②一期胶带通廊区：场地绿化 0.32 hm²。

(2) 水保方案新增植物措施量

为改善项目区生态环境质量、减少水土流失，水保设计在（1）落家井排土场扩容区：植被恢复 0.45 hm²，（2）胶带系统：①一期破碎站区：撒草护坡 0.04 hm²，辅助设施区：植被恢复 0.07hm²。

三、实际实施植物措施工程量

通过对本项目实施水土保持监测及现场测量统计，截止 2019 年 5 月实施水土保持植物措施工程量共计 8.37hm²，具体工程量：（1）落家井排土场扩容区：植被恢复 7.27 hm²，（2）胶带系统：①一期破碎站区：场地绿化 0.65 hm²，②一期胶带通廊：场地绿化 0.38hm²，③辅助设施区：植被恢复 0.07hm²。方案设计植物措施与实际实施对比详见表 7-3。

表 7-3 水土保持植物措施现阶段实施与设计情况对比统计表

防治分区			水保措施		单位	水保方案设计		现阶段实施	备注
						主体设计	方案新增		
胶带系统	破碎站区	一期破碎站	场地绿化	面积	hm ²	0.61		0.65	+0.04
			撒草护坡	面积	hm ²		0.04	0	-0.04
	胶带通廊	一期胶带通廊	场地绿化	面积	hm ²	0.32		0.38	+0.06

区								
	辅助设施区	植被恢复	面积	hm ²		0.07	0.07	0
	落家井排土场扩容区	植被恢复	面积	hm ²		0.45	7.27	+6.82
说明：实际绿化施工中乔木选择墨西哥柏，灌木选用车桑子，草本采用狗牙根。								

四、植物措施实施进度

本项目于 2017 年 3 月完成土建施工，建设单位依据主体设计和水土保持方案，实施了落家井排土场扩容区施工迹地撒草绿化，道路下边坡植被恢复及渣场绿化，胶带系统植被恢复等，经过调查分析，各分区植物措施实施时段如下：

表 7-4 植物措施施工进度统计表

防治分区		植物措施	施工时段
落家井排土场扩容区		植树种草	2015 年 5 月~2018 年 5 月
胶带系统	一期破碎站	场地绿化	2016 年 4 月~2016 年 12 月
	一期胶带通廊	场地绿化	2016 年 5 月~2017 年 10 月
	辅助设施	植被恢复	2016 年 5 月~2016 年 9 月

7.1.3 临时措施设计及实施进度

一、水保方案设计临时措施及工程量

(1) 落家井排土场扩容区：临时排水沟 186m，编织袋装土拦挡 620m，临时撒草 8.27 hm²。(2) 胶带系统：①检修通道区：临时排水沟 430 m，②破碎站区：临时排水沟 1010m，临时沉砂池 2 座，编织袋装土拦挡 280m，临时撒草 0.61 hm²。③胶带通廊区：临时排水沟 760 m。④驱动站区：临时排水沟 520m，临时沉砂池 4 座，编织袋装土拦挡 130m，临时撒草 0.06 hm²。

二、实际实施临时措施工程量及变化

根据现场监测及查阅工程水土保持施工、监理、投资结算等方面的资料，经分析统计，主体工程施工期间，针对各施工区域采取了临时防护措施；(1) 落家井排土场扩容区：临时排水沟 550m，编织袋装土拦挡 970m，临时撒草 7.27 hm²。(2) 胶带系统：①检修通道区：临时排水沟 500 m，②一期破碎站区：临时排水沟 850m，临时沉砂池 1 座，临时撒草 0.75 hm²，无纺布覆盖 0.75hm²。③一期胶带通廊区：临时排水沟 800 m。④驱动站区：临时沉砂池 2 座，临时撒草 0.03 hm²。

