

四川青大能源有限公司
四川省金川县热达门锂辉石矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

四川青大能源有限公司
2023 年 11 月

四川青大能源有限公司
四川省金川县热达门锂辉石矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：四川青大能源有限公司

法人代表：杨志斌

编制单位：北京得力合科技集团有限公司

法人代表：史正文

总工程师：程若坤

项目负责人：韩海龙

编写人员：韩海龙 陈 琳 郑 林 韩朝辉

杜雪梅 孟文洁

制图人员：孟文洁 齐文凯

目 录

前 言.....	1
一、任务的由来.....	1
二、编制目的.....	1
三、编制依据.....	1
四、方案适用年限.....	4
五、编制工作概况.....	5
第一章 矿山基本情况.....	11
一、矿山简介.....	11
二、矿区范围及拐点坐标.....	13
三、矿山开发利用方案概述.....	14
四、矿山开采历史及现状.....	49
五、绿色矿山建设.....	51
第二章 矿区基础信息.....	56
一、矿区自然地理.....	56
二、矿区地质环境背景.....	62
三、矿区社会经济概况.....	99
四、矿区土地利用现状.....	100
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	103
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	104
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	109
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	109
二、矿山地质环境影响评估.....	111
三、矿山土地损毁预测与评估.....	170
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	181
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	191
一、矿山地质环境治理可行性分析.....	191
二、矿区土地复垦可行性分析.....	194

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	210
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防措施.....	210
二、矿山地质环境治理.....	214
三、矿区土地复垦.....	223
四、含水层破坏修复.....	244
五、水土环境污染防治.....	244
六、矿山地质环境监测.....	245
七、矿区土地复垦监测和管护.....	255
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....	260
一、总体工作部署.....	260
二、阶段实施计划.....	262
三、近期年度工作安排.....	266
第七章 经费估算与进度安排.....	273
一、经费估算依据.....	273
二、矿山地质环境治理工程经费估算.....	282
三、土地复垦工程经费估算.....	297
四、总费用汇总与年度安排.....	307
第八章 保障措施与效益分析.....	311
一、组织保障.....	311
二、技术保障.....	312
三、资金保障.....	312
四、监管保障.....	317
五、效益分析.....	318
六、公众参与.....	320
七、地质灾害应急预案保障措施.....	324
第九章 结论与建议.....	326
一、结论.....	326
二、建议.....	328

前 言

一、任务的由来

四川省金川县热达门锂辉石矿（以下简称为：热达门锂矿）属于四川青大能源有限公司，矿区位于金川县城***°方向，直距约**km 处，行政区划属四川省阿坝州金川县观音桥镇松都村所辖，地理坐标（2000 国家大地坐标系）范围：***°**'***"~***°**'***"E，***°**'***"~***°**'***"N，中心坐标：***°**'***"E，***°**'***"N，地处川西北高原，阿坝藏族羌族自治州西南部，大渡河上游。现探矿权证于 2022 年 8 月 23 日由自然资源部颁发，证号为 T*****，有效期限：5 年（2022 年 8 月 23 日~2027 年 8 月 23 日）。公司为加快服务国家新能源国家战略，保障国家重要资源供应链，积极推进热达门锂辉石矿开发建设，支持地方经济发展，现拟新申请采矿权。

本项目为新设采矿权项目，根据《矿山地质环境保护规定》、《土地复垦条例》、《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）的要求：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。

为了减少矿山建设及生产活动造成的矿山地质环境问题及地质灾害，并改善矿山地质环境和生态环境，促进矿山地质环境问题治理工作的规范化，提高土地生产力，实现地区经济可持续发展，按照中华人民共和国国务院令第 592 号《土地复垦条例》、原国土资源部令第 44 号《矿山地质环境保护规定》的有关规定及原国土资源部办公厅“关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知”要求，委托北京得力合科技集团有限公司编制《四川青大能源有限公司四川省金川县热达门锂辉石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，以下简称《方案》。

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016 年 12 月）第 5.1 款要求：本方案是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

编制本方案目的是为矿业开发、地质环境保护与生态恢复治理、土地复垦提供重要科学依据，有效治理矿山开采引发和加剧的地质灾害，水污染、水资源破坏，土地资源占用和破坏等环境问题，保证土地复垦义务落实，合理用地、保护耕地，防止水土流失、恢复生态环境及保护生物多样性，以期实现矿产资源的合理开发利用及矿山地质环境的有效保护，为矿业经济和社会经济的可持续发展服务，为矿山申办相关手续提供依据，是政府监督管理的依据。

根据“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业”的原则，编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，主要编制目的：

（1）有效遏制矿区地表植被破坏和水土环境污染，减少和避免矿区地质灾害的发生以及对含水层的破坏，保护和改善矿区地质环境，使矿山企业的生产环境和矿区及其周边人民的生活环境得到明显改善；

（2）明确矿山地质环境保护与土地复垦的目标、任务、措施、实施步骤和投资费用等内容，切实将矿山地质环境保护与土地复垦各项工作落到实处，为矿山复垦的实施管理、监督检查及费用征收提供依据，使被破坏土地恢复利用，并尽可能达到最佳综合效益的状态，实现土地的可持续利用；

（3）通过本方案的实施，合理用地，保护耕地，减少土地资源损毁，提高矿产资源开发利用效率，实现矿产资源开发与矿山地质环境保护协调发展，达到发展磷矿生产与耕地保护、规范土地复垦和改善矿区环境相协调，矿区磷资源开发利用与矿区工农业生产和社会经济综合发展相协调的目的；

（4）通过本方案的编制，为自然资源主管部门颁发采矿许可证、矿业权人转让、变更、延续矿权，实施保证金制度，监督、管理矿山企业矿山地质环境保护与土地复垦实施情况提供科学依据；

（5）通过本方案的编制，为矿山企业在绿色矿山建设时提供矿区生态环境保护技术依据，在绿色矿山建设时，应按照本方案进行环境治理和土地复垦。矿山地质环境治理程度和土地复垦率应达到本方案的要求。

三、编制依据

（一）法律、法规

- 1、《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日实施）；
- 2、《土地复垦条例实施办法》（2012 年 12 月 27 日国土资源部第 56 号令公布，根据 2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》修正）；
- 3、《中华人民共和国水土保持法》（主席令第 39 号，2011 年 3 月 1 日实施）；
- 4、《土地复垦条例》（国务院令第 592 号，2011 年 2 月 22 日）；
- 5、《中华人民共和国循环经济促进法》（2008 年 8 月）；
- 6、《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》（主席令第 31 号，2016 年 11 月 7 日修订版）；
- 7、《中华人民共和国土地管理法》（国家主席第 28 号令，2004 年 8 月 28 日实施）；
- 8、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（中华人民共和国国务院令第 743 号，2021 年 9 月 1 日实施）；
- 9、《中华人民共和国矿产资源法》（2009 年 8 月修订版）；
- 10、《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号）；
- 11、《矿山地质环境保护规定》（2009 年 2 月通过，国土资源部令第 44 号，根据 2015 年 5 月 6 日国土资源部第 2 次部务会议《国土资源部关于修改〈地质灾害危险性评估单位资质管理办法〉等 5 部规章的决定》修正）；
- 12、《基本农田保护条例》（2017 年修订）。

（二）矿山地质环境保护与土地复垦政策性文件

- 1、《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号）；
- 2、《国务院办公厅转发国土资源部建设部关于加强地质灾害防治工作意见的通知》（国办发〔2001〕35 号，2001 年 5 月 12 日）；

- 3、《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》（国土资发〔2006〕225号）；
- 4、《关于加强和改进土地开发整理工作的通知》（国土资发〔2005〕29号）；
- 5、《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）；
- 6、《国务院关于促进集约节约用地的通知》（国土资发〔2008〕3号）；
- 7、《自然资源部关于推进矿产资源管理改革若干事项的意见（试行）》（自然资规〔2019〕7号）；
- 8、《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）；
- 9、《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）；
- 10、《自然资源部农业农村部关于加强和改进永久基本农田保护工作的通知》（自然资规〔2019〕1号）；
- 11、《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号）；
- 12、《地质环境监测管理办法》（2014年4月29日原国土资源部第59号令公布根据2019年7月16日自然资源部第2次部务会议《自然资源部关于第一批废止和修改的部门规章的决定》修正）。

（三）标准规范

- 1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016年12月）；
- 2、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；
- 3、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）；
- 4、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- 5、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；
- 6、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- 7、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- 8、《污水综合排放标准》（GB8978-2017）；
- 9、《地表水环境质量标准》（HJ 91.2—2022）；

- 10、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 11、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；
- 12、《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）；
- 13、《土地基本术语》（GB/T19231-2003）；
- 14、《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）；
- 15、《人工草地建设技术规程》NY/T 1342-2007；
- 16、《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）；
- 17、《有色金属采矿设计规范（试行）》（YSJ019-1992）；
- 18、《选矿厂尾矿设施设计规范》（）ZBJ1-90）；
- 19、《有色金属行业绿色矿山建设规范》DZ/T 0320-2018；
- 20、《第三次全国土地调查技术规程》（TD/T 1014-2017）；
- 21、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；
- 22、《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）；
- 23、《中国地震动参数区划图》（GB 18306-2015）；
- 24、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453-2008）；
- 25、《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB 12719-1991）；
- 26、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- 27、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；
- 28、《地下水监测规范》（SL/T 183-2005）；
- 29、《区域地质图图例》（GB/T 958-2015）；
- 30、《综合工程地质图图例及色标》（GB/T 12328-1990）；
- 31、《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538-1993）；
- 32、《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0320-2018）。

（四）地方政策法规

- 1、《四川省环境保护条例》（2017年2月27日发布）；
- 2、《四川省环境保护条例》（2018修正）；
- 3、《四川省矿产资源管理条例》（1997年10月17日会议通过）；
- 4、《四川省水资源综合规划》（川水〔2002〕24号，2014年）；

5、《四川省国民经济和社会发展第十四个五年规划和二〇三五年远景目标纲要》（2021 年）；

6、《四川省国土空间规划（2020-2035 年）》（2021 年）；

7、《四川省财政厅四川省环境保护厅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有关事项的通知》（川财规〔2018〕8 号，2018 年 11 月 26 日）；

8、《四川省林业和草原局关于印发恢复植被和林业生产条件、树木补种标准的通知》（川林规发〔2021〕6 号，2021 年 1 月 29 日）。

（五）技术文件与资料

1、《四川省金川县热达门锂矿开发利用方案》（2023 年 10 月）；

2、《四川省金川县热达门锂矿勘探报告》（2021 年 2 月）；

3、《四川省金川县热达门锂辉石矿****t/d 采选工程可行性研究报告》，2020 年 9 月；

4、《四川省金川县热达门锂矿勘探报告储量核实报告》2021 年 1 月；

5、项目区第三次土地调查数据库（2021 年变更数据）；

6、《金川县统计年鉴》（2019 年～2021 年）。

四、方案适用年限

（一）方案服务年限

热达门锂矿为新建矿山，现状未进行建设。根据《四川青大能源有限公司四川省金川县热达门锂辉石矿矿产资源开发利用方案》，设计生产规模为**万 t/a，服务年限为 16a（含基建期 2a）。

考虑矿山地质环境保护治理工程与土地复垦工程施工期（1a）与监测管护期（4a），本方案服务年限定为 21 年，即 2023 年-2043 年。

（二）方案适用年限

根据《矿山地质环境保护规定》的有关要求，本方案适用年限为 5 年（2023 年～2027 年），5 年以后根据需要进行修编。由于热达门锂矿仍未建设，矿山开

始建设时若存在变更开采规模、变更矿区范围或者开采方式等情况，此时矿山应根据实际情况重新编制方案，并报有关主管部门备案。

（三）方案基准期

根据《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）规定，方案的基准期为自本方案通过自然资源部批准之日开始算起。

五、编制工作概况

（一）技术路线

本次方案编制按照中华人民共和国自然资源部发布的《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》、《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》、《土地复垦方案编制规程第4部分：金属矿》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、现状地质灾害和地质环境的类型、分布规模、稳定程度、活动特点因素，实地测量施工区损毁土地面积，确定土地损毁地类、损毁方式、损毁程度，综合分析，对矿山进行地质环境影响评价、地质环境保护与恢复治理分区、土地复垦适宜性评价，并制定相应的地质环境保护与恢复治理和土地复垦措施、建议，方案编制的工作程序见图0-1。

图 0-1 工作程序框图

（二）工作方法

根据国务院令 394 号《地质灾害防治条例》的有关规定以及《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》（TD/T1031.1-2011）和《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016 年 12 月）中确定的矿山地质环境保护与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，进行矿山地质环境和土地资源等现状调查，根据调查结果，确定矿山地质环境评估范围和复垦区，然后进行矿山地质环境影响评估和土地复垦适宜性评价工作，在上述基础上，最终确定矿山地质环境保护与土地复垦分区，制定矿山地质环境治理与土地复垦工程措施和工作部署，提出防治工程、地质环境监测及土地复垦监测方案，并进行经费估算与效益分析。

根据建设工程的特点，本次评估工作主要采用收集资料、现场调查及室内综合分析评估的工作方法。

1、资料收集阶段

（1）收集矿山企业名称、位置、面积、相邻矿山的分布与概况；矿山企业性质、隶属关系、矿山建设规模及工程布局；矿山设计生产能力、实际生产能力、设计生产服务年限；矿产资源储量、矿床类型与赋存特征；矿山开采历史与现状；矿山开拓、采区和开采阶段布置、开采方式、开采顺序、固体与液体废弃物的排

放与处置情况；矿区社会经济概况、基础设施分布等矿山基本概况资料及其周边矿山以往的治理及复垦资料；

（2）收集矿山地形地貌、气象、水文、土壤与植被等矿山自然地理资料；

（3）收集矿山地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、环境地质、不良地质现象、人类工程活动等地质环境条件资料；

（4）收集矿山开发利用方案、资源储量核实报告、土地利用现状图、土地利用总体规划图、永久基本农田数据库及其他相关图件资料等。

2、现场调查

野外调查采用路线穿插，地质环境点采用重点追索的调查方法进行。做到了逢人必问、遇沟必看，访问调查与实际调查相结合。野外采用 1:5000 地形图作野外手图，调查点采用 GPS 和地形地物校核定位，对可能因采矿活动而受影响的范围进行重点调查，并对灾点和重要地质现象进行详细记录和拍照，保证了调查的质量。

（1）搜集区内已有的地质勘探、储量核实、可研和开发利用方案、土地现状及规划等资料；

（2）确定调查范围：调查范围在评估影响范围基础上再外扩 500m，若遇泥石流沟，则扩大调查范围至 1000~2000m；

（3）野外调查内容：主要对区内交通、矿山建设情况、居民饮用水井、村庄、植被覆盖率、地形地貌、现状下地质环境条件、损毁土地现状、公众参与等进行了调查，基本查明了评估区内的地质环境问题和土地损毁现状。

3、室内资料整理及综合分析

（1）在资料收集和现场调查的基础上进行分析，确定矿山地质环境评估范围和评估级别以及土地复垦区和复垦责任范围；

（2）进行矿山地质环境影响评估（包括现状评估、预测评估）和土地复垦适宜性评价（包括土地利用现状分析、土地损毁分析与预测）；

（3）根据矿山地质环境问题类型、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恢复治理分区；同时根据土地损毁类型、损毁程度，并结合土地利用空间规划、公众参与意见及土地复垦适宜性评价结果，确定土地复垦单元；

(4) 根据矿山地质环境保护与恢复治理分区及土地复垦单元，提出矿山地质环境治理与土地复垦措施，并进行相关工程设计及投资估算，同时对矿山地质环境治理与土地复垦计划进行实施安排，给出相应的保障措施，完成矿山地质环境保护与土地复垦方案编制及图件绘制。

(三) 项目人员及设备配置

项目组主要人员及分工见表 0-1，配备设备仪器一览表 0-2。

表 0-1 项目组主要人员及分工表

姓名	职称	职责分工	工作内容
***	水工环地质工程师	项目负责	项目全面管理、现场带队及协调工作，收集项目所需资料，部署工作，方案编写分工及方案初审。
***	地质矿产高级工程师	技术负责	负责项目技术和质量控制，负责方案审查和审定。
***	水工环地质工程师	调查、编制人员	现场调查、测量、取样等，负责地质环境保护和土地复垦部分编写。
***	地质勘查工程师	调查、编制人员	现场调查、测量、取样等，负责协助地质环境保护部分编写。
***	水工环地质工程师	调查、编制人员	现场调查、测量、取样等，负责协助地质环境保护部分编写。
***	土地工程工程师	测绘、编制人员	现场调查、测量、取样等，负责协助土地复垦部分编写。
***	助理工程师	测绘、编制人员	现场调查、测量、取样等，负责协助土地复垦部分编写。

表 0-2 配备设备仪器一览表

名称	单位	数量	用途
大疆 mavic2pro 无人机	架	1	野外航拍调查
车辆 (SUV)	辆	1	野外实地调查交通工具
手持 GPS	部	2	调查点定位
罗盘	部	1	定方位、量产状
照相机	部	2	拍摄调查区地质环境特征、记录调查过程等
钢卷尺	个	2	现场测量尺寸及深度
取水样瓶	个	14	取各类水样
铲子	把	1	挖剖面
调查记录本 (标签) 等	本	2	记录地质调查内容

(四) 完成工作量

本次以现场调查结合公众访问方式为主，野外调查采用 1: ***地形地质图

作为基础手图，对地质环境调查主要对矿区及周边面积约**km² 范围进行了调查，调查地形地貌点 89 处、水文地质点 5 处、土壤剖面点 6 处，访问当地居民 10 人，拍摄数码照片 150 张、视频短片 40 分钟、采取水样 2 个、土样 2 个。本次野外调查及所收集的资料能满足本次工作要求。本次调查完成的主要工作量见表 0-3。

表 0-3 完成主要工作量统计表

序号	项目		单位	数量	比例尺
1	资料收集	文字报告	份	10	
		图件	张	158	
2	地质环境调查	调查线路	km	22	
		调查面积	km ²	***	1: ****
		评估面积	km ²	***	1: ****
		访问人数	人	10	
		数码照片	张	150	
		视频短片	分钟	40	
		调查点	地形地貌	处	47
			水文地质	处	5
			拟建工业场地	处	28
			土壤剖面	处	6
		取样	地下水水样	个	1
			地表水水样	个	1
			土壤样本	个	2
3	提交成果	四川青大能源有限公司四川省金川县热达门锂辉石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案	份	1	
		四川青大能源有限公司四川省金川县热达门锂辉石矿矿山地质环境问题现状图	张	1	1: ****
		四川青大能源有限公司四川省金川县热达门锂辉石矿矿区土地利用现状图	张	1	1: ****
		四川青大能源有限公司四川省金川县热达门锂辉石矿矿山地质环境问题预测图	张	1	1: ****
		四川青大能源有限公司四川省金川县热达门锂辉石矿矿区土地损毁预测图	张	1	1: ****
		四川青大能源有限公司四川省金川县热达门锂辉石矿矿区土地复垦规划图	张	1	1: ****
		四川青大能源有限公司四川省金川县热达门锂辉石矿矿山地质环境工程部署图	张	1	1: ****

（五）完成工作评述

本《方案》编制工作严格按《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编制有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21 号）及其附件《矿山地质环境保护

与土地复垦方案编制指南》要求开展各项工作，认真执行《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）等相关规范，资料收集齐全，野外调查内容详实，资料分析研究深入，其工作程度达到了委托要求，编制和提交的成果满足合同和规范要求。

项目实施过程中，严格按 ISO9001 质量保证体系及我单位《质量、环境、职业健康安全管理体系手册》要求进行质量控制，并建立了单位、项目、作业组三级质量管理体系，严格开展了项目组内自检、项目互检和公司技术部门专项抽检的三级质量检查工作，自检率 100%、互检率 30%、专检 10%，质量体系运行情况良好。

综上所述，本《方案》编制工作方法正确、工作部署合理，符合相关技术规范要求，野外调查资料详实、全面、可靠，方案内容丰富、论述有据，附图清晰、美观、规范。通过质量管理体系运行，层层落实质量责任，基本查明了矿区地质环境现状及土地资源现状，制定了矿山地质环境恢复治理方案与土地复垦具体方案，为矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦提供了技术依据，达到了预期的工作目的。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

1、矿山名称：四川省金川县热达门锂辉石矿；

2、隶属关系：四川青大能源有限公司（其他有限责任公司）；

3、地理坐标：项目区位于金川县城***°方向，直距约**km处，行政区划属四川省阿坝州金川县观音桥镇松都村所辖，地理坐标：东经***°**'***"~***°**'***"，北纬***°**'***"~***°**'***"，中心坐标：东经***°**'***"，北纬***°**'***"，地处川西北高原，阿坝藏族羌族自治州西南部，大渡河上游；

4、矿区面积：*.***km²；

5、开采矿种：锂矿；

6、开采方式：地下开采，开采标高+****m~+****m；

7、生产能力：**万吨/年（暂未建设）；

8、设计年限：矿山设计的总服务年限为16年（含2年基建期）；

9、矿区交通：矿区位于金川县城***°方向，直距约**.*km处，行政区划属四川省阿坝州金川县观音桥镇、太阳河乡所辖，地处川西北高原，阿坝藏族羌族自治州西南部，大渡河上游；

矿区附近有乡村公路直穿全区，向北**km与国道G317相接，可通往马尔康，经汶川直达成都。金川县东邻小金，西靠壤塘，南与甘孜州丹巴县接壤，北同马尔康县毗连。距省会成都***km，离州府所在地马尔康**km，交通较为方便。（矿区交通位置见图1-1）。

图 1-1 矿区交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

根据开发利用方案、资源量估算范围及今后矿山建设计划，金川县热达门锂辉石矿申请划定矿区范围由 22 个拐点闭合圈定，面积共计*.****km²，开采深度+****m～+****m。其中麦地沟南矿段面积*.****km²，开采深度+****m～+****m，热达门矿段面积*.****km²，开采深度+****m～+****m。采矿权范围见图 1-2，采矿权范围拐点坐标见表 1-1。

图 1-2 拟申请采矿权范围与探矿权叠合图

表 1-1 拟申请矿权范围拐点坐标

矿段	拐点编号	坐标（2000 国家坐标系）		采高范围	面积
		X	Y		
麦地沟南段	申 1	***	***	+****m～+****m	*.****km²
	申 2	***	***		
	申 3	***	***		

	申 4	***	***		
	申 5	***	***		
	申 6	***	***		
	申 7	***	***		
	申 8	***	***		
	申 9	***	***		
热达门矿段	申 10	***	***	+****m~+****m	*.****km ²
	申 11	***	***		
	申 12	***	***		
	申 13	***	***		
	申 14	***	***		
	申 15	***	***		
	申 16	***	***		
	申 17	***	***		
	申 18	***	***		
	申 19	***	***		
	申 20	***	***		
	申 21	***	***		
	申 22	***	***		
合计				+****m~+****m	*.****km ²

三、矿山开发利用方案概述

（一）矿山资源储量简述

1、估算范围

根据四川省地质矿产勘查开发局化探队 2021 年 2 月编制的《四川省金川县热达门锂矿勘探报告》和 2021 年 5 月 24 日四川省自然资源厅关于《四川省金川县热达门锂辉石矿勘探报告》矿产资源储量评审备案的复函（川自然资储备字〔2021〕30 号），矿区范围内资源量估算的矿体为 7 条矿体，其中热达门矿段 5 条矿体，分别为 I -1、I -2、I -3、II、III 号矿体，麦地沟南矿段 2 条矿体，分别为Ⅷ、Ⅻ号矿体，资源量估算范围见图 1-3。

图 1-3 项目区资源量估算范围叠合图

2、储量估算

根据勘探报告及其评审意见，四川省金川县热达门锂矿经评审备案的资源量为：截止 2021 年 1 月 20 日，热达门矿区内保有锂辉石矿资源量：矿石量***.***万 t， Li_2O 平均品位 1.33%， Li_2O 氧化物量*****t。其中：探明资源量：矿石量***.***万 t， Li_2O 平均品位 1.21%， Li_2O 氧化物量*****t；控制资源量：矿石量***.***万 t， Li_2O 平均品位 1.34%， Li_2O 氧化物量*****t；推断资源量：矿石量***.***万 t， Li_2O 平均品位 1.36%， Li_2O 氧化物量*****t。热达门矿区分热达门矿段和麦地沟南矿段两个矿段，其中热达门矿段查明锂辉石矿资源量：矿石量***.***万 t， Li_2O 平均品位 1.33%， Li_2O 氧化物量*****t。麦地沟南矿段查明锂辉石矿资源量：矿石量**.*万 t， Li_2O 平均品位 1.18%， Li_2O 氧化物量*****t。

热达门矿区资源量估算见表 1-2。

表 1-2 热达门矿区资源量估算统计表

级别	资源量 (万 t)				氧化物量 (t)				平均品位 (%)			
	锂矿	铍矿	铌矿	钽矿	Li ₂ O	BeO	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Li ₂ O	BeO	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅
探明	***	***	***	***	***	***	***	***	1.21	0.044	0.008	0.003
控制	***	***	***	***	***	***	***	***	1.34	0.046	0.008	0.004
推断	***	***	***	***	***	***	***	***	1.36	0.044	0.008	0.004
小计	***	***	***	***	***	***	***	***	1.33	0.045	0.008	0.004

(二) 矿区开发总体规划

1、采矿范围

开采对象为拟申请划定矿区范围内已经查明的锂矿体。拟申请划定矿区范围由 22 个拐点闭合圈定，面积*.***km²，开采标高+***m~+***m。

矿区范围内共计圈定 7 条矿体，其中热达门矿段 5 条矿体，分别为 I -1、I -2、I -3、II、III 号矿体，麦地沟南矿段 2 条矿体，分别为 VIII、XII 号矿体。

设计拟划分 3 个采区进行开采，即热达门采区、麦地沟一采区、麦地沟二采区。热达门采区开采 I -1、I -2、I -3、II、III 号矿体，开采标高为+***m~+***m；麦地沟一采区开采 VIII 号矿体，开采标高为+***~***m；麦地沟二采区开采 XII 号矿体，开采标高为+***~***m。

2、开采资源量

开发利用方案设计采出矿石量（探明+控制+推断）***万 t（其中含铍资源量为***万 t），锂氧化物量****t、钽氧化物量***t、铌氧化物量***t、铍氧化物量****t；平均品位：Li₂O 为 1.16%、Ta₂O₅ 为 0.003%、Nb₂O₅ 为 0.007%、BeO 为 0.04%。设计开采综合损失率 10%，综合贫化率 12%。

(1) 设计可采资源量

设计可采资源量=设计利用资源量-采矿损失量

设计利用资源量：***万 t，其中含伴生铍设计利用资源量为***万 t。

采矿损失量：采矿综合损失率 10%。

采矿损失量=***×10%=**万 t。

设计可采资源量=***-**=***万 t，

其中含伴生铍可采资源量=***×（1-10%）=***万 t。

(2) 设计可采资源量

设计采出矿石量=设计可采资源量/(1-贫化率)

综合贫化率 12%。

设计采出矿石量=***/(1-12%)=***万 t;

其中含伴生铍设计采出矿石量为***/(1-12%)=***万 t。

开发利用方案设计利用资源量见表 1-3。

3、开采顺序

根据矿体赋存条件,按首采中段 3650m 中段将矿体分为上、下两部分开采,3650m 标高以上为上部开采、以下为下部开采。上部开采按中段自下而上开采,下部开采按中段自上而下开采。

4、首采区确定

主要依据是矿体的资源量分布情况。设计开采对象为矿区范围内已经查明的锂矿体,矿区范围由 22 个拐点闭合圈定,面积*.****km²,开采标高+****m~+****m。矿区范围内共计圈定 7 条矿体,其中热达门矿段 5 条矿体,分别为 I -1、I -2、I -3、II、III 号矿体,麦地沟南矿段 2 条矿体,分别为VIII、XII号矿体。热达门矿段 3650m 和 3700m 中段可采矿量最大,共计***.*万 t,这两个中段可满足三级矿量需求,且锂矿石入选品位为 1.179%,高于 1.16%的平均品位,故确定热达门矿段 3650m 中段作为首采中段。首采区典型剖面见图 1-4。

表 1-3 开发利用方案设计利用资源量表

开采矿段	资源量类型	锂、钽、铌矿石量 (万 t)	其中含铍矿石量 (万 t)	氧化物量 (t)				平均出矿品位 (%)			
				Li ₂ O	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	BeO	Li ₂ O	Ta ₂ O ₅	Nb ₂ O ₅	BeO
热达门	探明	***	***	***	***	***	***	1.07	0.003	0.006	0.039
	控制	***	***	***	***	***	***	1.18	0.003	0.007	0.041
	推断	***	***	***	***	***	***	1.19	0.003	0.007	0.039
	小计	***	***	***	***	***	***	1.16	0.003	0.007	0.040
麦地沟南	控制	***	***	***	***	***	***	0.95	0.005	0.009	0.000
	推断	***	***	***	***	***	***	1.08	0.003	0.007	0.035
	小计	***	***	***	***	***	***	1.03	0.004	0.008	0.021
合计	探明	***	***	***	***	***	***	1.07	0.003	0.006	0.039
	控制	***	***	***	***	***	***	1.18	0.003	0.007	0.041
	推断	***	***	***	***	***	***	1.19	0.003	0.007	0.039
	总计	***	***	***	***	***	***	1.16	0.003	0.007	0.040

图 1-4 首采区典型矿体剖面图

5、生产规模和服务年限

根据矿床的开采条件和保有资源量及矿山现状，经综合考虑，地下开采时规划的设

计生产规模为**万 t/a，服务年限为 16a（含基建期 2a）。

6、生产计划

矿山基建期 2a 后，3650m 中段开始生产，生产期第 1 年生产能力为**万 t/a，第 2 年生产能力为**万 t/a，第 3~12 年为稳产年，第 13、14 年为减产年。

开采进度计划详见表 1-4，开采年度接续计划图详见附件 18。

（三）矿山工程平面布局

热达门锂矿暂未进行建设，现状未建设任何设施。拟建地面设施主要包括：采矿工业场地、选矿工业场地、生活区、充填站、炸药库、表土堆放场、风机房和矿区道路等，拟占地面积共计**.*hm²。分述如下：

1、采矿工业场地

本次设计热达门矿段、麦地沟南矿段的开采方式为地下开采，采矿生产规模为 2000t/d。矿区地形切割强烈，为连绵起伏的山脉。为了方便职工生活及工作，在热达门矿段 3650m 中段平硐口设置采矿工业场地，避开地表岩石移动范围线布置，采矿工业场地设施包括采矿作业必需的辅助设施和采矿生活设施。

采矿工业场地东西长 132m，南北宽 80m，占地面积*.*hm²，采矿工业场地设有采矿值班室、采矿备品备件库、采矿综合仓库、空压机房及机修车间，采矿工业场平面布置详见图 1-5，拟建工业场地现状见照片 1-1。

图 1-5 拟建工业场地平面设计图

照片 1-1 拟建采矿工业场地现状

2、选矿工业场地

矿区设置选矿工业场地，根据现场地形、选矿工艺流程及运输条件，综合考虑选矿工业场地厂址问题，避开地表岩石移动范围线，选矿工业场地厂址选择在 3350m 运矿主平硐口处的山坡上，该区域地形坡度相对适中，交通运输方便，适合建厂。

表 1-4 热达门锂矿开采进度计划表

中段 (m)	采出矿量 (万 t)	基建期		生产期														合计及 平均品位
		2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
麦地沟	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
逐年出矿量	总矿量	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	其中铍矿量	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
逐年出矿 金属量	Li ₂ O (t)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	BeO (t)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	Ta ₂ O ₅ (t)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
	Nb ₂ O ₅ (t)	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***	***
逐年出矿 品位	Li ₃ O (%)	1.14	1.14	1.16	1.16	1.14	1.13	1.12	1.12	1.13	1.14	1.20	1.19	1.17	1.14	1.35	1.05	1.16
	BeO (%)	0.040	0.040	0.042	0.042	0.040	0.039	0.038	0.038	0.037	0.036	0.036	0.043	0.044	0.046	0.044	0.028	0.040
	Ta ₂ O ₆ (%)	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003	0.003	0.003	0.003	0.004	0.003
	Nb ₂ O ₆ (%)	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.005	0.008	0.007

选矿工业场东西长 237m，南北宽 310m，占地面积*.****hm²，采矿工业场设有机修车间、变电站、洗车车间、破碎车间、选矿车间、制砂车间、洗砂车间、筛分车间及矿石废石运输周转场地等。选矿工业场地（制砂站）平面布置详见图 1-6，拟建造矿工业场地现状见照片 1-2。

图 1-6 选矿工业场地平面设计图

照片 1-2 拟建造矿工业场地现状

3、生活区

为了方便工人上下班，将生活区布置在选矿工业场地西侧的山坡上，该区域地形较缓，视野较好，阳光充足，适宜职工工作和生活。东西长 114m，南北长 216m，占地面积*.****hm²，生活区设有办公楼、宿舍楼、浴室、食堂、活动中心、锅炉房等。见照片 1-3。

4、充填制备站

充填制备站由砂仓、水泥仓、搅拌槽等设施组成。充填料采用来自选矿厂的尾砂，根据井下采场充填料浆用量，按照不少于 2~3 天平均用量或一次最大充填量的原则，站内设 1000m³砂仓二座，160t 水泥仓一座。主要设备有高浓度搅拌槽（φ2000×2100）一个，充填站料浆制备能力 80m³/h，占地面积*.****hm²。见照片 1-4。

照片 1-3 拟建生活区现状

照片 1-4 拟建充填制备站现状

5、炸药库

矿山拟建 1 个炸药库，位置选择在采矿工业场地北侧山坳处，距离采矿工业场地约 800m，保证安全间距，占地面积*.**hm²。见照片 1-5。

6、风机房

矿山拟建 1 个风机房，位于热达门矿段东部，占地面积*.*.*.*hm²。详见照片 1-6。

照片 1-5 拟建炸药库现状

照片 1-6 拟建风机房现状

7、表土堆放场

矿山拟设置 1 个表土堆放场，位于生活区东侧 30m 处大草坪东部，地形平坦开阔，高程在 3225~3250m 之间，占地面积*.*.*.*hm²，可堆土量**.**万 m³，堆高 10m，分三级堆放，层高 5m，安全平台 5m，边坡角度 25°，用于后期植被恢复。见照片 1-7 和图 1-7。

照片 1-7 拟建表土存放场现状

图 1-7 表土存放场地形图

8、临时干堆场

拟设临时干堆场 1 处，位于采矿广场南 80m 处，主要用于存放基建时废石，通过皮带传输至充填站进行制砂充填，临时干堆场及皮带传送设施占地面积*.***hm²。见照片 1-8。

