

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿
矿产资源开发与恢复治理方案

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司

二〇二五年八月

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿 矿产资源开发与恢复治理方案

申报单位：甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司

法人代表：秦俊山



编制单位：甘肃省地质矿产勘查开发局

水文地质工程地质勘察院



单位负责：彭杨宏

总工程师：尹 政

项目负责：孙振兴

编写人员：孙振兴 董 军 巴宗博 丁研博

制图人员：孙振兴 董 军 巴宗博 丁研博

开发利用方案编写人员名单表

方案负责人				
姓名	职务	专业	技术职称	签 名
孙振兴	技术员	地矿	中级	
方案主要编写人员				
序号	编写人	专业	技术职称	签 名
1	汪涛	地矿	高级	
2	杨军	地矿	高级	
3	董 军	水工环	中级	
4	巴宗博	地矿	初级	
5	丁研博	采矿	中级	
6	徐 强	测绘	中级	
7	丁 璇	经济	注册会计师	

矿产资源开发利用方案编制信息及承诺书

开发利用方案名称		甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司 白云岩矿矿产资源开发与恢复治理方案				
采矿权 申请人	名 称	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司				
	通信地址	甘肃嘉峪关市雄关东路 12 号			邮政编码	734400
	联系人	秦俊山	联系电话	13519477 233	传 真	
	电子邮箱	562389233@qq. com				
编制 单位 (采矿权 申请人自 行编制可 不填)	名 称	甘肃省地质矿产勘查开发局水文地质工程地质勘察院				
	通信地址	甘肃省张掖市甘州区张火公路 203 号			邮政编码	734000
	联系人	郝强	联系电话	18189620 760	传 真	0936-8 217249
	电子邮箱	1336262081@qq. com				
开发利用方案 编制情形		☐ 采矿权新立 ☒ 采矿权扩大矿区范围 ☐ 变更开采主矿种 ☐ 变更开采方式				
勘查/采矿许可证号		C6200002009106120039516				
勘查/采矿许可证 有效期		2024 年 12 月 10 日-2026 年 12 月 9 日				
采矿权申请人承诺		我单位已按要求编制矿产资源开发利用方案，现承诺如下： 1. 方案内容真实、符合技术规范要求。 2. 将按照本方案做好矿产资源合理开发利用和保护工作，严格按照批准的采矿权矿区范围、开采方式、开采矿种等进行开采。矿产资源开采回采率、选矿回收率和综合利用率达到国家有关要求。自觉接受相关部门监督管理。 3. 严格遵守矿产资源法律法规、相关矿业权管理政策，依法有效保护、合理开采、综合利用矿产资源，依法保护生态环境，建设绿色矿山。 采矿权申请人（盖章）：_____				

矿产资源开发利用方案综合信息表

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿 矿产资源开发利用方案综合信息表		
企业名称	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司	
矿山名称	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿	
方案基本情况	开发利用方案名称	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿产资源开发利用方案
	开发利用方案编制情形	☐ 采矿权新立 ☒ 采矿权扩大矿区范围 ☐ 变更开采主矿种 ☐ 变更开采方式
	勘查/采矿许可证号	C6200002009106120039516
	勘查/采矿许可证有效期	2024 年 12 月 10 日-2026 年 12 月 9 日
矿产资源情况	评审备案资源量（保有）	<u>6840.51</u> （单位： <u>万吨</u> ）
	勘查程度	☐ 详查 ☒ 勘探
	估算可采储量	<u>6104.21</u> （单位： <u>万吨</u> ）
	估算设计利用资源量	<u>6425.48</u> （单位： <u>万吨</u> ）
开采矿种	开采主矿种	冶金用白云岩矿
	共生矿种	无
	伴生矿种	无
建设方案	开采方式	☒ 露天 ☐ 地下 ☐ 露天+地下
	拟建设生产规模（计量单位/年）	<u>100 万吨/年</u> （实际生产建设规模在矿山初步设计和安全设施设计中确定，计量单位按照《关于调整部分矿种矿山生产建设规模标准的通知》（国土资发〔2004〕208 号）中规定）。
	估算服务年限（年）	63

拟申请采矿权 矿区范围(具体 以登记管理机 关批准矿区范 围坐标为准)	2000 国家大地坐标系	
	拐点编号	
	X	Y
	1	
	2	
	3	
	4	
	5	
	6	
	7	
	8	
	9	
	开采标高:	3470m~3030m
	合计矿区面积:	0.7043km ²
备注	矿产资源储量评审备案按照相关规定执行。	

目 录

第一部分 矿产资源开发利用方案

1 前 言	1
1.1 编制目的	1
1.1.1 开发利用方案编制目的	1
1.1.2 编制的必要性论述	1
1.2 编制依据	2
1.2.1 项目前期工作进展情况简述	2
1.2.2 编制依据和基础性资料	3
2 矿山基本情况	5
2.1 地理位置与区域概况	5
2.1.1 地理位置、交通	5
2.1.2 区域概况	6
2.2 申请人基本情况	10
2.3 矿山勘查开采历史及现状	12
2.3.1 矿业权设置情况	12
2.3.2 开采历史情况	13
3 矿区地质与矿产资源情况	16
3.1 矿床地质与矿体特征	16
3.1.1 区域地质特征	16
3.1.2 矿床地质及构造特征	28
3.1.3 矿体特征	42
3.1.4 矿石质量	43
3.1.5 矿体围岩和夹石	48
3.1.6 矿体共（伴）生矿产	49
3.2 矿床开采地质条件	49
3.2.1 矿床水文地质条件	49
3.2.2 矿床工程地质条件	54
3.2.3 矿床环境地质条件	61
3.3 矿产资源储量情况	66

3.3.1 矿产资源储量报告.....	66
3.3.2 地质工作程度.....	67
4 矿区范围.....	71
4.1 符合矿产资源规划情况.....	71
4.2 可供开采矿产资源的范围.....	71
4.3 露天剥离范围.....	73
4.3.1 露天剥离范围的合规性.....	73
4.3.2 露天剥离范围的科学合理性的技术论证.....	73
4.4 与相关禁限区的重叠情况.....	75
4.5 申请采矿权矿区范围.....	76
5 矿产资源开采与综合利用.....	78
5.1 开采矿种.....	78
5.2 开采方式.....	78
5.2.1 开采方式.....	78
5.2.2 露天开采境界.....	80
5.2.3 开采回采率.....	85
5.3 拟建生产规模.....	86
5.3.1 拟建生产规模.....	86
5.3.2 财务分析.....	88
5.3.2 矿山服务年限.....	90
5.4 工程布局.....	90
5.5 资源综合利用.....	93
5.5.1 选矿回收率.....	93
5.5.2 综合利用率.....	93
5.5.3 资源保护.....	93
6. 绿色矿山建设.....	94
6.1 概述.....	94
6.2 绿色矿山设计.....	94
6.2.1 依法办矿.....	94
6.2.2 规范管理.....	95
6.2.3 综合利用.....	95

6.2.4 技术创新.....	96
6.2.5 节能减排.....	96
6.2.6 环境保护.....	98
7 结论.....	99
7.1 资源储量与估算设计利用资源量.....	99
7.1.1 资源储量.....	99
7.1.2 设计利用资源量.....	99
7.2 申请采矿权矿区范围.....	100
7.3 开采矿种.....	100
7.4 开采方式、开采顺序、采矿方法.....	101
7.4.1 开采方式.....	101
7.4.2 开采顺序.....	101
7.4.3 采矿方法.....	101
7.5 拟建生产规模、矿山服务年限.....	101
7.5.1 拟建生产规模.....	101
7.5.2 矿山服务年限.....	101
7.6 资源综合利用.....	101
第二部分 矿山地质环境保护与土地复垦方案.....	104
0 前 言.....	104
0.1 任务的由来.....	104
0.2 编制目的.....	104
0.3 编制依据.....	105
0.3.1 法律、法规依据.....	105
0.3.2 政策文件.....	106
0.3.3 地方政策法律法规.....	106
0.3.4 技术标准.....	106
0.3.4 其他依据.....	107
0.4 方案适用年限.....	108
0.5 编制工作概况.....	108
0.5.1 工作程序.....	108
0.5.2 工作方法.....	109

0.5.3 完成的工作量.....	110
1 矿山基本情况.....	111
1.1 矿山简介.....	111
1.2 矿区范围及拐点坐标.....	111
1.3 矿山开发利用方案概述.....	112
1.3.1 矿山建设规模及工程布局.....	112
1.3.2 矿山开采的层位及矿山资源储量.....	112
1.3.3 矿山开采设计.....	112
1.3.4 选矿工艺.....	113
1.3.5 尾矿设施.....	115
1.4 矿山开采历史及现状.....	115
1.4.1 矿山开发历史.....	115
1.4.2 矿山开采现状.....	116
1.4.3 矿山企业对前次地质环境恢复治理方案的执行情况.....	117
2 矿区基础信息.....	118
2.1 矿区自然地理.....	118
2.1.1 气象.....	118
2.1.2 水文.....	118
2.1.3 地形地貌.....	119
2.1.4 植被.....	119
2.1.5 土壤.....	119
2.2 矿区地质环境背景.....	119
2.2.1 地层岩性.....	119
2.2.2 水文地质.....	126
2.2.3 工程地质.....	129
2.2.4 矿体地质特征.....	134
2.3 矿区社会经济概况.....	136
2.4 矿区土地利用现状.....	137
2.5 矿山及周边其他人类重大工程活动.....	138
2.6 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	138
3 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	139

3.1 矿山地质环境与土地资源调查概述.....	139
3.2 矿山地质环境影响评估.....	140
3.2.1 评估范围和评估级别.....	140
3.2.2 矿山地质灾害现状分析与预测.....	143
3.2.3 矿区含水层破坏现状分析与预测.....	150
3.2.4 矿区地形地貌景观(地质遗迹、人文景观)破坏现状分析与预测.....	150
3.2.5 矿区水土环境污染现状分析与预测.....	151
3.3 矿山土地损毁预测与评估.....	151
3.3.1 土地损毁环节与时序.....	151
3.3.2 已损毁各类土地现状.....	152
3.3.3 拟损毁土地预测与评估.....	152
3.4 土地损毁程度分析.....	153
3.5 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	154
3.5.1 矿山地质环境保护与恢复治理分区.....	155
3.5.2 分区评述.....	155
4 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	158
4.1 矿山地质环境治理可行性分析.....	158
4.1.1 技术可行性分析.....	158
4.1.2 经济可行性分析.....	158
4.1.3 生态环境协调性分析.....	159
4.2 矿区土地复垦可行性分析.....	159
4.2.1 复垦区土地利用现状.....	159
4.2.2 土地复垦适宜性评价.....	159
4.2.3 水土资源平衡分析.....	164
4.2.4 土地复垦质量要求.....	165
5 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	166
5.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	166
5.1.1 目标任务.....	166
5.1.2 主要技术措施.....	167
5.1.3 主要工程量.....	168
5.2 矿山地质灾害治理.....	168

5.2.1	目标任务.....	168
5.2.2	工程设计.....	168
5.2.3	技术措施.....	169
5.2.4	主要工程量.....	171
5.3	矿区土地复垦.....	171
5.3.1	目标任务.....	171
5.3.2	工程设计.....	171
5.3.3	技术措施.....	172
5.3.4	主要工程量.....	177
5.4	含水层破坏修复.....	177
5.5	水土环境污染修复.....	177
5.6	矿山地质环境监测.....	178
5.6.1	目标任务.....	178
5.6.2	监测设计.....	178
5.6.3	技术措施.....	178
5.6.4	主要工程量.....	178
5.7	矿区土地复垦监测和管护.....	178
5.7.1	目标任务.....	179
5.7.2	措施和内容.....	179
5.7.3	主要工程量.....	180
6	矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....	181
6.1	总体工作部署.....	181
6.2	阶段实施计划.....	181
6.3	近期年度工作安排.....	181
7	经费估算与进度安排.....	183
7.1	经费估算依据.....	183
7.2	矿山地质环境治理工程经费估算.....	184
7.2.1	总工程量与投资估算.....	184
7.2.2	单项工程量与投资估算.....	184
7.3	土地复垦工程经费估算.....	186
7.3.1	总工程量与投资估算.....	186

7.3.2 单项工程量与投资估算.....	186
7.4 总费用汇总与年度安排.....	193
7.4.1 总费用构成与汇总.....	193
7.4.2 近期年度经费安排.....	194
8.1 组织保障.....	196
8.1.1 施工组织原则.....	196
8.1.2 施工组织机构.....	196
8.1.3 人员组织管理.....	196
8.2 技术保障.....	196
8.3 资金保障.....	197
8.4 监管保障.....	197
8.5 效益分析.....	198
8.5.1 社会效益.....	198
8.5.2 环境效益.....	198
8.5.3 经济效益.....	198
8.6 公众参与.....	198
9 结论与建议.....	200
9.1 结 论.....	200
9.2 建 议.....	201

附件：

1. 委托书
2. 承诺书（矿山企业）
3. 编制单位承诺书
4. 缴纳基金的承诺书
5. 企业营业执照
6. 采矿证正副本
7. 核实报告评审意见书
8. 土地利用现状调查文档
9. 土地复垦公众参与调查表
10. 审查申请书
11. 备案表
12. 关于申请缩小变更甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿采矿权矿区范围的请示
13. 张掖市 2025 年 5-6 月建设工程材料信息价

附图： 开发利用方案附图

图号	图名	比例尺
1	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿总平面布置图	1:2000
2	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿 5 线剖面图	1:1000
3	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿 7 线剖面图	1:1000
4	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿 9 线剖面图	1:1000
5	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿 13(辅) 线剖面图	1:1000
6	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿露天开采终了平面图	1:1000

矿山地质环境保护与土地复垦方案

1	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境问题现状图	1:2000
2	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿区土地利用现状图	1:2000
3	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境问题预测图	1:2000
4	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿区土地损毁预测图	1:2000
5	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿区土地复垦规划图	1:2000
6	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境治理工程部署图	1:2000

第一部分 矿产资源开发利用方案

1 前 言

1.1 编制目的

1.1.1 开发利用方案编制目的

该矿为已建矿山，为了变资源优势为经济优势，做到经济合理地开发和利用矿产资源，根据《中华人民共和国矿产资源法》、《矿产资源开采登记管理办法》（1998.02.12 国务院令第 241 号）等有关规定，依法缩减采矿权范围，变更生产规模。我公司受甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司邀请招标，编制了《甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿产资源开发利用方案》。

1.1.2 编制的必要性论述

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿基本情况：2006 年后矿山按照采矿权证证载规模正常采矿作业，生产规模 $15 \times 10^4 \text{t/年}$ ，2009 年矿山开展了白云岩储量复核工作，2012 年-2014 年各年度均向省自然资源厅上报了年报并通过评审，2014 年 6 月一至今，矿山一直处于停产状态。

2024 年 6 月甘肃省地质矿产勘查开发局第三地质矿产勘查院编制完成了《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报告》，开采矿种为冶金用白云岩矿；开采方式为露天开采；矿区面积为 0.7043km^2 ，比原采矿权面积减小 0.0306km^2 ，原采矿证生产规模： $15 \times 10^4 \text{t/年}$ ，本次拟设生产规模为 $100 \times 10^4 \text{t/年}$ ；

该矿山计划年生产时间为 1-12 月，年正常工作日 330 天，日生产能力

3030.3t。根据《张掖市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》要求白云岩矿的矿山最低开采规模为小型小于 $30 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ 。本次拟设许可证规模为 $100 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ ，为大型矿山，符合最低规模要求。

1.2 编制依据

1.2.1 项目前期工作进展情况简述

2024 年 9 月 30 日，酒泉钢铁集团有限公司交易中心发布《酒钢集团镜铁山矿业公司夹皮沟白云岩矿资源储量核实项目》中标公告，发包人：甘肃镜铁山矿业有限公司，中标人（承包人）：甘肃省地质矿产勘查开发局第三地质矿产勘查院。

2024 年 10 月，甘肃省地矿局三勘院组建了白云岩项目部，完成了矿山简易道路修复及钻机平台修复，开展 1:1000 地形测量，1:1000 勘查线测量及基线测量，1:2000 地质正测及 1:2000 水文、工程、环境地质测量。

2024 年 11 月-2025 年 4 月，针对白云岩矿体 (Do11)，施工了 TC0501、TC0701、TC0901、TC1101、TC1301 探槽工程及 ZK0501、ZK0701、ZK0901、ZK1301 钻孔工程。对北侧 FeI 施工了 TC0502、TC0702，对南侧 FeII 矿体施工 TC0902、TC1102。在 7 勘查线施工水文钻孔 SWZK001。

2024 年 11 月-2025 年 4 月，完成了薄片、粒度分析、刻槽样、劈心样、小体重样、化学样、矿石全分析、水质分析样、力学实验样、放射性测量等样品的测试分析工作。

2025 年 6 月甘肃省地质矿产勘查开发局第三地质矿产勘查院编制完成了《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报告》，工作结束后，向张掖市自然资源局提交了《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报

告》。

张掖市自然资源局于 2025 年 6 月 7 日组织专家对《报告》进行了会审，经汇总专家意见，要求报告编制单位对《核实报告》存在的问题进行修改补充。2025 年 6 月 17 日，报告编制单位提交的报告复核稿经专家组进行了复核。2025 年 6 月 24 日，报告编制单位提交了核实报告最终稿。

1.2.2 编制依据和基础性资料

1.2.2.1 法律法规及相关文件

1. 《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 8 日修订）；
2. 《矿产资源开采登记管理办法》（国务院令第 241 号）；
3. 《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》（2023 年 9 月 6 日）；
4. 《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4 号）；
5. 《自然资源部关于深化矿产资源管理改革若干事项的意见》（自然资规〔2023〕6 号）；
6. 《自然资源部 生态环境部 财政部 国家市场监督管理总局 国家金融监督管理总局 中国证券监督管理委员会 国家林业和草原局关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1 号）；
7. 《关于调整部分矿种矿山生产建设规模标准的通知》（国土资发〔2004〕208 号）；

1.2.2.2 设计规范及标准

1. 《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020）；
2. 《矿产资源综合利用技术指标及其计算方法》（GB/T 42249-2022）；
3. 《矿产资源储量规模划分标准》（DZ/T 0400-2022）；
4. 《水泥原料矿山工程设计规范》GB 50598-2010
5. 《区域地质图图例》（GB/T 958-2015）；
6. 《安全高效现代化矿井技术规范》（MT/T 1167-2019）；
7. 《非金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0312-2018）；
8. 《矿产资源“三率”指标要求 第14部分：饰面石材和建筑用石料矿产》；
9. 《金属非金属矿山安全规程》（GB 16423-2020）；
10. 《爆破安全规程》（GB 6722-2014）。

1.2.2.3 相关资料

1. 《甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿产资源储量核实报告》（甘肃省地质矿产勘查开发局第三地质矿产勘查院 2025年6月 张资储评字〔2025〕1号 张资储评总字 29号）

2 矿山基本情况

2.1 地理位置与区域概况

2.1.1 地理位置、交通

矿区位于甘肃省肃南裕固族自治县祁丰乡境内，距嘉峪关市区约 147km，位于镜铁山矿东南 23 公里处。矿区地理坐标（CGCS2000）：

东经，

北纬，

矿区面积 0.7043km²，所属 1:50000 国际分幅为红柳头子幅（J47E005009），行政区划属肃南裕固族自治县祁丰乡管辖。

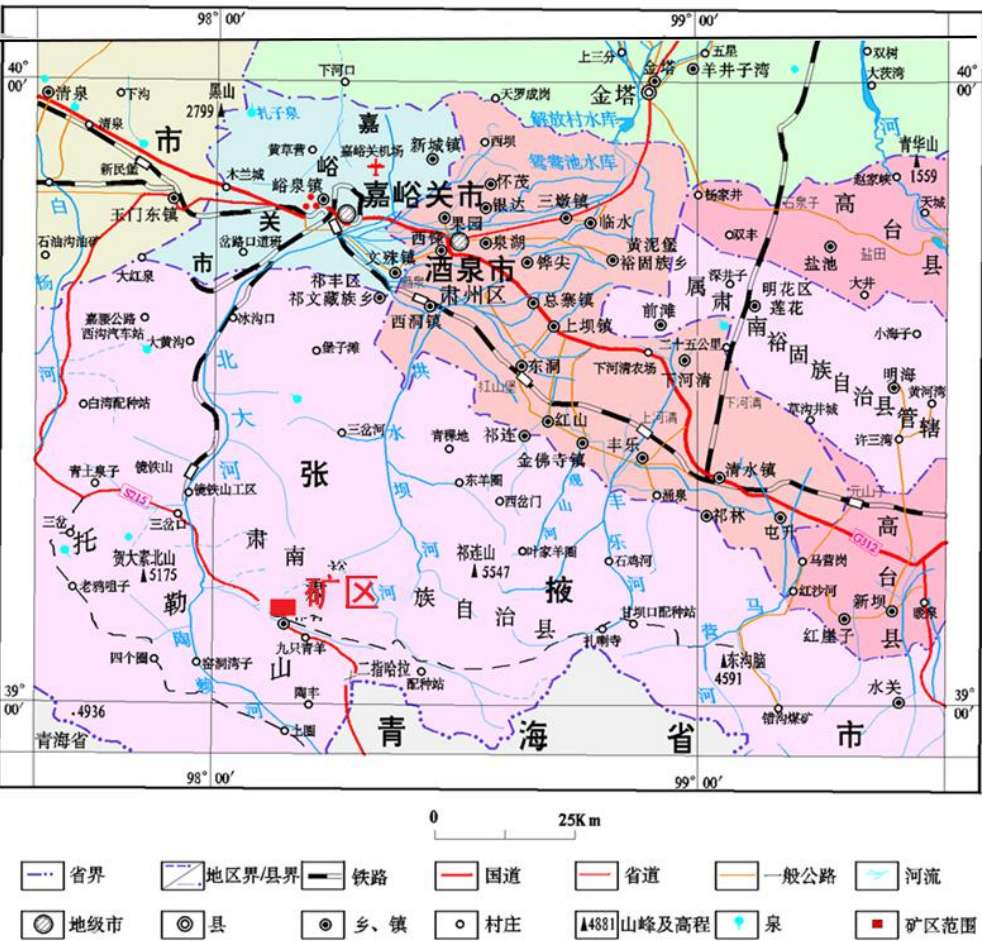


图 2-1 地理位置交通图

矿区东北与嘉峪关市区直线距离约 67km,西北与镜铁山矿距离 23 公里 (S215 线)。露天采场与现有工业场地之间为北大河和 S215 湟嘉公路,矿山经湟嘉公路与镜铁山火车站、嘉峪关市和酒泉市相通。交通方便(图 2-1)。

2.1.2 区域概况

肃南裕固族自治县地处河西走廊中段、祁连山北麓,县域地形狭长,地貌形态多样,地势起伏大,主要为中高山地、峡谷、洪积走廊平原,形成了南部山地和北部走廊平原两大地貌单元,海拔 1327m~5564m,平均海拔 3200m。祁连山主峰素珠链及著名的“七一”冰川即在境内。该县地形地貌较为复杂,其奠定于喜马拉雅运动以前的老构造运动,新构造运动对地形地貌特征产生了显著的影响,如古剥蚀面的发育,多级河谷阶地的出现,褶皱隆升与逆掩断层等;同时,外力对地貌的塑造也起着深刻的作用,如冰蚀作用、雪蚀和寒冻风化作用、水蚀作用、风蚀干燥剥蚀作用等。

在上述内、外力长期作用下,地表形态呈现山地、平原、戈壁、沙漠相间分布的多样复杂的地貌景观。地势总体上西高东低、南高北低,肃南县可划分为四类大的地貌单元:构造侵蚀地貌、构造剥蚀地貌、堆积地貌和风积地貌。主要地貌类型为祁连山高山山地条件下的现代冰川,受寒冷气候和流水作用下的高山,侵蚀和剥蚀作用下的中高山及低山,山间盆地、河谷盆地及宽谷等。

矿区位于北祁连西段,北大河上游,区内山体呈北西—南东向展布,山体岩石裸露,坡陡岭峻,常伴生悬崖峭壁,构成雄伟险峻的高山地形。矿区海拔 3030-3470m,相对高差 440m 左右,最低侵蚀基准面标高 3030m。见照片 2-1、2-2。



照片 2-1 矿区地形地貌



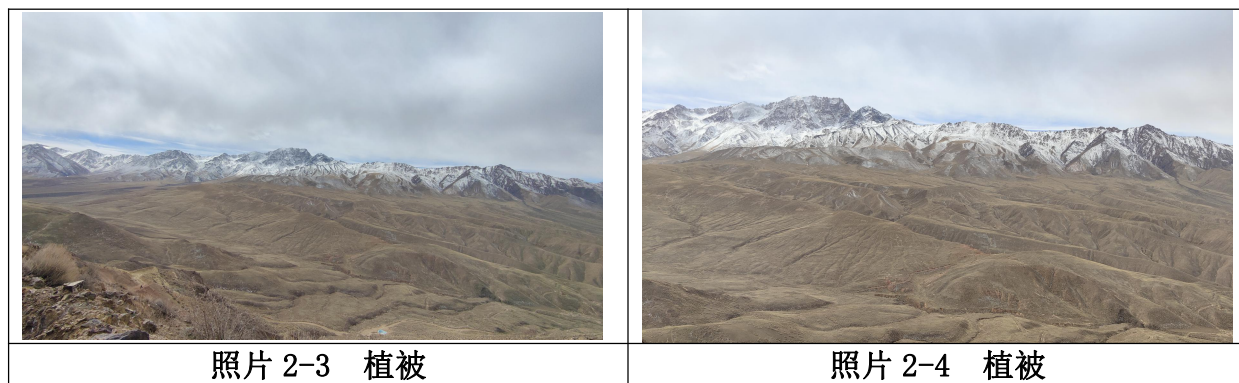
照片 2-2 矿区地形地貌

1. 气象

肃南县属高寒半干旱气候，具有冬冷夏凉，夏雨多冬雪少，无霜期短，光热、风能资源丰富等特点。2024 年平均气温 4.2°C ，自西北向东南早递减趋势，变化范围在 $-3.0^{\circ}\text{C}\sim 8.0^{\circ}\text{C}$ 之间，年极端最高温度 31.1°C ，出现在 5 月 21 日，年极端最低温度 -22.9°C ，出现在 1 月 21 日。年平均降水量 267.1 毫米，西北少东南多，变化范围在 100 毫米~500 毫米之间，蒸发量 1789.5mm；无霜期 90-120 天。全年日照总时数 2497.3 小时，较历年值少 330.6 小时。年内出现大雨 4 次、连阴雨 2 次、扬沙 8 次、浮尘 18 次、大风 3 次、强降温 3 次、寒潮 1 次。气温偏高，降水正常（来源：2024 年肃南县统计年鉴）。

2. 植被

区内山势陡峭，山坡地段第四系残坡积物、土壤覆盖较厚，植被以草原化荒漠类型为主，有珍珠猪毛菜群系、猫头刺群系为主，常见的有沙生针茅、无芒隐子草、芨芨草、披碱草、冰草、盐爪爪等，覆盖度为 60% 以上，属于草原植被见照片 2-3、2-4。



3. 水文

矿区西侧的北大河发源于矿区南部的托来南山，斩切走廊南山呈横向河谷，向北流入酒泉盆地，为冰融和山泉河水，平均流量 $12.53\text{m}^3/\text{s}$ 。最大流量 $19.39\text{m}^3/\text{s}$ ，河床宽 10-25 米，坡度 1.7%，坡陡流急。临近矿区北侧的朱龙关河向西汇入北大河。



图 2-2 矿区周边水系图

朱龙关河属季节性河流，总长为 16km，发源于白水河，最终在上红土湾子汇入北大河，流域面积为 115km^2 ，5-10 月朱龙关河平均流量 $4.862\text{m}^3/\text{s}$ ，

最大洪水流量 $14.04\text{m}^3/\text{s}$ ，一般 $0.42\text{m}^3/\text{s}$ ，水化学类型为 $\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} - \text{Mg}^{2+}$ 型水；夹皮沟泉属季节性流水沟，总长为 4km ，发源于夹皮沟脑，最终汇入北大河，流域面积为 57.8km^2 。

4. 经济概况

2024 年，肃南县经济运行稳中有进，成绩斐然。全县地区生产总值达 44.19 亿元，增长 6.2% ，其中一产、二产、三产分别完成 8.37 亿元、 20.72 亿元、 15.11 亿元，各产业协同发展。规上工业增加值完成 11.38 亿元，增长 7% ， 26 家规上企业满负荷生产，工业项目稳步推进。固定资产投资完成 30.4 亿元，增长 32.8% ，增速连续 7 个季度全市第一，众多重点项目完工。社会消费品零售总额完成 7.75 亿元，增长 6.3% ，系列促消费活动成效显著。一般公共预算收入完成 3.4 亿元，增长 6.7% ，税收收入同比增长 23.08% ，财政收入结构优化。城镇居民和农村居民人均可支配收入分别达 39130 元、 27261 元，分别增长 5.4% 、 7.9% 。旅游业也发展迅猛，全年接待游客 438.5 万人次，同比增长 16.3% ，实现旅游综合收入 25.7 亿元，同比增长 45.9% ，文旅重点项目的实施为经济注入活力。

矿业：肃南县是全国 12 个找矿重点区带之一和甘肃省黑色和有色金属矿产富集区，全县已发现各类矿产地 145 处，矿产有 34 种，已探明资源储量的 26 种。其中金属矿有：铁、铜、钨、钼、铅、锌、锰、铬、金、镍、锑、铝、银、汞 14 种；非金属矿有：石灰岩、凹凸棒石、萤石、白云岩、黏土、石膏、石棉、硫、石英砂、磷、芒硝、重晶石、硅石、大理石、花岗石、蛇纹石、高岭土 17 种；能源矿有煤、石油 2 种；水气矿产有矿泉水 1 种，矿产资源开发利用前景广阔。

全县共设置探矿权 26 宗，勘查总面积 165.09 平方公里，主要涉及矿种为钨、铁、铜、煤、铅锌、铅、重晶石、石灰石、石膏、蛇纹岩等；设置采矿权 39 宗，钨、钼、铁、铜、铅锌、矿泉水、溶剂用灰岩、白云岩、石膏、石灰石、蛇纹岩、冶金用石英岩、建筑用石料等。

全县共有各类矿山 65 个，其中采矿矿山 39 个，探矿矿山 26 个。各类矿山均不位于生态保护红线内，不涉及国家公园，不位于祁连山自然保护区内。

肃南县燃料、电力、水源、劳动力等供应充足，完全可以自给自足。矿区内生产生活物资均由肃南县祁丰乡供给，较为便利。但矿区内信号覆盖较差，需配备卫星电话等应急通讯设备。

2.2 申请人基本情况

公司名称：甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司；

企业性质：国有控股（上市公司）；

注册地址：甘肃嘉峪关市雄关东路 12 号；

投资人：秦俊山；

经营范围：一般项目：钢压延加工；金属材料制造；钢、铁冶炼；有色金属压延加工；金属切削加工服务；金属制品研发；金属材料销售；建筑用钢筋产品销售；高品质特种钢铁材料销售选矿；金属矿石销售；非金属矿及制品销售；石灰和石膏销售；炼焦；煤炭及制品销售煤制活性炭及其他煤炭加工；化工产品销售（不含许可类化工产品）；专用化学产品销售（不含危险化学品）；耐火材料生产；耐火材料销售；普通货物仓储服务（不含危险化学品等需许可审批的项目）；道路货物运输站经营；热力生产和供应；污水处理及其

再生利用;通用设备修理:金属制品修理;电气设备修理, 专用设备修理:工程和技术研究和试验发展;工程技术服务(规划管理、勘察、设计、监理除外);技术服务、技术开发、技术咨询、技术交流、技术转让、技术推广;新材料技术推广服务;货物进出口(除许可业务外, 可自主依法经营法律法规非禁止或限制的项目)许可项目:建筑用钢筋产品生产;非煤矿山矿产资源开采;发电业务、输电业务、供(配)电业务;天然水收集与分配;燃气经营;道路货物运输(不含危险货物);道路危险货物运输;铁路机车车辆维修;公共铁路运输;特种设备安装改造修理;特种设备检验检测:检验检测服务;危险化学品生产(仅限于生产过程中产生的列入危险化学品目录的中间产品)(依法须经批准的项目, 经相关部门批准后方可开展经营活动)。

经协查, “甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿” 采矿权东边、北边界紧挨着“甘肃省肃南县小柳沟钼多金属矿详查” 探矿权, 西边界紧挨着“甘肃省肃南县黄沙泉铁矿详查” 探矿权, 矿区与周边矿业权位置关系(图 2-2)。

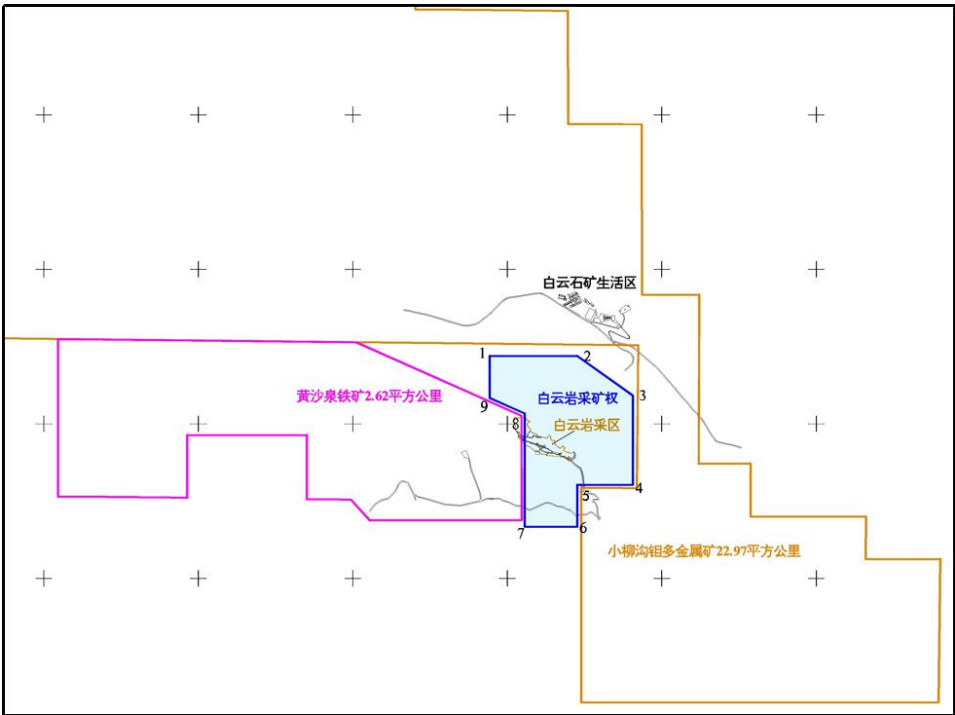


图 2-3 矿区与周边矿业权位置关系示意图

2.3 矿山勘查开采历史及现状

2.3.1 矿业权设置情况

2024 年 12 月 10 日，按照矿权变更缩小范围，张掖市自然资源局颁发了采矿权证。

证号：C6200002009106120039516

采矿权人：甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司；

矿山名称：甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿

经济类型：股份有限公司

开采矿种：冶金用白云岩

开采方式：露天开采

生产规模：15×10⁴t/年

矿区面积：0.7043km²

有效期：2024 年 12 月 10 日-2026 年 12 月 9 日。

采矿权坐标由 9 个拐点组成（表 2-1），开采深度 3400 米至 3100 米。

表 2-1 矿区范围坐标

拐点编号	2000 直角坐标（3° 带）	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		

开采深度	3400m~3100m
矿区面积	0.7043km ²

2.3.2 开采历史情况

1958 年，甘肃省地质局镜铁山地质队提交《甘肃省肃南裕固族自治县镜铁山铁矿夹皮沟矿区地质勘探总结报告》，评审通过的白云岩推断资源量 $2514 \times 10^4 \text{t}$ ，潜在资源 $3655 \times 10^4 \text{t}$ ，共计 $6169 \times 10^4 \text{t}$ 。

1988 年 7 月 2 日，根据《矿产资源法》相关规定，酒泉钢铁公司与肃南裕固族自治县人民政府签订了《关于确定酒泉钢铁公司镜铁山铁矿西沟石灰石矿矿区范围界限协议书》，并报甘肃省人民政府采矿登记机关批准，该协议约定“夹皮沟白云石矿属酒钢公司所有”，且白云石矿区处于酒泉钢铁公司 1988 年 10 月 29 日办理的镜铁山铁矿采矿许可证开采范围内。

白云岩矿山于 1990 年开工建设，1992 年建成投产。矿山自 1992 年 4 月开始由酒泉钢铁公司开采，用露天开采的方式，设计生产能力为 $15 \times 10^4 \text{t/年}$ 。截至 2008 年末，共采出矿石 $98.51 \times 10^4 \text{t}$ ，实际输出 $91.42 \times 10^4 \text{t}$ ，损失矿量 $7.09 \times 10^4 \text{t}$ 。

表 2-2 夹皮沟白云石历年输出表(t)

序号	年度	输出量	序号	年度	输出量	序号	年度	输出量
1	1992	14959	7	1998	71795	13	2004	54868
2	1993	31502	8	1999	52393	14	2005	32700
3	1994	60353	9	2000	46603	15	2006	68056
4	1995	60680	10	2001	52583	16	2007	57768
5	1996	75142	11	2002	55809	17	2008	58000
6	1997	67244	12	2003	53843		合计	914217

1999 年 10 月 19 日，根据《关于印发〈甘肃省采矿许可证换证工作实施方案〉的通知》（甘矿发〔1999〕2 号）要求，经甘肃省国土资源厅审批登记，酒钢集团公司依法取得夹皮沟白云岩矿采矿许可证（证号：6200000140029），生产规模 $15 \times 10^4 \text{t/年}$ ，有效期 2001 年 3 月至 2006 年

12 月。

2007 年 12 月，根据《关于深化探矿权、采矿权有偿取得制度改革有关问题的通知》（财建〔2006〕694 号）中国家全面实行探矿权、采矿权有偿取得制度，对之前采矿权人无偿取得的采矿权按照剩余资源储量评估价值缴纳采矿权价款的有关规定，酒钢集团完成了夹皮沟白云岩矿采矿权评估，评估拟动用资源储量 $450 \times 10^4 \text{t}$ ，评估矿价款 225.13 万元。同年在全额缴纳矿价款的基础上，办理了夹皮沟白云岩矿采矿权延续登记手续，采许可矿证生产规模 $15 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ ，有效期 2007 年 12 月至 2037 年 12 月。

根据 2009 年夹皮沟白云岩矿储量复核报告，根据白云岩历年年报统计数据，1992-2008 年累计动用资源量为 $98.51 \times 10^4 \text{t}$ ，2009 年至 2014 年期间动用资源量为 $133.02 \times 10^4 \text{t}$ ，累计动用资源量 $231.53 \times 10^4 \text{t}$ （表 2-3）。

矿山实际开采时间为 1992 年至 2014 年。2014 年夹皮沟白云岩矿仅于 1-6 月进行生产，之后矿区一直处于停产状态。根据 2014 年白云岩矿储量年报，2014 年开采到 3370m 水平，截至 2014 年 12 月 31 日，年末保有(122b) $2254.8 \times 10^4 \text{t}$ ，(333) $3655 \times 10^4 \text{t}$ ，合计 $5909.8 \times 10^4 \text{t}$ 。累计查明 $6158 \times 10^4 \text{t}$ ，动用白云岩矿 $233.49 \times 10^4 \text{t}$ （根据本次核实采空区，年报数据动用资源量偏大）。

表 2-3 2009 年后夹皮沟白云岩矿石历年输出表（ $\times 10^4 \text{t}$ ）

序号	年度	采出量	损失量	动用量	回采率（%）	累计动用量
1	1992-2008	91.42	7.09	98.51	92.80	98.51
2	2009	7.93	0.75	8.68	91.32	107.19
3	2010	17.53	1.43	18.96	92.45	126.16
4	2011	28.71	2.95	31.66	90.68	157.82
5	2012	31.88	3.2	35.08	90.90	192.90
6	2013	24.73	1.58	26.31	94.00	219.21
7	2014	11.20	1.12	12.32	90.91	231.53

最近一次核实报告为 2025 年 5 月甘肃省地质矿产勘查局第三地质矿产勘查院编制的《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报告》。

采矿权内累计动用资源量 $0 \times 10^4 \text{t}$ 。另采矿权外（3400m标高以上）动用
探明资源量（TM） $233.49 \times 10^4 \text{t}$ 。采矿权外累计查明资源量 $587.41 \times 10^4 \text{t}$ 。

3 矿区地质与矿产资源情况

3.1 矿床地质与矿体特征

3.1.1 区域地质特征

矿区位于甘肃西部祁连山西段北祁连褶皱带（如图 3-1）。大地构造单元属于秦祁昆复合板块之次级构造单元—北祁连加里东造山带西段的桦树沟—斑赛尔山复背斜中，北祁连加里东造山带亦有人称之为北祁连缝合带或北祁连弧盆系。北与阿拉善地块和阿拉善南缘加里东褶皱带相接，南与中祁连隆起带毗邻。工作区经历了各板块多次俯冲、碰撞作用，构造运动强烈，断裂构造，褶皱构造十分发育，本区的沉积作用、岩浆活动以及铁、铜、钨、钼等矿产的产出与分布均受到其控制。

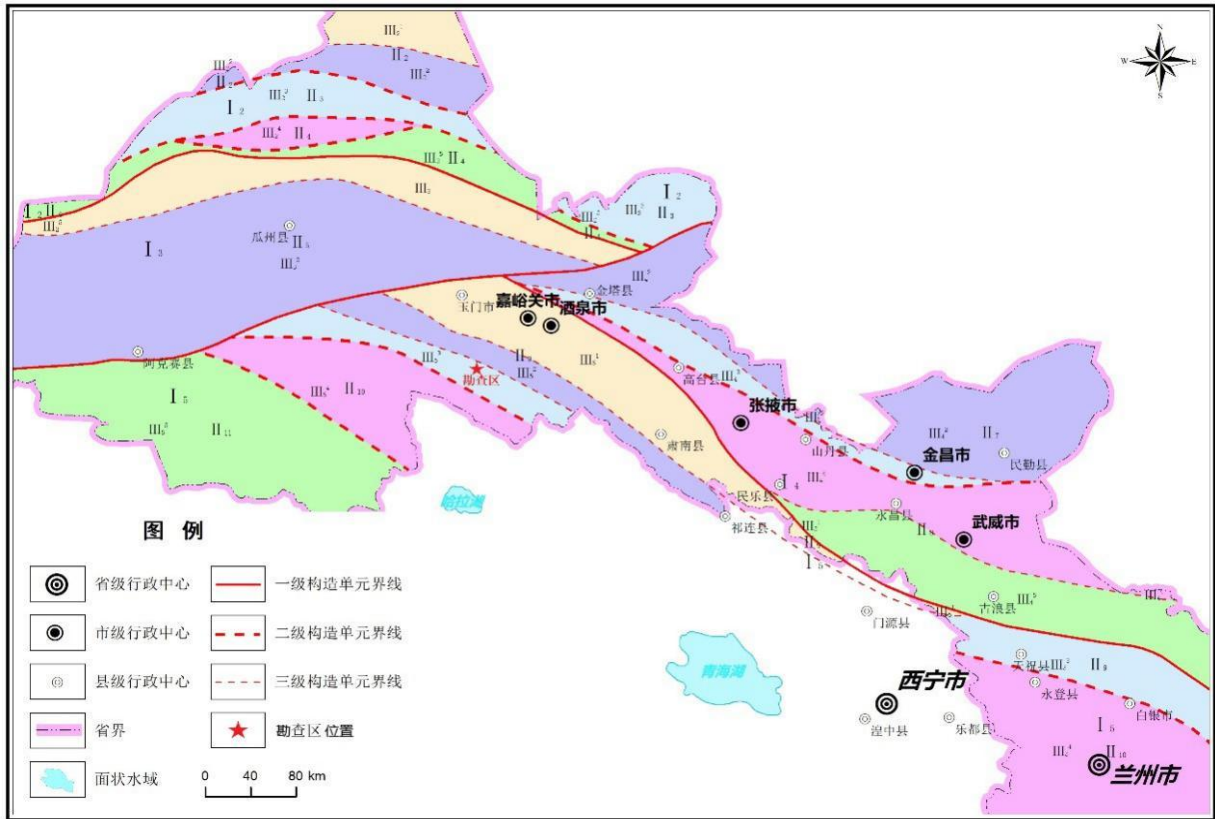


图 3-1 甘肃省大地构造位置图

3.1.1.1 地 层

区域上出露地层主要有中元古界长城系朱龙关群，蓟县系镜铁山群（霍勤知，2009）；中生界的白垩系；新生界的第四系。出露地层由老到新叙述如下：

1. 长城系朱龙关群

熬油沟组（Cha）：

该组以朱龙关河为界，分为南北两带，南带分布于托莱山北麓大牛毛泉子沟—西柳沟—熬油沟一带地区；北带出露于大柳沟道班一带。地层展布呈北西西—南东东走向。总体构成一复式背斜构造；根据岩石组合特征，划为两个段。该组与相邻地层大都为断层接触，部分地区石炭纪、白垩纪地层角度不整合于其上；在区域上熬油沟组与桦树沟组为整合接触；熬油沟组一、二段之间多为断层接触，局部为整合接触。

熬油沟组一段（Cha¹）：下部为灰—深灰色微晶灰岩、泥质灰岩、钙质板岩、粉砂质板岩夹变玄武安山玢岩、安山玄武质泥灰岩、变长石石英砂岩、变石英砂岩；上部为深灰、浅灰、灰绿色粉砂质板岩、变石英砂岩，或二者互为夹层，夹钙泥质板岩、凝灰质板岩、硅质板岩、灰黄色薄层灰岩。未见底，产叠层石及微古植物，数量比较丰富。

熬油沟组二段（Cha²）：为灰绿色、褐色、紫色、深灰色块状变玄武岩、辉石玄武岩、杏仁状变玄武岩、变质安山玄武岩，夹安山玄武质角砾熔岩、含集块火山角砾岩、凝灰岩、凝灰质板岩、变砂岩、粉砂质板岩、硅质板岩和凝灰质砾岩，局部含硅质灰岩。产叠层石及微古植物，未见顶。

桦树沟组（Chhs）：桦树沟组分布于走廊南山南麓和托莱山北麓一带，呈北西—南东走向展布。

桦树沟组岩性主要以灰白—浅灰色细粒变石英砂岩、变长石石英砂岩、

变粉砂岩为主，夹灰-深灰色粉砂质板岩、千枚状板岩、绢云石英千枚岩，及石英岩、褐灰色厚层状结晶灰岩及变质砾岩。底部为灰白色中-厚层硅质结晶灰岩、结晶灰岩、变钙质砂岩。局部尚夹有赤铁矿、磁铁矿层及其透镜体。变石英砂岩中发育槽状、板状交错层理及波痕等沉积构造。总体上该组不论碎屑岩还是碳酸盐岩都以富含硅质为特征，岩性、岩相变化不大，厚度较大，镜铁山一带，厚达 3780 米。

2. 蓟县系镜铁山群

镜铁山群第一岩组 (JxJ^1)：岩石组合为灰-绿灰色变细砂岩、变粉砂岩、变细粒钙质砂岩与灰-灰绿色绿泥绢云千枚岩、钙质板岩、粉砂质板岩、含碳变粉砂岩等组成的复理石韵律，夹含泥结晶灰岩、青灰色硅泥质灰岩、结晶灰岩。板岩、变粉砂岩中夹铁矿层，是著名的“桦树沟式”铁矿的主要赋存层位。

镜铁山群第二岩组 (JxJ^2)：岩石组合为灰-深灰色中厚层微晶灰岩、结晶灰岩、硅质灰岩，块状-厚层状白云质灰岩、白云岩，夹褐黄色砾屑、砂屑灰岩及浅灰色粉砂质千枚状板岩、条带状变泥质粉砂岩、变砂岩。深灰色灰岩含黄铁矿、菱铁矿比较丰富、普遍，风化常呈饼状、结核状的褐铁矿。该组为白云岩矿赋存地层。

3. 青白口纪龚岔群

青白口纪地层分布于小柳沟-大柳沟一带。出露五个山组、喀什哈尔组、窑洞沟组。

五个山组 (Qbw)：西端呈北北西-南南东向，向东呈北北东向-南东东向条带状分布。其北侧超覆不整合于熬油沟组、桦树沟组之上；西端与镜铁山群呈断层接触。

该组岩石组合特征主要为下部为灰-深灰色中-厚层微晶灰岩、硅质条带微晶灰岩，夹角砾状灰岩、粉砂质板岩、泥钙质板岩；上部为灰、灰紫

色白云质结晶灰岩、硅质条带结晶灰岩、泥质灰岩、条纹状含藻泥灰岩、条纹状微晶灰岩，夹紫灰色钙泥质板岩、粉砂质板岩。泥灰岩中产叠层石化石，并含钾矿层。出露厚 932.0m。其为由灰岩或泥质岩→灰岩→碎屑岩组成沉积旋回。垂向上自下而上泥灰岩增多，钙泥质板岩、粉砂质板岩夹层也增多。向北西碳酸盐岩显著减少而碎屑岩增多，局部地段二者为互层产出，且又互为相变；向南东白云质灰岩明显增多，角砾状灰岩减少。

喀什哈尔组 (Qbh)：呈北西—南东向展布。与下伏五个山组为整合接触。受后期构造影响，多与上覆窑洞沟组呈断层接触，局部呈整合接触。

岩石组合特征为浅灰色、灰白色、灰绿色、灰紫色、紫红色等杂色变含砾石英砂岩、变石英砂岩、粉砂质、钙质板岩、含藻泥灰岩、微晶灰岩等韵律互层。泥质板岩中产微古化石。出露厚 531.4 米。垂向上由变含砾砂岩—变细砂岩—粉砂质板岩—钙泥质板岩—泥灰岩—灰岩呈 3 个不完整的韵律性组成，从下向上变砂岩逐渐减少，碎屑物粒度逐渐变细，碳酸盐岩、钙泥质板岩逐渐增多。横向向东南延伸稳定，向北西岩相变化较大，变为紫红、灰紫色板岩、粉砂岩夹砂岩和凝灰岩，或灰绿色、紫红色板岩夹砂质板岩、粉砂岩、砂岩，沿走向在不同地段夹有薄层灰岩或透镜状灰岩。垂向上可见由砂岩—粉砂岩—板岩呈半韵律旋回组成。其形成于浅海—半深海相沉积环境。

窑洞沟组 (Qby)：呈北西—南东向展布。与下伏喀什哈尔组相伴出露，二者多为断层接触，局部为整合接触；与其他相邻地层呈断层接触。

该套地层剖面上为以灰—灰白色为主，夹灰褐色中—厚层状白云质结晶灰岩、含泥质灰岩、硅泥质条纹、条带状结晶灰岩、结晶灰岩为主，夹紫红色角砾状灰岩、粒屑砂屑灰岩、钙质板岩及变灰岩砾岩。泥灰岩中产叠层石化石。出露厚 1174.8 米。垂向上角砾灰岩、变灰岩砾岩夹层的含量减少，泥硅质条纹、条带状结晶灰岩明显增加，显示进积型地层结构特征，