表 7-5 水土保持临时措施现阶段实施与设计情况对比统计表

防治分区	水保措施	单位	水保方案设计		现阶段实施	备注		
			主体设计	方案新增				
胶带系统	检修通道区	临时排水沟	长度	m	430	500		
	一期破碎站	临时排水沟	长度	m		1010	850	
		临时沉沙池	数量	座		2	1	
		编织袋装土拦挡	长度	m		280	0	
		临时撒草	面积	hm ²		0.61	0.75	
		无纺布覆盖	面积	hm ²			0.75	实际新增
	一期胶带走廊	临时排水沟	长度	m		760	800	
	驱动站区	临时排水沟	长度	m		520	0	
		临时沉沙池	数量	座		4	2	
		编织袋装土拦挡	长度	m		130	0	
		临时撒草	面积	hm ²		0.06	0.03	
	落家井排土场扩容区	临时排水沟	长度	m		186	550	
编织袋装土拦挡		长度	m		620	970		
临时撒草		数量	hm ²		8.27	7.27		
临时覆盖		数量	hm ²			0.40	实际新增塑料薄膜覆盖	

三、临时措施实施进度

表 7-6 临时措施施工进度统计表

防治分区	工程措施	施工时段	
落家井排土场扩容区	临时排水沟	2015年5月~2016年9月	
	编织袋装土拦挡	2015年5月~2016年8月	
	临时撒草	2016年5月~2016年10月	
	临时覆盖	2015年5月~2016年10月	
胶带系统	检修通道	临时排水沟	2015年10月~2015年12月
	一期破碎站	临时排水沟	2016年5月~2016年10月
		临时沉砂池	2016年5月~2016年10月
		临时撒草	2016年6月~2016年12月
		无纺布覆盖	2016年6月~2016年12月
	一期胶带走廊	临时排水沟	2016年3月~2016年8月
	废石驱动站	临时排水沟	2016年12月~2017年2月
		临时沉砂池	2016年10月~2016年12月
		临时撒草	2016年10月~2016年12月

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 7-7。

表 7-7 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 ²	260.74
2	水土流失面积	hm ²	232.06
3	建筑物及道路占地面积	hm ²	28.68
4	工程措施面积	hm ²	217.11
5	植物措施面积	hm ²	8.37
6	林草覆盖面积	hm ²	83.37
7	整治面积	hm ²	225.48
8	水土保持措施面积	hm ²	225.48
9	容许土壤流失量	t/km ² a	500
10	治理后土壤侵蚀模数	t/km ² a	522.92
六项指标计算			
序号	指标	监测结果	备注
1	扰动土地整治率%	97.48	(整治面积/扰动土地面积) ×100
2	水土流失总治理度%	97.16	(水土流失治理面积/水土流失面积) ×100
3	土壤流失控制比	0.96	(项目内容许土壤流失量/治理后的平均土壤流失量) ×100
4	拦渣率%	98	实际拦渣量与总弃渣量的百分比
5	林草植被恢复率%	98.01	(植物措施面积/可绿化面积) ×100
6	林草覆盖率%	22.09	(林草覆盖面积/项目建设区面积) ×100

(1) 扰动土地整治率

经监测分析截至 2019 年 5 月，本工程现阶段扰动土地总面积为 260.74hm²，其中，建筑物占地面积 5.32hm²，道路及场地硬化面积 23.36hm²，工程措施占地面积 217.11hm²，植物措施面积 8.37hm²。扰动土地整治率为 97.48%，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 7-8。

表 7-8 扰动土地整治率统计表 单位：hm²

项目名称	扰动面积(hm ²)	水土保持措施防治面积 (hm ²)			建筑物占地面积(hm ²)	道路及场地硬化面积 (hm ²)	扰动土地整治率 (%)	
		植物措施面积	工程措施面积	合计				
落家井排土场扩容区	246.68	7.27	215.2	222.47	/	17.85	97.42	
胶带系统	检修通道	0.85	/	0.10	0.10	/	0.73	97.65
	一期破碎站	8.04	0.65	0.48	1.13	2.12	4.78	99.88
	一期胶带通廊	4.75	0.38	1.23	1.61	3.05	/	98.11

