

甘肃冀陇矿业有限责任公司
肃南县红尖一带重晶石及多金属矿
矿区生态修复方案

甘肃冀陇矿业有限责任公司

2026年7月



甘肃冀陇矿业有限责任公司 肃南县红尖一带重晶石及多金属矿 矿区生态修复方案

编 制 单 位：兰州川泰工程咨询有限公司

法 定 代 表 人：魏亚涛

方案编制负责人：魏亚涛

主要编制人员：魏亚涛 王 斌 徐 杰

赵 佩 冯旭东 贺茂昆

矿区生态修复方案编制信息表

采矿权人信息	采矿权人名称	甘肃冀陇矿业有限责任公司				
	统一社会信用代码	91620100773405747R		联系人	朱兆庆	
	联系地址	甘肃省张掖市肃南裕固族自治县祁青工业园区		联系电话	15352205555	
	采矿许可证号	C6207002020106210150752		开采方式	地下开采	
	采矿权面积	1.0862km ²		采矿权拐点坐标		
	采矿权有效期限	2020.10.21-2030.10.21		矿区生态修复报告表服务期限	22 年	
	方案编制情形	☐ 首次申请采矿许可证 ☐ 扩大开采区域 ☐ 缩小开采区域 ☐ 变更开采方式 ☐ 变更开采主矿种 ☐ 延续 ☒ 其他				
方案编制单位	单位名称	兰州川泰工程咨询有限公司				
	统一社会信用代码	91620102MA742247L		联系人	魏亚涛	
	联系地址	甘肃省兰州市城关区西结滩南街道定西南路 430 号		联系电话	13919849054	
	编制负责人					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	魏亚涛	622421198607110618	采矿	高级工程师	13919849054	魏亚涛
	主要编制人员					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	任斌	620602199004025259	地质	工程师	18393789111	任斌
	徐杰	620524198506281613	地质	工程师	15097296992	徐杰
	冯旭东	620123199512249915	水工环	工程师	17789655072	冯旭东
	贺茂昆	61092719831023403X	土地	工程师	18329529288	贺茂昆
	赵佩	621102199405268749	技术经济	工程师	18394012159	赵佩

目录

前言.....	1
一、编制目的	1
三、编制根据	7
第一章 矿山基本情况.....	11
一、矿业权人基本情况	11
二、地理位置与区域概况	11
三、矿山开采历史及现状	12
第二章 矿区基础信息.....	17
一、矿区自然条件	17
二、社会经济概况	22
三、矿区地质环境背景	25
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	38
五、矿区生态状况	41
六、矿区及周边人类重大工程活动	42
七、矿区生态修复工作情况	44
八、矿区基本情况调查监测指标	47
第三章 问题识别诊断.....	50
一、问题识别与受损预测	50
二、生态修复可行性分析	77
三、生态修复分区及修复时序安排	89
四、采矿用地与复垦修复安排	90
第四章 矿区生态修复措施与工程.....	92
一、保护与预防控制措施	92
二、修复措施	95
三、工程内容	96
第五章 监测和管护.....	103
一、监测目标与措施	103

二、管护目标与措施	108
三、工程量	109
第六章 工作部署与经费估算	111
一、总体部署	111
二、总体经费估算	113
三、阶段工作任务与经费安排	131
第七章 保障措施与公众参与	136
一、保障措施	136
二、公众参与	140
三、效益分析	143
第八章 结论	145
一、方案服务年限	145
二、损毁范围、类型及程度	145
三、修复目标	145
四、主要修复工程措施	146
五、监测管护措施及期限	146
六、投资总额	146

附件：

附件 1：编制委托书；

附件 2：现有采矿许可证；

附件 3：《甘肃省肃南县红尖一带重晶石及多金属矿详查报告》矿产资源储量评审备案证明，甘肃省国土资源厅，甘国土资储备字[2017]18 号；

附件 4：《甘肃省肃南县红尖一带重晶石及多金属矿详查报告》评审意见书，甘肃省矿产资源储量评审中心，甘国土资储评储评字[2017]19 号，甘国土资储评总字 1635 号，2017 年 3 月 30 日；

附件 5：关于《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿产资源开发与恢复治理方案》评审意见的告知函，甘肃省矿业权服务中心，甘自然资源矿服评告字[2019]28 号，2019 年 6 月 10 日；

附件 6：酒泉市住房和城乡建设局关于发布《酒泉市 2026 年第三期建工程材料信息价及人工信息价》的通知（酒市建字[2026]98 号）；

附件 7：《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿 2024 年储量 “一表三图”（截至二〇二四年十二月三十一日）；

附件 8：预存矿区生态修复费用的承诺书；

附件 9：矿区生态修复承诺书；

附件 10：公众参与调查表；

附件 11：土地利用现状图；

附件 12：编制单位承诺书；

附件 13：矿区照片集；

附图：

附图 1、矿区土地利用现状图

附图 2、矿区地质环境问题现状图

附图 3、矿区土地损毁现状图

附图 4、矿区地质环境问题预测图

附图 5、矿区土地损毁预测图

附图 6、矿区生态修复工程部署图。

前言

一、编制目的

(一)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、社会和环境的和谐发展，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、地方政府指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，根据《自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知》等有关法律、法规要求，坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”的原则，矿山企业在取得采矿许可的同时，应当编制矿区生态修复方案。

甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿（后简称“红尖一带重晶石及多金属矿”）属生产矿山，原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》适用年限（2019年-2024年）已到，受甘肃冀陇矿业有限责任公司的委托，由兰州川泰工程咨询有限公司编制《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿区生态修复方案》（后简称“方案”）。

通过《方案》的编制，为实施矿区生态修复提供科学根据，实现矿产资源开采与矿区生态修复统一、协调。

(二)编制目的

《方案》编制的目的是贯彻落实《矿产资源法》、《土地管理法》、《土地复垦条例》等法律法规相关要求，学习运用习近平同志生态文明思想，压实矿山企业生态保护修复主体责任，推动落实“边开采、边修复”，促进资源开发与生态保护协调发展，为甘肃冀陇矿业有限责任公司红尖一带重晶石及多金属矿矿区生态

修复工作提供重要的科学依据,实现矿产资源的合理开发利用和矿区生态环境的有效保护,为自然资源等行政主管部门依法管理提供技术依据。

(三)编制过程

2025年9月,甘肃冀陇矿业有限责任公司委托我公司编制《甘肃冀陇矿业有限责任公司红尖一带重晶石及多金属矿矿区生态修复方案》,接受委托后我公司成立了专门的项目组,分别于2025年9月21日、11月26日两次组织方案编制人员进行现场踏勘调查和资料收集工作。方案编制工作的技术路线及工作方法如下:

1、工作程序

本方案的编制按照《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T 43933-2024)相关规定程序进行,方案编程序见图0-1。

2、工作方法

根据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T 43933-2024)相关规定,结合本矿山的实际情况,方案的编制主要通过资料收集、野外调查和综合研究的方法进行。

1) 资料收集与分析

在接受方案编制任务后,项目组成员赴现场进行资料收集,主要收集了《甘肃省肃南县红尖一带重晶石及多金属矿详查报告》(甘肃冀陇矿业有限责任公司,2016年12月)、矿区地形地质图、正射影像图、土地利用现状图等矿山现状相关资料,通过对上述资料的分析研究,初步了解了矿山的基本情况,确定了方案编制的工作计划,为下一步工作奠定了基础。

2) 野外调查

项目组成员采取穿越法、追索法等方法,通过现场调查访问、无人机摄影测量等方式,对矿区及其周边的自然条件、社会经济与人文环境、矿山生产建设情况、矿山地质环境现状、土地损毁与复垦修复现状、生态状况等进行了调查。

①自然条件调查

调查矿区地理位置、地形地貌、气候、水文、区域地质概况、区域水文地质、土壤状况、水土流失、动植物资源等。

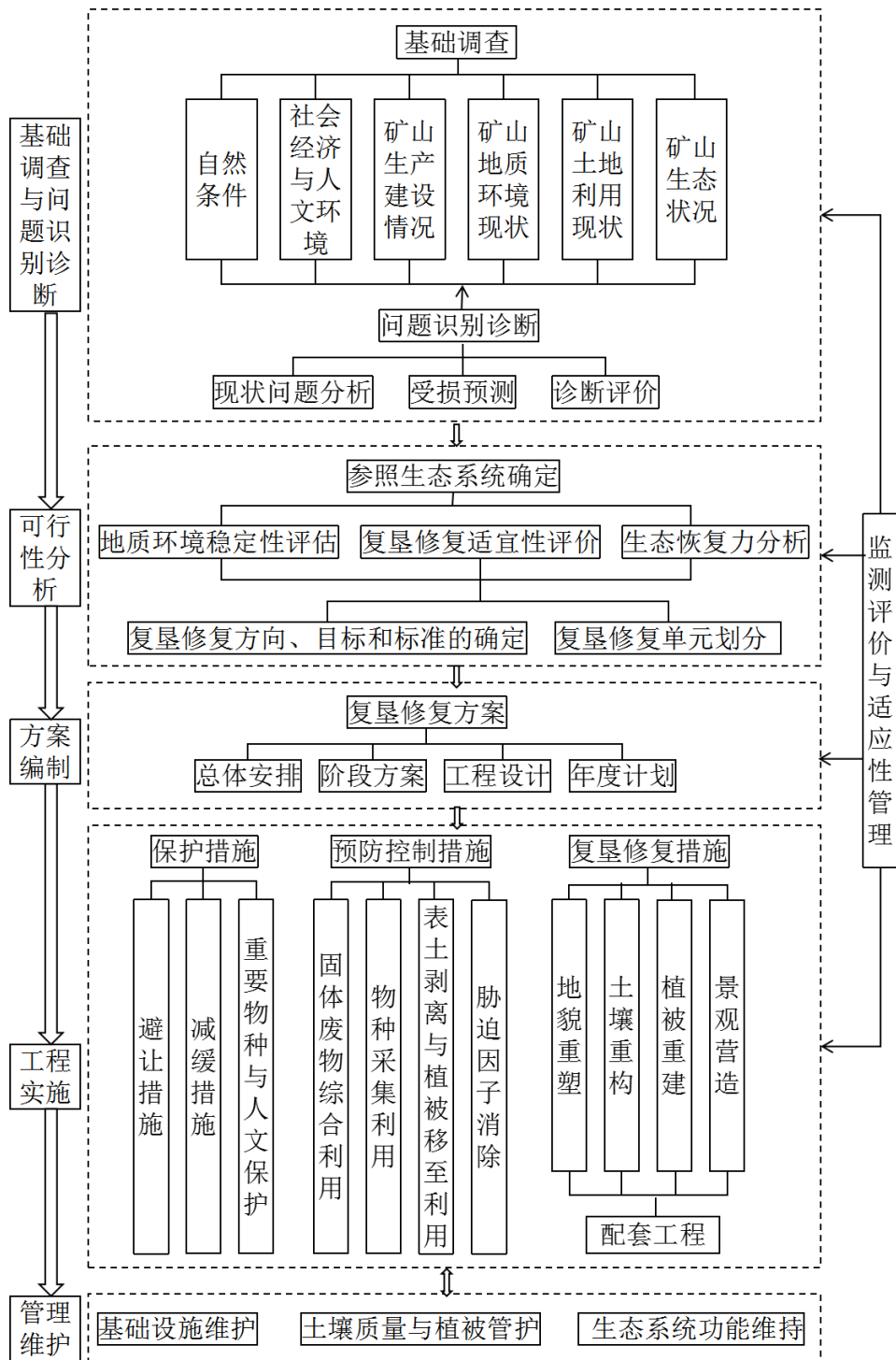


图 0-1 工作程序框图

②社会经济与人文环境调查

社会经济调查包括矿山范围及其影响的村庄、人口、生产状况等；人文环境调查包括地质遗迹、文物古迹、古村落、历史文化保护地等。

③矿山生产建设情况调查

调查企业性质、开采范围、开采方式、生产工艺、生产规模、服务年限或剩余服务年限、开采计划、总体布置等。

④矿山地质环境现状调查

地质环境条件调查：包括地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、矿山地质、不良地质现象等。

矿山场地的地质环境破坏调查：包括不稳定斜坡、滑坡、崩塌、泥石流、地下采场采空塌陷、地裂缝、地面沉降等地表岩移的分布特征、规模、结构、发育程度、危害程度、诱发因素等。

矿山场地的水土环境现状调查：包括矿山场地土壤和地下水污染状况。

矿山场地潜在污染风险调查：包括地下采场的矿石物质组成、矿石化学成分、井下涌水量、涌水水质等；固体废物属性、淋溶水水质、防渗措施、封场阻隔措施等。

⑤土地损毁与复垦修复现状调查

土地利用现状与权属调查：明确矿区土地利用类型、数量、质量及土地利用权属状况，调查耕地与永久基本农田分布情况。

未损毁土地调查：包括土地利用类型及面积、土壤类型、有效土层厚度、土壤剖面、理化性质等。

已损毁土地调查：包括损毁土地的面积、地类、损毁类型和程度等。

已复垦修复土地调查：按照复垦修复方向、时间、位置、措施等划分调查单元，调查土壤质量、生产力水平、配套设施等。

⑥生态状况调查

生态状况调查范围为矿山范围及其所处的流域、山脉等地貌单元、水文单元、生态单元，涵盖矿山开采活动影响区域。调查构成生态系统的群落特征、重要生态敏感区、国家及地方重点保护动植物、已损毁土地生态退化情况等。

3) 综合研究

在综合分析研究已有资料和现场实地调查的基础上，根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》的相关要求，参照国土空间规划和管制要求设定修复目标、方向和措施；根据矿产资源开采方案等有关内容安排复垦修复时序；对矿山地质环境影响、土地损毁、生态系统破坏进行预测评估及复垦修复可行性分析；提出

矿山生态修复措施、工程设计；对矿山生态修复工作进行部署并估算修复经费。最终完成本方案的编制工作。

3、完成的工作量

现场调查实际完成工作量见表 0-1。

表 0-1 现场调查完成工作量表

序号	项目	单位	数量	说明
1	矿山地质环境调查	hm ²	109.8388	矿区及其周边
2	地形地貌调查	hm ²	109.8388	无人机拍摄
3	路线调查	km	6.52	2 条
4	环境地质调查	点	9	一般地质调查点
5	植物多样性调查	点	3	矿区及其周边
6	植被覆盖度、生态系统	点	6	矿区及其周边
	类型调查			
7	土地利用现状调查	点	8	评估区范围
8	地表水环境调查	点	2	矿区及其周边
9	矿区地面设施调查	个	6	评估区范围
10	填写调查表	张	1	根据调查结果填写
11	收集资料	份	12	自然条件、矿山地质环境等
12	拍摄照片	张	25	无人机、数码相机
13	视频航拍	份	1	无人机
10	发放调查问卷	份	10	矿区及其周边工作人员等

4、工作质量评述

①本次调查收集的相关资料经相关主管部门组织专家评审通过，收集的资料翔实可靠，满足相关规范要求，可以作为方案编制的依据。

②矿山地质环境调查的比例尺为 1：2000，调查评估范围包含所有影响区域，调查点的密度、精度符合要求，地质灾害点无遗漏。

③矿区土地利用现状数据为肃南裕固族自治县自然资源局提供的 2025 年度全国国土变更调查成果数据，项目区社会经济与人文环境调查数据来自甘肃地方史志网发布的肃南裕固族自治县年鉴（2025 年），预算材料价格来源于《酒泉市 2026 年第三期建设工程材料信息价及人工信息价》（酒市建〔2026〕42 号），基础数据真实准确。

④方案的文字报告和图件的编制按照《矿区生态修复方案编制指南(临时)》等相关规范进行,方案文字报告和图件的编制工作满足规范要求。

综上所述,本次工作各项成果质量可靠,满足相关规范要求。

5、资料真实性与科学性

本方案提交单位甘肃冀陇矿业有限责任公司保证本方案报审资料和编制资料真实、客观,无伪造、编造、变造、篡改等虚假内容。

本方案编制单位兰州川泰工程咨询有限公司保证本方案按照科学、客观、真实的原则进行编制和报审。

(四)上一阶段方案落实情况

矿山最近一次编制方案为2019年提交的《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》,通过甘肃省自然资源厅组织的专家审查。

上一阶段在2019年-2024年的主要工程措施包括;不稳定斜坡消除、修建挡土墙、设置围栏警示牌等措施,监测措施主要为对地面塌陷监测、含水层监测、地形地貌监测、水土环境污染监测等。

近年来,甘肃冀陇矿业有限责任公司按照方案要求,开展了相关的地质环境保护工作。主要工作量包括,工业场地外围挡土墙修建,排土场下游拦渣墙建设,矿石临时堆场配套建设截排水沟、底部设防渗措施,堆场内采用洒水车洒水降尘等措施,排土场设置警示牌,开展地质灾害监测、地形地貌监测、水土环境污染监测等。

主要工程量:矿石堆场下游浆砌石挡土墙约180m,土方量约450m³;排土场下游拦渣墙约30m,土方量约150m³;截排水沟约240m;警示牌12个;地形地貌监测6次;含水层破坏监测12次;土地损毁监测12次;水土环境污染监测12次。累计投入资金约39.6万元。

二、服务年限

根据《矿区生态修复方案编制指南(临时)》,方案服务年限为采矿权(剩余)有效期限或拟申请的采矿权有效期限+采矿权到期后的生态修复工程实施及后期管护期限。

结合上一阶段方案适用期（2019 年-2024 年），本方案基准期定为 2025 年。根据《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿产资源开发利用方案》（2019 年），矿山剩余服务年限为 18 年，即 2025-2042 年，矿山闭坑后生态修复工程实施期为 1 年，根据当地土地复垦实际情况和植物生长需要，管护期为 3 年。故本方案服务年限确定为 22 年（2025 年~2046 年）。适用年限根据基准期以及采矿许可证有效期（2030 年），确定为 2025 年~2030 年。

涉及采矿权延续、变更采矿权范围、变更开采方式或开采主矿种等情形的，应当重新编制矿区生态修复方案。

三、编制根据

（一）法律法规根据

- 1) 《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）；
- 2) 《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（中华人民共和国国务院令第 839 号，2026 年 6 月 15 日施行）；
- 3) 《中华人民共和国土地管理法》（2020 年 1 月 1 日）；
- 4) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令[2021]第 743 号，2021 年 7 月 2 日）；
- 5) 《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；
- 6) 《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 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) 《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日）；
- 9) 《中华人民共和国土壤污染防治法》（2018 年 8 月 31 日）；
- 10) 《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020 年 9 月 1 日）；
- 11) 《地下水管理条例》（国务院令第 748 号，2021 年 10 月 21 日）；
- 12) 《土地复垦条例》（国务院令[2011]第 592 号，2011 年 3 月 5 日）；
- 13) 《土地复垦条例实施办法》（国土资源部令[2012]第 56 号，2019 年 7 月 16 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);

15)《中华人民共和国森林法》(2019年12月28日第十三届全国人民代表大会常务委员会第十五次会议修订);

16)《中华人民共和国草原法》(2021年4月29日第十三届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议第三次修正)。

(二)有关政策根据

1)《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);

2)《财政部、国土资源部、环保总局关于逐步建立矿山环境治理和生态恢复责任机制的指导意见》(财建[2006]215号,2006年2月10日);

3)《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,2006年9月30日);

4)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,2011年4月17日);

5)《国土资源部 工业和信息化部 财政部 环境保护部 国家能源局 关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》(国土资发[2016]63号,2016年7月1日);

6)《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);

7)《国土资源部关于贯彻落实全国矿产资源规划发展绿色矿业建设绿色矿山工作的指导意见》(国土资发[2010]第119号);

8)《甘肃省绿色矿山建设工作方案》(甘国土资发[2017]第228号);

9)甘肃省自然资源厅关于进一步做好采矿用地保障工作通知(甘资发(2024)26号);

10)《自然资源部关于进一步加强生产矿山生态修复监管工作的通知(二次征求意见稿)》;

11)《固体废物综合治理行动计划》(国发〔2025〕14号);

12)张掖市国土空间总体规划(2021—2035年);

13) 肃南县国土空间总体规划 (2021—2035 年);

(三) 技术规范、标准根据

- 1) 《矿区生态修复方案编制指南 (临时)》(2025 年 9 月);
- 2) 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T 43933-2024);
- 3) 《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T 43935-2024);
- 4) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T 1049-2016);
- 5) 《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021);
- 6) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013);
- 7) 《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017);
- 8) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB 50433-2018);
- 9) 《水土保持综合治理技术规范》(GB/T 16453-2008);
- 10) 《土地开发整理项目预算定额标准》(2012 年);
- 11) 《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T 0287-2015);
- 12) 《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T 1044-2014);
- 13) 《地面沉降调查与监测规范》(DZ/T 0283-2015);
- 14) 《矿山生态修复技术规范 第 1 部分: 通则》(TD/T 1070.1-2022);
- 15) 《矿山生态修复技术规范 第 3 部分: 金属矿山》(TDT 1070.3-2022);
- 16) 《矿山生态修复技术规范 第 4 部分: 建材矿山》(TDT1070.4-2022);
- 17) 《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002);
- 18) 《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017);
- 19) 《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》(GB/T 42362-2023);
- 20) 《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T 0287-2015);
- 21) 《生态系统评估 生态系统格局与质量评价方法》(GB/T 42340-2023);
- 22) 《矿区地下水监测规范》(DZ/T 0388-2021);
- 23) 《人工草地建设技术规程》(NY/T1342-2007);
- 24) 《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB 18599-2020)。

(四) 主要基础资料

- 1)《甘肃冀陇矿业有限责任公司红尖一带重晶石及多金属矿矿区生态修复方案》编制委托书;
- 2)《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿产资源开发利用方案》(2019年);
- 3)《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》(2019年);
- 4)甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿产资源开发与恢复治理方案审查意见(2019年);
- 5)关于《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿产资源开发与恢复治理方案审查意见》评审意见的告知函(2019年);
- 6)《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿产资源开发与恢复治理方案评审意见书》(2019年);
- 6)本次调查收集的采矿许可证、土地利用现状图、三区三线图等其他相关资料。

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

红尖一带重晶石及多金属矿矿业权人为甘肃冀陇矿业有限责任公司，企业拥有该矿区采矿权，采矿权人基本情况如下：

采矿权人：甘肃冀陇矿业有限责任公司；

成立日期：2005 年 4 月 12 日；

统一社会信用代码：91620100773405747R；

公司注册资本：2500 万元；

公司实缴资本：2500 万元；

公司性质：有限责任公司；

法定代表人：朱兆庆；

公司地址：甘肃省张掖市肃南裕固族自治县祁青工业园区；

经营范围：重晶石矿开采、加工、销售；矿产品（不含特种矿产品）、重晶石粉、石灰石矿产品、活性石灰、白云石、萤石、硅石、石英矿、铁矿粉、膨润土粉、泥浆材料、石油钻井用各类材料、油泥处置、金属材料、五金交电、化工产品（不含国家限制产品）、建筑材料（不含木材）、装饰材料、汽车配件、办公设备、日用品、农副产品（不含粮食收购、不含预包装食品）的批发零售。

二、地理位置与区域概况

肃南县红尖一带重晶石及多金属矿行政区划隶属甘肃省张掖市肃南县祁丰藏族乡。矿区位于酒泉市南西约 40~45° 方向、直距约 60~80km 处，邻近酒钢集团镜铁山矿区。自酒泉市沿连霍高速（G30）向西北至嘉峪关，转 S215 省道向南行进约 78km 至镜铁山工区，再转矿区便道约 30km 到达矿区，全程约 160km。交通较为便利（图 1-1）。

图 1-1 矿区交通位置图

三、矿山开采历史及现状

(一) 矿区开采历史

以下内容据《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿 2024 年储量 “一表三图”（截至二〇二四年十二月三十一日）》

矿山 2024 年度采用全面嗣后充填采矿法开采 2945 中段至 2910 中段，主要动用了 7 勘查线两侧 Ba1g 重晶石矿体原报告 III-2、III-3、III-4、IV-3、IV-4、IV-5 块段；Fe10g 菱铁矿体原报告 I-1 块段；F12d 菱铁矿体 I 块段。动用部分为各块段的一部分资源。开采位置与开发利用方案所设计的首采工作面不一致，主要原因是随着开拓系统的完善，全面嗣后采矿法更适合在最底部中段进行首采。

2024 年度动用重晶石（探明资源量）174.30 千吨，实际采出矿石量（证实储量）156.87 千吨，损失矿石量 17.43 千吨，重晶石损失率 10%，重晶石回采率

90%；动用菱铁矿（探明资源量）33.95 千吨，实际采出矿石量（证实储量）30.55 千吨，损失矿石量 3.40 千吨，损失率 10%，菱铁矿回采率 90%。甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿设计采矿能力 35.1 万吨/年，未完成产能的原因主要是安措整改及巷道开拓及矿块采准切割影响了正常生产。

截至 2024 年 12 月 31 日，矿山保有重晶石（控制+推断）资源量 5789.11 千吨，其中控制资源量 3396.29 千吨，推断资源量 2392.82 千吨，保有可信储量 5583.46 千吨。保有菱铁矿资源量为 2349.38 千吨，其中控制资源量 1146.70 千吨，推断资源量 1202.68 千吨，保有可信储量 2259.40 千吨。保有铜矿资源量（推断）22.90 千吨，铜金属量 157.81 吨；保有铅矿资源量（推断）25.20 千吨，铅金属量 532.44 吨。

截止 2025 年，矿山剩余服务年限为 18 年。

（二）矿山开采现状

甘肃冀陇矿业有限责任公司红尖一带重晶石及多金属矿于 2020 年 10 月 21 日经原甘肃省张掖市国土资源局首次批准设立采矿权，其基本信息如下：

矿山名称：甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿

地理位置：张掖市肃南县祁丰藏族乡

经济类型：有限公司

开采矿种：重晶石及多金属矿

生产开采方式：地下开采

采矿许可证号：C6207002020106210150752；

发证时间：2020 年 10 月 21 日；

生产规模：35.1×10⁴t/a

矿区面积：1.0862km²

开采深度：3536–2831m

有效期限：壹拾年（2020 年 10 月 21 日至 2030 年 10 月 21 日）

采矿权范围由 6 个拐点圈定，坐标见表 1-1。

表 1-1 采矿权范围拐点坐标表

序号				
1				
2				
3				
4				
5				
6				

(三)矿山开采方案简述

1、项目基本情况

采矿权人：甘肃冀陇矿业有限责任公司

矿山名称：甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿

开采矿种：重晶石、菱铁矿、铅、铜

拟开采方式：地下开采

生产规模：35.10 万吨/年

采矿权面积：1.0862km²

开采标高：3536m~2831m

2、开采方案

1) 资源储量

根据《甘肃省肃南县红尖一带重晶石及多金属矿详查报告》，以 2016 年 12 月 15 日为估算基准日，矿权范围内共提交[控制资源量+推断资源量+潜在矿产资源]重晶石矿石量 623.24 万吨，矿床平均品位 64.05%。提交[控制资源量+推断资源量+潜在矿产资源]铁矿石量 279.11 万吨，矿床平均品位 28.19%。提交[推断资源量+潜在矿产资源]铅矿石量 4.40 万吨，平均品位 2.20%，铅金属量 967.89 吨。提交推断资源量铜矿石量 2.29 万吨，平均品位 0.69%，铜金属量 157.81 吨。

设计利用资源总量 744.73 万吨，其中重晶石矿石量 537.26 万吨，平均品位 64.94%；菱铁矿矿石量 207.47 万吨，平均品位 28.61%。

2) 开采方式、开拓运输及回采顺序

a. 开采方式

考虑矿区地形地貌条件、矿体赋存特征、矿体厚度及埋深，矿山采用地下开采方式。

b. 开拓运输方案

根据矿体的赋存特征（倾角、厚度、分布、连续性、埋藏深度等）、确定的矿山生产规模、矿区地形及厂址布置等因素，3039m 标高以上矿体直接采用平硐开拓，3039m 以下采用平硐—盲斜井开拓运输方案。

c. 回采顺序

中段划分：主要中段有 3070m、3030m、2990m、2945m、2910m、2890m 中段，首采中段为 3070m 中段，开采顺序为中段间自上而下。

3) 采矿方法

采矿方法以适合缓倾斜矿体为主，对部分厚度小于 5m 的矿体，采用充填采矿法，对于厚度大于 5m 的矿体，采用房柱嗣后充填采矿法开采。各采矿方法比例为：房柱嗣后充填采矿法占 60%，全面嗣后充填采矿法占 40%。各采矿方法出矿块度 $\leq 350\text{mm}$ 。

4) 生产规模及服务年限

生产规模为 $35.1 \times 10^4 \text{t/a}$ ，1300t/d，其中重晶石矿规模 900t/d，菱铁矿规模 400t/d。

根据设计利用资源量和推荐的生产能力，经具体排产，矿山剩余生产服务年限为 18 年。

5) 采矿用地组成及工程布局

甘肃冀陇矿业有限责任公司红尖一带重晶石及多金属矿工程设施包括主平硐采矿工业场地、办公生活区、排土场、矿石堆场、回风斜井工业场地和矿区道路等。现有地面工程满足矿山后续生产需求，后续无新增地面工程。

图 1-2 矿区总平面布置图

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

(一) 地形地貌

矿山地处祁连山中段讨赖山北坡,属构造剥蚀中高山地形,总体地势南高北低,海拔一般 3000~4300m。地形陡峻,切割较深,比高 800~1000m。山坡坡度角一般 $15^{\circ}\sim 45^{\circ}$,覆有厚层状残坡积层。沟谷发育,一般宽 10m~25m,推测第四系厚度 $<30\text{m}$ 。地貌形态以构造剥蚀起伏的中山地貌为主,次为河谷侵蚀堆积地貌(图 2-1)。



图 2-1 地形地貌

(二) 气象

据肃南裕固族自治县气象站资料(图 2-3),区内气候干燥,日照充足,温度变化剧烈;年平均气温 4.2°C ,自西北向东南呈递减趋势,变化范围在 -3.0°C —

8.0℃之间。极端最低气温-27.6℃，极端最高气温 33.4℃，无霜期 116 天；年平均降水量 267.1mm，降水时空分布不均，年内降水季节变化明显，主要集中在 5~9 月，最大连续降水量 29.5mm（2009 年），西北少东南多，变化范围在 100~500mm 之间。年蒸发量 1732.9mm，是年降水量的 6.49 倍；最大冻土深度 245cm；区内盛行西北风，年均风速 2.0m/s，8 级以上大风年均 3.5 天；年日照时数 2787.2 小时，年总太阳辐射量变化在 110~160kc/cm² 之间。

红尖一带重晶石及多金属矿距离肃南裕固族自治县县城直线距离约 149km，肃南裕固族自治县县城海拔约 2300m，矿区海拔 3000~4300m，依据祁连山地区海拔每升高 100m，降雨量增加 4%，推算矿区年降雨量 351~658mm。