有时可见大量的底冲刷现象；横向上在图幅东南逐渐相变为灰岩、鲕粒灰岩，角砾灰岩逐渐尖灭，向西北显示海水变浅多为角砾灰岩夹鲕粒灰岩、竹叶状灰岩和砂岩。

4. 白垩纪新民堡群

区内白垩纪地层是在挤压-走滑构造体制下形成的一套河湖相碎屑岩沉积建造序列。代表了伸展构造期断、拗陷盆地沉积特征。仅见早白垩世下沟组 (K_1x) 地层沿镜儿泉口子-夹皮沟背子-南口子等相对平坦地区出露。

下沟组 (K_1x)

下沟组下部由砖红色砾岩、含砾砂岩、砂质泥岩、粘土岩呈韵律性互层，夹灰黑、灰绿色泥岩及灰白色泥灰岩和石膏层所组成。

下沟组底部以一套紫红、浅灰色冲洪积砾岩发育为特征，砾岩直接与粉砂岩、粉砂质泥岩及暗色泥岩、泥灰岩上、下叠置或侧向过渡，具泥流体沉积的特征，主要有中粗砾岩、具粗糙平行层理的含砾粗砂岩组成，向上或侧向上过渡为细砂或粉砂岩的水携沉积物。局部地段，底冲刷面上依次为具滑塌构造的含砾粗砂岩、具泄水构造的泥质砾岩及变形层理发育的泥质粉砂岩，泥岩中发育大量的同生角砾。中上部为较深湖暗色泥岩、粉砂岩组成含大量的生物化石及钙质、膏结岩等，生物化石均系原地埋藏的群落类型。

下沟组中部地层以泥岩、粉砂质泥岩、粉砂岩夹中细粒砂岩为主，偶夹砂砾岩条带或透镜，岩石为桔红色、紫红色。砂岩呈层状或延伸较远稳定的透镜、条带状，与泥岩、粉砂质泥岩组成半韵律特点，发育沙纹层理、爬升层理、中小型双向交错层理、水平层理，见有对称波痕、变形构造、冲刷构造及泥裂等。泥岩、粉砂质泥岩呈中、薄层状，发育水平纹层、见有虫迹虫孔及生物化石。

下沟组上部地层由淡棕色砾岩、含砾长石砂岩、粉砂岩和泥质粗砂岩

互层，夹灰绿色砂质泥岩及灰色泥岩所组成。

与上覆第四系为不整合接触。

5. 第四系 (Q)

依据第四纪沉积物质组成、成因类型和层序特点，区域出露第四纪主要为上更新统和全新统。

上更新统 (Qp^{3gl})：分布较广，主要分布在区域西南部，按成因类型主要属冰水相沉积，为冰水-湖积含砾粘土、亚砂土，粉-细砂、砾石层等组成。本区多形成大的冰水扇沉积，沉积物以泥石流、冰川和河流冲洪积为主，具明显的分带性，内扇以漂砾、砾石层组成砾石分选性、磨圆度均较差，多以漂砾、巨砾组成，未胶结，充填物主要为泥砂，向上过渡为杂色含砾亚砂土，现多分布于扇前和沟谷中，部分已盐渍化。冰水扇各扇体大小不一，平面上明显受山前大断裂的控制，局部扇体相互叠置交叉，沿山边形成扇裙，在地貌上构成山前堆积倾斜平原，多构成河谷低阶地的基地。下部于山前地带见有灰黄色泥砾层，黄灰色泥质砂层，产状向盆地中央倾斜，底部含有变形的下伏岩层风化砾石，厚 5—20 米。上部为灰-青灰色砂砾石，砾石层夹粉砂土透镜体及粘土薄层，未胶结，产状水平，厚 100-150m。

在冰碛砾石层上广泛迭覆有较厚的冰水相砂砾石层，可能代表间冰期。砾石的砾径大小不一，一般为 0.15-0.3 厘米，最大可达 0.5-0.6 厘米。砾石圆度为次圆到次棱角状。砾石成分与老山裸露的基岩一致。因此、砾石的物质成分的组成因地制宜，变化较大。主要由灰岩、板岩、砂岩、火山岩、辉长岩、花岗岩、片岩、片麻岩等组成。砂砾石层由砾石 45-65%，砂 30-40%，粘土 5-20% 组成。

全新统 (Qh)：在区域西南-南部有出露，主要为冲洪积层 (Qh^{pal}) 和现代冰川堆积 (Qh^{gl})。

冲洪积层 (Qh^{pal})：由山前地区的砂砾石层组成、包括冰碛块砾。呈洪积扇分布。砾石成分以花岗岩类为主，次有砂岩、灰岩等，呈次圆一次棱角状，砾径一般为 10-20 厘米，大者可达 0.5 米，厚 10-30 米。于朱龙关河、托莱河、疏勒河河床内，冲洪积层由阶地冲积层及河谷冲积层组成。阶地冲积砂砾石层，下部一般为灰黄色，层薄且不稳定，但含砂铂、砂金矿较好也较富。上部为青灰色、层较厚，含砂铂、砂金矿较差，且较贫。砂砾石层总的特征：青灰、灰及灰黄色(富粘土时颜色发黄)砂砾夹粘土，局部为砂砾石层。砾石风化程度较差，砾径一般小于 10 厘米，成份较杂，有砂岩、砾岩、粉砂岩、灰岩、火山岩、辉长岩、超基性岩、花岗岩、大理岩、片岩、片麻岩等。产状水平，结构疏松。厚 20-40 米。河谷冲积砂砾石层，呈青灰色，砾径 1-10 厘米，分选较好，呈次圆及次棱角状，厚 1-3 米。

现代冰川堆积 (Qh^{gl})：主要分布在山地，海拔 4500 米以上的高峰，终年积雪发育现代冰川。冰川主要分布在山岭北坡，南坡较少。冰川的冰舌前端一般露出新老两个冰层，上层比较洁净，气泡多，包含的泥沙杂质少，厚 1-3 米。下层冰污秽较多，夹杂计：多粗细砾石和泥土，含汽泡少，足已经不再运动的死冰，在冰舌末端最厚，向上游粒雪盆地方向变薄或尖灭，厚数米。上层冰是运动着的活冰，从粒雪区向下运动，爬复或逆覆在老的死冰层之上。在冰舌两边的侧碛垅比较发育，高约 5-10 米不等。多数冰川下部无不堆积有厚薄不一的冰碛砾石。从整个冰川讲，从上至下是：下层为淡蓝色的冰川冰，向上逐渐地变成乳白色或米黄色，后者与杂质的多少有关，最上为粒雪覆盖。

3.1.1.2 构造

矿区位于甘肃西部祁连山西段北祁连褶皱带（如图 3-2）。大地构造单元

属于秦祁昆复合板块之次级构造单元—北祁连加里东造山带西段的桦树沟—斑赛尔山复背斜中，北祁连加里东造山带亦有人称之为北祁连缝合带或北祁连弧盆系。北与阿拉善地块和阿拉善南缘加里东褶皱带相接，南与中祁连隆起带毗邻。核实区经历了各板块多次俯冲、碰撞作用，构造运动强烈，断裂构造，褶皱构造十分发育，本区的沉积作用、岩浆活动以及铁、铜、钨、钼等矿产的产出与分布均受到其控制。

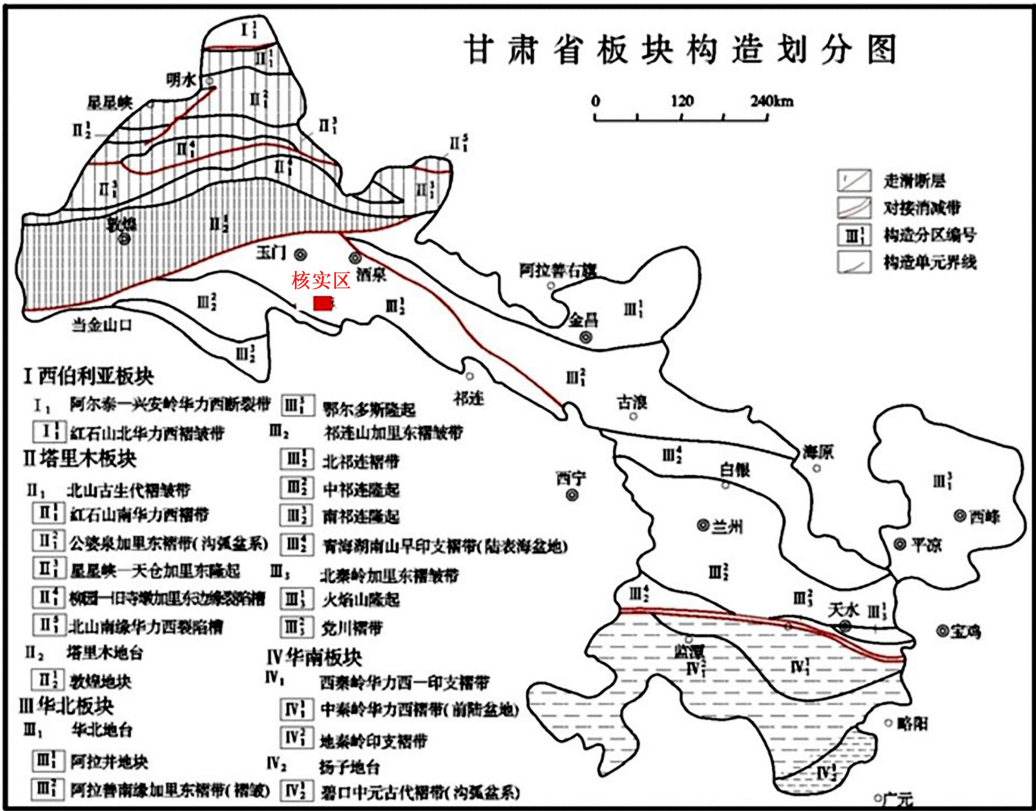


图 3-2 核实区大地构造位置

1. 褶皱

北祁连褶皱带属祁连褶皱系的次级单元，自长城纪开始至志留纪末褶皱返回，又经历了晚古生代和中新生代的构造影响，形成了 NWW 向的褶皱带，与区域构造线方向一致，两翼多被断裂破坏而出露不全。现将与矿区有关的主要褶皱构造为小柳沟背斜。

小柳沟背斜褶皱断续延长 50 公里左右，走向 NW - SE 向，由于被下白垩统陆相碎屑岩不整合覆盖，其构造形迹处于潜伏状态。背斜核部主要由长城系和蓟县系的基性熔岩、灰岩、白云岩、砂板岩夹铁矿层组成。两翼被青白口系板岩、千枚岩、白云质灰岩、粉砂岩夹铁矿层不整合超覆。背斜两翼不对称，SW 翼陡，倾角 $60^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，最大可达 80° ，NE 翼较缓，倾角 $50^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。

2. 断裂

主要断裂构造总体展布与区域构造方向一致，以逆断层为主，常出现在褶皱构造带之间，具有明显的继承性。它们相互平行，聚集成带，倾向不一，倾角 $55^{\circ} - 80^{\circ}$ ，长度一般大于 50km，该方向断裂构造控矿作用明显。按其自然分布，朱龙关河以南为金儿泉—龙孔断裂带，沿走向呈舒缓波状分布，断裂带内充填有超基性、基性岩体和酸性岩脉，局部形成了较有希望的铜矿点；朱龙关河以北为白杨沟—大柳沟断裂带，以扭性为主，使长城系、青白口系出现重复或缺失；班塞尔山南及大柳沟冲断层，属压性—压扭性高角度逆冲断层，沿断裂带见有超基性岩体侵入。北西西向展布的逆断层与北东向次级断裂交汇处，是该区铜矿成矿的导矿和储矿构造，桦树沟铜矿的富集即与该方向断裂有关。

此外，区域上尚有较多后期发育的北东向正断层和南北向的逆断层，规模明显较小，一般长度为 2—5km，多为左行平移式，微具垂向运动，并切割褶皱构造和走向断裂带，多为加里东中、晚期产物。

3.1.1.3 岩浆岩

区域上侵入岩岩性复杂，从超基性岩到酸性岩均有出露。其中基性、超基性岩与洋壳残片、俯冲杂岩一起产出，构成北祁连蛇绿混杂岩带的一部分。

1. 蛇绿混杂岩（OLM）

区域上出露于大柳沟道班，是祁青蛇绿岩的组成部分，呈断块状产出，总体呈北西西向带状断续分布，延伸较稳定。蛇绿岩的组份之间及其与外来地体之间无序混杂，呈现出较杂乱的地质面貌。该混杂岩带中，最常见的岩片有蛇绿岩岩片、碳酸盐岩岩片、复理石岩片。

2. 基性熔岩（ β ）

基性熔岩包括灰绿色块状玄武岩和具枕状构造的拉斑玄武岩等，熔岩以枕状玄武岩最为发育，岩枕一般约 30—50cm。其枕状构造保存完好，无压扁现象。熔岩中常不同程度地含有红色硅质岩条带和燧石结核，镜下观察无任何碎屑物质，显示出它们是海底喷流作用的产物。

3. 侵入岩

侵入岩主要为基性岩，出露较少，分布于托莱南山北坡深大断裂带北，北祁连山褶皱带中，以加里东岩浆活动占主体地位，出露较零散，规模较小，零散分布于小柳沟—班塞尔沟一带，构造关系密切，受构造控制明显，多沿断层走向呈北西向、北西西向展布。

基性侵入岩主要为二道沟辉长岩（ γ ），呈岩株产出，东西长约 3.2km，南北宽约 150—420m，呈条带状，出露面积约 0.95km²。岩性主要为辉长岩，

绿泥石化和绿帘石化为该岩体的主要特征。

4. 火山岩

出露于杨家湾子，岩性主要为块状、枕状变玄武岩，玄武岩多数已细碧岩化，其野外特征，结构、构造和外貌基本同玄武岩，但它的斜长石具有较强的钠长石化，化学成份上以富钠为特点。

5. 脉岩

夹皮沟一带脉岩不发育。

3.1.1.4 变质岩

区域上变质岩分布较广泛，各类岩层（体）均遭受了不同时期、不同成因的变质作用，并形成了相应的变质岩石类型。核实区属于祁连变质地区（Ⅳ）中的中祁连变质地带（Ⅳ2）（张新虎等，2013）。区域上根据变质岩石成因机制的不同，主要有区域变质岩、接触变质岩、动力变质岩等三种主要变质岩石类型。各类变质岩石有较明确的时空分布范围，其中，区域变质岩、动力变质岩是区内分布较广、变质时间较长的变质岩石类型，接触变质岩属局部变质事件产物，分布较为局限。

1. 区域变质岩

区域中新元古界地层均不同程度地受到区域低温动力变质作用，属于低绿片岩相区域变质岩。该变质带属于加里东期区域变质岩。由于华力西中期及晚期的岩浆侵入活动、燕山早期岩浆侵入活动影响，使局部地区叠加了热变质作用。主要由浅变质的各类变质板岩、千枚岩、变砂岩等低绿片岩相岩石组成。该变质地层原岩特征保存较多，可直接恢复原岩。

长城纪朱龙关群地层区内分布较广，分两个组：熬油沟组和桦树沟组。蓟县纪地层为镜铁山群。

青白口纪龚岔群地层基本未变质，局部变质岩层也变质轻微，为极浅变质、弱变形的有序地层，原生面理清楚。主要出露在小柳沟西布果日-祁青北大柳沟祁-大赛尔一带，呈条带状分布，局部呈断夹块，向北西在查干布尔嘎斯附近尖灭。地层自下而上划分为五个山组、哈什哈尔组和窑洞沟三个组。

2. 动力变质岩

动力变质岩是构造应力的产物，其特征取决于原岩性质、所处构造层次、变形机制和应力强度等。区域上构造形迹和构造格局为近东西向或北东东向，各主要构造带变形、变质作用十分发育，其构造域内形成了大量的以机械作用和强应力作用机制为主导的变质岩石类型，即动力变质岩，它们常呈带状或线状分布于各构造带中，动力变质岩的形成遭受晋宁期、加里东期、海西期等多期叠加。根据动力变质岩石的结构、变质矿物特点，将动力变质岩分为两大系列，即碎裂岩系列和糜棱岩系列，核实区以碎裂岩为主。

碎裂岩系列具多种岩性的构造角砾岩、碎裂岩、碎斑岩、粉碎岩等，岩石多发生错碎、角砾化、碎裂化或粉碎，形成角砾结构、碎裂结构、变形结构等。蚀变矿物主要有绿泥石、石英、绢云母、方解石等。碎裂岩主要与浅层次的脆性变形相关。

3.1.2 矿床地质及构造特征

3.1.2.1 地层

1. 地层

根据甘肃省区域成矿及找矿（张新虎，2013 年），矿区出露地层主要为前寒武纪地层，隶属北祁连分区（IV2）之中北祁连小区（IV22）。矿区出露的地层主要为中元古界蓟县系镜铁山群第二岩组（JxJ2）及第四系，通过野外实测剖面及地质路线调查，对矿区地层的岩石组合、层理层面构造、岩组出露界线及其相互接触关系进行了系统的调查，矿区地层填图单位系统表如表 3-1 所示。

表 3-1 地层填图单位系统表

地层 分区	年代地层				岩石地层			代号	岩性描述
	界	系	统	阶	群	组	段		
祁连 分区 之中 北 祁连 小区	新生界	第四系	全新					Q ^{el_d}	残破积，多为砂砾、亚砂土、亚粘土
			更新					Q ^{l_{os}}	黄土，为风成黄土
	中元古界	蓟县系			镜铁山群	第二岩组		JXJ ²	岩性主要为硅质板岩、含铁硅质板岩、粉砂质板岩与泥质板岩互层、白云岩、灰岩等，见有铁矿体和白云岩矿体。

1. 中元古界蓟县系镜铁山群第二岩组（JxJ²）

矿区出露的岩性主要有灰白色白云岩（JxJ²Do1）、变岩屑石英砂岩（JxJ²mss）、微晶灰岩（JxJ²1s）、白云质灰岩（JxJ²1sdl）、含铁硅质板岩（JxJ²Fesis1）、粉砂质板岩和粉砂泥质板岩互层（JxJ²slts1+ass1）、硅质板岩（JxJ²sis1）、粉砂质板岩（JxJ²slts1）、含铁粉砂质板岩（JxJ²Feslts1）。实测剖面（见图 3-3）：

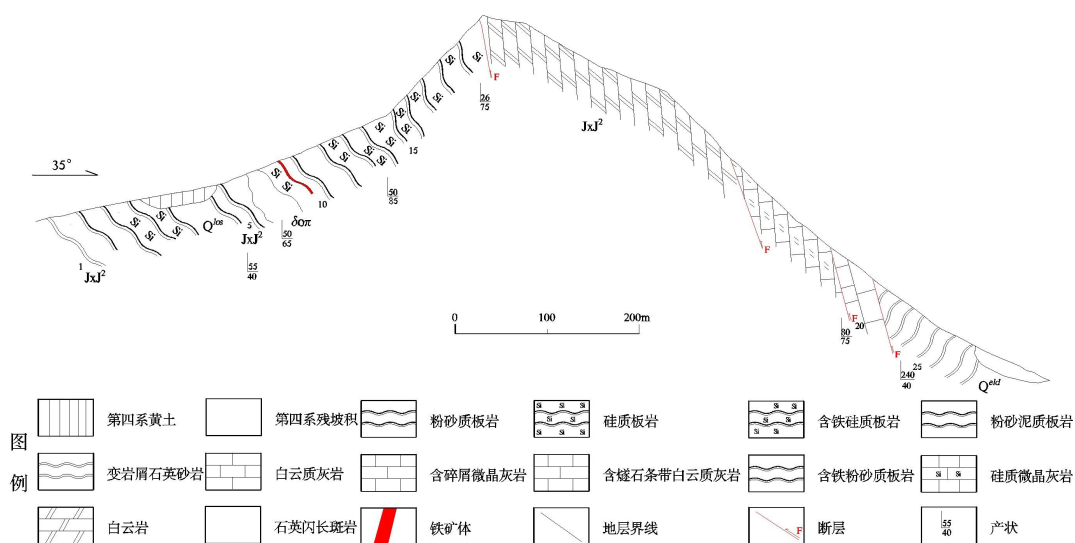


图 3-3 甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿区蓟县纪镜铁山群第二岩组地层实测剖面（PM01）

将矿区出露的地层岩性段描述如下：

（1）变岩屑石英砂岩

该岩石在矿区北部和南部分均有出露，出露面积约 0.13km²，层厚 20m-120m 左右，呈东西方向展布。其在矿区南部分与上下地层均为整合接触，在北部分与下覆地层为断层接触。其碎屑物主要由屑、石英、长石组成，粒径约 0.1-0.2mm，填隙物主要为泥硅质，粒度较细。岩石整体坚硬较破碎，沿裂隙面见褐铁矿化、赤铁矿化现象。

（2）微晶灰岩

该层主要出露在北部，出露面积约 0.08km²，层厚约 40m-150m 左右，呈西北-东南方向展布。其与上下底层均为断层接触关系。矿区出露微晶灰岩有含碎屑微晶灰岩、含燧石条带微晶灰岩和微晶灰岩。该层中间夹泥灰岩、硅质岩的夹层。

该岩石由碳酸盐矿物、泥质和金属矿物等组成，岩石较强硅化，穿插 0.03-1.0mm 的石英脉和碳酸盐脉，不同程度铁染，岩石显红褐色团块状或

纹层（图 3-4）。

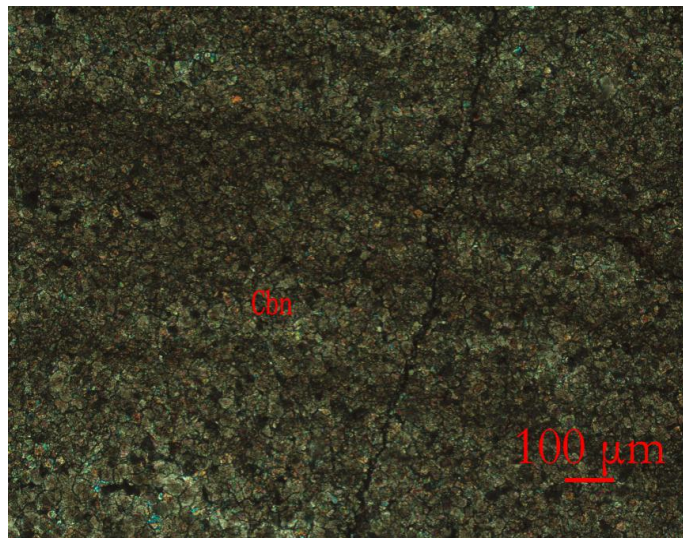


图 3-4 岩石主要由碳酸盐矿物（Cbn）组成，具颜色深浅和粒径差异纹层

白云石和方解石的晶体形态为近等轴粒状和它形粒状，晶体的粒径主要在 0.01-0.03 mm 间，少数为隐晶状泥晶，极个别达 0.1mm，晶体内和晶体粒间含泥质混入物，晶面较脏。大小不等的方解石和白云石分布不均匀，部分铁染，具颜色深浅和粒径差异的纹层，彼此紧密镶嵌，长轴略具定向性。

硅化玉髓和石英的交代具有选择性，多为弥散状团块，局部强烈玉髓化，具成分差异的纹层。

（3）白云质灰岩

该层主要出露在灰岩和白云质之间出露于矿区中北部分，出露面积约 0.02km²，呈西西北-东东南方向展布，其与上下地层均为断层接触关系，出露厚度约 34m-56m 左右。

岩石由简单的碳酸盐岩矿物白云石和方解石和微量金属矿物组成，岩石与盐酸轻微反应并缓慢起泡，但岩石相对致密。

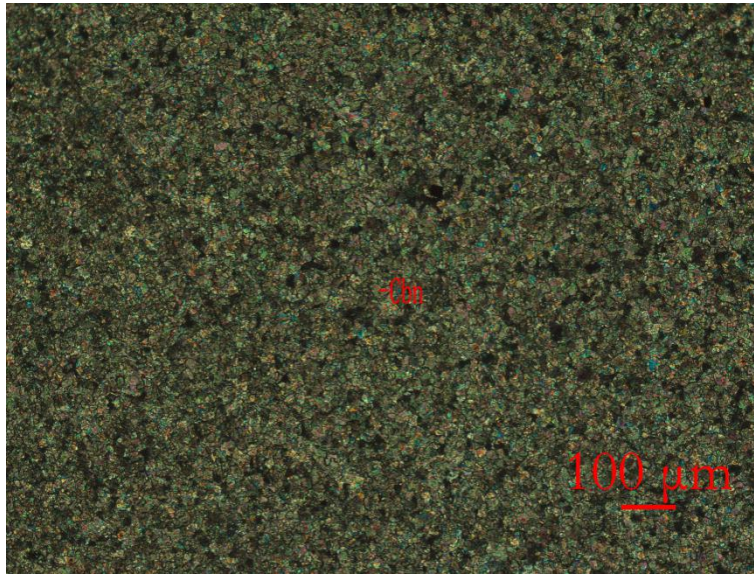


图 3-5 大小混杂的碳酸盐矿物 (Cbn) 彼此紧密镶嵌，长轴无定向性

白云石和方解石主要分布在 0.005-0.03mm 的微晶范畴，少数为小于 0.005mm 的泥晶，形态为不规则的它形粒状和近等轴粒状，一般晶体越粗大形态相对越规则，晶体内和晶体粒间含质点状泥质，岩石色相对较深。金属矿物自形-它形粒状，粒径在 0.02-0.04mm 间，星点状分散分布。

大小混杂的碳酸盐矿物晶体彼此紧密镶嵌，长轴无定向性，热液裂隙可见，由铁质充填。

(4) 白云岩

该层主要出露于矿区中部，出露面积 0.23km²，呈北西-南东方向展布，其与顶板燧石条带白云质灰岩和底板硅质板岩均呈断层接触关系，地表出露宽层厚 160m-350m。

该岩石由简单的碳酸盐岩矿物白云石和方解石及微量金属矿物组成，以白云石为主，但岩石相对致密。白云石和方解石主要分布在 0.001-0.15mm 的不等粒范畴，极个别达 0.2mm，形态以不规则的它形粒状和近等轴粒状为主，个别菱面体，一般晶体越粗大形态相对越规则，具不均匀消光。金属

矿物自形-它形粒状，粒径在 0.03-0.1mm 间，星点状分散分布。大小混杂的碳酸盐矿物晶体彼此紧密镶嵌，长轴无定向性，不均匀分布，具粒径差异的团块（图 3-6）。

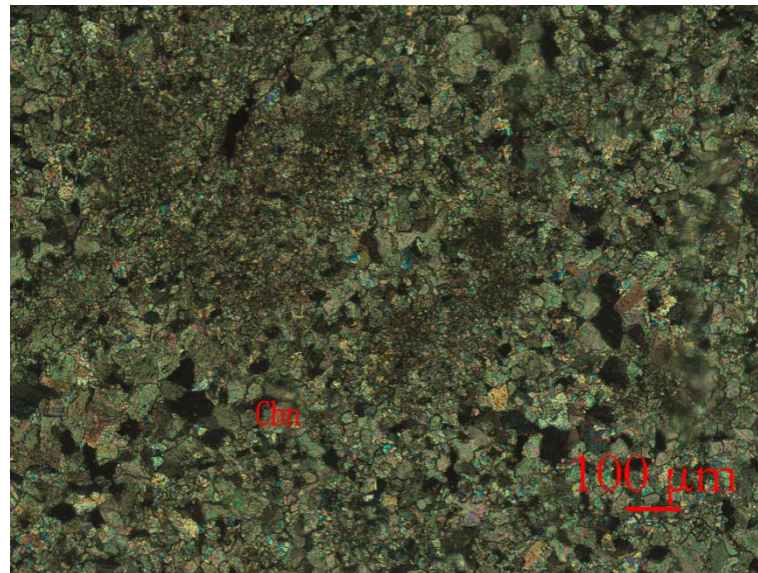


图 3-6 岩石由碳酸盐矿物（Cbn）组成，具粒径差异的团块。（正交）

依据滴酸反应看，该岩石中的方解石晶体含量在 13%左右，矿物不均性以致手标本遇盐酸反应略有不同，整体反应较慢，局部遇酸迅速起泡。

（5）含铁硅质板岩

该层在矿区北部分和南部分，均有出露，出露面积约 0.11Km²，铁矿体就赋存在该层中；北部分含铁硅质板岩仅发生磁铁矿化，南部分含铁硅质板岩出露上下三层，下层仅含铁，未达到矿化，上层间层为赤铁矿层富存层位。含铁硅质板岩与上下地层均为整合接触，层厚约 45m-90m 左右。

南部赤铁矿褐红色，小刀刻画硬度较高，陆源碎屑物、隐晶状集合体和显微隐晶状集合体为该岩石的组成物，断续状宽 0.01-0.2mm 的石英脉和石英方解石脉穿插，标本明显具板劈理。

陆源碎屑物成分仅包括石英，形态为次棱角状和棱角状，粒径在

0.02-0.04mm 粉砂范畴，石英晶面亮净，但普遍消光不均匀，杂乱分布。

隐晶状集合体红褐色，镜下无光性，依据岩石的颜色、硬度和无光性等特征推测隐晶状集合体主要成分为泥硅质，含少量铁质，均匀分布。

隐晶质和显微隐晶质分布不均匀，具有颜色和成分差异的大小团块，（图 3-7）隐晶质集合体的镜下基本无光性，依据颜色和硬度等特征推测应以泥硅质为主，含少量铁质和碎屑物。显微隐晶状集合体以具微弱光性的颜色较浅团块分布，应有新生矿物，但受铁质在内的隐晶质组分的遮掩不易识别晶体轮廓。

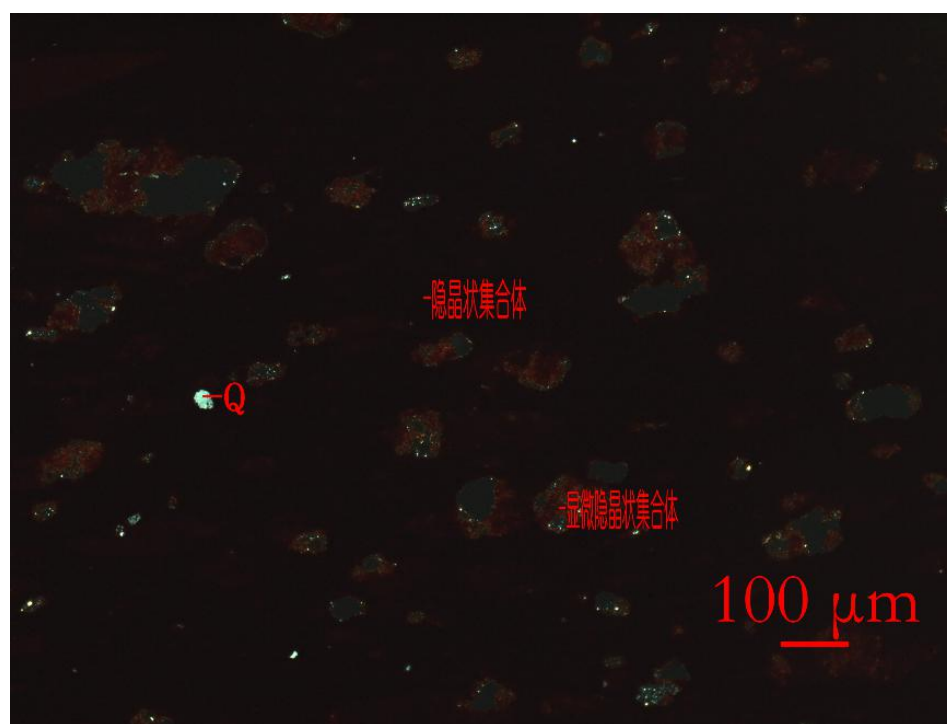


图 3-7：岩石组分以隐晶状集合体和显微隐晶状集合体为主，含少量碎屑物石英（Q），显微隐晶状以具微弱光性的团块分布。（正交）

（6）硅质板岩

该层主要出露在矿区南部分，出露面积约 0.01km²，呈西北-东南方向展布，其相对含铁硅质板岩比重明显偏低，与上下地层均为整合接触，层

厚约 40m-50m 左右。

该岩石与含铁硅质板岩主要区别为比重、硬度明显降低，颜色多为灰黑色。该岩石的组成矿物包括玉髓、含铁碳酸盐和泥质混入物等，岩石较致密。

玉髓基本以显微微晶状集合体为主，粒径小于 0.03mm，部分为隐晶状集合体（图 3-8），大部分玉髓集合体内放射状消光。由于泥质混入物含量较高，岩石总体的透光性较差。含铁碳酸盐以它形粒状和菱面体零星分布，粒径在 0.02-0.06mm。0.03-1.0mm 宽的含铁碳酸盐脉和石英脉发育，纵横交错穿插分布。

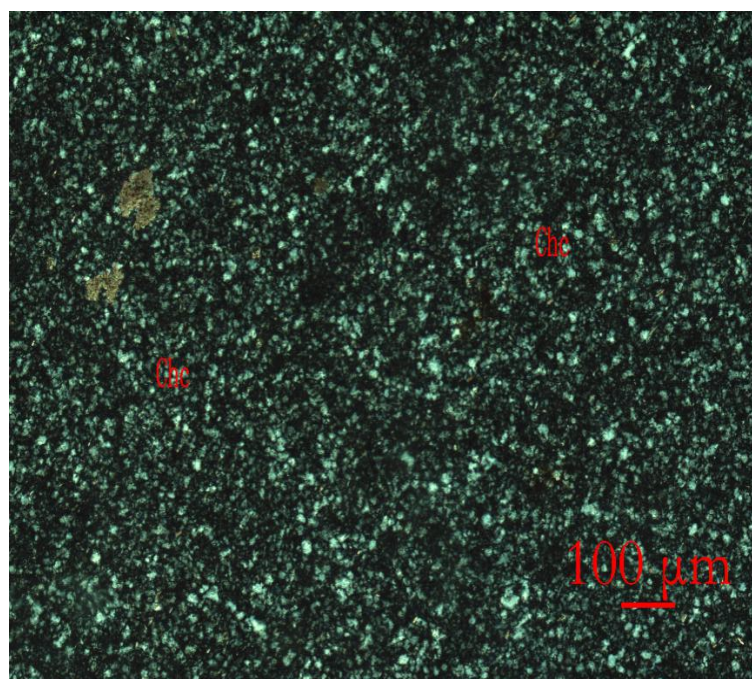


图 3-8 显微隐晶状结构，近块状构造。岩石主要由玉髓（Chc）组成，玉髓以显微微晶状集合体为主，部分为隐晶状集合体。（正交）

（7）粉砂质板岩和粉砂泥质板岩互层

该层主要出露于矿区南部分，出露面积较小，呈西北-东南方向展布，其与上下地层为整合接触关系，层厚约 10m 左右。

岩石以粉砂泥质板岩为主，夹有粉砂质板岩，现仅对主体岩性作详细描述：岩石组分以隐晶状集合体为主，少量变余碎屑物和新生矿物绢云母、金属矿物。变余碎屑物由石英组成，次棱角状和棱角状，粒径主要在0.02-0.03mm间，晶面亮净，普遍消光不均匀。隐晶状集合体无光性，岩石的硬度较大，推测应为泥硅质。

新生矿物鳞片状绢云母长轴小于0.03mm，为致密状集合体，晶体细小，多彼此难以区分。金属矿物粒状，粒径在0.02-0.1mm间，部分具氧化环边，分散分布。新生矿物绢云母的长轴显定向性，构成不完全板理。石英脉和泥铁质脉发育，脉宽0.2-5.0mm，脉体相互切割（图3-9），具有多期性。

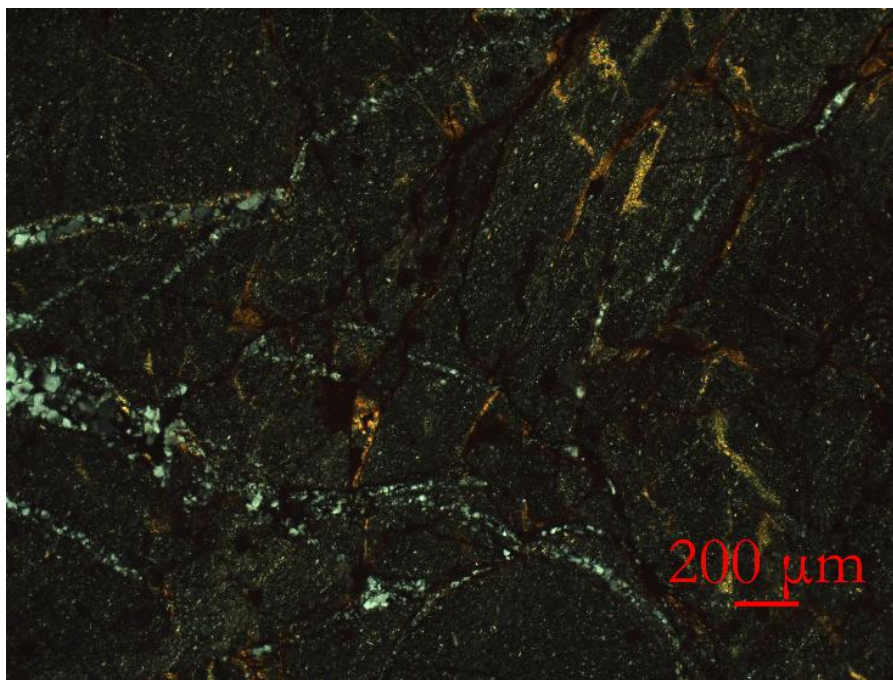


图 3-9：石英脉和泥铁质脉发育，脉体相互切割。（正交）

（8）粉砂质板岩

该层主要出露于矿区南部分，出露面积约0.01km²，呈东西方向展布，与上下层为整合接触关系，其层厚约80m左右。

受轻微变质改造，岩石由变余碎屑物、新生矿物和变余隐晶状集合体等组成，岩石具板劈理。标本的色深、硬度略高，同时能污手，余隐晶质应包括碳质和泥硅质等，隐晶质不均匀分布且各自富集成纹层分布，岩石整体的透光性差。

变余碎屑物包括石英、斜长石和白云母，长轴以 0.02-0.06mm 为主，极个别达 0.15mm，碎屑形态多棱角状和次棱角状，石英晶面亮净，消光不均匀；斜长石较强粘土化；白云母多撕裂成长条状。变余碎屑物长轴略定向。

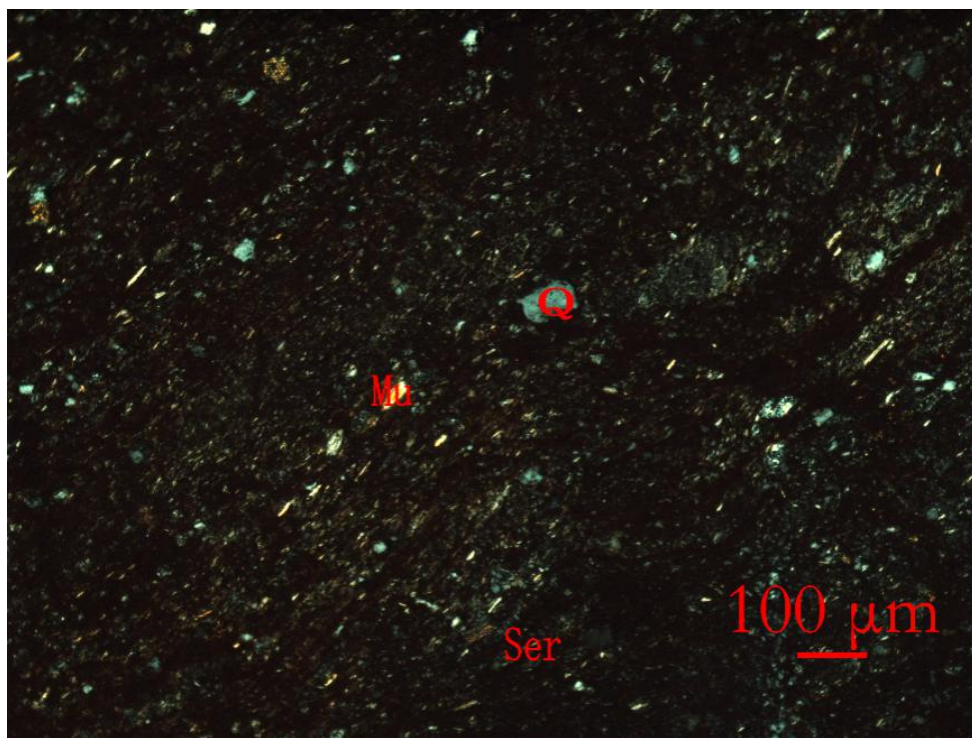


图 3-10：变余碎屑物包括石英（Q）、斜长石和白云母（Mu）等。略显光性的绢云母（Ser）集合体定向分布，具不完全板理。（正交）

受隐晶质集合体的遮掩，可识别的新生矿物为仅显光性的绢云母，绢云母集合体状定向构成不完全板理（图 3-10），变余碎屑物的长轴平行板理面。断续状石英脉和黄钾铁矾脉穿插，脉宽 0.1-2.0mm。

（9）含铁粉砂质板岩

该层出露与矿区西南部分，出露面积较小，约 0.003km²，呈东西方向展布，部分被第四系黄土覆盖，其与上下地层均为整合接触关系，出露层厚约 57m 左右。

手标本红褐色，小刀刻画硬度高，岩石的组成物包括陆源碎屑物和隐晶状集合体，岩石致密坚硬。

陆源碎屑物成分仅由单一的石英组成，碎屑的形态复杂，尖棱角状、次棱角状和棱角状为主要形态，粒径介于 0.02-0.06mm 粉砂范畴，石英晶面亮净，普遍具波状消光，碎屑物不均匀分布，长轴无定向性。

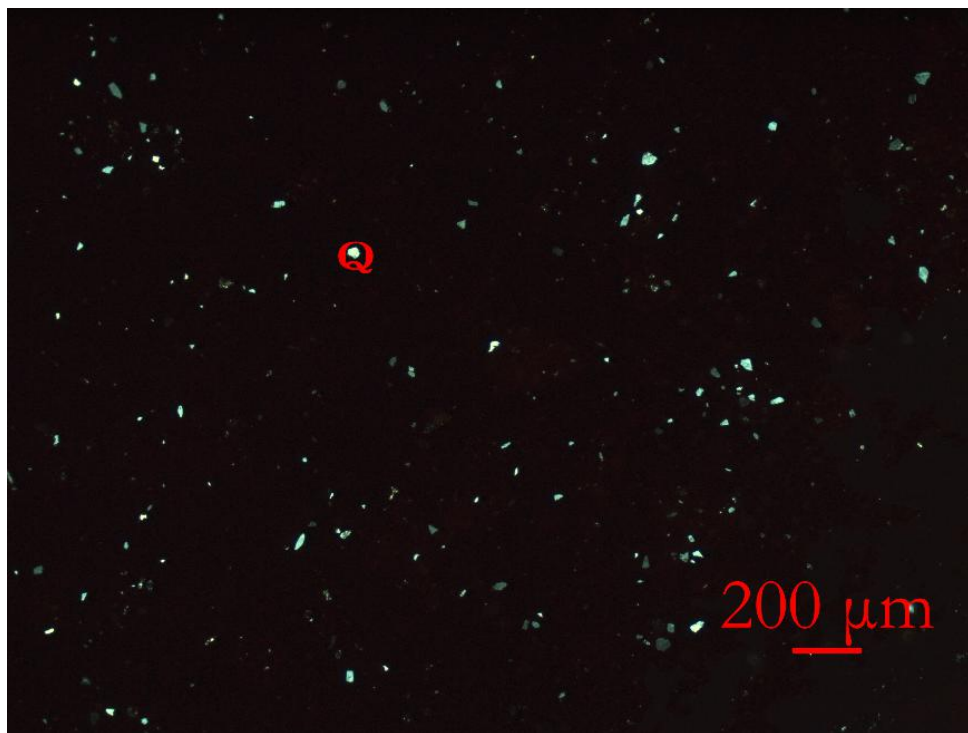


图 3-11：岩石组分以隐晶状集合体为主，含少量碎屑物石英（Q），隐晶状集合体无光性；碎屑物不均匀分布。（正交）

隐晶状集合体红褐色，镜下无光性（图 3-11），依据手标本的颜色、硬度和镜下无光性等特征推测隐晶状集合体主要成分为硅质，含少量铁泥质，隐晶状集合体基本均匀分布。

2. 第四系

矿区内第四系分布面积较小，按成因和时代划分了 2 个填图单元，北坡主要为残坡积层，出露面积约 0.01km^2 ，南部主要为黄土覆盖层，面积约 0.03km^2 ，层厚 1-5m 不等。

(1) 全新统残坡积层 (Qh^{eld})：主要分布在矿区北侧，主要亚砂土、亚黏土、砾石及少量的黄土组成，砾石岩性较为复杂，主要为灰岩、白云岩、硅质板岩、粉砂质板岩、变砂岩等。

(2) 全新统黄土层 (Qh^{los})：主要分布于矿区南侧，呈土黄色，颗粒均匀，主要成份为亚砂土、亚粘土等，厚 1—5m，黄土层中间见有较大的白云岩砾石碎块。

3.1.2.2 构造

矿区断裂构造发育，褶皱构造不发育，区内构造线多呈北西南东西向延伸，近东西向、北东东向断裂构造极为发育，褶皱构造主要在镜铁山群内延伸，主要为同向复式褶皱。矿区各地层展布形态主要受断裂构造控制，受北东南西向、北东东向断裂构造影响，矿区各地层单位均呈北东南西向展布（表 3-2）。

1. 断裂

核实区内断裂构造发育，主要发育北西-南东向和北东向两组断裂构造，其中，近北西-南东向断裂性质以逆断层为主，北东向断裂构造以走滑断层为主。北东向、近东西向断裂构造对核实区含矿层位造成破坏，白云岩矿完全受断层控制，主要断裂特征如下：

表 3-2

矿区断层特征一览表

编号	产状 (°)			长度 (km)	性质	分割地质体
	走向	倾向	倾角			
F1	北西-南东	15-45	45-55	0.95	逆断层	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)
F2	北西-南东	20-60	65-80	1.01	逆断层	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)
F3	北西-南东	20-60	65-75	1.03	逆断层	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)
F4	北西-南东	10-65	65-80	0.76	逆断层	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)
F5	北东-南西			0.34	走滑断层	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)
F6	北东-南西			0.14	性质不明	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)

F₁: 该断层位于核实区北侧, 为一逆断层, 走向为北西-南东向, 西侧为 F₅ 走向断层错断, 东侧延伸出矿权, 断层倾向为 15° ~45°, 倾角 45° ~55°。界线南侧为白云质灰岩、含燧石条带白云岩, 产状北倾, 界线北侧为变砂岩, 产状南倾。

F₂: 为一逆断层, 走向为北西-南东向, 西侧为 F₅ 走向断层错断, 东侧延伸出矿权, 断层倾向为 20° ~60°, 倾角 65° ~80°。

F₃: 为一逆断层, 走向为北西-南东向, 西侧为 F₅ 走向断层错断, 东侧延伸出矿权, 断层倾向为 20° ~60°, 倾角 65° ~75°。为白云岩矿与顶板的接触界线, 遥感影像呈线状, 界线南侧地形高, 北侧较缓, 见有明显的断层崖、断层角砾岩, 断层面有擦痕及阶步。

F₄: 为一逆断层, 走向为北西-南东向, 西侧为 F₅ 走向断层错断, 东侧延伸出矿权, 断层倾向为 10° ~60°, 倾角 65° ~80°。为白云岩矿与低板的接触界线, 遥感影像呈线状, 色调发生明显变化。界线南侧底板主要为含铁硅泥质板岩、含碳粉砂质板岩, 界线处见有大量的断层泥, 界线弯曲。

F₅: 断层位于核实区西侧, 为一走滑断层, 走向为北东向, 该断层将白云岩矿体西侧错断, 界线处地形明显变化, 东侧地形陡, 西侧地形缓, 地

层有错动现象。

F₆: 断层位于核实区东侧外，为一推测走滑断层，断层延伸大于 140m，走向为北东向，该断层将白云岩矿体东侧错断，界线处地形明显变化，东侧地形陡，西侧地形缓，地层有错动现象。

2 褶皱

矿区褶皱构造不发育，未见明显的褶皱，仅在硅质板岩局部见有小规模褶皱。

3.1.2.3 岩浆岩

核实区侵入岩不发育，仅在核实区南侧见有少量的石英闪长斑岩脉，脉体走向为 NW 向，脉体宽几米至十几米，为后期形成，与围岩呈侵入接触关系。

石英闪长斑岩：该岩石由粒径截然的斑晶和基质组成，受到轻微脆性应力、较强次生蚀变和交代改造，岩石较致密。斑晶由斜长石、黑云母和石英组成，粒径以 0.2-2.0mm 为主。斜长石宽板状和短柱状，具聚片双晶，双晶纹较宽，较强绢云母和含铁碳酸盐化，晶面浑浊状，微裂隙发育由铁质充填；石英受熔蚀棱边多圆化，熔蚀港湾发育，具波状消光，偶具裂纹；黑云母完全被白云母和含铁方解石代替，仅保留形态假象。斑晶矿物在岩石中不均匀分布，局部形成聚斑。基质包括斜长石、石英、黑云母、金属矿物和磷灰石等，矿物的粒径在 0.02-0.15mm 间，石英它形粒状，晶面亮净；斜长石以它形粒状为主，部分略显板条状轮廓，斜长石的特征同斑晶斜长石；黑云母鳞片性质同斑晶黑云母。

3.1.2.4 变质作用和围岩蚀变

矿区变质岩主要有区域变质岩和动力变质岩两种变质岩石类型，其中区域变质岩在矿区内广泛分布，动力变质岩主要分布于断裂构造带中。

1. 区域变质岩

矿区地层不同程度地受到区域低温动力变质作用，属于低绿片岩相区域变质岩。变质岩石类型主要为板岩、变砂岩等，变质程度很低，原岩特征保存较多，可直接恢复原岩。

2. 动力变质岩

矿区内发育的动力变质岩主要为与浅层次脆性变形相关的碎裂岩类，沿断裂构造分布，主要岩性为构造角砾岩、碎裂岩等（图 3-12），岩石多发生错碎、角砾化、碎裂化，形成角砾结构、碎裂结构等，蚀变矿物主要有绿泥石、石英、绢云母、方解石等。



图 3-12 断层角砾岩

3. 矿化蚀变

矿区蚀变类型见硅化、碳酸盐化、赤铁矿化、褐铁矿化、绢云母化、高岭土化。

白云岩矿顶部见有燧石条带发育，岩石可见硅化，碳酸盐化现象。硅

化：多出现于灰岩或白云岩中，铁板岩或铁矿体中局部也可见较强硅化现象，为区内较为普遍的蚀变现象，以细脉状或面状产出。

碳酸盐化：分布较广，呈细脉状、网脉状充填于各类岩石的裂隙及断层、破碎带内，常与绿泥石化相伴生，特征矿物为方解石，在碳酸盐岩附近的围岩中尤为发育。

铁矿体主要赋存于褐铁矿化泥硅质板岩、含铁泥硅钙质板岩中，见有硅化、赤铁矿化、褐铁矿化。主要蚀变类型特征如下：

褐铁矿化：分布较为广泛，主要沿岩石裂隙面或矿体表面发育，常形成褐红色矿化薄膜或铁帽，为该区最为重要和直接的找矿标志。

高岭土化：主要发育在石英闪长岩与花岗斑岩等中酸性岩脉中，岩石中的长石蚀变为白色高岭土矿物，在地表中均可见到。

铁矿床成因类型为沉积变质型铁矿床，成矿主要受变质原岩中铁元素含量和区域变质作用的控制，围岩蚀变与成矿关系不明显，但可作为找矿的重要标志。矿区铁矿化主要集中于铁质板岩中，范围与矿体出露范围相同或略大于矿体出露范围，总体上铁矿化与矿体形影不离。

