

新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县
库木萨依锂铈钽稀有金属（铁）矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

新疆腾晟矿业有限公司

2025 年 5 月

新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县 库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：新疆腾晟矿业有限公司

法人代表：邱瑞龙

总工程师：蒋亚东

编制单位：长沙有色冶金设计研究院有限公司

法人代表：谭荣和

总工程师：朱建国

项目负责人：陈思龙 李红伟

编写人员：陈思龙 王 星 刘中柱 李红伟 袁芳沁

高 宇 李玲慧

制图人员：刘中柱 李红伟 高 宇

目 录

前 言	1
一、任务的由来	1
二、编制目的	1
三、编制依据	3
四、方案适用年限	7
五、编制工作概况	8
第一章 矿山基本情况	12
一、矿山简介	12
二、矿区范围及拐点坐标	13
三、矿山开发利用方案概述	15
四、矿山开采历史及现状	35
五、绿色矿山建设	36
第二章 矿区基础信息	42
一、矿区自然地理	42
二、矿区地质环境背景	48
三、矿区社会经济概况	81
四、项目区土地利用现状	83
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	86
六、周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	89
第三章 矿山地质环境影响与土地损毁评估	92
一、矿山地质环境与土地资源调查概述	92
二、矿山地质环境影响评估	93
三、矿山土地损毁预测与评估	184
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	197
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	208
一、矿山地质环境治理可行性分析	208
二、矿区土地复垦可行性分析	212
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	226

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防	226
二、矿山地质灾害治理	232
三、地形地貌景观修复与生态恢复	234
四、矿区土地复垦	237
五、含水层破坏修复	254
六、水土环境污染修复	254
七、矿山地质环境监测	255
八、矿区土地复垦监测和管护	268
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	272
一、总体工作部署	272
二、阶段实施计划	275
三、近期年度工作安排	285
第七章 经费估算及进度安排	291
一、经费估算依据	291
二、矿山地质环境治理工程经费估算	304
三、土地复垦工程经费估算	308
四、矿山地质环境保护治理与土地复垦经费估算通用表	313
五、总费用汇总与年度安排	327
第八章 保障措施与效益分析	336
一、组织保障	336
二、技术保障	337
三、资金保障	337
四、监管保障	341
五、效益分析	342
六、公众参与	343
第九章 结论与建议	351
一、结论	351
二、建议	352

前言

一、任务的由来

“新疆若羌县库木萨依一带铁铜金多金属矿普查（西区）”探矿权是 2021 年 11 月由新疆腾晟矿业有限公司通过“招拍挂”方式公开竞得，首次发证日期为 2022 年**月**日，截至目前尚未进行变更。现持矿业权证名称：新疆若羌县库木萨依一带铁铜金多金属矿普查（西区）；发证机关：新疆维吾尔自治区自然资源厅；证号：*****；勘查矿种：多金属；有效期：2022 年 3 月 21 日～2027 年 3 月 21 日；面积：***km²。

2025 年 1 月新疆腾晟矿业有限公司委托长沙有色冶金设计研究院有限公司（以下简称“长沙有色院”或“我公司”）编制完成了《新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿产资源开发利用方案》并通过了自然资源部油气资源战略研究中心组织的审查，矿区面积****km²，拟规划生产能力为**万吨/年（前期主矿体露采**万吨/年，后期主矿体地采**万吨/年+零星小矿体露采**万吨/年），该矿山属中型新建矿山。

为了加强矿山地质环境保护和土地复垦，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和经济社会、资源环境的协调发展，根据《中华人民共和国矿产资源法》《地质灾害防治条例》《矿山地质环境保护规定》《土地复垦条例》和《国土资源部关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号）等相关要求，矿山企业必须开展矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作。新疆腾晟矿业有限公司委托长沙有色冶金设计研究院有限公司承担《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制工作。

接到委托后，长沙有色院组织人员进行了现场踏勘、地质环境调查及资料收集工作，在此基础上，按照编制指南要求，于 2025 年 3 月编制完成了《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

本方案仅作实施矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦的技术依据之一，不代替相关工程勘查、治理设计。

二、编制目的

按照矿山地质环境保护与土地复垦的相关法律法规及政策要求，“采矿权申请人在申请办理采矿许可证前，应当自行编制或委托有关机构编制矿山地质环境保护与土地复垦方案”。新疆腾晟矿业有限公司现申请新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿采矿许可证，需编制《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

方案编制目的：查明矿山地质环境问题、矿区地质灾害现状和隐患，对矿山生产活动造成的矿山地质环境影响进行现状和预测评估，根据评估结果进行矿山地质环境保护与治理恢复分区，制定出矿山地质环境保护与恢复治理措施，使因矿山开采对地质环境的影响和破坏程度降到最低，促进矿区经济可持续发展，为实施保护、监测和治理恢复矿山地质环境提供技术依据。查明矿山土地利用现状、明确土地损毁现状及分布、损毁土地类别、数量、损毁时间、损毁程度；预测后续开采对土地的损毁，根据损毁现状和预测损毁情况综合制定土地复垦规划、统计复垦工程量并编制复垦预算，为土地复垦的实施管理、监督检查以及土地复垦费预算等提供参考依据。发展绿色矿业、建设绿色矿山，以资源合理利用、节能减排、保护生态环境和促进矿地和谐为主要目标，将绿色矿业理念贯穿于矿产资源开发利用全过程，实现资源开发的经济效益、生态效益和社会效益协调统一。

本次主要任务是：

1、通过收集资料与野外调查，实地开展矿山地质环境及土地资源等调查，查明矿山概况、矿区地质环境条件和土地资源利用现状；

2、查明矿区地质环境问题、地质灾害发育现状及造成的危害，调查矿区各类土地的损毁情况，分析研究主要地质环境问题的分布规律、形成机理及影响因素，论述土地损毁环节与时序；根据调查情况、矿山开发利用方案、采矿地质环境条件对评估区矿山地质环境影响和土地损毁进行现状和预测评估；

3、在评估的基础上，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区和确定土地复垦区与复垦责任范围；

4、从技术、经济、土地适宜性和水土资源平衡等方面进行矿山地质环境治理与土地复垦可行性进行分析；

5、提出矿山地质环境治理、修复与土地复垦技术措施，矿山地质环境监测、土地复垦监测和管护方案，明确各项工作的目标任务；

6、对矿山地质环境治理与土地复垦工作分阶段进行工作部署，并明确近五年工

作安排情况；

7、进行矿山地质环境治理工程、土地复垦工程的经费估算，提出矿山地质环境保护与土地复垦的保障措施。

本方案的编制与实施，将达到矿产资源的开发利用和矿区社会经济的综合发展相协调的目的，对保护土地资源、矿山地质环境、矿区水土保持和改善矿区及周边生态环境具有重要意义和作用。

三、编制依据

（一）法律、法规

1、《中华人民共和国水土保持法》（2010年12月25日修订通过，自2011年3月1日起施行）；

2、《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订通过，自2015年1月1日起施行）；

3、《中华人民共和国水污染防治法》（2017年6月27日第二次修正，2018年1月1日正式施行）；

4、《中华人民共和国环境影响评价法》（2018年12月29日第二次修正）；

5、《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日第三次修正）；

6、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（2020年4月29日第二次修订）；

7、《中华人民共和国矿产资源法》（2024年11月8日修订通过，自2025年7月1日起施行）；

8、《地质灾害防治条例》（2003年11月24日国务院令 第394号公布，2004年3月1日起施行）；

9、《土地复垦条例》（2011年3月5日国务院令 第592号公布，自公布之日起施行）；

10、《矿山地质环境保护规定》（2019年7月16日第三次修正）；

11、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年7月2日中华人民共和国国务院令 第743号第三次修订）；

12、《地下水管理条例》（2021年9月15日国务院第149次常务会议通过，自2021年12月1日起施行）；

13、《新疆维吾尔自治区矿产资源管理条例》（2024年11月28日修正）；

14、《新疆维吾尔自治区环境保护条例》（2018年9月21日修正）；

15、《新疆维吾尔自治区地质灾害防治条例》（2020 年 3 月 1 日施行）；

16、《新疆维吾尔自治区地质环境保护条例》（2021 年 1 月 1 日施行）。

（二）部门规章和政策文件

1、《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69 号）；

2、《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）；

3、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国发〔2011〕20 号）；

4、《关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综〔2011〕128 号）；

5、《自然资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号）；

6、《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）；

7、《国土资源部财政部环境保护部国家质量监督检验检疫总局中国银行业监督管理委员会中国证券监督管理委员会关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4 号）；

8、《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）；

9、《关于印发〈绿色矿山评价指标〉和〈绿色矿山遴选第三方评估工作要求〉的函》（自然资矿保函〔2020〕28 号）；

10、《自然资源部关于深化矿产资源管理改革若干事项的意见》（自然资规〔2023〕6 号）；

11、《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4 号）；

12、《自然资源部办公厅关于明确存量采矿用地复垦修复土地验收有关要求的通知》（自然资办发〔2023〕26 号）；

13、《新疆维吾尔自治区土地整治项目管理暂行办法》（新国土资发〔2014〕314 号）；

14、《关于做好〈矿山地质环境保护与土地复垦方案〉编审有关工作的通知》（新国土资规〔2018〕1 号）；

15、《新疆关于调整我区建设工程计价依据增值税税率的通知》（新建标〔2019〕4号文）；

16、《关于进一步推进和完善矿产资源管理有关工作的通知》（新自然资规〔2021〕3号）；

17、自治区自然资源厅、财政厅、生态环境厅《新疆维吾尔自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法》（新自然资规〔2022〕1号）。

（三）标准规范

- 1、《综合工程地质图图例及色标》（GB/T 12328-1990）；
- 2、《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538-1993）；
- 3、《量和单位》（GB3100-3102-1993）；
- 4、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 5、《土地基本术语》（GB/T 19231-2003）；
- 6、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；
- 7、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220-2006）；
- 8、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；
- 9、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；
- 10、《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009版）；
- 11、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；
- 12、《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD-T 1031.1-2011）；
- 13、《土地复垦方案编制规程 第4部分：金属矿》（TD/T 1031.4-2011）；
- 14、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 15、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- 16、《地下水监测工程技术规范》（GB/T 51040-2014）；
- 17、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；
- 15、《区域地质图图例》（GB/T 958-2015）；
- 16、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- 17、《生态环境状况评价技术规范》（HJ 192-2015）；
- 18、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（中华人民共和国国土资源部，2016年12月）；
- 19、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864-2016）；

- 20、《矿山土地复垦基础信息调查规范》（TD/T 1049-2016）；
- 21、《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- 22、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 23、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；
- 24、《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0320-2018）；
- 25、《新疆维吾尔自治区土地整治项目补充预算定额（试行）》（新财综〔2019〕1号）；

- 26、《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2019）；
- 27、《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）；
- 28、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- 29、《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；
- 30、《地质调查项目预算标准（2021）》；
- 31、《矿山生态修复技术规范 第3部分：金属矿山》（D/T 1070.3-2024）；
- 32、《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）
- 33、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）。

（四）技术文件

- 1、探矿许可证（证号：*****）；
- 2、《新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿勘探报告》及专家评审意见、备案证明（新疆地质矿产勘查开发局第三地质大队，2024年8月）；
- 3、《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿产资源开发利用方案》及专家评审意见（长沙有色冶金设计研究院有限公司，2025年1月）；
- 4、新疆维吾尔自治区若羌县自然资源局提供的第三次全国国土调查成果；
- 5、现场调查访问取得的各类资料、土壤样、水样检测报告等。

（五）规划资料

- 1、《若羌县2024年度地质灾害防治方案》（若羌县人民政府办公室，2024年3月21日）；
- 2、《若羌县国土空间总体规划（2021—2035年）》。

（六）主要计量单位

本方案编制采用国际通用单位制，主要计量单位见表 0-1。

表 0-1 主要计量单位表

序号	计量名称	单位名称	单位符号
1	面积	平方米；公顷；平方千米	m ² ；hm ² ；km ²
2	长度	厘米；米；千米	cm；m；km
3	重量	微克；千克；	μg；kg
4	体积	立方米；万立方米	m ³ ；10 ⁴ m ³
5	产量	吨；万吨	t；10 ⁴ t
6	单价	万元/亩；元/亩；万元/万吨	-
7	金额	元；万元（人民币）	-
8	时间	日；年	d；a
9	温度	摄氏度	°C
10	速度	米/秒	m/s
11	流量	立方米/秒	m ³ /s
12	比重	吨/立方米	t/m ³
13	压强	兆帕	MPa

四、方案适用年限

（一）矿山服务年限

2025 年 1 月，编制完成了《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铈钽稀有金属（铁）矿矿产资源开发利用方案》并通过了自然资源部油气资源战略研究中心组织的审查，矿山属于新建工程，矿区内矿体设计利用资源量：矿石量****万 t，可采储量为****万 t，开采规模为***万 t/a，矿山基建期**a，开采服务年限**a，总服务年限为**a。

（二）方案服务期

方案基准期：本《方案》以《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铈钽稀有金属（铁）矿矿产资源开发利用方案》确定的矿山服务年限 16 年为基础，考虑治理（复垦）期 1.0 年，管护期 3.0 年，确定本方案服务期为 20 年（2025 年 6 月~2045 年 5 月）。

（三）方案适用期

确定本方案服务期为 20 年，自 2025 年 6 月~2045 年 5 月，方案适用年限为 5 年，即自 2025 年 6 月至 2030 年 5 月。

本方案严格依据国家法律法规和政策要求，当矿山企业变更矿区范围和开采方式、扩大开采规模，或变更开采矿种，或没有按照《开发利用方案》进行开采的，新疆腾晟矿业有限公司负责对本方案进行修订或重新编制。若在本方案服务期限内矿业权发生变更，则矿山地质环境保护与土地复垦的责任与义务将随之转移。

五、编制工作概况

1、技术力量

接受委托后，我单位立即组建了项目组，并多次赴现场实地踏勘。项目组成员一共 5 人，其中高级工程师 3 人，专业包括采矿专业 1 人、环境工程 1 人、水工环 1 人，总图布置 1 人、工程造价及经济评价 1 人。

照片 0-1 项目组成员现场踏勘

照片 0-2 项目组成员现场踏勘 2

照片 0-3 项目组成员现场踏勘 3

2、工作程序

本方案编制按照中华人民共和国原国土资源部发布的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》和《土地复垦方案编制规程》进行。

工作程序为：在充分收集和利用既有资料的基础上，通过现场勘查项目区地质环境条件、社会环境条件、土地利用现状、地质灾害现状和地质环境的类型、分布规模、稳定程度、活动特点等因素，实地测量矿山损毁土地面积，确定土地损毁地类、损毁方式、损毁程度。综合分析，对矿区进行矿山地质环境影响评价、矿山地质环境保护与恢复治理分区、土地复垦适宜性评价，并制定相应的矿山地质环境治理工程和土地复垦措施、建议等。

图 0-1 矿山地质环境保护与土地复垦方案编制流程图

3、工作方法

根据《矿山地质环境保护规定》《土地复垦条例》《土地复垦方案编制规程》《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》和《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中确定的矿山地质环境评估和土地复垦工作的基本要求，在工作中首先明确工作思路，熟悉工作程序，确定工作重点，制定项目实施计划。

在资料收集及现场踏勘的基础上，进行矿山地质环境现状、土地利用现状调查、损毁土地面积测量、损毁土地地类统计。根据调查结果，确定评估区范围和复垦区面积，划分评估等级，确定损毁土地损毁方式、损毁程度，进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估和土地复垦适宜性评价。在此基础上，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区和复垦单元划分，制定矿山地质环境保护和土地复垦工程措施和工作部署，提出防治工程和地质环境监测方案，并进行经费估算和效益分析。

4、完成工作量

长沙有色冶金设计研究院有限公司于 2024 年 12 月组织采矿专业、环境工程、水工环，总图布置、工程造价及经济评价等专业人员赴现场调查，实际调查面积约 8.495km²。调查的范围包括探矿权、拟申请采矿权范围和采矿活动可能影响到的范围。调查了采矿活动可能引发的地质灾害情况；采矿活动可能对地形地貌景观、含水层、土地资源等的影响和破坏；矿区可能遭受的地质灾害的影响和破坏，补充了泥石流流域平面图。收集了有关的区域地质、水文地质、土壤植被等资料，进行了室内综合研究分析，并依据国土资源部《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《土地复垦方案编制规程—第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）、《土地复垦方案编制规程—第 4 部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）及《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》等的要求，编写了《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铈钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

方案编制过程中工作量见表 0-2。

表 0-2 方案编制完成工作量表

调查工作内容		单位	工程量	备注
工作范围	调查面积	km ²	****	包含评估区面积
	调查路线	km	4.7	
	手持 GPS 定点	点	15	
	地形图	幅	1	1:2000, 1:10000
	评估面积	km ²	8.495	主要根据矿权和地表分水岭圈定
	矿区面积	km ²	****	拟申请采矿权范围
收集资料	技术资料	套（份）	8	探矿权证、勘探报告、开发利用方案等

调查工作内容		单位	工程量	备注
	土地利用现状图	份	1	若羌县自然资源局提供
	土地利用总体规划图	份	1	若羌县自然资源局提供
	地质灾害防治分区图	份	1	若羌县自然资源局提供
	地质灾害易发分区图	份	1	若羌县自然资源局提供
	调查问卷	份	20	访问人数 20 人
野外地质调查	地质环境点	个	30	包括地层岩性、地质构造、泥石流沟及其他地质现象
	水样采集及测试	件	2	矿区河道地表水样
	土样采集及测试	件	2	尾矿库、选矿工业场地
	地形地貌调查点	个	21	露天采场、尾矿库、排土场、采选工业场地、充填站、道路等
	人类工程活动调查点	个	8	露天采场、矿区工业场地、排土场、充填站、道路
照片及影像资料	照片	张	80	自然环境、地质环境、矿区现状、泥石流流域范围等，照片和视频影像资料均为 2024 年 12 月和 2025 年 2 月现场调查时拍摄
	视频影像	份	17	
室内综合	最终成果报告及图纸	套	1	文档 1 份，附图 8 张

（二）工作质量评述

本次工作采用了资料收集、野外地质环境调查、室内资料整理综合研究、计算机成图等技术手段和方法。野外调查中，采用测量、访问、拍照等多种工作手段，调查内容全面，真实地反映了矿区地质环境现状。室内工作中，项目组将收集到的资料与野外实地调查成果相互印证，综合分析，对工作质量进行了自检、互检，所取得的资料真实可靠，基本满足方案编制需要。我单位对本方案进行了内部审查，方案符合相关要求。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

（一）地理位置

矿区行政区划隶属新疆维吾尔自治区若羌县管辖，在县城***°方位，直线距离约**km。探矿权地理坐标（CGCS2000 坐标系）范围为：东经*****~*****，北纬：*****~*****，中心坐标为：东经*****，北纬*****，探矿权范围面积****km²。

矿区内部没有铁路、河流通过，周围无村庄，目前仅有一条简易公路与国道 G315 相连，距离约**km；距若羌-和田及若羌-尉犁县高速公路里程约***km；距格尔木-库尔勒、若羌-和田铁路里程约**km；距若羌楼兰机场里程约**km，交通较为方便。

图 1-1 矿区交通位置图

（二）矿山简介

- 1、矿权人：新疆腾晟矿业有限公司
- 2、矿山名称：新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿
- 3、矿山位置：新疆维吾尔自治区若羌县
- 4、经济类型：有限责任公司（非自然人投资或控股的法人独资）
- 5、开采矿种：锂铌钽稀有金属（铁）矿
- 6、开采方式：前期露天开采+后期地下开采
- 7、生产规模：****t/a
- 8、矿区面积：****km²
- 9、开采标高：*****m~*****m
- 10、工程标高：*****m~+*****m。

二、矿区范围及拐点坐标

（一）矿区范围

拟申请采矿权范围由 23 个拐点坐标圈定（详见表 1-1），各拐点坐标投影见图 1-3。

表 1-1 拟申请采矿权范围拐点坐标一览表

拐点标号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
C1	*****	*****
C2	*****	*****
C3	*****	*****
C4	*****	*****
C5	*****	*****
C6	*****	*****
C7	*****	*****
C8	*****	*****
C9	*****	*****
C10	*****	*****
C11	*****	*****
C12	*****	*****
C13	*****	*****
C14	*****	*****
C15	*****	*****
C16	*****	*****
C17	*****	*****
C18	*****	*****
C19	*****	*****
C20	*****	*****
C21	*****	*****
C22	*****	*****
C23	*****	*****
矿区面积		****km ²
开采标高		*****至*****m
工程标高		*****至*****m

图 1-2 矿区范围各拐点坐标投影

（二）周边矿权分布

本探矿权范围周边分布有 3 个探矿权和 1 个采矿权，具体分布位置见图 1-4，各矿业权名称见表 1-2。本区西南紧邻“新疆若羌县阿鲁拉克花岗岩矿普查（T3）”探矿权、东紧邻在产矿山“新疆砂梁矿业有限公司新疆若羌县砂梁西铁矿（C1）”采矿权，南部靠近“新疆若羌县库木萨依铜金多金属矿勘探（T4）”探矿权，矿区与周边矿业权无接边重叠及矿业权纠纷，优选勘探区全部在本探矿权范围内。

图 1-3 矿区及周边矿业权位置关系示意图

表 1-2 探矿区及周边矿业权一览表

编号	矿业权名称
T1	新疆若羌县库木萨依一带铁铜金多金属矿普查（西区）
T2	新疆若羌县砂梁北南铁多金属矿勘探
T3	新疆若羌县阿鲁拉克花岗岩矿普查
T4	新疆若羌县库木萨依铜金多金属矿勘探
C1	新疆砂梁矿业有限公司新疆若羌县砂梁西铁矿
CK1	拟申请采矿权范围

如图所示，新疆若羌县库木萨依一带铁铜金多金属矿普查（西区）探矿权属于新疆腾晟矿业有限公司。目前探矿权范围为图中 T1 玫红色范围，矿山开发利用方案拟申请的采矿权范围为图中红色部分，面积****km²。

三、矿山开发利用方案概述

（一）资源储量、设计生产规模、矿山总服务年限

矿区内矿体设计利用资源量：矿石量****万 t，可采储量为****万 t，设计露天开采生产规模**万 t/年，地下开采生产规模为**万 t/年。经计算本次设计首采区（I号主矿体）露天开采服务年限为 10 年，其中达产年 9 年，最后 1 年为减产年。在 I 号主矿体露天开采第 8、第 9 年两年完成地下开采的基建工作，在 I 号主矿体露天开采结束后（露天开采第 10 年）即转入地下开采，同时搭配零星小矿体的露天开采扩大矿山生产规模。地下开采服务年限 7 年，因此矿山开采总体服务年限约为 16 年。

（二）产品方案

产品方案为：前期露天开采阶段锂精矿（Li₂O **%）、钽铌精矿（Ta₂O₅****%+Nb₂O₅****%）；后期地下开采阶段锂精矿（Li₂O ****%）、钽铌精矿（Ta₂O₅****%+Nb₂O₅****%）

（三） 矿山开采方式、方法及开拓方式

1、开采方式

矿山设计采用前期露天开采，后期接续地下开采方式。

2、开采方法

根据矿体赋存情况及开采技术条件，露天开采先开采 I 区主矿体，再按照由近到远依次开拓回采 II、III 区零星小矿体，采用从上往下分台阶的开采顺序，同时零星小矿体根据地下开采规模进行配合开采。

本矿仅 I 区矿体存在露采转地采，当 I 区矿体露天开采结束后转入地下开采时，考虑地下开采活动对露天境界的影响，设计暂考虑在露采坑底预留 20m 厚的保安矿柱。

矿体厚度<5m 的矿体采用机械化上向水平分层充填法（沿走向布置），矿体厚度

≥5m，且矿岩中等稳固以上的矿体采用分段空场嗣后充填采矿法（沿走向布置）。

3、开拓方式

（1）露天开采阶段

先开采I区主矿体，再按照由近到远依次开拓回采II、III区零星小矿体，采用从上往下分台阶的开采顺序，同时零星小矿体根据地下开采规模进行配合开采。针对该矿处于高寒环境且地形陡峻、切割强烈、高差极大，初步选定的选厂位置与采场高差较大、距离较远的特点，结合矿岩台阶分布特点，选择公路开拓卡车运输方案。

本矿山属于山坡加凹陷露天矿，剥采比较大（生产期平均剥采比***t/t），剥离围岩（****万t）全部堆放于境界西南山沟排土场。因运距短（约 2500m），剥离运输采用灵活的公路开拓汽车运输。

对于矿石运输，境界出入沟口距离粗碎站卸矿平台直线距离 900m，公路运输平均距离仅为 3000m。因此，矿石运输也采用公路开拓汽车运输。道路采用三级露天矿山道路，双车道路面宽 9.0m，路肩宽度 1.5m，路基宽度 12.0m，采用泥结碎石路面，平曲线最小圆曲线半径 20m，最大纵坡 8%。

图 1-4 本次开发利用方案I区主矿体终了境界平面图

图 1-5 本次开发利用方案I区主矿体露天基建平面图

图 1-6 本次开发利用方案Ⅱ区北矿体终了境界平面图

表 1-3 各露天矿坑开采特征表

露天采场名称	最大坡高(m)	台阶高(m)	台阶数	台阶坡面角°	最终边坡角°	境界面积(m ²)	封闭圈面积(m ²)
I区露天采场	**	12	18	65	45	**	**
Ⅱ区北露天采场	**	12	9	65	45	**	-
Ⅱ区南露天采场	**	12	5	65	45	**	-
Ⅱ区西露天采场	**	12	2	65	45	**	-
Ⅲ区西露天采场	**	12	4	65	45	**	-
Ⅲ区东露天采场	**	12	3	65	45	**	-
Ⅵ区露天采场	**	12	2	65	45	**	-
V区露天采场	**	12	2	65	45	**	-

图 1-7 本次开发利用方案I区主矿体终了境界剖面图（12 线）

图 1-8 本次开发利用方案Ⅱ区北矿体终了境界剖面图（38 线）

图 1-9 本次开发利用方案Ⅱ区西矿体终了境界剖面图（49 线）

图 1-10 本次开发利用方案Ⅱ区南矿体终了境界剖面图（103 线）

图 1-11 本次开发利用方案Ⅲ区西矿体终了境界剖面图（215 线）

图 1-12 本次开发利用方案Ⅲ区东矿体终了境界剖面图（202 线）

图 1-13 本次开发利用方案Ⅲ区东矿体终了境界剖面图（250 线）

（2）地下开采阶段

地采阶段开采范围具体为采矿权Ⅰ区范围内，露天境界以外的所有锂钽铌矿体。考虑地下开采活动对露天境界的影响，设计暂考虑在露采坑底预留 20m 厚的保安矿柱。

1) 开采顺序

根据坑底及挂帮矿量分布情况、开采技术条件及采矿工艺，为保证矿山前期的经济效益，设计先采品位较高，矿体更为连续的露天坑底部矿量，再回收挂帮矿量。

根据矿山前期露天开采状况、矿体的赋存状态及拟定的采矿方法，设计推荐回采顺序总体为从境界顶柱底部开始由上往下开采境界顶柱下部矿体，再由上往下开采露天挂帮矿体；从一翼向主斜坡道的方向，先采上盘矿体，再采下盘矿体的后退式回采顺序。

2) 中段高度

中段高度 50m，设 1180m、1130m、1080m 等中段，本次首采中段为 1130m 中段，回风为中段 1180m 中段。

3) 开拓运输方案

设计认为Ⅰ区矿体埋藏浅（0~**m），且受地表地形影响，不宜采用竖井；如果采用斜井开拓，会因为矿体倾角陡，倾向短，导致部分中段石门长、存在工程量大等问题，因此，设计只宜采用平硐或斜坡道开拓方式。根据矿体赋存条件及矿区地形条件、地貌，设计推荐Ⅰ区主矿体采用主平硐+主斜坡道的开拓运输方式。

图 1-14 开发利用方案井上井下复合平面图（开拓运输平面图）

①1253m 主平硐

担负全矿矿石、废石、材料、人员运输及无轨设备进出任务，同时兼作进风通道。主平硐口位于主矿体西北侧，I区范围外，平硐口中心坐标暂定为 X: *****; Y: *****，平硐口标高为 1253.00m。平硐净宽 3.9m，直墙高 2.4m，1/4 三心拱断面，净断面 13.36m³，根据岩石条件分为：不支护/50mm 厚喷砼支护/100mm 厚喷锚网支护/300mm 厚混凝土或钢筋混凝土支护。

②主斜坡道（1320m~1080m）

由于矿体走向长度不长，因此仅设计一条盲斜坡道，既作为主斜坡道，担负后期地下开采的矿、废石运输，也作为采区间辅助斜坡道，担负废石、人员、材料、设备等的运输任务，同时兼作进风通道。斜坡道主要位于矿体西边端部，上掘至 1320m 标高，下掘至 1080m 标高，与各生产中段连通。基建期只满足 1320m~1230m 标高之间的运输任务，后期随生产下沿再掘进至 1080m 标高。设计主斜坡道标高从 1320m~1253m 之间的坡度为 15%（只满足辅助运输），而 1253m~1230m 标高之间的坡度为 10%，设计断面净宽 3.9m，直墙高 2.4m，1/4 三心拱。

③回风竖井

主回风井为竖井，兼做安全出口。位于矿体北侧，12 线与纵 14 线之间，井口标高 1320m，井底标高 1230m，井深 100m，在 1320m 中段、1280m 中段及 1230m 中段设单面马头门，井筒净直径 3.5m。

图 1-15 本次开发利用方案开拓运输系统纵投影图

4、坑内运输

井下采用无轨运输，矿、废石可通过井下无轨卡车，途经斜坡道和主平硐运至地表，设计采用载重量 8t 的自卸式刚性卡车运输。

（1）矿石运输：中段运输巷道布置在矿体下盘，采用脉外无轨运输，各中段矿石经铲运机通过溜井直接装入 8t 运矿卡车后，沿中段平巷至主斜坡道，再通过主斜坡道、1253m 主平硐运至地表后，直接运输至选厂破碎站。

（2）废石运输：各中段废石经中段平巷和主斜坡道运至地表排土场堆存。

（3）人员、设备、材料运输：人员、材料和设备从地表由主平硐和斜坡道运至各个中段和采场。

5、通风系统

根据设计推荐的开拓运输方案、资源分布特点及采矿方法，设计采用单翼对角抽出式通风系统，由主平硐、主斜坡道进风，回风竖井回风。

新鲜风流由主平硐、主斜坡道、中段运输巷道进入，经无轨分段平巷、分层联络道及人行滤水进风天井进入采场，冲刷采场后，污风从切割回风充填井排入上中段回风充填平巷道。为了改善采场工作面通风条件，使用局扇加强通风。

采场爆破后，待炮烟排出，方可进行下一步作业。在进行凿岩、爆破、出矿与充填等作业时，采场内也需要不间断地通风。采场通风线路是：新鲜风流由矿房两侧的采准天井（通风行人天井）经分段凿岩巷道进入采矿工作面，污风经矿房中部切割天井排出。生产过程中须根据工作面位置，及时调节风量。

新鲜风流由主平硐、主斜坡道进入各中（分）段采场，洗刷或稀释采场及掘进工作面的粉尘、炮烟、尾气后，污风通过切割充填回风天井上中段运输平巷、各中段回风石门以及阶段回风竖井（1180m~1080m）后，最终从回风竖井（1330m~1230m）排出地表，风机装在回风竖井井口。

回风竖井（兼作安全出口）：位于矿体北侧，地表岩体移动观测界线以外，井口标

高 1320m，井筒净直径 $\phi=3.5\text{m}$ ，井底标高 1230m，井深 100m。

阶段回风竖井（兼作安全出口）：位于矿体北侧，中段岩体移动观测界线以外，井口标高 1230m，井筒净直径 $\phi=3.5\text{m}$ ，井底标高 1080m，井深 150m。基建期不考虑新建阶段回风竖井，生产后期随中段往下延伸，再新掘阶段回风竖井。

矿井总需风量为 $53.5\text{m}^3/\text{s}$ ，通过 Ventsim 软件模拟计算：通风容易时期平硐进风 $53.3\text{m}^3/\text{s}$ ，风速为 4.50m/s ，回风竖井回风量为 $53.3\text{m}^3/\text{s}$ ，风速为 6.23m/s ，容易时期负压为 2000Pa ；通风困难时期的平硐进风 $53.3\text{m}^3/\text{s}$ ，风速为 4.50m/s ，回风竖井回风量为 $53.3\text{m}^3/\text{s}$ ，风速为 6.23m/s ，困难时期负压为 2413.46Pa 。

矿山采用对角抽出式机械通风方式。考虑漏风系数、通风装置阻力等因素后，回风竖井井口安装 1 台 FKCDZN ϕ 21/2 $\times$ 220 矿用对旋轴流通风机，风机配套电动机功率 $2\times 220\text{kW}$ ，电压 380V ，风机通过电动机变频调速来调节风量和负压。

露天布置，不设通风机房，风道直径 $\phi 2500\text{mm}$ ，长度 20m，混凝土基础 $15\times 3\times 0.5\text{m}$ 。

所有工作面必须进行局部通风：掘进工作面采用 7.5kW 和 11kW 局扇；回采工作面采用 11kW 局部通风机进行通风，独头掘进工作面较长的工作面采用压、抽混合式局部通风，2 台 11kW 局部通风机并联通风。

局部通风机总台数为 21 台（含备用），其中 7.5kW 局部通风机 8 台， 11kW 局部通风机 13 台。

6、排水系统

（1）露天开采

矿区露天开采矿体最低开采标高位于勘查区最低侵蚀基准面以上，深部地下开采部分矿体位于最低侵蚀基准面以下；主要含水层为基岩裂隙水，补给条件差；充水含水层富水性弱。该矿床属水文地质条件简单型的矿床。

根据计算，露天坑封闭圈内正常涌水量为 $214\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $1040\text{m}^3/\text{d}$ 。

1) 场内封闭圈 1314m 以上排水方案

根据采矿工艺，露天采场终了境界封闭圈标高为 $****\text{m}$ ，封闭圈以上采用截水沟自流排水，露天采场在 1322m 平台设置截水沟，截 1322m 以上山坡露天部分的水量。

2) 封闭圈以下排水

封闭圈标高 $****\text{m}$ ，坑底标高 $****\text{m}$ ，封闭圈内极端暴雨天气涌水量： $1040\text{m}^3/\text{d}$ ，正常涌水量 $214\text{m}^3/\text{d}$ 。由于最大排水高度只有 64m ，因此采用一段式排水，集水坑移动式排水泵站。

移动泵站内设 QJX20-94-9.2 型下吸式潜水泵， $Q=20\text{m}^3/\text{h}$ ； $H=94\text{m}$ ， $N=9.2\text{kW}/\text{台}$ ，380V；正常涌水时 1 台工作，另 1 台备用检修；最大涌水时，2 台全部工作；排水管规格为 $\phi 89\times 10\text{mm}$ ，共 2 条；正常涌水时 1 条工作，最大涌水时全部工作。

（2）地下开采

根据矿体赋存特征，水文地质条件以及推荐的开拓系统，设计采用自流排水+机械排水的方式，其中 1280m 标高以上的涌水通过重力的方式汇集至 1280m 中段，再通过盲主斜坡道及 1253m 主平硐排至地表污水处理站。

开采 1280m 以下时，则采用井下机械二级接力排水，排水泵房分期建设，水泵房前期建在 1230m 中段主斜坡道附近，1280m~1230m 标高之间的涌水通过中段水沟和主斜坡道排至 1230m 中段水泵房。

后期开采 1230m 中段以下矿体时采用接力排水，水泵房设在 1080m 中段，1230m~1080m 中段涌水通过中段水沟和主斜坡道自流至 1080m 水泵房，两个水泵房接力，通过排水管道将井下涌水沿主斜坡道将井下涌水排至地表涌水处理设施处理后供生产使用。

矿山最低生产中段，1080m 中段正常涌水量 $452\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量 $587\text{m}^3/\text{d}$ 。生产期井下采矿生产废水约 272t/d。

机械排水量均按 1080m 中段排水量考虑。

在 1230m 水泵房，设 3 台 D85-45 $\times$ 2（P）多级离心泵，单台泵功率 37kW，380V，水泵房尺寸 15 $\times$ 4.5 $\times$ 3.5（手动起重梁底），正常涌水时 1 台工作，最大涌水时 2 台工作，检修及备用 1 台水泵，水泵硐室利旧。开采 1230m 标高以下时，设计在 1080m 中段新增 1 个水泵房，配置同 1230m 水泵房。

主排水管路采用 2 条 133 $\times$ 7mm 无缝钢管，正常涌水时 1 根管道工作，最大涌水 2 根管道同时工作，管道由管子斜道再经斜坡道排至主平硐。

7、充填系统

充填站位于 I 区矿体北侧，勘探线 03 线至 00 线之间，充填站标高 1335m，充填站内充填料通过 2 个充填钻孔（1 用 1 备）下放至井下各中段。

井下采空区拟采用高浓度全尾砂胶结充填工艺，充填骨料采用选厂产出的全尾砂，全尾砂浓密采用深锥浓密机，充填用水泥采用立式筒仓储存。充填系统生产时，高浓度全尾砂自浓密机底部放出，经渣浆泵泵送至搅拌桶，水泥自水泥仓底部放出，经计量输送系统按所需配比输送至搅拌桶，在搅拌桶充分搅拌均匀后，合格料浆经管道下

放至井下采空区充填。同时配置有给水系统，根据在线监测仪表获得的浓度数据确定是否添加调浓水并自动确定添加的水量。充填系统设计充填能力 $40\text{m}^3/\text{h}$ ，充填料浆重量浓度 68%。各中段充填倍线均小于 8，充填料浆可自流至井下采空区。

8、压气设施

压气设施选用 4 台同型号风冷螺杆空压机，单台排气量 $50\text{m}^3/\text{min}$ ，排气压力 0.75MPa ，电机功率 280kW ，电压等级 380V 。矿山正常作业时，空压机为 3 用 1 备；压风自救时，1 台空压机工作。

根据井下采掘最大班所需压气消耗量 $110\text{m}^3/\text{min}$ ，风压 $0.5\sim 0.7\text{MPa}$ ，考虑管网漏气系数、压缩机生产能力下降系数等影响，采区最大耗气量 ΣQ 为 $143.62\text{m}^3/\text{min}$ 。

空压机站位置设在主平硐口附近，空压机房尺寸（不含配电间及值班室） $25\times 9\times 6.5\text{m}$ （轨顶），对应于每台空压机，机房外布置储气罐；空压机房内配置 1 台 LD 型电动单梁桥式起重机作设备安装检修用，地面至起重机轨面高 6.5m ，起重量 $Q=10\text{t}$ ，跨度 $L_k=7.5\text{m}$ ，起升高度 $H=6\text{m}$ ，中级工作制度。

按照管路最远点阻力损失不超过 0.1MPa ，各管段阻力损失按比例分摊的原则，主供风管选用 $\phi 273\times 6.5\text{mm}$ 无缝钢管，中段供风管选用 $\phi 168\times 5\text{mm}$ 无缝钢管。

9、矿山供水系统

1) 水源

米兰河为若羌县饮水二线工程的主要水源地，若羌县城乡居民饮水第二水源地引水工程于矿区北侧 $**\text{km}$ 处通过，在矿区北侧设置支线引水至矿山经济可行。生产水源送至充填站生产新水中间水池后通过泵送至标高为 1380m 的生产消防高位水池，再重力自流至生产、消防用水点。采场生产消防高位水池 1 座，储存本工程生产新水及室外消防水。在生产高位水池铺设管道经场地生产给水管网自流供给到各用水点。

2) 井下供水

井下生产用水量为 $240\text{m}^3/\text{d}$ ，生产用水从地表高位水池用管道经主平硐再通过主斜坡道送到井下。供水管选用规格为 $\phi 108\times 4\text{mm}$ 无缝钢管，中段供水管选用规格为 $\phi 89\times 4\text{mm}$ 无缝钢管。

3) 选厂供水

选厂用水由生产高位水池供给。

4) 生活用水

本工程生活用水量 $121\text{m}^3/\text{d}$ 。根据水质化验结果，米兰河水除浊度、悬浮物及硫

酸盐超标外，其他均满足《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2022）。考虑对米兰河水进行处理，在生活区设置生活水净化站 1 座，产水规模 7.5m³/h。生活给水管网经场地生活给水管网加压供给各用水点，生活区供水主管采用 DN150 钢骨架塑料复合管，生产区供水主管采用 DN80 钢骨架塑料复合管，电热熔连接。

采场生活用水取自生活水净化站内的生活水箱，在生活水箱旁设置 2 台采场生活水泵供水泵将生活水加压送至充填站水泵房内的生活水箱，经消毒后由采场变频恒压供水设备供井下供水施救系统用水。

10、矿山总平面布置

矿区地面工程总体布置见图 1-16。

图 1-16 矿区地面工程总体布置图

项目包含采选两套工艺流程，采矿工艺为露天开采+地下开采，选矿工艺为破碎+磁选+重选+浮选+精矿脱水流程。

（1）采矿工业场地

采场总平面布置：露天开采阶段采场内除露天坑外主要建构筑物为采矿办公室、综合仓库及警卫值班室。采矿办公室、综合仓库利用爆破安全线外的现有现场项目指挥部已建办公场地，不另外建设。地下开采阶段主要建构筑物主要有空压机站、充填站、充填回水池和充填站高位水池，均布置于地表移动界限外。

采矿工业场地布置位于露天采坑西北侧 700m 位置。采矿工业场地主要由采矿办公楼和采矿综合仓库组成。场地设计标高为 1273.00m。

充填站工业场地布置于露天采矿北侧约 200m 山坡处，岩石移动观测线外。原地面标高为 1332m~1334m。充填站工业场地主要由浓密机、充填站、水泥仓和充填站回水泵房组成。场地设计标高为 1332.00m。

图 1-17 采矿工业场地

(2) 选矿工业场地

选矿工业场地位于矿权范围北侧约 600m 缓坡处，山坡整体呈东南至西北走向，山坡走向平缓，自然坡度为 5°~10°，原地面标高为 1273.00m~1242.00m。

选矿工业场地主要由原矿堆场、粗碎车间、破碎筛分车间、综合选矿车间、35kV 变电站、选矿仓库、机修车间、试化验室、浮前浓密机、精矿浓密机、尾矿浓密机、精矿脱水车间、尾矿脱水车间等组成。场地设计标高为 1244.00m~1270.00m。

图 1-18 选矿工业场地

1) 场址选择及建设用地适宜性分析

a) 场址选择

受原矿和精矿的运输需求和项目所在区域的地形地貌影响，本次建设的选厂选址有两点制约因素：①离采场不宜过远，避免原矿倒运；②尽量靠近已有矿区内简易公路，以减少精矿的运出距离和新建运输道路的投资。

综上所述，在考虑原矿的运输距离、矿区地形地貌以及矿区周围复杂的矿权分布后，仅能将选厂布置在本矿区北侧约 600m 缓坡地带。排土场场址位于采场西侧，尾矿库南部。排土场原始地形为南高北低，地形标高 1222.00~1354.00m，山坡地形坡度 15°~25°，二级山沟型排土场。

b) 工程建设用地适宜性分析

根据上述场址选择结论，本项目工业场地毗邻矿区建设，具备以下特征：

地理位置：矿区地处阿尔金山北麓与山前戈壁接壤地段，属低-中山区地貌，海拔1128~1696m，总体地势北低南高，相对高差在100~300m。矿区内沟谷纵横，沟谷呈“V”字型，沟谷两侧切割强烈，地形陡峭，多悬崖峭壁，南部大部分地段坡度 $>45^{\circ}$ 。矿区北部山前地带被第四系覆盖，其他地段基岩出露总体较好，植被覆盖较少。矿区位于县城***°方位，直线距离约***km。

交通条件：矿区内有简易公路与国道G315相连，距离约15km，该道路为双向两车道，直线距离本矿区采场约2.0km，因此交通位置相对便利，利于原料和成品的运输。

对周围环境的影响：矿区地处山区，人烟稀少。因此矿区对周围居住环境的影响较小。

供水条件：米兰河为距矿区最近的河流，为若羌县饮水二线工程的主要水源地，若羌县城乡居民饮水第二水源地引水工程于矿区北侧2.3km处通过，在矿区北侧设置支线引水至矿山经济可行。

供电条件：矿区距离若羌县新材料产业园区约**km，是若羌县工业用电主要输出节点。矿山开发可自若羌县工业园变电所35kV、110kV母线端架设支线引电源至矿区。

工程地质条件：矿区工程地质岩组分如下三类：（1）第四系松散软弱岩类为冲洪积层、残坡积层，岩性主要为砾石、砂及粘土，呈松散状或半胶结-松散状，工程性能较差，易形成崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。（2）较软-较硬层-片状岩类主要为石英片岩、石英岩、大理岩，为矿体主要围岩。石英岩、大理岩属较硬岩，饱和抗压强度26.08~50.27MPa，岩体质量中等；矿体顶底板主要为石英片岩，饱和抗压强度为13.88~21.93MPa，属较软岩，该类岩体裂隙较发育，岩石破碎，抗风化能力低，易风化，地貌上往往形成负地形，稳定性较差，易产生顺层滑坡、崩塌等不良地质作用。（3）较坚硬-坚硬块状岩类，岩性为伟晶岩、花岗岩（ γ ），RQD值多在20%~60%，饱和抗压强度34.45~96.40MPa，岩体质量中等-良好，工程地质条件较好。

矿区围岩主要为IV类围岩，采掘工程揭露破碎带时，会发生冒顶、片帮等工程地质问题，开挖后需支护或及时喷锚加固。地下采空区可能诱发和加剧采空区陷落变形等工程地质问题，需预留合理的安全矿柱，加强边坡、采空区监测，对易发生地质灾害的矿坑及时支护或回填封闭。

矿区地形地貌简单，地层岩性单一，构造不发育，节理裂隙较发育，矿体顶、底板为层状岩类，岩石质量一般，岩体完整性较差，风化作用及局部破碎带影响岩体稳定。根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）的有关规定，工程

地质勘探类型应划分为第四类中等型，即层状岩类中等型矿床。

地震烈度：根据《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）（2016 年版）、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本场地的抗震设防烈度为 7 度，设计地震分组第二组，设计基本地震加速度为 0.15g，II 类场地地震反应谱特征周期为 0.40s，I 类场地地震反应谱特征周期为 0.35s。地震对矿区的稳定性影响微弱，矿区稳定性较好。

综上所述，本项目工业场地所在区域虽地理位置相对偏僻，但毗邻矿区建设，外部交通条件成熟便利，且水电的供应条件成熟，建设及生产期间对周围环境的影响较小，适合用作工程建设用地。但考虑到项目矿区位于若羌地震带内，现代地震活动频率高，强度大，长期活动的大断裂分布较多，在工程建设时应充分考虑以上不利因素。

2) 项目组成

根据采选工艺，本项目场地由采矿工业场地、充填工业场地、选矿工业场地、排土场、尾矿库等组成。

3) 采矿工业场地

采矿工业场地：露天开采阶段采场内除露天坑外主要建构筑物为采矿办公室、综合仓库及警卫值班室。地下开采阶段主要建构筑物有空压机房、充填站、充填回水池、充填站高位水池等，均布置于地表移动界限外。

4) 选矿工业场地

选矿工业场地主要建构筑物有：原矿堆场、粗碎车间、中细碎筛分车间、综合选矿车间、35kV 变电站、选厂机修车间、仓库、锅炉房、试化验室、浮前浓密机、尾矿脱水车间、精矿脱水车间、回水泵房等组成。

原矿堆场、粗碎车间、中细碎筛分车间和综合选矿车间根据工艺流程并结合实际地形特点，从东南依次向东北，从高到低布置于山坡处，整个选矿工业场地呈“L”型布置。仓库、机修车间、锅炉房、试化验室位于综合选矿仓库的西南侧，35kV 变电站和高压细水雾泵房位于综合选矿仓库的东北侧。尾矿脱水浓密机、浮前浓密机和精矿浓密机位于综合仓库的西北侧。精矿脱水、尾矿脱水车间、回水泵房、生产区生活污水处理站和初期雨水池位于尾矿浓密机和浮前浓密机的西北侧。

5) 排土场

排土场：本项目开采方式为前期露天开采，后期转为地下开采，露采期间有基建剥离、地采期间有井巷开拓工程，均有废石逐年产生。根据项目总图规划，矿山基建期产出废石供尾矿筑坝及选厂建设使用，生产期废石需建设专门的排土场堆存。根据采矿废石产量、收集到的矿区地形图，结合外部环境条件，通过实地踏勘、与业主充分沟通交流，本着方案经济、环保、经济、合理的原则，设计推荐尾矿库南部排土场

场址。该场址位于采场西侧，排土场原始地形为南高北低，地形标高 1222.00~1354.00m，山坡地形坡度 15°~25°，二级山沟型排土场，容积 $679.00 \times 10^4 \text{m}^3$ ，面积 24hm^2 ，堆积顶标高 1354.00m，堆高 135m。

表土堆场：表土堆场位于排土场下游约 340m 处，占地面积 29129m^2 ，可堆放表土 13 万 m^3 ，最大堆高 12m，堆放边坡角 31°。

图 1-19 排土场

图 1-20 表土堆场

6) 尾矿库

尾矿库库址的确定需结合选厂厂址方案综合考虑，尽量符合就近、占地少、节省投资、降低运行成本的原则。拟定选厂址南侧紧邻简易公路，沿简易公路向北约**km 到达***国道****里程碑处，沿***国道往西约***公里到若羌县城，交通方便。设计在拟定选厂厂址附近区域，综合考虑山谷地形、周边环境等影响因素，推荐库址。

库址位于拟建选厂西侧约 1km，库址范围无居民、房屋、农田等，周边 1.0km 范

围内：无大型居民区和重点保护的名胜古迹、飞机场、军事试验场、大型水源地、水产基地，适合建尾矿库。

拟建尾矿库利用南侧山体三面围坝形成库容，一次性筑坝分期实施，坝型为碾压堆石坝，筑坝材料采用采矿剥离废石，基建期设基本坝，运行期分两期下游法加高坝体。初期坝顶标高 1200m，坝顶宽 3m，坝高 18m，坝轴线长约 805m，上游坝坡 1:2.0，下游坝坡 1:2.5，总库容 $****\times 10^4\text{m}^3$ ，有效库容 $****\times 10^4\text{m}^3$ ，可为 $****\text{t/d}$ 选厂服务 1.66 年。初期坝顶标高以上采用尾砂筑坝，库尾放矿，最大坝高 64m，总库容 $579.0\times 10^4\text{m}^3$ ，有效库容 $521.1\times 10^4\text{m}^3$ ，可为 $****\text{t/d}$ 选厂服务 $****$ 年。初期坝坝顶标高 1200m 时，为五等库；运行至 1210m 标高时，为四等库；运行至 1245m 标高时，为三等库。其主要构筑物均按 3 级建筑物设计，次要构筑物按 5 级建筑物设计，临时构筑物按 5 级建筑物设计。

图 1-21 尾矿库

各新建工业场地用地情况见表 1-3、地面工程坐标见表 1-4。目前规划的工业场地主要占用其他草地，项目业主已经向当地自然资源主管部门报送项目用地规划，项目实施前将办理项目用地手续，将土地属性变更为工业用地，办理相关权证。

表1-3 主要工业场地占用土地一览表

序号	场地名称	单位	数量	备注
----	------	----	----	----

1	选矿生活区	hm ²	2.0038	其他草地
2	选矿生产区	hm ²	10.0474	其他草地
3	高位水池	hm ²	0.4516	其他草地
4	尾矿库	hm ²	30.0736	其他草地、裸岩石砾地
5	排土场	hm ²	24.4364	其他草地、裸岩石砾地
6	采矿工业场地	hm ²	0.6508	其他草地
7	表土堆场	hm ²	2.9126	其他草地、裸岩石砾地
8	联络路	hm ²	5.1144	其他草地、裸岩石砾地
	总计		75.6906	

表 1-4 地面工程坐标表

拟申请采矿权用地拐点坐标表		
编号	X 坐标	Y 坐标
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
6	*****	*****
7	*****	*****
8	*****	*****
9	*****	*****
10	*****	*****
11	*****	*****
12	*****	*****
13	*****	*****
14	*****	*****
15	*****	*****
16	*****	*****
17	*****	*****
18	*****	*****
19	*****	*****
20	*****	*****
21	*****	*****
22	*****	*****
23	*****	*****
选矿工业场地用地拐点坐标表		
编号	X 坐标	Y 坐标
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****

5	*****	*****
6	*****	*****
7	*****	*****
8	*****	*****
9	*****	*****
10	*****	*****
11	*****	*****
选矿办公区用地拐点坐标表		
编号	X 坐标	Y 坐标
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
高位水池场地用地拐点坐标表		
编号	X 坐标	Y 坐标
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
尾矿库用地拐点坐标表		
编号	X 坐标	Y 坐标
1	*****	*****
2	*****	*****
3	*****	*****
4	*****	*****
5	*****	*****
6	*****	*****
7	*****	*****
8	*****	*****
9	*****	*****
10	*****	*****
11	*****	*****
12	*****	*****
13	*****	*****
14	*****	*****
15	*****	*****
16	*****	*****
17	*****	*****
18	*****	*****
19	*****	*****
20	*****	*****

21	*****	*****
22	*****	*****

11、矿山基建工程量和建设进度计划

(1) 基建范围

编制基建进度计划时主要遵循以下原则：

- 1) 露天矿投产时，矿山二级矿量符合有关规定要求，保证矿山顺利投产；
- 2) 选择最优部位进行基建，尽量减少基建剥离量，有利于均衡生产剥采比；
- 3) 尽量减少副产矿石。

本矿山为山坡露天矿，基建范围主要有露天采场地表植被、覆盖物清理，基建道路修建及基建台阶准备。

根据矿区的用地规划，先采南部半坡村范围，半坡村范围露天境界最高点位于东南部 1478m 山头，在该处布置 1 个工作面，向北进行逐层采剥。矿体的开采顺序采用自上而下分层式开采。基建期需从粗碎站卸矿平台修建一条基建道路通达首采区，道路采用三级露天矿山道路，双车道路面宽 9.0m，路肩宽度 1.5m，路基宽度 12.0m，采用泥结碎石路面，平曲线最小圆曲线半径 20m，最大纵坡 8%，长度 1.5km。

(2) 基建工程量

基建完成后，基建期采剥总量 $^{**}\times 10^4\text{m}^3$ ($^{*****}\times 10^4\text{t}$)，其中基建副产矿石 $^{***}\times 10^4\text{m}^3$ ($^{****}\times 10^4\text{t}$)，副产矿石在生产第一年送往选厂粗碎站处理。

基建结束后，露天境界内开拓矿量 $^{****}\times 10^4\text{t}$ ，按生产规模 20 万 t/a，保有期 1.04 年；备采矿量约 6.1 万 t，保有期 3.66 个月。

(3) 基建进度计划

根据基建工程量同时参考选厂建设及相关辅助设施建设周期，设计计划基建期 1 年。

12、矿山开采计划

矿区设计利用资源量为 **** 万 t，露天开采采出矿量为 ***** 万 t，地下开采采出矿量 **** 万吨，设计采出共生铁矿资源量 ***** 万 t。

经排产，露天开采首采区为矿区 I 号主矿体，地下开采对象也是 I 号主矿体深部资源。依据境界内圈定的矿石量及地下中段生产能力、中段下降速度计算，设计露天开采生产规模 ** 万 t/年，地下开采生产规模为 ** 万 t/年。经计算本次设计首采区（I 号主矿体）露天开采服务年限为 10 年，其中达产年 9 年，最后 1 年为减产年。在 I 号主矿体露天开采第 8、第 9 年两年完成地下开采的基建工作，基建中段 1230m、1180m 以

及 1130m 中段，地下开采与露天终了境界预留 20m 保安矿柱，在 I 号主矿体露天开采结束后（露天开采第 10 年）即转入地下开采，同时搭配零星小矿体的露天开采扩大矿山生产规模，按照由近及远的顺序露天开采 II 区、III 区、IV 区、V 区零星矿体按照 10 万 t/年的生产规模与 I 区地下开采同时生产。地下开采服务年限 7 年，因此矿山开采总体服务年限约为 16 年。

露天开采平均出矿品位：Li₂O 0.72%，共伴生有价元素平均出矿品位：Nb₂O₅ 0.014%、Ta₂O₅ 0.015%；地下开采阶段平均出矿品位：Li₂O 0.492%，共伴生有价元素平均出矿品位：Nb₂O₅ 0.013%、Ta₂O₅ 0.011%

表1-5 生产进度计划表

年限	第 1 年	第 2-7 年	第 8 年	第 9 年	第 10 年	第 11 年	第 12-15 年	第 16 年	合计
露天（主矿体）：万 t	**	**	**	**	**				**
露天(零星矿体)：万 t						**	**	**	**
地下（主矿体）：万 t			基建	基建	**	**	**	**	**
合计：万 t	**	**	**	**	**	**	**	**	**

图 1-22 矿山采矿接续图

四、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史

新疆腾晟矿业有限公司通过“招拍挂”方式拥有“新疆若羌县库木萨依一带铁铜金多金属矿普查（西区）”探矿权，勘查许可证编号：*****，勘查面积：*****km²，勘查有效期：20**年 3 月 21 日～20**年 3 月 21 日，发证机关为新疆维吾尔自治区自然资源厅。2022 年～2023 年，新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第三地质大队在矿区开展了普查、详查、勘探地质工作，为了充分利用资源，地质勘探部门编写完成《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿床工业指标建议书》及《勘探报告》。为合理确定矿床工业指标，2023 年 9 月新疆腾晟矿业有限公司委托长沙有色冶金设计研究院有限公司编制完成了该矿床《工业指标论证报告》。

新疆腾晟矿业有限公司于 2024 年 1 月提交，由新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第三地质大队编制的《新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿勘探报告》，

同年 8 月 20 日通过新疆维吾尔自治区地质成果中心组织的专家评审,通过矿产资源储量评审备案。

2025 年 1 月新疆腾晟矿业有限公司委托长沙有色冶金设计研究院有限公司编制完成了《新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿产资源开发利用方案》并通过了自然资源部油气资源战略研究中心组织的审查,矿区面积****km²,拟规划生产能力为**万吨/年,采用前期露天+后期接续地下开采方式,该矿山属中型新建矿山。

（二）矿山开采现状

新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿属于新建矿山,还未进行基建和开采。

五、绿色矿山建设

新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿为新建矿山,矿山应贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的新发展理念,遵循因矿制宜的原则,实现矿产资源高效开发利用、节能减排、环境保护、土地复垦、企业文化和企地和谐等统筹兼顾和全面发展,建设现代化绿色矿山。矿山应以人为本,保护职工身体健康,预防、控制和消除职业危害。绿色矿山建设应贯穿设计、建设、生产、闭坑全过程。

绿色矿山建设应遵循《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4 号）、《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0320-2018）等规定,符合矿产资源规划、产业政策和绿色矿山基本条件,并达到以下建设要求。

（一）矿区环境

1) 基本要求

- （1）矿区功能分区布局合理,矿区应绿化、美化,整体环境整洁美观。
- （2）厂址选择合理。
- （3）生产、运输、贮存等管理规范有序。

2) 矿容矿貌

（1）矿区按照生产区、管理区、生活区等功能分区,各功能区应符合 GB 50187 的规定,生产、生活、管理等功能区应有相应的管理机构和管理制度,运行有序、管理规范。

（2）矿区地面运输、供水、供电、卫生、环保等配套设施齐全;在生产区应设置操作提示牌、说明牌、线路示意图牌等标牌,标牌符合 GB/T 13306 的规定;在道路交叉口、井口、矿坑、生产车间等需警示安全的区域应设置安全标志,安全标志符合 GB 14161 的规定。

(3) 在矿山生产、运输、储存过程中应采取防尘保洁措施，在破碎机、带式输送机的受料点、卸料点等产生粉尘的部位，宜采取全封闭措施或采取机械除尘、喷雾降尘及生物纳膜抑尘；道路、采区作业面、排土场等应采用洒水或喷雾降尘。工作场所粉尘浓度应符合《工作场所有害因素职业接触限值》（GBZ2.1-2007）规定的粉尘容许浓度要求。

(4) 矿区生活污水与生产废水分开收集、处理，污水 100%达标排放。

(5) 应采用合理有效的技术措施对高噪音设备进行降噪处理，工作场所噪声接触限值应符合《工作场所有害因素职业接触限值 第 2 部分:物理因素》（GBZ 2.2-2007）的规定，工业企业厂界噪声排放限值应符合《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348）的规定，建筑施工场界噪声排放限值应符合《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB12523 的规定。

3) 矿区绿化

矿区绿化应与周边自然环境和景观相协调，矿区处于新疆干旱地区，矿区植被覆盖率低，矿山目前实现绿化比较困难，矿区工业场地实现硬化处理，待合适时再初步实现绿化覆盖。

(二) 资源开发方式

1) 基本要求

(1) 资源开发应与环境保护、资源保护、城乡建设相协调，最大限度减少对自然环境的扰动和破坏，选择资源节约型、环境友好型开发方式。

(2) 在“坚持保护和合理开发利用原则”基础上，根据资源赋存状况、地质条件、生态环境特征等条件，因地制宜选择合理的开采顺序、开采方法。优先选择资源利用率高、废物产生量小、水重复利用率高，且对矿区生态破坏小的工艺技术与装备，符合清洁生产要求。

(3) 在开采主要矿产的同时，对具有工业价值的共生和伴生矿产应统一规划、综合开采、综合利用、防止浪费；对暂时不能综合开采或应同时采出而暂时还不能综合利用的矿产，应采取有效的保护措施。

(4) 应贯彻“边开采、边治理、边恢复”的原则，及时治理恢复矿山地质环境，复垦矿山占用土地和损毁土地。

2) 绿色开发

(1) 矿山生产以资源的高效开发和循环利用为核心，通过技术创新，优化工艺流程，实现采矿过程的环境扰动最小化和生态再造最优化。

(2) 采矿工艺要求如下：具备条件的井下矿山宜采用充填技术，努力实现矿山无废开采。

(3) 技术与装备：地下开采宜选用高效采矿法，宜实现无轨机械化采矿。

(4) 指标要求

矿山有色金属矿的开采回采率应符合自然资源部颁布的相关“三率”最低指标相关要求。

(5) 矿区生态环境保护

①严格执行矿山地质环境保护与土地复垦方案。具体要求如下：

a) 排土场、矿区专用道路、工业场地、沉陷区及矿山其他污染场地等的生态环境保护与恢复治理，应符合《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范(试行)》（HJ651）的规定。

b) 地表出现下沉且暂时难以治理的，应采取有效措施，把环境负效应控制在最低限度之内。

c) 矿山经地质环境治理后的各类场地应安全稳定，对人类和动植物不造成威胁；对周边环境不产生污染；与周边自然环境和景观相协调；恢复土地基本功能，因地制宜实现土地可持续利用；区域整体生态功能得到保护和恢复。

d) 矿山地质环境治理程度和土地复垦率达到备案的矿山地质环境保护与土地复垦方案的要求。

②应建立环境监测与灾害应急预案机制，设置专门机构，配备专职管理人员和监测人员。具体要求如下：

a) 对采矿废水、废石堆场、采场粉尘、噪声等污染源和污染物实行动态监测。

b) 建立矿山地压实时监测系统，预防矿山灾害的发生。

c) 开采中和开采后应建立、健全长效监测机制，对土地复垦区稳定性与效果进行动态监测。

(三) 资源综合利用

1) 基本要求

综合开发利用共伴生矿产资源；按照减量化、再利用、资源化的原则，科学利用固体废弃物、废水等，发展循环经济。

2) 共伴生资源利用

由于矿山建有选矿厂，伴生元素在选矿中进行回收。

3) 固体废物处理与利用

地采期间矿山浮选尾砂用于充填井下采空区，部分重选尾砂用于充填井下采空区，剩余尾砂堆存于尾矿库。废石部分用于填筑工业场地、修筑道路，剩余废石堆存于地表排土场，固体废物处置率达到 100%。

4) 废水与废气处理与利用

- (1) 采用先进的节水技术，建设规范完备的矿区排水系统和必要的水处理设施。
- (2) 应采用洁净化、资源化技术和工艺合理处置矿井水，总处置率达 100%。
- (3) 宜充分利用矿井水。
- (4) 采矿等无轨设备配备尾气处理装置，净化后的气体应达到排放标准。

(四) 节能减排

1) 基本要求

建立矿山生产全过程能耗核算体系，通过采取节能减排措施，控制并减少单位产品能耗、物耗、水耗，减少“三废”排放。

2) 采矿能耗要求

(1) 应通过综合评价资源、能耗、经济和环境等因素，合理确定开采方式，降低采矿能耗；应采用节能降耗的新技术、新工艺和新设备，降低采矿能耗。

(2) 中型有色金属矿山采矿综合能耗指标宜达到《有色金属矿山节能设计规范》(GB 50595-2010)中的中小型矿山能耗指标宜不低于《有色金属矿山节能设计规范》GB 50595-2010 中 3.3 条、3.4 条、3.5 条规定的三级能耗指标要求。

3) 控制污水排放

(1) 矿区应建立污水处理系统，实现雨污分流、清污分流。

(2) 控制固体废弃物排放

1) 优化采矿工艺，加强资源综合利用，减少废石等固体废弃物产生量。

2) 宜将矿山固体废弃物用作充填材料、建筑材料及二次利用等。

(五) 企业管理与企业形象

1) 基本要求

(1) 应建立产权、责任、管理和文化等方面的企业管理制度。

(2) 应建立质量管理体系、环境管理体系和职业健康安全管理体系，确保对质量、环境、职业健康与安全的管理。

2) 企业文化

(1) 应建立以人为本、创新学习、行为规范、高效安全、生态文明、绿色发展的企业核心价值观，培育团结奋斗、乐观向上、开拓创新、务实创业、争创先进的企业

精神。

(2) 企业发展愿景应符合全体员工共同追求的目标，企业长远发展战略和职工个人价值实现紧密结合。

(3) 应健全企业工会组织，并切实发挥作用，丰富职工物质、体育、文化生活，企业职工满意度不低于 70%，接触职业病危害的劳动者在岗期间职业健康检查率应不低于 90%。

(4) 宜建立企业职工收入随企业业绩同步增长机制。

3) 企业管理

(1) 建立资源管理、生态环境保护、安全生产和职业病防治等规章制度，明确工作机制，落实责任到位。

(2) 各类报表、台账、档案资料等应齐全、完整。

(3) 建立职工培训制度，培训计划明确，培训记录清晰。

4) 企业诚信

(1) 生产经营活动、履行社会责任等坚持诚实守信，应履行矿业权人勘查开采信息公示义务，公示公开相关信息。

(2) 应在公司网站等易于公众访问的位置披露相关信息，主要包括：

- a) 企业组建及后续建设项目的环境影响报告书及批复意见；
- b) 废水、粉尘、噪声等污染物监测及排放数据；
- c) 企业安全生产、环境保护负责部门联系方式。

5) 企地和谐

(1) 应构建企地共建、利益共享、共同发展的办矿理念。宜通过创立社区发展平台，构建长效合作机制，发挥多方资源和优势，建立多元合作型的矿区社会管理共赢模式。

(2) 应建立矿区群众满意度调查机制，宜在教育、就业、交通、生活、环保等方面提供支持，提高矿区群众生活质量，促进企地和谐。

(3) 与矿山所在乡镇（街道）、村（社区）等建立磋商和协商机制，及时妥善处理好各种利益纠纷，未发生重大群体性事件。

根据《关于加快推进绿色矿山建设的通知》（新自然资函〔2022〕49号），自治区范围内新建矿山应按照绿色矿山标准进行规划、设计、建设和运营管理。因此，矿山在实施前委托专门机构编制矿山绿色建设规划，按规划在矿山建设过程中认真实施资源节约与高效利用、矿山环境保护与综合治理、科技创新、节能减排和社区和谐规

划建设任务，开展资源综合利用类工程、科技攻关类工程、矿山环境恢复治理类工程以及和谐社区建设类工程，科学、合理、有序地开展绿色矿山建设工作，力争早日加入绿色矿山名录。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

矿区气候为典型的大陆性内陆干旱气候，气候干燥，降水量少而蒸发量大，多大风沙尘，昼夜温差大，年均气温 12.6℃，每年最冷月份为 12 月至来年 2 月，一月的平均最低气温为-13.0℃，极端最低气温可达-27.2℃以下。夏季炎热，6~8 月间平均气温为 25.3~27.5℃，极端可达 43.6℃；年平均降水量为 28.5mm，多集中于夏季 6~8 月，且多为短暂性的暴雨，日最大降雨量为 31.4mm（2017 年 7 月 31 日）；年均蒸发量 2920.2mm，蒸发量大于降雨量；年均无霜期 189~193 天，年均日照数 3103.5h；春秋两季多风，风向多为北东、东，风力最大达 6~7 级以上，年平均风速为 2.7m/s，最大风速可达 40m/s。春秋两季多扬尘，冻土深度小于 1m。矿区内总体的气候特点风大、多浮尘、少雨、干旱，气候多变，昼夜温差大。

(二) 水文

矿区水系总体不发育，无常年地表径流，仅在夏季短暂降雨时才有水沿沟谷流淌，水过即干涸。东侧约**km 处发育有溪流，为最邻近常流水系，源头位于矿区东南部的阿斯腾塔格山，冰雪融水补给，季节性溪流，12 月初至次年 3 月初断流，流水季节注入山前戈壁消失，流域范围未涉及矿区范围。经邻区铁矿观测，在标高 1393.45m 的测流点，河水宽 0.5~1.6m，平均 0.94m，平均水深为 0.2m，最大流速 1.8m/s，平均流速 1.3m/s。一般流量为 0.244m³/s，年均径流量为 0.0569 亿 m³，夏季河水最大流量可达 0.77m³/s（2018 年 7 月 2 日，水面标高 1393.62m）。矿区内未见有其他地表径流，仅在夏季短暂降雨时才有水沿沟谷流淌，水过即干涸。

表 2-1 若羌县气象要素统计表

月份 项目		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	年平均	备注
气温 (°C)	平均气温	-7.4	-1.7	6.8	15.6	21.3	25.3	27.5	25.9	20.1	11.0	1.9	-5.6	11.7	1、为 1971-2000 年资料统计。 2、为若羌县气象 站观测资料，站 址： 北纬：39°08.5′ 东经：88°09.2′ 站址海拔高程为 911m。
	平均最高气温	-0.5	6.0	15.0	24.3	29.9	33.7	33.7	34.7	29.5	20.9	10.0	1.0	19.9	
	极端最高气温	9.6	17.0	27.3	37.3	38.3	42.2	42.9	43.6	39.6	32.8	25.1	17.5	31.1	
	平均最低气温	-13.0	-8.3	-0.9	6.9	12.4	16.6	19.2	17.2	11.2	3.0	-4.1	-10.6	4.1	
	极端最低气温	-23.3	-19.1	-13.1	-6.0	0.7	4.9	10.1	6.9	1.7	-8.2	-15.6	-21.4	-6.9	
	日较差	12.3	12.2	13.9	15	15.2	15.9	15.2	15	15.7	16.4	13.7	11.5	14.3	
平均降水量 (mm)		0.8	0.4	1.1	0.9	1.9	5.2	11.5	5.4	0.4	0.2	0.4	0.8	28.5	
最多月降水量 (mm)		1.6	1.2	3.8	6.8	10.1	13.2	18.1	18.7	11.2	8.2	3.0	2.1	98.5	
日最大降水 (mm)	极值	2.3	2.9	8.2	9.6	13.5	18.2	28.3	18.3	10.7	11.5	10.8	5.1	28.3	
	日期	21	17	18	26	11	8	24	3	19	5	2	13	7月24日	
降水日数		1.1	0.5	0.5	0.8	1.2	2.8	3.0	1.8	0.5	0.2	0.2	0.8	13.4	
蒸发量 (mm)		28.3	103.4	218.5	308.9	366.7	412.2	443.6	346.4	283.3	211.6	163.8	33.5	2920.2	
平均风速 (m/s)		1.9	2.2	3.2	4.2	4.5	3.2	2.8	2.7	2.4	1.9	1.8	1.6	2.70	
最大风速 (m/s)		5.0	7.0	22	40	27	21	11	9.0	8.0	6.0	7.0	5.0	最大 40	

图 2-1 区域地表水系图

图 2-2 矿区地表水系

（三）地形地貌

矿区地处阿尔金山北麓与山前戈壁交壤地段，属低-中山区地貌，海拔 1128～1696m，总体地势北低南高，相对高差在 100～300m，最大高差达 586m。矿区内沟谷纵横，沟谷呈“V”字型，沟谷两侧切割强烈，地形陡峭，多悬崖峭壁，南部大部分地段坡度 $>45^{\circ}$ 。区内山脊及较陡山坡区域大多基岩裸露，沟谷底部、较缓山坡地带及山前区域第四系分布较连续，植被零星发育，区内总体植被覆盖率约 2%。矿区地形地貌、卫星影像图见 2-3~图 2-5，各采区及工业场地照片详见图 2-6~图 2-8。

图 2-3 拟申请采矿权范围地貌卫星影像图
(四维地球卫星影像图，拍摄日期：2024 年 6 月 4 日)

图 2-4 矿区地形地貌图

图 2-5 区域地貌图 (吉林 1 号卫星地图 2023 版，2023 年 4 月 29 日)

图 2-6 I 区露天采场区域地形地貌照片

图 2-7 选矿厂区域地形地貌照片

图 2-8 排土场区域地形地貌照片

（四） 植被

1) 植物群落特征与分布

矿区及其可能影响范围内，无国家及自治区保护的珍稀、濒危的野生植物分布。矿区内土地利用类型为裸岩石砾地和其他草地，发育植被以半荒漠草原植物为主。生长植被主要为沙生针茅、合头草等，多生长在低洼地带，总体覆盖度在 2%左右。矿区植被名录见表矿区植被见表 2-2。

表2-2 矿区植物名录

序号	种类	拉丁名	分布程度
1	短叶假木贼	<i>Anabasis brevifolia</i> C.A.Mey.	
2	叉毛蓬	<i>Petrosimonia sibirica</i> (Pall.)Bung	+
3	沙生针茅	<i>Stipa glareosa</i> P.A.Smirn.	++
4	新疆绢蒿	<i>Seriphidium kaschg aricum</i>	+
5	合头草	<i>Sympegma regaVin</i> Bnge	++
6	琵琶柴	<i>Reaumuria songonica</i> all axm.	++
7	驼绒藜	<i>Krascheninnikavia re atoides</i> (LFueldenst.	++
8	盐穗木	<i>Halostachys ca wica</i> (At Pib.)C.A.Mey.	+
9	盐角草	<i>Aicornia uhopaea</i> L.	+
10	散枝蓬	<i>PyankbNba</i> (Pall.)Akhani&Roalson	+
11	盐生草	<i>Walogetoan loveratus</i> (M.Bieb.)C.A.Mey	+
12	木本猪毛菜	<i>Salsola arbuscula</i> Pall	+

注：+为偶见种，++为常见种

在矿区分布的天然植被中，结合现场踏勘实际情况，未见国家和自治区重点保护的植物，未见《中国生物多样性红色名录》中列为极危、濒危和易危的物种及其他重要物种，未见《新疆国家重点保护野生植物名录》、《新疆维吾尔自治区重点保护野生植物名录》中列明的重点保护野生植物。