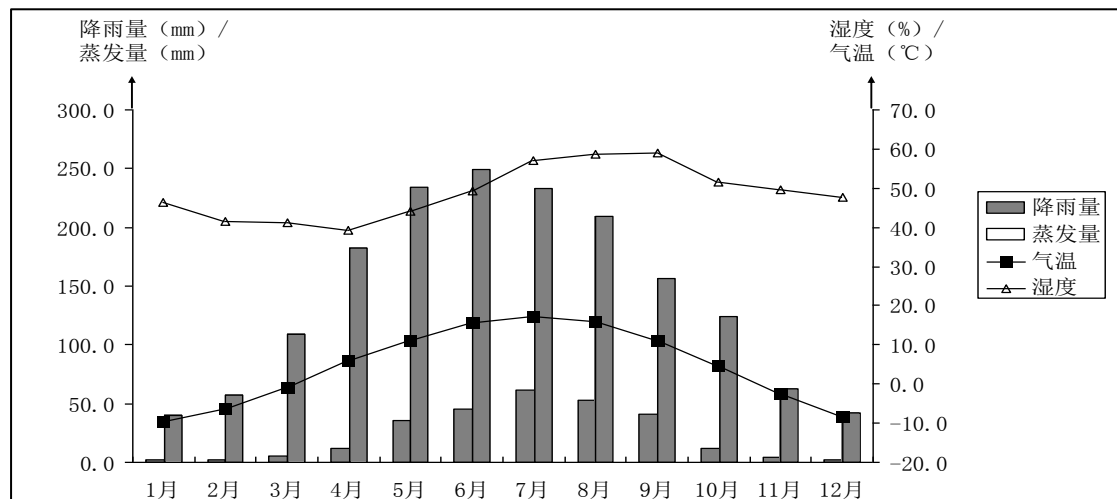


图 2-2 肃南县气象站月平均气象要素图

(三) 水文

肃南裕固族自治县境内有黑河、石羊河、疏勒河及其 30 多支流，流经和发源于肃南山区，总流域面积 2.15 万平方千米，境内有冰川 964 处，成为河流的主要补给源，大气降水和冰雪融水下渗形成了丰富的地下水。

矿区属讨赖河中上游，属黑河水系讨赖河水源补给区。矿区内沟系较为发育，沟系呈树枝状分布。讨赖河在矿区东侧自西南向东北径流，直线距离 700m，主要补给来源为冰雪融水及大气降水，属常年性水流，水量充沛，一般在 6-8 月为丰水期，11 月-翌年 4 月河流冻结，属枯水期。矿区内无地表水流分布。

图 2-3 矿区与讨赖河相对位置关系图

图 2-4 肃南县水系图(局部)

(四) 土壤

区内多为典型的石质山区，地表岩石裸露，出露的地层主要为第四系松散沉积物，分布于北大河河谷区、支沟沟道部位。矿区内土壤以钙积正常干旱土为主，属高寒山地土壤，成土作用微弱，土质薄，地表土壤较紧实，有细微裂隙和假结皮，附生较多地衣和藻类。土壤夹碎石多，利用困难，植物难以生长，较易发生水土流失。土壤剖面分化弱，剖面可分为腐殖质层，钙积层及母质层三个发生层段，地理发生学分类为灰钙土。腐殖质层：为表土层，平均厚度约 50cm，碎块状结构，其表层弱腐殖化，腐殖质层的基本色调为浅黄棕带灰色，亮度值较高，有机质含量低，约为 1.0%~2.0%，土壤 pH 值 7.5~8，根系较多。钙积层：平均厚度约 40cm，紧实，块状结构，植物根系很少，可见白色假菌丝状或斑块状石灰质新生体。区内土壤剖面见（图 2-5）。

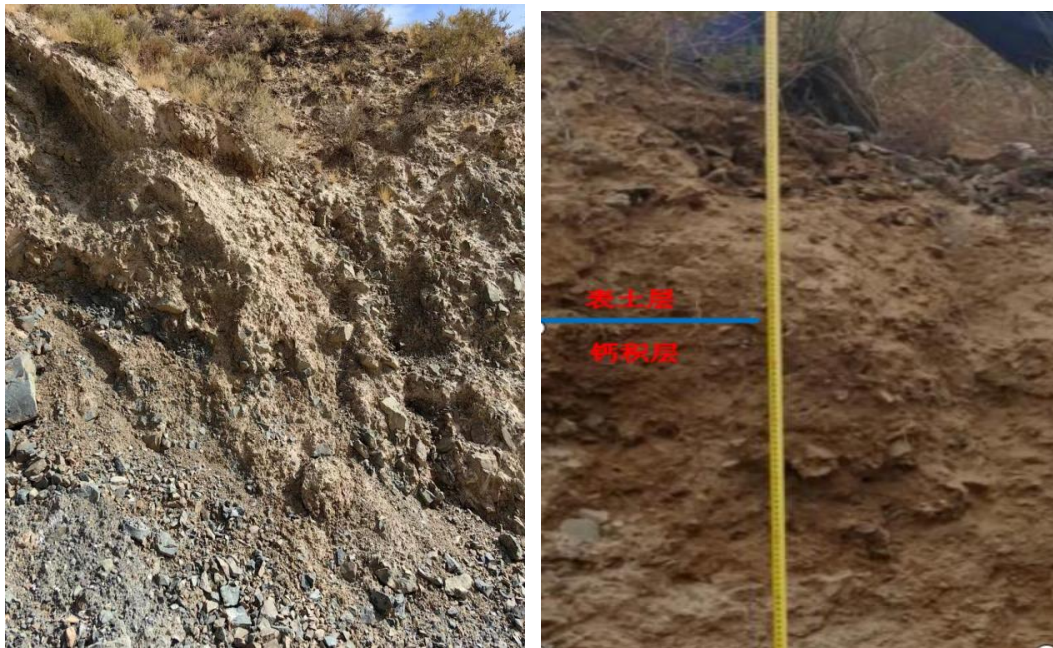


图 2-5 矿区土壤

(五) 植被

区内人口稀少，仅有工矿业从事人员，自祁连山自然保护区缓冲区域牧民迁出后，基本无农业种植，放牧也趋于停止。区域树种主要有榆树、杨树、沙枣等绿化及防护林树种。本矿开采区为荒漠草原，地带性植被主要以戈壁藜、芨芨草、狭叶青蒿及小灌木为主，植被覆盖度在 15%~30%之间。草种为芨芨草，在旱生

条件下生长良好。但总体来说矿区内植被稀疏，且分布不均，大部分地段主要以裸露的石质山地为主，风化破碎强烈，植被很少（图 2-6）。



图 2-6 矿区植被

(六) 地下水

矿区地下水划分为松散岩类孔隙潜水、碳酸盐岩类裂隙水、碎屑岩类裂隙水、变质岩类裂隙水及火成岩类裂隙水五种类型。

地下水位在丰水期（雨季）上升和在枯水期（旱季）下降，其动态变化滞后于大气降水变化。地下水主要接受大气降水入渗补给，向下游径流和垂向上补给于近地表基岩裂隙水。

据水文地质单元，矿区范围整体处于补给+径流区；上游沟道大气降雨产生补给，矿区东北侧无名沟径流，最终汇入矿区东侧的讨赖河。

矿区最低侵蚀基准面 2830m，位于讨赖河河谷中，矿区矿体高程 2877-3140m，位于侵蚀基准面以上。矿床主要充水来源为顶底板变质岩裂隙水及构造破碎带裂隙水，水量较贫乏，涌水量一般 $<100\text{m}^3/\text{d}$ 。根据矿床主要含水层充水特征，矿床属于以裂隙水含水层充水为主的矿床。水文地质条件为简单类型。

二、社会经济概况

(一) 肃南裕固族自治县

据《2025 年肃南裕固族自治县国民经济和社会发展统计公报》（肃南裕固族自治县统计局 2026 年 3 月）。

2025 年全县完成生产总值 44.19 亿元，按不变价计算，同比增长 6.2%。

按常住人口计算，人均生产总值 163983 元，比上年增长 7.2%。

全年农作物播种面积 25 万亩，较上年增加 1.6 万亩，增长 6.82%，其中粮食作物种植面积 12.26 万亩，油料种植面积 0.48 万亩；蔬菜种植面积 0.74 万亩，中药材种植面积 0.31 万亩，蔬菜及其他制种面积 0.059 万亩。

全年粮食总产量 51023.08 吨，较上年增加 4479.12 吨，同比增长 9.62%。主要经济作物油料产量 998.99 吨、蔬菜产量 27635.55 吨、中药材产量 634 吨。

2025 年全县完成工业增加值 17.42 亿元，增长 5.4%。规模以上工业企业主营业务收入 28.79 亿元，同比增长 3.56%。规模以上工业企业实现利润总额 4.03 亿元，同比增长 70.46%。

2025 年全县固定资产投资同比增长 32.8%。

2025 年全年实现社会消费品零售总额 7.75 亿元，比上年增长 6.3%。

全年完成公共财政预算收入 34011 万元，同比增长 6.73%，其中税收收入完成 17222 万元，占一般公共预算收入的 50.64%，非税收入完成 16789 万元，占一般公共预算收入的 49.36%。全年一般公共预算支出 191559 万元，同比增长 2.78%。

年末全县金融机构各项贷款余额 19.96 亿元，比年初增加 20608 万元，同比增长 11.51%。各项存款余额 25.19 亿元，比年初增加 12806 万元，同比增长 5.36%。

2025 年末全县户籍人口 14816 户 39507 人，户数比上年增加 16 户，人口比上年增加 114 人，户均人口 2.7 人。少数民族人口 22769 人，占总人口的 57.63%；汉族人口 16738 人，占总人口的 42.37%。人口密度为每平方公里 1.65 人。年末常住人口 2.69 万人，其中城镇人口 1.16 万人，农村人口 1.53 万人。

全年城镇居民人均可支配收入 39130 元，比上年增加 2019 元，增长 5.4%；城镇居民人均生活消费支出 38219 元，增长 4.27%。农村居民人均可支配收入

27261 元，比上年增加 1984 元，增长 7.9%；农村居民人均生活消费支出 25394 元，增长 5.24%。

企业职工养老保险基金累计收入 4146.17 万元、失业保险基金累计收入 411.14 万元、工伤保险基金累计收入 463.34 万元；企业职工养老保险基金累计支出 5557.61 万元、失业保险基金累计支出 112.02 万元、工伤保险基金累计支出 420.23 万元。年底城乡居民社会养老保险参保人数 18334 人，参保率达 100%。城乡居民养老保险社会化发放率达 100%，企业退休人员养老金社会化发放率达 100%。

（二）祁丰藏族乡

祁丰藏族乡位于肃南县西北、河西走廊西部、祁连山北麓。面积 10202 km²，下辖 13 个行政村、2 个农牧村社区、1 个城镇社区，乡政府驻文殊沟。民族构成主要有藏、裕固、土、回、蒙古、汉等 8 族，少数民族占 84.3%（藏族为主，东纳藏族聚居地）。

2025 年总户数 1139 户，人口 3265 人。其中农牧业人口 2875 人，占 88%。

草原总面积 809 万亩，可利用 705.75 万亩；林地 10 万公顷，耕地 9333 亩；牲畜饲养量 10.5 万头，出栏 5.52 万只；农作物种植面积 8436 亩；特色为高山细毛羊、牦牛、东纳畜产品。

区内有文殊寺景区（国家 4A 级），2023 年接待 30 万人次，旅游综合收入 1800 万元。

2025 年经济总收入 7957 万元，年均增 6%。农牧民人均纯收入 25087 元，年均增 7.7%。

（三）肃南县祁青工业集中区

肃南县祁青工业集中区前身为祁青工业园区，2005 年规划建设，先后被批准为省级乡镇企业东西合作示范区、省级新型工业化产业示范基地、全省循环经济试点工业园区，2018 年 9 月被批准为省级开发区，更名为“肃南县祁青工业集中区”。

祁青工业集中区核心区以小柳沟滩为中心，资源开发辐射到祁丰藏族乡整个行政区域，面积为 10202 平方公里。核心区距酒钢镜铁山矿火车站 22km，距嘉峪关市 154km，距酒泉市 160km，距肃南县城 370km，距张掖市 406km。

区内矿产资源、水能资源相对聚集，已探明的矿种有钨、钼、铁、铬、铜、白云岩、硅石、煤等 10 多种，其中钨藏量为全国之首。

园区内有丰富的矿藏和水能资源，矿产资源有 3 大类 14 种 67 个矿点，其中，金属类矿种 8 种，33 个矿点，非金属类矿种 5 种，26 个矿点，能源类矿点 1 种，7 个矿点。现已探明的矿产资源有钨、钼、铁、铜、铅、锌、白云岩、石灰石和煤炭等 10 多个矿种，是肃南县矿产资源相对富集的地区，其中钨矿和钼矿是工业园区的优势矿产资源。目前开发利用的矿产资源有钼、钨、铁、铅、锌、石灰石、白云岩和煤炭 8 种。发源于青海纳尔当的讨赖河在园区内流经 98km，年平均流量 20.3 立方米/秒，年径流量 6.41 亿立方米。规划建设水电站 12 座，总装机容量为 28.94 万千瓦，全部建成后年发电量可达 12.17 亿度。

园区自 2005 年成立以来，紧紧围绕自治县工业强县战略，立足矿产，水能资源优势，以项目建设为重点，以招商引资为突破口，以做大做强骨干企业为目标，突出矿产业、水电业和服务业三个重点，强化管理，园区经济社会事业有了较快发展，已初步建立了相当规模的以矿业、水能开发为主体的工业体系。

三、矿区地质环境背景

矿区内出露地层较为简单，主要有长城系朱龙关群桦树沟组（Chhs[^]）、第四系全新统（ Q_4^{e1+dl} ）以及人工堆积层（矿渣 Q_4^{ml} ）。

长城系朱龙关群桦树沟组（Chhs[^]）：该地层在矿区大面积出露，呈北西—南东向展布，并向矿区外延伸，与区域构造线方向近于一致，倾向 195~220°，倾角 20~40°，局部可达 60°，是矿区主要的赋矿层位。

第四系全新统（ Q_4^{e1+dl} ）：主要分布于矿区东部，为第四系残坡积物，由亚粘土、砂土、安山岩、千枚岩、灰岩、石英岩残坡积碎石组成，地表植被较为发育。

人工堆积层（矿渣 Q_4^{ml} ）：主要分布于矿渣堆积处，以块状碎石为主，人工堆积成因，松散堆积，粒径 1~20cm 不等，棱角一次棱角状，级配较差，分选性较好，原岩以千枚岩、灰岩等为主。

(二)地质构造

矿区地处走廊南山与托莱南山的结合部位。区内地层、构造、侵入岩呈北西—南东向展布，与区域性构造线方向一致。岩浆活动、断裂构造不发育。

矿区位于北祁连加里东褶皱系北缘—陶勒山褶冲断带内，构造以断层为主，褶皱不发育，断层对地层的破坏作用比较明显。

矿区地表未见规模较大的褶皱，仅见次生构造作用形成的挠曲和揉皱，规模甚小，形态复杂。灰岩层中的层间褶皱比较明显，千枚岩中通常见有小型的层间舒缓褶曲、挠曲。

矿区内断层按断层性质可分为逆断层(F5)、平移断层(F2、F4、F6、F7、F8、F9)和性质不明断层(F1、F3)。

矿区内推覆构造有F10和F11，推覆构造地质体为青白口系龚岔群五个山组黄褐色白云岩，该地层分布于山脊顶部，受地形侵蚀切割，构成飞来峰，断面与下伏地层呈波状起伏。推覆构造为矿区内较大规模的构造运动，与成矿关系不大。

图 2-7 矿区地形地质图

(三) 地震与区域稳定性

矿区为Ⅷ级地震潜在震源区，属较不稳定的地区。根据《中国地震烈度区划图》及《地震动峰值加速度图》，矿区抗震设防烈度可按Ⅷ度考虑，设计基本地震加速度值为 0.15—0.20g。

(四) 水文地质

1、水文地质概况

矿区地处祁连山中段讨赖山北坡，海拔 3000—4300m。据肃南裕固族自治县气象站资料，区内气候干燥，日照充足，温度变化剧烈；年平均气温 4.2℃，极端最低气温-27.6℃，极端最高气温 33.4℃，无霜期 116 天；年降水量 267.0mm，降水时空分布不均，年内降水季节变化明显，主要集中在 5~9 月。最大连续降水量 29.5mm（2009 年），占该年年降水量的 9.32%；年蒸发量 1732.9mm，是年降水量的 6.49 倍；最大冻土深度 245cm。

矿区属构造剥蚀中高山地形，总体地势南高北低，地形陡峻，切割较深，比高 800—1000m。山坡坡度角一般 15°—45°，覆有厚层状残坡积层。沟谷发育，一般宽 10m—25m。

2、地下水类型及特征

矿区地下水划分为松散岩类孔隙潜水、碳酸盐岩类裂隙水、碎屑岩类裂隙水、变质岩类裂隙水及火成岩类裂隙水五种类型。

松散岩类孔隙水：主要赋存在讨赖河河谷、支沟及山前单斜带状缓坡区洪积、洪冲积层孔隙中，含水层岩性为砂砾石、砂碎石等，分选一般，渗透性好，厚度 2—30m。补给来源主要为大气降水、冰雪融水的渗入补给。地下水接受补给后，沿沟谷向下径流，大部分汇入地表河流，一部分顺沟谷以沟谷潜水形式径流。地表河流在向下游径流过程中，一部分垂直下渗补给河谷潜水。矿区地下水排泄方式主要有地下径流及蒸发。水位埋深较浅，水质较好，

在沟谷一带岩性为卵砾石、砂碎石、含块碎石等，颗粒粗大，泥质含量较低，渗透性好，汇水面积较大，补给条件较好，因此富水性较好。水量中等，单井涌水量 100—1000m³/d。在山前单斜带状缓坡区，含水层岩性以坡积、洪积碎石为主，

由于泥质含量高，渗透性一般，汇水面积有限，水量贫乏，推测单井涌水量 $<100\text{m}^3/\text{d}$ 。水质较好。

碳酸岩盐类裂隙水：主要分布在矿区南东部一带，含水层岩性主要为青白口系五个山组白云岩及长城系桦树沟组结晶灰岩。岩石地表岩溶现象不发育，岩石裂隙发育极不均匀，裂隙发育程度随深度增加而减弱，且裂隙溶隙多被碳酸盐及泥质完全充填，局部不完全充填，一般裂隙含水微弱，含水极为不均。根据区域资料，推测单井涌水量 $100\text{--}1000\text{m}^3/\text{d}$ ，水质相对较好，

碎屑岩类裂隙水：主要分布在矿区西部，含水层岩性主要为石炭系羊虎沟组砾岩，浅部节理裂隙发育，但被泥质等充填，含水性及导水性一般，且地势陡峻，利于排泄，水量贫乏，根据区域水文地质资料推测单井涌水量 $<100\text{m}^3/\text{d}$ 。水质较差。

变质岩类裂隙水：矿区大面积出露，含水层岩性主要为长城系桦树沟组千枚岩、石英岩、粉砂质板岩。裂隙水含水极为不均，裂隙发育程度一般随深度增加而逐渐减弱，裂隙多呈闭合状，被碳酸盐及泥质等充填。含水性及导水性一般，工作区地形利于排泄，补给有限，水量贫乏，地下水埋深一般在 80m 左右，实测平硐涌水量 $57\text{m}^3/\text{d}$ ，根据勘查成果千枚岩含水层厚度一般 $40\sim 120\text{m}$ ，个别地段含水层厚度 $>150\text{m}$ ，单井涌水量 $<100\text{m}^3/\text{d}$ 。水质较差。

侵入岩类裂隙水：主要分布在矿区东部及南部，含水层岩性主要为长城系桦树沟组安山岩及加里东期侵入岩脉。裂隙水主要赋存于岩石的节理裂隙中，裂隙发育程度一般随深度增加而逐渐减弱，裂隙多呈闭合状。裂隙水含水极为不均，在构造破碎地段及裂隙密集地段，富水性较好。工作区地形利于排泄，补给有限，富水性贫乏，根据区域水文地质资料推测单井涌水量 $<100\text{m}^3/\text{d}$ ，水质较差。

3、地下水的补给、径流、排泄条件

矿区松散岩类孔隙水补给来源主要为大气降水直接渗入、冰雪融水及地下径流补给。地下水接受补给后，沿沟谷向下径流，大部分汇入地表河流，一部分顺沟谷以沟谷潜水形式径流。地表河流在向下游径流过程中，一部分下渗补给河谷潜水。矿区地下水排泄方式主要有泉、地下径流及蒸发。

基岩裂隙下水补给来源主要为大气降水直接渗入补给和松散岩类孔隙水渗入补给，根据钻孔水位观测资料，一般北侧地下水水位较高，南侧地下水水位

较低，矿区地下水水位整体与矿区地形相一致，地下水总体流向自北向南径流，部分地段进行相互转换，沿裂隙、溶隙及构造破碎带缓慢径流。

矿区地势陡倾，浅层地下水接受大气降水、冰雪融水等渗入补给后，呈面流快速通过，地下水位基本稳定，年际变化小。基岩裂隙水基本稳定，年变幅较小。

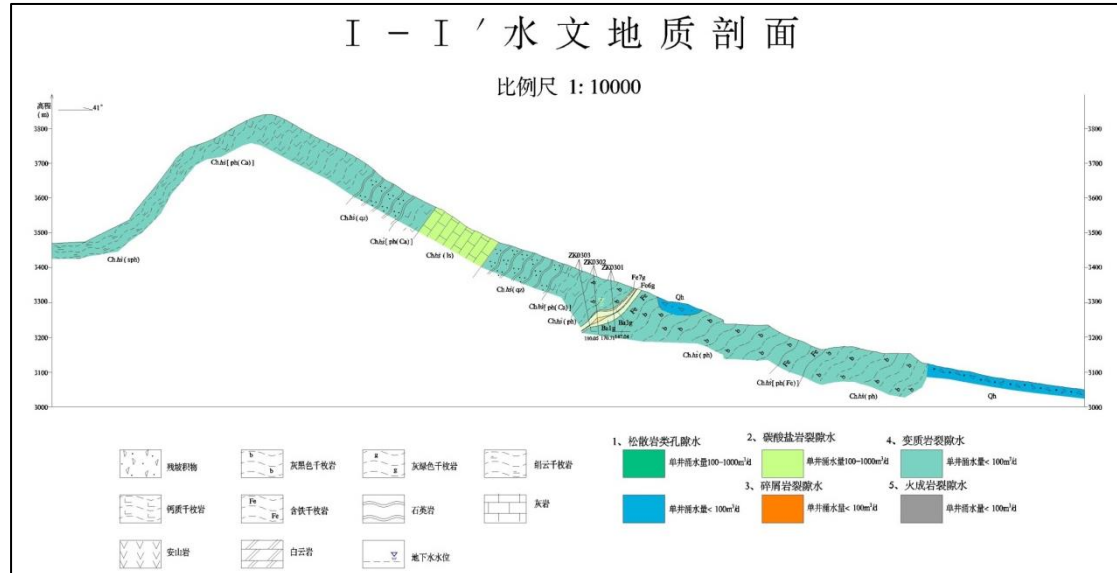


图 2-8 水文地质剖面图

4、矿床充水因素分析

矿区最低侵蚀基准面 2830m，位于讨赖河河谷中，矿区矿体高程一般 2877-3140m，矿区矿体位于当地侵蚀基准面以上，附近地表水体、第四系松散层孔隙潜水、大气降水与下层水力联系不密切，不构成矿床的主要充水因素。矿床主要充水来源为顶底板变质岩裂隙水及构造破碎带裂隙水，通过裂隙及构造破碎带导水，水量较贫乏，单井涌水量一般 $<100\text{m}^3/\text{d}$ ，根据矿床主要含水层充水特征，矿床勘探类型属第二类，以裂隙水含水层充水为主的矿床。

矿区地下水对矿床开采的影响取决于围岩透水性及矿体富水性，矿体围岩主要为千枚岩，裂隙发育一般随深度减弱，溶隙多被泥质及碳酸盐等充填。矿体围岩渗透性差，补给条件相对较差，水量贫乏，以容积储存量为主。矿体坚硬，裂隙发育程度较差，以微裂隙为主，缺乏足够的储水空间，富水性较差。结合相邻矿区资料，分析认为基岩裂隙水对矿床开采的影响不大。

构造破碎带裂隙水只在构造发育段对矿床具有充水作用，破碎带岩石破碎，裂隙发育程度好，具有较好的储水空间和导水性，但受破碎带宽度的影响，对矿床的充水范围有限，开拓工程揭露时，瞬时突水量较大，需注意预防。

5、矿坑涌水量预测

根据矿床主要含水层充水特征，矿床勘探类型属第二类，以裂隙水含水层充水为主的矿床。地质报告中采用平巷廊道法预测矿坑正常涌水量 302m³/d。

6、水文地质勘查类型

综上所述，矿区主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿床主要充水含水层和构造破碎带富水性较弱，地下水补给条件差，第四系覆盖厚度较小，水文地质边界简单。因此，综合确定矿区水文地质条件为简单。

(五)工程地质

1、工程地质岩组划分

矿区岩石主要以层状结构沉积变质岩、火山沉积岩为主，矿体围岩主要为千枚岩，呈层状结构，岩体各向异性，岩体稳定性主要取决于层间软弱面、软弱夹层、构造破碎带及岩体风化程度。

根据矿区的岩性、岩石坚硬程度、岩石结构类型、建造类型、地质构造特征、岩体结构特性和水文地质因素等，将矿区划岩石划分为六种工程地质岩组，见表 2-1。

表 2-1 矿区岩土体工程地质特征简表

岩土体类型	工程地质岩组	工程地质特征
岩浆岩类	坚硬、较坚硬安山岩组	岩性为长城系安山岩，主要分布于矿区东南部，其他地方亦见零星分布，呈东西向分布，岩石坚硬—半坚硬。岩石呈整体块状结构，构造变形轻微，结构面以Ⅲ、Ⅳ级为主，影响岩体稳定，破坏岩体完整性。节理及裂隙发育，多呈闭合状，泥质及碳酸盐等充填，裂隙水微弱，岩石强度较好，发生不良工程地质问题可能性较小。
变质岩类	软硬相间的薄层状千枚岩岩组	岩性为灰白色千枚岩，矿区大面积出露，片理及层理发育，岩石较坚硬—软弱。岩体中等—破碎，构造变形相对强烈，以Ⅲ、Ⅳ级结构面为主，存在原生软弱夹层及小断裂，结构面多为碎屑及泥质物。强度较低，单轴天然抗压强度一般 27.9—42.25MPa 矿体顶板围岩 RQD 值范围值一般 0.00-64.71%，平均值范围一般 0.00-25.21，岩石质量极劣的-劣的。裂隙水较弱，软化性较强，硐顶及边墙易产生拗折，出现局部坍塌，掉块现象。

岩土体类型	工程地质岩组	工程地质特征
	软弱的薄层状千枚岩岩组	主要分布于矿区中部及南部，多呈东西向展布，矿区北部仅见一条断层破碎带呈带状分布，延伸长度较短。岩性为构造角砾岩，角砾状结构，块状构造。岩石相对较软弱，岩石主要由泥质及角砾组成，块度一般 0.5-3cm，属工程地质性质不良地段，井巷开拓时可能发生垮塌、掉块等不良工程地质现象。
碎屑岩类	较坚硬碎屑岩类工程地质岩组	岩性主要为紫红色砂质砾岩。砂质砾状结构，块状构造，层状构造。岩石主要由石英、长石、石英岩及灰岩砾石等组成。其中砾石含量为 60%±,砾径 2mm—6mm,以 5mm±为主，分选性较好，磨圆度较差，多呈次棱角状。砂粒占岩石的 32%±，分选性好，大小 1mm—2mm，泥质胶结。
碳酸岩类	坚硬、较坚硬层状碳酸盐岩工程地质岩组	岩性为灰黑色结晶灰岩及黄褐色白云岩，粒状结晶结构，块状构造，岩石较坚硬，岩石质量中等，岩体较完整。呈块状结构和层状结构，构造变形轻微-中等。以Ⅲ、Ⅳ级结构面为主，一般发育 2 组裂隙，多被泥质及碳酸盐完全充填，局部见有溶蚀现象发育。
第四系松散堆积层	松散-半胶结卵砾石	岩性单一，主要为洪冲积砂碎石，推测厚度<30m。碎石级配不良，结构松散-中密，局部颗粒具定向排列，碎石含量 50%-70%。分布稳定，厚度变化大，力学性质较差。冲沟内有潜水分分布，植被发育一般-良好，属含水地段。在地下水位以上地段工程地质条件尚好。

2、软弱夹层特征（构造、蚀变）

矿区内断裂构造不太发育，只有少量近南北向、北西—南东向的小断层发育，主要分布于勘查区中部、南东部等。多为平抑断层，两侧岩石破碎，具有较强的褐铁矿化、碳酸盐化、高岭土化。钻孔揭露段未见有区域构造，亦没有见到区域性质的构造挤压破碎带的分布。多见有规模较小的断裂发育，主要为层间断裂，由角砾及泥质组成，角砾主要成份为千枚岩，角砾粒径一般 0.5-4cm，从断裂面特点和断层破碎带岩性来看，钻孔揭露段发育的断裂均为构造挤压作用形成，属压扭性断裂。

3、矿体围岩工程地质特征

矿体围岩岩性主要为千枚岩，呈层状结构，部分地段呈薄层状结构，岩石以Ⅲ、Ⅳ级结构面（层理、节理、片理）为主，岩石表层风化破碎强烈，主要发育二至三组节理裂隙，以构造、风化节理为主，层间结合不良。钻孔揭露岩石裂隙

多成闭合状，无充填或部分充填，充填物为碳酸盐及泥质，随深度的增加，节理裂隙发育程度逐渐变弱。

区内断裂构造、地下水对矿体围岩也具有一定的破坏程度。据钻探揭露，工作区内软弱夹层及层间断裂较发育，宽度不一，最宽可达 5.128m，主要由泥质及碎块状千枚岩构成。破碎带赋存有微弱的裂隙水，地下水的软化、泥化作用明显，也降低了矿体围岩的稳固性。

为了解矿体围岩的物理力学性质，在钻孔及平硐采取了物理力学试验样，矿体围岩总体上力学性能较差。

矿体围岩岩体变形破坏受岩石组合、结构面所控制，压缩变形取决于岩性、岩层变位程度、结构面发育情况。剪切滑移受软面及软弱夹层的抗剪强度及其方位所制约，特别是软弱破碎岩层可能出现碎裂松动、剪切滑移等现象。岩体含裂隙水，但富水性极不均匀。具层状水文地质结构特性，软弱破碎带两侧地下水呈带状渗流、同时对软弱结构面(包括破碎带)的软化、泥化作用甚为明显。

4、工程地质评价

依据岩石坚硬程度定量划分标准，结合矿区钻孔内采取岩石力学试验样分析结果，矿区内围岩坚硬程度以较软岩为主，其次为较坚硬岩。

矿体顶板围岩 RQD 值范围值一般 0.00-64.71%，平均值范围一般 0.00-25.21，依据岩石 RQD 值确定岩石质量极劣的-劣的，岩体完整性差-总体破碎，矿体顶板围岩饱和抗压强度 (R_c) 范围值一般 14.9-19.7Mpa，平均值一般 17.3 Mpa，属较软岩，岩石较坚硬-较软弱，依据岩体质量系数(Z)法计算 Z 值一般 0.087-0.123，岩体质量坏-极坏，岩体结构类型以薄层状结构及碎裂结构为主，依据岩体质量指标 (M) 法计算 M 指一般 0.087-0.103，岩体质量差。矿体底板围岩 RQD 值范围值一般 0.00-44.44%，平均值范围一般 0.00-36.07，岩石质量极劣的-劣的，岩体完整性差-整体破碎，矿体底板围岩总体质量不高，饱和抗压强度 (R_c) 一般 7.31-8.60MPa，属软岩，岩石质量极劣的-中等的，依据岩体质量系数 (Z) 法计算 Z 值一般 0.018-0.022，岩体质量极坏，岩体结构类型以散体结构为主，依据岩体质量指标 (M) 法计算 M 指一般 0.015-0.019，岩体质量差。矿体围岩体完整性一般中等完整-破碎，整体力学强度不高，多属较软岩，局部属软岩，岩体多以薄层状结构为主，局部为碎裂结构，据井巷工程地质编录，在硐口第四