照片 1-8 拟建临时干堆场现状

9、高位水池

拟设高位水池 1 座，位于采矿广场东南 513m 处，断面结构为正方形，高 3.5m，蓄水量**m³，用于矿区选矿使用，高位水池占地面积*.****hm²。见照片 1-9。

照片 1-9 拟建高位水池现状

10、炸药库值班室

拟建炸药库值班室 1 处，采用一层砖混结构，与炸药库间隔 520m，满足安全距离，占地面积*.****hm²。见照片 1-10。

照片 1-10 拟建炸药库值班室现状

11、员工宿舍及化粪池（3400）

为了方便工人上下班，拟于采矿工业场地南东方向 50m 处拟建宿舍 1 处，化粪池 1 处，场地标高 3400m，占地面积共计*.***hm²。见照片 1-11。

照片 1-11 员工宿舍及化粪池（3400）

12、员工宿舍及化粪池（3650）

为了方便工人上下班，拟于 3650 平硐西侧 100m 处拟建宿舍 1 处，化粪池 1 处，场地标高 3650m，占地面积共计*.***hm²。见照片 1-12。

照片 1-12 员工宿舍及化粪池（3650）

13、生活水池

拟建生活水池 2 座，作为员工宿舍的配套设施，占地面积*.****hm²。见照片 1-13。

照片 1-13 拟建生活水池现状

14、矿区道路

拟建矿区道路主要包括运输道路和对外道路，主要采用砂石路面，长****m，路宽 6m，占地面积**.****hm²。见照片 1-14。

照片 1-14 拟建道路现状（局部）

15、中段平硐

矿区中段高度为 50m，热达门矿段划分****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m（1#）、****m（2#）共计 14 个中段。麦地沟南矿段划分****m、****m、****m、****m 共计 4 个中段。各中段均与地表相通，各中段之间采用斜坡道、溜井及回风天井连通，中段平硐占地面积共计*.****hm²。见照片 1-15-照片 1-25。

照片 1-15 拟建 3400m 平硐现状（热达门）

照片 1-16 拟建 3450m 平硐现状（热达门）

照片 1-17 拟建 3500m 平硐现状（热达门）

照片 1-18 拟建 3550m 平硐现状（热达门）

照片 1-19 拟建 3600m 平硐现状（热达门）

照片 1-20 拟建 3650m 平硐现状（热达门）

照片 1-21 拟建 3700m 平硐现状（热达门）

照片 1-22 拟建 3310m 平硐现状（麦地沟南）

照片 1-23 拟建 3360m 平硐现状（麦地沟南）

照片 1-24 拟建 3500m 平硐现状（麦地沟南）

照片 1-25 拟建 3550m 平硐现状（麦地沟南）

16、回风井

于麦地沟矿段布置回风井 1 处，高程为 3703m，同 3550 中段联通为回风系统，回风井占地面积 0.0100hm²。见照片 1-26。

照片 1-26 回风井

各工业场地占地面积统计见表 1-5，项目区平面布置见图 1-8。

表 1-5 各工业场地占地面积统计表

序号	场地名称		占地面积（hm²）	建设情况
1	热达门 矿段	采矿工业场地	***	拟建
2		选矿工业场地	***	拟建
3		生活区	***	拟建
4		充填制备站	***	拟建
5		炸药库	***	拟建
6		风机房	***	拟建
7		表土堆放场	***	拟建
8		临时干堆场（含配套设施）	***	拟建
9		高位水池	***	拟建
10		炸药库值班室	***	拟建
11		员工宿舍 1 及化粪池（3400）	***	拟建
12		员工宿舍 2 及化粪池（3650）	***	拟建
13		生活水池	***	拟建
14		矿区道路	***	拟建
15	中段平硐	****m	***	拟建
		****m	***	拟建
		****m	***	拟建
		****m	***	拟建
		****m	***	拟建
		****m	***	拟建

			****m	***	拟建
			****m	***	拟建
			****m	***	拟建
			****m	***	拟建
			****m	***	拟建
			****m（1#）	***	拟建
			****m（2#）	***	拟建
	麦地沟 南矿段	中段平硐	****m	***	拟建
			****m	***	拟建
			****m	***	拟建
			****m	***	拟建
16	回风井		***	拟建	
合计	/		***	/	

图 1-8 项目区平面布置图

（四）采矿方法

根据主要矿体的赋存特征和开采技术条件，设计采用浅孔留矿嗣后充填法，上向分层充填法，分段空场嗣后充填法和条带房柱嗣后充填法。

1、浅孔留矿嗣后充填法

矿块沿走向布置。采场长度 50m，宽为矿体厚度，高度为中段高度 50m，分层高度为 2.5m；采场不留顶、底柱，间柱宽 6m。采场底部采用平底出矿结构。

采用自下而上分层回采，在每一个分层中进行崩矿、通风、局部放矿、平场及松石处理等作业。分层高度 2~2.5m，回采工作面多为梯段布置。回采凿岩采用上向凿岩或水平凿岩方式。上间炮眼一般为前倾 75°~85°；水平炮眼一般上仰 5°~8°。打上向炮眼时，梯段形工作面的梯段长度一般为 10~15m；打水平炮眼时，梯段长度一般为 2~4m，梯段高度 1.2~2m。放矿分两步骤，即局部放矿和大量放矿。局部放矿一般放出每次崩落矿石的 30%左右，矿房内暂留矿石，使回采工作面保持 2~2.5m 空间。局部放矿以后，应立即检查矿房顶板和上、下盘，同时处理浮石，平整场地。当矿房回采至顶柱时，即进行大量放矿。大量放矿时要均匀放矿。

2、上向分层充填法

矿块沿走向布置。矿块长度 100~120m，中段高度一般为 50m，间柱为矿体水平宽度，顶柱 5m，不留底柱。

采用浅眼落矿设备凿岩，根据矿石的稳固程度可采用全分层一次落矿或分次落矿。分层高度一般为 1.8~3m。当矿岩稳固时，可采用二采一充的回采顺序，则分层高度可达 4~6m。上向凿岩时，一般采用 YSP-45 钻机，打水平炮孔用 YT-28 钻机，也可采用一挑一压型式。

根据采场面积大小采用 1~2m³铲运机运装，通过出矿进路、穿脉巷道将矿石运装至采场溜井贮存待运。凿岩爆破前，需对采场顶板进行严格的检查处理。当采场面积小，顶板稳固性好时，只作撬毛或者局部锚杆加固；当采场面积较大或者采场顶板脱层，局部冒落，稳固性差时，应用锚杆金属网或长锚索短锚杆联合加固顶板，以保证回采的安全。

3、分段空场嗣后充填法

采场沿走向布置，长度 50m，其中间柱为 6m，宽为矿体水平厚度，高度为中段高度 50m。采场不留顶柱，采用堑沟式出矿底部结构。

在分段凿岩巷中钻凿上向扇形中深孔，排距为 1.5~2m，钻孔直径Φ76mm，每次爆

破 2~3 排炮孔。采用装药器装药，爆破采用粒状铵油炸药，非电导爆系统起爆。

爆下的矿石采用 1m³ 铲运机运装，通过出矿进路、穿脉巷道将矿石运装至采场溜井贮存待运。铲运机在出矿过程中将矿堆中的大块集中堆放在采场工作面，由移动式液压碎石机进行破碎，再由铲运机运至矿石溜井。

5、条带房柱嗣后充填法

矿块沿走向布置。采场长度 50m，宽为矿体厚度，高度为分段高度 25m，采场留顶柱 5m，不留底柱，采场间矿柱宽 3m，采场内沿倾向每 13m 设一矿房，房间矿柱宽 1m。

采用自上而下设置矿房，分层回采，在每一个分层中进行崩矿、通风、局部放矿、平场及松石处理等作业。矿房宽度 13m，房间矿柱为 1m，用于对采空区的临时支护。回采凿岩采用上向凿岩或水平凿岩方式。上间炮眼一般为前倾 75°~85°；水平炮眼一般上仰 5°~8°，一次采全高，电耙先将崩落的矿石出到切割上山，再由纵向电耙运矿至溜井后出矿。

（五）开采方式

矿区地貌以深切割的高-极高山为主，海拔高程 2850~4600m 之间，谷峰高差达 1662m，区内地形陡峻，植被覆盖率达 70%。

圈定矿体均为锂矿体，矿体的规模不一，热达门矿段矿体走向长 74~1270m，倾向延深 40~565m，平均厚度 2.02m~5.35m；麦地沟南矿段矿体走向长 45~323m，倾向延深 45~187m，平均厚度 1.50m~2.45m。

热达门矿区地形复杂，区内矿石和围岩中等稳固，矿体薄且连续，大部分矿体倾角在 45°~80°左右，小部分矿体倾角小于 30°，走向长度最长达 1.2km，埋藏深度最深达 700m，适合采用地下开采方式。

（六）开拓、运输系统

1、开拓系统

矿区地表山势陡峭，悬崖叠嶂，相对高差 1662m，主要矿体地表出露。根据矿区山坡地形特征以及矿体赋存特征，设计热达门矿段采用主平硐+溜井+辅助斜坡道开拓方式，麦地沟南矿段采用平硐开拓方式。

（1）热达门矿段

主平硐布置在 3350m 标高，上部中段的矿石通过上部集中溜井溜放至****m 平硐，再使用坑内卡车经****m 平硐运输至下部集中溜井至****m 主平硐，通过****m 主平硐

运出地表，直接卸入主平硐口附近的选矿厂原矿堆场。****m 标高以下矿体回采时，各中段矿石通过坑内卡车经本中段运输平硐直接运至下部集中溜井至****m 主平硐，通过****m 主平硐运出地表，直接卸入主平硐口附近的选矿厂原矿堆场。中段高度为 50m，划分****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m、****m 共 14 个生产中段，各中段均与地表相通，各平硐口均通过道路相连通。矿山首采中段为****m 中段，基建****m、****m 和****m 三个中段，其中 3650m 中段与****m 中段为无轨集中运输水平，****m 中段为生产中段，****m 中段为回风中段。各开拓工程参数如下：

a. ****m 主平硐

****m 主平硐硐口位于 31 线附近，平硐巷道断面为 4.3m×3.5m，硐口标高为****m。平硐内每隔 300m 设置错车道，错车道长度为 15m，宽度为 7.4m。主要承担矿、废石运输和部分进风任务，兼作安全出口。

b. ****m 平硐

****m 平硐硐口位于 0 线附近，平硐巷道断面为 4.3m×3.5m，硐口标高为****m。主要承担人员、材料运输和部分进风任务，兼作安全出口。

c. ****m 平硐

****m 平硐硐口位于 16 线附近，平硐巷道断面为 3.8m×2.9m，硐口标高为****m。主要承担回风任务，兼作安全出口。

d. 回风井

回风井设置在 72 线附近，净直径Φ3.5m，井口标高****m，井底标高****m，井深 350m。主要承担回风任务，井筒内配置梯子间，兼作安全出口。

(2) 麦地沟南矿段

麦地沟南矿段采出矿石量仅**.**万 t，在生产期最后一年开采。规划麦地沟南段采用平硐开拓系统。

开采Ⅶ矿体时设置****m 中段、****m 中段。****m 中段为生产中段，****m 中段为回风中段，两中段直通地表。采出矿石由坑内卡车经****m 平硐运至地表临时堆场，最后由自卸卡车经地表道路运至选厂。

开采Ⅷ矿体时设置****m 中段、****m 中段。****m 中段为生产中段、****m 中段为回风中段，两个中段直通地表。采出矿石由坑内卡车经****m 平硐运至地表临时堆场，最后由自卸卡车经地表道路运至选厂。开拓系统平面投影见图 1-9，纵投影见图 1-10。

图 1-9 开拓系统平面投影图

图 1-10 开拓系统纵投影图

2、坑内运输系统

坑内采用无轨运输方式，****m 标高以上回采时：回采中段的矿石通过铲运机/地下卡车运输至上部集中溜井，由上部集中溜井下放至 3650m 无轨集中运输中段，通过汽车运输至下部集中溜井至****m 集中运输中段，再通过汽车运输至选矿厂。****m 标高以下回采时：回采中段的矿石通过电动铲运机运输至下部集中溜井下放至****m 集中运输中段，装汽车后，经****m 集中运输中段运输至选矿厂。

3、地面运输

外部运输外委当地运输公司完成，内部运输矿石采用汽车运输方式，尾矿采用管道输送方式，厂区内耗材运输采用汽车运输，自备常用生产生活辅助运输设备。矿区内、外部运输均采用汽车运输。

（七）供水及排水系统

1、供水系统

采用地表集中供水的供水方式，井下凿岩用水、喷雾洒水、除尘设备用水及冲刷岩帮等总生产用水量约为 600m³/d，由地表高位水池供水，水池标高 3680m，容积为 250m³，供水管路规格为φ108×4mm。

供水管路由 308m 主平硐进入井下，输送至各生产中段及消防装置设置位置。通过设在钻孔内的φ114×7 无缝钢管将坑内用水送到井下各用水点，在各中段设置减压阀，降低供水压力。

井下易燃地点应在供水管道上每隔 50~100m 安装 Dg65 的消防支管接头，以备消防用水。

2、排水系统

矿体位于当地侵蚀基准面之上，设计采用平硐开拓方式，各中段均与地表相连通，采场涌水可通过平硐内水沟自流排出。

设计采用充填法开采，充填泄水、泥沙从充填采场排出后，先排入分段巷道或中段平巷内的沉淀池，沿平巷每隔 60~120m 的合适位置设一个沉淀池，将较粗的泥沙沉淀，沉淀池内的泥沙通过人工进行清淤。

（八）充填系统

1、充填材料

充填材料为选矿厂提供的尾砂，胶凝材料选择标号为 425# 的普通硅酸盐水泥。

2、充填料浆需用量计算

日平均充填料浆量：

$$Q_d = Z \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot A_d / \gamma_k$$

式中： Q_d —日平均充填料浆量， m^3/d ；

A_d —矿山充填法日产量，2000t/d；

γ_k —矿石密度，2.74t/ m^3 ；

Z —采充比，取 $Z=1$ ；

K_1 —充填体沉缩率，取 1.1；

K_2 —流失系数，取 1.05；

通过计算， $Q_d=843m^3/d$ 。

3、充填料浆配比、浓度及充填强度

按照所选择的采矿方法对充填工艺的要求，浅孔留矿嗣后充填法和分段空场嗣后充填法的底部充填灰砂比 1:4、上部充填灰砂比 1:20；上向分层充填法分层下部灰砂比 1:20、上部浇面灰砂比 1:8。充填料浆浓度 70%。充填强度 2.514Mpa。

4、充填量

充填相关参数详见表 1-6。

表 1-6 充填相关参数表

序号	项目	单位	指标
1	料浆浓度	%	70
2	料浆配比：		
	底柱（占比 8.7%）		1:4
	分层上部（占比 3.99%）		1:8
	分层下部、嗣后充填（占比 87.31%）		1:20
3	矿石密度	t/ m^3	2.74
4	尾砂密度	t/ m^3	2.74
5	料浆容重：		
	底柱	t/ m^3	1.820
	分层上部	t/ m^3	1.811
	分层下部、嗣后充填	t/ m^3	1.805

序号	项目	单位	指标
6	日充填体积	m ³ /d	730
7	日充填料浆量	m ³ /d	843
8	年充填体积	m ³ /a	197080
9	年充填料浆量	m ³ /a	227628

5、充填设施、料浆制备及输送

(1) 充填设施

充填制备站布置在热达门矿段 3650m 平硐口附近的采矿工业场地内，由砂仓、水泥仓、搅拌桶等设施组成。充填料采用来自选矿厂的尾砂，根据井下采场充填料浆用量，按照不少于 2~3 天平均用量或一次最大充填量的原则，站内设 1000m³ 砂仓二座，160t 水泥仓一座。主要设备有高浓度搅拌桶(φ2000×2100)一个，充填站料浆制备能力 80m³/h。

(2) 充填料浆制备

来自选厂尾砂经立式砂仓脱水造浆制备成高浓度尾砂浆，放至搅拌桶。同时水泥仓内的水泥通过计量后也进入搅拌桶，与尾砂浆进行充分的搅拌混合后自流或经过泵送到井下进行空区充填。

(3) 料浆输送

a. 输送阻力

充填料浆在充填搅拌站制备后，****m 中段以上的采空区，通过泵送经坑内敷设的充填管路充填到采空区，****m 中段以下的采空区，通过充填钻孔自流下放到井下充填采空区。

①3650m 中段以上阻力

3650m 中段以上的阻力由充填管路阻力和充填料浆垂压两部分。

最大阻力为：

充填管路最大阻力=管路阻力损失×管路最大输送长度

$$=0.001\text{MPa/m}\times 1620\text{m}=1.62\text{Mpa}$$

充填料浆最大垂压=充填料浆容重×最大垂高

$$=1.820\text{t/m}^3\times 350\text{m}=63.7\text{kg/cm}^2=6.25\text{MPa}$$

则 3650m 中段以上的最大阻力为：7.87MPa。

②3650m 中段以下的阻力

3650m 中段以下的阻力只有充填管路阻力，通过计算 3650m 中段及以下中段的充

填倍线确定最大倍线的中段，按最大倍线中段计算最大阻力，最大充填倍线中段为 3600m 中段，其最大阻力为：

$$\begin{aligned}\text{充填管路最大阻力} &= \text{管路阻力损失} \times \text{管路最大输送长度} \\ &= 0.001 \text{MPa/m} \times 1680 \text{m} = 1.68 \text{MPa}\end{aligned}$$

通过上述计算，按最大阻力 7.87MPa 选择充填输送泵，可采用 TCBS80/12-110 型号加压泵。

a. 输送管路

输送管路包括充填钻孔、巷道和采场内敷设的充填管。充填钻孔设 2 条，均为垂直钻孔，钻孔直径 200mm。充填钻孔内选用耐高压双金属耐磨复合管，规格为 $\Phi_{\text{外}}=108\text{mm}$ ，壁厚 10mm；中段巷道内的充填管选用陶瓷内衬复合管，规格为 $\Phi_{\text{外}}=108\text{mm}$ ，壁厚 10mm；采场内敷设的充填管为矿用树脂管，规格为 $\Phi_{\text{外}}=108\text{mm}$ ，壁厚 10mm。

6、充填泄水、泥沙排放

充填泄水、泥沙从充填采场排出后，先排入中段平巷内的沉淀池，沿平巷每隔 60~120m 的合适位置设一个沉淀池，将较粗的泥沙沉淀，清水通过平硐内的水沟自流至平硐外，沉淀池内的泥沙通过人工进行清淤。

（九）废石制砂系统

由于采矿过程中会产出部分废石，堆放的话既对周边环境及安全产生一定的影响，随着生产的进行又会增加较大的废石堆场面积。考虑综合利用的原则，设计拟对采矿废石进行机制砂处理外售，以此消除废石堆放问题，并对企业增加一部分的经济效率。

采矿日产掘进废石 400t/d，参考一般制砂厂经验，采用二段二闭路破碎，系统处理能力为 50t/h，日工作 8.0h。具体流程如下：

1、粗碎

地表设机修车间，负责矿山所有采矿设备的维修任务。车间内设车床、铣床、磨床、刨床、摇臂钻床以及乙炔及氧气瓶、交流电焊机等维修设备。

2、中碎

中碎作业选用一台 PYZ-1200 圆锥破碎机，细碎产品经 A2#带式输送机运输至预先筛分作业。

3、预先筛分

预先筛分选用一台 YKR1536 圆振动筛（倾角 20°），筛孔尺寸为：a=30mm，筛上产品通过 A1#带式输送机返回中碎作业，筛下产品通过 A3#带式输送机进入制砂作业。

4、制砂

制砂选用一台 VS1400R 立轴冲击式破碎机（电机功率 N=160kW），制砂产品经 A4#带式输送机运输至室外堆场堆存。

（十）选矿设计

1、设计规模、工作制度及产品方案

本次开发利用方案选矿厂的建设规模和采矿供矿能力一致：处理量****t/d，年工作 270d，年处理量**万 t/a。设计最终产品为重介质锂精矿、浮选锂精矿、钽铌精矿、铍精矿及铁精矿。其中年产重介质锂精矿*.*万 t，Li₂O 品位 5.50%；年产浮选锂精矿*.*万 t，Li₂O 品位 5.50%；年产钽铌精矿**.*t，Nb₂O₅ 品位 26.67%，Ta₂O₅ 品位 8.57%；年产铍精矿****t，铍品位 4.50%；年产铁精矿**t，品位 60%。

2、工艺流程的确定

（1）破碎工艺流程

碎磨流程是选矿厂关键技术，不仅影响基建投资，而很大程度上决定了选矿厂生产的稳定性和生产成本。考虑到浮选选矿的粒度要求，根据“多碎少磨、节能降耗”的目的以及产品粒度的可控制性。

破碎采用三段一闭路破碎工艺流程，破碎最终产品粒度为-12mm。

（2）重介质选矿工艺流程

根据试验研究，矿石解离到-2~+0.5mm 进行重介质选矿效果最佳，设计采用棒磨到-2~+0.5mm 进入重介质选矿，重介质选矿产出合格锂精矿产品和重介质选矿尾矿；-0.5mm 产品进入重磁选作业。

（3）重选-磁选工艺流程

重选-磁选采用一段螺旋溜槽粗选-两段摇床重选-一段弱磁选-一段强磁选工艺流程，产出合格钽铌精矿。重选尾矿及强磁选尾矿进入磨矿、脱泥作业，弱磁选精矿（铁杂）可自然沉淀后外售。

（4）磨矿-浮选工艺流程

磨矿采用一段闭路工艺流程，旋流器溢流进行一段脱泥作业，细泥进入尾矿脱水作

业，沉砂进入浮选作业，磨矿细度-0.074mm 含量 75.00%。

锂浮选采用一粗一扫（选别云母）-一粗两扫三精（选别锂辉石）工艺流程，得到的浮选锂精矿进入精矿脱水作业，浮选云母进入尾矿脱水作业，浮选尾矿进入尾矿再磨再选作业。

（5）尾矿再磨再选工艺流程

尾矿再磨采用一段闭路工艺流程，磨矿细度-0.074mm 含量 70.00%。

尾矿再选采用一粗一扫三精工艺流程，得到的铍精矿进入铍精矿脱水作业，最终尾矿进入尾矿脱水作业。

（6）精矿脱水工艺流程

浮选锂精矿脱水采用浓密—压滤两段脱水工艺流程，脱水后精矿运出外售，溢流水返回生产工艺流程循环使用；铍精矿脱水采用浓密—压滤两段脱水工艺流程，脱水后精矿运出外售，溢流水返回生产工艺流程循环使用。

（7）尾矿脱水工艺流程

尾矿处置方式采用两种方式：部分尾矿经浓密后泵送至充填站，进行充填作业，剩余尾矿采用浓密—压滤两段脱水工艺流程，脱水后尾矿运出外售，溢流水返回生产工艺流程循环使用。

选矿工艺流程详见图 1-11。

图 1-11 选矿工艺流程图

（十一）尾矿方案

目前较为常见的尾矿处理方法主要有：尾矿库堆存、尾矿再选、尾矿充填、尾矿作为建材售卖。根据尾矿性质及当地政府“尾矿库数量原则上只减不增”，实现“无尾、无废、无污染”现代化生产方式的要求，本次设计尾矿处置方式采用井下尾矿充填和作为建材售卖两种方式。

热达门锂矿选矿采用重介质—重选—磁选—浮选-尾矿再磨再选的工艺流程，产生尾矿主要用于充填作业，充填剩余尾矿经浓密脱水后外售。

热达门锂矿选矿总尾矿量 $^{**.**}$ 万 t/a，本次设计采矿充填所需尾矿量 $^{**.**}$ 万 t/a，出售的尾矿量为 $^{**.**}$ 万 t/a。

（十二）固废、废水处置

热达门锂辉石矿床的未来开发，将成为采选联合企业。采选厂的主要生产环节由采矿工艺、选矿工艺和辅助生产工艺三部分组成。在该工艺中将产生废石、废水、粉尘、有害气体、尾矿等可能对环境造成污染的废弃物，矿山开发过程中应坚持“三同时”原则，降低其对环境的影响。满足《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348-2008）、《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）要求。

1、粉尘及有害气体

主要于矿山坑道内凿岩爆破、选矿厂生产流程中的粗碎、细碎、运输、筛分过程等产生的粉尘和配药车间、试验室、化验室及样品加工间所产生的有害气体。

①矿山坑内采用分区通风与局扇相结合的通风方式、湿式凿岩、工作面进行喷雾河水降尘等措施，使坑内的粉尘浓度达到《工业企业设计卫生标准》中的 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 的规定。

②选矿厂生产流程中的粗碎、细碎、运输、筛分过程中产生的有害粉尘采用多管旋风除尘器加脉冲布袋除尘器两级收尘后排放，使含尘浓度小于 $120\text{mg}/\text{m}^3$ 。

③在配药车间、试验室、化验室及样品加工间均设置轴流风机，排除有害气体。

2、废水处理

矿山废水主要有井下废水、废石淋滤水以及生活污水等。

矿山废水主要为矿井涌水，经沉淀处理后，优先用作采矿生产用水，多余部分经过中性化处理后浇灌或洒水。

废石淋滤水主要是矿体排放的废石经雨水淋滤后产生的淋滤水。矿体围岩为花岗岩，不含毒有害成分，采掘工程排放的废石含有少量岩粉、岩屑等泥化物质被雨水冲淋出来，影响水质。废石周边修建截水沟，可将淋滤水统一收集至沉淀池中沉淀后，用于浇灌或洒水。

矿井生活污水经二级处理后，可达到《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中的一级标准后用于浇灌或洒水。

3、固体废弃物处理

矿山产生的固体废弃物主要为采掘产生的废石，正常生产期，年均产生废石（原岩）量为**万 t，主要为黑云长英角岩、角闪长英角岩变质岩等变质岩，属第 I 类一般工业固体废物。采掘废石部分用于修路及平整场地，多余废石经制砂站破碎后外销。

四、矿山开采历史及现状

（一）勘探简况

1、1959～1964 年，四川省地质局四〇四地质队，在金川县开展普查找矿工作，首次在可尔因二云二长花岗岩（基）体及其接触带上，发现大量花岗伟晶岩脉，取样分析结果表明多数岩脉含稀有金属矿。

通过地质测量，圈出 5 个（东北、东南、西、南、北）花岗伟晶岩脉密集区，并统称为“四川省可尔因花岗伟晶岩田”。共发现 1321 条花岗伟晶岩脉，其中 548 条含稀有金属花岗伟晶岩脉（包括含锂多金属矿花岗伟晶岩脉 327 条）。

对其中的 233 条矿化花岗伟晶岩脉开展了不同程度的检查、评价工作。其中一些规模相对较大的矿体进行了资源量计算。1965 年 3 月，提交了《四川省可尔因花岗伟晶岩田初步普查报告》。按当时储量分类方法，计算储量（经四川省地质局以地发（77）123 号文批准储量）结果：Li₂O：C1 级*****.8 吨，C2 级*****.8 吨，地质储量*****.3 吨；BeO：C2 级****.4 吨；Nb₂O₅：C2 级****.7 吨；Ta₂O₅：C2 级***.7 吨。

2、2006～2012 年，化探队在相邻的李家沟勘查区开展了锂辉石矿的普查、详查、勘探以及补充勘探工作，于 2012 年 5 月提交《四川省金川县李家沟锂辉石矿补充地质勘探报告》，并通过四川省矿产资源储量评审中心评审。

项目完成 1:*万地质草测**.**km²，1:****地形地质测量*.**km²，1:****水工环调

查*. **km², 1:***地质及普查线剖面测量**. **km, 槽探 5343.55m³, 坑探 3256.70m, 钻探 21139.99m。

共发现矿体 54 个, 具有一定规模的工业矿体 15 个, 均产于花岗伟晶岩脉中。矿石化学成分: Li₂O 平均品位 1.32%, Nb₂O₅ 平均品位 0.009%, Ta₂O₅ 平均品位 0.004%, BeO 平均品位 0.05%, Sn 平均品位 0.06%, Rb₂O 平均品位 0.12%。

矿石类型以钠长石锂辉石型花岗伟晶岩为主, 主要有用矿石矿物有锂辉石、铌钽铁矿、细晶绿柱石、锰锂矿、锡石矿等, 近矿围岩主要为黑云长英角岩、角闪长英角岩、透辉长英角岩、二云石英角岩等, 近矿蚀变有白云母化、绢云母化、黑云母化、电气石化以及硅化等。矿石选冶性能良好, 属易选矿石。其地质勘查工作采用的勘查类型为 I 类, 基本网度为 160×120m。

共探明资源/储量: (331) + (332) + (333) 锂辉石矿石量****万吨, 含 Li₂O **. **万吨; 同时获得伴生矿产资源/储量: Nb₂O₅ ****吨, Ta₂O₅ ****吨, BeO *****吨, Sn *****吨。

探矿工程证实含矿伟晶岩脉在深部有局部膨大变厚现象, 且深部工程发现有盲矿体产出。

3、2007~2016 年, 化探队在本勘查区东部的业隆沟勘查区开展勘探工作, 并于 2016 年底提交了《四川省金川县业隆沟勘查区锂矿勘探报告》, 并通过四川省矿产资源储量评审中心评审。

勘查工作确定矿床为第 II 勘查类型。运用地质、槽探、坑探、钻探以及分析测试、选矿试验等综合方法手段进行了系统控制和评价。查明了区内地质、构造特征、矿体的分布、形态、规模、产状、厚度、品位变化情况及矿石结构构造、矿物成分、化学成分、共伴生组分和围岩蚀变、矿石选冶性能以及开采技术条件等。提交矿床氧化锂资源规模达到中型。

(二) 开采历史及现状

截至目前, 矿山未进行开采工作。因此, 目前矿山无地面工程建设。本矿山为新立采矿权, 申请划定矿区范围由 22 个拐点闭合圈定, 面积共计*. ****km², 开采深度+****m~+****m。其中麦地沟南矿段面积*. ****km², 开采深度+****m~+****m, 热达门矿段面积*. ****km², 开采深度+****m~+****m, 生产能力**万 t/a。

五、绿色矿山建设

（一）绿色矿山建设历史及现状

热达门锂矿目前正处于采矿证申报阶段，暂未进行绿色矿山建设。

热达门锂矿将勇于承担企业社会责任，积极响应政府推进绿色矿山建设号召，按照《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号）和《关于印发四川省绿色矿山建设工作方案的通知》（川国土资发〔2017〕105号）要求，积极开展绿色矿山建设工作。

矿山未来将加快编制《四川青大能源有限公司四川省金川县热达门锂辉石矿绿色矿山建设方案》，矿山建设按照四川省有色金属行业绿色矿山建设标准进行。

（二）绿色矿山建设目标

根据《有色金属行业绿色矿山建设要求》，本矿山进行绿色矿山建设，需严格遵守国家相关法律、法规，符合矿产资源规划、产业政策和绿色矿山基本条件，并达到以下建设目标：

- （1）矿区环境优美；
- （2）采用环境友好型开发利用方式；
- （3）综合利用有色金属及共伴生资源；
- （4）建设现代数字化矿山；
- （5）树立良好矿山企业形象。

（三）绿色矿山建设要求

矿山应遵守国家法律法规和相关产业政策，依法办矿。矿山应贯彻创新、协调、绿色、开放、共享的发展理念，遵循因矿制宜的原则，实现矿产资源开发全过程的资源利用、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。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。主要从矿区环境、资源开发方式、资源综合利用、节能减排、科技创新与数字化矿山以及企业管理与企业形象等六个方面进行。

1、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生产运输贮存等管理规范有序。

（2）矿区绿化

绿化、美化、净化造就一个优雅洁净的生产、工作环境是现代厂、矿企业先进、文明和良好形象的重要标志之一，也是企业实现“环境、社会、经济”三大效益的重要基础。

矿区各工业场地的绿化，根据矿山的特点和条件，本着着重防止和减少污染、保护和改善环境的原则，尽可能布置绿化，并适当考虑美化效果，尽量提高绿化覆盖率。

（3）生态环境保护

矿山生态环境保护与恢复按照《矿山生态环境保护与恢复治理技术规范》（HJ651-2013）要求执行，绿化设施及植被恢复措施将依照《植被恢复方案》推荐的植被恢复模式、草种及树种配置、种苗组织、整地方法、造林技术、抚育及灌溉管理方法进行矿区绿化和植被恢复。

2、资源开发方式

（1）积极加入并自觉遵守《绿色矿业公约》，制定有切实可行的绿色矿山建设规划，目标明确，措施得当，责任到位。

（2）建立健全完善的矿产资源开发利用、环境保护、土地复垦、生态重建、安全生产等规章制度和保障措施。

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

（4）在矿产资源开发设计、开采各阶段中，编制完善的矿山水土保持和土地复垦方案，提出切实可行的措施，并严格实施。

（5）坚持“边开采，边复垦”，应用先进技术进行土地复垦，保证资金到位，对矿山压占、损毁而可复垦的土地，因地制宜进行复垦。

3、资源综合利用

（1）按照矿产资源开发规划和设计，较好地完成资源开发与综合利用指标，使技术经济水平达国内同类矿山先进行列。

（2）资源利用率达到矿产资源规划要求，矿山开发利用工艺、技术和设备符合矿

产资源节约与综合利用鼓励、限制、淘汰技术目录的要求。生产中应采取有效措施，严格控制，使“三率”指标满足国家标准要求。

(3) 节约资源，保护资源，大力开展矿产资源综合利用，使资源利用达国内同行业先进水平。

4、节能减排

本工程废水主要有矿坑涌水、生产废水和生活污水。矿区涌水经沉淀池处理后用于采矿生产。生产废水主要为选矿工艺废水，采用厂前回水用于选矿生产。生活区的生活污水由生活污水处理设施处理。生活排水通过生活污水管网收集，经一体化污水处理装置处理并消毒后可用于生产。综上所述，当矿山正常生产时将严格按照设计指标进行资源利用，矿区各类废水 100%妥善处理，实现“零排放”，达到《有色金属行业绿色矿山建设规范》有关要求。