	废石驱动站	0.30	/	0.1	0.1	0.1	/	66.67
	辅助设施	0.12	0.07	/	0.07	0.05	/	99.99
	合计	260.74	8.37	217.11	225.48	5.32	23.36	97.48

(2) 水土流失总治理度

经监测分析截至 2019 年 5 月，目前项目建设区水土流失面积为 232.06hm²，水土保持措施面积 225.48hm²，水土流失总治理度为 97.16%，达到了一级防治标准和水土保持方案拟定的防治目标值。各区扰动土地治理情况详见表 7-9。

表 7-9 水土流失总治理度统计表 单位：hm²

项目名称	扰动面积 (hm ²)	水土流失面积 (hm ²)	水土保持措施防治面积 (hm ²)			建筑物占地面积 (hm ²)	道路及场地硬化面积 (hm ²)	水土流失总治理度 (%)	
			植物措施面积	工程措施面积	合计				
落家井排土场扩容区	246.68	228.83	7.27	215.2	222.47	/	17.85	97.22	
胶带系统	检修通道	0.85	0.12	/	0.10	0.10	/	0.73	83.33
	一期破碎站	8.04	1.14	0.65	0.48	1.13	2.12	4.78	99.12
	一期胶带通廊	4.75	1.7	1.23	1.61	3.05	/	15.98	94.71
	废石驱动站	0.30	0.2	/	0.1	0.1	0.1	/	50
	辅助设施	0.12	0.07	0.07	/	0.07	0.05	/	99.99
合计	260.74	232.06	8.37	217.11	225.48	5.32	23.36	97.16	

(3) 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 500t/km² 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 522.92t/km² a，土壤流失控制比为 0.96，达到了水土保持方案拟定的防治标准。

表 7-10 监测末期项目区平均侵蚀模数计算表

序号	分区	占地面积 (hm ²)	容许侵蚀模数 (t/km ² a)	现状侵蚀模数 (t/km ² a)	土壤流失控制比	
1	落家井排土场扩容区	246.68	500	525.94	0.95	
2		检修通道	0.85	500	500	1.0
3		一期破碎站	8.04	500	450	1.11
4		一期胶带通廊	4.75	500	500	1.0
5		废石驱动站	0.30	500	450	1.11
6		辅助设施	0.12	500	450	1.11
	合计	260.74		522.92	0.96	

(4) 拦渣率

拦渣率为实际拦渣量与总弃渣量的比值，根据工程组织设计和现场调查监测，截止 2019 年 5 月，工程基建期开挖土石方总量 82.36 万 m³；回填利用 14.78 万 m³，临时堆存表土 31.82 万 m³，弃渣 35.76 万 m³，基建期产生的弃渣全部运至原落家井排土场剩余库容内进行堆存。在运行初期：在运行的 2.17 年内，运行期产生土石方为 12.5 万 m³，主要为剥离产生表土 12.5 万 m³，覆土绿化 7.27 万 m³，临时堆存表土 5.23 万 m³，（堆存于排土场 2050m 台阶北侧），覆土 7.27 万 m³，弃渣堆存于落家井排土场内。

施工期间的临时堆土，建设单位采取临时拦挡、覆盖、及时回填的方式，有利于控制水土流失，拦渣率为 98%，达到了水土保持方案拟定的防治标准。

（5）林草植被恢复率

截至 2019 年 5 月，本项目可绿化面积为 8.54hm²，实施植物措施面积 8.37hm²，林草植被恢复率为 98.01%，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 7-11。

（6）林草覆盖率

本工程实际项目建设区占地面积为 377.37hm²，实施植物措施面积 8.37hm²，现状林草覆盖面积为 83.37hm²，林草覆盖率为 22.09%，达到了水土保持方案拟定的防治标准。林草覆盖率计算见表 7-11。