系堆积物易出现垮塌,需进行水泥护壁及锚杆支护,在矿体围岩与矿体接触地带,洞壁岩石多见有掉块、垮塌等现象,需进行矿坑支护。岩体自稳能力为IV-V级,岩体变形特征整体以塑性变形为主,局部地段以弹性变形为主,厚度不大。井巷围岩稳固性为IV级,围岩整体稳固性差,必需进行支护。此外,井巷围岩岩石泥质含量较高,软化系数一般 0.70 左右,软化性较强,井巷开拓时必须注意排水,防止因渗水引起岩石力学强度的降低,从而影响岩体整体稳定性。

岩石中局部见有软弱夹层及层间断裂发育,宽度不一,最宽可达 5.128m(据 ZK0102 揭露,39.187-44.315m 段属构造角砾岩),主要由泥质及碎块状千枚岩构成,力学性能较差。裂隙水微弱,沿裂隙面出现渗水现象,地下水的软化、泥化作用明显,可能引起局部位移或坍塌掉块现象。

矿山主要工程地质问题为围岩的稳固性问题,由于矿体围岩为千枚岩,岩石质量整体较差,较坚硬-软弱,岩石的软化性强,属较软岩,遇水易发生垮塌变形及掉块等工程地质问题。

5、工程地质勘查类型

综上所述,矿区地层岩性较复杂,地质构造发育,岩石整体强度不高,稳定性较差。因风化带、蚀变带、软弱夹层或构造断裂的存在,易发生矿山工程地质问题。因此,矿区工程地质条件为中等型。

(六)环境地质

1、区域稳定性

矿区在大地构造单元上属祁连山褶皱系腹地,地质构造较为复杂,新构造运动极为活跃,南北向挤压运动形成的与山地走向平行的高角度大型逆冲断裂十分发育。古近系以来,受印度板块与欧亚板的碰撞、俯冲、挤压所导致的持续性和阶段性加抬升的影响,青藏高原隆起,处于东北缘的祁连山一直处于振荡性上升过程,祁连山主峰年均隆升速度甚至达到了 7.1-7.3 mm/a,区域地质构造复杂,构造活动剧烈。据史料记载,工作区历史上无发生强震记录,主要受外围强震的影响。公元 318 年至今,本区共发生 4 级以上地震近百次,最大震级为 1930 年哈拉湖 MS=6.5 级地震。强震多发生在北西向断裂与北东向断裂交汇端。矿区内无新构造发育。有关研究表明,本区为Ⅷ级地震潜在震源区,属较不稳定的地区。

根据《中国地震烈度区划图》及《地震动峰值加速度图》，矿区抗震设防烈度可按Ⅷ度考虑，设计基本地震加速度值为 0.15—0.20g。

2、地质环境现状

矿区微地貌中沟谷发育，植被稀疏，自然排水条件较好。据本次调查，未见有滑坡、泥石流等地质灾害，仅在沟脑、矿区南部山脊局部及冲沟两侧见有小型潜在崩塌体及不稳定斜坡等影响较小的地质灾害体，但距离矿区施工区及居住区有一定的距离，影响相对较小。现状条件下，矿山环境地质问题类型少，危害小，地质环境现状良好。

3、地质环境预测

在矿山开采过程中，矿坑排水会造成矿区基岩裂隙水的减少及疏干。矿坑排放的水体主要是矿床区的基岩裂隙水，矿床区内的基岩裂隙水与表部第四系潜水的联系不是十分地密切，且自然地形利用排泄，基岩裂隙水补给有限，因此矿坑排水不会引起矿区范围内地下水水位大幅度的下降，也不会因水位下降而引发地面塌陷等地质环境问题。

矿山开采过程中，产生的弃石、废渣堆积会对微地貌改造强烈，可在矿山闭坑后回填覆土措施恢复。采矿活动对地形地貌景观的影响程度较轻。在矿山的开发建设中，因注意减少对地形地貌的破坏。

矿床在开采过程中发生热害、放射性危害、毒气危害等原生环境地质问题的迹象不明显。但随着采深的增加，工程地质条件越趋复杂，可能诱发的岩爆等地质灾害，而且采矿产生的废气、污水、热害更加严重，环境地质条件将变得更加不利。

矿区植被稀疏，主要为矿山生产人员，夏季仅有少数牧民在游牧。对外围居民的影响小。

4、环境地质条件评价

矿床在开采过程中发生热害、放射性危害、毒气危害等原生环境地质问题的迹象不明显。但随着采深的增加，工程地质条件越趋复杂，可能诱发的不良工程地质问题，采矿产生的废气、污水、热害有限。矿区附近无污染源，地表、地下

水水质良好，矿石和废石不易分解出有害组份。采矿活动会对土地资源及地表植被产生一定破坏，但影响有限。

综上所述，初步确定矿区地质环境条件良好型。

(七) 矿体地质特征

1、矿体地质特征

矿权范围内共圈定 13 条重晶石矿体、22 条菱铁矿矿体、2 条铅矿体和 3 条铜矿体，以重晶石矿体和菱铁矿矿体为主，二者在倾向上相互平行产出，总体形态与地堑式构造盆地形态相似，向西南侧伏，侧伏角 30° 左右，沿走向和倾向均具有“中间厚、产状平，边侧薄、产状陡”的特点。各矿体主要分布于 4~11 线一带，东端在 4~2 线之间尖灭，西端工程控制到 11 线，矿体长度 50~255m，厚度较大，且具有延深大于延长的特点。

重晶石矿体均位于菱铁矿体之下，呈层状、似层状产出，北西—南东向展布，产状与围岩基本一致，倾向 $210^{\circ}\sim 226^{\circ}$ ，倾角 $3^{\circ}\sim 46^{\circ}$ ，局部地段二者呈互层状、条带状铁重晶石矿石。

铜及铅矿体规模较小，产于菱铁矿和重晶石矿的裂隙中，与二者呈“同体共生”的矿体。铜矿体中主要金属矿物为黄铜矿，黄铜矿主要呈浸染状、星点状分布；铅矿体中金属矿物主要是方铅矿，呈细脉状分布，综合研究认为铜、铅是后期含矿热液叠加的产物，矿体规模较小，规律性较差。

按照矿体规模和品位将 Ba1g、Ba3g 重晶石矿体和 Fe6g、Fe7g 菱铁矿体划分为矿区的主要矿体，其余矿体划分为次要矿体。

重晶石矿体共 13 条，其中工业品位矿体为 Ba1g、Ba2g、Ba3g、Ba4g 和 Ba10g；FeBa1d 为低品位菱铁重晶石混合矿石。Ba1g 和 Ba3g 矿体为主要矿体，其它为次要矿体。矿体赋存于长城系朱龙关群桦树沟组第一岩段的灰黑色千枚岩和灰绿色千枚岩之间，总体走向 300° 左右，倾角一般在 $5^{\circ}\sim 30^{\circ}$ 之间，单工程厚度 1.03m—45.03m，BaSO₄ 平均品位 31.89%—92.73%。重晶石矿体顶板为菱铁矿层或灰黑色千枚岩，底板为灰绿色千枚岩，矿层与顶底板的菱铁矿呈渐变过渡关系，多构成菱铁重晶石矿石，与底板的灰绿色千枚岩界线清晰，层位稳定。

矿权范围内共圈出 22 条菱铁矿体，其中 Fe6g 和 Fe7g 为主矿体。各矿体多呈透镜状、似层状、层状分布于重晶石矿体的旁侧，与重晶石矿体产状一致，二者无明显界线，呈渐变过渡关系。矿体走向 300° — 323° ，倾向南西，地表矿体主要出露于 4 线—3 线一带，矿体倾角多在 30° 左右，单工程厚度 1.20m—9.17m，TFe 平均品位 27.35%—36.87%；3 线—11 线一带为隐伏矿体，倾角在倾角在 8° — 46° 之间，单工程厚度 1.09m—22.17m，TFe 平均品位 20.19%—42.21%。

2、矿石质量

（1）结构构造

重晶石矿石结构主要有自形一半自形粒状结构、交代残余结构、显微—细粒状镶嵌变晶结构；矿石构造主要有块状构造、条带状构造、稀疏浸染状构造。

菱铁矿矿石结构主要有中细粒半自形变晶粒状结构、显微粒状镶嵌变晶结构、似斑状结构；矿石构造主要有块状构造、条带状构造、脉状构造、千枚状构造。

铜矿石及铅矿石结构主要有交代结构、镶边结构；矿石构造主要有稀疏浸染状构造、细脉浸染状构造、脉状构造。

（2）矿石矿物成分

重晶石矿石为非金属矿，有价矿物主要为重晶石，少量菱铁矿、褐铁矿、毒重石；脉石矿物主要为石英，少量方解石，微量绢云母、萤石等。

菱铁矿矿石有价矿物主要为菱铁矿，少量重晶石、褐铁矿、毒重石，金属矿物可见少量及微量黄铁矿、黄铜矿、蓝辉铜矿、铜蓝、方铅矿、黝铜矿等；脉石矿物主要为石英，少量方解石、粘土矿物，微量绢云母、萤石等。

铜矿石及铅矿石有价矿物主要为菱铁矿、重晶石、褐铁矿、毒重石，金属硫化矿物可见少量及微量黄铁矿、黄铜矿、蓝辉铜矿、铜蓝、方铅矿、黝铜矿等；脉石矿物主要为石英，少量方解石、粘土矿物，微量绢云母、萤石等，

（3）矿石化学成分

重晶石矿石有益组分主要为重晶石 (BaSO_4)，其它有益组分毒重石 (BaCO_3) 因含量较低，无工业价值；重晶石矿石中主要有害元素 CaO 、 Fe_2O_3 、 Al_2O_3 、 Cu 、 Pb 、 Zn 、 Mn 等均有超标，因此原矿石不符合橡胶填充料用和化工用重晶石粉质量标准，只能用做为钻井液用重晶石粉。

菱铁矿矿石有益组分主要为全铁(TFe)，其它伴生有益组分锰、钛和金，均未达到综合利用的要求，无工业价值；铁矿石中主要有害元素为P、S、Cu、Pb、Zn等，其中S含量最高5.78%，最小0.11%，平均含量3.05%；P含量最高0.313%，最小0.007%，平均含量0.05%，属高硫低磷矿石。

(4) 矿石类型

重晶石矿石根据矿石中矿石矿物和脉石矿物及其结构特征可分为四种自然类型，即块状重晶石矿石、块状石英—重晶石矿石、条带状菱铁重晶石矿石、条带状菱铁矿化重晶石矿石及多金属硫化物重晶石矿石；铁矿石依据矿石中矿物的自然组合及结构、构造特征，可将铁矿石自然类型划分为三种，即块状碧玉菱铁矿矿石、条带状重晶石化菱铁矿矿石、浸染状多金属硫化物菱铁矿矿石。

根据选矿工艺要求，结合矿体地质和矿石特征，重晶石矿石工业类型属需选型矿石，由于选矿工艺方案要求和开采技术条件等因素影响，实际属混合采选，无需详细划分矿石工业类型。

铁矿石根据工业品级划分为工业品位铁矿石($TFe \geq 25\%$)和低品位铁矿石($20\% \leq TFe < 25\%$)。矿区内铁矿石均为原生菱铁矿矿石。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

(一) 土地利用类型

1、矿区土地利用现状及权属

根据评估区范围及第三次全国国土调查2024年变更调查数据，评估区总面积为109.84公顷，其中矿区内面积108.62公顷，矿区外面积1.21公顷。土地利用类型为其他草地、农村道路、采矿用地，见表2-2。根据《肃南县自然资源局〈关于肃南县甘肃冀陇矿业有限责任公司红尖一带重晶石及多金属矿采矿权范围土地权属查询的复函〉》，矿区土地权属为国有土地，土地权属无争议。采矿权范围及采矿活动影响范围土地利用现状见表2-2，土地权属见表2-3。

表2-2 采矿权范围及采矿活动影响范围土地利用现状表

一级类型	二级类型	代码	面积 (hm ²)			百分比 (%)
			矿权范围内	矿权范围外	合计	
草地	其他草地	0404	103.4030	0.4696	103.8726	94.57%

一级类型	二级类型	代码	面积 (hm ²)			百分比 (%)
			矿权范围内	矿权范围外	合计	
工矿仓储用地	采矿用地	0602	5.1462	0.7438	5.8900	5.36%
交通运输用地	农村道路	1006	0.0762		0.0762	0.07%
合计			108.6254	1.2134	109.8388	100.00%

表 2-3 采矿权范围及采矿活动影响范围土地权属表

权属		地类面积 (hm ²)			
		0404	0602	1006	合计
		其他草地	采矿用地	农村道路	
甘肃省 肃南县	国有	103.872	5.8900	0.0762	109.838

2、耕地及永久基本农田分布情况

通过与肃南县土地利用现状图、国土空间规划图叠加分析，且与矿方相关部门求证，现采矿权区内没有涉及到自然保护区、基本农田及水源地等各功能保护区，本矿山用地不占用基本农田，不存在征用或租用基本农田现象。

图 2-9 土地利用现状图

(二) 采矿用地审批情况

肃南县用地范围包括生活办公区、主平硐采矿工业场地、回风斜井采矿工业场地、排土场、矿山道路等。以上设施矿山均已建成，已办理用地手续，用途为采矿用地，不涉及永久基本农田、生态保护红线等敏感区域。

五、矿区生态状况

(一) 生态功能定位

肃南县红尖一带重晶石及多金属矿位于肃南县祁丰藏族乡，祁丰藏族乡的生态功能定位，核心在于筑牢国家西部生态安全屏障，具体承担着水源涵养、生物多样性保护和草原生态修复等关键任务，其生态功能定位为“水源涵养-生物多样性保护-草原生态修复复合功能区”。

肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿区生态功能定位为“在生态承载力范围内、实现矿产资源的绿色开发与可持续利用”。在矿山开采期间，坚持绿色开发的原则，严格控制生态扰动范围，合理规划工业场地建设，杜绝越界开采和随意压占草地的行为，最大限度减少对草地和土壤的破坏；坚持“边开采、边修复”的原则，对临时停用的场地及时实施复绿，逐步修复矿区生态系统功能。

(二) 生态系统本底状况

1、生态系统类型及面积

根据矿区正射影像及实地调查，矿区生态系统类型主要为高寒草原生态系统，面积为 109.8388hm²。

2、生物环境

1) 植物环境

根据现场调查，矿区范围内植物种类多以荒漠草丛为主，优势种为早熟禾，区内植被结构简单、群落结构相对稳定，植被覆盖度为低覆盖度，未发现国家级保护植物及极危、濒危和易危的植物物种。

2) 动物环境

根据现场调查，矿区范围内及其周边的野生动物的种类均为当地常见的野生动物，主要有麻雀、野兔、蛇、鼠、青羊、雪豹等，调查中未发现国家级保护动物及极危、濒危和易危的动物物种。

3、生态敏感区

经肃南县自然资源局等相关部门核查，该项目不存在与法律法规明令禁止矿产资源开采的各类生态功能保护区、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、军事禁区、基本农田、基本农田保护区、地质公园及地质遗迹保护区等重叠情况。

六、矿区及周边人类重大工程活动

矿区内无永久性居民点，主要为少量的肃南县祁青乡藏族牧民，以畜牧业为主，对区内地质环境的破坏较轻。随着探矿、采矿活动的逐渐扩展，区内等人类工程活动强度不断增强，致使矿区范围内的矿山地质环境遭到不同程度的破坏。

红尖一带重晶石及多金属矿位于肃南裕固族自治县祁青工业集中区，交通较为方便，所处区域为中高山区，人口稀少，区内以前属于祁青藏族自治乡，2004年11月后，祁林、祁连、祁文、祁青4乡13行政村并入祁丰藏族乡，后陆续将牧民迁出，当地仅有矿业活动，周边采矿活动如下：

1、小柳沟钨矿

矿山名称：甘肃新洲矿业有限公司小柳沟钨矿

采矿权证号：C1000002011113110120095

开采矿种：钨矿

开采方式：地下开采

生产规模：27万t/a

矿区面积：0.4518km²

有效期限：10年，自2017年7月至2027年7月

小柳沟钨矿采用地下开采方式，采用3020m主平硐—溜井开拓方案。由于施工队伍装备和施工水平等原因，实际全部采用浅孔留矿法生产。采用“三段一闭

路破碎—两段闭路磨矿—硫化矿粗选尾矿—白钨矿粗选—粗精矿加温精选”的钨矿加温浮选工艺流程。回收率达 80%。

2、小柳沟铁矿

矿山名称：肃南裕固族自治县四方矿业有限责任公司小柳沟铁矿

采矿权证号：C6200002015062120138901

开采矿种：铁矿

开采方式：地下开采

生产规模：27 万 t/a

矿区面积：4.9946km²

有效期限：10 年，自 2015 年 5 月至 2025 年 6 月

项目矿山及选厂规模均为 3 万吨/年，矿区面积 4.96km²，矿山服务年限为 12.3 年。矿山开采方式为地下开采，开拓方式为阶段平硐开拓，采矿方法为沿矿体走向布置的分段空场法和浅孔留矿法。选矿采用磁选工艺，主要产品为 63% 铁精粉，配套建设规模为 3 万吨/年的免烧砖生产线，不设尾矿库。

3、上白土湾子铁矿

矿山名称：临夏州昌明公路服务有限责任公司肃南县上白土湾子铁矿

采矿权证号：C6200002009042110033938

开采矿种：铁矿

开采方式：地下开采

生产规模：60 万 t/a

矿区面积：0.5889km²

有效期限：18 年 07 月，自 2024 年 6 月至 2041 年 1 月

矿山服务年限为 13 年。矿山开采方式为地下开采，开拓方式为阶段平硐开拓，采矿方法为垂直走向分段空场嗣后废石充填法和沿走向分段空场嗣后废石充填法，采出矿石破碎后售于酒钢，不设选矿和尾矿库。

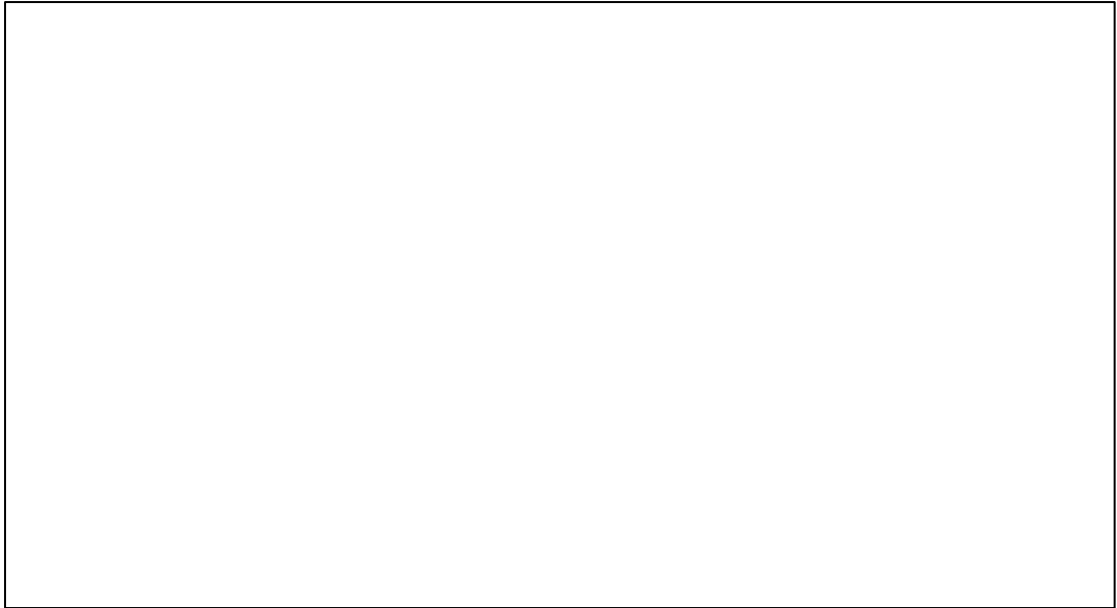


图 2-10 周边矿权相互关系位置图

七、矿区生态修复工作情况

矿山自 2020 年取得采矿权证以来，在基建及生产过程中，开展了生态修复治理工作。工业场地外围挡土墙修建，排土场下游拦渣墙建设，矿石临时堆场配套建设截排水沟等措施，矿石临时堆场建立防尘网，排土场设置警示牌，开展地质灾害监测、地形地貌监测、水土环境污染监测等。

主要工程量：矿石堆场下游浆砌石挡土墙约 180m，土方量约 450m³；排土场下游拦渣墙约 30m，土方量约 150m³；截排水沟约 240m；警示牌 12 个；地形地貌监测 6 次；含水层破坏监测 12 次；土地损毁监测 12 次；水土环境污染监测 12 次。累计投入资金约 39.6 万元。

1、防尘网



图 2-11 矿石临时堆场防尘网



图 2-12 矿石临时堆场防尘网及挡土墙

2、挡土墙



图 2-13 办公生活区东侧挡土墙



图 2-14 矿石堆场南侧挡土墙



图 2-15 排土场挡土墙

3、办公生活区场地硬化



图 2-16 办公生活区场地硬化



图 2-17 排土场部分区域开展治理

八、矿区基本情况调查监测指标

根据对矿山生态环境的调查，项目区无常年地表水流，植被覆盖度较低，土地利用现状主要为其他草地，矿山开采前主要对地下水环境、土壤污染、土地利用现状等进行监测。矿山属于已有矿山，本方案根据《矿区生态修复方案编制指

南（临时）》针对开采前提出生态修复监测内容与监测指标，矿山企业在实际监测过程中可根据实际情况调整。

表 2-6 矿山开采前生态修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	检测值
矿山地质环境	地下水	含水层类型	DZ/T 0287	基岩裂隙水
		地下水位		52.70m~98.25m（初始水位埋深）
		地下水水温		6~9℃（现场实测）
		地下水水量		单井涌水量约 80m ³ /d
		井泉个数及排泄量		泉点 2 处，总排泄量约 0.1 L/s（枯水期）
土地资源	土地利用现状	土地利用类型及面积	TD/T 1055	其他草地 103.8726hm ² 、采矿用地 5.8900hm ² 、交通运输用地 0.0762hm ²
		土地利用面积	TD/T 1010	/
		永久基本农田面积		0 hm ² （矿区不涉及）
	耕地及永久基本农田	土壤质量	NY/T L119	矿区不涉及
		配套设施		
		生产力水平		
生态系统	地表水	地表水面积		矿区不涉及
		地表水排泄		
	生态系统格局	生态系统类型比例	GB/T 42340	高寒草原生态系统 100%
		平均斑块面积		109.8388hm ²
		边界密度		/
		聚集度指数		/
	生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363	/
			H 1167	
		草原生态系统	NY/T 2998	高寒草原生态系统
			III 1168	
		湿地生态系统	H 1169	/
		荒漠生态系统	田 1170	/
	生态系统服务	水源涵养量	H 1173	/
		防风固沙量		/
		土壤保持量		/
		生物多样性维护		无国家级保护物种集中分布区
		碳储量		/

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	检测值
	生态系统质量	生物量	GB/T 42340	/
		植被覆盖度		15%~30%
		水质		地下水Ⅲ类

第三章 问题识别诊断

一、问题识别与受损预测

(一) 评估范围

根据“矿区生态修复方案编制指南（临时）”等要求，矿山地质环境影响评估范围应包括矿区范围和矿业活动可能影响到的范围。评估范围根据矿山地质环境调查范围内地质构造分布情况、矿体的赋存情况、矿山地质环境情况、开采后地表移动变形预测和矿山开采可能形成的降落漏斗因素确定。综合考虑矿山及其周边地形地貌并结合采矿工程活动对周围地质环境影响范围，评估范围包括矿区范围以及矿区范围外的地表移动带监测范围、部分采矿用地，合计总面积为109.8388hm²。

(二) 现状问题

1、矿山地质环境问题现状

1) 采矿活动影响范围及影响程度分级标准

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011），采矿活动影响范围内的不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等矿山地质环境问题的影响程度，根据《矿山地质环境保护与恢复治理编制规范》

（DZ/T0223-2011）附录 E（表 3-1：矿山地质环境影响程度分级表）进行分级。

表 3-1 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	地质灾害规模大，发生的可能性大 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安全 造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元 受威胁人数大于 100 人	矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道 矿井正常涌水量大于 10000m ³ /d 区域地下水水位下降 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 不同含水层（组）串通水质恶化 影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大 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	占用破坏基本农田 占用破坏耕地大于 2hm ² 占用破坏林地或草地大于 4hm ² 占用破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm ²
较严重	地质灾害规模中等，发生的可能性较大 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 造成或可能造成直接经济损失 100-500 万元 受威胁人数 10-100 人	矿井正常涌水量 3000-10000m ³ /d 矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态 矿区及周围地表水体漏失较严重 影响矿区及周围部分生产生活供水	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大 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	占用破坏耕地小于等于 2hm ² 占用破坏林地或草地 2-4hm ² 占用破坏荒山或未开发利用土地 10-20hm ²
较轻	地质灾害规模小，发生的可能性小 影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施 造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元 受威胁人数小于 10 人	矿井正常涌水量小于 3000m ³ /d 矿区及周围主要含水层水位下降幅度小 矿区及周围地表水体未漏失 未影响到矿区及周围生产生活供水	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小 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	占用破坏林地或草地小于等于 2hm ² 占用破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10hm ²
注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。				

2) 不稳定地质体

按照上述评估工作及分级标准，通过对矿区地质环境调查分析，评估区以往未发生过崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害，以往探矿及采矿活动未造成地面塌陷、地裂缝等地质灾害，区内发育斜坡 2 处，分别为矿石临时堆场和排土场。矿石临时堆场及排土场主要为矿石、废石等松散物的堆积，平均坡面脚均小于自

然安息角。现状调查斜坡较缓，临空高差小，无地表径流和变形的迹象，岩土体干燥。平均坡度 $<30^{\circ}$ ，坡面上无裂缝，无位移迹象，无积水，也不存在积水地形。综合判定矿石临时堆场及排土场斜坡稳定性较好，在强降雨、地震等不利工况条件下，发生地质灾害的可能性小，危害程度为较轻。

3) 地形地貌景观破坏

地形地貌景观破坏指因矿山建设与采矿活动而改变原有的地形条件与地貌特征，造成土地毁坏、山体破损、岩石裸露、植被破坏等现象，致使土地植被景观、天然地质遗迹产生一定的影响或破坏从而使矿山自然景观的观赏性、连续性、完整性、原始性等属性遭受破坏的现象。

现状主要表现为主平硐采矿工业场地、办公生活区、临时矿石堆场、回风斜井工业场地、排土场、矿山道路等对地形地貌景观的影响和破坏。

a. 主平硐采矿工业场地

该场地主要包括 3039m 主平硐、空压机站、值班室、材料堆场、机修车间、仓库、配电室、卸矿平台等，对原始地表造成压占及挖损。该场地占地面积约 1.1882hm²，压占土地类型为采矿用地，与周围地形地貌不协调。对原始地貌景观的连续性、完整性、原始性、观赏性造成破坏严重，现状评估认为主平硐采矿工业场地对可视范围内的地形地貌景观影响程度严重。



图 3-1 主平硐采矿工业场地

b. 办公生活区

现有办公生活区位于采矿工业场地的东北侧，包括办公室、宿舍、食堂、锅炉房、停车场等设施，占地面积约 0.2278hm²，压占土地类型为采矿用地，建于地势相对平缓处，仅有少量土体开挖，对原始地貌景观的连续性、完整性、原始性、观赏性造成破坏较轻，现状评估认为生活办公区对可视范围内的地形地貌景观影程度较轻。



图 3-2 办公生活区

c. 矿石临时堆场

矿石临时堆场紧邻主平硐采矿工业场地，位于其东侧，主要包括临时堆放的矿石。占地面积约 0.7110hm²，压占土地类型为采矿用地，对原始地表造成损毁主要为压占。临时矿石堆场对原始地貌景观的连续性、完整性、原始性、观赏性造成破坏严重，现状评估认为临时矿石堆场对可视范围内的地形地貌景观影程度严重。



图 3-3 临时矿石堆场

d. 回风斜井工业场地

回风斜井工业场地位于矿区中部，占地面积约 0.1hm^2 ，压占土地类型为其他草地，对原始地表造成损毁主要为挖损。回风斜井工业场地对原始地貌景观的连续性、完整性、原始性、观赏性造成破坏较轻，现状评估认为临时矿石堆场对可视范围内的地形地貌景观影程度较轻。



图 3-4 回风斜井工业场地

e. 排土场

排土场位于矿区中东部，主平硐采矿工业场地北侧。占地面积约 0.4916hm²，压占土地类型为采矿用地，对原始地表造成损毁主要为压占。排土场对原始地貌景观的连续性、完整性、原始性、观赏性造成破坏严重，现状评估认为临时矿石堆场对可视范围内的地形地貌景观影程度严重。



图 3-5 排土场

f. 矿山道路

已有矿山道路占地面积约 0.5592hm²，压占土地类型主要为其他草地和采矿用地，道路形成过程中未进行大规模挖填，仅局部小规模开挖或回填。已有矿山道路对地形地貌的观赏性、连续性、完整性、原始性等破坏较轻，现状评估认为已有矿山道路对原始地形地貌景观的影响和破坏程度较轻。

g. 其他采矿用地

采矿权及影响范围内共分布有采矿用地 5.8900hm²，其中 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、办公生活区、排土场及矿山道路分别占用采矿用地 1.1882hm²、0.7110hm²、0.2278hm²、0.4923hm²、0.1560hm²，其他采矿用地共计 3.1147hm²，主要为矿山在基建和生产期间对地表植被造成破坏以及地形地貌造成的重塑，无建构物设施，对原始地貌景观的连续性、完整性、原始性、观赏性造成破坏较严重。现状评估认为其他采矿用地对原始地形地貌景观的影响和破坏程度较严重。

矿区地形地貌景观破坏现状见表 3-2。

表 3-2 地形地貌影响现状评估表

分区	面积 (hm ²)	分项评估		对地质环境 影响程度
		原生地形地貌破坏程度	可视范围影响程度	
3039m 主平硐采矿 工业场地	1.1882	严重	三区两线可视范围外	严重
矿石临时堆场	0.7110	严重	三区两线可视范围外	严重
办公生活区	0.2278	较轻	三区两线可视范围外	较轻
排土场	0.4923	严重	三区两线可视范围外	严重
矿山道路	0.5592	较轻	三区两线可视范围外	较轻
回风斜井工业场地	0.1000	较轻	三区两线可视范围外	较轻
其他采矿用地	3.1147	较严重	三区两线可视范围外	较严重

4) 含水层破坏

矿区地下水划分为松散岩类孔隙潜水、碳酸盐岩类裂隙水、碎屑岩类裂隙水、变质岩类裂隙水及火成岩类裂隙水五种类型。

矿区松散岩类孔隙水补给来源主要为大气降水直接渗入、冰雪融水及地下径流补给。地下水接受补给后，沿沟谷向下径流。地下水排泄方式主要有泉、地下径流及蒸发。

基岩裂隙下水补给来源主要为大气降水直接渗入补给和松散岩类孔隙水渗入补给，根据钻孔水位观测资料，一般北侧地下水水位较高，南侧地下水水位较低，矿区地下水水位整体与矿区地形相一致，地下水总体流向自北向南径流，部分地段进行相互转换，沿裂隙、溶隙及构造破碎带缓慢径流。

矿区最低侵蚀基准面 2830m，位于讨赖河河谷中，矿区矿体高程一般 2877-3140m，矿区矿体位于当地侵蚀基准面以上，附近地表水体、第四系松散层孔隙潜水、大气降水与下层水力联系不密切，不构成矿床的主要充水因素。矿床主要充水来源为顶底板变质岩裂隙水及构造破碎带裂隙水，通过裂隙及构造破碎带导水，水量较贫乏，矿坑正常涌水量约 80m³/d。矿床属以裂隙水含水层充水为主的矿床，水文地质条件为简单。