5、科技创新与数字化矿山

(1) 积极开展科技创新和技术革新，建立相应制度，矿山企业每年研发经费支出不低于主营业务收入的 1%。

(2) 不断改进和优化工艺流程，淘汰落后工艺与产能，使生产技术居国内同类矿山先进水平。

(3) 重视科技进步。发展循环经济，矿山企业的社会、经济和环境效益显著。

(4) 选用的设备及工艺符合矿山特点，先进适用、节能、环保、高效。

(5) 积极开展智能矿山建设，提高企业数字化、自动化水平，实现企业生产、经营和管理信息化。

6、企业管理与企业形象

(1) 企地和谐

①履行矿山企业社会责任，树立良好的企业形象。

②矿山在生产过程中，及时调整影响社区生活的生产作业，共同应对损害公共利益的重大事件。

③与当地社区建立磋商和协作机制，及时妥善解决各类矛盾，确保社区关系和谐。

(2) 企业文化

①创建符合企业特点和推进实现企业发展战略目标的企业文化。

②组建团结战斗、锐意进取、求真务实的企业领导班子和高素质的职工队伍。

③建立健全企业职工文明建设和职工技术培训体系，不断提高职工及干部队伍的综合素质，积极创造条件和组织开展丰富的职工物质、体育、文化生活。

（四）绿色矿山建设规划

1、整体布局

①矿山、选矿厂和尾矿按生产区、生活区和生态区等功能分区，各功能区应符合相应规定要求，并制定相应管理制度，有序、规范运行。

②地面道路、供水、供电、卫生、环保等配套设施齐全，生产区设置明显的提示牌、线路示意图。需警示安全的区域应设置安全标志。

③排土场应专门设置，其建设、运行、监督管理符合规范要求。

④废水、废气排放符合规范要求。

⑤采用消声、减振、隔振等措施降低生产过程中的噪声。

2、资源开发

①资源开发应与环境保护、资源保护相协调，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，且对矿区生态破坏小的工艺技术与装备。

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统一规划、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贯彻“边开采、边治理、边恢复”的原则，及时治理恢复矿山、选矿厂地质环境，复垦占用土地和损毁土地。

⑤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、选过程的环境扰动最小化和生态再造最优化。

⑥本次专门设置排土场堆存矿山、选矿厂建设过程中产生的废渣（表土），用于以后的复垦，满足绿色矿山建设的要求。

⑦本次地下开采采用了尾矿胶结充填采矿法，最大限度减轻了对地表的扰动和破坏，是最好的绿色矿山建设行为。

⑧本次推荐的选矿方案及产品方案，是在充分研究选矿试验并结合类似选矿工程经验基础上完成的，选用了高效、对环境影响小的选矿药剂，以实际行动支持绿色矿山的建设。

3、数字化矿山建设建议

①建立矿山、选矿厂和尾矿生产自动化系统。

②建立数据化资源储量模型，进行矿产资源储量动态管理和经济评价，实现矿产资源储量利用的精准化管理。

③建立矿山、选矿厂和尾矿生产监控系统，保障生产高效有序运行。

④推进机械化换人、自动化减人，实现矿山开采机械化、选矿过程自动化。

⑤采用计算机和智能控制等技术建设智能化矿山、选矿厂和尾矿，实现信息化和工业化的深度融合。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

项目区属大陆性高原季风气候，气温年较差小，日较差大，多年平均气温 12.8℃，变幅在 13.6~12.3℃，最冷月（1 月）均温 2.5℃，变幅 0.4~4.1℃之间，最热月（7 月）均温 20.7℃，变幅在 22.2~19.3℃之间，大约海拔每升高 100m，平均气温下降 0.55~0.6℃，历年极端最低温为-11.1℃，极端最高温为 37.8℃，无霜期多年平均 184 天。项目区雨水主要集中在 6、7 月份，同时伴随雷暴天气，年平均降雨量为 717.6mm，年平均蒸发量为 1545.9mm，年平均风速 1.1m/s，最大 13m/s。

图 2-1 项目区常年各月降水分布图（2001-2021 年）

表 2-1 项目区气象特征表

气象要素		单位	数值
平均气压		hHp	84.56
气温	年平均	℃	12.8
	极端最高	℃	37.8
	极端最低	℃	-11.1
平均相对湿度		%	36
年平均降水量		mm	717.6
年平均蒸发量		mm	1545.9
风速	平均	m/s	1.1
	最大	m/s	13
	最多风向		东偏南

降雨	多年平均	mm	717.6
	最大	mm	858.1
	最小	mm	588.1
暴雨		天	5-10
大风日数		天	6-9
雷暴日数		天	5-7
霜天数		天	181

（二）水文

项目区属于大金川河水系杜柯河流域，流经评估区的河溪主要为太阳河及磨房沟。项目区最低侵蚀基准面标高为+2450m。项目区水系分布见图 2-2。

图 2-2 项目区周边地表水系分布图

太阳河自南西向北东流经矿区西侧，于矿区北侧汇入杜柯河；太阳河为常年性流水沟，发源于仓仓寺，沟道狭窄，大部分地段呈“V”型沟谷，为常年性流水沟，主沟长约 51.2km，纵坡降一般 66.8‰~142.6‰，水流湍急，据长期观测，其流量一般为 6.428~11.728m³/s，霜冻期流量有所减小。

磨房沟由东南向西北流经矿区南侧，于矿区西侧汇入太阳河。磨房沟为常年流水溪沟，沟长约 3.2km 其上游沟道狭窄，呈“V”型沟谷，纵坡降一般 160‰左

右，与太阳河交汇地段相对开阔，其流量受季节影响较大，一般流量 $0.15 \sim 0.483 \text{m}^3/\text{s}$ ；磨房沟支沟三岔河由南东向北西流经矿区南侧，汇入磨房沟，纵坡降约 165‰，流量一般为 $0.168 \sim 0.605 \text{m}^3/\text{s}$ 。除此以外，项目区无其他大的地表水体。

（三）地形地貌

项目区位于巴颜喀拉山脉东南段南缘与邛崃山脉北段西缘接壤的大雪山北部高中山区，属冰川侵蚀，构造剥蚀极深切割地带，山高、谷深、坡陡、沟壑纵横、悬崖峭壁屡见不鲜，地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏大。项目区海拔高程+2812~+4484m，地形总体东高西低，相对高差 1672m。项目区山体坡度下部陡、上部缓，坡度一般 $18 \sim 45^\circ$ ，平均约 30° ，时有陡崖峭壁分布。项目区海拔+4000m 以下主要为森林覆盖区，海拔+4000~+4200m 为灌木草甸地带，海拔+4200m 以上植被不发育，地表广布一层厚度不均、大小不等的棱角状碎块石角砾和粗砂至粉砂状堆积物组成第四系残坡积层、冰川堆积体，项目区地貌详见图 2-3。

图 2-3 项目区地貌图

（四）土壤

项目区土壤类型主要为山地褐土和山地棕壤土，土层厚度在 30~80cm 之间，其中表土层厚度 10-30cm，抗蚀性较差，一般呈中性至微碱性反应，其中有机残落物层厚 8~20cm，淋溶层厚 10-20cm，粒块状结构，中壤至重壤质地。

项目区各地类典型土壤剖面如下：

①林地

该剖面取自项目区西侧典型林地内，坐标 E: ****°**'***", N: **°**'***", 该土种剖面为 A-Bk-C 型，见照片 2-4。

照片 2-1 项目区典型土壤剖面（林地）

A 层：0~40cm，浅黄褐色—褐黑色含角砾砂质粘土层，粘土含量>35%，结构较松散，大量或较细活根及半腐解残根，结构松散，向下过渡不明显。结合土壤样品试验报告：有机质含量 91.2g/kg，全氮 3430mg/kg，全磷 0.107%，全钾 2.42%。

Bk 层：40~60cm，浅灰褐色—灰色含角砾砂质粉砂层，粘土含量相对较少，砂、粉砂含量>50%，角砾成份为各类片岩、角岩及少量浅色脉岩，其间由粘土、亚粘土及细砂、粉砂充填，结构极为松散，内含大量植物根系。

C 层：60~80cm，砂质壤土，单粒状结构，松散，有石灰结核。

②草地

该剖面取自项目区中部大草坪的典型草地内，坐标 E：****°****'****"，N：****°****'****"，该土种剖面为 A11-Bk-Ck 型，见照片 2-5。

照片 2-2 项目区典型土壤剖面（草地）

A11 层：0-30cm，浅黄褐色—灰褐色，结构较相对松散，以大量或较细活根及半腐解残根，向下过渡明显。结合土壤样品试验报告：有机质含量 45.6g/kg，全氮 2490mg/kg，全磷 0.093%，全钾 1.74%。

Bk 层：30-60cm，浅灰褐色—灰白色砂质粉砂层，粘土含量相对较少，砂、粉砂含量>50%，结构相对紧实。

Ck 层：60-70cm，重砾质砂壤土，块状结构，紧实，根少，石灰反应强。

（五）植被

项目区位于高原高山地区，不存在较大污染源，环境影响破坏较小，整体生态环境较好。矿区内植被茂盛，密灌较多，植被郁闭度 0.6，自然生态环境保存尚好。山顶、山坡多灌木，坡脚平缓带一般为耕植地。农作物主要为玉米、土豆、

红苔等。项目区域内主要动物为两栖类动物，另外还有鸟类、田鼠、蛇等一般性野生动物，无珍稀野生动植物。土地以山地为主，乔木以高山栎、冷杉、落叶松、桦木等为主；灌木以多种杜鹃为主；草类高山草甸、牧草为主。

典型植被见照片 2-3、照片 2-4。

照片 2-3 项目区典型灌木草甸

照片 2-4 项目区典型乔木

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

1、区域地层岩性

区域上出露地层为三叠系中统杂谷脑组（ T_{2z} ）、上统侏倭组（ T_{3zh} ）和新都桥组（ T_{3x} ），第四系（ Q_4 ）地层零星分布，详见图2-4。

地层由老至新如下：

（1）三叠系中统杂谷脑组（ T_{2z} ）

区域上三叠系中统杂谷脑组（ T_{2z} ）地层为一套灰色、深灰色薄至中层及少量厚至巨厚层条带状变质长石石英细砂岩、钙质含岩屑长石石英砂岩与灰黑色、深灰色钙质、粉砂质绢云板岩、粉砂岩不等厚互层，夹较多的灰色、深灰色薄层至条带状及少量透镜状微晶灰岩，灰岩成段分布。

该套地层为区域上最老的地层，与下伏地层的接触关系不清楚。

（2）三叠系上统侏倭组（ T_{3zh} ）

区域上出露的三叠系上统侏倭组（ T_{3zh} ）地层分布较广，多构成北西向褶皱构造的翼部。岩性组合以变质砂岩与板岩为基本成分，多呈韵律式互层为基本结构特征。该地层建造为半深海浊流沉积为主的复理石建造。

该套地层与下伏三叠系中统杂谷脑组（ T_{2z} ）地层呈整合接触关系。

(3) 三叠系上统新都桥组 (T_{3x})

区域上出露的三叠系上统新都桥组 (T_{3x}) 地层为深灰色~黑灰色绢云板岩、粉砂质、炭质、钙质、含铁白云石绢云板岩, 夹薄层及少量中层变质长石石英砂岩、岩屑长石砂岩或互层, 偶夹少量微晶灰岩、变质砂岩透镜体, 部分变质砂岩、板岩呈楔状体。本组中部的变质细砂岩、粉砂岩中小型斜层理、槽状交错层理较发育, 少量板岩层面上具蛇曲状生物遗迹。变质砂岩的结构、矿物成熟度较差, 粒级层发育, 砂岩底面常具复理石印模, 并见少量海底滑塌角砾岩与含植物化石碎片的砂岩、板岩。表现为具有浊流沉积的特征。该组地层与下伏三叠系上统侏倭组 (T_{3zh}) 地层呈整合接触关系。

(4) 第四系 (Q₄)

区域上第四系冲洪积物、坡积与残积物于沿沟谷地段堆积。

图 2-4 项目区区域地质图

2、矿区地层岩性

项目区位于可尔因复背斜的南西翼、观音桥倒转向斜北东翼，地层主要出露在项目区东部，中部及西部均被太阳河及热达门复式岩体占据，在岩体与地层的界线附近，可见地层岩石以捕虏体的形式被岩体包裹，详见图 2-5。项目区内出露地层有三叠系中统杂谷脑组上段（ T_{2z}^2 ）、上统侏倭组（ T_{3zh} ）及第四系（ Q_4 ），矿区地层柱状图见图 2-6。

现将其由老至新简述如下：

（1）三叠系中统杂谷脑组上段（ T_{2z}^2 ）

该地层在项目区仅有少量出露，主要分布在项目区北东角，地层呈南东～北西走向，其原岩岩性为一套变质长石石英细砂岩、少许变质杂砂岩与灰黑、深灰色灰质、粉砂质板岩、绢云板岩、千枚岩、含铁白云石炭质板岩、粉砂岩不等厚互层，夹少量石英细脉，偶见片状白云母、星点状黄铁矿。由于受到区域变质作用及可尔因岩体侵入时的烘烤接触变质作用后，其原岩矿物组成、结构构造已基本完全改变，形成了复杂多样的角岩，包括透辉石英角岩、阳起石英角岩、黑云石英角岩等。厚度未见底，大于 550m。接触关系：与上覆三叠系上统侏倭组（ T_{3zh} ）呈整合接触。

（2）三叠系上统侏倭组（ T_{3zh} ）

为项目区出露的主要地层，主要分布在项目区西部靠近山脊一侧，其还经常以捕虏体的形式分布在岩体内部。地层走向南东～北西，倾向南西。根据项目区地层出露主要岩性组合的差异，可将该组地层划分为三段，现将其分别介绍如下：

①三叠系上统侏倭组一段（ T_{3zh}^1 ）

主要分布在麦地沟南矿段及热达门矿段以北，其岩性主要为绿灰色透辉石英角岩、灰色石英角岩及深灰黑色黑云石英角岩等组成的不等厚互层结构，推测其原岩为变质砂岩、粉砂岩、泥质板岩等。厚度 445m。

②三叠系上统侏倭组二段（ T_{3zh}^2 ）

主要分布在麦地沟南矿段和热达门矿段之间及热达门矿段东部，岩性以深灰色含红柱石长英质角岩、长英质角岩为主，呈不等厚的互层状，推测其原岩为钙质长石石英砂岩、长石石英杂砂岩、粉砂岩等。厚度 860m。

③三叠系上统侏倭组三段（ T_{3zh}^3 ）

主要分布在项目区东部以南，主要岩性为深灰色长英质角岩夹黑云长英质角岩、含斑点状红柱石黑云长英质角岩、阳起石角岩等，推测原岩为长石石英细砂岩、粉砂岩、含碳质泥岩等。厚度未见顶，大于 535m，其顶部及上覆地层已被剥蚀。

(3) 第四系 (Q₄)

项目区第四系覆盖面积较广，约占 80%，多表现为山间不规则条形坝子、斜坡、洼地、梯形坡地等，甚至许多陡崖顶底，阶面均为第四系残坡积层。物质成份：灰、灰黑色腐殖土层，及黄、黄褐色粘土、小岩石碎块，或为现代耕作土层，部分为巨大花岗岩或砂岩块体堆积体。

①第四系冰川堆积物 (Q_g^l)

以灰白色巨型块状中粗粒黑云母花岗岩或灰、灰白色块状角岩堆积体为主（照片 3-1），主要分布在海拔+3600m 以上的沟谷及两侧，呈舌状堆积，厚度大于 10m，块度 1×4m 左右不等，地表基本无任何植被，仅局部有少量杉树出现，受该类覆盖层影响，无法确认其底部基岩性质，对地表勘察工作影响较大。

②第四系残坡积物 (Q_{el}^d)

主要以灰黑色、黑色粘土、腐殖土层或褐黄色、黄色砂石～砂土层为主（见照片 3-2），在整个项目区均有分布，约占项目区 70%，厚度≥4m，其黑色、灰黑色粘土主要为腐殖土层，而黄色砂土层主要为黑云母花岗岩风化产物。其表面植被主要为青冈树、高山居柳、桦树、藤类及少量杉树。

③第四系崩坡积物 (Q₄^{col})

主要分布在项目区热达门矿段 P48 至 P88 号勘查线之间及麦地沟南矿段南东部，在海拔+3700m 至+4200m 范围内尤为发育，主要是由于原生的三叠系侏倭组地层岩石或黑云二长花岗岩体在各种风化作用下，岩石发生崩塌短距离迁移后在斜坡形成的厚大堆积体，厚度最大可达 15m 以上，一般沟中较山脊处厚度大。该堆积体主要由块度大小不一的磨圆极差的转石组成，转石含量大于 70%，块度最大可达 4×4×5m，转石为花岗岩者，其空隙多被风化形成的砂充填，转石为角岩者，其少部分空隙被土充填，多数仍为空隙。堆积体形成 20～40°的稳定坡度，但其坡脚一旦开挖，极易发生坍塌，稳定性差。

接触关系：第四系 (Q₄) 不整合覆盖于黑云母花岗岩或各老地层之上。

图 2-5 矿区地质图

图 2-6 矿区地层柱状图

（二）地质构造

1、区域地质构造

项目区所在的可尔因地区位于松潘-甘孜地槽褶皱系的巴颜喀拉地槽褶皱的东缘部位，东部为龙门山构造带，北边为昆仑-秦岭造山带，所处环境特殊、构造及岩浆活动强烈、活动时间长，构造行迹多样、方向各异（见图 2-7）。其中对区域控矿有意义的主要褶皱构造有：日多吉尔山倒转背斜（Ⅲ₈）、可尔因复背斜（Ⅲ₁₀）、观音倒转向斜（Ⅲ₁₂）和上寨倒转复背斜（Ⅱ₉）；主要断裂构造有：娃儿都断层（F₁₁）、观音桥断层（F₁₂）和麻尔曲断裂（F₁）。

图 2-7 区域构造图

（1）褶皱

可尔因地区的构造运动主要经历了印支末期的褶皱造山运动和燕山期的水平挤压作用，主要褶皱构造的轴线方向以东西向和北西西向为主，可尔因和太阳河岩体及其周围的成矿有利区域位于日多吉山倒转背斜（Ⅲ₈）和上寨倒转复背

斜（Ⅱ₉）之间，决定了该地区主要含矿地质体的展布特征。

①上寨倒转复背斜（Ⅱ₉）

西起二林场附近，轴向呈北西，往东至上寨—斯约武东侧山脊，呈近东西方向交于二嘎里断裂，断裂以东又呈北西方向延深至洒瓦足公社南侧呈倾没状态。褶皱长约 120km，为一级背斜。西段呈北西向，轴部地层为杂谷脑组下段板岩，千枚岩夹砂岩，倾伏角约 10°，北翼岩层倾向北东或北东，倾角 52°~80°不等，南翼为倒转翼，倾向北东或北东，倾角 65°~80°，轴面向北或北东倒转，枢纽起伏较大；中段在二嘎里断层和毛日断层之间，轴迹为北西向，核部为杂谷脑组上段砂岩，两翼为侏倭组砂板岩，其相背而倾，倾角在 70~80°之间，为轴面直立的正常型背斜；东段在二嘎里断层至洒瓦足公社南侧，轴迹走向北西，北翼地层倒转，倾向南西，倾角 78°，南翼为正常地层，倾角 63°。该复背斜遭受后期的破坏干扰很大，轴面翻卷转辙，枢纽波状起伏。

②观音桥倒转向斜（Ⅲ₁₂）

位于关于公社南侧，西侧与二嘎里背斜东侧遥相呼应呈契形体，向东被太阳河岩体吞食。轴迹近于东西，轴面较直立。核部为新都桥组黑云母绢云板岩、黑云斑点板岩及绢云千枚岩夹黑云长英角岩、角岩化粉砂岩。两翼为侏倭组的黑云母角岩、长英角岩及角岩化泥质粉砂岩夹黑云斑点板岩和黑云绢云千枚岩。北翼岩层产状倾向南，倾角 34°；南翼岩层倒转，倾向南，倾角 28°。轴面向北倒转，枢纽略有起伏。

③可尔因复背斜（Ⅲ₁₀）

分布在二嘎里乡北侧一带，褶皱轴线为东西方向，向西倾没于上寨尤日沟东侧，倾伏角 50°~60°；向东侧被可尔因岩体吞食绝大部分。核部地层为杂谷脑组上段的黑云母石英角岩、角岩化泥质粉砂岩及少量的黑云母绢云千枚岩，两翼为侏倭组的黑云母长英角岩、黑云母角岩、长英角岩和角岩化粉砂岩及黑云母斑点板岩、绢云千枚岩。北翼岩层产状为 5°∠50°，南翼产状为 260°∠40°，构成正常的对称背斜。

④日多吉儿山倒转背斜（Ⅲ₈）

其空间展布与可尔因复背斜大致平行，该背斜西起日多吉儿山南，中部被日鼓断层错断，向东北可尔因岩体吞食，褶皱长约大于 90km。断层轴迹呈东西方向，核部地层为杂谷脑组黑云石英角岩、角岩化泥质粉砂岩及黑云母绢云千枚岩，

两翼为侏倭组黑云母长英质角岩、黑云母角岩、长英质角岩等。南翼产状为 $10^{\circ}\angle 75^{\circ}$ ，北翼为倒转，产状为 $10^{\circ}\angle 65^{\circ}$ 。

(2) 断层

①娃儿都断层 (F_{11})

位于可尔因复背斜南西翼，大致沿卓斯甲延伸入四马都沟内，可见长达 13km 以上。断层走向北东，倾向北西，倾角为 45° 以上。断层两侧地层岩性相差较大，杂谷脑组地层逆冲于侏倭组地层之上，产状较混乱，水平错距约 2km。断层上盘地层十分破碎，破碎带最宽达数百米，并见与主断裂构造大致一致的叠瓦状次级断裂构造。其内可见断层泥、构造透镜体及基性沿脉侵入，断层北东控制二云二长花岗岩的分布。

②观音桥断层 (F_{12})

该断层位于可尔因复背斜南西翼，断裂走向 226° ，倾向北西，倾角 57° ，可见长达 10km 以上，断裂破碎带宽度达数十米以上，其内可见断层泥、构造透镜体及基性沿脉侵入，并于断裂带两侧有泉水分布，为一平推断层。

③业隆沟逆冲断层 (F_{15})

位于可尔因复背斜南西翼业隆沟沟口一带，断层走向 230° ，倾向北西，倾角为 44° ，延长达 10km 以上。断层附近有基性岩分布，并见有 5~6m 断层破碎带和断层角砾岩分布，为一逆冲断层。

2、矿区地质构造

(1) 褶皱

项目区东部出露的三叠系地层从勘查范围而言为一套产状略有变化的单斜地层，但从区域上而言其位于可尔因复背斜的南西翼，观音桥倒转向斜的北东翼（见图 2-8），两个褶皱的轴线分别位于项目区外的北东方向和南西方向，项目区地层同为两个褶皱构造的一翼，其产状一般为 $225^{\circ}\sim 260^{\circ}\angle 45^{\circ}\sim 65^{\circ}$ ，受太阳河及热达门岩体侵入作用影响，略有变化。可尔因复背斜及观音桥倒转向斜的主要特征已在上一节详细介绍，在此不再赘述。

图 2-8 项目区在区域褶皱构造中的位置示意图

(2) 断层

项目区植被发育，大部分地方覆盖严重，地表未发现明显的断层迹象，后期在坑道施工揭露较多的小型断层，其多数与矿体的产状一致，走向南西～北东，倾向南东，推测为与矿体所在断裂的同期断层；少数断层斜切矿体，但延伸性差，均未切断矿体或矿体同期的断层，推测为成矿早期断层。断层破碎带宽一般 10～250cm，破碎带可为含泥的角砾，亦或被石英或碎裂状的伟晶岩充填，破碎带的岩性主要取决于断层两侧围岩的岩性。根据勘探报告资料，坑道中发现了一规模较大的断层（F1）对矿体形成了一定破坏作用（见图 2-9），现将其介绍如下：

图 2-9 F1 平移断层平面（+3780m）示意图

F1 平移断层：坑道分别在三个位置揭露了该断层，长约 120m，延深情况未知。断层面产状 $120^{\circ}\sim 156^{\circ}\angle 68^{\circ}\sim 84^{\circ}$ 。断层破碎带宽 1.1~3.9m，破碎带均为深灰黑色炭化、泥化的长英质角岩。根据断层两侧含矿伟晶岩脉的位置关系及破碎带组成特征，推断为一压扭性平移断层，断距约 16m，伟晶岩脉在断层附近的扭曲现象指示了断层的错动方向，其中南东盘向南西方向错动，北西盘向北东方向错动。II 号矿体被该断层错断，造成 P76 号勘查线以西的矿体位置向南偏移，同时断层附近的伟晶岩脉遭受蚀变作用强烈，包括长石的高岭土化、锂辉石的钠长石化等，F1 断层对 II 号矿体有一定的破坏作用。

(3) 节理

项目区岩石中的节理、裂隙发育，为了排除地表风化等作用对节理产状的影响，本次对项目区节理、裂隙产状分析、统计的数据主要来源于施工坑道中获取的相关数据，根据获得的产状数据制作的节理、裂隙玫瑰花图见 2-10。

图 2-10 项目区节理裂隙统计分析图

项目区的节理裂隙大致可划分为两类四组：一类走向与区域主构造轴线方向一致，垂直于区域主应力方向，走向北西~南东，形成倾向北东或南西向的两组节理，该类节理的形成主要与区域褶皱造山运动有关，多为区域褶皱构造的次级节理，部分被石英或高岭土化花岗质岩石充填，多在成矿期前形成；二类走向与

项目区主要矿体延伸方向一致，可尔因岩体在向上侵入，周围的地层隆起，形成环绕可尔因岩体的节理和裂隙，走向南西～北东，倾向南东或北西，多在成矿期形成；成矿期后的构造运动不发育，形成的节理裂隙较少。

（三）水文地质

1、区域水文地质

本区水文地质工作程度很低，几乎未开展过任何区域性水文地质测绘工作，根据本次工作成果结合 1:20 万观音桥幅区域地质资料（见图 2-11），对区域内各地层的地下水类型及富水性特征简述如下：

（1）区域地下水的赋存条件与分布规律

区内地下水按含水介质的组合结构、性质、导水和储水性能，可将地下水类型分成：松散岩类孔隙水、变质岩裂隙含水层及岩浆岩裂隙含水层三个主要类型。

①松散堆积层孔隙含水层

该含水层赋存于第四系松散堆积层中，结构松散，土体颗粒粒径悬殊，排列疏松，无胶结，孔隙度较大，透水性好，富水性弱。残坡积层（ Q_4^{cdl} ）多分布于山脊及谷坡低洼地带或地形较缓的各级夷平面上，岩性主要为粘土、亚粘土、砂、砂质粉砂及其充填的角砾碎石层，厚 0～15m；冲、洪积层（ Q_4^{apl} ）多分布于河流、溪沟两侧，主要为砂、粉砂夹砾石、泥等。结构均较疏松，含孔隙水，分散沿沟谷排泄，受大气降水和裂隙水侧向补给。含水层厚度一般 2～5m，最厚 10m，属孔隙含水层，富水性弱，地下水露头少见。该含水层富水性严格受大气降水的控制，雨季由于接受大气降水的补给，常处于饱和状态，其中的重力水在重力的作用下，部分入渗补给下伏基岩，部分以面流或雨后“泉”的形式沿沟谷排泄。旱季土体中的结合水则在土体固结过程中逐渐入渗补给下伏基岩，此时该含水层处于干燥状态。

②变质岩裂隙含水层

发育于三叠系变质岩地层中，岩性主要为黑云长英质角岩、角岩、变质砂岩、板岩、千枚岩、片岩、角岩，岩体节理裂隙较发育。因发育风化裂隙、构造裂隙而赋存裂隙水，常以下降泉出露，流量一般 0.5～2.5L/s，富水性弱，岩石多呈致密结构，裂隙闭合及填充性较好。

图 2-11 项目区区域水文地质图

③岩浆岩裂隙含水层

区域上的可尔因岩体包括：燕山晚期（ $\eta\gamma_5^3$ ）细—中粒二云二长花岗岩，燕山早期（ $\eta\gamma_5^2$ ）细—中粒黑云二长花岗岩以及印支期（ $\eta\gamma_5^2$ ）细—中粒石英闪长岩，因其热液侵入发育了一系列脉岩：花岗伟晶岩脉（ $\gamma\rho$ ）及花岗细晶岩脉（ $\gamma\mu$ ）、石英脉（ q ），其地表补给区在工作区大范围分布，由于受热接触蚀变影响，岩浆岩与围岩的接触带大多较破碎，裂隙较发育。地表及浅部构造裂隙发育，是裂隙水的赋存部位，未见泉点出露，富水性弱；深部的侵入岩岩体、细晶岩脉及石英脉，其裂隙规模普遍不大，延展及延深均小，深部多闭合，加之结构细—中粒，结构致密，可视为相对隔水，透水性弱；伟晶岩脉因其伟晶结构矿物粒度大，节理、裂隙的发育程度和延伸规模相对较大，为富水性弱的裂隙含水层。

（2）区域地下水补给、径流、排泄条件

区内地处高中山区，地表径流水系除深切的冲沟汇集水流外，无大的水体存在，区内地下水质类型较简单，一般为 $\text{HCO}_3\text{—Ca}$ 或 $\text{HCO}_3\text{—CaNa}$ 型淡水。地下水的补给来源主要为大气降水及冰雪融水。由于地形坡度较陡，降水极易自然排泄入沟谷，部分降水和冰雪融水经节理裂隙渗入则形成地下水。区内岩石及构造裂隙不甚发育且多呈闭合状，地下水径流较差，一般由分水岭地带向深切的沟谷区径流，在径流途中于适宜的地段以下降泉的形式排泄于呈树枝状分布的沟谷中，汇成小溪流。由于地形坡度较陡，切割深邃，利于大气降水的自然排泄，区内地下水具有就近补给、径流途径短（短途排泄）、径流通畅、交替剧烈、动态变化大的特点，地下水分水岭与地表分水岭基本一致，无区域性断层沟通区内含水层或形成水文地质边界。

2、矿区水文地质

矿区属主矿体在侵蚀基准面以上，属水文地质条件简单的矿区，矿区水文地质平面图详见图 2-12、水文地质剖面图详见图 2-13。

图 2-12 矿区水文地质图

图 2-13 矿区水文地质剖面图

(1) 矿区含水层岩性结构、分布规律及富水性

区内岩石节理裂隙较发育，根据其各自特征，结合岩层的透水性、富水程度等因素，将矿区岩层划分为三类含水层。

①第四系孔隙含水层

该含水层赋存于第四系松散堆积层中，结构松散，土体颗粒粒径悬殊，排列疏松，无胶结，孔隙度较大，透水性好。据地表调查及钻孔、探槽编录统计，区内第四系厚度为0~30m。泉点多在沟谷低洼处多见呈股状、面流状排泄，流量一般小于1L/s，富水性弱。

②变质岩裂隙含水层

主要分布于矿区北东侧三叠系上统侏倭组(T_{3zh})中，岩性为长英角岩、透辉长英角岩、透辉石英角岩，韵律互层，上部夹二云石英角岩、炭质黑云石英角岩及中薄层状黑云长英角岩、少量二云石英片岩。该含水层主要接受地表大气降水、雪融水的补给，顺风化裂隙、节理裂隙循层运移、径流，常在地形陡缓的沟谷地以地表泉水的形式排泄，最终汇入太阳河，其补给条件中等，径流条件较差、排泄条件中等。区内岩体受岩浆岩侵入作用，在接触带上岩体较破碎，富水性相对较好，但在裂隙不发育或发育程度差地段岩石相对完整地段可形成相对隔水层。

③浆岩裂隙含水层 (δ_5^1 、 $\eta\gamma$ 、 $\gamma\rho$ 、 $\gamma\iota$ 、q)

主要分布于矿区北东侧，地表及浅部构造裂隙发育，是裂隙水的赋存部位，水量0~0.24L/s，水量为2.1L/s，该类含水层富水性弱；燕山早期中粒黑云二长花岗岩与花岗伟晶岩脉接触带上，均为顶部滴水现象。深部的侵入岩岩体、细晶岩脉及石英脉，其裂隙规模较小，延伸相对较差，且多闭合，加之结构细—中粒，结构致密，可视为相对隔水，透水性弱；伟晶岩脉因其伟晶结构矿物粒度大，节理、裂隙的发育程度和延伸规模相对较大，为富水性弱的裂隙含水带。

(2) 地下水补给、径流、排泄条件

矿区地处高~极高山区，地表径流水系除深切的冲沟汇集水流外无大的水体存在，地下水的补给来源主要为大气降水及冰雪融水。由于地形坡度较陡，降水极易自然排泄入沟谷，部分降水和冰雪融水经节理裂隙渗入则形成地下水。区内岩石及节理裂隙发育，地下水径流中等，一般由分水岭地带向深切的沟谷区径流，在径流途中于适宜的地段以下降泉的形式排泄于呈树枝状分布的沟谷中，汇成小溪流。由于地形坡度较陡，切割深邃，利于大气降水的自然排泄，区内地下水具

有就近补给、径流途径短（短途排泄）、径流通畅、交替剧烈、动态变化大的特点，地下水分水岭与地表分水岭一致。

区内地下水主要为第四系松散孔隙水、变质岩裂隙水和岩浆岩裂隙水。其中第四系孔隙水的补给、径流、排泄条件较好；变质岩类裂隙水及岩浆岩类裂隙水的补给条件中等、径流条件较差、排泄条件中等。

（3）隔水层地质特征

矿区内的各类岩层（体）结构致密，据岩土试验报告分析，矿体及围岩的含水率、渗透率均较弱，因其构造裂隙发育而赋存一定的裂隙水，但裂隙延伸性差、闭合性好，基本不连通，裂隙含水层厚度不均，呈不连续的带状分布。因此，岩石裂隙不发育，或发育程度相对较差地段，可视为相对隔水层。

（4）地表水与地下水的关系

项目区地表主干河流有：太阳河、磨房沟。太阳河流向由南西向北东，太阳河标高低于矿体储量估算最低标高，故太阳河对矿床充水无影响；磨房沟沟谷形态多呈“V”字形，大致顺矿体平行排列，流向由北东向南西，大部分矿体标高位于磨房沟之上，故磨房沟对矿床充水影响较小；区内地表水体主要接受大气降水及融雪的补给，区内降雨量中等，补给条件中等，地表水的流量随降水的增大而增加，随降水减少而降低，即区内地表水受大气降水影响较大、动态变化较大。

（5）矿坑涌水量预测

根据《勘探报告》资料，项目区属主矿体在当地侵蚀基准面以上，根据注水试验成果，渗透系数 K 平均值为 0.00936m/d ，平均静止水位标高为 3615.33m ，水位降深为 209.28m ，含水层厚度为 358.28m 。

矿区矿体处厚大的潜水含水层中，矿坑系统形成后的矿坑进水应包含疏干开采水平以上的含水层和非完整坑底的充水。另外，矿区矿体呈长条形脉状展布，非完整集水廊道进行预测比较符合矿区矿坑系统的充水模式， $4547\text{m}^3/\text{d}$ 作为未来矿坑系统正常涌水量， $5502\text{m}^3/\text{d}$ 作为最大涌水量。