3.1.3 矿体特征

1. 白云岩矿体特征：

白云岩矿主要赋存在中元古界镜铁山群第二岩组（JxJ²Do1），分布于5～13 勘查线，为一厚大层状-块状矿体，白云岩体呈单斜构造，矿体走向130°～140°，倾向40°～50°，倾角65°～80°，东西延长1040m，矿区内出露长度约970m，平均真厚度171.47m。矿体厚度由西向东逐渐变薄，呈楔形，与围岩均为断层接触关系。

矿体厚度由西向东逐渐变薄，矿体西侧为断层 F_5 切割，东侧延伸出矿权后亦被断层 F_6 切割；该矿体在西侧 5 线和 13 线厚度较稳定，厚度 160m~380m，该矿体地表的出露形态近似于楔形；深部经 4 个钻孔验证，白云岩向下延伸在 300 米以下，即 3100m 以下仍有白云岩矿体分布。白云岩矿 MgO 平均含量 21.22%， CaO 平均含量 30.96%， SiO_2 平均含量 0.54%， K_2O 平均含量 0.03%， Na_2O 平均含量 0.04%， $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3+Mn_3O_4$ 平均含量为 1.08%。

2. 铁矿体特征

通过 1:2000 地质正测及少量探槽工程揭露，根据夹皮沟矿区内铁矿的分布范围及矿化特征，在矿区内共圈定出 5 条铁矿体，分别位于白云岩矿体的北侧和南侧，岩性为含铁硅质板岩，北侧矿体为低品位磁铁矿，编号为 FeI-1、FeI-2。南侧矿体为赤铁矿，其中 FeII-1、FeII-2 达到工业品位，FeII-3 为低品位矿体。

3.1.4 矿石质量

3.1.4.1 矿物组成与结构构造

1. 白云岩

该矿山白云岩矿赋矿岩性为白云岩，层位稳定，矿石矿物为白云岩约占 95%，有少量的方解石及微量金属矿物。岩石具细晶-粉晶结构、碎裂结构，纹层状构造、层状-块状构造。白云岩矿主要为原地沉积的白云岩经轻微变质大理岩化白云岩。其矿石自然类型按照成因划分为原生白云岩矿。综上所述，按照白云岩矿石结构为细晶-粉晶白云岩矿石，矿石自然类型按照成因划分为原生白云岩矿。

矿石结构：主要有细一中粒变晶结构、粒状变晶结构、中细粒他形结晶结构、微细粒他形结晶结构、碎裂结构，白云岩中白云石晶体颗粒粒径大都小于 1mm，主要集中在 0.03-0.40mm 之间，个别颗粒粒径在 1.0-3.0mm 左右。白云石呈粗细不等的粒状构成晶粒状结构（图 3-15）。

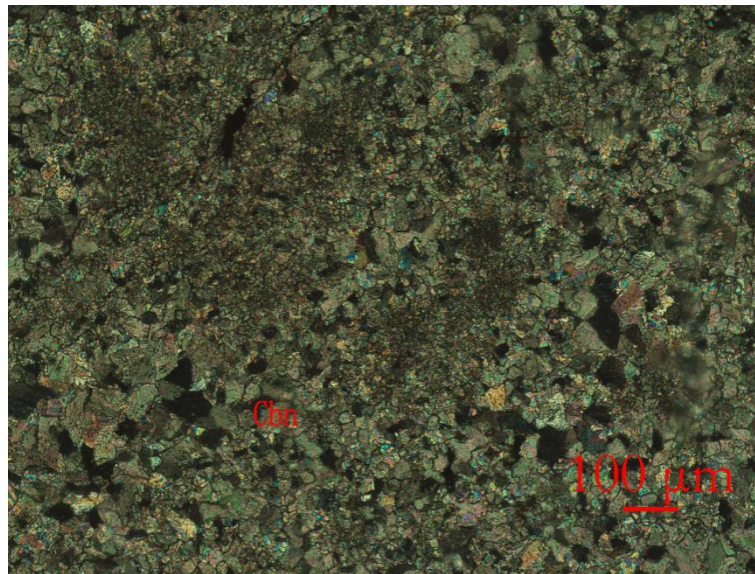


图 3-15：岩石由碳酸盐矿物（Cbn）组成，具粒径差异的团块。（正交）

矿石构造：该矿山白云岩为厚大矿体，以块状构造为主，此外局部见有中厚层状构造，条带状构造。

（1）块状构造：白云岩矿石层厚大于 1m，岩石成分稳定，无明显变化，局部可见沉积纹层。



照片 3-1 白云岩块状构造



照片 3-2 白云岩条带状构造

2. 铁矿

矿区内铁矿含矿岩性为铁质板岩，矿石类型主要为混合矿石，北侧 FeI 为密薄层赤铁矿磁铁矿矿石，南侧 Fe II 为致密薄层赤铁矿矿石，含菱铁矿、磁铁矿。

该矿山铁矿矿石最常见的结构主要有：微粒-细粒结构、隐晶质结构。其中隐晶质结构为矿区矿石主要结构。

铁矿主要构造有：层理-层状构造、条带状构造等。

3.1.4.2 矿石矿物成分

1. 白云岩矿物成分

白云岩矿物组成主要为白云石，约占 95%，有少量的方解石及微量金属矿物。白云石和方解石主要分布在 0.001-0.15mm 的不等粒范畴，极个别达 0.2mm，形态以不规则的它形粒状和近等轴粒状为主，个别菱面体，一般晶体越粗大形态相对越规则，具不均匀消光。金属矿物自形-它形粒状，粒径在 0.03-0.1mm 间，星点状分散分布。大小混杂的碳酸盐矿物晶体彼此紧密镶嵌，长轴无定向性，不均匀分布，具粒径差异的团块。

2. 铁矿矿物成分

贫磁铁矿 FeI 主要金属矿物为磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿及少量的黄铁矿、黄铜矿、脉石为黑云母、石英、绿泥石和泥质物。磁铁矿的嵌布极细~粒径一般为 0.012~0.015 毫米，最小为 0.0012~0.002 毫米左右，含量约 10~15%。

Fe II 系贫赤铁矿，主要金属矿物为赤铁矿、褐铁矿、含铁硅质物(碧玉岩)及少量的黄铁矿。脉石矿物为石英、碧玉及少量绿泥石和泥质，其中含铁硅质物(碧玉岩)含量竟达 60~80%之间。

3.1.4.2 化学成分

1. 白云岩化学成分

依据核实报告，矿区岩性主要为白云岩，白云岩矿 MgO 平均含量 21.22%，CaO 平均含量 30.96%，SiO₂ 平均含量 0.54%，K₂O 平均含量 0.03%，Na₂O 平均含量 0.04%，SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃+Mn₃O₄ 平均含量 1.08%。

白云岩矿石有用组分为 MgO、CaO。

白云岩矿石有害组分主要为 SiO₂、K₂O、Na₂O 等，结合白云岩矿岩石化学全分析、基本分析结果、组合样分析结果，SiO₂ 平均含量 0.54%，K₂O 平均含量 0.03%，Na₂O 平均含量 0.04%，限制组分未超标。

2. 铁矿化学成分

铁矿主要成分为：TFe 平均含量 33.58%、mFe 含量 0.46%、SiO₂ 含量 39.73%、P₂O₅ 含量 0.393%、S 含量 0.039%。根据半定量分析结果，另含有 Co 含量 0.002%、Cr 含量 0.01%、Cu 含量 0.002%、Mn 含量 0.1%、Ni 含量

0.002%、Pb 含量 0.001%、Sc 含量 0.001%、Ti 含量 0.3%、V 含量 0.01%、Y 含量 0.003%、Zr 含量 0.01%。

铁矿 FeI 有用组分为 Fe_3O_4 、Fe II 有用组分为 Fe_2O_3 。

铁矿石中主要有害组分为 S、 P_2O_5 ，铁矿基本分析结果、组合样分析结果显示， P_2O_5 平均含量为 0.13%，S 平均含量为 0.11%，含量小于铁矿石中伴生组分综合评价 S 含量 2-4%， P_2O_5 含量 1-2%。

3.1.4.3 矿石类型及品级

1. 白云岩矿石品级

白云岩矿工业用途广泛，根据矿区内白云岩矿石化学成分特征，对照行业标准《矿产地质勘查规范 菱镁矿、白云岩》（DZ/T 0348—2020）。

熔剂用白云岩矿矿石质量要求：

工业品位： $\text{MgO} \geq 16\%$ ； $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{SiO}_2 \leq 10\%$ ； $\text{SiO}_2 \leq 4.0\%$ ； $\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} \leq 0.30$ ； $\text{S} \leq 0.15$ ； $\text{P} \leq 0.03$ ；

边界品位： $\text{MgO} \geq 15\%$ ； $\text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_3\text{O}_4 + \text{SiO}_2 \leq 10\%$ ； $\text{SiO}_2 \leq 4\%$ ；

白云岩矿 MgO 平均含量 21.22%， CaO 平均含量 30.96%， SiO_2 平均含量 0.54%， K_2O 平均含量 0.03%， Na_2O 平均含量 0.04%， $\text{SiO}_2 + \text{Al}_2\text{O}_3 + \text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{Mn}_3\text{O}_4$ 平均含量 1.08%。

该矿山白云岩矿石质量符合冶金工业熔剂用、冶镁用、耐火材料用及水泥用白云岩化学成分要求。

2. 铁矿品级

从前述统计分析可知，甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿

铁矿床 FeI 矿体 TFe 含量为 25.1-33.7%，平均含量 28.42%，mFe 含量为 9.1-24.1%，平均含量 17.26%，FeI 为低品位磁铁矿体。Fe II 矿体 TFe 含量 26.25-41.7%，平均含量 31.82%，FeI 矿体的矿石为弱磁性铁矿石，Fe II 矿体的矿石为赤铁矿石，且品位均相对较低，为贫赤铁矿。

3.1.5 矿体围岩和夹石

1. 白云岩围岩

白云岩矿体上盘围岩主要为灰色白云质灰岩、深灰色含燧石条带白云岩、灰岩，矿体下盘围岩主要含铁粉砂质板岩、硅质板岩、灰色粉砂质板岩，界线清楚。

2. 铁矿围岩

铁矿体赋存于含铁硅质板岩中，FeI-1、FeI-2 低品位矿体围岩主含铁硅质板岩，Fe II-1 矿体围岩为含铁硅质板岩，矿体围岩大部分全铁含量达不到矿化，局部仅含弱赤铁矿化，界线不明显，需要化学分析鉴定。Fe II-2、Fe II-3 矿体围岩为含铁硅质板岩、灰色粉砂泥质板岩，与灰绿色粉砂泥质板岩界线明显，与含铁硅质板岩界线不明显。

3. 白云岩夹石特征

白云岩矿体厚大，整体岩石成分较纯，钻孔中有红褐色碎裂岩化白云岩、灰绿色变砂岩、粉砂泥质板岩。

4. 铁矿夹石特征

Fe II-1 矿体与 Fe II-3 矿体地表有 1 条夹石出露，主要分布于 TC1102，出露夹石 1 条，为含铁硅质板岩。

5. 覆盖层

矿床范围内整体为中山山地地貌，矿体分布位置平地极少，现有采空区已经揭露矿体，开采平台 3436m 标高以下所圈定的矿体 90%以上直接在地表裸露，少数覆盖物为第四系坡积层，主要断续分布在沟谷、沟系处，呈灰黄-土黄色松散状砂土、白云岩碎石组成，经地质测量验证，覆盖层厚度在 0.1-0.8 米之间，平均约 0.5 米，在地表零星分布，剥离量很少。在资源量估算中其影响很小，忽略不计。

3.1.6 矿体共（伴）生矿产

矿山共生矿产为铁矿，根据储量核实报告，该矿山铁矿资源量为潜在矿产资源，该段铁矿矿石品位较低，硅质较高，粒度极细，选矿性能差，现阶段加工选冶不经济，铁矿尚不能利用。本方案不设计铁矿的开发利用。

3.2 矿床开采地质条件

3.2.1 矿床水文地质条件

3.2.1.1 区域水文地质条件

（1）地形地貌

矿区位于北祁连西段，北大河上游，区内山体呈北西—南东向展布，山体岩石裸露，坡陡岭峻，常伴生悬崖峭壁，构成雄伟险峻的高山地形。矿区海拔 3030-3470m，相对高差 440m 左右，最低侵蚀基准面标高 3030m。

（2）气候

肃南县属高寒半干旱气候，具有冬冷夏凉，夏雨多冬雪少，无霜期短，光热、风能资源丰富等特点。2024 年平均气温 4.2℃，自西北向东南早递减趋势，变化范围在-3.0℃~8.0℃之间，年极端最高温度 31.1℃，出现在 5 月 21 日，年极端最低温度-22.9℃，出现在 1 月 21 日。年平均降水量 267.1

毫米,西北少东南多,变化范围在 100 毫米~500 毫米之间,蒸发量 1789.5mm;无霜期 90-120 天。全年日照总时数 2497.3 小时,较历年值少 330.6 小时。年内出现大雨 4 次、连阴雨 2 次、扬沙 8 次、浮尘 18 次、大风 3 次、强降温 3 次、寒潮 1 次。气温偏高,降水正常(来源:2024 年肃南县统计年鉴)。

(3) 水文

矿区及周边主要水系为朱龙关河和夹皮沟,朱龙关河属季节性河流,总长为 16km,发源于白水河,最终在上红土湾子汇入北大河,流域面积为 115km²,5-10 月朱龙关河平均流量 4.862m³/s,最大洪水流量 14.04m³/s,一般 0.42m³/s,水化学类型为 HCO₃⁻—SO₄²⁻—Ca²⁺—Mg²⁺型水;夹皮沟泉属季节性流水沟,总长为 4km,发源于夹皮沟脑,最终汇入北大河,流域面积为 57.8km²。

3.2.1.2 矿区水文地质

(一) 岩矿层的富水性

(1) 矿区水文与侵蚀基准面

矿区位于北祁连西段,北大河上游,区内山体呈北西—南东向展布,山体岩石裸露,坡陡岭峻,常伴生悬崖峭壁,构成雄伟险峻的高山地形。矿区海拔 3030-3470m,相对高差 440m 左右,矿区北侧为朱龙关河,最低侵蚀基准面标高 3030m。

(2) 水文地质单元划分

矿区大致呈不规则多边形,区内以东西走向的孤山将矿区分为南北两部分,北侧区域为下部为朱龙关河,由第四系冲洪积砂砾石层组成,朱龙关河流向为东西向,上部陡峭,整体矿体围岩位于最低侵蚀基准面以上,

不含水；孤山以南的区域为较为陡峭，矿体围岩不含水。区内大部分无植被覆盖，岩石裸露。以矿区中部含矿体的孤山作为分水岭，可将整个矿区划分为南北两个相对独立的水文地质单元。

北侧水文地质单元以矿区的孤山作为隔水边界，其补给边界为矿区北侧边界和矿区孤山以北的东侧边界，补给来源主要以大气降水垂向入渗为主，部分来源于矿区朱龙关河的侧向补给。地下水流向由南向北。其排泄边界为矿区孤山以北的西侧边界，排泄方式以地表水排泄区外为主。

南侧水文地质单元的隔水边界为矿区中部的孤山，整体单元不含水。

（3）地下水类型及特征

矿区内属于孤山山体，在矿区储量计算标高范围内均无地下水分布，北侧为朱龙关河，河谷两侧存在第四系冲洪积层，由第四系松散岩类孔隙水分布，矿区内第四系残坡积层属于透水不含水层。

①第四系松散岩类孔隙水

主要分布在朱龙关河两岸，构成四级明显的阶地河漫滩。沉积物为粗砂夹砾石，以及杂色杂质原岩碎块。第Ⅰ、第Ⅱ阶地由地表河谷观察，沉积厚度在40~60m之间。因河床不断下切，两阶地目前均高出当地河谷标高以上，实际已不含水。Ⅲ、Ⅳ阶地为现代河床及近代河漫滩沉积物，含丰富孔隙层水，地下水埋藏深度与天暖融雪有关，当日照强度增加，气温升高，山区积雪大量溶解时，地下水埋藏较浅，有时可断续流出地表，反之在冬季严寒期间，地下水埋较深。

②矿区其他岩体赋水性

第四纪坡积残积层，在矿区分布不广，呈零星分布于山坡、山腰的坡

脚低洼处，厚度由山坡至山脚逐渐加厚，覆盖层厚度在 0.1-0.8m 之间，平均约 0.5m，在地表零星分布，剥离量很少。沉积物主要为原岩碎块及风沙组成不含水。

矿体围岩：矿体顶板围岩为灰色白云质灰岩、深灰色含燧石条带灰岩、灰岩，矿体底围岩主要含铁粉砂质板岩、硅质板岩、灰色粉砂质板岩，界线清楚。成分比较复杂，普遍含火山物质，地表层矿层均较破碎，沿裂隙有次生碳酸盐物质充填，透水性良好，但由于矿层位置很高，地下水受着强烈的自然排泄，据钻孔了解终孔后均为干孔，不含水。

矿层：矿石为浅灰色或灰白色厚层块状白云岩，岩性坚硬，地表节理及裂隙均甚发育，岩石采取率一般为 60-75%，钻孔施工中均发生严重漏水现象，上部无循环水返出，从岩心检查，裂隙分布深度在 200m 以上，透水性能良好，但由于区域降水量小，加之地形陡峭，失去了充水条件，不含水。

（二）地下水动态特征及其补给、径流、排泄

区内地表水系为朱龙关河，大气降水和朱龙关河是该区地下水的来源，而第四系松散冲洪积物为降水的渗入创造了有利的条件。降水量稀少且以暴雨形式降落，只有少部分渗入地下，但由于蒸发量大，补给地下水的水源以朱龙关河为主。区内的地下水总体由南向北流动，排泄方式以往朱龙关河排泄为主。

（三）矿床充水因素分析

（1）地表水对矿坑涌水影响分析

矿区地处属大陆性高寒半干旱气候，稀少的大气降水及其由此形成的

短暂坡面洪水的径流入渗，是矿区地下水的唯一补给来源。矿区年平均降水量 267.1 毫米，西北少东南多，变化范围在 100 毫米~500 毫米之间，蒸发量 1789.5mm（2024 年肃南县统计年鉴），第四系松散岩类孔隙潜水只有在大降雨形成暂时性洪流的时候，富水性才相对较好，其余时间富水性差，对矿坑涌水影响较小。

（2）老窿水和矿井对矿坑涌水影响分析

通过野外调查，发现矿区内有露天开采形成的采空区，为采矿平台，整体较为平整，矿区内不存在老窿水。现阶段矿区内只有勘探阶段进行的钻探工程，并且在钻探施工结束后会进行水泥封孔，所以矿区内也没有矿井。因此综上所述，老窿水和矿井对矿坑涌水基本没有影响。

（3）地下水对矿坑涌水影响分析

根据以往钻孔已控制的水文地质剖面，矿体储量圈定底板标高，均在当地侵蚀基准面以上，自然地理及区域地质条件均不利于地下水的聚集，所以地下水不赋存在矿体围岩中，对矿坑涌水影响较小。

（4）采矿对矿坑涌水影响分析

未来白云岩矿区采矿整体为露天开采，矿区未来开采最低海拔高度为 3100m，仍高于最低当地侵蚀基准面，对矿坑涌水影响较小。

（四）主要水文地质问题

根据核实报告水文钻孔结果显示，3100m 以上矿层不含水，水文地质条件为简单裂隙含水层充水矿床，露天开采主要水文地质问题为自然降雨，根据历年降雨量统计结果，矿区汇水面积小，降雨可自然疏干。

综上所述，矿区水文地质勘探类型为第二类第一型，根据《矿区水文

地质工程地质勘查规范》（GB/12719—2021）划归为水文地质条件简单的裂隙含水层充水矿床。

3.2.2 矿床工程地质条件

1. 岩土体类型及其工程地质特征

根据核实报告，区内岩土体的岩性特征、成因及物理力学性质差异，将矿区岩土体划分为以下四个工程地质岩组：

（1）松散软弱碎石土土体（A）

主要由第四系残坡积松散岩类组成。残坡积物分布于北侧山脚地带，呈土黄色，主要由粘土、粉砂、亚砂土、亚粘土、碎石等组成，其中碎石主要为板岩破碎而成，呈棱角至次棱角状，大小不一。土体的工程地质条件差。

（2）层状软弱-较软弱变质岩岩组（B）

硅质板岩，具隐晶质结构，板状构造。岩石主要矿物成分由石英、长石及少量粘土矿物组成，其中石英含量约占 80%。隐晶质结构，肉眼难以辨识，长石含量 10-15%，多呈板状或板柱状，分布不均匀，其余为少量粘土矿物等。岩石局部破碎，裂隙发育，分布不均匀，矿化程度一般。钻孔 RQD 值为 13%，饱和单轴抗压强度为 48.2Mpa，粘聚力为 11.20Mpa，内摩擦角为 $32^{\circ} 58'$ 岩石质量差~极差，岩体完整性差~岩体破碎。灰至灰绿色粉砂泥质板岩、浅灰至浅灰褐色泥质板岩，分布不均匀，局部裂隙云石团块，宽度 5-10cm，其单侧宽度一般不超过 20m，矿区范围内平面上不易明显区分。岩石呈层状结构，薄板状构造。钻孔 RQD 值一般在 19.49%，岩体完整性差~极差，饱和单轴抗压强度为 15.3~30Mpa，粘聚力为 8.39Mpa，内

摩擦角为 $33^{\circ} 3'$ ，该亚组岩体强度相对较低，工程地质条件较差。

（3）块状较坚硬沉积岩、变质岩岩组（C）

燧石条带灰岩呈灰色，其微晶结构，块状构造岩石主要成分由白云石、少量的方解石、燧石条带及粘土矿物等组成，其中白云石灰白色，粒径小于 1mm 粒状，含量约占 30%，方解石粒状，含量约 60%，粘土矿物约占 5%，岩石中燧石条带发育，呈灰黑色，分布不均匀。钻孔 RQD 值一般在 22.07～24.18%，平均为 23.08%，岩体完整性差～岩体破碎，岩体质量差～极差，饱和单轴抗压强度 54.70Mpa。

白云岩呈灰白色，具细粒粒状变晶结构，块状构造，岩石主要成分由白云石组成，含少量的方解石及石英，其中白云石呈粒状，呈灰白色，粒径小于 1mm，含量大于 90%。方解石呈灰白色，粒状，粒径 1mm，含量约 5%，石英呈它型粒状，含量微。岩石中局部裂隙发育，裂隙面见少量铁染发育，钻孔 RQD 值一般在 0～33.18%，平均为 22.55%，岩体完整性差～岩体破碎，岩体质量差～极差，饱和单轴抗压强度 33.7～35.2Mpa。

变砂岩：岩石呈灰绿色，岩石具细粒结构，块状构造，岩石主要成分由石英、长石及少量岩屑等组成，其中石英呈粒状，长石呈粒柱状，岩石裂隙中发育绿帘绿泥石等泥质矿物，钻孔 RQD 值一般在 9.1～23.94%，平均为 18.91%，岩体完整性差～岩体破碎，岩体质量差～极差，饱和单轴抗压强度 31.7Mpa。该亚组物理力学性质较好。

（4）块状较坚硬侵入岩岩组（D）

石英闪长斑岩，岩体完整性较好，一般为中等完整～较完整，局部段差，岩体强度高，石英闪长斑岩饱和单轴抗压强度 52.40Mpa，岩石均不易软化。

粘聚力为 8.53MPa，内摩擦角为 $30^{\circ} 7'$ 。

2. 岩土体的物理力学性质

(1) 白云岩

岩石抗压强度较高，一般不易软化，属较坚硬岩，工程地质性质较好。主要物理力学指标为：含水率 0.05%，吸水率 0.14%，天然块体密度 $2.84\text{g}/\text{cm}^3$ ，颗粒密度 $2.88\text{g}/\text{cm}^3$ ，软化系数一般大于 0.77，耐崩解性指数 99.34%，单轴抗压强度 27.20~99.34MPa、抗拉强度 2.29~3.97MPa、抗切强度 3.76~5.08 MPa、变形模量 $6.739 \times 10^4 \sim 46.430 \times 10^4$ 、弹性模量 $9.047 \times 10^4 \sim 16.760 \times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.05~0.39、抗剪强度指标 C 值 10.5~21.2 MPa， ϕ 值 $32^{\circ} 21' \sim 38^{\circ} 26'$ 。

(2) 变砂岩

岩石抗压强度较高，一般不易软化，属较坚硬岩，工程地质性质较好。主要物理力学指标为：含水率 0.69%，吸水率 0.92%，天然块体密度 $2.76\text{g}/\text{cm}^3$ ，颗粒密度 $2.84\text{g}/\text{cm}^3$ ，软化系数一般大于 0.77，耐崩解性指数 99.45%，单轴抗压强度 24.50~33.70MPa、抗拉强度 2.30~3.23MPa、抗切强度 6.17~9.89MPa、变形模量 $2.848 \times 10^4 \sim 17.030 \times 10^4$ 、弹性模量 $1.539 \times 10^4 \sim 11.450 \times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.18~0.41、抗剪强度指标 C 值 8.94~12.50 MPa， ϕ 值 $33^{\circ} 31' \sim 35^{\circ} 28'$ 。

(3) 灰岩

岩石抗压强度较高，一般不易软化，属较坚硬岩，工程地质性质较好。主要物理力学指标为：含水率 0.04%，吸水率 0.20%，天然块体密度 $2.85\text{g}/\text{cm}^3$ ，颗粒密度 $2.84\text{g}/\text{cm}^3$ ，软化系数一般大于 0.81，耐崩解性指数

99.39%，单轴抗压强度 27.20~36.50MPa、抗拉强度 3.43~5.06MPa、抗切强度 6.22~7.58MPa、变形模量 $2.913 \times 10^4 \sim 10.520 \times 10^4$ 、弹性模量 $7.187 \times 10^4 \sim 8.834 \times 10^4$ MPa、泊松比 0.18~0.29、抗剪强度指标 C 值 12.10~18.20MPa， ϕ 值 $33^\circ 50' \sim 35^\circ 31'$ 。

(4) 粉砂质板岩

岩石抗压强度较低，一般易软化，属较软弱岩，工程地质性质较差。主要物理力学指标为：含水率 0.33%，吸水率 0.58%，天然块体密度 2.78g/cm³，颗粒密度 2.82g/cm³，软化系数一般大于 0.71，耐崩解性指数 99.52%，单轴抗压强度 20.40~31.50MPa、抗拉强度 1.94~3.84MPa、抗切强度 4.73~8.47MPa、变形模量 $5.211 \times 10^4 \sim 11.400 \times 10^4$ 、弹性模量 $5.955 \times 10^4 \sim 7.573 \times 10^4$ MPa、泊松比 0.35~0.46、抗剪强度指标 C 值 5.39~9.87MPa， ϕ 值 $33^\circ 30' \sim 35^\circ 10'$ 。

(5) 褐铁矿化砂质板岩

岩石抗压强度较低，一般易软化，属较软弱岩，工程地质性质较差。主要物理力学指标为：含水率 0.23%，吸水率 0.44%，天然块体密度 2.82g/cm³，颗粒密度 2.85g/cm³，软化系数一般大于 0.74，耐崩解性指数 99.42%，单轴抗压强度 22.70~34.70MPa、抗拉强度 1.84~5.18MPa、抗切强度 4.16~8.17MPa、变形模量 $1.246 \times 10^4 \sim 7.051 \times 10^4$ 、弹性模量 $2.131 \times 10^4 \sim 6.649 \times 10^4$ MPa、泊松比 0.03~0.47、抗剪强度指标 C 值 7.17~8.01MPa， ϕ 值 $30^\circ 36' \sim 33^\circ 28'$ 。

(6) 含泥硅质板岩

岩石抗压强度较低，一般易软化，属较软弱岩，工程地质性质较差。

主要物理力学指标为：含水率 0.59%，吸水率 1.22 %，天然块体密度 $2.73\text{g}/\text{cm}^3$ ，颗粒密度 $2.87\text{g}/\text{cm}^3$ ，软化系数一般大于 0.73，耐崩解性指数 99.52%，单轴抗压强度 $35.30\sim 48.20\text{MPa}$ 、抗拉强度 $2.69\sim 4.69\text{MPa}$ 、抗切强度 $4.89\sim 9.80\text{MPa}$ 、变形模量 $1.876\times 10^4\sim 7.218\times 10^4$ 、弹性模量 $2.929\times 10^4\sim 6.419\times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 $0.12\sim 0.48$ 、抗剪强度指标 C 值 $11.00\sim 13.60\text{MPa}$ ， ϕ 值 $31^\circ 35' \sim 32^\circ 58'$ 。

（7）燧石条带灰岩

岩石抗压强度中等，一般不易软化，属较软坚硬岩，工程地质性质较强。主要物理力学指标为：含水率 0.07%，吸水率 0.22 %，天然块体密度 $2.85\text{g}/\text{cm}^3$ ，颗粒密度 $2.87\text{g}/\text{cm}^3$ ，软化系数一般大于 0.83，耐崩解性指数 99.67%，单轴抗压强度 $45.40\sim 54.70\text{MPa}$ 、抗拉强度 $5.06\sim 8.44\text{MPa}$ 、抗切强度 $5.08\sim 10.60\text{MPa}$ 、变形模量 $8.772\times 10^4\sim 31.400\times 10^4$ 、弹性模量 $6.551\times 10^4\sim 20.710\times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 $0.28\sim 0.44$ 、抗剪强度指标 C 值 $11.40\sim 16.10\text{MPa}$ ， ϕ 值 $33^\circ 22' \sim 34^\circ 45'$ 。

（8）铁矿体

岩石抗压强度较高，一般不易软化，属较坚硬岩，工程地质性质强。主要物理力学指标为：含水率 0.78%，吸水率 0.81 %，天然块体密度 $3.29\text{g}/\text{cm}^3$ ，颗粒密度 $3.44\text{g}/\text{cm}^3$ ，耐崩解性指数 98.89%，单轴抗压强度 33.30MPa 、抗拉强度 $2.06\sim 2.97\text{MPa}$ 、抗切强度 $4.24\sim 5.07\text{MPa}$ 、变形模量 $3.844\times 10^4\sim 6.578\times 10^4$ 、弹性模量 $3.401\times 10^4\sim 4.950\times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 $0.11\sim 0.24$ 、抗剪强度指标 C 值 5.68MPa ， ϕ 值 $35^\circ 45'$ 。

（9）石英闪长斑岩

岩石抗压强度较高，一般不易软化，属较坚硬岩，工程地质性质强。主要物理力学指标为：含水率 0.46%，吸水率 0.75%，天然块体密度 $2.66\text{g}/\text{cm}^3$ ，颗粒密度 $2.74\text{g}/\text{cm}^3$ ，软化系数一般大于 0.73，耐崩解性指数 99.39%，单轴抗压强度 $38.00\sim 65.00\text{MPa}$ 、抗拉强度 $5.11\sim 9.44\text{MPa}$ 、抗切强度 $6.67\sim 10.50\text{MPa}$ 、变形模量 $7.430\times 10^4\sim 9.561\times 10^4$ 、弹性模量 $6.999\times 10^4\sim 10.400\times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 $0.14\sim 0.21$ 、抗剪强度指标 C 值 $6.74\sim 8.58\text{MPa}$ ， ϕ 值 $30^\circ 70' \sim 33^\circ 48'$ 。

3. 岩体结构面类型及特征

矿区内区域性断裂构造不发育，影响和控制山体稳定的次级断裂构造却十分发育，由于结构面的性质和规模不同，结构面的力学效应，力学作用特征有着显著的差异。根据结构面的规模和大小，将矿区的结构面分为 II～V 共 4 级（表 3-3），按结构面规模大小对其特征综述如下：

（1）II 级结构面

区内北北东向断裂、近东向断裂为上述北东向断裂、北西向断裂的次级断裂。规模较大者集中分布于小柳沟附近，具有长期活动的特点。

（2）III 级结构面

该级包括三组结构面，一组是主要分布在存在于白云岩和燧石白云石石灰岩及基性火山岩之间，在二者接界的地方多见破碎带，断层在西边为一斜断层所截断，在该处冲沟中断层现象很明显，与此相应的燧石白云石石灰岩亦从此消失。

第二组在西段切过一个向斜和一个背斜，使组成向斜构造的赤铁矿层在西端缺失，故断层北盘应相对上升。断层大致沿北背斜的北翼边缘通过，

由于北盘上升，使得部分赤铁矿层直接和碧石岩页接界。断层在 13 勘探线以东，切过一向斜的东端，并使赤铁矿层缺失，出露下伏的碧石页岩。

第三组走向 310°，倾角 70°—80°，斜向东北，下部白云岩泥灰岩和炭质页岩的产状或为走向北 82°，倾角 40°，倾向北东，或为走向北 60°东，倾角 75°，斜向北西，两者完全不同，且附近下伏的其他页岩含铁页岩系的产状，亦发生截然改变。

表 3-3 结构面分级一览表

级别	结构面规模	结构面的地质类型	对岩体稳定性所起的作用	代表性结构面
II	延伸长 1000m 以上，破碎带宽 10—20m	大断裂	控制山体稳定，制约岩体破坏的边界和方式，切割前期形成的断裂破碎带，	区内北北东向断裂、近东向断裂为上述北东向断裂、北西向断裂的次级断裂
III	延伸长数十米至数百米，宽约数米至 1 米以内	断层、小断层、不整合面	它们之间与 IV 级结构面密集带之间，相互组合，可能引起岩体失稳。	矿区北部、南部纵断层、5 线东侧斜切断层
IV	长数米、数十米，无明显宽度或小于 5cm	层理、贯通性好的节理及蚀变结构面	破坏岩体的完整性，影响岩体的强度及其变形破坏程度。	层面、节理
V	连续性的刚性接触的细小或隐微裂隙。	微小节理、隐微裂隙，结合好的层面	分布随机、降低岩块的强度	微小节理、隐微裂隙、冷凝结构面、风化裂隙。

(3) IV 级结构面

变质岩的层面层理、侵入岩及变质岩中发育较好且贯通性好的节理及蚀变结构面，破坏岩体的完整性，影响岩体的强度及其变形破坏程度。

(4) V 级结构面

岩体中发育的微小节理、隐微裂隙，结合好的层面，只起到降低岩块的强度作用，对岩体稳定性影响小。

4. 工程地质问题

根据核实报告试验结果以及调查结果可知，该矿山白云岩矿围岩岩体力

学性质较差，岩石质量差到极差，岩石完整性为整体岩体破碎，岩体风化程度相对强，岩体结构面突出。总体而言，根据其工程地质特征以及工程地质评价，矿区主要的工程地质问题为露天采矿边坡的稳定性及开采过程中所遇到的岩爆等，需在设计及开采阶段进行不断调整优化方案。为保证露天采矿边坡的稳定性，本方案建议开采边坡尽量在矿体中布设，单台阶坡面角 70° ，最终边坡角小于等于 50° 。

5. 工程地质勘查类型

矿区构造破碎带较发育，但无大的区域性构造破碎带通过矿区，地质构造属中等；矿体及围岩以变质岩为主，岩性种类较多；岩体的稳固性取决于构造破碎带、蚀变带的发育程度，矿体形成与断层关系密切，断层两侧破碎带影响岩体稳固性；地形地貌简单，地形有利于自然排水，无岩溶分布，风化作用较强，但发育深度较浅；不良工程地质问题较单一，对矿床开采有局部影响或程度较轻。据此，工程地质勘探的复杂程度归并为中等型。围岩以层状岩类为主，块状岩类次之。

综上所述，根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719—2021），矿区工程地质勘探类型属于四类二型，即以层状岩类为主的工程地质条件中等的矿床。

3.2.3 矿床环境地质条件

1. 地质灾害发育现状

矿区内崩塌、滑坡、地面塌陷、地裂缝等地质灾害不发育，发育的地质灾害主要为不稳定斜坡及坡面泥石流，根据核实报告，区内危岩块体以

砂岩为主，据现场取岩样试验，结合核实区周边经验值，其天然重度取 28.4kN/m^3 ，饱和重度取值 29.0kN/m^3 。一般来讲，结构面的物理力学参数取值合理与否决定定量分析结果可靠性。依据《崩塌防治工程勘查规范（试行）》（T/CAGHP011-2018）确定，根据现场调查结果，岩体结构面结合程度差，白云岩裂隙面抗剪强度参数为：内摩擦角取 32.21° ，粘聚力 18.4kPa ，暴雨工况，按 0.8 倍折减。

经实地调查，矿区共发育不稳定斜坡 6 处（图 3-4），目前主要的不稳定斜坡为矿山前期生产及后期的建设、生产阶段挖方及堆渣等形成的不稳定斜坡。坡面泥石流主要在北侧山麓，造成水土流失问题。

矿区形成 6 处不稳定斜坡，其中 5 处（X1~X5）斜坡是采矿临时斜坡，后期随着采矿工程的进行，此 5 处斜坡将不复存在。根据矿区不稳定斜坡所处的地质环境条件，依据斜坡体变形的迹象，结合斜坡稳定性野外判别表，对矿区内的 6 处不稳定斜坡的坡脚、坡体及坡肩等影响斜坡要素的三个部位进行综合分析，判定其在降水、地震或坡脚人工开挖等不利工况条件下 X1、X5 不稳定斜坡处于稳定性较差状态，其发生灾害的可能性较大；X2、X3、X4、X6 不稳定斜坡处于基本稳定状态，其发生灾害的可能性小。

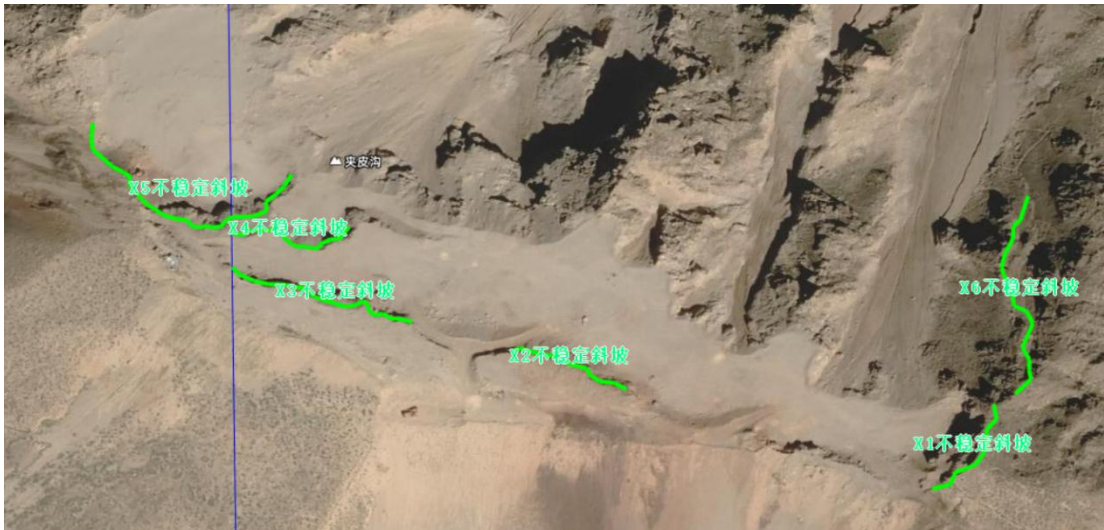


图 3-4 矿区不稳定斜坡分布影像图

2. 矿区水环境质量评价

矿区整体位于侵蚀基准面以上，未见明显地下水及地表水出露，矿区北侧为朱龙关河，对其做水质简分析（表 3-4）可知，矿区及周边水环境整体良好。该矿山白云岩矿为露天开采，对其周边水环境影响较小

表 3-4 朱龙关河水水质简分析数据

项目	mg/L	项目	mg/L
Ca^{2+}	74.0	K^{+}	1.52
Mg^{2+}	42.8	Na^{+}	16.6
HCO_3^{-}	219	Cl^{-}	22.6
CO_3^{2-}	0	SO_4^{2-}	169
OH^{-}	0	TDS	453
NO_3^{-}	3.68	总硬度	360
暂时硬度	180	永久硬度	180
负硬度	0	游离二氧化碳	2.0
PH	8.26	总碱度	180

3. 矿区水土污染及土地资源破坏评价

（1）土地资源破坏

矿区早期露天剥采对原生的地形地貌景观破坏程度较大，大面积的剥离面将原始的山坡开挖形成高陡的露天边坡，直接形成高陡光秃的基岩山

坡，岩石裸露，同时大面积的废弃矿渣堆积对地形地貌景观的破坏和影响也较大。工业场地（采矿工业场地、临时废石场等），大部分场地建设于采场北面，将原始的山坡开挖、填方呈阶梯状，最大边坡高度 15m 左右，致使原始地貌形态发生根本性的改变，同时破坏该处的原始植被，造成严重的地形地貌景观的破损破坏。弃渣场致使原始地貌形态发生较大的改变，同时破坏该处的原始植被，造成严重的地形地貌景观的破损破坏。

依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 223-2011）中《矿山地质环境影响程度分级表》现状矿山对地形地貌景观的破坏影响较严重；早期矿山对土地资源的破坏面积约 6.13hm^2 ，破坏土地资源类型主要为草地，现状矿山对土地资源的破坏影响较严重。破坏地貌类型主要为侵蚀构造中高山地貌类型。

（2）以往矿区环境恢复治理

2017 年，祁连山国家级自然保护区生态环境问题突出，甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿区由于前期矿山开采造成了地质环境破坏，主要问题为弃渣排放形成的不稳定斜坡地质灾害以及渣堆对地形地貌景观破坏和土地资源破坏等。

经调查矿区发育 1 处不稳定斜坡和 5 处渣堆，破坏土地面积约为 6.13hm^2 ，通过矿山地质环境调查，认为不稳定斜坡对矿山地质环境的影响为较轻、矿山开采对含水层的影响或破坏程度较轻、对地形地貌景观的影响或破坏为较严重；对土地资源的影响或破坏程度为较严重。对此，在甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿区开展了矿山环境恢复治理。

X1 不稳定斜坡治理随雨水冲刷，中上部坡面表层的弃渣被冲至斜坡下

部，堆积于坡底，针对该不稳定斜坡的发育及变形特征，采用对斜坡下部弃渣堆积区进行削坡+坡面整理+覆土+播撒草籽+人工灌溉的治理措施。

对 ZD04 进行播撒草籽+人工灌溉的治理措施。对 ZD03 进行渣堆清运，运至朱龙关河对岸用于 X1 不稳定斜坡削坡回填，然后对清运的场地采取场地平整+覆土+播撒草籽+人工灌溉的治理措施。对 ZD01、ZD02 进行原地推平，采取坡面整理+覆土+播撒草籽+人工灌溉的治理措施。

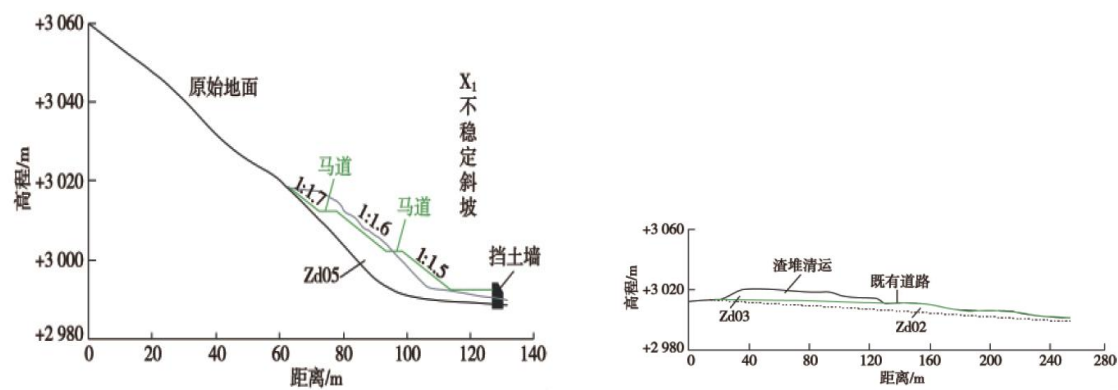


图 3-5 环境恢复治理剖面示意

通过相关治理，减少了地质灾害的发生，增加了土地绿化面积，保证矿山开发和生态环境可持续发展。

4. 矿区粉尘游离 SiO₂ 含量评价

游离 SiO₂ 是指岩石或矿物中没有与金属或金属化合物结合而呈游离状态的二氧化硅。生产性粉尘中游离 SiO₂ 含量的多少是决定粉尘危害程度的关键性因素，游离 SiO₂ 含量的高低对矽肺的发生起着重要的作用，我国工作场所粉尘的职业接触限值也主要是根据粉尘中游离 SiO₂ 含量而制定的，测定游离 SiO₂ 含量是粉尘检测的一项重要内容。根据核实报告，工作中针对已探明矿体并在地表矿体出露位置附近收集粉尘样品进行测试，检测其中游离 SiO₂ 含量，检测结果如下：

表 3-5 粉尘游离 SiO₂ 含量测定结果

采样	采样编号	采样地点	检测结果 (ω (fSiO ₂), 10 ⁻²)
1	JPG-SiO ₂ -001	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿	3.20
2	JPG-SiO ₂ -002		4.61
3	JPG-SiO ₂ -003		3.68

由表 3-5 可见，该矿山白云岩矿体出露位置粉尘中游离 SiO₂ 含量从 3 组粉尘样品的测试结果可知，粉尘游离 SiO₂ 含量在 3.20%~4.61%，均小于 10%，矿区粉尘对其从业人员影响较小，但为推进落实职业健康保护行动提升劳动者职业健康素养水平考虑，工作中仍需加强培训与口罩佩戴，减少职业病发生。

5. 地质环境质量

采矿可产生局部地表变形，但对地质环境破坏较大；矿石和废石不易分解有害化学组分；矿区粉尘游离二氧化硅含量较高；弃渣边坡及人工开挖边坡体存在地质灾害隐患。

综上所述，采矿活动及影响范围内，虽对地质环境造成了破坏，但已采取综合治理措施，据此评价矿山采矿活动及影响范围内环境质量中等，其余地段采矿活动影响轻微，评价矿区环境地质类型属第二类，地质环境质量中等。

3.3 矿产资源储量情况

3.3.1 矿产资源储量报告

报告名称：甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报告

编制单位：甘肃省地质矿产勘查局第三地质矿产勘查院

评审单位：张掖市自然资源局评审组

评审意见书文号：张资储评字【2025】1号，张资储评总字29号

评审时间：2025年6月7日

备案单位：张掖市自然资源局

备案文号：张自然资矿储备字【2025】1号

备案时间：2025年7月22日

2025年5月甘肃省地质矿产勘查局第三地质矿产勘查院编制了《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报告》。

3.3.2 地质工作程度

本次工作主要依据2025年5月甘肃省地质矿产勘查局第三地质矿产勘查院编制的《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报告》。

2025年4月-5月，项目组按照《固体矿产资源储量核实报告编写规范》（DZ/T0430-2023）要求，根据野外验收后原始资料、开展资料整理和综合研究工作，完成了白云岩矿区各类成果图件编绘、资源量估算及工业指标论证，完成了成果报告编写。

甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿在2024年-2025年勘探阶段完成1:1000地形测量 0.7043km^2 ，1:2000地质正测 0.7043km^2 ，1:2000水文地质正测 0.7043km^2 ，1:2000工程地质正测 0.7043km^2 ，1:2000环境地质正测 0.7043km^2 ，探槽 2925m^3 ，钻孔1607.25m，刻槽样578件，劈心样359件，化学分析1248件。

1. 通过1:1000地质剖面测量、1:2000地质正测及工程控制，详细查明了白云岩矿体特征，大致查明了铁矿体特征，划分了矿区镜铁山群第二岩

组的岩性填图单位。

2. 详细查明了白云岩矿主要赋存在中元古界镜铁山群上岩组 (JxJ²Do1)，分布于 5~13 勘查线，为一厚大层状矿体，白云岩体呈单斜构造，矿体走向 130° ~140°，倾向 40° ~50°，倾角 65° ~80°，东西延长 1040m，矿区内出露长度约 970m，平均真厚度 171.47m；控制矿体斜深 60~173m。矿体厚度由西向东逐渐变薄，与围岩均为断层接触关系。底板：含铁粉砂质板岩、硅质板岩。顶板：为白云质灰岩、灰岩、含燧石条带白云岩。

3. 夹皮沟矿区内共圈定出 5 条铁矿体，赋矿岩性为含铁硅质板岩，北侧矿体为低品位磁铁矿，编号为 FeI-1、FeI-2。南侧矿体为赤铁矿，其中铁矿体 3 条，工业矿体编号为 FeII-1、FeII-2，低品位矿体 1 条，编号 FeII-3。FeI-1 矿体工业矿体部分 TFe 含量为 25.10~33.70%，平均含量 29.09%，mFe 含量为 13.70~24.10%，平均含量 17.76%。FeII-1 工业矿体 TFe 含量 29.90~41.70%，平均含量 34.02%，FeII 矿体的矿石为赤铁矿石，且品位均相对较低，为贫赤铁矿。

4. 详细查明了白云岩矿石的结构、构造、成分等特征。白云岩主要为细一中粒变晶结构、中细粒他形结晶结构，少许为微细粒他形结晶结构、碎裂结构，构造主要为团块状构造，成分由以碳酸盐岩矿物白云石为主，有少量方解石及微量金属矿物、次生脉石矿物石膏组成，岩石相对致密。根据化学成分分析，白云岩矿 MgO 平均含量 21.22%，CaO 平均含量 30.96%，SiO₂ 平均含量 0.54%，K₂O 平均含量 0.03%，Na₂O 平均含量 0.04%，SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃+Mn₃O₄ 平均含量为 1.08%。

5. 通过 1:2000 水文、工程、环境地质测量，矿区水文地质类型属第二类第一型，水文地质条件简单，为裂隙含水层充水矿床；矿区工程地质类型属于四类二型，即以层状岩类为主的工程地质条件中等的矿床；环境地质类型属第二类，地质环境质量中等。

6. 查明白云岩矿床成因类型为浅变质海相碳酸盐沉积型白云岩矿床。

7. 采矿权内白云岩估算保有资源量 $6486.59 \times 10^4 \text{t}$ ，MgO 平均含量 21.22%，CaO 平均含量 30.96%，均为保有资源量。其中探明资源量（TM） $3078.13 \times 10^4 \text{t}$ ，控制资源量（KZ） $1351.86 \times 10^4 \text{t}$ ，推断资源量（TD） $2056.60 \times 10^4 \text{t}$ 。探明资源量（TM）+控制资源量（KZ）占探获资源总量的 68.29%。采矿权内累计动用资源量 $0 \times 10^4 \text{t}$ 。累计查明资源量 $6486.59 \times 10^4 \text{t}$ ，其中探明资源量（TM） $3078.13 \times 10^4 \text{t}$ ，控制资源量（KZ） $1351.86 \times 10^4 \text{t}$ ，推断资源量（TD） $2056.60 \times 10^4 \text{t}$ 。

另采矿权外（3400m 标高以上）保有资源量 $353.92 \times 10^4 \text{t}$ ，MgO 平均含量 21.28%，CaO 平均含量 30.61%，其中探明资源量（TM） $257.95 \times 10^4 \text{t}$ ，控制资源量（KZ） $77.44 \times 10^4 \text{t}$ ，推断资源量（TD） $18.53 \times 10^4 \text{t}$ 。采矿权外动用探明资源量（TM） $233.49 \times 10^4 \text{t}$ 。采矿权外累计查明资源量 $587.41 \times 10^4 \text{t}$ ，其中探明资源量（TM） $491.44 \times 10^4 \text{t}$ ，控制资源量（KZ） $77.44 \times 10^4 \text{t}$ ，推断资源量（TD） $18.53 \times 10^4 \text{t}$ 。