根据现场调查、访问，矿区及周边未发现明显地下水溢出带或点，未影响到矿区及周边生产用水。

勘查阶段对所有钻孔均进行了简易水文地质观测，对 ZK0301、ZK0302、ZK0501、ZK0502、ZK0401、ZK0304、ZK0504、ZK0704、ZK0901、ZK0902、ZK0904、ZK0905 共计 12 个钻孔进行了水文地质编录，终孔后对钻孔 ZK0501、钻孔 ZK0502、

钻孔 ZK0301、钻孔 ZK0704、钻孔 ZK0705 共计 5 个钻孔进行了近似稳定水位观测，利用钻孔 ZK0301 进行抽水试验，确定含水层的渗透性、富水性特征，为预测矿坑最大涌水量提供技术依据。勘查阶段矿区地下水平均埋深约 76.18m。

红尖片区无国家级地下水国测井、仅企业自建监测井。根据经三年 ZK0501、钻孔 ZK0502、钻孔 ZK0301、钻孔 ZK0704、钻孔 ZK0705 5 个钻孔观测数据，矿区地下水平均埋深约 95.00。相比以往，水位埋深下降约 19.82m，下降幅度有限，说明开采前后扰动变化较小。

根据矿山地质环境影响程度分级表，区内以往采矿活动对地下含水层结构破坏有限，主要含水层水位下降幅度小，工程活动未影响到矿区及周边生产供水，现状评估认为矿区含水层破坏对矿山地质环境的影响程度为较轻。

5) 水土环境污染

矿区水土环境污染可能的主要表现：若矿坑涌水、废石、矿石淋滤水及生产生活污水等未经处理或处理不彻底而直接排放，可能会对地下水造成污染；矿区生产形成的粉尘会导致粉尘沉降，生活垃圾若不合理堆放可能会对周围土壤造成污染；矿山建设工程压埋、挖毁土地，破坏当地土地资源与生态环境。

为了解矿山所在区域地表水环境质量现状，建设单位委托甘肃华鼎环保科技有限公司进行地表水环境质量现状监测。监测共布设地表水监测断面 5 个，详见表 3-3。

表 3-3 地表水监测点位布设一览表

测点编号	点位名称	项目地理位置信息
1#	北大河矿区上游 500m 处	
2#	北大河与珠龙关河交汇处上游 100m 处	
3#	珠龙关河选矿厂上游 200m 处	
4#	珠龙关河与北大河交汇处上游 100m 处	
5#	珠龙关河与北大河交汇处下游 1000m 处	

监测项目：pH、COD、BOD5、氨氮、Pb、Hg、Cd、Zn、As、Cr6+、Cu、氰化物、氟化物、硫化物、挥发酚、石油类，共 16 项。

地表水现状监测结果见表 3-4。由检测可知，被监测断面地表水水质各项监测值均能满足《地表水环境质量标准》（GB/T 3838-2022）II 类标准限值。监测结果表明，矿区所在区域地表水环境质量较好。

表 3-4 地表水水质现状监测结果一览表

序号	监测项目	单位	监测点位与日期（2025 年）										GB3838-2022 中Ⅱ类标准
			1#北大河矿区上游500m 处		2#北大河与珠龙关河交汇处上游 100m 处		3#珠龙关河选矿厂上游 200m 处		4#珠龙关河与北大河交汇处上游 100m 处		5#珠龙关河与北大河交汇处下游 1000m 处		
			6 月 3 日	6 月 4 日	6 月 3 日	6 月 4 日	6 月 3 日	6 月 4 日	6 月 3 日	6 月 4 日	6 月 3 日	6 月 4 日	
1	pH 值（无量纲）	—	7.45	7.48	7.52	7.54	7.55	7.56	7.50	7.53	7.58	7.59	6~9
2	氨氮	mg/L	0.432	0.430	0.207	0.211	0.248	0.244	0.234	0.236	0.147	0.145	≤0.5
3	CODcr	mg/L	13	11	12	12	11	10	14	15	11	12	≤15
4	BOD ₅	mg/L	2.4	2.1	2.2	2.1	2.1	2.0	2.3	2.5	2.2	2.0	≤3
5	挥发酚	mg/L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.002
6	石油类	mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.05
7	氰化物	mg/L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05
8	六价铬	mg/L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05
9	硫化物	mg/L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	≤0.1
10	氟化物	mg/L	0.64	0.68	0.60	0.54	0.58	0.53	0.63	0.64	0.50	0.59	≤1.0
11	砷	mg/L	0.0023	0.0021	0.0016	0.0015	0.0013	0.0015	0.0018	0.0019	0.0022	0.0020	≤0.05
12	汞	mg/L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	≤0.00005
13	铜	mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	≤1.0
14	锌	mg/L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.0
15	铅	mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.01
16	镉	mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	≤0.005
备注			L 表示未检出										

表 3-5 地下水水质现状监测结果一览表

序号	监测项目	单位	监测点位与日期（2025 年）				GB/T14848-2017 中III类标准限值
			1# 3039m 平硐基岩裂隙水		2#水井		
			6 月 3 日	6 月 4 日	6 月 3 日	6 月 4 日	
1	pH	—	7.60	7.58	7.64	7.59	6.5≤pH≤8.5
2	氨氮	mg/L	0.031	0.033	0.051	0.049	≤0.50
3	硝酸盐氮	mg/L	1.12	1.15	1.23	1.25	≤20.0
4	亚硝酸盐氮	mg/L	0.003L	0.003L	0.003L	0.003L	≤1.00
5	挥发性酚类	mg/L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	0.0003L	≤0.002
6	氰化物	mg/L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05
7	砷	mg/L	0.0012	0.0011	0.0016	0.0015	≤0.01
8	汞	mg/L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	0.00004L	≤0.001
9	硒	mg/L	0.0004L	0.0004L	0.0004L	0.0004L	≤0.01
10	铜	mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	≤1.00
11	锌	mg/L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤1.00
12	铅	mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.01
13	镉	mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	≤0.005
14	铁	mg/L	0.03L	0.03L	0.03L	0.03L	≤0.3
15	锰	mg/L	0.01L	0.01L	0.01L	0.01L	≤0.10
16	六价铬	mg/L	0.004L	0.004L	0.004L	0.004L	≤0.05
17	色度	度	5	5	5	5	≤15
18	嗅和味	—	无	无	无	无	无
19	肉眼可见物	—	无	无	无	无	无
20	碘化物	mg/L	0.002L	0.002L	0.002L	0.002L	≤0.08
21	阴离子表面活性剂	mg/L	0.05L	0.05L	0.05L	0.05L	≤0.3

序号	监测项目	单位	监测点位与日期（2025 年）				GB/T14848-2017 中III类标准限值
			1# 3039m 平硐基岩裂隙水		2#水井		
			6 月 3 日	6 月 4 日	6 月 3 日	6 月 4 日	
22	耗氧量	mg/L	0.9	0.8	1.3	1.2	≤3.0
23	总硬度	mg/L	434	441	261	259	≤450
24	溶解性总固体	mg/L	856	862	523	518	≤1000
25	硫化物	mg/L	0.005L	0.005L	0.005L	0.005L	≤0.02
26	氟化物	mg/L	0.43	0.38	0.33	0.30	≤1.0
27	铝	mg/L	0.1L	0.1L	0.1L	0.1L	≤0.20
28	钠	mg/L	0.02L	0.02L	0.02L	0.02L	≤200
29	氯化物	mg/L	52.3	52.6	21.3	21.1	≤250
30	硫酸盐	mg/L	165	168	76	74	≤250
31	苯	mg/L	0.0008L	0.0008L	0.0008L	0.0008L	≤10.0
32	甲苯	mg/L	0.001L	0.001L	0.001L	0.001L	≤700
33	三氯甲烷	mg/L	0.0011L	0.0011L	0.0011L	0.0011L	≤60
34	四氯化碳	mg/L	0.0008L	0.0008L	0.0008L	0.0008L	≤2.0
35	总大肠菌群	MPN/100mL	<2	<2	<2	<2	≤3.0
36	细菌总数	MPN/mL	20	22	26	28	≤100
37	K+	mg/L	45.3	45.5	12.5	12.4	—
38	Na+	mg/L	41.5	40.9	32.1	31.8	—
39	Ca2+	mg/L	36.2	36.3	23.5	23.6	—
40	Mg2+	mg/L	28.1	27.9	18.3	18.1	—
41	CO32-	mg/L	0	0	0	0	—
42	HCO3-	mg/L	226	229	153	152	—
备注		L 表示未检出					

共布设地下水监测点位 2 个，见表 3-6。

表 3-6 地下水监测点位布设一览表

来源	编号	监测点位	与本项目位置关系	地理位置信息
委托监测数据	1#	3039m 平硐基岩裂隙水	位于采矿区内	
	2#	1#水井	矿区西南侧 150m	

监测项目：色、嗅和味、肉眼可见物、pH、总硬度、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、铁、锰、铜、锌、铝、挥发性酚类、阴离子合成洗涤剂、耗氧量、氨氮、硫化物、钠、总大肠菌群、菌落总数、硝酸盐、亚硝酸盐、氰化物、氟化物、碘化物、汞、砷、硒、镉、铬（六价）、铅、三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯、 K^+ 、 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 CO_3^{2-} 、 HCO_3^- 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 等。

地下水现状监测结果见表 3-5。被监测水质各项监测值均能满足《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）III类标准限值。监测结果表明，矿区地下水环境质量较好。共布设土壤监测点位 7 个，见表 3-7。

监测项目：

1#、2#、3#：As、Cr6+、Cd、Cu、Pb、Hg、Ni、四氯化碳、氯仿、氯甲烷、1,1-二氯乙烷、1,2-二氯乙烷、1,1-二氯乙烯、顺-1,2-二氯乙烯、反-1,2-二氯乙烯、二氯甲烷、1,2-二氯丙烷、1,1,1,2-四氯乙烷、1,1,2,2-四氯乙烷、四氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、三氯乙烯、1,2,3-三氯丙烷、氯乙烯、苯、氯苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、乙苯、苯乙烯、甲苯、间+对二甲苯、邻二甲苯、硝基苯、苯胺、2-氯酚、苯并[a]蒽、苯并[a]芘、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、蒽、二苯并[a、h]蒽、茚并[1,2,3-cd]芘、萘。

4#、5#、6#、7#：pH、Pb、As、Zn、Cu、Cd、Cr、Hg、Ni。

土壤现状监测结果，见表 3-8 和表 3-9。

表 3-7 土壤监测点位布设一览表

点位编号	测点名称	土地类型	地理位置信息	备注
1#	3039m 平硐口南侧	采矿用地		表层样
2#	采矿工业场地北侧	采矿用地		表层样
3#	风井井口附近	采矿用地		表层样
4#	矿山运输道路附近	其他草地		表层样
5#	矿界北侧	其他草地		表层样
6#	矿界南侧	其他草地		表层样
7#	矿界东侧	其他草地		表层样

表 3-8 土壤监测结果表（单位：mg/kg）

序号	项目	监测结果及日期（2025 年 5 月）			GB36600-2018 表 1 第 二类用地筛选值
		1#3039m 平硐 口南侧	2#采矿工业场地 北侧	3#风井井口 附近	
1	铜	32	37	37	≤18000
2	铅	24.4	30.2	25.8	≤800
3	镉	0.23	0.2	0.19	≤65
4	六价铬	ND	ND	ND	≤5.7
5	镍	47	53	55	≤900
6	砷	7.46	9.12	11.3	≤60
7	汞	0.058	0.04	0.053	≤38
8	氯甲烷	ND	ND	ND	≤37
9	氯乙烯	0.0345	0.0343	0.0344	≤0.43
10	1,1-二氯乙烯	0.0083	0.0014	0.0078	≤66
11	二氯甲烷	ND	ND	ND	≤616
12	反-1,2-二氯乙烯	0.0029	0.0047	0.0043	≤54
13	1,1-二氯乙烷	ND	ND	ND	≤9
14	顺-1,2-二氯乙烯	0.0041	0.005	0.006	≤596
15	氯仿	ND	ND	ND	≤0.9
16	1,1,1-三氯乙烷	0.0027	0.0036	0.0017	≤840
17	四氯化碳	ND	ND	ND	≤2.8
18	苯	ND	ND	ND	≤4
19	1,2-二氯乙烷	ND	ND	ND	≤5
20	三氯乙烯	ND	ND	ND	≤2.8
21	1,2-二氯丙烷	ND	ND	ND	≤5
22	1,2-二氯苯	ND	ND	ND	≤560
23	甲苯	ND	ND	ND	≤1200
24	1,1,2-三氯乙烷	ND	ND	ND	≤2.8
25	四氯乙烯	ND	ND	ND	≤53
26	氯苯	ND	ND	ND	≤270
27	乙苯	0.0019	ND	ND	≤28
28	1,1,1,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	≤10
29	间二甲苯+对二甲苯	0.0027	ND	ND	≤570
30	邻二甲苯	0.0014	ND	ND	≤640
31	苯乙烯	0.0024	ND	ND	≤1290
32	1,1,2,2-四氯乙烷	ND	ND	ND	≤6.8
33	1,2,3-三氯丙烷	0.0044	0.0021	0.0025	≤0.5
34	1,4-二氯苯	ND	ND	ND	≤20

序号	项目	监测结果及日期（2025 年 5 月）			GB36600-2018 表 1 第 二类用地筛选值
		1#3039m 平硐 口南侧	2#采矿工业场地 北侧	3#风井井口 附近	
35	硝基苯	ND	ND	ND	≤ 76
36	苯胺	ND	ND	ND	≤ 260
37	2-氯酚	ND	ND	ND	≤ 2256
38	苯并[a]蒽	ND	ND	ND	≤ 15
39	苯并[a]芘	ND	ND	ND	≤ 1.5
40	苯并[b]荧蒽	ND	ND	ND	≤ 15
41	苯并[k]荧蒽	ND	ND	ND	≤ 151
42	蒽	ND	ND	ND	≤ 1293
43	二苯并[a,h]蒽	ND	ND	ND	≤ 1.5
44	茚并[1,2,3-cd]芘	ND	ND	ND	≤ 15
45	萘	ND	ND	ND	≤ 70
备注		ND 表示未检出			

表 3-9 土壤监测结果表（单位：mg/kg）

项目 监测点位	pH	铜	锌	铅	镉	铬	镍	砷	汞
4#矿山运输道路附近	8.59	32	65.4	31.5	0.22	57	46	6.96	0.055
5#矿界北侧	8.70	30	64.0	28.5	0.24	66	52	7.90	0.044
6#矿界南侧	8.64	36	73.7	29.2	0.20	66	44	9.11	0.045
7#矿界东侧	8.68	41	78.1	29.0	0.23	74	51	8.22	0.052
GB15618-2018 中表 1 风 险筛选值	pH> 7.5	≤ 100	≤ 300	≤ 170	≤ 0.6	≤ 250	≤ 190	≤ 25	≤ 3.4

由上表可知，1#、2#、3#监测点土壤取样检测的 45 项污染物，均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第二类土地筛选值限值要求，表明本项目区内土壤中污染物含量对人体健康的风险可以忽略。4#、5#、6#、7#监测点土壤取样检测的 9 项污染物，均满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）的筛选值限值要求，说明土壤中污染物对农产品质量安全、农作物生长或土壤生态环境的风险低，一般情况下可以忽略。

根据矿山地质环境影响程度分级表，矿区地表水和地下水水质均较好，采矿活动对地下水污染较小，固体废弃物、生活垃圾渗滤液对土壤造成污染较小，现状评估认为水土环境污染对矿山地质环境的影响程度为较轻。

2、矿区土地损毁现状

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，两项因子指标中有一项满足即判为该等级，详见表 3-10。

表 3-10 挖损土地损毁程度评价因素及等级标准

评价因素	评价因子	评价等级		
		I 级 (轻度损毁)	II 级 (中度损毁)	III 级 (重度损毁)
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主要采用压占面积、堆填高度两项指标进行评价，两项因子指标中有一项满足即判为该等级，详见表 3-11。

表 3-11 压占土地损毁程度评价因素及等级标准

评价因素	评价因子	评价等级		
		I 级 (轻度损毁)	II 级 (中度损毁)	III 级 (重度损毁)
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

3) 已损毁土地

肃南红尖一带重晶石及多金属矿为已有矿山，现状损毁土地为矿山已有设施，详述如下：

现有 3039m 主平硐采矿工业场地：占地面积为 1.1882hm²，土地损毁方式为压占及挖损，土地利用类型为采矿用地，损毁程度为重度。

矿石临时堆场：占地面积为 0.7110hm²，土地损毁方式为压占，土地利用类型为采矿用地，损毁程度为重度。

办公生活区：占地面积为 0.2278hm²，土地损毁方式为压占，土地利用类型为采矿用地，损毁程度为轻度。

排土场：占地面积为 0.4923hm²，土地损毁方式为压占，土地利用类型为采矿用地，损毁程度为重度。

矿山道路：占地面积为 0.5592hm²，土地损毁方式为挖损，土地利用类型为其他草地、采矿用地和农村道路，损毁程度为轻度。

回风斜井工业场地：占地面积为 0.1000hm²，土地损毁方式为压占，土地利用类型为其他草地，损毁程度为轻度。

其他采矿用地：占地面积为 3.1147hm²，土地损毁方式为挖损及压占，土地利用类型为采矿草地，损毁程度为中度。

根据上述，区内已损毁土地面积为 6.3932hm²，已损毁土地及损毁程度见表 3-12。

表 3-12 已损毁土地及损毁程度统计表

评价单元	破坏土地类型 (hm ²)				损毁方式	损毁程度
	其他草地	采矿用地	农村道路	小计		
3039m 主平硐采矿工业场地		1.1882		1.1882	压占、挖损	重度
矿石临时堆场		0.7110		0.7110	压占	重度
办公生活区		0.2278		0.2278	压占	轻度
排土场		0.4923		0.4923	压占	重度
矿山道路	0.3270	0.1560	0.0762	0.5592	挖损	轻度
回风斜井工业场地	0.1000			0.1000	压占	轻度
其他采矿用地		3.1147		3.1147	压占、挖损	中度

3、生态损毁问题现状

1) 植被损毁现状

矿区及其周边植被分布稀疏，植被覆盖度较低，3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、办公生活区、排土场、矿山道路、回风斜井工业场地和其他采矿用地等挖损、压占面积 6.3932hm²，区内植被受破坏面积较小，植被种类、数量未明显减少。

2) 生物多样性丧失

根据前述，矿区范围内未发现国家级保护动植物及极危、濒危和易危的物种，矿区所常见动植物均为当地优势种，因此矿山的开发建设不会引起动植物物种丧失的情况。

3) 水土流失

肃南红尖一带重晶石及多金属矿已生产近 2 年，现阶段对生态环境影响较轻，未造成明显的水土流失。

4) 土壤、地表水及地下水污染

矿区地表水水质各项监测值满足《地表水环境质量标准》((GB/T 3838-2022)) II类标准限值, 矿区所在区域地表水环境质量较好。地下水现状监测值均能满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) III类标准限值, 地下水环境质量较好。土壤检测 45 项污染物均满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》(GB36600-2018) 第二类土地筛选值限值要求, 表明矿区内土壤中污染物含量对人体健康的风险可以忽略。

综上所述, 该项目区现状植被损毁、生物多样性丧失、水土历史、水土环境污染对生态系统退化的影响程度为较轻。

(三) 受损预测

1、土地损毁环节与时序

1) 土地损毁环节

a. 建设期

肃南红尖一带重晶石及多金属矿已建成 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、办公生活区、排土场、矿山道路、回风斜井工业场地等设施, 现有设施可满足后期生产需要, 无新增损毁。

b. 生产期

矿山开采方式为地下开采, 开采过程中不再新增土地损毁, 随着开采的进行, 地表可能会出现一定程度的地面塌陷, 形成一定规模的地裂缝。

2) 土地损毁时序

a. 已损毁土地

矿山已损毁土地主要为 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、办公生活区、排土场、矿山道路、回风斜井工业场地和其他采矿用地等设施。

b. 拟损毁土地

矿山拟损毁土地主要为未来地下采矿活动可能会对土地造成塌陷损毁。

2、矿山地质环境问题预测

1) 矿山地质灾害预测

矿山未来开采可能引发地质灾害的工程主要为地下采矿活动可能引发的地面塌陷、地裂缝等地质灾害。

①地下采矿活动可能引发或加剧矿山地质灾害预测

矿山开采方式为地下开采，采矿方法为房柱嗣后充填采矿法、全面嗣后充填采矿法。根据采矿工艺、矿体地质特征及区内构造发育情况，结合工程地质条件类比分析，预测地下开采将引发地面塌陷和地裂缝。

根据矿体上下盘围岩的力学性质和推荐选用的采矿方法，类比同类矿山选取的崩落参数为：

上盘：陷落角 60° 、移动角 55° ；

下盘：陷落角 65° 、移动角 60° ；

侧翼：陷落角 75° 、移动角 70° 。

a. 变形量计算方法

开采深度：该矿山采用自上而下的回采顺序，根据开采方案，该矿床平均开采深度约 270m。

地表移动最大下沉值： $W_{\max} = \eta \cdot m \cdot \cos \alpha$

式中： η —下沉系数，结合矿床开采技术条件，考虑到开采方案推荐的采矿方法为充填采矿法，影响有所减缓，本方案取 0.35；

m —矿床开采厚度（m），根据地质报告，该矿床主矿体平均厚度为 6m；

α —矿体倾角，根据详查报告，取主矿体倾角平均值 25° ；

经计算，该矿床地表移动最大下沉值为 1.90m。

最大水平移动值： $U_{\max} = b \cdot W_{\max}$

式中： $U_{\max}$ —最大水平移动值（m）；

b —水平移动系数，结合矿床开采技术条件，考虑到开采方案推荐的采矿方法，本方案取 0.15；

$W_{\max}$ —最大下沉值（m）；

经计算，该矿床地表水平移动值为 0.29m。

b. 塌陷区面积预测

按照移动角圈定的地表移动范围长约 760m，宽约 360m，面积为 22.5085hm^2 。

c. 地表变形的破坏形式

设计推荐的采矿方法为充填采矿法，根据计算结果及工程地质类比分析，结合类似矿山实际生产经验，预计地表移动变形呈连续而缓慢的特点，预测可能出现轻微的地面塌陷。

d. 地表变形规律及沉降时间预测

根据计算结果，采矿地面塌陷区以拉伸变形、水平位移和倾斜位移为主，而沉降盆地中心则以垂向沉降变形为主。根据统计分析，地表变形在时间上与井下采掘工作面的推进速度、距离等密切相关，一般当回采工作面自开切眼开始向前推进的距离相当于 $0.25H$ (H 为平均采深) 时，开采影响即波及到地表，引起地表变形，形成地面塌陷。根据有关规范地表沉降总延续时间为： $T=2.5H$

式中： H —采空区平均采深；

T —地表沉降总延续时间；

该矿床平均开采深度约 270m，估算地表沉降总延续时间约为 1.85 年。时间段分配上，初期剧烈变形，中期缓慢变形，晚期相对稳定，在出现地表裂缝和塌陷坑的部位，变形期相对要长，其影响程度相对严重。

e. 地面塌陷分级

根据前述，预测该矿床地面塌陷面积约 22.5085hm²，根据《甘肃省地质灾害危险性评估规程》地面塌陷分级标准（表 3-13），预测该矿床地面塌陷的规模为中型。

表 3-13 地面塌陷分级标准

级别	塌陷或变形面积 (km ²)
巨型	≥ 10
大型	1-10
中型	0.1-1
小型	< 0.1

f. 地质灾害发生的可能性

矿山在开采期地面塌陷地质灾害形成条件充分，根据地质灾害发生可能性按采空区地质灾害发生可能性划分表（表 3-14），判定矿区地面塌陷地质灾害发生的可能性。

表 3-14 采空区地质灾害发生可能性划分

采矿地表异动情况及开采深厚比	地质灾害发生可能性
地表移动期内或深厚比小于 120	可能性大
地表移动已结束或深厚比 120-200 之间	可能性较大
地表移动已结束或深厚比大于 200	可能性小

根据调查,现状条件下矿区未见塌陷变形迹象,服务期内该矿床平均采深约270m,区内主矿体平均厚度为6m,深厚比为45,因此判定未来发生地面塌陷地质灾害的可能性大。

根据上述分析结果,该项目发生塌陷的可能性大,通过采用充填采矿工艺等预防措施,发生塌陷后地表下沉值、形变水平位移均会有所减缓,因此预测地表移动变形呈连续而缓慢的特点,可能出现轻微的地面塌陷。

g. 危害程度

预测地表移动范围的破坏方式主要为地面塌陷、地裂缝,塌陷变形会对范围内建构筑物及过往人员、车辆产生影响,但其周边无聚居区,仅影响到矿山局部设施,受威胁人数小于10人,可能直接经济损失小于100万元,危害程度为较轻。

根据矿山地质环境影响程度分级表,未来形成的地表移动范围面积为22.5085hm²,其规模为中型,发生的可能性大,可能造成的损失较轻,但破坏面积大,预测评估认为地下采矿活动对矿山地质环境的影响程度为严重。

②矿山基础建设可能引发地质灾害预测评估

肃南红尖一带重晶石及多金属矿属生产矿山,现有设施已满足矿山生产需求,后期不会再新建建构筑物设施。预测后期矿山基础建设对矿山地质环境的影响程度为较轻。

2) 地形地貌景观破坏预测

矿山未来生产过程中不会进行基础建设,仅地下采矿活动形成的地表移动范围可能形成一定的地面塌陷和地裂缝,预测矿山地表移动范围面积为22.5085hm²,规模为中型,发生的可能性大。

根据矿山地质环境影响程度分级表,地下采矿可能形成的地面塌陷、地裂缝等对原始地形地貌景观的连续性、完整性、原始性、观赏性造成破坏,其发生的可能性大,发生后破坏面积较大,预测评估认为地面塌陷、地裂缝破坏地形地貌景观对矿山地质环境的影响程度为严重。

表 3-15 地形地貌影响预测评估表

分区	面积 (hm ²)	分项评估		对地质环境 影响程度
		原生地形地貌破坏程度	可视范围影响程度	
预测地面塌陷	22.5085	大	三区两线可视范围外	严重

3) 含水层破坏预测

①含水层结构破坏预测

矿区最低侵蚀基准面 2830m，位于讨赖河河谷中，矿区矿体高程一般 2877-3140m，矿区矿体位于当地侵蚀基准面以上，附近地表水体、第四系松散层孔隙潜水、大气降水与下层水力联系不密切，不构成矿床的主要充水因素。矿床主要充水来源为顶底板变质岩裂隙水及构造破碎带裂隙水，通过裂隙及构造破碎带导水，水量较贫乏，矿坑正常涌水量约 $80\text{m}^3/\text{d}$ 。矿床属以裂隙水含水层充水为主的矿床，水文地质条件为简单。

根据开采方案，该矿床地下采矿最大开拓深度约 270m，矿体开采至地下水位以下后，会导致周边地下水向矿坑流动，破坏含水层结构，但考虑到矿区主要含水层富水性弱、补给条件差，预测矿山采矿活动会对含水层结构破坏有限。

②含水层水位下降预测

矿区主要充水含水层为基岩裂隙水含水层，矿山采矿活动使开采标高以上含水层的地下水被疏干，形成以采空区为中心的疏干漏斗区，导致周边未开采区域内同一含水层的水位降低，影响地下水径流、排泄条件，但考虑到矿区主要含水层富水性弱、渗透性差、补给条件差、矿坑涌水量小，预测矿山采矿活动影响矿区及周边主要含水层水位下降幅度较小。

③地下水水质影响预测

矿山产生的废水主要是凿岩、喷雾降尘废水、矿坑涌水和生活污水，生产废水除浊度偏高外，不含有害物质，受污染程度较轻，采矿废水与矿坑涌水一并经井下水仓沉淀后用泵送至地表高位水池，返回井下供凿岩、降尘使用，采矿废水、矿坑涌水不外排；生活污水经处理用于矿区绿化、洒水降尘等，生活污水不外排。

矿石采出后直接外售，矿山不含选矿、尾矿系统。

矿山产生的固体废弃物主要为基建及生产前期产生的废石，后期生产废石直接充填采空区，不出坑。

根据矿山地质环境影响程度分级表，预测矿区正常涌水量小于 $300\text{m}^3/\text{d}$ ，地下采矿活动对含水层结构破坏有限，主要含水层水位下降幅度较小，未影响到矿区及周边生产供水，预测评估认为未来含水层破坏对矿山地质环境的影响程度为较轻。

4) 水土环境污染预测

①水环境污染

矿山产生的废水主要是凿岩、喷雾降尘废水、矿坑涌水和生活污水，生产废水除浊度偏高外，不含有害物质，受污染程度较轻，采矿废水与矿坑涌水一并经井下水仓沉淀后用泵送至地表高位水池，返回井下供凿岩、降尘使用，采矿废水、矿坑涌水不外排；生活污水经处理用于矿区绿化、洒水降尘等，生活污水不外排。

根据现状地下水监测分析结果，采出矿石、废石化学成分稳定，不易析出影响人员、环境安全的有害物质，生活垃圾定点堆存后交由当地环卫部门统一收集后转运处置，加之该区日照充足、蒸发量大，仅在雨季遇连阴雨或强降雨时才有可能产生地表径流，造成污染的可能性小。

区内未见常年性地表水体，预测矿山未来生产活动对地下水环境的污染较轻。

②土壤污染

区内生产废水处理回用于矿山生产活动，生活污水处理后用于矿区绿化、洒水降尘等，均无外排，不会对土壤造成污染。生活垃圾定点堆存后交由当地环卫部门统一收集后转运处置，对土壤造成污染的可能性小。

此外，矿山开采爆破选用的铵油炸药主要成分硝酸铵，硝酸铵在土壤中不留残物，均能被作物吸收，是生理中性肥料，利于植物生长。机械废油属于危险废物，规范贮存交由有资质的单位进行安全处置，不遗撒和填埋。

预测矿山未来生产活动对土壤环境污染较轻。

根据矿山地质环境影响程度分级表，矿山未来生产活动对区内水环境、土壤环境污染较小，预测评估认为未来矿区水土环境污染对矿山地质环境的影响程度为较轻。

3、矿山土地损毁预测

1) 地面塌陷损毁程度等级标准

地面塌陷损毁程度主要采用挖损深度、挖损面积两项指标进行评价，两项因子指标中有一项满足即判为该等级，详见表 3-16。

表 3-16 地面塌陷土地损毁程度评价因素及等级标准

损毁等级	塌陷深度 (m)	塌陷面积 (hm ²)	地表裂缝长度
I 级 (轻度损毁)	<2	<1	<10
II 级 (中度损毁)	2-5	1-5	10-50
III 级 (重度损毁)	>5	>5	>50

2) 拟损毁土地

矿山后期不会新增地面基础设施建设设施,拟损毁对象主要为预测形成的地面塌陷。后期采矿产生的废石不再出坑,直接用于已有采空区充填,排土场废石量不再增加,不会新增拟损毁土地。

预测塌陷面积为 22.5085hm^2 ,为地下采矿形成采空区造成的破坏,土地损毁方式为塌陷或地裂缝,土地利用类型为其他草地,损毁程度为重度。

拟损毁土地及损毁程度见表 3-17。

表 3-17 拟损毁土地及损毁程度统计表

评价单元	破坏土地类型 (hm^2)	损毁面积合计 (hm^2)	损毁方式	损毁程度
	其他草地			
预测地面塌陷	22.5085	22.5085	塌陷	重度

3) 总损毁土地

根据上述,该项目已损毁土地面积为 6.3932hm^2 ,拟损毁土地面积为 22.5085hm^2 ,不存在重复损毁的情况,总损毁土地面积为 28.9017hm^2 ,详见表 3-18。