表 7-11 项目林草植被恢复率、林草覆盖率统计表

分区		项目建设区面积	不可绿化面积	可绿化面积	绿化面积	林草植被恢复率 (%)	林草覆盖面积	林草覆盖率 (%)	
落家井排土场扩容区		352.3	344.87	7.43	7.27	97.85	82.27	23.35	
胶带系统	检修通道	0.95	0.95	0	0	/	0	/	
	破碎站	一期破碎站	8.04	7.51	0.66	0.65	98.48	0.65	8.08
		二期破碎站	5.11	5.11	0	0	/	0	/
		三期破碎站	5.07	5.07	0	0	/	0	/
	胶带走廊	一期胶带走廊	4.75	4.42	0.38	0.38	99.99	0.38	8.00
		二期胶带走廊	0.57	0.57	0	0	/	0	/
		三期胶带走廊	0.16	0.16	0	0	/	0	/
	驱动站	0.40	0.40	0	0	/	0	/	
	辅助设施	0.12	0.05	0.07	0.07	99.99	0.07	58.33	
小计		377.37	369.11	8.54	8.37	98.01	83.37	22.09	

注：落家井排土场扩容区林草覆盖面积为未扰动区域的原生占用的地林地、草地和一些自然恢复的植被。这些原生植被和自然恢复的植被计入林草植被覆盖率的计算，但不计入主体工程水土保持措施投资。

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 5 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	扰动土地整治率	%	95	95	97.48	达到方案目标值
2	水土流失总治理度	%	85	87	97.16	达到方案目标值
3	土壤流失控制比		0.7	0.9	0.96	达到方案目标值
4	拦渣率	%	95	95	98	达到方案目标值
5	林草植被恢复率	%	95	97	98.01	达到方案目标值
6	林草覆盖率	%	20	22	22.09	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—落家井排土场扩容工程位于鹤庆县南部，隶属西邑镇管辖，项目区南距大理市 90km，北距鹤庆县城 64km，交通较为方便。

本项目建设单位为鹤庆北衙矿业有限公司，扩容部分总容量共计 2.1 亿 m^3 ，扩容结束后有效库容达到 26218.3 万 m^3 ，设计堆废石总高 240m（标高 1810-2050m），排土场服务年限约为 11 年。工程实际总占地面积 377.65 hm^2 ，工程建设现阶段扰动土地面积 260.74 hm^2 ，其中落家井排土场扩容区占地面积 246.68 hm^2 ，胶带系统占地面积 14.06 hm^2 （其中检修通道 0.85 hm^2 ，一期破碎站 8.04 hm^2 ，一期胶带通廊 4.75 hm^2 ，废石驱动站 0.30 hm^2 ，辅助设施 0.12 hm^2 ）。

实际建设总工期 23 个月，于 2015 年 5 月开工建设，2017 年 3 月完工并投入试运行。项目实际总投资 69644.8 万元，其中土建投资约 21431.74 万元。

2014 年 7 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 2014

年7月、9月、12月先后三次，2015年5月、6月、9月、12月先后四次，2016年3月、6月、9月、12月先后四次，2017年3月、6月、9月、12月先后四次，2018年4月、8月、12月先后三次，2019年5月1次，监测期间共计20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。2019年5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—落家井排土场扩容工程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18个监测点，其中调查监测点9个，定位监测点8个，巡查点1点。定位监测点主要为沉砂池观测设施、简易水土流失观测场、侵蚀沟量测场，调查监测点主要为易于发生水土流失区域水土保持措施实施进度、运行情况调查记录。

截至2019年5月，本项目监测实际发生的水土流失防治责任范围基本与方案规划的一致，基建过程中没有超出用地范围，实际施工过程中减少了检修通道和一期破碎站的用地范围，防治责任范围面积较水保方案规划减少 0.33 hm^2 ，其中项目建设区减少 0.28 hm^2 ，直接影响区减少 0.05 hm^2 。截止2019年5月本项目现阶段防治责任范围总面积为 395.67 hm^2 ，其中项目建设区扰动面积为 377.37 hm^2 ，直接影响区 18.30 hm^2 。工程在施工准备期内产生的水土流失量为 756.44 t ，在施工期内产生的水土流失量为 47511.39 t ，重点区域为落家井排土场扩容区。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2.17年内产生水土流失量 2824.55 t ，现状土壤侵蚀模数为 $525.94\text{ t/km}^2\text{ a}$ 。