拟变更采矿权范围内累计查明资源量 $7074.00 \times 10^4 \text{t}$ ，其中保有资源量 $6840.51 \times 10^4 \text{t}$ ，动用探明资源量（TM） $233.49 \times 10^4 \text{t}$ 。

8. 核实区采矿权标高范围内赤铁矿潜在资源 $370.69 \times 10^4 \text{t}$ ，采矿权外 3100m 标高以下磁铁矿潜在资源 $89.55 \times 10^4 \text{t}$ 。

通过开展以上地质工作，达到了勘探工作的目的，探矿工程控制程度基本满足勘探相关勘查类型的要求。该核实报告可以作为本方案的编制依据。

4 矿区范围

4.1 符合矿产资源规划情况

根据甘肃省人民政府 2022 年 9 月 13 日发布的《甘肃省矿产资源总体规划（2021—2025 年）》（甘政发〔2022〕52 号），该报告总体布局在推进矿产资源区域协调发展中指出：河西矿业经济协调发展区。包括嘉峪关市、酒泉市、金昌市、武威市和张掖市。该区位于甘肃西部祁连山西段北祁连褶皱带。大地构造单元属于秦祁昆复合板块之次级构造单元—北祁连加里东造山带西段的桦树沟—斑赛尔山复背斜中，北祁连加里东造山带亦有人称之为北祁连缝合带或北祁连弧盆系，成矿地质条件优越、找矿潜力大。充分发挥金属和非金属矿产资源优势，加大祁连山中部西段地区基础地质调查、地勘基金投入力度，加强煤、铁、铜、镍、钴、金、锰、钒、晶质石墨、萤石、凹凸棒石粘土、饰面用石材等矿产资源勘查开发，引导社会资本投入。支持有色冶金、新材料等产业发展，依托骨干企业延伸产业链条，为建设河西走廊经济带提供资源保障。

采矿权矿区范围距嘉峪关市区约 147km，位于镜铁山矿东南 23 公里处，行政区划隶属肃南县祁丰藏族乡管辖，矿山开采的矿种为冶金用白云岩矿，符合《甘肃省矿产资源总体规划（2021—2025 年）》的要求。

4.2 可供开采矿产资源的范围

2025 年 6 月 7 日，张掖市自然资源局专家组出具了《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报告》评审意见书，评审备案的资源储量估算范围、面积、估算标高详见表 4-1。

表 4-1 资源量估算范围拐点坐标表

矿种	序号	CGCS2000 坐标系（33 度带）		面积（km ² ）	标高（m）
		X	Y		
白云岩	1			0.296	3100-3400
	2				
	3				
	4				
	5				
	6				
	7				
	8				
	9				
	10				
铁矿 FeI	(1)			0.016	2950-3100
	(2)				
	(3)				
	(4)				
	(5)				
铁矿 Fe II	①			0.029	3100-3360
	②				
	③				
	④				
	⑤				

本次工作核实区内共圈定白云岩矿体 1 条，矿体编号为 Do11，资源量估算范围由 10 个拐点组成，估算范围面积 0.296km²，估算标高 3470m～3100m；南侧赤铁矿工业矿体 2 条，其中编号为 FeII-1、FeII-2，低品位矿体 1 条，资源量估算范围由 5 个拐点组成，估算范围面积 0.029km²，估算标高 3360m～3100m；北侧贫磁铁矿矿体 2 条，铁矿，资源量估算范围由 5 个拐点组成，估算范围面积 0.016km²，估算标高 3100m～2950m（采矿权标高以下），详见表 4-1。资源量估算截止日期为 2024 年 12 月 31 日，矿种为冶金用白云岩矿及铁矿。

资源量估算范围采用 2000 国家大地坐标系（3 度带）；高程系统采用

1985 国家高程基准。

4.3 露天剥离范围

4.3.1 露天剥离范围的合规性

采矿权矿区范围为采矿证中确定的矿区范围。为合理开发利用冶金熔剂用白云岩矿及铁矿资源，露天采剥范围根据冶金熔剂用白云岩矿及铁矿储量估算范围确定，露天采剥范围基本覆盖了储量估算范围，未超越矿区范围，符合《矿产资源开采登记管理办法》有关规定。

4.3.2 露天剥离范围的科学合理性的技术论证

露天矿山剥离范围的科学合理性是确保矿山安全、高效、环保开采的关键。以下是技术论证的几个主要方面：

1. 地质条件分析

矿区冶金熔剂用白云岩矿及铁矿矿体出露相对稳定，总体呈层状分布，受动力、风化作用影响，局部呈松散片状，沿层分布，具定向性。

2. 边坡稳定性分析

根据核实报告中力学性质样品测试矿体顶底板围岩均为坚硬岩石，由于地表岩层较松散，设计单台阶高度为 12m，最终边坡角为 50° ，确保边坡稳定。

3. 经济效益分析

通过科学合理的剥离范围设计，降低剥离成本，提高经济效益。确保剥离范围内的矿产资源得到充分利用，避免资源浪费。

4. 安全措施

在剥离范围内设计了安全平台和清扫平台，确保了开采安全。建立边

坡监测系统，实时监控边坡稳定性，及时采取措施。

5. 技术支持

采用先进的勘探、测量、计算技术，确保了剥离范围设计的科学性。

矿山采用露天开采方式，采用自上而下的逐次分层采矿方法，矿山的主要开拓运输形式采用溜井-胶带斜井方案，岩石运输采用汽车运输。本设计充分考虑减少露天剥离境界对资源的压覆，露天采剥范围基本覆盖了资源量估算范围，未超越矿区范围，露天采剥范围设计合理可行。详见附图 4-1 叠合图。

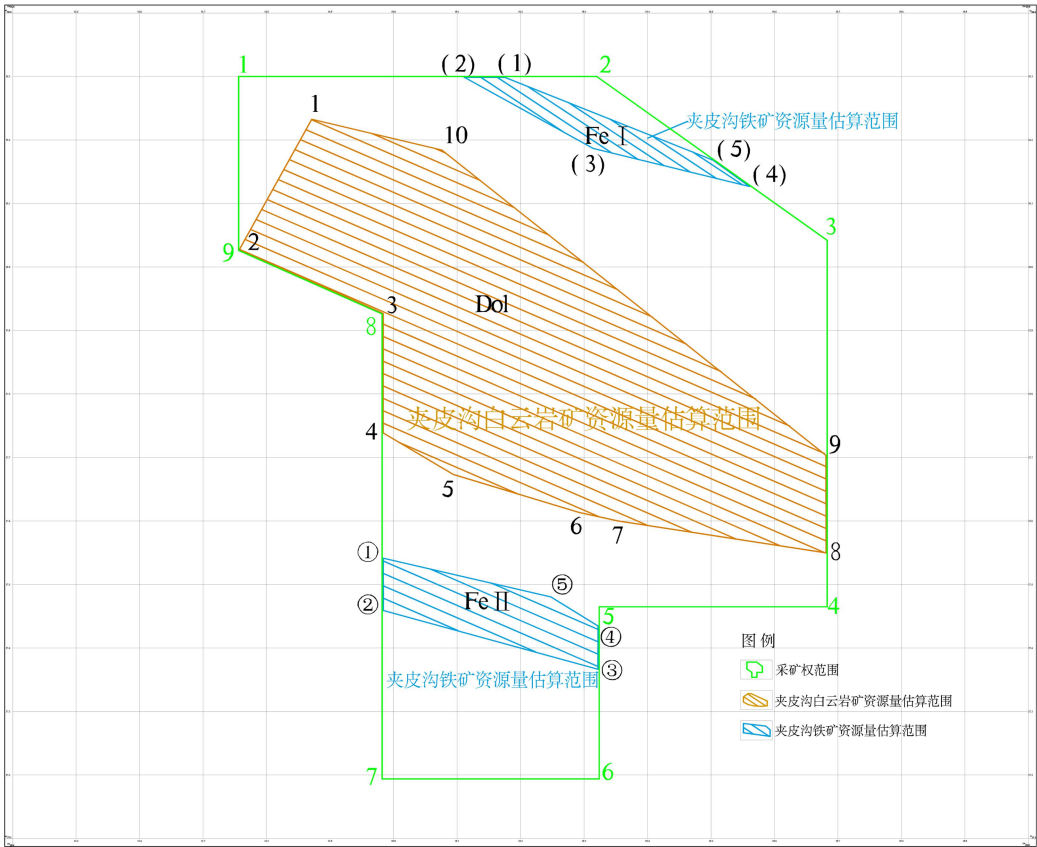


图 4-1 甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿区与资源量估算范围叠合图

表 4-2 露天剥离范围及拐点坐标

序号	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		

露天矿山剥离范围的科学合理性通过地质条件分析、边坡稳定性分析、经济效益分析、安全措施和技术支持等多方面的技术论证，确保剥离范围的科学合理，实现矿山的安全、高效、环保开采。

4.4 与相关禁限区的重叠情况

经张掖市自然资源局核查，核实区范围不与法律法规明令禁止矿产资源勘查开发的生态保护红线、生态功能保护区、各类各级自然保护区、森林公园、森林、湿地、水源保护区、林业生态环境保护区、风景名胜区、世界自然遗产、自然与文化遗产地、旅游区、基本农田、基本农田保护区、地质公园及地质遗迹等保护区范围重叠，不属于《中华人民共和国矿产资源法》第二十条规定的地区，核实区不涉及军事禁区，不在祁连山国家公园及祁连山自然保护区之内。

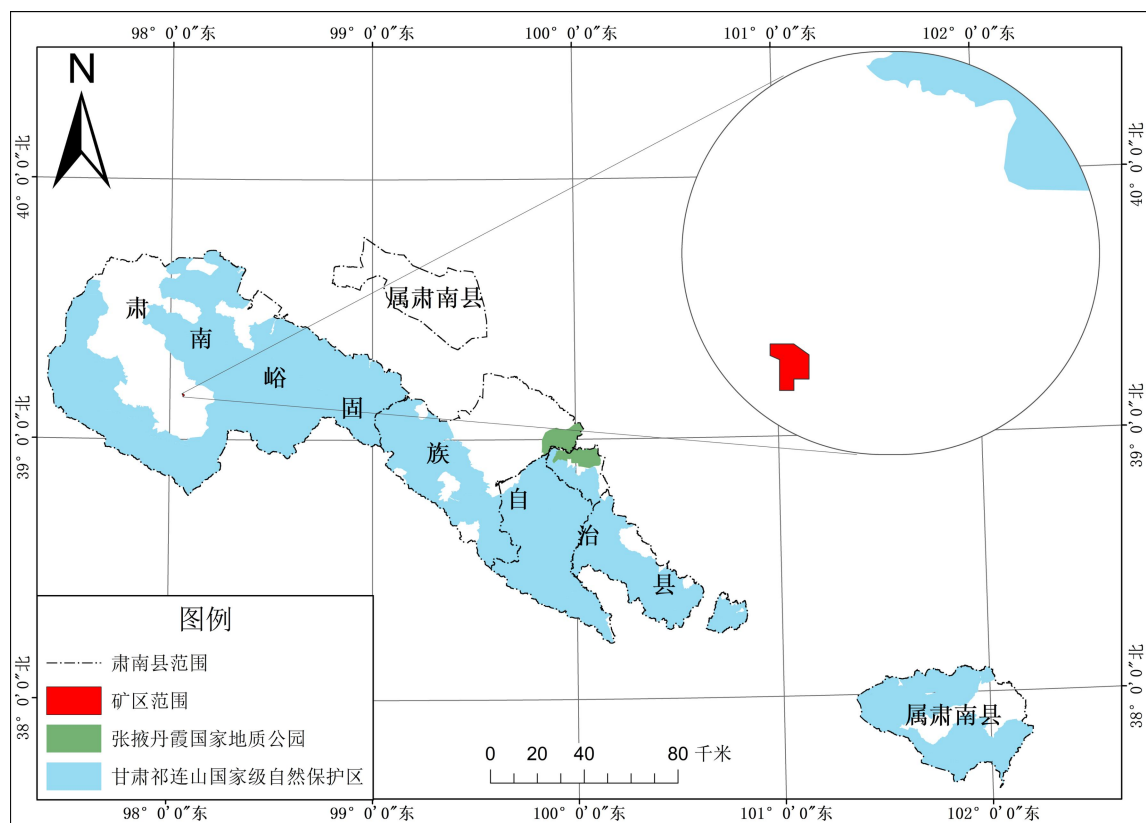


图 4-2 各类保护地分布图

4.5 申请采矿权矿区范围

经以上论证，本次拟申请采矿权情况：

开采矿种：冶金用白云岩

开采方式：露天开采

矿区面积：0.7043km²

采矿权范围与原采矿权保持一致，拐点坐标见表 4-2，根据 2025 年 5 月甘肃省地质矿产勘查局第三地质矿产勘查院编制的《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报告》。采矿权范围内矿体最高出露标高为 3470，矿区内最低侵蚀基准面 3030m，且矿山设计后期运输系统出口标高位于 3030m。建议以采矿权内实际情况为准，调整采矿权标高至 3470~3030m。该矿区资源储量估算标高为 3470~3160m，开采矿体时不得突破 3160m 的下限。后期建设运输系统时产生的矿石由自然资源主管部门再委托有资质的

机构评估价格并确定起始价，随后纳入公共资源交易平台公开有偿处置，处置收益需全额上缴财政。

表 4-2 拟申请采矿权范围表

点 号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
矿区面积	0.7043km ²	
开采深度	3470m~3030m	

5 矿产资源开采与综合利用

5.1 开采矿种

根据评审备案的矿产资源储量报告中资源储量评审结果，本次设计开采矿种为冶金用白云岩矿。

5.2 开采方式

5.2.1 开采方式

矿区白云岩矿体为一厚大层状矿体，白云岩体呈单斜构造，矿体走向 $130^{\circ} \sim 140^{\circ}$ ，倾向 $40^{\circ} \sim 50^{\circ}$ ，倾角 $65^{\circ} \sim 80^{\circ}$ ，东西延长 1040m，矿区内出露长度约 970m，单工程矿体厚度 160~300m，平均厚度 227.5m，矿区厚度由西向东逐渐变薄。矿区矿体形态简单，厚度较大且大部分露出地表，根据矿体的赋存条件，设计仍然沿用露天方式进行开采。在综合考虑矿山建设条件、环境影响大小、矿产资源开发的基础上，遵循法律法规、管理规定、产业政策和有关技术标准，贯彻生态环境保护和安全生产要求，结合矿山实际情况，矿体倾角小、厚度稳定，形态较规整等特点，通过与同类矿山进行类比研究，初步拟定矿山未来可能的开采方式、开拓方案、采矿方法、采矿设备、生产规模、服务年限、开采回采率、贫化率如下：

（1）开采、开拓方式

矿区白云岩矿矿体厚大，部分矿体出露地表，境界内岩石量小，夹石少，适合采用全境界开采的采剥方法，即采剥工程按设计的开采台阶，在水平方向连续推进至最终境界，在垂直方向按开采全深范围逐层连续向下延深，直到最终境界为止。

采用纵向开沟横向推进的采剥工艺，即水平划分台阶，沿底帮境界延深，沿走向布置工作线，在境界南侧开沟，垂直走向向东侧单侧推进。

本方案首采区设在采矿权南侧，即矿体出露最高点，计划由南向北，自上而下分台阶开采，首采区沿原采坑向北继续推进。

矿山考虑到项目地处偏僻，属高寒、高海拔地区，劳动条件差，出于降低工人数量，提高矿山自动化水平考虑，经多次研讨，决定采用溜井-井下破碎-斜井胶带方案。该方案具有以下优点：

1) 采用溜井运矿，能够充分利用矿石自重进行下运并存储矿量，采场生产能够按照生产计划组织；

2) 胶带斜井方案可确保生产安全稳产，运行成本低；

3) 井下采用连续运输工艺，能够提升矿山的智能化水平，减人减移动设备，实现本质安全目标。

4) 溜井-胶带斜井方案可控制运输过程中的粉尘污染，满足职能部门对环保的要求。

(2) 采矿方法

根据矿体分布延伸长、厚度稳定，矿岩稳定性条件和配置的凿岩设备性能，类比周边矿山开采情况，采矿方法采用自上而下水平台阶式分层开采。拟定工作层参数为：层高度 12 米，形成工作平台宽度不小于 60 米，设计台阶坡面角 70° ，最终边坡角不大于 50° 。各台阶设置预留安全平台或清扫平台，安全平台 5 米，清扫平台 8 米，每 2 个安全平台间隔设置 1 个清扫平台。

开采顺序为从上到下分台段开采：先剥离地表覆盖层，再依次开采各

开采层，每个采掘带的回采顺序根据矿体所处位置不同布置（尽量顺等高线布置）。

采矿工艺：开采工作按照正规作业循环组织安排各工序，工艺流程为：剥离→穿孔→装药→爆破→采、装、运→堆矿场。

5.2.2 露天开采境界

1. 露天开采境界确定的原则及方法

在平均剥采比合理的前提下，既要充分利用资源，尽可能把较多的矿石圈定在露天开采境界内，又要使所选用的采场边坡满足露天边坡稳定所许可的角度，同时保证采剥工程位于矿区范围内，保证矿山开采安全。露天开采境界的圈定，应遵循下述原则：

- ①以自然资源主管部门依法划定的矿区范围和拟设开采标高为依据；
- ②充分合理利用矿产资源；
- ③按国家有关规程所规定确定安全稳定的开采最终边坡角；
- ④经济合理的圈定可采矿体。

2. 经济合理剥采比

矿山采用露天开采方式，根据目前该矿的市场价格，结合开挖围岩的成本等，采用原矿价格法计算该矿区露天开采的经济合理剥采比如下：

价格法计算经济合理剥采比的原则是，露天开采的单位产品成本不高于产品的销售价格。当露天开采的最终产品为原矿时，根据价格法原则：

$$a + n_{jh}b = P_0$$

$$n_{jh} = \frac{1}{b}(P_0 - a)$$

故

式中 P_0 ——矿石矿点的价格（白云岩矿密度 2.84g/cm^3 ，灰岩密度 2.85g/cm^3 ，目前嘉峪关不含税销售价格为 106.19 元/吨（ 301.58 元/ m^3 ，含税价 120 元/吨），扣除销售费用 40 元/吨，则价格为 66.19 元/吨（ 187.98 元/ m^3 ）。

a——露天开采生产成本（不包括剥离，当地成本价 170.4 元/ m^3 ）；

b——露天开采的剥离成本（当地剥离成本为 57 元/ m^3 ）；

n_{jh} ——剥采比， m^3/m^3 。

根据价格法原则进行计算后：该地区采用露天开采的经济合理剥采比为 $0.31:1$ 。

矿山实际剥离量为 $419.09 \times 10^4 \text{m}^3$ ，则矿山实际剥采比=实际剥离量/可采资源量= $419.09/6104.21=0.07:1$ 小于经济合理剥采比。

剖面区间	断面面积 S (m^2)	断面间 距 L (m)	体积计算公式	块段体积 V(m^3)
5 线以西	429.1	200	$V=1/3SL$	28606.67
5-7 线	429.1	165	$V = \frac{1}{3}L(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$	413716.54
	5549.83			
7-9 线	5549.83	205	$V = \frac{1}{3}L(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$	1777847.95
	12229.15			
9-13 辅线	12229.15	340	$V = \frac{1}{3}L(S_1 + S_2 + \sqrt{S_1 S_2})$	1940827.11
	1148.35			
13 辅线以东	1148.35	78	$V=1/3SL$	29857.10
合计				4190855.364

3. 最小工作平台宽度的确定

露天矿最小底宽应满足采装运输设备的要求。目前我国绝大多数矿山以自卸汽车运输为主，故只介绍汽车运输最小底宽的计算。

若采用折反式调车，则：

$$B_{\min} = R_{\min} + 0.5B_c + 2e + 0.5L_c$$

式中 $R_{\min}$ ——汽车最小转变半径，米；

B_c ——汽车宽度，米；

e ——汽车距边坡的安全距离，米；

L_c ——汽车长度，米。

若采用回返式调车，则：

$$B_{\min} = 2(R_{\min} + 0.5B_c + e)$$

本次开发利用方案选择采用回返式调车，经计算 $B_{\min} = 20\text{m}$ ，故露天采场工作面最小工作平台宽度不应小于 20m ，根据矿山安全规程确认采场工作面最小工作底盘宽度为 60m 。

4. 露天采场最终边坡要素的确定

本次开发利用方案，除充分利用现有的资料外，又类比其甘肃西沟矿业有限公司石灰石矿开采技术参数（开采台阶坡面角 70° ）及矿山所处的地形地貌特征（自然边坡角 $>55^\circ$ ），同时根据露天采矿边坡设计原则，结合本区围岩的岩石力学性质确定最终边坡要素，主要边坡参数如下：

台阶高度： 12m ；

台阶坡面角为： 70° ；

安全平台宽度： 5m ；

清扫平台宽度： 8m ；

最终边坡角： 50° ；

道路路基宽 6.0m ；

最小工作底盘宽度 60m 。

按照生产规模及采矿条件，全矿布置 1 个采场开采，可满足生产要求，且可节省设备。为实现合理开采，采区沿剥离形成的工作线开始，按双台阶水平推进开采。

影响采区最终边帮稳定性的因素有：

- ①岩石的物理力学性质：包括岩石硬度、凝聚力和内摩擦角等；
- ②地质构造：包括由破碎带、断层、节理裂隙和层理构成的软弱结构面。不稳定的软岩夹层，以及遇水膨胀的软岩等；

影响采区最终边帮稳定性的因素有：

- ①岩石的物理力学性质：包括岩石硬度、凝聚力和内摩擦角等；
- ②地质构造：包括由破碎带、断层、节理裂隙和层理构成的软弱结构面。不稳定的软岩夹层，以及遇水膨胀的软岩等；
- ③水文地质条件：地下水的净压力和动压力，地下水活动对岩层稳定性的影响；

④强烈地震区地震的影响；

⑤开采技术条件和边帮存在的时间。

综合考虑该矿区的各种条件、特点，采用类比法和类似矿山的比较，并考虑目前生产的实际情况，确定了采区的相关技术参数。

5. 露天开采境界的确定

根据矿体贮存条件，露天开采边坡设计原则，结合本矿区矿体及围岩的岩石力学性质，本次设计的露天开采境界为拟申请变更采矿权范围内所有冶金用白云岩矿体，露天开采最高开采标高 3470m，最低开采标高为 3030m，矿体最低可采标高为 3160m。开采境界范围坐标见表 5-1。

表 5-1 开采境界范围拐点坐标及编号一览表

序号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
上口开采境界		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
下口开采境界		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
19		
20		

21		
22		
23		
24		
开采深度：3470 米至 3160 米标高		

5.2.3 开采回采率

5.2.3.1 设计利用资源量

设计可利用资源量以《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报告》提交并经张掖市自然资源局评审备案的资源量（评审基准日为2024年12月31日）为基础。截至2025年6月30日，采矿权内白云岩估算保有资源量 $6486.59\times10^4\text{t}$ ，其中探明资源量（TM） $3078.13\times10^4\text{t}$ ，控制资源量（KZ） $1351.86\times10^4\text{t}$ ，推断资源量（TD） $2056.60\times10^4\text{t}$ 。采矿权内累计动用资源量 $0\times10^4\text{t}$ 。累计查明资源量 $6486.59\times10^4\text{t}$ ，其中探明资源量（TM） $3078.13\times10^4\text{t}$ ，控制资源量（KZ） $1351.86\times10^4\text{t}$ ，推断资源量（TD） $2056.60\times10^4\text{t}$ 。

另采矿权外（3400m 标高以上）保有资源量 $353.92\times10^4\text{t}$ ，其中探明资源量（TM） $257.95\times10^4\text{t}$ ，控制资源量（KZ） $77.44\times10^4\text{t}$ ，推断资源量（TD） $18.53\times10^4\text{t}$ 。采矿权外动用探明资源量（TM） $233.49\times10^4\text{t}$ 。采矿权外累计查明资源量 $587.41\times10^4\text{t}$ ，其中探明资源量（TM） $491.44\times10^4\text{t}$ ，控制资源量（KZ） $77.44\times10^4\text{t}$ ，推断资源量（TD） $18.53\times10^4\text{t}$ 。

拟变更采矿权范围内累计查明资源量 $7074.00\times10^4\text{t}$ ，其中保有资源量 $6840.51\times10^4\text{t}$ ，动用探明资源量（TM） $233.49\times10^4\text{t}$ 。

为确保最终边坡的安全，该矿山需要保留安全平台宽度为 5m，清扫平台 8m，设计确定的最终边坡角为：50° 。

可利用资源量：开发利用方案资源量的设计利用原则为：根据采矿设计规范和矿体的勘探控制程度，露天开采境界内设计控制资源量(KZ)全部利用，推断资源量(TD)可信度系数 0.5-0.8。则：可利用资源量为：

$$(3078.13+1351.86) \times 10^4 \text{t} \times 1 + 2056.6 \times 10^4 \text{t} \times 0.8 + (257.95+77.44) \times 10^4 \text{t} \times 1 + 18.53 \times 10^4 \text{t} \times 0.8 = 6425.48 \times 10^4 \text{t}。$$

5.2.3.2 设计可采储量

回采率按 95% ，在运输过程中对矿石有损失按 5%，计算可采资源量为 $6425.48 \times 95\% = 6104.21 \times 10^4 \text{t}。$

5.2.3.3 开采回采率

本次设计采用露天开采，综合回采率为 95%，根据矿产资源“三率”指标要求 第 14 部分：饰面石材和建筑用石料矿产》中白云岩矿露天开采一般指标其开采回采率不低于 95%。本次设计满足一般指标要求。

5.3 拟建生产规模

5.3.1 拟建生产规模

根据《张掖市矿产资源总体规划（2021-2025 年）》要求白云岩矿的矿山最低开采规模为小型小于 $30 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ 。根据矿体所处的内、外部环境，矿体的赋存特点等因素，结合目前矿山生产现状综合考虑，该矿山采用露天开采。结合产品市场需求和矿山实际状况，综合考虑采矿生产能力、运输能力、外部建设条件，矿山资源量情况等多种因素，结合当地的销售能力现提出 $15 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ 、 $30 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ 、 $100 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ 、 $150 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ 四个建设规模进行简要论证（见表 5-2）。

通过四个方案比较，建设规模 $100\times 10^4\text{t}/\text{年}$ 在矿山生产能力、矿山服务年限、投资利润率与储量规模相匹配，更为合理，并参考《甘肃镜铁山矿业有限公司夹皮沟白云岩矿复产项目可行性研究报告》关于矿山年产量的论证内容，本方案推荐建设规模 $100\times 10^4\text{t}/\text{年}$ 。矿山企业每年原矿生产 $100\times 10^4\text{t}$ ，筛分后利用 $60\times 10^4\text{t}$ ，剩余 $40\times 10^4\text{t}$ 粉矿需要暂时堆存。白云石粉矿可以用于陶瓷，建筑，玻璃，化工，农业、环保、耐火材料等领域。其次，白云石粉可以用于生产钙镁磷肥，制取硫酸镁，生产玻璃和陶瓷的配料。企业可在经济合理的基础上考虑外售粉矿。或采用回转窑煅烧工艺，利用白云石制取金属镁。采用高固气比悬浮态快速烧成工艺，可以实现白云石全粒级使用，可解决白云石粉矿堆积的问题，不但能解决环保问题，也可降低综合成本；但在冶镁企业尚无使用经验，需要严格的小试、中试参数摸底实验和工业试验，以实现产业化应用。（参考《白云石制取镁金属及镁行业发展趋势调研报告》，酒泉钢铁（集团）有限责任公司技术中心、中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司，2022 年 12 月）

表 5-2		建设规模简要论证对比表				
项目		单位	规模方案			
			I 方案	II 方案	III 方案	IV 方案
			15	30	100	150
资源量		万吨	6840.51	6840.51	6840.51	6840.51
可采资源量		万吨	6104.21	6104.21	6104.21	6104.21
基础数据	服务年限	a	407	203	63	41
经济核算	生产成本	元/t	61.23	60.52	60.00	59.45
	销售成本	元/t	38.2	39.5	40	40.8
	销售价格	元/t	123.5	121.8	120	117.4
	投入资金	万元	3000	4500	6000	10000
	年销售收入	万元	1852.5	3654	12000	17610
	销售税金及附加	万元	194.6	383.8	1260.5	1849.8

	年生产成本	万元	1491.45	3000.6	10000	15037.5
	利润总额	万元	166.5	269.6	739.5	722.7
	年所得税	万元	41.6	67.4	184.9	180.7
	税后利润	万元	124.8	202.2	554.6	542.0
财务评价	投资利润率	%	4.16%	4.49%	9.24%	5.42%

5.3.2 财务分析

5.3.2.1 矿山开发总利润

按照总利润计算公式对采出矿石量的总利润计算如下：

总利润=年利润×服务年限

=611.3×63

=38511.9 万元

总净利润=总利润-矿山投资

=38511.9-6000

=32511.9 万元

5.3.2.2 年实现利润

1. 年产值：按生产规模 $100 \times 10^4 \text{t}$ /年计算，

年产值=年产矿石量×销售价格

= 100×120

=12000 万元

2. 生产总成本

总成本=年采矿石量×采矿成本

= 100×100

=10000 万元

3. 税金及附加

$$\begin{aligned} (1) \text{ 增值税} &= \text{年销售收入} \div (1 + \text{税率}) \times \text{税率} \\ &= 12000 \div (1 + 11\%) \times 11\% \\ &= 1189.19 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (2) \text{ 城乡建设和教育附加} &= \text{应纳税额} \times \text{税率} \\ &= 1189.19 \times (3\% + 1\% + 2\%) \\ &= 71.35 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (3) \text{ 所得税} &= (\text{年产值} - \text{年总成本} - \text{年增值税及附加}) \times \text{税率} \\ &= (12000 - 10000 - 1189.19 - 71.35) \times 25\% \\ &= 184.86 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} (4) \text{ 年利润总额} \\ \text{年利润} &= \text{年产品销售总收入} - \text{年总成本} - \text{税金及附加} \\ &= 12000 - 10000 - 1189.19 - 71.35 - 184.86 = 554.59 \text{ (万元)} \end{aligned}$$

5.3.2.3 投资利润率

$$\begin{aligned} Pr &= \frac{Pr y}{I} \times 100\% \\ &= 554.59 \div 6000 \times 100\% \\ &\approx 9.24\% \end{aligned}$$

5.3.2.4 静态投资回收期

$$\begin{aligned} T_S &= \frac{I}{Pr y - T_{iy}} \\ &= 6000 \div 554.59 \end{aligned}$$

=10.8 年

注：以上公式中：

I 矿山建设总投资

Pr_y 年实现利润

Pr 投资利润率

T_s 静态投资回收期

T_{iy} 投资回收期内年平均支付基建投资贷款利息（自筹资金 T_{iy}=0）

5.3.2 矿山服务年限

（1）矿石贫化率拟定为 3%，采矿回采率及损失率拟定为 95%、5%（主要是矿山从开采面拉运至溜井以及通过铁路运输的损失）；

（2）矿山开发服务年限计算公式如下：

$$T = \frac{Q}{A \times (1-p)}$$

根据上述公式可计算出，矿山服务年限=可利用矿石量×采矿回采率÷[矿山生产能力×(1-贫化率)]=6425.48×95%÷[100×(1-3%)]≈63 年

式中：T-矿山服务年限；

A-生产能力（100×10⁴t/年）；

Q-矿山可采储量；

p-矿石贫化率。

遵循合理的开采顺序，按照自上而下分台阶开采，服务年限为 63 年。

5.4 工程布局

矿山拟建设工程有：拟建排土场、拟建工业场地 1#、拟建工业场地 2#、

1 号粉矿堆场、2 号粉矿堆场、办公生活区及拟扩建矿山道路。

(1) 拟建排土场，拟建排土场位于矿区 6 号 7 号拐点南侧，占地面积为 29.0617hm^2 。

(2) 拟建工业场地 1#位于朱陇关河北岸，占地面积 4.2687hm^2 。

(3) 拟建工业场地 2#位于朱陇关河北岸，拟建工业场地 1#东南侧，占地面积 6.2991hm^2 。

(4) 1 号粉矿堆场位于工业场地 1#东北侧，占地面积 13.6707hm^2 、2 号粉矿堆场位于工业场地 2#东北侧，占地面积 17.3181hm^2 。

(5) 办公生活区位于拟建工业场地 1#西侧，占地面积 1.7412hm^2 。

(6) 拟扩建矿山道路长 1428.5m ，道路路基宽 6.0m ，占地面积 0.8571hm^2 。

该矿体开采过程中产生的废石主要为剥离的围岩，其剥离总量为 $224.17 \times 10^4 \text{m}^3$ 。其中部分可用于铺垫道路、修建及铺垫扩建工业广场及修建挡土墙。根据矿体实际赋存情况，该矿山需设置排土场 1 处。

矿区 6 号 7 号拐点南侧设置有 1 处排土场。排土过程应是由里向外逐渐堆弃，每层堆积高度为 5m ，满铺一层后由装载机整平，经适当碾压第二层开始堆弃，逐层填高，台阶宽度 2m 。

为节省初期基建工程量及运输费用，汽车进入废石场就近卸载，由近向远前进式推排。其扩展方式为顺着地形向前推进，然后逐步向旁扩展，卸载长度根据地形和排废量确定。卸载场要求按 3%的反坡推排，卸车边缘堆成安全卸车堆，堆的高度一般为 $0.55 \sim 0.6$ 倍的车轮高度，堤顶宽不小于 2.5m ，堤的内侧边坡为 $1:0.75 \sim 1:1$ 。

排土场容积按照以下公式计算：

$$V=V_0 K_s / K_c$$

V-排土场的有效容积， m^3 ；

V_0 -剥离岩土的石方量，取 m^3 ；

K_s -初始剥离岩土的碎胀系数, 1.25；

K_c -排土场沉降系数，（1.1~1.2）；

矿区内剥离量为 $419.09 \times 10^4 m^3$ ，排土场沉降系数取 1.2，则排土场的有效容积为： $V=419.09 \times 10^4 m^3 \times 1.25 \div 1.2=436.55 \times 10^4 m^3$ ，设计排土场面积为合计 $29.0617 hm^2$ ，则排土场堆高 $H=436.55 \times 10^4 m^3 \div 29.0617 \times 10^4 m^2 \approx 15m$ 。

由于部分用于修路及扩建工业场地，因此排土场堆高小于 15m， $29.0617 hm^2$ 排土场可满足堆放需求。

该矿采出的蛇纹岩矿矿石经人工和机械相结合的选矿方法进行选矿后，有 95%以上可以利用。回收利用率较高，尾矿中矿石品位较低，基本上没有利用的价值。为了减少选矿成本，废弃物运输由装载机装入汽车，汽车拉运至排土场进行排放，装载机辅助场内平整作业。

废石严禁乱采乱倒，破坏矿区整体布局。排土场不应形成大面积的积水，也不能将自然排洪沟堵塞，发现大量积水和自然排洪沟堵塞应尽快排水并将其填平和疏通，否则会造成排土场废弃物滑塌或形成泥石流，威胁人员安全。

5.5 资源综合利用

5.5.1 选矿回收率

该矿山为矿石原石加工破碎后使用，不涉及选矿回收率。

5.5.2 综合利用率

矿山共生矿产为铁矿，根据储量核实报告，该矿山铁矿资源量为潜在矿产资源，该段铁矿矿石品位较低，硅质较高，粒度极细，选矿性能差，现阶段加工选冶不经济，铁矿尚不能利用。本方案不设计铁矿的开发利用。

5.5.3 资源保护

采矿权标高范围内赤铁矿潜在资源量 370.69 万吨，本方案不设计铁矿的开发利用。另根据储量核实报告与开发利用方案总平面布置图，铁矿体不在白云岩矿开采终了境界范围内，且铁矿地表不设置任何功能分区。

6. 绿色矿山建设

6.1 概述

绿色矿山是指矿产资源开发过程中严格遵守国家相关法律法规，符合矿产资源规划与产业政策、开采方式科学、资源节约利用程度高、采用先进环保的生产工艺、管理制度健全、矿区生态环境优美、矿山企业与当地群众和谐共处、共同发展的矿山。

本方案根据国土资源部等六部委《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规[2017]4号）的要求，以绿色发展为理念，切实落实国家绿色矿山的有关规定，遵循“资源开发与环境保护相协调”的原则，对甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿依法办矿、规范管理、综合利用、绿色开采、技术创新、节能减排及环境保护等方面进行了绿色矿山设计。

6.2 绿色矿山设计

6.2.1 依法办矿

本方案依据《甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿产资源储量核实报告》（截至2024年12月31日），对甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿区范围内的矿产资源进行了开发利用设计。其前期工作符合国家依法办矿的相关规定，后期须严格遵循国家有关规定，并做到以下几点：

- 1、按照有关规定，办理相关手续，证照齐全并满足开工条件后，方可开工建设。

- 2、矿山投产后，须按要求建立资源回收管理制度，专门成立了资源回

收管理领导小组，不断完善各环节的矿产资源管理回收制度，加强资源储量基础管理和现场管理，严禁超层越界开采。

6.2.2 规范管理

1、矿山须依法建立健全安全管理机构，认真贯彻落实绿色矿山发展理念。甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿属露天矿山，根据安全管理需要成立以矿长为首的安全管理委员会下设安全管理部，负责本矿的安全管理工作。并建立健全：安全生产责任制度、安全会议制度、安全目标管理制度、安全投入保障制度、安全质量标准化管理制度、安全教育与培训制度、事故隐患排查与整改制度、安全监督检查制度、安全技术审批制度、矿用设备器材使用管理制度、矿山主要灾害预防制度、事故应急救援制度、安全与经济利益挂钩制度、采场人员管理制度；安全举报制度、管理人员带班制度、安全操作管理制度等安全生产制度。

2、积极加入并自觉遵守《绿色矿业公约》，制订有切实可行的绿色矿山建设规划。

3、建立健全矿产资源开发利用、环境保护、土地复垦及生态重建等等规章制度和保障措施。

4、积极推行企业健康、安全、环保认证和产品质量体系认证，实现矿山管理的科学化、制度化和规范化。

6.2.3 综合利用

本矿开采的矿种为白云岩。方案对本矿白云岩矿资源开发利用进行了合理设计，回采率达 95%，“三率”指标符合国家相关规定。矿山在建设生产过程中，应严格执行以下规定：

1、节约资源，保护资源，大力开展矿产资源综合利用。积极推进剥离废石再利用。将生产生活污水进行净化处理，处理后用于本矿消防、洒水降尘及冲洗车辆，使废水利用率达到 85%以上。

2、使用符合矿产资源节约与综合利用鼓励、限制、淘汰技术目录要求的工艺、技术和装备。

6.2.4 技术创新

1、积极开展科技创新和技术革新，考察学习省内外其他生产工艺先进、技术设备领先的其他同类矿山。

2、加强企业内部培训，提升员工技术水平，不断优化生产工艺，及时淘汰高能耗落后设备。

3、重视科技进步，推动现代化数字矿山建设。

6.2.5 节能减排

本方案在采矿工艺的选择、设备的选型、道路布置、防排水及总平面布置等方面，充分考虑了节能，以便提高经济效益。

1) 采矿工艺的选择

根据本矿矿层埋藏特征和赋存条件，方案采用采用公路开拓汽车运输方案。并配备一定数量的挖掘机、潜孔钻机、凿岩机等辅助设备，清理矿层顶、底板，尽可能多回收蛇纹岩矿石矿产资源。

2) 设备选型的节能措施

(1) 在相同吨位级的自卸卡车和与之配套的其它辅助设备的选择中，优先选择单位耗油少的设备，以降低成本。

(2) 剥离、运输设备合理匹配。设计配备合理的设备维修设施，以有

利于提高设备出动率，充分发挥设备效率，达到高产、高效、减少吨矿燃油消耗与吨矿电耗的目的。

3) 道路布置的节能措施

(1) 合理选用道路坡度、曲线半径、路面类型及结构等技术参数，建立合理的开拓运输系统。

2、配备完善的道路维修设备，加强道路养护，提高路面质量，保证设备运行顺畅，减少动力消耗。

4) 防排水的节能措施

为提高节能降耗效果，本方案全面考虑防排水工程的排水方式、采取了如下节能措施：

本矿山为山坡露天矿，采场防排水设计充分利用自然地形条件，选择有利地形，使地面排水沟和临时防洪堤截流的汇水顺坡排出区外，从而减少了排水设备，节约了能源。

5) 总平面布置的节能措施

在总平面布置上因地制宜，各功能分区合理，布置紧凑，运输方便，人流物流通畅短捷，减少交叉环节，达到节省能源消耗目的。在平面布置上采取以下节能措施：

1、根据露天采场、排土场地的科学布置，减少剥离物运输距离，降低能耗。

2、为露天采矿设备及运输设备服务的采矿工业场地、碎石加工场地等均布置在采场境界安全距离以外，尽量靠近采场布置。各设施之间均布置有联络道路，运输顺畅，行走距离短。

3、在总平面布置上，使各建筑物有良好的采光、通风和卫生条件。

6.2.6 环境保护

本方案遵循“资源开发与环境保护相协调”的原则，编制了环境保护章节。此外，矿山还须执行以下措施：

1、严格执行环境保护“三同时”制度，有效保护矿区及周边自然环境。

2、编制矿山环境保护与治理恢复方案，重视矿山地质灾害防治工作，积极采取地质环境恢复治理的措施。

3、绿化工业场地。本区属高寒半干旱气候，年降雨量少，植被复活率低，大面积种植草木不易实现。矿方应因地制宜在可绿化区域种植适合本区域气候的草木，使绿化覆盖率达到可绿化区域面积的 100%。

7 结论

7.1 资源储量与估算设计利用资源量

7.1.1 资源储量

采矿权内白云岩估算保有资源量 $6486.59 \times 10^4 \text{t}$, MgO 平均含量 21.22%, CaO 平均含量 30.96%, 均为保有资源量。其中探明资源量 (TM) $3078.13 \times 10^4 \text{t}$, 控制资源量 (KZ) $1351.86 \times 10^4 \text{t}$, 推断资源量 (TD) $2056.60 \times 10^4 \text{t}$ 。探明资源量 (TM) + 控制资源量 (KZ) 占探获资源总量的 68.29%。采矿权内累计动用资源量 $0 \times 10^4 \text{t}$ 。累计查明资源量 $6486.59 \times 10^4 \text{t}$, 其中探明资源量 (TM) $3078.13 \times 10^4 \text{t}$, 控制资源量 (KZ) $1351.86 \times 10^4 \text{t}$, 推断资源量 (TD) $2056.60 \times 10^4 \text{t}$ 。

另采矿权外 (3400m 标高以上) 保有资源量 $353.92 \times 10^4 \text{t}$, MgO 平均含量 21.28%, CaO 平均含量 30.61%, 其中探明资源量 (TM) $257.95 \times 10^4 \text{t}$, 控制资源量 (KZ) $77.44 \times 10^4 \text{t}$, 推断资源量 (TD) $18.53 \times 10^4 \text{t}$ 。采矿权外动用探明资源量 (TM) $233.49 \times 10^4 \text{t}$ 。采矿权外累计查明资源量 $587.41 \times 10^4 \text{t}$, 其中探明资源量 (TM) $491.44 \times 10^4 \text{t}$, 控制资源量 (KZ) $77.44 \times 10^4 \text{t}$, 推断资源量 (TD) $18.53 \times 10^4 \text{t}$ 。

拟变更采矿权范围内累计查明资源量 $7074.00 \times 10^4 \text{t}$, 其中保有资源量 $6840.51 \times 10^4 \text{t}$, 动用探明资源量 (TM) $233.49 \times 10^4 \text{t}$ 。

7.1.2 设计利用资源量

设计可利用资源量以《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实报告》提交并经张掖市自然资源局评审备案的资源量 (评审基准日为 2024 年

12月31日)为基础。可利用资源量:开发利用方案资源量的设计利用原则为:根据采矿设计规范和矿体的勘探控制程度,露天开采境界内设计控制资源量(KZ)全部利用,推断资源量(TD)可信度系数0.5-0.8。则:可利用资源量为: $(3078.13+1351.86) \times 10^4\text{t} \times 1 + 2056.6 \times 10^4\text{t} \times 0.8 + (257.95+77.44) \times 10^4\text{t} \times 1 + 18.53 \times 10^4\text{t} \times 0.8 = 6425.48 \times 10^4\text{t}$ 。

7.2 申请采矿权矿区范围

本次设计申请采矿权范围见表 6-1。

表 7-1 申请采矿权范围表

点 号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
矿区面积	0.7043km ²	
开采深度	3470m～3030m 标高	

7.3 开采矿种

根据评审备案的核实报告中资源储量评审结果，该矿山设计开采矿种为冶金熔剂用白云岩矿。

7.4 开采方式、开采顺序、采矿方法

7.4.1 开采方式

露天开采。

7.4.2 开采顺序

矿体设置 1 个独立的露天采场，沿确定的露天采场境界线分层剥离和回采。

7.4.3 采矿方法

自上而下分台阶开采。

7.5 拟建生产规模、矿山服务年限

7.5.1 拟建生产规模

设计建设规模确定为 $100 \times 10^4 \text{t/年}$ 。

7.5.2 矿山服务年限

服务年限为 63 年。

7.6 资源综合利用

开采回采率：现有矿石的回收率可达到 95%。根据《矿产资源“三率”指标要求 第 14 部分：饰面石材和建筑用石料矿产》中白云矿露天开采一般指标其开采回采率不低于 95%。开采回采率满足一般指标要求。

矿石贫化率拟定为 3%；

综合利用率：矿山共生矿产为铁矿，根据储量核实报告，该矿山铁矿资源量为潜在矿产资源，本方案不设计铁矿的开发利用；

资源保护：采采矿权标高范围内赤铁矿潜在资源量 370.69 万吨，本方案不设计铁矿的开发利用。另根据储量核实报告与开发利用方案总平面布

置图，铁矿体不在白云岩矿开采终了境界范围内，且铁矿地表不设置任何功能分区。

第二部分 方案信息表

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

矿 山 企 业	企业名称	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司		
	法人代表	秦俊山	联系电话	13519477233
	单位地址	甘肃嘉峪关市雄关东路 12 号		
	矿山名称	甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿		
	采矿许可证	新申请 持有 变更		
以上情况请选择一种并打“√”				
编 制 单 位	单位名称	甘肃省地质矿产勘查开发局水文地质工程地质勘察院		
	法人代表	彭杨宏	联系电话	13993622904
	主 要 编 制 人 员	姓 名	职 责	联系电话
		孙振兴	项目负责	13993622904
		董 军	报告编制	13919733230
		巴宗博	制 图	18298574289
		孙振兴	统 稿	13993622904
审 查 申 请	我单位已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。 请予以审查。 申请单位（矿山企业）盖章 联系人： 联系电话：			

第二部分 矿山地质环境保护与土地复垦方案

0 前 言

0.1 任务的由来

为保护矿山地质环境，减少矿产资源开采活动造成的矿山地质环境破坏，保护人民生命和财产安全，促进矿产资源的合理开发利用，珍惜和合理利用每一寸土地，改善生态环境，实现土地资源的持续利用，促进经济、社会 and 环境的和谐发展，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国土地管理法》和甘肃省人民代表大会发布的《甘肃省地质环境保护条例》等国家、地方政府制定的有关法律法规及《矿山地质环境保护规定》、《地质灾害防治条例》及《土地复垦条例》的有关规定，依据《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》，矿山企业在取得采矿许可的同时，应当编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

依据上述法规和文件精神，我公司受甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司邀请招标，编制了《甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

0.2 编制目的

《矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制的主要目的是企业并更延续采矿证，并通过矿山环境影响、土地损毁情况调查与评估，制定矿山企业在建设、开采、闭坑各阶段的矿山环境保护与土地复垦方案，最大限度地减轻矿业活动对地质环境的影响和土地资源的破坏，实现矿山地质环境的有效保护与土地复垦工作，并且为政府行政主管部门对矿山地质环境及土地资源的有效监督管理提供依据。主要任务为：

1. 收集资料，开展矿山地质环境调查，查明矿区地质环境条件复杂程度，确定矿山地质环境影响评估级别与评估范围；
2. 据矿山开发现状，进行矿山地质环境影响现状评估及调查已损毁各类土地现状；
3. 在现状评估的基础上，根据矿山开发利用方案、采矿地质环境条件，进行矿山地质环境影响预测评估与拟损毁土地预测评估；
4. 根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区；根据矿山土地损毁现状评估和预测评估，划定矿山土地复垦区与复垦责任范围；
5. 提出矿山地质环境保护、预防和恢复治理技术措施；提出矿区土地复垦技术措

施；

6. 安排矿山地质环境保护与土地复垦工程，制定矿山监测工作方案；

7. 进行恢复治理与土地复垦工程经费概算；

0.3 编制依据

0.3.1 法律、法规依据

1. 《中华人民共和国环境影响评价法（2018 修正）》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 日）；

2. 《中华人民共和国土地管理法》（中华人民共和国主席令第 28 号，2020 年 1 月 1 日）；

3. 《中华人民共和国水污染防治法》（中华人民共和国主席令第 70 号，2018 年 1 月 1 日）；

4. 《中华人民共和国矿产资源法》（2024 年 11 月 8 日第十四届全国人民代表大会常务委员会第十二次会议修订）；

5. 《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第 39 号，2011 年 3 月 1 日）；

6. 《中华人民共和国环境保护法》（中华人民共和国主席令第 9 号，2015 年 1 月 1 日）；

7. 《地质灾害防治条例》（国务院令[2003]第 394 号，2004 年 3 月 1 日）；

8. 《土地复垦条例》（国务院令[2011]第 592 号，2011 年 3 月 5 日）；

9. 《土地复垦条例实施办法》（国土资源部令[2013]第 56 号，2013 年 3 月 1 日）；

10. 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令[2014]第 653 号，2014 年 7 月 29 日）；

11. 《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令[2014]第 44 号，2014 年 6 月 1 日）；

12. 《环境保护公众参与办法》（环境保护部令[2015]第 35 号，2015 年 9 月 1 日）；

13. 《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令[2016]第 64 号，2016 年 1 月 5 日）；

14. 《甘肃省地质环境保护条例》（甘肃省人民代表大会常务委员会公告第 42 号，2016 年 10 月 1 日）；

0.3.2 政策文件

1. 《国务院关于全面整顿和规划矿山资源开发秩序的通知》（国发〔2005〕28号）；
2. 《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）；
3. 《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估的通知》（国土资发〔2004〕69号，2004年3月25日）等；
4. 《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》（国土资发〔2006〕225号）；
5. 《关于加强和改进土地开发整理工作的通知》（国土资发〔2005〕29号）；
6. 《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》（国土资发〔1999〕36号）；
7. 《国土资源部关于贯彻实施〈土地复垦条例〉的通知》（国土资发〔2011〕50号）；
8. 《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）。

0.3.3 地方政策法规

1. 《甘肃省人民政府关于进一步加强地质灾害防治工作的意见》（甘政发〔2009〕83号文）；
2. 《甘肃省地质环境保护条例 2004 年修正》（2004 年 6 月 4 日）；
3. 《甘肃省地质环境保护条例》（2016 年 10 月 1 日）；
4. 《甘肃省国土资源厅关于实行采矿权项目三方案合一制度的通知》（甘国土资矿发〔2016〕140 号）；
5. 《关于实行采矿权项目三方案合一制度有关问题的补充通知》（甘国土资矿发〔2017〕43 号）；
6. 《甘肃省国土资源厅关于印发〈甘肃省地质环境项目工程投资编制办法〉的通知》（甘国土资环发〔2018〕105 号）。
7. 《甘肃省绿色矿山建设建设规范地方标准》（DB62/T4284.1-2021）