3、水文地质评价

综上所述，项目区矿体大部分位于当地最低侵蚀基准面之上，地形坡度较陡，有利于地表水径流、排泄；第四系覆盖层面积较广，但是厚度薄；矿区含水层主要为变质岩基岩裂隙含水层和岩浆岩基岩裂隙含水层，且变质岩基岩裂隙含水层和岩浆岩基岩裂隙含水层富水性弱。矿区地形差异较大，矿区水文地质边界条件

简单；矿区附近地表水体虽发育，但附近地表水体大部分位于矿体标高以下，不构成矿床的主要充水因素。矿床充水主要因素有：大气降水、矿体顶底板碳酸盐岩类溶蚀裂隙含水层（补给条件一般）。故矿床属以岩溶含水层顶板直接充水、底板间接充水为主，故矿区水文地质条件简单。

（四）工程地质

1、工程地质岩组的划分及其工程地质特征

依据岩石的物质成分、岩性组合条件、岩体组构、厚度变化、岩体完整性、岩石强度、抗风化能力及工程地质特征等诸因素，将项目区岩石划分为三类工程地质岩组，矿区工程地质平面图详见图 2-14、工程地质剖面图详见图 2-15。基本特征统计如下：

（1）松散软弱工程地质岩组（Q₄）

项目区内松散软弱工程地质岩组主要为第四系冰水-冰川堆积体、冲洪积层、崩坡积层、残坡积层及人工堆积层，其特征描述如下：

①第四系残坡积物（Q₄^{cdl}）

区内第四系残坡积物广泛分布于山坡坡脚、分水岭山脊，以及沟谷平缓地带，岩性主要为黄褐色含块碎石砂土，根据地表调查及钻孔、探槽编录统计，厚 0~25.0m。其中粉土可塑，结构松散，固结程度低，干强度中等，韧性中等，工程地质性质差；块石成分主要为棱角明显的黑云二长花岗岩及黑云长英质角岩，岩石抗压强度高，物理力学性质较好。第四系残坡积物分布广泛，未来矿山建设及开采易形成高危边坡、滑坡等地质灾害，对未来矿山建设及开采影响较大。

图 2-14 矿区工程地质图

图 2-15 矿区工程剖面图

②第四系崩坡积物 (Q_4^{col})

区内第四系崩坡积物主要分布于磨房沟西侧陡崖底部，崩积物岩性主要为灰色黑云长英质角岩、杂色黑云二长花岗岩。由于磨房沟西侧地形陡峭，岩石裂隙较发育，常发生岩石崩落、掉块等现象，堆积于磨房沟附近，块径一般为 0.8~1.5m，堆积厚度一般为 1~5m，在暴雨季节易冲入磨房沟成为泥石流的物源。

③第四系冲洪积物 (Q_4^{apl})

区内第四系冲洪积物主要分布于磨房沟、三岔河中下游沟谷两侧，组成物质主要为块石土，块石成分一般为黑云长英质角岩及黑云二长花岗岩，磨圆度差，分选性差，块径一般为 0.5~2m，堆积厚度一般为 1~4m，堆积方量较大，结构松散，稳定性较差，因远离矿体，故对矿床的开采影响较小，但是在暴雨季节时局部易失稳冲入沟内成为泥石流物源。

④第四系冰水-冰川堆积体 (Q_4^{gl})

区内第四系冰水-冰川堆积体主要为山岳冰川，位于海拔 4000m 以上的沟尾，岩性主要为灰色、深灰色黑云长英质角岩及黑云二长花岗岩，岩石棱角分明，杂乱堆积于山脊和山顶上，块径一般为 0.5~3m，厚度 3~20m，结构松散，下方灌木林较发育。

综上所述，区内第四系分类较多，广泛分布于项目区的坡脚、分水岭山脊，以及沟谷平缓地带，结构松散，固结程度低，干强度中等，韧性中等，工程地质性质差；块石成分主要为棱角明显的花岗岩，该类岩组岩土体颗粒粒径悬殊，岩土体空间结构分布不均，结构疏松，无胶结，孔隙度较大，透水性强，遇水后力学强度显著降低，易发生沿土岩接触面的滑坡、垮塌等不良地质现象，易发生水土流失，易沿土岩接触面发生浅层滑坡、垮塌等不良工程地质问题，亦是泥石流的主要固相物源之一。因此，该类岩组工程地质条件较差。

(2) 岩浆岩较坚硬~坚硬工程地质岩组

伟晶岩脉较坚硬~坚硬工程地质岩组 (γ_p)，该类岩组主要由伟晶岩脉和矿体组成。多呈脉状分布，岩石具块状构造，节理裂隙较发育，风化程度弱或基本未风化。根据地表采集的伟晶岩（矿石）物理力学试验岩样（11 组）测定结果：天然抗压强度 40.2~73.8MPa，天然抗剪强度凝聚力 2.51~5.19MPa，内摩擦角 40.0~44.3°，天然变形试验弹性模量 4.53~7.37 $\times 10^4$ MPa，泊松比 0.10~0.21；饱和抗压强度 41.2~61.2MPa，饱和抗剪强度凝聚力 2.11~4.56MPa，内摩擦角

39.6~43.9°；块体密度 2.59~2.69 g/cm³，吸水率 0.42~1.12%（详见表 2-2、表 2-3）。该岩组岩石力学性质良好，完整度较高，工程地质条件中等。局部裂隙发育地段完整度欠佳，易发生掉块现象，对矿床开采影响较小。

石英脉、花岗岩较硬~坚硬工程地质岩组，石英脉在项目区分布较少，且多呈细脉状、透镜状产出，细晶岩分布极少；岩石致密坚硬，呈整体状结构，天然抗压强度高，力学强度较高，岩石质量较好，对矿床开采几乎无影响。区内黑云二长花岗岩分布较广，岩石具块状构造，浅表地段节理裂隙较发育，深部岩石完整性好。根据地表及钻孔深部采集的花岗岩物理力学试验岩样（14 组）测定结果：天然抗压强度 43.8~95.8MPa，天然抗剪强度凝聚力 2.87~5.27MPa，内摩擦角 42.2~44.4°，天然变形试验弹性模量 5.22~7.60×10⁴MPa，泊松比 0.10~0.20；饱和抗压强度 36.6~81.3MPa，饱和抗剪强度凝聚力 2.49~4.67MPa，内摩擦角 41.7~44.0°；块体密度 2.57~2.69 g/cm³，吸水率 0.13~0.78%。该类岩组岩石力学性质好，完整度较高，工程地质条件较好。但在与围岩的接触带因受热接触蚀变影响岩体较破碎，裂隙较发育，其工程地质条件相对较差。

（3）变质岩类较坚硬~坚硬工程地质岩组

主要由三叠系上统侏倭组（T_{3zh}）的黑云长英质角岩、长英质角岩等组成，灰~灰黑色，鳞片变晶结构、粒状变晶结构，薄~中层状构造。节理、裂隙发育，地表多见微~弱风化，局部风化程度中等，该岩组多为矿体的直接顶底板。根据地表及深部采取的物理力学试验样（石英片岩类 16 组）测定结果：天然抗压强度 20.6~149.4MPa，天然抗剪强度凝聚力 1.85~6.82MPa，内摩擦角 40.1~44.9°，天然变形试验弹性模量 2.55~7.86×10⁴MPa，泊松比 0.08~0.23；饱和抗压强度 14.7~118.7MPa，饱和抗剪强度凝聚力 1.23~6.17MPa，内摩擦角 39.5~44.7°；块体密度 2.57~2.89 g/cm³，吸水率 0.28~1.81%（详见表 2-2、表 2-3）。该岩组岩石力学性质中等，完整度及质量中等，岩石质量中等，工程地质条件中等。局部裂隙发育地段完整度欠佳，主要体现在浅表地段和矿体接触破碎带一段，易发生掉块现象，对矿床开采影响较小。

2、矿体、顶底板、围岩岩石工程地质特征

因区内有岩浆岩侵入，区内矿体顶底板交替变化，矿体顶底板岩性为三叠系上统侏倭组（T_{3zh}）黑云长英质角岩及燕山早期（ηγ₅²）黑云二长花岗岩，通过在钻孔、探槽、坑道内取样分析结果可知，黑云二长花岗岩的天然抗压强度 43.8~

95.8MPa, 平均值 72.3MPa, 饱和抗压强度 36.6~81.3MPa, 平均值 62.0MPa, 说明黑云二长花岗岩属于较坚硬~坚硬岩石。黑云长英质角岩的天然抗压强度 20.6~149.4MPa, 平均值 68.5MPa, 饱和抗压强度 14.7~118.7MPa, 平均值 58.3MPa, 说明黑云长英质角岩属于较坚硬~坚硬岩石。矿体(含锂花岗伟晶岩)的天然抗压强度 40.2~73.8MPa, 平均值 56.5MPa, 饱和抗压强度 41.2~61.2MPa, 平均值 48.6MPa, 说明矿体(含锂花岗伟晶岩)属于较坚硬~坚硬岩石。值得注意的是, 虽然顶底板岩石属于较坚硬~坚硬岩石, 但矿体与顶底板接触带大部分岩石整体较破碎, 整体工程地质条件较差。

项目区内岩石岩性变化较大, 区内岩石局部高岭土化、炭化、泥化等主要为软弱夹层结构面。该类岩石易风化, 遇水易软化, 工程地质条件较差~差。

表 2-2 2017 年岩石力学性质试验成果统计表

试样编号		取样位置	野外定名	岩体力学性质试验												
				抗压强度			软化系数	抗拉	天然抗剪强度		饱和抗剪强度		天然变形试验		饱和变形试验	
天然	干			饱和	天然	凝聚力		内摩擦角	凝聚力	内摩擦角	弹性模量	泊松比	弹性模量	泊松比		
送样编号	实验室检测号			R（MPa）				η	Rt（MPa）	C（MPa）	φ（°）	C（MPa）	φ（°）	E ₅₀ （10 ⁴ MPa）	μ ₅₀	E ₅₀ （10 ⁴ MPa）
Y001	Y17004-1	ZK00-01	花岗岩	62.3	—	50.5	—	—	3.76	42.9	3.18	42.5	5.85	0.18	—	—
Y002	Y17004-2	ZK00-01	片岩	80.4	—	61.9	—	—	4.55	43.5	3.72	42.9	7.04	0.18	—	—
Y003	Y17004-3	ZK04-03	片岩	67.0	—	60.2	—	—	3.94	43.1	3.62	42.8	6.19	0.20	—	—
Y004	Y17004-4	ZK04-03	花岗岩	74.1	—	65.3	—	—	4.25	43.3	3.89	43.0	6.62	0.19	—	—
Y005	Y17004-5	ZK03-02	花岗岩	90.1	—	81.3	—	—	4.95	43.7	4.58	43.5	7.60	0.19	—	—
Y006	Y17004-6	ZK00-03	花岗岩	61.5	—	43.0	—	—	3.72	42.9	2.82	42.1	5.79	0.18	—	—
Y007	Y17004-7	ZK32-02	花岗岩	43.8	——	36.6	——	——	2.87	42.2	2.49	41.7	4.46	0.20	——	——
Y008	Y17004-8	ZK19-02	片岩	56.0	——	51.0	——	——	3.45	42.7	3.20	42.4	5.42	0.18	——	——
Y009	Y17004-9	ZK00-03	片岩	77.1	——	65.7	——	——	4.38	43.3	3.87	43.0	6.81	0.19	——	——
Y010	Y17004-10	ZK28-02	花岗岩	62.3	——	50.5	——	——	3.74	42.9	3.20	42.4	5.87	0.20	——	——
Y011	Y17004-11	ZK00-02	片岩	64.0	——	55.2	——	——	3.84	43.0	3.41	42.7	5.98	0.18	——	——
Y012	Y17004-12	ZK00-02	片岩	89.3	——	76.2	——	——	4.91	43.7	4.35	43.3	7.55	0.19	——	——
Y013	Y17004-13	地表	伟晶岩	58.5	——	51.4	——	——	3.55	42.8	3.25	42.5	5.57	0.20	——	——
Y014	Y17004-14	地表	伟晶岩	59.4	——	53.8	——	——	3.62	42.8	3.34	42.6	5.65	0.18	——	——
Y015	Y17004-15	地表	伟晶岩	60.7	——	55.6	——	——	3.67	42.8	3.45	42.6	5.75	0.20	——	——
Y016	Y17004-16	地表	伟晶岩	61.3	——	54.4	——	——	3.71	42.9	3.36	42.6	5.76	0.20	——	——
Y017	Y17004-17	地表	伟晶岩	54.9	——	50.2	——	——	3.42	42.6	3.16	42.4	5.30	0.19	——	——
Y018	Y17004-18	地表	伟晶岩	56.2	——	51.1	——	——	3.47	42.7	3.24	42.5	5.44	0.20	——	——

表 2-3 2019 年岩石力学性质试验成果统计表

送样号	分析编号	取样位置	野外定名	岩体力学试验														
				含水率	吸水率	块体密度			单轴抗压强度			抗拉	天然抗剪强度		饱和抗剪强度		天然变形试验	
						天然	干	饱和	天然	干	饱和	天然	凝聚力	内摩擦角	凝聚力	内摩擦角	弹性模量	泊松比
						ρ (g/cm ³)			R (MPa)			R _t (MPa)	C (MPa)	φ (°)	C (MPa)	φ (°)	E ₅₀ 10 ⁴ MPa	μ_{50}
Y1	Y19119-0001	CM64 12 号矿体顶板	黑云二长花岗	—	0.36	2.61	—	2.63	56.5	—	48.3	—	3.32	43.1	2.91	42.6	6.14	0.17
Y2	Y19119-0002	CM64 12 号矿体	含锂花岗伟晶	—	0.68	2.69	—	2.70	56.3	—	41.2	—	2.81	40.6	2.56	40.1	5.13	0.20
Y3	Y19119-0003	CM64 12 号矿体底板	黑云二长花岗	—	0.53	2.61	—	2.62	82.0	—	68.8	—	4.60	43.9	3.94	43.6	7.30	0.11
Y4	Y19119-0004	CM64 13 号矿体顶板	黑云二长花岗	—	0.78	2.61	—	2.62	47.3	—	40.2	—	2.86	42.5	2.51	42.0	5.22	0.19
Y5	Y19119-0005	CM64 13 号矿体	含锂花岗伟晶	—	0.42	2.59	—	2.60	40.2	—	36.3	—	2.51	40.0	2.31	39.6	4.53	0.21
Y6	Y19119-0006	CM64 13 号矿体底板	黑云二长花岗	—	0.55	2.70	—	2.71	89.3	—	78.3	—	4.93	44.1	4.42	43.9	7.33	0.10
Y7	Y19119-0007	CM72 13 号矿体顶板	黑云二长花岗	—	0.50	2.79	—	2.80	91.3	—	82.2	—	5.11	44.2	4.61	44.0	7.35	0.10
Y8	Y19119-0008	CM72 13 号矿体	含锂花岗伟晶	—	0.76	2.63	—	2.64	41.5	—	32.1	—	2.57	42.1	2.11	41.3	4.53	0.20
Y9	Y19119-0009	CM72 13 号矿体底板	钙质角岩	—	0.33	2.79	—	2.80	69.8	—	60.1	—	3.99	43.6	3.50	43.1	6.67	0.13
Y10	Y19119-0010	CM80 13 号矿体顶板	钙质角岩	—	0.37	2.76	—	2.77	20.6	—	14.7	—	1.53	40.1	1.23	39.5	2.55	0.23
Y11	Y19119-0011	CM80 13 号矿体	含锂花岗伟晶	—	0.68	2.66	—	2.68	59.2	—	47.7	—	3.46	43.3	2.88	42.5	6.21	0.17
Y12	Y19119-0012	CM80 13 号矿体底板	钙质角岩	—	0.66	2.72	—	2.73	30.2	—	24.5	—	2.01	41.0	1.77	40.4	3.51	0.21
Y13	Y19119-0013	zk64-08 顶板	黑云二长花岗	—	0.33	2.62	—	2.65	90.6	—	81.1	—	5.03	44.2	4.55	43.9	7.33	0.10
Y14	Y19119-0014	zk64-08 底板	黑云二长花岗	—	0.47	2.63	—	2.64	65.1	—	57.7	—	3.75	43.5	3.38	42.9	6.49	0.14
Y15	Y19119-0015	zk72-01 顶板	钙质角岩	—	0.30	2.76	—	2.77	149.4	—	118.7	—	6.82	44.9	6.17	44.7	7.86	0.08
Y16	Y19119-0016	zk72-01 底板	钙质角岩	—	0.40	2.80	—	2.81	27.0	—	22.4	—	1.85	40.7	1.62	40.2	3.19	0.23
Y17	Y19119-0017	zk237-01 顶板	黑云二长花岗	—	0.70	2.57	—	2.58	95.8	—	83.5	—	5.27	44.4	4.67	44.0	7.38	0.10
Y18	Y19119-0018	zk237-01 底板	钙质角岩	—	0.58	2.81	—	2.82	75.2	—	67.8	—	4.26	43.8	3.89	43.6	6.89	0.13
Y19	Y19119-0019	zk200-02 顶板	钙质角岩	—	0.64	2.70	—	2.71	89.5	—	79.8	—	4.97	44.2	4.49	43.9	7.33	0.10
Y20	Y19119-0020	zk200-02 底板	钙质角岩	—	0.34	2.89	—	2.90	88.7	—	76.5	—	4.93	44.1	4.32	43.8	7.32	0.11
Y21	Y19119-0021	BT200-01 顶板	钙质角岩	—	1.17	2.73	—	2.75	50.3	—	42.7	—	3.01	42.7	2.63	42.1	6.06	0.18
Y22	Y19119-0022	BT200-01 矿体	含锂花岗伟晶	—	0.62	2.61	—	2.62	73.8	—	61.2	—	5.19	44.3	4.56	43.9	7.37	0.10
Y23	Y19119-0023	BT200-01 底板	钙质角岩	—	1.81	2.57	—	2.60	61.2	—	53.7	—	3.56	43.2	3.18	42.8	6.42	0.15

3、矿床工程地质评价

项目区矿体属较坚硬工程地质岩，顶底板黑云长英质角岩、黑云二长花岗岩属较坚硬~坚硬工程地质岩组。但因区内有岩浆岩侵入，区内岩组结构较复杂，变化较大，围岩接触带相对较破碎，局部有软弱夹层，节理裂隙较发育；受构造影响，项目区内断层穿过矿体，对矿体有一定破坏作用，矿体分布区局部地段岩石较破碎，多呈碎块状、块状；在地下开采时易发生顶壁掉块、冒顶等工程事故，此外，在构造破碎带附近易发生硐室坍塌等不良地质现象，需进行支护。矿山公路边坡多为岩质边坡，易发生垮塌及零星落石掉块。项目区地下水虽然较为贫乏，但地下水产生的静水压力和动水压力以及软化作用对岩体稳定性以及土质边坡、斜坡的稳定性不利，易发生失稳现象。

综上所述，矿床工程地质条件属中等类型。

（五）地震

项目区周边近期以来地震活动十分强烈且频繁，这些地震主要分布于川西北断块的边界断裂带上，见图 2-16。

1974-1985 年间，境内及与邻县交界处发生了 3 级以下地震 166 次，3~4 级地震 16 次。

1748 年 10 月 9 日、12 日，在与小金县交界处发生 5.5 级地震，县内道路、房屋遭到破坏。1975 年 1 月 16 日，俄热发生地震，最大震级 4 级。因该区人烟稀少，未造成损失。1982 年 4 月 4 日，万林热地坪发生地震，最大震级 4 级。由于震源浅，震中距人口稠密区，山地浮石震滚，旧、危房墙裂瓦落，个别碉顶及旧藏式楼房被震垮，无人员伤亡。县外地震对县内有一定影响的：

1928 年 7 月 20 日 4 时，小金北部地区发生 5.5 级地震，对该县有一定影响。

1932 年马尔康境内发生 5 级地震，造成县内一些房屋倾斜或垮塌。

1955 年 10 月 1 日，康定发生 5.75 级地震，对该县有一定影响。

1973 年 2 月 6 日，炉霍发生强烈地震，金川震感强烈。

2008 年 5 月 12 日，汶川发生 8.0 级大地震，金川县震感强烈。

2013 年 4 月 20 日，芦山发生 7.0 级地震，金川县震感强烈。

2014 年 11 月 22 日，康定发生 6.3 级地震，对该县有一定影响。

图 2-16 工作区区域地震-构造图

根据《建筑抗震设计规范（GB50011-2019）》及《中国地震动参数区划图（GB18306-2015）》，项目区地处鲜水河地震带和松潘地震带之间，抗震设防烈度为Ⅵ度，地震加速度值为 0.10g，见图 2-17。

图 2-17 金川县地震烈度图

（六）矿体地质特征

1、矿体的形态、产状、规模及分布规律

根据矿体赋存的含矿伟晶岩脉、矿化主要元素的不同以及工程对矿体的分割，项目区共圈定 16 条矿体。其中热达门矿段共圈定 10 条矿体，分别为 I -1、I -2、I -3、II、III、IV、V、VI、XIII、XIV 号矿体；麦地沟南矿段圈定了 6 条主要矿体，分别为 VII、VIII、IX、X、XI 及 XII 号矿体。热达门矿段 I -1、I -2 及 I -3 号矿体赋存在 p34 号复合型伟晶岩脉中，P47~P43 号勘查线以及 P16 号勘查线附近的锂矿化较弱，将伟晶岩锂辉石矿化沿走向上分割成三段，据此自西向东圈定了三个独立的锂矿体，I -3 号矿体走向向东延伸至 P64 号勘查线后向东部及深部趋于尖灭；从 P20 号勘查线开始，I -3 号矿体北西方向，在 p40、p41 号伟晶岩脉中分别形成了 III 和 II 号矿体，与 I -3 号矿体位于同一个锂辉石矿化带上，两个矿体走向延伸至 P80 号勘查线附近后随着所在伟晶岩的尖灭而尖灭；该

矿段其余矿体规模较小。麦地沟南矿段圈定的 6 条矿体，地表出露长度在 45m~323m 之间，厚度一般 2m 左右。

热达门矿段矿体总体走向南西~北东，倾向南东，倾角一般在 50°~80°之间，局部略有变化。麦地沟南矿段矿体呈现出两组主要产状，其中Ⅶ、X I 号矿体总体走向为南西~北东，倾向北西，倾角 45°~80°；Ⅷ、Ⅸ、X、X II 号矿体总体走向为北西~南东向，倾向北东，倾角一般小于 30°；二者表现出“共轭”特征。

矿体以锂辉石矿化为主，所圈定的矿体除Ⅵ号矿体外均为锂辉石矿体。矿体的规模不一，热达门矿段矿体走向长 74~1270m，倾向延深 40~565m，平均厚度 2.02m~5.35m；麦地沟南矿段矿体走向长 45~323m，倾向延深 45~187m，平均厚度 1.50m~2.45m。

已有工作表明矿体在矿花岗伟晶岩中的分布具有以下规律：

(1) 矿体的规模与含矿伟晶岩的规模呈正相关，矿体的长度及厚度往往与含矿伟晶岩的长度及厚度成正比。

(2) 对于厚大的伟晶岩脉，矿化的位置可为脉体的边部或中心，其表现出伟晶岩脉形成的分带性，其分带特征有待做进一步的研究；对于厚度较小的伟晶岩脉，则表现为沿厚度方向全脉矿化或全脉贫化。

(3) 矿化与贫化往往呈现出逐渐过渡的关系，矿体在走向和倾向上均表现出此特征。

(4) 矿化在走向上的连续性可以达到 1200 m 以上，倾向上最大超过 500m。

(5) 矿脉向深部延深，锂相对贫化，而其伴生元素铍、铌、钽有变高的趋势，铷在伟晶岩中含量比较稳定。

3、主矿体特征

项目区 I -3、II 及III号矿体资源量占项目区总资源量的 83%，现将其主要特征分别介绍如下：

(1) I -3 号矿体

该矿体为锂矿体，赋存在p41 号伟晶岩脉中，矿体产状与其所在的伟晶岩产状基本一致，走向 36°~76°，倾向 126°~166°，地表倾向多为 309°~334°，倾角 44°~88°，倾角自西向东逐渐变缓。矿体主要由含锂辉石花岗伟晶岩组成，多含少量夹石，细-中粒花岗伟晶结构，块状构造。矿体的厚大部位主要集中在 P28~

P36 号勘查线之间，并向东西两侧减小（见图 2-18、图 2-19），工程揭露矿体最小厚度为 0.49m，最大为 7.08m，平均厚度 3.53m，厚度变化系数 55.54%，矿体厚度稳定；矿体品位（ Li_2O ）变化无明显规律，品位较高的伟晶岩位于 P40~P48 号勘查线之间，与矿体厚大的位置不一致，多为该矿体厚度较大的位置多含夹石所致，工程揭露矿体 Li_2O 最低品位 0.78%，最高品位 1.99%，平均品位 1.28%，品位变化系数 50.41%，有用组分分布均匀。矿体中伴生铍、铌、钽等元素，其平均含量分别为 BeO 0.040%、 Nb_2O_5 0.0076%、 Ta_2O_5 0.0030%。

图 2-18 热达门矿段主矿体+3700m 中段平面图

图 2-19 热达门锂矿 P28 号勘查线剖面图

(2) II号矿体

该矿体为锂矿体，赋存在p41号伟晶岩脉中，矿体产状与其所在伟晶岩产状基本一致。走向一般 $50^{\circ}\sim 82^{\circ}$ ，倾向 $140^{\circ}\sim 172^{\circ}$ ，倾角 $51^{\circ}\sim 81^{\circ}$ ，浅部缓、中部陡、深部稍缓。矿体在 P76 至 P80 号勘查线之间受断层 F1 影响发生转向，产状为

205°∠52°~65°。

矿体主要由含锂辉石花岗伟晶岩组成，中~细粒微晶结构，块状构造。矿体厚度总体较小，仅在 P28 号勘查线附近出现了相对厚大的部位，在 P64~P72 号勘查线之间，矿体在浅部的厚度稍大，工程揭露矿体的最小厚度为 0.46m，最大为 6.33m，平均厚度 2.30m，厚度变化系数 50.34%，矿体厚度稳定；矿体品位较高者主要分布在 P56 号勘查线附近，向两侧趋于降低，工程揭露矿体 Li₂O 最低品位 0.71%，最高品位 2.96%，平均品位 1.36%，品位变化系数 54.09%，有用组分分布均匀。矿体中伴生铍、铌、钽等元素，其平均含量分别为 BeO0.041%、Nb₂O₅0.0081%、Ta₂O₅0.0041%。

(3) III号矿体

该矿体为锂矿体，赋存在p40号伟晶岩脉中，矿体产状与其所在伟晶岩产状基本一致。走向一般 31°~72°，倾向 121°~162°，倾角 45°~84°，矿体倾角一般浅部缓、深部陡。矿体主要由钠长石锂辉石花岗伟晶岩组成。中~细粒微晶结构，块状构造，矿体中多夹石，且一般浅部夹石多，深部少。矿体在 P56 号勘查线附近厚度相对大，总体浅部相对厚、深部相对薄，工程揭露矿体的最小厚度为 1.26m，最大为 6.72m，平均厚度 3.04m，厚度变化系数 54.70%，矿体厚度较稳定；矿体品位（Li₂O）无明显变化规律，中部相对富、边部相对贫，工程揭露矿体 Li₂O 最低品位 0.73%，最高品位 1.84%，平均品位 1.28%，品位变化系数 48.28%，有用组分分布均匀。矿体中伴生铍、铌、钽等元素，其平均含量分别为 BeO0.035%、Nb₂O₅0.0072%、Ta₂O₅0.0033%。

4、矿石特征

(1) 矿石结构

矿石的结构有花岗伟晶结构、交代熔蚀结构、自形结构、半自形结构、他形粒状结构、包含结构等。

(2) 矿石类型

根据矿石的主要矿物成分划分项目区矿石的自然类型为钠长石花岗伟晶岩型锂辉石矿石；根据矿石的氧化程度，项目区 I-1、I-2、I-3 等矿体虽出露地表，但其抗风化能力强，多突出地表，矿石氧化程度低，以原生矿为主，极少为氧化矿。矿石的工业类型为易选锂辉石矿石。

(3) 矿物组成

矿石中的矿石矿物主要以锂辉石为主，其次有少量的磷锂铝石、绿柱石、铌钽矿物等；脉石矿物以长石类（钠长石、微斜长石）、石英为主，其次为白云母；其他副矿物如电气石、磷灰石、黄玉、锆石等含量极少。

（4）矿石化学成分

项目区矿石的主要化学成分为 SiO_2 ，其次为 Al_2O_3 、 Na_2O 、 K_2O 、 Li_2O 等， Fe_2O_3 、 CaO 、 P_2O_5 、 MgO 、 MnO 等含量低，有益组分主要包括： Li_2O 、 BeO 、 Nb_2O_5 、 Ta_2O_5 、 Rb_2O 等。

SiO_2 含量在 70.50~78.66%之间，平均为 74.83%，矿石属酸性岩浆岩； Al_2O_3 含量在 12.48~16.31%之间，平均为 14.71%， $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 含量在 1.90~6.59%之间，平均为 3.81%， Al_2O_3 含量远大于 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ 含量，矿石属铝过饱和岩石；岩石里特曼指数 $\sigma = \omega(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})^2 / [\omega(\text{SiO}_2) - 43]$ 为 0.42~2.55，平均为 1.46，小于 3.3，矿石属钙碱性岩石，矿石化学分析结果见下表 2-4。

5、伴生矿物

矿区勘探时对伴生矿产进行了综合评价，对锂、铌、钽、铍、锡等元素均作了基本化学分析，并可通过组合分析了解铷在伟晶岩中的分布特征。结果表明该项目区伴生的铌、钽的含量已达到综合回收利用指标要求，具备综合回收利用价值；铍在伟晶岩中的含量通常能达到伴生铍综合评价指标要求，部分工程揭露的铍含量还能达到铍矿体一般工业指标的品位；铷在伟晶岩中的含量较稳定，铷的含量常能超过一般工业指标对品位的要求；锡在矿体中分布散乱，且没有明显的规律可循，总体含量很低。深部锂元素含量相对贫化的伟晶岩，表现出相对厚大的特点，其中的铍、铌、钽等其他稀有金属元素存在富集成具有工业价值的独立稀有金属矿体的潜力。

6、相关重金属元素

（1）铌、钽

铌钽主要赋存在铌钽矿物中。铌钽矿物在矿石中含量低，无法挑选单矿物。

（2）锡

锡主要来自于锡石，锡石在矿石中含量低且不均匀，综合回收价值也较小。

表 2-4 矿石化学分析结果表

样品 编号	ω () /10 ⁻²													ω () /10 ⁻⁶										
	Li ₂ O	SnO ₂	MnO	SiO ₂	Al ₂ O ₃	TFe ₂ O ₃	K ₂ O	Na ₂ O	CaO	MgO	TiO ₂	P ₂ O ₅	F	BeO	Nb ₂ O ₅	Ta ₂ O ₅	Rb ₂ O	Cs ₂ O	V ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃	SrO	ZrO ₂	WO ₃	
ZK04-03-ZH1	0.43	0.05	0.10	73.24	15.27	0.38	3.92	4.86	0.30	0.02	0.01	0.40	0.06	294.48	83.05	31.33	2063.37	113.50	<100	10.99	69.86	<10	<100	
ZK32-07-ZH1	0.49	0.09	0.17	72.62	16.31	0.58	2.78	5.20	0.44	0.09	0.02	0.39	0.04	428.62	104.74	41.97	1303.84	62.97	<100	10.89	49.67	15.43	<100	
BT31-02-ZH1	0.71	0.08	0.21	78.66	12.48	0.67	1.54	3.94	0.35	0.03	0.01	0.41	0.11	322.20	68.52	18.85	843.58	42.12	<100	14.40	29.09	12.20	<100	
TC22-01-ZH1	0.54	0.03	0.11	72.64	15.47	0.58	2.96	4.99	0.35	0.07	0.04	0.34	0.07	306.07	123.57	39.62	1608.19	120.30	<100	9.76	51.59	24.83	<100	
ZK00-03-ZH2	0.64	0.05	0.14	75.51	14.55	0.57	2.86	4.35	0.28	0.02	0.01	0.43	0.06	497.80	92.47	46.33	1672.61	177.18	<100	11.67	40.80	<10	<100	
ZK56-01-ZH1	0.80	0.05	0.12	74.27	15.22	0.49	2.89	5.13	0.24	0.04	0.02	0.28	0.06	463.76	96.02	51.96	1451.07	183.39	<100	10.84	45.28	25.92	<100	
BT02-01-ZH1	1.01	0.10	0.17	74.24	14.99	0.60	2.38	4.93	0.34	0.05	0.02	0.36	0.06	485.36	93.96	41.12	1293.69	88.34	<100	11.52	43.71	9.71	<100	
ZK00-01-ZH1	0.91	0.13	0.13	70.50	14.68	1.93	2.83	3.17	0.76	0.54	0.11	0.25	0.04	302.70	70.60	24.84	968.89	49.06	<100	45.62	50.79	42.47	487.13	
ZK32-04-ZH1	0.84	<0.020	0.10	74.38	15.28	0.40	2.66	5.31	0.28	0.01	0.01	0.30	0.05	367.14	76.88	33.48	1269.23	66.76	<100	9.96	35.00	<10	<100	
ZK40-03-ZH1	0.92	0.07	0.09	74.76	14.97	0.72	2.46	3.98	0.81	0.18	0.03	0.34	0.06	359.09	88.49	35.77	1014.52	51.54	<100	11.11	77.37	30.71	<100	
ZK36-03-ZH1	0.98	0.08	0.13	74.43	15.42	0.42	2.38	5.05	0.32	0.05	0.01	0.33	0.03	345.79	75.34	30.03	1418.11	89.65	<100	14.51	78.99	12.20	<100	
BT15-01-ZH1	1.44	0.09	0.08	74.93	14.61	0.42	2.42	4.48	0.31	0.02	0.02	0.28	0.05	572.70	82.16	54.49	1240.23	66.31	<100	11.26	34.60	10.57	<100	
ZK00-01-ZH2	1.40	0.08	0.16	74.70	14.58	0.47	3.28	3.67	0.27	0.03	0.02	0.36	0.04	487.35	115.74	44.36	1660.28	96.64	<100	11.83	44.33	<10	<100	
ZK24-04-ZH1	1.42	0.02	0.12	75.09	14.39	0.43	3.09	3.81	0.21	0.01	0.01	0.27	0.03	334.07	162.91	71.89	1284.83	56.77	<100	9.92	35.25	<10	<100	
ZK32-03-ZH1	1.44	0.10	0.11	75.36	14.47	0.45	2.62	4.12	0.26	0.02	0.01	0.29	0.05	351.51	85.37	29.06	1244.16	58.47	<100	10.57	33.21	<10	<100	
ZK24-02-ZH1	1.40	0.04	0.09	75.26	13.89	0.34	2.57	4.30	0.19	0.01	0.01	0.24	0.08	270.28	51.53	21.82	1096.92	50.87	<100	12.38	31.28	<10	<100	
BT27-02-ZH1	1.84	0.11	0.09	75.43	14.68	0.50	1.73	3.90	0.32	0.02	0.01	0.28	0.05	442.82	85.37	42.83	774.83	61.14	<100	10.29	36.83	10.37	<100	
ZK28-04-ZH2	2.58	0.08	0.14	78.03	13.52	0.58	1.88	1.97	0.21	0.02	0.01	0.29	0.04	403.29	74.04	34.91	1010.62	81.07	<100	12.89	21.77	<10	<100	
ZK32-04-ZH2	2.09	0.11	0.13	75.74	14.57	0.52	2.15	3.37	0.28	0.01	0.01	0.27	0.04	448.82	100.99	32.64	977.99	49.16	<100	12.80	33.03	<10	<100	
ZK00-02-ZH2	2.67	0.11	0.15	76.01	14.84	0.46	1.47	2.93	0.23	0.03	0.01	0.31	0.04	431.75	115.83	43.16	748.10	85.01	<100	12.03	37.29	<10	<100	
ZK04-03-ZH2	2.32	0.09	0.13	75.70	14.82	0.44	2.19	3.10	0.24	0.02	0.01	0.30	0.05	295.76	78.85	28.64	1211.63	87.82	<100	12.45	23.73	<10	<100	