表 3-18 总损毁土地及损毁程度统计表

评价单元	矿权内损毁面积 (hm ²)	破坏土地类型 (hm ²)			矿权外损毁面积 (hm ²)	破坏土地类型 (hm ²)		损毁面积合计 (hm ²)	损毁方式	损毁程度
		其他草地	采矿用地	农村道路		其他草地	采矿用地			
3039m 主平硐采矿工业场地	1.1882	/	1.1882	/	/	/	/	1.1882	压占、挖损	重度
矿石临时堆场	0.7110	/	0.7110	/	/	/	/	0.7110	压占	重度
办公生活区	0.2278	/	0.2278	/	/	/	/	0.2278	压占	轻度
排土场	0.4923	/	0.4923	/	/	/	/	0.4923	压占	重度
矿山道路	0.5592	0.3270	0.1560	0.0762	/	/	/	0.5592	挖损	轻度
回风斜井工业场地	0.1000	0.1000	/	/	/	/	/	0.1000	压占	轻度
其他采矿用地	2.3709	/	2.3709	/	0.7438	/	0.7438	3.1147	挖损、压占	中度
地表移动范围	22.0389	22.0389	/	/	0.4696	0.4696	/	22.5085	塌陷	重度
合计	27.6883	22.4659	5.1462	0.0762	1.2134	0.4696	0.7438	28.9017		

4、生态损毁问题预测

1) 植被损毁预测

矿区及其周边植被分布稀疏，植被覆盖度较低。矿山生产过程中不再新建工业场地，对植被破坏较小，不会造成植被种类减少。预测地面塌陷区侵占其他草地面积为 22.5085hm²，影响面积较大，但损毁方式主要为塌陷裂缝，对植被破坏较小，亦不会造成植被种类减少。

矿石开采和运输过程中产生的粉尘会对附近的动植物产生一定影响。粉尘降落在植物叶面上，吸收水分成为深灰色的一层薄壳，降低叶面的光合作用；堵塞叶面气孔，阻碍叶面气孔的呼吸作用及水分蒸发，减弱调湿和机体代谢功能，造成叶尖失水、干枯、落叶和减产。粉尘的碱性物质能破坏叶面表层的蜡质和表皮茸毛，使植物生长减退。由于开采过程中采取了相应的降尘措施，因此在正常的生产情况下，本工程对周围植物产生明显不利影响较小。

2) 动物受损预测

矿区常见动物为麻雀、野兔、蛇、鼠等，矿山生产期间，施工机械、施工人员活动及运输车辆等会对现有动物的栖息生活环境产生扰动，对各类动物产生不同程度的影响，亦会对矿区动物的栖息、繁衍产生局部影响，可能造成动物的脱离或搬迁，使它们移居到周围干扰较小的地区，并在新的环境中适应和生存；此外，人为干扰如工作人员滥捕乱猎等现象的出现，将直接影响到这一地区的某些野生动物种群数量，这种影响通过加强对员工的宣传教育和严格管理可得到消除。未来矿山的建设生产活动不会使区域野生动物物种数量、种群数量发生明显变化。

3) 土壤侵蚀预测

该项目采用的开采方式为地下开采，除各工业场地及辅助设施外无其他地表工程活动，本次方案在生产前期对其他采矿用地区域进行复垦修复，未来生产过程中对生态环境影响较轻，不会造成严重的水土流失。

4) 生态功能退化预测

通过现场调查，区内植被多为芨芨草、金露梅、紫花针茅、早熟禾、苔草、委陵菜属、蒿草等，是该区分布较广的较常见植被，未来矿山开采不会造成植被类型和植物物种的灭绝；由于矿区生产扰动等因素，会造成矿区小型动物的迁徙，但是不会对区域动物的种类及数量造成大的不利影响。只要开发中注意及时利用

当地植被物种开展生态修复工作，不会对当地及邻近地区植物、动物种类的生存和繁衍造成严重影响，因此，该矿山的建设生产活动不会造成生物多样性损失和生态功能退化。

综上所述，该项目区预测植被损毁、动物受损、生态功能对生态系统退化的影响程度为较轻。

（四）问题诊断评价结论

1、分区原则

1) 以现状问题诊断识别和受损预测分析评价为基础的原则

在分析矿山地质环境问题、土地损毁问题、生态损毁问题的基础上，利用现状问题诊断识别和受损预测分析评价结果进行分区。

2) 与矿山工程建设紧密结合的原则

问题识别诊断的目的是为工程建设服务，评估时应结合该矿山工程建设特点，充分考虑矿山地质环境问题、土地损毁问题、生态损毁问题的影响程度。

3) 预防保护和治理相结合的原则

矿山地质环境、土地资源、生态系统的破坏具有不可逆性，即使恢复治理也要付出高昂的代价，应将破坏由事后管理向事前控制和预防转变，开发保护并重、防治并举。

4) 考虑矿山地质环境问题、土地损毁问题、生态损毁问题发育程度趋势性的原则

矿山地质环境问题、土地损毁问题、生态损毁问题发育程度趋势性的分析，主要是预测对矿山工程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，应对危害级别适当地提高。

2、分区方法

根据现状问题诊断识别和受损预测分析评价结果，充分考虑采矿影响范围内矿山地质环境、土地资源、生态系统的差异，根据“区内相似、区际相异”的原则，利用叠加法进行矿区生态修复分区。

表 3-19 矿区生态修复分区方法

现状问题	受损预测		
	严重	较严重	较轻
严重	重度受损	重度受损	重度受损
较严重	重度受损	中度受损	中度受损
较轻	重度受损	中度受损	轻度受损

注：现状问题诊断识别和受损预测分析评价结果不一致的采取就上原则进行分区

3、分区评价

根据上述原则、方法及现状问题诊断识别和受损预测分析评价结果，将矿区生态修复分区划分为重度受损区、中度受损区和轻度受损区，其中重度受损区为 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、预测地面塌陷区，总面积为 24.9000hm²；中度受损区为其他采矿用地区域，总面积为 3.1147hm²；轻度受损区为办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地，总面积为 0.8870hm²。具体矿区生态问题及综合评价结果见下表。

表 3-20 矿区生态问题及综合评价结果表

受损区	地质环境破坏			土地损毁	生态受损与退化			评价结果
	地质灾害	地形地貌景观	含水层		水土环境污染	土壤侵蚀	植被及生物多样性退化	
3039m 主平硐采矿工业场地	轻度	重度	轻度	中度	轻度	轻度	轻度	重度
矿石临时堆场	轻度	重度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	重度
排土场	轻度	重度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	重度
地表移动范围	轻度	重度	轻度	重度	轻度	轻度	轻度	重度
其他采矿用地	轻度	轻度	轻度	中度	轻度	轻度	轻度	中度
办公生活区	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度
矿山道路	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度
回风斜井工业场地	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度	轻度

4、生态修复责任范围

生态修复责任范围指该项目损毁土地和不再留续使用的永久性建设用地区域。根据前述，该项目总损毁土地面积为 28.9017hm²，该项目距最近的村民聚集区超过 20km，各类生产生活设施均无二次利用价值，因此本次生态修复责任范围包括 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、预测地面塌陷区、其他采矿用地、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地，总面积为 28.9017hm²。

二、生态修复可行性分析

(一)技术经济可行性分析

1、技术可行性分析

根据采矿活动已生产的和预测将来可能产生的含水层破坏、地形地貌景观破坏和水土环境污染等问题的规模、特征、分布、危害等，按照问题类型分别阐述实施预防和治理的可行性和难易程度。

1) 含水层治理技术可行性分析

含水层防治主要是强调含水层的自我修复能力。矿山地下开采会对区内含水层造成一定的影响，在开采过程中主要采取一定的预防措施，待采矿结束闭坑后，逐步实现自我修复，不再设计工程修复方案。

对沟谷孔隙水侧重“防渗+控采+水质守护”；对基岩裂隙水侧重“通道封堵+突水防控”。

2) 地形地貌景观治理技术可行性分析

根据矿山地质环境影响评价结果，3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、预测地面塌陷区对地形地貌景观影响和破坏程度严重，其他场地对地形地貌景观影响和破坏程度较轻。该项目原始地类以其他草地为主，地形地貌景观的恢复可通过土壤培肥、植被重建恢复当地景观环境，技术工艺较为简单，具有可行性。

3) 水土环境污染治理技术可行性分析

矿山污废水主要为矿山生产废水、矿坑涌水和生活污水，生产废水、矿坑涌水经处理后回用生产工艺，生活污水经处理后用于矿区洒水降尘；固体废弃物主要为采矿废石和生活垃圾，采矿废石化学成分稳定，不易析出有害物质，生活垃圾统一堆放、统一处理。本次方案的污废水、固废处置方案能有效控制水土环境污染，技术可行性较强。

4) 复垦修复技术可行性分析

根据土地损毁评价结果，预测地面塌陷区对土地资源的破坏程度为严重，3039m 主平硐采矿工业场地、其他采矿用地对土地资源的破坏程度为较严重，其他场地对土地资源的破坏程度为较轻。该项目原始地类以其他草地为主，可通过场地平整、土壤培肥、植被恢复等开展复垦修复工作，技术工艺较为简单，具有可行性。

5) 植被恢复技术可行性分析

通过复垦适宜性评价和现场实地调查,主要考虑种植适应能力强、耐寒、耐旱、耐瘠薄、有固氮能力、根系发达、有较高生长速度、播种较容易、成活率高的草种进行种植。参考肃南县草原修复经验,选择披碱草、老芒麦、早熟禾(比例:4:3:3)进行混播复垦,披碱草负责快速占领空间,老芒麦提供生物量,早熟禾负责“锁住”土壤,这三者混播能构建“上疏下密”的立体植被结构,比单播具有更强的生态稳定性和抗逆性。肃南县本身就在天然草原修复中大量使用这几种草种,它们适应当地土壤(包括轻度盐碱/重金属胁迫),不会造成生态入侵。披碱草和老芒麦属于禾本科牧草,对重金属具有一定的耐受性。由于没有覆土来源,选择采用自然恢复的方式进行植被重建,项目区雨季降雨量较为充沛,年平均降水量300mm~500mm,多集中在6~8月份,占年降水量的70%以上。采用播撒草籽的方式,选择矿区雨季、土壤墒情好时播种,即选择6~8月播撒草籽。植被恢复技术工艺较为简单,具有可行性。

6) 监测技术可行性分析

该项目生态修复监测内容主要为地面塌陷监测、地下水监测、地形地貌景观监测、水土环境污染监测、土地损毁监测、生态环境调查,通过遥感影像、取样化验、人工巡查等进行监测,均为常规性监测手段,监测难度较简单,技术上可行。

2、经济可行性分析

根据开采方案经济效益预测,正常年份项目可实现销售收入12051万元,年净利润1959万元,总体抗风险能力较强,甘肃冀陇矿业有限责任公司有能力开展矿山生态修复工作,严格控制矿产资源开发对矿山地质环境的扰动和破坏,最大限度地减少或避免矿产开发引发的矿山地质环境问题、土地损毁和生态损毁,建立绿色矿山开发模式。

矿山生态修复项目的实施可以消除区内地质环境问题隐患、减轻土地资源损毁、改善生态环境质量,符合当前可持续发展政策,能够促进社会、环境和经济的可持续发展,因此该项目生态修复费用全部计入企业生产成本,肃南县自然资源局依法对生态修复工作进行监督管理,确保矿山企业落实生态修复费用,履行生态修复义务。

综上所述，矿山经济效益可观，生态修复投入可控，开展矿山生态修复工作经济上可行。

(二) 目标方向可行性分析

1、参照生态系统

参照生态系统指矿山开采前的生态系统、未受扰动的矿山本地生态系统。本次方案根据肃南县红尖一带重晶石及多金属矿采矿影响范围内生态系统类型，选择区内高寒草原生态系统作为修复目标的参照。

2、修复目标

本方案通过土地复垦适宜性评价确定修复目标。土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据国土空间总体规划及相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意志的前提下，依据原土地利用类型、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，划分土地复垦单元；针对不同的评价单元，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系；评价各评估单元的土地适宜性等级，明确其限制因素；最终通过方案比选，确定各评价单元的最终土地复垦方向，划定土地复垦单元。

1) 评价方法

根据评价体系，评价方法采用定性方法。

对评价单元的原土地利用状况、土地损毁、公众参与、当地社会经济等情况进行综合定性分析，确定土地复垦方向和适宜性等级。根据矿区损毁特点，被损毁土地的适宜性评价方法如下：

①确定评价对象，制定适宜性标准。本方案适宜性评价对象为生态修复范围。根据评价对象所在区域适宜植被生长的气候、土壤等条件进行评价。

②确定适宜性评价的主导因素。以评价对象所在区域的土壤、气候、水源因素，评价对象损毁状况因素及当地自然资源主管部门意见等五个因素，作为评价的主导因素。

③主导因素评价因子的确定。主导因素中土壤因素的评价因子包括有效土层厚度、土壤有机质含量等；气候因素的评价因子包括气候类型、气温等；水源因

素的评价因子包括降雨量、区域水源供给等；损毁状况因素的评价因子包括损毁方式、损毁现状等。

2) 评价单元划分

在矿区土地资源的特性基础上，结合肃南县红尖一带重晶石及多金属矿建设生产对土地资源的破坏情况来划定评价单元。肃南县红尖一带重晶石及多金属矿生态修复范围内，土地损毁类型为挖损损毁、压占损毁，综合考虑各限制因素和项目区自身的特点，在评价单元划分上重点考虑损毁类型、损毁地类、损毁程度，同时考虑复垦时间等因素来划分，使评价趋于合理。尽量保持空间和时间上的统一，在此原则下，生态修复范围划分为挖损损毁单元、压占损毁单元、塌陷损毁单元 3 个一级评价单元，

其中挖损损毁评价单元分为 2 个二级评级单元，为 3039m 主平硐采矿工业场地、矿山道路；压占损毁评价单元分为 5 个二级评价单元，为矿石临时堆场、办公生活区、排土场、回风斜井工业场地、其他采矿用地；塌陷损毁评价单元分为 1 个二级评价单元，为预测地面塌陷。

表 3-21 土地适宜性评价单元类型划分结果表

土地适宜性评价单元类型		面积
一级评价单元	二级评价单元	(hm^2)
挖损损毁	3039m 主平硐采矿工业场地	1.1882
	矿山道路	0.5592
压占损毁	矿石临时堆场	0.7110
	办公生活区	0.2278
	排土场	0.4923
	回风斜井工业场地	0.1000
	其他采矿用地	3.1147
塌陷损毁	预测地面塌陷	22.5085
合计		28.9017

3) 土地复垦适宜性等级评定

①评价参评因素选择

参评因素的选择与评价标准的确定是土地适宜性评价的核心内容之一，直接关系到土地适宜性评价的科学性及评价精度的高低。参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)、《农用地定级规程》(TD/T1005-2003)，《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T1634-2008) 和《耕地后备资源调查与评价技术规程》

(TD/T1007-2003), 借鉴矿山原有复垦经验, 选出土地质地、地形坡度、土壤有机质含量、土地利用现状、地质灾害、灌溉条件、排水条件、岩土污染、有效土层厚度共 9 项参评因子作为土地复垦适宜性的参评指标。

②评价方法选择

本项目采用极限条件法进行土地复垦适宜性等级评定。

③评价体系

采用二级评价体系, 分为土地适宜类和土地质量等, 适宜类分适宜和不适宜, 土地质量等再续分为一等地, 二等地和三等地。

④评价因素等级标准确定

根据相关规程和标准, 结合本地实际情况以及矿山复垦经验, 确定复垦土地适宜性评价的等级评定标准见表 3-22。

表 3-22 土地复垦主要限制因素等级标准表

限制因素及分级指标		耕地评价	林地评价	草地评价
土壤质地	壤土	1	1	1
	粘土、砂壤土	2	2	2
	重粘土、砂土	3	3 或 N	3
	砂质土、砾质	N	N	3 或 N
	石质	N	N	N
地形坡度 (°)	<2	1	1	1
	2-5	2	1	1
	5-8	3	2	1
	8-15	N	2	1
	15-25	N	3	2
	>25	N	3 或 N	3 或 N
土壤有机质含量 (g·kg ⁻¹)	>4%	1	1	1
	4%-3%	1	1	1
	3%-2%	2	2	1
	2%-1%	N	3	2
	0.6-1%	N	3 或 N	3
	<0.6%	N	N	3 或 N
地质灾害危险性程度	良好	1	1	1
	轻度	3 或 N	2	1 或 2
	严重	N	3 或 N	2 或 3
灌溉条件	有稳定灌溉条件	1	1	1
	灌溉水源保证一般	2	1	1
	灌溉水源保证差	3 或 N	2	1

限制因素及分级指标		耕地评价	林地评价	草地评价
	无灌溉水源保证	N	3	3 或 N
排水条件	排水好	1	1	1
	排水一般	2	1	1
	排水差	3 或 N	2 或 3	2
	无	N	3	3 或 N
岩土污染	不	1	1	1
	轻度	N	1	1
	中度	N	3 或 N	1 或 2
	重度	N	N	3 或 N
有效土层厚度 (cm)	>150	1	1	1
	100-150	2	1	1
	60-100	3	2	1
	30-60	3 或 N	3	2
	<30	N	N	2 或 3
注：各分级标准参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T1007-2003) 制定；1、2、3、N 分别表示 1 等、2 等、3 等、不适宜				

⑤土地复垦适宜性等级评定结果与分析

在项目区土地质量调查的基础上，将参评的土地质量与复垦土地主要限制因素的农林牧评定等级标准对比，由限制最大，适宜性等级最低的土地质量参评指标决定该单元的土地适宜性等级。评价指标分析及初评结果见表 3-23、表 3-24。

表 3-23 项目土地复垦评价指标分析表

限制因素及 分级指标	土壤质地	地形坡度 (°)	土壤有机质含量 (%)	地质灾害危险性 程度	灌溉条件	排水 条件	岩土污染	有效土层厚度 (cm)	群众及部门 意见
3039m 主平硐采矿 工业场地	砂壤土	0~20	0.6~1	良好	灌溉水源保证差	排水好	轻度	<30	其他草地
矿石临时堆场	砂壤土	0~5	0.6~1	良好	灌溉水源保证差	排水好	轻度	<30	其他草地
排土场	砂壤土	0~30	0.6~1	良好	灌溉水源保证差	排水好	轻度	<30	其他草地
预测地表塌陷区	砂壤土	0~5	0.6~1	良好	灌溉水源保证差	排水好	轻度	<30	其他草地
其他采矿用地	砂壤土	0~10	0.6~1	良好	灌溉水源保证差	排水好	轻度	<30	其他草地
办公生活区	砂壤土	0~5	0.6~1	良好	灌溉水源保证差	排水好	轻度	<30	其他草地
矿山道路	砂壤土	0~5	0.6~1	良好	灌溉水源保证差	排水好	轻度	<30	其他草地
回风斜井工业场地	砂壤土	0~5	0.6~1	良好	灌溉水源保证差	排水好	轻度	<30	其他草地

表 3-24 复垦适宜性评价结果表

评价单元	土地质量情况	评价类型	适宜性	主要限制因子	最终复垦方向
3039m 主平硐采矿工业场地	砂壤土, 有机质含量 0.6~1%, 有效土层厚度<30cm。	耕地评价	N	土壤质地差、有机质含量较低、灌溉条件差、有效土层厚度薄	其他草地
		林地评价	N		
		草地评价	3		
矿石临时堆场	砂壤土, 有机质含量 0.6~1%, 有效土层厚度<30cm。	耕地评价	N	土壤质地差、有机质含量较低、灌溉条件差、有效土层厚度薄	其他草地
		林地评价	N		
		草地评价	3		
排土场	砂壤土, 有机质含量 0.6~1%, 有效土层厚度<30cm。	耕地评价	N	土壤质地差、有机质含量较低、灌溉条件差、有效土层厚度薄	其他草地
		林地评价	N		
		草地评价	3		
其他采矿用地	砂壤土, 有机质含量 0.6~1%, 有效土层厚度<30cm。	耕地评价	N	土壤质地差、有机质含量较低、灌溉条件差、有效土层厚度薄	其他草地
		林地评价	N		
		草地评价	3		
办公生活区	砂壤土, 有机质含量 0.6~1%, 有效土层厚度<30cm。	耕地评价	N	土壤质地差、有机质含量较低、灌溉条件差、有效土层厚度薄	其他草地
		林地评价	N		
		草地评价	3		
矿山道路	砂壤土, 有机质含量 0.6~1%, 有效土层厚度<30cm。	耕地评价	N	土壤质地差、有机质含量较低、灌溉条件差、有效土层厚度薄	其他草地
		林地评价	N		
		草地评价	3		
回风斜井工业场地	砂壤土, 有机质含量 0.6~1%, 有效土层厚度<30cm。	耕地评价	N	土壤质地差、有机质含量较低、灌溉条件差、有效土层厚度薄	其他草地
		林地评价	N		
		草地评价	3		

⑥土地复垦适宜性等级评定结果与复垦方向的最终确定

该项目地处祁连山高寒半干旱区，属高原荒漠一半荒漠气候和高山寒漠气候，气候干冷、降雨量少，区内地下水埋深较大，土壤以灰钙土为主，土壤熟化程度低，有机质及营养成分含量少，缺乏团粒结构，肥力较差，抗侵蚀性能差。

综上所述，区内植被不易成活，按适宜性评价标准评价属三等或不适宜，土地质量划分为三等地。复垦义务单位以走访、座谈的方式了解和听取了相关土地权利人和自然资源局等相关职能部门的意见，建议复垦尽量恢复原有地类。

根据方案编制相关要求，土地复垦质量制定不宜低于原土地利用类型的土壤质量与生产力水平，因此本次方案采取原地复垦的方式保证其他草地面积不低于原有水平。

根据上述，本次方案确定复垦方向为其他草地。

表 3-25 复垦前后土地利用类型对比表

复垦单元	损毁原地类		生态修复目标		复垦前后面积 增减比例 (%)
	土地类型	面积 (hm ²)	土地类型	面积 (hm ²)	
3039m 主平硐采矿工业场地	其他草地	/	其他草地	1.1882	100
	采矿用地	1.1882	采矿用地	/	-100
	小计	1.1882	小计	1.1882	0
矿石临时堆场	其他草地	/	其他草地	0.7110	100
	采矿用地	0.7110	采矿用地	/	-100
	小计	0.7110	小计	0.7110	0
办公生活区	其他草地	/	其他草地	0.2278	100
	采矿用地	0.2278	采矿用地	/	-100
	小计	0.2278	小计	0.2278	0
排土场	其他草地	/	其他草地	0.4923	100
	采矿用地	0.4923	采矿用地	/	-100
	小计	0.4923	小计	0.4923	0
矿山道路	其他草地	0.3270	其他草地	0.5592	71
	采矿用地	0.1560	采矿用地	/	-100
	农村道路	0.0762	农村道路	/	-100
	小计	0.5592	小计	0.5592	0
回风斜井工业场地	其他草地	0.1000	其他草地	0.1000	0
其他采矿用地	其他草地	/	其他草地	3.1147	100
	采矿用地	3.1147	采矿用地	/	-100
	小计	3.1147	小计	3.1147	0

复垦单元	损毁原地类		生态修复目标		复垦前后面积
	土地类型	面积 (hm ²)	土地类型	面积 (hm ²)	增减比例 (%)
预测地表塌陷区	其他草地	22.5085	其他草地	22.5085	0
总计	其他草地	22.9355	其他草地	28.9017	26
	采矿用地	5.8900	采矿用地	/	-100
	农村道路	0.0762	农村道路	/	-100
	合计	28.9017	小计	28.9017	0

3、水土资源平衡分析

1) 水土资源条件

①水资源条件

项目区雨季降雨量较为充沛，年平均降水量 300mm~500mm，多集中在 6~8 月份，占年降水量的 70%以上。采用播撒草籽的方式进行植被重建，选择矿区雨季、土壤墒情好时播种，即选择 6~8 月播撒草籽，矿区复垦选择耐旱性强的披碱草、老芒麦、早熟禾，雨季降水量基本满足矿区复垦的要求。

复垦植被灌溉、生态补水水源为大气降雨，应严格落实地下水禁采管控要求，复垦全过程及后期管护阶段不得新增地下水开采取水工程，严禁抽取基岩裂隙水、沟谷孔隙水用于植被养护。

②土地资源条件

根据现场调查，该矿山已损毁及拟损毁土地类型为其他草地、采矿用地，矿山土地复垦目标地类为其他草地。

根据前述，生态修复责任范围包括 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、预测地面塌陷区、其他采矿用地、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地，总面积为 28.9017hm²。其中预测地面塌陷范围面积为 22.5085hm²，仅充填地裂缝后保持原地类，不再单独复垦，因此最终复垦区域面积为 6.3932hm²。

矿区植被覆盖度较低，该区表层有效土层厚度在 0~20cm 之间，实际可剥离表土极为有限；因矿区位于祁连山保护区外围，严禁私自取土，破坏生态环境，且矿区距离城镇较远，没有客土来源，因此覆土工程在复垦区无法实施。因此本方案选择采用自然恢复的方式开展植被重建工程，复垦区的土壤比较贫瘠，有机质含量较低，缺乏必要的营养元素和有机质，需要人工施肥，主要措施是拌施有机肥，施肥标准 1.5t/hm²。通过土壤培肥等可以满足复垦要求。

2) 土地复垦质量要求

土地复垦质量要求结合矿山实际严格按照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）表 D.9 西北干旱区土地复垦质量控制标准以及《甘肃省非金属类矿山土地复垦与生态修复技术规范》（DB 62T 5034-2024）附录 H 表 H.5 祁连山段高寒半干旱半湿润复垦修复质量控制标准执行。

表 3-26 其他草地土地复垦质量控制标准

复垦方向	指标类型	基本指标	控制标准
其他草地	土壤质量	有效土层厚度（cm）	≥20
		土壤容重（g/cm ³ ）	≤1.5
		土壤质地	砂土至砂质粘土
		砾石含量（%）	≤50
		pH 值	6.5-8.5
		有机质（%）	≥0.5
	配套设施	灌溉	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（%）	≥15
		产量（kg/hm ² ）	五年后达周边地区同等土地利用类型水平

根据上述分析，该项目水源稳定可靠，土壤培肥方式技术上可行，通过地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建等修复措施，可达到《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中西北干旱区土地复垦质量控制标准及《甘肃省非金属类矿山土地复垦与生态修复技术规范》（DB 62T 5034-2024）附录 H 表 H.5 祁连山段高寒半干旱半湿润复垦修复质量控制标准，则土地复垦、植被恢复从技术层面出发是可行的。

根据上述分析，该项目水源稳定可靠，土壤培肥方式技术上可行，通过地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建等修复措施，可达到《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中西北干旱区土地复垦质量控制标准及《甘肃省非金属类矿山土地复垦与生态修复技术规范》（DB 62T 5034-2024）附录 H 表 H.5 祁连山段高寒半干旱半湿润复垦修复质量控制标准，则土地复垦、植被恢复从技术层面出发是可行的。

(三) “边开采、边修复” 可行性分析

1、开采设计

矿床的开采方式为地下开采，中段间由上至下开采，能够按中段划分“开采作业区”和“修复作业区”的物理边界，避免开采扰动破坏待修复区域。

通过本次方案编制可以明确各阶段修复的范围、标准、资金来源，将修复工程纳入矿山建设的整体工期，具备实施条件。

2、开采进度

开采进度计划划分了阶段性目标、预留了弹性调整空间，每个阶段开采完成后，有明确的停工或转场窗口期，用于开展修复作业。

3、采矿用地周期

采矿用地的权属明确，明确了修复后的土地移交标准和时限，具备实施保障。

4、生态问题

该项目位于非生态敏感区（不涉及水源地、自然保护区、重要基础设施等敏感目标），水土流失、植被破坏等问题可通过常规修复措施解决；开采引发的生态问题以轻度水土流失、表层植被破坏为主，可通过边坡防护、撒播草籽等措施在短期内控制和修复。

综上所述，该项目具备“边开采、边修复”条件。

三、生态修复分区及修复时序安排

(一)生态修复分区

本项目生态修复区包括 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、预测地面塌陷区、其他采矿用地、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地，总面积为 28.9017hm²。

在矿山地质环境现状评估、预测评估的结果基础上，选取地质灾害危害性、含水层破坏、水土环境污染、地形地貌景观影响、土地资源破坏等要素，结合治理措施及治理后地类进行分区，具体分级分区方案如下：

表 3-27 矿山生态修复分区表

分区	面积 (hm ²)	防治程度	防治措施	占比 (%)
3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场复垦为其他草地；地表移动范围保留现状区 (A)	24.9	生态修复重点防治区 (I)	产生变形采取回填措施；复垦为其他草地；监测及管护	86.15%
其他采矿用地复垦为其他草地 (B)	3.1147	生态修复次重点防治区 (II)	复垦为其他草地；监测及管护	10.78%
办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地复垦为其他草地 (C)	0.887	生态修复一般防治区 (III)	复垦为其他草地；监测及管护	3.07%

(二) 生态修复时序安排

矿山生态修复时序分为三个阶段：生产期（2025 年～2042 年）、治理及管护期（2043 年～2046 年）。具体治理内容详见本方案第六章第三节。

四、采矿用地与复垦修复安排

经统计，该项目采矿影响范围内其他采矿用地面积为 3.1147hm²，本次方案根据生态修复时序安排拟在生产期对其他采矿用地进行复垦修复。

生产期第一年对其他采矿用地进行复垦修复，对复垦其他草地进行管护；治理期对所有场地进行复垦修复，对复垦其他草地进行管护。详见表 3-28、表 3-29。

本项目不涉及新增用地与复垦修复存量采矿用地相挂钩情况，不涉及临时占用农用地情况。

表 3-28 矿区生态修复目标及土地利用变化表

一级地类		二级地类		损毁前		复垦后		面积增减 (hm ²)
编码	名称	编码	名称	面积 (hm ²)	质量	面积 (hm ²)	质量	
04	草地	0404	其他草地	22.9355	一般	28.9017	良好	5.9662
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	5.8900	劣	/	/	-5.89
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0762	一般	/	/	-0.0762
合计				28.9017		28.9017		0

表 3-29 矿区用地与复垦修复计划表

原地类	范围	面积 (hm ²)	质量	是否为 临时用地	批准（计划） 使用期限	目标 地类	范围	面积 (hm ²)	质量	批准（计划） 修复期限
其他草地	已损毁+ 拟损毁	22.9355	一般	否	2025-2046 年	其他草地	已损毁+ 拟损毁	22.9355	良好	2043 年
采矿用地	已损毁	5.89	劣	否	2025-2046 年	其他草地	已损毁	5.89	良好	2025 年、2043 年
农村道路	已损毁	0.0762	一般	否	2025-2046 年	其他草地	已损毁	0.0762	良好	2043 年

第四章 矿区生态修复措施与工程

一、保护与预防控制措施

(一)敏感目标保护

根据《肃南县自然资源局关于肃南县红尖一带重晶石及多金属矿土地权属性质的函》，肃南县红尖一带重晶石及多金属矿采矿权范围内不涉及生态保护红线，不在城镇开发边界内；采矿影响范围内不涉及永久基本农田、生态保护红线。

采矿影响范围内不涉及耕地、水源地、天然草原、公益林、自然保护区、地质遗迹、水系、珍贵物种、古树名木、矿业遗迹重要基础设施等需要保护的敏感目标。

(二)表土剥离与植被移植利用

矿区植被覆盖度 15%~30%，植被覆盖度较低，表层有效土层厚度在 0~20cm 之间，表土资源贫乏。矿山为生产矿山，后期无新建工业场地，不再进行表土剥离，无新增表土来源。

本方案亦考虑从矿区其他区域(未扰动区)剥离土壤或风化岩石来改良土壤，但矿区位于祁连山保护区外围，严禁私自取土，且会造成新的土地资源和植被损毁。矿区距离城镇较远，没有客土来源，因此覆土工程在复垦区无法实施。因此本方案选择采用自然恢复的方式开展植被重建工程，复垦区的土壤比较贫瘠，有机质含量较低，缺乏必要的营养元素和有机质，需要人工施肥，主要措施是拌施有机肥，施肥标准 $1.5\text{t}/\text{hm}^2$ 。通过土壤培肥等可以满足复垦要求。