图 2-9 矿区现场天然植被

2) 重要生态敏感区

根据若羌县自然资源局关于本项目土地开发利用规划证明（具体见附件 10）。本项目及评价区不涉及自然保护地，世界自然遗产和生态保护红线等重要生态敏感区。

3) 已损毁土地生态状况

征见（图 2-4），各地层由老到新叙述如下：

图

图 2-11 区域地层区划略图

（1）中元古代长城系巴什库尔干岩群（ChB.）

区域上该套地层主体与上覆塔昔达坂群以韧性滑脱剪切带接触，是经历了强烈韧性变形改造和高绿片岩相变质的韧变地层，属构造—岩石地层类，呈有层无序的特点。其岩性主要为一套变质碎屑岩夹碳酸盐岩、基性火山岩组合。据其岩石类型、组合、产出位置等差异可划分为 a、b 两个岩组，各组特征分别叙述如下：

①巴什库尔干岩群 a 岩组（ChB.^a）

大面积分布于矿区中部，岩性以灰色黑云石英片岩为主，夹灰白色大理岩、石英岩及少量灰绿色变玄武岩、斜长角闪岩，整体为一套高绿片岩相变质火山—沉积建造。该岩组构造变形强烈，面理置换普遍，地层层理除在个别露头的弱变形域残存外，露头及区域岩石展布受透入性构造片理控制，地层原始叠复关系已经很难恢复，地层厚度为构造叠置厚度，与 b 岩组为韧性剪切带接触。该岩组是矿区内稀有金属矿和铁矿的主要赋矿层位，与成矿关系比较密切。

图 2-12 区域地层分布及构造纲要图

②巴什库尔干岩群 b 岩组 (ChB.^b)

呈楔形大面积出露于区域中部偏北地段，上部岩性为灰绿色—紫红色黑云石英片岩、黑云斜长变粒岩和各类大理岩；下部岩性为灰绿色变粒岩，石英岩、深灰色绢云千枚岩。该套地层整体呈南倾，倾角在 50°~68°之间，因地层变形较严重，揉皱及次级褶皱发育，致产状变化较大。该岩组构造面理置换普遍而强烈，岩石成分层受区域构造片理控制，地层原始叠复关系和层理已被破坏，很难恢复地层层序和原始地层厚度，与 a 岩组为韧性剪切带接触。

(2) 新生代第四系 (Q)

①上更新统 (Qp³)

主要出露洪冲积层 (Qp^{3pal})，大面积分布于北部山前一带，沉积物为水平的砾石层、砂砾石层及未分选的角砾石层，成分为漂、卵砾、砾、砂砾石，一般厚十几米—百十米，戈壁滩上和扇体上发育冲沟。

②全新统 (Qh)

主要出露洪冲积层 (Qh^{pal})，大面积分布在北部和南部高原平台，地貌上为河漫滩 I-II 级阶地，沉积物为松散漂、卵、砾、砂土，现代松散堆积物，分选差，成层性较好，厚几米—十几米。

2、矿区地层岩性

矿区内地层总体形态呈南西—北东向展布，出露的地层比较单一，大面积出露的为长城系巴什库尔干岩群 a 岩组 (ChB^a)，矿区北部分布第四系上更新统一全新统 (Qp³-Qh) 松散堆积层。

(1) 巴什库尔干岩群 a 岩组 (ChB^a)

分布于矿区南部大面积区域，出露面积约 4.60 平方千米 (占全区的 51%)。受区

域构造影响，地层产状变化较大，多呈现有层无序的特点。地层西部走向以 SW-NE 向为主，倾向 $120^{\circ}\sim 160^{\circ}$ ，倾角 $22^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ；东部走向以 NW-SE 向为主，倾向 $182^{\circ}\sim 225^{\circ}$ ，倾角 $17^{\circ}\sim 83^{\circ}$ 。该组划分为石英片岩段、石英岩组段和大理岩段 3 个岩性段，均为整合接触关系，层理多与构造面理一致，主要岩石特征如下：

①石英片岩段

该段岩性主要为黑云母石英片岩、二云母石英片岩。矿区稀有金属矿体和磁铁矿体均赋存于黑云母石英片岩中发育的花岗伟晶岩脉及含磁铁石英岩内。黑云母石英片岩是区内出露最为广泛的岩石，亦是区内磁铁矿和含锂铌钽稀有金属矿的主要围岩。二云母石英片岩主要出露于矿区中部、南部及南东部，呈层状、透镜状产出于黑云母石英片岩中。

②石英岩段

主要岩性为石英岩、阳起石含磁铁石英岩，其中阳起石含磁铁石英岩为区内磁铁矿赋矿岩性。石英岩（qz）主要分布在矿区中部和西南部、出露较少，呈似层状、透镜状产出，一般较破碎、层理发育。阳起石含磁铁石英岩主要分布在矿区中北部和东部边界附近，呈层状、透镜状顺黑云母石英片岩层间产出，产状与围岩高度一致。东段长约 180 米、宽 3~5 米，西段长约 220 米、宽 3~10 米，产状为 $157^{\circ}\sim 165^{\circ}\angle 56^{\circ}\sim 75^{\circ}$ 。

③大理岩段

主要岩性为白云石大理岩，其次为含透闪透辉石大理岩、含透辉硅灰石大理岩。白云石大理岩（Domb）呈似层状、条带状、透镜状零星分布于全区，矿区中部最发育，总矿体产状南缓倾，在山体南坡多呈被侵蚀切割的残留体不断续产出。含透闪透辉石大理岩（Dimb）主要呈似层状、条带状、透镜状分布于矿区东北区域，其次零星分布于区内白云石大理岩外侧。含透闪硅灰石大理岩（Wlmb）主要呈似层状、条带状分布于矿区西部花岗岩外接触带附近，其次零星分布于区内白云石大理岩外侧。

（2）第四系上更新统一全新统（ Qp^3+Qh ）

广泛分布在矿区北部山前一带，少量分布于宽阔的沟谷中和平缓的山坡，主要为上更新统一全新统松散沉积-堆积物。区内主要划分为上更新统一全新统冲洪积（ Qp^3-Qh^{pal} ）、残破积（ Qp^3-Qh^{eld} ）和人工堆积（ Qh^s ）。

①上更新统一全新统冲洪积（ Qp^3-Qh^{pal} ）：广泛分布在矿区北部山前一带，少量分布于宽阔的沟谷中，岩性主要为砾石、砂及粘土，呈松散状，砾石多呈棱角-次棱角状，

在宽阔的深切沟谷中可见下部为不同粒径砂砾石层、砂层、粉砂质粘土呈近水平互层沉积产出，呈半胶结-松散状，砾石多呈次圆状，分选、磨圆较好。

②上更新统一全新统残破积 (Qp^3-Qh^{eld}): 主要为分布于矿区东部及西部平缓的山坡，岩性主要为原地风化坍塌、重力坍塌或滑落的各砾径片石、碎石、砂砾石堆积物，表层被风成沙及雨水冲积砂填充。砾石、砂及粘土，呈松散状，砾石多呈棱角-次棱角状。

③全新统人工堆积(Qh^s): 分布于矿区东部边界, 主要为“新疆若羌县砂梁西铁矿”V号矿段采场废石堆积，为各砾径片石、碎石松散堆积物。

矿区地质图、矿区地质剖面图和地层柱状图见图 2-13、图 2-14 和图 2-15。

图 2-13 矿区地形地质图

图 2-14 矿区地质剖面图

图 2-15 矿区地层综合柱状图

（二）地质构造

1、区域地质构造

矿区位于阿尔金山北缘活动断裂带上，同时受阿尔金山南缘深断裂的影响，导致区域构造具有多期次韧性剪切变形和脆性变形等复合特征，区域构造线方向整体呈 NEE-SWW 向。阿尔金山北缘活动断裂在新生代尚有剧烈的构造活动，目前仍处于活动状态。可划分为韧性剪切构造、断裂构造和褶皱构造（图 2-5）。

（1）韧性剪切构造

Rf₉ 韧性剪切带：位于区域中部，呈近 EW 向分布，向两端延出区外，构造规模较大。区域内出露长度 21.8 千米，宽度 100 米~150 米，走向 80°~105°。该剪切带将巴什库尔干岩群切割成多个构造岩片，其北部岩片由巴什库尔干岩群 a 岩组构成，南部岩片由巴什库尔干岩群 b 岩组构成。早期剪切带由二云石英质糜棱岩、绿泥钠长质糜棱岩和碳酸盐糜棱岩（即大量断续分布的石英脉、方解石透镜体）组成，石英脉剪切褶皱枢纽产状 90°~100°∠60°~75°，据剪切褶皱倒向判断为一左行走滑为主的韧性剪切带；卫片上呈斑杂色带状影像特征。晚期脆性破碎带宽 3 米~5 米，有碎裂岩化黑云石英片岩和断层泥构成，擦痕产状 80°∠35°，水系明显左行错断约 400 米。断层性质早期为韧性左行走滑逆冲剪切带，晚期脆性左行走滑正断层。

（2）断裂构造

区域内不同期次、不同方位的断裂构造比较发育，按其展布方向，区域性构造依次发育 NNE 向、近 EW 向和 NEE 向三组构造，其中以 NNE 向构造最为发育，其它断裂次之，各组断裂构造特征分述如下：

1、NNE 向断裂

主要发育 F₁₇、F₁₈ 两条断裂，两条断裂近平行分布。该组断裂总体以左行走滑剪切为主导，有的地段兼有斜冲、斜落和正滑性质，对新生界盆地控制和改造明显，是晚近时期的主要活动断裂。

①F₁₇ 断裂：位于区域东南部，出露长 11.5 千米，宽 50 米~100 米。断裂总体呈 NNE 向展布，走向约 45°，倾向南东，倾角约 75°。该断裂为一多期复合断层：早期脆韧性左行走滑—斜落剪切带；晚期脆性逆冲左行走滑断层。早期脆韧性剪切带宽 30 米~50 米，由糜棱岩化长英质片岩、大理岩和钙质片岩组成，剪切褶皱枢纽产状 18°∠45°~65°，早期脆韧性剪切带产状 130°∠75°；晚期脆性断层破碎带由碎裂岩化变粒岩、片岩和碎裂岩组成，断面具水平擦痕，沿断层走向发育呈线状展布的断层崖，山脊错位明显。晚期脆性断层面产状 125°~150°∠74°~80°。

②F₁₈ 断裂：位于区域中部，出露长 25.3 千米，宽 5 米~10 米。断裂总体呈 NNE 向展布，走向约 40°，倾向南东，倾角 50°左右。该断裂为一左行平移逆断层，东盘向北东平移—斜冲。破碎带内发育有碎裂岩化大理岩、石英岩、构造角砾岩和断层泥等岩性，擦痕倾伏产状 225°∠5°。

2、近 EW 向断裂

F₁₀ 断裂：位于区域中部，出露长 10 千米，宽 40 米~110 米。断裂总体呈近 EW 向展布，走向约 90°，倾向南，倾角 59°~81°。该断裂地貌标志为线性沟谷（负地形）

和断层陡崖，在卫星照片上线性构造影像十分清晰，具切割山脊和水系现象。切割的地质体有长城系巴什库尔干岩群和加里东期花岗岩等。断裂带内出露的岩石有断层角砾岩以及强烈硅化、破碎的变质钙质细砂岩、变质火山岩、变质砂屑灰岩、变质炭质细砂岩（石煤）和二长花岗岩等。

3、NEE 向断裂

①F₅断裂：位于区域中部阿尔金山北缘，大多被山前第四系掩盖，断续出露的断裂特征表明，断裂总体呈 NEE 向展布，走向约 75°，倾向南，倾角 19°~30°。断裂直接逆冲至第四系冲洪积砂砾石层之上，目前仍处于活动状态。该断裂对区域岩石地层及矿体具有破坏作用。矿区巴什库尔干岩群 a 岩组为该逆冲断层上盘，侵位于该岩组的花岗岩体及含矿伟晶岩脉均在该逆掩断层上盘。在矿区北部经钻孔揭露其下盘均为第四系冲洪积物砂砾石层，推断其推覆断距 200 米以上。

②F₇断裂：位于区域东南部苏吾什杰以北至阿尔金山前地带，是阿尔金山主断裂的次级断裂。该断裂区域内出露长度 2.8 千米，两端延伸出区外，宽度 100~150 米。断裂总体呈 NEE 向展布，走向约 74°，倾向南，倾角 67°~80°，个别地段向西北陡倾斜。早期以东南（上）盘向北西逆冲、晚期为向北的正滑断裂。早期韧性剪切带为糜棱岩和构造片岩组成；晚期脆性断层破碎带由片岩、大理岩的碎裂岩和断层泥组成，具明显磨光面和水平擦痕，沿断裂形成明显线状谷地，水系发生 S 型错位，断裂性质为右行走滑复合断层。

（3）褶皱构造

矿区及周边在区域上整体表现为一南倾的单斜构造，构造产状为 150°~210°∠45°~78°，因变质作用及后期改造作用强烈，地层产状变化较大，岩石局部褶皱和次级褶皱比较发育，主要以塑性变形为主。

2、矿区地质构造

矿区主要构造格架受早期南西—北东向左行走滑断层和后期逆掩断裂控制。①早期左行走滑断层发育的张性裂隙产状与区内含矿花岗伟晶岩脉产状高度一致，是区内主要的容矿构造和矿源岩浆通道；②矿区北部的 F1 逆冲断层对Ⅱ区 K56、K58 矿体及对应花岗伟晶岩脉东段造成破坏，导致该构造面之上 40 米~100 米的矿体极破碎，氧化锂流失严重，矿体向深部贫化加剧，构造面之下无矿。

（1）断层

矿区主要受阿尔金山前逆冲断裂 F1 断层控制，断裂直接逆冲至第四系冲洪积砂砾石层（Qp³-Qh）之上，目前仍处于活动状态，为成矿后断裂，对矿区岩石地层及矿体

具有破坏作用。矿区巴什库尔干岩群 a 岩组为该逆冲断层上盘，侵位于该岩组的花岗岩体及含矿伟晶岩脉均在该逆掩断层上盘。在矿区北部经钻孔揭露其下盘均为第四系冲洪积物砂砾石层（ Qp^3-Qh ），推断其断距 200 米以上，断层下盘无矿。断层走向近 $70^\circ \sim 80^\circ \sim 250^\circ \sim 260^\circ$ ，向南倾角约 30° 。

矿区 F2、F3 及 F4 断裂为成矿前断裂，总体南倾，为成矿前断层，为成矿提供了优越的岩浆侵入通道和聚集空间。

图 2-16 矿区构造纲要图

①逆冲断层（F1）

矿区地层整体处于该逆冲体上盘，区内构造迹象零星出露（照片 2-2、2-3），根据现有构造迹象及钻探工程控制（图 2-10），推测该断层呈 NE-SW 向展布，在矿区西部和东部均有该构造迹象特征出露，推断沿走向长大于 6km，呈“弧形”产出，产状 $19^\circ \sim 28^\circ \angle 140^\circ \sim 165^\circ$ 。根据矿区 50 勘查线施工的钻孔 ZK5002、ZK5003 资料显示，F1 断层逆冲断距大于 200 米，ZK5002 钻孔控制下伏第四系厚度大于 20 米。

图 2-17 矿区 50 勘查线构造特征及控制程度图

照片 2-2 F1 东段逆冲断层特征

照片 2-3 F1 西段断层特征 (GJ02)

根据勘查线剖面控制的 F1 断层特征看,该断层为区内形成最晚的断裂构造,对矿区内地层、脉岩和早期的断层均有破坏作用,对 K56、K58 矿体及对应含矿花岗伟晶岩脉东段造成一定程度的破坏,也破坏了矿区内的成矿前断层 (F2、F3),构造面之上 40 米~100 米的矿体极其破碎,氧化锂流失严重,矿体向深部贫化加剧;构造面之下的矿体及含矿伟晶岩向南东错动,无法有效地继续勘查。

②左行走滑断层 (F2、F3)

矿区内发育左行走滑断层,主要受早期阿尔金北缘左行走滑韧性剪切带控制,断层总体走向南西—北东向,区内 F2 断层出露长约 2.9 千米、F3 断层出露长约 2.6 千米,

东段被第四系覆盖，断层破碎带、碎裂岩化带宽 1 米~5 米，破碎带中碎裂岩化、绢云母-白云母化、断层泥发育等构造特征明显，断层面附近岩层多发育“Z”弯曲变形或左行剪节理（照片 2-4~2-7）。

照片 2-4 F2 西段 GJ06 断层特征

照片 2-5 F2 东段在 GJ03 断层特征

照片 2-6 F3 断层特征（GJ07）

照片 2-7 F3 断层东段特征

F2 断层产状 $150^{\circ}\sim 170^{\circ}\angle 43^{\circ}\sim 56^{\circ}$ ，断层通过位置大理岩、石英细脉、花岗伟晶岩脉、花岗细晶岩等发生明显的左行错动，断距 1 米~2 米。根据断层错动特征表明，该断层应发生在早期不含矿伟晶岩之后、含矿伟晶岩形成之前，为成矿前断裂，未影响到矿区内的矿体完整性。

F3 断层产状 $130^{\circ}\sim 150^{\circ}\angle 49^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，断层两盘大理岩、石英细脉、花岗细晶岩等发生明显的左行错动，断距 0.5 米~1 米，局部地段上盘岩石发生轻微跌落、错动，形成明显的负地貌沟壑或断崖。根据断层错动特征表明，该断层形成于早期不含矿伟晶岩形成之后，断层发育的节理裂隙为Ⅱ区含矿伟晶岩提供了有利的岩浆通道和容矿空间，对本区花岗伟晶岩型稀有金属成矿有利。但在含矿花岗伟晶岩脉形成后，遭受了 F1 逆冲断层的破坏和长期活动叠加改造，形成了影响范围 40 米~100 米的碎裂岩化带。断层两盘发育的主要节理裂隙特征如下：

- 1) 由 58、54 勘查线控制的“破碎带”紧邻 F3 断层南侧（上盘），与 F3 断层近平行

产出，倾向东南，倾角 $69^{\circ}\sim 78^{\circ}$ ，产状与 F3 断裂一致，沿走向在 54 至 50 勘查线间湮灭，控制走向延伸不足 160 米，控制向深部延伸规模较小，表现为受 F3 断裂控制的成矿前构造破碎带。

2) 由 50、46 勘查线控制的破碎带紧邻 F3 断层北侧（下盘），与 F3 断层近平行产出，倾向东南，倾角 $68^{\circ}\sim 78^{\circ}$ ，产状与 F3 断裂基本一致，沿走向上在 34 至 38 勘查线间湮灭，控制走向延伸不足 240 米，控制向深部延伸被 F1 断层错断破坏，主要为受 F3 断裂控制的成矿前构造裂隙破碎带。

根据 II 区伟晶岩脉、矿体和 F3 断裂相互关系研究表明，F3 断层东段为 K58 矿体底板，为 K56 矿体东段顶板，倾向东南，倾角 $68^{\circ}\sim 78^{\circ}$ 之间，且 K56、K58 矿体沿受 F3 断层及形成次级构造裂隙控制，矿体整体产状与 F3 断层基本一致。F3 断层为成矿前断层，II 区 38 勘查线以东控制着 K56 和 K58 矿体产出形态。

3) 矿区东南部 I 区也发育由左行走滑断层所控制次级构造，主要表现为规模较小的左行走滑断裂破碎带，查明的主要破碎带特征如下：

I 区由 73 勘查线控制的破碎带，对应地表于冲沟处出露长度不足 100 米，断裂走向约 150° ，倾角约 70° ，断裂对早期顺层产出的花岗细晶岩产生错断（照片 2-8），走滑断距约 1 米。为成矿前期断裂，未影响矿体和含矿花岗伟晶岩脉。81 勘查线钻孔中破碎带成因及产出特征与 73 勘查线控制的破碎带一致，二者为一组平行小断裂。

照片 2-8 73 线断裂地表特征

照片 2-9 11 线断裂地表特征

I 区由 11 线钻孔控制的破碎带，对应断裂走向约 176° ，倾角约 75° ，深部倾角变缓，断裂对地表早期顺层产出的不含矿花岗伟晶岩产生错断，断距 0.3 米（照片 2-9），局部为少量韧性形变。为成矿前期断裂，未对矿体和含矿花岗伟晶岩脉产生破坏。

③右行走滑断层（F4）

矿区右行走滑断层不发育，仅在矿区东南角出露。受阿尔金北缘右行走滑脆性剪切带控制，断层总体走向北北东向，出露长约 500 米，糜棱岩化带宽约 2 米~8 米。

断层两盘岩层发生明显的左行错动，错动距离 5 米~8 米，局部地段上、下盘岩石发生滑脱、错动，形成明显的“V”沟壑地貌或较高的断崖（照片 2-10）。

照片 2-10 F4 右行走滑断层特征

（2）褶皱

区内总体为一个单斜构造，在长城系巴什库尔干岩群 a 岩组中由于受多期次构造运动及变质作用影响，地层中局部发育小规模背形、褶曲、揉皱等塑性变形，塑性变形主要分布在大面积侵入岩外接触带及主要断层构造两侧部位。

（3）节理裂隙

矿区内构造作用强烈，节理裂隙以岩石节理和构造裂隙为主。通过对区内主要钻孔岩石、伟晶岩脉产状及其围岩的节理产状统计，岩石节理以紧闭的片理和层理为主，发育方向以走向北东为主，一般倾角 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ ，节理结构面平整，闭合较好。

构造裂隙主要为多期次共轭“X”剪切裂隙，优势裂隙发育方向以走向北东为主，裂隙产状 $200^{\circ}\sim 210^{\circ}$ 、 $130^{\circ}\sim 150^{\circ}$ $\angle 60^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ；其次为近东西向和北西向，多沿岩石片理面发育，一般倾角 $30^{\circ}\sim 50^{\circ}$ 。矿区伟晶岩脉主要沿南西—北东向的裂隙产出，少部分呈南东—北西向产出，两组方向的伟晶岩脉呈“X”型的共轭形态产出；个别伟晶岩沿近东西向的节理产出；倾角以 $62^{\circ}\sim 79^{\circ}$ 为主。

区内走向北东的节理裂隙控制着区内主要矿体的产出特征，在 I 区密集发育，走向上在 00 线以东极具收敛，走向在同一水平近平行，向深部呈帚状发散，发散最大夹角约 40° ；向西逐渐发散，发散最大夹角约 68° 。走向控制长 650 米~110 米，向深部延伸 120 米~380 米。II 区发育程度较 I 区略差，其他区域不发育。其次为岩层间发育的节理裂隙，控制着区内绝大部分不含矿伟晶岩产出形态。

3、地震及区域地壳稳定性

矿区位于若羌地震带内，现代地震活动频率高，强度大，长期活动的大断裂分布

较多。矿区附近最大规模的地震为 2012 年 11 月 26 日发生在若羌县罗布泊镇境内的 5.5 级强地震,造成个别房屋裂缝,未对人员造成危害。根据新疆地震网地震资料,2010 年以来发生于若羌县及周边地区的中强地震 29 次。

根据中国地震动参数区划图 (GB18306-2015) 资料,该区地震动峰值加速度为 0.15g (图 2-11),地震基本烈度为 VII 度, II 类场地地震反应谱特征周期为 0.40s (图 2-12), I 类场地地震动反应谱特征周期为 0.35s。

图 2-18 地震动峰值加速度区划图

图 2-19 地震动反应谱特征周期区划图

（三）水文地质

1、区域水文地质

区域地下水类型划分为第四系松散岩类孔隙水、第四系透水不含水层、变质岩类层状-片状裂隙水、块状岩类裂隙水。

（1）第四系松散岩类孔隙水含水层：主要分布北部的山前地带，为第四系上更新统一全新统冲、洪积层（ $Qp_3^{pal} + Qh^{pal}$ ），由松散砂、卵石、砾石组成，厚度一般 10 米～50 米，结构松散，孔隙发育，含孔隙潜水，水位埋深一般 50 米～100 米，山前地带 > 100 米，水量中等，单井涌水量 20～200 立方米/日·米，（八寸管径），水化学类型： $HCO_3-Ca \cdot Mg$ 型，矿化度 < 0.5 克/升。

（2）第四系透水不含水层：主要分布于区域中北部的山前地带，为第四系上更新统洪冲积层（ Qp_3^{pal} ），为冲洪积的卵砾、砾石及砂砾组成，结构松散、孔隙发育，透水性好，为大气降水后下渗补给地下水的主要渗透途径，属透水不含水层。

（3）中元古界变质岩类裂隙水：分布于区域南部大面积出露，以长城系巴什库干岩群 a 岩组为主，岩性以石英片岩类和钙质片岩及长英质粒岩类为主体，夹有较多的透镜状、条带状大理岩和绿泥斜长角闪片岩，岩性主要有灰色黑云石英片岩、二云石英片岩夹灰白色大理岩、石英岩、灰绿色斜长角闪（片）岩、灰绿色变玄武岩、绿泥千枚岩等。总体为一套高绿片岩相变质火山-沉积建造。岩层富水性弱，单井涌水量 < 2 立方米/日·米，为 $Cl \cdot SO_4-Ca \cdot Na$ 型水，矿化 < 1.0 克/升。

（4）块状岩类裂隙水：小面积分布区域中，呈岩体状产出，岩性为细粒黑云母二长花岗岩，裂隙发育中等，岩体中未见泉点及水点出露，富水性弱，单井涌水量 < 0.1L/s，为 $Cl \cdot SO_4-Ca \cdot Na$ 型水，矿化度 < 1.0 克/升。

（5）区域构造破碎带：北东东 F5 逆冲断裂，上盘由断层角砾和断层泥组成，下盘为四系冲洪积砂砾石层，胶结程度低，导水性好，透水性较好，但补给条件差，富水性弱。北东东-近东西向断裂 F7，断层破碎带由碎裂岩和断层泥组成，具有一定的胶结，导水性差，弱富水，具一定的隔水性。北西西向断裂 F19 对水系和地貌的发育起着明显的控制作用，断层破碎带内泥质含量少，主要为碎裂岩及碎裂岩化变粒岩、花岗岩，导水性好，强富水性。北北东向断裂 F17 破碎带由糜棱岩化长英质片岩、大理岩和钙质片岩组成，导水性好，强富水性；断裂 F18 破碎带有碎裂岩化大理岩、石英岩、构造角砾岩和断层泥组成。断层泥质含量中等，导水性一般，中等富水。

（6）区域地下水补给、径流、排泄条件：区域水文地质单元南侧以南西-北东向

山脊分水岭为界，东西两侧以山脊为界。区域地下水总体流向由南流向北，南侧的高山区为补给区，主要接受大气降水的补给和高山区地下水的径流补给；山前冲洪积扇区为本区径流区，主要接受中低山区的地下水径流补给和大气降水的补给；区域北侧戈壁滩为本区的排泄区。矿区大部分降水以地表径流和蒸发方式排泄。

图 2-20 区域水文地质图

2、矿区水文地质

(1) 含隔水层

1) 第四系松散岩类含水层

①上更新统一全新统冲洪积 (Qp^3-Qh^{alp})

广泛分布在矿区北部山前一带，少量分布于宽阔的沟谷中，岩性主要为砾石、砂及粘土，砂砾石层、砂层、粉砂质粘土呈近水平互层沉积产出，呈半胶结-松散状，砾石多呈次圆状，分选、磨圆较好。该类地下水主要由大气降水补给，但受含水层厚度的影响，仅在局部地势低洼处含有季节性潜水，故其整体的富水性弱，故对矿床充水影响不大。

②上更新统一全新统残坡积 (Qp^3-Qh^{eld})

分布于矿区东部及西部平缓的山坡，岩性主要为原地风化坍塌、重力坍塌或滑落的各砾径片石、碎石、砂砾石堆积物，表层被风成沙及雨水冲积砂填充。松散堆积、孔隙发育，透水性好，但是受地形控制，分布于斜坡地带，保水性差，基本不含水。

2) 基岩风化裂隙含水层

基岩裂隙含水层是区内分布最为广泛的含水层，岩性主要有石英片岩。地下水主要赋存在强风化带及构造裂隙中，主要接受上游径流补给和两侧中高山基岩裂隙水侧向径流补给，其次是积雪融水补给。地下水多数沿裂隙渗流向沟谷低洼处运移，并转化为谷底松散层孔隙水，最终以蒸发的方式排泄。根据矿区内 SZK001 钻孔抽水试验结果表明， $q=0.014$ 升/秒·米 <0.1 升/秒·米，富水性弱，直接对矿床充水。地下水化学类型为 $Cl\cdot SO_4-Na$ 型水，总硬度 656.35，属于硬水。

3) 碳酸盐岩裂隙含水层

主要岩性为白云石大理岩、大理岩化灰岩、含透闪透辉石大理岩、含透辉硅灰石大理岩。主要分布于矿区中东部，呈条带状。地下水主要赋存在岩溶裂隙中，主要接受上游径流补给和两侧中高山基岩裂隙水侧向径流补给，其次是积雪融水补给。地下水多数沿裂隙渗流向沟谷低洼处运移，并转化为谷底松散层孔隙水，富水性弱，最终以蒸发的方式排泄。

4) 相对隔水层

主要为微风化及未风化的黑云母石英片岩、石英岩、黑云母二长花岗岩，上部岩石在构造及风化作用下产生的构造裂隙和风化裂隙含裂隙潜水。据钻孔资料风化带以下黑云母石英片岩、石英岩、黑云母二长花岗岩为致密结构，节理裂隙不发育，含水性极弱，可视为相对隔水层。

(2) 构造破碎带的水文地质特征

矿区内构造以北东—南西向断层为主，构造展布见图 2-9。

F1 逆冲断层位于矿区北部，断层呈北东向展布，在矿区西部和东部均有该构造迹象特征出露，破碎带由断层泥和断层角砾构成，断层泥含量约 60%，钻孔钻进至破碎带，冲洗液消耗量有所增加，但钻孔内无水位。断层导水性较好，当地降水少，且蒸发量大于降水量，地下水的补给差，故断层富水性为弱富水。

F2 断层位于矿区中部，断层破碎带泥质含量高，胶结较好。其透水性弱，综合判断为阻水断层。

F3 断层于矿区中部，破碎带断层泥和断层角砾构成，断层泥含量约 60%，断层导

水性弱，钻孔内未见地下水水位，综合判断为阻水断层。

F4 断层总体走向北北东向，在矿区东南角出露，出露长约 500 米，糜棱岩化带宽约 2~8 米。地表破碎带内断层泥含量约 70%，断层导水性弱，综合判断为阻水断层。

(3) 地下水动态及其补给、径流与排泄

根据钻孔揭露，地下水在靠近低洼处埋藏较浅，在远离河流处埋藏较深。矿区地下水主要为裂隙水，由于裂隙发育的不均匀性，各个裂隙的导水能力有很大差异。在某些裂隙不发育地段，潜水面可能不连续。矿区主要含水层为黑云母石英片岩，分布于矿区大部分地区，钻孔统计含水层平均厚度约 32.77 米，平均水位标高约 1116.79m。

矿区地下水总体流向由南流向北西，南侧的山区为补给区，主要接受大气降水的补给和山区地下水的径流补给；山前冲洪积扇区为本区径流区，主要接受山区的地下水径流补给和大气降水的补给；北侧地势较平坦区为本区的排泄区。矿区大部分降水以地表径流和蒸发方式排泄。矿区水文地质图见图 2-22，矿区水文地质剖面图见图 2-21，矿区水文地质钻孔柱状图见图 2-23。

(4) 地下水水质

根据勘探报告采集的地下水水质分析，矿区基岩裂隙水水质极差，为V类，不适宜作为生活饮用水；季节性河流水质属于IV~V类，可适当处理后作为生活、生产用水，不适宜作为生活饮用水。

(5) 矿坑涌水量预测

1) 充水因素

大气降水是矿区地下水的补给源之一，也是矿坑充水的间接充水水源，年平均降水量为 28.5 毫米，多集中于夏季 6~8 月，且多为短暂性的暴雨，蒸发量远大于降水量。故大气降水对矿床充水影响很小。矿区内无常年性河流，地表水对矿坑涌水无影响。基岩裂隙水主要赋存在强风化带裂隙及构造裂隙带中，接受上游径流补给和两侧中高山基岩裂隙水侧向径流补给，其次是积雪融水补给，富水性弱。为矿区东段I区直接充水含水层。

F2、F3、F4 为阻水断层，对矿床充水影响小。F1 断层为导水断层，但矿区蒸发量远大于降水量，地下水的补给条件差，故断层富水性为弱富水，且断层位于矿体底部，钻孔内未见有地下水位，故其对矿床充水影响小。

2) 涌水量预测

矿区的主矿体赋存标高 1022.92~1394.80 米，本次设计上部矿体采用露天开采，

深部矿体采用地下开采。露天境界外的降水地表径流量沿境界外的地表截水沟流走，境界内封闭圈外的降水地表径流量沿露天坑台阶排水沟流出矿坑。露天矿坑需泵排的涌水量由地下水量和封闭圈内降水地表径流量组成。

露天采坑需泵排的涌水量为：露天矿坑I区坑底标高为 1250m，封闭圈（41400m²）内矿坑正常涌水量 214m³/d，极端暴雨天气涌水量 1040m³/d。

矿体所在岩体为风化裂隙、构造裂隙潜水，可视为均质等厚，无限分布。将地下矿坑概化为一个假想的、与井巷系统面积相等的一个“大井”，采用潜水计算公式估算地下坑道涌水量。地下矿坑系统I区 1080m 标高，正常涌水量 452m³/d，最大涌水量 587m³/d。

矿区属露天转地下开采的矿山，地下开采时，露天采坑的积水会下渗进入地下井巷。应做好露天采坑排水工作，露天坑底留设防隔水矿柱。若羌气象站位于矿区北西直距约 45 千米处，气象数据与矿区实际情况有一定误差，建议今后工作在矿区建立简易气象观测站以获得矿区实际气象资料。

按照《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T12719-2021），该矿床露天开采矿体位于矿区地下水位平均值以上，深部地下开采部分矿体位于地下水位平均值以下；矿区附近无地表水体；矿床为基岩裂隙含水层直接充水为主的矿床；主要含水层为基岩裂隙水，补给条件差，富水性弱。综合判定，该矿床属水文地质条件简单型的矿床。

图 2-21 矿区水文地质剖面图

图 2-22 矿区水文地质图

图 2-23 矿区水文地质钻孔柱状图

（四）工程地质

1、工程地质岩组特征

（1）松散结构岩（土）组（I）

为第四系上更新统一全新统（Qp3+Qh）冲洪积层、残坡积层。冲洪积层广泛分布在矿区北部山前一带，少量分布于宽阔的沟谷中，岩性主要为砾石、砂及粘土，呈松散状，砾石多呈棱角-次棱角状，在深切沟谷中砾石层、砂层、粉砂质粘土呈近水平互层沉积产出，呈半胶结-松散状，砾石多呈次圆状，分选、磨圆较好。

残坡积物主要分布在矿区东部及西部平缓的山坡，岩性为片石、碎石、砂砾石堆积物，充填物为细颗粒土，厚度大多 0~12 米，土体处于稍密-松散状态，工程性能较差。在斜坡地段，残坡积土与下伏基岩接触带遇水形成软弱面，易形成崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。

（2）层-片状结构岩组（II）

分布于矿区大部的长城系巴什库尔干岩群 a 岩组（ChBa），岩性主要为石英片岩、石英岩、大理岩。石英片岩为区内出露最为广泛的岩石，亦是区内磁铁矿和含锂、钽稀有金属矿的主要围岩。其他岩石基本产出于该岩性内，局部发育透镜状、薄层状各类石英岩、大理岩等。岩石一般呈灰黑-灰褐色，鳞片粒状变晶结构，片状构造。石英岩饱和抗压强度 26.08~50.27MPa，平均值 37.74MPa，标准值 32.45MPa，为较坚硬岩，岩体质量中等；矿体顶底板主要为石英片岩，饱和抗压强度为 13.88~21.93MPa，平均 16.63MPa，属较软岩，饱和抗拉强度值在 2.78~4.87Mpa 之间，平均 3.63Mpa，该类岩体裂隙较发育，岩石破碎，抗风化能力低，易风化，地貌上往往形成负地形，稳定性较差，易产生顺层滑坡、崩塌等不良地质作用。

（3）块状结构岩组（III）

岩性为伟晶岩、花岗岩（γ），伟晶岩呈块状、岩脉状产出，伟晶结构，地表未出露，从钻孔编录看，伟晶岩岩体较破碎，RQD 值多在 20%~60%，饱和抗压强度 34.45~96.40MPa，平均值 58.00 MPa，标准值 48.88MPa，为较坚硬岩，岩体质量中等；花岗岩出露于矿区南部，呈岩体状产出，粗粒花岗结构，块状构造。除受构造影响出现少量的破碎带及地表风化裂隙外，深部裂隙发育中等。该花岗岩岩体整体完整性较好，饱和抗压强度大于 60Mpa，属于坚硬岩石，岩石质量良好，工程地质条件较好。

2、结构面特征

矿区结构面可分为II、IV、V级。

II级结构面：为北东—南西向的 F1、F2、F3 等 3 条断层，主要控制地形地貌形态及山体稳定。F1 断层对区内地层、脉岩和早期的断层均有破坏作用，在 50 勘查线矿体底部见厚度 40~100 米的构造破碎带。F2 断层发生明显的左行错动，断距 1~2 米。F3 断层发生明显的左行错动，断距 0.5~1 米，局部地段上盘岩石发生轻微跌落、错动，形成明显的负地貌沟壑或断崖。

IV级结构面：以岩体节理裂隙为主，一般可见 3~5 组，裂隙倾角变化大，但以陡倾裂隙为主，陡倾裂隙结构面闭合好，充填物以石英为主，稳定性较好；缓倾裂隙结构面密度较大，闭合差，多为泥膜、碎屑和泥质物充填，稳定性差。

构造裂隙主要为多期次共轭剪切裂隙，一般可见 2~5 组，优势裂隙发育方向以走向北东为主，其次为近东西向和北西向，倾角变化大，前者倾角较缓，一般 30~50°；后者倾角较陡，一般 60~80°。浅部基岩风化带裂隙发育，结合差，多为泥膜、碎屑和泥质物充填，稳定性差，对矿床开采影响大；新鲜基岩裂隙闭合好，充填物以石英为主，其次为金属硫化物。

V级结构面：以片理为主，主要分布在片岩及挤压构造破碎带附近，降低了岩石强度，影响了岩体完整性。

3、岩体风化带特征

矿区处于地处阿尔金山北麓与山前戈壁接壤地段，属低-中山区地貌，地质构造作用较强烈，岩体破碎程度较高，岩体风化带厚度增大，导致饱气带厚度大，地下水淋滤作用及冻融物理风化强烈，岩体结构和边坡稳定性与风化程度关系密切。

强风化带岩体极破碎呈砂土状、土状及碎块状，松散或松软，手可捏碎，岩芯块度 5~15 毫米，多角砾-岩块（片）状，岩体呈散体结构。岩体工程地质性质较差，易形成岩体失稳、边坡失稳、冒顶塌方等灾害，在强风化带形成边坡时，一定要放缓边坡角，并针对性对边坡进行防护；形成坑口时，应对坑口及坑道进行必要的支护处理措施，防止冒顶或造成坑道垮塌。

钻孔揭露岩体强风化带厚度 0~23 米，在山顶和缓坡地带保存较好，厚度较大，在构造破碎带附近，由于岩性及构造影响而形成多层强风化带；在沟谷部位强风化带多数被侵蚀，强风化带厚度变薄。

中风化（弱风化）带岩石表面和裂隙面有风化迹象，部分矿物风化变质，颜色变浅，有少量裂隙将岩体切割成 20~50 厘米块体，不易击碎，基本保持母岩结构，经钻孔揭露，弱风化带厚度 14~103 米。岩芯呈短柱状或柱状，RQD=36%~78%。

微风化带岩石基本保持原岩颜色，沿裂隙面风化褪色，次生变异矿物及仅沿裂隙面及软弱结构面产生，岩体大部分完整，力学强度较高。岩心呈柱状或长柱状，岩体较完整。该层分布深度较大，厚度约数十米至上百米，RQD=51%~100%。

4、矿体顶、底板围岩特征

矿体顶底板主要为石英片岩，矿体主要赋存于花岗伟晶岩中。

(1) 岩石力学性质

矿区岩石的力学试验统计结果汇总见表 2-2。矿体（伟晶岩）在饱和状态下的单轴抗压强度为 34.45~96.40MPa，平均值 58.00MPa，为较硬岩，岩体质量中等；石英岩饱和抗压强度 26.08~50.27MPa，平均值 37.74MPa，标准值 32.45MPa，为较硬岩，岩体质量中等；顶底板（石英片岩）在饱和状态下的单轴抗压强度为 13.88~21.93MPa，标准值 15.03MPa，平均值 16.63MPa，为较软岩，岩体质量中等。

表 2-4 矿区岩石力学性质表

岩石名称		单轴抗压强度（MPa）		单轴抗拉强度（MPa）		饱和抗剪强度	
		干燥	饱和	干燥	饱和	内摩擦角（°）	凝聚力（MPa）
伟晶岩	区间值	55.87-106.13	34.45-96.40	4.28-5.29	3.19-4.58	18.43-26.60	31.53-40.35
	平均值	70.78	58.00	6.31	4.46	21.78	37.06
	标准值±标准差	63.01±16.85	48.88±19.78	5.47±1.82	3.75±1.54	21.78±3.05	37.06±3.35
石英片岩	区间值	23.37-31.41	13.88-21.93	3.31-7.54	2.78-4.87	22.18-33.17	7.68-15.71
	平均值	28.68	16.63	5.77	3.63	26.68	12.71
	标准值±标准差	26.75±3.09	15.03±2.56	5.06±1.14	3.11±0.83	26.68±4.2	12.71±3.39
石英岩	区间值	32.57-64.47	26.08-50.27	2.90-6.62	2.51-4.25	17.20-27.35	13.69-42.77
	平均值	48.70	37.47	10.52	6.84	20.35	32.70
	标准值±标准差	44.15±9.88	32.45±9.56	9.65±1.88	6.29±1.19	20.35±4.05	32.70±11.35

(2) 岩体质量特征

矿区岩体的质量评价见表 2-5。

表 2-5 区岩体质量评价结果表

岩性	RQD 值评价法			岩体质量系数法		岩体质量指标法	
	RQD（%）	岩体完整性	等级	Z 系数	质量等级	M 指数	质量等级
石英片岩	55	中等	III	0.33	一般	0.28	中等
伟晶岩	46	差	IV	1.12	一般	0.75	中等
石英岩	58	中等	III	0.7	一般	0.63	中等

根据上表的评价结果和《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2022）岩体基本质量等级分类，矿体顶底板为层状结构较软岩组，岩石基本质量等级为III-IV级。

（3）岩体稳定性

勘探钻孔揭露的断层构造破碎带，厚度 26~75 米，组成物质为石英片岩，采掘工程揭露破碎带时，会发生冒顶、片帮等工程地质问题。

碎裂结构的近地表的风化岩体，完整性及稳定性差，易造成顶板压力增大和老顶初次破坏周期缩短，特别是在松散含水层下近风化带采矿时，井巷围岩容易失稳破坏，工作面采空区顶板易大面积切顶垮落。

散体结构的松散土体、构造破碎带和基岩顶面的强风化带岩体，可压缩性高，变形量大，抗压、抗剪能力差，岩土体无强度或强度极弱，是区内工程地质特征最差的结构体，稳定性差，近似松散介质，容易引起较多的工程地质问题。

5、主要工程地质问题

矿区围岩主要为Ⅲ类围岩，强风化带及构造破碎带等围岩等级少数为Ⅴ类，其围岩整体稳定性中等。

（1）土质边坡稳定性

矿区浅部设计采用露天开采方式，深部设计采用地下开采的方式。矿区土质边坡工程地质条件差，露天开采建议土质边坡最终边坡角不大于 35°。

（2）岩质边坡稳定性

影响岩体边坡稳定的主要因素是基岩风化破碎带、岩体结构面及发育程度。矿体主要围岩岩性为石英片岩，属较软岩类，矿山设计开采台阶高度<15 米（按 10 米计算），边坡高度等级为三级，边坡稳定性为基本稳定—稳定，因近地表岩石为中-弱风化，节理较发育，宜采用边坡坡率 1:0.75~1:1.25，坡角 35°~53°，推荐最终边坡角采用 45°~48°，微风化基岩带采用 45°~55°。

在矿山露天开采过程中，应按照“一敲、二排、三支护”口诀及时清除工作面悬石、孤石，并及时对破碎带进行清理或支护，提高运输、开采台阶上机械设备与人员的安全性。同时建立边坡监测系统，定期对地表和坡面进行水平和垂直位移测量。建立切实可行的边坡管理及检测制度，配备专门的边坡管理人员，并定期对边坡的稳定性能进行测试，对边坡的失稳事故制定一定的紧急预案。

（3）巷道围岩稳定性

矿区深部矿体采用地下开采，工程地质问题主要有采空区陷落变形，采掘工程揭露经断裂或破碎带时，会发生冒顶、片帮等工程地质问题。加强矿山坑道管理，对风化带、破碎带及时进行支护和加固，预留合理的安全岩矿柱，对边坡、采空区进行监

测，并作相应的警示标记，对易发生地质灾害的矿坑及时支护或回填封闭。

6、矿区工程地质勘查类型

矿区地层岩性单一，构造不发育，节理裂隙较发育，岩石物理力学性质中等，边坡稳定性较好，矿体顶、底板位片、层状岩类，岩石质量一般，岩体完整性中等，风化作用及局部破碎带影响岩体稳定。矿区工程地质勘查类型为第四类第二型，即工程地质条件属层状岩类中等型。

（五）矿体地质特征

1、主要矿体特征

矿区共圈定 51 条稀有金属矿体和 8 条铁矿体，稀有金属矿体和铁矿体主要赋存于长城系巴什库尔干岩群 a 岩组中，容矿岩石分别为花岗伟晶岩和含磁铁矿石岩。51 条稀有金属矿体集中分布在 5 个区，其中 I 区 36 条、II 区 9 条、III 区 3 条、IV 区 2 条、V 区 1 条。共计有 7 条主要矿体、15 条次要矿体和 29 条小矿体。I、II 和 V 区矿体呈南西—北东向展布，III、IV 区呈近东西向平行展布。其中 I 区矿体群沿走向长为**~**米，倾向延深**~**米，平均厚度**~**米；II 区矿体群沿走向长为**~**米，倾向延深**~**米，平均厚度**~**米；III 区矿体群沿走向长为**~**米，倾向延深**~**米，平均厚度**~**米；IV 区矿体群沿走向长为**~**米，倾向延深**~**米，平均厚度**~**米；V 区矿体沿走向长为**米，倾向延深**米，平均厚度 1.25 米。

估算了 32 条锂铌钽矿体和 1 条铁矿体的资源量。矿体埋深**~**米，估算标高**~**米，面积**~**平方千米。7 条主要矿体均为锂铌钽矿体，其中 I 区圈定 6 条，II 区圈定 1 条（表 2-4），矿石量占总量 70.27%，主要矿体特征描述如下。

K2 锂铌钽矿体：位于 I 区，分布于 05~14 勘查线之间。地表有出露，属露头矿。矿体呈脉状产于花岗伟晶岩脉中，产状与伟晶岩产状一致近似直立，倾角 63°~85°，矿体顶底板围岩以黑云石英片岩为主，局部地段为花岗伟晶岩脉。矿体单工程厚度**~**米，平均厚度**米，矿体厚度变化总体表现为在浅部中间厚、两边薄，在中深部北东厚、中间薄，矿体在地表连续性好、矿体深部连续性较好，未见成矿后断裂对矿体造成明显破坏。K2 矿体探获资源量矿石量****万吨，占矿区总矿石量****%。

K3 锂铌钽矿体：位于 I 区，分布于 11~16 勘查线之间。地表有出露，属露头矿。矿体呈脉状产于花岗伟晶岩脉中，产状与伟晶岩产状一致，倾向北，倾角 65°~89°，矿体顶底板围岩以黑云石英片岩为主，局部地段为花岗伟晶岩脉。矿体单工程厚度***米，平均厚度***米，矿体厚度变化总体表现为南西厚、北东薄，矿体在地表连续性好、

矿体深部连续性较好，未见成矿后断裂对矿体造成明显破坏。K2 矿体探获资源量矿石量****万吨，占矿区总矿石量****%。

K4 锂铌钽矿体：位于I区，分布于 17~14 勘查线之间。地表有出露，属露头矿。矿体呈脉状产于花岗伟晶岩脉中，产状与伟晶岩产状一致，近似直立，倾角 73°~87°，矿体顶底板围岩以黑云石英片岩为主，局部地段为花岗伟晶岩脉。矿体单工程厚度**~**米，平均厚度***米，矿体厚度变化总体表现为浅中部厚、深部薄，矿体在地表连续性好、矿体深部连续性较好，未见成矿后断裂对矿体造成明显破坏。K2 矿体探获资源量矿石量***万吨，占矿区总矿石量****%。

K5 锂铌钽矿体：位于I区，分布于 04~14 勘查线之间。地表有出露，属露头矿。矿体呈脉状产于花岗伟晶岩脉中，产状与伟晶岩产状一致，倾向北西，倾角 62°~81°，矿体顶底板围岩以黑云石英片岩为主，局部地段为花岗伟晶岩脉。矿体单工程厚度**~**米，平均厚度***米，矿体厚度变化总体表现为中部厚、浅表及深部薄，南西部比北东部薄的特点，矿体在地表连续性好、矿体深部连续性较好，未见成矿后断裂对矿体造成明显破坏。K2 矿体探获资源量矿石量****万吨，占矿区总矿石量****%。

表 2-6 主要矿体特征统计表

矿体编号 矿体特征	I区						II区
	K2	K3	K4	K5	K7	K11	K56
走向长度（m）	**	**	**	**	**	**	**
控制最大斜深（m）	**	**	**	**	**	**	**
控制标高最低（m）	**	**	**	**	**	**	**
控制标高最高（m）	**	**	**	**	**	**	**
平均真厚度（m）	**	**	**	**	**	**	**
Li ₂ O 平均品位（%）	**	**	**	**	**	**	**
Nb ₂ O ₅ 平均品位（%）	**	**	**	**	**	**	**
Ta ₂ O ₅ 平均品位（%）	**	**	**	**	**	**	**
矿体倾角	63~85	65~89	73~87	62~81	68~89	63~81	65~86
矿体形态	脉状	似层状	似层状	舌状	舌状	似层状	脉状
矿石矿物	锂辉石、钽铁（锰）矿、铌铁（锰）矿						
厚度变化系数（%）	**	**	**	**	**	**	**
品位变化系数（%）	Li ₂ O	**	**	**	**	**	**
	Nb ₂ O ₅	**	**	**	**	**	**
	Ta ₂ O ₅	**	**	**	**	**	**

K7 锂铌钽矿体：位于I区，分布于 00~12 勘查线之间。地表局部有出露，属半隐伏矿。矿体呈舌状产于花岗伟晶岩脉中，产状与伟晶岩产状一致，倾向北西，倾角 68°~89°，矿体顶底板围岩以黑云石英片岩为主，局部地段为花岗伟晶岩脉。矿体单工程厚

度**~**米，平均厚度**米，矿体厚度变化总体表现为沿走向北东厚、南西薄，纵向表现为中部厚、浅部及深部薄，矿体在地表连续性好、矿体深部连续性较好，未见成矿后断裂对矿体造成明显破坏。K2 矿体探获资源量矿石量***万吨，占矿区总矿石量**%。

K11 锂铌钽矿体：位于I区南东，分布于 79~82、08~12 勘查线之间。地表局部有出露，属半隐伏矿。矿体呈似层状—薄层状产于花岗伟晶岩脉中，产状与伟晶岩产状一致，倾向南东，倾角 $63^{\circ}\sim 81^{\circ}$ ，矿体顶底板围岩以黑云石英片岩为主，局部地段为花岗伟晶岩脉。矿体单工程厚度**~**米，平均厚度**米，矿体厚度变化总体表现为中间厚两边薄，矿体在地表连续性好、矿体深部连续性较好，未见成矿后断裂对矿体造成明显破坏。K2 矿体探获资源量矿石量***万吨，占矿区总矿石量**%。

K56 锂铌钽矿体：位于II区，分布于 35~50 勘查线之间。地表局部有出露，属半隐伏矿。矿体呈脉状产于花岗伟晶岩脉中，产状与伟晶岩产状一致，倾向南东，倾角 $65^{\circ}\sim 86^{\circ}$ ，矿体顶底板围岩以黑云石英片岩为主，局部地段为花岗伟晶岩脉。矿体单工程厚度**~**米，平均厚度**米，矿体厚度变化总体表现为南西及中间厚、北东薄，矿体在地表连续性好、矿体深部连续性较好，未见成矿后断裂对矿体造成明显破坏。K2 矿体探获资源量矿石量**万吨，占矿区总矿石量**%。

磁铁矿体：矿区共圈定 8 条磁铁矿体。其中I区 7 条，II区 1 条，Fe1 为主矿体，其余均为小矿体。Fe1 位于矿区东部I区，分布于 00~16 线之间，赋矿岩性为阳起石含磁铁石英岩，矿体顶底板岩石岩性主要为黑云石英片岩、阳起石含磁铁石英岩和花岗伟晶岩。矿体呈层状、似层状产出，走向北东—南西向，沿走向长 405 米，沿倾斜方向最大延伸 165m；矿体产状变化较大，铁矿产状与地层产状高度一致，总体南倾，以 14 勘查线为界西段倾角 $22^{\circ}\sim 37^{\circ}$ ，东段倾角陡倾，为 $53^{\circ}\sim 82^{\circ}$ 。矿体单工程厚度**~**m，平均厚度**m，厚度变化系数为 49.17%，属厚度稳定型。

勘探矿体分布平面图见图 2-24、勘探线剖面图见图 2-25、图 2-26。

2、矿石质量

（1）矿石矿物成分

锂铌钽矿石有用矿物主要有锂辉石、白云母、钽铌铁（锰）矿等，其他金属矿物为微量锡石、黄铁矿、闪锌矿等。脉石矿物主要由石英、钠长石和钾长石、白云母组成，少量高岭石、石膏、磷灰石、铁铝榴石等。

铁矿石金属矿物主要以磁铁矿及少量赤铁矿、黄铁矿、菱铁矿、硅铁矿，脉石矿

物以石英、长石、阳起石、黑云母为主，及少量石榴子石、电气石、磷灰石等。

（2）伴生有益组分

根据勘探报告，伴生有用组分为铍，伴生 BeO 平均品位 0.044%。

（3）矿石结构、构造

锂铌钽矿石主要为花岗伟晶结构，以中粗粒花岗伟晶结构为主，少量交代熔蚀结构、自形结构、半自形结构、它形粒状结构等。铁矿石中磁铁矿主要为他形晶粒结构，少量半自形-他形晶粒结构；赤铁矿呈细小针状沿磁铁矿边部及裂面呈格状交代产出，局部交代残留结构普遍发育。

锂铌钽矿石以块状构造为主，次为定向构造和斑杂状构造，少量条带状构造。铁矿石的构造主要是片状—条带状构造及浸染状构造，少量稠密浸染状构造。

（4）矿石类型

矿石自然类型为钠长石花岗伟晶岩脉型锂辉石矿石、铌钽铁（锰）矿矿石，矿石的风（氧）化程度低，均为原生矿石。矿石工业类型为易选锂辉石矿石。

铁矿为沉积变质型原生磁铁矿石，工业类型为需选矿的磁性铁矿石。

3、围岩和夹石

锂铌钽矿体在花岗伟晶岩脉内圈定，全脉矿化的地段顶底板为黑云石英片岩，界线清晰肉眼可分，近矿围岩普遍具细脉状、网脉状硅化和绢云母化，偶见细微粒电气石化。花岗伟晶岩脉部分矿化地段，当矿体位于花岗伟晶岩脉中部时，其顶底板均为花岗伟晶岩，界线渐变不清，以基本化学分析结果界定。矿体在局部由于夹石产生了分支，但在深部均复合在一起，夹石为黑云石英片岩捕虏体或矿化不均匀的花岗伟晶岩脉。

图 2-24 矿体及脉岩平面位置分布示意图

图 2-25 00 勘查线剖面图

图 2-26 46 勘查线剖面图

三、矿区社会经济概况

（一）若羌县社会经济概况

矿区所在地属于若羌县若羌镇，若羌镇地处阿尔金山北麓冲积扇中部，东、北与铁干里克乡相邻，西、南与吾塔木乡交界，为若羌县人民政府驻地，区域总面积 28km²。

根据第七次人口普查数据，截至 2020 年末，若羌县总人口 80756 人(含注销人员)，常住人口比上年增加 23586 人，增长 41.26%，其中：年末户籍人口 8918 户 27292 人，流动人口 53464 人。全县共有维、汉、回等 27 个民族，其中：维吾尔族占 49.29%，汉族占 44.72%，回族占 4.20%，其他民族占 1.79%。2023 年，若羌县全年出生人口 237 人，比上年减少 34 人，人口出生率 5.38‰；全年死亡人口 173 人，人口死亡率 3.93‰；人口自然增长率 1.45‰（不含三十六团）。

根据《若羌县 2021 年国民经济和社会发展统计公报》，2021 年，全县地区生产总值（GDP）573521 万元，比上年增长 9.1%，两年平均增长 7.08%。其中，第一产业增加值 121169 万元，比上年增长 18.4%；第二产业增加值 317108 万元，比上年增长 8.8%；第三产业增加值 135244 万元，比上年增长 2.0%。第一产业增加值占国内生产总值比重为 21.13%，第二产业增加值比重为 55.29%，第三产业增加值比重为 23.58%。第一产业较上年同期增长 13.3 个百分点，第二产业较上年同期增长 19.8 个百分点，第三产业较上年同期下降 3.4 个百分点。

全年预计实现农业总产值 158247.20 万元，同比增长 19.17%，其中：实现种植业产值 118028.37 万元，同比增长 7.49%；实现林业产值 5696.19 万元，同比增长 3 倍；实现牧业产值 27877.49 万元，同比增长 52.78%；实现渔业产值 38.51 万元，同比增长 13.32%；实现农林牧渔服务业产值 6606.64 万元，同比增长 2.37%。

全年城镇居民可支配收入完成 38503 元，比上年增加 1726 元，同比增长 4.69%。农村居民人均可支配收入完成 32438 元，比上年增加 412 元，同比增长 1.29%。

根据《若羌县 2022 年国民经济和社会发展统计公报》，2022 年，全县地区生产总值（GDP）871686 万元，同比增长 7.0%。其中，第一产业增加值 142579 万元，同比增长 3.3%；第二产业增加值 594904 万元，同比增长 11.8%；第三产业增加值 134203 万元，同比下降 1.4%。

全年实现农业总产值 206963 万元，同比增长 13.7%，其中：实现种植业产值 144948 万元，同比增长 10.2%；实现林业产值 5303 万元，同比下降 9.7%；实现牧业产值 46389 万元，同比增长 24.8%；实现渔业产值 46.5 万元，同比增长 19.4%；实现农林牧渔服

务业产值 10276 万元，同比增长 49.6%。

全年城镇居民可支配收入完成 39092 元，同比增长 1.5%；农村居民人均可支配收入完成 32756 元，同比增长 1.0%。全年完成全口径财政收入 273259 万元，增长 72.1%，全年完成全县全口径财政收入 150257 万元，同比增长 2.96%。

根据《若羌县 2023 年国民经济和社会发展统计公报》，2023 年，若羌县实现地区生产总值（GDP）929523 万元，同比增长 5.20%。其中，第一产业实现增加值 150613 万元，同比增长 5.90%；第二产业实现增加值 636596 万元，同比增长 5.40%；第三产业实现增加值 142314 万元，同比增长 3.90%。

全年实现农业总产值 206586.43 万元，同比增长 6.80%，其中：实现种植业产值 141548.53 万元，同比下降 1.40%；实现林业产值 913.22 万元，同比下降 57.90%；实现牧业产值 52494.47 万元，同比增长 34.60%；实现渔业产值 41 万元，与去年基本持平；实现农林牧渔服务业产值 11589.21 万元，同比增长 10.60%。

全年城镇居民可支配收入完成 40986 元，同比增长 4.8%；农村居民人均可支配收入完成 33679 元，同比增长 2.8%。全年完成全口径财政收入 313312 万元，同比增长 14.69%。

根据《若羌县 2024 年国民经济和社会发展统计公报》，2024 年 1-6 月，若羌县实现地区生产总值 484211 万元，按不变价格计算，同比增长 16%，分产业看，第一产业实现增加值 20617 万元，同比增长 13.5%，第二产业实现增加值 402306 万元，同比增长 21.1%，第三产业实现增加值 61288 万元，同比增长 1%。三次产业占 GDP 的比重分别为 4.2%：83.1%：12.7%。2024 年，预计实现地区生产总值 110 亿元，同比增长 16.5%，进入百亿级强县行列；固定资产投资总量 200.02 亿元，同比增长 36.5%；规模以上工业增加值 67.87 亿元，同比增长 28.7%；一般公共预算收入 17.98 亿元，同比增长 36.97%；限额以上社会消费品零售总额 1.76 亿元，同比增长 26.9%。

图 2-27 若羌县 2019 年-2023 年全县生产总值及增长速度（单位：万元、%）

若羌县居民以农业为主，主要种植红枣，辅以棉花、小麦、玉米、甜瓜等作物，矿藏资源也较丰富，有铁、金、铜、铅等矿产资源。

（二）矿区及周边经济概况

矿区及其周边 10 公里无其他固定居民点。本项目东侧为新疆砂梁矿业有限公司新疆若羌县砂梁西铁矿，该矿山已经开始生产活动，生产规模为采矿 150 万 t/a，选矿 150 万 t/a。采选劳动总定员为 298 人，工作制度 300 天/年，每天两班，每班工作 8 小时。矿山正常年份销售收入为 30858.02 万元，平均年份利润总额为 5375.51 万元，年上缴所得税额为 1343.88 万元，税后年利润为 4031.63 万元。

四、项目区土地利用现状

（一）土地利用现状

根据矿区所在地新疆维吾尔自治区若羌县自然资源局提供的第三次全国国土调查成果，参照《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）及《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），利用 ArcGIS 软件对矿区涉及地类面积及权属状况进行统计，结合本项目地面工程布局平面布置图，以及实地调查损毁土地的面积及分布范围情况的综合分析统计，最终获得复垦区土地利用现状数据。

（1）拟申请采矿区土地利用现状

拟申请的采矿权范围内涉及 3 个一级地类，2 个二级地类。拟申请采矿区土地利用现状见表 2-6。由表可知，拟申请采矿区土地面积为****hm²（*****km²）。其中草地用地面积*****hm²，占比 7.65%；交通运输用地面积****hm²，占比 0.05%；其他用地中裸岩石砾地*****hm²，占比 92.30%。

表 2-7 拟申请采矿区土地利用现状统计表

一级地类	二级地类	矿区面积 (hm ²)	比例 (%)	土地权属
草地 (04)	其他草地 (0404)	****	7.65	若羌县国有
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)	****	0.05	若羌县国有
其他土地 (12)	裸岩石砾地 (1207)	****	92.30	若羌县国有
合计		****	100.00	

（2）项目区土地利用现状

矿区建设后，涉及的项目区包括露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、充填站、主斜坡道、回风竖井、排土场、尾矿库、表土堆场、矿山道路以及预测塌陷区等，项目区面积为 120.5103hm²。项目区涉及 4 个一级地类，5 个二级地类。项目区土地利用现状见表 2.4-2。由表可知，项目区土地面积为 120.5103hm²。其中草地用地面积

42.8696hm²，占比 35.573%；工业仓储用地面积 0.1325hm²，占比 0.110%，交通运输用地面积 1.2894hm²，占比 1.07%；其他用地中裸岩石砾地 75.315hm²，占比 63.25%。项目区最主要的用地类型其他草地和裸岩石砾地，总占比可达 98.82%。

表 2-8 项目区土地利用现状统计表

一级地类	二级地类	项目区面积 (hm ²)	比例 (%)	土地权属
草地 (04)	其他草地 (0404)	42.8696	35.57	若羌县国有
工矿仓储用地 (06)	工业用地 (0601)	0.1204	0.100	若羌县国有
	采矿用地 (0602)	0.0121	0.010	若羌县国有
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)	1.2894	1.07	若羌县国有
其他土地 (12)	裸岩石砾地 (1207)	76.2188	63.25	若羌县国有
合计		120.5103	100	

项目区土地利用现状图如图 2-28 所示。

图 2-28 项目区土地利用现状图

（二）项目区土地权属

根据拟申请采矿权范围和项目区内均不存在基本农田（具体见附件 10 若羌县自然资源局关于本项目土地开发利用规划证明）。

（三）基本农田分布

矿区范围内不存在永久基本农田。

（四）矿区是否涉及基本农田、保护区和生态红线

矿区不属于国家和自治区自然保护区范围内，不涉及基本农田保护区和生态公益林，矿区未与生态红线重叠（具体见附件 10 若羌县自然资源局关于本项目土地开发利用规划证明）。

（五）若羌县林业和草原局对项目区占用草地的处理意见

项目区部分工业场地占用其他草地，根据若羌县林业和草原局对《新疆腾晟矿业有限公司新疆库木萨依锂铌钽稀有金属(铁)矿采选项目工业用地等查询申请》的复函，项目占用草地的处理意见为“项目应尽量避免让草地范围，不占和少占草地，确需占用草地，请按照相关规定办理建设项目征占用草原相关手续”。

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

本矿山位置较为偏僻，周边较少人类活动。本探矿权范围周边分布有 3 个探矿权和 1 个采矿权，具体分布位置见图 2-29，各矿业权名称见表 2-9。本区西南紧邻“新疆若羌县阿鲁拉克花岗岩矿普查（T3）”探矿权、东紧邻在产矿山“新疆砂梁矿业有限公司新疆若羌县砂梁西铁矿（C1）”采矿权，南部靠近“新疆若羌县库木萨依铜金多金属矿勘探（T4）”探矿权，矿区与周边矿业权无接边重叠及矿业权纠纷，优选勘探区全部在本探矿权范围内。

矿区不在各级自然保护区、文物保护区和禁止、限制性开采的区域，矿区及周边远离水源保护地，未涉及生态红线（具体见附件 10）。矿山周边植被不发育，人类活动对矿山地质环境影响较小。

表 2-9 相邻的矿业权情况表

编号	矿业权名称	矿业权证号	矿业权人	面积 (km ²)
T1	新疆若羌县库木萨依一带铁铜金多金属矿普查（西区）	*****	新疆腾晟矿业有限公司	**
T2	新疆若羌县砂梁北南铁多金属矿勘探	*****	新疆砂梁矿业有限公司	**
T3	新疆若羌县阿鲁拉克花岗岩	*****	若羌财兴新材料	**

	矿普查		有限公司	
T4	新疆若羌县库木萨依铜金多 金属矿勘探	*****	巴州天山地质矿 业有限责任公司	**
C1	新疆砂梁矿业有限公司新疆 若羌县砂梁西铁矿	*****	新疆砂梁矿业有 限公司	**
CK1	拟申请采矿权范围	/	新疆腾晟矿业有 限公司	

图 2-29 矿区及周边矿业权位置关系示意图

图 2--30 矿区及周边其他人类重大工程活动示意图

六、周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）本矿山地质环境治理与土地复垦案例

本矿山是新建矿山，目前尚未开发利用，各项矿山地质环境保护与土地复垦工作尚未开展。

（二）周边矿山地质环境治理与土地复垦案例

新疆若羌县库木萨依锂铍钽稀有金属（铁）矿周边有新疆若羌县砂梁西铁矿，该矿山属于新疆砂梁矿业有限公司所有，于 2021 年 7 月编制了《新疆砂梁矿业有限公司新疆若羌县砂梁西铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。本方案选取正在开采的已实施的新疆砂梁矿业有限公司新疆若羌县砂梁西铁矿矿山地质环境治理与土地复垦工程作为案例进行类比分析。具体分析如下表 2-10 所示。

表 2-10 本项目与周边砂梁西铁矿对比分析表

对比分析项目		砂梁西铁矿	本项目
矿山基本情况	矿山位置	若羌县	若羌县
	矿区面积	7.965 平方千米	****平方千米
	开采方式	露天/地下开采	露天/地下开采
	开采矿种	铁	锂铍钽稀有金属（铁）矿
	生产规模	**万吨/年	**万吨/年
	开采深度	***米至***米	+1416.0m~1020.0m
	矿山生产服务年限	15 年 3 个月	16 年
	方案服务年限	17 年 9 个月	20 年
矿山地质环境背景	多年平均降水量	28.5 毫米	28.5 毫米
	多年平均蒸发量	2920.2 毫米	2920.2 毫米
	水文水系	无名溪	无名溪
	海拔	1222 米至 1852 米	1022 米至 1394 米
	植被	植被零星发育，覆盖率约 2%	植被零星发育，覆盖率约 2%
	土壤	山地栗钙土	山地栗钙土
	地下水类型	基岩裂隙水、第四系孔隙潜水	基岩裂隙水、第四系孔隙潜水
	工程地质条件	简单	简单
矿山地质环境影响评估	地质灾害现状/预测	危险性小/危险性大	危险性小/危险性大
	含水层影响现状/预测	较轻/较轻	较轻/较轻
	地形地貌破坏景观现状/预测	较严重/较严重	较严重/较严重
	水土环境污染现状/预测	较轻/较轻	较轻/较轻
	已损毁土地类型	裸岩石砾地	裸岩石砾地、其他草地
	已损毁土地面积	***公顷	5.1144 公顷
	拟损毁土地类型	裸岩石砾地	裸岩石砾地、其他草地、农村

			道路、工业用地、采矿用地
	拟损毁土地面积	****公顷	114.6590 公顷
	复垦区面积	****公顷	120.5103 公顷
	复垦责任范围面积	****公顷	120.5103 公顷
地质环境保护与治理工程	地质灾害	围栏、警示牌、清理危岩、截水渠	围栏、警示牌、清理危岩、截水渠
	含水层破坏修复	预防与监测	预防与监测
	水土环境污染	修建生活污水处理池、预防与监测	修建生活污水处理池、排土场淋滤水收集池、矿坑涌水处理设施，进行预防与定期监测
	地质环境监测	地质灾害监测、地形地貌景观监测、水土污染监测、大气污染监测	地质灾害监测、地形地貌景观监测、水土污染监测、大气污染监测
土地复垦工程	复垦方向	裸岩石砾地	裸岩石砾地、其他草地
	土地复垦工程措施	砌体拆除清运工程、井硐回填工程、土地平整工程、废石回填等	砌体拆除清运工程、井硐回填工程、土地平整工程、表土剥离与养护、覆土工程、草地播种与养护等
	复垦效果	根据近期工作部署，目前复垦措施主要对土地损毁进行监测，尚未见复垦效果	/
复垦投资	复垦静态投资	9919.51 万元	4229.16 万元
	亩均静态投资	30536.6 元	23395.9 元

（三）借鉴意义

本项目采用露天开采+地下开采方式，项目区由采选工业场地、露天采场、尾矿库、排土场、表土堆场、充填站、联络运输道路等组成。本次方案评估区面积为****km²（*****hm²），复垦区面积 120.5103hm²，复垦责任范围为 120.5103hm²，新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿地质环境恢复治理与土地复垦工程动态总费用合计 9166.82 万元，其中矿山地质环境保护与恢复治理工程总投资为 3745.72 万元，土地复垦动态总投资 5421.09 万元，静态投资费用 4229.16 万元，土地复垦单位面积静态投资为 23395.86 元/亩，单位面积动态投资为 29989.64 元/亩。由于本矿山与砂梁西铁矿均位于若羌县境内，地形地貌、气象水文、土壤等基本自然地理情况相似，开采方式（露天+地采）及破坏土地类型相同，因此造成的地质环境问题、土地复垦难度具有相似性。

通过对项目周边砂梁西铁矿的案例分析，对应本矿山开采方式及地质环境实际情况，值得借鉴的主要有：

（1）地质灾害防治工程

砂梁西铁矿为开采矿山现已沿露天采场外围 10 米设置铁丝围栏及警示牌（见照片

2-6-2），铁丝围栏 2.5 千米，警示牌 12 块，工程投资 27 万元，工程投资 0.06 万元。

照片 2-6-1 采矿场周边铁丝围栏

照片 2-6-2 警示牌

本方案借鉴砂梁西铁矿在露天采场及预测地面塌陷区周边设置警示牌。

（2）预测地面塌陷区回填治理

本方案预测塌陷区与砂梁西铁矿均位于山区山坡地带，由于塌陷深度较大可采用废石回填的方式对塌陷区进行回填治理，达到与周边地貌相协调的目的。

（3）土地平整工程

由于本方案与砂梁西铁矿的复垦地类均有裸岩石砾地，砂梁西铁矿对裸岩石砾地的复垦工程措施主要为土地平整，土地平整主要目的是通过推土机进行削高填低平整，恢复原地形地貌。土地平整之前要确定好平整后的标高及坡度等，平整方式主要为机械平整。由于两个项目中地形地貌和复垦地类的相似性，本方案可以借鉴砂梁西铁矿的土地平整复垦措施以及土地平整的设计参数。

（4）砌体拆除清运

本方案和砂梁西铁矿均涉及到各类工业场地。在砂梁西铁矿矿山服务年限到期后，工业场地、选矿厂、矿部生活区内的各类设施需要拆除清理。各类设施拆除采用挖掘机拆除，设施拆除后将废弃物铲装至自卸汽车。本方案可以借鉴砂梁西铁矿对各类工业的砌体拆除清运工程。

综上所述，本矿山借鉴了砂梁西铁矿警示牌、地质灾害监测方法及监测内容；土地复垦工程中场地的复垦方向、预测地面塌陷区的回填治理、场地砌体拆除清运、场地平整的治理工艺及设计参数，以及水土污染监测内容等。总体上砂梁西铁矿地质环境治理恢复及土地复垦措施对本矿山地质环境保护与土地复垦起到了很好的借鉴作用。

第三章 矿山地质环境影响与土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

开展野外调查之前，项目组收集了基础技术相关资料；2024 年 12 月 16 日—12 月 20 日项目组开展了为期 5 天的野外调查，以地形图、土地利用现状图、矿山总平面图为底图，初步分析，实地进行地质环境调查、土地资源调查、水土样品采集及分析等，进行公众参与调查，对周边矿山近年来实施的矿山地质环境保护及土地复垦工程案例进行了实地学习，并与矿山各部门领导进行了经验交流学习。根据收集的相关资料，野外调查数据进行室内综合分析评估。

图 3-1 调查评估工作量示意图

（一）矿山地质环境调查

项目组在相关职能部门收集了若羌县的地质灾害调查情况及其相关防治措施，同时向勘查单位收集了勘探期间的环境地质图，了解勘探区的地质灾害情况。

据现场调查和走访，发现区内存在 9 处潜在崩塌点、4 处滑坡点。由于该矿目前正在办理采矿证相关手续，区内极少基建活动，未进行生产，现场调查未见地面塌陷灾害，根据相关地勘资料，现场大高差冲沟内没有泥石流物源大量堆积分布，且当地降水稀少，故一般情况下不会发生泥石流地质灾害，现场环境地质调查中未发现泥石流灾害。了解调查区内是否有村庄、房屋建筑等，是否存在自然保护区、景点、文物、重要水源地等。调查矿山已有矿建设施、道路受地质灾害危害情况。

（二）完成的工作量

野外调查时，矿区范围采用 1: 5000 地形图做底图，GPS 定位，线路穿越法及追索法进行矿山地质环境条件、矿山地质环境问题的调查，用数码相机拍摄了矿山现状及典型地质环境照片，矿区内进行土壤、废石、地表水样品采集，调查面积 8.495 平方千米。完成调查工作量：野外调查路线 2 条、地质环境调查点 30 个、拍摄照片 80 张、录制视频 17 段、土样 2 件、水样 1 件，野外调查工作量详见下表 3-1。查明了调查区的地质环境条件、地质灾害现状以及土地损毁现状等情况。