三、矿区社会经济概况

1、金川县社会经济概况

至 2022 年末，金川县户籍总户数 25074 户，户籍总人口 7.24 万人，其中农业人口 57868 人，女性 35569 人，少数民族人口 58547 人，少数民族人口占 75%。年末常住人口 7.45 万人，农村人口 51405 人，城镇人口 23095 人，城镇化率 31.81%。全县人口出生率 6.3%，死亡率 3.5%，人口自然增长率 2.75%。金川县有耕地 6 万亩，林地 450 万亩，草场 283 万亩。

2022 年金川县实现地区生产总值 206739 万元，按不变价格计算，增长 2.7%，绝对额居全州第 10 位，速度居第 7 位。其中，第一产业增加值 43411 万元，增长 4.4%，第二产业增加值 14461 万元，增长 9.2%，第三产业增加值 148867 万元，增长 1.5%。第一产业拉动 GDP 增长 0.8 个百分点，第二产业拉动 GDP 增长 0.7 个百分点，第三产业拉动 GDP 增长 1.2 个百分点，金川县近三年社会经济情况见表 2-5。

表 2-5 金川县近三年社会经济情况统计表

年份	指标						
	地区生产总值	户籍总人口	农村人口	人均耕地	城镇人均可支配收入	农村人均可支配收入	全区一般公共财政收入
	(亿元)	(万人)	(万人)	亩	(元)	(元)	(万元)
2020	19.73	7.32	5.36	1.11	33764	12985	7098
2021	20.13	7.52	5.24	1.14	35115	14193	8163
2022	20.67	7.24	5.14	1.16	36520	15513	10008

注：数据源于 2020~2022 年《四川统计年鉴》、政府工作报告、国民经济和社会发展统计

2、观音桥镇社会经济概况

观音桥镇全镇幅员面积 333.18km²，辖 6 个村 18 个村民小组，至 2022 年末，全镇 574 户，总人口 2274 人，人口密度约 5.79 人/km²，全镇耕地面积 2831 亩，林地面积 147949.5 万亩，草地面积 154745.53 万亩，主要以农牧业生产为主，辖区内自然资源丰富，有虫草、大黄、铁棒槌等野生中药草，有松茸、羊肚菌、青冈菌等野生菌类，农牧业总产值约 1176 万元。观音桥镇近三年社会经济情况详见表 2-6。

表 2-6 观音桥镇近三年社会经济情况统计表

年份	指标					
	地区生产总值	户籍总人口	农村人口	人均耕地	农业总产值	人均可支配收入
	(万元)	(人)	(人)	亩	(万元)	(元)
2020	4893.62	2436	2397	1.15	1011	20088
2021	5214.33	2535	2510	1.10	1054	20569
2022	5527.65	2274	2238	1.24	1176	24308

注：数据源于 2020~2022 年《四川统计年鉴》、政府工作报告、国民经济和社会发展统计

四、矿区土地利用现状

（一）土地利用类型

矿区面积共计***.**hm²，参照《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T 1055-2019）、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017），结合金川县全国第三次国土调查 2021 年度土地利用变更数据成果，矿区土地利用类型主要包括林地和草地，见图 2-20。矿区土地利用现状统计见表 2-7。

图 2-20 矿区土地利用现状图

表 2-7 矿区土地利用现状统计表

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）	占总面积比例
03	林地	0301	乔木林地	***	90.61%
04	草地	0401	天然牧草地	***	9.29%
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	***	0.10%
合计（hm ² ）		-	-	***	100.00%

1、林地

矿区林地面积为***.**hm²，占总面积的 90.61%，全部为乔木林地。矿区林地

现状见照片 2-5。

照片 2-5 项目区林地现状（乔木林地）

2、草地

矿区天然牧草地面积为 $^{**.**}\text{hm}^2$ ，占总面积的 9.29%，矿区内草地现状见照片 2-6。

照片 2-6 项目区草地现状（天然牧草地）

（二）土地权属

矿区土地全部位于金川县观音桥镇，涉及麦地沟村和松都村 2 个行政村，经金川县自然资源局确定，矿区土地权属明确，界线明显，不存在权属争议。矿区土地利用权属统计表见表 2-8。

表 2-8 矿区土地利用权属统计表

权属		地类面积 (hm ²)			
		03 林地	04 草地	11 水域及水利设施	合计 (hm ²)
		0301	401	1101	
		乔木林地	天然牧草地	河流水面	
四川省金川县	麦地沟村	***	***	***	***
	松都村	***	***	***	***
合计 (hm ²)		***	***	***	***

(三) 基本农田

通过将拟申请矿权范围与金川县自然资源局提供的永久基本农田划区定界图叠加分析，并与矿方相关部门求证，本项目开发地面工程项目建设不存在征用或租用永久基本农田情况，基本农田分布见图 2-21。

图 2-21 热达门锂矿基本农田分布图

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

（一）基础设施

经金川县环境保护和林业局和金川县城乡规划建设和住房保障局核实，本项目区未涉及自然保护区、森林公园、四川大熊猫栖息地和风景名胜保护区等各级各类保护区范围。项目区内暂无其他建设项目，项目区涉及的居民住宅、县道等均未对项目区矿体形成压覆。

（二）村庄

根据实地调查，项目区范围内无居民及房屋。

（三）采矿活动

项目区为新建矿山，暂未动工建设。

（四）周边矿区

到目前为止，矿区周边矿权设置情况见图 2-22 和表 2-9。周边采矿权范围与本次采矿权申请矿区范围不存在重叠，矿权距离满足相关要求，周边采矿权对本项目开发没有影响。

矿区未涉及自然保护区、森林公园、四川大熊猫栖息地和风景名胜保护区等各级各类保护区范围。矿区涉及的居民住宅、省道等未对矿区主要矿体形成压覆。

图 2-22 矿区周边矿权设置图

表 2-9 矿区周边矿权统计表

已设置探矿权			已设置采矿权		
序号	编号	名称	序号	编号	名称
1	TC01	太阳河口锂多金属矿	1	YC01	党坝乡锂矿
2	TC02	热达门锂辉石矿	2	YC02	观音桥锂辉石矿
3	TC03	湖寨锂辉石矿	3	YC03	李家沟锂矿
4	TC04	斯曼措锂辉石矿	4	YC04	业隆沟锂矿
5	TC05	龙古锂辉石矿			
6	TC06	党坝锂辉石矿			
7	TC07	地拉秋锂辉石矿			

综上所述，项目区及其周边人类工程活动较强烈。

六、矿山及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

本矿山项目为新建矿山（暂未建设），目前处于申请采矿证阶段，暂未实施任何矿山地质环境治理与土地复垦措施。本方案是矿山首次编写的与矿山地质环境、土地复垦相关的报告，矿山企业将严格按照本方案提取相关治理费用，根据矿山开采进度、分阶段治理矿山地质环境、开展土地复垦工程。

（二）周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

根据矿区所处的地域位置、地貌特征、地质构造、场地布置、复垦单元、复垦地类情况等因素，选取距离本矿山约 50km 的四川德鑫矿业有限公司四川省金川县李家沟锂辉石矿矿山地质环境治理与土地复垦工程为典范进行对比、分析。

1、条件对比

本项目与四川省金川县李家沟锂辉石矿矿山地质环境治理与土地复垦分析对比见表 2-10。

表 2-10 周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析对比表

项目名称	四川省金川县李家沟锂辉石矿	热达门锂矿
项目位置	阿坝藏族羌族自治州金川县集沐乡	阿坝藏族羌族自治州金川县观音桥镇
地形地貌	高原	高原
气候	年平均降雨量 717.6mm	年均降水量为 717.6mm
海拔	+2300~+4190m	+2812~+4484m
土壤	山地褐土和山地棕壤土	褐土和山地棕壤土
植被	乔木、灌木	乔木、草地
治理单元	拟建场地	拟建场地和塌陷土地等
复垦涉及地类	耕地、林地	耕地、林地、草地
覆土来源	外购、剥离表土	原剥离表土
覆土厚度	耕地 0.5m、林地 0.3m	耕地 0.5m、林地 0.6m、草地 0.3m
监测管护	3 年	4 年
复垦效果	3 年后耕地、林地生产力恢复未破坏前的 90%	设计 4 年后达到未破坏前生产力

2、案例分析

（1）矿山地质环境治理

①矿山地质环境治理

方案对崩塌 B1、B2、B3、H1、H4、X10 六处地质灾害点进行治理。措施为设置主动防护网、修建拦挡墙。

②矿山地质环境监测

对矿山地质环境进行监测，包括地质灾害变形监测（水平位移）、地质灾害变形监测（垂直位移）、裂缝监测、GPS 测量、含水层、水量观测（全分析）、水质分析（全分析）、水质分析（重金属分析）、地形地貌景观监测及遥感解译。

（2）土地复垦

① 复垦单元及复垦方向

表 2-11 矿山土地复垦方向表

序号	复垦单元	损毁地类	复垦方向
1	平硐口及回风平硐口	乔木林地	乔木林地
2	隧道口	乔木林地、特殊用地	乔木林地、灌木林地
3	3330m 和 3500m 工业场地	乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村道路、河流水面	乔木林地
4	办公生活区	旱地、乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村宅基地、交通服务场站用地、农村道路	旱地、乔木林地、灌木林地
5	高位水池	乔木林地、灌木林地	乔木林地
6	采矿工业场地	乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村道路	乔木林地
7	浮选工业场地	水浇地、旱地、乔木林地、农村宅基地、农村道路、坑塘水面	旱地、乔木林地、坑塘水面、农村道路
8	联络道路	乔木林地、灌木林地、特殊用地、农村道路、河流水面、水工建筑用地、裸土地、裸岩石砾地	乔木林地
9	作业管道	乔木林地、灌木林地、农村道路、特殊用地、河流水面、采矿用地	乔木林地、灌木林地、农村道路
10	尾矿库区	乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村道路、河流水面、裸岩石砾地	乔木林地
11	加油站	乔木林地、农村道路	乔木林地
12	碎磨工业场地	乔木林地、灌木林地、采矿用地	乔木林地
13	水源地	乔木林地、河流水面	乔木林地、河流水面
14	尾矿压滤工业场地	乔木林地、采矿用地、农村道路、河流水面、裸岩石砾地	乔木林地
15	炸药库	乔木林地	乔木林地
16	临时中转站	乔木林地	乔木林地
17	输电线路杆塔	乔木林地、灌木林地	乔木林地、灌木林地

注：施工期间临时排土场剥离表土在临时排土场内分区暂存，用于后期临时排土场的覆土生态恢复；浮选工业场地剥离表土在该场地设 1 处表土临时堆场暂存，用于后期绿化；采选工业场地剥离表土一部分用于探矿废石占地的生态恢复，剩余部分在碎磨工业场地内设 1 处表土临时堆场暂存，用于后期绿化。表土场表面均铺盖绿网进行防护。

②工程措施

1) 土壤重构工程

a.清理工程

针对业主拆除地面附着物后的硬化地面拆除，清理拆除场地内建（构）筑物，采矿设施及矿石废渣等，并将清理废渣运输至项目规划的弃渣区域进行集中堆放，运距控制在 5km。

b.平整工程

对清理后的场地进行平整，平整后的场内坡度不超过 25°，耕地区域不得超过

6°，不得有深坑或弃石堆积，并与周边地形保持协调。根据项目区地形及复垦方向，本项目规划规面宽 0.4m、底宽 0.6m、高 0.3m 的梯形田埂。田埂施工过程中，田埂材料采用素土填筑。

c.土方松动

对场地内板结土壤进行松土、翻土，松动厚度 20-30cm。

d.场地压实

对平整后的尾矿区场地松方进行压实，压实厚度 15cm。

e.覆土工程

土地平整后，要对平整后的土地进行表土回覆，覆土来源来自工程开工前剥离的表土，复垦为林地覆表土厚度 30cm，复垦为耕地附表土厚度 50cm（其中耕作层 20cm，心土层 30cm）。

f.生物化学工程

林地选择商品有机肥 1500kg/hm² 增施，耕地按照商品有机肥 4500kg/hm² 和复合肥 750kg/hm² 增施。

2) 植被重构工程

栽植本地乔木树种云杉、油松，乔木苗木株行距：2m×2m 株，灌木选择银露梅和金露梅，灌木苗木株行距：1m×1m，株间撒草选择垂穗披碱草和黑麦草 1:1 混播，播撒量为 120kg/hm²。

3) 配套工程

a.灌排工程

新建浆砌块石灌排沟渠设计尺寸：0.4m*0.4m，与自然冲沟相连接。

b.道路工程

修建田间道采用 2.5m 宽、25cmC20 砼硬化路面；修建生产路采用 1.0m 宽、20cmC20 砼硬化路面。

4) 监测管护

土地损毁、复垦管护及监测：地形地貌监测 24 次，土地损毁监测 66 次，土地质量监测 66 次，复垦植被监测点 22 处 66 次，复垦配套设施监测 6 次。耕地和林地管护时间为 3 年。

③资金投入

本方案复垦责任范围**.*hm²，复垦静态总投资为 40528661 元，复垦动态

总投资为 105437036 元，亩均静态投资 44979.82 元，亩均动态投资 117016.91 元。

④复垦效果

通过恢复治理保障了耕地、林地的合理开发利用，推动当地经济发展；美化了区域内环境，为城乡建设与规划提供依据，促进高原旅游产业发展；确保矿区牧民生产资料，保护牧民财产安全，消除潜在威胁，恢复治理工程的实施对当地产生了巨大的经济效益。

照片 2-7 复垦效果

3、案例总结

四川省金川县李家沟锂辉石矿与本项目地形地貌、气候及当地的植被生长情况及复垦地类与本项目基本类似。因此，四川省金川县李家沟锂辉石矿的矿山治理和复垦经验对本方案有很强的借鉴意义。

①土地整治及区域水土保持综合治理中对高原脆弱生态区恢复中，应改善土壤性能，采用林（灌）草结合的植被恢复方式，加快生态脆弱区生态恢复，以求达到快速恢复矿山地质环境，实现恢复治理的巨大社会及经济价值；

②坚持“边生产、边治理、边复垦”，将地质环境治理与土地复垦纳入生产环节，最大限度地减少矿产资源开采对环境的破坏；

③矿区建设前应进行表土剥离工程，表土剥离需满足后续所有土地复垦工程所需。剥离表土集中堆放至表土堆放场，表面采用密目网苫盖进行防护，撒播草籽进行绿化养护，之后管护 4 年；

⑤坚持预防为主的原则，防治地质灾害对复垦工程的破坏，减少地表变形，保护地表植被；

⑤结合矿山土壤实际情况，耕地覆土 0.5m，林地覆土 0.6m，草地覆土 0.3m，管护 4 年。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

（一）矿山地质环境调查概述

本次矿山地质环境调查工作中，首先熟悉工作程序，确定工作重点，制定实施计划。在收集资料的基础上，开展矿山地质环境现状调查。在开展现场调查工作前，收集了热达门锂矿详查报告、开发利用方案、资源储量报告、水土保持方案及四川省阿坝州金川县地质灾害详细调查成果报告等资料共 10 份，并进行了分析、整理，了解矿山地质环境条件，确定补充资料内容和现场调查方法、调查路线及调查内容。

野外调查采用矿区 1:5000 地形地质图作为现场调查手图，采用 GPS、GIS 等新技术、新方法，在充分收集分析前人资料的基础上，采用路线穿越与重点追索相结合、调查与访问相结合，以调查矿山现状环境地质问题为重点、兼顾可能因采矿活动而受影响的范围，围绕矿山工程受灾的可能性与受威胁程度进行地质灾害调查与评价，对隐患点和重要地质现象进行详细记录和拍照。

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T223-2011）的规定：矿山地质环境调查范围为拟申请采矿范围和采矿活动可能影响到的范围，因此，现场调查范围以热达门锂矿拟申请采矿权范围为基础，结合周边环境特征，综合考虑地下采区影响范围、地下水疏干范围、水土污染、地形地貌景观破坏等，确定评估区范围面积 9.968km²。

矿山地质环境现场调查工作完成了调查线路 3 条、踏勘里程 22km，调查点 80 个，其中包括地形地貌（地质隐患）47 个、水文地质调查点 5 个、工业场地调查点 28 个，采取水样 2 组，拍摄照片 120 张，拍摄视频 40 分钟。

现场调查内容主要包括调查区范围内的地表建筑设施、河流、地质灾害隐患点等。重点对区内的矿山建设生产情况、植被、地形地貌景观、地质灾害点发育等进行了调查，基本查明了热达门锂矿开采影响范围内的矿山地质环境问题。

（二）土地资源调查概述

此次土地资源调查的目的是全面摸清项目区土地资源和利用状况，掌握真实准确的基础数据，为科学合理制定土地复垦方案、有效保护项目区土地资源提供依

据。调查的任务主要有查清项目区各土地利用类型及分布、项目区土地涉及权属主体、收集土地利用现状图和规划图、基本农田分布图，真实准确地掌握项目区内的土地资源利用情况。结合矿山开采设计，预测土地损毁情况和程度，并科学划定复垦责任区，制定合理可行的复垦实施方案。

本次调查采用 GPS 和地形地物校核定位对项目区内的已损毁区域和拟损毁区域进行了面积圈定；对典型的林地、草地测量了土壤剖面，调查了土壤层厚度和质地；针对矿山生产对土地的损毁、对当地环境的影响以及土地复垦方向和标准措施等，发放了公众调查表。

土地资源现场调查走访调查相关权益人 10 人、调查照片 30 张，挖制土壤剖面 6 处，采取土壤样本 2 份。

（三）调查工作评价概述

综上所述，整个野外调查工作严格按《编制指南》要求进行，收集的资料较全面，工作精度符合相关规范、规程要求，质量可靠，达到了预期目的。

图 3-1 调查评估工作量示意图

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

根据《矿山地质环境报告与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）（以下简称《编制规范》），评估范围应包括采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围。热达门锂矿为井工开采矿井，采矿活动影响范围包括矿石开采后形成的岩层移动范围、地下水疏干范围、废石和尾矿堆放范围以及工业场地占地范围。本次评估区范围包括以下范围：

- ①矿石开采后形成的地表移动变形范围及地下水疏干范围；
- ②矿山周边分布的地质灾害可能对采矿活动造成威胁的区域；
- ③可能遭受矿山生产建设过程中加剧、引发地质灾害危害的区域；

④可能受到矿山生产建设过程中污染的区域；

⑤矿山未来开采中可能造成该区地形地貌、植被、土地资源、地表/地下水造成损害的区域；

⑥矿山各工业场地，包括采选工程、选矿工程、基础设施等；

⑦矿山可能存在水土污染并对土地使用造成影响的区域；

⑧潜在泥石流隐患影响区域（界定至分水岭区域）。

按上述原则综合确定本次评估范围面积*.***km²，见图 3-2、图 3-3。

图 3-2 评估区范围图

图 3-3 项目区遥感影像图

2、评估级别

(1) 评估区重要程度

根据现场调查及资料收集,评估区内无居民分布,区内无重要公路以及建筑设施、矿区邻近无国家自然保护区和重要旅游景点、无重要水源地。

评估区内土地利用类型主要以林地及草地为主,项目建设占用的土地利用类型主要是林地和草地。

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(表 3-1)确定该评估区重要程度为“较重要区”。

表 3-1 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
注:评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则,只要有一条符合者即为该级别。		

(2) 矿山地质环境条件复杂程度

①主要矿层(体)位于地下水位附近或以下,区域含水层或地表水联系不密切,正常涌水量为 4547m³/d;

②矿床围岩由三叠系上统侏倭组(T3zh)的黑云长英质角岩、长英质角岩等组成,薄~中层状构造。以块状结构为主,虽属较坚硬~坚硬工程地质岩组,该岩组岩石力学性质中等,完整度及质量中等,岩石质量中等,工程地质条件中等;

③矿区构造相对简单,主干构造外的成规模断裂不发育;

④现状条件下矿山尚未进行建设,暂未形成矿山地质环境问题;

⑤调查发现,现状条件下,评估区内无采矿活动,尚未形成采空区;

⑥评估区位于巴颜喀拉山脉东南段南缘与邛崃山脉北段西缘接壤的大雪山北部高中山区,属冰川侵蚀,构造剥蚀极深切割地带,地貌单元类型多,微地貌形态复杂,地形起伏大,相对高差 1672m。

综上所述,根据《矿山地质环境保护与恢复方案编制规范》附录 C 表 C.1,矿山地质环境条件复杂程度分级表(表 3-2)综合确定,该矿山的矿山地质环境复杂程度属“复杂”。

表 3-2 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

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 10000m 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,矿坑正常涌水量 3000~10000m 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,矿坑正常涌水量小于 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,软弱结构面、不良工程地质层发育,存在泡水软弱岩层或松散软弱岩层,含水砂层多,分布广,残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m,稳固性差,采场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。	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 5~10m,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 5m,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
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°,相对高差小,地面倾向与岩层倾向多为反交
注:采取就上原则。只要有一条满足某一级别,应定为该级别。		

（3）矿山生产建设规模

热达门锂矿山开采方式为井工开采，开采矿种为锂辉石，矿山设计生产规模为**万吨/年（井工开采）。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 D 中表 D.1 矿山生产建设规模分类一览表（表 3-3），该矿山生产建设规模属于“中型”。

表 3-3 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	
锂（稀有金属）	矿石万吨	≥100	100-30	<30	

（4）评估级别确定

综上所述，评估区重要程度为较重要区，矿山生产建设规模属中型，矿山地质环境复杂程度为复杂，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》中附录 A-表 A.1 矿山地质环境影响评估分级表（表 3-4）确定，本矿山地质环境影响评估分级为“一级”。

表 3-4 矿山地质环境影响评估级别判别表

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

（二）矿山地质灾害现状分析与预测

1、评估区地质灾害易发程度分析

评估区位于巴颜喀拉山脉东南段南缘与邛崃山脉北段西缘接壤的大雪山北部高中山区，属冰川侵蚀，构造剥蚀极深切割地带，山高、谷深、坡陡、沟壑纵横、悬崖峭壁屡见不鲜。项目区海拔高程+2812~+4484m，地形总体东高西低，相对高差 1672m。项目区山体坡度下部陡、上部缓，坡度一般 18~45°，平均约 30°，时有陡崖峭壁分布。结合金川县地质灾害分布与易发程度分布图（图 3-4）确定，评

估区南部属泥石流地质灾害高易发区、东西两侧属地质灾害中易发区、中部及北部属地质灾害低易发区，采矿工程建设应注意地质灾害威胁。

图 3-4 金川县地质灾害易发程度分区图

2、地质灾害现状分析

（1）地质灾害类型特征

地质灾害的发育形成是致灾地质作用和受灾对象相遇的结果，二者缺一不可。在地质灾害的发生发展过程中，地形地貌、地层岩性、地质构造等是地质灾害产生所应具备的基本条件，降雨、地震、人类工程经济活动等是地质灾害发生的主要诱发因素，当地质灾害产生的基本条件与主要诱发因素发挥作用时，即可能发生地质灾害。

通过现场调查，评估区内发育一处滑坡（H₁）和一处泥石流沟（N₁），主要分布于热达门矿段南部，此外评估区内无地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。

滑坡（H₁）：位于磨房沟北侧、拟建选矿厂西侧约 320m 斜坡处，斜坡坡度较

陡，地势整体东北高，西南低。滑坡体东北侧近山脊，坡度约 20° - 25° ，平均宽约 55m，长约 100m，堆积体平均厚度约 3m，滑坡体体积约 16500m^3 ，主要成份为碎石，母岩成分为强-中风化的花岗岩，坡体平面呈舌状，整体地形呈“圈椅状”，利于雨水下渗，并快速向坡脚排泄。坡体后缘为自然斜坡，斜坡较陡，地形坡度 20° ~ 25° ；坡顶地形较缓，坡度 10° ~ 15° 。坡体前缘为磨房沟，地形陡峭，利于坡体剪出，破坏模式为前缘坡体滑动引起后侧坡体失稳，为牵引式滑坡，详见照片 3-1、3-2。

照片 3-1 H_1 滑坡与热达门矿段关系示意图

照片 3-2 H_1 滑坡近景

泥石流沟（N1）：评估区南侧有一条由东向西发育的磨房沟穿过，经现场调查，该沟地面起伏大，地势陡峭，属构造剥蚀高中山地貌。流域面积约 11.2km^2 ，主沟长 3.8km，流域分布高程 2946~4336m，相对高差 1390m，平均纵比降 161‰，见图 3-5。

图 3-5 N1 泥石流流域分布图

调查时沟道有流水，其流量受季节影响较大，一般流量 $0.15\sim 0.483\text{m}^3/\text{s}$ 。沟道

内未见泥石流堆积物，流域面积内基岩为花岗岩。主沟沟床纵坡降 160‰，沟床切割程度较深，沟谷形态呈“V”型，沟道内和两侧岸坡植被发育。沟谷宽 1~3m，水面宽 0.2~0.5m，深 0.2m，两侧斜坡坡度 20~25°，局部大于 30°。由于陡峻的地形和良好的地貌条件，为泥石流的形成提供了较丰富的水源和水动力条件。流域面积内基岩主要为燕山早期黑云母二长花岗岩组和三叠系角岩，裂隙较发育，强风化厚度约 3m。沟道两侧和沟谷内植被较发育，表面基岩物理风化较严重，表层基岩呈碎块状，基岩风化后在自重或降雨的作用下部分溜滑至沟道内形成物源，在拟建选矿厂西侧 320m 处的斜坡发育有一处滑坡（H₁），除此之外未发现较大规模的松散物源，根据估算，泥石流暴发一次堆积总量约 1.2 万 m³，属中型泥石流。据调查，该沟长期未发生过泥石流。

根据《泥石流灾害防治工程设计规范》（DT/T0239—2004）表 G6.3（见表 3-5），泥石流发育程度数量化评分为 75 分，发育程度等级为弱发育。泥石流活动总体处于稳定期，磨房沟排泄方向为太阳河（见照片 3-3）。未发现泥痕等泥石流近期发生的痕迹，居民房屋没有受到泥石流的危害。拟建构筑物均处山体斜坡中上部，位于泥石流影响范围外。

照片 3-3 磨房沟沟口

表 3-5 N₁ 泥石流发育程度数量化综合评判评分表

序号	影响因素	量级划分								N ₁ 得分
		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	崩坍、滑坡及水土流失 (自然和人为活动的) 严重程度	崩坍、滑坡重力侵蚀严重, 多层滑坡和大型崩坍, 表土疏松, 冲沟十分发育	21	崩坍、滑坡发育, 多层滑坡和中心型崩塌, 有零星植被覆盖冲沟发育	16	有零星崩坍、滑坡和冲沟存在	12	无崩坍、滑坡、冲沟或发育轻微	1	12
2	泥砂沿程补给长度比	>60%	16	60%~30%	12	30~10%	8	<10%	1	8
3	沟口泥石流堆积活动程度	主河河形弯曲或堵塞, 主流受挤压偏移	14	主河河形无较大变化, 仅主流受迫偏移	11	主河河形无变化, 主流在高水位时偏, 低水位时不偏	7	主河无河形变化, 主流不偏	1	1
4	河沟纵坡	>12°	12	12°~6°	9	6°~3°	6	<3°	1	9
5	区域构造影响程度	强抬升区, 6 级以上地震区, 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	9
6	流域植被覆盖率	<10%	9	10%~30%	7	30%~60%	5	>60%	1	1
7	河沟近期一次变幅	>2m	8	2m~1m	6	1m~0.2m	4	0.2m	1	4
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1	4
9	沿沟松散物储量 (10 ⁴ m ³ /km ²)	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1	4
10	沟岸山坡坡度	>32°	6	32°~25°	5	25°~15°	4	<15°	1	6
		>62.5%		62.5%~46.6%		46.6%~26.8%		<26.8%		
11	沟岸山坡沟槽断面	V 型、U 型谷、谷中谷	5	宽 U 型谷	4	复式断面	3	平坦型	1	5
12	产沙区松散物平均厚度	>10m	5	10m~5m	4	5m~1m	3	<1m	1	3
13	流域面积	0.2km ² ~5km ²	5	5km ² ~10km ²	4	10km ² ~100km ²	3	>100km ²	1	3
14	流域相对高差	>500m	4	500m~300m	3	300m~100m	2	<100m	1	4
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1	2
小计										75
评估级别	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			

(2) 地质灾害危险性现状评估

①地质灾害发育程度

评估区现状滑坡（H₁），根据《地质灾害危险性评估规范（GB/T 40112-2021）》表 4 滑坡发育程度分级表，可判定滑坡发育程度为中等发育，见表 3-6。

表 3-6 滑坡发育程度分级表

发育程度	发育特征	稳定系数
强发育	a) 滑坡前缘临空，坡度较陡且常处于地表径流的冲刷之下，有发展趋势并且季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水； b) 滑体平距坡度>40°，坡面上有多条新发展的滑坡裂隙，其上建筑物、植被有新的变形迹象； c) 后缘壁上可见擦痕或有明显位移迹象，后缘有裂缝发育	不稳定 $F_s \leq 1.00$
中等发育	a) 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°； b) 滑体平距坡度为 25°~40°，坡面上局部有小的裂隙，其上建筑物、植被无变形迹象； c) 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 $1.00 < F_s \leq F_{st}$
弱发育	a) 滑坡前缘斜坡较缓，临空高差小，无地表径流流经和继续变形的迹象，岩土体干燥； b) 滑体平距坡度<25°，坡面上无裂缝发展，其上建筑物、植被未有新的变形迹象； c) 后缘壁无擦痕和上明显位移迹象，所有裂隙已被充填	稳定 $F_s > F_{st}$

注：F_{st} 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。

评估区现状泥石流沟（N₁），拟建构筑物主要位于泥石流影响范围外，根据《地质灾害危险性评估规范（DZ/T0286-2021）》附录 D 表 D.4 泥石流发育程度分级表，综合判定磨房沟泥石流的发育程度为弱发育，见表 3-7。

表 3-7 泥石流发育程度分级表

发育程度	易发程度及特征
强发育	评估区位于泥石流冲淤范围内的沟中和沟口，中上游主沟和主要支沟纵坡大，松散物源丰富，有堵塞呈堰塞湖（水库）或水流不通畅，区域降雨强度大。
中等发育	评估区位于泥石流冲淤范围内的沟上方两侧和距沟口较远的堆积区中下部，中上游主沟和主要支沟纵坡较大，松散物源较丰富，水流基本通畅，区域降雨强度中等。
弱发育	评估区位于泥石流冲淤范围外历史最高泥位以上的沟上方两侧高处和距沟口较远的堆积区边部，中上游主沟和支沟纵坡小，松散物源少，水流通畅，区域降雨强度小。

②地质灾害危险性现状评估

根据现场调查，评估区现状地质灾害主要为滑坡（H₁）和泥石流（N₁），现状评估依据表 3-8、表 3-9 进行分级，可判定拟建场地地质灾害现状发育程度弱~中等，危害程

度小，危险性小。

表 3-8 地质灾害危害程度分级表

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
大	≥10	≥500	≥100	≥500
中等	>3~<10	>100~<500	>10~<100	>100~<500
小	≤3	≤100	≤10	≤100

表 3-9 地质灾害危险性分级表

发育程度			危害程度	诱发因素
强	中等	弱		
危险性大	危险性大	危险性中等	大	自然（降水、地震）
危险性大	危险性中等	危险性中等	中等	
危险性中等	危险性小	危险性小	小	

各拟建工程根据不同区域列表评估见表 3-10。

（3）地质灾害危险性现状评估结论

现状条件下，评估区内地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害不发育。评估区主要地质灾害为滑坡和泥石流，地质灾害发育程度为弱—中等，地质灾害危害程度小—中等，危险性小—中等。

各拟建工程根据不同区域现状评估见表 3-10 及图 3-6。

表 3-10 地质灾害危险性现状评价表

编号	拟建工程名称	现状地质环境条件	拟建工程现状评价	现状评价结论	照片
1	采矿工业场地	位于磨房沟北侧斜坡中上部，海拔 3650～3690m，斜坡坡度较陡，一般 15～25°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
2	选矿工业场地	位于磨房沟北侧斜坡中部，海拔 3244～3354m，斜坡坡度较陡，一般 20～25°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩，现无人类工程活动。	拟建造矿厂西侧 320m 的滑坡 H ₁ ，属中等发育。滑坡与拟建场地距离较远，对拟建建筑影响较小。	地质灾害发育程度中等，危害程度小，危险性小。	
3	生活区	位于大草坪平台处，海拔 3226～3246m，场地较平坦，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石土，下伏燕山早期花岗岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处场地整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	

4	充填制备站	位于山脊，海拔 3611～3655m，斜坡坡度较陡，一般 15～25°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
5	炸药库	位于斜坡中上部，海拔 3420～3454m，斜坡坡度较陡，一般 20～30°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
6	风机房	位于斜坡上部，海拔 3420～3454m，斜坡坡度较陡，一般 40～45°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	