综上所述，该项目不涉及表土剥离工程及植被移植利用。

(三)相关协同措施

参照《地质灾害防治条例》、《矿山地质环境保护规定》、《土地复垦条例》等相关文件要求，初步考虑以下必要的预防控制措施：

1、地质灾害预防措施

地质灾害的防治应本着“预防为主、避让与防治相结合”的原则，把灾害的损失减少到最低水平，保证矿山的生产安全。在矿山生产过程中，必须加强地质环境保护，尽量减轻人类工程对地质环境的不利影响，避免和减少可能会引发矿山地质灾害的行为，尽可能避免引发或加剧地质灾害的发生。

根据“矿山地质灾害现状及预测”结果，预测地质灾害主要为地下采矿活动引起的地面塌陷问题。针对地面塌陷和伴生地裂缝，通过预留保安矿柱、采用充填法进行开采作业等措施进行预防。

在预测地面塌陷周围设置警示牌，防止矿区工作人员及周边居民等误入危险区，避免不必要的损失。

警示牌采用规格为 40*60cm 的镀锌铁皮，安全警示内容为“当心崩塌”、“当心滑坡”、“地面塌陷区，严禁入内”、“当心裂缝”等。警示牌样式如图 4-1 所示。

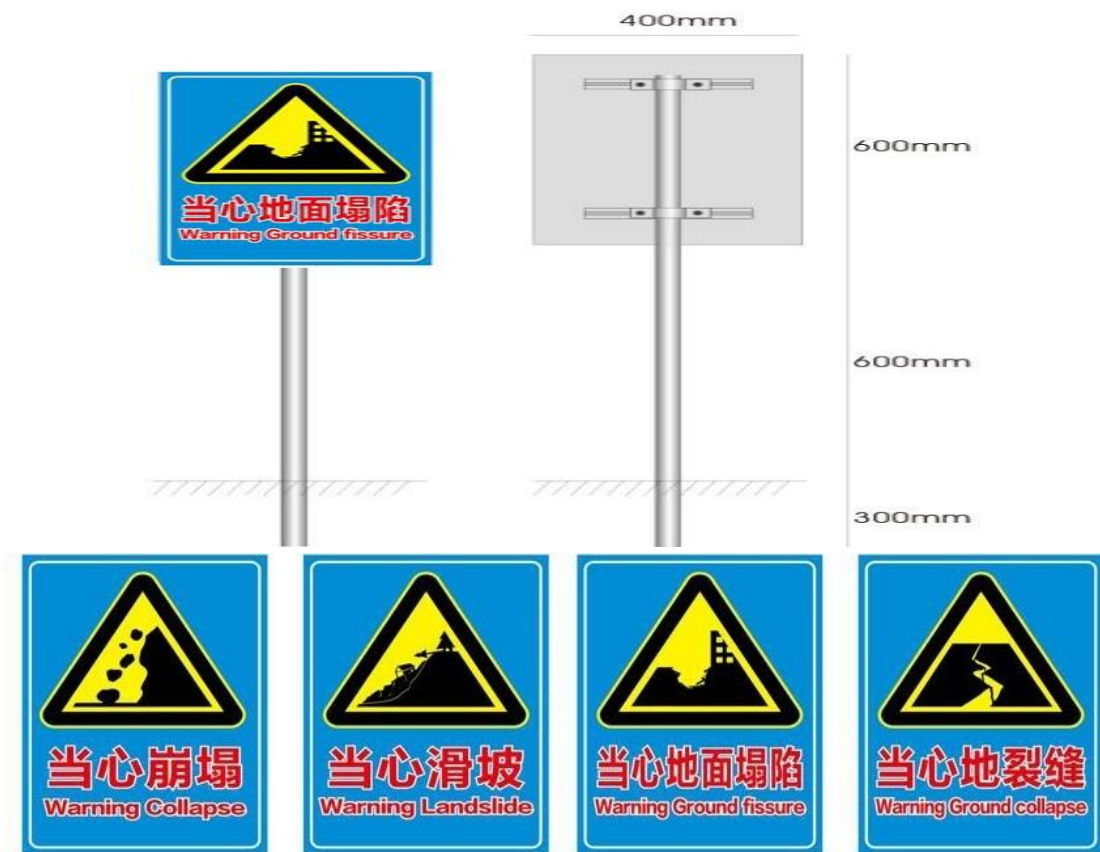


图 4-1 警示牌示意图

根据预测地面塌陷范围，地面塌陷区需设置警示牌 10 块，另外在矿石临时堆场和排土场分别增设警示牌 2 块，警示牌共计 14 块。

2、水土流失预防措施

1) 工程措施

工程措施主要包括土壤改良措施等，该项目修复前对退化土壤进行培肥等，提升土壤保肥能力，适配区内植被生长。

2) 生物、节水措施

生物措施主要包括植被优选与配置等，该项目选择草种为披碱草、老芒麦、早熟禾，这几种草种具有耐寒、耐旱、耐瘠薄特点，植被种植时间选择雨季，利用雨季降水进行植被恢复。

3、环境污染预防措施

环境污染主要包括地下水环境污染、土壤环境污染、大气扬尘污染、固废污染。

1) 水土环境污染

生产过程中采矿废水处理达标后回用，生活污水经一体化设备处理达标后用于厂区洒水降尘等，生产废水、生活污水均不外排。矿石、废石化学成分稳定，不易析出对人体、环境有害的物质。

2) 大气与固废污染

开采、运输环节采用喷淋降尘、车辆冲洗、密闭运输等措施；后期废石用于采空区回填。

4、修复治理措施

根据现状问题识别与受损预测分析结果，初步考虑该项目通过地貌重塑、土壤重构、植被重建、景观营建等措施开展修复治理工作。

5、安全施工保障措施

生态修复工程需与矿山开采作业同步推进，需明确施工边界与安全管控要求，避免采修冲突。

1) 作业区域隔离管控

划分“开采作业区、修复作业区、安全缓冲区”，设置物理隔离带和警示标识；开采与修复作业采用“分区交替、时序错峰”模式，同一区域严禁同时开展开采与修复施工。

2) 施工安全技术保障

修复施工前开展地质灾害风险评估，对高风险区域先加固再施工；大风天气暂停土方作业，避免扬尘扩散；植被修复区严禁明火，配备消防设备；夏季高温时段调整作业时间，保障施工人员安全。

二、修复措施

(一) 地貌重塑

1、地面塌陷治理

塌陷裂缝是塌陷区地表变形的形式，根据裂缝的尺寸，通过自然恢复或人工夯填对塌陷裂缝进行治理，地面塌陷夯填土方量为 5125m^3 。

2、硐口、井口治理

本项目共设平硐口 1 个、回风斜井硐口 1 个，矿山闭坑后为了保证安全、恢复地形地貌景观，对硐口进行封堵治理，硐口封堵工程量为 13.92m^3 。

3、拆除工程

本方案拆除工程是对 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、办公生活区、回风斜井工业场地的建构筑物的拆除，拆除采用机械拆除方式，拆除后进行废弃物分类，对钢材和保温材料进行分类回收，建筑构筑物及硬化地面总拆除工程量为 1795m^3 ，拆除的建筑垃圾、地面硬化垃圾由矿业权人组织车辆拉运至祁青工业集中区建筑垃圾填埋场填埋处理，运距约 20km。

4、土地平整工程

土地平整是土地整理工程的一项重要内容，土地平整的中心任务是通过平整，使土地更适合种植或进行其他工程的布局。在进行土地平整设计时，应在满足要求的基础上，合理调配土方，尽量保持平整单元内的挖填方平衡，以减少运土工程量，平整面积为 63932m^2 、平整土方量为 12786m^3 。

(二) 土壤重构

矿区实际植被覆盖度较低，该区表层有效土层厚度在 0~20cm 之间，实际可剥离表土极为有限；因矿区位于祁连山保护区外围，严禁私自取土，破坏生态环境，且矿区距离城镇较远，没有客土来源，因此覆土工程在复垦区无法实施。因此本方案选择采用自然恢复的方式进行植被重建。

复垦范围包括 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、其他采矿用地、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地，复垦面积为 6.3932hm²。复垦区的土壤比较贫瘠，有机质含量较低，缺乏必要的营养元素和有机质，需要人工施肥，主要措施是拌施有机肥，施肥面积 6.3932hm²、施肥量为 9.59t。

(三) 植被重建

本项目复垦目标地类为其他草地，根据矿区所处的地理位置、气候条件等因素，主要考虑种植适应能力强、耐寒、耐旱、耐瘠薄、有固氮能力、根系发达、有较高生长速度、播种较容易、成活率高的草种进行种植。

草种选择符合《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB/T 43933-2024)要求，参考肃南县草原修复经验，选择披碱草、老芒麦、早熟禾（比例：4:3:3）进行混播复垦，披碱草负责快速占领空间，老芒麦提供生物量，早熟禾负责“锁住”土壤，这三者混播能构建“上疏下密”的立体植被结构，比单播具有更强的生态稳定性和抗逆性。肃南县本身就在天然草原修复中大量使用这几种草种，它们适应当地土壤（包括轻度盐碱/重金属胁迫），不会造成生态入侵。

由于没有覆土来源，选择采用自然恢复的方式进行植被重建，项目区雨季降雨量较为充沛，年平均降水量 300mm~500mm，多集中在 6~8 月份，占年降水量的 70%以上。采用播撒草籽的方式，选择矿区雨季、土壤墒情好时播种，即选择 6~8 月播撒草籽。

(四) 景观营建

通过上述地貌重塑、土壤重构、植被重建工程可将损毁土地恢复至本方案提出的复垦目标地类，不再重复设计景观营建工程。

三、工程内容

(一)地面塌陷治理

塌陷裂缝是塌陷区地表变形的主要形式，根据地裂缝的尺寸，本方案确定裂缝区复垦工程分为自然恢复和人工治理两种途径。

自然恢复：裂缝宽度小于 10cm，以自然恢复为主，10cm 以下的裂缝对地表植被影响有限，借助风沉积、雨水冲击等自然动力，这类裂缝在较短时间内可以恢复。

人工治理：裂缝宽度大于 10cm，采用人工就近挖取高处土石方直接充填，并将地块挖高填低进行平整。这种方法土方工程量小，土壤的理化性质扰动较小。裂缝回填工序：裂缝处表层土剥离和存放→裂缝充填→表土回覆。

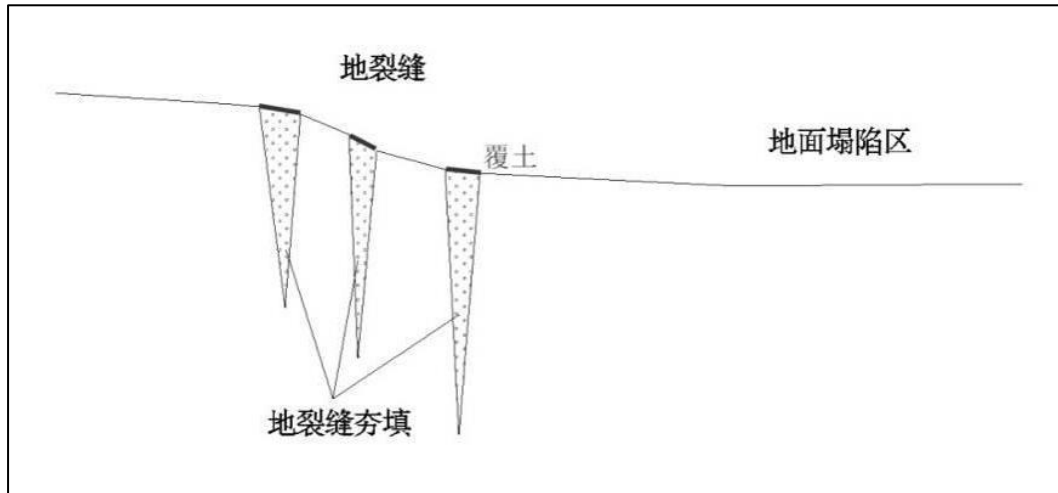


图 4-2 地裂缝充填示意图

按照不同类型强度类型的地裂缝情况，其充填方量的工程量也不尽相同。设地裂缝宽度为 a （单位：m），则地裂缝可见深度为 W （单位：m）计算时可采用以下经验公式进行计算：

$$w = 10\sqrt{a}$$

设塌陷裂缝的间距为 C （单位：m），每公顷土地的裂缝系数为 n ，则每公顷面积塌陷裂缝的长度 U （单位：m）可按以下经验公式进行计算：

$$U=10000n/C$$

每公顷塌陷地裂缝填充土石方量 V （单位：m³/hm²）可按下列经验公式计算：

$$V=0.5aUW$$

设图斑面积为 F （单位：hm²），每一图斑塌陷裂缝充填土石方量 M_{vi} （单位：m³）可按下列公式计算：

$$Mvi=VF$$

根据工程地质类比分析，裂缝破坏的程度分为轻度、中度、重度三种类型，其技术参数见表 4-1。

表 4-1 地裂缝破坏程度类型计算表

破坏程度	裂缝宽度	裂缝间距	裂缝系数	裂缝深度	裂缝长度	公顷土石方量
	a	C	n	W	U	V
	m	m		m	m	m ³ /hm ²
轻度	0.1	50	1.5	3.2	300	47
中度	0.2	40	2	4.5	500	224
重度	0.3	30	2.5	5.5	833	685

本方案预测地面塌陷面积为 22.5085hm²，据上述计算公式及参数，破坏程度按轻、中、重度比例 5:3:2 计算，估算地面塌陷夯填土方量为 5125m³。

(二) 硐口治理

本项目共有硐口 2 个。开采结束后为保证安全、恢复地形地貌景观，本方案设计闭坑后将其全部封闭。

硐口采用 M10 浆砌块石封堵，（预留排水通道），封堵厚度 1.0m，硐口封闭见图 4-3。

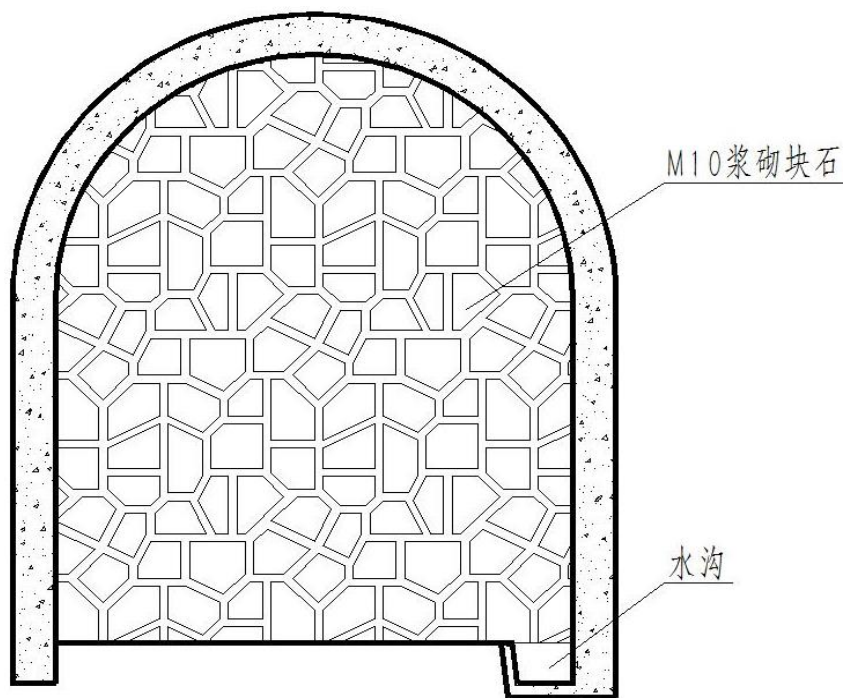


图 4-3 硐口封闭示意图

根据上述，硐口封堵工程量为 13.92m³。

(三) 拆除工程

建筑物拆除指在矿山生态修复时将建设场地地面建筑、地下基础进行拆除，对拆除建筑垃圾进行清运。本项目主要建构筑物区域主要为采矿工业场地、生活办公区、矿石临时堆场、回风斜井工业场地及矿山道路，本方案拆除体积根据现场统计结果进行计算，总拆除量为 2216m³，拆除的建筑垃圾、硬化场地垃圾由矿业权人组织车辆拉运至祁青工业集中区建筑垃圾填埋场填埋处理，运距约 20km。

表 4-2 各复垦场地拆除工程量表

时期	复垦场地	建筑垃圾、硬化垃圾拆除量 (m ³)
治理期	3039m 主平硐采矿工业场地	823
	矿石临时堆场	328
	办公生活区	737
	矿山道路	258
	回风斜井工业场地	69
	合计	2216

(四) 土地平整工程

平整范围包括 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、其他采矿用地、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地，平整工程采用马力履带式推土机粗平、拖拉机带刮平架精平进行平整，平整要求根据复垦方向和复垦质量要求，结合项目特征，尽量利用自然地势，平均平整厚度为 0.20m，平整压实总土方量为 12786m³。土地平整工程量见表 4-3。

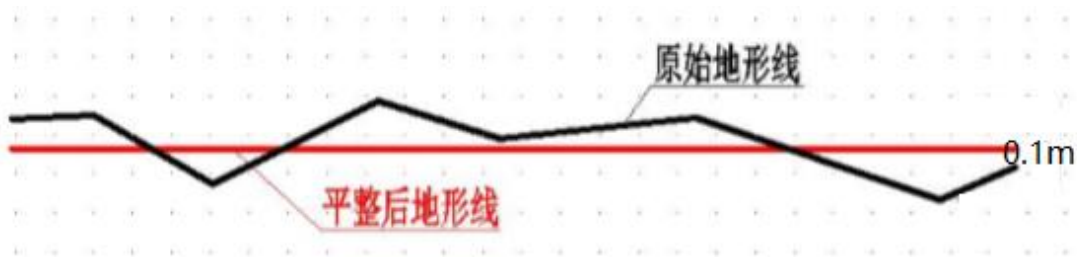


图 4-4 土地平整示意图

表 4-3 各复垦场地平整工程量表

时期	复垦场地	平整面积 (m ²)	平整土方量 (m ³)
生产期	其他采矿用地	31147	6229
治理期	3039m 主平硐采矿工业场地	11882	2376
	矿石临时堆场	7110	1422
	办公生活区	2278	456
	排土场	4923	985
	矿山道路	5592	1118
	回风斜井工业场地	1000	200
	合计	63932	12786

(五) 土地培肥

本方案选择采用自然恢复的方式开展植被重建工程,复垦区的土壤比较贫瘠,有机质含量较低,缺乏必要的营养元素和有机质,需要人工施肥,通过土壤培肥等可以满足复垦要求。最终确定有机肥施用量为 1.5t/hm²,施肥量共计 9.59t。

表 4-4 各复垦场地施肥量表

时期	复垦场地	施肥面积 (hm ²)	施肥量 (t)
生产期	其他采矿用地	3.1147	4.67
治理期	3039m 主平硐采矿工业场地	1.1882	1.78
	矿石临时堆场	0.7110	1.07
	办公生活区	0.2278	0.34
	排土场	0.4923	0.74
	矿山道路	0.5592	0.84
	回风斜井工业场地	0.1000	0.15
	合计	6.3932	9.59

(六) 植被重建工程

根据前述,本项目复垦方向为其他草地,采用草种为披碱草、老芒麦、早熟禾,采用播撒草籽的方式,选择矿区雨季、土壤墒情好时播种,即选择 6~8 月播撒草籽。

披碱草负责快速占领空间,老芒麦提供生物量,早熟禾负责“锁住”土壤,这三者混播能构建“上疏下密”的立体植被结构,可以构建较强的生态稳定性和抗逆性。肃南县本身就在天然草原修复中大量使用这几种草种,它们适应当地土壤(包括轻度盐碱/重金属胁迫),不会造成生态入侵。

披碱草、老芒麦、早熟禾的配比确定为 4:3:3，草籽播种量为 40kg/hm²。植被重建工程量见表 4-5。

表 4-5 各场地植被重建工程量

时期	分区	种草面积 (hm ²)	撒播草籽量 (kg)
生产期	其他采矿用地	3.1147	124.59
治理期	3039m 主平硐采矿工业场地	1.1882	47.53
	矿石临时堆场	0.7110	28.44
	办公生活区	0.2278	9.11
	排土场	0.4923	19.69
	矿山道路	0.5592	22.37
	回风斜井工业场地	0.1000	4.00
合计		6.3932	255.73

(七) 修复总工程量

生态修复总工程量见表 4-6。

表 4-6 生态修复总工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	保护与预防控制措施		
(一)	预测地面塌陷区		
1	警示牌	块	10
(二)	矿石临时堆场		
1	警示牌	块	2
(三)	排土场		
1	警示牌	块	2
二	地貌重塑工程		
(一)	地面塌陷治理		
1	裂缝夯填		
(1)	人工挖土夯填	m ³	5125
(二)	硐口治理		
1	硐口封堵		
(1)	浆砌块石	m ³	13.92
(三)	拆除工程		
1	建构筑物及地下基础拆除	m ³	2216
2	建筑垃圾清运	m ³	2216
(四)	土地平整工程		
1	土地平整	m ²	63932
2	推土机推土	m ³	12786

序号	工程名称	单位	工程量
三	土壤重构工程		
(一)	土地培肥	t	9.59
四	植被重建工程		
(一)	其他草地		
1	草籽播种	hm ²	6.3932

第五章 监测和管护

一、监测目标与措施

(一) 目标任务

矿山建设及采矿活动可能引发或加剧地质灾害、破坏土地资源及生态系统。在矿山开采过程中，为切实加强矿山地质环境保护，督促落实土地复垦责任，保障复垦能够按时、保质、保量完成，预防发生重大事故和减少对土地造成损毁，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，制定土地损毁和复垦效果监测的措施。本项目监测范围包括矿产资源开采区、采矿影响区及参照生态系统。

建立专职矿山生态修复监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业生态修复监测工作。矿山生态修复监测主要包括矿山地质环境、土地复垦两个部分。

(二) 拟采取的监测措施

1、矿山地质环境监测

矿山地质环境监测主要包括地质灾害监测、含水层破坏监测及地形地貌景观监测、水土环境污染监测四个部分。

根据《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015)，矿业活动影响范围内无水利水电工程、自然保护区、旅游景区、分散式供水水源地等，矿业活动影响对象重要程度为一般，生产阶段为生产，矿山规模为 $35.1 \times 10^4 \text{t/a}$ ，属中型规模，确定监测级别为三级。详见表 5-1。

表 5-1 矿山地质环境监测级别表

生产阶段	矿业活动 影响对象 重要程度	开采方式	矿山生产建设规模		
			大型	中型	小型
在建	重要		一级	二级	三级
	较重要		二级	三级	三级
	一般		三级	三级	三级
生产	重要	混合	一级	一级	一级
		露天	一级	一级	二级
		井下	一级	二级	二级
	较重要	混合	一级	一级	二级
		露天	一级	二级	二级
		井下	二级	二级	三级
	一般	混合	一级	二级	二级
		露天	二级	二级	三级
		井下	二级	三级	三级
闭坑	重要		二级	二级	三级
	较重要		二级	三级	三级
	一般		三级	三级	三级

1) 地质灾害监测

①监测内容

针对矿山地下开采可能引发的地面塌陷进行监测，监测内容包括地表形变、塌陷值、裂缝发育等。

②监测方法

根据预测地面塌陷范围，采用井字型设立监测点，监测点间距 200m，本次方案布设 10 个监测点，通过采用 GNSS 定位系统自动监测的方式进行监测。

监测点坐标见表 5-2。

③监测频率

地面塌陷监测频率为每年每点 12 次。生产及塌陷沉稳期监测 18 年，共监测 2160 次；治理及管护期监测 4 年，共监测 480 次。

表 5-2 塌陷区地表监测点布置表

点号	2000 国家大地坐标系		位置	备注
	X	Y		
T1			移动带北侧、回风斜井工业场地西侧	矿权内、移动带内
T2			移动带北侧、回风斜井工业场地附近	矿权内、移动带内
T3			移动带中部	矿权内、移动带内

点号	2000 国家大地坐标系		位置	备注
	X	Y		
T4			移动带中部	矿权内、移动带内
T5			移动带东侧，靠近矿区道路	矿权内、移动带内
T6			移动带西侧	矿权内、移动带内
T7			移动带东南侧	矿权内、移动带内
T8			移动带东侧	矿权内、移动带外
T9			移动带南侧	矿权内、移动带内
T10			移动带西南侧	矿权内、移动带外

2) 含水层破坏监测

①监测内容

建立地下水环境监测系统对含水层进行监测，监测内容包括地下水位监测、地下水量监测及地下水水质监测。

②监测方法

利用已有水文地质钻孔设置长期地下水监测点 1 个，排土场下游设置地下水监测点 1 个，矿区上游地下水背景值监测井 1 个、矿石堆场下游监测井 1 个，共设置监测点 4 个，地下水位采用测绳加万用表法监测，地下水量通过抽水试验监测，地下水水质采取定期取样送专业化验室做常规监测，主要监测项目为 pH、氨氮、硝酸盐、亚硝酸盐、硫化物、挥发酚类、溶解性总固体、硫酸盐、氯化物、氰化物、氟化物、总硬度、六价铬、汞、砷、铅、镉、铜、锌、银、镍、钠等 22 项水质指标。

③监测频率

地下水环境监测频率为每年每点 4 次。生产期监测 18 年，共监测地下水位、水量、水质各 288 点·次；治理管护期及闭坑稳定期合计监测 6 年，共监测地下水位、水量、水质各 96 点·次。

3) 地形地貌景观监测

①监测内容

主要监测 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、预测地面塌陷区、其他采矿用地、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地的地形地貌变化情况。

②监测方法

根据矿山各地表工业场地布设及工程活动情况,主要通过无人机拍摄采矿影响范围影像进行监测。

③监测频率

地形地貌景观监测频率为每年 4 次。生产期监测 18 年,共监测 72 次;治理及管护期监测 4 年,共监测 16 次。

2、土地资源监测

1) 土地损毁监测

①监测内容

在矿山生产过程中,对可能造成损毁的土地进行监测,包括损毁土地位置、面积等。

②监测方法

根据矿山各地表工业场地布设及工程活动情况,主要通过无人机拍摄采矿影响范围影像进行监测。

③监测频率

土地损毁监测频率为每年 4 次。生产期监测 18 年,共监测 72 次;治理及管护期监测 4 年,共监测 16 次。

2) 复垦后土壤质量监测

①监测内容

复垦后对复垦区域土壤进行监测,包括有效土层厚度、土壤质量等。

②监测方法

有效土层厚度采取人工测量的方式进行监测;土壤质量监测采取土壤送检的方法进行监测,主要监测项目为酸碱度、有机质含量、有效磷含量、有效钾含量、全氮含量等。生产期设置监测点 1 个,主要针对修复后的其他采矿用地;治理及管护期设置监测点 6 个,主要针对修复后的 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地。

③监测频率

复垦后有效土层厚度、土壤质量监测频率为每年 2 次,监测期限为复垦后 3 年。生产期共监测 6 点·次;治理及管护期共监测 36 点·次。

3、生态系统监测

1) 植被损毁监测

①监测内容

主要监测现有 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、其他采矿用地、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地及预测地面塌陷区的植被损毁情况，包括损毁位置、面积等。

②监测方法

根据矿山各地表工业场地布设及工程活动情况，主要采用无人机拍摄采矿影响范围影像，通过损毁前后影像对比结合人工巡查进行监测。

③监测频率

植被损毁监测频率为每年 4 次。生产期监测 18 年，共监测 72 次；治理及管护期监测 4 年，共监测 16 次。

2) 植被恢复监测

①监测内容

复垦后对复垦区域植被进行监测，包括植被成活率、覆盖度等。

②监测方法

根据矿山地表工程活动情况及复垦修复情况，主要采用无人机拍摄采矿影响范围影像，通过复垦前后影像对比结合人工巡查进行监测。生产期设置监测点 1 个，主要针对修复后的其他采矿用地；管护期设置监测点 6 个，主要针对修复后的 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地。

③监测频率

复垦后植被成活率、覆盖度监测频率为每年 4 次，监测期限为复垦后 3 年。生产期共监测 12 次；治理及管护期共监测 12 次。

3) 水土环境污染监测

①监测内容

水污染监测已在含水层监测中进行了部署，此处主要针对土壤污染进行监测工作，主要监测土壤污染物。监测项目包括 pH、铜、锌、铅、镉、铬、镍、砷、汞等指标。

②监测方法

土壤污染监测采取土壤送检的方法进行监测，主要监测项目为 pH 值、氨氮、重金属、石油类等。共设置土壤监测点 3 个，包括排土场、采矿工业场地及矿石临时堆场。

③监测频率

土壤污染监测频率为每年 2 次。生产期监测 18 年，共监测 108 次；治理及管护期监测 4 年，共监测 24 次。

二、管护目标与措施

植被的管护对于复垦工作的成效具有重要影响，本项目管护对象为复垦修复的其他草地。结合项目区实际土地损毁时序和复垦工作安排，制定本方案管护措施。

为了使复垦后的植被能够更好的存活和生长，必须设计必要的管护措施。本方案设计采取复垦后专人看护的管护模式。管护工作包括破除地表板结、补苗、打药等日常管理。管护工作开始时间为复垦完成后，管护时间为 3 年。管护工程需要配备 2 名管护工人，每季度进行 1 次全面管护。

(一)其他草地管护措施

- 1、草种选择耐寒、耐旱、耐瘠薄的披碱草、老芒麦、早熟禾，比例为 4:3:3，土地破坏前、破坏中及破坏后对矿区进行种草。
- 2、选择雨季撒播，出苗后对缺苗地方及时补种。
- 3、在管护期内逐年对复垦区成活率不高的区域进行补种措施。
- 4、专人看管，防止人畜践踏，发现病虫害及时防治，避免蔓延。
- 5、每年汛后或每次较大暴雨后，应派专人检查，及时发现问题，及时采取补救措施。

(二)管护制度

矿山企业应重视管护工作的落实，设置管护专职管理机构，配备相关管理干部及管护工人，责任层层落实到人，管理科学，费用到位，奖惩分明。

首先由矿山企业成立管护大队，队长由矿山企业指定专人负责，管护人员数量由管护大队根据项目区管护面积大小确定。管护人员要选择责任心强、敢抓敢管、素质较高的职工担任，由矿山企业审查聘任。

管护人员的职责：巡逻护草，承担管护区的工程设施、标牌、植被等不被人为损毁和牲畜践踏。了解观察复垦植被成活率，观察记录复垦植被病虫害、缺肥症状情况。宣传国家有关保护生态的法律法规、规章。制止违反本办法及其他损毁生态的行为，并及时报告当地林草管护主管部门，做到不失控、不隐瞒。有权要求当地有关部门对损毁生态资源的行为进行查处，并协助办理生态违法案件。

要建立健全管护监督检查制度，矿山企业主管土地复垦工作人员定期对管护工作进行检查、评估，并将结果予以通报。管护费用按期发放到位，管护人员和管理干部工资由管护费用中提取，并制定适当的奖励和惩罚细则，对不合格的管护人员进行辞退或更换，以保障管护工作的顺利实施。

三、工程量

(一) 监测工程量

矿山地质环境、土地资源、生态系统监测工程量见表 5-3。

表 5-3 矿山地质环境监测工程量统计表

监测对象	监测内容	监测指标	监测频次	工程量（次）
矿山开采中（生产期 18 年）				
矿山地质环境	地质灾害监测（地面塌陷）	地表形变	12 次/年	180
		塌陷值	12 次/年	180
		裂缝发育	12 次/年	180
	含水层破坏监测	地下水位	2 点. 次/年	288
		地下水量	2 点. 次/年	288
		地下水水质	2 点. 次/年	288
	地形地貌景观监测	原始地形地貌变化	4 次/年	72
土地资源	土地损毁监测	损毁位置	4 次/年	72
		损毁面积	4 次/年	72
	复垦后土壤质量监测	有效土层厚度	2 次/年	6
		土壤质量	2 次/年	6
生态系统	植被损毁监测	损毁位置	4 次/年	72
		损毁面积	4 次/年	72