0.3.4 技术标准

1. 《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中华人民共和国国土资源部（2016.12）；
2. 《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

3. 《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）；
4. 《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864-2016）；
5. 《水土保持综合治理技术规定》（GB/T16453-1996）；
6. 《污水综合排放标准》（GB8978-2015）；
7. 《土壤环境质量标准》（GB15618-2008）；
8. 《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
9. 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
10. 《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）；
11. 《土地复垦方案编制规程》第一部分：通则（TD/T103.1-2011）；
12. 甘肃省国土资源厅制定的《矿山地质环境保护与恢复治理方案》编制基本要求（试行）（2013年7月）；
13. 《甘肃省地质灾害防治工程勘查设计技术要求》（试行）甘肃省国土资源厅（2003.5）；
14. 《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）；
15. 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
16. 《地下水水质标准》（DZ/T00290-2015）；
17. 《开发建设项目水土保持方案技术规范》（SL204-98）；
18. 《地下水监测规范》（SL/T183-2005）；
19. 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
20. 《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
21. 《矿山地质环境监测技术规范》（DZ/T0287-2015）；
22. 《矿山地下水监测规范》（DZ/T0207-2021）等最新规范标准；

0.3.4 其他依据

1. 2025年5月由甘肃省地质矿产勘查开发局第三地质矿产勘查院编制的《甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿产资源储量核实报告》（截至2024年12月31日）；
2. 《甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿产资源开发利用方案》（甘肃省地质矿产勘查开发局水文地质工程地质勘察院，2025年6月）；
3. 矿区实地勘查及搜集的相关资料。

0.4 方案适用年限

本次编制的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》适用年限按照“国土资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的规定，依据本矿山服务年限和开采计划来确定。

根据《核实报告》，截至 2024 年 12 月 31 日在采矿权内白云岩估算保有资源量 $6486.59 \times 10^4 \text{t}$ ，均为保有资源量。其中探明资源量（TM） $3078.13 \times 10^4 \text{t}$ ，控制资源量（KZ） $1351.86 \times 10^4 \text{t}$ ，推断资源量（TD） $2056.60 \times 10^4 \text{t}$ 。采矿权内累计动用资源量 0。另采矿权外（3400m 标高以上）保有资源量 $353.92 \times 10^4 \text{t}$ ，其中探明资源量（TM） $257.95 \times 10^4 \text{t}$ ，控制资源量（KZ） $77.44 \times 10^4 \text{t}$ ，推断资源量（TD） $18.53 \times 10^4 \text{t}$ 。采矿权外动用探明资源量（TM） $233.49 \times 10^4 \text{t}$ 。依据《甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿产资源开发利用方案》：设计可利用资源量为 $6425.48 \times 10^4 \text{t}$ ，可采资源储量为 $6104.21 \times 10^4 \text{t}$ ，年设计生产规模为 $100 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ ，矿山服务年限 63 年（矿山服务年限超过 30 年时按 30 年计算）。

本方案编制基准期为 2025 年 8 月。

综上所述，根据矿山服务年限、开采计划和矿山采矿许可证的核发年限，进行综合确定方案编制年限为 33 年（含 3 年管护期）即自 2025 年 8 月至 2058 年 8 月；方案适用年限为 5 年，即自 2025 年 8 月至 2030 年 8 月（具体时间以申请获得新一期采矿许可证时间为准）。

在《采矿许可证》有效期内，一是如果矿山企业发生主要开采矿种、开采方式、生产规模变更，以及因矿区范围变化需要变更矿山建设方案时，应重新编制矿产资源开发与恢复治理方案；二是如果不发生采矿权等的变更，本方案使用年限到期之后，根据矿山开采计划和矿山环境的变化，需修编一次本方案；三是在方案有效期内，随政府土地复垦项目规划，土地复垦条件和复垦方向发生较大变化时，需重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

0.5 编制工作概况

0.5.1 工作程序

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案，遵照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（以下简称《方案编制指南》）编制，工作程序框图见图 0-1。

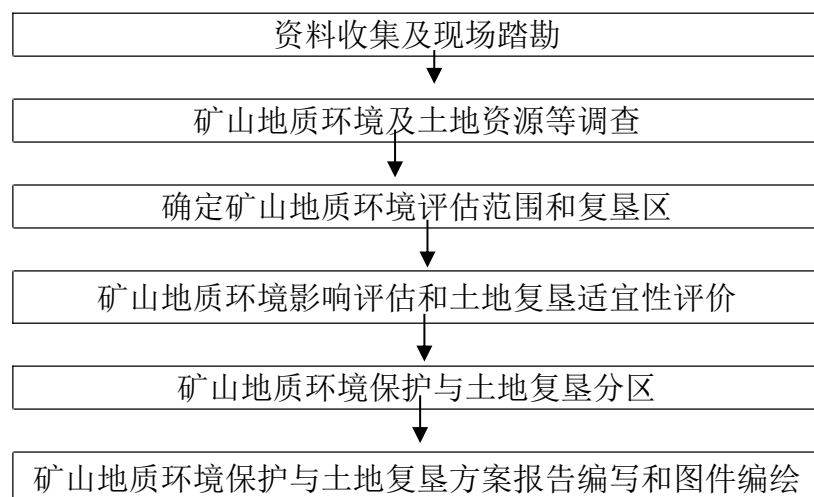


图 0-1 工作程序框图

0.5.2 工作方法

本次工作主要采用搜集现有资料、实地调查及室内综合分析评估的工作方法。

1、开展工作前，项目有关技术人员认真学习自然资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《地质灾害危险性评估技术要求》（试行）、《矿山地质环境保护规定》、《矿山地质环境保护与土地复垦方案工作大纲》，熟悉工作程序，明确工作重点。

2、在调查前，搜集并详细阅读《核实报告》、《开发利用方案》等相关资料，了解区内地质环境条件和矿山采矿工程规模。初步确定矿山地质环境评估区范围、级别和土地复垦区、复垦责任范围等。

3、野外调查采用 1：2000 地形地质图做手图，亚米级 GPS 定位，数码拍照。工作方法主要采用路线穿越法和地质环境点追索相结合的方法进行灾害点调查。

4、本次调查的重点对象：初步查明该区的地层岩性、地质构造、水文地质条件、工程地质条件、矿体地质特征、矿山及周边其他人类工程活动情况等，调查各类地貌、土地资源占用、水文地质及地质灾害现状、规模及稳定性等，确定各类地质环境问题的成因类型、分布规模、威胁对象等，预测可能产生地质环境问题的地域、类型，灾害隐患对矿山工程的危害程度及危险性，提出初步防治措施。

5、室内资料整理

在综合分析研究现有资料和调查资料的基础上，按照《方案编制指南》工作程序，进行矿山地质环境现状评估、预测评估及矿山土地损毁现状评估、预测评估，并提出相应的防治工程措施和建议，着重于提出拟采取的防治方案。编制了《甘肃酒钢集团宏兴

钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》及其附图。

0.5.3 完成的工作量

我公司接受委托后，进行了相关资料收集和现场踏勘工作，制定了工作计划。于2025年6月25日组织技术人员进入矿山企业进行野外地质环境调查、访问工作，外业工作结束后，对资料进行了整理、综合分析研究，在此基础上编制本方案，完成的具体工作量见表0-1。

表 0-1 本次矿山地质环境保护与土地复垦方案完成的实物工作量统计表

工作内容	分项名称	单位	数量
资料收集	矿山企业自有资料：(采矿证副本、营业执照，核实报告、矿产资源开发利用方案)	份	4
	当地国土部门提供资料：项目所在地标准分幅土地权属证明、肃南县土地利用总体规划图	份	2
野外调查	矿区面积	km ²	0.7043
	矿山基础设计位置调查	处	5
	调查面积	km ²	3.527642
提交成果	矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	1
	附图	张	6
	附件	套	1

通过以上工作，基本查明了区内地质环境条件和矿区环境影响因素及地质灾害现状，为《矿山地质环境保护与土地复垦方案》的编制取得了较为丰富的实际材料，加之室内综合分析与系统整理，使方案编制有据，符合实际，内容齐全，图文真实，达到了《方案编制指南》的有关规定与我省主管部门的有关要求，编写的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》，均通过我公司内部三级校审后送交专家组评审。

1 矿山基本情况

1.1 矿山简介

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿位于甘肃省肃南裕固族自治县祁丰乡境内，距嘉峪关市区约 147km，位于镜铁山矿东南 23 公里处。矿区地理坐标（CGCS2000）：

东经 ，

北纬

根据《开发利用方案》。拟申请采矿证信息如下：

证号：C6200002009106120039516

采矿权人：甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司

地 址：甘肃嘉峪关市雄关东路 12 号

矿山名称：甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿

经济类型：股份有限公司

开采矿种：冶金用白云岩

开采方式：露天开采

生产规模：100.00×10⁴t/年

矿区面积：0.7043km²

1.2 矿区范围及拐点坐标

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿采矿权由 9 个拐点组成，面积 0.7043km²（70.43hm²）拐点直角坐标见表 1-1：

表 1-1 采矿区范围拐点坐标一览表

点号	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
开采深度：3470 米至 3030 米标高，面积 0.7043 平方公里		

1.3 矿山开发利用方案概述

1.3.1 矿山建设规模及工程布局

1. 建设规模

根据《开发利用方案》，本矿山拟设年生产规模为 $100\times 10^4\text{t}$ ，矿山生产规模为大型。

2. 工程布局

矿山拟建设工程有：拟建排土场、拟建工业场地 1#、拟建工业场地 2#、1 号粉矿堆场、2 号粉矿堆场、办公生活区及拟扩建矿山道路。

- (1) 拟建排土场，拟建排土场位于矿区 6 号 7 号拐点南侧，占地面积为 29.0617hm^2 。
- (2) 拟建工业场地 1#位于朱陇关河北岸，占地面积 4.2687hm^2 。
- (3) 拟建工业场地 2#位于朱陇关河北岸，拟建工业场地 1#东南侧，占地面积 6.2991hm^2 。
- (4) 1 号粉矿堆场位于工业场地 1#东北侧，占地面积 13.6707hm^2 、2 号粉矿堆场位于工业场地 2#东北侧，占地面积 17.3181hm^2 。
- (5) 办公生活区位于拟建工业场地 1#西侧，占地面积 1.7412hm^2 。
- (6) 拟扩建矿山道路长 1428.5m，道路路基宽 6.0m，占地面积 0.8571hm^2 。



照片 1-1 拟建工业场地 1#



照片 1-2 拟建工业场地 1#

1.3.2 矿山开采的层位及矿山资源储量

根据《核实报告》和《开发利用方案》，矿山开采对象为矿区 3470-3030m 标高范围内白云岩矿。矿山保有资源量为 $6840.51\times 10^4\text{t}$ （注：矿权内和矿权外的总量），设计可利用资源量为 $6425.48\times 10^4\text{t}$ ，可采资源储量为 $6104.21\times 10^4\text{t}$ ，年设计生产规模为 $100\times 10^4\text{t}$ ，矿山服务年限 63 年。

1.3.3 矿山开采设计

1. 矿体开采方式

据《开发利用方案》，本矿山采取露天开采的方式。

2. 开采顺序

根据矿体的赋存情况以及自然现状，推荐该矿山采用露天开采方式，矿体设置一个独立的露天采场，沿确定的露天采场境界线分层进行剥离和回采。

3. 矿山开拓

开拓方案选择的基本原则：力求基建工程量省、经营费低，便于施工，环节少、管理方便等。

根据本矿山的地形特点和矿体的赋存条件，矿山规模较大，采用开拓为汽车运输，正式生产为溜井—井下粗破—皮带运输—破碎筛分。

4. 开采工艺

根据矿体的赋存情况以及自然现状，推荐该矿山采用露天开采方式，矿体设置一个独立的露天采场，沿确定的露天采场境界线分层进行剥离和开采。矿山采矿工艺主要为铲装运输。

开采工作按照正规作业循环组织安排各工序，工艺流程为：剥离→穿孔→装药→爆破→采、装、运→破碎筛分→堆矿场→排矸八个工序。

1.3.4 选矿工艺

根据酒钢业主要求，设计破碎筛分流程，破碎筛分后 20mm~60mm 粒度的物料需占总体物料的 60%以上。根据上述要求，原矿粒度按 600mm 进行设计，破碎作业设计采用两段一闭路破碎流程，一段破碎在井下破碎采用颚式破碎机进行破碎，破碎前先经棒条给料机筛分，约 66%的物料进入颚式破碎机（紧边排矿口 175mm）破碎至 200mm。粗碎后的产品通过斜井胶带直接给入双层圆振筛，筛上（+60mm）物料进入圆锥破碎机（紧边排矿口 54mm）再次破碎，破碎至 60mm 时，参照圆锥破碎机的中碎产品曲线，筛分效率取 $E = 80\%$ ，-20mm 产品含量约为 40%，则筛上产品含量约为 60%，满足 20mm~60mm 产品 60%以上的产品要求。

产品方案为 0-20mm、20-60mm 两个粒径成品矿。

该矿山白云岩矿加工流程为原矿→棒条给料机→颚式破碎机→双层圆振筛→（大于 60mm 的矿石经圆锥破碎机→双层圆振筛）成品（图 5-1）。

白云岩矿作为炼铁和炼钢的熔剂，可以起到中和酸性炉渣的作用，提高炉渣的碱度，降低炉渣中 FeO 的活度，可以减轻炉渣对炉衬的侵蚀作用。轻烧白云石主要用于炼钢，

可提高钢渣的流动性，作造渣剂使用，提高炉渣的流动性，不仅可延长转炉的寿命,并可改善脱硫、脱磷反应的进行，还可节省大量萤石。我国生产 1t 钢需消耗 170kg 白云岩。而在炼铁时加入白云石可稀释炉渣，降低炉渣熔点，降低燃料的消耗，提高生铁质量。

熔剂白云岩中的 MgO 是有用组分，最低工业品位 $MgO \geq 16\%$ ，有害组分 SiO_2 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 Mn_3O_4 含量总和应小于 10%，其中 $SiO_2 \leq 4\%$ 。

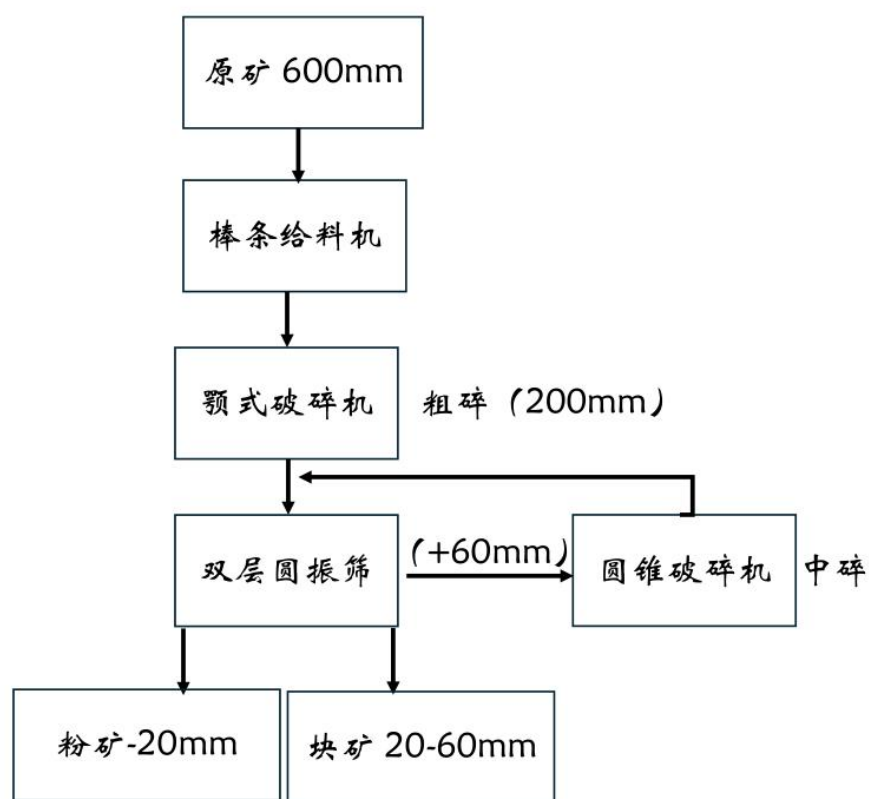


图 5-1 冶金熔剂用白云岩选矿工艺流程图

该矿山白云岩矿层露出地表，矿山进行露采，矿石易采、易选，开采及加工技术条件简单。矿床中白云岩矿 MgO 平均含量 21.22%， CaO 平均含量 30.96%， SiO_2 平均含量 0.54%， K_2O 平均含量 0.03%， Na_2O 平均含量 0.04%， $SiO_2+Fe_2O_3+Al_2O_3+Mn_3O_4$ 平均含量 1.08%。矿石中有害元素含量低，符合冶金熔剂用矿石质量标准。矿石抗磨耐压，不易形成碎块和粉末，用作熔剂具有较好的透气性和炉料的均衡性，且矿区地理位置优越，自矿区经镜铁山站到嘉峪关市酒钢厂区有铁路和简易公路相连，铁路全长 78km，简易公路行程 161km，交通便利。该白云岩矿作为冶金熔剂，已在酒钢集团炼铁、炼钢中使用近 20 年，具有较高利用价值的矿床。

现阶段可利用矿石为块矿，产率 60%。粉矿需要通过暂时堆存，白云石粉矿可以用于陶瓷，建筑，玻璃，化工，农业、环保、耐火材料等领域。其次，白云石粉可以用于生产钙镁磷肥，制取硫酸镁，生产玻璃和陶瓷的配料。企业可在经济合理的基础上考虑外售粉矿。或采用回转窑煅烧工艺，利用白云石制取金属镁。采用高固气比悬浮态快速烧成工艺，可以实现白云石全粒级使用，可解决白云石粉矿堆积的问题，不但能解决环保问题，也可降低综合成本；但在冶镁企业尚无使用经验，需要严格的小试、中试参数摸底实验和工业试验，以实现产业化应用。（参考《白云石制取镁金属及镁行业发展趋势调研报告》，酒泉钢铁（集团）有限责任公司技术中心、中国有色金属工业西安勘察设计研究院有限公司，2022 年 12 月）

1.3.5 尾矿设施

该矿采出的白云岩矿矿石经人工和机械相结合的选矿方法进行选矿后，有 95%以上可以利用。回收利用率较高，尾矿中矿石品位较低，基本上没有利用的价值。为了减少选矿成本，直接把尾矿堆放入排土场。

1.4 矿山开采历史及现状

1.4.1 矿山开发历史

白云岩矿山于 1990 年开工建设，1992 年建成投产。矿山实际开采时间为 1992 年至 2014 年。矿山自 1992 年 4 月开始由酒泉钢铁公司开采，用露天开采的方式，设计生产能力为 $15 \times 10^4 \text{t/年}$ 。截至 2008 年末，共采出矿石 $98.51 \times 10^4 \text{t}$ ，实际输出 $91.42 \times 10^4 \text{t}$ ，损失矿量 $7.09 \times 10^4 \text{t}$ 。

表 1-2 夹皮沟白云石历年输出表(t)

序号	年度	输出量	序号	年度	输出量	序号	年度	输出量
1	1992	14959	7	1998	71795	13	2004	54868
2	1993	31502	8	1999	52393	14	2005	32700
3	1994	60353	9	2000	46603	15	2006	68056
4	1995	60680	10	2001	52583	16	2007	57768
5	1996	75142	11	2002	55809	17	2008	58000
6	1997	67244	12	2003	53843		合计	914217

2014 年 6 月因以往开拓方式不能满足现阶段环保及安全要求，加之采选矿成本高出同期白云岩矿采购成本，夹皮沟白云岩矿开始停产。根据 2014 年白云岩矿储量年报，2014 年开采到 3370m 水平，截至 2014 年 12 月 31 日，年末保有（122b） $2254.8 \times 10^4 \text{t}$ ，（333） $3655 \times 10^4 \text{t}$ ，合计 $5909.8 \times 10^4 \text{t}$ 。

根据 2009 年夹皮沟白云岩矿储量复核报告，根据白云岩历年年报统计数据，1992-2008 年累计动用资源量为 $98.51 \times 10^4 \text{t}$ ，2009 年至 2014 年期间动用资源量为 $133.02 \times 10^4 \text{t}$ ，累计动用资源量 $231.53 \times 10^4 \text{t}$ （表 1-3）

表 1-3 2009 年后夹皮沟白云岩矿石历年输出表（ $\times 10^4 \text{t}$ ）

序号	年度	采出量	损失量	动用量	回采率（%）	累计动用量
1	1992-2008	91.42	7.09	98.51	92.80	98.51
2	2009	7.93	0.75	8.68	91.32	107.19
3	2010	17.53	1.43	18.96	92.45	126.16
4	2011	28.71	2.95	31.66	90.68	157.82
5	2012	31.88	3.2	35.08	90.90	192.90
6	2013	24.73	1.58	26.31	94.00	219.21
7	2014	11.20	1.12	12.32	90.91	231.53

2025 年 5 月由甘肃省地质矿产勘查开发局第三地质矿产勘查院提供的《甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿产资源储量核实报告》（截至 2024 年 12 月 31 日）资料可知，采矿权内白云岩估算保有资源量 $6486.59 \times 10^4 \text{t}$ ，MgO 平均含量 21.22%，CaO 平均含量 30.96%，均为保有资源量。其中探明资源量（TM） $3078.13 \times 10^4 \text{t}$ ，控制资源量（KZ） $1351.86 \times 10^4 \text{t}$ ，推断资源量（TD） $2056.60 \times 10^4 \text{t}$ 。探明资源量（TM）+控制资源量（KZ）占探获资源总量的 68.29%。采矿权内累计动用资源量 $0 \times 10^4 \text{t}$ 。累计查明资源量 $6486.59 \times 10^4 \text{t}$ ，其中探明资源量（TM） $3078.13 \times 10^4 \text{t}$ ，控制资源量（KZ） $1351.86 \times 10^4 \text{t}$ ，推断资源量（TD） $2056.60 \times 10^4 \text{t}$ 。

另采矿权外（3400m 标高以上）保有资源量 $353.92 \times 10^4 \text{t}$ ，MgO 平均含量 21.28%，CaO 平均含量 30.61%，其中探明资源量（TM） $257.95 \times 10^4 \text{t}$ ，控制资源量（KZ） $77.44 \times 10^4 \text{t}$ ，推断资源量（TD） $18.53 \times 10^4 \text{t}$ 。采矿权外动用探明资源量（TM） $233.49 \times 10^4 \text{t}$ 。采矿权外累计查明资源量 $587.41 \times 10^4 \text{t}$ ，其中探明资源量（TM） $491.44 \times 10^4 \text{t}$ ，控制资源量（KZ） $77.44 \times 10^4 \text{t}$ ，推断资源量（TD） $18.53 \times 10^4 \text{t}$ 。

根据《核实报告》和《开发利用方案》，矿山开采对象为白云岩矿。矿区面积 0.7043 平方公里，矿山保有资源量为 $6840.51 \times 10^4 \text{t}$ （注：矿权内和矿权外的总量），设计可利用资源量为 $6425.48 \times 10^4 \text{t}$ ，可采资源储量为 $6104.21 \times 10^4 \text{t}$ ，年设计生产规模为 $100 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ 。

1.4.2 矿山开采现状

矿山原开采方案由鞍山冶金设计研究院设计，1990 年开工建设，1992 年建成投产，2014 年 6 月因以往开拓方式不能满足现阶段环保及安全要求，加之采选矿成本高出同

期白云岩矿采购成本，矿山开始停产。露天开采，采用自上而下的逐次分层采矿方法，分层高度 12 米，爆破采用浅孔爆破，露天溜槽放矿的方法。矿山的主要开拓运输形式采用明溜槽-汽车的联合开拓运输，规模 $35 \times 10^4 \text{t}/\text{年}$ ，矿山选厂位于矿区北侧 400m 处，白云岩矿石经明溜槽后由自卸汽车运至选矿厂，经破碎分选后运至镜铁山。根据历年统计数据，原矿山开采回采率为 91.87%。

2024 年 6 月，酒钢集团宏兴股份公司委托甘肃省地矿局第三地质矿产勘查院对甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿进行核查工作，给出了 2000 坐标系白云岩矿区拐点坐标。2024 年 8 月，甘肃省地矿局三勘院完成了《甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿资源储量核实实施方案》，完成地形测量 0.7043km^2 。2024 年 12 月 10 日，按照酒钢集团矿权缩小变更申请，张掖市自然资源局颁发了采矿许可证，解决了矿权漂移情况，采矿证坐标与现有采矿权位置一致。2014 年 6 月一至今，矿山一直处于停产状态。

1.4.3 矿山企业对前次地质环境恢复治理方案的执行情况

根据现场调查，影响矿山地质环境的问题主要为采矿建设的基础设施和矿区道路对矿区的地形地貌、土地资源存在一定的影响。由于企业扩大生产规模，改扩建基础设施和矿区道路，该矿山采取“边开采、边治理”规划开采治理相结合的矿山治理模式。使被动性治理变为主动性治理，变修复性治理为保护性治理，保护性治理结合前期规划治理，实现了生态效益和经济效益的相统一。

2 矿区基础信息

2.1 矿区自然地理

2.1.1 气象

肃南县属高寒半干旱气候，具有冬冷夏凉，夏雨多冬雪少，无霜期短，光热、风能资源丰富等特点。2024 年平均气温 4.2℃，自西北向东南呈递减趋势，变化范围在-3.0℃~8.0℃之间，年极端最高温度 31.1℃，出现在 5 月 21 日，年极端最低温度-22.9℃，出现在 1 月 21 日。年平均降水量 267.1 毫米，西北少东南多，变化范围在 100 毫米~500 毫米之间，蒸发量 1789.5mm；无霜期 90~120 天。全年日照总时数 2497.3 小时，较历年值少 330.6 小时。年内出现大雨 4 次、连阴雨 2 次、扬沙 8 次、浮尘 18 次、大风 3 次、强降温 3 次、寒潮 1 次。气温偏高，降水正常（来源：2024 年肃南县统计年鉴）。

2.1.2 水文

矿区及周边主要水系为朱龙关河（图 2-1）和夹皮沟，朱龙关河属季节性河流，总长为 16km，发源于白水河，最终在上红土湾子汇入北大河，流域面积为 115km²，5-10 月朱龙关河平均流量 4.862m³/s，最大洪水流量 14.04m³/s，一般 0.42m³/s，水化学类型为 HCO₃⁻—SO₄²⁻—Ca²⁺—Mg²⁺型水；夹皮沟泉属季节性流水沟，总长为 4km，发源于夹皮沟脑，最终汇入北大河，流域面积为 57.8km²。



图 2-1 矿区周边水系图

2.1.3 地形地貌

矿区位于北祁连西段，北大河上游，区内山体呈北西—南东向展布，山体岩石裸露，坡陡岭峻，常伴生悬崖峭壁，构成雄伟险峻的高山地形。矿区海拔 3030-3470m，相对高差 440m 左右，最低侵蚀基准面标高 3030m。



照片 2-1 地形地貌



照片 2-2 地形地貌

2.1.4 植被

区内山势陡峭，山坡地段第四系残坡积物、土壤覆盖较厚，植被以草原化荒漠类型为主，有珍珠猪毛菜群系、猫头刺群系为主，常见的有沙生针茅、无芒隐子草、芨芨草、披碱草、冰草、盐爪爪等，覆盖度为 60% 以上，属于草原植被见照片 2-3、2-4。



照片 2-3 植被



照片 2-4 植被

2.1.5 土壤

该区土壤类型比较单一，土壤类型以高山草甸土为主，成土母质以残积-坡积物为主，土层厚度 0.3-0.5m，分布于矿区内低洼地带，山坡及山脊岩石直接裸露地表。土壤肥力差，土质疏松，固结能力差，抗侵蚀能力弱。

2.2 矿区地质环境背景

2.2.1 地层岩性

1. 地层

根据甘肃省区域成矿及找矿（张新虎，2013 年），矿区出露地层主要为前寒武纪地层，隶属北祁连分区（IV2）之中北祁连小区（IV22）。矿区出露的地层主要为中元古界蓟县系镜铁山群第二岩组（JxJ2）及第四系，通过野外实测剖面及地质路线调查，对矿区地层的岩石组合、层理层面构造、岩组出露界线及其相互接触关系进行了系统的调查，矿区地层填图单位系统表如表 2-1 所示。

表 2-1 地层填图单位系统表

地层分区	年代地层				岩石地层			代号	岩性描述
	界	系	统	阶	群	组	段		
祁连分区之中北祁连小区	新生界	第四系	全新					Q ^{el} d	残破积，多为砂砾、亚砂土、亚粘土
			更新					Q ^l os	黄土，为风成黄土
	中元古界	蓟县系			镜铁山群	第二岩组		JxJ ²	岩性主要为硅质板岩、含铁硅质板岩、粉砂质板岩与泥质板岩互层、白云岩、灰岩等，见有铁矿体和白云岩矿体。

1. 中元古界蓟县系镜铁山群第二岩组（JxJ²）

矿区出露的岩性主要有灰白色白云岩（JxJ²Do1）、变岩屑石英砂岩（JxJ²mss）、微晶灰岩（JxJ²ls）、白云质灰岩（JxJ²lsdl）、含铁硅质板岩（JxJ²Fesisl）、粉砂质板岩和粉砂泥质板岩互层（JxJ²sltsl+assl）、硅质板岩（JxJ²sisl）、粉砂质板岩（JxJ²sltsl）、含铁粉砂质板岩（JxJ²Fesltsl）。实测剖面（见图 2-2）：

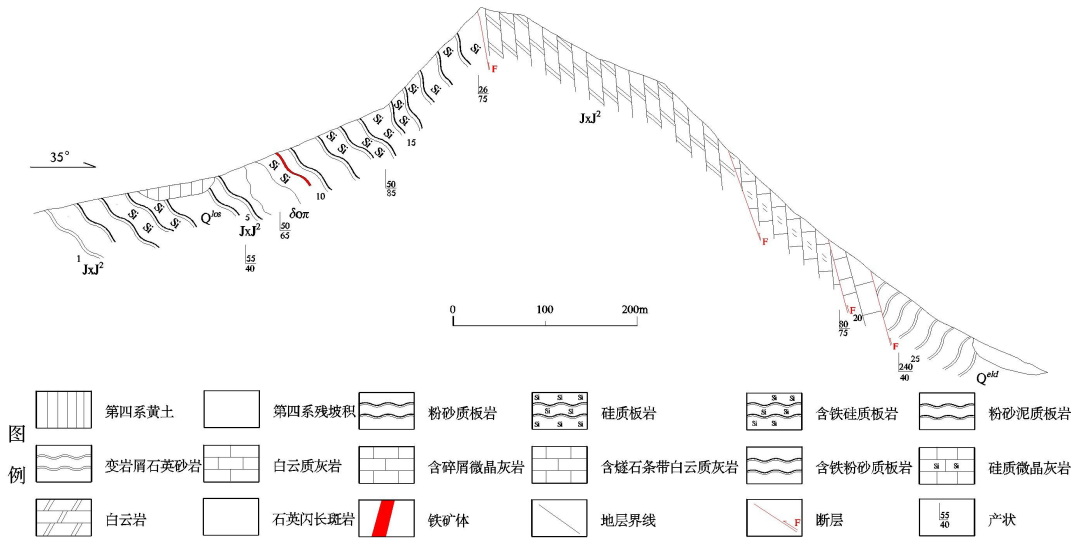


图 2-2 甘肃省肃南县夹皮沟白云岩矿区蓟县纪镜铁山群第二岩组地层实测剖面（PM01）

将矿区出露的地层岩性段描述如下：

（1）变岩屑石英砂岩

该岩石在矿区北部和南部分均有出露，出露面积约 0.13km^2 ，层厚 20m-120m 左右，呈东西方向展布。其在矿区南部分与上下地层均为整合接触，在北部分与下覆地层为断层接触。其碎屑物主要由屑、石英、长石组成，粒径约 0.1-0.2mm，填隙物主要为泥硅质，粒度较细。岩石整体坚硬较破碎，沿裂隙面见褐铁矿化、赤铁矿化现象。

（2）微晶灰岩

该层主要出露在北部，出露面积约 0.08km^2 ，层厚约 40m-150m 左右，呈西北-东南方向展布。其与上下底层均为断层接触关系。矿区出露微晶灰岩有含碎屑微晶灰岩、含燧石条带微晶灰岩和微晶灰岩。该层中间夹泥灰岩、硅质岩的夹层。

该岩石由碳酸盐矿物、泥质和金属矿物等组成，岩石较强硅化，穿插 0.03-1.0mm 的石英脉和碳酸盐脉，不同程度铁染，岩石显红褐色团块状或纹层。

白云石和方解石的晶体形态为近等轴粒状和它形粒状，晶体的粒径主要在 0.01-0.03 mm 间，少数为隐晶状泥晶，极个别达 0.1mm，晶体内和晶体粒间含泥质混入物，晶面较脏。大小不等的方解石和白云石分布不均匀，部分铁染，具颜色深浅和粒径差异的纹层，彼此紧密镶嵌，长轴略具定向性。

硅化玉髓和石英的交代具有选择性，多为弥散状团块，局部强烈玉髓化，具成分差异的纹层。

（3）白云质灰岩

该层主要出露在灰岩和白云质之间出露于矿区中北部分，出露面积约 0.02km^2 ，呈西西北-东东南方向展布，其与上下地层均为断层接触关系，出露厚度约 34m-56m 左右。

岩石由简单的碳酸盐岩矿物白云石和方解石和微量金属矿物组成，岩石与盐酸轻微反应并缓慢起泡，但岩石相对致密。

白云石和方解石主要分布在 0.005-0.03mm 的微晶范畴，少数为小于 0.005mm 的泥晶，形态为不规则的它形粒状和近等轴粒状，一般晶体越粗大形态相对越规则，晶体内和晶体粒间含质点状泥质，岩石色相对较深。金属矿物自形-它形粒状，粒径在 0.02-0.04mm 间，星点状分散分布。

大小混杂的碳酸盐矿物晶体彼此紧密镶嵌，长轴无定向性，热液裂隙可见，由铁质充填。

（4）白云岩

该层主要出露于矿区中部，出露面积 0.23km^2 ，呈北西-南东方向展布，其与顶板燧石条带白云质灰岩和底板硅质板岩均呈断层接触关系，地表出露宽层厚 160m-350m。

该岩石由简单的碳酸盐岩矿物白云石和方解石及微量金属矿物组成，以白云石为主，但岩石相对致密。白云石和方解石主要分布在 0.001-0.15mm 的不等粒范畴，极个别达 0.2mm，形态以不规则的它形粒状和近等轴粒状为主，个别菱面体，一般晶体越粗大形态相对越规则，具不均匀消光。金属矿物自形-它形粒状，粒径在 0.03-0.1mm 间，星点状分散分布。大小混杂的碳酸盐矿物晶体彼此紧密镶嵌，长轴无定向性，不均匀分布，具粒径差异的团块。

依据滴酸反应看，该岩石中的方解石晶体含量在 13%左右，矿物不均性以致手标本遇盐酸反应略有不同，整体反应较慢，局部遇酸迅速起泡。

（5）含铁硅质板岩

该层在矿区北部分和南部分，均有出露，出露面积约 0.11km^2 ，铁矿体就赋存在该层中；北部分含铁硅质板岩仅发生磁铁矿化，南部分含铁硅质板岩出露上下三层，下层仅含铁，未达到矿化，上层间层为赤铁矿层富存层位。含铁硅质板岩与上下地层均为整合接触，层厚约 45m-90m 左右。

南部赤铁矿褐红色，小刀刻画硬度较高，陆源碎屑物、隐晶状集合体和显微隐晶状集合体为该岩石的组成物，断续状宽 0.01-0.2mm 的石英脉和石英方解石脉穿插，标本明显具板劈理。

陆源碎屑物成分仅包括石英，形态为次棱角状和棱角状，粒径在 0.02-0.04mm 粉砂范畴，石英晶面亮净，但普遍消光不均匀，杂乱分布。

隐晶状集合体红褐色，镜下无光性，依据岩石的颜色、硬度和无光性等特征推测隐晶状集合体主要成分为泥硅质，含少量铁质，均匀分布。

隐晶质和显微隐晶质分布不均匀，具有颜色和成分差异的大小团块，隐晶质集合体的镜下基本无光性，依据颜色和硬度等特征推测应以泥硅质为主，含少量铁质和碎屑物。显微隐晶状集合体以具微弱光性的颜色较浅团块分布，应有新生矿物，但受铁质在内的隐晶质组分的遮掩不易识别晶体轮廓。

（6）硅质板岩

该层主要出露在矿区南部分，出露面积约 0.01km^2 ，呈西北-东南方向展布，其相对含铁硅质板岩比重明显偏低，与上下地层均为整合接触，层厚约 40m-50m 左右。

该岩石与含铁硅质板岩主要区别为比重、硬度明显降低，颜色多为灰黑色。该岩石的组成矿物包括玉髓、含铁碳酸盐和泥质混入物等，岩石较致密。

玉髓基本以显微微晶状集合体为主，粒径小于 0.03mm，部分为隐晶状集合体，大部分玉髓集合体内放射状消光。由于泥质混入物含量较高，岩石总体的透光性较差。含铁碳酸盐以它形粒状和菱面体零星分布，粒径在 0.02-0.06mm。0.03-1.0mm 宽的含铁碳酸盐脉和石英脉发育，纵横交错穿插分布。

（7）粉砂质板岩和粉砂泥质板岩互层

该层主要出露于矿区南部分，出露面积较小，呈西北-东南方向展布，其与上下地层为整合接触关系，层厚约 10m 左右。

岩石以粉砂泥质板岩为主，夹有粉砂质板岩，现仅对主体岩性作详细描述：岩石组分以隐晶状集合体为主，少量变余碎屑物和新生矿物绢云母、金属矿物。变余碎屑物由石英组成，次棱角状和棱角状，粒径主要在 0.02-0.03mm 间，晶面亮净，普遍消光不均匀。隐晶状集合体无光性，岩石的硬度较大，推测应为泥硅质。

新生矿物鳞片状绢云母长轴小于 0.03mm，为致密状集合体，晶体细小，多彼此难以区分。金属矿物粒状，粒径在 0.02-0.1mm 间，部分具氧化环边，分散分布。新生矿物绢云母的长轴显定向性，构成不完全板理。石英脉和泥铁质脉发育，脉宽 0.2-5.0mm，脉体相互切割，具有多期性。

（8）粉砂质板岩

该层主要出露于矿区南部分，出露面积约 0.01km²，呈东西方向展布，与上下层为整合接触关系，其层厚约 80m 左右。

受轻微变质改造，岩石由变余碎屑物、新生矿物和变余隐晶状集合体等组成，岩石具板劈理。标本的色深、硬度略高，同时能污手，余隐晶质应包括碳质和泥硅质等，隐晶质不均匀分布且各自富集成纹层分布，岩石整体的透光性差。

变余碎屑物包括石英、斜长石和白云母，长轴以 0.02-0.06mm 为主，极个别达 0.15mm，碎屑形态多棱角状和次棱角状，石英晶面亮净，消光不均匀；斜长石较强粘土化；白云母多撕裂成长条状。变余碎屑物长轴略定向。

受隐晶质集合体的遮掩，可识别的新生矿物为仅显光性的绢云母，绢云母集合体状定向构成不完全板理，变余碎屑物的长轴平行板理面。断续状石英脉和黄钾铁矾脉穿插，脉宽 0.1-2.0mm。

（9）含铁粉砂质板岩

该层出露与矿区西南部分，出露面积较小，约 0.003km²，呈东西方向展布，部分被第四系黄土覆盖，其与上下地层均为整合接触关系，出露层厚约 57m 左右。

手标本红褐色，小刀刻画硬度高，岩石的组成物包括陆源碎屑物和隐晶状集合体，岩石致密坚硬。

陆源碎屑物成分仅由单一的石英组成，碎屑的形态复杂，尖棱角状、次棱角状和棱角状为主要形态，粒径介于 0.02-0.06mm 粉砂范畴，石英晶面亮净，普遍具波状消光，碎屑物不均匀分布，长轴无定向性。

隐晶状集合体红褐色，镜下无光性，依据手标本的颜色、硬度和镜下无光性等特征推测隐晶状集合体主要成分为硅质，含少量铁泥质，隐晶状集合体基本均匀分布。

2. 第四系

矿区内第四系分布面积较小，按成因和时代划分了 2 个填图单元，北坡主要为残坡积层，出露面积约 0.01km²，南部主要为黄土覆盖层，面积约 0.03km²，层厚 1-5m 不等。

（1）全新统残坡积层（Qh^{elid}）：主要分布在矿区北侧，主要亚砂土、亚黏土、砾石及少量的黄土组成，砾石岩性较为复杂，主要为灰岩、白云岩、硅质板岩、粉砂质板岩、变砂岩等。

（2）全新统黄土层（Qh^{los}）：主要分布于矿区南侧，呈土黄色，颗粒均匀，主要成份为亚砂土、亚粘土等，厚 1—5m，黄土层中间见有较大的白云岩砾石碎块。

2. 构造

矿区断裂构造发育，褶皱构造不发育，区内构造线多呈北西南东西向延伸，近东西向、北东东向断裂构造极为发育，褶皱构造主要在镜铁山群内延伸，主要为同向复式褶皱。矿区各地层展布形态主要受断裂构造控制，受北东南西向、北东东向断裂构造影响，矿区各地层单位均呈北东南西向展布（表 2-2）。

1. 断裂

核实区内断裂构造发育，主要发育北西-南东向和北东向两组断裂构造，其中，近北西-南东向断裂性质以逆断层为主，北东向断裂构造以走滑断层为主。北东向、近东西向断裂构造对核实区含矿层位造成破坏，白云岩矿完全受断层控制，主要断裂特征如下：

表 2-2

矿区断层特征一览表

编号	产状 (°)			长度 (km)	性质	分割地质体
	走向	倾向	倾角			
F1	北西-南东	15-45	45-55	0.95	逆断层	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)
F2	北西-南东	20-60	65-80	1.01	逆断层	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)
F3	北西-南东	20-60	65-75	1.03	逆断层	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)
F4	北西-南东	10-65	65-80	0.76	逆断层	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)
F5	北东-南西			0.34	走滑断层	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)
F6	北东-南西			0.14	性质不明	蓟县纪镜铁山群上岩组 (JxJ ²)

F₁: 该断层位于核实区北侧, 为一逆断层, 走向为北西-南东向, 西侧为 F₅ 走向断层错断, 东侧延伸出矿权, 断层倾向为 15° ~45°, 倾角 45° ~55°。界线南侧为白云质灰岩、含燧石条带白云岩, 产状北倾, 界线北侧为变砂岩, 产状南倾。

F₂: 为一逆断层, 走向为北西-南东向, 西侧为 F₅ 走向断层错断, 东侧延伸出矿权, 断层倾向为 20° ~60°, 倾角 65° ~80°。

F₃: 为一逆断层, 走向为北西-南东向, 西侧为 F₅ 走向断层错断, 东侧延伸出矿权, 断层倾向为 20° ~60°, 倾角 65° ~75°。为白云岩矿与顶板的接触界线, 遥感影像呈线状, 界线南侧地形高, 北侧较缓, 见有明显的断层崖、断层角砾岩, 断层面有擦痕及阶步。

F₄: 为一逆断层, 走向为北西-南东向, 西侧为 F₅ 走向断层错断, 东侧延伸出矿权, 断层倾向为 10° ~60°, 倾角 65° ~80°。为白云岩矿与低板的接触界线, 遥感影像呈线状, 色调发生明显变化。界线南侧底板主要为含铁硅泥质板岩、含碳粉砂质板岩, 界线处见有大量的断层泥, 界线弯曲。

F₅: 断层位于核实区西侧, 为一走滑断层, 走向为北东向, 该断层将白云岩矿体西侧错断, 界线处地形明显变化, 东侧地形陡, 西侧地形缓, 地层有错动现象。

F₆: 断层位于核实区东侧外, 为一推测走滑断层, 断层延伸大于 140m, 走向为北东向, 该断层将白云岩矿体东侧错断, 界线处地形明显变化, 东侧地形陡, 西侧地形缓, 地层有错动现象。

2 褶皱

矿区褶皱构造不发育, 未见明显的褶皱, 仅在硅质板岩局部见有小规模褶皱。

3. 岩浆岩

矿区侵入岩不发育, 仅在矿区南侧见有少量的石英闪长斑岩脉, 脉体走向为 NW 向, 脉体宽几米至十几米, 为后期形成, 与围岩呈侵入接触关系。

石英闪长斑岩：该岩石由粒径截然的斑晶和基质组成，受到轻微脆性应力、较强次生蚀变和交代改造，岩石较致密。斑晶由斜长石、黑云母和石英组成，粒径以 0.2-2.0mm 为主。斜长石宽板状和短柱状，具聚片双晶，双晶纹较宽，较强绢云母和含铁碳酸盐化，晶面浑浊状，微裂隙发育由铁质充填；石英受熔蚀棱边多圆化，熔蚀港湾发育，具波状消光，偶具裂纹；黑云母完全被白云母和含铁方解石代替，仅保留形态假象。斑晶矿物在岩石中不均匀分布，局部形成聚斑。基质包括斜长石、石英、黑云母、金属矿物和磷灰石等，矿物的粒径在 0.02-0.15mm 间，石英它形粒状，晶面亮净；斜长石以它形粒状为主，部分略显板条状轮廓，斜长石的特征同斑晶斜长石；黑云母鳞片性质同斑晶黑云母。

2.2.2 水文地质

2.2.2.1 区域水文地质条件

(1) 地形地貌

矿区位于北祁连西段，北大河上游，区内山体呈北西—南东向展布，山体岩石裸露，坡陡岭峻，常伴生悬崖峭壁，构成雄伟险峻的高山地形。矿区海拔 3030-3470m，相对高差 440m 左右，最低侵蚀基准面标高 3030m。

(2) 气候

肃南县属高寒半干旱气候，具有冬冷夏凉，夏雨多冬雪少，无霜期短，光热、风能资源丰富等特点。2024 年平均气温 4.2℃，自西北向东南呈递减趋势，变化范围在 -3.0℃~8.0℃之间，年极端最高温度 31.1℃，出现在 5 月 21 日，年极端最低温度 -22.9℃，出现在 1 月 21 日。年平均降水量 267.1 毫米，西北少东南多，变化范围在 100 毫米~500 毫米之间，蒸发量 1789.5mm；无霜期 90-120 天。全年日照总时数 2497.3 小时，较历年值少 330.6 小时。年内出现大雨 4 次、连阴雨 2 次、扬沙 8 次、浮尘 18 次、大风 3 次、强降温 3 次、寒潮 1 次。气温偏高，降水正常（来源：2024 年肃南县统计年鉴）。

(3) 水文

矿区及周边主要水系为朱龙关河和夹皮沟，朱龙关河属季节性河流，总长为 16km，发源于白水河，最终在上红土湾子汇入北大河，流域面积为 115km²，5-10 月朱龙关河平均流量 4.862m³/s，最大洪水流量 14.04m³/s，一般 0.42m³/s，水化学类型为 HCO₃⁻—SO₄²⁻—Ca²⁺—Mg²⁺型水；夹皮沟泉属季节性流水沟，总长为 4km，发源于夹皮沟脑，最终汇入北大河，流域面积为 57.8km²。

2.2.2.2 矿区水文地质

（一）岩矿层的富水性

（1）矿区水文与侵蚀基准面

矿区位于北祁连西段，北大河上游，区内山体呈北西—南东向展布，山体岩石裸露，坡陡岭峻，常伴生悬崖峭壁，构成雄伟险峻的高山地形。矿区海拔 3030—3470m，相对高差 440m 左右，矿区北侧为朱龙关河，最低侵蚀基准面标高 3030m。

（2）水文地质单元划分

矿区大致呈不规则多边形，区内以东西走向的孤山将矿区分为南北两部分，北侧区域为下部为朱龙关河，由第四系冲洪积砂砾石层组成，朱龙关河流向为东西向，上部陡峭，整体矿体围岩位于最低侵蚀基准面以上，不含水；孤山以南的区域为较为陡峭，矿体围岩不含水。区内大部分无植被覆盖，岩石裸露。以矿区中部含矿体的孤山作为分水岭，可将整个矿区划分为南北两个相对独立的水文地质单元。

北侧水文地质单元以矿区的孤山作为隔水边界，其补给边界为矿区北侧边界和矿区孤山以北的东侧边界，补给来源主要以大气降水垂向入渗为主，部分来源于矿区朱龙关河的侧向补给。地下水流向由南向北。其排泄边界为矿区孤山以北的西侧边界，排泄方式以地表水排泄区外为主。

南侧水文地质单元的隔水边界为矿区中部的孤山，整体单元不含水。

（3）地下水类型及特征

矿区内属于孤山山体，在矿区储量计算标高范围内均无地下水分布，北侧为朱龙关河，河谷两侧存在第四系冲洪积层，由第四系松散岩类孔隙水分布，矿区内第四系残坡积层属于透水不含水层。

①第四系松散岩类孔隙水

主要分布在朱龙关河两岸，构成四级明显的阶地河漫滩。沉积物为粗砂夹砾石，以及杂色杂质原岩碎块。第 I、第 II 阶地由地表河谷观察，沉积厚度在 40~60m 之间。因河床不断下切，两阶地目前均高出当地河谷标高以上，实际已不含水。III、IV 阶地为现代河床及近代河漫滩沉积物，含丰富孔隙层水，地下水埋藏深度与天暖融雪有关，当日照强度增加，气温升高，山区积雪大量溶解时，地下水埋藏较浅，有时可断续流出地表，反之在冬季严寒期间，地下水埋较深。

②矿区其他岩体赋水性

第四纪坡积残积层，在矿区分布不广，呈零星分布于山坡、山腰的坡脚低洼处，厚度由山坡至山脚逐渐加厚，覆盖层厚度在 0.1-0.8m 之间，平均约 0.5m，在地表零星分布，剥离量很少。沉积物主要为原岩碎块及风沙组成不含水。

矿体围岩：矿体顶板围岩为灰色白云质灰岩、深灰色含燧石条带灰岩、灰岩，矿体底围岩主要含铁粉砂质板岩、硅质板岩、灰色粉砂质板岩，界线清楚。成分比较复杂，普遍含火山物质，地表层矿层均较破碎，沿裂隙有次生碳酸盐物质充填，透水性良好，但由于矿层位置很高，地下水受着强烈的自然排泄，据钻孔了解终孔后均为干孔，不含水。

矿层：矿石为浅灰色或灰白色厚层块状白云岩，岩性坚硬，地表节理及裂隙均甚发育，岩石采取率一般为 60-75%，钻孔施工中均发生严重漏水现象，上部无循环水返出，从岩心检查，裂隙分布深度在 200m 以上，透水性能良好，但由于区域降水量小，加之地形陡峭，失去了充水条件，不含水。

（二）地下水动态特征及其补给、径流、排泄

区内地表水系为朱龙关河，大气降水和朱龙关河是该区地下水的来源，而第四系松散冲洪积物为降水的渗入创造了有利的条件。降水量稀少且以暴雨形式降落，只有少部分渗入地下，但由于蒸发量大，补给地下水的水源以朱龙关河为主。区内的地下水总体由南向北流动，排泄方式以往朱龙关河排泄为主。