表 3-1 野外工作量统计表

序号	工作内容	单位	工作量
1	调查面积	Km ²	****
2	调查路线	Km	4.7
3	地质环境调查点	点	30
4	水样采集及测试	件	3
5	土样采集及测试	件	2
6	数码照片/选用照片/视频	张	80/30/17
7	收集资料	份	8
8	矿山现状调查表	份	1
9	公众参与调查表	人	20

二、矿山地质环境影响评估

矿山地质环境影响评估是在分析区域环境条件和开采现状的基础上，主要针对地质灾害、含水层、地形地貌景观和水土污染四方面进行。本次评估工作主要根据矿山地质环境调查结果、《开发利用方案》生产活动可能影响范围内的矿山地质环境问题现状评估和预测评估。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 E 表 E.1 和相关规范（表 3-2），对评估区地质环境影响进行现状分析与预测评估。

表 3-2 矿山地质环境影响程度分级表

分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	1.地质灾害规模大，发生的可能性大； 2.影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全； 3.造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元；	1.矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道； 2.矿山正常涌水量大于 10000m ³ /d； 3.区域地下水水位下降； 4.矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重； 5.不同含水层（组）串通水质恶	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	破坏基本农田 破坏耕地面积大于 2hm ² 破坏林地或草地大于 4hm ² 破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm ²

	4.受威胁人数大于 100 人。	化； 6.影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。		
较严重	1.地质灾害规模中等，发生的可能性较大； 2.影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要 工程设施安全； 3.造成或可能造成直接经 济损失 100~500 万元； 4.受威胁人数 10~100 人。	1.矿山正常涌水量 3000—10000 m ³ /d； 2.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； 3.矿区及周围地表水体漏失较严重； 4.影响矿区及周围部分生产生活供水。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重。	破坏耕地面积小于 2hm ² 破坏林地或草地 2~4hm ² 破坏荒地或未开发利用土地 10~20hm ²
较轻	1.地质灾害规模小，发生的可能性小； 2.影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施； 3.造成或可能造成直接经 济损失小于 100 万元； 4.受威胁人数小于 10 人。	1.矿山正常涌水量 小于 3000m ³ /d； 2.矿区及周围主要含水层水位下降幅度小； 3.矿区及周围地表水体未漏失； 4.未影响到矿区及周围生产生活供水。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	破坏林地或草地小于 2hm ² 破坏荒地或未开发利用土地小于 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。				

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）的规定：矿山地质环境的评估范围包括采矿拟登记范围(****km²)及采矿活动可能的影响区。

根据本矿区现状与确定的开发利用方案，矿山预测采动带、采矿工业场地、选矿工业场地、生活区、高位水池场地、充填站工业场地、充填站高位水池、主斜坡道场地、回风平硐场地、排土场联络道、排土场、尾矿库等，面积合计 1.138km²，其中尾矿库坝面积 0.3007km²、排土场面积 0.2444km²、选矿工业场地 0.106km²，I 区采动带 0.311km²，这四处面积较大。以拟采矿权范围为基础，沿采矿建设活动范围往外推 200m~300m 圈定的，即评估区面积为****km²。评估区范围示意图见图 3-1。

矿区只有 1 区为露天开采+地下开采，其他区均为露天开采。以采矿权范围为基础，露天开采境界往外推 300m，东侧外推 150m，尾矿库外推 200m-300m，其他场地结合其分布位置，尽量沿用直线段圈定评估区。

图 3-2 评估区范围、矿区范围及各设施场地分布图

2、评估级别

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011), 矿山地质环境影响评估级别依据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

(1) 评估区重要程度的确定

评估区远离居民区, 无常住人口, 主要为矿山工作人员。矿山露天开采全矿定员 234 人, 地下开采生产期全矿定员为 382 人, 均居住在选矿工业场地东侧的生活区; 评估区内交通以简易道路为主, 矿区设计联络道约 5200m, 评估区内无重要交通要道或建筑设施; 矿区远离各级自然保护区及旅游景区(点); 评估区内无较重要水源地; 矿山建设及采矿活动破坏矿区内裸岩石砾地, 无耕地、园地、林地、草地。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011) 中附录 B 表 B.1 评估区重要程度分级表, 评估区重要程度评定详见表 3-3, 确定评估区重要程度为“较重要区”。

表 3-3 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区。	分布有 200~500 人的居民集中居住区。	居民居住分散, 居民集中居住区人口在 200 人以下。
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施。	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施。	无重要交通要道或建筑设施。
矿区紧邻国家级自然保护区(含地质公园、风景名胜区等)或重要旅游景区(点)	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区(点)	远离各级自然保护区及旅游景区(点)。
有重要水源地。	有较重要水源地。	无较重要水源地。
破坏耕地、园地。	破坏林地、草地。	破坏其他类型土地。

(2) 矿山地质环境条件复杂程度的确定

《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011) 7.1.4 条规定, 矿山地质环境条件复杂程度从水文地质、工程地质、地质构造、环境地质、开采情况、地形地貌问题等方面分析如下:

1) 露天开采

①水文地质条件

矿区露天开采矿体位于矿区地下水位平均值以上, 矿区附近无地表水体; 降雨量少, 蒸发量大, 采场汇水面积小, 采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影

响或破坏，水文地质条件为简单类型。

预测Ⅰ区露天矿坑正常涌水量为 $517 \text{ m}^3/\text{d}$ ，极端暴雨天气涌水量为 $2515 \text{ m}^3/\text{d}$ 。预测Ⅱ区坑底标高为 1236m，矿坑正常涌水量 $61 \text{ m}^3/\text{d}$ ，极端暴雨天气涌水量 $295 \text{ m}^3/\text{d}$ 。其他区域的涌水量均比较小。

②工程地质条件

矿区地形地貌简单，地层岩性单一，构造不发育，节理裂隙较发育，岩体结构以层状岩类为主，岩石质量为一般，风化作用及局部破碎带影响岩体稳定。采场边坡岩石较完整，边坡存在外倾软弱结构面或危岩，局部可能产生崩塌。复杂程度为中等。

③地质构造条件

地质构造较复杂，矿层围岩岩层产状变化小，断裂构造较发育，次级断裂构造较发育，断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），未见明显位移，导水性差，对采场充水影响较大。复杂程度为“中等”。

④现状地质环境问题

矿山现状条件下未发现地质灾害，地质灾害影响程度为较轻，危害性小。矿山地质环境问题条件简单。

⑤矿山开采情况

Ⅰ区露天采场总面积 310523 平方米，Ⅱ区采场总面积 58997 平方米，其他区采场面积较小，采坑最大边坡高度为 216 米，边坡岩体较不稳定，较易产生地质灾害。复杂程度为“中等”。

⑥地形地貌条件

矿区属低-中山区地貌，地形陡峭、切割强烈、沟谷呈“V”字型，海拔 1128 米～1696 米，高差较大。地形坡度较大，矿区南部大部分地段山体坡度大多大于 45° ，地面倾向与岩层倾向多为斜交，复杂程度属“中等”。

2) 地下开采

①水文地质条件

矿区深部地下开采部分矿体位于地下水位平均值以下；矿区附近无地表水体；降雨量少，蒸发量大，地下水补给条件差，矿床为富水性弱的基岩裂隙含水层直接充水为主的矿床；属基岩裂隙水直接充水为主的水文地质条件简单类型矿床。

预测Ⅰ区地下矿坑系统 1080m 标高，正常涌水量 $452 \text{ m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量 $587 \text{ m}^3/\text{d}$ 。

②工程地质条件

矿区地形地貌简单，地层岩性单一，构造不发育，节理裂隙较发育，矿体顶、底板为层状岩类，岩石质量为一般，岩体完整性较差，风化作用及局部破碎带影响岩体稳定。矿区工程地质勘查类型为第四类第二型，即工程地质条件属层状岩类中等型。

③地质构造条件

地质构造较复杂，矿层围岩岩层产状变化小，断裂构造较发育，次级断裂构造较发育，断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大。复杂程度为“中等”。

④现状地质环境问题

矿山现状条件下未发现地质灾害，地质灾害影响程度为较轻，危害性小。矿山地质环境问题条件简单。

⑤矿山开采情况

采空区面积和空间较小，无重复开采，地下采矿工艺为上向水平分层充填法，采空区得到有效处理，采动影响较轻。复杂程度为“简单”。

⑥地形地貌条件

矿区属低-中山区地貌，地形陡峭、切割强烈、沟谷呈“V”字型，海拔 1128 米～1696 米，高差较大，地貌单元类型单一。地形坡度较大，矿区南部大部分地段山体坡度大多大于 45°，地面倾向与岩层倾向多为斜交，复杂程度属“中等”。

依据《矿山地质环境保护编制规范》附录 C 表 C.1，综合判定评估区的矿山地质环境条件复杂程度均为“中等”（见表 3-4（1）、3-4（2））。

表 3-4（1） 露天开采矿山评估区矿山地质环境条件复杂程度分析结果表

复 杂	中 等	简 单
采场矿层（体）位于地下水位以下，采场进水边界条件复杂，与区域含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好，采场正常涌水量大于 10000 m ³ /d，采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏	采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量大于 3000~10000 m ³ /d，采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏	采场矿层（体）位于地下水位以下，采场汇水面积小，与区域含水层或地表水联系不密切，采场正常涌水量小于 3000m ³ /d，采矿和疏干排水不容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育，存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，	矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育中等，存在饱水软弱岩层和含水砂层，残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5m~10m，稳固性较差，采场边坡	矿床围岩岩体结构以巨厚层状-块状整体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层不发育，残坡积层、基岩风化破碎带厚

复 杂	中 等	简 单
分布广，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，稳固性差，采场边坡岩石风化破碎或土层松软，边坡外倾软弱结构面或危岩发育，易导致边坡失稳	岩石边坡风化较破碎，边坡存在外倾软弱结构面或危岩，局部可能产生边坡失稳	度小于 5m，稳固性较好，采场边坡岩石较完整到完整，土层薄，边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩，边坡较稳定
地质构造复杂，矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有全新世活动断裂，导水断裂切割矿层（体）围岩。覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性强，对采场充水影响大	地质构造较复杂，矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和含水层（带），导水性较差，对采场充水影响较大	地质构造较简单，矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造较不发育，断裂未切割矿层（体）围岩、覆岩，对采场充水影响小
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小
采场面积及采坑深度大，边坡不稳定，易产生地质灾害	采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害	采场面积及采坑深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为 20°~35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向

表 3-4（2） 地下开采矿山评估区矿山地质环境条件复杂程度分析结果表

复 杂	中 等	简 单
主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000 m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水 3000m ³ /d~10000 m ³ /d。地下采矿和疏干排水容易造成矿区周围主要充水含水层破坏	主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水值小于 3000m ³ /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5 m~10 m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等	矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主。蚀变作用弱-岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5 m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好

复 杂	中 等	简 单
地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大	地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大	地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小
采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到有效处理，采动影响较强烈	采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为 20°~35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交

（3） 矿山建设规模的确定

根据矿山开发利用方案，本矿山为前期为露天开采，后期地下开采，设计生产规模为 30 万 t/a，根据《编制规范》（DZ/T223-2011）附录表 D.1“矿山生产建设规模分类一览表”（见表 3-5），本矿山生产建设规模为“中型”。

表 3-5 矿山生产建设规模分类一览表

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
稀土、稀有金属	万吨/年	≥100	100-30	<30	矿石

（4） 矿山地质环境影响评估级别确定

通过对评估区重要程度、矿山地质环境条件复杂程度和矿山开采规模的确定，本次评估重要程度为**较重要区**、地质环境条件复杂程度为**中等区**进行的**中型**矿山开采项目评估。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录表 A.1 矿山地质环境影响评估分级表可知，本次矿山地质环境影响评估分级确定为**二级**，详见表 3-6。

表 3-6 矿山地质环境影响评估分级分析表

评估区重要程度	矿山生产建设规模	地质环境条件复杂程度		
		复杂	中等	简单
重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	一级	一级

	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

(5) 矿山地质灾害危险性评估级别的确定

地质灾害危险性评估级别根据地质环境条件复杂程度与建设项目重要性来综合确定，地质环境条件复杂程度分类见表 3-7，建设项目重要性分类见表 3-8。

表 3-7 地质环境条件复杂程度分类表

条件	类别		
	复杂	中等	简单
区域地质背景	区域地质构造条件复杂，建设场地有全新世活动断裂，地震基本烈度>VIII度，地震动峰值加速度>0.20g	区域地质构造条件较复杂，建设场地附近有全新世活动断裂，地震基本烈度VII~VIII度，地震动峰值加速度 0.10~0.20g	区域地质构造条件简单，建设场地附近无全新世活动断裂，地震基本烈度≤VI度，地震动峰值加速度≤0.10g
地形地貌	地形复杂，相对高差>200m，地面坡度以>25°为主，地貌类型多样	地形较简单，相对高差50~200m，地面坡度以8~25°为主，地貌类型较单一	地形简单，相对高差<50m，地面坡度以<8°为主，地貌类型单一
地层岩性和岩土工程地质性质	岩性岩相复杂多样，岩土体结构复杂，工程地质性质差	岩性岩相变化较大，岩土体结构较复杂，工程地质性质较差	岩性岩相变化小，岩土体结构较简单，工程地质性质良好
地质构造	地质构造复杂，褶皱断裂发育，岩体破碎	地质构造较复杂，有褶皱、断裂分布，岩体较破碎	地质构造较简单，无褶皱、断裂，裂隙发育
水文地质条件	具多层含水层，水位年际变化>20m，水文地质条件不良	有二至三层含水层，水位年际变化 5m~20m，水文地质条件较差	单层含水层，水位年际变化<5m，水文地质条件良好
地质灾害及不良地质现象	发育强烈，危害较大	发育中等，危害中等	发育弱或不发育，危害小
人类活动对地质环境的影响	人类活动强烈，对地质环境的影响、破坏严重	人类活动较强烈，对地质环境的影响、破坏较严重	人类活动一般，对地质环境的影响、破坏小
注：每类条件中，地质环境条件复杂程度按“就高不就低”原则，有一条符合条件即为该类复杂。			

表 3-8 建设工程重要性分类表

建设工程重要性	工程类别
重要	城市总体规划区、村庄集镇规划区、放射性设施、军事和防空设施、核电、高速公路、二级（含）以上公路、铁路、城市轨道交通、机场、大型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、跨度>30m 或高度>50m

	的建设工程、垃圾处理厂、水处理厂、油气管道工程、储油气库、学校、医院、剧院、体育场馆、娱乐场所等
较重要	新建村庄集镇、三级（含）以下公路、中型水利工程、电力工程、港口码头、 矿山 、集中供水水源地、跨度>24~30m 或高度>24~50m 的建设工程、垃圾处理厂、水处理厂等
一般	小型水利工程、电力工程、港口码头、矿山、集中供水水源地、跨度<24m 或高度<24 的建设工程、垃圾处理厂、水处理厂等

本项目属于较重要建设项目，地质环境复杂程度为复杂，根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）地质灾害危险性评估分级表（见表 3-9），本项目地质灾害危险性评估分级为一级。

表 3-9 地质灾害危险性评估分级表

建设工程重要性	地质环境条件复杂程度		
	复杂	中等	简单
重要	一级	一级	二级
较重要	一级	二级	三级
一般	二级	三级	三级

（二）矿山地质灾害现状分析与预测

1、地质灾害危险性评估依据

依据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021），地质灾害危险性根据发育程度、危害程度和诱发因素三个指标确定。

（1）发育程度分级

地质灾害发育程度根据地质体的变形和破坏特征确定，分为强发育、中等发育和弱发育三级。

（2）危害程度分级

地质灾害危害程度根据灾情和险情分为危害大、危害中等和危害小三级，见表 3-10。

表 3-10 矿山地质灾害危险程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数(人)	直接经济损失(万元)	受威胁人数(人)	可能直接经济损失(万元)
危害大	>10	>500	>100	>500
危害中等	3~10	100~500	10~100	100~500
危害小	<3	<100	<10	<100
危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价时，满足一项即应定级。				

（3）诱发因素分类

地质灾害诱发因素根据成因分为自然和人为因素两类，见表 3-11。

表 3-11 地质灾害诱发因素分类表

分类	滑坡	崩塌	泥石流	采空塌陷	地裂缝	地面沉降
自然因素	地震、降水、融雪、融冰、地下水位上升、河流侵蚀、新构造运动	地震、降水、融雪、融冰、温差变化、河流侵蚀、树木根劈	降水、融雪、堰塞湖溢流、地震	地下水位变化、地震	地震、新构造运动	新构造运动
人为因素	开挖扰动、爆破、采矿、加载、抽排水	开挖扰动、爆破、机械震动、抽排水、加载	水库溢流或垮坝、弃渣加载、植被破坏	采矿、抽排水、开挖扰动、震动、加载	抽排水	抽排水、油气开采

(4) 地质灾害危险性分级

地质灾害危险性综合评估是在现状评估与预测评估的基础上，依据《地质灾害危险性评估规范（GB/T 40112-2021）》表 3-12 对地质灾害危险性级别进行综合分级。

表 3-12 地质灾害危险性分级表

发育程度			危害程度	诱发因素
强发育	中等发育	弱发育		
危险性大	危险性大	危险性中等	危害大	自然、人为
危险性大	危险性中等	危险性小	危害中等	
危险性中等	危险性小	危险性小	危害小	

(5) 地质灾害对矿山地质环境影响程度的确定

依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（附录 E 中表 E.1），地质灾害对矿山地质环境影响程度分级见表 3-1。

2、区域地质灾害

根据图 3-2《新疆若羌县地质灾害易发程度分区图（1:50 万）》可知，地质灾害易发程度划分为高易发区、中易发区、低易发区和不易发区四个区域。

高易发区地貌为中山区、构造侵蚀-剥蚀为主的中低山区和冲洪积作用形成山间谷地，海拔 1300-3300m，断裂构造发育，地势起伏较大，山体陡峭，沟谷呈“V”型，切割深度较深，无常年性地表水体，降雨多集中在 7-8 月。植被覆盖率低，裸露基岩节理裂隙较发育，风化较强烈，岩体较破碎。人类工程活动以修筑道路、运输、牧业、矿业活动为主，活动相对较频繁。

中易发区岩组为花岗岩等组成的坚硬-较坚硬块状、层状侵入岩岩组，凝灰岩、灰岩坚硬-较坚硬块状、层状碳酸盐岩组，以大理岩、片麻岩组成的坚硬-较坚硬块状、层状变质岩岩组，以及砂岩、粉砂岩、泥岩组成的坚硬-软弱层状碎屑岩岩组。在山

前地带、沟谷地带分布有砾类土、粘性土，植被在沟谷、山间谷地一带较为发育。人类工程活动以修筑道路、水利设施、牧业、矿业活动为主，活动较为频繁。

低易发区地貌为低山丘陵区、高山区河谷地貌和中山区山间谷底。岩组为坚硬块状以花岗岩为主的侵入岩岩组，坚硬-较坚硬块状变质岩岩组，较坚硬的块状砂岩，互层状碎屑岩岩组，断裂构造较发育，沟谷发育、河流切割一般，多呈“U”型，坡度较为平缓，局部达 70°左右，坡面节理裂隙较发育，在降雨、地震等因素下可能成崩塌地质灾害。人类工程活动以修筑道路、矿业活动为主，对地质环境有一定的影响，但影响相对较弱。

若羌县境内发育的地质灾害类型以崩塌、泥石流为主，滑坡次之，地面塌陷、地裂缝及地面沉降不发育。全县累计各类地质灾害点及潜在隐患点共计 145 处，其中崩塌 115 处、泥石流 26 处、滑坡 4 处。地质灾害点及潜在隐患点主要分布在中山区断裂构造发育区、河流切割较深区、人类工程活动活跃区和冲洪积作用较强的山间谷地。

地质灾害高易发区：地质灾害点及潜在隐患点共计 97 处，其中崩塌 94 处、泥石流 2 处、滑坡 1 处。

地质灾害中易发区：地质灾害点及潜在隐患点共计 43 处，其中崩塌 18 处、泥石流 22 处、滑坡 3 处。

地质灾害低易发区：地质灾害点及潜在隐患点共计 5 处，其中崩塌 3 处、泥石流 2 处。

评估区位于中易发区和不易发区交界地带。属低-中山区，相对高差在 100 米～300 米，区内沟谷纵横，沟谷呈“V”字型，沟谷两侧切割强烈，地形陡峭，多悬崖峭壁，南部大部分地段山体坡度大于 45°，人类活动频繁，易引发崩塌、泥石流地质灾害。

图 3-3 若羌县地质灾害易发程度分区图

3、矿山地质灾害危险性现状评估

地质灾害危险性现状评估是指查明评估区已发生的地质灾害形成的地质环境条件、分布、类型、规模、变形活动特征，主要诱发因素与形成机制，对其稳定性进行初步评价，在此基础上对其危险性和对工程危害的范围与程度做出评估。根据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T40112-2021），通过分析地质灾害的发育程度、危害程度和诱发因素进行地质灾害的危险性现状评估。目前评估区内已有地质灾害点或隐患点13处，其中9处崩塌点、4处滑坡点，见表3-13和图3-3。

表 3-13 拟申请采矿权范围内地质灾害调查统计表

滑坡											
灾点编号	位置	灾害体物质组成	地形 坡度 (°)	主滑 方向 (°)	发育规模				滑坡类型	稳定情况	威胁对象
					长 (m)	宽 (m)	厚 (m)	体积 (m³)			
HP01	矿山便道	残坡积物	42	160	10	5	3	150	小型滑坡	基本稳定	矿山便道
HP02	矿山便道	残坡积物	36	50	35	12	2	840	小型滑坡	基本稳定	矿山便道
HP03	矿山公路	残坡积物	33	58	15	15	4	900	小型滑坡	基本稳定	矿山公路
HP04	矿山公路	残坡积物	32	240	25	5	3	375	小型滑坡	基本稳定	矿山公路
崩塌											
灾点 编号	位置	灾害体物 质组成	地形 坡度 (°)	崩塌 方向 (°)	发育规模				崩塌类型	稳定情况	威胁对象
					长 (m)	宽 (m)	厚 (m)	体积 (m³)			
BT01	矿山公路	风化基岩	65	266	10	5	2	100	小型崩塌	基本稳定	矿山公路
BT02	矿山公路	风化基岩	47	198	3	2	0.5	3	小型崩塌	基本稳定	矿山公路
BT03	矿山公路	风化基岩	40	190	10	8	4	320	小型崩塌	基本稳定	矿山公路
BT04	矿山公路	风化基岩	51	58	6	5	4	120	小型崩塌	基本稳定	矿山公路
BT05	矿山公路	风化基岩	55	269	5	3	3	45	小型崩塌	基本稳定	矿山公路
BT06	矿山公路	风化基岩	49	270	7	5	2	70	小型崩塌	基本稳定	矿山公路
BT07	矿山公路	风化基岩	66	256	5	4	0.5	10	小型崩塌	基本稳定	矿山公路
BT08	矿山公路	风化基岩	61	233	20	12	4	960	小型崩塌	基本稳定	矿山公路
BT09	矿山公路	风化基岩	60	218	18	10	4	720	小型崩塌	基本稳定	矿山公路

图 3-4 矿区现状地质灾害分布图

(1) 崩塌

评估区属低-中山区，海拔 1128 米~1696 米，相对高差在 100 米~300 米，山坡地形坡度 20~45°，坡体主要由花岗伟晶岩、云母石英片岩、石英岩、大理岩组成，浅部风化层节理裂隙发育。现状分布有 9 处潜在崩塌灾害，现分述如下：

1) BT01 崩塌危岩带

现状条件下矿区西部VI采场东北侧的沟谷北侧，坡度较陡，风化岩体节理面倾向与坡向一致，且倾角大于坡度，岩体被风化节理面切割，局部呈台阶状，较破碎，稳定性差，发育 1 处崩塌危岩体，坐标 X: *****, Y: *****。BT01 崩塌危岩体长 10 米，高 2 米，宽 5 米，面积约 50 平方米。边坡坡度 65°，崩向 266°，岩性为黑云母石英片岩，岩体较破碎，裂隙发育，主要裂隙带 4 条，方向以北东为主，其次为近东西向和北西向，与边坡方向平行，深度小于 5 米，裂隙结构较松散，稳定性较差。危岩带体积约 100 立方米，崩塌规模为小型，坡脚路面有崩落的岩块零星散布，岩块粒径多在 10-30 厘米。BT01 崩塌灾害破坏方式主要为边坡碎石坠落，发展方向为继续加剧，根据现场调查访问，崩塌灾害未造成过人员伤亡和财产损失。现状矿山处于新立待建状态，无人员及机械活动。根据表 3-14、3-10 和表 3-12 判定 BT01 崩塌发育程度中等、危害程度小、危险性小。

照片3-1 BT01
表 3-14 崩塌发育程度分级表

发育程度	发育特征
强	崩塌处于欠稳定~不稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布多，大多已发生；崩塌体上方发育多条平行沟谷的张性裂隙，主控裂隙面上宽下窄，且下部向外倾，裂隙内近期有碎石土流出或掉块，底部岩（土）体有压碎或压裂状；崩塌体上方平行沟谷的新生裂隙明显
中等	崩塌处于欠稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布较少，有个别发生；危岩体主控破裂面直立呈上宽下窄，上部充填杂土生长灌木杂草，裂面内近期有碎石土流出或掉块现象；崩塌上方有新生的细小裂隙分布
弱	崩塌处于稳定状态，评估区或周边同类崩塌分布但均无发生；危岩体破裂面直立，上部充填杂土，灌木年久茂盛，多年来裂面内无掉块现象；崩塌上方无新裂隙分布

2) BT02、BT03 崩塌危岩带

现状条件下矿区北部II采场西侧的沟谷东侧发育 2 处崩塌危岩体，BT02 坐标 X: *****, Y: *****, BT03 坐标 X: *****, Y: *****。BT02 崩塌危岩体长 3 米，厚 0.5 米，宽 2 米，面积约 5 平方米，边坡坡度 47°，崩向 198°；BT03 崩塌危岩体长

10 米，厚 4 米，宽 8 米，面积约 80 平方米，边坡坡度 40°，崩向 190°。岩性均为黑云母石英片岩，岩体较破碎，裂隙发育，主要裂隙带 2 条，方向以北东和北西向为主，与边坡方向平行，深度小于 1~6 米，裂隙结构较松散，稳定性较差。BT02 危岩带体积约 3 立方米，BT03 危岩带体积约 320 立方米，崩塌规模均为小型，坡脚路面有崩落的岩块零星散布，岩块粒径多在 3-10 厘米。BT02、BT03 崩塌灾害破坏方式主要为边坡碎石坠落，发展方向为继续加剧，根据现场调查访问，崩塌灾害未造成过人员伤亡和财产损失。现状矿山处于新立待建状态，无人员及机械活动。根据表 3-14、3-10 和表 3-12 判定 BT02、BT03 崩塌发育程度中等、危害程度小、危险性小。

照片3-2 BT02

照片3-3 BT03

3) BT04 崩塌危岩带

现状条件下矿区北部I区采场北侧的沟谷南侧发育1处崩塌危岩体,坐标 X:*****, Y: *****。崩塌危岩体长6米,厚4米,宽5米,面积约30平方米,边坡坡度 51° ,崩向 58° 。岩性均为黑云母石英片岩,岩体较破碎,裂隙发育,主要裂隙带2条,方向以北东和北西向为主,与边坡方向平行,深度小于6米,裂隙结构较松散,稳定性较差。危岩带体积约120立方米,崩塌规模为小型,坡脚路面有崩落的岩块零星散布,岩块粒径多在3-15厘米。崩塌灾害破坏方式主要为边坡碎石坠落,发展方向为继续加剧,根据现场调查访问,崩塌灾害未造成过人员伤亡和财产损失。现状矿山处于新立待建状态,无人员及机械活动。根据表3-14、3-10和表3-11判定崩塌发育程度中等、危害程度小、危险性小。

照片3-4 BT04

4) BT05~BT09 崩塌危岩带

现状条件下矿区北部I区采场北侧的沟谷北侧,320m长的道路北侧发育5处崩塌危岩体,BT05坐标 X: *****, Y: *****, BT09坐标 X: *****, Y: *****。崩塌危岩带长5~20米,厚0.5~4米,宽3~12米,面积约15~240平方米,边坡坡度 49° ~ 66° ,崩向 218° ~ 270° ,见表3-13。岩性均为黑云母石英片岩,岩体较破碎,裂隙发育,主要裂隙带2条,方向以北东和北西向为主,与边坡方向平行,深度小于2~6米,裂隙结构较松散,稳定性较差。危岩带体积约10~960立方米,崩塌规模为小型,坡脚路面有崩落的岩块零星散布,岩块粒径多在3-30厘米。崩塌灾害破坏方式主要为边坡碎石坠落,发展方向为继续加剧,根据现场调查访问,崩塌灾害未造成过人员

伤亡和财产损失。现状矿山处于新立待建状态，无人员及机械活动。根据表 3-14、3-10 和表 3-12 判定崩塌发育程度中等、危害程度小、危险性小。

照片 3-5 BT05

照片 3-6 BT06

照片 3-7 BT07

照片 3-8 BT08

照片 3-9 BT09

据现场调查，评估区其他区域山体坡面大多基岩裸露，岩体整体结构完整，无规模较大裂隙发育，无沿坡面向下的临空面，无崩塌灾害发生。

矿山道路顺地势修筑，平均纵坡度 $\leq 8\%$ ，修建过程中削切坡高度 2-5 米，人工坡面坡度 $40-50^\circ$ ，现状条件下除 BT 崩塌危岩带以外无其他崩塌灾害发生。

综上所述，依据表 3-11，崩塌地质灾害的诱发因素主要为自然因素和人为因素。区内尚未发生崩塌灾害或因崩塌灾害造成的人员伤亡事故和直接经济损失。结合表 3-14、3-10 和表 3-12 得出的结论，现状评估崩塌灾害发育程度中等，危害程度小，危险性小。

(2) 滑坡

评估区属低-中山区，总体地势南高北低，海拔 1128 米~1696 米，相对高差在 100 米~300 米，山坡地形坡度 20~45°，区内山脊及较陡山坡区域基岩裸露，沟谷及较缓山坡较缓地带有第四系覆盖。现状分布有 4 处潜在滑坡灾害，现分述如下：

1) HP01 滑坡

现状条件下矿区北部Ⅱ区采场西侧的沟谷矿山便道东侧发育 1 处滑坡体，HP01 坐标 X: *****, Y: *****。滑坡体长 10 米，厚 3 米，宽 5 米，面积约 50 平方米，边坡坡度 42°，主滑方向 160°。滑坡体呈条带状分布在坡脚处，岩性主要为砾石、砂及粘土，呈松散状，砾石多呈棱角-次棱角状，为多次滑坡堆积形成。滑坡前缘斜坡较缓，临空高差小，无地表径流和继续变形的迹象，岩土体干燥，滑坡体体积约 150 立方米，滑坡规模为小型。滑坡灾害体主要为残坡积物，发展方向为继续加剧，根据现场调查访问，滑坡灾害未造成过人员伤亡和财产损失。现状矿山处于新立待建状态，无人员及机械活动。根据表 3-15、3-10 和表 3-12 判定 HP01 滑坡发育程度弱、危害程度小、危险性小。

表 3-15 滑坡发育程度分级表

发育程度	发育特征	稳定系数 F_s
强	①滑坡前缘临空，坡度较陡且常处于地表径流的冲刷之下，有发展趋势并有季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水；②滑体平均坡度大于 40°，坡面上有多条新发展的裂缝，其上建筑物、植被有新的变形迹象；③后缘壁上可见擦痕或有明显变形迹象，后缘有裂缝发育。	不稳定 $F_s \leq 1.00$
中等	①滑坡前缘临空，有间断季节性地表径流流经，岩土体较湿，斜坡坡度为 30°~45°；②滑体平均坡度为 25°~40°，坡面上局部有小的裂缝，其上建筑物、植被无变形迹象；③后缘壁上有不明显变形迹象，后缘有断续的小裂缝发育。	欠稳定 $1.00 < F_s \leq F_{st}$
弱	①滑坡前缘斜坡较缓，临空高差小，无地表径流和继续变形的迹象，岩土体干燥；②滑体平均坡度小于 25°，坡面上无裂缝发展，其上建筑物、植被未有新的变形迹象；③后缘壁上无擦痕和明显位移迹象，原有裂缝已充填。	稳定 $F_s > F_{st}$
注：Fst 为滑坡稳定安全系数，根据滑坡防治工程等级及其对工程的影响综合确定。可参考当地经验值。		

照片 3-10 HP01

2) HP02 滑坡

现状条件下矿区北部Ⅱ区采场东侧的沟谷西侧发育 1 处滑坡体，HP02 坐标 X: *****, Y: *****。滑坡体长 35 米，厚 2 米，宽 12 米，面积约 420 平方米，边坡坡度 36° ，主滑方向 56° 。滑坡体从山顶到坡脚均有分布，在山脚处呈锥形，岩性主要为砾石、砂，呈松散状，砾石多呈棱角-次棱角状。形成的主要原因为：岩石风化较强烈、破碎，工程地质条件相对较差；崩塌体堆积在边坡坡顶，受人工开挖或暴雨、长期降雨影响，使斜坡岩土体饱和水分，增强润滑作用，降低斜坡的稳定性，从而引发滑坡。滑坡体体积约 840 立方米，滑坡规模为小型。滑坡灾害体主要为崩塌碎石，根据现场调查访问，滑坡灾害未造成过人员伤亡和财产损失。现状矿山处于新立待建状态，无人员及机械活动。根据表 3-15、3-10 和表 3-12 判定 HP02 滑坡发育程度弱、危害程度小、危险性小。

照片 3-11 HP02

3) HP03 滑坡

现状条件下矿区北部Ⅱ区采场北东侧的沟谷南侧发育 1 处滑坡体，HP03 坐标 X: *****, Y: *****。滑坡体长 15 米，厚 4 米，宽 15 米，面积约 225 平方米，边坡坡度 33° ，主滑方向 58° 。滑坡体从山腰到坡脚呈锥形，岩性主要为砾石、砂和粘土，呈松散状，砾石多呈棱角-次棱角状，为多次堆积形成。形成的主要原因为：岩石风化较强烈、破碎，工程地质条件相对较差；经积雪融水或季节降水冲刷，使基岩表层强风化岩体随流水被带到地势低的山脚处堆积，坡脚处呈水平层理特征。滑坡体体积约 900 立方米，滑坡规模为小型。滑坡灾害体主要为残坡积物，根据现场调查访问，滑

坡灾害未造成过人员伤亡和财产损失。现状矿山处于新立待建状态，无人员及机械活动。根据表 3-15、3-10 和表 3-12 判定 HP03 滑坡发育程度弱、危害程度小、危险性小。

照片 3-12 HP03

4) HP04 滑坡

现状条件下矿区北部Ⅱ区采场北东侧的沟谷北侧发育 1 处滑坡体，HP04 坐标 X: *****，Y: *****。滑坡体长 25 米，厚 3 米，宽 5 米，面积约 125 平方米，边坡坡度 32°，主滑方向 240°。滑坡体从山腰到坡脚呈锥形，岩性主要为砾石、砂和粘土，呈松散状，砾石多呈棱角-次棱角状，为多次堆积形成。形成的主要原因为：岩石风化较强烈、破碎，工程地质条件相对较差；经积雪融水或季节降水冲刷，使基岩表层强风化岩体随流水被带到地势低的山脚处堆积，坡脚处呈水平层理特征。滑坡体体积约 375 立方米，滑坡规模为小型。滑坡灾害体主要为残坡积物，根据现场调查访问，滑坡灾害未造成过人员伤亡和财产损失。现状矿山处于新立待建状态，无人员及机械活动。根据表 3-15、3-10 和表 3-12 判定 HP04 滑坡发育程度弱、危害程度小、危险性小。

照片 3-13 HP04

据现场调查，评估区其他区域自然形成的斜坡坡面岩体结构完整性好，山体岩质边坡坡向与岩层倾向多为斜交，坡面前缘和后缘无位移现象，无软弱结构面发育，因此自然的斜坡不易发生滑坡地质灾害，依据表 3-15，滑坡灾害发育程度弱。

矿山道路顺地势修筑，平均纵坡度 $\leq 8\%$ ，修建过程中削切坡高度 2-5 米，现状坡面均为岩质边坡，岩体完整，无沿坡面向下的软弱结构面，现状条件下无滑坡（除 HP02 外）灾害发生。

综上所述，依据表 3-11，滑坡地质灾害的诱发因素主要为自然因素和人为因素。区内除 HP02 外，未发生滑坡灾害或因滑坡灾害造成的人员伤亡事故和直接经济损失。结合表 3-12 和表 3-10 得出的结论，现状评估滑坡灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小。

（3）泥石流

矿区内沟谷发育，从西向东主要发育有 4 条，编号 N1，N2，N3 和 N4。影响采矿活动的主要有 2 条，为较大的 N3 和 N4 沟（见图 3-5 和图 3-6）。

图 3-5 沟谷流域影像图

N1, N2 沟谷位于矿区西部, 起源于矿区南侧, 总长分别为 2817 米、1822 米, 在矿区长度分别为 1250 米、400 米; 流域面积分别约 3.334 平方千米、1.491 平方千米, 沟谷纵坡度约 5°左右, 沟岸坡度约 25-45°。沟谷底部有冲洪积层覆盖, 厚度约 0.5-1.0 米, 植被零星发育, 覆盖率约 3%。

N3 沟谷位于矿区中部, 起源于矿区南侧, 进入矿区中南部, 向西北延伸出矿区, 总长 3825 米。评估区段沟谷总长约 2500 米, 沟谷呈“V”型, 宽约 5~110 米, 流域面积约*****平方千米, 沟谷纵坡度约 5°左右, 沟岸坡度约 25-45°。沟谷底部有冲洪积层覆盖, 厚度约 0.5-1.5 米, 植被零星发育, 覆盖率约 3%。

N4 沟谷位于矿区北部, 起源于矿区南侧 6500 米, 总体上由东南往西北纵穿矿区东北部, 评估区内沟谷长约 2000 米, 沟谷呈“V”型, 宽约 35~300 米, 流域面积约 20.72 平方千米, 沟谷纵坡度约 5°左右 (评估区内约 3°), 沟岸坡度约 25-45°。沟谷底部有冲洪积层覆盖, 厚度约 0.5-2 米, 植被不发育, 覆盖率约 2%。

图 3-6 矿区及周边沟谷分布图

天然条件下，由于矿区内大高差冲沟内没有泥石流物源（冲洪积、残坡积松散岩类及散体结构风化岩等）大量堆积分布，且当地降水稀少，故一般情况下不会发生泥石流地质灾害，在评估区环境地质调查中未发现泥石流灾害。

根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）中泥石流沟易发程度量化评分表综合评判，N1、N2、N3、N4 沟评分分别为 57 分、60 分、55 分、66 分（见表 3-16（N4）），沟谷泥石流发育程度为弱发育。结合表 3-12 和表 3-10 得出的结论，现状评估泥石流灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小。

表 3-16 泥石流发育程度量化评分及评判等级标准

序号	影响因素	量级划分							
		强发育（A）	得分	中等发育（B）	得分	弱发育（C）	得分	不发育（D）	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然的和人为的）严重程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟十分发育	21	崩塌、滑坡发育多浅层，滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖冲沟发育。	16	有零星崩塌滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡冲沟或发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比(%)	>60	16	60-30	12	30-10	8	<10	1
3	河沟泥石流堆积活动程度	主河河形弯曲或堵塞，主河受挤压偏移	14	主河河形无较大变化，仅主河受迫偏移。	11	主河河形无变化，主河在高水位时偏，低水位时不偏。	7	主河无河形变化，主流不偏	1
4	河谷纵坡降(%)	>12°	12	12°-6°	9	6°-3°	6	<3°	1
5	区域构造影响程度	强抬升区，6级以上地震，断层破碎带	9	抬升区，4~6 级地震区，有中小支断层	7	相对稳定区，4 级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率 (%)	<10	9	10-30	7	30-60	5	>60	1
7	河沟近期一次变幅(m)	>2	8	2-1	6	1-0.2	4	<0.2	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿河松散堆积物贮量 (10 ⁴ m ³ /km ²)	>10	6	10-5	5	5-1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度(%)	>32 >62.5	6	32-25 62.5-46.6	5	25-15 46.6-26.8	4	<15 <26.8	1

序号	影响因素	量级划分							
		强发育 (A)	得分	中等发育 (B)	得分	弱发育 (C)	得分	不发育 (D)	得分
11	产沙区沟槽横断面	V 型谷、U 型谷、谷中谷	5	宽 U 型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度(m)	>10	5	10-5	4	5-1	3	<1	1
13	流域面积(km ²)	0.2-5	5	5-10	4	10-100	3	>100	1
14	流域相对高差(m)	>500	4	500-300	3	300-100	2	<100	1
15	河流堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1
评判等级标准		综合得分		116-130		87-115		<86	
		发育程度等级		强发育		中等发育		弱发育	

(4) 地面塌陷

地面塌陷应分为岩溶塌陷和采空塌陷两类，本矿区无碳酸盐岩分布或碳酸盐岩厚度很小，大多为夹岩或互层的薄层碳酸盐岩，岩溶塌陷不发育，只对采空塌陷进行评估。

据现场调查及资料分析，矿山尚未取得采矿许可证，正处于筹建阶段，前期未进行过开采，矿区内无地下采空区分布。结合表 3-10 和表 3-12 得出的结论，现状评估地面塌陷灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小。

(5) 地面沉降

评估区内不存在大规模抽取地下水或开采地下油（气）资源的活动，不具备发生地面沉降的地质环境条件，地面沉降发育程度弱。据调查访问，以往未曾发生过地面沉降灾害，未曾因地面沉降灾害人员死亡事故和直接经济损失。结合表 3.2-9 和表 3-12 得出的结论，现状评估地面沉降地质灾害发育程度弱，危害程度小、危险性小。

(6) 地裂缝

区内断裂构造较发育，评估区内发育 4 条断层，为次级断层，矿山开采引发或加剧地裂缝灾害的可能性小。现状调查评估区内未发现地裂缝现象。据调查访问，区内未发生过地裂缝或因地裂缝灾害造成人员死亡事故和直接经济损失。结合表 3-10 和表 3-12 得出的结论，现状评估地裂缝地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小。

(7) 地质灾害现状评估结论

综上所述，现状评估崩塌地质灾害发育程度中等，危害程度小，危险性小；滑坡、泥石流发育程度弱，危害程度小，危险性小；地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小。据矿山地质环境影响程度分级表（表 3-2），现状评估地质灾害对矿山地质环境影响程度较轻。

4、矿山地质灾害危险性预测评估

地质灾害预测评估内容主要包括：工程建设中、建成后可能引发或加剧地质灾害和建设工程可能遭受已存在地质灾害预测评估。

(1) 矿山工程建设中、建成后引发地质灾害的危险性预测评估

1) 崩塌

① 现状崩塌危岩体

矿山现状发育 9 处崩塌危岩体,发育程度中等,矿山近期将进行基建及露天开采,受机械振动、降水、地震和自身重力等作用的影响,易使岩体稳定性受到破坏,形成不稳定危岩体,崩塌危岩体易引发崩塌灾害,崩塌物以块石、碎石为主,崩塌规模为小型。工程建设位于 BT01~BT04 崩塌影响范围外,主要威胁过往行人;工程建设临近 BT05~BT09 崩塌,威胁矿山道路施工人员及车辆安全,预测受威胁人数为 5-10 人,潜在威胁财产 100 万-200 万元,崩塌灾害影响区域为矿区北部通往I区采场的部分矿山道路。根据工程建设中、建成后引发崩塌危险性预测评估分级表 3-17,预测评估采矿活动易引发或加剧崩塌(BT01-BT04)灾害,可能性小,中等发育,危害小,危险性中等;预测评估采矿活动易引发或加剧崩塌(BT05-BT09)灾害,可能性中等,中等发育,危害中等,危险性中等。

表 3-17 工程建设中、建成后引发崩塌危险性预测评估分级表

工程建设与崩塌的位置关系	工程建设中、建成后引发崩塌的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于崩塌影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
临近崩塌影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于崩塌影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

②露天采场

矿山规划首先进行露天开采,将形成八处山坡露天或山坡凹陷式露天采场。采场边坡岩层浅部 5 米范围内风化较强烈,裂隙较发育,深部岩层裂隙弱发育。

I区露天采场:为山坡凹陷式采坑,采坑呈北东向,长 735 米,宽 350 米,面积约 218663 平方米,露天境界最高标高 1416m,境界坑底标高 1200m,最大边坡高度 216m,封闭圈标高 1310m,规划 18 个台阶,台阶高度 12m,终了边坡角 45°,台阶坡面角 65°

(临近地表表土层 45°)。采坑四周均为人工高陡边坡，边坡高度 12-216 米。

II区北露天采场：为山坡式采坑，采坑呈北东向，长 530 米，宽 170 米，面积约 58997 平方米，露天境界最高标高 1360m，坑底标高 1251m，最大边坡高度 109m，规划 9 个台阶，台阶高度 12m，终了边坡角 45° ，台阶坡面角 65° 。采坑四周均为人工高陡边坡，边坡高度 12-109 米。

II区南露天采场：为山坡式采坑，采坑呈东西向，长 420 米，宽 40 米，面积约 17841 平方米，露天境界最高标高 1420m，坑底标高 1364m，最大边坡高度 56m，规划 5 个台阶，台阶高度 12m，终了边坡角 45° ，台阶坡面角 65° 。采坑四周均为人工高陡边坡，边坡高度 8-56 米。

II区西露天采场：为山坡式采坑，采坑呈北东向，长 112 米，宽 54 米，面积约 4814 平方米，露天境界最高标高 1342m，坑底标高 1316m，最大边坡高度 26m，规划 2 个台阶，台阶高度 12m，终了边坡角 45° ，台阶坡面角 65° 。采坑四周均为人工高陡边坡，边坡高度 12-26 米。

III区西露天采场：为山坡式采坑，采坑呈东西向，长 140 米，宽 55 米，面积约 6784 平方米，露天境界最高标高 1284m，坑底标高 1242m，最大边坡高度 42m，规划 4 个台阶，台阶高度 12m，终了边坡角 45° ，台阶坡面角 65° 。采坑四周均为人工高陡边坡，边坡高度 6-42 米。

III区东露天采场：为山坡式采坑，采坑呈东西向，长 150 米，宽 45 米，面积约 5823 平方米，露天境界最高标高 1292m，坑底标高 1260m，最大边坡高度 32m，规划 3 个台阶，台阶高度 12m，终了边坡角 45° ，台阶坡面角 65° 。采坑四周均为人工高陡边坡，边坡高度 8-32 米。

IV区露天采场：为山坡式采坑，采坑呈北西向，长 150 米，宽 60 米，面积约 7712 平方米，露天境界最高标高 1258m，坑底标高 1236m，最大边坡高度 22m，规划 2 个台阶，台阶高度 12m，终了边坡角 45° ，台阶坡面角 65° 。采坑四周均为人工高陡边坡，边坡高度 10-22 米。

V区露天采场：为山坡式采坑，采坑呈北东向，长 125 米，宽 40 米，面积约 3837 平方米，露天境界最高标高 1336m，坑底标高 1314m，最大边坡高度 22m，规划 2 个台阶，台阶高度 12m，终了边坡角 45° ，台阶坡面角 65° 。采坑四周均为人工高陡边坡，边坡高度 10-22 米。

规划露天采矿场将形成 6-216 米高的山坡式采坑边坡，台阶高度 12 米，安全平

台宽度 4 米，台阶坡面角 65°，终了边坡角 45°。采场边坡岩层浅部 5 米范围内风化较强烈，裂隙较发育，预测各采矿场最高开采台段边坡在采矿爆破震动下易形成不稳定危岩体共 8 处（BTY01-BTY08）（图 3-5），分布Ⅰ区（6 处）和Ⅱ区（2 处）露天采场境界周边。坡高 6-12m，岩性为较坚硬的层状岩类，由于地下水位埋藏较深，为无地下水，威胁露天采场内施工人员及车辆安全或矿山道路运输车辆，预测受威胁人数为 5-10 人，潜在威胁财产 100 万-200 万元，崩塌灾害影响区域为各采矿场底部区域或矿山道路。根据工程建设中、建成后引发崩塌危险性预测评估分级表 3.2-16，预测评估采矿活动易引发或加剧崩塌灾害，可能性中等，中等发育，危害中等，危险性中等。各露天采场预测崩塌危险性见下表 3-18。

表 3-18 各露天采场预测崩塌危险性评估表

采场编号	预测崩塌位置	预测危岩体体积（m³）	威胁人数（人）	威胁财产（万元）	危险性
Ⅰ区露天采场	1380m、1322m 台阶和位于Ⅰ区露天采场北侧的矿山公路	100+80+160=340， 140+60+160=360	5-10	100-200	中等
Ⅱ区北露天采场	1300m 台阶	130	5-10	100-200	中等
Ⅱ区南露天采场	1372m 台阶	100	3	100	中等

图 3-7 露天采矿场不稳定危岩体预测分布图

Ⅰ区地下开采岩石移动观测带：地下开采标高为 1416 至 1020m，露天矿坑预留 20-25m 的保安矿柱，岩石移动观测带范围面积 310523m²。地下开采岩石移动观测带在露天采坑外围的西南侧分布，沟谷处有 5 处地势较陡地段，坡高 6-16m，可能存在不稳定危岩体，但不在地表矿业活动范围内，其危害小，危险性小。

③排土场

排土场位于Ⅱ区和Ⅲ区露天采场之间，尾矿库南部。沿沟谷 N3 布置，排土场原始地形为南高北低，地形标高 1222.00~1354.00，山坡地形坡度 15°~25°，二级山沟型排土场，容积 679.00×10⁴m³，面积 244364m²，堆积顶标高 1354.00m，最大堆高 132m，分层高 18 米，层间留 5 米宽平台，计 7 级，最高台阶高 22m，堆放边坡角 20°。

根据地质灾害危险性评估标准表 3-10、3-12 表 3-17，预测废渣石紧密有序堆放不易引发崩塌灾害，崩塌灾害的危害程度小，危险性小。

④工业场地及矿山道路

规划采矿工业场地主要分布在较缓坡面，充填站、平硐口、斜坡道口后缘削切坡坡面高 3-5 米，人工切坡坡面高度较低，且机械切坡对岩体稳定性扰动较轻，预测充

填站、平硐口、斜坡道口施工不易引发崩塌灾害。开采期产生的废渣石直接清运内排至排土场，不在工业场地内堆放。规划采矿工业场地修建及运行不易引发崩塌地质灾害。根据地质灾害危险性评估标准表 3-10、3-12 表 3-17，预测采矿工业场地修建及运行不易引发崩塌灾害，崩塌灾害的危害程度小，危险性小。

选矿工业场地、矿部生活区等建于山前平原区，不会进行大规模的挖方及削坡工程。根据地质灾害危险性评估标准表 3-10、3-12 表 3-17，预测选矿厂、生活区等不易引发崩塌灾害，崩塌灾害的危害程度小，危险性小。

已有矿山道路顺地势修筑，现状条件下有 5 处崩塌（危险性中等）、1 处滑坡（危险性小）灾害点。规划矿山道路修建过程中存在小规模削切坡工程，切坡坡面高度 1-5 米，坡面均为岩质边坡。根据地质灾害危险性评估标准表 3-10、3-12 表 3-17，预测矿山道路修建及运行较易引发崩塌灾害，崩塌灾害的危害程度中等，危险性中等。

⑤尾矿库

为南侧傍山库，初期坝坝顶标高 1200 米，坝轴线处最低点标高 1196.0 米，最大坝高 18 米，坝坡 1:2.5，坝顶宽 3.0 米；初期坝坝顶标高以上采用干尾砂筑坝，库尾放矿，堆积坝坝前 100m 范围分层碾压加高，压实度不低于 0.92；堆积坝边坡 1:3.0，坝前顶标高 1244m，库尾顶标高 1246m，最大坝高 46m，堆积坝每 4m 高设 4m 宽台阶，每级台阶边坡 1:2.0，总库容 $579.0 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $469.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属三等库。尾矿库用地面积约 30.0736hm^2 。根据地质灾害危险性评估标准表 3-10、3-12 表 3-17，预测尾矿库不易引发崩塌灾害，崩塌灾害的危害程度小，危险性小。

综上所述，预测评估 BT01~BT04、I 区露天采坑北侧的矿山道路（BT05~BT09）和 I 区、II 区露天采坑（BTY01~BTY08）的工程建设中、建设后引发或加剧崩塌地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；其他区域工程建设中、建设后引发或加剧崩塌地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

2) 滑坡

①现状滑坡

矿山现状发育 4 处滑坡灾害点，规模小，发育程度弱，矿山近期将进行基建及露天开采，受机械振动、降水、地震和自身重力等作用的影响，易使滑坡体稳定性受到破坏，增大下滑力，滑坡体易引发滑坡灾害，滑坡物以块石、碎石和粘土混合物为主，滑坡规模为小型。工程建设位于 HP01、HP02 滑坡影响范围外，主要威胁过往行人；工程建设临近 HP03、HP04 滑坡，威胁矿山道路施工人员及运矿车辆安全，预测受威

胁人数为 1-2 人，潜在威胁财产 100 万元，滑坡灾害影响区域为矿区北部通往Ⅰ区、Ⅱ区采场的部分矿山道路。根据工程建设中、建成后引发滑坡危险性预测评估分级表 3-19，预测评估采矿活动易引发或加剧滑坡 HP01、HP02 灾害可能性小，弱发育，危害小，危险性小；预测评估采矿活动易引发或加剧 HP03、HP04 滑坡灾害，可能性中等，弱发育，危害中等，危险性中等。

表 3-19 工程建设中、建成后引发滑坡危险性预测评估分级表

工程建设与滑坡的位置关系	工程建设中、建成后引发滑坡的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于滑坡影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
临近滑坡影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于滑坡影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性中等
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

②露天采场

矿区内岩层产状 F3 断层以西大多 $0-28^{\circ}/70-31^{\circ}$ （包括Ⅱ、Ⅴ矿段），F3 断层以东大多 $28-41^{\circ}/30-60^{\circ}$ （包括Ⅱ矿段），F4 断层以西大多 $0-35^{\circ}/15-42^{\circ}$ （包括Ⅰ矿段）。矿区内共规划八处露天采场，Ⅰ区、Ⅱ区为高陡边坡的山坡凹陷式采坑（见图 3.2-a01~3.2-b02），采坑边坡角 45° ，Ⅰ区矿体、Ⅱ区矿体、Ⅴ区矿段露天采场西帮岩层倾角和边坡倾向同向；Ⅳ矿体露采坑北帮岩层倾角和边坡倾向同向；其他露采坑边帮岩层倾角和边坡倾向呈斜交或反向。规划露天采场范围内除Ⅱ区北露采坑外均无断裂分布，F3 断层从Ⅱ区北露采坑的矿体中间穿过，对露采坑边坡影响有限，属较软-半坚硬-坚硬岩石，岩石质量一般，预测采矿场边坡不会产生不良滑移面。工程建设中、建成后引发滑坡危险性预测评估分级表 3-19，预测评估采矿场不易引发滑坡灾害，滑坡灾害危害程度小，危险性小。

图 3-8 Ⅰ区露天采坑终了平面图

图 3-9 I区露天采坑终了剖面图（00 线）

图 3-10 I区露天采坑终了剖面图（12 线）

3-11 II区北露天采坑终了平面图

3-12 II区北露天采坑终了剖面图（38 线）

I区露天采坑终了境界边坡稳定性分析：选取的剖面见图 3-8。

边坡安全等级为II级,采用 Geostudio 中 slope 软件的 Bishop 法开展边坡的极限平衡分析。根据岩土体物理力学参数表 3-20、地震参数、边坡高度、危害等级、安全等级的设计安全系数等参数。不考虑地下水作用,模拟荷载组合 I 为自重状况;荷载组合 II 为自重+爆破震动力状况;荷载组合III为自重+地震力状况。

表 3-20 岩土体物理力学参数表

岩性	容重	粘聚力	内摩擦角
	kN/m ³	kPa	°
花岗伟晶岩	2.78	37	23
云母石英片岩	2.66	12	23

库木萨依矿区地震基本烈度为VII度区,通过计算可得矿区水平设计地震加速度为 0.025g。对于垂直设计地震加速度参数可以采用水平设计地震加速度参数的 2/3,计

算为 0.017g。

极限平衡分析结果见下图 3-13 和表 3-21：

图 3-13 典型剖面不同工况下分析结果对比图

表 3-21 极限平衡分析结果表

剖面	受力情况	计算安全系数	设计规范安全系数	是否满足安全要求
PM1	荷载组合 I	2.222	1.15~1.20	满足
	荷载组合 II	1.994	1.18~1.13	满足
	荷载组合 III	1.563	1.15~1.10	满足

根据各剖面在两种受力情况下整体稳定性的分析结果可知：边坡的整体稳定性与边坡的开挖深度（即“人工边坡高度”）呈负相关关系，开挖深度越大，相对安全系数越小。选取采场内最高边坡，其荷载组合 I 下安全系数>1.20，其荷载组合 II 下安全系数>1.18，荷载组合 III 下安全系数>1.15，满足《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB 51016-2014）的规定。因此，露天采场边坡可以被认为是稳定的。

③排土场

排土场位于 II 区和 III 区露天采场之间，尾矿库南部。沿沟谷 N3 布置，排土场原始地形为南高北低，地形标高 1222.00~1354.00，山坡地形坡度 15°~25°，二级山沟型排土场，容积 679.00×10⁴m³，面积 244364m²，堆积顶标高 1354.00m，最大堆高 132m，分层高 18 米，层间留 5 米宽平台，计 7 级，最高台阶高 22m，堆放边坡角 20°。

由于设计排土场边坡坡度均为 20°，废石压实后无软弱结构面，当地降雨量小，坡面不易遭到冲刷，废渣石紧密有序堆放不易引发滑坡灾害。根据地质灾害危险性评

估标准表 3-10、3-12 和表 3-19，预测废渣石紧密有序堆放不易引发滑坡灾害，滑坡灾害的危害程度小，危险性小。

图 3-14 排土场平面示意图

图 3-15 排土场终了纵剖面示意图

稳定性分析：根据《建筑边坡工程技术规范》GB50330-2013，计算圆弧自动搜索滑面，已知坡线信息见表 3-22（a），围域土层参数见表 3-22（b），不考虑地下水，计算条件见表 3-23，计算结果见表 3-25 和图 3-16。

表 3-22（a） 坡线信息表

坡线段序号	水平投影长(m)	竖直投影长(m)	坡线长(m)	坡线仰角(度)
1	16.486	4.874	17.191	16.470
2	3.199	-0.641	3.263	348.669
3	9.119	-5.541	10.670	328.715

4	5.756	-2.000	6.093	340.838
5	9.403	0.054	9.403	0.327
6	13.723	3.888	14.263	15.820
7	47.213	0.046	47.213	0.056
8	4.380	1.723	4.706	21.471
9	0.019	0.007	0.020	21.541
10	45.573	17.927	48.972	21.473
11	5.000	0.000	5.000	0.000
12	50.000	21.635	54.480	23.398
13	5.000	0.000	5.000	0.000
14	50.000	21.635	54.480	23.398
15	5.000	0.000	5.000	0.000
16	50.000	21.636	54.480	23.399
17	5.000	0.000	5.000	0.000
18	50.000	21.635	54.480	23.398
19	5.000	0.000	5.000	0.000
20	60.623	25.814	65.890	23.065
21	841.928	0.000	841.928	0.000
22	4.124	1.706	4.462	22.471
23	13.731	6.361	15.133	24.856
24	14.735	9.934	17.771	33.986
25	10.350	4.726	11.378	24.540
26	7.325	0.671	7.356	5.233
27	4.504	2.600	5.201	29.998

表 3-22 (b) 围域土层参数表

地层编号	地层名称	$\gamma(\text{kN/m}^3)$	$\gamma_{\text{饱和}}(\text{kN/m}^3)$	$f_{\text{rb}}(\text{kPa})$	$c(\text{kPa})$	$\varphi(^{\circ})$
1	角砾	21.500	21.500	80.000	0.000	25.00
4	废石	23.000	23.000	80.000	0.000	26.00
2	强风化	25.000	25.000	80.000	65.000	32.00
3	中风化	27.000	27.000	80.000	260.000	35.00

表 3-23 计算条件表

滑面形状	圆弧滑面
地震烈度	不考虑
滑面分析方法	自动搜索最危险滑裂面
圆弧稳定分析方法	简化 Bishop 法
条分法土条宽度(m)	50.000
搜索时的圆心步长(m)	50.000
搜索时的半径步长(m)	50.000
贴坡圆弧限制最小矢高(m)	25.000

计算公式如下：

$$K = \frac{\sum_{i=1}^n \frac{1}{m_{\theta i}} \left[c_i l_i \cos(\theta_i) + (G_i + G_{bi} - U_i \cos(\theta_i)) \tan(\varphi_i) \right]}{\sum_{i=1}^n \left[(G_i + G_{bi}) \sin(\theta_i) + Q_i \cos(\theta_i) \right]}$$

$$m_{\theta i} = \cos(\theta_i) + \frac{\sin(\theta_i) \operatorname{tg}(\varphi_i)}{K}$$

$$U_i = \frac{1}{2} \gamma_w (h_{wi} + h_{w(i-1)}) l_i$$

式中：

K —— 边坡稳定性系数；

l_i —— 第 i 计算条块滑面长度 (m)；

W_i —— 第 i 计算条块重力 (kN)，浸润线以上取重度，以下取饱和重度；

U_i —— 第 i 计算条块滑面单位宽度总水压力 (kN/m)；

G_{bi} —— 第 i 计算条块单位宽度竖向附加荷载(kN/m)；方向指向下方时取正值，指向上方时取负值；

Q_i —— 第 i 计算条块单位宽度水平荷载 (kn/m)；方向指向坡外时取正值，指向坡内时取负值；

θ_i —— 第 i 计算条块滑面倾角 (度)，滑面倾向与滑动方向相同时取正值，滑面倾向与滑动方向相反时取负值；

c_i 、 φ_i —— 第 i 计算条块滑面粘聚力 (kPa)，滑面内摩擦角 (度)，取有效应力指标；

h_w 、 h_{wi-1} —— 第 i 及第 i-1 计算条块滑面前端水头高度 (m)；

γ_w —— 水重度，取 10kN/m³；

i —— 计算条块号，从后方编起；

n —— 条块数量。

表 3-24 计算结果表

圆心坐标(m)	(3589.558, 4280.452)
半径(m)	82.896
安全系数	1.209
总的下滑力(kN)	1122.830
总的抗滑力(kN)	1357.608

图 3-16 计算结果图

④工业场地及矿山道路

规划采矿工业场地主要分布在较缓坡面，充填站、平硐口、斜坡道口后缘削切坡坡面高 3-5 米，坡面均为岩质边坡，坡面岩体完整稳定，不易引发滑坡灾害。根据地质灾害危险性评估标准表 3-10、3-12 和表 3-19，预测采矿工业场地修建及运行不易引发滑坡灾害，滑坡灾害的危害程度小，危险性小。

根据 2025 年 3 月《新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属(铁)矿选矿工程地质灾害危险性评估报告》，选矿工业场地、生活区等建于山前冲积平原区，不会进行大规模的挖方及削坡工程，工程建设基坑开挖深度预计 2-5 米，当基坑开挖深度大于 3 米时会形成高陡边坡，引发滑坡地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小。根据地质灾害危险性评估标准表 3-10、3-12 和表 3-19，预测选矿厂、生活区等较易引发滑坡灾害，滑坡灾害的危害程度小，危险性小。

已有矿山道路顺地势修筑，现状条件下有 2 处滑坡（危险性小）灾害点。规划矿山道路修建过程中存在小规模削切坡工程，切坡坡面高度 1-5 米，坡面均为岩质边坡。根据地质灾害危险性评估标准表 3-10、3-12 和表 3-19，预测矿山道路修建及运行不易引发滑坡灾害，滑坡灾害的危害程度小，危险性小。

⑤尾矿库

为南侧傍山库，初期坝坝顶标高 1200 米，坝轴线处最低点标高 1196.0 米，最大坝高 18 米，坝坡 1:2.5，坝顶宽 3.0 米；初期坝顶标高以上采用干尾砂筑坝，库尾放矿，堆积坝坝前 100m 范围分层碾压加高，压实度不低于 0.92；堆积坝边坡 1:3.0，坝前顶标高 1244m，库尾顶标高 1246m，最大坝高 46m，堆积坝每 4m 高设 4m 宽台阶，每级台阶边坡 1:2.0，总库容 $579.0 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $469.02 \times 10^4 \text{m}^3$ ，属三等库。尾矿库用地面积约 30.0736hm^2 。根据地质灾害危险性评估标准表 3-10、3-12 和表 3-19，预测尾矿库不易引发滑坡灾害，滑坡灾害的危害程度小，危险性小。

图 3-17 (a) 尾矿库平面示意图

图 3-17 (b) 尾矿库剖面示意图

综上所述，预测评估区矿山道路旁的 HP03、HP04 滑坡工程建设中、建设后引发或加剧滑坡地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；其他区域工程建设中、建设后引发或加剧滑坡地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

3) 泥石流

评估区降水量少，蒸发量大，年均降水 28.5 毫米，年均蒸发量 2920.2 毫米。降雨多集中于夏季，常为暴雨，每次降雨时间很短，可形成暂时性洪流，但很容易排泄。沟谷中松散堆积物较少，泥石流产生的物源较少，矿区无工业废水排放，自然环境下形成泥石流的可能性小。

规划露天采场位于 N1-N4 沟谷外，位于泥石流影响范围外，无弃渣，沟道通畅，水源较少，引发泥石流的可能性小，危害小，危险性小。根据工程建设中、建成后引发泥石流地质灾害危险性预测评估分级表 3-25，预测评估采矿活动不易引发泥石流灾害，危害程度小，危险性小。

表 3-25 工程建设中、建成后引发泥石流危险性预测评估分级表

工程建设与泥石流的位置关系	工程建设中、建成后引发泥石流的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于泥石流影响范围内，弃渣量大，堵塞沟道，水源丰富	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
临近泥石流影响范围，弃渣量小，沟道基本通畅，水源较丰富	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于泥石流影响范围外，无弃渣，沟道通畅，水源较少	可能性小	强发育	危害小	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

排土场位于 N3 沟谷中游，沿沟谷 N3 布置，排土场原始地形为南高北低，山坡地形坡度 15°~25°，排土场段沟谷纵坡降约 6.5°，最大堆高 132m，采用分层压实堆放，分层高 10 米，层间留 5 米宽平台，堆放边坡角 20°。排土场汇水面积为 2.672km²，根据经验公式计算的清水洪峰流量为 2.617m³/s。废石压实后无软弱结构面，当地降雨量小，水源少，坡面不易遭到冲刷，废渣石紧密有序堆放不易引发泥石流灾害。

表土堆场位于 N3 沟谷、排土场下游约 340m 处，占地面积 29129m²，可堆放表土 13 万 m³，最大堆高 12m，堆放边坡角 31°。周边设有截排水沟，不易引发泥石流灾害。

图 3-18 排土场流域图

根据选矿工艺及地形条件，选矿工业场地竖向按照台阶式设计，由上到下总体分为五个台阶：第一台阶设计标高为 1270.00 米，原矿堆场位于此平台；第二台阶设计标高为 1261.00 米，粗碎车间、中细碎筛分车间、粉矿仓位于此平台；第三台阶设计标高为 1254.00 米，综合选矿车间、机修车间、选矿仓库、锅炉房、试化验室、35kV 变电站高压细水雾泵房位于此平台；第四台阶设计标高 1249.00 米，浮前浓密机、尾矿脱水浓密机、精矿浓密机和浓密车间配电室位于此平台。第五台阶设计标高为 1244.00 米，精矿脱水车间、尾矿脱水车间、回水泵房、生产生活区污水处理站和初期雨水池位于此平台。由于选矿工业场地位于山坡处，考虑到场地排水和雨季排水，设计在场地东南侧沿边坡顶设置截水沟，主要用于截流疏导场地上游山坡地表水。场地内部雨水通过地表排水明沟收集，就近接入截水沟或道路边沟，将场地内雨水有组织的排出场外。地貌单元位于冲洪积扇上部，区内及周边冲沟非常发育，冲沟走向多为北西-南东向，深浅、宽窄不一（2-25 米），沟道顺畅，无淤堵。

工业场地均位于矿区较缓山坡处或山前平原区，工业场地基建开采期产生的废渣石直接清运至排土场压实堆放，不会为泥石流提供物源。开采出的矿石直接清运至选矿厂进行破碎加工，不会为泥石流提供物源。

矿山道路为简易碎石路面，路面宽 4 米，修建过程中存在小规模削切坡工程，削切坡产生的土石方全部用于路面铺垫，矿山道路修筑不会提供泥石流物源。

尾矿库位于山前平原区，为傍山库，尾矿库南侧山坡无沟谷发育，尾矿坝利用机械逐层压实堆放，不会给泥石流提供物源。

根据泥石流危险性预测评估分级表（表 3.2-19），预测评估排土场、工业场地、矿区道路和尾矿库工程建设中、建设后引发或加剧泥石流地质灾害的可能性小，危害

程度小，危险性小。

综上所述，预测评估区工程建设中、建设后引发或加剧泥石流地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

4) 地面塌陷

矿山I区为先露天开采后转地下开采，露天坑底预留 20m 的保安矿柱，其他区均为露天开采。地下开采采矿方法为机械化上向水平分层充填采矿法（沿走向布置）和分段空场嗣后充填采矿法（沿走向布置）。地下开采回采顺序总体为从境界顶柱底部开始由上往下开采下部矿体，再由上往下开采露天挂帮矿体；从一翼向主斜坡道的方向，先采上盘矿体，再采下盘矿体的后退式回采顺序。在矿体地下开采标高 1415~1080 米之间会形成临时采空区，采空区埋深 0-316 米，其空间展布和矿体的产状基本一致。

根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）附录 A，矿体主要围岩倾角大多小于 54°，岩石抗压强度均值小于 20MPa，计算的冒落带、导水裂隙带最大高度分别为 5.02~10.48m 和 29.47~55.97m，采矿影响顶板高度均值为 40.42m。

矿体倾角 59~89°，但矿体 K21 倾角 46~48°，矿体平均厚度 1.25m~5.24m，属于倾斜-急倾斜薄至中厚矿体。开采确定岩石移动角上盘、下盘、走向两端 65°，矿体开采岩石移动带范围面积 31.0523hm²，地下采空区采用全部尾砂胶结充填后，可有效地控制岩体移动。

①地下安全开采深度

根据其上部的覆盖层厚度、岩层岩性、倾角、裂隙节理发育情况等，参照《地方煤矿实用手册》的经验公式计算矿层安全开采深度：

$$H_0 = M \times K$$

式中 H_0 —矿层安全开采深度（m）；

M —多层矿开采综合作用高度（m）。单层矿时取矿层厚度的最大值。多层矿：矿层间距小于 10 倍下层矿厚时，按矿体厚度累计；当矿层间距大于 10 倍下层矿厚时，按综合作用高度取值。采用充填方法采矿时，为矿层采高和充填材料压实后的充填高度之差数。

K —安全系数，取值范围 80~400；本矿山矿体属半隐伏式，取值范围 100~300。

表 3-26 矿体安全开采深度

序号	矿体编号	矿体厚度（m） Min-Max/ave	矿体倾角°	K	H_0 （m） Min-Max/ave	矿体埋深（m）
1	K2	*****	63~85	125	85-312.5	*****
2	K3	*****	65~89	125	81.25-312.5	*****

序号	矿体编号	矿体厚度 (m) Min-Max/ave	矿体倾角°	K	H ₆ (m) Min-Max/ave	矿体埋深 (m)
3	K4	*****	73~87	125	75-312.5	*****
4	K5	*****	62~81	125	62.5-312.5	*****
5	K7	*****	68~89	125	86.25-312.5	*****
6	K11	*****	63~81	125	125-312.5	*****
7	K8	*****	79-88	125	91.25-312.5	*****
8	K9	*****	69-89	125	87.5-312.5	*****
9	K10	*****	60-89	125	58.75-312.5	*****
10	K15	*****	86-88	125	98.75-312.5	*****

说明：主要井巷级别为Ⅲ类，上表中安全系数按矿层倾角大于 45°，取值为 125m；按充填采矿方法，充填率 95%，计算 M 为 2.5m。根据上表计算结果和开采设计方案(地表最大预留 56m 保安矿柱)，矿体开采，地表可产生变形，较易产生地面塌陷。

②采空塌陷的可能性预测

根据顶底板围岩物理力学性质，未来开采的矿体顶底板围岩为较软岩，工程地质条件一般；矿体开采后采用尾砂胶结充填，对上部围岩起到了部分支撑作用，根据地表移动稳定情况、矿体深厚比、上覆岩体强度、是否重复开采等因素，对采空区稳定性及可能引发采空塌陷的可能性进行半定量分析，分析指标及权重见表 3-27。

表 3-27 矿业活动引发或加剧采空塌陷可能性评判因子和权重赋值表

可能性标度分值 主要影响条件标度	标度分值 K=9	标度分值 K=6	标度分值 K=3
A 开采深厚比：0.3(权重)	<50	50~100	>100
B 地表移动稳定情况：0.2	稳定性差	稳定性较差	稳定
C 采空区加载：0.2	有，且荷载大	有，荷载小	无
D 采空区处理方法：0.1	全部陷落法	局部充填或裂隙带岩层 注浆	全部充填或裂隙带岩 层注浆
E 覆岩强度 f_r/MPa ：0.1	$30 < f_r \leq 60$	$60 < f_r \leq 100$	$100 < f_r \leq 160$
F 重复采空：0.1	重复二次及以上采动	重复一次采动	初采
计算式： $N=A+B+C+D+E+F$ 标度值 $N \leq 4$ 为可能性小；4—7 为可能性中等； ≥ 7 为可能性大			

按照表 3.2-21 分析要素及矿山开采：矿体开采深厚比为 19~59，K 取 9；地表移动稳定性较差，K 取 6；采空区上部无荷载，K 取 3；采空区采用尾砂胶结充填，K 取 3；覆岩强度均在 30~60MPa 之间，K 取 9；矿体一次重复采动，K 取 6；计算 $N=6.3$ ，预计未来开采这些矿体产生地面塌陷的可能性中等。

③地表最大下沉值

根据前述计算分析，预测未来矿山开采地表岩石移动带范围约 31.0523hm²。根据相似有色金属矿山矿井开采地表沉陷变形经验及对采空区地面塌陷监测的经验，预测矿井采空区地表最大沉陷量。假设矿层以相当长的尺寸（达到充分采动）向前推进，

直到采完为止，预测矿层推进过程中或采动线附近产生的最大地表移动变形值，计算可得最大塌陷深度见表 3-28。

地表最大下沉值按公式： $M_0=q*m*cos\alpha$

式中：q 为下沉系数为经验值，本矿山采用充填法开采，可以较大程度减轻塌陷程度，充填率 95%。根据相关研究，采动系数取值一般为 1%~2%，这里采动系数取 1%。

m 为矿体开采平均厚度

α 为矿体倾角的平均取值

表 3-28 矿体开采地表变形计算结果

矿体	矿体厚度 (m) Min-Max/ave	矿体倾角°	最大下沉值 mm
K2	*****	63~85	12.52
K3	*****	65~89	2.76
K4	*****	73~87	8.84
K5	*****	62~81	30.47
K7	*****	68~89	2.65
K11	*****	63~81	23.40
K8	*****	79-88	3.93
K9	*****	69-89	1.16
K10	*****	60-89	2.34
K15	*****	86-88	2.92

由于金属矿山采空塌陷灾害的发生具有一定的突发性，因此最大下沉值可作为年下沉值进行发育程度分析。通过表 3-29 计算结果以及采空塌陷发育程度分级表（表 3-23）可以得出，预测塌陷区最大塌陷深度约为 30.47mm，考虑充填法开采，开采深厚比均值约 90，可能会发展一定程度的地表岩石移动，地表存在塌陷。预测引发采空塌陷地质灾害发育程度中等。