7	表土堆放场	位于斜坡中部大草坪处，海拔 3226~3246m，地形平坦，相对开阔，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石土，下伏燕山早期花岗岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
8	临时干堆场	位于磨房沟南北两侧斜坡之间，海拔 3510~3670m，斜坡坡度较陡，一般 20°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。	根据泥石流量化程度评分表，磨房沟现为弱发育的泥石流沟。拟建尾矿中转场位于泥石流沟冲淤范围内的沟中，尾矿堆积将堵塞磨房沟，泥石流沟对建设用地影响较大。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
	皮带输送	位于磨房沟北侧斜坡中部，连接尾矿中转场与充填站，海拔 3602~3626m，斜坡坡度较陡，一般 40~45°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。			
9	高位水池	位于斜坡坡脚的取水口水池海拔 3655~3720m，斜坡坡度较陡，一般 40~45°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。	所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	

10	炸药库值班室	拟建物位于斜坡中上部，海拔 3420~3454m，斜坡坡度较陡，一般 20~30°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩，现无人类工程活动。	所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
11	宿舍 2	拟建物位于磨房沟北侧斜坡中上部，海拔 3396~3414m，斜坡坡度较陡，一般 40~45°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩，现无人类工程活动。	所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
	化粪池（3400）				
12	宿舍 1	位于山脊，海拔 3596~3656m，斜坡坡度较陡，一般 40~45°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
	化粪池（3650）				

13	生活水池（3430 大）		位于斜坡中上部，海拔 3420～3454m，斜坡坡度较陡，一般 20～30°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
	生活水池（3430 小）					
14	矿区道路		拟建线路沿着斜坡直达山顶，斜坡坡度一般 5～45°，自然斜坡整体稳定，地质灾害现状不发育，植被较发育，其中 3200m 以下斜坡相对较缓，3200m 以上斜坡坡度较陡。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏印支期闪长岩、燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。	根据泥石流流量化程度评分表，磨房沟泥石流发育程度为弱发育。拟建道路 2940-3020m 段在泥石流沟的影响范围内，该泥石流沟现状对道路用地影响较大。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。	
15	热达门矿段	****中段平硐	拟建物位于磨房沟北侧斜坡中部，海拔 3322～3504m，斜坡坡度较陡，一般 40～45°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
		****中段平硐				
		****中段平硐				
		****中段平硐				

		****中段平硐	拟建物位于磨房沟北侧斜坡中部，海拔 3536～3614m，斜坡坡度较陡，一般 20～25°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。	所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
		****中段平硐				
		****中段平硐	拟建物位于磨房沟北侧斜坡中部，海拔 3656～3667m，斜坡坡度较陡，一般 40～45°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
		****中段平硐	拟建物位于斜坡中部，海拔 3307～3518m，斜坡坡度较陡，一般 30～40°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
		****中段平硐				
		****中段平硐				
		****中段平硐				
		****中段平硐（1#）				
		****中段平硐（2#）				

	麦地沟南矿段	****中段平硐	拟建物位于斜坡中部，海拔 3282～3560m，斜坡坡度较陡，一般 40～45°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	
		****中段平硐				
		****中段平硐				
		****中段平硐				
16		回风井	拟建物位于斜坡顶部，海拔 3694～3700m，斜坡坡度较陡，一般 40～45°，植被较发育。地表覆盖第四系坡残积碎石，结构松散，下伏燕山早期花岗岩和三叠系上统侏倭组角岩，现无人类工程活动。	拟建工程所处自然斜坡现状整体稳定。现状无滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	

图 3-6 矿区地质灾害危险性现状评估图

3、地质灾害预测分析

地质灾害的发生,是各种地质环境因素及人类工程活动的不等量共同作用的结果。地质灾害危险性预测评估主要是在分析已有地质灾害的地质环境背景以及地质灾害的类型、形成机理、引发因素、稳定状况等特征的基础上,结合本矿山建设与生产过程对地质环境的影响或改变方式,对工程建设中、建设后是否有引发或加剧地质灾害的可能以及工程建设本身可能遭受已存在地质灾害危险性进行评估。

(1) 矿山工程建设中、建成后引发地质灾害危险性预测评估

①滑坡

本矿山为新建矿山,根据矿山主体设计方案,矿山建设及开采拟建场地在未来的场地施工建设中存在切坡、挖(填)土方情况,将可能形成陡立或不稳定边坡。遇到暴雨或者地震时,引发崩塌地质灾害的可能性较大。但随着对新开挖的边坡进

行防护，安全验收通过后再投入生产使用、矿山主体设计将通过新建挡土墙、锚喷混凝土等工程措施对其进行防治，引发滑坡地质灾害可能性小。

目前，评估区内发育 1 处滑坡（H₁），位于磨房沟北侧、拟建造矿厂西侧约 320m 斜坡处，斜坡坡度较陡，地势整体东北高，西南低。滑坡体东北侧近山脊，坡度约 20°-25°，平均宽约 55m，长约 100m，堆积体平均厚度约 3m，滑坡体体积约 16500m³，滑坡发育程度为中等发育，但各拟建工程均处于该滑坡影响范围之外，预测引发滑坡地质灾害的可能性小。

根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）工程建设中、建成后引发滑坡地质灾害危险性预测评估分级表，工程建设位于滑坡影响范围外，工程建设中、建成后引发滑坡地质灾害的可能性小，发育程度为中等发育，危害小，危险性小。

②崩塌

本矿山为新建矿山，根据矿山主体设计方案，在未来的场地施工建设中存在切坡、挖（填）土方情况，将可能形成陡立或不稳定边坡。遇到暴雨或者地震时，引发崩塌地质灾害的可能性较大。但随着对新开挖的边坡进行防护，安全验收通过后再投入生产使用、矿山主体设计将通过新建挡土墙、锚喷混凝土等工程措施对其进行防治，且各拟建工程处均未发现存在崩塌地质灾害，预测引发崩塌地质灾害可能性小。

根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）工程建设中、建成后引发崩塌地质灾害危险性预测评估分级表，工程建设位于崩塌影响范围外（无崩塌地质灾害），工程建设中、建成后引发崩塌地质灾害的可能性小，发育程度为弱发育，危害小，危险性小。

③泥石流

根据《开发利用方案》，矿区为地下开采，无废石场、尾矿库等设施，产生的废石和尾渣均用于回填或外售，不存在堆积形成的高陡边坡，由于废石、废渣引发泥石流的可能性小。

矿区南部发育 1 条泥石流沟，物源主要为沟道一侧滑坡（H₁）灾害体，根据估算，泥石流暴发一次堆积总量约 1.2 万 m³，属中型泥石流。根据现场调查，除拟建道路 2940-3020m 段及临时干堆场在泥石流的影响范围内，根据泥石流易发程度数量化评分该泥石流得分为 75 分，发育程度为弱发育，预测引发泥石流地质灾害

可能性中等。

除拟建道路 2940-3020m 段及临时干堆场外其他工程建设均位于泥石流影响范围外，预测引发泥石流地质灾害的可能性小。

根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）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，拟建道路 2940-3020m 段及临时干堆场工程建设位于泥石流影响范围内，工程建设中、建成后引发泥石流地质灾害的可能性小，发育程度为弱发育，危害中等，危险性小。除拟建道路 2940-3020m 段及临时干堆场外其他工程建设均位于泥石流影响范围外，工程建设中、建成后引发泥石流地质灾害的可能性小，发育程度为弱发育，危害小，危险性小。

④采空塌陷

矿区开采方式为地下开采，Ⅱ号主矿体矿产资源储量大，需要开挖大量地下土石方，将形成大面积的采空区，后期将采用充填措施对采空区进行充填，但采矿活动过程中可能引发采空塌陷的发生。

a.断裂发育引发地面沉降变形的预测

项目区植被发育，大部分地方覆盖严重，地表未发现明显的断层迹象，后期在坑道施工揭露较多的小型断层，其多数与矿体的产状一致，走向南西～北东，倾向南东，推测为与矿体所在断裂的同期断层；少数断层斜切矿体，但延伸性差，均未切断矿体或矿体同期的断层，推测为成矿早期断层。断层破碎带宽一般 10～250cm，破碎带可为含泥的角砾，亦或被石英或碎裂状的伟晶岩充填，破碎带的岩性主要取决于断层两侧围岩的岩性。根据勘探报告资料，坑道中发现了一规模较大的断层(F1)对矿体形成了一定破坏作用。F1 为平移断层，长约 120m，断层面产状 $120^{\circ}\sim 156^{\circ}\angle 68^{\circ}\sim 84^{\circ}$ 。断层破碎带宽 1.1～3.9m，破碎带均为深灰黑色炭化、泥化的长英质角岩。综上，断裂发育引发地面沉降变形的可能性小，危害小，危险性小。

b.矿山开采引发地面沉降变形的预测

根据《建筑物、水体、铁路及主要井巷矿柱留设与压矿开采规程》，矿山开采诱发地面沉降变形的预测按以下公式计算：

$$W_{\max}=q\cdot m$$

$$i_{\max}=\frac{W_{\max}}{r}$$

$$K_{\max} = \pm 1.52 \frac{W_{\max}}{r^2}$$

$$u_{\max} = b \cdot W_{\max}$$

$$\varepsilon_{\max} = \pm 1.52b \frac{W_{\max}}{r}$$

$$r = H / \tan \beta$$

式中： $W_{\max}$ —最大下沉值（mm）；

$i_{\max}$ —最大倾斜值（mm/m）；

$K_{\max}$ —最大曲率值（mm/m²）；

$u_{\max}$ —最大水平移动值（mm）；

$\varepsilon_{\max}$ —最大水平变形值（mm/m）；

q —下沉系数（mm/m）。与矿层倾角大小、开采方法和顶板处置方法有关，取 $q=0.50$ ；

m —矿层开采平均厚度（m）；

r —地表主要影响半径（m）；

H —开采深度（m）；

β —岩石移动角，考虑采区状况，岩层移动角取 $\beta = 65^\circ$ ；

b —水平移动系数，取 $b=0.3$ ；

α —矿层倾角。

根据上述地表移动与变形的预测模型和公式，进行了初步计算，地表变形计算结果见表 3-11：

表 3-11 矿层地表变形计算结果表

采区 项目	特 征 值							最大 下沉值 $W_{\max}$ (mm)	最大 曲率值 $K_{\max}$ (mm/m ²)	最大水 平移动值 $u_{\max}$ (mm)	最大水 平变形值 $\varepsilon_{\max}$ (mm/m)
	矿体平 均深度 (H)	矿体平均 厚度 (m)	下沉 系数 (q)	影响 半径 r (m)	移动 角 β ($^\circ$)	平均 倾角 α ($^\circ$)	水平移 动系数 b				
地下 开采	30	2.46	0.5	50	65	65	0.3	519.71	0.312	155.91	1.58

由上表可知，矿体最大下沉为 519.71mm，最大水平变形值为 1.58mm/m，根据以上分析结果，结合《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）采空塌陷

发育程度分级表（表 3-12），预测矿山开采采空塌陷发育程度为弱发育。

表 3-12 采空塌陷发育程度分级标准

发育程度	发育特征	参考指标						
		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	地形曲率 mm/m ²			
强发育	地表存在塌陷和裂缝；地表建设工程变形开裂明显	>60	>6	>4	>0.3	<80	>10	>10
中等发育	地表存在变形及裂缝；地表建设工程有开裂现象	20~60	3~6	2~4	0.2~0.3	80~120	3~10	3~10
弱发育	地表无变形及裂缝；地表建设工程无开裂现象	<20	<3	<2	<0.2	>120	<3	<3

c.地表移动范围的圈定

矿体顶底板主要由石英片岩类较硬工程地质岩组和石英角岩类坚硬工程地质岩组构成，前者普氏系数约为 4.1，属Ⅳa 类较硬坚固类岩石，岩石主要为层状、片状结构，据地质勘探钻孔简易工程地质编录资料统计，该岩组的 RQD 值在 2.30%~97.00%之间，平均值 57.90%，岩石质量一般，岩体较完整。后者为由岩石抗压强度确定普氏系数约为 10.8，属Ⅲ类相当坚固类岩石，岩体主要呈块状结构，该岩组的 RQD 值在 16.60%~96.00%之间，平均值 63.37%，岩石质量一般，岩体较完整。矿体顶底板的岩体较完整，稳固性较好。

矿体赋存于花岗伟晶岩脉中岩脉系较硬工程地质岩组。由岩石抗压强度确定的普氏系数约为 5.9，属Ⅴ类较坚固~坚固类岩石。岩体呈整体结构，节理不甚发育。岩脉的 RQD 值在 10.60%~97.00%之间，平均值 70.01%，岩石质量一般，岩体较完整，稳固性好。

根据地质资料、上下盘岩石物理力学性质和所选用的采矿方法，同时参考国内类似矿山实际资料（国内部分矿山移动角见表 3），选定矿体上下盘及侧翼岩石移动角参数。热达门锂矿顶底板为黑云长英质角岩、黑云二长花岗岩。围岩稳固性好，属中等及以上稳固。针对矿体不同的赋存条件，采用空场法嗣后充填、充填法开采。

表 3-13 国内部分矿山移动角实测值

矿山名称	围岩稳固程度		采矿方法	移动角		
	上盘	下盘		上盘	下盘	端部
云锡马拉格矿	中等稳固	中等稳固	方框充填法	63	67	70~75
大吉山钨矿	稳固至中等稳固	稳固至中等稳固	浅孔留矿法 阶段矿房法	60	68	74
弓长岭铁矿	层理、节理发育	中等稳固	无底柱分段崩落 干式充填	75~80	60~80	-

据此选定矿体上下盘及侧翼岩石移动角参数如下：

上盘岩石移动角 65°；

下盘岩石移动角 70°；

侧翼岩石移动角 75°；

地表第四系移动角 45°。

岩体移动角类比相似矿山后，矿体上、下盘围岩移动角及矿体端部岩体移动角均取 65°，按此参数圈定矿体开采地表移动范围面积共**.**hm²。

d.井工开采的“三带”发育高度、特征预测

矿山采空区顶板的崩落将会使地表变形产生开裂或塌陷，为Ⅱ号主矿体开采深度对地面变形的影响，用斯列沙列夫冒落带经验公式进行预测。

$$\begin{cases} h_1 = \frac{M}{(K-1)\cos\alpha} \\ h_0 = (2\sim 3)h_1 \end{cases}$$

式中：

h_1 ：顶板冒落带高度（m）；

h_0 ：顶板裂隙带高度（m）；

M ：矿层厚度，取Ⅱ号矿体平均厚度 2.46m；

K ：岩石碎胀系数，取值 1.40；

α ：矿层倾角，取Ⅱ号矿体平均倾角 65°。

由上式计算，评估区采空区的冒落带高度为 14.64m，冒落带之上裂隙带的高度以 $3h_1$ 计算为 43.92m；采空区崩落对上覆层的影响高度为两者之和共 58.56m。由此，开采浅埋矿体时，地表极可能处于冒落带范围而产生塌陷，开采埋深 14.64m~58.56m 矿体时，地表处于裂隙带影响范围，根据矿山开发利用方案，该矿山地下采矿方法采用充填采矿法，包括点柱式上向水平分层充填法、上向水平分层充填法及空场嗣后充填法。充填率可达 87%以上，对采空区及时回填，可消减

顶板崩落的影响，预测产生采空塌陷、开裂和危岩可能小。

综上，根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）工程建设中、建成后引发采空塌陷地质灾害危险性预测评估分级表，断裂发育、采矿工程引发采空塌陷地质灾害的可能性中等，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

（2）矿山建设工程遭受地质灾害危险性预测评估

通过现场调查，评估区内发育一处滑坡（H₁）和一处泥石流沟（N₁），主要分布于热达门矿段，此外评估区内无地面塌陷、地裂缝、地面沉降等地质灾害。现将各矿山工程自身可能遭受已存在地质灾害危险性进行预测评估如下：

a.滑坡

评估区内发育 1 处滑坡（H₁），位于磨房沟北侧、拟建选矿厂西侧约 320m 斜坡处，斜坡坡度较陡，地势整体东北高，西南低。滑坡体东北侧近山脊，坡度约 20°-25°，平均宽约 55m，长约 100m，堆积体平均厚度约 3m，滑坡体体积约 16500m³，滑坡发育程度为中等发育，但各拟建工程均处于该滑坡影响范围之外，预测遭受滑坡地质灾害的可能性小。

根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021），拟建工程建设均位于滑坡影响范围外，矿山建设工程遭受滑坡地质灾害的可能性小，发育程度为中等发育，危害小，危险性小。

b.泥石流

矿区南部发育 1 条泥石流沟，物源主要为沟道一侧滑坡（H₁）灾害体，根据估算，泥石流暴发一次堆积总量约 1.2 万 m³，属中型泥石流。根据现场调查，拟建道路 2940-3020m 段及临时干堆场在泥石流的影响范围内，根据泥石流易发程度数量化评分为 75 分，发育程度为弱发育，预测遭受泥石流地质灾害可能性中等。

除拟建道路 2940-3020m 段及临时干堆场外其他工程建设均位于泥石流影响范围外，预测泥石流地质灾害的可能性小。

根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021），拟建道路 2940-3020m 段及临时干堆场工程建设位于泥石流影响范围内，工程建设遭受泥石流地质灾害的可能性中等，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。除拟建道路 2940-3020m 段及临时干堆场外其他工程建设均位于泥石流影响范围外，工程建设遭受泥石流地质灾害的可能性小，发育程度为弱发育，危害小，危险性小。

c.采空塌陷

通过前述可知，随着未来矿山的开采，矿体最大下沉为 519.71mm，最大水平变形值为 1.58mm/m，矿山开采采空塌陷发育程度为弱发育。参考矿山开发利用方案，岩体移动角类比相似矿山后，矿体上、下盘围岩移动角及矿体端部岩体移动角均取 65°，圈定矿体开采地表移动范围面积共**.**hm²。开采埋深 14.64m~58.56m 矿体时，地表处于裂隙带影响范围内，矿山采用点柱式上向水平分层充填法、上向水平分层充填法及空场嗣后充填法进行采空区充填。充填率可达 87%，对采空区及时回填，可消减顶板崩落的影响，产生采空塌陷、开裂和危岩可能小，引起山体滑塌的可能性较小。主要危害对象为****、****、****、****、****、****、****、****、****、****中段平硐及****-****m 段道路，其他建设工程均不在采空塌陷影响范围内。预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等，危害程度中等。

根据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021），采矿工程建设遭受采空塌陷地质灾害的可能性中等，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

（3）地质灾害危险性预测评估结论

矿山工程建设引发地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等；矿山工程建设遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。

各拟建工程地质灾害危险性预测评估结果，见表 3-14 及图 3-7。

4、地质灾害危险性综合评估及建设用地适宜性评价

根据地质灾害综合评估结果，参照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021），在地质灾害现状评估，预测评估的基础上，对建设用地不同地段进行地质灾害危险性进行综合性评估，并做出建设用地适宜性评估。

地质灾害危险性综合评估及建设用地适宜性评价见表 3-15。

5、防治措施建议

（1）建议进行合理布局，挖填方边坡坡面修整应分段开挖，分段支护；采用合理的支护措施，施工同时应做好边坡排水工程和监测工作；

（2）采矿厂区域场地整平形成的挖填方边坡高度较大，挖填方边坡坡面修整应分段开挖，分段支护；采用合理的支护措施，施工同时应做好边坡排水工程和监测工作。

（3）矿山道路修建时需注意弃土的堆放，不能直接堆放至坡面和坡脚，多余

弃土需及时清运，避免形成坡面泥石流，做好道路边沟排水工作；道路修建的挖填方边坡需及时支护，避免在暴雨情况下发生滑塌；

（4）对高度大、坡度陡的边坡以及泥石流等增加 GIS、gnss、雨量计、位移计等专业监测设备进行监测。

（5）在后续勘察设计阶段，建议对选矿厂旁的滑坡进行地质灾害勘察，在勘察工作中需注意选矿厂等拟建工程场地整平和基坑开挖形成的人工边坡稳定性评价工作；

（6）对周边地质环境进行不定期监测巡视，特别是雨季；巡视排水系统是否通畅。设计尾矿中转场位于山谷之中，尾矿堆积将堵塞季节性冲沟，在汛期或强降雨天气下易引发泥石流，建议做好防排水措施。

（7）工程建设过程中临时堆放应采用适当的边坡堆放角，不应过高、过陡，禁止在开挖边坡周边进行弃土堆放；

（8）加强对施工场地内技术人员和工人的地质灾害知识培训、针对不同地质地灾建立相应应急预案，组织人员进行地质灾害避险演练。

表 3-14 拟建工程地质灾害危险性预测评估表					
编号	拟建工程名称	工程建设情况	矿山工程建设中、建成后引发地质灾害危险性预测评估	矿山建设工程遭受地质灾害危险性预测评估	预测评估结论
1	采矿工业场地	拟建建筑物位于山脊部位，建设过程中整平场地，清除表层结构松散的风化层，其中充填站整平场地将形成场坪标高+3617~+3640m，3 个台阶，基岩岩性为三叠系侏倭组角岩和燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好，但表层风化层完整性差，在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带局部失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。
2	选矿工业场地	建设过程中整平场地，将形成高度不等的人工边坡，选矿厂用地将形成场坪标高+3260~+3337m，9 个台阶，边坡主要为岩质边坡，基岩岩性为三叠系侏倭组花岗岩，岩石力学性质较好，但表层风化层完整性差，在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。
3	生活区	工程建设场地整体平坦开阔，建设过程中整平场地将清除表层结构松散的风化层，形成人工岩质边坡，基岩岩性为燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好。但表层风化层完整性差，在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等
4	充填制备站	拟建建筑物位于山脊部位，建设过程中整平场地，清除表层结构松散的风化层，其中充填站整平场地将形成场坪标高+3617~+3640m，3 个台阶，基岩岩性为三叠系侏倭组角岩和燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好，岩石力学性质较好，但表层风化层完整性差，在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等
5	炸药库	拟建建筑物位于山脊部位，建设过程中整平场地，清除表层结构松散的风化层，形成人工岩质边坡，基岩岩性为燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好，在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带局部失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能中等，发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。
6	风机房	位于斜坡上部，海拔 3420~3454m，斜坡坡度较陡，一般 40~45°，植被较发育。建设过程中整平场地，清除表层结构松散的风化层，形成人工岩质边坡，基岩岩性为燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好。在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带局部失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害小，危险性小。	工程建设预测遭受地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。
7	表土堆放场	工程位于斜坡中部大草坪处，地形平坦开阔，植被较发育。建设过程中，依据坡形进行堆放，形成称人工斜坡，堆高为 10-15m，共分为三级，边坡角为 25°。在暴雨或者地震工况下，边坡可能局部拉沟或边坡失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。
8	临时干堆场	临时干堆场位于山谷之中，处于磨房沟泥石流影响范围内，用于临时堆放矿山废石，产生的废石和尾渣均用于回填或外售，整体存放量不大，不存在堆积形成的高陡边坡和大规模固体废弃物堆积。在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带局部失稳。	拟建工程处于泥石流和采空塌陷影响范围内，引发地质灾害的可能性中等，泥石流和采空塌陷发育程度均为弱发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受泥石流和采空塌陷地质灾害的可能性中等，发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。

9	高位水池	取水口水池位于稳定斜坡上，占地面积小，对地质环境影响总体较小，开挖后形成的基坑主要揭露为基岩风化带，基岩岩性为燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好。	工程建设预测引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。
10	炸药库值班室	拟建建筑物位于山脊部位，建设过程中整平场地，清除表层结构松散的风化层，形成人工岩质边坡，基岩岩性为燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好。在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带局部失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。
11	宿舍 1（3400）	建设过程中整平场地，清除表层结构松散的风化层，形成人工岩质边坡，基岩岩性为三叠系侏倭组角岩和燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好。在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带局部失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。
	化粪池（3400）				
12	宿舍 2（3650）	建设过程中整平场地，清除表层结构松散的风化层，形成人工岩质边坡，基岩岩性为三叠系侏倭组角岩和燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好。在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带局部失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。
	化粪池（3650）				
13	生活水池（3430 大）	位于稳定斜坡上，占地面积小，对地质环境影响总体较小，开挖后形成的基坑主要揭露为基岩风化带，基岩岩性为燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好。在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带局部失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。
	生活水池（3430 小）				
14	矿区道路	拟建道路所处山体斜坡地形陡峭，开挖后形成挖填方高度一般 3～5m，个别＞8m，开挖后覆盖层和风化层的稳定性总体较差，挖填方形成的边坡若堆填或支护不当，可能沿基覆界面形成滑坡。拟建公路工程量较大，开挖后将形成大量弃土，主要成分为碎石，若形成的弃土堆填不当，直接作为填方堆在斜坡上或弃置在坡面上，由于弃土结构松散，斜坡地势陡峭，在强降雨和地震情况下形成滑坡的可能性较大，威胁下部安全。	拟建道路 2940-3020m 段位于泥石流影响范围内，3390-3850m 段位于预测采空塌陷影响范围内，工程建设引发滑坡、泥石流地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	拟建道路 2940-3020m 段位于泥石流影响范围内，3390-3850m 段位于预测采空塌陷影响范围内，预测遭受滑坡、泥石流、采空塌陷地质灾害的可能性中等，发育程度均为中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度均为弱发育，危害程度中等，危险性中等。
15	****中段平硐	建设过程中整平场地，清除表层结构松散的风化层，形成人工岩质边坡，基岩岩性为三叠系侏倭组角岩和燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好，中段平硐多采用基岩平台，部分采用堆填平台，占地面积小，对地质环境影响总体较小。在强降雨和地震情况下引发表层碎石和风化层失稳造成滑塌的可能小较大。	工程建设引发斜坡失稳、落石等地质灾害的可能性中等，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。	拟建 3400、3450、3500、3550、3600、3650、3700、3750、3800、3850 中段平硐位于预测采空塌陷影响范围内，预测遭受采空塌陷的可能性中等，采空塌陷发育程度均为弱发育，预测遭受滑坡地质灾害的可能中等，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐（1#）				

	****中段平硐（2#）				
	****m 中段平硐				
	****m 中段平硐				
	****m 中段平硐				
	****m 中段平硐				
16	麦地沟南矿段回风井	位于斜坡上部，高程为 3703m，斜坡坡度较陡，一般 40～45°，植被较发育。建设过程中整平场地，清除表层结构松散的风化层，形成人工岩质边坡，基岩岩性为燕山早期花岗岩，岩石力学性质较好。在暴雨或者地震工况下，边坡可能沿风化带或裂隙发育带局部失稳。	工程建设预测引发滑坡、崩塌等地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	工程建设预测遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。

表 3-15 地质灾害危险性综合评估及建设用地适宜性评价表

编号	拟建工程名称	现状评估结论	预测评估结论	综合评估	适宜性评价
1	采矿工业场地	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
2	选矿工业场地	地质灾害发育程度中等，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
3	生活区	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
4	充填制备站	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等	危险性中等	基本适宜
5	炸药库	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
6	风机房	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
7	表土堆放场	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
8	临时干堆场	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
9	高位水池	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
10	炸药库值班室	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
11	宿舍 1（3400）	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
	化粪池（3400）				
12	宿舍 2（3650）	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
	化粪池（3650）				
13	生活水池（3430 大）	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
	生活水池（3430 小）				
14	矿区道路	地质灾害发育程度弱发育，危害程度中等，危险性中等。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度均为弱发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜

15	****中段平硐	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐				
	****中段平硐（1#）				
	****中段平硐（2#）				
	****m 中段平硐				
16	****m 中段平硐	地质灾害发育程度弱发育，危害程度小，危险性小。	预测引发、遭受地质灾害的可能性中等，发育程度中等发育，危害程度中等，危险性中等。	危险性中等	基本适宜
	****m 中段平硐				
	****m 中段平硐				

图 3-7 矿区地质灾害危险性预测评估图

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、含水层破坏现状评估

通过对项目区地下水、地表水、居民用水及环境状况调查，本项目工程区域属冰川侵蚀，构造剥蚀极深切割地带。评价范围内地下水类型包括松散堆积层（第四系）孔隙水、基岩裂隙水，其中基岩裂隙水包括变质岩裂隙水和岩浆岩裂隙水、以变质岩裂隙水为主。评价范围内无地下水集中式饮用水水源地，少量散居农户，矿区工作人员的生活生产用水主要来自评价范围外上游。因此，根据《全国地下水功能区划分技术大纲》的要求和实地调查评价区地下水环境状况，充分考虑现状特征，项目区域地下水的主要功能为地下水资源供给功能，满足生态环境用水，同时补给地表河流。且无与地下水相关的水源保护区和其他资源保护区。因此，本项目地下水保护对象为工程区所在区域的基岩裂隙水以及分布在谷底的少量孔隙水。

现状条件下，矿区未进行任何开采活动，未对含水层造成影响。本次对评估区地下水进行取样检测，以检测数据为本底值对评估区地下水水质现状评价如下：

（1）地下水水质现状分析

① 取样点布设

矿区暂未进行建设，本次主要对居民饮用的地下水进行取样检测，根据调查及询问，该水井井深约 30m。结合水文地质剖面图，水源为三叠系变质岩裂隙水，设 1 个检测点位，具体位置见表 3-16 及图 3-8。

表 3-16 地下水水质取样位置表

编号	井深	坐标	水位高程	取水层位	地下水类型	取样时间
地下水	30m	E:***°**'***", N:***°**'***"	+3760m	三叠系	基岩裂隙水	2022 年 12 月 22 日

图 3-8 矿区地下水取样位置示意图

②取样时间

取样时间为2022年12月22日，送样时间为2022年12月23日。

② 对比标准

表 3-17 GB/T 14848-2017Ⅲ类水体标准（单位：mg/L，除 pH 外）

项目	标准值	项目	标准值	项目	标准值
pH	6.5-8.5	硫酸盐	≤250	溶解性总固体	≤1000
NH ₃ -N	≤0.2	硝酸盐氮	≤20	氟化物	≤1.0
氯化物	≤250	亚硝酸盐氮	≤0.02	高锰酸盐指数	≤3.0
挥发酚	≤0.002	总硬度	≤450	六价铬	≤0.05
砷	≤0.05	镉	≤0.01	铜	≤1.0
铅	≤0.05	汞	≤0.001	汞	ND
锰	≤0.1	铁	≤0.3		

③ 检测结果

检测结果见表3-18，检测报告见附件。

表 3-18 检测结果一览表

检测报告			实验室编号		E231278-004
报告编号：SEP/TJ/E/E231278			样品原标识		RDM-DXS-1
检测项目			样品性状		透明液体
检测项目	CAS 号	检测方法	检出限	单位	居民饮用水
无机					
pH 值	-	HJ 1147-2020	-	无量纲	8.1
硫化物	-	HJ 1226-2021	0.01	mg/L	ND
溶解性总固体	-	《水和废水监测分析方法》（第四版）国家环境保护总局（2002 年）第三篇 第一章 七（二）	5	mg/L	96
氨氮	-	HJ 535-2009	0.025	mg/L	0.032
挥发酚	-	HJ 503-2009	0.0003	mg/L	ND
硫酸盐	-	HJ/T 342-2007	8	mg/L	8.9
六价铬	18540-29-9	GB/T 7467-1987	0.004	mg/L	ND
氰化物	-	HJ 484-2009	0.004	mg/L	ND
氯化物	-	GB/T 11896-1989	10	mg/L	ND
总硬度	-	GB/T 7477-1987	5	mg/L	55.5
高锰酸盐指数	-	GB/T 11892-1989	0.5	mg/L	1.1
氟化物	-	GB/T 7484-1987	0.05	mg/L	0.15
金属					
铜	7440-50-8	HJ 700-2014	0.08	μg/L	1.05
锰	7439-96-5	HJ 700-2014	0.12	μg/L	1.65
锌	7440-66-6	HJ 700-2014	0.67	μg/L	43.25
铅	7439-92-1	HJ 700-2014	0.09	μg/L	0.54
铁	7439-89-6	HJ 700-2014	0.82	μg/L	27.3
镉	7440-43-9	HJ 700-2014	0.05	μg/L	ND
砷	7440-38-2	HJ 694-2014	0.3	μg/L	0.4
硒	7782-49-2	HJ 700-2014	0.41	μg/L	3.56

汞	7439-97-6	HJ 694-2014	0.04	μg/L	ND
铝	7429-90-5	HJ 700-2014	1.15	μg/L	30.15

从检测结果上看，地下水检测点各项水质指标均能满足《地下水质量标准》

（GB/T 14848-2017）中Ⅲ类水质标准，项目区域地下水环境质量良好。

（2）地下水水位分析

本项目评价区主要地下水类型为第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，参考本项目《勘探报告》及现场实测分析，泉点及钻孔水位资料如下：

表 3-19 地下水水位标高统计表

泉点出露 情况统计	泉点编号	出露地层	流量（L/s）	出露位置高程 （m）	平均水位 高程（m）
	Q21	T ₃ zh	0.78	3797	3709.28
	Q22	ηγ	0.08	3784	
钻孔静止 水位统计	钻孔编号	孔口标高	简易水文观测		
			终孔水位（m）	水位高程（m）	
	ZK15-01	3567.76	57	3521.063	
	ZK15-04	3563.57	32	3537.356	
	ZK47-01	3583.36	66.7	3530.093	
	ZK03-02	3581.03	19	3565.465	
	ZK00-01	3670.46	82.6	3595.594	
	ZK00-02	3670.46	140	3535.225	
	ZK00-03	3585.75	67.5	3530.461	
	ZK04-01	3694.24	26.5	3670.629	
	ZK04-02	3710.76	82	3646.146	
	ZK04-03	3710.76	109.2	3609.515	
	ZK08-01	3707.90	82.4	3628.694	
	ZK08-02	3707.90	53.2	3654.702	
	ZK08-03	3749.88	140	3621.979	
	ZK08-04	3749.88	81	3672.414	
	ZK12-01	3720.12	71	3655.771	
	ZK12-02	3720.12	70.5	3652.021	
	ZK20-01	3747.19	37.2	3718.693	
	ZK20-02	3806.38	20	3788.56	
	ZK20-03	3776.27	25.4	3758.313	
	ZK20-04	3776.27	34.2	3742.594	
	ZK24-01	3843.08	51.2	3803.857	
	ZK24-02	3789.80	100.6	3712.737	
	ZK24-03	3789.77	149.3	3646.255	
	ZK24-04	3808.54	75.8	3744.973	
	ZK24-05	3843.68	90	3769.957	
	ZK24-06	3761.85	133.8	3636.121	
	ZK28-01	3864.06	86.6	3793.122	
	ZK28-02	3851.01	92.9	3772.227	
	ZK28-03	3852.51	45	3815.65	
	ZK28-04	3852.51	48	3807.407	
ZK32-01	3884.13	102.4	3805.685		
ZK32-02	3884.13	107.7	3784.27		
ZK32-03	3852.48	205.7	3659.181		
ZK32-04	3830.71	176.5	3660.22		
ZK32-06	3902.17	35.7	3871.248		