（三）矿床充水因素分析

（1）地表水对矿坑涌水影响分析

矿区地处属大陆性高寒半干旱气候，稀少的大气降水及其由此形成的短暂坡面洪水的径流入渗，是矿区地下水的唯一补给来源。矿区年平均降水量 267.1 毫米，西北少东南多，变化范围在 100 毫米~500 毫米之间，蒸发量 1789.5mm(2024 年肃南县统计年鉴)，第四系松散岩类孔隙潜水只有在大降雨形成暂时性洪流的时候，富水性才相对较好，其余时间富水性差，对矿坑涌水影响较小。

（2）老窿水和矿井对矿坑涌水影响分析

通过野外调查，发现矿区内有露天开采形成的采空区，为采矿平台，整体较为平整，矿区内不存在老窿水。现阶段矿区内只有勘探阶段进行的钻探工程，并且在钻探施工结束后会进行水泥封孔，所以矿区内也没有矿井。因此综上所述，老窿水和矿井对矿坑涌水基本没有影响。

（3）地下水对矿坑涌水影响分析

根据以往钻孔已控制的水文地质剖面，矿体储量圈定底板标高，均在当地侵蚀基准面以上，自然地理及区域地质条件均不利于地下水的聚集，所以地下水不赋存在矿体围岩中，对矿坑涌水影响较小。

（4）采矿对矿坑涌水影响分析

未来白云岩矿区采矿整体为露天开采，矿体最低可采标高为 3160m，仍高于最低当地侵蚀基准面，对矿坑涌水影响较小。

（四）主要水文地质问题

根据核实报告水文钻孔结果显示，3100m 以上矿层不含水，水文地质条件为简单裂隙含水层充水矿床，露天开采主要水文地质问题为自然降雨，根据历年降雨量统计结果，矿区汇水面积小，降雨可自然疏干。

综上所述，矿区水文地质勘探类型为第二类第一型，根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/12719—2021）划归为水文地质条件简单的裂隙含水层充水矿床。

2.2.3 工程地质

1. 岩土体类型及其工程地质特征

根据核实报告，区内岩土体的岩性特征、成因及物理力学性质差异，将矿区岩土体划分为以下四个工程地质岩组：

（1）松散软弱碎石土土体（A）

主要由第四系残坡积松散岩类组成。残坡积物分布于北侧山脚地带，呈土黄色，主要由粘土、粉砂、亚砂土、亚粘土、碎石等组成，其中碎石主要为板岩破碎而成，呈棱角至次棱角状，大小不一。土体的工程地质条件差。

（2）层状软弱-较软弱变质岩岩组（B）

硅质板岩，具隐晶质结构，板状构造。岩石主要矿物成分由石英、长石及少量粘土矿物组成，其中石英含量约占 80%。隐晶质结构，肉眼难以辨识，长石含量 10-15%，多呈板状或板柱状，分布不均匀，其余为少量粘土矿物等。岩石局部破碎，裂隙发育，分布不均匀，矿化程度一般。钻孔 RQD 值为 13%，饱和单轴抗压强度为 48.2Mpa，粘聚力为 11.20Mpa，内摩擦角为 32° 58′ 岩石质量差~极差，岩体完整性差~岩体破碎。灰至灰绿色粉砂泥质板岩、浅灰至浅灰褐色泥质板岩，分布不均匀，局部裂隙云石团块，宽度 5-10cm，其单侧宽度一般不超过 20m，矿区范围内平面上不易明显区分。岩石呈

层状结构，薄板状构造。钻孔 RQD 值一般在 19.49%，岩体完整性差～极差，饱和单轴抗压强度为 15.3～30Mpa，粘聚力为 8.39Mpa，内摩擦角为 $33^{\circ} 3'$ ，该亚组岩体强度相对较低，工程地质条件较差。

（3）块状较坚硬沉积岩、变质岩岩组（C）

燧石条带灰岩呈灰色，其微晶结构，块状构造岩石主要成分由白云石、少量的方解石、燧石条带及粘土矿物等组成，其中白云石灰白色，粒径小于 1mm 粒状，含量约占 30%，方解石粒状，含量约 60%，粘土矿物约占 5%，岩石中燧石条带发育，呈灰黑色，分布不均匀。钻孔 RQD 值一般在 22.07～24.18%，平均为 23.08%，岩体完整性差～岩体破碎，岩体质量差～极差，饱和单轴抗压强度 54.70Mpa。

白云岩呈灰白色，具细粒粒状变晶结构，块状构造，岩石主要成分由白云石组成，含少量的方解石及石英，其中白云石呈粒状，呈灰白色，粒径小于 1mm，含量大于 90%。方解石呈灰白色，粒状，粒径 1mm，含量约 5%，石英呈它型粒状，含量微。岩石中局部裂隙发育，裂隙面见少量铁染发育，钻孔 RQD 值一般在 0～33.18%，平均为 22.55%，岩体完整性差～岩体破碎，岩体质量差～极差，饱和单轴抗压强度 33.7～35.2Mpa。

变砂岩：岩石呈灰绿色，岩石具细粒结构，块状构造，岩石主要成分由石英、长石及少量岩屑等组成，其中石英呈粒状，长石呈粒柱状，岩石裂隙中发育绿帘绿泥石等泥质矿物，钻孔 RQD 值一般在 9.1～23.94%，平均为 18.91%，岩体完整性差～岩体破碎，岩体质量差～极差，饱和单轴抗压强度 31.7Mpa。该亚组物理力学性质较好。

（4）块状较坚硬侵入岩岩组（D）

石英闪长斑岩，岩体完整性较好，一般为中等完整～较完整，局部段差，岩体强度高，石英闪长斑岩饱和单轴抗压强度 52.40Mpa，岩石均不易软化。粘聚力为 8.53Mpa，内摩擦角为 $30^{\circ} 7'$ 。

2. 岩土体的物理力学性质

（1）白云岩

岩石抗压强度较高，一般不易软化，属较坚硬岩，工程地质性质较好。主要物理力学指标为：含水率 0.05%，吸水率 0.14%，天然块体密度 $2.84\text{g}/\text{cm}^3$ ，颗粒密度 $2.88\text{g}/\text{cm}^3$ ，软化系数一般大于 0.77，耐崩解性指数 99.34%，单轴抗压强度 27.20～99.34MPa、抗拉强度 2.29～3.97MPa、抗切强度 3.76～5.08 MPa、变形模量 $6.739 \times 10^4 \sim 46.430 \times 10^4$ 、弹性模量 $9.047 \times 10^4 \sim 16.760 \times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.05～0.39、抗剪强度指标 C 值

10.5~21.2 MPa, ϕ 值 $32^{\circ} 21' \sim 38^{\circ} 26'$ 。

(2) 变砂岩

岩石抗压强度较高,一般不易软化,属较坚硬岩,工程地质性质较好。主要物理力学指标为:含水率 0.69%,吸水率 0.92%,天然块体密度 $2.76\text{g}/\text{cm}^3$,颗粒密度 $2.84\text{g}/\text{cm}^3$,软化系数一般大于 0.77,耐崩解性指数 99.45%,单轴抗压强度 24.50~33.70MPa、抗拉强度 2.30~3.23MPa、抗切强度 6.17~9.89MPa、变形模量 $2.848 \times 10^4 \sim 17.030 \times 10^4$ 、弹性模量 $1.539 \times 10^4 \sim 11.450 \times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.18~0.41、抗剪强度指标 C 值 8.94~12.50 MPa, ϕ 值 $33^{\circ} 31' \sim 35^{\circ} 28'$ 。

(3) 灰岩

岩石抗压强度较高,一般不易软化,属较坚硬岩,工程地质性质较好。主要物理力学指标为:含水率 0.04%,吸水率 0.20%,天然块体密度 $2.85\text{g}/\text{cm}^3$,颗粒密度 $2.84\text{g}/\text{cm}^3$,软化系数一般大于 0.81,耐崩解性指数 99.39%,单轴抗压强度 27.20~36.50MPa、抗拉强度 3.43~5.06MPa、抗切强度 6.22~7.58MPa、变形模量 $2.913 \times 10^4 \sim 10.520 \times 10^4$ 、弹性模量 $7.187 \times 10^4 \sim 8.834 \times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.18~0.29、抗剪强度指标 C 值 12.10~18.20MPa, ϕ 值 $33^{\circ} 50' \sim 35^{\circ} 31'$ 。

(4) 粉砂质板岩

岩石抗压强度较低,一般易软化,属较软弱岩,工程地质性质较差。主要物理力学指标为:含水率 0.33%,吸水率 0.58%,天然块体密度 $2.78\text{g}/\text{cm}^3$,颗粒密度 $2.82\text{g}/\text{cm}^3$,软化系数一般大于 0.71,耐崩解性指数 99.52%,单轴抗压强度 20.40~31.50MPa、抗拉强度 1.94~3.84MPa、抗切强度 4.73~8.47MPa、变形模量 $5.211 \times 10^4 \sim 11.400 \times 10^4$ 、弹性模量 $5.955 \times 10^4 \sim 7.573 \times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.35~0.46、抗剪强度指标 C 值 5.39~9.87MPa, ϕ 值 $33^{\circ} 30' \sim 35^{\circ} 10'$ 。

(5) 褐铁矿化砂质板岩

岩石抗压强度较低,一般易软化,属较软弱岩,工程地质性质较差。主要物理力学指标为:含水率 0.23%,吸水率 0.44%,天然块体密度 $2.82\text{g}/\text{cm}^3$,颗粒密度 $2.85\text{g}/\text{cm}^3$,软化系数一般大于 0.74,耐崩解性指数 99.42%,单轴抗压强度 22.70~34.70MPa、抗拉强度 1.84~5.18MPa、抗切强度 4.16~8.17MPa、变形模量 $1.246 \times 10^4 \sim 7.051 \times 10^4$ 、弹性模量 $2.131 \times 10^4 \sim 6.649 \times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.03~0.47、抗剪强度指标 C 值 7.17~8.01MPa, ϕ 值 $30^{\circ} 36' \sim 33^{\circ} 28'$ 。

(6) 含泥硅质板岩

岩石抗压强度较低，一般易软化，属较软弱岩，工程地质性质较差。主要物理力学指标为：含水率 0.59%，吸水率 1.22%，天然块体密度 2.73g/cm^3 ，颗粒密度 2.87g/cm^3 ，软化系数一般大于 0.73，耐崩解性指数 99.52%，单轴抗压强度 35.30~48.20MPa、抗拉强度 2.69~4.69MPa、抗切强度 4.89~9.80MPa、变形模量 $1.876\times 10^4\sim 7.218\times 10^4$ 、弹性模量 $2.929\times 10^4\sim 6.419\times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.12~0.48、抗剪强度指标 C 值 11.00~13.60MPa， ϕ 值 $31^\circ 35' \sim 32^\circ 58'$ 。

(7) 燧石条带灰岩

岩石抗压强度中等，一般不易软化，属较软坚硬岩，工程地质性质较强。主要物理力学指标为：含水率 0.07%，吸水率 0.22%，天然块体密度 2.85g/cm^3 ，颗粒密度 2.87g/cm^3 ，软化系数一般大于 0.83，耐崩解性指数 99.67%，单轴抗压强度 45.40~54.70MPa、抗拉强度 5.06~8.44MPa、抗切强度 5.08~10.60MPa、变形模量 $8.772\times 10^4\sim 31.400\times 10^4$ 、弹性模量 $6.551\times 10^4\sim 20.710\times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.28~0.44、抗剪强度指标 C 值 11.40~16.10MPa， ϕ 值 $33^\circ 22' \sim 34^\circ 45'$ 。

(8) 铁矿体

岩石抗压强度较高，一般不易软化，属较坚硬岩，工程地质性质强。主要物理力学指标为：含水率 0.78%，吸水率 0.81%，天然块体密度 3.29g/cm^3 ，颗粒密度 3.44g/cm^3 ，耐崩解性指数 98.89%，单轴抗压强度 33.30MPa、抗拉强度 2.06~2.97MPa、抗切强度 4.24~5.07MPa、变形模量 $3.844\times 10^4\sim 6.578\times 10^4$ 、弹性模量 $3.401\times 10^4\sim 4.950\times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.11~0.24、抗剪强度指标 C 值 5.68MPa， ϕ 值 $35^\circ 45'$ 。

(9) 石英闪长斑岩

岩石抗压强度较高，一般不易软化，属较坚硬岩，工程地质性质强。主要物理力学指标为：含水率 0.46%，吸水率 0.75%，天然块体密度 2.66g/cm^3 ，颗粒密度 2.74g/cm^3 ，软化系数一般大于 0.73，耐崩解性指数 99.39%，单轴抗压强度 38.00~65.00MPa、抗拉强度 5.11~9.44MPa、抗切强度 6.67~10.50MPa、变形模量 $7.430\times 10^4\sim 9.561\times 10^4$ 、弹性模量 $6.999\times 10^4\sim 10.400\times 10^4\text{MPa}$ 、泊松比 0.14~0.21、抗剪强度指标 C 值 6.74~8.58MPa， ϕ 值 $30^\circ 70' \sim 33^\circ 48'$ 。

3. 岩体结构面类型及特征

矿区内区域性断裂构造不发育，影响和控制山体稳定的次级断裂构造却十分发育，

由于结构面的性质和规模不同，结构面的力学效应，力学作用特征有着显著的差异。根据结构面的规模和大小，将矿区的结构面分为Ⅱ～Ⅴ共4级（表2-3），按结构面规模大小对其特征综述如下：

表 2-3 结构面分级一览表

级别	结构面规模	结构面的地质类型	对岩体稳定性所起的作用	代表性结构面
Ⅱ	延伸长 1000m 以上, 破碎带宽 10—20m	大断裂	控制山体稳定, 制约岩体破坏的边界和方式, 切割前期形成的断裂破碎带,	区内北北东向断裂、近东向断裂为上述北东向断裂、北西向断裂的次级断裂
Ⅲ	延伸长数十米至数百米, 宽约数米至 1 米以内	断层、小断层、不整合面	它们之间与Ⅳ级结构面密集带之间, 相互组合, 可能引起岩体失稳。	矿区北部、南部纵断层、5 线东侧斜切断层
Ⅳ	长数米、数十米, 无明显宽度或小于 5cm	层理、贯通性好的节理及蚀变结构面	破坏岩体的完整性, 影响岩体的强度及其变形破坏程度。	层面、节理
Ⅴ	连续性的刚性接触的细小或隐微裂隙。	微小节理、隐微裂隙, 结合好的层面	分布随机、降低岩块的强度	微小节理、隐微裂隙、冷凝结构面、风化裂隙。

(1) Ⅱ级结构面

区内北北东向断裂、近东向断裂为上述北东向断裂、北西向断裂的次级断裂。规模较大者集中分布于小柳沟附近，具有长期活动的特点。

(2) Ⅲ级结构面

该级包括三组结构面，一组是主要分布在存在于白云岩和燧石白云石石灰岩及基性火山岩之间，在二者接界的地方多见破碎带，断层在西边为一斜断层所截断，在该处冲沟中断层现象很明显，与此相应的燧石白云石石灰岩亦从此消失。

第二组在西段切过一个向斜和一个背斜，使组成向斜构造的赤铁矿层在西端缺失，故断层北盘应相对上升。断层大致沿北背斜的北翼边缘通过，由于北盘上升，使得部分赤铁矿层直接和碧石页岩接界。断层在 13 勘探线以东，切过一向斜的东端，并使赤铁矿层缺失，出露下伏的碧石页岩。

第三组走向 310°，倾角 70°—80°，斜向东北，下部白云岩泥灰岩和炭质页岩的产状或为走向北 82°，倾角 40°，倾向北东，或为走向北 60° 东，倾角 75°，斜向北西，两者完全不同，且附近下伏的其他页岩含铁页岩系的产状，亦发生截然改变。

(3) Ⅳ级结构面

变质岩的层面层理、侵入岩及变质岩中发育较好且贯通性好的节理及蚀变结构面，破坏岩体的完整性，影响岩体的强度及其变形破坏程度。

(4) V级结构面

岩体中发育的微小节理、隐微裂隙，结合好的层面，只起到降低岩块的强度作用，对岩体稳定性影响小。

4. 工程地质问题

根据核实报告试验结果以及调查结果可知，白云岩矿围岩岩体力学性质较差，岩石质量差到极差，岩石完整性为整体岩体破碎，岩体风化程度相对强，岩体结构面突出。总体而言，根据其工程地质特征以及工程地质评价，矿区主要的工程地质问题为露天采矿边坡的稳定性及开采过程中所遇到的岩爆等，需在设计及开采阶段进行不断调整优化方案。

5. 工程地质勘查类型

矿区构造破碎带较发育，但无大的区域性构造破碎带通过矿区，地质构造属中等；矿体及围岩以变质岩为主，岩性种类较多；岩体的稳固性取决于构造破碎带、蚀变带的发育程度，矿体形成与断层关系密切，断层两侧破碎带影响岩体稳固性；地形地貌简单，地形有利于自然排水，无岩溶分布，风化作用较强，但发育深度较浅；不良工程地质问题较单一，对矿床开采有局部影响或程度较轻。据此，工程地质勘探的复杂程度归并为中等型。围岩以层状岩类为主，块状岩类次之。

综上所述，根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719—2021），矿区工程地质勘探类型属于四类二型，即以层状岩类为主的工程地质条件中等的矿床。

2.2.4 矿体地质特征

2.2.4.1 矿体规模及产状

白云岩矿主要赋存在中元古界镜铁山群第二岩组（J_xJ²Do1），分布于5~13勘查线，为一厚大层状-块状矿体，白云岩体呈单斜构造，矿体走向130°~140°，倾向40°~50°，倾角65°~80°，东西延长1040m，矿区内出露长度约970m，平均真厚度171.47m。矿体厚度由西向东逐渐变薄，呈楔形，与围岩均为断层接触关系。

矿体厚度由西向东逐渐变薄，矿体西侧为断层F₅切割，东侧延伸出矿权后亦被断层F₆切割；该矿体在西侧5线和13线厚度较稳定，厚度160m~380m，该矿体地表的出露形态近似于楔形；深部经4个钻孔验证，白云岩向下延伸在300米以下，即3100m以下

仍有白云岩矿体分布。白云岩矿 MgO 平均含量 21.22%，CaO 平均含量 30.96%，SiO₂ 平均含量 0.54%，K₂O 平均含量 0.03%，Na₂O 平均含量 0.04%，SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃+Mn₃O₄ 平均含量为 1.08%。

2. 铁矿体特征

通过 1:2000 地质正测及少量探槽工程揭露，根据矿区内铁矿的分布范围及矿化特征，在矿区内共圈定出 5 条铁矿体，分别位于白云岩矿体的北侧和南侧，岩性为含铁硅质板岩，北侧矿体为低品位磁铁矿，编号为 FeI-1、FeI-2。南侧矿体为赤铁矿，其中 FeII-1、FeII-2 达到工业品位，FeII-3 为低品位矿体。

2.2.4.2. 矿石质量

1. 白云岩矿物成分

白云岩矿物组成主要为白云石，约占 95%，有少量的方解石及微量金属矿物。白云石和方解石主要分布在 0.001-0.15mm 的不等粒范畴，极个别达 0.2mm，形态以不规则的它形粒状和近等轴粒状为主，个别菱面体，一般晶体越粗大形态相对越规则，具不均匀消光。金属矿物自形-它形粒状，粒径在 0.03-0.1mm 间，星点状分散分布。大小混杂的碳酸盐矿物晶体彼此紧密镶嵌，长轴无定向性，不均匀分布，具粒径差异的团块。

2. 铁矿矿物成分

贫磁铁矿 FeI 主要金属矿物为磁铁矿、褐铁矿、赤铁矿及少量的黄铁矿、黄铜矿、脉石为黑云母、石英、绿泥石和泥质物。磁铁矿的嵌布极细~粒径一般为 0.012~0.015 毫米，最小为 0.0012~0.002 毫米左右，含量约 10~15%。

Fe II 系贫赤铁矿，主要金属矿物为赤铁矿、褐铁矿、含铁硅质物(碧玉岩)及少量的黄铁矿。脉石矿物为石英、碧玉及少量绿泥石和泥质，其中含铁硅质物(碧玉岩)含量竟达 60~80%之间。

3. 白云岩化学成分

依据核实报告，矿区岩性主要为白云岩，白云岩矿 MgO 平均含量 21.22%，CaO 平均含量 30.96%，SiO₂ 平均含量 0.54%，K₂O 平均含量 0.03%，Na₂O 平均含量 0.04%，SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃+Mn₃O₄ 平均含量 1.08%。

白云岩矿石有用组分为 MgO、CaO。

白云岩矿石有害组分主要为 SiO₂、K₂O、Na₂O 等，结合白云岩矿岩石化学全分析、基本分析结果、组合样分析结果，SiO₂ 平均含量 0.54%，K₂O 平均含量 0.03%，Na₂O 平

均含量 0.04%，限制组分未超标。

4. 铁矿化学成分

铁矿主要成分为：TFe 平均含量 33.58%、mFe 含量 0.46%、SiO₂ 含量 39.73%、P₂O₅ 含量 0.393%、S 含量 0.039%。根据半定量分析结果，另含有 Co 含量 0.002%、Cr 含量 0.01%、Cu 含量 0.002%、Mn 含量 0.1%、Ni 含量 0.002%、Pb 含量 0.001%、Sc 含量 0.001%、Ti 含量 0.3%、V 含量 0.01%、Y 含量 0.003%、Zr 含量 0.01%。

铁矿 FeI 有用组分为 Fe₃O₄、Fe II 有用组分为 Fe₂O₃。

铁矿石中主要有害组分为 S、P₂O₅，铁矿基本分析结果、组合样分析结果显示，P₂O₅ 平均含量为 0.13%，S 平均含量为 0.11%，含量小于铁矿石中伴生组分综合评价 S 含量 2-4%，P₂O₅ 含量 1-2%。

5. 白云岩矿石品级

白云岩矿工业用途广泛，根据矿区内白云岩矿石化学成分特征，对照行业标准《矿产地质勘查规范 菱镁矿、白云岩》（DZ/T 0348—2020）。

熔剂用白云岩矿矿石质量要求：

工业品位：MgO≥16%；Al₂O₃+Fe₂O₃+Mn₃O₄+SiO₂≤10%；SiO₂≤4.0%；K₂O+Na₂O≤0.30；S≤0.15；P≤0.03；

边界品位：MgO≥15%；Al₂O₃+Fe₂O₃+Mn₃O₄+SiO₂≤10%；SiO₂≤4%；

白云岩矿 MgO 平均含量 21.22%，CaO 平均含量 30.96%，SiO₂ 平均含量 0.54%，K₂O 平均含量 0.03%，Na₂O 平均含量 0.04%，SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃+Mn₃O₄ 平均含量 1.08%。

白云岩矿石质量符合冶金工业熔剂用、冶镁用、耐火材料用及水泥用白云岩化学成分要求。

6. 铁矿品级

从前述统计分析可知，该矿山铁矿床 FeI 矿体 TFe 含量为 25.1-33.7%，平均含量 28.42%，mFe 含量为 9.1-24.1%，平均含量 17.26%，FeI 为低品位磁铁矿体。Fe II 矿体 TFe 含量 26.25-41.7%，平均含量 31.82%，FeI 矿体的矿石为弱磁性铁矿石，Fe II 矿体的矿石为赤铁矿石，且品位均相对较低，为贫赤铁矿。

2.3 矿区社会经济概况

2023 年，全县地区生产总值完成 40.22 亿元、增长 6.4%，其中：一产完成 9.39 亿元、增长 5.8%，二产完成 16.19 亿元、增长 5.6%，三产完成 14.64 亿元、增长 7.4%；

规上工业增加值完成 10.8 亿元、增长 3.8%；建筑业增加值完成 3.34 亿元、增长 21.2%；固定资产投资完成 22.93 亿元、增长 43.6%；社会消费品零售总额完成 7.29 亿元、增长 10.7%；一般公共预算收入完成 31866 万元、增长 7.44%；城镇居民和农村居民人均可支配收入分别达到 37111 元、25277 元，分别增长 6.4%、8.6%。肃南县被评为 2022 年度县域经济发展“进步县”，获得奖励资金 5000 万元。

矿业：肃南县是全国 12 个找矿重点区带之一和甘肃省黑色和有色金属矿产富集区，全县已发现各类矿产地 145 处，矿产有 34 种，已探明资源储量的 26 种。其中金属矿有：铁、铜、钨、钼、铅、锌、锰、铬、金、镍、锑、铝、银、汞 14 种；非金属矿有：石灰岩、凹凸棒石、萤石、白云岩、黏土、石膏、石棉、硫、石英砂、磷、芒硝、重晶石、硅石、大理石、花岗石、蛇纹石、高岭土 17 种；能源矿有煤、石油 2 种；水气矿产有矿泉水 1 种，矿产资源开发利用前景广阔。

全县共设置探矿权 26 宗，勘查总面积 165.09 平方公里，主要涉及矿种为钨、铁、铜、煤、铅锌、铅、重晶石、石灰石、石膏、蛇纹岩等；设置采矿权 39 宗，钨、钼、铁、铜、铅锌、矿泉水、溶剂用灰岩、白云岩、石膏、石灰石、蛇纹岩、冶金用石英岩、建筑用石料等。

全县共有各类矿山 65 个，其中采矿矿山 39 个，探矿矿山 26 个。各类矿山均不位于生态保护红线内，不涉及国家公园，不位于祁连山自然保护区内。

肃南县燃料、电力、水源、劳动力等供应充足，完全可以自给自足。矿区内生产生活物资均由肃南县祁丰乡供给，较为便利。但区内通信不畅，需配备卫星电话等通讯设备，必要时方便与外界取得联系。

2.4 矿区土地利用现状

该矿区土地利用现状采用野外调查和室内数据整理相结合的方法，对土地利用现状和各种土地利用类型进行野外调查和收集，土地类型来源是第三次全国土地调查数据，根据野外调查和资料收集再结合矿区开发利用方案总体布置图，编制矿区土地利用现状图和土地损毁预测图，矿区范围内土地类型是其他草地、采矿用地及农村道路，经统计数据如下：

矿区总面积为 70.43hm²，各类用地面积详见表 2-4：

表 2-4 矿区土地利用现状表

土地 权属	一级类		二级类		面积 (hm^2)	比例 (%)
	编码	名称	编码	名称		
祁丰乡	04	草地	0404	其他草地	48.2506	68.51
	12	其他土地	1207	裸岩石砾地	22.1794	31.49
合 计					70.43	100.00

矿区土地所有权属祁丰乡国有土地，土地使用权属甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司，权属明晰，界限分明，无争议。

根据对矿区各类已损毁土地调查分析计算，该矿区内已损毁土地总面积为 18.9456hm^2 ，详见表 2-5。

表 2-5 矿区已损毁土地利用汇总表

序号	损毁范围	面积 (hm^2)	土地类型	损毁类型	损毁程度
1	露天采场	3.2467	其他草地 裸岩石砾地	挖损	重度
2	渣坡	14.8418	其他草地 裸岩石砾地	压占	中度
3	矿山道路	0.8571	其他草地 裸岩石砾地	压占	轻度
合 计		18.9456			

2.5 矿山及周边其他人类重大工程活动

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿为已建矿山，该地有甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿、甘肃省肃南县小柳沟钼多金属矿及甘肃省肃南县黄沙泉铁矿。主要的人类工程活动为采矿活动、矿产品加工生产、矿山简易公路的修建、办公厂房的建设等。矿区及附近地区无名胜古迹，无可保护的文物、古建筑、地质遗迹。采矿活动排出的表土及废渣对坡体、植被造成一定程度的破坏和压覆。

2.6 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

根据调查访问，肃南县矿山，后期恢复时主要为覆土植草等。上述综合治理工程可达到防治地质灾害、恢复生态环境的目的，所采取的工程措施、生物措施能够达到土地复垦的要求。

3 矿山地质环境影响和土地损毁评估

3.1 矿山地质环境与土地资源调查概述

甘肃省地质矿产勘查开发局水文地质工程地质勘察院在接到委托书后，立即组织专业技术人员开展工作。现场矿山地质环境与土地损毁调查时间为 2025 年 3 月 11 日。在现场调查前，收集相关资料，掌握了矿区地质环境条件和工程建设概况；收集项目的环境影响报告等资料，了解矿区水土环境情况；收集地形地质图、土地利用现状图、土地利用规划图、基本农田现状图、地质灾害易发程度分区图、矿权分布图等图件、地貌类型图、植被覆盖度图等图件作为评估工作的底图及野外工作用图；分析已有资料情况，确定需要补充的资料内容；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

2、野外调查

矿区地貌类型为中高山区，为全面了解矿区矿山地质环境与土地资源情况，本项目分为地质灾害现状调查、含水层影响调查、水土环境影响调查、损毁土地调查、植被土壤调查等方面。

地质灾害调查包括清查矿区范围内地质灾害点，主要对矿区范围内地质灾害的影响方式、程度进行调查评估。通过地质灾害调查确定其分布、形成机制、影响因素、危害方式及危害程度。

在野外地质灾害调查过程中，积极访问当地政府工作人员以及村民，调查主要地质环境问题的发育及分布状况，调整室内初步设计的野外调查线路，进一步优化野外调查工作方法。

为保证调查范围包括主要地质灾害点以及调查的准确性，野外调查采取线路穿越法和地质环境追索相结合的方法进行，采用 1:2000 地形图为底图，同时参考土地利用现状图、地貌类型图、植被覆盖度图等图件，对地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述，调查其发生时间，基本特征，危害程度，并对主要地质环境问题点进行数码照相和亚米级 GPS 定位。

水土环境污染调查主要以收集区内已有环境监测资料为主。

地形地貌景观影响调查通过收集遥感影像图、高程等值线图、地形地貌分区图等，对地形地貌景观影响进行调查。

损毁土地调查通过前期收集矿山工程布置图，矿区范围内土地利用现状图以及矿区遥感影像图，通过现场调查，对已有建设项目的损毁范围、损毁程度、损毁时间进行调查并确定周边地类。以确保复垦工程措施的可行，以及复垦方向符合当地政策要求。

植被土壤调查根据土地利用现状图，确定矿区范围内各地类组成，对不同地貌单元的不同地类的植被进行调查，为复垦质量标准的确定提供扎实的依据。完成调查工作量见表 3-1。

表 3-1 完成工作量一览表

项目	单位	工作量
调查面积	km ²	3.527642
评估面积	km ²	3.527642
调查线路	km	10
单点及设施调查	处	8
植被调查	处	5
数码照片	张	25

3.2 矿山地质环境影响评估

3.2.1 评估范围和评估级别

1. 评估范围

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿区面积为 70.43hm²（0.7043km²），据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，在充分收集前人资料的基础上，通过综合分析，野外实地踏勘，结合矿山开采活动对地质环境的破坏形式和强度，将采矿影响范围扩大 50-100m 范围作为重点调查区，通过调查、分析矿山开采和基础设施建设的影响范围，并结合周围地形地貌，确定本次评估范围，评估区面积 352.7642hm²。

2. 评估级别

矿山环境影响评估级别是根据评估区重要程度、矿山地质环境条件复杂程度、矿山生产建设规模综合确定。

①评估区的重要程度

参照(国土资发[2004]69 号)建设项目重要性分类表(见表 3-2)，该项目为**较重要建设项目**。

表 3-2 建设项目重要性分类表

项目类型	项目类别
重要建设项目	开发区建设、城镇新区建设、放射性设施、军事设施、核电、二级(含)以上公路、铁路、机场, 大型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、工业建筑、民用建筑、垃圾处理场、水处理厂等。
较重要建设项目	新建村庄、三级(含)以下公路, 中型水利工程、电力工程、港口码头、 矿山 、集中供水水源地、工业建筑、民用建筑、垃圾处理场、水处理厂等。
一般建设项目	小型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、工业建筑、民用建筑、垃圾处理场、水处理厂等。
注: 矿区只要在高速公路、高速铁路可视范围内, 应作为重要区	

评估区远离居民住地, 未占用耕地, 无重要交通要道和建筑设施及水源地, 矿区破坏土地类型为其他草地、裸岩石砾地。根据《方案编制指南》附录 B 的规定(见表 3-3), 评估区重要程度属于**较重要区**。

表 3-3 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
1. 分布有 500 人以上的居民集中居住区;	1. 分布有 200~500 人的居民集中居住区;	1. 居民居住分散, 居民集中居住区人口在 200 人以下;
2. 分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施;	2. 分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施;	2. 无重要交通要道或建筑设施;
3. 矿区紧邻国家级自然保护区(含地质公园、风景名胜等)或重要旅游景区(点);	3. 紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区(点);	3. 远离各级自然保护区及旅游景区(点);
4. 有重要水源地;	4. 有较重要水源地;	4. 无较重要水源地;
5. 破坏耕地、园地	5. 破坏林地、草地;	5. 破坏其它类型土地
注: 评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则, 只要有一条符合者即为该级别		

②矿山地质环境条件复杂程度

评估区地形地貌属深切的中高山区, 其矿山地质环境背景如下: a 采场矿体位于当地侵蚀基准面以上, 采场汇水面积小, 区内干旱少雨, 蒸发量远远大于降雨量, 采场与区域含水层联系不密切, 矿区开采不易导致对含水层的影响和破坏; b 矿区矿体为灰岩, 矿体及主要近矿围岩岩石稳固性好, 工程地质条件简单等; c 矿区内无断裂构造; d 现状条件下地质灾害较少, 危害程度小; e 采场面积及采坑深度小, 边坡较稳定, 不易产生地质灾害; f 微地貌形态较复杂, 地形起伏变化中等。综上所述, 根据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》DZ/T0223-2011 表 C 的划分标准(见表 3-4), 确

定矿区地质环境条件复杂程度为**复杂**。

表 3-4 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
1. 采场矿层(体)位于地下水位以下, 采场汇水面积大, 采场进水边界条件复杂, 与区域含水层或地表水联系密切, 地下水补给、径流条件好, 采场正常涌水量大于 10000t/d; 采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏。	1. 采场矿层(体)局部位于地下水位以下, 采场汇水面积较大, 与区域含水层或地表水联系密切, 采场正常涌水量 3000—10000t/d; 采场和疏干排水容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏。	1. 采场矿层(体)位于地下水位以上, 采场汇水面积小, 与区域含水层、或地表水联系不密切, 采场正常涌水量小于 3000t/d; 采场和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏。
2. 矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主, 柔弱结构面、不良工程地质层发育, 存在饱水柔弱岩层或松散柔弱岩层, 含水砂层多, 分布广, 残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m、稳固性差, 采场岩石边坡风化破碎或土层松软, 边坡外倾软弱结构面或危岩发育, 易导致边坡失稳。	2. 矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主, 柔弱结构面、不良工程地质层发育中等, 存在饱水柔弱岩层和含水砂层, 残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5-10m、稳固性较差, 采场边坡岩石风化较破碎, 边坡存在外倾软弱结构面或危岩, 局部可能产生边坡失稳。	2. 矿床围岩岩体结构以巨厚层状-块状整体结构为主, 柔弱结构面、不良工程地质层不发育, 残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m、稳固性较好, 采场边坡岩石较完整到完整, 土层薄, 边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩, 边坡较稳定。
3. 地质构造复杂。矿床围岩岩层产状变化大, 断裂构造发育或有全新世活动断裂, 导水断裂切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层(带)或沟通地表水体, 导水性强, 对采场充水影响大。	3. 地质构造较复杂。矿床围岩岩层产状变化较大, 断裂构造较发育, 切割矿层(体)围岩、覆岩和含水层(带)或沟通地表水体, 导水性差, 对采场充水影响较大。	3. 地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小, 断裂构造较不发育, 断裂未切割矿层(体)围岩、覆岩, 对采场充水影响小。
4. 现状条件下原生地质灾害发育, 或矿山地质环境问题的类型多、危害大。	4. 现状条件下, 矿山地质环境问题的类型较多、危害较大。	4. 现状条件下, 矿山地质环境问题的类型少、危害小。
5. 采场面积及采坑深度大, 边坡不稳定易产生地质灾害。	5. 采场面积及采坑深度较大, 边坡较不稳定, 较易产生地质灾害。	5. 采场面积及采坑深度小, 边坡较稳定, 不易产生地质灾害。
6. 地貌单元类型多, 微地貌形态复杂, 地形起伏变化大, 不利于自然排水, 地形坡度一般大于 35°, 相对高差大, 高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向。	6. 地貌单元类型较多, 微地貌形态较复杂, 地形起伏变化中等, 自然排水条件一般, 地形坡度一般大于 20°~35°, 相对高差较大, 高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交。	6. 地貌单元类型单一, 微地貌形态简单, 地形较平缓, 有利于自然排水, 地形坡度一般小于 20°, 相对高差较小, 高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡。
注: 评估区矿区地质环境条件复杂程度确定采取上一级别优先的原则, 只要有一条符合者即为该级别		

③矿山生产建设规模

据《开发利用方案》, 矿山保有资源量 $6840.51 \times 10^4 \text{t}$, 设计可利用资源量为 $6425.48 \times 10^4 \text{t}$, 矿山可采资源储量为 $6104.21 \times 10^4 \text{t}$ 。矿山开采规模为 $100 \times 10^4 \text{t/年}$, 根据《矿

山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》DZ/T0223-2011 表 D.1 的划分标准(见表 3-5)，该矿山生产建设规模为**大型**。

表 3-5 矿山生产建设规模分类一览表

矿 种 类 别	计量单位	年 生 产 量			备 注
		大 型	中 型	小 型	
白云岩矿	万吨	≥50	50~30	<30	

④评估级别的确定

评估区重要程度为**较重要区**，矿山地质环境条件复杂程度为**复杂**，矿山建设规模为**大型**，依据矿山地质环境影响评估分级表(表 3-6)，综合确定该矿山地质环境影响评估级别为**一级**。

表 3-6 矿山地质环境影响评估分级表

评估区重要程度	矿山建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级
	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

3.2.2 矿山地质灾害现状分析与预测

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿为已改扩建矿山，开采方式为露天开采，采用自上而下分层开采，现状条件下矿山地质环境问题主要为矿山地质灾害和露天采场、排土场和矿山道路等压占、破坏土地资源。

矿山环境影响评估是根据对矿山及周边环境、地质灾害的调查，依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E 表 E.1 “矿山地质环境影响程度分级表”（表 3-7）定性或定量地评价和估算采矿活动对地质环境的影响程度。

表 3-7 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地 质 灾 害	含 水 层	地形地貌景观	土 地 资 源
严重	1. 地质灾害规模大, 发生的可能性大; 2. 影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区的安全; 3. 造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元; 4. 受威胁人数大于 100 人	1. 矿床充水主要含水层结构破坏, 产生导水通道; 2. 矿井正常涌水量大于 10000m ³ /d; 3. 区域地下水水位下降; 4. 矿区周围主要含水层(带)水位大幅下降, 或呈疏干状态, 地表水体漏失严重; 5. 不同含水层(组)串通水质恶化; 6. 影响集中水源地供水, 矿区及周围生产、生活供水困难	1. 对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大; 2. 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重	1. 占用破坏基本农田; 2. 占用破坏耕地大于 2 公顷; 3. 占用破坏林地或草地大于 4 公顷; 4. 占用破坏荒地或未开发利用土地大于 20 公顷
较严重	1. 地质灾害规模中等, 发生的可能性大; 2. 影响到村庄、居民聚居区, 一般交通线和较重要工程设施安全; 3. 造成或可能造成直接经济损失 100-500 万元; 4. 受威胁人数 10-100 人	1. 矿井正常涌水量 3000-10000m ³ /d; 2. 矿区周围主要含水层(带)水位下降幅度较大, 地下水呈疏干状态; 3. 矿区及周围地表水体漏失较严重; 4. 影响矿区及周围部分生产生活供水	1. 对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大; 2. 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重	1. 占用破坏耕地小于等于 2 公顷; 2. 占用破坏林地或草地 2-4 公顷; 3. 占用破坏荒地或未开发利用土地 10—20 公顷
较轻	1. 地质灾害规模小, 发生的可能性小; 2. 影响到分散居民, 一般性小规模建筑及设施; 3. 造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元; 4. 受威胁人数小于 10 人	1. 矿井正常涌水量小于 3000m ³ /d; 2. 矿区周围主要含水层(带)水位下降幅度小; 3. 矿区及周围地表水体未漏失; 4. 未影响矿区及周围部分生产生活供水	1. 对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小; 2. 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻	1. 占用破坏林地或草地小于等于 2 公顷; 2. 占用破坏荒地或未开发利用土地小于等于 10 公顷

1. 地质灾害现状评估

经现场调查, 由于矿石开采, 对山体坡面开挖、切割, 造成局部地段山体陡峭, 风化强烈, 形成临空面及坡面泥石流, 现状条件下, 评估区内发育有 6 处不稳定斜坡地质灾害对矿石开采设备、人员造成一定危害, 危害方式以压、埋为主:

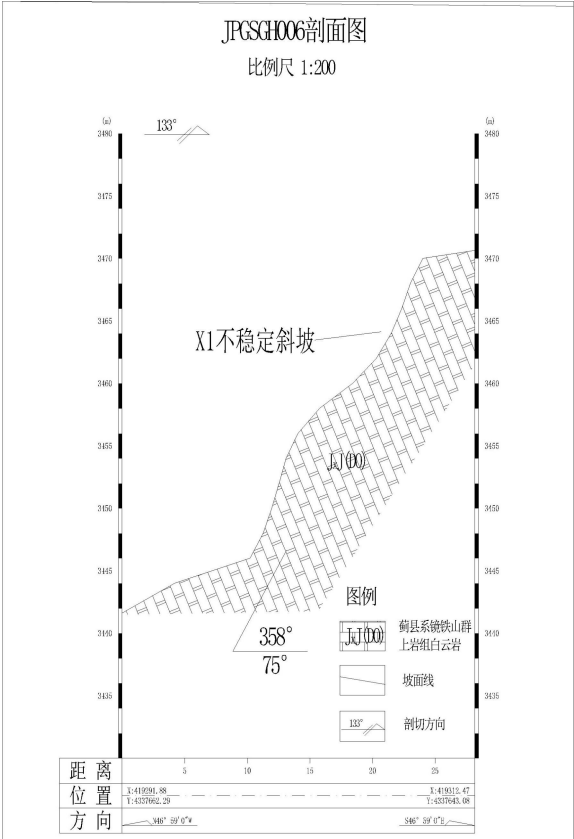
(1) 地形地貌条件

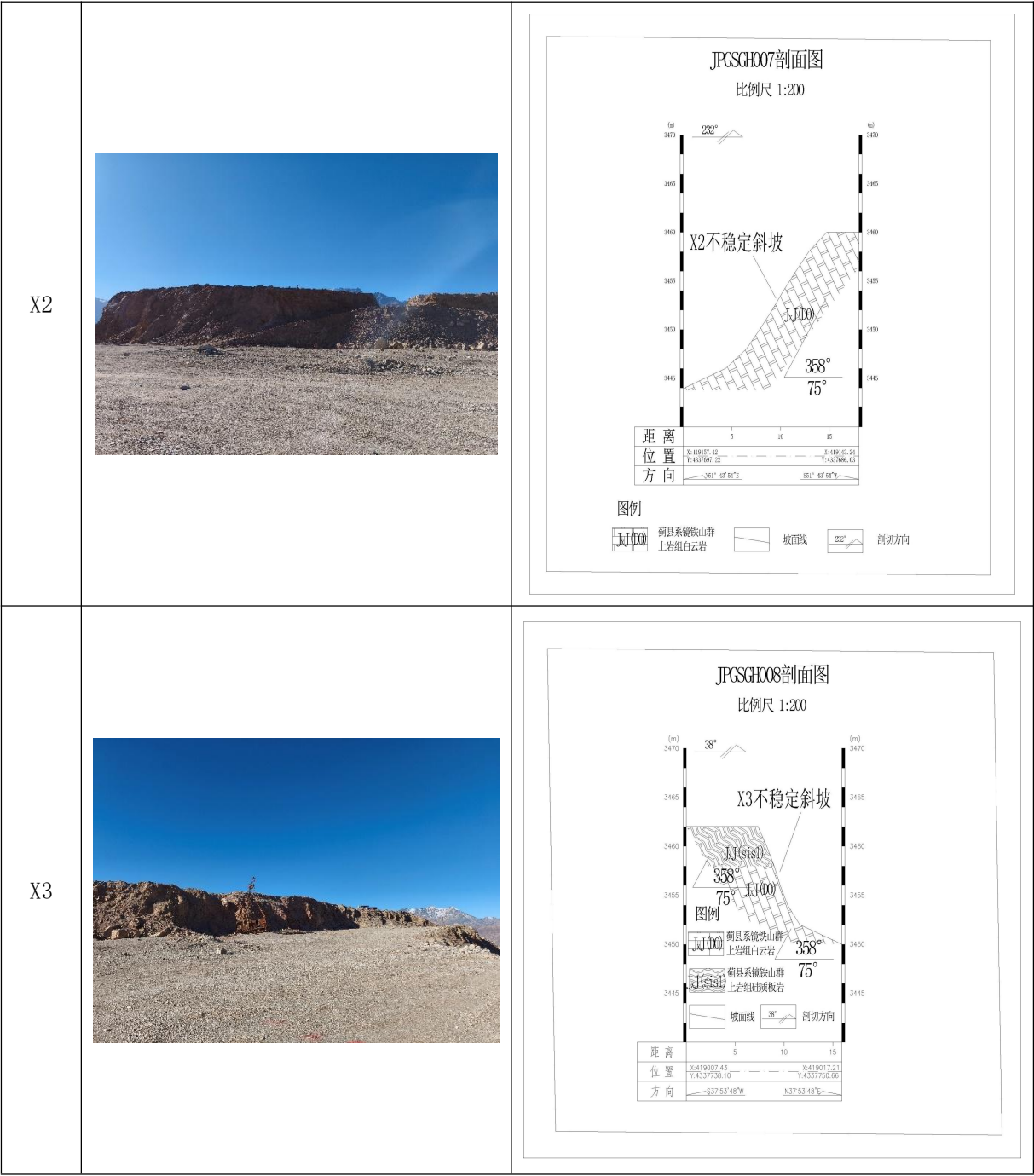
1. 经实地调查, 矿区共发育不稳定斜坡 6 处(图 3-1、表 3-8), 目前主要的不稳定斜坡为矿山前期生产及后期的建设、生产阶段挖方及堆渣等形成的不稳定斜坡。

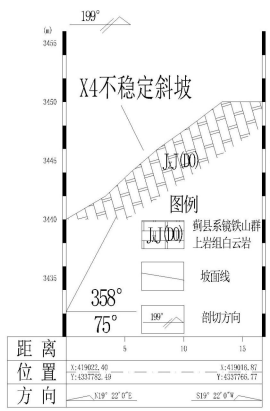
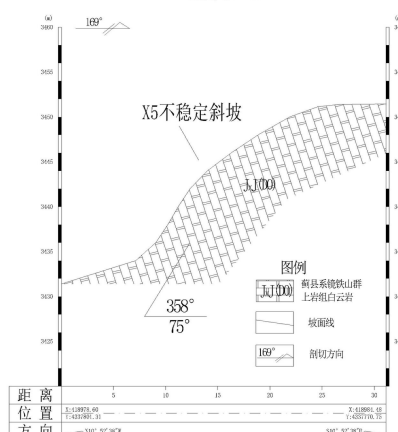
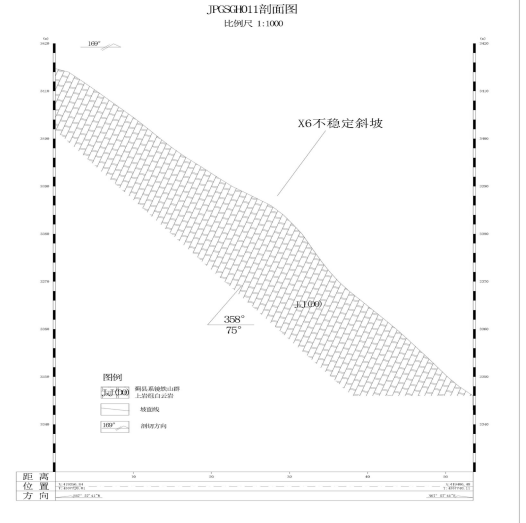


图 3-1 矿区不稳定斜坡分布影像图

表 3-8 矿区不稳定斜坡照片及剖面示意图

名称	不稳定斜坡照片	剖面示意图
X1		JPGSCH006剖面图 比例尺 1:200  图例 JPGSCH006 剖面线 剖切方向 距离 位置 方向 X:419291.88 Y:4337062.29 X:419312.47 Y:4337063.68 3490 3475 3470 3465 3460 3455 3450 3445 3440 3435 133° 358° 75°



X4		JPGSGH009剖面图 比例尺 1:200 
X5		JPGSGH010剖面图 比例尺 1:200 
X6		JPGSGH011剖面图 比例尺 1:1000 

矿区形成 6 处不稳定斜坡，其中 5 处（X1~X5）斜坡是采矿临时斜坡，后期随着采矿工程的进行，此 5 处斜坡将不复存在。根据矿区不稳定斜坡所处的地质环境条件，依据斜坡体变形的迹象，结合斜坡稳定性野外判别表，对矿区内的 6 处不稳定斜坡的坡脚、坡体及坡肩等影响斜坡要素的三个部位进行综合分析（见表 3-9），判定其在降水、地震或坡脚人工开挖等不利工况条件下 X1、X5 不稳定斜坡处于稳定性较差状态，其发生灾害的可能性较大；X2、X3、X4、X6 不稳定斜坡处于基本稳定状态，其发生灾害的可能性小。

表 3-9 矿区不稳定斜坡特征一览表

编号	经度	纬度	长 (m)	宽 (m)	高 (m)	坡度 (°)	主要成因
X1	98° 03′ 58″	39° 10′ 07″	44	80	29	63°	采矿开挖形成高临空的坡体
X2	98° 03′ 51″	39° 10′ 09″	26	65	16	58°	采矿开挖形成高临空的坡体
X3	98° 04′ 47″	39° 10′ 10″	23	94	13	73°	采矿开挖形成高临空的坡体
X4	98° 03′ 46″	39° 11′ 48″	20	46	10	41°	采矿开挖形成高临空的坡体
X5	98° 03′ 44″	39° 10′ 11″	39	134	28	50°	采矿开挖形成高临空的坡体
X6	98° 03′ 59″	39° 10′ 10″	94	123	65	64°	修建矿区道路开挖形成高临空坡体

(2) 人类工程活动

人类不合理的工程活动经常致使不稳定斜坡。区内主要表现在对山体开挖施工，使得高陡岩体边坡陡峻，岩体松动、破碎，是造成不稳定斜坡的主要原因。加之坡体黄土层覆盖较薄，降雨量大的 7-10 月，坡体易形成小规模冲蚀现象，也是造成不稳定斜坡的原因。

(3) 不稳定斜坡定性评价

根据野外实地调查，坡体所处的地质环境条件，并与以往同类不稳定斜坡发生条件进行类比，6 处不稳定斜坡是采矿修路开挖形成高临空的坡体，有掉块现象，坡体有雨水冲蚀迹象，现状条件下稳定性为较差。根据地质灾害发生可能性按形成条件的充分程度判定，X1、X5 不稳定斜坡处于稳定性较差状态，其发生灾害的可能性较大；X2、X3、X4、X6 不稳定斜坡处于基本稳定状态，其发生灾害的可能性小。

(4) 不稳定斜坡地质灾害危险性评价

区内不稳定斜坡灾害主要危害对象为矿山施工人员及机械设备，危害方式以压埋为主。据调查和访问，区内未曾发生过大的不稳定斜坡地质灾害，对人员及运输车辆未造成损失，其灾情一般，潜在威胁财产小于 100 万元，受威胁人数总量小于 10 人，根