表 3-29 采空塌陷发育程度分级表

发育程度	参考指标							发育特征
	地表移动变形值				开采 深厚 比	采空区及其影响带 占建设场 地面积/%	治理工程 面积占建 设场地面 积/%	
	下沉量 (mm/a)	倾斜 (mm/m)	水平变形 (mm/m)	地形区率 (mm/m²)				
强	>60	>6	>4	>0.3	<80	>10	>10	地表存在塌陷和裂缝；地表建（构）筑物变形开裂明显
中 等	20-60	3-6	2-4	0.2-0.3	80-120	3-10	3-10	地表存在变形及地裂缝；地表建（构）筑物有开裂现象
弱	<20	<3	<2	<0.2	>120	<3	<3	地表无变形及地裂缝；地表建（构）筑物无开裂现象

表 3-30 工程建设、建成后引发采空塌陷地质灾害危险性预测评估分级表

工程建设与采空塌陷的位置关系	工程建设引发采空塌陷的可能性	发育程度	危害程度	危险性等级
位于采空区及采空塌陷影响范围内	可能性大	强发育	危害大	危险性大
		中等发育		危险性大
		弱发育		危险性中等
临近采空区及采空塌陷影响范围	可能性中等	强发育	危害中等	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性中等
位于采空区及采空塌陷影响范围外	可能性小	强发育	危害小	危险性大
		中等发育		危险性中等
		弱发育		危险性小

采空区在地震、爆破振动或降雨、融雪水的浸渗影响下，易导致地表岩土坍塌，形成采空塌陷灾害，采空塌陷面积 155630m²，约占采动带面积的 50%，较大塌陷深度面积 62252m²，约占塌陷面积的 40%。主要威胁地下采矿人员和设备的安全，威胁人数 30-57 人，经济损失小于 500 万元，依据《地质灾害危险性评估规范》(GB/T40112-2021) 表 3.2-9~表 3.2-11 和工程建设、建成后引发采空塌陷地质灾害危险性预测评估分级表（见表 3-30），预测采空塌陷灾害的可能性中等，发育程度中等，危害中等，危险性中等。

评估区其它区域，采矿活动不会形成产生地面塌陷的条件，不易引发或加剧地面塌陷，地面塌陷危害程度小，预测评估危险性小。

图 3-19 地下采空区地面投影及预测地面塌陷区示意图

a、08 勘探线剖面

b、00 勘探线剖面

图 3-20 预测地面塌陷剖面示意图

5) 地裂缝

评估区内断裂构造较发育，现状调查无地裂缝，矿山的采矿活动不会改变地裂缝灾害的形成条件及影响因素，采矿活动不易引发或加剧地裂缝灾害，预测评估地裂缝灾害危害程度小，危险性小。

6) 地面沉降

评估区地下水类型主要为基岩裂隙水，以接受降雨、融雪水补给为主，补给来源少，补给量小，含水层富水性差。评估区内不存在大规模的地下水开采活动。矿区内也无石油、天然气矿藏，不存在抽取石油、天然气的活动。评估区内发生地面沉降灾害的地质环境条件不充分，预测评估地面沉降地质灾害危害程度小，危险性小。

(2) 建设工程遭受地质灾害的危险性预测评估

矿山开采为先露天后转地下开采，评估区内的建设工程主要有工业建、构筑物（选矿厂、生活区、充填站等）、路基工程（矿山道路）、水库区（尾矿库）、高填方工程（排土场）和高边坡工程（露天采场）。

1) 工业建、构筑物遭受地质灾害危险性预测评估

工业建、构筑物主要分布在充填站、选矿生产区、选矿生活区、高位水池等区域，均位于现状条件下滑坡（弱发育）、崩塌（中等发育）地质灾害体影响范围外，其遭受现状地质灾害的可能性小。工业建构筑物也位于预测评估区内采矿活动可能引发或加剧的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害影响范围外，其遭受预测地质灾害的可能性小。

预测评估区工业建、构筑物建设工程遭受现状或预测各类地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

2) 矿山道路遭受地质灾害危险性预测评估

现状条件下滑坡（弱发育）、崩塌（中等发育）地质灾害主要位于矿山道路周边，预测的崩塌灾害在矿山道路周边也有分布，矿山道路临近崩塌、滑坡地质灾害体影响范围，遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等。较易遭受地质灾害的矿山道路主要分布 N4 沟谷北侧和 I 区露天采坑北侧。

预测评估区矿山道路的局部地段遭受崩塌、滑坡地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等。

3) 露天采场遭受地质灾害危险性预测评估

露天采场属高边坡工程，按不稳定斜坡进行地质灾害危险性预测。采场岩体为层状，属较软-较硬岩类，地下水埋藏较深，露天坑内无地下水；采坑台阶高 12m，整体最大边坡高度为 22~216m。按台阶高度，均为弱发育的不稳定斜坡，其危险性小。按最大边坡高度，VI、V 区露天采场为中等发育的不稳定斜坡，其危害程度小，危险性小；I、II、III 区露天采场为强发育的不稳定斜坡，II、III 区露天采场（劳动定员小于 10 人，可能直接经济损失小于 100 万元）危害程度小，危险性中等；I 区露天采场（露

天采场劳动定员 2-15 人，可能直接经济损失小于 500 万元）危害程度中等，危险性大。

I、II 区露天采场境界周边预测有崩塌灾害，I、II 区露天采场遭受崩塌灾害的危险性中等；其他区露天采场遭受地质灾害的危险性小。I 区露天采场受后期地下开采的影响，遭受地面塌陷的可能性中等，危险性中等。

预测评估区 I 区露天采场遭受不稳定斜坡、崩塌、地面塌陷地质灾害的可能性大，危害程度大，危险性大；II 区露天采场遭受不稳定斜坡、崩塌地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；III 区露天采场遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；VI、V 区露天采场遭受不稳定斜坡地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

4) 排土场遭受地质灾害危险性预测评估

排土场属高填方工程，按不稳定斜坡进行地质灾害危险性预测。排土场为人工堆积，分层高 18m，分 7 层，总坡高 132m。按分层高度，均为中等发育的不稳定斜坡，其危害小，危险性小；按最大边坡高度，排土场为强发育的不稳定斜坡，其危害中等，危险性中等。

排土场沿 N3 沟谷中游布置，由于矿区水源较少，排土场遭受泥石流灾害的可能性小，危险性小。

5) 尾矿库遭受地质灾害危险性预测评估

尾矿库虽位于 N4 沟谷口一侧，但其南部傍山，且尾矿库有专项设计支撑，其遭受地质灾害的可能性小，危险性小。

表3-31 建设场地及建筑工程遭受地质灾害预测评估表

场地	建设工程	遭受地质灾害类型	发育程度	危害程度	危险性
采矿工业场地	采矿办公室	泥石流	弱	小	小
	采矿综合仓库	泥石流	弱	小	小
选矿工业场地	1.1 副产高矿堆场	滑坡	弱	小	小
	1.2 副产高矿堆场	滑坡	弱	小	小
	1.3 原矿堆场	滑坡	弱	小	小
	2.1 粗碎车间	滑坡	弱	小	小
	2.2 中细碎车间	滑坡	弱	小	小
	2.3 配电室	滑坡	弱	小	小
	2.4 筛分车间	滑坡	弱	小	小
	2.5 粉矿仓	滑坡	弱	小	小
	3.1 综合选矿车间	滑坡	弱	小	小
	3.2 锅炉房	滑坡	弱	小	小
	3.3 试化验室	滑坡	弱	小	小
	3.4 选矿车库	滑坡	弱	小	小
	3.5 机修车间	滑坡	弱	小	小

场地	建设工程	遭受地质灾害类型	发育程度	危害程度	危险性
采矿工业场地	采矿办公室	泥石流	弱	小	小
	采矿综合仓库	泥石流	弱	小	小
	4.1 35KV 变电站	滑坡	弱	小	小
	4.2 高压细水雾泵房	滑坡	弱	小	小
	4.3 浓密车间配电室	滑坡	弱	小	小
	5.1 精矿浓密池	滑坡	弱	小	小
	5.2 尾矿脱水浓密池	滑坡	弱	小	小
	5.3 浮前浓密池	滑坡	弱	小	小
	5.4 精矿脱水车间	滑坡	弱	小	小
	5.5 尾矿脱水车间	滑坡	弱	小	小
	6.1 回水泵房	滑坡	弱	小	小
	6.2 生产区生活污水处理站	滑坡	弱	小	小
	6.3 初期雨水池	滑坡	弱	小	小
生活区	食堂	滑坡	弱	小	小
	浴室	滑坡	弱	小	小
	宿舍楼	滑坡	弱	小	小
	办公楼	滑坡	弱	小	小
	消防泵站	滑坡	弱	小	小
	生活水净化站	滑坡	弱	小	小
	生活区污水处理站	滑坡	弱	小	小
选厂高位水池	选厂回水高位水池	滑坡	弱	小	小
	生产高位水池	滑坡	弱	小	小
充填站场地	浓密机	崩塌	弱	小	小
	水泥仓	崩塌	弱	小	小
	水泵站	崩塌	弱	小	小
充填高位水池	高位水池	崩塌	弱	小	小
矿山道路	公路	崩塌、滑坡	弱	小	小
排土场	拦挡坝	泥石流、不稳定斜坡	弱	小	小
尾矿库	筑坝	泥石流、不稳定斜坡	弱	小	小

5、地质灾害危险性预测评估结论

根据前述地质灾害危险性现状及预测评估结果，按照“表 3-2 矿山地质环境影响程度分级表”对矿山地质环境影响程度分析如下：

（1）现状条件下，矿区未进行开采活动，评估区内地质灾害规模小，发生的可能性小；可能造成经济损失小于 100 万元，受威胁人数小于 10 人，对矿山地质环境影响较轻。现状地质灾害分布见图 3-4。

（2）预测评估矿山露天开采活动可能引发塌陷、不稳定斜坡地质灾害，危险程度中等，危险性中等；矿山地下开采活动可能引发地面塌陷地质灾害，危险程度中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。预测矿山工程建设可能遭受崩塌（露

天采场、矿山道路）灾害危险程度中等，危险性中等；预测矿山工程建设可能遭受不稳定斜坡（露天采场、排土场）灾害危险程度大-中等，危险性大-中等，对矿山地质环境影响程度较严重-严重；其他区域设施及采矿活动不易引发或加剧地质灾害，工程建设也不易遭受地质灾害，对矿山地质环境影响程度较轻。预测地质灾害分布见图 3-23。

6、地质灾害危险性综合分区评估

近期 5 年：矿山为新建矿山，根据矿山开采方案，矿山基建期 1 年后 I 区露天采坑进入生产期，开采约 10 年，露采第 8 年开始地下开采基建，露天转地下开采期间，进行其他区露天坑采矿活动。近期 I 区露天采坑开采标高至 1296m，采坑边坡最大高度 120m，预测 I 区露天采坑崩塌、不稳定斜坡地质灾害发生的可能性较小，威胁露天开采人员不超过 10 人，威胁机械设备、车辆安全，可能造成的经济损失约 200 万元，危险性中等。其他采区还未进行采矿活动，发生地质灾害的可能性小，危险性小。

图 3-21 I 区露天采场第五年年末境界平面图

图 3-22 I 区露天采场第五年年末境界剖面图（00 线）

现状沿矿山道路分布的崩塌点、滑坡点（HP03、HP04）和预测 I 区露天境界周边崩塌点（BTY03-BTY08）引发地质灾害的可能性中等，危害中等，危险性中等。

前五年的剥离量约 722.59 万方，近 5 年排土场堆至标高 1288m，最大坡高 66m，近期预测排土场废石废渣堆积量中等，不稳定斜坡地质灾害强发育，威胁工作人员不超过 10 人，威胁机械设备，可能造成的经济损失小于 100 万元。预测评估不稳定斜坡地质灾害危害小，危险性中等。

除上述评估区外的其他区，地质灾害弱发育，危害小，危险性小。详见矿区近期地质灾害危险性综合分区评估表 3-32 和矿区近期地质灾害预测评估分区图 3-23。

表 3-32 矿区近期地质灾害危险性综合评估分区表

评估区	地质灾害类型	现状评估	预测评估		地质灾害危险性综合分区评估	威胁对象
			①	②		
BT01-BT04	崩塌	小	中等	小	中等	行人
BT05-BT09	崩塌	小	中等	小	中等	施工人员及车辆
HP01-HP02	滑坡	小	小	小	小	行人
HP03-HP04	滑坡	小	中等	小	中等	施工人员及车辆
BTY03-BTY08	崩塌	小	中等	小	中等	施工人员及车辆
I 区露天采场	崩塌、不稳定斜坡	小	中等	中等	中等	露采人员及设备

II区露天采场	崩塌、不稳定斜坡	小	小	小	小	露采人员及设备
III区露天采场	崩塌、不稳定斜坡	小	小	小	小	露采人员及设备
其他露天采场	崩塌、不稳定斜坡	小	小	小	小	露采人员及设备
I区采动带	地面塌陷	小	小	小	小	地采人员及设备
工业场地	地面沉降	小	小	小	小	工人和设施
矿山道路	崩塌	小	小	中等	中等	工作人员及车辆
	滑坡、泥石流	小	小	小	小	工作人员及车辆
排土场	滑坡、泥石流、不稳定斜坡	小	小	中等	中等	施工人员及设备
尾矿库	滑坡、泥石流、不稳定斜坡	小	小	小	小	设施
评估区其他区	崩塌、滑坡、泥石流	小	小	小	小	道路、人员、车辆

中远期：预测评估矿山I区露天开采活动可能引发塌陷、不稳定斜坡地质灾害的可能性大，威胁露采人员 2-15 人，威胁机械设备、车辆安全，可能造成的经济损失小于 500 万元；危险程度中等，危险性大。II、III区露天开采活动可能引发塌陷、不稳定斜坡地质灾害的可能性较大，威胁露采人员小于 10 人，威胁机械设备、车辆安全，可能造成的经济损失小于 100 万元；危险程度小，危险性中等。I区地下开采形成的地面塌陷面积约 15.5630hm²，采空区胶结充填，威胁地采人员 30-57 人，威胁机械设备、车辆安全，可能造成的经济损失小于 500 万元，预测评估地面塌陷地质灾害危险性中等。

现状沿矿山道路分布的崩塌点、滑坡点(HP03、HP04)和预测I区露天境界周边崩塌点（BTY01-BTY08）引发地质灾害的可能性中等，危害中等，危险性中等。

中远期预测排土场废石废渣堆积量大，不稳定斜坡地质灾害强发育，威胁工作人员不超过 10 人，威胁机械设备，可能造成的经济损失小于 100 万元。预测评估不稳定斜坡地质灾害危害小，危险性中等。

除上述评估区外的其他区，地质灾害弱发育，危害小，危险性小。详见矿区中远期地质灾害危险性综合评估分区表 3-33 和矿区地质灾害中远期预测评估分区图 3-24。

图 3-23 矿区地质灾害近期预测评估分区图

图 3-24 矿区地质灾害中远期预测评估分区图

从上图可以看出：评估区内I区露天采场是地质灾害易发区；其他露天采场、矿体采动带、局部矿山道路和排土场区域属地质灾害中等易发区；尾矿库、工业场地、矿山道路的人工切坡，道路的自然边坡、切坡等，属地质灾害低易发区。

根据地质灾害危险性评估，按照就高不就低原则，对评估区地质灾害危险性进行叠加分区，评估区共分为矿山地质灾害危险性大区 1 个、中等区 26 个、小区 15 个）。详见矿山地质灾害危险性综合分区评估表 3-33。

表 3-33 矿区中远期地质灾害危险性综合评估分区表

评估区	地质灾害类型	现状评估	预测评估		地质灾害危险性综合分区评估	威胁对象
			①	②		
BT01-BT04	崩塌	小	中等	小	中等	行人
BT05-BT09	崩塌	小	中等	小	中等	施工人员及车辆
HP01-HP02	滑坡	小	小	小	小	行人
HP03-HP04	滑坡	小	中等	小	中等	施工人员及车辆
BTY01-BTY08	崩塌	小	中等	小	中等	施工人员及车辆
I区露天采场	崩塌、不稳定斜坡	小	中等	大	大	露采人员及设备
II区露天采场	崩塌、不稳定斜坡	小	中等	中等	中等	露采人员及设备
III区露天采场	崩塌、不稳定斜坡	小	小	中等	中等	露采人员及设备
其他露天采场	崩塌、不稳定斜坡	小	小	小	小	露采人员及设备
I 区采动带	地面塌陷	小	中等	中等	中等	地采人员及设备
工业场地	地面沉降	小	小	小	小	工人和设施
矿山道路	崩塌	小	小	中等	中等	工作人员及车辆
	滑坡、泥石流	小	小	小	小	工作人员及车辆
排土场	滑坡、泥石流、不稳定斜坡	小	小	中等	中等	施工人员及设备
表土堆场	泥石流	小	小	小	小	施工人员及设备
尾矿库	滑坡、泥石流、不稳定斜坡	小	小	小	小	设施
评估区其他区	崩塌、滑坡、泥石流	小	小	小	小	道路、人员、车辆

注：①矿山建设引发、加剧地质灾害的危险性；②矿山建设本身遭受地质灾害的危险性。

7、场地适宜性评价

建设用地适宜性由地质环境条件复杂程度、工程建设引发和建设工程遭受地质灾害的危险性、地质灾害防治难度三方面确定。建设用地适宜性分为适宜、基本适宜、适宜性差三个等级。

本矿区地质环境条件复杂程度为中等，工程建设引发和建设工程遭受地质灾害的危险性中等，地质灾害防治难度中等，建设场地适宜性为基本适宜。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、现状评估

（1）含水层结构：本矿山为新建矿山，截至目前，矿山尚未进行地面建设活动和露天或井下开采活动，采矿活动对区内含水层结构尚未产生破坏，采矿活动对地下含水层结构破坏影响程度较轻。

（2）含水层水位：矿山属新建矿山，尚未进行采矿活动，现状条件下，根据矿山出露泉点或钻孔，确定含水层的水位。

根据《新疆若羌县库木萨依锂铍钽稀有金属（铁）矿勘探报告》（以下简称“勘探报告”），矿区地层可划分 2 个含（隔）水层（段）：第四系松散岩类含水层及基岩裂隙含水层。第四系松散岩类含水层基本上不含水或含季节性潜水，基岩裂隙含水层中地下水主要赋存强风化带及构造裂隙中，富水性弱，矿区主要断层富水性弱，导水性弱，为阻水断层。

矿区地下水在低洼处埋藏较浅，在远离河流处埋藏较深；矿区内 9 个钻孔稳定水位标高 1079.72m~1148.96m，平均水位标高 1116.79m；含水层为黑云母石英片岩，分布于矿区大部分地区，含水层平均厚度约 32.77 米。

综上，现状条件下，矿山尚未进行开采，矿山建设活动对矿区地下水水位影响较轻。

（3）含水层水质：根据矿区勘探报告，矿区采集了全分析水样 3 件，分别为 SZK001 钻孔地下水，距勘查区东部边界 5 千米处的①号溪沟地表水，距勘查区西南部 10 千米处的②号溪沟地表水，查明了矿区地下水、地表水水质背景值（见表 3-34 至 3-36）。在本次调查期间未见地下水和地表水。

图 3-25 含水层现状评估图

表 3-34 SZK001 钻孔地下水水质分析结果表

分析项目		ρ ($B^{Z\pm}$)	$C(1/ZB^{Z\pm})$	$X(1/Z^{\pm})$	分析项目 $B^{\pm}$	ρ ($B^{\pm}$)	分析项目	ρ ($B^{\pm}$)
		mg/L	mmol/L	/10 ⁻²		mg/L		mg/L
阳离子	Na ⁺	4534.11	197.135	78.75	Li	1.74	挥发酚	----
	K ⁺	28.26	0.723	0.29	Al	0.04	洗涤剂	----
	Ca ²⁺	784.28	39.136	15.63	Cr	0.01	H ₂ SiO ₃	18.81
	Mg ²⁺	161.94	13.321	5.32	Mn	0.23	COD	5.12
	Fe ⁺³	0.65	----	----	Co	0.00	可溶性固体总盐	15403.48
	NH ₄ ⁺	<0.04	----	----	Ni	0.04	游离 CO ₂	----
					Cu	0.08		
					Zn	0.00		
					As	0.04		
	统计	5508.59	250.315	100.00				
							分析项目	以 CaCO ₃ 计
阴离子	Cl ⁻	5884.79	165.951	66.30	分析项目 $B^{\pm}$	ρ ($B^{\pm}$)		mg/L
	SO ₄ ²⁻	3937.23	81.973	32.75		mg/L	总酸度	----
	HCO ₃ ⁻	145.53	2.385	0.95	Se	0.02	总碱度	116.08
	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000	0.00	Sr	12.50	总硬度	656.35
	NO ₃ ⁻	0.00	0.000	0.00	Cd	0.00	暂时硬度	116.08
	NO ₂ ⁻	0.00	0.000	0.00	Ba	0.23	永久硬度	540.27
	PO ₄ ⁻³	<0.07	----	----	Pb	0.00	负硬度	0.00
					----	----	----	----
					----	----	----	----
	统计	9967.65	250.315	100.00	pH: 7.66			
	总计	15476.24	----	----				

表 3-35 ①号溪沟地表水水质分析结果表

分析项目		$\rho(B^{Z\pm})$	$C(1/ZB^{Z\pm})$	$X(1/Z^{\pm})$	分析项目 $B^{\pm}$	$\rho(B^{\pm})$	分析项目	$\rho(B^{\pm})$
		mg/L	mmol/L	/10 ⁻²		mg/L		mg/L
阳离子	Na ⁺	399.74	17.380	55.87	Li	0.05	挥发酚	----
	K ⁺	15.79	0.404	1.30	Al	0.04	洗涤剂	----
	Ca ²⁺	166.87	8.327	26.77	Cr	0.04	H ₂ SiO ₃	9.87
	Mg ²⁺	60.73	4.996	16.06	Mn	0.00	COD	0.56
	Fe ⁺³	0.51	----	----	Co	0.00	可溶性 固体总 盐	1919.95
	NH ₄ ⁺	<0.04	----	----	Ni	0.01	游离 CO ₂	----
					Cu	0.01		
					Zn	0.00		
					As	0.04		
	统 计	643.13	31.106	100.00				
							分析项目	以 CaCO ₃ 计
阴离子	Cl ⁻	494.52	13.945	44.83	分析项目 $B^{\pm}$	$\rho(B^{\pm})$		mg/L
	SO ₄ ²⁻	709.43	14.770	47.48		mg/L	总酸度	----
	HCO ₃ ⁻	145.53	2.385	7.67	Se	0.01	总碱度	116.08
	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000	0.00	Sr	1.62	总硬度	166.69
	NO ₃ ⁻	0.00	0.000	0.00	Cd	0.00	暂时硬 度	116.08
	NO ₂ ⁻	0.00	0.000	0.00	Ba	0.10	永久硬 度	50.61
	PO ₄ ⁻³	<0.07	----	----	Pb	0.00	负硬度	0.00
	统 计	1349.58	31.106	100.00	pH: 8.30			
	总 计	1992.71	----	----				

表 3-36 ②号溪沟地表水水质分析结果表

分析项目		$\rho(B^{Z+})$	$C(1/ZB^{Z+})$	$X(1/Z^{+})$	分析项目 $B^{\pm}$	$\rho(B^{\pm})$	分析项目	$\rho(B^{\pm})$
		mg/L	mmol/L	/10 ⁻²		mg/L		mg/L
阳离子	Na ⁺	716.56	31.155	69.41	Li	0.06	挥发酚	----
	K ⁺	15.91	0.407	0.91	Al	0.05	洗涤剂	----
	Ca ²⁺	183.55	9.159	20.41	Cr	0.01	H ₂ SiO ₃	12.78
	Mg ²⁺	50.61	4.163	9.27	Mn	0.00	COD	0.72
	Fe ⁺³	0.78	----	----	Co	0.00	可溶性 固体总 盐	2825.71
	NH ₄ ⁺	<0.04	----	----	Ni	0.01	游离 CO ₂	----
					Cu	0.01		
					Zn	0.00		
					As	0.05		
	统 计	966.63	44.884	100.00				
							分析项目	以 CaCO ₃ 计
阴离子	Cl ⁻	725.30	20.453	45.57	分析项目 $B^{\pm}$	$\rho(B^{\pm})$		mg/L
	SO ₄ ²⁻	1064.96	22.173	49.40		mg/L	总酸度	----
	HCO ₃ ⁻	137.45	2.253	5.02	Se	0.02	总碱度	109.63
	CO ₃ ²⁻	0.00	0.000	0.00	Sr	1.76	总硬度	166.69
	NO ₃ ⁻	0.00	0.000	0.00	Cd	0.00	暂时硬 度	109.63
	NO ₂ ⁻	0.00	0.000	0.00	Ba	0.09	永久硬 度	57.06
	PO ₄ ⁻³	<0.07	----	----	Pb	0.00	负硬度	0.00
					----	----	----	----
					----	----	----	----
	统 计	1927.81	44.884	100.00	pH: 8.34			
	总 计	2894.44	----	----				

根据矿区勘探报告，矿区基岩裂隙水地下水化学类型为 Cl·SO₄- Na 型水，总硬度 656.35，属于硬水，水质极差，为V类，不适宜作为生活饮用水；①号溪沟地表水质量为IV类，可适当处理后作为生活、生产用水；②号溪沟地表水质量为V类，不适宜作为生活饮用水。

综上，现状条件下，评估区地下水化学含量较高，不宜直接作为生活饮用水水源，

新建矿山尚未进行矿山开采对含水层影响“较轻”。

2、预测评估

(1) 含水层结构

近期 5 年影响：根据矿山开采规划方案，开采从I区开始，前 5 年仅有I区露天采场在开采，其中基建期 1 年，近期开采范围在 1416m-1296m 范围。矿区主要有第四系孔隙含水层和基岩裂隙含水层，开采活动主要影响基岩裂隙含水层，单位涌水量 0.014L/s.m，渗透系数 0.039m/d。基岩裂隙含水层整体富水性弱，地下水补给条件差。据《勘探报告》，地下水静止水位标高为 1079.72m~1148.96m，平均水位 1116.79m。近期矿体的开采大多在地下水位以上，因此矿体的开采对含水层结构造成的破坏较轻。

图 3-26 I区露天采坑与含水层关系剖面图

中远期预测：影响评估区矿床充水的含水层主要有基岩裂隙含水层，矿体开采标高 1020m~1416m，主要矿体位于地下水位（平均 1116.79m）以上。基岩裂隙含水层富水性弱，不满足供水取水。矿体开采对含水层结构造成破坏方式主要表现为矿体开采后顶板发生垮落，形成导水裂隙带，从而使含水层结构遭到破坏，导致地下水漏失，水位下降，形成新的地下水运移通道。采矿方法为充填法，矿山开采只是局部破坏了地下水赋存条件及径流条件，未造成大范围的含水层疏干，未波及第四系潜水及地表水体。根据地质灾害章节中有关采空地面塌陷的计算可知，垮落带高度约 5.02m-10.48m、导水裂隙带高度约 29.47m-55.97m，地下开采的矿体，近地表的矿体留待最后进行开采，可有效减少地面塌陷。因此预测中远期矿体开采对含水层结构破坏影响较轻。

图 3-27 II区北露天采坑与含水层关系剖面图（钻孔未见地下水）

图 3-28 I区地下采坑与含水层关系剖面图

(2) 地下水水位

近期 5 年影响：据《勘探报告》，地下水静止水位标高为 1079.72m~1148.96m，平均水位 1116.79m。近期矿体的开采（1416m-1296m）均在地下水位以上，矿山排水以大气降水或积雪融水量为主，排水会造成矿区含水层局部地下水位的小幅度下降。因此预测近期矿体的开采对含水层水位影响较小。

中远期预测：根据矿区矿体开采规划方案，含水层水位埋深 237.53m-282.12m，平均埋深 255.58m，矿体开采垂向高度约 396m（1416m-1020m），只有I区少部分矿体位于地下水位以下，主要在 04 线-12 线之间，矿体平面面积约 13529m²，开采对地下水位影响范围小。I区露天采坑 1212m 标高，正常涌水量 517m³/d，极端暴雨天气涌水量为 2515m³/d；I区地下矿坑系统 1080m 标高，正常涌水量 452m³/d，最大涌水量 587m³/d。根据矿区抽、注水试验资料（表 3-37）和涌水量计算公式，计算的影响半径约 83m，影响面积约 0.066km²，均在I区露天采坑境界范围内。矿区含水层整体富水性弱，补给条件差，矿床水文地质条件简单。矿坑主要充水因素为大气降雨、积雪融水，其次为地下水。中远期对含水层水位（涌水量小）影响较轻。矿坑排水将造成矿区赋矿含水层水位下降，影响范围有限，基本上圈定在I区采动带以内，不会影响矿区及周围生产生活供水。因此，预测采矿活动对地下水水位影响较轻。

图 3-29 I区地下矿坑系统与含水层关系图

图 3-30 I区地下开采矿体与含水层关系平面图

表 3-37 钻孔抽、注水试验成果统计表

抽水钻孔	水位标高 (m)	降深(m)	含水层厚度 (m)	涌水量(L/s)	单位涌水量 (L/s.m)	渗透系数 (m/d)
SZK0001	240.49	6.12~17.51	35.81	0.089~0.24	0.014	0.033~0.046
注水钻孔	试验深度 (m)	试段长度 (m)	地下水位(m)	初始试验水 头 (m)	试验时长 (min)	渗透系数 (m/d)
SZK0002	20	5	1	2	30	0.1476

(3) 地下水水质

近期 5 年影响：根据矿区矿体开采规划方案，露采阶段矿山总用水量 10548m³/d，采矿用水量 332m³/d；选矿用水量 10216m³/d，其中生产用新水量 478m³/d、生活用水量 165m³/d、循环水量 2134m³/d、回用水 7439m³/d。选矿部分水重复利用率约为 93.7%。全厂生活污水 64.2m³/d，经化粪池预处理后，自流至一体化污水处理装置处理并消毒后，做为厂区绿化用水，多余的水排放。生产废水 7439m³/d，经集水池收集后送至工艺尾矿浓密机浓密后回用，不外排。生产废水回用，生活污水也经过有效处理，对环境的影响较小，总体对地下水水质影响较小。

中远期预测：

根据矿区矿体开采规划方案，露采阶段矿山总用水量 10548m³/d，采矿用水量 332m³/d；选矿用水量 10216m³/d，其中生产用新水量 478m³/d、生活用水量 165m³/d、循环水量 2134m³/d、回用水 7439m³/d。选矿部分水重复利用率约为 93.7%。地下开采

阶段总用水量 10802m³/d，采矿用水量 572.6m³/d；选矿用水量 10229.4m³/d，其中生产新水用水量 607m³/d，生活新水用水量约 167.4m³/d，回水量 7321m³/d，循环水量 2134m³/d，选矿部分工程用水重复利用率 92.4%。全厂生活污水 64.2m³/d，经化粪池预处理后，自流至一体化污水处理装置处理并消毒后，做为厂区绿化用水，多余的水排放。生产废水 7439m³/d，经集水池收集后送至工艺尾矿浓密机浓密后回用，不外排。生产废水回用，生活污水也经过有效处理，对环境影响较小，总体对地下水水质影响较小。

根据《勘探报告》，矿石经化学多元素分析显示，锂铌钽矿石中 Fe₂O₃、CaO、MgO 含量较高，矿体中 Fe₂O₃ 平均含量 1.434%~1.947%，CaO 平均含量 0.486%~1.489%，MgO 平均含量 0.179%~0.458%。铁矿石中的有害元素为硅、硫、磷，矿石中 SiO₂ 含量 43.61%~50.04%，平均含量 45.37%；S 含量 0.04%~0.40%，平均含量 0.17%；P 含量 0.19%~0.28%，平均含量 0.24%。

未来矿山开采时可能使矿中有害物质进入地下水，从而影响地下水水质。受有害组分污染的地下水均汇集于采区内，这些污染水体在开采过程中短时间内被疏干排至地表沉淀池，进入到邻近的含水岩组中可能性小，因此，未来矿山开采时对地下水水质的影响较轻。

选矿厂位于山前平坦区、排土场位于沟谷中下游、尾矿库位于山前与平原交接处，都与地下水不直接接触，且离采场（与地下水直接接触）都较远，采场位于地势较高的山体，所以选矿厂、排土场、尾矿库对地下水系统影响小。矿区无地表水系，仅沟谷中存在季节性流水，流过即干涸，加之矿区蒸发量远大于降雨量，所以选矿厂、排土场、尾矿库对地表水影响小。

矿床开采时生产生活供水为米兰河水，可满足工业及生活用水需要。矿山开采对生产生活用水影响较轻。

（4）含水层预测评估结果

综上所述，预测近期评估区内矿山开采对地下含水层影响较轻。近期矿山开采对含水层影响预测评估见表 3-38 和图 3-31。

表 3.2-32 近期含水层预测评估表

评估区	含水层结构	地下水水位	地下水水质	面积 hm ²	预测评估
I区露天采场	较轻	较轻	较轻	21.8663	较轻
II区露天采场（未施工）	较轻	较轻	较轻	8.1652	较轻
III区露天采场（未施工）	较轻	较轻	较轻	1.2607	较轻
IV区露天采场（未施工）	较轻	较轻	较轻	0.7712	较轻

V区露天采场（未施工）	较轻	较轻	较轻	0.3837	较轻
其他区	较轻	较轻	较轻	817.0194	较轻
合计	-	-	-	849.4665	-

综上所述，预测中远期评估区内矿山开采对地下含水层影响较轻。中远期矿山开采对含水层影响预测评估见表 3-39 和图 3-32。

表 3-39 中远期含水层预测评估表

评估区	含水层结构	地下水水位	地下水水质	面积 hm ²	预测评估
I区露天采场	较轻	较轻	较轻	21.8663	较轻
II区露天采场	较轻	较轻	较轻	8.1652	较轻
III区露天采场	较轻	较轻	较轻	1.2607	较轻
IV区露天采场	较轻	较轻	较轻	0.7712	较轻
V区露天采场	较轻	较轻	较轻	0.3837	较轻
I区地下采动带	较轻	较轻	较轻	31.0523*	较轻
其他区	较轻	较轻	较轻	807.8334	较轻
合计	-	-	-	849.4665	-

*说明：I区地下采动带和I区露天采场大部分为叠合区。

图 3-31 含水层近期预测评估图

图 3-32 含水层中远期预测评估图

（四）矿区地形地貌景观等破坏现状分析与预测

根据现场调查，矿业活动对原生地形地貌景观造成的影响和破坏主要为预测地面塌陷区造成的塌陷，露天采场造成的挖损，废石场、尾矿库、工业场地、生活区及矿山道路造成的填、挖和修建。

1、矿区地形地貌景观破坏现状评估

（1）矿区地形地貌景观破坏现状评估

评估区内不涉及各类自然保护地、建设项目压覆区及人文景观等。本矿山为新建矿山，现状条件下，矿山只建设有部分矿山简易道路，呈带状分布，分布在I区露天采场、II区北露天采场和I区露天采场北部，路面宽约 4m，面积约 1.0736hm²，碎石土质路面，修建过程中有小规模削切坡工程，削切坡面高 2-5 米，对原生地形地貌景观影响和破坏程度较严重。

矿山勘查期间建有项目部和岩芯库、面积分别为 1158m²、1108m²，合计 0.2266hm²，对原生地形地貌景观影响和破坏程度较严重。

其他未拟建工程暂未对矿区地形地貌造成破坏。依据《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》“附录 E 矿山地质环境影响程度分级表”，评估区除现有简易道路外，现状对地形地貌景观的影响程度“较轻”。

图 3-33 矿区地形地貌景观影响和破坏现状评估图

(2) 矿区生态状况调查评估

1) 植物群落特征与分布

本项目所在阿尔金山的山麓、中山、亚高山以至高山带，均以荒漠植被占统治地位。由于其他地理条件的限制，项目区荒漠植物种类十分贫乏，群落稀疏，植被类型简单，覆盖度约为2%，绝大部分地段为无植被的裸地。

表3-40 评价区植物名录

序号	种类	拉丁名	分布程度
1	短叶假木贼	<i>Anabasis brevifolia</i> C.A.Mey.	
2	叉毛蓬	<i>Petrosimonia sibirica</i> (Pall.)Bung	+
3	沙生针茅	<i>Stipa glareosa</i> P.A.Smirn.	++
4	新疆绢蒿	<i>Seriphidium kaschg aricum</i>	+
5	合头草	<i>Sympegma regaVin</i> Bnge	++
6	琵琶柴	<i>Reaumuria songonica</i> all axm.	++
7	驼绒藜	<i>Krascheninnikavia re atoides</i> (LFueldenst.	++
8	盐穗木	<i>Halostachys ca wica</i> (At Pib.)C.A.Mey.	+
9	盐角草	<i>Aicornia uhopaea</i> L.	+
10	散枝蓬	<i>PyankbNba</i> (Pall.)Akhani&Roalson	+
11	盐生草	<i>Walogetoan loveratus</i> (M.Bieb.)C.A.Mey	+
12	木本猪毛菜	<i>Salsola arbuscula</i> Pall	+

注：+为偶见种，++为常见种

在矿区分布的天然植被中，结合现场踏勘实际情况，未见国家和自治区重点保护的植物，未见《中国生物多样性红色名录》中列为极危、濒危和易危的物种及其他重要物种，未见《新疆国家重点保护野生植物名录》、《新疆维吾尔自治区重点保护野生植物名录》中列明的重点保护野生植物。

2) 动物群落特征与分布

在动物区系上，本项目矿区野生动物种类较少、数量较少，无珍稀和濒危物种。项目区域内无国家保护物种。区域内野生动物常见种类见下表。

表3-41 项目区域常见动物组成

种 类	学 名
爬行类	
密点麻蜥	<i>Eremias multionllata</i>
快步麻蜥	<i>Eremias velox</i>
荒漠麻蜥	<i>Phrynocephalus grumgr zimoloi</i>
兽类	

蒙古兔（中亚亚种）	<i>Lepus tolai czntrasia ius</i>
毛脚跳鼠	<i>DipAag tta</i>
黄兔尾鼠	<i>LagarysYieas</i>
大沙鼠	<i>△ml omys gpimus</i>
小五趾跳鼠	<i>actage sibirca</i>
子午沙鼠	<i>Mer dnes meridianus</i>
红尾沙鼠	<i>eriones erythrourus</i>
类	
小沙百灵	<i>Calandrella rufescens</i>
树麻雀	<i>Passer montanus</i>
漠鹀	<i>Oenanthe Jesevli atrogularis</i>

为了客观全面地获得本工程评价区域现有动物资源情况，本次调查结合评价区生境类型，共设置 3 条野生动物调查样线，实地调查了该区域的动物资源情况。

建设单位沿途踏勘和资料收集，矿区沿线范围内，未见其他国家、地方保护野生动物活动，在矿区范围附近极少见到大型兽类动物活动，在沿样线踏勘途中未发现重点保护野生动物的踪迹(包括足印、粪便、体毛、爪印、食痕、睡窝、洞穴)。本次调查在冬季进行，未记录到保护野生动物的活动痕迹，未见其他大型野生动物及国家、地方保护野生动物活动。

3) 重要生态敏感区

根据若羌县自然资源局关于本项目土地开发利用规划证明（具体见附件 10）。本项目及评价区不涉及自然保护地，世界自然遗产和生态保护红线等重要生态敏感区。

4) 已损毁土地生态状况

由于项目前期的探矿活动,形成了探矿道路,探矿道路损毁土地面积为 5.1144hm²。探矿道路造成的已损毁土地造成了植被破坏和地表扰动，使得区域生境破碎化，导致已损毁土地生态有一定程度的退化。但探矿道路由于呈线状分布，对项目区域原有荒漠生态系统结构和功能不会产生大的破坏。

2、矿区地形地貌景观破坏预测评估

(1) 近期（前 5 年）地形地貌景观预测

根据矿山开采规划方案，先开采 I 区矿体，I 区露天采场基建期为 1 年，前 5 年（含基建）露天开采标高为 1416m~1296m。露天开采的第 8 年开采地下开采的基建，同时开展其他区矿体的露天开采。矿山开采近期对地形地貌景观的影响主要表现在两个方面：一是工业场地、排土场、表土堆场、尾矿库和矿区道路持续占用土地，破坏原有地形地貌和矿区生态系统；二是 I 区露天采场的开挖对地形地貌景观破坏和矿区生

态系统。对矿区生态系统的影响主要体现在露天采场挖损、工业场地、排土场、尾矿库等压占使得地表植物的死亡和破坏，造成植被覆盖度和生物量的降低；生境占用导致野生动物栖息地质量和面积降低；造成水土流失，进而导致荒漠生态系统结构与功能退化。

1) I区露天采场：为山坡凹陷式采坑，采坑呈北东向，长 735 米，宽 350 米，面积约 21.8663hm²，露天境界最高标高 1416m，境界坑底标高 1200m，近期开采至标高 1296m，最大边坡高度 120m，规划 10 个台阶，台阶高度 12m，台阶坡面角 65°（临近地表土层 45°）。预测I区露天采场近期对地形地貌景观的影响程度为严重。

2) 工业场地：工业场地包含采矿工业场地、选矿工业场地、生活区、高位水池、充填站等。主要建、构筑物有采矿办公室、采矿综合仓库、副产高矿堆场、外购矿堆场、原矿堆场、粗碎车间、中细碎车间、配电室、筛分车间、粉矿仓、综合选矿车间、锅炉房、试化验室、选矿车库、机修车间、35KV 变电站、高压细水雾泵房、浓密车间配电室、精矿浓密池、尾矿脱水浓密池、浮前浓密池、精矿脱水车间、尾矿脱水车间、回水泵房、生产区生活污水处理站、初期雨水池、食堂、浴室、宿舍楼、办公楼、消防泵站、生活水净化站、生活区污水处理站、充填站浓密机、水泥仓、充填站水泵房、充填站高位水池等。场地建设过程中存在挖方、填方，修路、盖房子、岩（矿）石堆放等，预测损毁土地面积约 14.8324hm²，改变了地形地貌形态，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较严重。

矿山勘查期间建有的项目部已重新规划入采矿工业场地，岩芯库继续保留，面积纳入采矿工业场地。

3)排土场占地面积 24.4364hm²，布置 N3 沟谷的中下游，近 5 年堆置标高为 1288m，堆置高度 66m。排土场建设过程中的大量填方改变了原有地形地貌形态，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重。

4) 表土堆场占地面积 2.9129hm²，布置 N3 沟谷的下游，近 5 年堆置标高为 10m，堆置高度 12m。表土堆场建设过程中的大量填方改变了原有地形地貌形态，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较严重。

5) 尾矿库占地面积 30.0736hm²，位于 N4 沟谷出口的西南侧，为傍山库。尾矿库坝顶标高 1246m，最大坝高 64m，总库容 579.0×10⁴m³，有效库容 469.02×10⁴m³。尾矿库建设过程中的大量挖方、填方，改变了地形地貌形态，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重。

6) 矿区道路，长约 10345m，面积 6.207hm²。局部路段修建过程中的开挖边坡、

修筑路基、铺设路面对原生地形地貌景观影响和破坏程度较大，对地形地貌景观破坏较严重。

(2) 中远期地形地貌景观预测

中远期不再新建地面工程，但采选工业场地、矿山道路、表土堆场等仍将保持破坏地形地貌状态，排土场、尾矿库等随着矿山开采的不断推进对原生的地形地貌的影响和破坏程度增大，中远期内地形地貌景观的影响和破坏程度严重。中远期矿山有地下开采，近地表矿体开采将产生地面塌陷。矿区中远期对矿区生态系统的影响主要体现在露天采场挖损、工业场地、排土场、尾矿库等压占使得地表植物的死亡和破坏，造成植被覆盖度和生物量的降低；生境占用导致野生动物栖息地质量和面积降低；造成水土流失，进而导致荒漠生态系统结构与功能持续退化。

1) 规划露天采场

I区露天采场：为山坡凹陷式采坑，采坑呈北东向，长 735 米，宽 350 米，面积约 21.8663hm²，露天境界最高标高 1416m，境界坑底标高 1200m，最大边坡高度 216m，规划 18 个台阶，台阶高度 12m，台阶坡面角 65°（临近地表表土层 45°）。预测I区露天采场对地形地貌景观的影响程度为严重。

II区北露天采场：为山坡式采坑，采坑呈北东向，长 530 米，宽 170 米，面积约 5.8997hm²，露天境界最高标高 1360m，坑底标高 1251m，最大边坡高度 109m，规划 9 个台阶，台阶高度 12m，台阶坡面角 65°。预测II区北露天采场对地形地貌景观的影响程度为严重。

II区南露天采场：为山坡式采坑，采坑呈东西向，长 420 米，宽 40 米，面积约 1.7841hm²，露天境界最高标高 1420m，坑底标高 1364m，最大边坡高度 56m，规划 5 个台阶，台阶高度 12m，台阶坡面角 65°。预测II区南露天采场对地形地貌景观的影响程度为较严重。

II区西露天采场：为山坡式采坑，采坑呈北东向，长 112 米，宽 54 米，面积约 0.4814hm²，露天境界最高标高 1342m，坑底标高 1316m，最大边坡高度 26m，规划 2 个台阶，台阶高度 12m，台阶坡面角 65°。预测II区西露天采场对地形地貌景观的影响程度为较轻。

III区西露天采场：为山坡式采坑，采坑呈东西向，长 140 米，宽 55 米，面积约 0.6784hm²，露天境界最高标高 1284m，坑底标高 1242m，最大边坡高度 42m，规划 4 个台阶，台阶高度 12m，台阶坡面角 65°。预测III区西露天采场对地形地貌景观的影

响程度为较严重。

III区东露天采场：为山坡式采坑，采坑呈东西向，长 150 米，宽 45 米，面积约 0.5823hm²，露天境界最高标高 1292m，坑底标高 1260m，最大边坡高度 32m，规划 3 个台阶，台阶高度 12m，台阶坡面角 65°。预测III区东露天采场对地形地貌景观的影响程度为较轻。

IV区露天采场：为山坡式采坑，采坑呈北西向，长 150 米，宽 60 米，面积约 0.7712hm²，露天境界最高标高 1258m，坑底标高 1236m，最大边坡高度 22m，规划 2 个台阶，台阶高度 12m，台阶坡面角 65°。预测IV区露天采场对地形地貌景观的影响程度为较轻。

V区露天采场：为山坡式采坑，采坑呈北东向，长 125 米，宽 40 米，面积约 0.3837hm²，露天境界最高标高 1336m，坑底标高 1314m，最大边坡高度 22m，规划 2 个台阶，台阶高度 12m，台阶坡面角 65°。预测V区露天采场对地形地貌景观的影响程度为较轻。

2) I区地采采动带：矿区仅I区有地下开采，采动带面积为 31.0523hm²。近地表矿体的开采将会产生地面塌陷，考虑将该部分矿体放在最后开采，可有效减少地面塌陷。地下开采标高 1416-1020m，预测地面塌陷范围面积 15.5630hm²，由于采用充填法开采，塌陷的最大下沉值为 30.47mm，平均值为 9.1mm；其对地形地貌的景观影响较小，对地形地貌景观破坏较轻。

3)排土场占地面积 24.4364hm²，布置 N3 沟谷的中下游，最大堆置标高为 1354m，堆置高度 132m。排土场建设过程中的大量填方改变了原有地形地貌形态，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重。

矿业活动对地形地貌景观影响和破坏的预测评估结果见表 3-42，近期及中远期评估分区见图 3-34、图 3-35。

表 3-42 地形地貌景观影响预测评估表

评估区	破坏情况	面积 (hm ²)	近期评估结果	中远期评估结果
I区露天采场	地形地貌景观发生严重变化	21.8663	严重	严重
II区北露天采场	地形地貌景观发生严重变化	5.8997	较轻	严重
II区南露天采场	地形地貌景观发生较严重变化	1.7841	较轻	较严重
II区西露天采场	地形地貌景观发生较轻变化	0.4814	较轻	较轻
III区西露天采场	地形地貌景观发生较严重变化	0.6784	较轻	较严重
III区东露天采场	地形地貌景观发生较轻变化	0.5823	较轻	较轻
IV区露天采场	地形地貌景观发生较轻变化	0.7712	较轻	较轻
V区露天采场	地形地貌景观发生较轻变化	0.3837	较轻	较轻
I区地采采动带	地形地貌景观发生较轻变化	31.0523	较轻	较轻
工业场地	地形地貌景观发生较严重变化	14.8324	较严重	较严重

排土场	地形地貌景观发生严重变化	24.4364	严重	严重
表土堆场	地形地貌景观发生较严重变化	2.9129	较严重	较严重
尾矿库	地形地貌景观发生严重变化	30.0736	严重	严重
矿山道路	地形地貌景观发生较严重变化	0.45/6.207	较严重/较轻	较严重/较轻
其他区	地形地貌景观发生较轻变化	707.0432	较轻	较轻
合计	-	849.4665	-	-

图 3-34 矿区近期地形地貌景观影响和破坏预测评估分区图

图 3-35 矿区中远期地形地貌景观影响和破坏预测评估分区图

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

（1）水土环境污染现状分析

新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿尚未开采，故尚未形成因本项目采矿选矿对矿区水土环境造成的污染，由于本项目东侧新疆若羌县砂梁西铁矿已经开采，因此本次调查对地表水水体、土壤进行现状调查。地表水水体、土壤监测点位布置如图 3-36 所示。

图 3-36 矿区土壤及周边地表水体采样点分布图

1) 水环境现状分析

本《方案》对项目周边地表水体米兰河和水沟的水质进行地表水环境质量调查，该水体位于本项目东侧约 6km 处，建设单位委托新疆地矿局第三地质大队地调所对地表水体进行采样，地表水样品的取样时间为 2024 年 5 月，检测项目包括 Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 、 K^+ 、 Cl^- 、 SO_4^{2-} 、 HCO_3^- 、 CO_3^{2-} 、pH 值、总硬度、总碱度、溶解性总固体、Hg、Cr、Mn、Ni、Cu、Zn、As、Se、Fe、Cd、Pb、菌落总数、总大肠菌群等 25 项。各监测指标的检测方法和检测分析结果见表 3-43。

表 3-43 矿区周边现状地表水样检测结果统计表

序号	检验项目	单位	米兰河	水沟	检测方法	标准限值（地表水Ⅲ类）	是否超标
1	Na^+	mg/L	122.84	435.25	《生活饮用水标准检验方法 第 5 部分：无机非金属指标》 （GB/T5750.5-2023）	/	/
2	Ca^{2+}	mg/L	92.18	174.35		/	/
3	Mg^{2+}	mg/L	47.39	44.96		/	/
4	K^+	mg/L	1.17	22.31		/	/
5	Cl^-	mg/L	176.0	490.6		/	/
6	SO_4^{2-}	mg/L	282	717		/	/
7	HCO_3^-	mg/L	183.21	128.25		/	/
8	CO_3^{2-}	mg/L	0.00	0.00		/	/
9	pH 值	/	8.07	7.96	《水质 pH 值的测定 电极法》（HJ 1147-2020）	6~9	/
10	总硬度	mg/L	425.38	620.56	《生活饮用水标准检验方法 第 4 部分：感官性状和物理指标》 （GB/T5750.4-2023）	/	/
11	溶解性总固体	mg/L	865	2075		/	/
12	Hg	mg/L	7×10^{-5} L	7×10^{-5} L	《生活饮用水标准检验方法 第 6 部分：金属和类金属指标》	0.0001	否
13	Cr	mg/L	6.5×10^{-4}	8×10^{-4}		0.05	否
14	Mn	mg/L	0.005	3.3×10^{-4}		0.1	否

序号	检验项目	单位	米兰河	水沟	检测方法	标准限值（地表水Ⅲ类）	是否超标
15	Ni	mg/L	2×10^{-4}	5×10^{-4}	（GB/T5750.6-2023）	0.02	否
16	Cu	mg/L	9×10^{-5} L	9×10^{-5} L		1	否
17	Zn	mg/L	0.012	0.010		1	否
18	As	mg/L	0.001	6.8×10^{-4}		0.05	否
19	Se	mg/L	0.001	0.003		0.01	否
20	Fe	mg/L	0.094	0.114		0.3	否
21	Cd	mg/L	6×10^{-5} L	6×10^{-5} L		0.005	否
22	Pb	mg/L	1.5×10^{-4}	2.7×10^{-4}		0.05	否
23	菌落总数	CFU/mL	7	123	《生活饮用水标准检验方法 第12部分:微生物指标》 （GB/T5750.12-2023）	/	/
24	总大肠菌群	MPN/100 mL	未检出	未检出		10000	否

从上表中可知，监测期间，所取米兰河和水沟中水样的各类检测因子均能满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准要求，区域内地表水水质整体较好。

2) 土壤环境现状分析

①土壤环境质量现状监测数据

新疆腾晟矿业有限公司委托新疆地质巴音郭勒地质大队于2024年12月26日对矿区土壤进行监测。采样点布设在规划尾矿库址和规划选矿厂址，分别编号土样1（选矿厂）、土样2（尾矿库）。采样照片如图3-37所示。土壤中各类监测指标的监测方法如表3-44所示。采样检测结果见表3-45。



图 3--37 土壤取样照片

表 3-44 土壤中各类监测指标的监测方法一览表

检测项目	检测依据	主要检测仪器、仪器编号
pH 值	NY/T 1377-2007	便携式测定仪(多参数仪)/SB057
砷	HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪/SB093
镉	HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪/SB093
铜	HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪/SB093

铅	HJ 803-2016	电感耦合等离子体质谱仪/SB093
汞	GB/T22105.1-2008	双道原子荧光光度计/SB012
镍	HJ803-2016	电感耦合等离子体质谱仪/SB093
六价铬	HJ 1082-2019	原子吸收光谱仪/

表 3-45 土壤采样检测结果表

样品编号		土样 1	土样 2	第二类用地筛选值
pH 值	/	7.8	8.1	/
砷	mg/kg	7.2	6.8	60
镉	mg/kg	0.09	0.1	65
铜	mg/kg	17.6	17.2	18000
铅	mg/kg	17	17	800
汞	mg/kg	0.006	0.005	38
镍	mg/kg	22	21	900
六价铬	mg/kg	0.5L	0.5L	5.7

从表中可知，土壤样品中的监测因子均能满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018)中第二类用地土壤筛选值要求。

②引用的土壤环境质量现状数据

本项目还引用《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿选矿厂建设项目环境影响报告书》中的土壤环境质量现状监测数据。监测单位新疆齐新环境服务有限公司于 2024 年 12 月 28 日对矿区土壤进行监测。监测指标包括镉、汞、砷、铅、六价铬、铜、镍、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、间二甲苯+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，等 45 项基本监测项目，此外还监测了 pH 值和含盐量。

表 3-46 土壤中各类指标的检测方法

检测项目	检测依据
pH	土壤 pH 值的测定 电位法 HJ 962-2018
水溶性盐总量	土壤检测 土壤水溶性盐总量的测定 NY/T 1121.16-2006
石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）	土壤和沉积物 石油烃（C ₁₀ -C ₄₀ ）的测定 气相色谱法 HJ 1021-2019
铜	土壤和沉积物 铜、锌、铅、镍、铬的测定 火焰原子吸收分光光度法 HJ 491-2019
镍	
铬	
锌	
六价铬	土壤和沉积物 六价铬的测定 碱溶液提取-火焰原子吸收分光光度法

	HJ 1082-2019
镉	土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法 GB/T 17141-1997
铅	
砷	土壤和沉积物 汞、砷、硒、铋、锑的测定 微波消解/原子荧光法 HJ 680-2013
汞	
锑	
铊	土壤和沉积物 铊的测定 石墨炉原子吸收分光光度法HJ 1080-2019
钴	土壤和沉积物 钴的测定 火焰原子吸收分光光度法HJ 1081-2019
铍	土壤和沉积物 铍的测定 石墨炉原子吸收分光光度法HJ 737-2015
钒	土壤和沉积物 11 种元素的测定 等离子体发射光谱法HJ 974-2018
硝基苯	土壤和沉积物 半挥发性有机物的测定 气相色谱-质谱法 HJ 834-2017
2-氯苯酚	
苯并[a]蒽	
苯并[a]芘	
苯并[b]荧蒽	
苯并[k]荧蒽	
蒎	
二苯并[a,h]蒽	
茚并[1,2,3-c,d]芘	
萘	
苯胺	土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空气相色谱-质谱法 HJ 642-2013
1,2-二氯苯	
氯乙烯	
1,1-二氯乙烯	
二氯甲烷	
反-1,2-二氯乙烯	
1,1-二氯乙烷	
顺-1,2-二氯乙烯	
氯仿	土壤和沉积物 挥发性有机物的测定 顶空气相色谱-质谱法 HJ 642-2013
1,1,1-三氯乙烷	
四氯化碳	
1,2-二氯乙烷	
三氯乙烯	
苯	
1,2-二氯丙烷	
甲苯	
1,1,2-三氯乙烷	
四氯乙烯	
氯苯	
1,1,1,2-四氯乙烷	
乙苯	

间，对-二甲苯	
邻-二甲苯	
苯乙烯	
1,1,2,2-四氯乙烷	
1,2,3-三氯丙烷	
1,4-二氯苯	
氯甲烷	土壤和沉积物 挥发性卤代烃的测定 顶空/气相色谱-质谱法 HJ 736-2015

根据《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿选矿厂建设项目环境影响报告书》中的土壤监测结果统计表可知，其中 2 个检测 45 项基本项目的监测点位的检测结果满足《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB36600-2018）第二类用地风险筛选值标准要求。其余监测点位的检测结果满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中风险筛选值要求。

矿区土壤生态环境风险低，矿区之前基本无人类活动或人类活动对矿区土壤污染较轻。区域土壤环境质量整体较好。

综上所述，根据上述地表水和土壤的检测 results，现状条件下，土壤和地表水环境质量较好，水土环境污染较轻。水土污染现状评估图如图 3-38 所示。

图 3-38 矿区水土环境污染现状评估图

(2) 矿区水土环境污染预测评估

本项目收集了项目选矿实验中浮选尾水水样数据和项目周边砂梁西铁矿的废石样品重金属浸出浓度的数据。用以代表项目生产后选矿废水和排土场淋溶水的水质情况。

①选矿实验浮选尾水水质情况

选矿实验浮选尾水水质如下表 3-47 所示。由表可知，除 COD_{Cr} 超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中三级标准要求外，重金属因子均能达标。

表 3-47 选矿实验浮选尾水水质

分析项目	计量单位	检测结果
pH 值	无量纲	8.86
悬浮物	mg/L	240
COD _{Cr}	mg/L	1846
氟化物	mg/L	1.5
总磷	mg/L	0.8
氨氮	mg/L	1.2
总锌	mg/L	0.4
总铜	mg/L	0.2

②固体废物浸出液数据

引用项目周边砂梁西铁矿的废石样品重金属浸出浓度的数据一定程度上代表项目生产后排土场淋滤水的水质情况，废石样品重金属浸出浓度具体检测结果见表 3-48，由表可知，各项重金属元素浸出值均远低于《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007），全部指标均低于《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准要求。

表 3-48 废石样检测结果表

单位：mg/L

序号	项目	废石样品	污水综合排放 一级标准	危险废物鉴别标准 —浸出毒性鉴别
1	银	<0.001	0.5	5
2	铜	0.008	/	100
3	铅	0.032	1.0	5
4	锌	0.015	/	100
5	铬	0.085	0.1	1
6	砷	0.012	0.5	15
7	镉	<0.001	0.5	5

根据上述废石样品的检测结果，各项重金属元素浸出值均低于《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007），全部指标均低于《污水综合排放标准》（GB8978-2002）一级标准。预测矿区内排土场淋滤液对区域内地表水质影响较轻。

废石属于Ⅰ类一般工业固体废物，废石在排土场堆放，因而预测废石堆放（排土场）对矿区土壤环境污染较轻。

类比同类项目，选矿产生的尾矿固体废物属性按照Ⅱ类一般工业固体废物考虑，根据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）中 6.2.1.2，堆存的固体废物属于Ⅱ类一般工业固体废物的，矿山场地潜在污染风险为严重，因此，尾矿库区域对水土环境污染影响为严重。

根据现状评价，矿区现状地表水、地下水和土壤环境质量较好，矿区在生产活动中的矿井涌水与含水层地下水水质相同，根据矿区含水层水样分析“表 3.2-28 SZK001 钻孔地下水水质分析结果表”中的分析结果，矿坑涌水中的各类重金属因子（特征污染物）均可达到《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅲ类标准要求。因此，预测除尾矿库的其他区域对水土环境污染的影响程度较轻。

根据上述分析和矿山地质环境影响程度分级表，预测除尾矿库水土环境污染严重外，其余预测评估矿山开采对水土环境污染程度较轻，水土环境污染对矿山地质环境影响程度较轻。矿山水土污染预测图如图 3-39 所示。

结合上述水土环境预测结果，选矿厂、排土场对矿区地表水、土壤和地下水系统的潜在污染影响较轻，尾矿库对矿区地表水、土壤和地下水系统的潜在污染影响较重。具体的环境影响应以项目环境影响评价报告文件为准。

图 3-39 矿区水土环境预测评估图

（六）矿区地质环境影响综合分区

根据前文矿山地质灾害、含水层、地形地貌景观和水土环境污染的现状分析和预测结果，对评估区进行矿山地质环境现状综合分区和预测综合分区。

1、矿山地质环境现状综合分区

根据上述矿山地质环境影响现状评估结果，对评估区影响程度进行综合划分，按分区结果，可分为 14 个矿山地质环境影响较轻区和 1 个矿山地质环境影响较严重区。矿山地质环境影响程度现状评估综合分区见表 3-49 和图 3-40。

表 3-49 矿山地质环境影响程度现状评估综合分区表

评估区	地质环境影响程度				分区面积 (hm ²)	现状评估 综合分区
	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境污染		
BT01	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0050	较轻
BT02	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0006	较轻
BT03	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0080	较轻
BT04	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0030	较轻
BT05	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0015	较轻
BT06	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0035	较轻
BT07	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0020	较轻
BT08	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0240	较轻
BT09	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0180	较轻
HP01	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0050	较轻
HP02	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0420	较轻
HP03	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0225	较轻
HP04	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0125	较轻
矿山简易道路	较轻	较轻	较严重	较轻	0.4500	较严重
项目部、岩芯库	较轻	较轻	较严重	较轻	0.2266	较严重
评估其他区	较轻	较轻	较轻	较轻	848.6423	较轻
合计	-	-	-	-	849.4665	-

2、矿山地质环境预测综合分区

（1）近期预测综合分区

根据近期对矿山地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染 四 个方面对矿山地质环境影响预测评估结果，对矿区地质环境进行预测评估分区。将评估区划分为 3 个矿山地质环境影响严重区、22 个矿山地质环境影响较严重区和 9 个矿山地质环境影响较轻区。矿山地质环境影响程度近期预测评估综合分区见表 3-52 和图 3-41。

表 3-50 矿山地质环境影响程度近期预测评估综合分区表

评估区	近期地质环境影响程度				分区面积 (hm ²)	预测评估 综合分区
	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境污染		
BT01-BT04	较轻	较轻	较轻	较轻	0.0166	较轻
BT05-BT09	较严重	较轻	较轻	较轻	0.049	较严重
HP01-HP02	较轻	较轻	较轻	较轻	0.047	较轻
HP03-HP04	较严重	较轻	较轻	较轻	0.035	较严重
BTY01-BTY02	较轻	较轻	较轻	较轻	0.023	较轻
BTY03-BTY08	较严重	较轻	较轻	较轻	0.07	较严重
I区露天采场	较严重	较轻	严重	较轻	21.8663	严重
工业场地	较轻	较轻	较严重	较轻	15.2940	较严重
排土场	较严重	较轻	严重	较轻	24.4364	严重
表土堆场	较轻	较轻	较严重	较轻	2.9129	较严重
尾矿库	较轻	较轻	严重	严重	30.0736	严重
矿山道路 1	较严重	较轻	较严重	较轻	0.45	较严重
矿山道路 2	较轻	较轻	较轻	较轻	5.757	较轻
其他区	较轻	较轻	较轻	较轻	706.8026	较轻
合计	-	-	-	-	849.4665	-

1) 矿山地质环境影响严重区：该区主要为I区露天采场、排土场和尾矿库，总面积为 76.3763hm²。主要矿山地质环境问题是地形地貌景观破坏严重和不稳定斜坡地质灾害危险性中等。

2) 矿山地质环境影响较严重区：该区主要为I区露天采场和矿山道路周边的崩塌、滑坡、工业场地和矿山道路，总面积为 24.5679hm²。主要矿山地质环境问题是地形地貌景观破坏较严重和崩塌、滑坡地质灾害危险性中等。

3) 矿山地质环境影响较轻区：该区主要为还未施工的露天采场、离近期矿业活动较远的崩塌、滑坡灾害点及评估其他区，面积为 748.5223hm²，对矿山地质环境破坏较轻。

(2) 中远期预测综合分区

根据中远期对矿山地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染 4 个方面对矿山地质环境影响预测评估结果，对矿区地质环境进行预测评估分区。将评估区划分为 4 个矿山地质环境影响严重区、31 个矿山地质环境影响较严重区和 6 个矿山地质环境影响较轻区。矿山地质环境影响程度近期预测评估综合分区见表 3-53 和图 3-42。

表 3-51 矿山地质环境影响程度中远期预测评估综合分区表

评估区	中远期地质环境影响程度	分区面积	预测评
-----	-------------	------	-----

	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境污染	(hm ²)	估综合分区
BT01-BT04	较严重	较轻	较轻	较轻	0.0166	较轻
BT05-BT09	较严重	较轻	较轻	较轻	0.049	较严重
HP01-HP02	较轻	较轻	较轻	较轻	0.047	较轻
HP03-HP04	较严重	较轻	较轻	较轻	0.035	较严重
BTY01-BTY02	较严重	较轻	较轻	较轻	0.023	较严重
BTY03-BTY08	较严重	较轻	较轻	较轻	0.07	较严重
I区露天采场	较严重	较轻	严重	较轻	21.8663	严重
II区北露天采场	较严重	较轻	严重	较轻	5.8997	严重
II区南露天采场	较严重	较轻	较严重	较轻	1.7841	较严重
II区西露天采场	较轻	较轻	较轻	较轻	0.4814	较轻
III区西露天采场	较严重	较轻	较严重	较轻	0.6784	较严重
III区东露天采场	较严重	较轻	较轻	较轻	0.5823	较严重
VI区露天采场	较轻	较轻	较轻	较轻	0.7712	较轻
V区露天采场	较轻	较轻	较轻	较轻	0.3837	较轻
I区地采采动带	较严重	较轻	较轻	较轻	31.0523	较严重
工业场地	较严重	较轻	较轻	较轻	15.2940	较严重
排土场	较严重	较轻	严重	较轻	24.4364	严重
表土堆场	较轻	较轻	较严重	较轻	2.9129	较严重
尾矿库	较轻	较轻	严重	严重	30.0736	严重
矿山道路 1	较严重	较轻	较严重	较轻	0.45	较严重
矿山道路 2	较轻	较轻	较轻	较轻	5.757	较轻
其他区	较轻	较轻	较轻	较轻	706.8026	较轻
合计	-	-	-	-	849.4665	-

1) 矿山地质环境影响严重区：该区主要为I区露天采场、II区北露天采场、排土场和尾矿库，总面积为 82.276hm²。主要矿山地质环境问题是地形地貌景观破坏严重和不稳定斜坡地质灾害危险性中等。

2) 矿山地质环境影响较严重区：该区主要为露天采场和矿山道路周边的崩塌、滑坡点，II区南露天采场、III区露天采场、I区地采采动带、工业场地和矿山道路，总面积为 58.7046hm²。主要矿山地质环境问题是地形地貌景观破坏较严重和崩塌、滑坡、不稳定斜坡地质灾害危险性中等。

3) 矿山地质环境影响较轻区：该区主要为最大边坡高度小于 30m 的露天采场、离矿业活动较远的滑坡灾害点及评估其他区，面积为 708.4859hm²，对矿山地质环境破坏较轻。

图 3-40 矿山地质环境影响程度现状评估分区图

图 3-41 矿山地质环境影响程度近期预测评估综合分区图

图 3-42 矿山地质环境影响程度中远期预测评估综合分区图

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、矿山生产工艺及流程

新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿采用露天开采+地下开采方式，露天开采的主要生产流程为：

前期准备→表土剥离→钻孔爆破→装载运输→矿石破碎→选矿

地下开采采矿方法为水平分层充填采矿法，主要生产流程如下所示：

井巷开拓→采准→切割→回采→装载运输→矿石破碎→选矿

上向水平分层充填法示意如下图 3-43 所示。

图 3-43 上向水平分层充填法示意图

2、土地损毁形式与环节

不同的开采工艺对土地的损毁形式不同，根据开采工艺流程和矿山工程平面布置特征，确定本项目土地的损毁形式主要为挖损、塌陷和压占。露天开采的主要土地损毁方式为挖损，而排土场、尾矿库、工业场地由于用地造成的土地损毁为压占，地下开采形成的采空区导致地表发生变形和移动造成的土地损毁方式为塌陷。

（1）挖损

本项目挖损损毁主要指露天采场、基建、生产过程中的挖损以及采选工业场地、排土场、尾矿库基建过程中的挖损。

（2）压占

本项目压占损毁主要指工业场地、排土场、尾矿库和矿区道路对地表造成的损毁。

（3）塌陷

本项目塌陷损毁主要指矿体地下开采引起的采空塌陷。矿石采出后原岩应力平衡遭到破坏，使围岩周围发生变形、位移、开裂和塌陷，甚至产生大面积移动。随着采空区不断扩大，岩石移动范围也相应扩大，当岩石移动范围扩大到地表时，地表将产生变形和移动，形成地面塌陷、地裂缝。

3、土地损毁时序分析

根据《开发利用方案》可知，首采区矿体露天+地下开采，其余矿体为露天开采，造成损毁的主要环节为露天开采基建、生产过程中的挖损、采矿选矿工业场地、排土场、尾矿库基建过程中的挖损；采矿选矿工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场和矿区道路生产期的压占；地下采空区的塌陷影响。矿山土地损毁时序与矿山建设、矿体开采顺序密切相关。

本项目矿山损毁土地的损毁时序，可划分六个阶段：前期探矿期、近期基建期、露天开采期、远期基建期、地下开采期及稳沉期。矿山生产建设过程中对土地的损毁主要有以下几个环节：

（1）前期探矿期（2022年-2024年）

矿权人委托新疆维吾尔自治区地质矿产勘查开发局第三地质大队在矿区进行了勘查活动，期间修筑了部分连接矿体的矿山道路，对土地造成了压占、挖损。

（2）近期基建期（2025年6月-2026年5月）

基建期主要是矿山工业场地及排土场、尾矿库、表土堆场等设施建设对土地造成的挖损、压占损毁和露天采场基建对土地造成的挖损，基建期土地损毁环节流程见图3.3-2。建设采选工业场地、高位水池场地、充填站、排土场、尾矿库、表土堆场等，

对这些场地进行整理、开挖、填方、修筑建（构）筑物及相关设施，破坏地表土壤，对土地造成挖损、压占损毁；基建期废石排弃至排土场，将后期复垦中需要利用的表土运送至表土堆场，对土地造成压占损毁；基建期露天采场的清表、废石清挖等将对土地造成挖损。

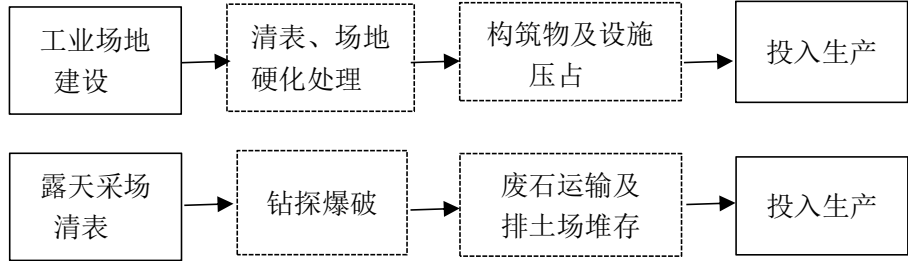


图 3-44 基建期土地损毁环节流程图

（3）露天开采期（2026 年 6 月-2042 年 5 月）

矿山露天开采形成露天采场，开采形成的废石堆放在排土场，选矿产生的尾矿堆放入尾矿库，将对土地造成挖损、压占。本项目分为 8 个露天采场，其中 I 区露天采场开采年限为 10 年，其中生产期 9 年，减产期 1 年，即 2027 年-2036 年。露天采场 II 区、III 区、IV 区、V 区由于开采量小，在 I 区露天开采结束开始地下开采后开始开采，开采年限预计为 6 年，即 2037 年-2042 年。

（4）远期基建期（2034 年 6 月-2035 年 5 月）

露天开采结束前建设完成地下开采工业场地建设，地下开采工业场地包括充填站、充填站高位水池、主斜坡道、回风竖井工业场地。井硐工程的建设对土地造成挖损损毁。对这些场地进行整理、开挖、填方、修筑建（构）筑物及相关设施，破坏地表土壤，土地造成挖损、压占损毁。

（5）地下开采期（2036 年 6 月-2042 年 5 月）

露天开采结束后进行地下开采期，生产期造成损毁土地环节主要包括地下采空极易诱发的采空塌陷对土地造成的损毁，生产期土地损毁环节流程见图 3.3-3。已建成的采选工业场地、充填站、充填站高位水池、主斜坡道、回风竖井工业场地等地面建（构）筑物及附属设施对土地的持续性压占损毁。地下开采可能引起岩石移动，对土地造成塌陷损毁。采矿废石排弃至排土场，对土地造成压占损毁。尾矿堆存在尾矿库，对土地造成压占损毁。

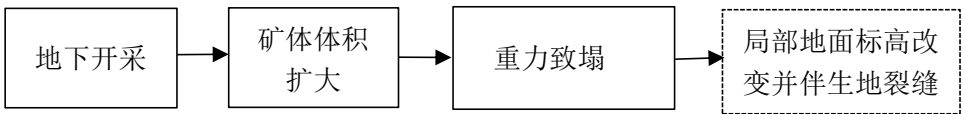


图 3-45 生产期土地损毁环节流程图

（6）稳沉期（2042 年 6 月-2043 年 5 月）

地下开采形成的采空区在稳沉期可能引起地面塌陷，造成土地的塌陷。
各损毁时间见表 3-52。

表 3-52 各单元损毁时间表

序号	采选工程	损毁环节	损毁方式	损毁时序	损毁时段
1	选矿办公区	基建期、生产期 ^[1]	挖损、压占	拟损毁	2025 年-2042 年
2	采矿工业场地	基建期、生产期	挖损、压占	拟损毁	2025 年-2042 年
3	选矿生产区	基建期、生产期	挖损、压占	拟损毁	2025 年-2042 年
4	充填高位水池	远期基建期、地下开采期	挖损、压占	拟损毁	2036 年-2042 年
5	充填站		挖损、压占	拟损毁	2036 年-2042 年
6	高位水池	基建期、生产期	挖损、压占	拟损毁	2025 年-2042 年
7	主斜坡道工业场地	远期基建期、地下开采期	挖损、压占	拟损毁	2034 年-2042 年
8	回风竖井工业场地		挖损、压占	拟损毁	2034 年-2042 年
9	I 区露天采场（首采区）	基建期、生产期	挖损、压占、 塌陷 ^[2]	拟损毁	2025 年-2043 年
10	II 区—V 区露天采场	露天开采期	挖损、压占	拟损毁	2036 年-2042 年
11	表土堆场	基建期、生产期	压占	拟损毁	2025 年-2042 年
12	排土场	基建期、生产期	挖损、压占	拟损毁	2025 年-2042 年
13	尾矿库	基建期、生产期	挖损、压占	拟损毁	2025 年-2042 年
14	联络道路	基建期、生产期	挖损、压占	拟损毁	2025 年-2042 年
15	地下开采岩石移动范围	地下开采期、稳沉期	塌陷	拟损毁	2036 年-2043 年