监测对象	监测内容	监测指标	监测频次	工程量（次）
	植被恢复监测	植被成活率	4 次/年	12
		植被覆盖度	4 次/年	12
	水土环境污染监测	土壤污染物	2 次/年	108
矿山开采后（治理及管护期 4 年）				
矿山地质环境	地质灾害监测 （地面塌陷）	地表形变	12 次/年	40
		塌陷值	12 次/年	40
		裂缝发育	12 次/年	40
	含水层破坏监测	地下水位	2 点. 次/年	96
		地下水量	2 点. 次/年	96
		地下水水质	2 点. 次/年	96
	地形地貌景观监测	原始地形地貌变化	4 次/年	16
土地资源	土地损毁监测	损毁位置	4 次/年	16
		损毁面积	4 次/年	16
	复垦后土壤质量监测	有效土层厚度	2 次/年	36
		土壤质量	2 次/年	36
生态系统	植被损毁监测	损毁位置	4 次/年	16
		损毁面积	4 次/年	16
	植被恢复监测	植被成活率	4 次/年	12
		植被覆盖度	4 次/年	12
	水土环境污染监测	土壤污染物	2 次/年	24

（二）管护工程量

管护工程是对修复后的 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、其他采矿用地、排土场、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地复垦为草地的管护。

管护工程量见表 5-4。

表 5-4 土地复垦管护工程量统计表

项目	草地管护（ hm^2/a ）	管护方法
管护工程量	6.3932	施肥、平岔、补撒等

第六章 工作部署与经费估算

一、总体部署

(一) 目标任务

本次矿区生态修复工作的总体目标是：通过工程措施与生物措施相结合的方式，对矿山开采造成的土地损毁、地形地貌破坏和生态系统退化进行综合治理，消除地质灾害隐患，恢复土地资源功能，重建矿区植被，实现矿产资源开发与生态环境保护协调发展。

具体任务如下：

地质灾害防治：对预测地面塌陷区实施监测和治理，控制地质灾害风险，保障矿区人员及设施安全。

土地复垦：对不再留续的工业场地进行拆除、平整、覆土、培肥，复垦为其他草地，复垦面积 28.9017hm²，复垦率 100%。

植被恢复：通过播撒草籽等方式恢复植被，恢复面积 6.3932hm²，植被覆盖度达到周边地区同等土地利用类型水平。

监测管护：建立矿山地质环境、土地资源、生态系统的监测体系，对复垦草地进行 3 年管护，确保修复效果可持续。

(二) 总工程量

本方案总工程量汇总如下：

1. 保护与预防控制措施

警示牌：14 块（预测地面塌陷区 10 块、矿石临时堆场 2 块、排土场 2 块）

2. 地貌重塑工程

裂缝夯填：5125m³。

硐口封堵（浆砌块石）：13.92m³。

建构筑物及地下基础拆除：2216m³。

建筑垃圾清运：2216m³。

土地平整：63932m²。

推土机推土：12786m³。

3. 土壤重构工程

土地培肥（施加有机肥）：9.59t。

4. 植被重建工程

播撒草籽：6.3932hm²。

5. 监测工程

地面塌陷监测、含水层破坏监测、地形地貌景观监测、土地损毁监测、复垦后土壤质量监测、植被损毁监测、植被恢复监测、水土环境污染监测。

6. 管护工程

草地管护：6.3932hm²，管护期3年。

(三) 实施计划初步考虑

本方案服务年限为22年（2025年～2046年），根据矿山开采时序和修复工作特点，按以下三个阶段实施：

第一阶段：生产期（2025年～2042年）

工作重点为预防控制和“边开采、边修复”：

在预测地面塌陷区、排土场、矿石临时堆场设置安全警示牌；

对评估区范围内其他采矿用地（3.1147hm²）进行复垦，复垦为其他草地，并开展管护；

建立矿区生态修复监测系统，定期对地质灾害、含水层、地形地貌、水土环境污染、土地损毁等进行监测，建立预警机制。

第二阶段：治理期（2043年）

矿山闭坑后，开展全面生态修复工作：

塌陷裂缝夯填、硐口封堵；

拆除不再留续的工业场地建构筑物，清运建筑垃圾；

各复垦单元场地平整、土壤培肥；

播撒草籽，复垦为其他草地。

第三阶段：管护期（2044年～2046年）

持续对地质灾害、含水层、地形地貌、水土环境污染、土地损毁、复垦效果等进行监测；

对复垦草地进行管护（施肥、补播、病虫害防治等），管护面积 6.3932hm²，管护期 3 年。

二、总体经费估算

（一）经费估算依据

1、编制依据

1.1 文件依据

（1）《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》（甘国土资环发〔2018〕105 号）；

（2）《甘肃省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（甘水规计发〔2013〕1 号）；

（3）《甘肃省水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》（甘水规计发〔2016〕260 号）；

（4）《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）；

（5）《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》（财政部税务总局海关总署公告 2019 年第 39 号）；

（6）《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448 号）；

（7）《甘肃省人民政府关于调整全省最低工资标准的通知》（甘政发〔2015〕34 号）。

1.2 定额依据

（1）《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（甘肃省水利厅 2013 版）；

（2）《甘肃省水利水电工程施工机械台时费定额》（甘肃省水利厅 2013 版）；

（3）《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》（甘财综〔2013〕67 号）；

(4)《土地开发整理项目预算定额标准》(财综〔2011〕128号)。

1.3 基础资料依据

(1)酒泉市住房和城乡建设局《酒泉市 2026 年第三期建设工程材料信息价及人工信息价》(酒市建字〔2026〕98号);

(2)矿区生态修复方案设计工程量;

(3)矿区地理位置及交通条件调查资料。

2、取费标准

本方案投资估算费用由工程施工费、其他费用、监测与管护费和预备费构成。

2.1 工程施工费取费标准

工程施工费由直接费、间接费、利润、税金及扩大费组成。

(1)直接费取费标准

直接费由直接工程费和措施费组成。

① 直接工程费：包括人工费、材料费、施工机械使用费，按定额消耗量乘以预算单价计算。

② 措施费：包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、安全生产措施费、小型临时设施摊销费及其他，按直接工程费的 5.0%计算。

(2)间接费取费标准

间接费按工程类别分别计取：

表 6-1 间接费计取表

序号	工程类别	计算基础	间接费率 (%)
1	一般土方工程	人工费	13
2	一般石方及砂石备料工程	人工费	16
3	混凝土工程	人工费	60
4	钻孔灌浆工程	人工费	45
5	其他工程	人工费	39
6	机械化施工的土方工程	直接费	7
7	机械化施工的石方工程	直接费	9.5

(3)利润取费标准

利润按直接费与间接费之和的 7%计算。

(4)税金取费标准

税金按直接费、间接费与利润之和的 9%计算(增值税税率)。

(5)扩大费取费标准

扩大费按直接费、间接费、利润与税金之和的 10%计算。

2.2 其他费用取费标准

其他费用包括建设管理费、工程勘察设计费等，按 105 号文第六节规定计取。

(1) 建设单位管理费：按建安工程费的 2%计算。

(2) 工程建设监理费：依据发改价格〔2015〕299 号文，实行市场调节价，按建安工程费的 1.6%计取。

(3) 招标代理服务费：以工程施工费为基数，采用差额定率累进法计算。

(4) 工程勘察设计费：按工程勘察费与工程设计费分项计取。

(5) 竣工验收费：以工程施工费为基数，采用差额定率累进法计算。

(6) 业主管理费：以工程施工费、前期工作费、工程监理费、竣工验收费之和为基数，采用差额定率累进法计算。

2.3 监测与管护费取费标准

(1) 监测费：按实际监测工作量和市场单价计算。

(2) 管护费：管护期 3 年，按管护面积及管护内容测算。

2.4 预备费取费标准

(1) 基本预备费：按工程施工费与其他费用之和的 5%计算。

(2) 价差预备费：按 105 号文第七节公式计算。

(3) 风险金：按工程施工费、其他费用、监测管护费之和的 3%计算。

3、计算方法

采用单价法计算。根据 105 号文规定的费用构成和取费标准，逐项计算各子目综合单价，再以综合单价乘以工程量得出各分项工程费用，汇总后形成工程总投资。

3.1 人工预算单价

本方案套用《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（2013 版），人工单价按 105 号文配套的《甘肃省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（甘水规计发〔2013〕1 号）计算，执行工长、高级工、中级工、初级工四类分级。本矿区属四类地区，具体计算如下：

表 6-2 水利定额人工预算单价计算表

序号	项目	说明	工长单价 (元/工日)	高级工单价 (元/工日)	中级工单价 (元/工日)	初级工单价 (元/工日)
1	基本工资	见 105 号文表 1	35.64	33.08	26.41	18.46
2	施工津贴	不分地区，一律每人每天 4.0 元	5.93	5.93	5.93	5.93
3	高原补贴	见 105 号文表 2	1.28	1.28	1.28	1.28
4	夜餐津贴	夜间不施工				
5	节日加班津贴	基本工资×11×3÷250×35%	1.65	1.53	1.22	0.85
6	职工福利金	基本工资+辅助工资×费率标准	6.23	5.85	4.88	3.71
7	工会经费	基本工资+辅助工资×费率标准	0.89	0.84	0.70	0.53
8	养老保险费	基本工资+辅助工资×费率标准	8.90	8.36	6.97	5.30
9	医疗保险费	基本工资+辅助工资×费率标准	3.20	3.01	2.51	1.91
10	工伤保险费	基本工资+辅助工资×费率标准	0.44	0.42	0.35	0.27
11	失业保险费	基本工资+辅助工资×费率标准	0.89	0.84	0.70	0.53
12	住房公积金	基本工资+辅助工资×费率标准	3.11	2.93	2.44	1.86
	合计(元/工日)		68.17	64.06	53.37	40.63
	折合(元/工时)		8.52	8.01	6.67	5.08
	高海拔调整后折合(元/工时)		10.23	9.61	8.01	6.10

3.2 材料预算单价

主要材料预算价格依据《酒泉市 2026 年第三期建设工程材料信息价及人工信息价》（酒市建字〔2026〕98 号），部分材料参照当地市场价格确定。材料价格采用不含税价格，采购保管费率取 2%。其中块石执行 105 号文限价 40 元/m³。

表 6-3 主要材料预算价格表

序号	材料名称	规格	单位	预算价格（元）	其中（元）		
					原价	运杂费	采购及保管费
1	型钢		t	4087.79	3867.65	110.73	109.41
2	混凝土	C25	m³	372.53	300.53	72.00	/
3	毛石	20~60cm	m³	155.50	83.50	72.00	/
4	砂浆	DM M7.5	m³	350.00	278.00	72.00	/
5	有机肥		t	500.00	市场询价		
6	汽油	92 号	kg	9.63	所在地市场价		
7	柴油	0 号	kg	7.74	所在地市场价		

表 6-4 主要材料运杂费计算表

序号	材料名称	规格	单位	货物等级	运距（km）	运费（元）	装卸费（元）	合计（元）
1	型钢		t	二等	160	89.60	21.13	110.73
2	混凝土	C25	m³	一等	160	72.00	/	72.00
3	块石		m³	一等	160	72.00	/	72.00
4	砂浆	DM M7.5	m³	一等	160	72.00	/	72.00
该运距（160km）为酒泉市距项目实际运输距离。								

表 6-5 种子材料预算价格汇总表

序号	名称及规格	单位	预算价格(元)	其中(元)		备注
				工地价	采购及保管费	
1	披碱草	kg	4.59	4.50	0.09	市场价格
2	老芒麦	kg	10.20	10.00	0.20	市场价格
3	早熟禾	kg	15.30	15.00	0.30	市场价格
4	混合草籽	kg	9.49	9.30	0.19	按草籽比例加权计算

表 6-6 主要材料预算价格及材料限价表

序号	材料名称	规格	单位	预算价格(元)	材料限价(元)	材料价差(元)	备注
1	型钢		t	4087.79			
2	混凝土	C25	m ³	372.53			
3	毛石	20~60cm	m ³	155.50	40.00	115.50	
4	砂浆	DM M7.5	m ³	350.00			
5	有机肥		t	500.00			
6	汽油	92 号	kg	9.63	5.00	6.46	
7	柴油	0 号	kg	7.74	4.50	4.81	

表 6-7 施工电、风、水预算价格汇总表

序号	名称	单位	预算价格(元)
1	施工用电价格	元/kW·h	0.5
2	施工用风价格	元/m ³	0.4
3	施工用水价格	元/m ³	2.50
备注：根据矿山生产实际选取			

3.3 施工机械台时费

按《甘肃省水利水电工程施工机械台时费定额》计算。一类费用中的折旧费除以 1.13 调整系数、修理及替换设备费除以 1.09 调整系数，安装拆卸费不作调整。本矿区海拔 3000-3500m，机械台时费乘以 1.45 系数。

表 6-8 施工机械台时费汇总表

序号	名称及规格	定额编号	一类费用				二类费用				高海拔系数	台时费(元)	
			折旧费	修理及替换设备费	安装拆卸费	小计	人工	汽油	柴油	电			小计
1	混凝土搅拌机	2002	3.29	5.34	1.07	8.88	1.3			8.6	15.38	1.45	35.17
2	胶轮车	3061	0.26	0.64		0.82						1.45	1.19
3	挖掘机 1m³	1007	35.63	25.46	2.18	57.07	2.7		14.9		142.93	1.45	290.00
4	推土机 59kW	1031	10.8	13.02	0.49	21.99	2.4		8.4		89.56	1.45	161.75
5	推土机 74kW	1032	19.00	22.81	0.86	38.60	2.4		10.6		106.59	1.45	210.52
6	自卸汽车 10t	3012	30.49	18.3		43.77	1.3		10.8		96.89	1.45	203.95
7	自行式平地机 118kW	1057	38.54	41.15		71.86	2.4		17.4		159.22	1.45	335.06

3.4 综合单价计算

各分项工程的综合单价按以下公式计算：

$$\text{综合单价} = \text{直接费} + \text{间接费} + \text{利润} + \text{税金} + \text{扩大费}$$

其中：

$$\text{直接费} = \text{直接工程费} + \text{措施费}$$

$$\text{直接工程费} = \text{人工费} + \text{材料费} + \text{机械使用费} \quad (\text{按定额消耗量} \times \text{预算单价计算})$$

$$\text{措施费} = \text{直接工程费} \times 5\%$$

间接费：按工程类别分别以人工费或直接费为基数乘以相应费率（费率见

2.1 节间接费计取表）

$$\text{利润} = (\text{直接费} + \text{间接费}) \times 7\%$$

$$\text{税金} = (\text{直接费} + \text{间接费} + \text{利润}) \times 9\%$$

$$\text{扩大费} = (\text{直接费} + \text{间接费} + \text{利润} + \text{税金}) \times 10\%$$

(二) 单项工程量及其经费估算

1、保护与预防控制措施

(1) 工程量

根据本方案第四章表 4-6 生态修复总工程量表，保护与预防控制措施包括在预测地面塌陷区、矿石临时堆场和排土场设置安全警示牌，共 14 块。

(2) 综合单价确定

警示牌为成品采购，安装工程量小，无对应定额子目，按市场询价确定综合单价。

参照酒泉市同类安全警示牌市场询价结果，镀锌铁皮警示牌（规格 40×60cm，含立柱及安装）市场综合单价为 200 元/块，具体构成如下：

表 6-9 警示牌综合单价构成表

序号	费用项目	单价（元/块）	说明
1	材料费	150	镀锌铁皮+立柱+抱箍等
2	运杂费	30	酒泉市至矿区 160km
3	安装人工费	20	埋设立柱、固定警示牌
	合计	200	全费用综合单价

(3) 经费估算

保护与预防控制措施估算投资合计 0.28 万元。

表 6-10 保护与预防控制措施经费估算表

序号	工程名称	单位	工程量	综合单价 (元)	估算金额 (万元)
1	警示牌(预测地面塌陷区)	块	10	200	0.2
2	警示牌(矿石临时堆场)	块	2	200	0.04
3	警示牌(排土场)	块	2	200	0.04
	合计		块	14	0.28

2、地貌重塑工程

2.1 裂缝夯填

(1) 工程量

根据本方案第四章表 4-6, 预测地面塌陷区裂缝夯填工程量为 5125m³。工程量按裂缝破坏程度轻、中、重度比例 5:3:2 估算(轻度裂缝宽度<10cm, 中度裂缝宽度 10-20cm, 重度裂缝宽度 20-30cm), 采用人工就近挖取高处土石方直接充填、夯实。

(2) 综合单价计算

裂缝夯填套用《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》(2013 版) § 1-1 “人工挖一般土方”子目, 按 IV 类土计算, 定额单位为 100m³。

表 6-11 裂缝夯填综合单价计算表

(§ 1-1, IV 类土) 定额编号 10004

序号	项目名称	单位	定额消耗量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费				1018.92	
1	人工费				970.40	
	工长	工时	3.14	10.23	32.11	
	初级工	工时	153.94	6.10	938.29	
2	零星材料费	%	5.00	970.40	48.52	按人工费合计×5%
3	材料费				0.00	
4	机械使用费				0.00	
二	措施费	%	5.00	1018.92	50.95	按直接工程费
三	直接费				1069.87	一+二
四	间接费	%	13.00	970.40	126.15	按人工费
五	利润	%	7.00	1196.02	83.72	按直接费+间接费
六	税金	%	9.00	1279.74	115.18	按直接费+间接费+利润
七	扩大费	%	10.00	1394.92	139.49	按直接费+间接费+利润+税金
	综合单价	元/100m ³			1534.41	

(3) 经费估算

裂缝夯填估算投资为 7.86 万元。

表 6-12 裂缝夯填经费估算表

工程名称	单位	工程量 (100m ³)	综合单价 (元/100m ³)	估算金额 (万元)
裂缝夯填(人工挖一般土方, IV类土)	100m ³	51.25	1534.41	7.86

2.2 硐口封堵

(1) 工程量

本方案共设 3039m 主平硐口 1 个、回风斜井硐口 1 个, 矿山闭坑后为保证安全、恢复地形地貌景观, 对硐口进行封堵治理。硐口封堵采用 M10 浆砌块石封堵(预留排水通道), 封堵厚度 1.0m, 封堵工程量按硐口断面面积乘以封堵厚度计算。

表 6-13 各硐口封堵工程量表

硐口名称	断面形状	断面尺寸(宽×高)	封堵厚度(m)	封堵工程量(m ³)
3039m 平硐口	直墙拱形	2.6m×2.8m	1	7.32
回风斜井硐口	直墙拱形	2.4m×2.6m	1	6.6
合计				13.92

(2) 综合单价计算

表 6-14 硐口封堵综合单价计算表

(§ 3-10, 浆砌块石) 定额编号 30031

序号	项目名称	单位	定额消耗量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费				26338.11	
1	人工费				9121.66	
	工长	工时	17.43	10.23	178.23	已含高海拔 1.20
	中级工	工时	563.54	8.01	4511.81	已含高海拔 1.20
	初级工	工时	727.07	6.10	4431.63	已含高海拔 1.20
2	材料费				16758.38	
	块石	m ³	108.00	40.00	4320.00	材料限价
	M10 水泥砂浆	m ³	35.30	350.00	12355.00	砌筑砂浆, 信息价
	其他材料费	%	0.50	16675.00	83.38	按块石+砂浆费
3	机械使用费				458.08	
	灰浆搅拌机	台时	7.41	35.17	260.64	高海拔 1.45 已含
	胶轮车	台时	166.61	1.19	197.43	
二	措施费	%	5.00	26338.11	1316.91	按直接工程费
三	直接费				27655.02	一+二
四	间接费	%	5.00	27655.02	1382.75	按直接费
五	利润	%	7.00	29037.77	2032.64	按直接费+间接费
六	税金	%	9.00	31070.41	2796.34	按直接费+间接费+利润
七	扩大费	%	10.00	33866.75	3386.67	按直接费+间接费+利润+税金
	综合单价	元/100m ³		37253.42		

(3) 经费估算

硐口封堵估算投资为 0.52 万元。

表 6-15 硐口封堵经费估算表

工程名称	单位	工程量	综合单价 (元/100m ³)	估算金额 (万元)
硐口封堵（浆砌块石）	100m ³	0.1392	37253.42	0.52

2.3 拆除工程

(1) 工程量

拆除工程指对 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、办公生活区、回风斜井工业场地的建构筑物进行拆除，拆除采用机械拆除方式，拆除后进行废弃物分类，对钢材和保温材料分类回收。总拆除工程量 2216m³。

(2) 综合单价计算

表 6-16 拆除工程综合单价计算表

（§ 3-25，挖掘机拆除水泥浆砌石）定额编号 30130

序号	项目名称	单位	定额消耗量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费				1842.98	
1	人工费				658.28	
	初级工	工时	108.00	6.10	658.28	已含高海拔 1.20
2	材料费				0.00	
3	机械使用费				1131.02	
	挖掘机 1m ³	台时	3.90	290.00	1131.02	高海拔 1.45 已含
4	零星材料费	%	3.00	1789.30	53.68	按人工+机械费
二	措施费	%	5.00	1842.98	92.15	按直接工程费
三	直接费				1935.13	一+二
四	间接费	%	39.00	658.28	256.73	按人工费
五	利润	%	7.00	2191.86	153.43	按直接费+间接费
六	税金	%	9.00	2345.29	211.08	按直接费+间接费+利润
七	扩大费	%	10.00	2556.36	255.64	按直接费+间接费+利润+税金
	综合单价	元/100m ³			2812.00	

(3) 经费估算

拆除工程估算投资为 6.23 万元。

表 6-17 拆除工程经费估算表

工程名称	单位	工程量	综合单价 (元/100m ³)	估算金额 (万元)
建构筑物及地下基础拆除	100m ³	22.16	2812.00	6.23

2.4 建筑垃圾清运

(1) 工程量

拆除的建筑垃圾、地面硬化垃圾由矿业权人组织车辆拉运至祁青工业集中区建筑垃圾填埋场填埋处理，运距约 20km。清运工程量同拆除工程量，为 2216m³。

(2) 综合单价计算

建筑垃圾清运套用《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（2013 版）§ 2-47 “1m³挖掘机装石渣自卸汽车运输”子目。定额最大运距为 5km，超出 5km 部分需按交通运输部门规定计取超运距费用。本方案清运综合运距按 20km 计列，其中 5km 以内套用定额基价，超出 15km 按当地交通部门规定的运费标准另计。

表 6-18 建筑垃圾清运综合单价计算表

（§ 2-47，运距 5km，10t 自卸汽车）定额编号 20789

序号	项目名称	单位	定额消耗量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费				4765.78	
1	人工费				95.21	
	初级工	工时	15.62	6.10	95.21	已含高海拔 1.20
2	材料费				0.00	
3	机械使用费				4577.12	
	挖掘机 1m ³	台时	3.16	290.00	916.42	高海拔 1.45 已含
	推土机 59kW	台时	1.60	161.75	258.79	高海拔 1.45 已含
	自卸汽车 10t	台时	16.68	203.95	3401.91	高海拔 1.45 已含
4	零星材料费	%	2.00	4672.33	93.45	按人工+机械费
二	措施费	%	5.00	4765.78	238.29	按直接工程费
三	直接费				5004.07	一+二
四	间接费	%	9.50	5004.07	475.39	按直接费
五	利润	%	7.00	5479.45	383.56	按直接费+间接费
六	税金	%	9.00	5863.01	527.67	按直接费+间接费+利润
七	扩大费	%	10.00	6390.69	639.07	按直接费+间接费+利润+税金
	综合单价	元/100m ³			7029.75	

(3) 超运距费用计算

定额最大运距为 5km，超出 5km 部分按交通运输部门规定计算运费。10t 自卸汽车吨公里运费参照当地市场价按 0.55 元/t·km 计列，石渣密度按 1.7t/m³ 计算，每 100m³ 超运距费用=100×1.7×0.55×15=1402.50 元/100m³。

含超运距综合单价=7029.75+1402.50+1402.50×9%=8558.48 元/100m³

(4) 经费估算

建筑垃圾清运估算投资为 18.97 万元。

表 6-19 建筑垃圾清运经费估算表

工程名称	单位	工程量	综合单价 (元/100m ³)	估算金额 (万元)
建筑垃圾清运	100m ³	22.16	8558.48	18.97

2.5 土地平整

(1) 工程量

平整范围包括 3039m 主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、其他采矿用地、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地，平整工程用马力履带式推土机粗平、拖拉机带刮平架精平进行平整，平整厚度 0.20m，平整面积 63932m²。

(2) 综合单价计算

土地平整套用《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》(2013 版) § 1-51 “平地机平土(一般场地)”子目。

表 6-20 土地平整综合单价计算表

(§ 1-51, 平地机平土, 一般场地) 定额编号 10749

序号	项目名称	单位	定额消耗量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费				239.68	
1	人工费				7.13	
	初级工	工时	1.17	6.10	7.13	已含高海拔 1.20
2	材料费				0.00	
3	机械使用费				221.14	
	平地机 118kW	台时	0.66	335.06	221.14	含高海拔 1.45
4	零星材料费	%	5.00	228.27	11.41	按人工+机械费
二	措施费	%	5.00	239.68	11.98	按直接工程费
三	直接费				251.67	一+二
四	间接费	%	7.00	251.67	17.62	按直接费
五	利润	%	7.00	269.29	18.85	按直接费+间接费
六	税金	%	9.00	288.14	25.93	按直接费+间接费+利润
七	扩大费	%	10.00	314.07	31.41	按直接费+间接费+利润+税金
	综合单价	元/100m ²			345.47	

(3) 经费估算

土地平整估算投资为 22.09 万元。

表 6-21 土地平整经费估算表

工程名称	单位	工程量	综合单价 (元/100 m ²)	估算金额 (万元)
土地平整	100 m ²	639.32	345.47	22.09

2.6 推土机推土

(1) 工程量

推土机推土方量 12786m³。推运距离按 20m 计列，土类级别按 III 类土计算。

(2) 综合单价计算

推土机推土套用《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》(2013 版) § 1-26 “74kW 推土机推土”子目。根据定额说明，独立推运松土时定额乘 0.80 系数。本方案平整区域为已受扰动的工业场地，表土已松动，属松土。

表 6-22 推土机推土综合单价计算表

(§ 1-26, 74kW 推土机推土, 运距 20m, III 类土) 定额编号 10449

序号	项目名称	单位	定额消耗量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费				343.86	
1	人工费				11.70	
	初级工	工时	1.92	6.10	11.70	已含高海拔 1.20
2	材料费				0.00	
3	机械使用费				315.78	
	推土机 74kW	台时	1.50	210.52	315.78	高海拔 1.45 已含
4	零星材料费	%	5.00	327.48	16.37	按人工+机械费
二	措施费	%	5.00	343.86	17.19	按直接工程费
三	直接费				361.05	一+二
四	间接费	%	7.00	361.05	25.27	按直接费
五	利润	%	7.00	386.32	27.04	按直接费+间接费
六	税金	%	9.00	413.36	37.20	按直接费+间接费+利润
七	扩大费	%	10.00	450.57	45.06	按直接费+间接费+利润+税金
	综合单价	元/100m ³			495.62	

(3) 经费估算

推土机推土估算投资为 6.34 万元

表 6-23 推土机推土经费估算表

工程名称	单位	工程量	综合单价 (元/100m ³)	估算金额 (万元)
推土机推土	100m ³	127.86	495.62	6.34

3、土壤重构工程

(1) 工程量

土壤重构工程主要为土地培肥（施加有机肥）。根据本方案第四章表 4-6 生态修复总工程量表，土地培肥面积为 6.3932hm²，有机肥施用量按 1.5t/hm² 计列，共需施加有机肥 9.59t。

(2) 综合单价计算

表 6-24 土壤重构工程综合单价计算表
(补充 001, 地力培肥)

序号	项目	单位	消耗量	单价 (元)	金额 (元)	备注
一	直接工程费				54224.56	
1	人工费				1592.95	
	工长	工时	8.00	10.23	81.80	取费按人工费
	初级工	工时	242.80	6.10	1479.91	
	其他人工费	%	2.00	1561.71	31.23	
2	材料费				51000.00	
	有机肥	t	102.00	500.00	51000.00	市场询价
3	机械使用费				1631.61	
	自卸汽车 10t	台时	8.00	203.95	1631.61	
二	措施费	%	5.00	54224.56	2711.23	按 105 号文
三	直接费				56935.79	一+二
四	间接费	%	39.00	56935.79	22204.96	按直接费
五	利润	%	7.00	79140.75	5539.85	按直接费+间接费
六	税金	%	9.00	84680.60	7621.25	按直接费+间接费+利润
七	扩大费	%	10.00	92301.85	9230.19	按直接费+间接费+利润+税金
	综合单价	元/100t			101532.04	

(3) 经费估算

土壤重构工程估算投资合计 0.97 万元

表 6-25 土壤重构经费估算表

工程名称	单位	工程量	综合单价 (元/100t)	估算金额 (万元)
土地培肥	100t	0.0959	101532.04	0.97

4、植被重建工程

(1) 工程量

植被重建工程主要为播撒草籽。根据本方案第四章表 4-6 生态修复总工程量表,复垦为其他草地的面积为 6.3932hm²,全部采用播撒草籽方式恢复植被。草种选择披碱草、老芒麦、早熟禾(比例 4:3:3),混合草籽播种量按 40kg/hm² 计列,共需混合草籽 255.73kg。

(2) 综合单价计算

表 6-26 植被重建工程综合单价计算表

(§ 9-12, 撒播草籽)

序号	项目名称	单位	定额消耗量	单价(元)	合价(元)	备注
一	直接工程费				681.29	
1	人工费				12.81	
	初级工	工时	2.1	6.10	12.81	已含高海拔 1.20
2	材料费				664.3	
	混合草籽	kg	70	9.49	664.3	披碱草:老芒麦:早熟禾=4:3:3
3	其他材料费	%	2	664.3	13.29	按材料费
二	措施费	%	5	681.29	34.06	按直接工程费
三	直接费				715.35	一+二
四	间接费	%	39	12.81	4.99	按人工费
五	利润	%	7	720.34	50.42	按直接费+间接费
六	税金	%	9	770.76	69.37	按直接费+间接费+利润
七	扩大费	%	10	840.13	84.01	按直接费+间接费+利润+税金
	综合单价	元/hm ²			924.14	

(3) 经费估算

植被重建工程估算投资合计 0.59 万元

表 6-27 植被重建经费估算表

工程名称	单位	工程量	综合单价 (元/hm ²)	估算金额 (万元)
播撒草籽	hm ²	6.3932	924.14	0.59

5、监测工程

地面塌陷监测、含水层破坏监测、地形地貌景观监测、土地损毁监测、复垦后土壤质量监测、植被损毁监测、植被恢复监测、水土环境污染监测。

表 6-28 监测费估算表

监测对象	监测内容	监测指标	监测频次	工程量 (次)	单价 (元)	合计 (万元)
矿山开采中 (生产期 18 年)						
矿山地质环境	地质灾害监测 (地面塌陷)	地表形变	12 次/年	180	150	2.70
		塌陷值	12 次/年	180	150	2.70
		裂缝发育	12 次/年	180	150	2.70
	含水层破坏监测	地下水位	2 次/年	288	120	3.46
		地下水量	2 次/年	288	120	3.46
		地下水水质	2 次/年	288	500	14.40
	地形地貌景观监测	原始地形地貌变化	4 次/年	72	1000	7.20
土地资源	土地损毁监测	损毁位置	4 次/年	72	500	3.60
		损毁面积	4 次/年	72	500	3.60
	复垦后土壤质量监测	有效土层厚度	2 次/年	6	120	0.07
		土壤质量	2 次/年	6	500	0.30