据地质环境影响程度分级表，现状条件下评估区内地质灾害**危险性小**。

2. 地质灾害预测评估

(1) 矿山开采及建设可能引发地质灾害的预测

根据《开发利用方案》：矿体按照12m一个台阶进行自上而下分台阶开采，由于矿体倾向40-50°，属于顺坡开采，所以采场最终边坡角为50°。

矿体在未来开采过程中，随着开采深度的逐步加深，露天开采斜坡的高度、岩体的结构等随之发生改变，使其力学强度降低，稳定性变差，坡体上部为第四系全新统坡积亚砂土、亚黏土、砾石及少量的黄土。开采过程中会形成高边坡，可能引发边坡失稳，有形成滑坡、崩塌灾害的可能性，对采矿工作人员、采矿设备及运输车辆造成危害，危害方式主要以压、埋为主。根据地质灾害灾情与危害程度(表3-10)，预估受威胁人数少于10人，直接经济损失小于100万元。其危害程度为**一般级(轻)**。

表 3-10 地质灾害灾情与危害程度分级标准

灾害(危害)程度分级	死亡人数(人)	受威胁人数(人)	直接经济损失(万元)
一般级(轻)	<3	<10	<100
较大级(中)	3~10	10~100	100~500
重大级(重)	10~30	100~1000	500~1000

注：a. 灾情分级，即已发生的地质灾害灾度分级，采用“死亡人数”和“直接经济损失”指标评价； b. 危害程度分级，即对可能发生的地质灾害危害程度的预测分级，采用“受威胁人数”和“直接经济损失”栏指标评价。c. 地质灾害的危害程度一般没有特别严重级，如果特别严重，就不可能允许采矿活动。

评估区现状地质灾害不发育，在矿山开采过程中可能引发崩塌地质灾害，有可能对该矿山本身机械及人员造成一定危害，但是在采取一定防治措施后，可以得到预防或避免，由于可能发生崩塌的规模小、危害小，矿山可能遭受崩塌地质灾害的规模小，根据地质灾害危险性分级(表3-11)，其地质灾害危险性分级为：**危险性小**。

表3-11 地质灾害危险性分级表

危险性分级	确定因素	
	地质灾害发育程度	地质灾害危害程度
危险性大	强发育	危害重
危险性中等	中等发育	危害中等
危险性小	弱发育	危害轻

(2) 剥离废石堆放可能引发地质灾害的预测

随着矿山的逐步开采，剥离废石量也随着逐步增加，堆积于排土场的废石堆规模也随之逐步扩大，临空面不断加大，在暴雨、强降雨等诱发因素下，可能引发崩塌灾害的发生。

经综合分析判定，剥离废石堆放排土场可能引发崩塌灾害可能性大，可能造成的损失较小，地质灾害**危险性大**。

综上所述，评估区地质灾害**危险性大**。

(3) 矿山建设可能遭受不稳定斜坡地质灾害的危险性评估

评估区内共发育有6处不稳定斜坡，威胁对象为采场施工人员及机械设备，但滑坡、崩塌规模均为小型，受威胁人数小于10人，受威胁财产小于100万元，危害程度轻微，矿山后期从上往下开采，6处不稳定斜坡将会消除。

根据地质灾害规模、危害程度及险情等级等综合分析，矿山建设遭受滑坡、崩塌灾害的可能性小，地质灾害**危险性小**。

3.2.3 矿区含水层破坏现状分析与预测

(1) 矿区含水层破坏现状评估

现状评估已揭示，开采深度和范围未涉及第四系潜水含水层；基岩裂隙含水层富水性弱，没有稳定的地下水位，矿坑无充水现象，矿山开采在侵蚀基准面之上，因此矿山开采不存在对含水层结构、地下水水位造成影响。

综上所述，现状条件下对地下含水层的影响和破坏程度**较轻**。

(2) 矿区含水层破坏预测评估

矿山开采方式为露天开采，矿体最低可采标高为 3160m，矿体的开采是在本区最低侵蚀基准面以上进行，位于稳定含水层以上，且矿区开采工艺简单，因此，矿山未来开采过程中对含水层结构、水质、水量影响较轻。

结论：综合评估认为，未来矿山采矿活动对含水层的影响程度**较轻**。

3.2.4 矿区地形地貌景观(地质遗迹、人文景观)破坏现状分析与预测

(1) 矿区地形地貌景观破坏现状评估

据实地调查，矿山建设主要工程有：采场、排土场和矿区道路等。由于矿山开采历史较长，在开采过程中，必须先剥离坡体上部的黄土层。所以，矿山在开采过程中，采场内山体被大面积开挖，对原地形地貌景观破坏**严重**。

(2) 矿区地形地貌景观破坏预测评估

该矿开采方式为露天开采，随着开采的不断推进，采场山体坡度、高度及体积将随着不断改变，矿区原生地貌景观遭到破坏，恢复治理难度大，成本较高，对地质环境影响较严重。

据《开发利用方案》，随着矿山的逐步开采，剥离废石量也逐步增加，排土场的规模也随之逐步扩大，堆积高度也不断增加，临空面不断加大，可能引发滑坡、崩塌灾害的发生，滑坡、崩塌灾害将对矿山简易道路及运输车辆造成危害，危害方式主要以压、埋为主。受威胁总人数小于 10 人，预估造成经济损失小于 100 万元，危害程度轻微。

结论：综合评估认为，未来矿山采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程度**严重**。

3.2.5 矿区水土环境污染现状分析与预测

（1）矿区水土环境污染现状评估

该矿开采方式为露天开采，矿山的主要污染物有：开采产生的废石、采矿废水、粉尘及生活污水和生活垃圾等，对矿区水土环境影响较小。

综上所述，采矿活动对矿区水土环境污染的影响和破坏程度**较轻**。

（2）矿区水土环境污染预测评估

该矿开采方式为露天开采，预测矿山的主要污染物有：开采产生的废石、采矿废水、粉尘及生活污水和生活垃圾等，对矿区水土环境影响较小。

结论：综合评估认为，未来矿山采矿活动对矿区水土环境污染的影响和破坏程度**较轻**。

3.3 矿山土地损毁预测与评估

3.3.1 土地损毁环节与时序

1. 损毁形式

该矿生产对土地损毁的形式有挖损、压占。挖损发生在露天采场，压占发生在排土场、工业场地、办公生活区、以往渣坡及矿山道路。

2. 损毁环节

该矿开采对土地损毁的环节主要有：开采前期开采区挖损破坏土地；排土场、工业场地、办公生活区、以往渣坡及矿山道路压占破坏土地。

3. 损毁时序

矿山开采对土地损毁时序跟矿山生产的步骤密切相关：前期开采区先剥离部分表土，随着开采的进行，开采阶段的推进，土地损毁随之扩大；在开采全过程产生的废弃

土石将堆放到排土场，造成对土地的压占破坏。

3.3.2 已损毁各类土地现状

根据对矿区各类损毁土地实测调查，该矿区已损毁土地总面积为 18.9456hm²，详见表 3-12。

表 3-12 矿区已损毁土地利用汇总表

序号	损毁范围	面积（hm ² ）	损毁类型	损毁程度	土地类型
1	露天采场	3.2467	挖损	重度	其他草地、裸岩石砾地
2	渣坡	14.8418	压占	中度	其他草地、裸岩石砾地
3	矿山道路	0.8571	压占	轻度	其他草地、裸岩石砾地
合 计		18.9456			

3.3.3 拟损毁土地预测与评估

根据《开发利用方案》，该矿山生产服务年限为 63 年，设计生产规模为 100×10⁴t/年。随着矿石的继续开采，损毁土地面积将进一步扩大。本报告对该矿山生产服务年限内拟损毁土地进行预测分析。

1、露天采场损毁土地预测

根据《开发利用方案》，露天采场拟损毁面积为 33.1493hm²，损毁类型为挖损，损毁程度为重度，损毁地类为其他草地、裸岩石砾地。

2. 排土场损毁土地预测

拟建排土场位于矿区南侧，后续开采产生的废渣影响排土场高度、面积满足排土需要，不再增加面积，损毁程度为重度挖损+压占，损毁地类为其他草地、内陆滩涂。

3. 工业场地 2 处损毁土地预测

后续开采不再扩大生产规模，在后期的开采过程中 2 处工业场地等规模不再扩大，工业场地 1#预计拟损毁面积为 4.2687hm²，损毁类型为压占，损毁程度为中度，损毁地类为其他草地、采矿用地，工业场地 2#预计拟损毁面积为 6.2991hm²，损毁类型为压占，损毁程度为中度，损毁地类为天然牧草地、公路用地和裸土地。

4. 办公生活区损毁土地预测

办公生活区位于工业场地西侧地势较平整一带，预计拟损毁面积为 1.7412hm²，面积满足办公生活需要，不再增加面积，损毁程度为中度压占，损毁地类为其他草地和采矿用地。

5. 渣堆损毁土地预测

现有渣堆为以往矿山开采过程中乱堆乱排造成的，在矿山逐年开采过程中，渣堆面积会逐年减少，预测矿山闭坑后渣堆面积为 7.4474hm²，损毁程度为中度压占，损毁地类为其他草地、裸岩石砾地。

6. 工业场地 2 处损毁土地预测

后续开采不再扩大生产规模，在后期的开采过程中 2 处粉矿堆场等规模不再扩大，1 号粉矿堆场预计拟损毁面积为 13.6707hm²，损毁类型为挖损+压占，损毁程度为重度，损毁地类为其他草地，2 号粉矿堆场预计拟损毁面积为 17.3181hm²，损毁类型为挖损+压占，损毁程度为重度，损毁地类为其他草地。

7. 矿山道路损毁土地预测

根据《开发利用方案》，道路标准按简易行车要求设置，主要是将开采区、排土场等连接到矿区外部的道路，矿山内、外部运输充分利用已有道路，需加宽路面，矿体全部开采结束后，位于矿体上部的道路将不复存在，道路面积为 0.78hm²。

根据对矿区各类拟损毁土地预测分析计算，该矿区拟损毁土地预测总面积为 113.7363hm²，详见表 3-13。

表 3-13 矿区拟损毁土地利用汇总表

序号	损毁范围	面积（hm ² ）	损毁类型	损毁程度	土地类型
1	露天采场	33.1493	挖损	重度	其他草地、裸岩石砾地
2	拟建排土场	29.0618	挖损+压占	重度	其他草地、内陆滩涂
3	拟建工业场地 1#	4.2687	压占	中度	其他草地、采矿用地
4	拟建工业场地 2#	6.2991	压占	中度	天然牧草地、公路用地、裸土地
5	办公生活区	1.7412	压占	中度	其他草地、采矿用地
6	渣堆	7.4474	压占	中度	其他草地、裸岩石砾地
7	矿山道路	0.78	压占	轻度	其他草地
8	1 号粉矿堆场	13.6707	挖损+压占	重度	其他草地
9	2 号粉矿堆场	17.3181	挖损+压占	重度	其他草地
合计		113.7363			

3.4 土地损毁程度分析

该工程项目在采矿生产过程中对土地的损毁形式为挖损、塌陷和压占，根据类似工程的土地损毁程度调查情况，参考水土保持、地质灾害评估等学科的实际经验数据，目

前较公认采用的标准如下：

(1) 土地挖损损毁程度等级标准

挖损土地损毁程度主要采用挖损深度、挖损面积两项指标进行评价（表 3-14）。
两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 3-14 挖损土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表挖损	挖损深度（m）	<2.0	2.0~5.0	>5.0
	挖损面积（hm ² ）	<1.0	1.0~10.0	>10.0

(2) 压占土地损毁程度等级标准

压占土地损毁程度等级采用压占面积和堆填高度两项指标进行评价（表 3-15）。
两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 3-15 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表压占	压占面积（hm ² ）	<1.0	1.0~10.0	>10.0
	堆填高度（m）	<5.0	5.0~10.0	>10.0

评价结果见表 3-16。

表 3-16 土地损毁程度评价统计表

序号	损毁时序	场地	损毁方式	损毁面积（hm ² ）	挖损深度/堆填高度（m）	损毁程度
1	拟损毁	露天采场	地表挖损	33.1493	>5.0	重度损毁
2		拟建排土场	地表压占	29.0618	>10.0	重度损毁
3		拟建工业场地 1#	地表压占	4.2687	1.0~10.0	中度损毁
4		拟建工业场地 2#	地表压占	6.2991	1.0~10.0	中度损毁
5		办公生活区	地表压占	1.7412	1.0~10.0	中度损毁
6		渣堆	地表压占	7.4474	1.0~10.0	中度损毁
7		矿山道路	地表压占	0.78	<1.0	轻度损毁
8		1 号粉矿堆场	地表挖损+压占	13.6707	>10.0	重度损毁
9		2 号粉矿堆场		17.3181	>10.0	重度损毁

3.5 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

3.5.1 矿山地质环境保护与恢复治理分区

(1) 分区原则

①坚持“以人为本”的原则

必须把矿山地质环境问题对矿区内职工生产生活的影 响放在第一位，尽可能减少对矿区内人员生产生活的影 响与损失。

②与地质环境条件紧密结合的原则

地质环境条件是矿山地质环境问题发育的基础，也是控制和影响地质环境问题发育程度的主要因素，故分区应与其紧密结合。

③与工程建设紧密结合的原则

矿山地质环境保护与恢复治理分区目的是为了保 护与恢复治理采矿活动对矿山地质环境产生的影 响或破坏的结果，分区时应紧密结合工程建设特 点，充分考虑工程建设对矿山地质环境问题的影 响或破坏。

④考虑矿山地质环境问题发育程度趋势性的原则

矿山地质环境问题发育程度趋势性分析，主要是预测矿山地质环境问题对矿山在运营过程中的危害情况，如现状发育程度弱，但有逐年增强的趋势时，应对危害级别适当提高。

(2) 分区方法

在现状评估与预测评估的基础上，选取地质灾害对矿山地质环境的影响评估、采矿活动对含水层的影响或破坏、采矿活动对土地资源的影响或破坏、采矿活动对地形地貌景观的影响或破坏等现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法，根据《编制规范》附录 F《矿山地质环境保护与恢复治理分区表》（表 3-17），进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。

表 3-17 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

3.5.2 分区评述

根据现状评估和预测评估，评估区矿山地质环境现状未开采，预测评估为严重、较严重和较轻三个级别（表 3-18）。按照《矿山地质环境保护与恢复治理分区表》（见表 3-17），评估区矿山地质环境保护与恢复治理分区划分为重点防治区、次重点防治区和一般区三个区。

表 3-18 综合评估一览表

序号	场地	地质灾害		破坏土地资源		破坏含水层		破坏地形地貌景观		综合叠加
		现状评估	预测评估	现状评估	预测评估	现状评估	预测评估	现状评估	预测评估	
1	露天采场	/	较轻	/	严重	/	较轻	/	严重	重点区
2	拟建排土场	/	严重	/	严重	/	较轻	/	严重	重点区
3	拟建工业场地 1#	/	较轻	较轻	较严重	/	较轻	/	较严重	次重点区
4	拟建工业场地 2#	/	较轻	较轻	较严重	/	较轻	/	较严重	次重点区
5	办公生活区	/	较轻	较轻	较严重	/	较轻	/	较严重	次重点区
6	渣 堆	/	较轻	较轻	较严重	/	较轻	/	较严重	次重点区
7	矿山道路	/	较轻	较轻	较严重	/	较轻	/	较严重	次重点区
8	1 号粉矿堆场	/	较轻	/	严重	/	较轻	/	严重	重点区
9	2 号粉矿堆场	/	较轻	/	严重	/	较轻	/	严重	重点区

（1）矿山地质环境保护与恢复治理重点防治区（I）

根据矿山地质环境影响现状与预测评估结果，矿山地质环境重点防治区为露天采场、排土场 1 号粉矿堆场及 2 号粉矿堆场，总面积 93.1999hm²，占评估区总面积的 24.12%。

现状矿山还未进行生产建设，区内地质灾害不发育，地质灾害对矿山环境的影响或破坏程度较轻；采矿活动对地下水含水层影响或破坏程度为较轻；地形地貌景观影响或破坏程度为严重、水土污染的影响或破坏程度均为较轻。

预测矿山开采引发地质灾害对矿山环境的影响或破坏程度较轻；采矿活动对地下水含水层的影响或破坏程度为较轻；采矿活动对地形地貌景观的影响或破坏程度为严重；采矿活动对土地资源的损毁程度为严重。矿区水土环境污染程度为较轻。

综合评估露天采场对该区地质环境影响程度**严重**。

防治措施建议：

建立地质环境监测机制，防止过界开挖，保护生态环境。开采过程中严格按设计控制采场边坡，对采场边坡采取监测预警、设立警示牌等预防措施，防止引发崩塌、滑坡

地质灾害对采矿人员和采矿机械造成危害。闭坑后及时整平采坑，设置永久性警示牌，防止意外事故发生。

对露天采场边坡进行清理危岩体，平台覆土种草恢复植被，边坡于坡角种植攀爬类植物恢复植被。

（2）矿山地质环境保护与恢复治理次重点防治区（II）

根据矿山地质环境影响现状与预测评估结果，工业场地、渣堆、办公生活区及矿山道路为矿山地质环境次重点防治区，总面积 20.5364hm²，占评估区总面积的 5.82%。

现状及预测未发现灾害隐患点；现状及预测均未发现对含水层造成破坏；现状评估对该区地形地貌景观破坏程度为较轻；预测评估对该区地形地貌景观破坏程度为较严重；预测对土地资源的损毁程度均为较严重。现状及预测评估对水土污染的程度均为较轻。

综合评估该区对地质环境影响程度**较严重**。

（3）矿山地质环境保护与恢复治理一般防治区（III）

评估区内露天采场、排土场、工业场地、渣堆、粉堆矿场、办公生活区及矿山道路外的其他区域，面积 239.0279hm²，占评估区总面积的 67.76%。现状评估矿山地质灾害弱发育，危险性小；采矿活动对地下含水层的影响和破坏程度较轻；对地形地貌、土地资源的影响和破坏程度较轻；预测采矿活动引发的地质灾害可能性小，危险性小；采矿活动对地下含水层的影响或破坏程度较轻；对地形地貌破坏及土地资源的影响和破坏程度**较轻**。

4 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

4.1 矿山地质环境治理可行性分析

根据现场调查，甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿的地质灾害主要是露天采场存在崩塌安全隐患，危及采场作业人员的生命财产安全。因此有治理的必要性。

4.1.1 技术可行性分析

1、地质灾害防治技术可行性分析

根据评估分析，区内地质灾害类型主要为不稳定斜坡。不稳定斜坡可通过监测进行预防，该类措施简单易行，技术上可行。

2、含水层防治技术可行性分析

含水层防治主要是强调通过监测，主要依靠含水层的自我修复能力进行恢复。在发生突发情况时考虑抽出-处理技术、生物修复技术、化学氧化技术等。

3、地形地貌恢复技术可行性分析

地形地貌恢复主要通过建筑物拆除、土地平整等工程措施使地形地貌与周边相协调，该类措施简单易行，技术上可行。

4、水土环境污染防治技术可行性分析

本项目工程建设及采矿活动对水土环境的污染程度均较轻，可通过一般性预防控制措施即可降低水土环境污染的程度，主要采取控制污染物排放及按照设计处置固体、液体废弃物，技术可行性较强。

5、监测技术可行性分析

地质灾害监测以人工巡查监测及塌陷区地面变形监测为主，含水层监测为水质、监测、地形地貌景观采取遥感监测、水土环境污染监测等均为常规性监测，矿山地质环境监测技术可行。

4.1.2 经济可行性分析

1、地质灾害防治经济可行性分析

针对不稳定斜坡监测工程，成本低，经济可行。

2、含水层防治经济可行性分析

针对含水层破坏，主要以预防、监测为主。预防措施在生产期间在原有技术措施基础上进行改进即可完成，与含水层受到破坏之后进行修复相比具有巨大的经济优势。

3、水土环境污染防治经济可行性分析

水土环境污染防治以预防控制为主，具有省时、高效、经济的优点。

4、监测措施经济可行性分析

地质灾害监测以不稳定斜坡变形监测为主，成本较低；含水层监测为水质监测，水质监测为现场监测，成本相对较低，地形地貌景观采取遥感监测、水土环境污染监测等均为常规性监测，经济可行。

4.1.3 生态环境协调性分析

本次矿山地质环境恢复不引入新的物种，不存在外来物种入侵问题。闭矿后采取地貌景观再造，并采取相应措施预防水土流失。通过地质灾害防治、含水层修复、水土污染环境修复可将矿山地质环境保护目标、任务、措施和计划等落到实处，有效防止地质灾害的发生，降低地质灾害危害程度，保护含水层和水土环境。使被破坏的含水层及水土环境恢复、利用生态环境的可持续发展，达到恢复生态环境保护生物多样性、协调性的目的。

4.2 矿区土地复垦可行性分析

4.2.1 复垦区土地利用现状

根据确定的本项目复垦区与复垦责任范围，依据《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），确定本项目复垦区与复垦责任范围内土地利用类型详见表 4-1。

4.2.2 土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据土地利用总体规划及相关规定，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人愿意的前提下，根据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向（应明确至二级地类），划分土地复垦单元。一般的土地复垦适宜评价是根据土地针对这类特定利用方式是否适宜，如果适宜，其适宜程度如何，做出等级评定。

表 4-1 复垦区土地利用类型

序号	损毁范围	损毁面积 hm ²	土地利用类型				损毁类型	损毁程度	占总面积 比例（%）
			一级类		二级类				
1	露天采场	18.6747	04	草地	0401	其他草地	挖损	重度	29.15
		14.4746	12	其他土地	1207	裸岩石砾地			
	小计		33.1493						
2	拟建排土场	28.7856	04	草地	0401	其他草地	压占	重度	25.55
		0.2762	11	水域及水利设施用地	1106	内涂滩涂			
	小计		29.0618						
3	拟建工业场 地 1#	1.3608	04	草地	0401	其他草地	压占	中度	3.75
		2.9079	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地			
	小计		4.2687						
4	拟建工业场 地 2#	4.8627	04	草地	0401	天然牧草地	压占	中度	5.54
		0.3762	10	交通运输用地	1003	公路用地			
		1.0602	12	其他土地	1206	裸土地			
	小计		6.2991						
5	办公生活区	0.3301	04	草地	0401	其他草地	压占	中度	1.53
		1.4111	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地			
	小计		1.7412						
6	渣堆	1.5023	04	草地	0401	其他草地	压占	中度	6.55
		5.9451	12	其他土地	1207	裸岩石砾地			
	小计		7.4474						
7	矿山道路	0.78	04	草地	0401	其他草地	压占	轻度	0.69
8	1 号粉矿堆场	13.6707	04	草地	0401	其他草地	挖+压	重度	12.02
9	2 号粉矿堆场	17.3181	04	草地	0401	其他草地	挖+压	重度	15.23
合计		113.7363							100.00

土地复垦适宜评价在复垦工作中起着重要的作用，是确定损毁土地的复垦利用方向的前提和基础，为合理复垦利用损毁土地资源提供科学依据，避免土地复垦的盲目性。土地复垦适宜评价是复垦方案中可行性分析的主要内容，在方案中起到承上启下的作用，包括：为最终复垦方向的确定提供决策依据；为复垦技术的选择提供参考；为因地制宜地制定复垦标准提供依据；通过参与式评价，使土地复垦更加民主、公开。

1、评价原则

①符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

恢复损毁土地资源的生态环境，要符合《肃南县土地利用总体规划》，同时与该矿山项目所在地的土地利用规划相协调。

②因地制宜原则

在评价被损毁土地复垦适宜性时，应当分别根据被评价土地的区域性和差异性等具体条件确定其利用方向。在以恢复原有生态系统的基础上，根据适宜性，复垦后的土地宜农则农，宜林则林，宜牧则牧。

③土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

针对不同区域的土地生态适宜性及不同项目对土地的损毁程度，确定不同地块的土地复垦方向。对各损毁地块采取最合理的复垦方式，努力使综合效益达到最佳。

④主导性限制因素与综合平衡原则

在充分分析、研究矿区土壤、气候、地形地貌、植被群落等多种自然因素和经济条件、种植习惯等社会因素的基础上，同时根据土地损毁的类型、程度等，找出主导性限制因素，综合平衡后再确定待恢复土地的科学、合理的开发利用方向。

⑤复垦后土地可持续利用原则

把注重保护和加强环境系统的生产和更新能力放在首位。确保复垦后土地可持续利用。

⑥经济可行、技术合理性原则

在评价过程中，应根据不同地块的实际情况，确定各项合理的工程措施，以便复垦地块能达到预期的治理目的。在工程措施的设计中，应充分兼顾考虑企业经济承受和资金的落实能力。

⑦社会因素和经济因素相结合原则

通过方案需要投入资源的大小进行比较，从土地整体效益出发，结合被损毁土地的空间位置、社会需求和周边自然景观、生态环境等确定最佳的利用方案。

2、评价依据

①《土地复垦条例》（国务院 2011 年 3 月）；

②《土地复垦技术标准(试行)》（国土规[1995]103 号）；

③《农用地定级规程》（TD/T1005-2003）；

④《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）；

⑤《土地复垦方案编制规程第一部分：通则》（TD/T1031.1-2011）。

3、评价体系和评价方法

根据《土地复垦方案编制规程第一部分：通则》（TD/T1031.1-2011）规定，结合本矿山实际情况，采用二级评价体系，分为适宜类和适宜等，适宜类分适宜和不适宜，适宜等再续分为一等地、二等地和三等地。

土地复垦适宜性评价主要是为了确定土地的适宜性用途和指导复垦工作更有效地进行，矿区土地复垦适宜性的限制因子对复垦方法的选择具有较大影响，而极限条件法是将土地质量最低评定标准作为质量等级的依据，能够通过适宜性评价比较清晰地获得进行复垦工作的各个限制因素，以便为土地的进一步改良利用服务，因此，采用极限条件法评价矿区土地复垦的适宜性较能满足要求。

4、土地复垦适宜性评价步骤

①复垦范围的界定

本项目复垦责任范围包括露天采场、排土场、工业场地、办公生活区、渣堆、1号粉矿堆场、2号粉矿堆场及矿山道路，总面积 113.7363hm²。本复垦方案复垦面积为 113.7363hm²，损毁前用地类型为天然牧草地、其他草地、采矿用地、公路用地、内陆滩涂，裸土地、裸岩石砾地，土地复垦率 100%。

②初步复垦方向的确定

根据《土地复垦质量控制标准》TD/T1036-2013 中表 B.1 土地复垦类型区划分表，结合项目区的自然、社会经济特点，充分考虑政策因素和公众意见，本着与该矿山项目所在地的土地利用规划相协调的原则，复垦责任范围内损毁土地的初步复垦方向确定为其他草地，并对复垦区域进行评价单元划分，通过选择合适的评价指标，采用一定的方法，评定各单元适宜性等级。

③评价单元划分

评价单元是土地的自然属性和社会经济属性基本一致的空间体。划分的评价单元应体现单元内部性质相对均一或相近；单元之间具有差异，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异；具有一定的可比性。

根据评价单元划分的要求，结合项目实际情况和本次复垦范围，本项目以损毁类型划分评价单元，即划分为露天采场、排土场、工业场地和办公生活区、渣堆、1号粉矿堆场和2号粉矿堆场及矿山道路六个评价单元。

④土地复垦适宜性等级评定

a. 评价指标选择

遵循评价指标选取的原则，考虑到该项目的特点，评价单元选取坡度、地表物质组成、土壤有机质含量、土壤质地4项指标。

b. 评价标准的建立

根据相关规程和标准，结合本地实际情况以及类似工程的复垦经验，确定本复垦方案土地适宜性评价的等级评定标准见表4-2。

表 4-2 待评价适宜性等级评定标准表

基本指标		复垦方向					
		林地质量控制标准			草地质量控制标准		其他质量控制标准
		有林地	灌木林地	其他林地	人工牧草地	其他草地	其他草地
地面坡度/°					≤20		景观协调、有效土层厚度≥20cm(土壤来源于剥离表土,利用后期植被自然恢复)
有效土层厚度/cm		≥30	≥20		≥20	≥10	
土壤容重/(g/cm³)		≤1.55			≤1.45	≤1.5	
土壤质地		砂土至壤质粘土			砂土至砂质粘土		
砾石含量/%		≤50			≤30	≤50	
pH 值		6.5-8.5			7.0-8.5	6.5-8.5	
有机质/%		≥0.5			≥0.8	≥0.5	
配套设施	灌溉	达到当地本行业工程建设标准要求			达到当地各行业工程建设标准要求		
	道路						
生产力水平	覆盖度/%				≥20	≥15	
	产量/(kg/hm²)				3-5年后达到周边同等土地利用类型水平		
定植密度/(株/hm²)		满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607)要求					
郁闭度		≥0.20		≥0.15			
注：土地复垦质量标准还应考虑技术经济合理的原则，兼顾自然条件与土地类型。							

c. 土地复垦适宜性等级评定及结果分析

将参评单元的土地质量分别与复垦土地主要限制因素的林、草评价等级标准对比，以限制最大、适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜等级。各评价

单元的评价指标如表 4-3。

表 4-3 评价单元评价指标表

评价单元	露天采场	排土场	堆矿场	办公生活区	矿山道路
坡度	5~25	5~25	<5	<5	<5
地表组成物质	岩土混合物	岩土混合物	岩土混合物	岩土混合物	岩土混合物
土壤有机质	<6	<6	<6	<6	<6
土壤质地	砂土	砂土	砂土	砂土	砂土
配套设施	灌溉：周边无水源，无灌溉措施；道路：砂石路面，路基宽 6.5m。				
自然条件	年均气温 6.9℃、年均降雨量 198mm、年均蒸发量 2246mm、地下水埋深 3336m 标高以下。				

各评价单元适宜性等级评定结果见表 4-4。

表 4-4 适宜性等级评定结果表

地类评价	适宜性	主要限制因子	备注
林地评价	不适宜	自然条件	该地干旱少雨，蒸发量大；地下水埋深大，不利于植被存活/生长。
草地评价	不适宜	配套设施及自然条件	缺少灌溉设施，该地干旱少雨，蒸发量大；地下水埋深大，不利于植被存活/生长。
其他草地	适宜	无	原土地类型为其他草地，进行简单的复垦工程与周边景观协调即可达到复垦目的。

d. 复垦方向的最终确定

适宜性评价结果显示，由于复垦区自然条件限制，综合考虑生态环境、政策因素及公众参与意见，复垦方向最终确定其他草地。

4.2.3 水土资源平衡分析

矿区气候干旱，蒸发量约为降雨量的 10 倍，蒸发量远远大于降雨量，区内天然植被除天然降水补给外，无其它补给来源。根据当地多年的实践经验，天然降雨量能够满足耐旱草种生长所需雨水量要求。

本次复垦面积 113.7363hm²（包括露天采场面积 33.1493hm²、拟建排土场 29.0618hm²、拟建工业场地 1#4.2687hm²、拟建工业场地 2#6.2991hm²、办公生活区 1.7412hm²、渣堆 7.4474hm²、1 号粉矿堆场 13.6707hm²、2 号粉矿堆场 17.3181hm²、矿山道路 0.78hm²），复垦后土地利用方向为其他草地，损毁面积为 113.7363hm²，地表剥离层厚度为 0.3m，计算得表土量为 34.12×10⁴m³。矿区复垦时覆土平均厚度为 0.2m，计算得覆土量为 22.75×10⁴m³，将矿体顶部表土等用地区内表土剥离后单独堆放在排土场地内，可满足覆土工程用量。

4.2.4 土地复垦质量要求

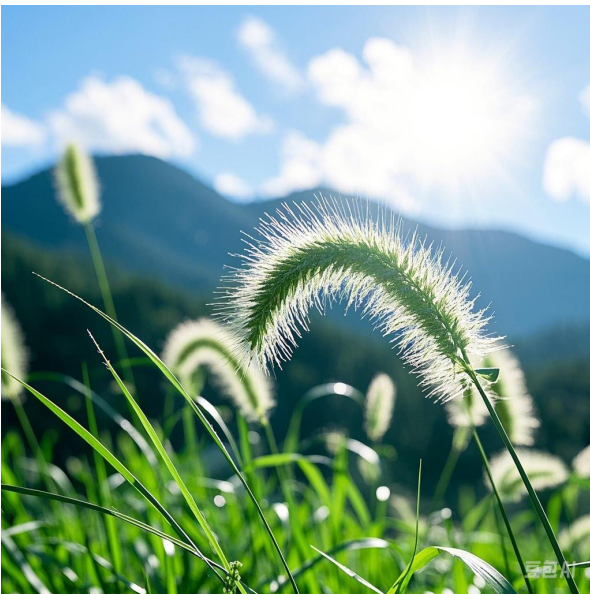
1. 复垦标准文件依据

- ①国家土地管理[1995]国土[规]字第 103 号《土地复垦技术标准(试行)》。
- ②《关于组织土地复垦方案编制和审查有关问题的通知》国土资发[2007]81 号。

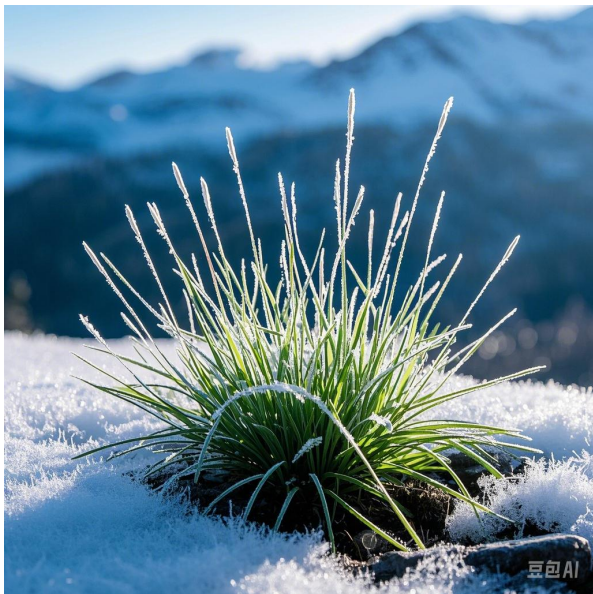
2. 土地复垦工程标准

本复垦方案复垦面积 113.7363hm²，根据土地复垦适宜性评价结果，确定土地复垦最终土地利用方向为其他草地。按照《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》TD/T 1031.1-2011、《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036—2013 规定，甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿位于甘肃省西部，属于西北干旱区，复垦为其他草地后的土地质量应达到以下要求：

- 1) 有效土层厚度≥10cm，土壤具有较好的肥力，土壤环境质量符合《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036—2013）。
 - 2) 5 年后达到周边地区同等土地利用类型水平。
 - 3) 根据《土地复垦质量控制标准》，本项目属于西北干旱区，复垦后土壤 容重（g/cm³）≤1.5，砾石含量（%）≤50，pH 值为 6.5—8.5 之间，有机质（%）≥0.5。
- 根据现场调查情况，建议选择针茅、冰草等。



针茅



冰草

5 矿山地质环境治理与土地复垦工程

5.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防

5.1.1 目标任务

1. 总体目标

根据矿山地质环境现状、存在的主要矿山地质环境问题和评估结果，该矿山地质环境保护与恢复治理总体目标任务是通过该方案的实施，最大限度地避免或减轻因矿山工程建设和采矿活动对矿山地质环境的影响和破坏，闭坑后实现矿山地质环境的有效恢复，即矿山关闭后地表应基本恢复到采矿前的状态，对存在的地质灾害隐患应采取永久性防治措施，使矿山地质环境问题得到有效治理，保证矿区经济社会发展和周围居民生命财产安全。具体治理目标：

①预防地质灾害的发生，使破坏环境的范围减少到最低点。尽快恢复治理开矿破坏的地质环境和生态环境，矿产开采完后，通过对采矿边坡进行分台阶整平覆土。从而恢复其良好生态环境。

②建立并完善矿山生态环境破坏和环境污染监测与治理机制，指导矿山企业做好环境保护、土地复垦、地质灾害防治等工作。加强矿山生态环境恢复治理，加快对矿山损毁土地的复垦，对矿山“三废”进行综合治理、综合利用，对矿山开发造成的崩塌等人为地质灾害及植被破坏等环境问题加强预防、监测，及时组织治理。引导矿山企业增加环保投入，加强环境保护技术方法研究，积极推进矿山环境综合治理。推进矿山生态环境恢复治理。

③当矿山生产服务年限期满后，应在生产服务年限期满后完成恢复治理工作，实现社会效益、环境效益和经济效益新的平衡。

2、矿山地质环境保护任务

①以矿山环境影响评估为基础，设计保护措施并进行技术、经济论证。

②学习和引进矿山环境保护的先进技术和经验，提高矿山环境保护水平。

③遵循“以人为本”的原则，切实做到矿山生产区和生活区分离，确保人居环境的安全，提高人居环境的质量。

④选择合理的开采工艺和方法最大限度地减少或避免矿山环境问题的发生。

⑤要对废弃物（排）放、堆存造成的矿山环境问题制订预防性环境保护措施。

⑥明确所执行的环境质量标准和污染物排放标准。

⑦制定矿山环境问题监测方案，实施对矿山环境问题的动态监测。

5.1.2 主要技术措施

1. 矿山地质灾害预防措施

采取以下预防措施减少或避免矿山地质灾害的发生。

①滑坡、崩塌的预防措施

a. 在存在滑坡、崩塌隐患的区域采矿，要消除隐患或采取避让措施；

b. 固体废弃物有序、合理堆放，设计稳定的边坡角，必要时应采取加固措施或修筑拦挡工程；

c. 露天矿山开采应根据岩土层结构、构造条件，选择合理的坡角范围，必要时应采取加固措施或修筑拦挡、排水、防水工程。

②泥石流的预防措施

a. 合理堆放废渣弃土，并做好护坡，消除或固化泥石流物源；

b. 修筑拦挡工程、疏浚矿区排水系统，消除诱发泥石流的水源条件。

2. 含水层保护措施

根据含水层结构及地下水赋存条件，结合采矿工程，采取以下措施，防止含水层破坏。

修筑排水沟、引流渠、防渗漏处理等措施，防止有毒有害废水、固废淋滤液污染地下水。

3. 地形地貌景观保护措施

采取以下措施，避免或减少采矿活动对矿区地形地貌景观的破坏。

①合理堆放固体废弃物，选用合适的综合利用技术，加大综合利用量，减少对地形地貌的破坏；

②边开采边治理，及时恢复植被。

4. 水土环境污染预防措施

①提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放，防止水土环境污染；

②采取污染源阻断隔离工程，防止固体废物淋滤液污染地表水、地下水和土壤；

③采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层污染。

5. 土地复垦预防控制措施

土地复垦的工程技术措施即通过一定的工程措施进行造地、整地的过程，同时在造地、整地过程中通过水土保持工程建设减少土地流失发生的可能性，增强再造地地貌的稳定性，为生态重建创造有利的条件。

（1）露天采场复垦工程措施

由于该矿区在开采生产过程中，会造成大面积的水土流失现象，因此必须加强保护，针对露天采坑分区推进，边开采边平整、覆土、种草。

（2）排土场复垦工程措施

待开采结束后对场地表面进行分台阶覆土种草以保持水土。

（3）工业场地复垦工程措施

待开采结束后将对场地内建筑物进行砌体拆除，对场地表面进行平整、覆土、种草。

（4）办公生活区复垦工程措施

待开采结束后对场地内建筑物进行拆除，表面进行覆土种草以保持水土。

（5）渣堆复垦工程措施

待开采结束后将对场地内渣堆进行平整、覆土、种草。

（6）1/2 号粉矿堆场复垦工程措施

待开采结束后将对场地内建筑物进行砌体拆除，对场地表面进行平整、覆土、种草。

（7）矿山道路复垦工程措施

待开采结束后对现场道路进行覆土种草以保持水土。

5.1.3 主要工程量

矿山地质环境保护与土地复垦预防主要工程以监测为主，其工程量见第六节矿山地质环境监测。

5.2 矿山地质灾害治理

5.2.1 目标任务

预防地质灾害的发生，对可能发生地质灾害的地段进行必要的工程措施，使地质灾害发生的可能降低到最低点。

5.2.2 工程设计

露天采场是影响本矿山地质环境的主要因素，为了避免人民生命及财产受到威胁，

为了保持露天采场的稳定性，防止形成崩塌等自然灾害，造成人员伤亡事故，对整个边坡进行分台阶整平，将最终边坡角控制在 50° 以内。

5.2.3 技术措施

1、警示牌

在进入露天采场道路入口处布设警示牌，在坡顶和坡脚废石堆外围 3m 设立警示牌，明确地质灾害隐患区范围、危险性及注意事项，警示人们远离危险区或在区内谨慎行事，注意自身安全，防止意外发生。

警示牌：警示牌上用汉语文字书写内容“露天采场，严禁入内”。设立的警示牌采用预制水泥桩和牌（见图 5-1），桩长 1.5m，桩截面 5×20cm，警示牌长宽厚尺寸 100cm×50cm×5cm。桩埋置于地下 0.5m，高出地面 1.5m。警示牌设置间距视山坡及沟道地形条件确定，对于地下低洼起伏地段间距为 80m，开阔平坦、通视性较好的地段其间距为 200-350m。预计警示牌数量为 40 个。

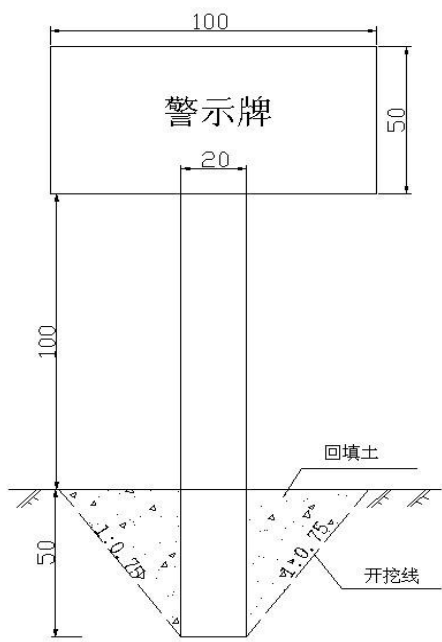


图 5-1 警示牌设计图

2. 防护围栏技术措施

在拟形成露天采场周边设置围栏（见图 5-2），防止有人进入。围栏采用在水泥桩上绕三箍铁丝进行设置，设计高度 1.5m，围栏长度 2667m。

用草原围栏将露天采坑外围进行围封，每隔 10m 栽 1 根水泥柱，高 1.80m。竖桩规格 0.12×0.24×1.80m，斜撑规格 0.10×0.10×2.20m，角度 45°。每隔 10m 栽一水泥

锚拉桩，规格 $0.1 \times 0.1 \times 1.8\text{m}$ ，埋桩深度 50cm ，栽桩后检查各桩是否一条线，使支持网片与桩面保持一个平面，最后将桩坑踩实。

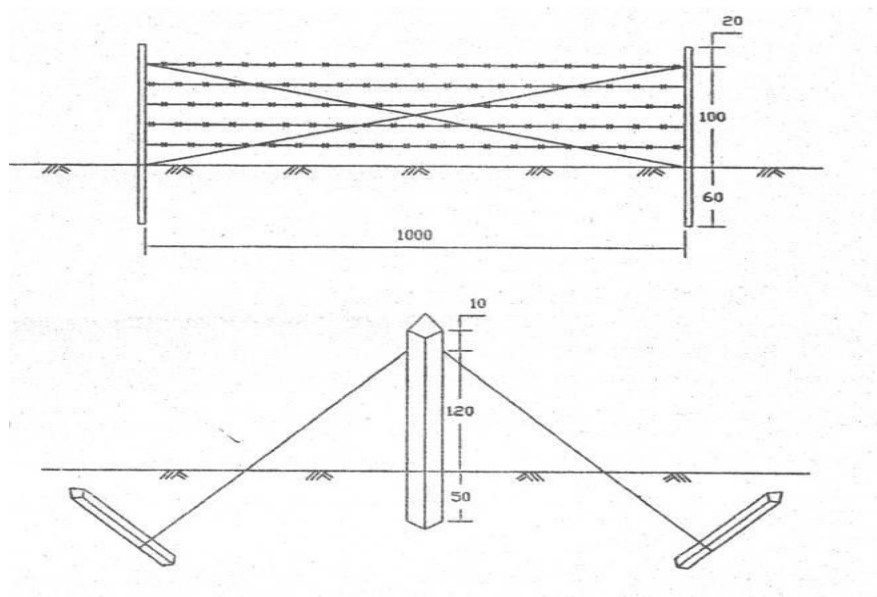


图 5-2 防护围栏

2、铅丝石笼

针对排土场地斜坡边缘，在斜坡前缘设置铅丝石笼进行治理，现状条件下铅丝石笼长度 955m ，铅丝石笼采用铅丝网片，中间填充大块岩石而成，铅丝石笼高 1.5m ，宽 1m 。效果图见图 5-3。

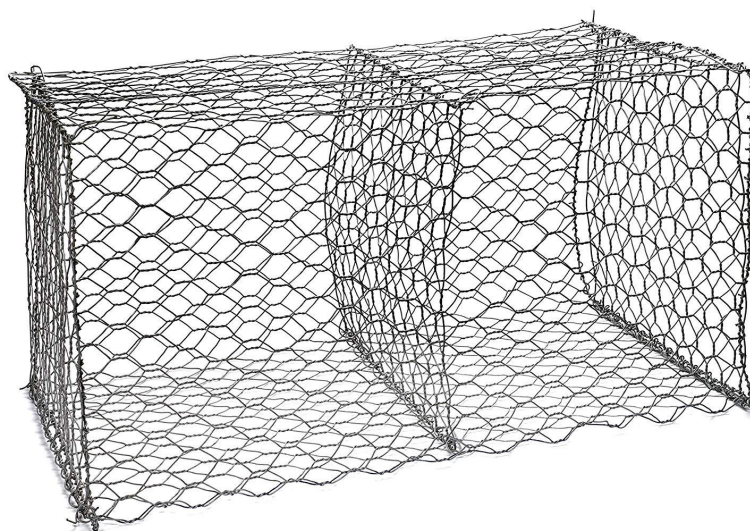


图 5-3 铅丝石笼

5.2.4 主要工程量

矿山地质灾害治理主要工程量见表 5-1。

5-1 矿山地质灾害治理工程量一览表

序号	工程类别	单位	工程量	
			近期	中远期
1	警示牌	个	15	40
2	防护围栏	m	930	2667
3	铅丝石笼	m ³	900	1432.5

5.3 矿区土地复垦

5.3.1 目标任务

本项目复垦区面积 113.7363hm²，复垦面积 113.7363hm²，土地复垦率 100%。

依据土地复垦适宜性评价结果，确定本项目土地复垦的目标任务是其他草地 113.7363hm²。复垦前后土地利用结构调整见表 5-2。

表 5-2 复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积(hm ²)		变幅
				复垦前	复垦后	
04	草地	0401	天然牧草地	4.8627	0.00	-4.8627
		0404	其他草地	82.4223	113.7363	+31.314
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	4.3190	0.00	-4.3190
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.3762	0.00	-0.3762
11	水域及水利设施用地	1106	内陆滩涂	0.2762	0.00	-0.2762
12	其他土地	1206	裸土地	1.0602	0.00	-1.0602
		1207	裸岩石砾地	20.4197	0.00	-20.4197
合计				113.7363	113.7363	

5.3.2 工程设计

根据复垦适宜性分析结果，可知土地复垦方向为其他草地。近期规划针对已有露天采场进行土地平整，并进行覆土、植被绿化的方法进行复垦。中远期规划针对扩大的排土场进行土地平整，对扩建的露天采场平台进行覆土、植被绿化。

5.3.3 技术措施

1、复垦单元一露天采场复垦工程措施

随着采矿工程的完成，露天采场对土地资源的损毁方式以挖损损毁为主，损毁土地类型为其他草地，损毁程度为重度损毁，为和周围环境协调一致，最终确定的复垦方向为平台单元复垦为其他草地，斜坡单元自然恢复。因此采取地表覆土培肥、播撒草籽、管护等复垦措施，将露天采场平台复垦为其他草地，坡面自然恢复为裸土地。

依据《开发利用方案》，最终形成的露天开采境界平台面积为 33.1493hm^2 ，最终复垦为其他草地的面积为 33.1493hm^2 。

(1) 覆土培肥

结合西北干旱区其他草地复垦质量要求，有效土层厚度 $\geq 10\text{cm}$ ，本次覆土厚度按 20cm 计，覆土方量为 66298.6m^3 ，覆土工程采用机械设备为一台推土机、一台挖掘机和 1 台 5t 自卸汽车。

为增强土壤肥力，使复垦土地快速恢复生产力，覆土后对土壤进行培肥，培肥采用有机绿肥，每亩地内施肥按 200kg 计算，复垦区培肥面积 33.1493hm^2 (497.2 亩)。

(2) 播撒草籽

根据露天采场缓坡单元其他草地的复垦方向，对其形成的固定帮平台播撒草籽进行绿化，草籽选择适宜当地气候和土壤环境的针茅、冰草等植物种子，草籽按照 $1:1$ 配比。播撒密度按 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，播撒草籽季节宜选择春季进行，播撒草籽面积 33.1493hm^2 。

(3) 管护

养护包括施肥、松土和除病害等，发现病虫害时及时采取药物防治；管理应设置专管人员，主要防止自然损坏或人畜破坏，管护面积为 33.1493hm^2 (497.2 亩)。管护期内对复垦单元一每年进行 1 次草籽补撒，管护期内共进行 3 次。管护过程中发现缺苗严重及时进行补种，补种率每年按复垦工程设计使用量的 10% 计算。每年管护面积为 3.31hm^2 ，3 年管护期草籽补撒面积为 9.93hm^2 。

2、复垦单元二排土场复垦工程措施

评价单元二排土场，对土地资源的损毁方式以挖损+压占损毁为主，损毁土地类型为其他草地和内陆滩涂，土地损毁程度为重度损毁；为和周围环境协调一致，确定排土场最终的复垦方向为：其他草地。排土场复垦为其他草地面积为 29.0618hm^2 。

（1）覆土培肥

排土场复垦为其他草地总地面积为 29.0618hm^2 （平面投影面积），结合西北干旱区其他草地复垦质量要求，有效土层厚度 $\geq 10\text{cm}$ ，本次覆土厚度按 20cm 计，覆土方量为 58123.6m^3 ，覆土工程采用机械设备为一台推土机、一台挖掘机和 1 台 5t 自卸汽车。

为增强土壤肥力，使复垦土地快速恢复生产力，覆土后对土壤进行培肥，培肥采用有机绿肥，每亩地内施肥按 200kg 计算，复垦单元二培肥面积 29.0618hm^2 （ 435.9 亩）。

（2）播撒草籽

根据排土场其他草地的复垦方向，对其形成的平台及坡面播撒草籽进行绿化，草籽选择适宜当地气候和土壤环境的针茅、冰草等植物种子，草籽按照 $1:1$ 配比。播撒密度按 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，播撒草籽季节宜选择春季进行，播撒草籽面积 29.0618hm^2 。

（3）管护

养护包括施肥、松土和除病害等，发现病虫害时及时采取药物治疗；管理应设置专管人员，主要防止自然损坏或人畜破坏，管护面积为 29.0618hm^2 （ 435.9 亩）。

管护期内对复垦单元二每年进行 1 次草籽补撒，管护期内共进行 3 次。管护过程中发现缺苗严重及时进行补种，补种率每年按复垦工程设计使用量的 10% 计算。每年管护面积为 2.9hm^2 ，3 年管护期草籽补撒面积为 8.7hm^2 。