注：[1] 表中生产期包括露天开采期和地下开采期。

[2] 露天采场（首采区）开采境界整体位于地下开采岩石移动范围内，地下开采期间对土地损毁方式有塌陷损毁。

（二）已损毁各类土地现状

截至目前，该矿山还未进行生产。本工程属于探转采项目，在探矿期间修建了部分探矿道路，已损毁土地利用类型为裸岩石砾地和其他草地，土地权属为国有。原探矿期道路在矿山后续生产中作为矿山道路继续使用为运输道路，因此本次将其纳入本方案复垦区范围，做为已损毁区域。矿山其他区域保持原有地形地貌。

表 3-53 已损毁土地资源情况表

序号	损毁单元	面积（公顷）		损毁方式	占地类型	土地权属
1	探矿道路	5.1144	3.8977	挖损、压占	裸岩石砾地（1207）	国有
			1.2167	挖损、压占	其他草地（0404）	

图 3-46 已损毁的探矿道路

（三）拟损毁土地预测与评估

1、拟损毁土地面积

本项目为新建矿山工程，采用露天+地下开采方式，拟损毁土地主要发生在矿山基建期、生产期。根据矿山地面工程建设，拟损毁土地范围包括选矿办公区、选矿工业场地、高位水池、采矿工业场地、充填高位水池、充填站、回风竖井工业场地、主斜坡道工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路、8个露天采场区、预测塌陷区等区域，因此，采矿活动对土地的损毁类型主要为挖损、压占和塌陷。损毁单元分布图见图 3-23。

2、拟损毁程度分析

根据《中华人民共和国矿产资源法》《中华人民共和国土地管理法》《土地复垦条例》《土地复垦方案编制规程》及参考《矿山开采土地损毁评价规范征求意见稿》，土地损毁程度等级数确定为 3 级标准，分别定为：一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）。各评价单元的损毁程度由评价因子中最严重等级确定，即评价单元只要有一个评价因子归入重度损毁，则该评价单元损毁程度就为重度损毁，以此类推。

（1）地面塌陷损毁等级标准：选择塌陷面积、水平变形、附加倾斜、下沉、沉陷后潜水位埋深五项指标作为塌陷损毁土地的评价因子，各因子损毁程度分级标准见表 3-54。

表 3-54 塌陷损毁程度分级标准

损毁程度	水平变形 (mm/m)	附加倾斜 (mm/m)	下沉 (m)	沉陷后潜水位 埋深	生产力降低 (%)
轻度	<8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	<20.0
中度	8.0-20.0	20.0~50.0	2.0-6.0	0.3~1.0	20.0-60.0
重度	>20.0	>50.0	>6.0	<0.3	>60.0

注：损毁程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要评价因子中有一项符合即为该级别。

（2）压占损毁等级标准：选择压占面积、边坡坡度、排渣高度、土地利用类型、复垦容易程度五项指标作为压占损毁土地的评价因子，各因子损毁程度级标准见表 3-55。

表 3-55 压占损毁程度评价因子及等级标准表

评价因子	损毁程度		
	轻度损毁	中度损毁	重度损毁
压占时间	<1 年	1-3 年	>3 年
压占面积	≤1.0hm ²	1.0-5.0hm ²	>5.0hm ²
堆土石高度	≤5.0m	5.0-10.0m	>10.0m
砾石含量	<10%	10%~30%	>30%

评价因子	损毁程度		
	轻度损毁	中度损毁	重度损毁
pH 值	6.5-7.5	4-6.5 或 7.5-8.5	<4、>8.5
土地利用类型	裸地	草地	耕地、林地

(3) 挖损损毁等级标准：选择地表变形、地类、水文变化三项指标作为挖损损毁土地的评价因子，各因子损毁程度分级标准见表 3-56。

表 3-56 挖损土地损毁程度分级标准

损毁程度	地表变形			土地利用类型	水文变化
	挖掘深度 (m)	挖掘面积 (hm ²)	挖掘边帮角 (°)		
轻度	<10	<10	<25	草地及其他	无积水
中度	10-30	10-15	25-35	林地、园地	季节性积水
重度	>30	>15	>35	耕地	长期积水

3、拟损毁土地预测与评估

矿区内开发活动引起土地损毁程度分析，是确定损毁区土地复垦的利用方向、进行工程设计、工程量测算的依据。针对本项目不同损毁类型的特点，选取不同的评价因子，根据预测损毁情况对评价因子进行综合分析，最终得出结果。从损毁形式看，本项目造成的土地损毁类型可以归结为两种类型：一是压占和挖损造成土地的损毁，如工业场地的压占和露天采场的挖损，损毁土地面积为 104.1704hm²，其中场地压占损毁土地面积为 72.9923hm²，露天采场挖损土地面积为 31.9151hm²；二是地下开采引起地层塌陷区域（预测塌陷区），项目主要依据地采圈定的移动观测范围来确定预测的塌陷区。考虑到地下开采的不确定性，在矿区周边设置动态监测区，加强岩移动态监测。确定预测塌陷区面积为 31.7019hm²，由于有 21.2133hm² 的预测塌陷区范围与项目 I 区露天采场范围重合，重合部分按露天采场复垦区计入损毁土地，则计入复垦区的预测塌陷区面积为 10.4886hm²。综上所述，项目区拟损毁土地面积为 114.659hm²。拟损毁的地类统计如下表 3-58 所示。

本项目土地损毁类型为挖损、压占和塌陷，通过现场调查，并结合矿山提供的相关资料对各损毁类型的损毁程度进行分析预测。

图 3-47 本项目部分拟损毁区域现场照片

(1) 露天采场

本项目一共有 8 个露天采场，共计损毁土地面积 31.9151hm²。损毁用地类型为裸岩石砾地和其他草地。I 区露天采场露天开采完成后，将继续进行地下开采，其损毁类型为挖损和塌陷，根据表 3-54、表 3-56 中的土地损毁程度分级标准表，I 区露天采场

土地损毁程度评价为重度损毁；其余 7 个露天采场采矿完成后即进行复垦，不建设地表构筑物，其损毁类型为挖损，根据表 3-56 中的土地损毁程度分级标准表，其余露天采场土地损毁程度评价为重度损毁。

（2）选矿工业场地

本次复垦方案将选矿办公区、选矿生产区、高位水池等工业场地划分为一个单元，统称为选矿工业场地。该场地共计损毁土地面积 13.0553hm^2 。损毁用地类型为其他草地和农村道路。选矿工业场地建设过程中基本不存在削坡，但存在小规模土方挖填方工程，后期拟建设施持续压占地表，压占物主要以建筑物为主。根据表 3-55、表 3-56 中的土地损毁程度分级标准表，采选工业场地土地损毁程度评价为重度损毁。损毁类型为挖损、压占。

（3）采矿工业场地

采矿工业场地共计损毁土地面积 0.7833hm^2 。损毁用地类型为其他草地、工业用地和采矿用地。采矿工业场地建设过程中基本不存在削坡，但存在小规模土方挖填方工程，后期拟建设施持续压占地表，压占物主要以建筑物为主。根据表 3-55、表 3-56 中的土地损毁程度分级标准表，采选工业场地土地损毁程度评价为重度损毁。损毁类型为挖损、压占。

（4）地下开采工业场地

本次复垦方案将充填站、充填站高位水池、主斜坡道和回风竖井场地划分为一个单元，统称为地下开采工业场地。该场地共计损毁土地面积 0.9938hm^2 。损毁用地类型为裸岩石砾地和其他草地。地下开采工业场地位于采坑平硐口附近的较缓山坡处，开拓过程中剥离了山体，硐口上岩土体在剥离过程中形成不稳定边坡，硐口周边平整形成一定面积的平台。后期拟建设施持续压占地表，压占物主要以建筑物为主。根据表 3-55、表 3-56 土地损毁程度分级标准表，地下开采工业场地土地损毁程度评价为重度损毁，损毁类型为挖损、压占。

（5）运输道路

探转采后，对现有农村道路进行整修，损毁土地面积 0.7369hm^2 。损毁用地类型为农村道路。其余运输道路为已损毁的探矿道路。矿山部分道路部分位于区内较平坦地段，仅在进出采场和上山处有少量的切坡工程，切坡工程量小，后期矿山道路持续压占地表，压占物主要以岩土、砾石为主。根据表 3-55 土地损毁程度分级标准表，联络道路土地损毁程度评价为重度损毁，损毁类型为压占。

（6）排土场

排土场为新建场地，共计损毁土地面积 24.4364hm²。对照项目区土地利用现状图，损毁裸岩石砾地和其他草地。根据表 3-55、表 3-56 土地损毁程度分级标准表，排土场土地损毁程度评价为重度损毁，损毁类型为挖损、压占。

（7）尾矿库

尾矿库为新建场地，共计损毁土地面积 30.0736hm²。损毁用地类型为裸岩石砾地和其他草地。根据表 3-55、表 3-56 土地损毁程度分级标准表，尾矿库土地损毁程度评价为重度损毁，损毁类型为挖损、压占。

（8）表土堆场

表土堆场为新建场地，共计损毁土地面积 2.9129hm²。损毁用地类型为裸岩石砾地和其他草地。根据表 3-55 土地损毁程度分级标准表，尾矿库土地损毁程度评价为重度损毁，损毁类型为压占。

（9）预测塌陷区

本工程预测塌陷区主要为首采区地下开采造成地表岩石移动带，预测塌陷区面积为 31.7019hm²，由于有 21.2133hm² 的预测塌陷区范围与项目 I 区露天采场范围重合，重合部分按露天采场复垦区计入损毁土地，则计入复垦区的预测塌陷区面积为 10.4886hm²。损毁用地类型为裸岩石砾地和其他草地。根据表 3-54 土地损毁程度分级标准表，预测塌陷区土地损毁程度评价为轻度损毁。损毁类型为塌陷。

（四）分时段土地损毁范围

根据“边复垦，边修复”的原则，矿山应对损毁土地及时进行复垦，根据矿山开采计划，在近期（2025 年 6 月-2030 年 5 月）仅开始 I 区露天采矿，将对选矿工业场地、采矿工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路进行损毁，在中期（2030 年 6 月-2040 年 5 月）开始地下开采，在近期的基础上，将对地采预测塌陷区、地下采矿工业场地、II 区南露天采场、II 区北露天采场、II 区西露天采场、III 区东露天采场等处进行损毁；在远期（2040 年 6 月-2045 年 5 月）继续进行地下开采，在中期基础上将对 III 区西露天采场、IV 区露天采场、V 区露天采场等处进行损毁，上述各阶段损毁面积如表 3-57 所示，各阶段损毁土地预测平面图如图 3-48~图 3-51 所示。

表 3-57 矿区损毁土地地类面积统计（hm²）

损毁土地		损毁土地面积	损毁时间	近期损毁	中期损毁	远期损毁
露天采场	I 区露天采场	21.3343	2025 年-2042 年	21.3343	21.3343	21.3343
	II 区南露天采场	1.7841	2036 年-2037 年		1.7841	1.7841
	II 区北露天采场	5.8997	2037 年-2038 年		5.8997	5.8997
	II 区西露天采场	0.4814	2039 年		0.4814	0.4814

	III区东露天采场	0.5823	2039 年		0.5823	0.5823
	III区西露天采场	0.6784	2040 年			0.6784
	IV区露天采场	0.7712	2040 年-2041 年			0.7712
	V 区露天采场	0.3837	2041 年			0.3837
工业场 地	选矿工业场地	13.0553	2025 年-2042 年	13.0553	13.0553	13.0553
	采矿工业场地	0.7833	2025 年-2042 年	0.7833	0.7833	0.7833
	地下采矿工业场地	0.9938	2034 年-2042 年		0.9938	0.9938
排土场		24.4364	2025 年-2042 年	24.4364	24.4364	24.4364
尾矿库		30.0736	2025 年-2042 年	30.0736	30.0736	30.0736
表土堆场		2.9129	2025 年-2042 年	2.9129	2.9129	2.9129
运输道路		5.8513	2026 年-2042 年	5.8513	5.8513	5.8513
预测塌陷区		10.4886	2034 年-2042 年		10.4886	10.4886
合计		120.5103		98.4471	118.677	120.5103

图 3-48 矿区近期土地损毁预测图

图 3-49 矿区中期土地损毁预测图

图 3-50 矿区远期土地损毁预测图

图 3-51 I区露天采场近期（第五年年末）境界剖面图（00 线）

（五）损毁土地情况汇总

结合土地利用现状图、参照压占、挖损土地损毁程度评价等级标准，分析拟损毁压占损毁程度见表 3-58。结合该区金属矿山损毁土地因素调查统计、结合土地利用现状图，该项目塌陷损毁土地类型主要为裸岩石砾地和其他草地，还有少量的农村道路和工业仓储用地，根据塌陷土地损毁程度评价因素及等级标准，按照就高不就低原则，分析塌陷损毁程度见表 3-58。

表 3-58 矿区拟损毁土地地类面积统计 (hm²)

序号	拟损毁单元		损毁地类及面积(hm ²)						土地损毁形式	损毁程度	是否需要复垦
			草地（04）	工矿仓储用地（06）		交通运输用地(10)	其他土地(12)	合计			
			其他草地(404)	工业用地(601)	采矿用地(602)	农村道路(1006)	裸岩石砾地(1207)				
1	露天采场	I区露天采场	0	0	0	0	21.3343	21.3343	挖损、塌陷	重度	需要
2		II区南露天采场	0	0	0	0	1.7841	1.7841	挖损	重度	需要
3		II区北露天采场	0.1731	0	0	0	5.7266	5.8997	挖损	重度	需要
4		II区西露天采场	0	0	0	0	0.4814	0.4814	挖损	重度	需要
5		III区东露天采场	0	0	0	0	0.5823	0.5823	挖损	重度	需要
6		III区西露天采场	0	0	0	0	0.6784	0.6784	挖损	重度	需要
7		IV区露天采场	0	0	0	0	0.7712	0.7712	挖损	重度	需要
8		V区露天采场	0	0	0	0	0.3837	0.3837	挖损	重度	需要
9	小计		0.1731	0	0	0	31.742	31.9151	/	重度	需要
10	选矿	选矿办公区	2.0038	0	0	0	0	2.0038	挖损、压占	重度	需要
11	工业	选矿生产区	10.0474	0	0	0.5525	0	10.5999	挖损、压占	重度	需要
12	场地	高位水池	0.4516	0	0	0	0	0.4516	挖损、压占	重度	需要
13	采矿工业场地		0.6508	0.1204	0.0121	0	0	0.7833	挖损、压占	重度	需要
14	地下开采工业场地	充填高位水池	0	0	0	0	0.0504	0.0504	挖损、压占	重度	需要
15		充填站	0	0	0	0	0.7784	0.7784	挖损、压占	重度	需要
16		回风竖井工业场地	0.0387	0	0	0	0.0813	0.12	挖损、压占	重度	需要
17		主斜坡道工业场地	0.0146	0	0	0	0.0304	0.045	挖损、压占	重度	需要
18	小计		13.2069	0.1204	0.0121	0.5525	0.9405	14.8324	/	重度	需要
19	排土场		0.1315	0	0	0	24.3049	24.4364	挖损、压占	重度	需要

20	尾矿库	26.0635	0	0	0	4.0101	30.0736	挖损、压占	重度	需要
21	表土堆场	2.0656	0	0	0	0.8473	2.9129	压占	重度	需要
22	运输道路	0	0	0	0.7369	0	0.7369	压占	重度	需要
23	预测塌陷区	0.0123	0	0	0	10.4763	10.4886	塌陷	轻度	需要
24	总计	41.6529	0.1204	0.0121	1.2894	72.3211	115.3959			
序号	已损毁单元	损毁地类及面积(hm²)						土地损毁形式	损毁程度	是否需要复垦
		草地（04）	工矿仓储用地（06）		交通运输用地(10)	其他土地(12)	合计			
		其他草地(404)	工业用地(601)	采矿用地(602)	农村道路(1006)	裸岩石砾地(1207)				
1	探矿道路	1.2167	0	0	0	3.8977	5.1144	压占	重度	需要
损毁总计		42.8696	0.1204	0.0121	1.2894	76.2188	120.5103	/	/	/

图 3-52 本项目土地损毁范围和程度分布图

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则及方法

（1）分区原则

- 1) 坚持“以人为本”原则，充分考虑矿山地质环境问题对矿区人居环境的影响程度。
- 2) 坚持“统筹规划，突出重点，具有可操作性”原则，在保持矿山运营安全及正常生产的同时，努力降低或消除矿山开采对地质环境的不良影响。
- 3) 根据矿产资源开发利用方案及开采规划、矿山地质环境问题的类型、分布特征及其危害性、矿山地质环境影响评估结果，进行矿山地质环境保护与治理恢复分区。
- 4) 按“就大不就小、就高不就低”、坚持“区内相似，区际相异”原则来开展矿山地质环境保护与治理恢复分区，根据区内地质环境问题类型及重点防治对象的不同，细分为相应的亚区。

（2）分区方法

1) 矿山地质环境影响程度综合分区

《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 F 规定，依照矿山地质环境影响与土地损毁程度现状、预测综合分区结果，对评估区进行矿山地质环境影响程度综合分区，划分为严重、较严重、较轻三个级别作为分区指标，利用叠加法进行分区，矿山地质环境保护与恢复治理分区见表 3-59。

表 3-59 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点防治区	重点防治区	重点防治区
较严重	重点防治区	次重点防治区	次重点防治区
较轻	重点防治区	次重点防治区	一般防治区

2) 矿山地质环境防治分区

根据矿山地质环境影响程度综合分区严重、较严重、较轻的级别，分别对应划分为矿山地质环境重点防治区、次重点防治区、一般防治区。

2、分区评述

根据前述原则和方法，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区，分为 4 个矿山地质环境重点防治区、31 个矿山地质环境次重点防治区与 7 个矿山地质环境一般防治区，矿山地质环境保护与恢复治理分区见表 3-60。

表 3-60 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明简表

区段	面积 (hm ²)	矿山地质环境影响程度评估			主要矿山地质环境问题
		现状评估	预测评估	地质环境保护 和治理分区	
BT01-BT04	0.0166	较轻	较严重	次重点防治区	地质灾害危险性中等
BT05-BT09	0.049	较轻	较严重	次重点防治区	地质灾害危险性中等
HP01-HP02	0.047	较轻	较轻	一般防治区	基本无矿业活动，对矿山地质环境影响较轻
HP03-HP04	0.035	较轻	较严重	次重点防治区	地质灾害危险性中等
BTY01-BTY02	0.023	较轻	较严重	次重点防治区	地质灾害危险性中等
BTY03-BTY08	0.07	较轻	较严重	次重点防治区	地质灾害危险性中等
I区露天采场	21.8663	较轻	严重	重点防治区	地形地貌景观破坏严重、地质灾害危险性中等
II区北露天采场	5.8997	较轻	严重	重点防治区	地形地貌景观破坏严重、地质灾害危险性中等
II区南露天采场	1.7841	较轻	较严重	次重点防治区	地质灾害危险性中等、地形地貌景观破坏较严重
II区西露天采场	0.4814	较轻	较轻	一般防治区	对矿山地质环境影响较轻
III区西露天采场	0.6784	较轻	较严重	次重点防治区	地质灾害危险性中等、地形地貌景观破坏较严重
III区东露天采场	0.5823	较轻	较严重	次重点防治区	地质灾害危险性中等、地形地貌景观破坏较严重
VI区露天采场	0.7712	较轻	较轻	一般防治区	对矿山地质环境影响较轻
V区露天采场	0.3837	较轻	较轻	一般防治区	对矿山地质环境影响较轻
I区地采采动带	31.0523	较轻	较严重	次重点防治区	地质灾害危险性中等、地形地貌景观破坏较严重
工业场地	15.2016	较轻	较严重	次重点防治区	地形地貌景观破坏较严重
排土场	24.4364	较轻	严重	重点防治区	地形地貌景观破坏严重、地质灾害危险性中等
表土堆场	2.9129	较轻	较严重	次重点防治区	地形地貌景观破坏较严重
尾矿库	30.0736	较轻	严重	重点防治区	地形地貌景观破坏严重
矿山道路 1	0.45	较严重	较严重	次重点防治区	地质灾害危险性中等、地形地貌景观破坏较严重
矿山道路 2	5.757	较轻	较轻	一般防治区	地形地貌景观破坏较轻
其他区	709.8079	较轻	较轻	一般防治区	基本无矿业活动，对矿山地质环境影响较轻
合计	849.4665	-	-	-	-

(1) 矿山地质环境重点防治区：主要有I区露天采场、II区北露天采场、排土场和尾矿库，总面积为 82.276hm²。主要矿山地质环境问题：露天采场矿体开挖形成的高陡边坡，属于不稳定斜坡地质灾害，其危险性中等，地质灾害影响较严重，对地形地貌景观破坏严重。排土场属于高填方工程，由于废石渣堆放形成的不稳定斜坡地质灾害，其危险性中等，地质灾害影响较严重，对地形地貌景观破坏严重。尾矿库有专项设计，其引发滑坡、泥石流灾害危险性小，地质灾害影响较轻，对地形地貌景观破坏严重。

主要防治措施：露天采场设置警示牌，开挖形成的高陡边坡为不稳定斜坡，需对边坡进行实时监测，境界周边设置截、排水沟。排土场设置警示牌，对其形成的不稳定高陡边坡进行地质环境监测；排土场上游沟谷的季节性流水，沿山坡的一边修建截、排水沟。尾矿库设置警示牌，对可能产生的不稳定斜坡地质灾害边坡进行地质环境监测；沿山坡边设置截、排水沟，尾矿库做好坝体排洪设施、库内水位监测和坝体位移

监测，矿山开采结束后，尾矿库有专项的闭库设计。

(2) 矿山地质环境次重点防治区：该区主要为露天采场和矿山道路周边的崩塌、滑坡点，Ⅱ区南露天采场、Ⅲ区露天采场、Ⅰ区地采采动带、表土堆场、工业场地和矿山道路，总面积为 58.6122hm²。主要矿山地质环境问题是地形地貌景观破坏较严重和崩塌、滑坡、不稳定斜坡地质灾害危险性中等。

主要防治措施：对崩塌、滑坡地质灾害点设置警示牌，对体积小灾害体的可直接清理掉，体积大的灾害体的可设置拦挡，进行监测。露天采场设置警示牌，开挖形成的高陡边坡为不稳定斜坡，需对边坡进行监测，境界周边设置截、排水沟。在预测塌陷区周边设置警示牌，对预测塌陷区地表沉降、变形进行监测；对出现的采空塌陷及时进行回填平整等措施。对表土堆场、工业场地设置警示牌，周边修建排水渠。矿山开采结束后进行建筑物拆除、矿井充填、覆土。矿山开采结束后矿区道路保留。

(3) 矿山地质环境一般防治区：该区主要为最大边坡高度小于 30m 的露天采场、离矿业活动较远的滑坡灾害点及评估其他区，面积为 708.5783hm²。一般防治区矿山地质环境影响较轻，主要是做好矿山地质环境破坏监测工作，预防对矿山地质环境的破坏。

(二) 土地复垦区与复垦责任范围

1、土地复垦区

依据前述土地损毁分析与预测结果，依照《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》(TD/T1031.1-2011) 对复垦区的定义：“生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域”，确定本方案复垦区面积为矿山已损毁和拟损毁土地面积之和。矿山已损毁土地面积（探矿道路）5.1144hm²，拟损毁土地面积 115.3959hm²，已损毁和拟损毁土地总计 120.5103hm²。因此本项目复垦区范围为 120.5103hm²。复垦区包括已损毁的探矿道路（生产期作为运输道路）、选矿办公区、选矿工业场地、高位水池、采矿工业场地、充填高位水池、充填站、回风竖井工业场地、主斜坡道工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、8 个露天采场区和预测塌陷区，详见表 3-58。

2、复垦责任范围

复垦责任范围是复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。对于本矿山来说，“损毁土地”已经明确（指各类场地压占、挖损及塌陷损毁土地），矿山没有留续使用土地，所以本矿山本项目复垦责任范围为 120.5103hm²，其中拟申请采矿权范围内 68.1617hm²，拟申请采矿权范围外 52.3486hm²，土地复垦率为 100%，

包括。本矿山土地复垦区及复垦责任范围各损毁单元关系见表 3-61。土地复垦责任单位为新疆腾晟矿业有限公司。复垦责任范围拐点坐标如表 3-62~表 3-71 所示（露天采场、预测塌陷区均在拟申请采矿权范围内，不再在表中体现坐标）。

表 3-61 复垦责任范围统计表

土地损毁时 序	复垦区名称	损毁土地面积 (hm ²)			土地损毁程 度
		矿区内	矿区外	合计	
已损毁	运输道路	3.879	1.2355	5.1145	重度
拟损毁	办公区	0	2.0038	2.0038	重度
	采矿工业场地	0	0.7833	0.7833	重度
	选矿工业场地	0	10.5999	10.5999	重度
	充填高位水池	0	0.0504	0.0504	重度
	充填站	0	0.7784	0.7784	重度
	高位水池	0	0.4516	0.4516	重度
	回风竖井工业场地	0	0.12	0.12	重度
	主斜坡道工业场地	0	0.045	0.045	重度
	I区露天采场	21.3343	0	21.3343	重度
	II区北露天采场	5.8997	0	5.8997	重度
	II区南露天采场	1.7841	0	1.7841	重度
	II区西露天采场	0.4814	0	0.4814	重度
	III区东露天采场	0.5823	0	0.5823	重度
	III区西露天采场	0.6784	0	0.6784	重度
	IV区露天采场	0.3837	0	0.3837	重度
	V区露天采场	0.7712	0	0.7712	重度
	排土场	21.8147	2.6217	24.4364	重度
	尾矿库	0	30.0736	30.0736	重度
	表土堆场	0	2.9129	2.9129	重度
	运输道路	0.0643	0.6725	0.7368	重度
	预测塌陷区	10.4886	0	10.4886	轻度
	总计	68.1617	52.3486	120.5103	/
复垦责任范围		复垦责任范围为 120.5103hm ² ，其中拟申请采矿权范围内 68.1617hm ² ，范围外 52.3486hm ² 。			
土地复垦率		100%			

表 3-62 选矿生产区拐点坐标

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

表 3-63 选矿生活区拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****

表 3-64 采矿工业场地拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	95	*****	*****
2	*****	*****	96	*****	*****

表 3-65 高位水池拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****

表 3-66 主斜坡道工业场地拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****

表 3-67 充填站拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****

表 3-68 回风竖井工业场地拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	3	*****	*****
2	*****	*****	4	*****	*****

表 3-69 尾矿库拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	12	*****	*****
2	*****	*****	13	*****	*****
3	*****	*****	14	*****	*****
4	*****	*****	15	*****	*****
5	*****	*****	16	*****	*****
6	*****	*****	17	*****	*****
7	*****	*****	18	*****	*****
8	*****	*****	19	*****	*****
9	*****	*****	20	*****	*****
10	*****	*****	21	*****	*****
11	*****	*****	22	*****	*****

表 3-70 排土场拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	64	*****	*****
2	*****	*****	65	*****	*****
3	*****	*****	66	*****	*****

4	*****	*****	67	*****	*****
5	*****	*****	68	*****	*****
6	*****	*****	69	*****	*****
7	*****	*****	70	*****	*****
8	*****	*****	71	*****	*****
9	*****	*****	72	*****	*****
10	*****	*****	73	*****	*****
11	*****	*****	74	*****	*****
12	*****	*****	75	*****	*****
13	*****	*****	76	*****	*****
14	*****	*****	77	*****	*****
15	*****	*****	78	*****	*****
16	*****	*****	79	*****	*****
17	*****	*****	80	*****	*****
18	*****	*****	81	*****	*****
19	*****	*****	82	*****	*****
20	*****	*****	83	*****	*****
21	*****	*****	84	*****	*****
22	*****	*****	85	*****	*****
23	*****	*****	86	*****	*****
24	*****	*****	87	*****	*****
25	*****	*****	88	*****	*****
26	*****	*****	89	*****	*****
27	*****	*****	90	*****	*****
28	*****	*****	91	*****	*****
29	*****	*****	92	*****	*****
30	*****	*****	93	*****	*****
31	*****	*****	94	*****	*****
32	*****	*****	95	*****	*****
33	*****	*****	96	*****	*****
34	*****	*****	97	*****	*****
35	*****	*****	98	*****	*****
36	*****	*****	99	*****	*****
37	*****	*****	100	*****	*****
38	*****	*****	101	*****	*****
39	*****	*****	102	*****	*****
40	*****	*****	103	*****	*****
41	*****	*****	104	*****	*****
42	*****	*****	105	*****	*****
43	*****	*****	106	*****	*****
44	*****	*****	107	*****	*****
45	*****	*****	108	*****	*****
46	*****	*****	109	*****	*****

47	*****	*****	110	*****	*****
48	*****	*****	111	*****	*****
49	*****	*****	112	*****	*****
50	*****	*****	113	*****	*****
51	*****	*****	114	*****	*****
52	*****	*****	115	*****	*****
53	*****	*****	116	*****	*****
54	*****	*****	117	*****	*****
55	*****	*****	118	*****	*****
56	*****	*****	119	*****	*****
57	*****	*****	120	*****	*****
58	*****	*****	121	*****	*****
59	*****	*****	122	*****	*****
60	*****	*****	123	*****	*****
61	*****	*****	124	*****	*****
62	*****	*****	125	*****	*****
63	*****	*****			

表 3-71 表土堆场拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1	*****	*****	95	*****	*****
2	*****	*****	96	*****	*****
3	*****	*****	97	*****	*****
4	*****	*****	98	*****	*****
5	*****	*****	99	*****	*****
6	*****	*****	100	*****	*****
7	*****	*****	101	*****	*****
8	*****	*****	102	*****	*****
9	*****	*****	103	*****	*****
10	*****	*****	104	*****	*****
11	*****	*****	105	*****	*****
12	*****	*****	106	*****	*****
13	*****	*****	107	*****	*****
14	*****	*****	108	*****	*****
15	*****	*****	109	*****	*****
16	*****	*****	110	*****	*****
17	*****	*****	111	*****	*****
18	*****	*****	112	*****	*****
19	*****	*****	113	*****	*****
20	*****	*****	114	*****	*****
21	*****	*****	115	*****	*****
22	*****	*****	116	*****	*****
23	*****	*****	117	*****	*****
24	*****	*****	118	*****	*****

25	*****	*****	119	*****	*****
26	*****	*****	120	*****	*****
27	*****	*****	121	*****	*****
28	*****	*****	122	*****	*****
29	*****	*****	123	*****	*****
30	*****	*****	124	*****	*****
31	*****	*****	125	*****	*****
32	*****	*****	126	*****	*****
33	*****	*****	127	*****	*****
34	*****	*****	128	*****	*****
35	*****	*****	129	*****	*****
36	*****	*****	130	*****	*****
37	*****	*****	131	*****	*****
38	*****	*****	132	*****	*****
39	*****	*****	133	*****	*****
40	*****	*****	134	*****	*****
41	*****	*****	135	*****	*****
42	*****	*****	136	*****	*****
43	*****	*****	137	*****	*****
44	*****	*****	138	*****	*****
45	*****	*****	139	*****	*****
46	*****	*****	140	*****	*****
47	*****	*****	141	*****	*****
48	*****	*****	142	*****	*****
49	*****	*****	143	*****	*****
50	*****	*****	144	*****	*****
51	*****	*****	145	*****	*****
52	*****	*****	146	*****	*****
53	*****	*****	147	*****	*****
54	*****	*****	148	*****	*****
55	*****	*****	149	*****	*****
56	*****	*****	150	*****	*****
57	*****	*****	151	*****	*****
58	*****	*****	152	*****	*****
59	*****	*****	153	*****	*****
60	*****	*****	154	*****	*****
61	*****	*****	155	*****	*****
62	*****	*****	156	*****	*****
63	*****	*****	157	*****	*****
64	*****	*****	158	*****	*****
65	*****	*****	159	*****	*****
66	*****	*****	160	*****	*****
67	*****	*****	161	*****	*****

68	*****	*****	162	*****	*****
69	*****	*****	163	*****	*****
70	*****	*****	164	*****	*****
71	*****	*****	165	*****	*****
72	*****	*****	166	*****	*****
73	*****	*****	167	*****	*****
74	*****	*****	168	*****	*****
75	*****	*****	169	*****	*****
76	*****	*****	170	*****	*****
77	*****	*****	171	*****	*****
78	*****	*****	172	*****	*****
79	*****	*****	173	*****	*****
80	*****	*****	174	*****	*****
81	*****	*****	175	*****	*****
82	*****	*****	176	*****	*****
83	*****	*****	177	*****	*****
84	*****	*****	178	*****	*****
85	*****	*****	179	*****	*****
86	*****	*****	180	*****	*****
87	*****	*****	181	*****	*****
88	*****	*****	182	*****	*****
89	*****	*****	183	*****	*****
90	*****	*****	184	*****	*****
91	*****	*****	185	*****	*****
92	*****	*****	186	*****	*****
93	*****	*****	187	*****	*****
94	*****	*****			

（三）复垦区、复垦责任范围土地利用类型及权属状况

1、土地利用类型

根据矿区所在地新疆维吾尔自治区若羌县自然资源局提供的第三次全国国土调查成果，参照《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）及《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），利用 ArcGIS 软件对矿区涉及地类面积及权属状况进行统计，结合本项目地面工程布局平面布置图，以及实地调查损毁土地的面积及分布范围情况的综合分析统计，最终获得复垦区土地利用现状数据。

本项目复垦区土地面积为 120.5103hm²。复垦区土地利用现状类型涉及其他草地、裸岩石砾地、农村道路和工矿仓储用地（工业用地、采矿用地）等 4 个一级地类和 5 个二级地类，其中草地用地面积 42.8696hm²，占比 35.573%；工业仓储用地面积 0.1325hm²，占比 0.110%，交通运输用地面积 1.2894hm²，占比 1.07%；其他用地中裸

岩石砾地 75.315hm²，占比 63.25%。复垦区最主要的用地类型其他草地和裸岩石砾地，总占比可达 98.82%。复垦区土地损毁形式为挖损、压占和塌陷，复垦责任范围面积 120.5103hm²。

由于项目占用其他草地，根据若羌县林业和草原局对《新疆腾晟矿业有限公司新疆库木萨依锂铌钽稀有金属(铁)矿采选项目工业用地等查询申请》的复函，项目占用草地的处理意见为“项目应尽量避让草地范围，不占和少占草地，确需占用草地，请按照相关规定办理建设项目征占用草原相关手续”。

本《方案》复垦区及复垦责任范围土地利用现状情况详见下表 3-72。

表 3-72 矿山复垦区土地利用现状表

一级地类	二级地类	项目区面积 (hm ²)	比例 (%)	土地权属
草地 (04)	其他草地 (0404)	42.8696	35.57	若羌县国有
工矿仓储用地 (06)	工业用地 (0601)	0.1204	0.10	若羌县国有
	采矿用地 (0602)	0.0121	0.010	若羌县国有
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)	1.2894	1.07	若羌县国有
其他土地 (12)	裸岩石砾地 (1207)	76.2188	63.25	若羌县国有
合计		120.5103	100.00	

2、土地权属

本项目复垦区面积为 120.5103hm²，复垦责任范围涉及土地面积为 120.5103hm²，属新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州若羌县管辖，复垦区土地权属情况统计见表 3-72。具体范围见矿区土地复垦规划图，复垦区土地权属为国有土地，土地产权明晰，权属界址线清楚，无任何纠纷。

3、土地复垦责任范围

本项目复垦责任范围为露天采场、各工业场地及预测塌陷区，复垦面积共 120.5103hm²。

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

根据矿山现状和预测地质灾害情况，现阶段对地质环境保护与预防，防止地质灾害发生，保障施工人员、设备安全，采取有效措施，保护矿山地质环境，保护土地资源、水资源，维护生态平衡。近期开采前在采矿场外围及预测地面塌陷区范围外设置铁丝围栏和警示牌；露天开采结束后地下开采期间对闭坑后不进行地下开采的露天采场利用地下开采产生的废石进行回填，恢复至与周边地貌相协调。远期矿山闭坑后对工业场地、排土场、尾矿库、尾矿输送及回水管线进行全面治理，拆除建筑设施，井硐口就近利用建筑垃圾及废石进行回填封堵，平整场地，尽力恢复原有地貌。稳沉期后利用废石对地面塌陷区进行回填，恢复至与周边地貌相协调。最后对矿山道路进行平整，恢复至与周边地貌相协调。

（一）技术可行性分析

矿山地质环境治理工程是一项涉及多科学的综合技术工程，技术性强，为达到方案实施的预期效果，根据工程进展情况，矿山企业在实施过程中应积极与设计单位联系、沟通，按照要求实施，达到矿山地质环境与生态环境恢复的目的。本方案所应用的矿山地质环境恢复与治理技术和植被恢复等各项技术，在我国属于比较成熟的矿山地质环境治理工程技术，在许多矿山的地质环境恢复治理工作中都有应用，并且取得了良好的效果。因此，本方案中涉及的地质环境治理工程技术可行，针对本矿山地质环境保护与综合治理恢复任务，分析论证技术可行性。

1、地质灾害防治技术可行性分析

根据《开发利用方案》及上述评估，评估区位于中易发区和不易发区交界地带，评估区现状存在崩塌、滑坡地质灾害隐患，评估区内潜在的地质灾害主要为地面塌陷、崩塌、滑坡、不稳定斜坡和泥石流。

（1）地面塌陷防治

矿山为先露天开采后转地下开采，巷道开拓及地采矿形成采空区可能引发地面塌陷地质灾害。地面塌陷灾害防治措施除采用充填采矿法外，工程措施主要在预测地面塌陷区外围设置铁丝网围栏和警示牌。稳沉期后对地面塌陷坑利用废石场废石回填治理。这些防治工程均为常规施工项目，技术上是可行的。

（2）崩塌、滑坡、不稳定斜坡防治

崩塌灾害防治工程主要为危岩清除、锚固、挡墙，对裂隙较发育坡面岩体较破碎的危岩带采用挂网喷浆进行治疗，对露天采坑边坡危岩体在开采过程中直接进行危岩清除。挂网喷浆及危岩清除为常规的崩塌治理措施，技术上是可行的。

滑坡灾害防治工程主要为设置截排水沟拦截和旁引滑体以外的地表水，汇集和疏导滑体中的地下水；降低斜面坡度、坡顶减重回填于坡脚，必要时在坡脚或其他适当部位设置挡土墙、抗滑桩或锚固等工程防治措施。这些防治工程均为常规施工项目，技术上是可行的。

不稳定斜坡灾害防治工程主要为切坡、护坡、挡墙、锚固，排土场采用砂石换层压实，对较破碎的风化层边坡采用切坡，放缓坡度；露天采场的边坡，裂隙发育带进行锚固；排土场边坡分层压实。这些防治工程均为常规施工项目，技术上是可行的。

（3）泥石流防治

泥石流灾害防治工程主要在 N3 沟谷，排土场的一侧修建截水沟，将雨季 N3 沟谷洪流导排至排土场下游。在 N1、N2 和 N4 沟谷下游段设置警示牌，这些防治工程均为常规施工项目，技术上是可行的。

矿山地质灾害预防、治理、监测、预警措施切实可行，并可达到实施的目标，预防和治理实施难度中等。

2、含水层防治技术可行性分析

矿山开采对含水层破坏程度较轻，含水层防治主要是强调含水层的自我修复能力。评估区内无常年性地表水体，矿区含水层单一。矿区矿体最低开采标高为 1020m，地下水位标高 1079.72m~1148.96m，大部分矿体位于平均水位（1116.79m）以上。开采标高范围内岩层富水性弱，地下最低开采标高矿坑涌水量小于 1000m³/d，汇集集水池后作他用，不外排；尾矿水清水循环利用，不外排。采空充填和塌陷回填可有效减轻含水层结构破坏。以上技术方法可行，符合矿山实际，可实施，对减轻含水层破坏是可行的。

3、地形地貌修复技术可行性分析

矿区周边无自然保护区、风景名胜区、水源保护地、地质遗迹、人文景观等。矿区地形地貌景观破坏程度严重，主要是露天采场的挖损破坏，排土场的堆高破坏，工业场地、矿区道路的挖填、修建破坏，不同程度破坏了地形地貌景观。对拟布置的矿区地形地貌治理方案包括：

(1) 矿山开采结束后,尾矿库、排土场有专项的闭库设计,可达到与周边环境相协调。

(2) 矿山开采结束后对工业场地的建构(筑)物进行拆除,对占用土地进行平整,可达到与周边环境相协调。

(3) 对露天采场利用废石进行回填,地面塌陷区利用废石进行回填,可达到与周边环境相协调。

上述治理方案工作均为常规的土石方回填工程及拆除、平整工程,较为简单,技术手段比较成熟,施工难度较小,可实施性强,对地形地貌景观的恢复是可行的。

4、水土污染防治技术可行性分析

根据第三章水土环境污染现状分析与预测,矿区采矿活动的水土环境污染较轻。方案拟布置的矿区水土环境污染方案有:对生产废水和生活污水进行处理;对废石、选矿尾矿进行妥善处置;对生产、运输作业过程中产生的扬尘进行抑尘;定期采取地表水、废水水样及土壤样本,对矿区水土环境污染进行监测。

本工程废水主要为生产废水和生活污水。采场产生的生产废水经矿坑涌水处理后,满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)一级标准后达标排放。选矿工艺废水返回选厂回用,不外排。生活污水经化粪池处理后,再经地埋式一体化生活污水处理装置处理达标后排放,均为常规技术,技术可行。

生产、运输作业产生的扬尘、各种施工燃油机械及运输车辆的尾气和巷道掘进的爆破废气。采用湿式作业、地表洒水增湿等措施可有效抑尘。选厂废气主要为选厂破碎、筛分过程中产生的含尘废气。粗碎车间、中细碎筛分和试化验室的废气采用袋式除尘器处理后达标外排。汽车卸矿、粉矿仓、综合选矿车间皮带下料点头部点设置喷雾抑尘。从同类工程实践看,技术上是可行的。

选矿产生的尾矿进入尾矿库堆存,尾矿库总库容 $579.0 \times 10^4 \text{m}^3$,有效库容 $521.1 \times 10^4 \text{m}^3$,满足选厂服务年限要求。尾矿库边坡及库底清除杂草碾压整平后,由下至上依次铺设一层 5000g/m^2 膨润土防水毯、一层 1.5mm 厚 HDPE 土工膜、 15kN/m 土工布,并在 1200m 、 1210m 、 1220m 、 1230m 、 1240m 、 1246m 标高分别设置嵌固槽,用于嵌固防渗层。嵌固槽断面为倒梯形,底宽 1m ,顶宽 2m ,深 1m ,边坡 $1:0.5$,嵌固土工材料后浇筑 C20 素混凝土。尾矿库建设满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》(GB18599-2020)相关要求。本工程排土场位于尾矿库南侧的山坳里,容积为 679万 m^3 。排土场建设满足《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》

（GB18599-2020）相关要求。

在上述污染防治措施实施的同时，对矿区水土环境污染进行监测，监测报告土壤、地下水、地表水环境监测和废水污染源监测等。

综上所述，矿山水土污染防治措施和修复工程，技术上可行。

5、监测技术可行性分析

矿山地质环境监测措施主要针对地质灾害、含水层、地形地貌、土地资源和水土环境污染等进行监测。

地面塌陷、崩塌、滑坡监测为山坡岩体的位移、变形监测，泥石流监测为雨情及沟谷水源流量、物源量、水流通畅情况的监测，含水层监测为地下水水质、水位及涌水量监测，地形地貌景观采取地形测量监测，水土环境污染监测为废石淋滤液、地表水以及土壤监测，大气污染监测为空气质量监测，以上监测措施均为常规性监测，此项措施可行。

（1）地质灾害监测主要对崩塌、滑坡、不稳定斜坡、地面塌陷和泥石流地质灾害进行监测。目前国家已经发布了《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015），标准规定了地质灾害的监测内容、监测方法及监测频率等，因此矿山按上述标准进行地质灾害监测，具有可行性。

（2）地表水监测，目前国家已经发布了《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022），规定了地表水环境质量监测的布点与采样、监测项目与分析方法、监测数据处理等内容；《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）也给出相关监测指标的检测分析方法和标准值。相关标准对地表水监测进行了规范指导，具有可行性。

（3）地下水监测主要为水位监测、水质监测、涌水量监测。2020年12月，生态环境部发布了《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020），规定了地下水环境监测井的布设、环境监测井的建设与管理、采样监测、样品保存与运输、监测项目和分析方法等全流程的相关要求，可为地下水监测提供指导，地下水监测具有可行性。

（4）地形地貌和土地资源监测，主要进行测量对比工作，技术成熟，具有可行性。

（5）土壤监测主要工作为土壤取样化验。目前土壤监测相关的标准和指南包括：《土壤质量土壤采样技术指南》（GB/T36179-2018）、《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准》（GB3660-2018）、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）等，土壤监测技术成熟，取样容易，检测因子均为常规因子，有章可循，具有可行性。

（二）经济可行性分析

本次矿山地质环境治理费用由新疆腾盛矿业有限公司承担，采取从矿山销售收入中按提成的方法解决，提取的费用从成本中列支，设立专门账户，资金实行专项管理和定期检查的使用管理办法，逐步逐年落实到位，使矿山保护与综合治理措施保质保量如期完成。

矿山 16 年服务期内总净利润 65762.88 万元。本次矿山地质环境治理和土地复垦动态总投资为 8643.28 万元，占矿山总利润的 13.1%，矿山地质环境治理和土地复垦工作从经济上来看是可行的。

（三）生态环境协调性分析

矿区植被弱发育，覆盖度仅为 2%，开采对地表植被、土壤影响较小，矿山建设施工场地对原始地表植被和土壤有一定影响，因此对生态环境有一定影响。该项目的实施虽然对生态环境的影响大部分都是长期性的和明显的，但均为局部影响，如果积极实施复垦及其它生态保护措施，将影响降至最低限度。

矿山地处低中山区，部分工业场地位于山前平原区，总植被覆盖率约 2%，经过矿山地质环境保护与恢复治理及土地复垦工作，在很大程度上将会改良矿山开采造成的生态环境破坏。总体上矿山环境保护和土地复垦工作的实施将促进矿区与周边生态环境的协调性。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

根据矿区所在地新疆维吾尔自治区若羌县自然资源局提供的第三次全国国土调查成果，参照《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）及《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），利用 ArcGIS 软件对矿区涉及地类面积及权属状况进行统计，结合本项目地面工程布局平面布置图，以及实地调查损毁土地的面积及分布范围情况的综合分析统计，最终获得复垦区土地利用现状数据。本项目复垦区面积 120.5103hm²，复垦责任范围 120.5103hm²，均为国有土地，复垦区土地利用现状及权属现状见表 4-1。

表 4-1 复垦区土地利用现状及权属现状表

一级地类	二级地类	复垦区面积 (hm ²)	复垦责任范围 (hm ²)	比例 (%)	土地权属
草地 (04)	其他草地 (0404)	42.8696	42.8696	35.57	若羌县国有
工矿仓储用地 (06)	工业用地 (0601)	0.1204	0.1204	0.100	若羌县国有
	采矿用地 (0602)	0.0121	0.0121	0.010	若羌县国有
交通运输用地 (10)	农村道路 (1006)	1.2894	1.2894	1.07	若羌县国有
其他土地 (12)	裸岩石砾地 (1207)	76.2188	76.2188	63.25	若羌县国有
合计		120.5103	120.5103	100	

(二) 土地复垦适宜性评价

1、评价原则

对于生产建设项目损毁土地的复垦方向，最高标准应该是不留生产建设的痕迹，也就是完全复垦原地形地貌和土地利用类型和水平。具体复垦规划与实践中，土地复垦方向尽可能与原（或周边）土地利用方式（或土地利用总体规划）保持一致。但对于无法完全恢复的损毁土地，应该根据一定的原则进行土地复垦适宜性评价。这些原则包括：

(1) 符合地区土地利用总体规划，与其他规划相协调的原则

在确定待复垦土地适宜性时，不仅要考虑被评价土地的自然条件和损毁状况，还要考虑区域性土地利用总体规划、生态功能区划等，着眼地区社会经济和生产建设发展状况，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。

(2) 因地制宜原则

在评价被损毁土地复垦适宜性时，应当分别根据所评价土地的区域性和差异性在具体条件确定其利用方向，在尊重权利人意愿的基础上，宜农则农、宜林则林、宜牧则牧。评估区内拟损毁的土地主要为裸岩石砾地和其他草地，没有耕地、林地等用地类型，因此，本项目各复垦单位的复垦方向应为裸岩石砾地或其他草地。

(3) 土地复垦综合效益最佳原则

在确定被损毁土地复垦利用方向时，应首先考虑其可复垦性和综合效益，根据被损毁土地状况选择最佳利用方向，在充分考虑矿山承受能力的基础上，以最小的复垦投入从待复垦土地中获取最佳的经济效益、生态效益和社会效益。

(4) 主导性限制因素与综合平衡的原则

影响待复垦土地利用方向的因素很多，包括自然条件、土壤性质、原利用类型、损毁状况、灌排条件及社会需求等多方面，因此在评价时应综合考虑各方面的因素。

但是，各种因素对土地复垦利用的影响程度不同，应选择其中的主导因素作为评价的主要依据。

（5）复垦后土地可持续利用原则

矿区土地破坏是一个长期的动态过程，而基于土地破坏的土地复垦适宜性评价也是具有动态性。因此土地复垦适宜性评价结果不具有唯一性，而应当根据采矿和复垦技术的发展、复垦土地理化形状的自然演化、社会需求的调整等提出不同阶段的复垦目标。同时，土地复垦还应符合可持续发展原则，应保证所选土地利用方向具有持续生产能力、防止掠夺式利用或二次污染等问题。

（6）经济可行、技术合理性原则

在进行土地适宜性评价时，必须综合分析评价区域的自然、经济和社会条件，既要考虑自然条件的适宜性，又要考虑技术条件的可能性和经济效益的合理性，才能做出符合实际的客观评价。

（7）社会因素和经济因素相结合原则

待复垦土地的评价，既要考虑其自然属性（土地质量），同时也要考虑其社会属性，如社会需要、资金来源等。在评价时应以自然属性为主来确定复垦方向，但也必须顾及社会属性的许可。

（8）定性分析与定量分析相结合原则

对评价单元通过定性及定量分析确定复垦方向，能够确定最终复垦方向的可以明确，如建设用地、道路、水面、渔业养殖、生态保护等。不能确定最终复垦方向的要进一步分析评价，主要为农用地宜耕、宜林、宜草的最终确定。对此适宜类实行二级评价体系，最后确定最终复垦方向。

2、评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调研矿区土地损毁前的利用状况、生产力水平和损毁后土地的自然条件基础上，参考土地损毁预测和程度分析的结果，依据国家和地方的规划和行业标准，选择合适的评价方法、评价指标体系和标准，评定适宜性等级，确定最终复垦利用方向。其主要依据包括：

1) 土地复垦的相关规程和标准

- （1）《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- （2）《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）；
- （3）《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T 1038-2013）；

- (4) 《土地复垦条例实施办法》（2013 年）；
- (5) 《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）；
- (6) 地方性其他复垦质量要求和实施办法等。

2) 土地利用的相关法规和规划

- (1) 《新疆维吾尔自治区国土空间规划（2021-2035 年）》；
- (2) 《新疆维吾尔自治区矿产资源总体规划（2021-2025 年）》；
- (3) 《巴音郭楞蒙古自治州国土空间总体规划（2021—2035 年）》；
- (4) 《若羌县国土空间总体规划（2021-2035 年）》；
- (5) 《新疆维吾尔自治区若羌县矿产资源总体规划（2021-2025 年）》。

3) 其他

包括评估区土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况、自然社会经济状况和周边类似矿山复垦案例的类比调查资料、公众参与意见等。

3、评价对象与评价单元的确定

1) 评价对象

评价对象为纳入复垦责任范围的损毁土地，本《方案》中包括选矿办公区、选矿工业场地、高位水池、采矿工业场地、充填高位水池、充填站、回风竖井工业场地、主斜坡道工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路、8 个露天采场区、预测塌陷区等区域，面积合计约为 120.5103hm²。土地损毁形式为压占、挖损和塌陷，损毁土地利用类型为裸岩石砾地、其他草地、工业用地、采矿用地和农村道路。

2) 评价单元

评价单元是进行土地适宜性评价的基本空间单位，同一评价单元内土地的基本属性、土地特征、土地复垦利用方向和改良途径应基本一致，同时评价单元之间具有一定差异性，能客观反映出土地在一定时期和空间上的差异。评价单元恰当与否直接关系到土地适宜性评价的质量、复垦工程量的大小和复垦效果的好坏。

本次土地复垦适宜性评价单元主要依据新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属(铁)矿土地利用类型、土地损毁类型和损毁程度以及损毁前的土地利用状况，将本矿山复垦责任范围划分为 1 个一级评价单元，在一级评价单元的基础上，按照损毁单元分布情况划分为 16 个二级评价单元，即Ⅰ区露天采场、Ⅱ区南露天采场、Ⅱ区北露天采场、Ⅱ区西露天采场、Ⅲ区东露天采场、Ⅲ区西露天采场、Ⅳ区露天采场、Ⅴ区露天采场等 8 个露天采场、选矿工业场地（包括选矿生产区、选矿办公区、高位水池等与选矿相

关的区域）、采矿工业场地、地下开采工业场地（包括充填站、充填站高位水池、回风竖井、主斜坡道等与地采有关的工业场地）、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路、预测塌陷区。土地复垦适宜性评价单元划分情况见表 4-2。

表 4-2 复垦责任范围土地适宜性评价单元划分表（单位：hm²）

一级评价单元	二级评价单元		复垦单元名称	其他草地	工业用地	采矿用地	农村道路	裸岩石砾地	损毁土地面积	土地损毁形式	损毁时间	损毁程度
复垦责任范围	露天采场	I区露天采场	复垦单元 A	0	0	0	0	21.3343	21.3343	挖损、塌陷	2025 年-2043 年	重度
		II区南露天采场	复垦单元 B	0	0	0	0	1.7841	1.7841	挖损	2036 年-2037 年	重度
		II区北露天采场	复垦单元 C	0.1731	0	0	0	5.7266	5.8997	挖损	2037 年-2038 年	重度
		II区西露天采场	复垦单元 D	0	0	0	0	0.4814	0.4814	挖损	2039 年	重度
		III区东露天采场	复垦单元 E	0	0	0	0	0.5823	0.5823	挖损	2039 年	重度
		III区西露天采场	复垦单元 F	0	0	0	0	0.6784	0.6784	挖损	2040 年	重度
		IV区露天采场	复垦单元 G	0	0	0	0	0.7712	0.7712	挖损	2040 年-2041 年	重度
		V 区露天采场	复垦单元 H	0	0	0	0	0.3837	0.3837	挖损	2041 年	重度
		小计	/	0.1731	0	0	0	31.742	31.9151		/	重度
	工业场地	选矿工业场地	复垦单元 I	12.5028	0	0	0.5525	0	13.0553	挖损、压占	2025 年-2042 年	重度
		采矿工业场地	复垦单元 J	0.6508	0.1204	0.0121	0	0	0.7833	挖损、压占	2025 年-2042 年	重度
		地下采矿工业场地	复垦单元 K	0.0533	0	0	0	0.9405	0.9938	挖损、压占	2034 年-2042 年	重度
		小计	/	13.2069	0.1204	0.0121	0.5525	0.9405	14.8324			重度
	排土场		复垦单元 L	0.1315	0	0	0	24.3049	24.4364	挖损、压占	2034 年-2042 年	重度
	尾矿库		复垦单元 M	26.0635	0	0	0	4.0101	30.0736	挖损、压占	2034 年-2042 年	重度
	表土堆场		复垦单元 N	2.0656	0	0	0	0.8473	2.9129	压占	2034 年-2042 年	重度
运输道路		复垦单元 O	1.2167	0	0	0.7369	3.8977	5.8513	挖损、压占	2034 年-2042 年	重度	
预测塌陷区		复垦单元 P	0.0123	0	0	0	10.4763	10.4886	塌陷	2034 年-2043 年	轻度	
总计				42.8696	0.1204	0.0121	1.2894	76.2188	120.5103			

4、评价方法

本项目复垦适宜性评价采用综合评价方法，首先通过土地国家政策与地方规划、公众参与、当地社会经济条件、限制性因素等因子分析初步确定土地复垦方向，然后对待复垦土地评价单元的原地类或周边同类型地类的土地基本特征参数与主要限制因素与农林牧评级指标进行比较，综合分析复垦为原地类的可行性，因地制宜地确定其最终复垦方向。

5、土地复垦适宜性分析

1) 确定初步复垦方向

(1) 国家政策及区域规划

项目区位于阿尔金山北麓与山前戈壁交接地段低中山区，矿区周边无村庄及牧民居住，基本无农牧业活动，工业活动主要为矿产资源开采，项目区土地复垦方向根据社会因素可不考虑复垦为耕地及林地。

根据《新疆生态功能区划》，矿区所在区域位于帕米尔-昆仑山-阿尔金山高寒荒漠草原生态区（V）—阿尔金山荒漠草原生物多样性保护生态亚区（V₃）—阿尔金山荒漠草原及野骆驼保护生态功能区（76）内。该区域生物多样性及其生境高度敏感、土壤侵蚀高度敏感，主要保护措施为退牧、禁止偷猎、禁止乱采玉石矿、加强保护区管理，适宜发展方向为保护野生动物栖息地，维持自然生态平衡。结合待复垦区周边土地利用方式，以恢复原土地利用类型为首选复垦方向，初步确定土地复垦方向为裸岩石砾地和其他草地。

(2) 区域自然条件因素分析

矿区位于阿尔金山北麓与山前戈壁交接地段，总体地势南高北低，中南部为低中山区地貌，地势陡峭，切割强烈，相对高差 300-500 米。北部为山前平原区，地形平缓。矿区海拔 1222-1852 米，总体地形坡度 3~45°，中南部山区地形坡度 20-45°，北部平原区地形坡度 3-10°。区内山脊及较陡山坡区域大多基岩裸露，沟谷底部、较缓山坡地带及山前区域第四系分布较连续，植被零星发育，区内总体植被覆盖率约 2%。区内干旱少雨，蒸发量大，年均蒸发量是年均降雨量的 102 倍，根据《中国气候区划名称与代码 气候带和气候大区》（GB/T17297-1998），矿区位于极干旱地区，区内地表植被极少发育，区域生态系统属于荒漠生态系统。矿区土壤主要为山地栗钙土，土层浅薄，厚度小于 1 米，表层有明显的生草层，其下是腐殖质层，在其下有明显的钙积层，钙积层下为母质层，砂砾混合。有机质 4.3—6.5g/kg，全氮 306—628mg/kg，pH 值

8.58-8.87。矿区周边土地现状类型为裸岩石砾地和其他草地，用地类型中裸岩石砾地主要分布在区域南部中山区，其他草地主要分布在区域北部山前平原区，根据自然条件，复垦方向宜保持与周边土地利用现状一致。

该项目区位于若羌县，矿区范围内无居民点，区内干旱少雨，蒸发量大，地表植被极少发育，覆盖率仅为1%~2%，属于生态脆弱区。本复垦方案设计复垦措施应以注重生态恢复为主，同时注重社会效益的体现，以达到生态效益与社会经济效益综合最佳。

（3）区域社会经济条件分析

矿区内及周边无居民，所在区域经济条件较差。矿区隶属新疆若羌县管辖，区域幅员辽阔、物产丰富，是新疆重要的矿产资源开发区域之一。通过实施优势资源转换战略，工业强县的后发优势明显增强，工农业增速快。该矿山投产以后，能积极促进当地经济发展，良好社会环境和工农关系将极大地节省企业生产成本，同时也有助于土地复垦工作的开展。

矿山生产销售渠道稳定，企业在生产过程中可以提取足够的资金用于损毁土地的复垦，同时该企业具有较强的社会责任感，这将为保障复垦方案顺利实施奠定坚实的基础。

（4）公众意愿分析

公众的意见和建议对复垦适宜性评价工作的开展具有十分重要的意义，核实当地的土地利用现状及权属性质后，提出矿区确定的复垦土地用途应符合当地的土地利用总体规划。编制人员通过与委托方进行技术交流，结合当地实际情况，最后提出复垦为原土地利用类型；在技术人员的陪同下，编制人员又走访了若羌县自然资源局、矿山企业和矿山相关人员等土地权利人，以发放调查问卷的形式调查公众对土地复垦利用方向的意愿，以及对复垦标准与措施的意见。公众对于土地复垦工作的开展表示积极支持，从不同角度对土地复垦工作表示关注，希望矿山损毁的土地复垦方向为原有土地利用功能，即为裸岩石砾地和其他草地。

（5）复垦方向的初步确定

综合以上区域自然环境条件、社会经济条件、区域地方规划和土地权利人意愿等，结合表4-1中各工业场地的主要用地类型，初步确定待复垦土地以恢复原土地利用类型为主。

2) 适宜性分析结果及最终复垦方向确定

综合以上各因素分析，矿区不具备复垦为耕地、林地、牧草地的自然条件，矿区不宜复垦耕地、林地、牧草地。根据《土地复垦条例》中复垦后的土地质量不降低的原则，复垦后复垦责任范围内的其他草地占地面积不应低于复垦前其他草地的占地面积。因此，最终确定复垦区待复垦土地的复垦方向以恢复原土地功能为主，即复垦为裸岩石砾地和其他草地。

复垦单元中 8 个露天采场、排土场、地下采矿工业场地、运输道路、预测塌陷区等 12 个区域由于位于中山区，地形坡度 $6^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，这些场地现状用地类型多为裸岩石砾地，为与周边地形地貌相协调，与周边用地类型保持一致，因此，上述 12 个区域复垦恢复为裸岩石砾地。

复垦单元中选矿工业场地、采矿工业场地、尾矿库、表土堆场，由于位于山前平原区，原地形坡度多 $< 6^{\circ}$ ，现状用地类型多为其他草地，为与周边地形地貌相协调，与周边用地类型保持一致，因此复垦恢复为其他草地。按照该复垦方向进行恢复，复垦后其他草地面积将增加 3.403hm^2 。其他草地占地面积不应低于复垦前其他草地的占地面积。

本矿山土地复垦后质量应达到验收标准，参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）中对土地复垦质量的要求，确定其他草地的复垦质量标准，各评价单元的最终复垦方向情况详见表 4-3。

表 4-3 矿山土地复垦方向

二级评价单元		损毁土地面积	土地损毁形式	复垦方向	适应性评价	复垦时间
露天采场	I区露天采场	21.3343	挖损、塌陷	裸岩石砾地	不宜复垦为耕地、林地、牧草地；位于中山区，地形坡度 $6^{\circ}\sim 45^{\circ}$ ，根据原用地类型和地形条件，恢复为裸岩石砾地	2043 年-2044 年
	II区南露天采场	1.7841	挖损	裸岩石砾地		2038 年
	II区北露天采场	5.8997	挖损	裸岩石砾地		2039 年
	II区西露天采场	0.4814	挖损	裸岩石砾地		2039 年
	III区东露天采场	0.5823	挖损	裸岩石砾地		2039 年
	III区西露天采场	0.6784	挖损	裸岩石砾地		2040 年
	IV区露天采场	0.7712	挖损	裸岩石砾地		2041 年
	V 区露天采场	0.3837	挖损	裸岩石砾地		2042 年
工业场地	选矿工业场地	13.0553	挖损、压占	其他草地	不宜复垦为耕地、林地、牧草地；位于山前平原区，原地形坡度多 $< 6^{\circ}$ ，根据原用地类型和地形条件，恢复为其他草地	2043 年-2044 年
	采矿工业场地	0.7833	挖损、压占	其他草地		
	地下采矿工业场	0.9938	挖损、压	裸岩石砾地	不宜复垦为耕地、林	

二级评价单元		损毁土地面积	土地损毁形式	复垦方向	适应性评价	复垦时间
	地		占		地、牧草地；中山区，地形坡度 6°~45°，根据原用地类型和地形条件，恢复为裸岩石砾地	
排土场		24.4364	挖损、压占	裸岩石砾地	不宜复垦为耕地、林地、牧草地；中山区，地形坡度 6°~45°，根据原用地类型和地形条件，恢复为裸岩石砾地	2043 年 -2044 年
尾矿库		30.0736	挖损、压占	其他草地	不宜复垦为耕地、林地、牧草地；位于山前平原区，原地形坡度多 < 6°，根据原用地类型和地形条件，恢复为其他草地	
表土堆场		2.9129	压占	其他草地		
运输道路		5.8513	挖损、压占	裸岩石砾地	不宜复垦为耕地、林地、牧草地；中山区，地形坡度 6°~45°，根据原用地类型和地形条件，恢复为裸岩石砾地	
预测塌陷区		10.4886	塌陷	裸岩石砾地		

（三）水土资源平衡分析

1、水资源供需平衡分析

根据前述土地复垦方向分析结果，本矿山土地复垦方向为裸岩石砾地和其他草地，其他草地中种植的植被为沙生针茅，沙生针茅属于耐旱植被，处于幼苗阶段时需要一定程度的灌溉来提高沙生针茅的生长速度和覆盖率，达到快速固沙的目的。在复垦后期，沙生针茅、披碱草可主要依靠自然降水满足其生长需求。其他草地灌溉水源来自米兰河，采用洒水车运水至场地周边进行灌溉，不再配套专门的灌溉工程。

2、表土方资源供需平衡分析

根据《中华人民共和国土地复垦条例》，建设单位应在建设前期对工业场地的表土进行剥离。根据项目区土壤剖面图，选矿生活区、选矿生产区、采矿工业场地等场地位于山前平原区，因此表土剥离厚度为 0.5m，尾矿库、高位水池等场地位于中山区，因此表土剥离厚度为 0.3m，其余工业场地、排土场、露天采场位于中山区，且土地地类基本上为裸岩石砾地，不剥离表土。因此，表土的总剥离量为 14.3055 万 m³；剥离

的表土存放于表土堆场内，表土堆场占地面积为 2.9129hm²，有效容积为 14.5 万 m³，平均堆高不设置水泥挡土墙，可以满足项目表土的堆存需求。各工业场地可利用的表土资源如下表所示。

表 4-4 工业场地复垦区可利用表土资源分析表

工业场地	面积 (hm ²)	表土计算 (m ³)	剥离厚度 (m)
选矿办公区	2.0038	10019	0.5
选矿生产区	10.0474	50237	0.5
高位水池	0.4516	1354.8	0.3
采矿工业场地	0.6508	3254	0.5
尾矿库	26.0635	78190.5	0.3
其余各场地	81.2932	/	/
总计	120.5103	143055.3	/

复垦时，工业场地区的复垦首先拆除选矿办公区、选矿生产区、高位水池、采矿工业场地等工业场地内的建构筑物，再从表土堆场中取出表土，在各工业场地覆土 0.3m，对于尾矿库，进行覆膜封场后，再从表土堆场中取出表土进行覆土，覆土厚度为 0.3m，撒播草籽，用于复垦。各场地的覆土厚度均为 0.3m，可以满足《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）中对其他草地有效土层厚度（>10cm）的要求。因此，设计复垦为其他草地的区域覆土厚度均为 0.3m，覆土总量为 13.88 万 m³。表土堆场中堆存的表土（14.3055 万 m³）可以满足后期复垦的要求。

表 4-5 其他草地复垦区域表土资源需方量分析表

工业场地	面积 (hm ²)	表土计算 (m ³)	覆土厚度 (m)
选矿办公区	2.0038	6011.4	0.3
选矿生产区	10.0474	30142.2	0.3
高位水池	0.4516	1354.8	0.3
采矿工业场地	0.7833	2349.9	0.3
尾矿库	30.0736	90220.8	0.3
表土堆场	2.9129	8738.7	0.3
总计	43.3597	138817.8	

综上所述，项目表土剥离量为 14.3055 万 m³，后期复垦覆土总量为 13.88 万 m³。项目剥离表土（14.3055 万 m³）可以满足后期复垦的要求。不需要另外取土进行复垦。

（四）土地复垦质量要求

1、土地复垦质量要求制定依据

1) 国家及行业的技术标准

- （1）《土地复垦条例》（国务院令第 592 号，2011 年 3 月 5 日）；
- （2）《国土空间调查、规划、用途管制用地用海分类指南（试行）》（自然资办

发〔2020〕51号）；

（3）《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）。

2）评估区土地利用水平

考虑到评估区损毁土地的特点，土地复垦工作应根据矿区自身生态环境特征，遵循因地制宜的原则，确保复垦方向与原（或周边）土地利用类型尽可能保持一致。采取合适的预防控制措施和工程措施，使损毁的土地恢复到原生产利用条件，制定的复垦标准原则上不能低于原（或周边）土地利用类型的土壤质量和生产水平。

3）矿山所在地相关权利人的调查意见

积极调查和听取相关权利人的相关意见和建议，可以提高土地复垦标准的合理性和可行性。本《方案》在制定复垦标准时，积极与当地自然资源主管部门进行意见交流，深入调查走访损毁土地的原土地使用权人，结合调查咨询结果，合理确定复垦标准。

2、土地复垦质量要求

根据《土地复垦条例》《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）等土地复垦相关技术标准，结合项目区自然地理和经济社会条件，遵循因地制宜的原则，复垦方向与原（或周边）土地利用类型尽可能保持一致，采取合适的预防控制和工程措施，使损毁的土地恢复生产力和生态系统功能，制定的复垦标准原则上不能低于原（或周边）土地利用类型的土壤质量和生产水平。

根据土地复垦适宜性评价结果，本项目区各复垦单元复垦方向为裸岩石砾地和其他草地，复垦面积 120.5103hm²，复垦率为 100%。其中，复垦方向为裸岩石砾地的区域复垦质量要求为：

（1）露天采场

- 1）复垦方向为裸岩石砾地，复垦后应与当地地形、地貌及周边环境相协调；
- 2）保证露天采矿场区安全，杜绝崩塌等地质灾害发生。
- 3）I 区露天采场位于预测塌陷区，应按照预测塌陷区要求进行复垦。

（2）预测塌陷区

- 1）复垦方向为裸岩石砾地，有控制污染和水土流失的措施，复垦后应与当地地形、地貌及周边环境相协调。
- 2）首先应保证塌陷区安全，杜绝地质灾害的发生。
- 3）应对预测采空塌陷区进行封闭隔离和设置警示牌，预防危害的发生。

4) 稳沉期后塌陷区利用废石进行回填, 回填的土石方应与回填区域地层岩性基本一致、不应含有毒有害成分, 回填后地形坡度不大于 35° , 应与周边地形地貌景观相协调。

(3) 地下开采工业场地

1) 复垦方向为裸岩石砾地, 因地制宜, 复垦后应恢复其土地利用功能。

2) 拆除地表建筑物, 进行场地清理, 禁止局部凸起或凹陷, 保证安全, 杜绝地质灾害发生; 服务年限到期后进行废石回填、封堵。

3) 进行土地平整, 整治后恢复原始地形坡度 $3-10^{\circ}$, 禁止形成局部凸起或凹陷, 有效控制水土流失。

(4) 排土场

1) 复垦方向为裸岩石砾地, 有控制污染和水土流失的措施, 复垦后应与当地地形、地貌及周边环境相协调。

2) 首先应保证废石场区安全, 杜绝地质灾害发生, 防护工程要求满足《滑坡防治工程设计与施工技术规范》(DZ/T0219—2006)。

3) 有控制污染措施, 保证安全, 复垦后无污染物。

4) 进行土地平整, 控制堆放坡度, 台阶边坡角不得大于设计角度, 禁止形成局部凸起或凹陷。

(5) 运输道路

1) 复垦方向为裸岩石砾地, 复垦后应恢复原地形地貌及土地利用功能。

2) 保证安全, 杜绝崩塌等地质灾害发生。

3) 对道路进行平整, 平整后地形坡度为 $5-15^{\circ}$, 禁止形成局部凸起或凹陷。

复垦为其他草地的区域, 根据《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013), 其复垦质量要求为:

(1) 选矿工业场地、采矿工业场地、表土堆场

1) 复垦方向为其他草地, 其他草地地面坡度 $<25^{\circ}$ 。

2) 有控制土壤污染措施, 覆土土壤质量需满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018)中土壤筛选值要求。

3) 其余复垦要求见“表 4-6 复垦土地中其他草地复垦质量标准”要求。

(2) 尾矿库

- 1) 对尾矿坝以上的尾矿顶部平台及坡面进行平整压实，表层铺设一层 1.5 毫米厚 HDPE 膜，防止尾矿污染复垦土壤；
- 2) 复垦方向为其他草地，其他草地地面坡度 $<25^{\circ}$ 。
- 3) 有控制土壤污染措施，覆土土壤质量需满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中土壤筛选值要求。
- 4) 对场地内截排水设施、防渗设施进行监测管护，有效控制污染和水土流失。对尾矿库上游挡水坝、石笼拦挡堤做好监测管护，保证调洪库的安全。
- 5) 其余复垦要求见“表 4-6 复垦土地中其他草地复垦质量标准”要求。

表 4-6 复垦土地中其他草地复垦质量标准

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
草地	其他草地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥ 10
			土壤容重/ (g/cm^3)	≤ 1.5
			土壤质地	砂土至砂质黏土
			砾石含量/%	≤ 50
			有机质	≥ 0.5
			pH 值	6.5-8.5
		配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求
			灌溉	
		生产力水平	产量/ (kg/hm^2)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平
			覆盖度	$\geq 15\%$

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

根据《地质灾害防治条例》《矿山地质环境保护规定》《土地复垦条例》等文件要求，按照“谁破坏、谁恢复治理”“预防为主，防治结合”“在保护中开发，在开发中保护”“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山”“因地制宜，边开采边治理边复垦”“治理与生态修复相结合”的总原则，最大程度地预防地质灾害的发生，减轻其危害，恢复矿山生态环境，保证矿山闭坑后，矿山地质环境得到有效治理与恢复，实现与周边环境基本协调的目标，具体有以下原则：

1、矿业开发应贯彻矿产资源开发与环境保护并举，综合治理与环境保护并举的原则；

2、“预防为主、避让与治理相结合和全面规划，突出重点”的原则：针对存在的地质环境问题及地质灾害，制定出预防方案，以达到保护地质环境和防灾、减灾的目的；

3、“保护与治理相结合”原则：坚持“谁开发，谁保护、谁利用、谁补偿，谁破坏、谁治理，边开采边治理恢复”的原则，保证矿区生态环境的良性发展；

4、“全面规划与重点防治相结合”的原则：针对可能发生的地质灾害分布规律合理规划矿山生产生活区布局；

5、“保护与治理恢复的相对性、持续性”原则：针对生产过程中产生的地质环境问题及地质灾害，及时治理，有多少治理多少；

6、突出重点，先急后缓，以人为本的治理原则；

7、矿山地质环境治理与生态修复相结合的治理原则；

8、依靠科技进步，严格控制矿产资源开发对矿山环境的扰动和破坏，最大限度地减少或避免矿产开发引起的矿山地质环境问题。

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

1、矿山地质环境保护预防目标

根据该矿山的地质环境特征、开采状况及地质环境影响评估结果，矿山地质环境保护目标定位为：最大限度地避免或减轻因矿产开发引发的地质灾害危害，减少对含水层的影响和破坏，减轻对地形地貌景观的影响，减轻水土环境污染，最大限度修复生态环境，努力创建绿色矿山，使矿业经济科学、和谐、持续发展。