	ZK32-07	3874.98	235	3654.156	
	ZK36-01	3921.46	99.7	3837.848	
	ZK36-02	3921.46	104.2	3823.547	
	ZK36-03	3921.46	52.5	3873.63	
	ZK36-04	3945.83	136	3814.46	
	ZK36-05	3945.83	96	3862.688	
	ZK40-01	3947.06	128.4	3831.654	
	ZK40-02	3947.06	92.1	3858.097	
	ZK40-03	3922.36	207	3731.816	
	ZK40-07	3890.47	155.3	3743.633	

(3) 现状评估结论

综上所述，现状条件下，矿区未进行任何开采活动，未对含水层造成影响，现状对地下含水层影响程度为较轻。

矿山开采对含水层影响程度的预测评估，详见图 3-9。

图 3-9 矿区地下含水层影响现状评估图

2、含水层破坏预测评估

(1) 对含水层结构的影响

评估区含水层为第四系孔隙含水层、变质岩裂隙含水层、岩浆岩裂隙含水层，深部花岗伟晶岩脉（ ρ ）视为相对隔水层，隔水层厚度 0~18.19m。第四系覆盖层面积较广，但是厚度薄；矿区含水层主要为变质岩基岩裂隙含水层和岩浆岩基岩裂隙含水层，且变质岩基岩裂隙含水层和岩浆岩基岩裂隙含水层富水性弱~中等。

矿区地形差异较大，水文地质边界条件简单；矿区附近地表水体虽发育，但附近地表水体大部分位于矿体标高以下，不构成矿床的主要充水因素。矿床充水途径和通道主要为风化裂隙、卸荷裂隙和围岩接触破碎带，次为断层破碎带。矿床充水主要因素有：大气降水、矿体顶底板变质岩裂隙含水层及岩浆岩裂隙含水层。故矿床属以裂隙含水层顶板、底板直接充水为主的水文地质条件简单的矿床。

根据矿山《开发利用方案》，矿山开采方式为井下开采，按首采中段 3650m 中段将矿体分为上、下两部分开采，3650m 标高以上为上部开采、以下为下部开采。上部开采按中段自下而上开采，下部开采按中段自上而下开采。热达门矿段矿体走向长 74~1270m，倾向延深 40~565m，平均厚度 2.02~5.35m；麦地沟南矿段矿体走向长 45~323m，倾向延深 45~187m，平均厚度 1.50~2.45m。两个矿段锂辉石矿体的开采会造成岩浆岩裂隙含水层的破坏，由于矿山采取充填措施及时处理采空区，矿体开采对含水层结构的破坏程度会有所改善，**预测矿山开采对含水层结构影响程度为较严重。**

(2) 地下水资源量影响预测分析

根据《开发利用方案》注水试验成果，渗透系数 K 为 0.0263m/d，各钻孔平均静止水位标高为 3709.28m，水位降深为 50~215.33m，据地质资料，矿区裂隙含水层厚度 50~220m。矿坑系统正常涌水量为 4547m³/d，最大涌水量为 5502m³/d。矿体大部分位于当地最低侵蚀基准面之上，地形坡度较陡，有利于地表水径流、排泄，矿区含水层的主要补给来源为大气降水受季节影响较大。

随着矿山的开发，矿坑必将疏干开采水平以上的含水层，由于矿体均位于矿区的最低侵蚀基准面之上，杜柯河将成为矿坑水自流的理想排泄场所，增大了地表水体资源。在矿坑疏干过程中，随着含水层地下水位下降，矿区地下水将局部疏干，对地下水资源有所影响，但对区域地下水资源影响不大。

由于矿床赋存于厚大的裂隙潜水含水层中，开采矿坑未揭穿全部含水层厚度，

为非完整集水坑道，可采用分段法进行计算。以坑底为界，将上段视作完整集水坑道，而下段可视为坑底进水的非完整集水坑道。根据库萨金公式 $R = 2S\sqrt{KH}$ 确定影响半径，经计算热达门矿段地下水疏干最大影响半径为 1035.91m，麦地沟南矿段地下水疏干最大影响半径为 493.85m。

综上，矿坑内的地下水在上述影响半径范围内将形成降落漏斗，使周围的水位下降，矿坑涌水量平均为 4547m³/d；主要含水层水位幅度下降较大，**预测矿井排水对含水层水位影响程度为较严重。**

（3）地下水水质预测分析

①矿区开采区域

该区对地下水水质影响主要为，矿体位于当地侵蚀基准面之上，设计采用平硐开拓方式，各中段均与地表相连通，采场涌水可通过平硐内水沟自流排出。设计采用充填法开采，充填泄水、泥沙从充填采场排出后，先排入分段巷道或中段平巷内的沉淀池，沿平巷每隔 60~120m 的合适位置设一个沉淀池，将较粗的泥沙沉淀，沉淀池内的泥沙通过人工进行清淤。涌出水受到生产及运输环节的影响其水质可能会受到轻微的污染，这部分矿区水抽出并进入矿区水处理站，经过处理后进行综合利用。因此本项目矿区开采区域在生产期间形成的主要影响表现在区内及周边地下水位、流场、水资源量等有关水文地质环境的变化上，基本不存在对地下水水质的污染问题。

②渗滤液对地下水的影响

渗滤液主要为废石和尾砂淋溶水渗入可能污染地下水，废石主要用于制砂售卖、尾砂主要用于回填和售卖。均位于选矿工业场地和制砂站内进行，拟建场地将进行防渗处理，同时设置淋滤水沉淀池，选矿厂所有生产水全部返回系统重复利用，基本实现零排放。根据废石、尾矿浸出毒性试验结果（表 3-20），矿山采矿废石为 I 类一般固体废物，其浸出液监测项目浓度均低于《污水综合排放标准》（GB8978-1996）一级标准最高允许排放浓度。废石、尾矿淋滤指标均满足《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）中 III 类标准。因此废石、尾矿淋溶液对地下水环境影响较轻。

表 3-20 废石、尾矿浸出毒性实验数据

序号	项目名称	单位	废石检测结果	尾矿检测结果	GB5085.3-2007	GB8978-1996
1	铜	mg/L	未检出	未检出	100	0.5
2	锌	mg/L	0.01	0.41	100	2.0

3	镉	mg/L	未检出	未检出	1	0.1
4	铅	mg/L	未检出	未检出	5	1.0
5	总铬	mg/L	未检出	未检出	15	1.5
6	六价铬	mg/L	未检出	未检出	5	0.5
8	汞	mg/L	6.9×10^{-4}	7.310^{-4}	0.1	0.05
9	铍	mg/L	未检出	未检出	0.02	0.005
10	钡	mg/L	未检出	未检出	100	
11	镍	mg/L	未检出	未检出	5	1.0
12	总银	mg/L	未检出	未检出	5	0.5
13	砷	mg/L	1.3×10^{-3}	未检出	5	0.5
14	硒	mg/L	未检出	未检出	1	0.1
15	氟化物	mg/L	未检出	未检出	100	
17	pH	无量纲	8.83	7.08		6~9

③充填物对地下水水质的影响

根据开发利用方案，充填材料为选矿厂提供的尾砂，胶凝材料选择标号为 425# 的普通硅酸盐水泥。来自选厂尾砂经立式砂仓脱水造浆制备成高浓度尾砂浆，放至搅拌桶，同时水泥仓内的水泥通过计量后也进入搅拌桶，与尾砂浆进行充分的搅拌混合后自流或经过泵送到井下进行空区充填。

根据尾矿浸出毒性实验数据，尾矿淋滤指标均满足《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）中Ⅲ类标准。因此，充填物对地下水水质的影响较轻。

④生活废水对地下水水质的影响

生活废水污染源主要来自生活区的生活污水。生活污水中主要污染物为 COD、BOD₅、SS、氨氮和动植物油。生活废水经隔油池预处理后排入一体化污水处理设施处理，生活污水经化粪池预处理后排入一体化污水处理设施处理；经一体化污水处理设施处理达标后的废水，晴天用于矿山道路洒水降尘用水，不外排；雨天排入废水收集池储存，待晴天后再用于矿山道路洒水降尘用水，不外排。故对地下水水质影响较轻。

（5）矿山开采对含水层影响程度的预测结论

综上所述，矿山开采影响范围，预测采矿活动对含水层破坏影响程度为较严重；除矿山开采影响范围外的其他区域，预测采矿活动对含水层破坏影响程度为较轻。

矿山开采对含水层影响程度的预测评估，详见图 3-10。

图 3-10 矿区地下含水层影响预测评估图

（四）矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测

热达门锂矿为新建矿山，采用地下开采方式，分为基础建设和生产期 2 个阶段。破坏形式主要表现为对占地范围和周边原有地形地貌条件有所改变，包括林、草地植被破坏、土地毁坏、山体破损和岩石裸露等，其影响范围主要为矿区建设范围以及相邻周边部分区域等。

根据《矿山地质环境调查评价规范》、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，将采矿活动对地形地貌景观影响和破坏程度划分为严重、较严重和较轻（表 3-21）。

表 3-21 地形地貌景观影响程度分级表

严重	较严重	轻微
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像严重。 3.地形地貌景观破坏率大于 40%。	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。 3.地形地貌景观破坏率 20-40%。	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。 3.地形地貌景观破坏率小于 20%。
注：评估分级确定采取上一级别优先原则，只要有一条符合即为该级别		

1、地形地貌景观破坏现状评估

现状条件下，矿区未进行任何开采活动，未对地形地貌景观造成影响，故现状条件下，对地形地貌景观影响程度属**较轻**。详见图 3-11。

图 3-11 矿区地形地貌景观破坏现状评估图

2、地形地貌景观破坏预测评估

(1) 基础建设阶段

该阶段主要为采矿工业场地、选矿工业场地、生活区、矿区道路等基础设施建设，建设过程中存在场地平整、道路开挖、挖（填）土方等工程，势必会对原生地形产生较大程度改变。同时也会砍伐树木，造成土地毁坏、山体破损和岩石裸露等，对微地貌也会产生破坏。

(2) 生产阶段

投产前矿山基础设施建设完毕，生产阶段主要为地下开挖采矿，但前述基础设施均会伴随采矿活动一直存在，原生的地形地貌景观未得到恢复。该阶段也有可能产生采空塌陷地质灾害，通过前述可知地面塌陷预测最大水平变形值为 1.58mm/m ，（ $<2\text{mm/m}$ ）对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小，影响和破坏程度较轻。

预测地形地貌景观破坏情况见表 3-22 及图 3-12。

图 3-12 矿区地形地貌景观破坏预测评估图

表 3-22 预测地形地貌景观破坏情况一览表					
序号	场地名称		面积（hm ² ）	地形地貌景观影响和破坏评价	影响和破坏程度
1	热达门矿段	采矿工业场地	***	位于磨房沟北侧斜坡中上部，平整场地将形成 3 个台阶，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大	较严重
2		选矿工业场地	***	位于磨房沟北侧斜坡中上部，建设过程中整平场地，将形成高度不等的人工边坡，共形成 9 个台阶，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大	严重
3		生活区	***	位于磨房沟北侧斜坡中部，建设过程中整平场地将清除表层结构松散的风化层对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大	较严重
4		充填制备站	***	位于磨房沟北侧山脊部位，建设过程中整平场地，形成 3 个台阶，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大	较严重
5		炸药库	***	拟建建筑物位于山脊部位，建设过程中整平场地，清除表层结构松散的风化层，形成人工边坡，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大	较严重
6		风机房	***	位于斜坡上部，建设过程中整平场地，占地面积小，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小	较轻
7		表土堆放场	***	位于斜坡中部，建设过程中形成人工堆积边坡，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大	较严重
8		临时干堆场（含配套设施）	***	位于磨房沟北侧斜坡中部和南北两侧斜坡之间，连接尾矿中转场与充填站，临时堆放尾矿和废石，随着制砂和销售，废石存储量不大且时间较短，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大	较严重
9		高位水池	***	拟建建筑物位于斜坡坡脚，建设过程中整平场地，占地面积小，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小	较轻
10		炸药库值班室	***	拟建物位于斜坡中上部，建设过程中整平场地，占地面积小，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小	较轻
11		员工宿舍及化粪池（3400）	***	拟建物位于斜坡中上部，建设过程中整平场地，占地面积小，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小	较轻
12		员工宿舍及化粪池（3650）	***	拟建物位于山脊，建设过程中整平场地，占地面积小，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小	较轻
13		生活水池	***	位于斜坡中上部，建设过程中整平场地，占地面积小，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小	较轻
14		矿区道路	***	沿山体修筑盘山公路，路面 6m，水泥路面，对山体进行切坡等工程，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大	严重
15	中段平硐		****m	主要位于斜坡中上部采矿平硐口，建设过程中整平场地、切坡等，但各平硐面积小，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小	较轻
			****m		
			****m		
			****m		
			****m		
			****m		
			****m		
			****m		
			****m		
			****m		
			****m		
			****m		
			****m（1#）		
			****m（2#）		
	麦地沟南矿段	中段平硐	****m		
			****m		
			****m		
			****m		
16		回风井	***	主要位于斜坡中上部，建设过程中整平场地、切坡等，但占地面积小，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小	较轻

3、地形地貌景观破坏评估结论

综上所述，现状对地形地貌景观影响和破坏程度为较轻；预测未来矿山基础设施建设和采矿活动中选矿工业场地、矿区道路对地形地貌景观影响和破坏程度为严重，采矿工业场地、生活区、充填制备站、炸药库、表土堆放场及临时干堆场（含配套设施）对地形地貌景观影响和破坏程度为较严重，其余区域对地形地貌景观影响程度为较轻。

（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

矿区未进行建设，未对水土环境造成影响，本次主要采取样品进行检测，对水土环境本底值进行分析，为以后矿区水土环境监测提供依据。

（1）水环境污染现状分析

项目区位于大金川河水系杜柯河流域，项目区周边河溪主要为太阳河及磨房沟。太阳河自南西向北东流经项目区西侧，于项目区北侧汇入杜柯河；磨房沟由东南向西北流经项目区南侧，于项目区西侧汇入太阳河。本次在磨房沟取 1 个地表水样本进行检测，将已检测数据作为本底值，同时参考四川省金川县热达门锂辉矿采选项目的采样检测报告，对项目区周边地表水现状评价如下：

图 3-13 矿区地表水取样位置示意图

①现场采样

1) 检测点布设

共取 1 个地表水水样，具体位置见表 3-23，详见图 3-13。

表 3-23 地表水检测取样位置表

取样点编号	位 置	坐标	取样时间
1 #	磨房沟下游	E:***°***'***", N: ***°***'***",	2022 年 12 月 22 日

2) 采样方法

依据《地表水环境质量监测技术规范》（HJ91.2-2022），地表水采集采用单层采水瓶，采集瞬时水样，现场测量水温、水位、水量、pH、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、Ca²⁺和 HCO³⁻，计数保留两位小数。采样器进行前期处理，

容器做到定点、定项，现场添加保存剂后密封样品，贴上水样标签，送往实验室进行检测。

3) 检测项目及分析方法

表 3-24 检测项目和分析方法 (单位: mg/L PH 除外)

检测项目	检测方法	设备名称	设备型号	设备编号
pH 值	《水质 pH 值的测定 电极法》(HJ 1147-2020)	pH 计	FE 28	SEP-TJ-J132
氨氮	《水质 氨氮的测定 纳氏试剂分光光度法》(HJ 535-2009)	紫外可见分光光度计	TU-1810	SEP-TJ-J001
氟化物	《水质 氟化物的测定 离子选择电极法》(GB/T 7484-1987)	离子计	PXSJ-216	SEP-TJ-J084
高锰酸盐指数	《水质 高锰酸盐指数的测定》(GB/T 11892-1989 高锰酸钾滴定法)	滴定管	25ml	SEP-TJ-G073
镉, 铝, 锰, 铅, 铁, 铜, 硒, 锌	《水质 65 种元素的测定 电感耦合等离子体质谱法》(HJ 700-2014)	电感耦合等离子体质谱仪	7900 ICP-MS	SEP-TJ-J046
汞, 砷	《水质 汞、砷、硒、铋和锑的测定 原子荧光法》(HJ 694-2014)	原子荧光光度计	AFS-8530	SEP-TJ-J128
		原子荧光光度计	AFS 8530	SEP-TJ-J142
挥发酚	《水质 挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法》(HJ 503-2009)	紫外可见分光光度计	TU-1810	SEP-TJ-J001
硫化物	《水质 硫化物的测定 亚甲基蓝分光光度法》(HJ 1226-2021)	紫外可见分光光度计	TU-1810	SEP-TJ-J001
硫酸盐	《水质 硫酸盐的测定 铬酸钡分光光度法(试行)》(HJ/T 342-2007)	紫外可见分光光度计	TU-1810	SEP-TJ-J001
六价铬	《水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法》(GB/T 7467-1987)	紫外可见分光光度计	TU-1810	SEP-TJ-J001
氯化物	《水质 氯化物的测定 硝酸银滴定法》(GB/T 11896-1989)	滴定管	25ml	SEP-TJ-G073
氰化物	《水质 氰化物的测定 容量法和分光光度法》异烟酸-吡啶酮分光光度法(HJ 484-2009)	紫外可见分光光度计	TU-1810	SEP-TJ-J001
溶解性总固体	《水和废水监测分析方法》(第四版) 国家环境保护总局(2002年)(第三篇 第一章 七(二)103~105℃烘干的可滤残渣(A))	电子天平	ME204E/02	SEP-TJ-J116
总硬度	《水质 钙和镁总量的测定 EDTA 滴定法》(GB/T 7477-1987)	滴定管	25ml	SEP-TJ-G072

3) 检测时间:

取样时间为 2022 年 12 月 22 日; 送样时间为 2022 年 12 月 23 日。

4) 检测结果

检测结果详见表3-25, 检测报告见附件。

表 3-25 地表水检测结果及污染指数一览表

检测报告	实验室编号	E231278-003
	样品原标识	RDM-DBS-1
报告编号: SEP/TJ/E/E231278	样品性状	透明液体

检测项目	CAS 号	检测方法	检出限	单位	地表水
无机					
pH 值	-	HJ 1147-2020	-	无量纲	7.6
硫化物	-	HJ 1226-2021	0.01	mg/L	ND
溶解性总固体	-	《水和废水监测分析方法》 (第四版) 国家环境保护总 局 (2002 年) 第三篇 第一 章 七 (二)	5	mg/L	76
氨氮	-	HJ 535-2009	0.025	mg/L	0.032
挥发酚	-	HJ 503-2009	0.0003	mg/L	ND
硫酸盐	-	HJ/T 342-2007	8	mg/L	12
六价铬	18540-29-9	GB/T 7467-1987	0.004	mg/L	ND
氰化物	-	HJ 484-2009	0.004	mg/L	ND
氯化物	-	GB/T 11896-1989	10	mg/L	ND
总硬度	-	GB/T 7477-1987	5	mg/L	52
高锰酸盐指数	-	GB/T 11892-1989	0.5	mg/L	1.1
氟化物	-	GB/T 7484-1987	0.05	mg/L	0.15
金属					
铜	7440-50-8	HJ 700-2014	0.08	μg/L	2.32
锰	7439-96-5	HJ 700-2014	0.12	μg/L	1.65
锌	7440-66-6	HJ 700-2014	0.67	μg/L	46.6
铅	7439-92-1	HJ 700-2014	0.09	μg/L	0.76
铁	7439-89-6	HJ 700-2014	0.82	μg/L	28.4
镉	7440-43-9	HJ 700-2014	0.05	μg/L	ND
砷	7440-38-2	HJ 694-2014	0.3	μg/L	0.4
硒	7782-49-2	HJ 700-2014	0.41	μg/L	3.77
汞	7439-97-6	HJ 694-2014	0.04	μg/L	ND
铝	7429-90-5	HJ 700-2014	1.15	μg/L	32.1

②四川省金川县热达门锂辉矿采选项目的采样检测报告

1) 采样点位：1#项目排水口所在太阳河上游 500 米、2#项目排水口所在太阳河下游 500 米，详见图 3-10。

2) 采样时间：2023 年 4 月 8 日、4 月 9 日及 4 月 10 日；

3) 采样方法：依据《地表水环境监测技术规范》（HJ91.2-2022），地表水采集采用单层采水瓶，采集瞬时水样，现场测量水温、水位、水量、pH、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、 Ca^{2+} 和 HCO_3^- ，计数保留两位小数。采样器进行前期处理，容器做到定点、定项，现场添加保存剂后密封样品，贴上水样标签，送往实验室进行检测。

4) 检测项目：pH、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、阴离子表面活性剂、挥发酚、氰化物、六价铬、硫化物、总磷、石油类、氟化物（氟离子）、铅、镉、铍、铜、锌、锰、汞、砷、硒、粪大肠菌群、钡*、锂*、铬*、镍*；

5) 检测方法

表 3-26 检测项目和分析方法

类别	检测项目	检测方法及依据	所用仪器	仪器编号	检出限
地表水	pH	便携式 pH 计法《水和废水监测分析方法》（第四版增补版）国家环境保护总局（2002 年）	PHB-4 便携式 PH 测定仪	XSJS-043-04	/
	溶解氧	水质溶解氧的测定电化学探头法 HJ 506-2009	JPB-607A 溶解氧仪	XSJS-042-04	/
	悬浮物	水质悬浮物的测定重量法 GB 11901-89	FA2004N 万分之一电子天平	XSJS-024	4mg/L
	化学需氧量	水质化学需氧量的测定重铬酸盐法 HJ828-2017	/	/	4mg/L
	高锰酸盐指数	水质高锰酸盐指数的测定 GB 11892-89			0.5mg/L
	五日生化需氧量	水质五日生化需氧量（BOD ₅ ）的测定稀释与接种法 HJ 505-2009	SPX-80 型生化培养箱 multi 3510 溶解氧仪	XSJS-062 XSJS-042-02	0.5mg/L
	氨氮	水质氨氮的测定纳氏试剂分光光度法 HJ535-2009	UV-1600 型紫外可见分光光度计	XSJS-018-02	0.025mg/L
	阴离子表面活性剂	水质阴离子表面活性剂的测定亚甲蓝分光光度法 GB 7494-87			0.05mg/L
	挥发酚	水质挥发酚的测定 4-氨基安替比林分光光度法 HJ 503-2009			0.0003mg/L
	氰化物	水质氰化物的测定容量法和分光光度法（异烟酸-吡唑啉酮分光光度法）HJ484-2009			0.004mg/L
	六价铬	水质六价铬的测定二苯碳酰二肼分光光度法 GB 7467-87			0.004mg/L
	硫化物	水质硫化物的测定亚甲基蓝分光光度法 HJ1226-2021			0.01mg/L
	总磷	水质总磷的测定钼酸铵分光光度法 GB 11893-89			0.01mg/L
	石油类	水质石油类的测定紫外分光光度法（试行）HJ970-2018			0.01mg/L
	氟化物（氟离子）	水质无机阴离子（F ⁻ 、Cl ⁻ 、NO ₂ ⁻ 、Br ⁻ 、NO ₃ ⁻ 、PO ₄ ³⁻ 、SO ₃ ²⁻ 、SO ₄ ²⁻ ）的测定离子色谱法 HJ84-2016	YC3000 离子色谱仪	XSJS-058-01	0.006mg/L
	铅	无火焰原子吸收分光光度法生活饮用水标准检验方法金属指标 GB/T 5750.6-2006	GGX-830 石墨炉/火焰原子吸收分光光度计	XSJS-097	2.5μg/L
	镉				0.5μg/L
	铍	水质铍的测定石墨炉原子吸收分光光度法 HJ/T 59-2000			0.02μg/L
	铜	水质铜、锌、铅、镉的测定		XSJS-004	0.05mg/L

	锌	原子吸收分光光度法 GB7475-87			0.05mg/L
	锰	水质铁、锰的测定火焰原子 吸收分光光度法 GB 11911-89			0.01mg/L
	汞	水质汞、砷、硒、铋和锑的测 定 原子荧光法 HJ 694-2014	AFS-230E 原子荧光 分光光度计	XSJS-001	0.04μg/L
	砷				0.3μg/L
	硒				0.4μg/L
	粪大肠菌群	水质总大肠菌群和粪大肠菌 群的测定纸片快速法 HJ755-2015	HPX-9082MBE 电热 恒温培养箱	XSJS-082-01	20MPN/L
	钡*	水质 32 种元素的测定电 感耦合等离子体发射光谱 法 HJ 776-2015	PerkinElmer Avio500 电 感耦合等离子体发射光 谱仪	223	0.01mg/L
	锂*	水质 65 种元素的测定电 感耦合等离子体质谱法 HJ700-2014	PerkinElmer NexION1000 电感耦 合等离子体质谱仪	224	0.33μg/L
	铬*				0.11μg/L
	镍*				0.06μg/L

6) 检测结果

表 3-27 地表水检测结果一览表

采样日期	检测项目	单位	检测结果	
			1#项目排水口所在太阳河 上游500米	2#项目排水口所在太阳河 下游500米
4月8日	pH	无量纲	6.8	6.7
	溶解氧	mg/L	6.4	6.6
	悬浮物	mg/L	6	9
	化学需氧量	mg/L	10	13
	高锰酸盐指数	mg/L	4.6	4.5
	五日生化需氧量	mg/L	2.2	2.8
	氨氮	mg/L	0.064	0.038
	阴离子表面活性剂	mg/L	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出
	氰化物	mg/L	未检出	未检出
	六价铬	mg/L	未检出	未检出
	硫化物	mg/L	未检出	未检出
	总磷	mg/L	0.01	0.01
	石油类	mg/L	0.02	0.03
	氟化物（氟离子）	mg/L	未检出	0.041
	铅	μg/L	未检出	未检出
	镉	μg/L	未检出	未检出
	铍	μg/L	未检出	未检出
	铜	mg/L	未检出	未检出
	锌	mg/L	未检出	未检出
	锰	mg/L	未检出	未检出

	汞	μg/L	未检出	未检出
	砷	μg/L	未检出	未检出
	硒	μg/L	未检出	未检出
	粪大肠菌群	MPN/L	7.0×10 ²	5.0×10 ²
	钡*	mg/L	未检出	未检出
	锂*	μg/L	6.04	5.82
	铬*	μg/L	0.44	0.27
	镍*	μg/L	0.79	0.63
4月9日	pH	无量纲	6.7	6.8
	溶解氧	mg/L	6.5	6.5
	悬浮物	mg/L	5	8
	化学需氧量	mg/L	11	13
	高锰酸盐指数	mg/L	4.5	4.4
	五日生化需氧量	mg/L	2.4	2.7
	氨氮	mg/L	0.082	0.051
	阴离子表面活性剂	mg/L	未检出	未检出
	挥发酚	mg/L	未检出	未检出
	氰化物	mg/L	未检出	未检出
	六价铬	mg/L	未检出	未检出
	硫化物	mg/L	未检出	未检出
	总磷	mg/L	0.01	0.01
	石油类	mg/L	0.02	0.03
	氟化物（氟离子）	mg/L	未检出	0.054
	铅	μg/L	未检出	未检出
	镉	μg/L	未检出	未检出
	铍	μg/L	未检出	未检出
	铜	mg/L	未检出	未检出
	锌	mg/L	未检出	未检出
	锰	mg/L	未检出	未检出
	汞	μg/L	未检出	未检出
	砷	μg/L	未检出	未检出
	硒	μg/L	未检出	未检出
	粪大肠菌群	MPN/L	9.0×10 ²	6.0×10 ²
	钡*	mg/L	未检出	未检出
	锂*	μg/L	6.05	5.26
	铬*	μg/L	0.99	0.23
	镍*	μg/L	0.70	0.46
4月10日	pH	无量纲	6.9	6.7
	溶解氧	mg/L	6.3	6.4

悬浮物	mg/L	6	8
化学需氧量	mg/L	10	12
高锰酸盐指数	mg/L	4.2	4.0
五日生化需氧量	mg/L	2.4	2.7
氨氮	mg/L	0.066	0.033
阴离子表面活性剂	mg/L	未检出	未检出
挥发酚	mg/L	未检出	未检出
氰化物	mg/L	未检出	未检出
六价铬	mg/L	未检出	未检出
硫化物	mg/L	未检出	未检出
总磷	mg/L	0.02	0.02
石油类	mg/L	0.02	0.02
氟化物（氟离子）	mg/L	未检出	0.069
铅	μg/L	未检出	未检出
镉	μg/L	未检出	未检出
铍	μg/L	未检出	未检出
铜	mg/L	未检出	未检出
锌	mg/L	未检出	未检出
锰	mg/L	未检出	未检出
汞	μg/L	未检出	未检出
砷	μg/L	未检出	未检出
硒	μg/L	未检出	未检出
粪大肠菌群	MPN/L	7.0×10 ²	4.0×10 ²
钡*	mg/L	未检出	未检出
锂*	μg/L	5.54	5.51
铬*	μg/L	0.27	0.26
镍*	μg/L	0.64	0.51

③现状评价

评价方法：采用单项污染指数法进行评价。

$$P_i = \frac{C_i}{S_i}$$

式中： P_i ——某一项评价因子的污染指数

C_i ——评价因子的浓度值

S_i ——评价标准

对于 PH:

$$P_i = \frac{7.0 - PH_j}{7.0 - PH_{sd}} \quad (PH_j \leq 7.0) \qquad P_i = \frac{PH_j - 7.0}{PH_{su} - 7.0} \quad (PH_j > 7.0)$$

式中： PH_{sd} ——标准规定的 pH 值下限

PH_{su} ——标准规定的 pH 值上限

评价标准：采用《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅲ类水质标准。

（2）土壤环境质量现状分析

本次在矿区布设 2 个土壤取样点进行取样检测，监测数据作为本底值，对项目区土壤现状评价如下：

① 取样点布设

土壤取样点布设位置及地类见表 3-28 及图 3-14。

表 3-28 土壤取样点位置表

编号	名 称	地类	地理位置	取样时间
1#	生活区北	耕地	E:****'***", N: ****'***",	2022 年 12 月 22 日
2#	采矿工业场地南	林地	E:****'***", N: ****'***",	2022 年 12 月 22 日

图 3-14 矿区土壤取样位置示意图

②采样方式

取混合土样，采样深度为 20cm，采样质量为 5kg，四分法留取 1kg 作为检测样品。

② 检测项目及分析方法

表 3-29 土壤检测项目及分析方法

检测项目	检测方法	设备名称	设备型号	设备编号
pH 值	《土壤 pH 值的测定 电位法》(HJ 962-2018)	pH 计	FE28	SEP-TJ-J018
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)	石墨炉原子吸收光谱仪	240Z AA	SEP-TJ-J087
铬，镍，铅，铜，锌	《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)	火焰原子吸收光谱仪	280FS AA G8434A	SEP-TJ-J134

汞, 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)	原子荧光光度计	AFS-8220	SEP-TJ-J004
		原子荧光光度计	AFS-8510	SEP-TJ-J074
全氮	《土壤质量 全氮的测定 凯氏法》 (HJ 717-2014)	滴定管	25ml	SEP-TJ-G072
全钾	《土壤全钾测定法》 (NY/T 87-1988)	火焰原子吸收光谱仪	280FS AA	SEP-TJ-J002
全磷	《土壤全磷测定法》 (NY/T 88-1988)	紫外可见分光光度计	UV756	SEP-TJ-J007
有机质	《土壤检测 第6部分: 土壤有机质的测定》 (NY/T 1121.6-2006)	滴定管	50ml	SEP-TJ-G074

④取样时间

取样时间为 2022 年 12 月 22 日, 送样时间为 2022 年 12 月 23 日。

④ 检测结果

土壤检测结果详见表 3-30, 检测报告见附件。

表 3-30 土壤检测结果 单位: 除 PH 以外, 其他以 mg/kg)

检测报告			实验室编号		E231278-001	E231278-002
			样品原标识		RDM-CD-1	RDM-LD-1
报告编号: SEP/TJ/E/E231278			样品性状		褐色壤土	褐色壤土
检测项目	CAS 号	检测方法	检出限	单位	土壤	土壤
无机						
pH 值	-	HJ 962-2018	-	无量纲	7.17	7.41
全磷	-	NY/T 88-1988	0.004	%	0.093	0.107
全氮	-	HJ 717-2014	48	mg/kg	2490	3430
有机质	-	NY/T 1121.6-2006	0.1	g/kg	45.6	91.2
金属						
铜	7440-50-8	HJ 491-2019	1	mg/kg	36	39
铬	7440-47-3	HJ 491-2019	4	mg/kg	56	44
镍	7440-02-0	HJ 491-2019	3	mg/kg	26	16
锌	7440-66-6	HJ 491-2019	1	mg/kg	88	85
铅	7439-92-1	HJ 491-2019	10	mg/kg	22	24
镉	7440-43-9	GB/T 17141-1997	0.01	mg/kg	0.16	0.13
砷	7440-38-2	HJ 680-2013	0.01	mg/kg	14.0	6.45
汞	7439-97-6	HJ 680-2013	0.002	mg/kg	0.059	0.049
全钾	7440-09-7	NY/T 87-1988	0.01	%	1.74	2.42

通过对实验结果的分析可知, 各项监测因子监测值均符合《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》(试行) (GB15618—2018) 中二级标准值要求。

综上, 矿区未进行建设, 现状未对水土环境造成影响, 现状水土环境影响程度为较轻。

图 3-15 矿区水土环境污染现状评估图

2、水土环境污染预测评估

(1) 水环境污染预测评估

矿山基建期完成后将进行全面开采阶段，全部为地下开采，水环境污染主要涉及矿坑涌水、选矿废水、锅炉废水、尾矿淋溶废水、废石淋溶废水、生活污水等影响，具体分析如下：

①矿坑涌水

矿区为地下开采，地下开采会产生矿坑涌水。采区最大涌水量为 $5502\text{m}^3/\text{d}$ ，矿体位于当地侵蚀基准面之上，设计采用平硐开拓方式，各中段均与地表相连通，采场涌水可通过平硐内水沟自流排出。设计采用充填法开采，充填泄水、泥沙从充填采场排出后，先排入分段巷道或中段平巷内的沉淀池，沿平巷每隔 $60\sim 120\text{m}$ 的合适位置设一个沉淀池，将较粗的泥沙沉淀，沉淀池内的泥沙通过人工进行清淤。

涌出水受到生产及运输环节的影响其水质可能会受到轻微的污染,这部分矿区水抽出并进入矿区水处理站,经过处理后进行综合利用。本项目废石和尾矿浸出液(水浸、酸浸)中各污染物的浓度均未超过《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中一级排放标准浓度限值,且水质符合《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)中Ⅱ类水域要求,反推本项目矿坑涌水水质也应较好。