3、复垦单元三工业场地及办公生活区复垦工程措施

评价单元三包括工业场地 1#、工业场地 2#及办公生活区，对土地资源的损毁方式以压占损毁为主，损毁土地类型为天然牧草地、其他草地、采矿用地、公路用地、裸土地，土地损毁程度为中度损毁，为和周围环境协调一致，最终确定的复垦方向为其他草地。因此采取地表建（构）筑物拆除、场地平整、翻耕培肥、种草管护等复垦措施，将评价单元三复垦为其他草地。

（1）地表建（构）筑物拆除

评价单元三场地内地表建（构）筑物均为 1 层彩钢结构，设计在闭矿后对其进行一次性拆除，本方案设计拆除地表生产设备及硬化地面混凝土结构层，凿除基础等（图 5-3）

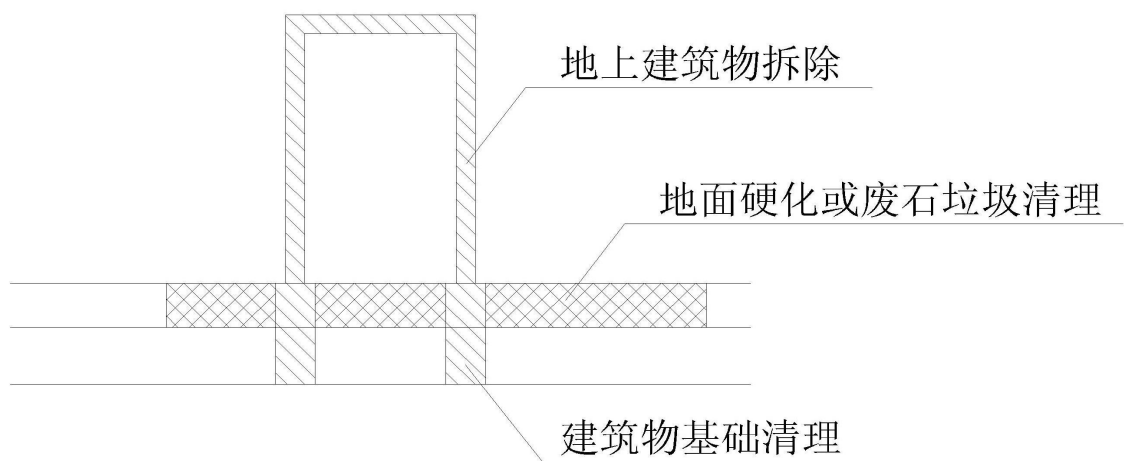


图 5-3 构建筑物拆除示意图

工业场地 1#、工业场地 2#及办公生活区总占地面积为 12.309hm^2 ，地表建筑物占地 40%，约 4.9236hm^2 ；建筑物拆除厚度按 0.5m 计算，构筑物拆除厚度按 0.1m 计算，共拆除建筑垃圾 29541.6m^3 ，拆除建筑垃圾委托有专业资质的机构定期外运处理。

（2）场地平整

设计在闭矿后对评价单三所有场地地表建筑物拆除后，进行场地平整，场地平整面积为 12.309hm^2 。

（3）翻耕培肥

为了保持土壤通透性良好，增强土壤保水能力，加快土壤熟化，需对平整场地深翻，采用在铧式犁的犁体后面加装深松铲的办法进行翻耕，土地翻耕面积 12.309hm^2 ，结合西北干旱区其他草地复垦质量要求，有效土层厚度 $\geq 10\text{cm}$ ，本次设计翻耕深度不小于 0.2m。

为增强土壤肥力，使复垦土地快速恢复生产力，翻耕后对土壤进行培肥，培肥采用有机绿肥，每亩地内施肥按 200kg 计算，复垦单元三培肥面积 12.309hm^2 （184.6 亩）。

（4）播撒草籽

设计对评价单元三所有场地翻耕后播撒草籽绿化，草籽选择适宜当地气候和土壤环境的针茅、冰草等植物种子，草籽按照 1:1 配比。播撒密度按 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，播撒草籽季节宜选择春季进行，播撒草籽面积 12.309hm^2 。

（5）管护工程

管护包括养护和管理两个方面，养护包括施肥、松土和除病害等，发现病虫害时及

时采取药物防治；管理应设置专管人员，主要防止自然损坏或人畜破坏，管护面积为 12.309hm^2 （184.6 亩）。

管护期内对复垦单元三每年进行 1 次草籽补撒，管护期内共进行 3 次。管护过程中发现缺苗严重及时进行补种，补种率每年按复垦工程设计使用量的 10% 计算。每年管护面积为 1.23hm^2 ，3 年管护期草籽补撒面积为 3.69hm^2 。

4、复垦单元四渣堆区复垦工程措施

评价单元四渣堆区，对土地资源的损毁方式以压占损毁为主，损毁土地类型为其他草地、裸岩石砾地，土地损毁程度为中度损毁；为和周围环境协调一致，确定渣堆区最终的复垦方向为：其他草地。渣堆区复垦为其他草地面积为 7.4474hm^2 。

（1）覆土培肥

渣堆区复垦为其他草地总地面积为 7.4474hm^2 （平面投影面积），结合西北干旱区其他草地复垦质量要求，有效土层厚度 $\geq 10\text{cm}$ ，本次覆土厚度按 0.20m 计，覆土方量为 14894.8m^3 ，覆土工程采用机械设备为一台推土机、一台挖掘机和 1 台 5t 自卸汽车。

为增强土壤肥力，使复垦土地快速恢复生产力，覆土后对土壤进行培肥，培肥采用有机绿肥，每亩地内施肥按 200kg 计算，复垦单元三培肥面积 7.4474hm^2 （111.7 亩）。

（2）播撒草籽

根据堆矿区其他草地的复垦方向，对其形成的平台及坡面播撒草籽进行绿化，草籽选择适宜当地气候和土壤环境的针茅、冰草等植物种子，草籽按照 1:1 配比。播撒密度按 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，播撒草籽季节宜选择春季进行，播撒草籽面积 7.4474hm^2 。

（3）管护

养护包括施肥、松土和除病害等，发现病虫害时及时采取药物防治；管理应设置专管人员，主要防止自然损坏或人畜破坏，管护面积为 7.4474hm^2 （111.7 亩）。

管护期内对复垦单元四每年进行 1 次草籽补撒，管护期内共进行 3 次。管护过程中发现缺苗严重及时进行补种，补种率每年按复垦工程设计使用量的 10% 计算。每年管护面积为 0.74hm^2 ，3 年管护期草籽补撒面积为 2.22hm^2 。

5、复垦单元五矿山道路复垦工程措施

评价单元五矿山道路，对土地资源的损毁方式以压占损毁为主，损毁土地类型为其他草地，土地损毁程度为轻度损毁；为和周围环境协调一致，确定矿山道路最终的复垦

方向为：其他草地。矿山道路复垦为其他草地面积为 0.78hm^2 。

（1）覆土培肥

矿山道路复垦为其他草地总地面积为 0.78hm^2 ，结合西北干旱区其他草地复垦质量要求，有效土层厚度 $\geq 10\text{cm}$ ，本次覆土厚度按 0.20m 计，覆土方量为 1560m^3 ，覆土工程采用机械设备为一台推土机、一台挖掘机和 1 台 5t 自卸汽车。

为增强土壤肥力，使复垦土地快速恢复生产力，覆土后对土壤进行培肥，培肥采用有机绿肥，每亩地内施肥按 200kg 计算，复垦单元四培肥面积 0.78hm^2 （ 11.7 亩）。

（2）播撒草籽

根据矿山道路其他草地的复垦方向，对其播撒草籽进行绿化，草籽选择适宜当地气候和土壤环境的针茅、冰草等植物种子，草籽按照 $1:1$ 配比。播撒密度按 $50\text{kg}/\text{hm}^2$ ，播撒草籽季节宜选择春季进行，播撒草籽面积 0.78hm^2 。

（3）管护

养护包括施肥、松土和除病害等，发现病虫害时及时采取药物治疗；管理应设置专管人员，主要防止自然损坏或人畜破坏，管护面积为 0.78hm^2 （ 11.7 亩）。

管护期内对复垦单元四每年进行 1 次草籽补撒，管护期内共进行 3 次。管护过程中发现缺苗严重及时进行补种，补种率每年按复垦工程设计使用量的 10% 计算。每年管护面积为 0.08hm^2 ，3 年管护期草籽补撒面积为 0.24hm^2 。

6、复垦单元六 1、2 号粉矿堆场复垦工程措施

评价单元二 1、2 号粉矿堆场，对土地资源的损毁方式以挖损+压占损毁为主，损毁土地类型为其他草地，土地损毁程度为重度损毁；为和周围环境协调一致，确定 1、2 号粉矿堆场最终的复垦方向为：其他草地。1、2 号粉矿堆场复垦为其他草地面积为 30.9888hm^2 。

（1）覆土培肥

1、2 号粉矿堆场复垦为其他草地总地面积为 30.9888hm^2 （平面投影面积），结合西北干旱区其他草地复垦质量要求，有效土层厚度 $\geq 10\text{cm}$ ，本次覆土厚度按 0.20m 计，覆土方量为 61977.6m^3 ，覆土工程采用机械设备为一台推土机、一台挖掘机和 1 台 5t 自卸汽车。

为增强土壤肥力，使复垦土地快速恢复生产力，覆土后对土壤进行培肥，培肥采用

有机绿肥，每亩地内施肥按 200kg 计算，复垦单元二培肥面积 30.9888hm²（464.8 亩）。

(2) 播撒草籽

根据排土场其他草地的复垦方向，对其形成的平台及坡面播撒草籽进行绿化，草籽选择适宜当地气候和土壤环境的针茅、冰草等植物种子，草籽按照 1:1 配比。播撒密度按 50kg/hm²，播撒草籽季节宜选择春季进行，播撒草籽面积 30.9888hm²。

(3) 管护

养护包括施肥、松土和除病害等，发现病虫害时及时采取药物治疗；管理应设置专管人员，主要防止自然损坏或人畜破坏，管护面积为 30.9888hm²（464.8 亩）。

管护期内对复垦单元二每年进行 1 次草籽补撒，管护期内共进行 3 次。管护过程中发现缺苗严重及时进行补种，补种率每年按复垦工程设计使用量的 10%计算。每年管护面积为 3.1hm²，3 年管护期草籽补撒面积为 9.3hm²。

5.3.4 主要工程量

本项目需要复垦的土地为露天采场、排土场、工业场地、办公生活区、渣堆、矿山道路及 1、2 号粉矿堆场。土地复垦工程量见表 5-3。

表 5-3 复垦工程量表

损毁区域	面积 (hm ²)	砌体拆除 (m ³)	土地翻耕 (hm ²)	土地平整 (hm ²)	覆土工程 (m ³)	撒播草籽 (kg)
露天采场	33.1493		33.1493	33.1493	66298.6	1657.465
拟建排土场	29.0618	0	29.0618	29.0618	58123.6	1453.09
拟建工业场地 及生活区	12.309	29541.6	12.309	12.309	24618	615.45
渣堆	7.4474		7.4474	7.4474	14894.8	372.37
矿山道路	0.78		0.78	0.78	1560	39
1、2 号粉堆矿场	30.9888		30.9888	30.9888	61977.6	1549.44
合计	113.7363	29541.6	113.7363	113.7363	227472.6	5686.815

5.4 含水层破坏修复

矿山开采方式为露天开采，矿体最低可采标高为 3160m，矿体的开采是在矿区最低侵蚀基准面以上进行，矿山未来开采过程中对含水层结构、水质、水量影响较轻。矿山未来开采应做好预防措施，本次工作不设计含水层破坏修复工程量。

5.5 水土环境污染修复

该矿开采方式为露天开采，矿山的主要污染物有：开采产生的废石、采矿废水、粉尘及生活污水和生活垃圾等，对矿区水土环境影响较小。矿山未来开采应做好预防措施，本次工作不设计水土环境污染修复工程量。

5.6 矿山地质环境监测

5.6.1 目标任务

矿山地质环境监测为矿山地质环境保护与恢复治理的重要组成部分，本着准确，及时、指导矿山开发的原则，针对各个矿山地质环境问题进行监测。在矿山生产阶段，对矿区范围内及工程治理区变形敏感部位进行地质宏观监测，并根据现场实际情况布置必要的监测设施。监测内容包括对能够反映矿山地质环境质量的各类地质灾害隐患同时还应包括对已治理工程稳定性的监测等。

5.6.2 监测设计

本次评估区内开采边坡崩塌地质灾害监测采用宏观地质调查法，采用常规的崩塌变形形迹追踪地质调查方法，进行人工巡视，并发动当地群众报告崩塌区内出现的各种细微变化。该调查法选点宜在变化明显地段设固定点，包括调查路线应穿越、控制整个崩塌区。

监测方法及监测点选定后，需确定测量工具和观测次数和时间间隔。测量工具原则上精度越高越好，但考虑到经济、实用和便于操作，本次宏观地质调查选用一般的地质罗盘钢卷尺等即可。测量次数和时间间隔应随崩塌所处阶段以及崩塌主要动力破坏因素的不同而有所差异，崩塌变形缓慢阶段宜每月一次，崩塌变形加快则监测次数相应加密。以降雨为主要动力破坏因素的崩塌，雨季应加密观测次数。监测观测工作应连续进行，直到经防治工程治理后不再变形为止。

5.6.3 技术措施

每次监测需认真作好记录，室内将其制成表格，绘制监测时间一位移曲线图，及时进行监测工作总结，为预测崩塌发展趋势和防治工程设计提供基础资料。

5.6.4 主要工程量

根据露天采矿坑位置布置，在露天采矿坑边坡地面上方布设 8 个监测点。在排土场边坡处布设 2 个监测点。

5.7 矿区土地复垦监测和管护

土地复垦监测是督促落实土地复垦责任的重要途径，是保障复垦能够按时、保质、保量完成的重要措施，是调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排的重要依据，同时也是预防发生重大事故和减少土地造成损毁的重要手段之一，是实现我国土地复垦科学化、规范化、标准化的重要途径之一。

5.7.1 目标任务

《土地复垦条例》第七条规定：“县级以上地方人民政府自然资源管理部门应当建立土地复垦监测制度，及时掌握本行政区域土地资源损毁和土地复垦效果等情况。”土地复垦监测应满足以下具体要求：

(1) 监测工作应系统全面。土地复垦涉及的学科多面广。因此，对复垦区的监测内容不仅包括各项复垦工程实施范围质量进度等，还应包括土地损毁和生态环境恢复等方面的监测，确保复垦区土地能够达到可利用状态。

(2) 监测方案应分类，切实可行。我国区域自然环境呈现地带性特征，土地复垦工程措施具有类比性，因此应根据自然环境和生产建设项目自身特点，分类制定土地复垦监测方案。

(3) 监测设置应优化。复垦监测点、监测内容以及监测频率等布置或是设置，采取科学的技术方法，合理优化，减少生产建设单位不必要的开支。

(4) 监测标准应依据所设计的国家各类技术标准。主要技术标准 of 《土地复垦技术标准》(试行)、《土壤环境监测技术标准》(HJ/T166-2004)、《地表水和污水检测技术标准》(HJ/T 91-2002) 等。

5.7.2 措施和内容

土地复垦的目的，是恢复或改善生产建设项目土地损毁区的生态环境和合理利用土地资源，因地制宜地将损毁土地复垦为农、林、牧、副、渔业用地。损毁土地的复垦具体目标，是复垦后的土地稳定且不再释放污染，实现其再生利用，以及区内生态系统得到恢复。基于这一目的，结合目前我国土地复垦开展现状，复垦监测区包括以下几个方面的内容。

为及时获得土地损毁情况及土地复垦效果，矿区所在地土地管理部门要定期监督检查，发现问题及时处理。复垦工程实施中出现技术问题由土地管理部门会同企业、设计和施工单位一同研究处理。

1. 复垦区原地貌地表状况监测

①原始地形信息。矿山开采都会导致地形地貌发生变化，露天开采的损毁主要是形成大的采坑和排土场。露天开采引起了地形变化，而且采矿的进行是不断变化的，为了更好地与原始地形进行对比，需要在开采前对原始地形进行检测。

②土地利用状况。要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行追踪对比研究。主要是土地利用数据。

③土壤信息。包括土壤类型，以及土壤的各种理化性质等信息。

2. 土地损毁预测

对挖损、压占、占用等土地损毁的情况进行监测。

监测人员及频率。委托有资质的单位专业人员及时监测。水准基准点监测频率为两个月一次，地表变形监测频率为两个月一次；地表变形监测点监测频率为每月一次。观测记录要准确可靠，并及时整理观测资料，并与预测结果进行对比分析。

5.7.3 主要工程量

为及时获得土地损毁情况及土地复垦效果，矿区所在地土地管理部门要定期监督检查，发现问题及时处理。复垦工程实施中出现技术问题由土地管理部门会同企业、设计和施工单位一同研究处理。

复垦工程结束后，要对所复垦的植被进行不少于 3 年的管护（本方案设计管护期为 3 年），管护期内仅播撒草籽。管护措施相对简单，一般以巡视为主，工作量折合人工管护为 $1.0\text{hm}^2/\text{人}\cdot\text{天}$ ，每年管护 2 次。从而保证复垦工程达到预期效果，管护工作由专人专管。

6 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

6.1 总体工作部署

总体部署即是矿山闭坑后要达到的目标。根据矿山地质环境现状、存在的主要矿山地质环境问题和评估结果,该矿山地质环境保护与土地复垦总体部署任务是通过该方案的实施,最大限度地避免或减轻因矿山工程建设和采矿活动对矿山地质环境的影响和破坏,闭坑后实现矿山地质环境的有效恢复,即矿山关闭后地表应基本恢复到采矿前的状态,对存在的地质灾害隐患应采取永久性防治措施,使矿山地质环境问题得到有效治理,保证矿区经济社会发展和周围居民生命财产安全。

6.2 阶段实施计划

矿山服务年限为 63 年(矿山服务年限超过 30 年时,按 30 年计算),即方案编制年限为 33a(含 3 年恢复治理及管护期),为了圆满完成矿山地质环境恢复治理工作,使之达到与周围环境相互协调,需对其综合治理工作进行合理部署。因此该矿山地质环境的综合治理工作总体部署为:

基建治理期,2025 年 8 月~2026 年 8 月,前期工作主要是依据《矿山地质环境保护与土地复垦方案》的需要,建立矿山环境保护及土地复垦工作行政领导机构,使各部门负责人具体落实到个人,为顺利完成矿山恢复治理及土地复垦工作打下良好的基础。

边生产边治理期,2026 年 8 月~2056 年 8 月,主要是清除崩塌体的危岩、浮石;对采场边坡等地采取环境保护监测,对矿区范围内土地资源压占、破坏进行监测,避免扩大对土地资源的破坏,并对采场边坡的稳定状况及区内降雨状况进行监测。

闭坑后治理期,2056 年 8 月~2059 年 8 月,主要是对矿山生态环境全面恢复治理重建,将采场采坑进行整平;将矿区所内建(构)筑进行拆除,平整场地,覆土,从而保证复垦工程达到预期效果,与周围地形地貌与自然景观相互协调,达到新的环境平衡。

6.3 近期年度工作安排

根据矿山地质环境问题类型和矿山地质环境保护与土地复垦分区结果,按照轻重缓急、分阶段实施的原则,年度实施主要针对近期(方案适用年限内)的矿山地质环境问题进行恢复治理,即本方案适用年限 5a(2025 年 8 月~2030 年 8 月)内进行计划,工程按“生产期”一个阶段进行综合治理,边生产边治理期为 2025 年 8 月~2030 年 8 月。

边生产边治理期（2025 年 8 月～2030 年 8 月）

- （1）清除崩塌体的危岩、浮石；
- （2）将排土场内废弃物整平；
- （3）对已开采完毕的采坑台阶进行清理、整平；
- （4）对开采过程中土地资源压占、破坏进行监测，避免扩大对土地资源的破坏，并对采场边坡的稳定状况及区内降雨状况进行监测。

7 经费估算与进度安排

7.1 经费估算依据

1. 《新增建设用地土地有偿使用费收缴使用管理办法》中华人民共和国财政部、中华人民共和国国土资源部、财综字[1999]117 号；
2. 《新增建设用地土地有偿使用费资金使用管理办法》财建[2012]151 号；
3. 《财政部、自然资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综[2011]128 号）；
4. 财政部、国家税务总局《财政部税务总局海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》（2019 年第 39 号）；
5. 《甘肃省建设项目使用林地补偿标准（区片内）》（甘政发[2013]63 号）；
6. 甘肃省人民政府关于公布《甘肃省征收农用地地区片综合地价标准的通知》（甘政法[2020]41 号）；
7. 甘肃省国土资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》的通知（国土资环发[2018]105 号）；
8. 《甘肃省水利水电工程设计概算编制规定（2013 版）》（甘水规计发[2013]1 号）；
9. 《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（2013 版）；
10. 《甘肃省住房和城乡建设厅关于对〈关于建筑业营业税改征增值税调整甘肃省建设工程计价依据的实施意见〉的补充通知》（甘建价[2017]313 号）；
11. 《甘肃省住房和城乡建设厅关于调整甘肃省建设工程计价依据增值税有关规定的通知》（甘建价[2018]175 号）；
12. 《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》发改价格[2015]299 号；
13. 《土地开发整理项目预算编制暂行办法》中华人民共和国国土资源部、财[2001]41 号；
14. 《土地整治重大项目可行性研究报告编制规程》（TD/T1037-2013）；
15. 《土地开发整理项目预算定额标准》包括《土地开发整理项目预算定额》（试行稿）、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（试行稿）、《土地开发整理项目预算编制暂行规定》，财政部、国土资源部。

- 16. 《土地开发整理项目预算定额甘肃省补充定额》，甘财综[2013]67 号；
- 17. 《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充规定》，甘财综 [2013]67 号；
- 18. 《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》甘财综[2013]67 号；
- 19. 《土地复垦方案编制实务》。

7.2 矿山地质环境治理工程经费估算

7.2.1 总工程量与投资估算

根据甘国土资环发〔2018〕105 号文《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》计算每定额工日，肃南县应该为四类地区，工人分为工长、高级工、中级工、初级工四类。结合本矿区实际情况，为甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境问题的防治工程提供可行的方向，仅作为矿山未来恢复治理工程参考使用，届时矿山应委托有资质的单位进行专项的设计及施工组织安排，并以此为准。

1. 方案适用年限期保护与治理工程量

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与恢复治理在方案适用年限期(5 年)主要工程数量汇总表(表 7-1)。

表 7-1 方 案 适 用 年 限 期 工 程 数 量 汇 总 表

序号	分项工程	项目	单位	工程量	备注
1	警示牌工程	露天采场外悬挂警示牌	个	15	5 年
2	架设防护围栏	露天采场外围布设防护围栏	m	930	5 年
3	铅丝石笼	斜坡前缘设置铅丝石笼进行治理	m³	900	5 年
4	监测	采场边坡堆场边坡	个	3	5 年

2. 矿山服务年限期保护与治理工程量

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与恢复治理矿山服务年限期主要工程数量汇总表(表 7-2)。

表 7-2 矿 山 服 务 年 限 期 工 程 数 量 汇 总 表

序号	分项工程	项目	单位	工程量	备注
1	警示牌工程	露天采场外悬挂警示牌	个	40	30 年
2	架设防护围栏	露天采场外围布设防护围栏	m	2667	30 年
3	铅丝石笼	斜坡前缘及工业场地边缘设置 铅丝石笼进行治理	m³	1432.5	30 年
4	监测	采场边坡堆场边坡	个	10	30 年

7.2.2 单项工程量与投资估算

1、费用标准和计算方法

- ①人工预算单价：按工程类别计；

②施工机械台时费：根据《水利工程施工机械台时费定额》(2002)计算。

2、费率计取如下：

施工临时工程费按恢复治理工程费的 1%计取，工程建设管理费和工程建设监理费各取工程费的 5%，工程保险费取工程费的 0.5%，基本预备费取工程费的 10%。

表 7-3 建 筑 工 程 单 价 汇 总 表 (单位：元)

序号	工程名称	单位	单价	其 中			
				人工费	材料费	机械费	其它费用
1	警示牌工程	元/个	2000	300	1500	180	20
2	架设防护围栏	元/m	29.50	9.5	19.5	0.35	0.15
3	铅丝石笼	m ³	280	200	10	50	20
4	监测费用	元/年	1000				

3、工程概算概况

①方案适用年限期保护与治理经费估算

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿在本次矿山地质环境保护与恢复治理方案适用年限期（5 年）内投资 39.10 万元（表 7-4）。

表 7-4 方 案 适 用 年 限 内 总 估 算 表

编号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	工程费	万元			30.94	
1	警示牌工程	个	15	2000	3	
2	架设防护围栏	m	930	29.5	2.74	
3	铅丝石笼	m ³	900	280	25.2	
二	施工临时工程	万元			0.31	
1	施工临时工程	%	1		0.31	
三	独立费用	万元			4.75	
1	项目建设管理费	%	5		1.55	
2	工程建设监理费	%	5		1.55	
3	工程保险费	%	0.5		0.15	
4	监测费	年	5	1000	1.5	3 个点
四	基本预备费	%	10		3.09	
五	总投资				39.10	

②矿山服务年限期保护与治理经费估算

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与恢复治理方案

矿山服务年限期(30 年)总投资为 78.01 万元(表 7-5)。

表 7-5 矿 山 服 务 年 限 内 总 估 算 表

编号	工程或费用名称	单位	数量	单价（元）	合计（万元）	备注
一	工程费	万元			55.98	
1	警示牌工程	个	40	2000	8	
2	架设防护围栏	m	2667	29.5	7.87	
3	铅丝石笼	m ³	1432.5	280	40.11	
二	施工临时工程	万元			0.56	
1	施工临时工程	%	1		0.56	
三	独立费用	万元			15.88	
1	项目建设管理费	%	5		2.80	
2	工程建设监理费	%	5		2.80	
3	工程保险费	%	0.5		0.28	
4	监测费	年	10	1000	10	10 个点
四	基本预备费	%	10		5.60	
五	总投资				78.01	

7.3 土地复垦工程经费估算

7.3.1 总工程量与投资估算

本项目需要复垦的土地为露天采场、排土场、办公生活区、矿山道路。土地复垦工程量见表 7-6。

表 7-6 复垦工程量表

损毁区域	面积 (hm ²)	砌体拆除 (m ³)	土地翻耕 (hm ²)	土地平整 (hm ²)	覆土工程 (m ³)	撒播草籽 (kg)
露天采场	33.1493		33.1493	33.1493	66298.6	1657.465
拟建排土场	29.0618		29.0618	29.0618	58123.6	1453.09
拟建工业场地及生活区	12.309	29541.6	12.309	12.309	24618	615.45
渣堆	7.4474		7.4474	7.4474	14894.8	372.37
矿山道路	0.78		0.78	0.78	1560	39
1、2 号分矿堆场	30.9888		30.9888	30.9888	61977.6	1549.44
合计	113.7363	29541.6	113.7363	113.7363	227472.6	5686.815

7.3.2 单项工程量与投资估算

1. 编制依据

- ① 《土地开发整理项目预算定额甘肃省补充定额》，甘财综[2013]67 号；
- ② 《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充规定》，甘财综[2013]67 号；
- ③ 《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，甘财综[2013]67 号；
- ④ 《土地复垦方案编制实务》。

2. 编制说明

根据上述编制依据，本土地复垦投资估算的费用由工程施工费(含工程措施和植物措施)、设备购置费、其它费用、监测费与管护费和预备费组成。

①工程施工费:工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

a 直接费:直接费由直接工程费和措施费组成。

直接工程费:

直接工程费由人工费、材料费、机械使用费组成。

人工费=定额劳动量(工日)×人工预算单价(元/工日)；

肃南县为十一类工资区，经计算甲类工 43.30 元/工日，乙类工 33.50 元/工日，人工预算单价计算详见表 7-7。

材料费=定额材料用量×材料预算单价；

材料价格以当地最新造价信息价格为依据。

机械使用费=定额机械使用量(台班)×施工机械台班费(元/台班)；

表 7-7 人工预算单价表（十一类地区） 单位：元

编号	项目名称	计算公式	工资类型
1	基本工资 (元/工日)	$400 \times 1.1304 \times 12 \times 1 \div (250-10) = 22.608$	甲类
		$340 \times 1.1304 \times 12 \times 1 \div (250-10) = 19.217$	乙类
2	辅助工资 (元/工日)	6.553	甲类
		3.343	乙类
(2)	施工津贴 (元/工日)	$3.5 \times 365 \times 95\% \div (250-10) = 5.057$	甲类
		$2.0 \times 365 \times 95\% \div (250-10) = 2.890$	乙类
(3)	夜餐津贴 (元/工日)	$(4.5+3.5) \div 2 \times 0.2 = 0.800$	甲类
		$(4.5+3.5) \div 2 \times 0.05 = 0.200$	乙类
(4)	节日加班津贴(元/工日)	$22.608 \times (3-1) \times 11 \div 250 \times 0.35 = 0.696$	甲类
		$19.217 \times (3-1) \times 11 \div 250 \times 0.15 = 0.254$	乙类
3	工资附加费(元/工日)	14.143	甲类

表 7-7

人工预算单价表（十一类地区）

单位：元

编号	项目名称	计算公式	工资类型
		10. 942	乙类
(1)	职工福利基金(元/工日)	$(22. 608+6. 553) \times 14\%=4. 083$	甲类
		$(19. 217+3. 343) \times 14\%=3. 158$	乙类
(2)	工会经费 (元/工日)	$(22. 608+6. 553) \times 2\%=0. 583$	甲类
		$(19. 217+3. 343) \times 2\%=0. 451$	乙类
(3)	养老保险 (元/工日)	$(22. 608+6. 553) \times 20\%=5. 832$	甲类
		$(19. 217+3. 343) \times 20\%=4. 512$	乙类
(4)	医疗保险 (元/工日)	$(22. 608+6. 553) \times 4\%=1. 166$	甲类
		$(19. 217+3. 343) \times 4\%=0. 902$	乙类
(5)	工伤保险 (元/工日)	$(22. 608+6. 553) \times 1. 5\%=0. 437$	甲类
		$(19. 217+3. 343) \times 1. 5\%=0. 338$	乙类
(6)	职工失业保险基金(元/工日)	$(22. 608+6. 553) \times 2\%=0. 583$	甲类
		$(19. 217+3. 343) \times 2\%=0. 451$	乙类
(7)	住房公积金(元/工日)	$(22. 608+6. 553) \times 5\%=1. 458$	甲类
		$(19. 217+3. 343) \times 5\%=1. 128$	乙类
人工费单价			
甲类		$22. 608+6. 553+14. 143=43. 304$	
乙类		$19. 217+3. 343+10. 942=33. 502$	

措施费：

措施费=直接工程费×措施费率。

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费、安全施工措施费。

临时设施费率见表 7-8。

表 7-8

临时设施费费率表

序号	工程类别	计算基础	临时设施费率(%)
1	土方工程	直接工程费	2
2	石方工程	直接工程费	2
3	砌体工程	直接工程费	2
4	混凝土工程	直接工程费	3
5	农用井工程	直接工程费	3
6	其他工程	直接工程费	2
7	安装工程	直接工程费	3
注：①其他工程：指除上述工程以外的工程，如防渗、架线工程及 PVC 管、混凝土管安装等； ②安装工程：包括设备及金属结构件(钢管、铸铁管等)安装工程等。			

冬雨季施工增加费按 1.5%计取。

夜间施工增加费，安装工程按 0.5%计取，建筑工程按 0.2%计取。

施工辅助费，安装工程按 1.0%计取，建筑工程按 0.7%计取。

特殊地区施工增加费，按规定此项费用不计取。

安全施工措施费，安装工程按 0.3%计取，建筑工程按 0.2%计取。

b 间接费

间接费=直接费(或人工费)×措施费率。

根据不同工程类别，间接费费率见表 7-9。

表 7-9 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率(%)
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	砌体工程	直接费	5
4	混凝土工程	直接费	6
5	农用井工程	直接费	8
6	其他工程	直接费	5
7	水保工程	直接费	5
8	安装工程	人工费	65

c 利润

按直接费和间接费之和的 3%计取。

d 税金

按直接费、间接费、利润、材料价差、未计价材料费之和的 3.28%计取。

②设备购置费

本次土地复垦项目无设备购置。

③其它费用

由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、拆迁补偿费组成。

A. 前期工作费

前期工作费包括：土地利用与生态现状调查费、土地复垦方案编制费、土地勘测费、阶段性实施方案编制费、科研实验费和工程招标代理费。

- a. 土地利用与生态现状调查费按工程施工费的 0.5%计取。
- b. 土地复垦方案编制费按工程施工费与设备购置费之和的 1%计取。
- c. 土地勘测费按工程施工费的 1.65%计取。
- d. 阶段性实施方案编制费按工程施工费与设备购置费之和的 2.8%计取。
- e. 科研实验费本项目不计列。
- f. 工程招标代理费按工程施工费与设备购置费之和的 0.5%计取。

B. 工程监理费

工程监理费按工程施工费与设备购置费之和的 1.6%计取。

C. 拆迁补偿费

拆迁补偿费指土地复垦项目实施过程中需拆迁的零星房屋、林木及青苗等所发生的适当补偿费用。本项目区内并未涉及任何拆迁补偿。

D. 竣工验收费

竣工验收费主要包括：工程复核费、项目工程验收费、项目决算编制与审计费、复垦后土地的重估与登记费、标识设定费。

- a. 工程复核费按工程施工费与设备购置费之和的 0.6%计取。
- b. 工程验收费按工程施工费与设备购置费之和的 1.0%计取。
- c. 工程决算编制与审计费按工程施工费与设备购置费之和的 0.8%计取。
- d. 复垦后土地的重估与登记费按工程施工费与设备购置费之和的 0.6%计取。
- e. 标识设定费按工程施工费与设备购置费之和的 0.11%计取。

E. 业主管理费

业主管理费按工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和的 2.4%计算。

F. 复垦监测与管护费

复垦监测与管护费按工程施工费、设备购置费和其他费用之和的 10%计取。

G. 预备费

预备费包括基本预备费、价差预备费和风险金

- a. 基本预备费按工程施工费、设备购置费、其他费用和复垦监测与管护费之和的 2%计取。

b. 价差预备费根据国家规定的物价上涨指数，以每年的静态投资额为基数，按下列公式计算：

$$PF = \sum_{t=1}^n I_t [(1+f)^t - 1]$$

式中：PF——价差预备费；

n——建设期年限；

I_t ——建设期中第 t 年的静态投资计划额；

f ——物价上涨指数，取 6%。

经计算本项目价差预备费为 354.74 万元。

c. 风险金按工程施工费、设备购置费、其他费用和复垦监测与管护费之和的 2%计取。

③估算成果

本工程土地损毁总面积 113.7363hm²，复垦面积 113.7363hm²，估算总投资为 698.98 万元，其中静态总投资为 250.22 万元，价差预备费为 448.75 万元。投资估算表见表 7-10。

表 7-10 土地复垦工程投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用/万元	比例/%
1	工程施工费	192.57	27.55
2	设备费	0.00	0.00
3	其他费用	26.63	3.81
4	监测与管护费	21.92	3.14
5	预备费	457.86	65.50
(1)	基本预备费	4.29	0.61
(2)	价差预备费	448.75	64.20
(3)	风险金	4.82	0.69
6	静态总投资	250.22	35.80
7	动态总投资	698.98	100.00

表 7-11 工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接费单价 (元)	直接工程费单价 (元)	措施费 (元)	间接费 (元)	利润 (元)	税金 (元)	综合单价 (元)
1	土方工程									

表 7-11 工程施工费单价估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	直接费单价(元)	直接工程费单价(元)	措施费(元)	间接费(元)	利润(元)	税金(元)	综合单价(元)
	土地平整	hm ²	113.7363	1226.22	1174.55	23.49	61.31	38.63	43.50	1341.47
	覆土工程	100m ³	2274.726	475.58	455.54	9.11	23.78	14.98	16.87	520.28
	土地翻耕	hm ²	113.7363	868.17	831.58	16.63	43.41	27.35	30.80	949.77
2	植被工程									
	撒播草籽	hm ²	113.7363	293.77	281.39	5.63	14.69	9.25	10.42	321.38
3	其他工程									
	砌体拆除	100m ³	295.416	1376.98	1318.95	26.38	68.85	43.37	48.85	1506.40

表 7-12 工程措施费估算表

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价/元	合计/元
1	土方工程				1444090.44
	土地平整	hm ²	113.7363	1341.47	152574.02
	覆土工程	100m ³	2274.726	520.28	1183493.24
	土地翻耕	hm ²	113.7363	949.77	108023.18
2	植被工程				36552.72
	撒播草籽	hm ²	113.7363	321.38	36552.72
3	其他工程				445015.10
	砌体拆除	100m ³	295.416	1506.40	445015.10
合计					1925658.26

表 7-13 其他费用估算表

序号	费用名称	费基/万元	费率/%	金额/万元
1	前期工作费	192.57	6.45	12.42
2	工程监理费	192.57	1.6	3.08
3	竣工验收费	192.57	3.11	5.99
4	业主管管理费	214.06	2.4	5.14
合计				26.63

表 7-14

土地复垦动态投资估算表

序号	年度	静态投资/万元	价差预备费/万元	动态投资/万元	备注
1	2025.08-2026.08	8.341	0.500	8.841	前 5 年 投资
2	2026.08-2027.08	8.341	1.031	9.372	
3	2027.08-2028.08	8.341	1.593	9.934	
4	2028.08-2029.08	8.341	2.189	10.530	
5	2029.08-2030.08	8.341	2.821	11.162	
小计		41.705	8.134	49.839	
6	2030.08-2035.08	41.704	24.992	66.696	5 年
7	2036.08-2040.08	41.704	47.550	89.254	5 年
8	2041.08-2045.08	41.704	77.738	119.442	5 年
9	2046.08-2050.08	41.704	118.137	159.841	5 年
10	2051.08-2055.08	41.704	172.199	213.903	5 年
总计		250.22	448.75	698.98	

7.4 总费用汇总与年度安排

7.4.1 总费用构成与汇总

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案使用年限期内总计 88.939 万元，其中矿山地质环境保护费用 39.10 万元，土地复垦费用 49.839 万元；甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案矿山服务期内总投资费用 776.99 万元，其中矿山地质环境保护费用 78.01 万元，土地复垦费用 698.98 万元。总费用汇总估算表见表 7-15。

表 7-15

总费用汇总表

费用分期	矿山地质环境 保护（万元）	土地复垦			总计（万元）
		费用构成	费用（万元）	合计（万元）	
适用年限期	39.1	静态总投资	41.705	49.839	88.939

		价差预备费	8.134		
矿山服务期	78.01	静态总投资	250.22	698.98	776.99
		价差预备费	448.75		

7.4.2 近期年度经费安排

1. 服务年限

根据《甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿产资源开发利用方案》(2025年6月编制)，该矿山保有资源量为 $6840.51 \times 10^4 \text{t}$ （注：矿权内和矿权外的总量），可采资源量为 $6104.21 \times 10^4 \text{t}$ ，年设计生产规模为 $100 \times 10^4 \text{t}$ ，矿山服务年限63年。

本次编制的《甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》适用年限按照国土资源部《土地复垦方案编制规程第一部分：通则》(TD/T1031.1-2011)的规定，最终确定方案编制年限为33年（含3年恢复治理期及管护期）即自2025年8月至2058年8月；方案适用年限为5年，即自2025年8月至2030年8月（具体时间以申请获得新一期采矿许可证时间为准）。期间如出现企业发展、矿产开采变化等，要适时调整土地复垦方案。

2. 工作计划安排

根据该矿生产工艺、生产服务年限、生产活动对土地破坏的特点及区域，以及土地复垦方案服务年限，制定土地复垦工作进度，以保证土地复垦目标的实现，复垦任务的完成。具体复垦工作计划安排如表7-16。

表 7-16 土地复垦工作安排表

复垦阶段	复垦面积 (hm^2)	主要工程
2025.08-2026.08	1	建立环境问题治理及土地复垦工作领导小组；规划拟开采区；场地平整、覆土、种草、监测等
2026.08-2027.08	2	场地平整、覆土、种草、监测等
2027.08-2028.08	2	场地平整、覆土、种草、监测等
2028.08-2029.08	2.5	场地平整、覆土、种草、监测等
2029.08-2030.08	2.5	场地平整、覆土、种草、监测等
2031.08-2055.08	103.7363	砌体拆除、场地平整、覆土、种草监测等

表 7-16 土地复垦工作安排表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	主要工程
合计	113.7363	

3. 土地复垦费用安排

土地复垦费用来源为企业自筹。土地复垦总投资为 698.98 万元，土地复垦的投资列入矿山投资的总体安排和年度计划中，严格按照土地复垦资金管理办法，确保复垦资金足额到位，并设专门账户，专款专用，按规定单独建账，单独核算，同时加强土地复垦资金的监管，实现按项目进度分期拨款。年度复垦工作计划和费用安排如表 7-17。

表 7-17 土地复垦费用安排表

序号	年度	静态投资/万元	价差预备费/万元	动态投资/万元	备注
1	2025.08-2026.08	8.341	0.500	8.841	前 5 年投资
2	2026.08-2027.08	8.341	1.031	9.372	
3	2027.08-2028.08	8.341	1.593	9.934	
4	2028.08-2029.08	8.341	2.189	10.530	
5	2029.08-2030.08	8.341	2.821	11.162	
小计		41.705	8.134	49.839	
6	2030.08-2035.08	41.704	24.992	66.696	5 年
7	2036.08-2040.08	41.704	47.550	89.254	5 年
8	2041.08-2045.08	41.704	77.738	119.442	5 年
9	2046.08-2050.08	41.704	118.137	159.841	5 年
10	2051.08-2055.08	41.704	172.199	213.903	5 年
总计		250.22	448.75	698.98	

8 保障措施与效益分析

8.1 组织保障

本次矿山地质环境保护与恢复治理方案实施工作由项目业主“甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司”负责组织具体的恢复治理工程实施工作：设计单位在恢复治理工作开展过程中积极配合业主单位，本着“科学、负责、求实”的精神，认真处理施工当中的技术问题；自然资源局负责对其辖区内的恢复治理工作开展情况进行了解、监督、协调和技术指导，分析存在问题，及时向项目建设行政主管部门反映实施过程中存在的问题和改正建议，纠正恢复治理过程中的偏差问题，并每月向市自然资源主管部门报告恢复治理动态和群众意见。自然资源局负责掌握、监督本辖区内恢复治理工作开展情况，并对恢复治理过程中出现的普遍性问题进行分析，解决恢复治理过程中的一般性问题；并负责组织恢复治理方案的竣工验收。

8.1.1 施工组织原则

1. 组织一个精干高效、能科学管理的项目班子。
2. 对各项施工要统筹兼顾、突出重点，按方案编制要求、设计和国家有关规范进行施工。
3. 项目施工按 ISO9001 质量管理体系标准运行。

8.1.2 施工组织机构

本工程全面实行矿主法人施工管理，根据方案施工要求及其特点和重要性，组建项目经理部负责施工管理。项目经理部主要成员有：项目经理 1 人，项目技术负责 1 人。项目部下设工程技术部、质量安全部、设备物资部和监测检测部，职责分明，各司其职；作业队根据工程情况具体设置。

8.1.3 人员组织管理

向工地派遣高素质的员工，以完成各项工程和工作。项目经理负责组织本工程方案的全部实施，各类专业技术人员、管理人员具有相应岗位资格，同时具备一定技术理论知识和施工经验。

8.2 技术保障

本项目开采单位具有多年的生产经验，工程技术力量雄厚，社会信誉好；省、市、区三级自然资源部门均有完整的建制，具备大量矿山管理的不同专业的技术人才，并具

有多年从事矿山地质环境治理的工作经验。本次矿山地质环境保护与土地复垦方案在技术上是保证的。但矿山地质环境保护与土地复垦方案的实施应与施工组织设计中相关主体工程的建设配套进行，避免造成资源浪费、不必要的灾害损失和重复投资。企业应定期或不定期聘请有关专家对矿山地质环境保护与土地复垦工程进行专业咨询，对不合理的方案和措施及时进行调整，使矿山地质环境保护与土地复垦工程切实有效。加强企业员工的环境及生态知识、法规宣传教育，增强意识和责任感，使各项治理工程落实到人，加强企业内部自检。在矿山生产规模和生产年限发生变化时，本方案也要作相应改变。

8.3 资金保障

为了保证本方案的顺利实施，必须加强对资金的管理。根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦资金来源为企业自筹。矿山企业应有独立财务管理机构和完善财务管理制度，并对项目资金实行独立核算，单独建账；项目经费支出应严格按照实施方案设计的工程进行，确保经费支出与工程进度相互匹配。矿山企业应将治理费从生产费用中列支，防止挤占、挪用或截留，要做到资金及时足额到位，合理使用，确保专款专用，确保经费投资额度资金流向和使用情况的真实性和有效性。

肃南县自然资源局应对矿山土地复垦专项资金进行监督。自然资源局相关人员应定期对复垦资金进行检查验收，确保每笔复垦资金落到实处，真正用在矿山地质环境治理与土地复垦工程上。对滥用、挪用资金的，坚决追究当事人、相关责任人的责任，并给予相应的行政、经济以及刑事处罚。土地复垦资金严格按照专款专用、单独核算的办法进行管理；按照规定的开支范围支出；实行专管，严格财务制度，规范财务手续，注明每一笔款项的使用情况。资金拨付由施工单位根据工程进度提出申请，经主管部门审查签字后，报财务审批，在拨付资金之前，必须对上期资金使用情况进行检查验收，合格后资金才予拨付。

8.4 监管保障

落实阶段治理与复垦费用，严格按照方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤的安排治理与复垦项目资金的预算支出，定期向项目所在地县级以上自然资源主管部门报告当年治理复垦情况，接受县级以上自然资源主管部对工程实施情况的监督检查，接

受社会监督。

8.5 效益分析

8.5.1 社会效益

矿山地质环境保护与土地复垦工作是一项全新的“功在当代，利及千秋”的国土地质环境整治工程，是整治受破坏的矿山地质环境，恢复其原貌，保护矿区生态环境的必要措施，也是矿山开采活动中不可分割的组成部分。在恢复治理产业中，工矿企业、政府等参与者结成“风险共担，利益共享”的利益共同体。通过恢复治理，确保项目区内地质环境的动态平衡，保护了项目区内的人民生命财产安全。改善了矿山和地方政府、矿山企业和牧民的关系，保障了社会的和谐稳定。通过恢复治理，有利于促进区域经济发展，确保社会的稳定。

8.5.2 环境效益

通过矿山恢复治理与土地复垦，使矿山生态结构、地质环境和生态平衡得以恢复，地面坡度得到较好调整，地质灾害隐患得到遏制，地下水环境破坏也将得到有效控制，并在一定程度上改善区内不良地质环境和生态环境。通过对区内地质灾害实施有效监测，有利于判断其稳定性和发展趋势，有利于矿区人民群众安居乐业和社会稳定。这样的地质环境基本维持原来的平衡条件或优于原来的矿山地质环境，最大程度地减少了地质灾害的发生，适宜人、动物的活动及植物的生长。

8.5.3 经济效益

甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦项目的实施，有利于改善矿区的矿山地质环境，消除地质灾害隐患，更好地推进当地的经济发展。

通过各种防治措施使地灾隐患得到治理，保证了矿区周边牧民的生命财产安全，极大地改善了矿区的经济发展环境。

因此，投入一定量的治理工程费用，换取一个安全的生产环境，保障矿山经济持续增长，其经济效益不言而喻。

8.6 公众参与

矿山地质环境保护与土地复垦是一项庞大的系统工程，涉及到项目企业、地方政府及影响区范围内居民的生产、生活以及利益分配。故复垦土地的所有权人与使用权人均

具有知情权与参与权。首先，积极宣传矿山地质环境保护与土地复垦法律、法规，使社会各界形成土地复垦、保护生态环境的意识；其次，通过公示、走访农牧民以及问卷调查等方式使各界了解本恢复治理与土地复垦方案，并对具体措施、实施方法等提出宝贵意见，优化复垦方案，使方案具有更强的可操作性。公众调查表明：大部分农牧民赞成此项目的开展，认为尽管采矿会对土地及周边环境造成较大影响，短期内土地功能降低甚至丧失，但通过合理的复垦措施，土地将逐步恢复原功能，并且愿意参加复垦工作。

9 结论与建议

9.1 结 论

1. 甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿位于甘肃省肃南裕固族自治县祁丰乡境内，距嘉峪关市区约 147km，位于镜铁山矿东南 23 公里处。隶属肃南裕固族自治县祁丰乡管辖。矿区面积 0.7043km^2 ，开采矿种为白云岩矿，开采方式为露天开采，年生产能力为 $100\times 10^4\text{t/a}$ ，服务年限为 63 年。

2. 方案编制年限为 33 年（含 3 年恢复治理期及管护期）即自 2025 年 8 月至 2058 年 8 月；方案适用年限为 5 年，即自 2025 年 8 月至 2030 年 8 月（具体时间以申请获得新一期采矿许可证时间为准）。

3. 甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境影响评估区面积 352.7642hm^2 。评估区重要程度为较重要区，矿山地质环境影响评估级别为一级。

4. 现状条件下，地质灾害危险性小；矿业活动对地下含水层影响和破坏程度较轻；矿业活动对地形地貌景观影响和破坏程度严重；矿业活动对矿区水土环境污染的影响和破坏程度较轻。

5. 预测评估认为：地质灾害危险性严重；矿业活动对地下含水层影响和破坏程度较轻；矿业活动对地形地貌景观影响和破坏程度严重；矿业活动对矿区水土环境污染的影响和破坏程度较轻。

6. 根据矿山地质环境保护恢复治理分区原则及方法将矿区划分为矿山地质环境重点防治区、次重点防治区和一般防治区三个区，其中重点防治区面积为 93.1999hm^2 ，占评估区总面积的 26.42%；次重点防治区面积为 20.5364hm^2 ，占评估区总面积的 5.82%；一般防治区面积为 239.0279hm^2 ，占评估区总面积的 67.76%。

7. 甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿复垦区面积 113.7363hm^2 ，复垦面积 113.7363hm^2 ，土地复垦率 100%。

8. 经估算，甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案使用年限期内总计 88.939 万元，其中矿山地质环境保护费用 39.10 万元，土地复垦费用 49.839 万元；甘肃酒钢集团宏兴钢铁股份有限公司白云岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案矿山服务期内总投资费用 776.99 万元，其中矿山地质环境保护费用 78.01 万元，土地复垦费用 698.98 万元。

9.2 建议

1. 建议当地自然资源管理和环境保护部门对矿区进行定期检查，重点是地质环境及灾害隐患防治措施的落实情况，发现问题及时解决，把防治地质灾害、恢复矿山生态环境的工作落到实处。并与环境保护、土地复垦、退耕还林工作紧密结合起来，促进经济的可持续发展。

2. 对于矿山开采引发的矿山地质环境问题必须采取相应的防治措施，对破坏的生态环境进行及时的整治和恢复。

3. 矿山建设和开采过程中，必须每半年向当地自然资源主管部门以文字和图件形式报告矿山建设情况、开采现状、地质环境的变化情况及已采取的整治和恢复措施。

4. 矿山应建立健全地质环境问题监测体系，在进行矿山环境问题保护与治理过程中不断积累经验和相关资料，为后期编制方案提供依据。

5. 若矿山开采过程中开发利用方案发生变化、矿山开采规模发生变化、资源利用情况发生变化，均应重新编制《矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

6、《方案》不代替矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程勘查、设计。