首先进行矿山地质环境保护预防工作，构建和谐矿山。矿山地质环境保护预防，地质灾害及隐患得到有效预防，为矿山地质环境保护打好基础，进而改善矿山地质环境、生态环境，构建“绿色矿山”，为矿山及周围社会经济发展提供保障。矿山地质环境保护预防工作规范矿山生产建设等工程活动，使矿产资源得到充分合理的开采利用，确保矿山生产与环境保护协调发展，促进人与自然和谐相处，实现矿区的可持续发展。

2、矿山地质环境保护预防任务

(1) 采取崩塌、滑坡、不稳定斜坡、泥石流、采空塌陷地质灾害预防措施，避免和减轻地质灾害的发生，避免造成不必要的经济损失和人员伤亡；

(2) 及时采取含水层预防保护措施，消除矿山开采过程中各种不利因素，减少对地下水资源的影响；

(3) 采取地形地貌景观保护措施，避免或减少矿山开采过程中对矿区地形地貌景观的破坏；

(4) 采取水土环境污染预防措施，防止水土环境的污染。

3、土地复垦预防目标任务

为了使矿山在建设生产过程中对土地资源的损毁减少到最小程度，按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，根据本矿山的建设生产特点，可在建设生产过程中对损毁土地进行预防控制。预防措施的目标为针对矿山对土地的损毁环节制定相应的预防控制措施，在生产建设的过程中采取相应措施尽量减少对土地造成的损毁。

(二) 主要技术措施

1、地质灾害预防技术措施

根据该矿区地质灾害现状与预测结果可知，矿山地质灾害类型主要为崩塌、滑坡、不稳定斜坡、地面塌陷、泥石流，针对不同地质灾害，其预防工程设计如下：

(1) 地面塌陷防治

矿山I区为先露天开采后转地下开采，巷道开拓及地采矿形成采空区可能引发地面塌陷地质灾害。地面塌陷灾害防治工程主要在预测地面塌陷区外围设置铁丝网围栏和警示牌，并监测地面变形。由于地面塌陷范围与露天采场叠合，其预防工程在露天采场一并兼顾。

(2) 崩塌、滑坡、不稳定斜坡防治

现有和预测的崩塌、滑坡点，体积小于 100m³ 的，共 9 处，体积合计 568m³，直

接进行清理，体积大的进行挂网喷浆或设置挡墙，危岩清除后在坡底各设立警示牌 1 块，共设置 21 块警示牌。警示人员注意安全，以防在生产过程中因内外因素引发崩塌地质灾害，危害人员及车辆安全。

露天采场外围 10 米设置铁丝围栏和警示牌，并监测边坡岩体稳定情况，做到提前预防，及时清除。共设置铁丝围栏长度 6922 米，警示牌 68 块。

排土场外围 10 米设置铁丝围栏和警示牌，铁丝围栏长度 3726m，警示牌 37；并在排土场的周边设计截排水沟，将沟谷洪流从排土场上游引至排土场下游，长度 3658m。

表土堆场外围 10 米设置铁丝围栏和警示牌，铁丝围栏长度 980m，警示牌 4；并在表土堆场的周边设计截排水沟，将沟谷洪流从堆场上游引至堆场下游，长度 930m。

（3）泥石流防治

泥石流灾害防治工程主要在 N3 沟谷，排土场、表土堆场的周边修建截水沟，将雨季 N3 沟谷洪流导致排土场下游。在 N1、N2、N3 和 N4 沟谷下游段设置警示牌，合计 4 块警示牌。

2、含水层破坏预防技术措施

矿山开采对含水层结构、地下水资源量影响程度较轻，对含水层地下水水质污染较轻。因此，方案确定预防措施如下：

（1）严格按设计进行开采，尽量减少地下开采对含水层的影响。及时充填采空区，避免采矿引起地面塌陷或变形地质灾害，减少开采对含水层结构的破坏。

（2）开采过程中，在井巷施工揭穿地下水含水层时要及时封堵，封堵时使用隔水性能优良的高标号水泥等材料；遇到断层做好探水工作进行注浆与加固，堵截含水层中地下水的溢出，减少疏干排水量。

（3）加强井下各类用油设备管理，防止出现跑冒滴漏现象，及时清理井下废弃材料，防止其在井下潮湿环境中腐烂，污染地下水。

3、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏预防技术措施

采矿工作对地形地貌景观的影响主要为矿山布局内的矿建设施及矿山开采活动对地形地貌景观的影响。矿山开采使得原有地形地貌变化大。主要预防措施如下：

（1）地下开采采用充填法，减少或减轻地面塌陷区面积和地面下沉量；及时回填地面塌陷坑，减轻对地形地貌的影响。

（2）露天采场使得原有地形地貌变化较大，对在生产期矿山开采剥离应严格按设计境界圈进行剥离作业，最大限度减少土地损毁面积。

(3) 工业场地、生活区等在建设过程中,严格控制各建筑物用地面积,不得超范围用地,矿部生活区区域尽量不新增各类建筑物。

(4) 排土场、尾矿库必须按照设计建设施工,不得擅自扩大建设面积,尽量减少对地形地貌景观的破坏。

(5) 矿山道路尽量利用现有道路,控制新建道路长度,道路走向尽量和周边的地形地貌相协调,减少土方开挖工程量,降低路基高度以减少路基占地。

4、水土污染防治技术措施

根据《开发利用方案》,后期开采会对周边水环境产生影响的主要为生产废水及生活污水。会对周边土壤环境产生影响的主要为开采产生的生活垃圾。具体处理措施如下:

(1) 本工程生产、生活污水对环境影响较轻,矿坑涌水经矿井涌水处理站处理后返回用于生产,不外排;生活污水在统一收集经一体化污水处理装置处理后,出水用于矿区洒水降尘,不外排。

(2) 在矿山开采过程中,做到废石、废渣不乱堆、乱放,合理有序堆放在排土场。

(3) 生活垃圾定期拉运至若羌县垃圾处理厂进行处理,每次拉运时必须用纱网进行覆盖,防止垃圾随风散落。

(4) 定期进行水质、土壤检测,及时了解和掌握其中有害成分的含量,发现超标时应及时查清源头,从根本上控制对水体的污染,尽量减少矿业活动对矿区土壤环境破坏和污染,对矿山生产、生活破坏的区域,最大限度恢复原土地类型的生态功能。

5、土地复垦预防技术措施

(1) 矿山开采活动应严格按照开发利用方案设计进行采矿作业,最大限度减少土地损毁面积,废渣石按设计进行排放,不得随意占用土地资源;

(2) 合理堆放废渣石,防止因乱堆乱放增加损毁面积,对于排土场应加强边坡维护,确保边坡的稳定,防止变形发生崩塌、滑坡产生新的水土流失;

(3) 生产期间生产活动控制在拟建设施占地范围内,并应尽量减少临时占地,严禁因图便利开路现象,在生产过程中应及时对不再利用的场地和道路复垦,与周边地形地貌相协调;

(4) 矿山开采过程中加强对土地资源破坏和已复垦区域进行监测,通过人工巡视、测量等监测做好土地使用规划,并尽量减少土地损毁影响;

(5) 矿山闭坑后,应严格按照设计进行土地复垦,拆除矿建设施压占损毁区建(构)

筑物，建筑垃圾全部外运，其他设施压占损毁区场地清废后进行土地平整，对平硐、进出竖井可能发生的地面塌陷区进行回填、平整，所有土地复垦单元均复垦为裸岩石砾地，避免复垦过程中对土地造成新的或者二次损毁。

（三）工程设计及工程量

1、地质灾害警示工程

（1）工程设计

警示牌材料为铁皮，呈“T”字型，牌面规格宽 0.40×0.6m，厚 0.02m，立柱采用 $\phi 0.03$ 米钢管，长 1.8m，结合冻土深度及山坡第四系厚度埋入地下 0.60m，见图 5-1。警示牌警示语采用汉维双语，警示内容有：“崩塌、滑坡路段注意绕行”、“露天采坑禁止进入”、“采空塌陷区禁止进入”、“泥石流沟谷注意安全”、“排土场禁止进入”。

图 5-1 警示牌大样图

铁丝围栏采用混凝土柱拉设 5 道刺丝，混凝土柱规格：0.12×0.12×2.2 米，混凝土柱间距 3 米，结合冻土深度及山坡第四系厚度地下埋深 0.6 米，见图 5-2。

图 5-2 铁丝围栏大样图

（2）主要工程量测算

警示牌主要布设在地质灾害点、露天采场、排土场、尾矿库及预测采空塌陷区周边等。崩塌、滑坡地质灾害点设 21 个，泥石流沟谷设 4 个，排土场 37 个，表土堆场 4 个，尾矿库周边布设 4 个，露天采场 68 块，预测采空塌陷区与露天采场叠合，不再布设，警示牌内容可交替出现，共需布设警示牌 138 个。

铁丝围栏主要布设在露天采场、地面塌陷区和排土场、表土堆场。铁丝围栏长度见表 5-1。

表 5-1 铁丝围栏、警示牌统计表

位置	铁丝围栏长度 (m)	警示牌 (个)	截水沟 (m)
I 区露天采场	2638	26	2586
II 区北露天采场	1357	14	1323
II 区南露天采场	998	10	958
II 区西露天采场	336	3	306
III区西露天采场	426	4	386
III区东露天采场	405	4	374
VI区露天采场	417	4	389
V区露天采场	345	3	316
排土场	3726	37	3658
表土堆场	980	4	930
地质灾害点、沟谷、尾矿库	-	29	-
合计	11628	138	11226

2、截排水沟工程

在露天采场或地下开采移动带周边设置截、排水沟，合计长度约 6938m；排土场周边设置截洪沟，将季节性洪流从排土场上游沟谷引至排土场下游沟谷，长度约 3658m。表土堆场截洪沟长度约 930m。排水沟混凝土结构，矩形断面 $B \times H = 0.3\text{m} \times 0.4\text{m}$ ，壁厚 0.15m。

3、现状及预测崩塌、滑坡点清除工程

对于体积小于 100m^3 的崩塌、滑坡，直接进行清理，清理点有现崩塌点 BT01、BT02、BT5-BT7 和预测崩塌点 BTY01、BTY03、BTY04、BTY07，共 9 处，体积合计 568m^3 。清理废石堆放到排土场。

4、预防工程量

矿山地质灾害预防工程主要工程量见表 5-2。

表 5-2 预防工程工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	近期预防工程		
1	警示牌	块	96
2	铁丝围栏	米	7344
3	截水沟	米	7174
4	土方开挖	立方米	2475
5	浆砌块石	立方米	1614
6	危岩清理	立方米	365
二	中远期预防工程		
1	警示牌	块	42
2	铁丝围栏	米	4284
3	截水沟	米	4052
4	土方开挖	立方米	1398
5	浆砌块石	立方米	912
6	危岩清理	立方米	203

二、矿山地质灾害治理

（一）目标任务

1、目标

根据矿山地质环境影响现状评估及预测评估结果，针对矿山地质环境保护与恢复治理分区，提出矿山地质环境恢复治理措施，促进矿山安全生产，消除地质灾害隐患，改善和提高矿山及附近的生产、生活环境质量，使矿山地质环境基本恢复至开采前的状态。在矿体开采后，将逐步出现各种地质灾害，通过保护与恢复治理达到：

（1）消除矿区地质灾害隐患，减少、减轻地质灾害的发生。

（2）实施地质灾害的治理，最终要达到减少、减轻地灾的破坏程度，确保矿区及周边安全，直至消除地质灾害，避免伤人毁财。

2、任务

矿山地质灾害治理的实施旨在控制或消除矿山存在的地质灾害隐患，恢复矿山建设、生产等活动对地质环境的破坏。结合本矿实际，矿山地质灾害治理任务主要包括：

（1）综合治理矿山地质环境，地质灾害及隐患得到有效防治，避免造成不必要的经济损失和人员伤亡。

（2）固体废弃物用于井下回填，不造成次生地质灾害。

（3）开采后矿区植被覆盖率不低于原有的植被覆盖率水平。矿山地质环境治理是指在一定期限内矿山地质环境保护管理工作所达到的预期效果。矿山地质环境治理总

的要求是建立健全矿山地质环境法律体系和管理体系，有效遏制和治理矿山地质环境问题，使矿区人民群众的生产生活环境得到明显改善，实现矿产资源开发利用和环境保护协调发展。

（二）技术措施

1、崩塌、滑坡、不稳定边坡地质灾害治理技术措施

现有崩塌、滑坡灾害点和预测的崩塌灾害点，对于体积小的直接进行了清理，体积大的需挂网喷浆或拦挡，其中 7 处设置拦挡设施，5 处进行挂网喷浆。露天采场开挖形成的高陡边坡，风化带进行切坡、裂隙带喷锚支护、台阶上设置截排水沟等措施进行综合治理，保证边坡稳定，降低地质灾害危险性。

2、采空塌陷地质灾害治理技术措施

由于采用了胶结充填法的采矿方法，根据计算的采空地面塌陷区，矿体顶板预留均值为 40.4m，则可有效减少地面塌陷。地表的矿体留在地下开采的后期开采，所以地面塌陷区主要发生在表层矿体开采期间。

3、泥石流地质灾害治理技术措施

I区露天采场、II区北露天采场、II区西露天采场、III区东露天采场均有小型沟谷穿过，其他露天采场地势比周边地势高，没有汇集型溪水经过。暴雨时形成的洪流在露天境界外或山坡露天台阶上设置截洪沟，对其洪水进行引流。

排土场位于 N3 沟谷中下游，表土堆场位于 N3 沟谷下游，在排土场、表土堆场周边设置截排水沟，将沟谷季节性水流从堆场上游引至堆场下游，减轻雨季形成的水流对排土场稳定性的影响和威胁，防止表土堆场成为泥石流的物源。

（三）工程设计及工程量

1、崩塌、滑坡、不稳定斜坡地质灾害治理工程设计

对于体积较大的崩塌和滑坡体，采用挂网喷浆或设置拦挡。在 4 处滑坡点设置拦挡坡脚墙，崩塌 BT03、BTY02、BTY08 坡脚处设置拦挡坡脚墙。崩塌 BT04、BT08、BT09、BTY05、BTY06 进行挂网喷浆。坡脚墙合计长度 144m，挂网喷浆面积 600m²。

2、预测采空地面塌陷区治理工程设计

地下开采预测地面塌陷面积为 15.5630hm²，最大塌陷值大于 6mm 的约占 40%，平均塌陷值大于 6mm 的约占 20%，需要治理的塌陷面积取 30%，为 4.6689hm²，需回填的体积约 425m³。

3、泥石流地质灾害治理工程设计

I区露天采场境界内北西部有一小沟谷穿过，境界内长度约 242m，流经沟谷的洪流须在境界台阶上设置截洪沟，将水流引至境界外。

II区北露天采场境界内北东、西南各有一小沟谷穿过，境界内长度分别约 72m、91m，流经沟谷的洪流须在境界台阶上设置截洪沟，将水流引至境界外。

II区西露天采场境界内中部、西部各有一小沟谷穿过，境界内长度分别约 54m、58m，由于距离地表分水岭很近，水流小，截水沟即可满足截水。

III区东露天采场中部有一小沟谷穿过，境界内长度约 95m，由于距离地表分水岭较近，东北又有排土场截水沟，水流小，截水沟即可满足截水。

4、治理工程量

矿山地质灾害治理工程主要工程量见表 5-3。

表 5-3 治理工程工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	近期治理工程		
1	拦挡坡脚墙	米	101
2	挂网喷浆	平方米	450
3	截洪沟	米	277
4	土方开挖	立方米	96
5	浆砌块石	立方米	62
二	中远期治理工程		
1	拦挡坡脚墙	米	43
2	挂网喷浆	平方米	150
3	截洪沟	米	197
4	土方开挖	立方米	68
5	浆砌块石	立方米	44
6	地面塌陷回填	立方米	425

三、地形地貌景观修复与生态恢复

（一）目标任务

本项目地形地貌的治理对象主要为工业场地（建筑物、平硐）和排土场地形地貌治理修复，尾矿库有闭库设计进行确定。矿山开采结束后，对工业场地上的建筑物、厂房等相关的附属物全部拆除，对各硐口进行封堵，道路保留，使已破坏地形地貌得以恢复。

（二）技术措施

1、平硐场地矿井回填封堵治理技术措施

矿山开拓的硐口、风井口对地形地貌景观的影响较轻，在矿山开采结束后，对平硐、斜井按照《废弃井封井回填技术指南》（试行）进行回填并封堵。

2、工业场地等建（构）筑物拆除技术措施

矿山开采结束后，对工业场地建（构）筑物进行拆除，拆除后建筑垃圾可用于回填硐口，对于可回收利用的板房集装箱及钢结构厂房，拆除后由矿山企业回收利用，对于拆除过程产生的塑料、橡胶等不可利用垃圾，运至当地垃圾中转站集中处理。

（三）工程设计及工程量

1、平硐场地矿井回填封堵设计

根据地下开采方案，矿山采用平硐开拓，设计有 1 个平硐口、1 条斜坡道、1 个风井场地。平硐、斜坡道净宽 3.9m，直墙高 2.4m，1/4 三心拱断面，净断面 13.36m³，风井井筒净直径 3.5m，风井断面 9.62m³。按照《废弃井封井回填技术指南》（试行）相关要求对其进行封堵设计。

（1）工程设计

平硐封堵采用密闭充填，平硐口、斜坡道口 20m 采用废石或拆除建筑垃圾进行填充，用密闭墙封口，密闭墙采用浆砌石结构，砂浆标号为 M10，密闭墙厚度为 1m，密闭墙设导气管。回填量 801.6m³，封堵量 40.08m³。

回风井井筒净直径均为Φ3.5m，井壁厚 0.1m，井口封堵采用 4.0m×4.0m 正方形混凝土盖板，厚度 20cm，需混凝土 3.2m³。

（2）主要工程量测算

根据前述工程设计，矿井回填封堵工程量计算见表 5-4。

表 5-4 矿井封堵充填工程量汇总表

井硐口	断面面积 (m ²)	回填深度 (m)	封堵厚度 (m)	回填量 (m ³)	封堵量 (m ³)
主平硐 1253m	13.36	20	1	267.2	13.36
斜坡道 1320m-1263m	13.36	20	1	267.2*2	13.36*2
回风竖井	9.62	0	0.2	0	3.2
合计	-	-	-	801.6	43.28

2、建（构）筑物拆除与垃圾清运设计

矿山开采结束后，对工业场地内建（构）筑物设施进行拆除，拆除工程应委托具有拆除工程相关资质的单位进行拆除，建（构）筑物拆除设计如下。

（1）工程设计

1) 工业场地建筑拆除

工业场地包含采矿工业场地、选矿工业场地、生活区、高位水池、充填站等。

采矿工业场地主要建、构筑物有采矿办公室、采矿综合仓库。

选矿工业场地主要建、构筑物有副产高矿堆场、外购矿堆场、原矿堆场、粗碎车间、中细碎车间、配电室、筛分车间、粉矿仓、综合选矿车间、锅炉房、试化验室、选矿车库、机修车间、35KV 变电站、高压细水雾泵房、浓密车间配电室、精矿浓密池、尾矿脱水浓密池、浮前浓密池、精矿脱水车间、尾矿脱水车间、回水泵房、生产区生活污水处理站、初期雨水池、选厂高位水池两座。

生活区主要建、构筑物有食堂、浴室、宿舍楼、办公楼、消防泵站、生活水净化站、生活区污水处理站。

充填站有充填站浓密机、水泥仓、充填站水泵房、充填站高位水池。

钢筋混凝土框架结构，采用破碎锤及挖掘机对其进行拆除，拆除应自上而下拆除，先拆除非承重构件，后拆除承重构件，拆除后垃圾经破碎后用于平硐封堵。建筑拆除后垃圾体积折算系数取 0.46，可产生建筑垃圾 49161.79m³。建筑内相关设备拆除后由矿山企业回收利用。

对上部钢结构拆除后可回收利用，拆除后体积折算系数取 0.1，上部钢结构回收利用（0.8 折算）部分为 13208.32m³。

高位水池为钢筋混凝土结构，混凝土厚度约 0.3m，松散系数取 1.5。

2) 拆除垃圾

工业场地建筑物拆除主要垃圾为砖、混凝土垃圾，该部分垃圾经破碎后用于回填矿井、修整边坡或用于铺路。对可重复利用的钢结构、集装箱及相关设备设施由矿山企业拆除后有价回收利用，该部分不计算工程量及运输费用。

(2) 主要工程量测算

根据前述建筑拆除设计，对各设施建筑拆除及垃圾工程量测算统计见表 5-5。

表 5-5 建筑物拆除与垃圾清运工程量汇总表

场地	拆除部位	面积(m ²)	建筑高度(m)	体积折算系数/松散系数	建筑垃圾(m ³)/可回收利用
采选工业场地	采矿办公室	216	3.6	0.46	357.70
	采矿综合仓库	216	10	0.1	216.00
	采场警卫值班室	19.8	3.6	0.46	32.79
	粗碎车间	207	14	0.46	1333.08
	中细碎车间筛分车	741.4	18	0.46	6138.79

	间、配电室				
	综合选矿车间	3218	33	0.1	10619.40
	锅炉房	432	8	0.46	1589.76
	试化验室	540	7.8	0.46	1937.52
	选矿仓库	324	9	0.1	291.60
	机修车间	540	11	0.1	594.00
	35KV 变电站	1350	13	0.46	8073.00
	高压细水雾泵房	117	7	0.46	376.74
	浓密车间配电室	36	4.5	0.46	74.52
	精矿浓密池	255	Φ18*3	1.5	76.34
	尾矿脱水浓密池	1590	Φ45*3	1.5	190.85
	浮前浓密池	2205	Φ53*3	1.5	224.78
	精矿脱水车间	1242	15	0.1	1863.00
	尾矿脱水车间	1224	23.5	0.1	2876.40
	回水泵房	102.6	7	1.5	274.05
	生产区生活污水处理站	28.8	4	0.46	52.99
	初期雨水池	625	25x25x4.5	1.5	202.50
	生产消防高位水池	155	Φ14.06*3.5	1.5	69.57
	回水高位水池	560	Φ26.7*4	1.5	150.98
充填站	充填站	375	18	0.46	3105.00
	浓密机	88	6	0.46	242.88
	水泥仓	50	10	0.1	50.00
	充填站回水泵房	36	6	0.46	99.36
	充填站高位水池	125	Φ12.6*3.5	1.5	62.34
生活区	消防泵站	272.25	8	1.5	186.30
	生活水净化站	360	8	0.46	1324.80
	生产区生活污水处理站	28.8	4	0.46	52.99
	办公楼	819	18	0.46	6781.32
	宿舍楼	1141	19.5	0.46	10234.77
	食堂	945	9	0.46	3912.30
	浴室	504	8	0.46	1854.72
	门卫	45*2	3.6	0.46	149.04
合计	-	21694.65	-	-	49161.79/13208.32

由表 5-5，工业场地建筑拆除面积 21694.65m²，产生建筑垃圾 49161.79m³，其中 534.4m³ 用于矿井封堵充填，多余建筑垃圾用于采空区充填、露天矿坑回填。

四、矿区土地复垦

（一）目标任务

本矿山土地复垦区为120.5103hm²，矿山服务年限结束后无留续使用场地，本次土

地复垦规划中的选矿办公区、选矿工业场地、高位水池、采矿工业场地、充填高位水池、充填站、回风竖井工业场地、主斜坡道工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路、8个露天采场区、预测塌陷区等区域全部纳入土地复垦责任范围，复垦责任范围120.5103hm²，拟对复垦区土地全部进行复垦，土地复垦率100%，复垦土地类型为其他草地和裸岩石砾地。通过本次复垦，使损毁的土地得到恢复，保持原有土地利用方向，与周边地形地貌景观相协调。从而保护生态环境，合理利用土地，实现土地资源的可持续利用，促进经济和环境和谐发展。复垦后草地面积较复垦前增加，农村道路复垦前后保持一致，裸岩石砾地面积较复垦前减少。本方案矿山土地复垦前后土地利用结构调整情况见下表。

表5-6 矿山土地复垦前后土地利用结构调整表

地类				复垦前 (hm ²)	复垦后 (hm ²)	结构变化	
一级地类		二级地类				增减值	变幅（%）
04	草地	0404	其他草地	42.8696	46.2726	3.403	7.94
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.1204	0	-0.1204	-100
		0602	采矿用地	0.0121	0	-0.0121	-100
10	交通运输用地	1006	农村道路	1.2894	1.2894	0	0
12	其他土地	1207	裸岩石砾地	76.2188	72.9483	-3.2705	-4.29

（二）工程设计

本次拟复垦土地120.5103hm²，包括复垦单元A（Ⅰ区露天采场）、复垦单元B（Ⅱ区南露天采场）、复垦单元C（Ⅱ区北露天采场）、复垦单元D（Ⅱ区西露天采场）、复垦单元E（Ⅲ区东露天采场）、复垦单元F（Ⅲ区西露天采场）、复垦单元G（Ⅳ区露天采场）、复垦单元H（Ⅴ区露天采场）、复垦单元I 选矿工业场地（选矿办公区、选矿生产区、高位水池）、复垦单元J采矿工业场地、复垦单元K地下采矿工业场地（充填高位水池、充填站、回风竖井工业场地、主斜坡道工业场地）、复垦单元L排土场、复垦单元M尾矿库、复垦单元N表土堆场、复垦单元O运输道路、复垦单元P预测塌陷区。

根据本《方案》复垦适宜性评价结果和复垦单元划分情况，并结合矿区自然条件和矿山开采对土地的实际影响，对上述16个复垦单元采取相应的复垦措施，复垦方向为裸岩石砾地、其他草地和农村道路。根据矿山开采进度逐年开展土地复垦工程，工程时序安排见下表。

表 5-7 土地复垦工程时序安排表

一级评价单元	二级评价单元		复垦单元名称	损毁土地面积	土地损毁形式	损毁时间	措施	复垦时序	复垦方向
复垦责任范围	露天采场	I区露天采场	复垦单元 A	21.3343	挖损、塌陷	2025 年-2042 年	土地平整	2043 年	裸岩石砾地
		II区南露天采场	复垦单元 B	1.7841	挖损	2036 年-2037 年	土地平整	2038 年	裸岩石砾地
		II区北露天采场	复垦单元 C	5.8997	挖损	2037 年-2038 年	土地平整	2039 年	裸岩石砾地
		II区西露天采场	复垦单元 D	0.4814	挖损	2039 年	土地平整	2039 年	裸岩石砾地
		III区东露天采场	复垦单元 E	0.5823	挖损	2039 年	土地平整	2039 年	裸岩石砾地
		III区西露天采场	复垦单元 F	0.6784	挖损	2040 年	土地平整	2040 年	裸岩石砾地
		IV区露天采场	复垦单元 G	0.7712	挖损	2040 年-2041 年	土地平整	2041 年	裸岩石砾地
		V 区露天采场	复垦单元 H	0.3837	挖损	2041 年	土地平整	2042 年	裸岩石砾地
	工业场地	选矿工业场地	复垦单元 I	13.0553	挖损、压占	2025 年-2042 年	砌体拆除、清运，覆土， 土地平整，播撒草籽	2043 年	其他草地
		采矿工业场地	复垦单元 J	0.7833	挖损、压占	2025 年-2042 年		2043 年	其他草地
		地下采矿工业场地	复垦单元 K	0.9938	挖损、压占	2034 年-2042 年	砌体拆除、清运 硐口回填、土地平整	2043 年	裸岩石砾地
	排土场		复垦单元 L	24.4364	挖损、压占	2034 年-2042 年	土地平整	2043 年	裸岩石砾地
	尾矿库		复垦单元 M	30.0736	挖损、压占	2034 年-2042 年	覆膜封场，覆土， 土地平整，播撒草籽	2043 年	其他草地
	表土堆场		复垦单元 N	2.9129	压占	2034 年-2042 年	表土清运，土地翻耕 播撒草籽	2043 年	其他草地
运输道路		复垦单元 O	5.8513	挖损、压占	2026 年-2042 年	土地平整	2026-2027 年， 2043 年	裸岩石砾地	
预测塌陷区		复垦单元 P	10.4886	塌陷	2034 年-2042 年	塌陷区回填	2043 年	裸岩石砾地	
总计				120.5103					

1、场地建（构）筑物拆除

本项目矿山结束后，对场地内的建（构）筑物和设备进行拆除。本项目涉及拆除工程的场地包括采矿工业场地、选矿工业场地（选矿办公区、选矿生产区、高位水池）以及地下采矿工业场地的充填高位水池和充填站。

采矿工业场地主要建（构）筑物有采矿办公室和采矿综合仓库。选矿生产区主要建（构）筑物有副产高矿堆场、外购矿堆场、原矿堆场、粗碎车间、中细碎车间、选厂高位水池等。选矿办公区主要建（构）筑物有食堂、浴室、宿舍楼等。充填站有充填站浓密机、水泥仓、充填站水泵房、充填站高位水池。

采用破碎锤及挖掘机对建（构）筑物进行拆除。参照同类矿山建（构）体积折算系数，对于钢筋混凝土框架结构，确定拆除后垃圾体积折算系数取0.46；对于上部钢结构拆除后可回收利用，确定拆除后体积折算系数取0.1；对于高位水池钢筋混凝土结构，混凝土厚度约0.3m，确定松散系数取1.5。本场地建（构）筑物拆除面积为21694.65m²，产生建筑垃圾49161.79m³。拆除的建筑垃圾一部分用于平硐封堵，部分用于回填平硐口和塌陷区，部分清运处理。因该项工程与矿山地形地貌恢复的建（构）筑物拆除工程重复，该项工程量计入矿山地形地貌治理修复工程量，费用一并计入矿山地形地貌治理修复。

表5-8 建（构）筑物拆除工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	建筑垃圾拆除	100m ³	491.611
2	建筑垃圾清运	100m ³	491.611

2、露天采场I区复垦（复垦单元A）

（1）土地平整工程

露天采场I区复垦方向为裸岩石砾地，因此只需对露天采场I平台进行平整。矿山闭坑后，待地表稳定，采用挖掘机、推土机对露天采场I平台进行平整，对平台内较大起伏和坡度进行简单推高和填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，土地平整后场地基本平整，有利于排水。

土地平整是土地复垦中一项比较常用的技术，根据平整区域原始坡度及需平整土地的坡度平均值，平整土地的每公顷土方量（V，m³/hm²）可按下列经验公式计算：

$$V = 5000 \times \tan \alpha \quad (\text{式5-4-1})$$

式中：V：每公顷土地平整量，单位（立方米）； α ：平整土地坡度。平整土地的土方量可按式计算：

$$M_p = V \times F \text{ (式5-4-2)}$$

式中：F为待平整土地面积（hm²）。

根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值，确定平整土地坡度取3°，平台平整土地坡度取3°，平台土地平整面积为14.934hm²，根据上述公式(5-4-1)与(5-4-2)计算，则露天采场I区场地土地平整工程量约为3913.3m³。

露天采场I区土地复垦工程量统计见下表。

表5-9 露天采场I区土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m ³	39.133

3、II区南露天采场复垦（复垦单元B）

（1）土地平整工程

II区南露天采场复垦方向为裸岩石砾地，因此只需对露天采场II-1平台进行平整。矿山闭坑后，待地表稳定，采用挖掘机、推土机对露天采场II-1平台进行平整，对平台内较大起伏和坡度进行简单推高和填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，土地平整后场地基本平整，有利于排水。根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值，确定平整土地坡度取3°，土地平整面积为1.249hm²，根据上述公式(5-4-1)与(5-4-2)计算，则II区南露天采场土地平整工程量约为327.3m³。II区南露天采场土地复垦工程量统计见下表。

表5-10 II区南露天采场土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m ³	3.273

4、II区北露天采场复垦（复垦单元C）

（1）土地平整工程

II区北露天采场复垦方向为裸岩石砾地，因此只需对露天采场II-2平台进行平整。矿山闭坑后，待地表稳定，采用挖掘机、推土机对露天采场II-2平台进行平整，对平台内较大起伏和坡度进行简单推高和填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，土地平整后场地基本平整，有利于排水。根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值，确定平整土地坡度取3°，土地平整面积为4.130hm²，根据上述公式(5-4-1)与(5-4-2)计算，则II区北露天采场土地平整工程量约为1082.2m³。II区北露天采场土地复垦工程量统计见下表。

表5-11 II区北露天采场土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m ³	10.822

5、II区西露天采场复垦（复垦单元 D）

（1）土地平整工程

II区西露天采场复垦方向为裸岩石砾地，因此只需对II区西露天采场平台进行平整。矿山闭坑后，待地表稳定，采用挖掘机、推土机对露天采场II-3平台进行平整，对平台内较大起伏和坡度进行简单推高和填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，土地平整后场地基本平整，有利于排水。根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值，确定平整土地坡度取3°，土地平整面积为0.337hm²，根据上述公式（5-4-1）与（5-4-2）计算，则II区西露天采场土地平整工程量约为88.3m³。II区西露天采场土地复垦工程量统计见下表。

表5-12 II区西露天采场土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m ³	0.883

6、III区东露天采场复垦（复垦单元 E）

（1）土地平整工程

III区东露天采场复垦方向为裸岩石砾地，因此只需对露天采场III-1平台进行平整。矿山闭坑后，待地表稳定，采用挖掘机、推土机对III区东露天采场平台进行平整，对平台内较大起伏和坡度进行简单推高和填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，土地平整后场地基本平整，有利于排水。根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值，确定平整土地坡度取3°，土地平整面积为0.408hm²，根据上述公式（5-4-1）与（5-4-2）计算，则III区东露天采场土地平整工程量约为106.8m³。III区东露天采场土地复垦工程量统计见下表。

表5-13 III区东露天采场土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m ³	1.068

7、露天采场III区西复垦（复垦单元 F）

（1）土地平整工程

III区西露天采场复垦方向为裸岩石砾地，因此只需对III区西露天采场平台进行平整。矿山闭坑后，待地表稳定，采用挖掘机、推土机对III区西露天采场平台进行平整，对平台内较大起伏和坡度进行简单推高和填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，

土地平整后场地基本平整，有利于排水。根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值，确定平整土地坡度取 3° ，土地平整面积为 0.475hm^2 ，根据上述公式(5-4-1)与(5-4-2)计算，则III区西露天采场土地平整工程量约为 124.4m^3 。III区西露天采场土地复垦工程量统计见下表。

表5-14 III区西露天采场土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m^3	1.244

8、IV区露天采场复垦（复垦单元 G）

（1）土地平整工程

IV区露天采场复垦方向为裸岩石砾地，因此只需对IV区露天采场平台进行平整。矿山闭坑后，待地表稳定，采用挖掘机、推土机对IV区露天采场平台进行平整，对平台内较大起伏和坡度进行简单推高和填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，土地平整后场地基本平整，有利于排水。根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值，确定平整土地坡度取 3° ，土地平整面积为 0.540hm^2 ，根据上述公式(5-4-1)与(5-4-2)计算，则IV区露天采场土地平整工程量约为 141.5m^3 。IV区露天采场土地复垦工程量统计见下表。

表5-15 IV区露天采场土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m^3	1.415

9、V区露天采场复垦（复垦单元 H）

（1）土地平整工程

V区露天采场复垦方向为裸岩石砾地，因此只需对V区露天采场平台进行平整。矿山闭坑后，待地表稳定，采用挖掘机、推土机对V区露天采场平台进行平整，对平台内较大起伏和坡度进行简单推高和填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，土地平整后场地基本平整，有利于排水。根据原始地形坡度，平整土地坡度取 3° ，土地平整面积为 0.269hm^2 ，根据上述公式(5-4-1)与(5-4-2)计算，则V区露天采场土地平整工程量约为 70.4m^3 。V区露天采场土地复垦工程量统计见下表。

表5-16 V区露天采场土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m^3	0.704

10、选矿工业场地复垦（复垦单元 I）

拟建选矿工业场地包括选矿办公区、选矿生产区和高位水池，总占地面积为

13.0553hm²，根据土地利用现状表，其他草地占地面积12.5028hm²，农村道路占地面积0.5525hm²。对于原地貌为其他草地的，复垦为其他草地；对于原地貌为农村道路的，修整后仍作为农村道路，复垦率100%。

（1）土地平整工程

矿山闭坑后，待地面上的建（构）筑物和设备拆除完毕后，对场地内的土地进行平整，土地平整方式主要为机械平整。用推土机对场地内较大起伏和坡度进行简单推高填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，以利于雨季排水，使其基本恢复原有地貌景观。

根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值确定平整土地坡度取3°，土地平整面积为13.0553hm²，根据上述公式（5-4-1）与（5-4-2）计算，则土地平整工程量约为3421m³。

（2）表土回覆

对于原地貌为其他草地的，复垦方向为其他草地，根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），并结合当地实际土层情况，需回覆表土，厚度0.3m。采用汽车从表土堆场运输表土，表土运输量为37508.4m³，并在复垦区对表土进行平整，满足其他草地种植要求，表土平整面积12.5028hm²。

（3）撒播草籽

根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，本项目设计其他草地撒播针茅和披碱草，草籽撒播面积12.5028hm²，撒播三年。

（4）整修农村道路

对于原地貌类型为农村道路的，矿山闭坑后，修整后仍作为农村道路，道路长550m，道路宽10m，采用碎石路基20cm厚，路面为C20砼路面，厚24cm。路肩为M7.5浆砌石，M10水泥砂浆抹面。

选矿工业场地土地复垦工程量统计见下表。

表5-17 选矿工业场地土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m ³	34.21
2	表土清运	100m ³	375.084
3	表土平整	1000m ²	125.028
4	撒播草籽	hm ²	37.5084
5	农村道路整修		
5.1	土方开挖	100m ³	0.715

5.2	路基压实	1000m ³	1.595
5.3	M7.5 砌石路肩	100m ³	0.66
5.4	M10 水泥砂浆抹面	100m ²	6.6
5.5	碎石路基	100m ²	6.82
5.6	C20 砼路面	1000m ²	0.792

11、采矿工业场地复垦（复垦单元 J）

拟建采矿工业场地主要为采矿工业场地，包括采矿办公室和采矿综合仓库，总占地面积为0.7833hm²。根据土地利用现状表，采矿工业场地原地貌为其他草地，本设计复垦方向为其他草地，复垦率100%。

（1）土地平整工程

矿山闭坑后，待地面上的建（构）筑物和设备拆除完毕后，对场地内的土地进行平整，土地平整方式主要为机械平整。用推土机对场地内较大起伏和坡度进行简单推高填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，以利于雨季排水，使其基本恢复原有地貌景观。

根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值确定平整土地坡度取3°，土地平整面积为0.7833hm²，根据上述公式（5-4-1）与（5-4-2）计算，则土地平整工程量约为205.3m³。

（2）表土回覆

对于原地貌为其他草地的，复垦方向为其他草地，根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），并结合当地实际土层情况，需回覆表土，厚度 0.3m。采用汽车从表土堆场运输表土，表土运输量为 2349.9m³，并在复垦区对表土进行平整，满足其他草地种植要求，表土平整面积 0.7833hm²。

（3）撒播草籽

根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，本项目设计其他草地撒播针茅和披碱草，草籽撒播面积 0.7833hm²，撒播三年。

采矿工业场地土地复垦工程量统计见下表。

表5-18 采矿工业场地土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m ³	2.053
2	表土清运	100m ³	23.499
3	表土平整	1000m ²	7.833
4	撒播草籽	hm ²	2.3499

12、地下采矿工业场地复垦（复垦单元 K）

拟建地下采矿工业场地主要包括充填高位水池、充填站、回风竖井工业场地和主斜坡道工业场地。总占地面积为0.9938hm²。根据土地利用现状表，地下采矿工业场地原地貌为裸岩石砾地，本设计复垦方向为裸岩石砾地，复垦率100%。

（1）硐口回填

对1个平硐口、1条斜坡道和1个风井场地进行封堵，按照《废弃井封井回填技术指南》（试行）相关要求对其进行封堵设计。

平硐封堵采用密闭充填，平硐口、斜坡道20m采用废石或拆除建筑垃圾进行填充，用密闭墙封口，密闭墙采用浆砌石结构，砂浆标号为M10，密闭墙厚度为1m，密闭墙设导气管。回填量801.6m³，封堵量40.08m³。

回风井井筒净直径为Φ3.5m，井壁厚0.1m，井口封堵采用4.0m×4.0m正方形混凝土盖板，厚度20cm，需混凝土3.2m³。

因地下开采井硐工业场地硐口回填和矿井封堵工程与矿山地形地貌恢复的平硐场地矿井回填封堵治理工程重复，该部分工程量计入矿山地形地貌治理修复工程量，费用一并计入矿山地形地貌治理修复。

（2）土地平整工程

矿山闭坑后，待地面上的建（构）筑物和设备拆除完毕后，对场地内的土地进行平整，土地平整方式主要为机械平整。用推土机对场地内较大起伏和坡度进行简单推高填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，以利于雨季排水，使其基本恢复原有地貌景观。

根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值，确定平整土地坡度取3°，土地平整面积为0.9938hm²，根据上述公式（5-4-1）与（5-4-2）计算，则土地平整工程量约为206.4m³。

地下采矿工业场地土地复垦工程量统计见下表。

表5-19 地下采矿工业场地土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	硐口回填	100m ³	8.016
2	硐口封堵	100m ³	0.4008
3	井口封堵	100m ³	0.032
4	土地平整	100m ³	2.064

13、排土场复垦（复垦单元 L）

拟建排土场占地面积约24.4364hm²。根据土地利用现状表，排土场原地貌为裸岩石砾地，本设计复垦方向为裸岩石砾地，复垦率100%。矿山闭坑后对排土场地面废石

进行平整堆放，借助挖掘机、推土机对场地进行平整，对场地内较大起伏和坡度进行推高和填低，使其基本水平或其坡度在允许范围内，以利于雨季排水。

(1) 土地平整工程

土地平整方式主要为机械平整。根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值确定平整土地坡度取 3° ，土地平整面积为 24.4364hm^2 ，根据上述公式（5-4-1）与（5-4-2）计算，则土地平整工程量约为 6403.3m^3 。

排土场土地复垦工程量统计见下表。

表5-20 排土场土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m^3	64.033

14、尾矿库复垦（复垦单元 M）

拟建尾矿库占地面积为 30.0736hm^2 ，尾矿库复垦方向为其他草地。

(1) 土地平整工程

矿山闭坑后对尾矿库滩面进行场地整理、压实，采用机械整理，使其基本水平或坡度在允许范围内，土地平整后场地基本平整，有利于排水。场地整理面积为 30.0736hm^2 ，平整滩面坡度为 1° ，则土地平整工程量约为 2624.7m^3 。

(2) HDPE膜铺设

尾矿库滩面平整后，在其上铺设 1.5mm 厚HDPE膜，膜上下保护层采用 $400\text{g}/\text{m}^2$ 无纺土工布，根据同类型项目经验，富裕系数取0.05，则 1.5mm 厚HDPE膜铺设工程量为 315800m^2 ， $400\text{g}/\text{m}^2$ 无纺土工布工程量为 631600m^2 。

(3) 表土回覆

尾矿库铺设 HDPE 膜后，对其回覆表土，厚度 0.3m 。采用汽车从表土堆场运输表土，表土运输量为 90220.8m^3 ，并对表土进行平整，满足其他草地种植要求，表土平整面积 30.0736hm^2 。

(4) 撒播草籽

根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，本项目设计其他草地撒播针茅和披碱草，草籽撒播面积 30.0736hm^2 ，撒播三年。

尾矿库土地复垦工程量统计见下表。

表5-21 尾矿库土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	土地平整	100m^3	26.247
2	1.5mHDPE 膜	100m^2	3158

3	400g/m ² 无纺土工布	100m ²	6316
4	表土清运	100m ³	902.208
5	表土平整	1000m ²	300.736
6	撒播草籽	hm ²	90.2208

15、表土堆场复垦（复垦单元 N）

拟建表土堆场占地面积2.9129hm²，复垦方向为其他草地。各场地从表土堆场取土后，对表土堆场进行场地整理，采用机械整理，使其基本水平或其坡度在允许范围内，土地平整后场地基本平整，有利于排水。

（1）表土平整

对表土堆场的土壤采用机械方式进行土地平整和翻耕，表土平整工程量为29129m²，土地翻耕工程量为2.9129hm²

（2）撒播草籽

根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，本项目设计其他草地撒播针茅和披碱草，草籽撒播面积 30.0736hm²，撒播三年。

表土堆场土地复垦工程量统计见下表。

表5-22 表土堆场土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	表土平整	1000m ²	29.129
2	土地翻耕	hm ²	2.9129
6	撒播草籽	hm ²	8.7387

16、运输道路复垦（复垦单元 O）

运输道路占地面积为5.8513hm²，根据土地利用现状表，农村道路占地面积0.7369hm²，裸岩石砾地占地面积为5.1144hm²。运输道路除农村道路外，为泥灰结碎石路面。对于原地貌为裸岩石砾地的，复垦为裸岩石砾地；对于原地貌为农村道路的，修整后仍作为农村道路，复垦率100%。

（1）农村道路整修

对于原地貌为农村道路的，矿山闭坑后，修整后仍作为农村道路，道路长739m，道路宽10m，采用碎石路基20cm厚，路面为C20砼路面，厚24cm。路肩为M7.5浆砌石，M10水泥砂浆抹面。

（2）土地平整

对于原地貌为裸岩石砾地的，矿山土地复垦期无需进行路面砂石清理，仅对道路占用土地进行平整即可，对较大起伏和坡度进行推高和填低，使其基本水平或其坡度

在允许范围内，以利于雨季排水。土地平整方式主要为机械平整。由于运输道路部分利用探矿期间已损毁的探矿道路，而Ⅱ区~Ⅴ区露天采场开采时间为2037~2041年，因此，按照“边开采，边修复”的原则，在Ⅰ区露天采场基建完成后，应对近期尚不利用的已损毁的探矿道路进行土地平整，土地平整面积为4.0915hm²。在矿山闭库后，对运输道路进行复垦，土地平整面积为5.1144hm²，共计土地平整面积为9.2059hm²。

根据场地原始地形坡度，结合当地经验，并参照同类岩土体的稳定性边坡度值确定平整土地坡度取3°，土地平整面积为9.2059hm²，根据上述公式（5-4-1）与（5-4-2）计算，则土地平整工程量约为2412.4m³。

运输道路土地复垦工程量统计见下表。

表5-23 运输道路土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
1	农村道路整修		
1.1	土方开挖	100m ³	0.9607
1.2	路基压实	1000m ²	2.1431
1.3	M7.5 砌石路肩	100m ³	0.8868
1.4	M10 水泥砂浆抹面	100m ²	8.868
1.5	碎石路基	100m ²	9.1636
1.6	C20 砼路面	1000m ²	1.06416
2	土地平整	100m ³	24.1240

17、预测塌陷区土地复垦区（复垦单元 P）

根据国内金属矿山开采经验，矿体开采后地面塌陷表现为地表变形和沉降，在局部地区出现塌陷坑，按照《采空塌陷防治工程设计规范》（T/CAGHP012-2018）进行治理设计。因该项工程与矿山地质灾害治理的预测采空塌陷区治理工程重复，该项工程量计入矿山地质灾害治理工程量，费用一并计入矿山地质灾害治理，详细设计和工程量见本章“矿山地质灾害治理-预测采空塌陷区治理工程设计”。

（三）技术措施

矿山土地复垦责任范围内土地损毁形式主要有挖损、压占和塌陷三种形式，应根据土地损毁具体形式安排土地复垦措施。本《方案》土地复垦方向为裸岩石砾地和其他草地，以工程措施和植物措施复垦为主。对于采选工业场地土地复垦区各建筑设施主要采取表土剥离养护、砌体拆除清运、土地平整、覆土等工程措施和草地抚育等植被措施；矿山联络道路、排土场主要采取土地平整；地下开采工业场地和预测地面塌陷区主要采取回填和土地平整等措施；尾矿库主要采取表土剥离养护、土地整理、覆膜工程、覆土等工程措施和草地抚育等植被措施。本《方案》根据矿山所在区域的自

然生态环境特征和复垦目标，结合土地损毁方式，参照周边类似复垦矿山生态重建技术的工作原理、复垦工艺、适用条件等，采取适用于本矿山的复垦工程技术措施，主要有以下几种：

1、表土剥离养护

在土地复垦中对表土进行剥离是十分关键的一点。表层土壤是经过多年耕作和植物作用而形成的熟化土壤，是深层生土所不能替代的，对于植物种子的萌发和幼苗的生长有着重要作用。首先要把表层的熟化土壤尽可能地剥离后在表土堆放场贮存并加以养护和妥善管理以保持其肥力；待土地整形结束后，再平铺于土地表面，使其得到充分、有效、科学的利用。表土的剥离与保存是否适宜关系到将来土地复垦的成功率与土地复垦的成本高低，也是土地复垦工程中非常重要的环节，因此务必要做好表土的剥离与堆存。

由于项目区部分工业场地占用地类为其他草地，因此后期需要使用表土播撒草籽进行复垦。根据项目区土壤剖面图，选矿生活区、选矿生产区、采矿工业场地等场地位于山前平原区，因此表土剥离厚度为 0.5m，尾矿库、高位水池等场地位于中山区，因此表土剥离厚度为 0.3m，其余工业场地、露天采场不剥离表土。

2、砌体拆除工程措施

矿山闭坑后，对复垦责任范围内采选工业场地地面设施进行拆除清理。各类设施拆除采用人工+机械的方式进行拆除，建筑垃圾全部外运处理。

3、清除清运工程措施

矿山土地复垦期间，需对建（构）筑物砌体进行拆除，建筑垃圾全部外运处理，并通过挖掘机、推土机和自卸汽车对排土场废石进行清除清运，废石用于回填平硐和地面塌陷坑，若矿山未产生地面塌陷或者地面塌陷规模较小，将剩余部分废石就地平整处理，与周边地貌相协调。

3、回填工程措施

地面塌陷区对地形地貌破坏、土壤结构破坏严重，破坏土地功能。通过回填废石、废渣，使损毁地区地形地貌恢复与周边地形相协调。

4、土地平整工程措施

土地平整是土地整理工程中的一项重要内容。土地平整包括两个部分：一是对地面塌陷区内高低不平区域直接平整，以达到排水要求；二是对采选工业场地、排土场及联络道路、尾矿库滩面等场地进行平整，以达到与周边地形相协调要求。土地平整

之前要确定好平整后的标高及坡度等，平整方式主要为机械平整。由于当地气候干燥，在土地平整时容易导致地表扰动引起扬尘，因此，在土地平整时应采取洒水抑尘、喷撒土壤固化剂等保护性措施。

5、覆膜工程措施

尾矿库封场考虑采取覆膜工程。尾矿库闭库后应进行封场，尾矿库封场应按照《一般工业固体废物贮存和填埋污染控制标准》（GB18599-2020）进行，尾矿按照一般II类工业固体废物考虑，采用在尾矿库滩面上铺设 1.5mm 厚 HDPE 膜，膜上下保护层采用 400g/m² 无纺土工布的措施。

6、覆土工程措施

对复垦为其他草地的场地，使用在表土堆场进行养护的表土，用人工或机械或人工配合机械在平整好的土地上进行覆土，覆土厚度根据《土地复垦质量控制标准》（TD1034-2013）结合拟损毁范围原有土壤厚度确定。本项目覆土厚度均为 0.3m。

7、草地抚育措施

1) 尽量选择乡土植被

乡土植物，是指原产于当地或通过长期驯化，证明其已非常适合当地环境条件，这类植物往往具有较强的适应性、管护成本相对较低等诸多优点，作为复垦土地先锋植物具有较大的优势。

不加论证盲目地从外地引进植物，虽然在景观能够取得较好效果，但新引入的植物往往不适应环境变化，表现出生长不良、对病虫害抗性较弱等性状。有时一些病虫害亦会随之传入，在引入地暴发流行。因此，在选择复垦适生植物的过程中，应首先考察项目区及其周围的乡土植物，应尽量做到物种乡土化。

2) 选择有利于改良土壤及环境的植物

复垦植被的主要作用在于修复已损毁的土地，提高土壤的肥力，改善区域环境，因此在尽量选择成活率高的乡土植物的前提下，还应注意选择有利于增加土壤肥力的草本等植被。

综合以上两点，坚持生态优先、因地制宜、快速恢复植被的原则，结合实地调查和征求当地民众意见后，本方案确定草种为披碱草和针茅，播种比例为 1: 1。

3) 灌溉措施

由于当地气候极为干燥，为提高覆盖率，草籽每年均进行播种，在草籽种植初期，为促进草籽萌发和生长，采用人工灌溉措施，灌溉水量为 10L/m²。

4) 草方格防风固沙

由于当地气候极为干燥，风沙大，对复垦为其他草地的区域进行草方格固沙，有利于草籽的生长。

(四) 工程量测算

土地复垦工程主要包括表土剥离与清运、砌体拆除、废弃物清运、平硐及塌陷回填、土地平整、覆膜、覆土、草地抚育与管护等工程，本矿山复垦责任范围各复垦单元土地复垦工程量汇总见下表，其中地下开采井硐工业场地工程量、采选工业场地砌体拆除和清运工程量、预测地面塌陷区回填工程量计入矿山地质环境治理工程量。

表5-24 土地复垦区工程量总表

序号	工程名称	单元	工程量
一	表土剥离与养护		
1.1	机械剥离表土	100m ³	1430.553
1.2	机械汽车运土	100m ³	1430.553
1.3	表土培育播撒草籽	hm ²	46.6064
二	工业场地土地复垦区		
1	建构筑物拆除、清运		
1.1	砌体拆除	100m ³	491.611
1.2	砌体清运	100m ³	491.611
2	土地平整、覆土、草地抚育工程		
2.1	复垦单元 I 土地平整	100m ³	34.21
2.2	复垦单元 I 机械汽车运土	100m ³	375.084
2.3	复垦单元 I 表土平整	1000m ²	125.028
2.4	复垦单元 I 撒播草籽	hm ²	37.5084
2.5	复垦单元 J 土地平整	100m ³	2.053
2.6	复垦单元 J 机械汽车运土	100m ³	23.499
2.7	复垦单元 J 表土平整	1000m ²	7.833
2.8	复垦单元 J 撒播草籽	hm ²	2.3499
2.9	复垦单元 K 土地平整	100m ³	2.604
3	复垦单元 I 整修农村道路		
3.1	土方开挖	100m ³	0.715
3.2	路基压实	1000m ³	1.595
3.3	M7.5 砌石路肩	100m ³	0.66
3.4	M10 水泥砂浆抹面	100m ²	6.6
3.5	碎石路基	100m ²	6.82
3.6	C20 砼路面	1000m ²	0.792
3	平硐口封堵回填		
3.1	硐口回填	100m ³	8.016
3.2	硐口封堵	100m ³	0.4328
3.3	井口封堵	100m ³	0.032

序号	工程名称	单元	工程量
四	尾矿库土地复垦区		
1	土地平整	100m ³	26.247
2	封场覆膜工程		
2.1	覆 1.5mmHDPE 土工膜	100m ²	3157.728
2.2	覆 400g/m ² 无纺土工布	100m ²	6315.456
3	土地平整、覆土、草地抚育工程		
3.1	机械汽车运土	100m ³	902.208
3.2	表土平整	1000m ²	300.736
3.3	撒播草籽	hm ²	90.2208
五	排土场土地复垦区		
1	土地平整	100m ³	64.033
六	运输道路复垦区		
1	土地平整	100m ³	24.1236
2	整修农村道路		
2.1	土方开挖	100m ³	0.9607
2.2	路基压实	1000m ²	2.1431
2.3	M7.5 砌石路肩	100m ³	0.8868
2.4	M10 水泥砂浆抹面	100m ²	8.868
2.5	碎石路基	100m ²	9.1636
2.6	C20 砼路面	1000m ²	1.06416
七	露天采场复垦区		
1	露采 I 区土地平整	100m ³	39.133
2	露采 II-1 区土地平整	100m ³	3.273
3	露采 II-2 区土地平整	100m ³	10.822
4	露采 II-3 区土地平整	100m ³	0.883
5	露采 III-1 区土地平整	100m ³	1.068
6	露采 III-2 区土地平整	100m ³	1.244
7	露采 IV 区土地平整	100m ³	1.415
8	露采 V 区土地平整	100m ³	0.704
七	表土堆场复垦区		
1	土地翻耕	hm ²	2.9129
2	表土平整	1000m ²	29.129
3	撒播草籽	hm ²	8.7387
八	预测塌陷区复垦区		
1	回填工程	100m ³	4.25
七	监测与管护		
1	监测		
1.1	土地损毁监测	点次	420
1.2	复垦效果监测	次	141
1.3	土壤理化性状监测	次	12
1.4	生态环境监测	次	320
2	管护		12

序号	工程名称	单元	工程量
2.1	其他草地管护（灌溉措施）	m ³	13881.78
2.2	其他草地管护（草方格防风固沙）	hm ²	46.2627
2.3	裸岩石砾地管护	次	90
八	水土环境污染监测		
1	水环境监测	个	80
2	水污染环境监测	个	102
3	土壤环境监测	个	240

五、含水层破坏修复

（一）目标任务

保护与恢复治理矿区内和矿区周边因受采矿活动破坏的含水层，以减少地下水位下降、干枯引发的水环境、水资源的恶化。

（二）技术措施

按照后期地下开采方案要求施工井下巷道，对可能的突水点进行注浆封堵，减少对含水层结构的破坏，减少疏干排水量。

地面塌陷区回填治理过程中要保证回填料清洁无污染，避免产生二次污染和新的地质环境问题。

（三）主要工程量

由前述分析可知，矿山开采对含水层破坏程度较轻。在矿山开采过程中，对于可能对含水层产生的破坏环节，重点采取预防控制措施，无具体的含水层修复工程。预防措施是井巷施工中的注浆封堵（费用计入生产成本），治理措施是闭坑后的老硐封堵及采空地塌陷回填等（费用已计入地形地貌修复）。矿区含水层破坏修复工程量主要为建立含水层污染监测系统，应设立 2 个地下水监测点。

六、水土环境污染修复

（一）目标任务

1、目标

对于本矿区来说，保障污染以防为主就是在生产过程中减少甚至消除废弃物和污染源的产生和排放，促进矿产品及其在运销、使用过程中与环境相兼容，在矿产品的整个生命周期内，减少对人类和环境的危害，确保水土环境不受重金属和其他采矿活动排放的污染物污染。

2、任务

（1）矿产品的生命周期全过程控制，从产品使用到产品报废处置的各个环节采取

必要措施，实施污染预防控制。

（2）矿山开采全过程控制，即从矿山的勘探、规划、建设、生产、运销全过程，采取必要措施，防止污染的发生。清洁的生产过程即采用少废、无废的生产工艺和高效的生产设备；尽量少用，不用有毒有害的原材料；减少生产过程中的各种危险因素；优化工艺；加强生产自动化控制；组织矿山废弃物的循环利用；进行必要的污染治理；完善生产管理。

（二）工程设计

根据第三章“矿区水土环境污染现状分析与预测”小节，矿山未来产生的固体废弃物和污水（废水）经综合利用和净化处理后，对水土环境污染较轻，矿山未来仅采取监测和预防工程措施，不设计水土环境污染修复工程措施。

（三）主要工程量

水土环境污染修复工程量主要为预防和监测。预防治理措施计入工程建设的“三废”污染防治措施和环保措施中，水土环境污染监测主要包括地表水、地下水和土壤环境质量监测以及废水污染源监测。

（1）固体废弃物处置

矿山产生的固体废弃物为废石、尾矿和生活垃圾，废石及尾矿集中堆放在废石场和尾矿库内，不能随意堆排。生活垃圾临时堆放在生活区垃圾桶，定期拉运到若羌县垃圾填埋场进行掩埋。

（2）废水处理

矿山污水主要为生活污水，生活污水经污水处理池，处理后达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中二级标准要求，全部回用于道路除尘，不外排。选矿废水送至选矿厂回水池中循环利用，无选矿废水排放；建设矿坑涌水处理站，矿坑涌水经矿坑涌水处理站处理后回用于选矿生产，不外排；排土场堆存的废石属于Ⅰ类一般工业固体废物，建设排土场淋滤水收集池，排土场淋滤水经收集处理后回用于生产，不外排。

（3）水土环境污染监测

详见矿山水土环境污染监测有关内容。

七、矿山地质环境监测

（一）目标任务

1、目标

在矿山地质环境现状调查和预测评估的基础上，针对主要的矿山地质环境问题布设监测网点，选定监测因子，定期观测其在时间和空间上的动态变化，及时掌握矿山地质环境状况，并预测发展趋势的活动。矿山地质环境监测是建立矿山地质环境保护与治理责任监督体系的重要基础性工作。

在矿产资源开采过程中，对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复等开展监测评价，为矿山土地复垦与生态修复的过程监管、适应性管理和验收提供科学依据。

矿山基建期雨季时，充分利用工勘孔、探矿孔等分别在选矿厂、生活区、尾矿库、排土场、Ⅰ区露天采坑、Ⅱ区北露天采坑采取地表水样，土样；在Ⅰ区露天采坑、Ⅱ区北露天采坑获取地下水样，作为矿山地质环境基础数据。

2、任务

(1) 确定监测因子，编制监测方案，布设监测网点，定期采集数据，及时掌握矿山地质环境问题在时间和空间上的变化情况；

(2) 评价矿山地质环境现状，预测发展趋势；

(3) 建立和完善矿山地质环境监测数据库及监测信息系统；

(4) 编制和发布矿山地质环境监测年报，实现矿山地质环境监测信息共享。

3、总体要求

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T34935-2024)，对监测工程的总体要求如下：

(1) 问题导向，突出重点。重点围绕监测范围内地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复等，结合开采矿种、建设规模、开采方式，开采工艺，时序安排等，科学设置重点监测内容、监测指标、监测点位、监测周期等，实现一矿一方案。

(2) 科学规范，全程全面。指标获取应符合国家有关技术标准，规范和相关部门的规定。监测点位布设统筹考虑开采前、开采中和开采后监测需求。开采前对地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底进行调查，开采中对保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效进行监测，开采后对管理维护进行监测。

(3) 精准高效，实用可行。在满足监测精度要求的前提下，选用经济、实用的监测方法和手段，在经济、技术允许的条件下应采用先进可靠的技术方法，提高监测精

度与效率。监测指标应具有较好的灵敏度和可测度，对于易变指标应开展短周期监测，对于稳定指标应开展长周期监测。

（4）定性定量，权威可比。监测评价应采用定性和定量相结合的方法，评价方法科学合理。监测数据连续可靠，应充分利用自然资源、林草、水利、农业农村，生态环境等部门以及科研机构、大专院校的长期监测数据及研究成果。

（二）技术措施

根据矿体开采特点，该矿地质环境监测主要包括地质灾害监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境污染监测和大气污染监测五个部分。根据监测对象的不同，依据相关监测规范采用不同的技术措施；根据监测对象等级的不同，选择必要的监测内容。监测工作实行矿山领导负责制，矿山安全员负责监测，包括记录、汇总分析、上报等，工作人员采取仪器记录、化验分析和人工目测巡视检查、视频监控等方式进行监测工作，发现有异常情况时加密监测。

1、地质灾害监测

露天采场最大坡高超过 150m 的矿山需建立边坡在线监测监控系统。矿区I区露天采坑最大坡高约 216m，要求建立边坡在线监测监控系统。其他露天采场最大坡高小于 150m，可不进行在线监测。矿山自行进行监测，从事监测的技术人员必须经过严格的培训。

露天矿山采场边坡安全监测等级由边坡的变形指数和滑坡风险等级共同确定，对照监测规范，主矿边坡安全监测等级为二级，根据边坡实际情况，此边坡可建立边坡表面位移、深层内部位移、爆破振动、地下水位、降雨量和视频监控。

（1）位移监测，是监测的主要内容和重要内容，包含绝对位移监测和相对位移检测。

1）绝对位移监测。监测三维（X、Y、Z）位移量、位移方向与位移速率。

2）相对位移监测。监测重点变形部位裂缝、崩滑面（带）等两侧点与点之间的相对位移量，包括张开、闭合、错动、抬升、下沉等。

（2）倾斜监测。监测角变位与倾倒、倾摆变形。

2、含水层监测

（1）水位、水量监测

定期采用人工现场调查、取样分析监测开采区地表水、地下水位、水量和水质。

做好监测点保管工作，水位观测点应做标记。矿坑水流量观测可采用流量表或堰板法。

（2）水质监测

定期采用人工取样分析方法监测地下水水质变化情况，地下水监测的频次、方法、精度要求执行《地下水监测规范》（SL183-2005）和《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）。

3、地形地貌景观监测

参考《水土保持监测技术规范》（SL227-2002）要求，从事监测工作的矿山技术人员应具有测绘专业证书。

4、水土环境污染监测

主要包括废水污染监测、地表水环境监测、土壤环境监测三个方面。建设单位应委托有监测资质的单位开展水土环境污染监测。水土环境污染监测方法均为常规方法。

（三）工程监测设计

矿山地质环境监测主要包括地质灾害监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土污染监测四个部分。

1、地质灾害监测

本矿山地质灾害隐患主要为露天采场、排土场、矿山道路的崩塌、滑坡、不稳定斜坡、泥石流地质灾害及地下采矿活动可能引发的采空地面塌陷地质灾害，监测要及时动态反映出崩塌、滑坡、泥石流、不稳定斜坡、地面塌陷的时空位移和变形情况。通过在各区布设监测点并采用人工巡视和仪器测量等方法进行监测，对不同时段监测点的位置变化进行纵向对比，得出地表变形规律，根据相关理论并结合其他致灾因素变化情况，对地质灾害进行预警，逐步建立预警系统，尽量避免地质灾害造成人员伤亡和经济损失。**尾矿库的监测设计有其专项投入，本次不再计入。**

（1）崩塌、滑坡、不稳定斜坡地质灾害监测

1）监测内容：包括边坡高度、裂缝发育程度、变形迹象、灾害体规模、冻土带消融监测、防治工程完好程度、稳定性、灾害年发生次数、造成的危害等。

2）监测方法

矿区现有崩塌、滑坡点地质灾害规模较小，主要分布在矿山道路附近；预测的崩塌点地质灾害规模较小，主要分布在露天采场境界周边，发育特征易辨，采取了预防和治理工程，监测以人工巡视为主。

I区露天采场最大坡高超过了 150m，采用边坡在线监测监控系统，边坡安全监测等级为二级，应建立边坡表面位移、深层内部位移、爆破振动、地下水位、降雨量和视频监控。其他露天采场边坡安全监测等级为三级，应建立边坡表面位移、降雨量和视频监控。

边坡在线监测监控系统，矿山边坡表面位移监测的设备主要分为卫星导航系统（GNSS）与边坡监测雷达（SAR）。不易受雨、雪、雾天气影响，实现全天候的自动监测，十分便捷。基站要求场地稳固，视野开阔。

一般专业监测法主要是利用光学仪器(全站仪)对边坡变形进行监测，首先在开采影响范围外布设两个基站，一个是监测基站，另一个是校验基站。基点的观测采用静态方法按 C 级精度观测。监测点要求设立标志，标注“地表移动变形监测点号”标石。埋石为混凝土桩，上部中心位置镶嵌铸铁标志。高 100cm，宽 40cm，厚 25cm。用仪器进行变形监测的同时，安排专业人员分区、分期进行人工巡视，查看各隐患点地表裂隙产生和变形发展状况，对地质灾害发生发展情况进行预测和预警。

监测精度要求：对于岩质边坡，水平位移监测相邻点位中误差不大于 6mm，垂直位移监测高程中误差不大于 3mm；对于土质边坡，水平位移监测相邻点位中误差不大于 12mm，垂直位移监测高程中误差不大于 10mm。

3) 监测点布设

根据前述地质灾害危险性评估结果，主要需对露天采场、排土场、矿山道路形成的边坡设置监测点。

I区露天采场设置边坡雷达一台，主要监测东南侧的高陡边坡表面位移；GNSS 监测线 7 条，监测点 27 个，3 个基准点（位于露天采场境界和地采岩石移动带外）；深部位移监测线 9 条，监测点 37 孔（两级台阶一孔）；爆破振动监测点 9 个（可移动），设置在各分区边坡的主滑方向的临时边坡面坡脚线处；由于地下水位埋藏深，其平均标高在露天坑底，设置一个地下水位观测点；建立一个雨量监测系统，允许误差不大于 0.1mm，雨量监测系统应能实时显示降雨量，统计日降雨量、月降雨量和年降雨量，并生成报表；可视化监测设备采用红外网络高清智能球机，能自动旋转，可调焦，远距离的高清晰、低照度红外摄像机进行全天候监测，共 5 台。**该费用已纳入项目安全投资，此处不再计费。**

II区北露天采场采用一般专业监测法，设置监测线 4 条，监测点 12 个，视频监控设备 2 台；其他露天采场，采坑小，采用人工巡视监测。

排土场设视频监控设备一台。

4) 监测频率

每个监测点每年雨季（6月～8月）监测 3 次/月，其他时段监测 1 次/月，人工巡视雨季（6 月～8 月）10 次/月，其他时段巡视 4 次/月，年巡视 66 点次。其中冻土带消融采用为每月一次，每年 6 次，监测周期为贯穿整个服务年限 20 年。

（2）泥石流地质灾害监测

1) 监测内容：主要包括降雨量、洪流量和沟谷有无堵塞情况。

2) 监测方式

在矿区 N1~N4 四条沟谷共设置 6 个水流量监测点，I区露天采场、II区北露天采场境界外沟谷上游各设 1 个水流量监测点。沟谷堵塞情况监测方式以人员日常巡查为主，日常巡查内容主要是无降雨期观测沟谷内是否有堆积物堵塞沟谷，如有堵塞及时上报疏通；雨天提前了解天气预报预测的降雨强度及降雨量，降雨期间观测沟谷内的洪流量，记录在专用观测表。

3) 监测频率：每个监测点每年雨季（6月～8月）监测 4 次/月，为流量监测，年监测 12 次/年；其他时段监测 1 次/月，为人工巡视，年巡视 12 点次。

（3）地采地面塌陷地质灾害监测

1) 监测内容

地采地面塌陷叠合在I区露天采场境界内，结合I区露天采场的边坡表面位移监测，地面塌陷监测点需要在露天坑底增加几个位移监测点，主要监测地表下沉量、水平位移量等。

2) 监测方法

预测塌陷区中露天坑底的地表变形监测采用光学仪器监测。监测点要求设立标志，标注“地表移动变形监测点号”标石。标石为混凝土桩，上部中心位置镶嵌铸铁标志。高 100cm，宽 40cm，厚 25cm。用仪器进行变形监测的同时，结合矿区的视频监控，查看地表裂隙产生和变形发展状况，对地质灾害发生发展情况进行预测和预警。

3) 监测网点布设

地表变形监测网点布设原则上以达到基本控制塌陷区形态，较准确测量塌陷区面积和下沉深度为宜。根据该矿山预测塌陷影响范围内特点，结合露天采场已有监测点，主要在露天坑底增加了 3 个监测，监测点间距为 100m。

4) 监测方法频率

采空地面塌陷监测采取在线监测、光学仪器监测与视频监控相结合方式开展。光学仪器专业监测每个监测点每年雨季（6月～8月）监测3次/月，其他时段监测1次/月，年监测18点次。监测测量、记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，编写年度总结。

2、含水层监测

地下水水位、水量、水质监测主要针对基岩裂隙水，由矿山企业负责地下水水位、水量监测，水质委托外检。

（1）监测内容

水位监测：监测基岩含水层、第四系含水层的地下水水位。

水量监测：对开采疏干排水水量动态变化等进行监测。

水质监测：按照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）、《地下水环境监测技术规范》（HJ164-2020）和《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）要求，本矿山选取的地下水水质监测指标：pH、挥发酚、总硬度、溶解性总固体、耗氧量、氟化物、氨氮、镉、六价铬、铅、汞、砷、氯化物、硫酸盐、硝酸盐氮、氰化物。

（2）监测方法

利用流量槽测量水量，测量水位标高，取样化验的方式进行监测。通过对水位、水量、水质监测，及时了解矿山生产对矿山及其周边地下水的影响情况。

（3）监测点布设

地表水的流量监测已在泥石流灾害监测中设置，此处主要是设取水质样点。取样点在N3沟谷中排土场的上、下游各设1点，另在N4沟谷口设1取样点。地下水水位、水质监测点设置在排水中段标高。矿坑涌水量监测点设置在I区露天采场和地下开采排水中段、II区北露天采场。

（4）监测频率

地下水水位监测点每年雨季（6月～8月）监测2次/月，其他时段监测1次/月；涌水量监测点3处，每年测6次（雨季4次，旱季2次），共监测20年；水质监测每年7月测1次，共监测20年。

（5）评价标准

按照《地下水质量标准》（GB/T14848）中III类标准进行评价。

3、地形地貌监测

及时反映矿区地形地貌和生态景观状况，适时掌握地貌景观破坏情况，了解恢复

治理措施的实施效果，以便采取防护措施和修正恢复治理方案。

(1) 监测内容：包括地形地貌变化情况，植被覆盖度；建设项目占地面积、扰动地表面积、土地损毁程度和面积；弃土、弃石、弃渣量及堆放面积；工程措施面积、位置、破坏情况。

(2) 监测方法：地形地貌景观监测主要通过地形测量来确定地形地貌和土地资源的动态变化。

监测布设：在评估区内不专门设置监测点，每年 1、7 月份各一次地面分辨率 0.5m 无人机航测监测。

4、水土污染监测

(1) 废水污染监测

目的：为了掌握矿山开采影响区内水环境质量状况和受污染程度，需要对区内的生活污水、生产废水、废石淋滤水和矿坑涌水进行监测。

1) 监测内容

生产废水、生活污水、矿坑涌水、排土场淋滤水监测项目主要有：pH值、悬浮物、硫化物、硝酸盐氮、总氮、氨氮、亚硝酸盐氮、氟化物、氰化物、砷、铜、铅、锌、镉、镍、六价铬、总铬、汞、铍、钼、COD、挥发酚、石油类等。

2) 监测点的布设

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）要求，对采矿活动可能会造成水环境污染的办公生活区污水处理设施、矿坑涌水沉淀池、排土场淋滤水进行水环境情况监测，各布置1个监测点，污（废）水监测点共布置3个。

3) 采样方法

采样采用送检测试法或环境监测单位监测法，使用采样容器采集样品。工作方法按《水质采样技术指导》（GB12998）、《水质 采样样品的保存和管理技术条件》（GB12999）的相关要求执行。

4) 监测方法

工作方法按《污水监测技术规范》(HJ91.1-2023)的相关要求执行。应采集足够体积的水样用于复制水样和质量控制检验。

5) 监测频率

由矿山企业专人或委托有资质的单位定时监测，生活区污水处理设施、矿坑涌水沉淀池、排土场淋滤水的水质监测频率为每年2次，监测时限为矿山基建期和生产期(17

年），则矿山生产期共监测点102次，方案适用期（5年）共监测30点次。

6) 评价标准

经处理后的生活污水水质应达到《污水综合排放标准》中I类水质标准要求。矿坑涌水水质、排土场淋滤水应达到《城市污水再生利用—城市杂用水水质》（GB/T18920-2020）要求。

（2）水环境质量监测

目的：为了解掌握矿山开采影响区内水环境质量状况和受污染程度，需要对矿区周边地表水体进行监测。

1) 监测内容

地表水体监测项目主要有：pH值、悬浮物、硫化物、硝酸盐氮、总氮、氨氮、亚硝酸盐氮、总磷、氟化物、氰化物、砷、铜、铅、锌、镉、镍、六价铬、总铬、汞、铍、钼、COD、BOD₅、溶解氧、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂等。