监测对象	监测内容	监测指标	监测频次	工程量(次)	单价(元)	合计(万元)
生态系统	植被损毁监测	损毁位置	4次/年	72	500	3.60
		损毁面积	4次/年	72	500	3.60
	植被恢复监测	植被成活率	4次/年	12	500	0.60
		植被覆盖度	4次/年	12	500	0.60
	水土环境污染监测	土壤污染物	2次/年	108	1000	10.80
矿山开采后(治理及管护期4年)						
矿山地质环境	地质灾害监测(地面塌陷)	地表形变	12次/年	40	150	0.60
		塌陷值	12次/年	40	150	0.60
		裂缝发育	12次/年	40	150	0.60
	含水层破坏监测	地下水位	2次/年	96	120	1.15
		地下水量	2次/年	96	120	1.15
		地下水水质	2次/年	96	500	4.80
	地形地貌景观监测	原始地形地貌变化	4次/年	16	1000	1.60
土地资源	土地损毁监测	损毁位置	4次/年	16	500	0.80
		损毁面积	4次/年	16	500	0.80
	复垦后土壤质量监测	有效土层厚度	2次/年	36	120	0.43
		土壤质量	2次/年	36	500	1.80
生态系统	植被损毁监测	损毁位置	4次/年	16	500	0.80
		损毁面积	4次/年	16	500	0.80
	植被恢复监测	植被成活率	4次/年	12	500	0.60
		植被覆盖度	4次/年	12	500	0.60
	水土环境污染监测	土壤污染物	2次/年	24	1000	2.40
合计						82.92

6、管护工程

表 6-29 管护工程经费估算表

管护工程	单位	工程量	综合单价(元)	小计(万元)
草地管护	hm ² ·a	19.1796	1500	2.88

(三) 总工程量及其经费估算

1、总工程量汇总

表 6-30 生态修复措施总工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	保护与预防控制措施		
(一)	预测地面塌陷区		
1	警示牌	块	10
(二)	矿石临时堆场		
1	警示牌	块	2

序号	工程名称	单位	工程量
(三)	排土场		
1	警示牌	块	2
二	地貌重塑工程		
(一)	地面塌陷治理		
1	裂缝夯填		
(1)	人工挖土夯填	m ³	5125
(二)	硐口治理		
1	硐口封堵		
(1)	浆砌块石	m ³	13.92
(三)	拆除工程		
1	建构筑物及地下基础拆除	m ³	2216
2	建筑垃圾清运	m ³	2216
(四)	土地平整工程		
1	土地平整	m ²	63932
2	推土机推土	m ³	12786
三	土壤重构工程		
(一)	土地培肥	t	9.59
四	植被重建工程		
(一)	其他草地		
1	草籽播种	hm ²	6.3932

表 6-31 监测措施总工程量表

监测对象	监测内容	监测指标	监测 频次	工程量 (次)
矿山开采中（生产期 18 年）				
矿山地质环境	地质灾害监测（地面塌陷）	地表形变	12 次/年	180
		塌陷值	12 次/年	180
		裂缝发育	12 次/年	180
	含水层破坏监测	地下水位	2 次/年	288
		地下水量	2 次/年	288
		地下水水质	2 次/年	288
	地形地貌景观监测	原始地形地貌变化	4 次/年	72
土地资源	土地损毁监测	损毁位置	4 次/年	72
		损毁面积	4 次/年	72
	复垦后土壤质量监测	有效土层厚度	2 次/年	6
		土壤质量	2 次/年	6
生态系统	植被损毁监测	损毁位置	4 次/年	72
		损毁面积	4 次/年	72
	植被恢复监测	植被成活率	4 次/年	12
		植被覆盖度	4 次/年	12

监测对象	监测内容	监测指标	监测频次	工程量(次)
	水土环境污染监测	土壤污染物	2次/年	108
矿山开采后(治理及管护期4年)				
矿山地质环境	地质灾害监测(地面塌陷)	地表形变	12次/年	40
		塌陷值	12次/年	40
		裂缝发育	12次/年	40
	含水层破坏监测	地下水位	2次/年	96
		地下水量	2次/年	96
		地下水水质	2次/年	96
	地形地貌景观监测	原始地形地貌变化	4次/年	16
土地资源	土地损毁监测	损毁位置	4次/年	16
		损毁面积	4次/年	16
	复垦后土壤质量监测	有效土层厚度	2次/年	36
		土壤质量	2次/年	36
生态系统	植被损毁监测	损毁位置	4次/年	16
		损毁面积	4次/年	16
	植被恢复监测	植被成活率	4次/年	12
		植被覆盖度	4次/年	12
	水土环境污染监测	土壤污染物	2次/年	24

表 6-32 管护措施总工程量表

管护工程	单位	工程量	管护方法
草地管护	hm ² ·a	19.1796	施肥、平岔、补撒等

2、工程施工费汇总

表 6-33 工程施工费汇总表

序号	费用类别	金额(万元)
1	保护与预防控制措施	0.28
2	地貌重塑工程	62.01
3	土壤重构工程	0.97
4	植被重建工程	0.59
	工程施工费合计	63.85

3、其他费用

表 6-34 其他费用汇总表

序号	费用项目	计费基数(万元)	费率	金额(万元)
1	建设单位管理费	63.85	2%	1.28
2	工程建设监理费	63.85	1.60%	1.02
3	招标代理服务费	63.85	0.50%	0.32
4	工程勘查设计费	63.85	3.50%	2.23
	其他费用合计			4.85

4、预备费

监测与管护费 85.80 万元（监测 82.92 万元+管护 2.88 万元）按 105 号文规定单列，不参与基本预备费计取。

表 6-35 预备费汇总表

序号	费用项目	计费基数（万元）	费率	金额（万元）
1	基本预备费	63.85+4.85=68.70	5%	3.44
2	价差预备费		3%	71.75
	预备费合计			75.19

5、总投资估算汇总

本方案估算生态修复投资费用共 229.69 万元，其中工程施工费 63.85 万元，其他费用 4.85 万元，预备费 75.19 万元，监测与管护费 85.80 万元。

表 6-36 总投资估算汇总表

序号	费用名称	估算金额（万元）	占比（%）
一	工程施工费	63.85	27.80
二	其他费用	4.85	2.11
三	预备费	75.19	32.73
	以上合计	143.89	62.64
四	监测与管护费	85.80	37.36
	总投资	229.69	100

三、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

1、生产期(2025 年～2042 年)

- 1) 建立矿山生态修复工作行政领导机构，将矿区生态修复责任落实到个人；
- 2) 在预测地面塌陷区、矿石临时堆场、排土场设置安全警示牌；
- 3) 对评估区范围内其他采矿用地进行生态修复，场地平整、土地培肥、复垦为其他草地，之后进行草地管护；
- 4) 建立矿区生态修复监测系统，定期对地质灾害、含水层、地形地貌、水土环境污染、土地损毁等进行监测，建立预警机制。

2、治理及管护期(2043 年～2046 年)

1) 矿山闭坑以后, 开展全面生态修复工作, 封堵硐口、地裂缝夯填, 拆除生态修复责任范围内各工业场地建构筑物, 对建筑垃圾进行清运, 之后进行场地平整、土地培肥, 复垦为其他草地, 对复垦草地进行管护;

2) 持续对地质灾害、含水层、地形地貌、水土环境污染、土地损毁、复垦效果等进行监测。

工程量分解见表 6-37。

表 6-37 生态修复工程量分解表

序号	工程名称		单位	总工程量	生产期	治理及管护期
					工程量	工程量
一	保护与预防控制措施					
(一)	预测地面塌陷区					
1	警示牌		块	10	10	
(二)	矿石临时堆场					
1	警示牌		块	2	2	
(三)	排土场					
1	警示牌		块	2	2	
二	地貌重塑工程					
(一)	地面塌陷治理					
1	裂缝夯填					
(1)	人工挖土夯填		m ³	5125		5125
(二)	硐口治理					
1	硐口封堵					
(1)	浆砌块石		m ³	13.92		13.92
(三)	拆除工程					
1	建构筑物及地下基础拆除		m ³	2216		2216
2	建筑垃圾清运		m ³	2216		2216
(四)	土地平整工程					
1	土地平整		m ²	63932	31147	32785
2	推土机推土		m ³	12786	6229	6557
三	土壤重构工程					
(一)	土地培肥		t	9.59	4.67	4.92
四	植被重建工程					
(一)	其他草地					
1	草籽播种		hm ²	6.3932	3.1147	3.2785
五	监测管护					
(一)	地质灾害监测 (地面塌陷)	地表形变	次	220	180	40
		塌陷值	次	220	180	40

序号	工程名称	单位	总工程量	生产期	治理及管护期
				工程量	工程量
	裂缝发育	次	220	180	40
(二)	含水层破坏监测	地下水位	次	384	288
		地下水量	次	384	288
		地下水水质	次	384	288
(三)	地形地貌景观监测	原始地形地貌变化	次	88	72
(四)	土地损毁监测	损毁位置	次	88	72
		损毁面积	次	88	72
(五)	复垦后土壤质量监测	有效土层厚度	次	42	6
		土壤质量	次	42	6
(六)	植被损毁监测	损毁位置	次	88	72
		损毁面积	次	88	72
(七)	植被恢复监测	植被成活率	次	24	12
		植被覆盖度	次	24	12
(八)	水土环境污染监测	土壤污染物	次	132	108
(九)	管护工程	hm ²	19.1796	9.3441	9.8355

(二) 近年工作任务与经费进度安排

本项目前三年度生态修复工作任务包括预测地面塌陷区、矿石临时堆场、排土场设置警示牌，对矿山地质环境、土地、生态系统进行监测，对复垦完毕的其他采矿用地进行草地管护。详见表 6-38。

表 6-38 前三年度矿区生态修复工作计划表

序号	修复阶段	工程项目	所属生态修复区块	主要工程措施	工程量	工程费用（万元）
1	第一年度	警示牌设置	预测地面塌陷区 排土场 矿石临时堆场	安装警示牌	14 块	0.28
2		土地平整工程	其他采矿用地	土地平整 推土机推土	平整：31147m ² 推土：6229m ³	13.85
3		土壤培肥	其他采矿用地	施加有机肥	有机肥：4.67t	0.47
4		监测工程	采矿影响范围	地面塌陷监测 含水层破坏监测 地形地貌景观监测 土地损毁监测 植被损毁监测 水土环境污染	地面塌陷监测：10 次 含水层破坏监测：16 次 地形地貌景观监测：4 次 土地损毁监测：4 次 植被损毁监测：4 次 水土环境污染：6 次	3.5213
5	第二年度	监测工程	采矿影响范围	地面塌陷监测 含水层破坏监测 地形地貌景观监测 土地损毁监测 复垦后土壤质量监测 植被损毁监测 水土环境污染	地面塌陷监测：10 次 含水层破坏监测：16 次 地形地貌景观监测：4 次 土地损毁监测：4 次 复垦后土壤质量监测：2 次 植被损毁监测：4 次 水土环境污染：6 次	3.5213
6		管护工程	复垦修复区域	草地管护	3.1147hm ²	0.70
7	第三年度	监测工程	采矿影响范围	地面塌陷监测 含水层破坏监测 地形地貌景观监测 土地损毁监测 复垦后土壤质量监测 植被损毁监测 植被恢复监测 水土环境污染	地面塌陷监测：10 次 含水层破坏监测：4 次 地形地貌景观监测：4 次 土地损毁监测：4 次 复垦后土壤质量监测：2 次 植被损毁监测：4 次 植被恢复监测：4 次 水土环境污染：6 次	3.5213
8		管护工程	复垦修复区域	草地管护	3.1147hm ²	0.70

(三) 阶段经费安排

本方案生态修复措施工作按矿山阶段性安排分期实施。在方案实施前要落实好项目经费，纳入生产建设成本或建设项目总投资并足额预算，确保生态修复工作的顺利实施，同时加强对项目资金的监管，实现按项目进度分期拨款。工程经费年度开支与工程年度工作安排计划一致，具体阶段经费开支安排如下：

表 6-39 生态修复工程经费安排表

序号	阶段	年份	静态投资 (万元)	价差费 率	价差预备 费(万元)	基本预备费 (万元)	总投资 (万元)
1	生产期	2025	18.12	1.00	0.00	0.16	18.28
2		2026	4.22	1.03	0.13	0.16	4.50
3		2027	4.22	1.06	0.26	0.16	4.63
4		2028	3.86	1.09	0.36	0.16	4.38
5		2029	3.86	1.13	0.49	0.16	4.51
6		2030	3.86	1.16	0.62	0.16	4.64
7		2031	3.86	1.19	0.75	0.16	4.77
8		2032	3.86	1.23	0.89	0.16	4.91
9		2033	3.86	1.27	1.03	0.16	5.05
10		2034	3.86	1.30	1.18	0.16	5.20
11		2035	3.86	1.34	1.33	0.16	5.35
12		2036	3.86	1.38	1.48	0.16	5.51
13		2037	3.86	1.43	1.65	0.16	5.67
14		2038	3.86	1.47	1.81	0.16	5.83
15		2039	3.86	1.51	1.98	0.16	6.00
16		2040	3.86	1.56	2.16	0.16	6.18
17		2041	3.86	1.60	2.34	0.16	6.36
18		2042	3.86	1.65	2.52	0.16	6.54
19	治理及管护期	2043	54.21	1.70	38.08	0.16	92.45
20		2044	5.25	1.75	3.96	0.16	9.37
21		2045	5.25	1.81	4.23	0.16	9.64
22		2046	5.25	1.86	4.52	0.16	9.93
合计			154.50		71.75	3.44	229.69

第七章 保障措施与公众参与

一、保障措施

(一) 组织保障

为保证矿区生态修复工作的顺利完成，必须建立健全矿区生态修复工作的组织管理机构。矿区生态修复工作的第一责任人为甘肃冀陇矿业有限责任公司，具体组织实施矿区生态修复工作。肃南县自然资源局是该矿区生态修复项目的监督管理机构，履行政府职能，负责该矿山矿区生态修复资金的落实，并对矿区生态修复工作的落实情况进行指导、检查、监督和管理。采矿权人和主管部门应各尽其责，相互配合，加强交流与沟通，提高工作效率，圆满完成矿区生态修复方案中提出的各项任务。

成立以矿长为组长的矿区生态修复工作领导小组，负责实施矿区生态修复工作，并做好以下管理工作：

- 1) 组织实施矿区生态修复方案提出的各项措施。
- 2) 建立矿区生态修复基金，按时按量缴存，分阶段申请提取费用。
- 3) 及时申请矿区生态修复工程验收。
- 4) 明确分工，责任落实到人，并做好有关各方的联系和协调工作。

(二) 技术保障

加强对矿山企业技术人员的培训，组织专家咨询研讨，开展试验示范研究，引进先进技术，跟踪监测，追踪绩效。

1) 为确保矿区生态修复方案的顺利实施，应委托相关技术单位组织编制施工图设计，细化和完善施工图。

2) 为了提高矿区生态修复的科学化水平，保证工作的顺利进行，应建立专业队伍，保证矿区生态修复工作高质量、高效率的完成。

3) 方案实施前我单位委派技术人员与建设单位密切合作,了解方案中的技术要点。在实施中根据方案内容,编制阶段实施计划和年度实施计划,及时总结阶段性生态修复实践经验。

4) 根据实际生产情况地质环境变化情况和土地损毁情况,进一步完善矿区生态修复,拓展方案的深度和广度,做到所有治理工程遵循设计。

(三) 资金保障

1、资金计提

本方案矿区生态修复经费由采矿权人(甘肃冀陇矿业有限责任公司)按国家有关规定足额提取矿区生态修复费用(计入生产成本),通过矿山地质环境治理恢复基金专户专账核算、自主使用、滚动支取,专项用于本方案部署的修复治理、监测与管护工程,不足部分由采矿权人补充计提。

根据《甘肃省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金管理办法(征求意见稿)》,矿山企业在采矿权开采服务年限内,将矿山地质环境治理恢复和土地复垦费用按照企业会计准则相关规定足额预计弃置费用,计入相关资产的入账成本,在预计开采年限内按照产量比例等方法摊销,并计入生产成本。已编制《方案》且在有效期范围内或按相关规定仍可适用的,作为基金计提依据。对于服务年限在3年以上的生产矿山,对《方案》确定的总投资额可分期分别计提,存入基金账户,第一次计提金额不得少于总投资额的20%,余额平均分摊到扣除服务年限最后一年的其他剩余年度中,矿山关闭前一年完成全部基金计提。

按照《甘肃省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金管理办法(征求意见稿)》的规定,结合本方案矿区生态修复投资估算结果,从本方案服务年限第一年开始提取矿区生态修复资金,逐年提取,第一年矿区生态修复费用按照《甘肃省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金管理办法(征求意见稿)》中第一次预存的数额不得少于总投资额的百分之二十的规定进行提取。同时资金提取遵循“端口前移”原则,提取资金不少于前期治理所需费用,并在采矿结束前一年(2041年)足额提取所有费用。资金提取计划见表7-1。

表 7-1 矿区生态修复资金提取安排表

序号	年份	总投资（万元）	费用预存额（万元）	占总费用比例（%）
1	2025	18.28	45.94	20.00
2	2026	4.50	11.48	5.00
3	2027	4.63	11.48	5.00
4	2028	4.38	11.48	5.00
5	2029	4.51	11.48	5.00
6	2030	4.64	11.48	5.00
7	2031	4.77	11.48	5.00
8	2032	4.91	11.48	5.00
9	2033	5.05	11.48	5.00
10	2034	5.20	11.48	5.00
11	2035	5.35	11.48	5.00
12	2036	5.51	11.48	5.00
13	2037	5.67	11.48	5.00
14	2038	5.83	11.48	5.00
15	2039	6.00	11.48	5.00
16	2040	6.18	11.48	5.00
17	2041	6.36	11.48	5.00
18	2042	6.54		
19	2043	92.45		
20	2044	9.37		
21	2045	9.64		
22	2046	9.93		
合计		229.69	229.69	100

2、费用使用与管理

矿区生态修复资金由施工单位用于矿区生态修复工作，由甘肃冀陇矿业有限责任公司的矿区生态修复管理机构具体管理，受肃南县自然资源局的监督。建议按以下方式使用与管理土地复垦费用：

1) 资金拨付由施工单位根据复垦工程进度向矿区生态修复管理机构提出申请，经审查签字后，报财务审批。每次提取复垦资金超过两万，或每月提取复垦资金超过十万，矿区生态修复管理机构应取得自然资源主管部门的同意。

2) 施工单位每年年底, 根据矿区生态修复实施规划和年度计划, 做出下一年度的矿区生态修复资金使用预算。矿区生态修复管理机构对复垦资金使用预算进行审核, 并报自然资源主管部门审查备案。

3) 资金使用中各科目实际支出与预算金额间相差超过 20%的, 需向矿区生态修复管理机构提交书面申请, 经主管领导审核同意后方可使用。

4) 施工单位按期填写矿区生态修复资金使用情况报表, 对每一笔资金的用途均应有详细明确的记录。资金使用情况报表按期提交矿区生态修复管理机构审核备案。

5) 每年年底, 施工单位需提供年度矿区生态修复资金预算执行情况报告。矿区生态修复管理机构审核后, 报自然资源主管部门备案。

6) 每一复垦阶段结束前, 矿区生态修复管理机构提出申请, 自然资源主管部门组织对阶段工作实施效果进行验收, 并对资金使用情况进行审核, 同时对矿区生态修复账户的资金进行清算。在修复效果和资金审核通过的基础上, 账户剩余资金直接滚动计入下阶段矿区生态修复工作。

7) 矿山企业应按照矿区生态修复方案完成全部工作任务后向自然资源主管部门提出最终验收申请。验收合格后, 可向自然资源主管部门申请从矿区生态修复费用共管账户中支取结余费用的 80%。其余费用应在自然资源主管部门会同有关部门在最终验收合格后方可取出。

8) 对监用、挪用复垦资金的, 追究当事人、相关责任人的责任, 给予相应的行政、经济、刑事处罚。

3、资金审计

由当地自然资源局和审计局对项目区生态修复专项资金进行监督和审计。当地自然资源局相关人员将定期对生态修复资金进行检查验收, 确保每笔生态修复资金落到实处, 真正用在生态修复工程上。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。

对本项目生态修复资金进行严格控制与审查, 一是对资金来源是否足额进行审查; 二是对资金管理进行审查; 三是对使用的用途、使用范围、效果等情况进行审查。自然资源管理部门和审计部门要定期和不定期地对资金的运作进行审计监督, 资金的统筹安排, 作为“三同时”工程进行验收。审查的组成单位由自然

资源、财政、审计、建设、环保、水利等部门组成。总之，保证建设资金及时足额到位，保障生态修复工作顺利进行。矿区生态修复实施竣工验收时，建设单位应就矿区生态修复投资估算调整情况、分年度安排投资、资金到位情况和经费支出情况写出总结报主管部门和监督部门审计审查备案。若投资规模不够，不能按设计方案进行矿区生态修复，主管部门和监督机构应督促业主单位按原生态修复计划追加投资。对滥用、挪用复垦资金的追究当事人和相关责任人的责任，给予相应的行政、经济、责任，以至于刑事责任。当地自然资源局将加强对复垦项目区生态修复专项资金的审计，确保以下几点：

- 1) 确定资金的内部控制制度存在、有效并一贯被执行；
- 2) 确定会计报表所列金额真实；
- 3) 确定资金的会计记录正确无误，金额正确，计量无误，明细账和总账一致，是否有被贪污或挪用现象；
- 4) 确定资金的收支真实，货币计价正确；
- 5) 确定资金在会计报表上的揭露恰当。

（四）监管保障

经批准后的矿区生态修复方案不得擅自更改。矿区生态修复方案有重大变更的，矿业权人需向当地主管部门申请。自然资源局有权依法对矿区生态修复方案实施情况进行监督管理。甘肃冀陇矿业有限责任公司作为矿区生态修复方案义务人应强化方案施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与当地自然资源局取得联系，加强与当地主管部门的合作，自觉接受监督管理。

为保障自然资源局实施矿区生态修复方案监管工作，矿山应当根据矿区生态修复方案编制并实施阶段工作计划和年度实施计划，定期报告当年矿区生态修复情况，接受自然资源局对矿区生态修复实施情况的监督检查，接受社会对矿区生态修复实施情况监督。

二、公众参与

本方案编制前期，项目业主与方案编制人员走访了矿区附近工作人员，充分征求了土地权属人以及当地自然资源、水利、农业、环保等部门或代表意见，将方案规划的目标和内容与他们相互交流，根据公众参与意见，明确损毁土地的复

垦方向为乔木林地、灌木林地，得到了他们的帮助和大力支持，矿区生态修复工作具有较好的社会基础。

项目建设过程中积极邀请当地群众代表和相关部门对矿区生态修复工作进行指导，确保工作顺利开展。工程实施结束后，自然资源管理部门进行验收时，除组织相关专家外，也将邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正、公开。

引导公众积极参与矿区生态修复工作，充分发挥广大群众的创新能力，创建公众参与的民主形式，进而奠定矿区生态修复工作得以顺利落实的群众基础。

（一）公众参与基本原则

1. 广泛参与原则

矿区生态修复项目中，包括当地政府部门、矿山企业、当地农民和科技人员在内的多方广泛参与，是公众参与最基本的原则。

2. 公平、公开原则

各参与方都能公平地拥有参与决策权、发展选择权和受益权，真正体现《土地复垦规定》中的“谁损毁，谁复垦”“谁复垦，谁受益”的原则；同时项目操作程序要公开化、透明化，矿区生态修复施工项目要公开竞标发包等。

3. 协调原则

公众参与矿区生态修复的目的是通过与矿区生态修复有利益关系的各方的共同参与和相互协商，消除误解，理顺关系，协调利益，取长补短，优势互补，积极配合，使土地复垦工作得以顺利开展。

4. 全过程原则

矿区生态修复公众参与要求各参与方积极参与到项目的立项、确认、设计、计划、执行、监测、评价、验收、维护等全过程中。

5. 可持续发展原则

矿区生态修复工作要在多方参与讨论后修改制订，使方案既能满足现有的社会经济利益要求，又能确保治理及复垦后的土地总体利用方向符合当地经济的特点和总体发展战略，最终实现区域土地资源的可持续发展。

（二）公众参与技术路线

公众参与部门涉及当地自然资源部门、矿山企业、矿区及其周边居民和科研部门。本项目多次征求自然资源部门、甘肃冀陇矿业有限责任公司等相关部门的意见，同时，积极争取矿区周边居民以及矿山工作人员对矿区生态修复的意见。

公众参与贯穿方案编制的始末。本项目公众参与涉及方案编制的前期准备、编制过程以及矿区生态修复工程实施过程中的全过程。

(三) 公众参与形式

矿区生态修复方案中公众参与形式主要采取发放调查公众意见表的形式，同时组织专家对方案进行初审。

(四) 矿区生态修复方案调查公众意见

公众参与的一个重要内容是征集矿区当地居民以及矿区工作人员对矿区生态修复的意见。共收到公众反馈意见 20 条，聚焦植被选择、水土保持措施及生物多样性保护以及修复措施及计划等。

予以采纳的意见：采纳“优先选用适宜于本次生长的草种”“选择质量可靠的施工企业，保障修复工程质量”“增加治理后管护力度”等意见，已在《方案》中进行采纳。

(五) 后续公众全程和全面地参与

1. 方案实施过程中公众参与

(1) 每年组织当地群众、相关职能部门和专家代表，对矿区生态修复工程实施情况进行一次实地考察验收。

(2) 每年年底组织召开一次座谈会，邀请当地群众、相关职能部门和专家代表参加，根据考察验收的实际情况，以及通过各种渠道征集到公众意见，对土地复垦实施方案和计划进行完善。

2. 竣工验收阶段公众参与

矿区生态修复工程竣工以前，广大群众可参与矿区对生态修复工程项目数量和质的评价。向自然资源主管部门提出竣工验收申请，并邀请相关职能部门和专家参与竣工验收。

三、效益分析

矿区生态修复工作的开展和实施将为区内自然资源的保护和合理开发利用提供有利条件，对于保护生物多样性，维护生态平衡，具有极其重要的意义。

(一)社会效益

在该矿山开采生产过程中，不仅国家和地方每年可从中增加税费收入，给社会发展和人民生活水平的提高提供了不可缺少的物质资源，而且在对发展地方经济，优化产业结构，创造就业机会也具有积极的作用，社会效益显著。与此同时，也给地质环境带来了一定的负面影响，矿业开发将造成环境质量的下降，可能会出现采空塌陷地质灾害现象。通过矿区生态修复方案的实施，可使上述地质环境问题得到有效解决，具有良好的社会效益。其社会效益主要表现在以下三个方面：

1、良好的生态环境是确保国民经济和社会发展的基础，矿区生态修复方案的实施有利于社会经济持续、稳定、健康发展，为社会、经济可持续地发展提供有力保障。

2、良好的环境及积极的环境保护意识与行动，也将促进矿区各类环境的改善，如制度环境、生态环境等，提高环境保护意识，作为吸引投资的重要方面，进行招商引资，可以加快地方经济的发展和社会的全面进步。

3、保护和治理生态环境，减灾防灾，对于维护地方社会稳定，促进地方经济的可持续发展，具有十分重要的意义。

(二)环境效益

保护矿产资源和生态环境，都是我国的基本国策。矿山生态环境保护是一项公益性活动，不仅是各级政府和行政主管部门的职责，也是各基层单位和广大干部群众共同的责任，必须动员全社会力量共同参与，只有通过广泛深入的舆论宣传，才能增强各级领导和群众的保护意识，提高全民对矿山生态环境保护重大意义的认识，使矿山生态环境保护有广泛的群众基础。

通过对矿区生态修复，可以防止地质灾害对矿山开采活动可能造成的危害，基本恢复矿山土地资源、地形地貌景观，最大程度减轻采矿对区内地质环境的影响，实现资源开发与地质环境保护和谐发展的目标，环境效益显著。

(三) 经济效益

经济效益主要体现在减灾效益和增值效益。

1、矿山地质环境治理工程是防灾工程，防灾工程是以防止和减轻正在或可能发生的各种灾害为主要目的的工程。防灾工程的经济效益主要由减灾效益和增值效益两部分组成，并以减灾效益为主，增值效益为辅。

2、防灾工程的减灾效益是指由于防灾工程的建设可能减少的灾害损失。按照“有无对比”的原则，减灾效益等于无防灾工程时灾害可能造成的直接经济损失与有防灾工程时可能造成的直接经济损失之差。按比例投入治理费对不稳定边坡治理，可进一步避免地质灾害造成的损失及人员伤亡，以及灾害造成停产造成的无形损失，可给矿山带来巨大的经济效益。

3、通过修复工程的实施，减小水土流失强度，减轻对生态环境的破坏、减少生态破坏引起的连锁反应。

4、矿山地质环境问题的解决直接服务于矿山企业，矿山实施矿区生态修复产生的经济效益直接体现于矿山企业本身，从而使矿山效益增值。

综上所述，该矿山开采项目社会效益良好，经济效益显著，通过矿区生态修复工程，将产生有效的减灾效益、生态环境效益、经济效益和社会效益是十分明显。

第八章 结论

一、方案服务年限

根据《甘肃冀陇矿业有限责任公司肃南县红尖一带重晶石及多金属矿矿产资源开发利用方案》（贵州天宝矿产资源咨询服务有限公司，2019年4月），截止2025年，矿山剩余服务年限为18年，即2025-2042年，矿山闭坑后生态修复工程实施期为1年，根据当地土地复垦实际情况和植物生长需要，管护期为3年。故本方案服务年限确定为22年（2025年~2046年）。

二、损毁范围、类型及程度

已损毁土地面积 6.3932hm^2 ，其中采矿用地 5.8900hm^2 、其他草地 0.4270hm^2 、农村道路 0.0762hm^2 。

拟损毁土地为预测地面塌陷区塌陷损毁，拟损毁土地面积 22.5085hm^2 ，地类全部为其他草地。

3039m主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场以及预测地面塌陷区为重度损毁；其他采矿用地为中度损毁；办公生活区、矿山道路及回风斜井工业场地为轻度损毁。

矿山总损毁土地面积为 28.9017hm^2 。

三、修复目标

本次方案确定复垦方向为其他草地，预测地面塌陷区仅夯填地裂缝后保持原地类。

该项目生态修复责任区包括3039m主平硐采矿工业场地、矿石临时堆场、排土场、预测地面塌陷区、其他采矿用地、办公生活区、矿山道路、回风斜井工业场地，总面积为 28.9017hm^2 。预测地面塌陷区仅夯填地裂缝后保持原地类，面积为 22.5085hm^2 。因此最终复垦面积为 6.3932hm^2 ，复垦方向为其他草地。

四、主要修复工程措施

主要修复工程措施包括地貌重塑工程、土壤重构工程及植被重建工程。

五、监测管护措施及期限

监测阶段包括生产期、治理及管护期，监测工程包括地面塌陷监测、含水层破坏监测、地形地貌景观监测、土地损毁监测、复垦后土壤质量监测、植被损毁监测、植被恢复监测、水土环境污染监测，管护工程包括草地管护。

监测期限为本方案服务期限、管护期限为复垦后 3 年。

六、投资总额

本方案估算生态修复投资费用共 229.69 万元，其中工程施工费 63.85 万元，其他费用 4.85 万元，监测与管护费 85.80 万元，预备费 75.19 万元。

近三年度经费安排为第一年度 18.28 万元，第二年度 4.50 万元，第三年度 4.63 万元。

本项目资金来源为采矿权人甘肃冀陇矿业有限责任公司。