根据建设单位提供的相关统计资料，并结合监测人员现场调查、核实，工程基建期开挖土石方总量 82.36 万 m^3 ；回填利用 14.78 万 m^3 ，临时堆存表土 31.82 万 m^3 ，弃渣 35.76 万 m^3 ，基建期产生的弃渣全部运至原落家井排土场剩余库容内进行堆存。在运行初期：在运行的2.17年内，运行期产生土石方为 12.5 万 m^3 ，主要为剥离产生表土 12.5 万 m^3 ，覆土绿化 7.27 万 m^3 ，临时堆存表土 5.23 万 m^3 ，(堆存于排土场2050m台阶北侧)，覆土 7.27 万 m^3 ，弃渣堆存于落家井排土场内。

经统计，本项目完成水土保持措施工程量有：(1) 工程措施：①落家井排土场

扩容区：浆砌石截洪沟 3800m，浆砌石量 19234m³，土质沉砂池 10 座，土石方开挖 80m³，表土剥离 30.62 万 m³，覆土 7.27 万 m³。②检修通道区：浆砌石挡墙 260m，浆砌石量 720m³；浆砌石排水沟 900m，浆砌石量 588.5m³，沉砂池 5 座，浆砌石量 40m³。③一期破碎站区：浆砌石挡墙 500 m，浆砌石量 3800 m³，干砌石挡墙 100m，干砌石量 750m³，浆砌石排水沟 900m，浆砌石量 630m³，表土剥离 10980m³。④一期胶带通廊区：浆砌石挡墙 300 m，浆砌石量 1000 m³，浆砌石排水沟 740m，浆砌石量 400m³，⑤驱动站区：浆砌石挡墙 80 m，浆砌石量 210 m³；浆砌石排水沟 200m，浆砌石量 160m³。（2）植物措施：①落家井排土场扩容区：植被恢复 7.27 hm²。②一期破碎站区：场地绿化 0.65 hm²。③一期胶带通廊区：场地绿化 0.38hm²。④辅助设施区：植被恢复 0.07hm²。（3）临时措施：①落家井排土场扩容区：临时排水沟 550m，编织袋装土拦挡 970m，临时撒草 7.27 hm²。②一期破碎站区：临时排水沟 850m，临时沉砂池 1 座，临时撒草 0.75 hm²，无纺布覆盖 0.75hm²。③一期胶带通廊区：临时排水沟 800 m。④驱动站区：临时沉砂池 2 座，临时撒草 0.03 hm²。

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 97.48%，水土流失总治理度为 97.16%，拦渣率为 98%，土壤流失控制比为 0.96，林草植被恢复率为 98.01%，林草覆盖率为 22.09%，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。由于堆渣不断进行，扰动的面积越来越大，需在工程运行期间做好对稳定的堆渣平台的绿化工作，并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—落家井排土场扩容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) 部分堆渣平台植被恢复较差，建议建设单位对该区域进行补植，加大抚育力度；

(7) 项目进入运行期，加强对落家井排土场区已实施的水保措施管护，确保弃渣场和道路边坡在雨季运行的安全。

(8) 严格按照设计进行堆渣，尽快落实渣场下游舍茶寺村搬迁工作，发现隐患及时处理。

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，加深了监测人员对大型排土场的排土工艺及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排土场工程水土保持监测工作的重点。

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，对不扰动的堆渣平台及时绿化；

(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也会导致监测数据出现一定的误差。

(4) 根据《开发建设项目水土保持技术规范》(GB 50433-2008)关于弃土(石、渣)场选址的规定：弃土(石、渣)场选址不得影响周边公共设施、工业企业、居民点等的安全，鉴于落家井排土场下游舍茶村搬迁还未完成，建议建设单位尽快落实舍茶寺村的搬迁工作，保证居民点的安全。