2) 监测点的布设

在矿区东侧约6km处的小溪布设2个地表监测断面，断面分别位于矿区上游和矿区下游。

3) 采样方法

采样采用送检测试法或环境监测单位监测法，使用采样容器采集样品。工作方法按《水质采样技术指导》（GB12998）、《水质 采样样品的保存和管理技术条件》（GB12999）的相关要求执行。采样应在自然水流状态下进行，尽量不扰动水流与底部沉积物；采样时采样器应用采样的水冲洗三至四次；尽量避开雨天，选择水质较稳定的日子；应采集足够体积的水样用于复制水样和质量控制检验。

4) 监测方法

工作方法按《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022）进行。

5) 监测频率

由矿山企业专人或委托有资质的单位定时监测，水质监测频率为每年2次，监测时限为矿山基建期、生产期和养护期（20年），共监测点80次，方案适用期（5年）共监测20点次。

6) 评价标准

地表水体按照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中III类标准进行评价。

（3）土壤环境污染监测

目的：矿山生产活动集中位于尾矿库、采矿工业场地、选矿工业场地、排土场、露天采场等地，周围土地会因矿山排放废水和废渣的影响而受到不同程度的污染。为了掌握区内土壤环境质量状况和受污染程度，需要对区内的土壤环境进行监测。共计6个监测点位。

1) 监测内容

对区内土壤环境的重金属元素进行监测，监测项目主要包括：铬（总铬）、汞、砷、铁、锰、铅、镉、铜、锌、镍等。

2) 监测点布设

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）和《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）要求，在对采矿活动可能会造成土壤环境污染的采矿工业场地、选矿工业场地、排土场和尾矿库、表土堆场、I区露天采场等处各布置1个监测点，共布置6个监测点。

3) 采样及监测方法

土壤环境污染监测的频次、方法、精度按《土壤环境监测技术规范》（HJ/T166-2004）要求执行。土壤污染监测采用取样送检化验的方式，定期到土壤采集点用铁锹采集，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品内衬塑料袋，将土样密封好，带回实验室进行分析检测。采样的同时，由专人填写样品标签，采样记录；标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度和经纬度。

4) 监测频率

由矿山企业专人或委托有资质的单位定时监测，每年对各监测点取土壤测试样2次，监测时限为矿山基建期、生产期和管护期（16年），则矿山生产期共监测160点次，方案适用期（5年）共监测40点次。

5) 评价标准

采用《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）进行评价。

（四）主要工程量

1、地质灾害监测工程量

（1）崩塌、滑坡、泥石流监测

根据前述监测工程设计，I区露天采场采用在线监测系统，监测工程量见表 5-25。

表 5-25 I区露天采场监测工程量表

序号	监测类型	点位数量	备注
1	边坡表面位移（GNSS）	27	包含 3 个基准点
	边坡表面位移（雷达）	1	
2	深层内部位移	37	
3	爆破振动	9	
4	地下水位	27	
5	降雨量	1	
6	视频监控	5	

说明：上表工程量及其费用已列入项目安全投资，本次可利用其工程，但不再计入费用。

表 5-26 其他崩塌、滑坡、泥石流监测工程量表

场地	固定监测 点数（个）	仪器监测 频次（次 /年）	人工巡视频 次（次/年）	监测年数 （年）	监测点次	巡视点次
崩塌、滑 坡点	13 8	-	66	20 15	-	25080
II区露天 采场	12	18（位移 监测）	视频监控 2 台	6（后期）	1296	-
排土场	1	-	视频监控 1 台	20	-	-
其他露天 采场	5	-	66	6（后期）	-	1980
露天采场 沟谷	I区：1 II区：2	12（流量 监测）	12	16 6（后期）	$12*16+12*6*2=336$	264
泥石流沟 谷	N1：1 N2：1 N3：3 N4：1	12（流量 监测）	12	20	$6*12*20=1440$	$4*12*20=960$
冻土消融	1	6	-	20	120	-
合计	47	-	-	-	3190	28284

（3）采空地面塌陷监测工程量

根据前述监测工程设计，采空地面塌陷监测新增工程量见表 5-27。

表 5-27 采空地面塌陷监测工程量表

场地	固定监测 点数（个）	仪器监测频次 （次 /年）	人工巡视频 次（次/年）	监测年数 （年）	监测点次	巡视 点次
I区地采塌陷区	30	18	-	9（后期）	4860	-

2、含水层监测工程量

根据前述监测工程设计，含水层监测工程量见表 5-28。

表 5-28 含水层监测工程量表

监测点数（个）	监测频次（次 /年）	监测年数（年）	监测点次
1（地下水位）	15	9（I区后期地采）	135
1（地下水位）	15	9（II区北露天采坑）	135
3（涌水量）	6	16（I区），6（II区），9（地采）	186
5（地表、地下水水质）	1	地表水：16（排土场 2、I区采坑、II区采坑），地下水：16（后期地采），16（II区北露天采坑）	103
合计	-	-	559

3、地形地貌监测工程量

2 次/年，监测年限为 20 年，共计 40 次。

4、水土环境污染监测工程量

水土环境污染监测工程量见下表。

表 5-29 水土环境污染监测工程量表

序号	监测内容	监测项目	监测点数	监测时期	监测频率	监测次数
1	生活污水、废石淋滤水、矿坑涌水（含土层监测已有）	pH 值、悬浮物、硫化物、硝酸盐氮、总氮、氨氮、亚硝酸盐氮、氟化物、氰化物、砷、铜、铅、锌、镉、镍、六价铬、总铬、汞、铌、钽、COD、挥发酚、石油类	3	17	2 次/年	102
2	地表水环境质量：周边地表水矿区上游与下游各设置一个断面（N3、N4）	pH 值、悬浮物、硫化物、硝酸盐氮、总氮、氨氮、亚硝酸盐氮、总磷、氟化物、氰化物、砷、铜、铅、锌、镉、镍、六价铬、总铬、汞、铌、钽、COD、BOD ₅ 、溶解氧、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂等。	2	20	2 次/年	80
3	土壤环境质量采矿工业场地、选矿工业场地、排土场和尾矿库、表土堆场、I 区露天采场等 6 处对土壤环境进行监测	铬（总铬）、汞、砷、铁、锰、铅、镉、铜、锌、镍	6	20	2 次/年	240

矿山监测工程部署图如图所示。

图 5-3 矿区地质环境监测工程布置图

八、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

（1）督促落实土地复垦责任，保障复垦能够按时、保质、保量完成，及时调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排，预防发生重大事故和减少土地造成损毁，实现复垦目标；

（2）协助落实土地复垦方案，加强土地复垦设计和施工管理，优化土地复垦防治措施，协调土地复垦工程进度，为建设管理单位提供信息和决策依据；

（3）及时、准确掌握土地损毁状况和复垦效果，提出土地复垦改进措施，减少人为土地损毁面积，验证复垦方案措施布设合理性。

（二）措施和内容

依据《土地复垦条例》（2011年3月5日国务院令第592号）：县级以上地方人民政府自然资源主管部门应当建立土地复垦监测制度，及时掌握本行政区域土地资源损毁和土地复垦效果等情况。根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024），本《方案》土地复垦监测主要包括复垦区土地损毁监测、土地复垦效果监测和生态系统调查监测等。管护主要针对其他草地和裸岩石砾地。

（1）土地损毁监测

矿山应对挖损、压占和塌陷等土地损毁的情况进行监测，包括损毁土地类型、面积、损毁程度等进行定期监测，掌握损毁土地状况，以便安排后续工作。采用地形测绘方法，对土地损毁情况进行监测。

监测布点：8个露天采场8个点位，选矿生产区、选矿办公区、高位水池、充填站、充填站高位水池、回风竖井、主斜坡道、采矿工业场地、尾矿库、排土场、表土堆场、运输道路、地下开采移动范围（预测塌陷区）各布设1个点位。

监测频率：基建期1年，矿山生产服务年限16年，管护期3年，共20年，监测频率为每年1次。

监测工作由矿山企业委托具有资质的单位专业人员进行监测。地下开采移动范围工作与地形地貌景观破坏监测内容相同，可计入矿山地质环境监测工作量。

（2）土地复垦效果监测

矿山各复垦单元的复垦方向主要为裸岩石砾地和其他草地两种用地类型。下面分别对这两种用地类型的土地复垦效果叙述。

1) 裸岩石砾地

矿山各复垦单元中复垦方向为裸岩石砾地有8个露天采场、排土场、地下开采工业场地、运输道路、预测塌陷区等12个复垦单元，本《方案》设计在矿山闭坑后监测复垦地表变形。

监测布点：8个露天采场布设8个点位，地下开采工业场地布设4个点位，排土场、运输道路、预测塌陷区各布设1个点位；共15个点位。

监测频率：监测管护期内，监测频率为每年2次，监测3年。

2) 其他草地

矿山各复垦单元中复垦方向为其他草地的有尾矿库、选矿工业场地、采矿工业场地、表土堆场等4个复垦单元，复垦为其他草地的复垦面积为46.2726hm²。其他草地的复垦效果监测主要包括土壤理化性质监测和植被监测。

①土壤理化性状监测工程量

表土资源十分宝贵，在合理存放的情况下，还应当加强对土壤质量的监测，保证后期复垦土壤质量能够达到预期复垦效果。监测工作应当在后期复垦后管护期间进行监测，监测内容包括土壤pH、电导率、含水率、有机质、全氮、有效磷、有效钾、土壤盐分、土壤侵蚀等。如果发现土壤质量下降的情况，应立即采取培肥措施，补栽绿肥植物等措施，保证土壤质量满足复垦要求，且复垦的耕地质量等级不低于损毁前。

土壤理化性状监测频率每年一次，监测点为复垦为其他草地的4个复垦单元，共计4个点，对这些复垦单元覆盖的表土进行监测。

监测年限：复垦工程完成后管护期的3年，监测次数共计12点·次。

②植被监测

对其他草地植被恢复情况进行监测，主要监测种植密度、成活率、覆盖度、生长量等进行监测。植被监测每公顷每年监测1次，复垦为其他草地的面积为46.2726hm²，则共计47个点位。

监测年限：复垦工程完成后管护期的3年，监测次数共计141点·次。

(3) 生态环境监测

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）要求，生态环境治理监测包括植被管护监测和生态系统功能维护监测。

1) 生态系统功能维护监测

根据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T43935-2024）要求，应对矿山生产、复垦时的生态状况进行调查与评价，以便掌握矿山生产对区域生态系统的影响和变化趋势。

维护项目：考虑当地为荒漠生态系统，生态系统调查按照《全国生态状况调查评估技术规范——荒漠生态系统野外观测》（HJ 1170—2021）进行，主要调查防风固沙量、土壤保持量、覆盖度、生物多样性维护等指标；

调查布点：每个复垦单元各布设1个监测点位，共16个点位，每年调查1次

调查年限：矿山基建期、生产期和养护期，共20年。

2) 植被管护监测

对于复垦方向为其他草地的复垦单元进行植被管护监测，由于种植的植被类型为沙生针茅和披碱草，属于耐旱植被，种植地区为干旱地区，植被管护监测措施内容主要为草籽补种、草方格防风固沙、灌溉措施、禁止放牧、鼠虫害防治等。植被管护监测年限为管护期3年。

（4）管护措施

对于复垦方向为裸岩石砾地的复垦单元，可采用人工管护措施，对矿区复垦区域定期进行人工巡查，及时消除安全隐患，每次巡查2人，每半年巡查一次，巡查3年。

（三）主要工程量

土地复垦监测与管护统计见下表。

表5-30 矿山土地复垦监测与管护工程量表

序号	工程内容		监测期限 (年)	监测内容	频次	单位	工程量
1	土地损毁监测		20	损毁地类，面积	1次/年	次	420
2	复垦 效果 监测	植被监测	3	其他草地面积 46.2726hm ² ，每公顷每年监测 1 次，共 47 个点位，对其他草地的种植密度、成活率、覆盖度、生长量等进行监测	1次/hm ² ·年	次	141
		土壤理化性状监测	3	土壤 pH、电导率、含水率、有机质、全氮、有效磷、有效钾、土壤盐分、土壤侵蚀等，共 4 个点	1 次/年	次	12
		地表变形监测	3	对复垦为裸岩石砾地的复垦单元进行监测，每个复垦单元布设 1 个点位，共 15 个复垦单元	2次/年	次	90
3	生态环境 监测	生态环境治理功能调查	20	防风固沙量、土壤保持量、生物多样性维护；共 16 个复垦单位，20 年	1次/年	次	320
		植被监测管护	3	管护期 3 年，草籽补种、灌溉措施，草方格固沙、鼠虫害防治、禁牧等	46.2627hm ² /年	hm ²	140

序号	工程内容	监测期限 (年)	监测内容	频次	单位	工程量
4	裸岩石砾地管护	3	15 个复垦单元，管护期 3 年，人工定期巡查，维护设施，每次 2 人， 每年 2 次	2次/年	次	90

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

（一）总体工作目标

矿山地质环境保护与土地复垦工作要坚持“预防为主，防治结合”“在保护中开发，在开发中保护”“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业”“因地制宜，边开采边治理”的原则开展，治理与发展相结合，总体规划，分步实施。

为适应矿山地质环境保护与土地复垦工作需要，建立矿山地质环境保护管理和土地复垦工作长效机制。矿山地质环境保护和土地复垦工作实行矿山企业总经理负责制，设立矿山地质环境保护与土地复垦管理工作职能部门，相关部门配备分管人员，各项工作明确责任人，构成矿山地质环境保护与土地复垦管理网络。根据设定的目标与治理的原则，针对矿区的现状，对矿山治理和土地复垦目标进行分阶段分解，设定各阶段的治理目标及相应的资金投入。

（二）总体工作量

本《方案》工程量包括矿山地质环境治理工程及土地复垦工程两部分。矿山地质环境治理主要包括预防工程、地质灾害治理工程、含水层破坏修复工程、水土环境污染修复工程、矿山地质环境监测工程；土地复垦主要包括土地复垦工程、土地复垦监测工程和管护工程。工作量见表 6-1 和表 6-2。

表 6-1 矿山地质环境治理工程量汇总表

序号	工程项目	计量单位	工程量
1	预防工程		
1.1	警示牌	个	138
1.2	铁丝围栏	m	11628
1.3	危岩清理	m ³	568
1.4	截水沟	m	11226
1.4.1	土方开挖	m ³	3873
1.4.2	浆砌块石	m ³	2526
2	地质环境治理工程		
2.1	崩塌、滑坡治理		
2.1.1	拦挡坡脚墙	m ³	28.8
2.1.2	挂网喷浆	m ²	600
2.2	露天采场截洪沟	m	474
2.2.1	土方开挖	m ³	164

2.2.2	浆砌块石	m ³	106
2.3	地面塌陷回填	m ³	425
2.4	矿井封堵与回填		
2.4.1	井筒回填	m ³	801.6
2.4.2	井筒封闭	m ³	43.28
2.5	建筑物拆除		
2.5.1	建（构）筑物拆除	m ²	21694.65
2.5.2	建筑垃圾处理	m ³	49161.79
3	监测工程		
3.1	地质灾害监测		
3.1.1	I区露天采场在线监测系统		
	边坡表面位移雷达监测	点	1
	边坡表面位移 GNSS 监测	点	27
	深层内部位移监测	点	37
	爆破振动监测	点	9
	地下水位监测	点	1
	降雨量监测	台	1
	视频监控	台	5
3.1.2	II区露天采场监测	点·次	1296
3.1.3	地质灾害人工巡视	点·次	28284
3.1.4	采空地面塌陷监测	点·次	4860
3.1.5	视频监控	台	3
3.1.6	冻融监测	点·次	120
3.1.7	泥石流沟谷监测	点·次	1776
3.2	含水层监测	点·次	559
3.3	地形地貌监测	次	40
3.4	水污染监测	点·次	102
3.5	土壤污染监测	点·次	240

表 6-2 矿山土地复垦工程量汇总表

序号	工程名称	单元	工程量
一	表土剥离与养护		
1.1	机械剥离表土	100m ³	1430.553
1.2	机械汽车运土	100m ³	1430.553
1.3	表土培育播撒草籽	hm ²	46.6064
二	工业场地土地复垦区		
1	建构筑物拆除、清运		
1.1	砌体拆除	100m ³	491.611
1.2	砌体清运	100m ³	491.611
2	土地平整、覆土、草地抚育工程		
2.1	复垦单元 I 土地平整	100m ³	34.21
2.2	复垦单元 I 机械汽车运土	100m ³	375.084
2.3	复垦单元 I 表土平整	1000m ²	125.028

序号	工程名称	单元	工程量
2.4	复垦单元 I 撒播草籽	hm ²	37.5084
2.5	复垦单元 J 土地平整	100m ³	2.053
2.6	复垦单元 J 机械汽车运土	100m ³	23.499
2.7	复垦单元 J 表土平整	1000m ²	7.833
2.8	复垦单元 J 撒播草籽	hm ²	2.3499
2.9	复垦单元 K 土地平整	100m ³	2.604
3	复垦单元 I 整修农村道路		
3.1	土方开挖	100m ³	0.715
3.2	路基压实	1000m ³	1.595
3.3	M7.5 砌石路肩	100m ³	0.66
3.4	M10 水泥砂浆抹面	100m ²	6.6
3.5	碎石路基	100m ²	6.82
3.6	C20 砼路面	1000m ²	0.792
3	平硐口封堵回填		
3.1	硐口回填	100m ³	8.016
3.2	硐口封堵	100m ³	0.4328
3.3	井口封堵	100m ³	0.032
四	尾矿库土地复垦区		
1	土地平整	100m ³	26.247
2	封场覆膜工程		
2.1	覆 1.5mmHDPE 土工膜	100m ²	3157.728
2.2	覆 400g/m ² 无纺土工布	100m ²	6315.456
3	土地平整、覆土、草地抚育工程		
3.1	机械汽车运土	100m ³	902.208
3.2	表土平整	1000m ²	300.736
3.3	撒播草籽	hm ²	90.2208
五	排土场土地复垦区		
1	土地平整	100m ³	64.033
六	运输道路复垦区		
1	土地平整	100m ³	24.1236
2	整修农村道路		
2.1	土方开挖	100m ³	0.9607
2.2	路基压实	1000m ²	2.1431
2.3	M7.5 砌石路肩	100m ³	0.8868
2.4	M10 水泥砂浆抹面	100m ²	8.868
2.5	碎石路基	100m ²	9.1636
2.6	C20 砼路面	1000m ²	1.06416
七	露天采场复垦区		
1	露采 I 区土地平整	100m ³	39.133
2	露采 II-1 区土地平整	100m ³	3.273
3	露采 II-2 区土地平整	100m ³	10.822
4	露采 II-3 区土地平整	100m ³	0.883

序号	工程名称	单元	工程量
5	露采Ⅲ-1 区土地平整	100m ³	1.068
6	露采Ⅲ-2 区土地平整	100m ³	1.244
7	露采Ⅳ 区土地平整	100m ³	1.415
8	露采Ⅴ 区土地平整	100m ³	0.704
七	表土堆场复垦区		
1	土地翻耕	hm ²	2.9129
2	表土平整	1000m ²	29.129
3	撒播草籽	hm ²	8.7387
八	预测塌陷区复垦区		
1	回填工程	100m ³	4.25
七	监测与管护		
1	监测		
1.1	土地损毁监测	点次	420
1.2	复垦效果监测	次	141
1.3	土壤理化性状监测	次	12
1.4	生态环境监测	次	320
2	管护		12
2.1	其他草地管护（灌溉措施）	m ³	13881.78
2.2	其他草地管护（草方格防风固沙）	hm ²	46.2627
2.3	裸岩石砾地管护	次	90
八	水土环境污染监测		
1	水环境监测	个	80
2	水污染环境监测	个	102
3	土壤环境监测	个	240

（三）矿山地质环境保护与恢复治理总体部署

矿山基建期 1 年，生产期 15 年，治理期 1 年，管护期 3 年，共 20 年。矿山地质环境治理工程从 2025 年 6 月至 2045 年 5 月。进度安排以工程部署及矿山《开发利用方案》为主要参考依据，本矿山地质环境保护与恢复治理总体部署划分为 3 个防治阶段：近期（2025.6-2030.5）、中期（2030.6-2040.5）和远期（2040.6-2045.5）。

（四）土地复垦工作总体部署

矿山基建期 1 年，生产期 15 年，治理期 1 年，管护期 3 年，共 20 年。土地复垦工程从 2025 年 6 月至 2045 年 5 月。进度安排以工程部署及矿山《开发利用方案》为主要参考依据，本土地复垦工程设计及实施期限，总体部署划分为 3 个阶段：近期（2025.6-2030.5）、中期（2030.6-2040.5）和远期（2040.6-2045.5）。

二、阶段实施计划

（一）矿山地质环境治理阶段实施计划

根据开采阶段划分和防治分区，拟定治理地段和治理期，制定矿山地质环境保护治理阶段实施计划，共划分近期、中期与远期，具体如下：

1、近期（2025.6-2030.5）：主要对矿山地质环境进行预防保护，对I区露天采场、排土场、矿山道路等危险性较大的边坡实施防治工程，对高陡边坡进行在线监测，并对评估区进行地质环境监测。

预防工程：①对崩塌、滑坡、泥石流地质灾害点、I区露天采场、排土场等危险性较大的区域设置警示牌；②露天采场、排土场周边设置铁丝围栏、截水沟；③对体积小的危岩进行清理。

治理工程：①对崩塌、滑坡地质灾害点设置拦挡设施或挂网喷浆；②对进入I区露天采场的沟谷设置截洪沟。

监测工程：①I区露天采场执行在线监测；②对评估区进行崩塌、滑坡、泥石流沟谷进行人工巡视监测，排土场设置视频监控；③对露天采场涌水量、沟谷地表水流量及水质监测；④地形地貌景观、水土污染等监测。

1、中期（2030.6-2040.5）：主要对露天采场、排土场、矿山道路等危险性较大的边坡实施防治工程，对高陡边坡进行在线监测，采空地面塌陷进行回填和监测，并对评估区进行地质环境监测。

预防工程：①对崩塌、滑坡、泥石流地质灾害点、其他区露天采场等设置警示牌；②其他区露天采场周边设置铁丝围栏、截水沟。

治理工程：①对进入II区北露天采场的沟谷设置截洪沟；②对采空区进行尾砂胶结充填、地面塌陷进行废石回填。

监测工程：①I区露天采场执行在线监测；②对评估区进行崩塌、滑坡、泥石流沟谷进行人工巡视监测，II区北露天采场设置监测点和视频监控，排土场设置视频监控；③对露天采场涌水量、沟谷地表水流量及水质监测；④地形地貌景观、水土污染等监测。

3、远期（2040.6-2045.5）：主要对预测地面塌陷进行回填，对开采结束后的平硐、斜坡道、风井进行回填及封堵，对工业场地建筑物拆除与建筑垃圾处理，并对评估区进行监测。

治理工程：①对地面塌陷进行回填；②开采平硐、斜坡道、风井进行封堵、回填；③对工业场地建筑物拆除与建筑垃圾处理。

监测工程：①Ⅰ区露天采场执行在线监测；②对评估区进行崩塌、滑坡、泥石流沟谷进行人工巡视监测，Ⅱ区北露天采场设置监测点和视频监控，排土场设置视频监控；③对露天采场涌水量、沟谷地表水流量及水质监测；④地形地貌景观、水土污染等监测。

主要治理任务、措施、工程量安排详见 6-3 和图 3-28。

表 6-3 矿山地质环境保护治理工作计划安排表

阶段	位置	主要工程措施	计量单位	工程量
近期 (2025.6-2030.5)	崩塌、滑坡灾害点	警示牌	个	13
		坡脚墙	m ³	20.2
		挂网喷浆	m ²	450
		危岩清理	m ³	365
		地质灾害人工巡视	点·次	4290
	Ⅰ区露天采场	警示牌	个	26
		铁丝围栏	m	2683
		截水沟土方开挖	m ³	892
		截水沟浆砌块石	m ³	582
		截洪沟土方开挖	m ³	96
		截洪沟浆砌块石	m ³	62
		矿坑涌水量监测	点·次	30
		沟谷流量监测	点·次	60
		沟谷地表水质监测	点·次	5
		沟谷人工巡视	点·次	60
		在线监测系统	整套	1
	排土场	警示牌	个	37
		铁丝围栏	m	3726
		截水沟土方开挖	m ³	1262
		截水沟浆砌块石	m ³	823
		视频监控	台	1
	表土堆场	警示牌	个	4
		铁丝围栏	m	980
		截水沟土方开挖	m ³	321
		截水沟浆砌块石	m ³	209
	尾矿库	警示牌	个	4
	泥石流沟谷	警示牌	个	4
		沟谷流量监测	点·次	360
		沟谷水质监测	点·次	15
		地质灾害人工巡视	点·次	240
	评估区	地形地貌监测	次	10
		水污染监测	点·次	30

阶段	位置	主要工程措施	计量单位	工程量
中期 (2030.6-2040.5)		水环境监测	点·次	20
		土壤环境监测	点·次	60
		冻融监测	点·次	30
	崩塌、滑坡灾害点	警示牌	个	8
		坡脚墙	m ³	8.6
		挂网喷浆	m ²	150
		危岩清理	m ³	203
		地质灾害人工巡视	点·次	13860
	I区露天采场	矿坑涌水量监测	点·次	60
		沟谷人工巡视	点·次	120
		沟谷地表水质监测	点·次	10
		沟谷流量监测	点·次	120
	II区露天采场	警示牌	个	14
		铁丝围栏	m	1357
		截水沟土方开挖	m ³	456
		截水沟浆砌块石	m ³	298
		截洪沟土方开挖	m ³	68
		截洪沟浆砌块石	m ³	44
		矿坑涌水量监测	点·次	30
		地下水位监测	点·次	120
		地下水水质监测	点·次	8
		沟谷流量监测	点·次	120
		沟谷地表水质监测	点·次	8
		沟谷人工巡视	点·次	60
		边坡监测	点·次	1080
		视频监控	台	2
	其他露天采场	警示牌	个	28
		铁丝围栏	m	2927
		截水沟土方开挖	m ³	942
		截水沟浆砌块石	m ³	614
		地质灾害人工巡视	点·次	1650
	I区地采采动带	地面塌陷监测	点·次	4320
		地下水位监测	点·次	120
		矿坑涌水量监测	点·次	48
		地下水水质监测	点·次	8
	泥石流沟谷	沟谷流量监测	点·次	720
		沟谷水质监测	点·次	30
		地质灾害人工巡视	点·次	480
	评估区	地形地貌监测	次	20
		水污染监测	点·次	60
		水环境监测	点·次	40

阶段	位置	主要工程措施	计量单位	工程量
		土壤污染监测	点·次	120
		冻融监测	点·次	60
远期 (2040.6-2045.5)	崩塌、滑坡灾害点	地质灾害人工巡视	点·次	6930
	I区露天采场	矿坑涌水量监测	点·次	6
		沟谷流量监测	点·次	12
		沟谷地表水质监测	点·次	1
		沟谷人工巡视	点·次	12
	II区露天采场	矿坑涌水量监测	点·次	6
		地下水位监测	点·次	15
		地下水水质监测	点·次	1
		沟谷流量监测	点·次	24
		沟谷地表水质监测	点·次	1
		沟谷人工巡视	点·次	12
		边坡监测	点·次	216
	其他露天采场	地质灾害人工巡视	点·次	330
	I区地采采动带	地下水位监测	点·次	15
		矿坑涌水量监测	点·次	6
		地下水水质监测	点·次	1
		地面塌陷监测	点·次	540
		地面塌陷回填	m ³	425
		矿井、平硐口回填	m ³	801.6
		矿井、平硐口封堵	m ³	43.28
	工业场地建、构筑物拆除	建（构）筑物拆除	m ²	21694.65
		建筑垃圾处理	m ³	49161.79
	泥石流沟谷	沟谷流量监测	点·次	360
		沟谷水质监测	点·次	15
		地质灾害人工巡视	点·次	240
	评估区	地形地貌监测	次	10
		水污染监测	点·次	12
		水环境监测	点·次	20
		土壤环境监测	点·次	60
		冻融监测	点·次	30

图 6-1 矿山地质环境治理工程部署图

（二）矿山土地复垦阶段实施计划

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T223-2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.1-2011），本《方案》结合矿产资源开发利用方案、矿山自身复垦计划、项目特征和生产建设方式等实际情况来确定每一阶段或每一区段的恢复目标、任务、计划及资金安排等。按照轻重缓急、分阶段实施的原则，将矿山地质环境保护土地复垦工作划分为三个阶段，即近期5年（2025年6月-2030年5月）、中远期10年（2030年6月-2040年5月）、远期5年（2040年6月-2045年5月）。

1、近期实施阶段（2025年6月-2030年5月）：对选矿工业场地、采矿工业场地、尾矿库等场地的表土进行剥离，将表土存放于表土堆场内，播撒草籽对表土堆场中的表土进行养护；按照“边开采、边复垦”的原则，对已损毁的部分运输道路（主要为通往Ⅲ区、Ⅳ区、Ⅴ区露天采场的探矿道路）进行土地平整，对露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路等土地损毁区域开展土地损毁监测，对露天采场、排土场、尾矿库、选矿工业场地等各类场地开展土壤、地表水环境质量监测和水污染监测。对由于矿山生产建设活动造成生态破坏区域开展生态环境监测。

2、中期实施阶段（2030年6月-2040年5月）：播撒草籽对表土堆场中的表土继续进行养护；对露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、地下开采工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路、预测塌陷区等土地损毁区域开展土地损毁监测；对露天采场、排土场、尾矿库、选矿工业场地、表土堆场等各类场地开展土壤、地表水环境质量监测和水污染监测。对由于矿山生产建设活动造成生态破坏区域开展生态环境监测。

3、远期实施阶段（2040年6月-2045年5月）：对Ⅰ区~Ⅴ区露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、地下开采工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路、预测塌陷区有序推进复垦，对恢复为裸岩石砾地的场地进行土地平整；对恢复为其他草地的场地进行覆土、撒播草籽；并同时开展土地损毁监测、土壤理化性质监测、水土环境污染监测、复垦效果监测和管护。开展生态环境监测。

本项目矿山土地复垦近期、中期、远期工程部署图如下图6-2~图6-4所示。

图 6-2 矿区近期土地复垦部署图

图 6-3 矿区中期土地复垦部署图

图 6-4 矿区远期土地复垦部署图

三、近期年度工作安排

（一）矿山地质环境治理近期年度工作安排

根据地质环境保护与土地复垦总体工作部署和阶段实施计划，近期（2025.6-2030.5）矿山地质环境治理年度实施计划见表 6-4。

表 6-4 矿山地质环境保护治理工作计划安排表

年份	位置	主要工程措施	计量单位	工程量
2025.6-2026.5	崩塌、滑坡灾害点	警示牌	个	13
		坡脚墙	m ³	20.2
		挂网喷浆	m ²	450
		危岩清理	m ³	365
		地质灾害人工巡视	点·次	858
	I区露天采场	警示牌	个	26
		铁丝围栏	m	2638
		截水沟土方开挖	m ³	892
		截水沟浆砌块石	m ³	582
		矿坑涌水量监测	点·次	6
		沟谷流量监测	点·次	12
		沟谷地表水质监测	点·次	1
		沟谷人工巡视	点·次	12
		在线监测系统	整套	1
	排土场	警示牌	个	37
		铁丝围栏	m	3726
		截水沟土方开挖	m ³	1262
		截水沟浆砌块石	m ³	823
		视频监控	台	1
	表土堆场	警示牌	个	4
		铁丝围栏	m	980
		截水沟土方开挖	m ³	321
		截水沟浆砌块石	m ³	209
	尾矿库	警示牌	个	4
	泥石流沟谷	警示牌	个	4
		沟谷流量监测	点·次	72
		沟谷水质监测	点·次	3
		地质灾害人工巡视	点·次	48
	评估区	地形地貌监测	次	2
		水污染监测	点·次	6
		水环境监测	点·次	4
		土壤环境监测	点·次	12

年份	位置	主要工程措施	计量单位	工程量
		冻融监测	点·次	6
2026.6-2027.5	崩塌、滑坡灾害点	地质灾害人工巡视	点·次	858
	I区露天采场	截洪沟土方开挖	m ³	96
		截洪沟浆砌块石	m ³	62
		矿坑涌水量监测	点·次	6
		沟谷流量监测	点·次	12
		沟谷地表水质监测	点·次	1
		沟谷人工巡视	点·次	12
	泥石流沟谷	沟谷流量监测	点·次	72
		沟谷水质监测	点·次	3
		地质灾害人工巡视	点·次	48
	评估区	地形地貌监测	次	2
		水污染监测	点·次	6
		水环境监测	点·次	4
		土壤环境监测	点·次	12
		冻融监测	点·次	6
2027.6-2028.5	崩塌、滑坡灾害点	地质灾害人工巡视	点·次	858
	I区露天采场	矿坑涌水量监测	点·次	6
		沟谷流量监测	点·次	12
		沟谷地表水质监测	点·次	1
		沟谷人工巡视	点·次	12
	泥石流沟谷	沟谷流量监测	点·次	72
		沟谷水质监测	点·次	3
		地质灾害人工巡视	点·次	48
	评估区	地形地貌监测	次	2
		水污染监测	点·次	6
		水环境监测	点·次	4
		土壤环境监测	点·次	12
		冻融监测	点·次	6
2028.6-2029.5	崩塌、滑坡灾害点	地质灾害人工巡视	点·次	858
	I区露天采场	矿坑涌水量监测	点·次	6
		沟谷流量监测	点·次	12
		沟谷地表水质监测	点·次	1
		沟谷人工巡视	点·次	12
	泥石流沟谷	沟谷流量监测	点·次	72
		沟谷水质监测	点·次	3
		地质灾害人工巡视	点·次	48
	评估区	地形地貌监测	次	2
		水污染监测	点·次	6
		水环境监测	点·次	4
		土壤环境监测	点·次	12

年份	位置	主要工程措施	计量单位	工程量
		冻融监测	点·次	6
2029.6-2030.5	崩塌、滑坡灾害点	地质灾害人工巡视	点·次	858
	I区露天采场	矿坑涌水量监测	点·次	6
		沟谷流量监测	点·次	12
		沟谷地表水质监测	点·次	1
		沟谷人工巡视	点·次	12
	泥石流沟谷	沟谷流量监测	点·次	72
		沟谷水质监测	点·次	3
		地质灾害人工巡视	点·次	48
	评估区	地形地貌监测	次	2
		水污染监测	点·次	6
		水环境监测	点·次	4
		土壤环境监测	点·次	12
		冻融监测	点·次	6

（二）土地复垦工程近期年度工作安排

第一阶段土地复垦的工作的重点是：按照“边开采、边复垦”的原则，对选矿工业场地、采矿工业场地、尾矿库等场地的表土进行剥离，将表土存放于表土堆场内，播撒草籽对表土堆场中的表土进行养护，对部分由于探矿损毁的运输道路进行土地平整，对露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路等土地损毁区域开展土地损毁监测，对露天采场、排土场、尾矿库、选矿工业场地等各类场地开展土壤、地表水环境质量和水污染监测。近 5 年的具体复垦工作如下：

2025 年 6 月-2026 年 5 月：为矿山基建期，按照矿山建设施工方案完成矿区的建设，并按要求做好相应的安全、环保、水土保持措施。将选矿工业场地、采矿工业场地、尾矿库等场地中的表土进行剥离并运送至表土堆场进行堆存，对露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路等已损毁的场地开展土地损毁监测和水土环境污染监测。

2026 年 6 月-2027 年 5 月：矿山生产期。对部分由于探矿损毁的运输道路进行土地平整；对露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路等已损毁的场地开展土地损毁监测和水土环境污染监测，播撒草籽对表土堆场中的表土进行养护。

2027 年 6 月-2028 年 5 月：矿山生产期。对部分由于探矿损毁的运输道路进行土地平整；对露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路等已损毁的场地开展土地损毁监测和水土环境污染监测，播撒草籽对表土堆

场中的表土进行养护。

2028年6月-2029年5月：矿山生产期。对部分由于探矿损毁的运输道路进行土地平整；对露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路等已损毁的场地开展土地损毁监测和水土环境污染监测；播撒草籽对表土堆场中的表土进行养护。

2029年6月-2030年5月：矿山生产期。对部分由于探矿损毁的运输道路进行土地平整；对露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路等已损毁的场地开展土地损毁监测和水土环境污染监测，播撒草籽对表土堆场中的表土进行养护。具体实施计划如下表 6-5 和表 6-6 所示。

表 6-5 近期矿山土地复垦逐年工程量安排表

时间	序号	工程名称	单位	工程量
2025-2026	一	表土剥离与养护		
	1	机械剥离表土	100m ³	1430.553
	2	机械汽车运土	100m ³	1430.553
	二	监测与管护		
	1	土地损毁监测	点次	21
	2	生态环境监测		16
	三	水土环境污染监测		
	1	水环境监测	个	4
	2	水污染环境监测	个	6
	3	土壤环境监测	个	12
2026-2027	一	表土剥离与养护		
	1	表土培育播撒草籽	hm ²	2.9129
	二	运输道路复垦区		
	1	土地平整	100m ³	5.3608
	三	监测与管护		
	1	土地损毁监测	点次	21
	2	生态环境监测		16
	四	水土环境污染监测		
	1	水环境监测	个	4
	2	水污染环境监测	个	6
	3	土壤环境监测	个	12
2027-2028	一	表土剥离与养护		
	1	表土培育播撒草籽	hm ²	2.9129
	二	运输道路复垦区		
	1	土地平整	100m ³	5.3608
	二	监测与管护		
	1	土地损毁监测	点次	21
	2	生态环境监测		16

时间	序号	工程名称	单位	工程量
	三	水土环境污染监测		
	1	水环境监测	个	4
	2	水污染环境监测	个	6
	3	土壤环境监测	个	12
2028-2029	一	表土剥离与养护		
	1	表土培育播撒草籽	hm ²	2.9129
	二	监测与管护		
	1	土地损毁监测	点次	21
		生态环境监测		16
	三	水土环境污染监测		
	1	水环境监测	个	4
	2	水污染环境监测	个	6
	3	土壤环境监测	个	12
2029-2030	一	表土剥离与养护		
	1	表土培育播撒草籽	hm ²	2.9129
	二	监测与管护		
	1	土地损毁监测	点次	21
	2	生态环境监测		16
	三	水土环境污染监测		
	1	水环境监测	个	4
	2	水污染环境监测	个	6
	3	土壤环境监测	个	12

表 6-5 近期矿山土地复垦年度工作安排表

序号	时间	工作内容	工程措施	植物措施	土地损毁监测	生态环境监测	水土环境污染监测位置
1	2025 年 6 月 -2026 年 5 月	矿山基建期，按照矿山建设施工方案完成矿区的建设，表土剥离和堆存	采取安全和环保措施；表土剥离和堆存	/	土地损毁监测：对露天采场、选矿工业场地、采矿工业场地、排土场、尾矿库、表土堆场、运输道路等已损毁的场地开展监测；	对 16 个复垦单元进行防风固沙量、土壤保持量、覆盖度、生物多样性维护调查等	水污染环境监测：生活污水处理设施出口、矿坑涌水沉淀池、排土场淋溶水池，2 次/年； 土壤环境监测：尾矿库、采矿工业场地、选矿工业场地、排土场、露天采场、表土堆场，2 次/年； 水环境监测：周边地表水体上游、下游各设置 1 个监测断面，2 次/年
2	2026 年 6 月 -2027 年 5 月	表土养护；土地损毁监测；生态环境监测；水土环境监测	部分已损毁运输道路土地平整	表土堆场播撒草籽进行养护			
3	2027 年 6 月 -2028 年 5 月	露天采场土地平整；表土养护；土地损毁监测；生态环境监测；水土环境污染监测	部分已损毁运输道路土地平整	表土堆场播撒草籽进行养护			
4	2028 年 6 月 -2029 年 5 月	露天采场土地平整；表土养护；土地损毁监测；生态环境监测；水土环境污染监测	/	表土堆场播撒草籽进行养护			
5	2029 年 6 月 -2030 年 5 月	露天采场土地平整；表土养护；土地损毁监测；生态环境监测；水土环境污染监测	/	表土堆场播撒草籽进行养护			

第七章 经费估算及进度安排

一、经费估算依据

（一）编制原则

1、合法性原则

概算编制严格遵循国家法律法规，工程内容和费用齐全，计算合理，估（概）算中的各项费用必须按照国家规定取值，不重复计算或者漏项少算，不提高或者降低概算标准。

2、一致性原则

估（概）算范围与项目建设方案所涉及的范围、所确定的各项工程内容相一致。

3、真实性原则

项目估（概）算的编制应当实事求是，根据真实可靠的工程量、人材机价格信息进行概算，计算过程要正确，概算结果力求真实准确。

4、时效性原则

项目概算采用的材料价格、人工费用标准、设备采购价格等尽可能采用项目所在地工程造价管理部门公布的价格信息。

5、科学性原则

进行项目估（概）算前应当充分了解项目区的情况，熟悉项目设计方案，科学合理地选择编制依据和标准。当具体工程指标与所选指标存在标准或者条件差异时，应进行必要的换算或者调整。

6、行业差别性原则

土地开发整理和复垦有其自身的特点和具体要求，因此项目估（概）算的编制不能完全照搬其他行业的做法，选用的计算标准及定额应当相对合理和准确。

（二）编制依据

- 1、《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128号）；
- 2、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）；
- 3、《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T1038-2013）；
- 4、《土地复垦方案编制规程—通则》（TD/T1031.1-2011）；
- 5、《关于发布新疆公路工程估算概算预算编制补充规定的通知》（新交综〔2005〕144号）；

6、《新疆维吾尔自治区公路工程基本建设项目概算预算编制办法补充规定》（新交造价〔2008〕2号）；

7、《新疆维吾尔自治区土地整治项目补充预算定额》（新财综〔2019〕1号）；

8、《水土保持工程概（估）算定额》（水总〔2003〕67号）；

9、《水利建筑工程预算定额》（水总〔2002〕116号）；

10、《新疆维吾尔自治区环境监测和技术有偿服务收费管理办法》（新发改收费〔2010〕761号）；

11、《地质调查项目预算标准》（中国地质调查局）；

12、《关于做好〈矿山地质环境保护与土地复垦方案〉编审有关工作的通知》（新国土资规〔2018〕1号）；

13、《新疆关于调整我区建设工程计价依据增值税税率的通知》（新建标〔2019〕4号文）；

14、《关于调整新疆维吾尔自治区最低工资标准的通知》（新政发〔2021〕21号）；

15、《新疆维吾尔自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法》（新自然资规〔2022〕1号）

16、《若羌县 2025 年1 月建设工程综合价格信息》及广材助手专业测定价。

（三）估算说明

根据《土地开发整理项目预算定额标准》（财建财综〔2011〕128号），项目估算由工程施工费、设备购置费、其他费用、不可预见费和复垦基本预备费与风险金组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1) 直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

（1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

①人工费=工程量×人工预算单价

本矿区位于若羌县，属于十一类工资区四类生活补贴区，根据《关于调整新疆维吾尔自治区最低工资标准的通知》（新政发〔2021〕21号），本方案若羌县最低工资标准为1540元，地区工资系数为1.1304；地区生活补贴标准按四类区为78元/月。经计算，人

工工资预算单价为：甲类工 150.71 元/工日；乙类工 144.2 元/工日。

表 7-1 新疆维吾尔自治区生活补贴费地区分类表

地区类别	包括范围	标准
一类地区	乌鲁木齐市；石河子市；昌吉州：阜康市、米泉市、呼图壁县、玛纳斯县	54
二类地区	克拉玛依市；吐鲁番地区：吐鲁番市、鄯善县、托克逊县；哈密地区：哈密市；昌吉州：奇台县、吉木萨尔县；伊犁州：奎屯市；伊犁州：伊宁市、伊宁县；伊犁州塔城地区：乌苏市、沙湾县；巴音郭楞州：库尔勒市、焉耆回族自治县、和硕县、博湖县；阿克苏地区阿克苏市	57
三类地区	哈密地区：巴里坤哈萨克自治县；昌吉州：木垒哈萨克自治县；伊犁州：察布察尔县、霍城县、巩留县、新源县、特克斯县、尼勒克县；伊犁州塔城地区：塔城市、额敏县、托里县；伊犁州阿勒泰地区：阿勒泰市、布尔津县、福海县、哈巴河县；博尔塔拉蒙古自治州：博乐市、精河县；巴音郭楞州：轮台县、和静县、尉犁县；阿克苏地区：温宿县、库车县、沙雅县、新和县、拜城县、阿瓦提县；喀什地区：喀什市、疏附县、疏勒县	73
四类地区	伊犁州阿勒泰地区：富蕴县、青河县、吉木乃县；伊犁州塔地区：裕民县和布克塞尔县；哈密地区：伊吾县；伊犁州：昭苏县；博尔塔拉蒙古自治州：温泉县；巴音郭楞州：若羌县、且末县；克孜勒苏州：阿合奇县、乌恰县、阿图什市、阿克陶县；阿克苏地区：柯坪县、乌什县；喀什地区：塔什库尔干塔吉克自治县、英吉沙县、泽普县、莎车县、叶城县、麦盖提县、岳普湖县、伽师县、巴楚县；和田地区：民丰县、和田市(含和田县)、墨玉县、皮山县、洛浦县、策勒县、于田县	78

表 7-2 甲类工人工预算单价表 单位：元

地区类别	十一类	定额人工类别	甲类工
序号	项目	计算式	单价（元）
1	基本工资	1540 元/月×1.1304×12 月÷(250-10)工日	87.04
2	辅助工资		12.44
2.1	地区津贴	78 元/月×12 月÷(250-10)工日	3.9
2.2	施工津贴	3.5 元/天×365 天×0.95÷(250-10)工日	5.06
2.3	夜餐津贴	(3.5 元/中班+4.5 元/夜班)÷2×0.20	0.8
2.4	节日加班津贴	30.52×(3-1)×11÷250×0.35	2.68
3	工资附加费		51.23
3.1	职工福利基金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×14%	13.93
3.2	工会经费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×2%	1.99
3.3	养老保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×20%	19.9
3.4	医疗保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×4%	3.98
3.5	工伤保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×1.5%	1.49
3.6	职工失业保险金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×2%	1.99
3.7	住房公积金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×8%	7.96
	人工预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费(元/工日)	150.71

表 7-3 乙类工人工预算单价表 单位：元

地区类别	十一类	定额人工类别	乙类工
序号	项目	计算式	单价（元）
1	基本工资	1540 元/月×1.1304×12 月÷(250-10)工日	87.04
2	辅助工资		8.14
2.1	地区津贴	78 元/月×12 月÷(250-10)工日	3.9
2.2	施工津贴	2.0 元/天×365 天×0.95÷(250-10)工日	2.89
2.3	夜餐津贴	(3.5 元/中班+4.5 元/夜班)÷2×0.05	0.2
2.4	节日加班津贴	基本工资(元/工日)×(3-1)×1 1÷250×0.15	1.15
3	工资附加费		49.02
3.1	职工福利基金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×14%	13.33
3.2	工会经费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×2%	1.9
3.3	养老保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×20%	19.04
3.4	医疗保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×4%	3.81
3.5	工伤保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×1.5%	1.43
3.6	职工失业保险金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×2%	1.9
3.7	住房公积金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]×8%	7.61
	人工预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费(元/工日)	144.2

本工程所涉主要材料，根据《若羌县 2025 年 1 月建筑工程价格信息》及当地市场价格，详见表 7-4。

表 7-4 材料预算单价分析表

序号	名称及规格	单位	预算价格	限价价格	材料价差	备注
1	柴油	kg	7.16	4.5	2.66	信息价
3	块石	m ³	40	40		信息价
4	碎石	m ³	60	60		信息价
5	锯材	m ³	1200	1200		信息价
6	粗砂	m ³	60	60		信息价
7	混凝土 C30	m ³		300		信息价
8	水	m ³	3	5	2	市场价
9	电	kW.h		0.3423		市场价
10	铁件	kg	7	7		市场价
11	型钢	kg	3.423	4.5	1.077	市场价

在机械使用费定额的计算中，台班费依据《土地开发整理项目预算定额标准》财综〔2011〕128 号确定。见下表 7-5。

表 7-5 机械台班定额表

定额 编号	机械名称及规格	台班费	一类 费用 小计	二类费													
				二类费合 计	人工费 (元/日)		动力 燃料费 小计	汽油 (元/kg)		柴油 (元/kg)		电 (元/kW.h)		水 (元/m3)		风 (元/m3)	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
1004	单斗挖掘机 油动 斗容 1m ³	961.83	336.41	625.42	2.00	150.71	324.00			72.00	4.50						
1010	装载机 斗容 2.0~2.3m ³	1027.80	267.38	760.42	2.00	150.71	459.00			102.00	4.50						
1013	推土机 功率 59kW	574.88	75.46	499.42	2.00	150.71	198.00			44.00	4.50						
1014	推土机 功率 74kW	756.41	207.49	548.92	2.00	150.71	247.50			55.00	4.50						
1017	推土机 功率 118kW	1030.20	332.78	697.42	2.00	150.71	396.00			88.00	4.50						
1031	自行式平地机 功率 118kW	1014.63	317.21	697.42	2.00	150.71	396.00			88.00	4.50						
1037	内燃压路机 8~10t	485.03	62.11	422.92	2.00	150.71	121.50			27.00	4.50						
1038	内燃压路机 12~15t	510.68	69.76	440.92	2.00	150.71	139.50			31.00	4.50						
1052	手持式风镐	4.24	4.24													320.00	
1053	小型挖掘机 油动 斗容 0.25m ³	521.67	128.00	393.67	2.00	150.71	92.25			20.50	4.50						
3002	混凝土搅拌机 0.4m ³	363.53	62.11	301.42	2.00	150.71						50.00					
3005	插入式振捣器 2.2kW	14.40	14.40									12.00					

表 7-5（续） 机械台班定额表

定额 编号	机械名称及规格	台班费	一类费 用 小计	二类费													
				二类费 合计	人工费 (元/日)		动力 燃料费 小计	汽油 (元/kg)		柴油 (元/kg)		电 (元/kW.h)		水 (元/m ³)		风 (元/m ³)	
					工日	金额		数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
3008	风水(砂)枪 耗风量 2~ 6m ³ /min	57.22	3.22	54.00			54.00							18.00	3.00	900.00	
4011	自卸汽车 柴油型 载重量 5t	475.19	99.25	375.94	1.33	150.71	175.50			39.00	4.50						
4012	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	719.89	206.97	512.92	2.00	150.71	211.50			47.00	4.50						
6001	电动空气压缩机 移动式 3m ³ /min	179.63	28.92	150.71	1.00	150.71						103.00					
7004	电焊机直流 30kVA	159.01	8.30	150.71	1.00	150.71						168.00					

(2) 措施费

措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费，费率按《土地开发整理项目预算定额标准》中规定选取。计算基础为直接工程费。临时设施费按工程性质费率分别计取见下表。

表 7-6 临时设施费率表

序号	工程类别	计算基础	费率 (%)
1	土方工程	直接工程费	2
2	石方工程	直接工程费	2
3	其他工程	直接工程费	2
4	安装工程	直接工程费	3

冬雨季施工措施费以直接工程费为计费基数，费率取 1.0%。施工辅助措施费以直接工程费为计费基数，费率取 0.7%。安全施工措施费以直接工程费为计费基数，费率取 0.2%。

2) 间接费

间接费包括企业管理费和规费。根据工程性质不同，分别按石方工程费率 6%；土方工程、砌体工程和其他工程费率 5% 计算。

3) 利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。依据《开发建设项目水土保持工程概（估）算编制规定》，项目利润率取 7%，计算基础为直接费和间接费之和。

4) 税金

税金依据《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》，税率取 9%，计算基础为直接费、间接费、利润和材料价差之和。

2、设备购置费

以租赁为主，不单独购置。租用设备费用已包含在直接工程费用中，不再另外单列。

3、其他费用

依据《土地开发整理项目预算定额标准》财综〔2011〕128 号规定，本项目包括前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费和业主管理费。根据本复垦工程特点，复垦工程可由矿山生产企业委托第三方复垦，复垦工程不涉及拆迁补偿，其它费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。

1) 前期工作费

前期工作费包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘察费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。

(1) 土地清查费

土地清查费按工程施工费的 0.5% 计算。

(2) 项目可行性研究费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。可行性研究费按下表分档计取。

表 7-7 项目可行性研究费计费标准 单位：万元

序号	计费基数	项目可行性研究费
1	≤500	5
2	1000	6.5
3	3000	13
4	5000	18
5	8000	26
6	10000	31
7	20000	44
8	40000	69
9	60000	90
10	80000	106
11	100000	121

(3) 工程勘察费

工程勘察费按工程施工费的 1.5% 计算。

(4) 项目设计及预算编制费

以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘 1.1 调整系数），各区间按内插法确定。

表 7-8 项目设计及预算编制费计费标准 单位：万元

序号	计费基数（万元）	项目设计及预算编制费（万元）
1	≤500	14
2	1000	27
3	3000	51
4	5000	76
5	8000	115
6	10000	141
7	20000	262
8	40000	487
9	60000	701
10	80000	906
11	100000	1107

(5) 项目招标代理费

以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7-9 项目招标代理费计费标准 单位：万元

序号	计费基数 (万元)	费率 (%)	算例 (万元)	
			计费基数	项目招标代理费
1	≤1000	0.5	1000	$1000 \times 0.5\% = 5$
2	1000~3000	0.3	3000	$5 + (3000 - 1000) \times 0.3\% = 11$
3	3000~5000	0.2	5000	$11 + (5000 - 3000) \times 0.2\% = 15$
4	5000~10000	0.1	10000	$15 + (10000 - 5000) \times 0.1\% = 20$
5	10000~100000	0.05	100000	$20 + (100000 - 10000) \times 0.05\% = 65$
6	100000 以上	0.01	150000	$65 + (150000 - 100000) \times 0.01\% = 70$

注：摘自《土地开发整理项目预算定额标准》财综[2011]128 号

2) 工程监理费

指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按照国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程的监督与管理所发生的费用，以工程施工费和设备购置费之和为计费依据，采用分档定额计费方式计算，按内插法确定。

表 7-10 工程监理费计费标准 单位：万元

序号	计费基数 (万元)	工程监理费 (万元)
1	≤500	12
2	1000	22
3	3000	56
4	5000	87
5	8000	130
6	10000	157
7	20000	283
8	40000	510
9	60000	714
10	80000	904
11	100000	1085

3) 竣工验收费

矿山地质环境保护治理工程竣工验收费包括工程复核费、项目工程验收费、项目决算编制与审计费。

土地复垦竣工验收费包括工程复核费、项目工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费、标识设定费。

(1) 工程复核费

以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7-11 工程复核费计费标准 单位：万元

序号	工程施工费（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			工程施工费	工程复核费
1	≤500	0.70	500	$500 \times 0.70\% = 3.5$
2	500~1000	0.65	1000	$3.5 + (1000 - 500) \times 0.65\% = 6.75$
3	1000~3000	0.60	3000	$6.75 + (3000 - 1000) \times 0.60\% = 18.75$
4	3000~5000	0.55	5000	$18.75 + (5000 - 3000) \times 0.55\% = 29.75$
5	5000~10000	0.50	10000	$29.75 + (10000 - 5000) \times 0.50\% = 54.75$
6	10000~50000	0.45	50000	$54.75 + (50000 - 10000) \times 0.45\% = 234.75$
7	50000~100000	0.40	100000	$234.75 + (100000 - 50000) \times 0.40\% = 434.75$
8	>100000	0.35	150000	$434.75 + (150000 - 100000) \times 0.35\% = 609.75$

（2）项目工程验收费

以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7-12 项目工程验收费计费标准 单位：万元

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	项目工程验收费
1	≤500	1.4	500	$500 \times 1.4\% = 7$
2	500~1000	1.3	1000	$7 + (1000 - 500) \times 1.3\% = 13.5$
3	1000~3000	1.2	3000	$13.5 + (3000 - 1000) \times 1.2\% = 37.5$
4	3000~5000	1.1	5000	$37.5 + (5000 - 3000) \times 1.1\% = 59.5$
5	5000~10000	1.0	10000	$59.5 + (10000 - 5000) \times 1.0\% = 109.5$
6	10000~50000	0.9	50000	$109.5 + (50000 - 10000) \times 0.9\% = 469.5$
7	50000~100000	0.8	100000	$469.5 + (100000 - 50000) \times 0.8\% = 869.5$
8	>100000	0.7	150000	$869.5 + (150000 - 100000) \times 0.7\% = 1219.5$

（3）项目决算编制与审计费

以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7-13 项目决算编制与审计费计费标准 单位：万元

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	项目决算编制与审计费
1	≤500	1.0	500	$500 \times 1.0\% = 5$
2	500~1000	0.9	1000	$5 + (1000 - 500) \times 0.9\% = 9.5$
3	1000~3000	0.8	3000	$9.5 + (3000 - 1000) \times 0.8\% = 25.5$
4	3000~5000	0.7	5000	$25.5 + (5000 - 3000) \times 0.7\% = 39.5$
5	5000~10000	0.6	10000	$39.5 + (10000 - 5000) \times 0.6\% = 69.5$
6	10000~50000	0.5	50000	$69.5 + (50000 - 10000) \times 0.5\% = 269.5$
7	50000~100000	0.4	100000	$269.5 + (100000 - 50000) \times 0.40\% = 469.5$
8	>100000	0.3	150000	$469.5 + (150000 - 100000) \times 0.3\% = 619.5$

（4）整理后土地重估与登记费

以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7-14 复垦后土地重估、登记和评价费计费标准 单位：万元

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	复垦后土地重估、登记和评价费
1	≤500	0.65	500	$500 \times 0.65\% = 3.25$
2	500~1000	0.60	1000	$3.25 + (1000 - 500) \times 0.60\% = 6.25$
3	1000~3000	0.55	3000	$6.25 + (3000 - 1000) \times 0.55\% = 17.25$
4	3000~5000	0.50	5000	$17.25 + (5000 - 3000) \times 0.50\% = 27.25$
5	5000~10000	0.45	10000	$27.25 + (10000 - 5000) \times 0.45\% = 49.75$
6	10000~50000	0.40	50000	$49.75 + (50000 - 10000) \times 0.40\% = 209.75$
7	50000~100000	0.35	100000	$209.75 + (100000 - 50000) \times 0.35\% = 384.75$
8	>100000	0.30	150000	$384.75 + (150000 - 100000) \times 0.3\% = 534.75$

（5）标识设定费

以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用差额定率累进法计算。

表 7-15 标识设定费计费标准 单位：万元

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	标识设定费
1	≤500	0.11	500	$500 \times 0.11\% = 0.55$
2	500~1000	0.10	1000	$0.55 + (1000 - 500) \times 0.10\% = 1.05$
3	1000~3000	0.09	3000	$1.05 + (3000 - 1000) \times 0.09\% = 2.85$
4	3000~5000	0.08	5000	$2.85 + (5000 - 3000) \times 0.08\% = 4.45$
5	5000~10000	0.07	10000	$4.45 + (10000 - 5000) \times 0.07\% = 7.95$
6	10000~50000	0.06	50000	$7.95 + (50000 - 10000) \times 0.06\% = 31.95$
7	50000~100000	0.05	100000	$31.95 + (100000 - 50000) \times 0.05\% = 56.95$
8	>100000	0.04	150000	$56.95 + (150000 - 100000) \times 0.04\% = 76.95$

4）业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收收费之和作为计费依据，采用差额定率累进法计算。

表 7-16 业主管理费计费标准 单位：万元

序号	计费基数（万元）	费率（%）	算例（单位：万元）	
			计费基数	业主管理费
1	≤500	2.8	500	$500 \times 2.8\% = 14$
2	500~1000	2.6	1000	$14 + (1000 - 500) \times 2.6\% = 27$
3	1000~3000	2.4	3000	$27 + (3000 - 1000) \times 2.4\% = 75$
4	3000~5000	2.2	5000	$75 + (5000 - 3000) \times 2.2\% = 119$
5	5000~10000	1.9	10000	$119 + (10000 - 5000) \times 1.9\% = 214$
6	10000~50000	1.6	50000	$214 + (50000 - 10000) \times 1.6\% = 854$
7	50000~100000	1.2	100000	$854 + (100000 - 50000) \times 1.2\% = 1454$
8	>100000	0.8	150000	$1454 + (150000 - 100000) \times 0.8\% = 1854$

（1）监测与管护费

包括矿山地质环境监测和土地复垦监测两部分。其中：矿山地质环境监测包括地

质灾害监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土污染监测；土地复垦监测包括土壤监测、植被恢复监测、配套设施监测等内容。费用估算依据中国地质调查局《地质调查项目预算标准》，并参照同类矿山地质环境监测取费标准进行

①矿山地质环境监测

a) 地质灾害监测

崩塌、滑坡、泥石流监测：由矿山企业自行监测，矿山企业具备相应人员和技术支持，通过参照类比，每个监测点监测费约 389 元。

b) 含水层监测

地下水水位、涌水量监测：由矿山企业自行监测，矿山企业具备相应人员和技术支持，通过参照类比，每个监测点监测费约 300 元。

地表水、地下水水质监测：依据《地质调查项目预算标准》并参照类比以往监测费用，采用全分析对地下水水质进行监测，每个监测点监测费约 300 元。

c) 地形地貌景观监测

地下水水位、涌水量监测：由矿山企业自行监测，矿山企业具备相应人员和技术支持，通过参照类比，每个监测点监测费约 800 元。

d) 水土环境污染监测

依据《地质调查项目预算标准》并参照类比以往监测费用，采用全分析对地下水水质进行监测，每个监测点监测费约 500 元。

②土地复垦效果监测

a) 土地损毁监测

由矿山企业自行监测，采用人工巡查的方式进行，每点次监测费 300 元。

b2) 复垦效果监测

由矿山企业自行监测，采用人工巡查的方式进行，每点次监测费 1000 元。

(2) 不可预见费

不可预见费依据《土地开发整理项目预算定额标准》财综〔2011〕128 号规定：

①基本预备费

基本预备费指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预见因素的变化而增加的费用。由于土地复垦不确定性较强，费率选取较土地整理较大些，可按不超过工程施工费和其它费用之和的 6%~10% 计算。根据本次土地复垦工程特点，土地复垦费用中的基本预备费按工程施工费和其它费用之和的 6% 计算。

②风险金

风险金是可预见而目前技术上无法完全避免的土地复垦过程中可能发生风险的备用金。根据本次土地复垦工程特点，土地复垦费用中的风险金按工程施工费、基本预备费和其它费用之和的 10%计算。

③定额调整系数

以上定额适用于海拔 2000m 以下的工程项目，评估区内海拔标高一般在 1250m，无需调整。

④动态投资

考虑到资金的时间价值、物价上涨、通货膨胀、国家宏观调控以及地方经济发展等因素，应进行动态投资分析，计算差价预备费。差价预备费是根据国家规定的投资综合价格指数，按照估算年份价格水平的投资额为基数，采用复利方法计算。

计算公式为：

$$PC = \sum_{t=n}^n It[(1 + f)^{t-1} - 1]$$

PC—差价预备费；It—第 t 年各项投资之和；f—价格上涨指数；t—年份。

为合理计算动态资金，需合理确定复垦期内价格上涨指数。本方案取巴州地区近 20 年的 CPI 增长率的平均值计算土地复垦动态投资资金。参照巴州地区统计局发布的《国民经济和社会发展统计公报》公布的数据，2005-2024 年的平均 CPI 增长率为 1.7%。详见表 7-17。故本项目按 1.7%计取价格上涨指数。

表 7-17 巴州地区 2005-2024 年的 CPI 增长率

序号	年份	CPI 增长率(%)	CPI 增长率平均值 (%)
1	2000	-0.5	1.7%
2	2001	3.7	
3	2002	-0.1	
4	2003	1.9	
5	2004	-1.1	
6	2005	2.3	
7	2006	3.3	
8	2007	1.3	
9	2008	4.3	
10	2009	0.8	
11	2010	4.5	
12	2011	5.3	
13	2012	2	
14	2013	1	

15	2014	-0.3	
16	2015	0.3	
17	2016	1.3	
18	2017	1.6	
19	2018	1.9	
20	2019	-0.9	
21	2020	2.2	
22	2021	0.5	
23	2022	2.1	
24	2023	-0.4	
25	2024	0.9	

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）矿山地质环境治理与监测工程量

矿山地质环境治理工程主要包括预防工程、地质灾害治理工程、含水层破坏修复工程、水土环境污染修复工程、矿山地质环境监测工程，主要工程量见表 7-18。

表 7-18 矿山地质环境治理与监测工程量

序号	工程项目	计量单位	工程量
1	预防工程		
1.1	警示牌	个	138
1.2	铁丝围栏	m	11628
1.3	危岩清理	m ³	568
1.4	截水沟	m	11226
1.5	截水沟土方开挖	m ³	3873
1.6	截水沟浆砌块石	m ³	2526
2	地质环境治理工程		
2.1	崩塌、滑坡治理		
2.1.1	拦挡坡脚墙	m ³	28.8
2.1.2	挂网喷浆	m ²	600
2.2	露天采场截洪沟		474
2.2.1	截洪沟土方开挖	m ³	164
2.2.2	截洪沟浆砌块石	m ³	106
2.3	露天凹陷采场回填	m ³	
2.4	地面塌陷回填	m ³	425
2.5	矿井封堵与回填		
2.5.1	井筒回填	m ³	801.6
2.5.2	井筒封闭	m ³	43.28
2.6	建筑物拆除	m ²	
2.6.1	混凝土结构拆除	m ³	12290.4475
2.6.2	砌体结构拆除	m ³	36871.3425
2.6.3	建筑垃圾处理	m ³	49161.79
3.1	地质灾害监测		

序号	工程项目	计量单位	工程量
3.1.1	Ⅱ区露天采场边坡监测	点·次	1296
3.1.2	地质灾害人工巡视	点·次	28284
3.1.3	采空地面塌陷监测	点·次	4860
3.1.4	视频监控	台	3
3.1.5	冻融监测	点·次	120
3.1.6	泥石流沟谷监测	点·次	1776
3.2	含水层监测	点·次	559
3.3	地形地貌监测	次	40
3.4	水污染监测	点·次	102
3.5	土壤污染监测	点·次	240

（二）总投资估算

本项目矿山地质环境保护治理总投资为 3745.72 万元，包括工程施工费 2529.59 万元，监测费 443.22 万元，其他费用 302.74 万元，预备费 470.17 万元。

工程总投资见表 7-19~7-23。

表 7-19 矿山地质环境保护治理投资估算表

序号	费用名称	预算金额（元）	所占比例（%）
一	工程施工费	25295893.32	67.53
二	监测费用	4432244.00	11.83
三	其他费用	3027438.32	8.08
四	预备费	4701673.05	12.55
五	预算总费用	37457248.69	100

表 7-20 矿山地质环境保护治理工程施工费估算表

序号	定额编号	工程项目	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)
1		预防工程				1705727.44
1.1	市场价	警示牌	个	138	227.27	31363.26
1.2	市场价	铁丝围栏	m	11628	50	581400.00
1.3	20283	危岩清理	m ³	568	35.65	20249.20
1.4		截水沟	m	11226		0.00
1.5	10365	截水沟土方开挖	m ³	3873	24.04	93106.92
1.6	30022	截水沟浆砌块石	m ³	2526	387.81	979608.06
2		地质环境治理工程				23590165.88
2.1		崩塌、滑坡治理				0.00
2.1.1	40041	拦挡坡脚墙	m ³	28.8	627.15	18061.92
2.1.2	市场价	挂网喷浆	m ²	600	2000	1200000.00
2.2		露天采场截洪沟		474		0.00
2.2.1	10365	截洪沟土方开挖	m ³	164	24.04	3942.56
2.2.2	30022	截洪沟浆砌块石	m ³	106	387.81	41107.86
2.3	10279	露天凹陷采场回填	m ³		20.29	0.00
2.4	10279	地面塌陷回填	m ³	425	20.29	8623.25
2.5		矿井封堵与回填				0.00
2.5.1	10220	井筒回填	m ³	801.6	21.9	17555.04
2.5.2	40041	井筒封闭	m ³	43.28	627.15	27143.05
2.6		建筑物拆除	m ²			0.00
2.6.1	400193	混凝土结构拆除	m ³	12290.4475	680.91	8368688.61
2.6.2	30073	砌体结构拆除	m ³	36871.3425	336.31	12400201.20
2.6.3	20343	建筑垃圾处理	m ³	49161.79	30.61	1504842.39
合计						25295893.32

表 7-21 矿山地质环境保护治理监测费估算表

序号	名称	单位	数量	单价	合价
3.1	地质灾害监测				4232544
3.1.1	Ⅱ区露天采场边坡监测	点·次	1296	100	129600
3.1.2	地质灾害人工巡视	点·次	28284	100	2828400
3.1.3	采空地地面塌陷监测	点·次	4860	100	486000
3.1.4	视频监控	台	3	17000	51000
3.1.5	冻融监测	点·次	120	389	46680
3.1.6	泥石流沟谷监测	点·次	1776	389	690864
3.2	含水层监测	点·次	559	300	167700
3.3	地形地貌监测	次	40	800	32000
3.4	水污染监测	点·次	102		
3.5	土壤污染监测	点·次	240		
合计					4432244

表 7-22 矿山地质环境保护治理其他费用估算表

序号	名称	计算基数（元）	费率	费用（元）	所占比例（%）
一	前期工作费			884315.51	28.97
1	土地清查费	25295893.32	0.50%	126479.47	4.14
2	土地复垦方案编制费	25295893.32		180000.00	5.90
3	项目勘测费	25295893.32	1.50%	379438.40	12.43
4	项目设计与预算编制费	25295893.32	内插法	102509.97	3.36
5	项目招标代理费	25295893.32	差额定率累进法	95887.68	3.14
二	工程监理费	25295893.32	内插法	480030.19	15.86
三	竣工验收费			866086.94	28.61
1	工程复核费	25295893.32	差额定率累进法	159275.36	5.22
2	工程验收费	25295893.32	差额定率累进法	318550.72	10.44
3	项目决算编制与审计费	25295893.32	差额定率累进法	217367.15	7.12
4	复垦后土地重估与登记 费	25295893.32	差额定率累进法	146627.41	4.80
5	标识设定费	25295893.32	差额定率累进法	24266.30	0.80
四	业主管理费	31958569.96	差额定率累进法	797005.68	26.33
	合计			3027438.32	100

表 7-23 矿山地质环境保护治理工程预备费估算表

名称	计算基数（元）	费率（%）	合价（元）	所占比例（%）
基本预备费	28323331.64	6	1699399.90	36.14
风险金	30022731.54	10	3002273.15	63.86
合计			4701673.05	100

三、土地复垦工程经费估算

(一) 土地复垦与监测工程量

矿山土地复垦工程主要包括土壤重构、监测与管护工程，工程量见表 7-24。

表 7-24 土地复垦总工程量表

序号	工程名称	单位	工程量	备注
一	表土剥离与养护			
1	机械剥离表土，汽车运土	100m ³	1430.553	平均运距按 1.5km
2	表土培育播撒草籽	hm ²	46.6064	表土堆场占地面积 2.9129hm ² ，16 年
二	工业场地土地复垦区			
1	建构筑物拆除清运			
1.1	砌体拆除	100m ³	491.611	见地质环境治理工程量，土地复垦只计 量，不计费
1.2	砌体清运	100m ³	491.611	
2	土地平整覆土			
2.1	复垦单元 K 土地平整	100m ³	2.604	复垦单元 K：主斜坡道、回风竖井、充填 站及充填站高位水池
2.2	复垦单元 I 土地平整	100m ³	34.21	复垦单元 I：选矿工业场地、选矿办公区、 高位水池
2.3	复垦单元 I 机械汽车运土	100m ³	375.084	平均运距按 3km 计算
2.4	复垦单元 I 表土平整	1000m ²	125.028	
2.5	复垦单元 I 撒播草籽	hm ²	37.5084	撒播 3 年
2.6	复垦单元 J 土地平整	100m ³	2.053	复垦单元 J：采矿工业场地
2.7	复垦单元 J 机械汽车运土	100m ³	23.499	平均运距按 3km 计算
2.8	复垦单元 J 表土平整	1000m ²	7.833	
2.9	复垦单元 J 撒播草籽	hm ²	2.3499	撒播 3 年
3	井硐回填封堵			
3.1	硐口回填	100m ³	8.01	见地质环境治理工程量，土地复垦只计 量，不计费
3.2	井口封堵	100m ³	0.4328	
三	整修农村道路			
1	土方开挖	100m ³	1.6757	
2	路基压实	1000m ²	3.7381	
3	M7.5 砌石路肩	100m ³	1.5468	
4	M10 水泥砂浆抹面	100m ²	15.468	
5	碎石路基	100m ²	15.9836	
6	C20 砼路面	1000m ²	1.85616	
四	尾矿库土地复垦区			
1	土地平整	100m ³	26.247	
2	覆 1.5mmHDPE 土工膜	100m ²	3157.728	本项目选矿尾矿按一般Ⅱ类固体废物考 虑，需要覆膜，考虑 1.05 的系数
3	覆 400g/m ² 无纺土工布	100m ²	6315.456	
4	复垦单元 I 机械汽车运土	100m ³	902.208	
5	复垦单元 I 人工平土	1000m ²	300.736	
6	复垦单元 I 撒播草籽	hm ²	90.2208	撒播 3 年

五	排土场土地复垦区			
1	土地平整	100m ³	64.033	
六	运输道路复垦区			除农村道路以外
1	土地平整	100m ³	24.1236	
七	露天采场复垦区			只对道路和平台进行土地平整,边坡不进行,取系数 0.7
1	I区露天采场	100m ³	39.133	复垦单元 A
2	II区南露天采场	100m ³	3.273	复垦单元 B
3	II区北露天采场	100m ³	10.822	复垦单元 C
4	II区西露天采场	100m ³	0.883	复垦单元 D
5	III区东露天采场	100m ³	1.068	复垦单元 E
6	III区西露天采场	100m ³	1.244	复垦单元 F
7	IV区露天采场	100m ³	1.415	复垦单元 G
8	V 区露天采场	100m ³	0.704	复垦单元 H
八	表土堆场复垦区			
1	土地翻耕	1000m ²	29.129	
2	复垦单元 J 表土平整	1000m ²	29.129	
3	撒播草籽	hm ²	8.7387	撒播 3 年
九	预测塌陷区复垦区			
1	回填工程	100m ³	0	从排土场拉运废石和建筑垃圾回填至预测塌陷区,运距 2km 以内,不计费
十	监测与管护			
1	土地损毁监测	点次	420	共 21 个监测点,20 年
2	复垦效果监测	次	141	其他草地面积 46.2726hm ² ,管护期 3 年,每公顷每年监测 1 次
3	土壤理化性状监测	次	12	土壤 pH、电导率、含水率、有机质、全氮、有效磷、有效钾、土壤盐分、土壤侵蚀等,共 4 个点
4	生态系统调查	次	320	防风固沙量、土壤保持量、生物多样性维护;共 16 个复垦单位,20 年
5	管护	次	12	管护期 3 年,人工定期巡查,维护设施,每次 2 人,每年 2 次
6	其他草地管护(灌溉水)	m ³	13881.78	管护期 3 年,灌溉措施(按照每年每平方米灌溉 10L 计算)
7	其他草地管护	m ²	462726	草方格防风固沙
十一	水土环境污染监测			
1	水环境监测	个	80	周边地表水体上游、下游各设置 1 个监测断面,2 次/年,20 年
2	水污染环境监测	个	102	生活污水处理设施出口、矿坑涌水沉淀池、排土场淋溶水池,2 次/年,17 年
3	土壤环境监测	个	240	尾矿库、采矿工业场地、选矿工业场地、排土场、表土堆场、I 区露天采场,6 个监测点,2 次/年,20 年

（二）总工程量与投资估算

经过测算，本方案复垦工作预算动态总费用为 5421.09 万元，静态投资费用为 4229.16 万元，价差预备费 1191.93 万元。其中工程施工费用为 2821.59 万元、其他费用 330.77 万元、复垦监测与管护费用 553.51 万元、基本预备费用 189.14 万元、风险金 334.15 万元。土地复垦投资估算见表 7-25~7-29。

表 7-25 土地复垦投资估算总表

序号	项目名称	预算金额（元）	所占比例（%）
一	工程施工费	28215902.59	52.05
二	其他费用	3307727.77	6.10
三	复垦与管护费	5535086.70	10.21
（一）	复垦监测费	697200.00	1.29
（二）	管护费	4837886.70	8.92
四	预备费	17152190.80	31.64
（一）	基本预备费	1891417.82	3.49
（二）	价差预备费	11919268.16	21.99
（三）	风险金	3341504.82	6.16
五	静态投资	42291639.69	78.01
六	动态投资	54210907.86	100

表 7-26 土地复垦工程施工费估算表

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）
工业场地复垦区						
一		表土剥离与养护				3157289.33
1.1	10220	机械剥离表土，汽车运土	100m ³	1430.553	2189.52	3132224.40
1.2	90030	表土培育播撒草籽	hm ²	46.6064	537.8	25064.92
1.3	20343	硐口回填	100m ³			0.00
1.4	30016	井口封堵	100m ³			0.00
二		工业场地土地复垦区				1372675.20
2.1		砌体拆除	100m ³			0.00
2.2	20283	砌体清运	100m ³			0.00
2.3	10320	复垦单元 K 土地平整	100m ³	2.604	416.3	1084.05
2.4	10320	复垦单元 I 土地平整	100m ³	34.21	416.3	14241.62
2.5	10222	复垦单元 I 机械汽车运土	100m ³	375.084	2653.88	995427.93
2.6	10327	复垦单元 I 表土平整	1000m ²	125.028	2086.9	260920.93
2.7	90030	复垦单元 I 撒播草籽	hm ²	37.5084	537.8	20172.02
2.8	10320	复垦单元 J 土地平整	100m ³	2.053	416.3	854.66
2.9	10222	复垦单元 J 机械汽车运土	100m ³	23.499	2653.88	62363.53
2.10	10327	复垦单元 J 表土平整	1000m ²	7.833	2086.9	16346.69

2.11	90030	复垦单元 J 撒播草籽	hm ²	2.3499	537.8	1263.78
三		整修农村道路				471046.77
3.1	10205	土方开挖	100m ³	1.6757	454.87	762.23
3.2	80001	路基压实	1000m ²	37.381	2556.97	9558.21
3.3	30020	M7.5 砌石路肩	100m ³	1.5468	32856.44	50822.34
3.4	30066	M10 水泥砂浆抹面	100m ²	15.468	2539.3	39277.89
3.5	80009	碎石路基	100m ²	15.9836	4706.989	75234.63
3.6	80033	C20 砼路面	1000m ²	18.5616	159141.17	295391.47
四		尾矿库土地复垦区				23082706.87
4.1	10320	土地平整	100m ³	26.247	416.3	10926.63
4.2	100011	覆 1.5mmHDPE 土工膜	100m ²	3157.728	3205.06	10120707.70
4.3	100007	覆 400g/m ² 无纺土工布	100m ²	6315.456	1564.51	9880594.07
4.4	10222	复垦单元 I 机械汽车运土	100m ³	902.208	2653.88	2394351.77
4.5	10327	复垦单元 I 人工平土	1000m ²	300.736	2086.9	627605.96
4.6	90030	复垦单元 I 撒播草籽	hm ²	90.2208	537.8	48520.75
五		排土场土地复垦区				26656.94
5.1	10320	土地平整	100m ³	64.033	416.3	26656.94
六		运输道路复垦区				34413.69
6.1	10320	土地平整	100m ³	13.402	416.3	10042.65
6.2		露天采场复垦区				0.00
6.3	10320	露采 I 区土地平整	100m ³	39.133	416.3	16291.07
6.4	10320	露采 II-1 区土地平整	100m ³	3.273	416.3	1362.55
6.5	10320	露采 II-2 区土地平整	100m ³	10.822	416.3	4505.20
6.6	10320	露采 II-3 区土地平整	100m ³	0.883	416.3	367.59
6.7	10320	露采 III-1 区土地平整	100m ³	1.068	416.3	444.61
6.8	10320	露采 III-2 区土地平整	100m ³	1.244	416.3	517.88
6.9	10320	露采 IV 区土地平整	100m ³	1.415	416.3	589.06
6.10	10320	露采 V 区土地平整	100m ³	0.704	416.3	293.08
七		表土堆场复垦区				71113.79
7.1	10330	土地翻耕	1000m ²	29.129	193.1	5624.81
7.2	10327	复垦单元 J 表土平整	1000m ²	29.129	2086.9	60789.31
7.3	90030	撒播草籽	hm ²	8.7387	537.8	4699.67
八		预测塌陷区复垦区				0.00
8.1	20285	回填工程	100m ³		4005.01	0.00
8.2	20285	回填工程			4005.01	0.00
合计						28215902.59

表 7-27 土地复垦监测与管护费估算表

序号	名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	监测费				657200
1.1	土地损毁监测	点次	420	300	126000
1.2	复垦效果监测	次	141	200	28200
1.3	土壤理化性状监测		12	1000	12000

1.4	生态系统调查		320	1000	320000
1.5	水环境监测	个	80	500	40000
1.6	水污染环境监测	个	102	500	51000
1.7	土壤环境监测	个	240	500	80000
二	管护费				4837886.7
2.1	管护	人次	12.00	200	2400
2.2	其他草地管护(灌溉水)	m ³	13881.78	15	208226.7
2.3	其他草地管护	m ²	462726.00	10	4627260
合计					5535086.7

表 7-28 土地复垦其他费用估算表

序号	名称	计算基数 (元)	费率	费用 (元)	所占比例 (%)
一	前期工作费			919501.63	27.80
1	土地清查费	28215902.59	0.50%	141079.51	4.27
2	土地复垦方案编制费	28215902.59		180000.00	5.44
3	项目勘测费	28215902.59	1.50%	423238.54	12.80
4	项目设计与预算编制费	28215902.59	内插法	70535.87	2.13
5	项目招标代理费	28215902.59	差额定率累进法	104647.71	3.16
二	工程监理费	28215902.59	内插法	529670.34	16.01
三	竣工验收费			960695.24	29.04
1	工程复核费	28215902.59	差额定率累进法	176795.42	5.34
2	项目工程验收费	28215902.59	差额定率累进法	353590.83	10.69
3	项目决算编制与审计费	28215902.59	差额定率累进法	240727.22	7.28
4	整理后土地评估与登记费	28215902.59	差额定率累进法	162687.46	4.92
5	标记设定费	28215902.59	差额定率累进法	26894.31	0.81
四	业主管理费	36160856.5	差额定率累进法	897860.56	27.14
合计				3307727.77	100.00

表 7-29 土地复垦基本预备费与风险金估算表

名称	计算基数 (元)	费率 (%)	合价 (元)	所占比例 (%)
基本预备费	31523630.36	6	1891417.82	36.14
风险金	33415048.18	10	3341504.82	63.86
合计			5232922.64	100

表 7-30 土地复垦各年度费用与价差预备费 单位: 元

序号	阶段	年份		静态投资	价差预备费	动态投资	阶段小计
1	近期	2025.6	2026.05	4047206.10	0	4047206.10	4216273.45
2		2026.6	2027.05	41968.08	713.46	42681.54	
3		2027.6	2028.05	41968.08	1439.04	43407.12	
4		2028.6	2029.05	39110.90	2028.76	41139.65	
5		2029.6	2030.05	39110.90	2728.13	41839.03	
6	中期	2030.6	2031.05	39966.17	3514.61	43480.78	469624.29
7		2031.6	2032.05	39966.17	4253.78	44219.95	
8		2032.6	2033.05	39966.17	5005.52	44971.69	
9		2033.6	2034.05	39966.17	5770.04	45736.21	
10		2034.6	2035.05	39966.17	6547.55	46513.73	
11		2035.6	2036.05	39966.17	7338.29	47304.46	
12		2036.6	2037.05	39966.17	8142.46	48108.63	
13		2037.6	2038.05	39966.17	8960.31	48926.48	
14		2038.6	2039.05	39966.17	9792.06	49758.23	
15		2039.6	2040.05	39966.17	10637.95	50604.12	
16	远期	2040.6	2041.05	15073045.57	4336497.25	19409542.82	49525010.12
17		2041.6	2042.05	7536522.78	2333229.74	9869752.52	
18		2042.6	2043.05	7536522.78	2501015.53	10037538.32	
19		2043.6	2044.05	7536522.78	2671653.68	10208176.47	
合计				42291639.69	11919268.16	54210907.86	54210907.86

四、矿山地质环境保护治理与土地复垦经费估算通用表

1、工程施工费单价分析见表 7-31。

表 7-31 工程施工费单价分析表

定额编号:

[100007 换]土工布铺设 斜铺(边坡)1:2.0~土工布规格为 400g/m²

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1327.00
(一)	直接工程费				1277.00
1	人工费				436.00
	乙类工	工日	3.00	144.20	432.60
	其他人工费	%	0.80	432.60	3.40
2	材料费				841.00
	土工布	m ²	107.00	7.80	834.60
	其他材料费	%	0.80	834.60	6.40
3	机械使用费				
(二)	措施费	%	3.90	1282.05	50.00
二	间接费	%	5.00	1320.00	66.00
三	利润	%	3.00	1400.00	42.00
四	材料价差				

五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	1433.33	129.00
	合计				1565.00

定额编号: [100011]土工膜铺设 斜铺(边坡)1:2.0

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2719.00
(一)	直接工程费				2617.00
1	人工费				874.00
	乙类工	工日	6.00	144.20	865.20
	其他人工费	%	1.00	865.20	8.80
2	材料费				1743.00
	复合土工膜	m ²	106.00	16.28	1725.68
	其他材料费	%	1.00	1725.68	17.32
3	机械使用费				
(二)	措施费	%	3.90	2615.38	102.00
二	间接费	%	5.00	2720.00	136.00
三	利润	%	3.00	2866.67	86.00
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	2944.44	265.00
	合计				3205.00

定额编号: [10205 换]挖掘机挖土(四类土)~挖掘机 1m³

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				350.00
(一)	直接工程费				337.00
1	人工费				116.00
	乙类工	工日	0.70	144.20	100.94
	其他人工费	%	15.00	100.94	15.06
2	材料费				
3	机械使用费				221.00
	单斗挖掘机 油动 斗容 1m ³	台班	0.20	961.83	192.37
	其他机械费	%	15.00	192.37	28.63
(二)	措施费	%	3.90	333.33	13.00
二	间接费	%	5.00	360.00	18.00
三	利润	%	3.00	366.67	11.00
四	材料价差				38.00

	柴油	kg	14.40	2.66	38.30
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	422.22	38.00
	合计				455.00

定额编号: [10220 换]1m³挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 1~1.5km~自卸汽车 8T 金额单位: 元
四类土

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1632.00
(一)	直接工程费				1571.00
1	人工费				172.00
	甲类工	工日	0.12	150.71	17.33
	乙类工	工日	1.04	144.20	149.25
	其他人工费	%	3.50	166.58	5.42
2	材料费				
3	机械使用费				1398.00
	单斗挖掘机 油动 斗容 1m³	台班	0.25	961.83	243.34
	推土机 功率 59kW	台班	0.18	574.88	105.78
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	1.39	719.89	1001.73
	其他机械费	%	3.50	1350.85	47.15
(二)	措施费	%	3.90	1564.10	61.00
二	间接费	%	5.00	1640.00	82.00
三	利润	%	3.00	1700.00	51.00
四	材料价差				244.00
	柴油	kg	91.71	2.66	243.96
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	2011.11	181.00
	合计				2190.00

定额编号: [10222 换]1m³挖掘机挖装自卸汽车运土 运距 2~3km~自卸汽车 8T 金额单位: 元
四类土

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1972.00
(一)	直接工程费				1898.00
1	人工费				171.00
	甲类工	工日	0.12	150.71	17.33
	乙类工	工日	1.04	144.20	149.25
	其他人工费	%	2.70	166.58	4.42
2	材料费				
3	机械使用费				1727.00

	单斗挖掘机 油动 斗容 1m³	台班	0.25	961.83	243.34
	推土机 功率 59kW	台班	0.18	574.88	105.78
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	1.85	719.89	1332.88
	其他机械费	%	2.70	1682.00	45.00
(二)	措施费	%	3.90	1897.44	74.00
二	间接费	%	5.00	1980.00	99.00
三	利润	%	3.00	2066.67	62.00
四	材料价差				301.00
	柴油	kg	113.33	2.66	301.46
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	2433.33	219.00
	合计				2654.00

定额编号: [10279 换]2m³装载机挖装自卸汽车运土 运距 0.5~1km~自卸汽车 8T 金额单位: 元
四类土

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1495.00
(一)	直接工程费				1439.00
1	人工费				138.00
	乙类工	工日	0.92	144.20	132.66
	其他人工费	%	3.90	132.66	5.34
2	材料费				
3	机械使用费				1301.00
	装载机 斗容 2.0~2.3m³	台班	0.28	1027.80	283.67
	推土机 功率 59kW	台班	0.12	574.88	66.11
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	1.25	719.89	902.38
	其他机械费	%	3.90	1252.17	48.83
(二)	措施费	%	3.90	1435.90	56.00
二	间接费	%	5.00	1500.00	75.00
三	利润	%	3.00	1566.67	47.00
四	材料价差				245.00
	柴油	kg	92.13	2.66	245.06
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	1866.67	168.00
	合计				2029.00

定额编号: [10320 换]推土机推土(四类土) 推土距离 20~30m~推土机 118kW 金额单位: 元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				301.00

(一)	直接工程费				290.00
1	人工费				30.00
	乙类工	工日	0.20	144.20	28.84
	其他人工费	%	5.00	28.84	1.16
2	材料费				
3	机械使用费				260.00
	推土机 功率 118kW	台班	0.24	1030.20	247.25
	其他机械费	%	5.00	247.25	12.75
(二)	措施费	%	3.90	282.05	11.00
二	间接费	%	5.00	300.00	15.00
三	利润	%	3.00	300.00	9.00
四	材料价差				56.00
	柴油	kg	21.12	2.66	56.18
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	377.78	34.00
	合计				416.00

定额编号: [10329]土坝坝面平地机平土 干容重>1.7t/m³

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				153.00
(一)	直接工程费				147.00
1	人工费				30.00
	乙类工	工日	0.20	144.20	28.84
	其他人工费	%	5.00	28.84	1.16
2	材料费				
3	机械使用费				117.00
	自行式平地机 功率 118kW	台班	0.11	1014.63	111.61
	其他机械费	%	5.00	111.61	5.39
(二)	措施费	%	3.90	153.85	6.00
二	间接费	%	5.00	160.00	8.00
三	利润	%	3.00	166.67	5.00
四	材料价差				26.00
	柴油	kg	9.68	2.66	25.75
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	188.89	17.00
	合计				209.00

定额编号: [10330]平地机平 一般平土

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				142.00
(一)	直接工程费				137.00
1	人工费				30.00
	乙类工	工日	0.20	144.20	28.84
	其他人工费	%	5.00	28.84	1.16
2	材料费				
3	机械使用费				107.00
	自行式平地机 功率 118kW	台班	0.10	1014.63	101.46
	其他机械费	%	5.00	101.46	5.54
(二)	措施费	%	3.90	128.21	5.00
二	间接费	%	5.00	140.00	7.00
三	利润	%	3.00	133.33	4.00
四	材料价差				23.00
	柴油	kg	8.80	2.66	23.41
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	177.78	16.00
	合计				193.00

定额编号: [10365]小型挖掘机挖沟渠土方 III类土

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1970.00
(一)	直接工程费				1896.00
1	人工费				1353.00
	甲类工	工日	1.28	150.71	192.91
	乙类工	工日	8.00	144.20	1153.60
	其他人工费	%	0.50	1346.51	6.49
2	材料费				
3	机械使用费				542.00
	小型挖掘机 油动 斗容 0.25m ³	台班	0.66	521.67	344.30
	推土机 功率 59kW	台班	0.34	574.88	195.46
	其他机械费	%	0.50	539.76	2.24
(二)	措施费	%	3.90	1897.44	74.00
二	间接费	%	5.00	1960.00	98.00
三	利润	%	3.00	2066.67	62.00
四	材料价差				76.00
	柴油	kg	28.49	2.66	75.78

五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	2211.11	199.00
	合计				2404.00

定额编号: [20283 换]1m³挖掘机装自卸汽车运石渣 运距 0.5~1km~自卸汽车 8T 金额单位: 元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2642.00
(一)	直接工程费				2543.00
1	人工费				384.00
	甲类工	工日	0.10	150.71	15.07
	乙类工	工日	2.50	144.20	360.50
	其他人工费	%	2.30	375.57	8.43
2	材料费				
3	机械使用费				2159.00
	单斗挖掘机 油动 斗容 1m ³	台班	0.60	961.83	577.10
	推土机 功率 59kW	台班	0.30	574.88	172.46
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	1.89	719.89	1360.59
	其他机械费	%	2.30	2110.15	48.85
(二)	措施费	%	3.90	2538.46	99.00
二	间接费	%	6.00	2650.00	159.00
三	利润	%	3.00	2800.00	84.00
四	材料价差				386.00
	柴油	kg	145.23	2.66	386.31
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	3266.67	294.00
	合计				3565.00

定额编号: [20285 换]1m³挖掘机装自卸汽车运石渣 运距 1.5~2km~自卸汽车 8T 金额单位: 元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2963.00
(一)	直接工程费				2852.00
1	人工费				384.00
	甲类工	工日	0.10	150.71	15.07
	乙类工	工日	2.50	144.20	360.50
	其他人工费	%	2.30	375.57	8.43
2	材料费				
3	机械使用费				2468.00
	单斗挖掘机 油动 斗容 1m ³	台班	0.60	961.83	577.10

	推土机 功率 59kW	台班	0.30	574.88	172.46
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	2.31	719.89	1662.95
	其他机械费	%	2.30	2412.51	55.49
(二)	措施费	%	3.90	2846.15	111.00
二	间接费	%	6.00	2966.67	178.00
三	利润	%	3.00	3133.33	94.00
四	材料价差				439.00
	柴油	kg	164.97	2.66	438.82
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	3677.78	331.00
	合计				4005.00

定额编号: [20343 换]2m³装载机装自卸汽车运石渣 运距 0.5~1km~自卸汽车 5T 金额单位: 元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2126.00
(一)	直接工程费				2046.00
1	人工费				178.00
	甲类工	工日	0.10	150.71	15.07
	乙类工	工日	1.10	144.20	158.62
	其他人工费	%	2.20	173.69	4.31
2	材料费				
3	机械使用费				1869.00
	装载机 斗容 2.0~2.3m ³	台班	0.48	1027.80	493.34
	推土机 功率 74kW	台班	0.22	756.41	166.41
	自卸汽车 柴油型 载重量 5t	台班	2.46	475.19	1168.98
	其他机械费	%	2.20	1828.73	40.27
(二)	措施费	%	3.90	2051.28	80.00
二	间接费	%	6.00	2133.33	128.00
三	利润	%	3.00	2266.67	68.00
四	材料价差				418.00
	柴油	kg	157.00	2.66	417.62
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	2744.44	247.00
	合计				2986.00

定额编号: [20343 换]2m³装载机装自卸汽车运石渣 运距 0.5~1km~自卸汽车 8T 金额单位: 元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2222.00

(一)	直接工程费				2139.00
1	人工费				178.00
	甲类工	工日	0.10	150.71	15.07
	乙类工	工日	1.10	144.20	158.62
	其他人工费	%	2.20	173.69	4.31
2	材料费				
3	机械使用费				1962.00
	装载机 斗容 2.0~2.3m ³	台班	0.48	1027.80	493.34
	推土机 功率 74kW	台班	0.22	756.41	166.41
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	1.75	719.89	1259.81
	其他机械费	%	2.20	1919.56	42.44
(二)	措施费	%	3.90	2128.21	83.00
二	间接费	%	6.00	2216.67	133.00
三	利润	%	3.00	2366.67	71.00
四	材料价差				381.00
	柴油	kg	143.31	2.66	381.20
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	2811.11	253.00
	合计				3061.00

定额编号: [30020]浆砌块石 挡土墙

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				27872.00
(一)	直接工程费				26826.00
1	人工费				22484.00
	甲类工	工日	7.70	150.71	1160.47
	乙类工	工日	147.10	144.20	21211.82
	其他人工费	%	0.50	22372.29	111.71
2	材料费				4342.00
	块石	m ³	108.00	40.00	4320.00
	其他材料费	%	0.50	4320.00	22.00
3	机械使用费				
(二)	措施费	%	3.90	26820.51	1046.00
二	间接费	%	5.00	27880.00	1394.00
三	利润	%	3.00	29266.67	878.00
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	30144.44	2713.00
	合计				32856.00

定额编号: [30022]浆砌块石 排水沟

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				32898.00
(一)	直接工程费				31663.00
1	人工费				27321.00
	甲类工	工日	9.40	150.71	1416.67
	乙类工	工日	178.70	144.20	25768.54
	其他人工费	%	0.50	27185.21	135.79
2	材料费				4342.00
	块石	m ³	108.00	40.00	4320.00
	其他材料费	%	0.50	4320.00	22.00
3	机械使用费				
(二)	措施费	%	3.90	31666.67	1235.00
二	间接费	%	5.00	32900.00	1645.00
三	利润	%	3.00	34533.33	1036.00
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	35577.78	3202.00
	合计				38781.00

定额编号: [30066]砌体砂浆抹面 立面 平均厚 2cm

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				2154.00
(一)	直接工程费				2073.00
1	人工费				2073.00
	甲类工	工日	0.70	150.71	105.50
	乙类工	工日	13.20	144.20	1903.44
	其他人工费	%	3.20	2008.94	64.06
2	材料费				
3	机械使用费				
(二)	措施费	%	3.90	2076.92	81.00
二	间接费	%	5.00	2160.00	108.00
三	利润	%	3.00	2266.67	68.00
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	2333.33	210.00
	合计				2539.00

定额编号: [30073]砌体拆除 水泥浆砌砖

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				28529.00
(一)	直接工程费				27458.00
1	人工费				27458.00
	甲类工	工日	9.30	150.71	1401.60
	乙类工	工日	176.60	144.20	25465.72
	其他人工费	%	2.20	26867.32	590.68
2	材料费				
3	机械使用费				
(二)	措施费	%	3.90	27461.54	1071.00
二	间接费	%	5.00	28520.00	1426.00
三	利润	%	3.00	29966.67	899.00
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	30855.56	2777.00
	合计				33631.00

定额编号: [40041]挡土墙、岸墙、翼墙 重力式

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				52408.00
(一)	直接工程费				49960.00
1	人工费				17083.00
	甲类工	工日	31.10	150.71	4687.08
	乙类工	工日	84.10	144.20	12127.22
	其他人工费	%	1.60	16814.30	268.70
2	材料费				32506.00
	板枋材	m ³	0.26	1200.00	312.00
	组合钢模板	kg	9.35	5.75	53.76
	型钢	kg	19.84	3.42	67.91
	卡扣件	kg	26.68	7.00	186.76
	铁件	kg	6.20	7.00	43.40
	预埋铁件	kg	30.99	7.00	216.93
	电焊条	kg	0.67	4.50	3.02
	混凝土	m ³	103.00	300.00	30900.00
	水	m ³	70.00	3.00	210.00
	其他材料费	%	1.60	31993.78	512.22
3	机械使用费				371.00

	插入式振捣器 2.2kW	台班	8.85	14.40	127.44
	电焊机直流 30kVA	台班	0.18	159.01	28.62
	风水(砂)枪 耗风量 2~6m3/min	台班	3.65	57.22	208.85
	其他机械费	%	1.60	364.91	6.09
(二)	措施费	%	4.90	49959.18	2448.00
二	间接费	%	6.00	52400.00	3144.00
三	利润	%	3.00	55566.67	1667.00
四	材料价差				318.00
	水	m ³	135.70	2.00	271.40
	电	kW.h	136.44	0.34	46.70
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	57533.33	5178.00
	合计				62715.00

定额编号: [40193]机械拆除有钢筋混凝土

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				55473.00
(一)	直接工程费				52882.00
1	人工费				41809.00
	乙类工	工日	266.00	144.20	38357.20
	其他人工费	%	9.00	38357.20	3451.80
2	材料费				
3	机械使用费				11072.00
	电动空气压缩机 移动式 3m3/min	台班	54.00	179.63	9700.02
	手持式风镐	台班	108.00	4.24	457.92
	其他机械费	%	9.00	10157.94	914.06
(二)	措施费	%	4.90	52877.55	2591.00
二	间接费	%	6.00	55466.67	3328.00
三	利润	%	3.00	58800.00	1764.00
四	材料价差				1904.00
	电	kW.h	5562.00	0.34	1903.87
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	62466.67	5622.00
	合计				68091.00

定额编号: [80001]路床(槽)压实 路床碾压

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1950.00

(一)	直接工程费				1880.00
1	人工费				520.00
	甲类工	工日	0.30	150.71	45.21
	乙类工	工日	3.30	144.20	475.86
2	材料费				
3	机械使用费				1350.00
	内燃压路机 12~15t	台班	1.30	510.68	663.88
	推土机 功率 74kW	台班	0.90	756.41	680.77
	其他机械费	%	0.50	1344.65	5.35
(二)	措施费	%	3.90	1794.87	70.00
二	间接费	%	5.00	2000.00	100.00
三	利润	%	3.00	2000.00	60.00
四	材料价差				240.00
	柴油	kg	89.80	2.66	238.87
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	2333.33	210.00
	合计				2560.00

定额编号: [80009]碎石路基 厚度 10cm [80010]碎石路基 每增减 1cm

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				39790.00
(一)	直接工程费				38290.00
1	人工费				17850.00
(1)	[80009]碎石路基 厚度 10cm				9310.00
	甲类工	工日	5.10	150.71	768.62
	乙类工	工日	58.90	144.20	8493.38
	其他人工费	%	0.50	9262.00	48.00
(2)	[80010]碎石路基 每增减 1cm				8540.00
	甲类工	工日	5.00	150.71	753.55
	乙类工	工日	54.00	144.20	7786.80
2	材料费				19370.00
(1)	[80009]碎石路基 厚度 10cm				9770.00
	碎石	m ³	162.00	60.00	9720.00
	其他材料费	%	0.50	9720.00	50.00
(2)	[80010]碎石路基 每增减 1cm				9600.00
	碎石	m ³	160.00	60.00	9600.00
3	机械使用费				1070.00
(1)	[80009]碎石路基 厚度 10cm				1070.00
	内燃压路机 8~10t	台班	2.20	485.03	1067.07

	其他机械费	%	0.50	1067.07	2.93
(二)	措施费	%	3.90	38461.54	1500.00
二	间接费	%	5.00	39800.00	1990.00
三	利润	%	3.00	41666.67	1250.00
四	材料价差				160.00
	柴油	kg	59.40	2.66	158.00
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	43111.11	3880.00
	合计				47070.00

定额编号: [80033]水泥混凝土路面 厚度 15cm [80034]水泥混凝土路面 每增减 1cm 金额单位: 元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				133880.00
(一)	直接工程费				128860.00
1	人工费				44000.00
(1)	[80033]水泥混凝土路面 厚度 15cm				30850.00
	甲类工	工日	16.70	150.71	2516.86
	乙类工	工日	192.30	144.20	27729.66
	其他人工费	%	2.00	30246.52	603.48
(2)	[80034]水泥混凝土路面 每增减 1cm				13150.00
	甲类工	工日	7.20	150.71	1085.11
	乙类工	工日	83.70	144.20	12069.54
2	材料费				74750.00
(1)	[80033]水泥混凝土路面 厚度 15cm				47100.00
	混凝土	m ³	153.00	300.00	45900.00
	锯材	m ³	0.23	1200.00	276.00
	其他材料费	%	2.00	46176.00	924.00
(2)	[80034]水泥混凝土路面 每增减 1cm				27650.00
	混凝土	m ³	91.80	300.00	27540.00
	锯材	m ³	0.09	1200.00	108.00
	其他材料费	%		27648.00	2.00
3	机械使用费				10110.00
(1)	[80033]水泥混凝土路面 厚度 15cm				6270.00
	混凝土搅拌机 0.4m ³	台班	7.00	363.53	2544.71
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	5.00	719.89	3599.45
	其他机械费	%	2.00	6144.16	125.84
(2)	[80034]水泥混凝土路面 每增减 1cm				3840.00
	自卸汽车 柴油型 载重量 8t	台班	3.06	719.89	2202.86
	混凝土搅拌机 0.4m ³	台班	4.50	363.53	1635.89

	其他机械费	%		3838.75	1.25
(二)	措施费	%	3.90	128717.95	5020.00
二	间接费	%	5.00	134000.00	6700.00
三	利润	%	3.00	140666.67	4220.00
四	材料价差				1200.00
	电	kW.h	575.00	0.34	196.82
	柴油	kg	378.82	2.66	1007.66
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	146000.00	13140.00
	合计				159140.00

定额编号: [90030 换]撒播 不覆土~IV类土

金额单位:
元

序号:	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				456.21
(一)	直接工程费				439.09
1	人工费				439.09
	乙类工	工日	3.05	144.20	439.09
2	材料费				
3	机械使用费				
(二)	措施费	%	3.90	438.97	17.12
二	间接费	%	5.00	456.20	22.81
三	利润	%	3.00	479.00	14.37
四	材料价差				
五	未计价材料费				
六	税金	%	9.00	493.44	44.41
	合计				537.80

五、总费用汇总与年度安排

(一) 总费用构成与汇总

本项目矿山地质环境保护与土地复垦工程动态总费用合计 9166.82 万元，其中矿山地质环境保护与恢复治理工程总投资为 3745.72 万元，土地复垦动态总投资 5421.09 万元，静态费用 4229.16 万元，土地复垦单位面积静态投资为 23395.86 元/亩，单位面积动态投资为 29989.64 元/亩。矿山地质环境治理与土地复垦投资估算汇总表见表 7-32。

表 7-32 矿山地质环境治理与土地复垦投资估算汇总表

序号	工程或费用名称	矿山地质环境治理工程（万元）	土地复垦工程（万元）	合计（万元）
1	工程施工费	2529.59	2821.59	5351.18
2	其他费用	302.74	330.77	633.52
3	监测与管护费	443.22	553.51	996.73

3.1	监测费	443.22	69.72	512.94
3.2	管护费	——	483.79	483.79
4	预备费	470.17	1715.22	2185.39
4.1	基本预备费	169.94	189.14	359.08
4.2	价差预备费	——	1191.93	1191.93
4.3	风险金	300.23	334.15	634.38
5	静态总投资	3745.72	4229.16	7974.89
6	动态总投资	——	5421.09	——

（二）经费安排

1、矿山地质环境治理费用安排

1) 矿山地质环境治理费用总体安排

矿山地质环境治理总费用 3745.72 万元，其中适用期 335.54 万元，中远规划期 3410.19 万元。矿山地质环境治理费用总体安排估算表见表 7-33。

表 7-33 矿山地质环境治理费用总体安排投资估算表

序号	费用名称	近期费用（元）	中远规划期费用（万元）	合计
一	工程施工费	202.48	2327.11	2529.59
二	其他费用	27.48	275.26	302.74
三	监测费	67.41	375.82	443.22
	一~二项合计	229.96	2602.37	2832.33
四	预备费	38.17	431.99	470.17
1	基本预备费 6%	13.80	156.14	169.94
2	风险金 10%	24.38	275.85	300.23
五	预算总费用	335.54	3410.19	3745.72

2) 适用期矿山地质环境治理费用

矿山地质环境治理适用期（2025.06~2030.05 年）总投资 335.54 万元，其中矿山地质环境保护与治理工程施工费 202.48 元，其他费用 29.64 万元，监测工程费用 96.81 万元、预备费 38.53 万元，适用期矿山地质环境治理、监测工程量与工程投资估算见表 7-34 至 7-36。

表 7-34 近期投资估算总表 单位：元

序号	费用名称	预算金额（元）	所占比例（%）
一	工程施工费	2024769.82	60.34
二	其他费用	274840.99	8.19
三	监测费	674050.00	20.09
	一~二项合计	2299610.80	
四	预备费	381735.39	11.38
1	基本预备费 6%	137976.65	
2	风险金 10%	243758.75	
五	预算总费用	3355396.20	100.00

表 7-35 近期工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程项目	计量单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）
		工程施工费				
1		预防工程				0.00
1.1	市场价	警示牌	个	88	227.27	19999.76
1.2	市场价	铁丝围栏	m	7344	50	367200.00
1.3	20283	危岩清理	m ³	365	35.65	13012.25
1.4		截水沟	m	7174	0	0.00
1.4.1	10365	截水沟土方开挖	m ³	2474.86	24.04	59495.63
1.4.2	30022	截水沟浆砌块石	m ³	1614.3	387.81	626041.68
2		地质环境治理工程				
2.1		崩塌、滑坡治理			0	0.00
2.1.1	40041	拦挡坡脚墙	m	20.2	627.15	12668.43
2.1.2	市场价	挂网喷浆	m ²	450	2000	900000.00
2.2		露天采场截洪沟	m	277	0	0.00
2.2.1	10365	截洪沟土方开挖	m ³	96	24.04	2307.84
2.2.2	30022	截洪沟浆砌块石	m ³	62	387.81	24044.22
合计						2024769.82

表 7-36 近期监测估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价	合价
1	地质灾害监测				651050
1.1	Ⅱ区露天采场边坡监测	点·次		100	0
1.2	地质灾害人工巡视	点·次	4590	100	459000
1.3	采空地面塌陷监测	点·次		100	0
1.4	视频监控	台	1	17000	17000
1.5	冻融监测	点·次	30	389	11670
1.6	泥石流沟谷监测	点·次	420	389	163380
2	含水层监测	点·次	50	300	15000
3	地形地貌监测	次	10	800	8000
4	水污染监测	点·次	30	4200	0
5	土壤污染监测	点·次	40	4200	0
合计					674050.00

3) 适用期年度费用安排

矿山地质环境适用期年度费用安排见表 7-37，年度工程施工费安排见表 7-38 至 7-42，年度监测工程费安排见表 7-43 至 7-47。

表 7-37 矿山地质环境适用期年度费用安排表 单位：元

序号	工程费用名称	近期费用 (万元)	2025.06-2026 .05	2026.06-20 27.05	2027.06-202 8.05	2028.06-202 9.05	2029.06-2 030.05
一	工程施工费	202.48	199.84	2.64	0.00	0.00	0.00
二	其他费用	27.48	21.86	1.61	1.34	1.34	1.34
三	监测费	67.41	14.84	13.14	13.14	13.14	13.14
	一~二项合计	229.96	221.70	4.24	1.34	1.34	1.34
四	预备费	38.17	36.80	0.70	0.22	0.22	0.22
1	基本预备费 6%	13.80	13.30	0.25	0.08	0.08	0.08
2	风险金 10%	24.38	23.50	0.45	0.14	0.14	0.14
五	总投资	335.54	273.35	18.09	14.70	14.70	14.70

表 7-38 2025 年 6 月-2026 年 5 月工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程项目	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)
1		工程施工费				1998363.67
1.1	20283	危岩清理	m3	365	35.65	13012.25
1.2	市场价	铁丝围栏	m	7344	50	367200.00
1.3	40041	拦挡坡脚墙	m³	20.2	627.15	12668.43
1.4	市场价	警示牌	个	88	227.27	19999.76
1.5	10365	截水沟土方开挖	m3	2474.86	24.04	59495.63
1.6	30022	截水沟浆砌块石	m3	1614.3	387.81	626041.68
1.7	10365	截洪沟土方开挖	m3		24.04	0.00
1.8	30022	截洪沟浆砌块石	m3		387.81	0.00
1.9	市场价	挂网喷浆	m2	450	2000	900000.00
1.10						0.00
1.11						0.00
合计						1998417.76

表 7-39 2026 年 6 月-2027 年 10 月工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程项目	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)
1		工程施工费				26352.06
1.1	10365	截洪沟土方开挖	m3	96	24.04	2307.84
1.2	30022	截洪沟浆砌块石	m3	62	387.81	24044.22
1.3						0.00
1.4						0.00
1.5						0.00
1.6						0.00
合计						26352.06

表 7-40 2027 年 6 月-2028 年 5 月工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程施工费	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)
1		工程费用				0
1.1						
合计						0

表 7-41 2028 年 6 月-2029 年 5 月工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程施工费	计量单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）
1		工程费用				0
1.1						
合计						0

表 7-42 2029 年 6 月-2030 年 5 月工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程施工费	计量单位	工程量	综合单价（元）	合价（元）
1		工程费用				0
1.1						
合计						0

表 7-43 2025 年 6 月-2026 年 5 月监测费用估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价	合价
1	地质灾害监测				145610
1.1	视频监控	整套	1	17000	17000
1.2	矿坑涌水量监测	点·次	6	300	1800
1.3	沟谷水质监测	点·次	3	300	900
1.4	沟谷地表水质监测	点·次	1	300	300
1.5	沟谷流量监测	点·次	84	389	32676
1.6	冻融监测	点·次	6	389	2334
1.7	地质灾害人工巡视	点·次	906	100	90600
2	地形地貌监测	点·次	2	800	1600
3	水污染监测	点·次	6	4200	-
4	土壤污染监测	点·次	8	4200	-
5	沟谷人工巡视	点·次	12	100	1200
合计					148410.00

表 7-44 2026 年 6 月-2027 年 5 月监测费用估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价	合价
1	地质灾害监测				128610
1.1	视频监控	整套		17000	0
1.2	矿坑涌水量监测	点·次	6	300	1800
1.3	沟谷水质监测	点·次	3	300	900
1.4	沟谷地表水质监测	点·次	1	300	300
1.5	沟谷流量监测	点·次	84	389	32676
1.6	冻融监测	点·次	6	389	2334
1.7	地质灾害人工巡视	点·次	906	100	90600
2	地形地貌监测	点·次	2	800	1600
3	水污染监测	点·次	6	4200	-
4	土壤污染监测	点·次	8	4200	-
5	沟谷人工巡视	点·次	12	100	1200
合计					131410.00

表 7-45 2027 年 6 月-2028 年 5 月监测费用估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价	合价
----	----	----	----	----	----

序号	名称	单位	数量	单价	合价
1	地质灾害监测				128610
1.1	视频监控	整套		17000	0
1.2	矿坑涌水量监测	点·次	6	300	1800
1.3	沟谷水质监测	点·次	3	300	900
1.4	沟谷地表水质监测	点·次	1	300	300
1.5	沟谷流量监测	点·次	84	389	32676
1.6	冻融监测	点·次	6	389	2334
1.7	地质灾害人工巡视	点·次	906	100	90600
2	地形地貌监测	点·次	2	800	1600
3	水污染监测	点·次	6	4200	-
4	土壤污染监测	点·次	8	4200	-
5	沟谷人工巡视	点·次	12	100	1200
合计					131410.00

表 7-46 2028 年 6 月-2029 年 5 月监测费用估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价	合价
1	地质灾害监测				128610
1.1	视频监控	整套		17000	0
1.2	矿坑涌水量监测	点·次	6	300	1800
1.3	沟谷水质监测	点·次	3	300	900
1.4	沟谷地表水质监测	点·次	1	300	300
1.5	沟谷流量监测	点·次	84	389	32676
1.6	冻融监测	点·次	6	389	2334
1.7	地质灾害人工巡视	点·次	906	100	90600
2	地形地貌监测	点·次	2	800	1600
3	水污染监测	点·次	6	4200	-
4	土壤污染监测	点·次	8	4200	-
5	沟谷人工巡视	点·次	12	100	1200
合计					131410.00

表 7-47 2029 年 6 月-2030 年 5 月监测费用估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价	合价
1	地质灾害监测				128610
1.1	视频监控	整套		17000	0
1.2	矿坑涌水量监测	点·次	6	300	1800
1.3	沟谷水质监测	点·次	3	300	900
1.4	沟谷地表水质监测	点·次	1	300	300
1.5	沟谷流量监测	点·次	84	389	32676
1.6	冻融监测	点·次	6	389	2334
1.7	地质灾害人工巡视	点·次	906	100	90600
2	地形地貌监测	点·次	2	800	1600
3	水污染监测	点·次	6	4200	-
4	土壤污染监测	点·次	8	4200	-

序号	名称	单位	数量	单价	合价
5	沟谷人工巡视	点·次	12	100	1200
合计					131410.00

2、土地复垦费用安排

1) 近五年土地复垦费用

表 7-48 近五年土地复垦费用总估算表 单位：万元

序号	工程费用名称	近期费用（万元）	分项费用占动态总投资比例（%）
一	工程施工费	314.30	74.54%
二	其他费用	32.43	7.69%
三	监测及管护费	16.65	3.95%
	一~二项合计	346.73	
四	预备费	57.56	
1	基本预备费 6%	20.80	4.93%
2	价差预备费	0.69	
3	风险金 10%	36.75	
五	静态总投资	420.94	
六	动态总投资	421.63	100.00%

表 7-49 近五年土地复垦费用估算表 单位：万元

序号	工程费用名称	近期费用 (万元)	2025.06-202 6.05	2026.06-202 7.05	2027.06-20 28.05	2028.06-20 29.05	2029.06-20 30.05
一	工程施工费	314.30	313.22	0.38	0.38	0.16	0.16
二	其他费用	32.43	31.02	0.36	0.36	0.34	0.34
三	监测及管护费	16.65	3.33	3.33	3.33	3.33	3.33
	一~二项合计	346.73	344.25	0.74	0.74	0.50	0.50
四	预备费	57.56	57.14	0.12	0.12	0.08	0.08
1	基本预备费 6%	20.80	20.65	0.04	0.04	0.03	0.03
2	价差预备费	0.69	0.00	0.07	0.14	0.20	0.27
3	风险金 10%	36.75	36.49	0.08	0.08	0.05	0.05
五	静态总投资	420.94	404.72	4.20	4.20	3.91	3.91
六	动态总投资	421.63	404.72	4.27	4.34	4.11	4.18

表 7-50 2025 年 6 月-2026 年 5 月工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)
一		表土剥离与养护				
	10220	机械剥离表土，汽车运土	100m ³	1430.553	2189.52	3132224.40
						0.00
合计						3132224.40

表 7-51 2026 年 6 月-2027 年 5 月工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)
一		表土剥离与养护				

	90030	表土培育播撒草籽	hm ²	2.9129	537.8	1566.56
二		运输道路复垦区				0.00
		土地平整	100m ³	5.36	416.3	2231.70
合计						3798.26

表 7-52 2027 年 6 月-2028 年 5 月工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)
一		表土剥离与养护				
	90030	表土培育播撒草籽	hm ²	2.9129	537.8	1566.56
二		运输道路复垦区				0.00
		土地平整	100m ³	5.36	416.3	2231.70
合计						3798.26

表 7-53 2028 年 6 月-2029 年 5 月工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)
一		表土剥离与养护				
	90030	表土培育播撒草籽	hm ²	2.9129	537.8	1566.56
合计						1566.56

表 7-54 2029 年 6 月-2030 年 5 月工程施工费估算表 单位：元

序号	定额编号	工程名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合价 (元)
一		表土剥离与养护				
	90030	表土培育播撒草籽	hm ²	2.9129	537.8	1566.56
合计						1566.56

表 7-55 2025 年 6 月-2026 年 5 月监测费用估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	监测费				33300
1	土地损毁监测	点次	21	300	6300
2	生态系统调查	个样	16	1000	16000
3	水环境监测	个	4	500	2000
4	水污染环境监测	个	6	500	3000
5	土壤环境监测	个	12	500	6000
合计					33300

表 7-56 2026 年 6 月-2027 年 5 月监测费用估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)
一	监测费				33300
1	土地损毁监测	点次	21	300	6300
2	生态系统调查	个样	16	1000	16000
3	水环境监测	个	4	500	2000

4	水污染环境监测	个	6	500	3000
5	土壤环境监测	个	12	500	6000
合计					33300

表 7-57 2027 年 6 月-2028 年 5 月监测费用估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	监测费				33300
1	土地损毁监测	点次	21	300	6300
2	生态系统调查	个样	16	1000	16000
3	水环境监测	个	4	500	2000
4	水污染环境监测	个	6	500	3000
5	土壤环境监测	个	12	500	6000
合计					33300

表 7-58 2028 年 6 月-2029 年 5 月监测费用估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	监测费				33300
1	土地损毁监测	点次	21	300	6300
2	生态系统调查	个样	16	1000	16000
3	水环境监测	个	4	500	2000
4	水污染环境监测	个	6	500	3000
5	土壤环境监测	个	12	500	6000
合计					33300

表 7-59 2029 年 6 月-2029 年 5 月监测费用估算表 单位：元

序号	名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）
一	监测费				33300
1	土地损毁监测	点次	21	300	6300
2	生态系统调查	个样	16	1000	16000
3	水环境监测	个	4	500	2000
4	水污染环境监测	个	6	500	3000
5	土壤环境监测	个	12	500	6000
合计					33300

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

按照“谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”和“谁损毁，谁复垦”原则，明确方案实施的组织机构及其职责。

（一）组织机构

建立以新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿主管领导为组长的矿山地质环境保护与土地复垦方案领导小组，设立专门的组织机构，配备专职人员负责矿山地质环境保护与土地复垦工程实施监督管理工作。层层落实主体责任，责任到人。制定严格的管理制度，使领导小组工作能正常开展，不能流于形式。领导小组要把矿山地质环境恢复治理和土地复垦工作贯穿到矿山生产运营当中，强化新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿职工对矿山地质环境和土地资源保护的主动意识，“谁破坏、谁治理”是矿山企业义不容辞的责任与义务，承担落实应有的社会责任。同时公司成立矿山地质环境保护与土地复垦机构，做到治理工作有人管、有人抓，突出重点，分工协作。按本《方案》制定的年度计划具体实施，边生产、边治理，完成各阶段的治理任务，促进保护和治理工作开展。

（二）组织机构职责

1、依据本方案划定的责任，新疆腾晟矿业有限公司与若羌县自然资源局接洽，落实矿山地质环境保护与土地复垦相关法律政策。

2、矿山地质环境保护与土地复垦工程实施之前，依据审查通过的矿山地质环境保护与土地复垦方案进行规划设计，并将矿山地质环境保护与土地复垦方案及设计一并报若羌县自然资源局备案。

3、新疆腾晟矿业有限公司根据已编制完成的矿山地质环境保护与土地复垦方案制定施工设计方案实施、施工。

4、根据新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿工程实施进度每年安排工程验收。检查验收及竣工验收结果上报若羌县自然资源局。

5、做好若羌县自然资源局、公司财务等相关部门矿山地质环境治理与土地复垦工程施工之间的协调工作。确保资金及时足额到位，及时向公司领导汇报每一笔资金的

使用情况。年度、阶段性及总体资金审计结果上报若羌县自然资源局。

6、如矿区位置、规模等相关设计等发生改变或者矿区范围发生变化的，根据要求组织重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

7、新疆腾晟矿业有限公司选定专人配合矿山所属若羌县自然资源局主管部门对矿山的监督管理工作。

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。定期培训技术人员、咨询相关专家、开展科学实验、引进先进技术，以及对土地损毁情况进行动态监测和评价。具体可采取以下技术保障措施：

（1）建立以新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿主管领导为组长的矿山地质环境与土地复垦领导小组，成员包括：生产技术负责人、环境保护负责人、财务负责人，地质技术负责人等。从技术上进行合理分工，各负其责，责任到人。

（2）《方案》在编制过程中，通过资料收集和实地调查，确定了“因地制宜，防治工程最大效应化”的原则，矿山地质环境预防工程、治理工程、监测工程和土地复垦工程，措施在技术上是可行的。

（3）建立工程质量管理机构，负责施工阶段的现场质量监管。委托有资质的单位进行治理工程和土地复垦工程的勘查和设计，选择具有一定资质、经验和能力的施工队伍。在实施治理工程过程中严格执行有关规范、设计，确保施工质量。

（4）贯彻执行矿山企业已经建立的质量管理体系和程序文件。实施质量三检制度（自检、互检、抽检）确保工程质量，争创优质工程。

（5）在项目实施过程中，建立工程技术档案，严格按照建设规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料，中间成果和单项工程的治理，确保矿山地质环境恢复治理和土地复垦达到预期的目的。

（6）依据《质量责任制考核办法》，对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。

（7）随时接受自然资源管理部门的监督、检查和指导。

（8）按程序上报主管自然资源部门矿山地质环境恢复治理和土地复垦工作进度。

三、资金保障

根据《新疆维吾尔自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法》（新自然资规〔2022〕

1号），《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》）按照“企业所有、政府监管、确保需求、专款专用”的原则和“谁破坏、谁治理”的要求，落实生态修复责任，开展矿山生态修复工作，履行生态修复义务，依照国家有关规定，计提和使用矿山地质环境治理恢复基金（以下简称“基金”）。

新疆腾晟矿业有限公司应遵循满足需求、专账核算、企业所有、自主使用、滚动支取的原则，按照《方案》确定的费用计提基金，基金计入企业成本，专项用于因矿业活动导致生态系统受损区域开展矿山地质环境保护、治理恢复与土地复垦、相应监测与管护等生态修复工作。新疆腾晟矿业有限公司应在其银行账户中设立基金账户，确保能单独、据实反映基金的提取、使用情况。新疆腾晟矿业有限公司在《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》审查通过并公告后，应在取得采矿许可证之日起1个月内建立矿山地质环境治理恢复基金账户。采矿权人应于每年3月前将上一年度基金的设立、提取、使用及《方案》执行等情况录入矿业权人勘查开采信息公示系统，及时向社会公开，接受社会监督。

矿山企业应在闭坑的前一年提取足额基金用于矿山范围内尚未实施的矿山地质环境治理恢复、土地复垦及管护工程等。矿山企业年度提取的基金累计不足本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用的，应以本年度实际所需费用进行补提。基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦，不得挤占和挪用。矿山企业按《方案》要求完成矿山地质环境治理恢复与土地复垦后，结余资金可结转至下年度使用。

（一）资金渠道

（1）费用纳入生产成本

根据《新疆维吾尔自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法》（新自然资规〔2022〕1号），新疆腾晟矿业有限公司应按照满足实际需求的原则，按照《方案》确定的矿山地质环境治理恢复任务，将矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，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。

（2）资金企业自筹

为了在最大程度上减少新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿开采对土地造成的损毁，高度重视锂矿资源的开采，生产过程严格按照矿产资源开发规范进行，

及时对生产过程中造成损毁的土地进行复垦，以改善矿区的生态环境。新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿开采矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用全部由新疆腾晟矿业有限公司承担，按照满足实际需求的原则，将矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用按照企业会计准则相关规定预计弃置费用，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。确保所需费用及时足额到位，每年对基金进行核算，如有不足，予以补足；如有结余，结转后续年度继续使用，保证方案按时保质保量完成。

根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿开采矿山地质环境治理恢复基金全部由新疆腾晟矿业有限公司承担，基金来源为企业自筹。新疆腾晟矿业有限公司应将治理费从基金中列支，防止挤占、挪用或截留，要做到资金及时足额到位，合理使用，确保专款专用，确保经费投资额度、资金流向和使用情况的真实性和有效性。

（二）资金计提

根据《新疆维吾尔自治区矿山地质环境治理恢复基金管理办法》（新自然资规〔2022〕1号），矿山企业每月末应按照开采矿种系数、开采方式系数、销售收入等综合提取基金。新疆腾晟矿业有限公司应在银行现有对公专用账户里，单独设置矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金科目，反映基金的提取和使用情况。不再单独缴存土地复垦费，统一纳入矿山地质环境治理恢复基金进行管理。

基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦，不得挤占和挪用。矿山企业按《方案》要求完成矿山地质环境治理恢复与土地复垦后，结余资金可结转至下年度使用。结余资金累计超出《方案》中估算总费用的，矿山企业可向具有相应采矿权审批权的自然资源主管部门申请暂不计提基金，不足《方案》中估算总费用时，应继续计提基金。

依据开发利用方案，新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿设计开采矿种为金属矿产中的锂矿（伴生铌钽、铍），矿种系数取 1.2%（见表 8-1）；采用地下开采方式，采矿方法采用进路式充填采矿法，地下开采开采系数取 0.3（见表 8-2）；本矿产品方案为锂精矿及钽铌精矿。

表8-1 基金计提矿种系数一览表

矿产	矿种	矿种系数
能源矿产	除石油、天然气以外的能源矿产	1. 50%
	石油、天然气	0. 60%

矿产	矿种	矿种系数
金属矿产	所有矿种	1.20%
非金属矿产	所有矿种	1.00%
水汽矿产	矿泉水、地热等	0.20%

表8-2 基金计提开采系数一览表

矿种	露天开采		地下开采			
能源矿产	开采系数	1.1	开采方式	充填开采	垮落法	其他开采法
			开采系数	0.3	1.0	0.7
金属矿产	开采系数	2.0	开采方式	充填开采	空场法	崩落法
			开采系数	0.3	1.0	1.2
非金属矿产	开采系数	2.5	开采方式	充填开采	垮落法	
			开采系数	0.3	1.0	
水汽矿产	开采系数	1.0				

按照目前锂精矿及钽铌精矿市场价格，矿山正式投产后，预计生产年销售收入平均为 31773.81 万元，则本矿山地下开采期间年基金提取数额=深加工产品年销售收入×70%×矿种系数×开采系数=31773.81 万元×70%×1.2%×0.3=80.07 万元。基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦，不得挤占和挪用。新疆腾晟矿业有限公司应按《方案》要求完成矿山地质环境治理恢复与土地复垦后，结余资金可结转至下年度使用。

鉴于矿种系数和开采系数由新疆自然资源主管部门制定，实行动态调整机制，后期可能会根据经济社会发展情况适时重新发布。故本《方案》基金提取数额标准暂定为 5 年，当新疆腾晟矿业有限公司年度提取的基金累计不足本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用的，矿山企业应以本年度实际所需费用进行补提。近期 5 年基金计提安排见下表 8-3。

表8-3 近期5年各年度矿山地质环境治理和土地复垦基金计提安排表

序号	年份	矿山地质环境治理和土地复垦投资额（万元）	年度基金提取数额（万元）	备注
1	2025-2026	678.07	0	基建期
2	2026-2027	22.36	0	基建期
3	2027-2028	19.04	64.07	投产期（达产规模 80%）
4	2028-2029	18.82	64.07	露天开采（达产）
5	2029-2030	18.89	80.09	露天开采（达产）
合计		757.17	208.23	

（三）基金使用与管理

新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境恢复治理基金严格按照《新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》所确定的基金使用计划进行使用。本项目将报若羌县自然资

源局登记确定严格落实矿山地质环境治理恢复工作措施。基金由新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿专项用于以下用途：

（1）矿山建设和开采引发、加剧的崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝等地质灾害的预防及治理；

（2）矿山建设和开采活动引发的含水层、植被、土壤、地形地貌景观破坏等地质环境保护和治理恢复支出；

（3）矿山地质环境保护监测与管护工程支出；

（4）矿山地质环境治理恢复宣传教育培训、科学技术研究与应用等支出；

（5）其他用于矿山地质环境治理恢复费用支出。

基金计提和使用实行专账管理，新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿应当明确由矿山地质环境保护与土地复垦方案领导小组的专人负责专账管理，并建立基金支出年报制度。新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿在每年3月底前，将历年和上一年度的基金提取、使用和开展矿山环境治理恢复、监测及当年治理任务等情况报送若羌县自然资源、生态环境和财政部门，并按规定将基金的提取、使用及《方案》的执行情况录入矿业权人勘查开采信息公示系统。当新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿变更开采矿种、开采方式、开采范围、开采规模等影响基金提取金额计算的，应当重新计算提取基金。新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿关闭前，新疆腾晟矿业有限公司应完成矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，并及时申请工程验收，验收合格后由新疆腾晟矿业有限公司对基金进行清算，基金如有结余，按国家相关规定进行账务、税收处理。

四、监管保障

（一）矿山地质环境治理监管与保障

建立动态监管机制，若羌县自然资源局会同若羌县生态环境局建立动态化的监管机制，加强对新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境治理恢复的监督检查。若新疆腾晟矿业有限公司未按《新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》开展恢复治理工作，将其列入矿业权人异常名录或严重违法失信名单，责令其限期整改。若逾期不整改或整改不到位的，不得批准其申请新的采矿许可证或者申请采矿许可证延期、变更、注销，不得批准其申请新的建设用地。若拒不履行矿山地质环境恢复治理义务，将其违法违规信息建立信用记录，

纳入全国信用信息共享平台，通过“信用中国”网站，国家企业信用信息公示系统等向社会公布，为相关行业、部门实施联合惩戒提供信息，并指定符合条件的社会组织就其破坏生态环境的行为向人民法院提起公益诉讼，依据《中华人民共和国矿产资源法》《中华人民共和国环境保护法》《最高人民法院关于审理矿业权纠纷案件适用法律若干问题的解释》《矿山地质环境保护规定》等相关法律法规对其进行处罚并追究其法律责任。若其拒不履行生效法律文书，将由人民法院将其纳入失信名单，依法对其进行失信联合惩戒。

（二）土地复垦监管与保障

新疆腾晟矿业有限公司承诺将严格按照国家有关法律法规和政策要求，在本方案的总体指导下，组织制定阶段土地复垦计划和年度土地复垦实施计划，组织安排有关技术人员或者委托有关单位对新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿开采土地损毁和土地复垦实施等情况进行动态监测，并于每年 12 月 31 日前向若羌县自然资源局报告新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿开采当年的土地损毁情况、土地复垦费用使用情况及土地复垦工程实施情况，积极配合当地自然资源主管部门对土地复垦费用的使用和土地复垦工程实施情况的监督检查，并接受社会对新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿开采土地复垦实施情况的监督。

新疆腾晟矿业有限公司承诺将严格按照审查通过的矿山地质环境保护与土地复垦方案的要求规范使用土地和及时有序开展土地复垦工作。若遇企业生产建设规划和土地损毁情况等因素发生重大变化时，如本项目用地位置、规模、矿区范围等发生重大内容变化，将严格按照《土地复垦条例实施办法》第十三条规定要求，对本《方案》进行修订或者重新编制，并报有关自然资源主管部门审查。根据相关法规要求《方案》每 5 年修编一次。若在本方案服务年限内采矿权或者土地使用权依法转让，则土地复垦义务同时转移到下一个矿业权单位，如新疆腾晟矿业有限公司未履行完成规定的土地复垦义务，将与下一个矿业权单位在转让合同中约定。

新疆腾晟矿业有限公司承诺在新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿开采生产建设及本方案实施过程中，如未按照《土地复垦条例》《土地复垦条例实施办法》等法律法规的规定履行土地复垦义务，或者履行土地复垦义务不合格时，将自觉接受项目所在地有关自然资源主管部门及有关部门的处罚。

五、效益分析

本项目坚持“在保护中开发，以开发促保护”这一符合可持续发展的建设方针，新

疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿开采矿山地质环境保护与土地复垦方案实施的目的在于减少项目区因土地损毁带来的水土流失，维护矿山开采的安全运行，改善矿山开采后的生态环境，对于维护生态平衡，促进区域生态环境的可持续发展具有重要意义。

（1）经济效益

通过地质环境保护工程的实施，可有效地防治矿区地质灾害，保障矿山生产生活安全。开展矿山地质环境保护与恢复治理工作，其带来的直接经济价值和间接经济价值远大于投入，具有明显的经济效益。

本项目所在地土地类型为裸岩石砾地，区内植被不发育，矿区土地复垦方向主要为复垦后土地与周边地形地貌相协调，基本恢复土地原有使用功能，即复垦为裸岩石砾地，基本恢复土地的经济价值。

（2）生态效益

矿区土地利用类型为裸岩石砾地和其他草地，植被稀少，生态环境脆弱，矿山开采活动会对原地貌造成挖损、压占、塌陷。通过矿山地质环境保护治理和土地复垦工程，可对因采矿活动破损的山体和地形地貌景观进行恢复，使矿业活动对生态环境的影响降到最低。

（3）社会效益

矿山地质环境保护与恢复治理工程的实施，可有效降低矿山地质灾害对采矿活动可有效防止地质灾害的发生，保护矿山职工的生命财产安全，达到防灾减灾的目的。通过土地复垦工程的实施，可有效防止矿区环境恶化，改善矿区及周边生态环境，促进了矿区生态环境良性发展，对区域生态环境有着重大意义，同时能够为当地劳动力提供更多的就业机会，对区域社会安定团结和稳定发展也有着重要作用。

六、公众参与

（一）目的

土地复垦是一项庞大的系统工程，公众参与是其中一项重要的工作，是矿山与公众之间的一种双向交流，其目的是全面了解复垦范围内公众及相关团体对项目的认识态度，让公众对复垦项目实施过程中和实施后可能带来的问题提出意见和建议，保障项目在建设决策中的科学化、民主化，通过公众参与调查使复垦项目的规划、设计、施工和运行更加合理、完善，调动公众参与复垦的积极性和主动性，从而最大限度地发挥本土地复垦项目带来的社会效益、经济效益、环境效益。

（二）公众参与的原则

为使公众参与的工作能客观、公正地反映民众对该项目的认识和建议、意见，使公众参与的调查对象具有充分的代表性，本次调查工作采用了现场张贴公示、个人问卷调查和村委意见调查等形式进行，公开征集公众意见，参与调查的主要对象是土地复垦范围区内的村民。

现场张贴项目信息、公众参与情况见照片 8-1~8-3，公众参与调查内容详见表 8-2，现场公示内容见表 8-4。

照片 8-2 公众参与照片（若羌县）

表 8-4 方案编制公众参与调查样表

姓名		性别		年龄	
所属村庄		民族		调查日期	
文化程度	☐ 小学 ☐ 初中 ☐ 中专 ☐ 大学 ☐ 硕士以上				
职业	☐ 农民 ☐ 工人 ☐ 职员 ☐ 干部 ☐ 教师 ☐ 学生 ☐ 科技人员				
1.目前您认为项目区环境质量如何？（请在您认为合适的选项后打√） ☐环境质量良好 ☐环境质量较好 ☐环境质量一般 ☐环境质量较差 2. 矿山开采后，您认为该区域存在的主要环境问题：（多选） ☐地质灾害 ☐水污染 ☐土地污染 ☐生态破坏 ☐无环境问题 3. 您是否了解该项目土地复垦的相关政策及有关复垦措施： ☐了解 ☐了解一些 ☐不了解 4.矿山开采运营期间，您觉得下列哪些问题对您的生活有影响：（多选） ☐土地损毁 ☐施工扬尘 ☐施工废水 ☐施工期间的安全问题 ☐施工车辆造成现有道路拥挤 ☐增加工作机会 ☐其它 5.您对该项目的态度是： ☐非常支持 ☐比较支持 ☐支持 ☐不支持 6.对于采矿带来的土地资源减少，您希望采取以下哪种措施予以缓解： ☐复垦为原地类 ☐企业赔偿 ☐政府补偿 ☐其它 7.矿山的建设及开发是否对区域生态环境造成影响： ☐有影响，影响较大 ☐有影响，影响较小 ☐无影响 8. 您对该项目土地复垦持何种态度？ ☐坚决支持 ☐有条件赞成 ☐无所谓 ☐反对 9. 您认为何种复垦方式可行？ ☐损毁土地由损毁单位租用，复垦达标后返还原土地所有人 ☐损毁单位出资，聘请专业复垦公司复垦，出资单位和土地部门共同验收 ☐以上 2 种方式，根据实际情况均可以接受。 10.您对治理及复垦时间的要求为： ☐边开采边治理 ☐先开采后治理 ☐无所谓 11. 您对该项目土地复垦有何建议和要求：					

填表日期：

图 8-3 方案编制公众参与调查样表

（三）复垦项目实施前的公众参与

方案编制前的公众参与采取问卷调查的方式，本次调查共向公众发放公众参与调查表 20 份，收回有效问卷 20 份，回收率 100%，调查结果见表 8-5。村委会意见函 1 份（村委会意见函见附件 8，公众参与调查表见附件 9）。问卷调查对象为受本项目开发影响的周边村民和相关人员为主，包括建设单位、项目区村民、村集体（若羌县铁干里克镇托格拉克勒克村民委员会），收集相关资料的同时初步了解公众对复垦项目的要求、意见。

表 8-5 公众参与调查结果表

性别	男	14	年龄	30 岁以下	0	文化程度	大学及以上	0
	女	6		30-40	2		中专	2
				40-50	3		初中	5
				50 岁以上	15		小学	13
1.目前您认为项目区环境质量如何？				环境质量良好		8	40%	
				环境质量较好		2	10%	
				环境质量一般		9	45%	
				环境质量较差		1	5%	
2.矿山开采后，您认为该区域存在的主要环境问题：				地质灾害		4	20%	
				水污染		0	0%	
				土地污染		7	35%	
				生态破坏		11	55%	
				无环境问题		7	35%	
3.您是否了解该项目土地复垦的相关政策及有关复垦措施				了解		18	90%	
				了解一些		2	10%	
				不了解		0	0%	
4.矿山开采运营期间，您觉得下列哪些问题对您的生活有影响				土地损毁		5	25%	
				施工扬尘		11	55%	
				施工废水		3	15%	
				施工期间的安全问题		4	20%	
				增加工作机会		8	40%	
				施工车辆造成现有道路拥挤		7	35%	
5.您对该项目的态度是				非常支持		19	95%	
				比较支持		1	5%	
				支持		0	0%	
				不支持		0	0%	
6.对于采矿带来的土地资源减少，您希望采取以下哪种措施予以缓解				复垦为原地类		9	45%	
				企业赔偿		11	55%	
				政府补贴		0	0%	
7.您认为何种复垦方式可行				损毁土地由损毁单位租用，复垦达标后返还原土地所有人		7	35%	
				损毁单位出资，聘请专业复垦		6	30%	

8.您对治理及复垦时间的要求为	公司复垦，出资单位和土地部门共同验收		
	以上 2 种方式，根据实际情况均可以接受。	7	35%
	边开采边治理	12	60%
	先开采后治理	6	30%
	无所谓	2	10%

从公众调查表上看，绝大部分的被调查者对于本项目和土地复垦的相关政策表示知道或者了解，对项目的建设表示支持。但认为采矿活动对周边区域的生态环境有一定的影响，认为的主要生态环境问题为生态破坏和土地污染；对于采矿带来的土地资源减少，认为应该采取复垦为原地类（其他草地和裸岩石砾地）或企业赔偿的方式来予以缓解，对复垦时间认为应该边开采边治理，总体对本方案划定的方案实施范围表示认可，方案实施方向合理，方案实施措施可行，本项目的开发认同度较高，支持本矿山实施矿山地质环境保护与土地复垦工程。

（四）方案编制中公众参与

1、土地复垦方案公示内容及形式

本方案送审稿完成之后，在报送自然资源主管部门评审之前，由新疆腾晟矿业有限公司将本方案在若羌县铁干里克镇进行了公示。方案向公众公示的内容包括：复垦责任范围、复垦方向、复垦措施以及联系方式。具体信息详见图 8-3。

2、土地复垦方案公示结果

通过矿山地质环境保护与土地复垦方案现场公示，主要取得了两方面的成效。一是通过本次公示，公众对于矿山损毁土地的复垦工作所确定的复垦方向、复垦措施有所了解，对于加强对公众的土地复垦宣传工作具有一定的积极意义；二是通过本次公示，土地复垦义务人及本方案编制单位未收集到反对意见，表明本方案确定的复垦责任范围、复垦方向、复垦措施、复垦时间等较为合理，能够达到预期复垦效果，并具有较强的可操作性。

（五）复垦项目实施过程中公众参与计划

土地复垦工作涉及面广，任务艰巨，在实施过程中需要社会各界和广大市民积极参与，充分调动和发挥公众参与的积极性，拓展公众参与渠道，营造有利于土地的舆论和社会氛围。促进当地和谐社会的建立。在复垦方案实施过程中，主要通过以下几种方式，让社会各界人士、相关部门参与到土地复垦工作中：

1、建立复垦的进度、资金使用公示制度

通过网站，设立土地复垦专栏，介绍土地复垦的进展、资金使用、新技术应用等

情况。

同时通过网站的互动平台，搜集群众的意见和建议，及时处理复垦工程实施过程中可能遇到的问题。

定期向公众发布复垦项目公告，公示项目的基本情况、土地复垦工作的主要内容及公众提出意见的方式等。公告主要粘贴在项目区敏感点的人流集中处和施工现场。

2、建立工程咨询制度

土地复垦工作内容复杂，政策性强。定期开展土地复垦工作会议，组织当地相关行业的主管部门以及技术人员，讨论复垦工作所遇到的政策性和技术性问题。

3、参与实施制度

复垦工作中的一部分工作岗位面向社会，让群众参与到具体的土地复垦事务中，保证复垦工作的顺利开展。

4、参与验收制度

土地复垦质量的高低，最终的用户应当是当地的群众。因此在土地复垦验收时，应当邀请群众代表参与验收。

5、建立公众服务办公室

土地复垦工作内容复杂，涉及面广，建立专门办公室，对外协调，听取群众意见。

（六）验收阶段的公众参与

在土地复垦验收过程中，要按照公平、公正和公开的原则，由负责组织验收的自然资源主管部门组织成立验收专家组，并邀请项目开发建设影响区域的农牧民代表，对土地复垦方案实施过程中的资金使用、复垦措施、工程设计、复垦效果进行检查，对本项目土地复垦进行综合评判，形成初步验收结果。负责组织验收的自然资源主管部门将初步验收结果在项目所在地公告，吸取相关权利人及有关公众的意见。对土地权利人及有关公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。

（七）项目后期公众参与计划

土地复垦工程时间长，情况复杂，每一阶段项目完成后，要对复垦的工作进行总结，对复垦后的土地情况要进行跟踪调查，发现问题，总结经验，指导后续工作的开展。后期公共参与的形式主要有：

1、建立跟踪调查制度

对复垦后的每一块土地，建立信息卡，搜集复垦后土地的质量变化情况，村民在

使用过程中所遇到的问题。

2、加强宣传，增强复垦意识

通过样本工程，优质工程向公众介绍土地复垦的相关知识，要深入开展土地基本国情和国策教育，加强土地复垦法规和政策宣传，增强公众参与和监督意识。

第九章 结论与建议

一、结论

1、新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿拟申请采矿权范围面积为****km²，先露天开采后转地下开采，可采储量为****万吨。设计生产规模**万吨/年，矿山基建期**a，露采第**年开始地下开采基建，地采基建期**a，开采服务年限**a，总服务年限为**a。本《方案》以《新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿产资源开发利用方案》确定的矿山服务年限 16 年为基础，考虑治理（复垦）期 1 年，管护期 3 年，确定本方案服务期为 20 年（2025 年 6 月~2045 年 5 月）。本方案适用期年限为 5 年（2025 年 6 月 1 日至 2030 年 5 月 31 日）。

2、方案评估区面积为****km²（*****hm²），矿山建设规模为中型矿山，评估区重要程度为较重要区，矿山地质环境条件复杂程度为中等。确定该矿山地质环境影响评估级别为二级，地质灾害危险性评估级别为一级。

3、现状条件下，评估区内有小型崩塌、滑坡地质灾害点，未发现采空塌陷、地裂缝、泥石流等地质灾害，地质灾害危险性小，地质灾害影响较轻；矿区还未进行矿业活动，评估区含水层的影响和破坏较轻；矿山现有部分矿山公路对地形地貌景观破坏较严重；对水土环境污染较轻。

4、预测采矿活动引发或遭受的地质灾害类型为崩塌、不稳定斜坡、地面塌陷等地质灾害，危险性中等~大，对矿山地质环境影响程度较严重~严重；对含水层的影响和破坏较轻；I区露天采场、II区北露天采场、排土场、尾矿库对地形地貌景观破坏严重，其他小露天采场、表土堆场、工业场地、矿区道路对地形地貌景观破坏较严重；对水土环境污染较轻。

5、根据矿山地质环境影响现状和预测评估结果，近期评估区划分为 3 个矿山地质环境影响较严重区和 22 个矿山地质环境影响较严重区和 17 个矿山地质环境影响较轻区。严重区为I区露天采场、排土场、尾矿库对地形地貌破坏和不稳定斜坡地质灾害，次重点治理对象为崩塌、滑坡地质灾害点和矿山道路、工业场地对地形地貌破坏。中远期评估区划分为 4 个矿山地质环境影响严重区、32 个矿山地质环境影响严重区和 6 个矿山地质环境影响较轻区。

6、本期方案为新建矿山，矿山在生产建设过程中拟损毁土地面积 120.5103hm²，

拟损毁地类为裸岩石砾地、其他草地、农村道路、工业用地和采矿用地。本项目复垦区面积 120.5103hm²，复垦责任范围为 120.5103hm²。

7、本方案共部署矿山地质环境预防保护：地质灾害警示牌 138 个、铁丝围栏 11628m，截排水沟 11226m，治理工程 3 项、地形地貌景观修复与生态恢复工程 5 项、矿山地质环境监测工程 18 项；土地复垦单元 16 个，土地损毁监测 21 个点 420 次，其他草地复垦效果监测 47 个点 141 次，管护期 3 年，裸岩石砾地复垦效果监测为人工定期巡查（2 次/年）；水环境监测 2 个点 80 次，水污染监测 4 个点 102 次，土壤环境监测 6 个点 240 次。

8、根据矿山地质环境保护与土地复垦的目标，本矿山地质环境保护治理部署工程有警示牌、铁丝围栏、截排水沟、危岩治理、坡脚墙、挂网喷浆、地面塌陷回填、矿井封堵与回填、建筑物拆除、排土场清运、高陡边坡在线监测系统、边坡监测、地质灾害人工巡视、地面塌陷监测、视频监控、含水层监测、冻融监测、季节性沟谷水流量监测、地形地貌监测、水土环境污染监测；土地复垦部署工程有硐口回填、井口封堵、砌体拆除清运、土地平整、回填工程、覆土工程、覆膜工程、草地种植与抚育、监测与管护工程（包括土地损毁监测、复垦效果监测和管护）。

9、新疆腾晟矿业有限公司新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿地质环境恢复治理与土地复垦工程动态总费用合计 9166.82 万元，其中矿山地质环境保护与恢复治理工程总投资为 3745.72 万元，土地复垦动态总投资 5421.09 万元，静态投资费用 4229.16 万元，土地复垦单位面积静态投资为 23395.86 元/亩，单位面积动态投资为 29989.64 元/亩。由于该矿山生产服务年限较长，因此土地复垦资金采用分批次缴存的方式。

10、企业应在矿山使用期第一年构建全面系统的矿山地质环境及土地损毁的监测网络，开展评估区地质背景数据的获取与监测，为后续评价提供对照数据。

二、建议

1、新疆若羌县库木萨依锂铌钽稀有金属（铁）矿矿山地质环境保护与土地复垦方案服务期内矿山地质环境问题较严重，损失较大，土地损毁程度为重度损毁。新疆腾晟矿业有限公司应严格按照本方案制定的目标、任务分期分批进行矿山地质环境保护与土地复垦；建立矿山地质环境保护与土地复垦年度考核制度。按照国家和自治区要求，努力创建绿色矿山，使矿业经济科学、和谐、可持续发展。

2、改进开采方法，优化生产工艺，尽可能地降低矿山开采对矿区环境的破坏，根本上减轻崩塌、滑坡、泥石流灾害、地形地貌景观破坏和水土环境污染。

3、本方案不代替相关工程勘察、治理设计。

4、矿山企业扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，应当重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。根据《土地复垦条例实施办法》等相关规定《方案》每5年修编一次。