②选矿废水

选矿废水产生于锂精矿浓缩工段、钽铌精矿沉淀工段以及尾矿浓缩工段。根据选矿厂水平衡分析,选矿废水产生量约为 4500.3m³/d。本项目选矿磨-浮工段需要水量较大,本项目选矿水采用循环利用,全部用于选矿生产,不外排。

③锅炉废水

本项目选矿厂设有 1 座锅炉房,安装 2 台 10t/h 电锅炉,为选矿厂生产及厂区采暖提供蒸汽,正常总用汽量约 15t/h。

离子交换树脂冲洗废水:为防止结垢,锅炉用水采用全自动软水器进行水质软化处理。水的硬度主要是由其中的阳离子:钙(Ca²⁺)、镁(Mg²⁺)离子构成的。当含有硬度离子的原水通过交换器树脂层时,水中的钙、镁离子与树脂内的钠离子发生置换,树脂吸附了钙、镁离子而钠离子进入水中,这样从交换器内流出的水就是去掉了硬度离子的软化水。随着交换过程的不断进行,树脂中 Na⁺全部被置换出来后就失去了交换功能,此时必须使用 NaCl 溶液对树脂进行再生,将树脂吸附的 Ca²⁺、Mg²⁺置换下来,树脂重新吸附了钠离子,恢复了软化交换能力。交换器内的离子树脂大约一周再生一次,再生方式为采用 8%~10%NaCl 溶液进行正洗和反洗,冲洗一次耗水量约为 1m³,折算成每日耗水量为 0.13t。冲洗废水硬度较高,主要成分为 Ca²⁺、Mg²⁺、Na⁺、Cl⁻离子等,无其他有毒有害物质,此部分废水进入选矿厂回水水池,回用于选矿生产。

锅炉排污水:本项目锅炉为蒸汽锅炉,为平衡锅炉水系统里的盐分,锅炉运行时需直接从锅炉的汽包或者热水箱里面排水,排放量与锅炉参数和水质有关,一般为 2%~5%左右,本项目按 3%计算,产生量为 11.49t/d。此部分水盐分较高,无其他有毒有害物质,排入选矿厂回水水池,回用于选矿生产。

④尾矿淋溶废水

根据废石、尾矿毒性专项浸出试验数据(前文表 3-21),本项目尾矿浸出液中各污染物的浓度均未超过《污水综合排放标准》(GB8978-1996)中一级排放标

准浓度限值，且水质符合《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中Ⅱ类水域要求，因此，尾矿淋溶废水水质很好，用于矿区降尘、绿化，水质可满足要求。

⑤废石淋溶废水

根据废石、尾矿毒性专项浸出试验数据（前文表 3-21），对照《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）中浸出毒性鉴别标准值和《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中最高允许浓度限值，该项目废石为第Ⅰ类一般工业固体废物；同时废石水浸和酸浸浸出液中各污染物的浓度均未超过《污水综合排放标准》（GB8978-1996）中一级排放最高允许排放浓度限值，其临时堆放产生的浸出液对堆场附近的地下水环境影响较小。石淋溶废水用于矿区降尘，水质可满足要求。

⑥生活污水

热达门锂矿生产劳动定员总人数为 326 人，其中采矿工人为 206 人，选矿工 60 人，辅助车间 29 人，管理及服务人员 31 人。生活用水量按 100L/人·日计，则生活用水量为 32.46m³/d。生活污水的排放量按用水量的 85%计，则生活污水产生量为 27.59m³/d。生活污水水质简单，主要污染物为 COD、SS、NH₃-N、动植物油。生活区安装一套“隔油池（食堂废水，仅指挥部）+化粪池+地埋式一体化污水处理设施”，其余各值班室配套修建旱厕。生活污水经地埋式一体化污水处理设施处理后，水质能达到《污染物综合排放标准》一级标准要求，用于矿区绿化和降尘，其他场地值班室旱厕固体物适时清掏后用于附近林木施肥。

（2）土壤环境污染预测分析

①尾矿、废石废物性质鉴别

经对照《国家危险废物名录》（环境保护部令第 39 号，2016 年 8 月 1 日起施行），本项目尾矿、废石不属于名录中所列的项目。同时尾矿和废石主要用于回填和制砂售卖，对土壤环境产生较大影响的可能性小。

②含油固废

a: 综合车间含油固废

综合维修车间产生一定量的含油固废，根据建设单位提供的资料，含油固废主要为废机油 60kg/a、废柴油 100 kg/a、含油棉纱 100kg/a、含油废手套 8000 双/a（约 480kg/a），维修车间含油固废合计 0.74t/a。

根据环境保护部令第 39 号《国家危险废物名录》（2016 年 8 月 1 日实施），本项目综合维修车间产生的含油固废属于危险废物“HW08 废矿物油与含矿物油废

物”。

应在维修车间内设置危废暂存间，暂存间应满足防风、防雨和防渗的要求，并派专人管理；废机油、废柴油、含油棉纱、含油废手套应分开存放，并配名称、性质、泄漏处理措施等警示牌；应委托具有相应类别的危险废物处理资质的单位，进行危废回收，回收时统计核实危废种类、名称、性质、数量等内容，并填写危险废物转移联单。

b.桶装油品间空油桶

项目桶装油品间存储油品为机油、润滑油等。油品间每年约产生 300 个空油桶。

根据环境保护部令第 39 号《国家危险废物名录》（2016 年 8 月 1 日实施），本项目桶装油品间产生的空油桶属于危险废物“HW08 废矿物油与含矿物油废物”。桶装油用完后，空油桶在桶装油品间暂存，定期由供油商回收，最终退回至油品生产厂家处理。

③填制备站水泥仓布袋除尘器收集的粉尘

根据工程分析，充填制备站水泥仓粉尘产生量为 32.4t/a，经布袋除尘器除尘并回收粉料后，有组织排放的粉尘量为 0.32t/a，布袋除尘器收集的粉尘量为 32.08t/a，布袋除尘器收集的水泥粉尘作为原料回收进入水泥仓。

⑥ 生活垃圾

本项目劳动定员 326 人，生活垃圾产生量按每人每天 0.5kg 计，本项目工作日按 270 天计，则矿区员工生活垃圾产生总量为 44.01t/a。生活区内合理布设垃圾桶，定期清运至金川县城市生活垃圾卫生填埋场统一处置。本项目生产期间固体废弃物去向明确，不会产生二次污染，对周围环境影响较小。

综上，矿山未来生产过程中，预测对水土环境污染影响程度为较轻。主要为矿山生产工程占用土地面积较大，对土地造成压占后将会使土壤板结，理化性降低。

图 3-16 矿区水土环境污染预测评估图

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

本项目损毁土地的主要环节包括：矿山基建环节、矿山开采环节，现对本项目各土地损毁各环节做如下分述：

矿山基建环节（2023-2024 年）：该环节是矿山土地损毁程度较严重的环节，矿山拟建采矿工业场地、选矿工业场地、中段平硐、生活区及矿山道路等基础构筑物，该环节的主要特点是损毁区较分散，以压占为主、挖损为辅。

矿山生产环节（2025-2038 年）：矿山为井工开采，矿石出井后进行洗选，产品方案为锂精矿。该环节对土地资源损毁类型主要有基础设施的压占、开采沉陷造成的土地塌陷损毁。见图 3-17、表 3-31。

图 3-17 土地损毁环节示意图

表 3-31 土地损毁环节及时序统计表

用地项目			损毁形式	损毁环节	损毁时序
热达门矿段	采矿工业场地		压占	基建期	2023-2024 年
	选矿工业场地		压占	基建期	2023-2024 年
	生活区		压占	基建期	2023-2024 年
	充填制备站		压占	基建期	2023-2024 年
	炸药库		压占	基建期	2023-2024 年
	风机房		压占	基建期	2023-2024 年
	表土堆放场		压占	基建期	2023-2024 年
	临时干堆场（含配套设施）		压占	基建期	2023-2024 年
	高位水池		压占、挖损	基建期	2023-2024 年
	炸药库值班室		压占	基建期	2023-2024 年
	员工宿舍及化粪池（3400）		压占、挖损	基建期	2023-2024 年
	员工宿舍及化粪池（3650）		压占、挖损	基建期	2023-2024 年
	生活水池		压占、挖损	基建期	2023-2024 年
	矿区道路		压占、挖损	基建期	2023-2024 年
	中段 平硐	*****	压占	基建期	2023-2024 年
		*****	压占	基建期	2023-2024 年
		*****	压占	基建期	2023-2024 年
		*****	压占	基建期	2023-2024 年
*****		压占	基建期	2023-2024 年	
*****		压占	基建期	2023-2024 年	
*****		压占	基建期	2023-2024 年	

		****	压占	基建期	2023-2024 年
		****	压占	基建期	2023-2024 年
		****	压占	基建期	2023-2024 年
		****	压占	基建期	2023-2024 年
		****	压占	基建期	2023-2024 年
		****	压占	基建期	2023-2024 年
	预测采空塌陷一		塌陷	生产期	2025-2038 年
麦地沟南矿段	中段平硐	****	压占	基建期	2023-2024 年
		****	压占	基建期	2023-2024 年
		****	压占	基建期	2023-2024 年
		****	压占	基建期	2023-2024 年
	回风井		压占	基建期	2023-2024 年
	预测采空塌陷二		塌陷	生产期	2025-2038 年
	预测采空塌陷三		塌陷	生产期	2025-2038 年

(二) 已损毁各类土地现状

热达门锂矿至今未进行工程建设，无已损毁土地，亦无土地复垦情况。

(三) 拟损毁土地预测与评估

1、拟损毁土地面积

热达门锂矿拟损毁共计****.*****hm²，其中包括压占、挖损土地**.* **hm²；塌陷损毁土地**.* **hm²，按矿段划分如下：

热达门矿段：拟损毁面积共计**.* **hm²，其中压占、挖损土地**.* **hm²；塌陷损毁土地**.* **hm²。

麦地沟南矿段：拟损毁面积共计*.* **hm²，其中压占、挖损土地*.* **hm²；塌陷损毁土地*.* **hm²。

拟损毁土地面积统计见表 3-32。

表 3-32 拟损毁土地面积统计表

矿段	拟损毁单元	损毁形式		小计 (hm ²)
		压占、挖损 (hm ²)	塌陷 (hm ²)	
热达门矿段	采矿工业场地	****		****
	选矿工业场地	****		****
	生活区	****		****
	充填制备站	****		****

	炸药库		****		****
	风机房		****		****
	表土堆放场		****		****
	临时干堆场（含配套设施）		****		****
	高位水池		****		****
	炸药库值班室		****		****
	员工宿舍及化粪池（3400）		****		****
	员工宿舍及化粪池（3650）		****		****
	生活水池		****		****
	矿区道路		****		****
	中段 平硐	****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
		****	****		****
	预测采空塌陷一			****	****
小计			****	****	****
麦地沟 南矿段	中段 平硐	****	****		****
		****	****		
		****	****		****
		****	****		
	回风井		****	****	
	预测采空塌陷二			****	****
	预测采空塌陷三			****	****
小计			****	****	****
合计			****	****	****

2、拟损毁土地地类

项目区拟损毁土地面积共计**.*²hm²（包括重复损毁面积），拟损毁土地地类涉及：5个一级地类，包括耕地（01）、林地（03）、草地（04）、工矿仓储用地（06）和水域及水利设施用地（11）；6个二级地类，包括旱地（0103）、乔木林地（0301）、其他林地（0307）、天然牧草地（0401）、采矿用地（0602）和河流水面（1101）。拟损毁土地地类统计见表 3-33。

（1）耕地

热达门锂矿拟损毁耕地共计为*.*²hm²，全部为旱地（粮与非粮轮作），占

拟损毁土地总面积的 1.05%，损毁形式以压占损毁为主。

（2）林地

热达门锂矿拟损毁林地共计为**.*^{****}hm²，占损毁总面积的 87.81%。其中乔木林地**.*^{****}hm²，占损毁总面积的 87.61%；其他林地*.*^{****}hm²，占损毁总面积的 0.20%。损毁形式以压占和塌陷损毁为主。

（3）草地

热达门锂矿拟损毁草地共计**.*^{****}hm²，全部为天然牧草地，占拟损毁土地总面积的 11.06%，损毁形式以塌陷损毁为主。

（4）工矿仓储用地

热达门锂矿拟损毁采矿用地共计*.*^{****}hm²，占拟损毁土地总面积的 0.04%，损毁形式以压占损毁为主。

（5）水域及水利设施用地

热达门锂矿拟损毁河流水面共计*.*^{****}hm²，占拟损毁土地总面积的 0.04%，损毁形式以压占损毁为主。

矿段	拟损毁单元		损毁形式	拟损毁面积 (hm²)	土地类型 (hm²)					
					耕地 (01)	林地 (03)		草地 (04)	工矿仓储用地 (06)	水域及水利设施用地 (11)
					旱地 (0103)	乔木林地 (0301)	其他林地 (0307)	天然牧草地 (0401)	采矿用地 (0602)	河流水面 (1101)
热达门矿段	采矿工业场地		压占	****		****				
	选矿工业场地		压占	****		****				
	生活区		压占	****	****	****				
	充填制备站		压占	****		****				
	炸药库		压占	****		****				
	风机房		压占	****		****				
	表土堆放场		压占	****		****				
	临时干堆场（含配套设施）		压占	****		****				
	高位水池		压占、挖损	****		****				
	炸药库值班室		压占	****		****				
	员工宿舍及化粪池（3400）		压占、挖损	****		****				
	员工宿舍及化粪池（3650）		压占、挖损	****		****				
	生活水池		压占、挖损	****		****				
	矿区道路		压占、挖损	****		****	****		****	****
	中段平硐	****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		预测采空塌陷一		塌陷	****		****		****	
小计			****	****	****	****	****	****	****	
麦地沟南矿段	中段平硐	****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
		****	压占	****		****				
	回风井		压占	****		****				
	预测采空塌陷二		塌陷	****		****				
	预测采空塌陷三		塌陷	****		****				
小计			****		****					
合计			****	****	****	****	****	****	****	

3、拟损毁土地权属

根据项目区范围和三调数据库结合，拟损毁土地只涉及松都村、麦地沟村集体土地，经金川县自然资源局确定，项目区土地权属明确，界线明显，不存在权属争议。拟损毁土地权属统计见表 3-34。

表 3-34 拟损毁土地权属统计表

权属		地类面积 (hm ²)						合计 (hm ²)
		01 耕地	03 林地		04 草地	06 工矿仓用地	11 水域及水利 设施用地	
		0103 旱地	0301 乔木林地	0307 其他林地	0401 天然牧草地	0602 采矿用地	1101 河流水面	
四川省 金川县	麦地沟村		****					****
	松都村	****	****	****	****	****	****	****
合计 (hm ²)		****	****	****	****	****	****	****

4、拟损毁土地损毁程度评价

(1) 评价等级标准

①压占土地评价标准

参考《矿山开采土地损毁评价规范》（征求意见稿），把矿山压占和塌陷土地破坏程度评价确定为：轻度、中度和重度 3 个等级。

轻度损毁：土地破坏轻微，基本不影响土地功能。

中度损毁：土地破坏比较严重，影响土地功能。

重度损毁：土地严重破坏，丧失原有功能。

评价因素的具体划分值参考《矿山开采土地损毁评价规范》（征求意见稿）附录 A 和附录 B，具体见表 3-35。

表 3-35 矿山土地压占损毁程度分级标准

土地类型	压占面积 (hm ²)			压占时长 (年)			恢复原地类的 难易程度系数			土地压占程度 综合评估指数		
	轻度	中度	重度	轻度	中度	重度	容易	较难	难	轻度	中度	重度
01 耕地	≤0.1 (1)	0.1-1 (1.3)	>1 (1.5)	≤2 (1)	2-5 (1.3)	>5 (1.5)	(1)	(1.3)	(1.5)	≤1.3	1.3-2.25	>2.25
02 园地												
03 林地	≤1 (1)	1-3 (1.3)	>3 (1.5)	≤2 (1)	2-5 (1.3)	>5 (1.5)						
04 草地												
06 采矿用地	≤3 (1)	3-10 (1.3)	>10 (1.5)	≤10 (1)	10-20 (1.3)	>20 (1.5)						
12 其他用地	≤10 (1)	10-15 (1.3)	>15 (1.5)	≤5 (1)	5-10 (1.3)	>10 (1.5)						
备注： (1) 压占基本农田，无论严重面积多少，都是严重，综合评估按重度处理； (2) 0.1、0.1-1、1 等数字代表压占面积 (hm ²)；(1)、(1.3)、(1.5) 等表示严重等级的指数或系数； (3) 其他用地：空闲地、盐碱地、沙地、裸土地、裸岩石砾地； (4) 土地压占程度综合评估等级指数=压占面积指数×压占时长指数×恢复原地类的难易程度系数。												

③ 塌陷土地评价标准

选取因子为水平变形、附加倾斜、下沉深度、塌陷后潜水埋深和生产力降低情况；同时采用实地调查与设计资料统计相结合的方法。进而根据从重原则确定土地损毁等级，塌陷损毁土地程度评价等级具体标准见表 3-36。

表 3-36 矿山塌陷土地（林地、草地）损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形 mm/m	附加倾斜 mm/m	下沉 m	沉陷后潜水位 埋深 m	生产力降低%
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.00	≥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	>8.0	>50.0	>6.0	<0.3	60

(2) 拟损毁土地程度预测结果

①压占拟损毁土地程度预测结果

根据前文所述，拟损毁土地是包括拟建采矿工业场地、选矿工业场地、生活区、炸药库、矿区道路等压占土地。根据预测拟建场地压占地类及面积、压占时长、恢复原地类难易程度系数确定压占拟损毁土地的损毁程度，见表 3-37。

表 3-37 压占拟损毁土地程度分析表

矿段	拟损毁程度	土地类型	压占面积 (hm ²)	压占时长 (年)	恢复原地类 难易程度系 数	土地压占程 度综合评估 指数	损毁 程度
热达门 矿段	采矿工业场地	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
	选矿工业场地	林地	**** (1.5)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	3.375	重度
	生活区	耕地、林地	**** (1.5)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	3.375	重度
	充填制备站	林地	**** (1.3)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.925	重度
	炸药库	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
	风机房	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
	表土堆放场	林地	**** (1.3)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.925	重度
	临时干堆场 (含配套设施)	林地	**** (1.3)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.925	重度
	高位水池	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
	炸药库值班室	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
	员工宿舍及化粪池 (3400)	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
	员工宿舍及化粪池 (3650)	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
	生活水池	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
	矿区道路	林地、采矿用地、 其他用地	**** (1.5)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	3.375	重度
	中段平硐	**** 林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		**** 林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		**** 林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		**** 林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		**** 林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		**** 林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		**** 林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度

		****	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		****	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		****	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		****	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		****	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		****	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
麦地沟南矿段	中段平硐	****	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		****	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		****	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
		****	林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度
	回风井		林地	**** (1)	>5 年(1.5)	难 (1.5)	2.25	重度

②塌陷土地预测

根据前文所述,塌陷土地是地下开采矿体形成采空区,导致地表土地产生塌陷,根据塌陷损毁面积及地类、塌陷深度指数、恢复原地类难易程度系数等情况确定塌陷土地的损毁程度,具体见表 3-38。

表 3-38 拟损毁塌陷土地损毁程度分析表

损毁单元	水平变形 mm/m	附加倾斜 mm/m	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低%	损毁程度
塌陷区一	1.58mm/m	≤20mm/m	0.52	1.5	25	轻度损毁
塌陷区二	1.58mm/m	≤20mm/m	0.52	1.5	25	轻度损毁
塌陷区三	1.58mm/m	≤20mm/m	0.52	1.5	25	轻度损毁

5、拟损毁土地预测汇总

综上所述可知,本项目拟损毁土地面积共****.****hm²,其中压占土地面积**.*.****hm²、塌陷土地**.*.****hm²,塌陷土地存在不确定性;损毁地类以林地、草地为主。拟损毁土地汇总见表 3-39 及图 3-15。

表 3-39 拟损毁土地汇总统计表

矿段	损毁程度	拟损毁单元	损毁形式	拟损毁面积 (hm²)	小计	土地类型（hm²）							
						耕地（01）	林地（03）		草地（04）	工矿仓储用地 （06）	水域及水利设施用地 （11）		
						旱地 （0103）	乔木林地 （0301）	其他林地 （0307）	天然牧草地 （0401）	采矿用地 （0602）	河流水面 （1101）		
热达门矿段	重度	采矿工业场地		压占	****	****		****					
		选矿工业场地		压占	****			****					
		生活区		压占	****		****	****					
		充填制备站		压占	****			****					
		炸药库		压占	****			****					
		风机房		压占	****			****					
		表土堆放场		压占	****			****					
		临时干堆场（含配套设施）		压占	****			****					
		高位水池		压占、挖损	****			****					
		炸药库值班室		压占	****			****					
		员工宿舍及化粪池（3400）		压占、挖损	****			****					
		员工宿舍及化粪池（3650）		压占、挖损	****			****					
		生活水池		压占、挖损	****			****					
		矿区道路		压占、挖损	****			****	****		****	****	
		中段平硐	****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
			****	压占	****		****		****				
	****		压占	****	****			****					
	****		压占	****	****			****					
	轻度		预测采空塌陷一		塌陷		****	****	****	****	****	****	
	小计				****		****	****	****	****	****	****	
麦地沟南矿段	重度	中段平硐	****	压占	****	****		****					
			****	压占	****			****					
			****	压占	****			****					
			****	压占	****			****					
		回风井		压占	****			****					
	轻度	预测采空塌陷二		塌陷	****	****		****					
		预测采空塌陷三		塌陷	****			****					
		小计					****	****	****	****	****	****	
合计				****	****	****	****	****	****	****			

图 3-18 矿山开采分阶段土地损毁预测示意图

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

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》分区原则，结合该矿山地质环境问题的类型、分布特征及其危害性，矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 F（表 3-40），划分出重点防治区、次重点防治区和一般防治区。根据评估区内矿山地质环境问题类型的差异，进一步细分为亚区。同一区域内，现状评估与预测评估的矿山地质环境影响程度级别不一致的，按照重级别优先的原则确定。

表 3-40 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

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

按照重点防治区、次重点防治区和一般防治区的顺序，分别阐明防治区的面积，区内存在或可能引发的矿山地质环境问题的类型、特征及其危害，以及矿山地质环境问题的防治措施等。

2、分区评述

根据矿山地质环境现状评估和预测评估结果，在充分考虑矿山地质环境问题对人居环境、矿区生产、区域经济发展影响前提下，通过“地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土污染”四个因素现状评估、预测评估结果进行叠加，将评估区划分为重点防治区（I）、次重点防治区（II）和一般防治区（III）。其中重点防治区含 2 个亚区，次重点防治区含 17 个亚区，一般防治区含 1 个亚区，详见图 3-19。

图 3-19 矿山地质环境保护与恢复治理分区示意图

(1) 重点防治区 (I)

本次划分重点防治区面积共计 22.4444hm^2 ，占评估区总面积的 1.67%。共包含 2 个亚区，其中重点防治亚区 (I₁) 面积 1.4444hm^2 ，主要分布在选矿工业场地，主要问题为地形地貌景观破坏严重；重点防治亚区 (I₂) 面积 21.0000hm^2 ，主要分布于拟建矿山道路，主要问题为地形地貌景观破坏严重。

(2) 次重点防治区 (II)

本次划分次重点防治区面积共计 333.4441hm^2 ，占评估区总面积的 71.14%。共包含 17 个亚区，主要问题为可能引发地质灾害及地下水疏干范围较严重。

(3) 一般防治区 (III)

一般防治区主要除上述区域外的评估区其他区域，面积约 333.4444hm^2 ，占评

估区面积的 27.19%，该区地质环境问题较少，影响程度较轻。

矿山地质环境保护与恢复治理分区说明详见表 3-41。

表 3-41 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明表

防治级别	防治分区	分布范围	面积 (hm ²)	主要地质环境问题	主要防治措施
重点防治区	I ₁	选矿工业场地	****	地形地貌景观破坏严重。	①合理规划，减少林草地占用，避免土地资源损毁；②建设时做好防漏、防渗等措施；③积极进行地质灾害防治、监测等工作；④积极进行绿化、复垦等工作。
	I ₂	矿山道路	****		
次重点防治区	II ₁	采矿工业场地	****	地质灾害影响程度较严重。	①积极进行地质灾害防治、监测等工作；②积极进行绿化、复垦等工作。
	II ₂	生活区	****		
	II ₃	充填制备站	****		
	II ₄	炸药库	****		
	II ₅	风机房	****		
	II ₆	表土堆放场	****		
	II ₇	临时干堆场 (含配套设施)	****		
	II ₈	高位水池	****		
	II ₉	炸药库值班室	****		
	II ₁₀	员工宿舍及化粪池 (3400)	****		
	II ₁₁	员工宿舍及化粪池 (3650)	****		
	II ₁₂	生活水池	****		
	II ₁₃	热达门矿段-中段平硐	****		
	II ₁₄	麦地沟南矿段-中段平硐	****		
	II ₁₅	回风井	****		
	II ₁₆	热达门矿段-预测地下水疏干范围 (去重)	****	①地下水疏干较严重；②地形地貌景观破坏较严重。	①积极进行地质灾害防治、监测等工作；②矿山严格按照设计回填采空区，减轻采空沉陷、顶板冒落带和导水裂隙带高度，减轻对地面和含水层的影响；设置采空沉陷监测点；地下水水量和水位监测点。
	II ₁₇	麦地沟南矿段-预测地下水疏干范围 (去重)	****	地下水疏干较严重。	②矿山严格按照设计回填采空区，减轻采空沉陷、顶板冒落带和导水裂隙带高度，减轻对地面和含水层的影响；设置采空沉陷监测点；地下水水量和水位监测点。
一般防治区	III	评估区其他区域	****	①地质灾害影响较轻；②含水层破坏较轻；③地形地貌景观破坏较轻；④水土污染较轻。	积极开展矿山地质环境问题监测，做好地质灾害防护措施，水土环境污染防治措施。
合计			****		

（二）土地复垦区与复垦责任范围

根据《土地复垦方案编制规程》（第一部分：通则，DT/1031.1-2011），复垦区是指生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域，包括已损毁区和拟损毁区；土地复垦责任范围是指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。

1、复垦区范围

依据热达门锂矿已损毁土地调查和拟损毁土地分析预测结果，热达门锂矿已损毁土地面积 0.00hm^2 ，拟损毁土地面积 0.0000hm^2 ，去除重叠范围预测塌陷范围与其他拟建工程及道路等设施的重叠面积 0.0000hm^2 ，故复垦区面积=已损毁土地面积 (0.00hm^2) +拟损毁土地面积 (0.0000hm^2) -重叠面积 (0.0000hm^2) = 0.0000hm^2 ，详见下表。

表 3-42 复垦区面积一览表 （单位： hm^2 ）

矿段	拟损毁单元	损毁形式	已损毁	拟损毁	重叠面积	复垦区面积	备注
热达门矿段	采矿工业场地	压占		0.0000		0.0000	
	选矿工业场地	压占		0.0000		0.0000	
	生活区	压占		0.0000		0.0000	
	充填制备站	压占		0.0000		0.0000	
	炸药库	压占		0.0000		0.0000	
	风机房	压占		0.0000		0.0000	
	表土堆放场	压占		0.0000		0.0000	
	临时干堆场(含配套设施)	压占		0.0000		0.0000	
	高位水池	压占、挖损		0.0000		0.0000	
	炸药库值班室	压占		0.0000		0.0000	
	员工宿舍及化粪池(3400)	压占、挖损		0.0000		0.0000	
	员工宿舍及化粪池(3650)	压占、挖损		0.0000		0.0000	
	生活水池	压占、挖损		0.0000		0.0000	
	矿区道路	压占、挖损		0.0000		0.0000	
	中段平硐	0.0000 压占		0.0000		0.0000	
		0.0000 压占		0.0000		0.0000	
		0.0000 压占		0.0000		0.0000	
		0.0000 压占		0.0000		0.0000	
		0.0000 压占		0.0000		0.0000	
		0.0000 压占		0.0000		0.0000	
		0.0000 压占		0.0000		0.0000	
		0.0000 压占		0.0000		0.0000	

		****	压占		****		****	
		****	压占		****		****	
		****	压占		****		****	
	预测采空塌陷一		塌陷		****	****	****	与拟建道路重叠 *. **hm², 与临时干 堆场重叠*. **hm²
麦地 沟南 矿段	中段 平硐	****	压占		****		****	
		****	压占		****		****	
		****	压占		****		****	
		****	压占		****		****	
	回风井		压占		****		****	
	预测采空塌陷二		塌陷		****		****	
	预测采空塌陷三		塌陷		****		****	
合计					****	****	****	

2、复垦责任范围

根据损毁前土地类型及相邻土地类型、损毁程度、自然因素和公众参与意见。结合当地政府部门意见，矿区开采结束后，除矿区道路留续使用外，其他永久性建筑均需拆除。故复垦责任范围面积=复垦区面积（**.****hm²）-留续使用面积（**.****hm²）=**.****hm²。复垦责任范围详见图 3-20，面积及坐标统计详见表 3-43。

图 3-20 复垦责任范围示意图

表 3-43 复垦责任范围一览表

矿段	复垦单元	复垦区 面积	坐标（国家大地 2000 坐标系）					
			序号	X	Y	序号	X	Y
热达门矿段	采矿工业 场地	*****	1	*****	*****	7	*****	*****
			2	*****	*****	8	*****	*****
			3	*****	*****	9	*****	*****
			4	*****	*****	10	*****	*****
			5	*****	*****	11	*****	*****
			6	*****	*****			
	选矿工业 场地	*****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	*****	*****	7	*****	*****
			2	*****	*****	8	*****	*****
			3	*****	*****	9	*****	*****
			4	*****	*****	10	*****	*****
			5	*****	*****	11	*****	*****
			6	*****	*****			

	生活区	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	3	****	****
			2	****	****	4	****	****
	充填制备站	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	6	****	****
			2	****	****	7	****	****
			3	****	****	8	****	****
			4	****	****	9	****	****
			5	****	****	10	****	****
	炸药库	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	4	****	****
			2	****	****	5	****	****
			3	****	****			
	风机房	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	3	****	****
			2	****	****	4	****	****
	表土堆放场	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	8	****	****
			2	****	****	9	****	****
			3	****	****	10	****	****
			4	****	****	11	****	****
			5	****	****	12	****	****
			6	****	****	13	****	****
			7	****	****	14	****	****
	临时干堆场 (含配套设施)	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	6	****	****
			2	****	****	7	****	****
			3	****	****	8	****	****
			4	****	****	9	****	****
			5	****	****	10	****	****
	高位水池	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	4	****	****
			2	****	****	5	****	****
			3	****	****			
	炸药库值班室	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	3	****	****
			2	****	****	4	****	****
	员工宿舍及化粪池（3400）	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	5	****	****
			2	****	****	6	****	****
			3	****	****	7	****	****
			4	****	****	8	****	****
	员工宿舍及化粪池（3650）	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	6	****	****
			2	****	****	7	****	****
			3	****	****	8	****	****

			4	****	****	9	****	****
			5	****	****	10		
		生活水池	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	2	****	****
	中段平硐	****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	1	****	****	注：硐口坐标	
	预测采空塌陷一	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	17	****	****
			2	****	****	18	****	****
			3	****	****	19	****	****
			4	****	****	20	****	****
			5	****	****	21	****	****
			6	****	****	22	****	****
			7	****	****	23	****	****
			8	****	****	24	****	****
			9	****	****	25	****	****
			10	****	****	26	****	****
			11	****	****	27	****	****
			12	****	****	28	****	****
			13	****	****	29	****	****
			14	****	****	30	****	****
			15	****	****	31	****	****
			16	****	****	32	****	****
麦地沟南矿段	中段平硐	****	****	****	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	****	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	****	****	****	注：硐口坐标	
		****	****	****	****	****	注：硐口坐标	
	回风井		****	1	****	****	注：硐口坐标	
	预测采空塌陷二	****	序号	X	Y	序号	X	Y
			1	****	****	8	****	****
			2	****	****	9	****	****
			3	****	****	10	****	****
			4	****	****	11	****	****
			5	****	****	12	****	****

			6	****	****	13	****	****
			7	****	****	14	****	****
	预测采空塌陷 三	****	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	****	****			
合计		88.3042						

(三) 土地类型与权属

热达门复垦责任范围土地面积为**.*h^m²，复垦责任范围土地只涉及观音桥镇松都村、麦地沟村集体土地，经金川县自然资源局确定，项目区土地权属明确，界线明显，不存在权属争议，详见表 3-44。

表 3-44 热达门锂矿复垦责任范围地类及权属统计表

矿段	损毁单元	损毁形式	复垦责任面积	土地类型 (h ^m ²)			土地权属
				耕地	林地	草地	
				(01)	(03)	(04)	
				旱地	乔木林地	天然牧草地	
				0103	0301	0401	
热达门矿段	采矿工业场地	压占	****		****		松都村
	选矿工业场地	压占	****		****		
	生活区	压占	****	****	****		
	充填制备站	压占	****		****		
	炸药库	压占	****		****		
	风机房	压占	****		****		
	表土堆放场	压占	****		****		
	临时干堆场	压占	****		****		
	高位水池	压占、挖损	****		****		
	炸药库值班室	压占	****		****		
	员工宿舍及化粪池 (3400)	压占、挖损	****		****		
	员工宿舍及化粪池 (3650)	压占、挖损	****		****		
	生活水池	压占、挖损	****		****		
	中段平	****	压占	****	****		
		****	压占	****	****		
		****	压占	****	****		

	硐	****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
		**** (1#)	压占	****		****	
		**** (2#)	压占	****		****	
	预测采空塌陷一		塌陷	****		****	****
麦地沟南矿段	中段平硐	****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
		****	压占	****		****	
	回风井		压占	****		****	
	预测采空塌陷二		塌陷	****		****	
	预测采空塌陷三		塌陷	****		****	
合计				****	****	****	****

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

（一）技术可行性分析

根据前述矿山地质环境现状和预测评估，矿山建设主要导致的地质环境问题有：矿区崩塌、滑坡和泥石流地质灾害发育；含水层结构破坏；拟建地面设施破坏地形地貌景观；“三废”排放破坏水土环境等。

1、地质灾害治理可行性分析

矿区存在危岩隐患，可采取清除危岩体+防护网工程措施消除隐患，采取监测预警措施进行预防和治理；

矿山地质灾害预防、治理、监测措施切实可行，并可达到实施的目标，工程防治难度较低，现国内技术已相当成熟，技术可行。

2、含水层破坏治理可行性分析

根据第三章含水层破坏现状分析与预测，含水层遭到一定破坏，因破坏的含水层为弱含水层，矿山开采造成的地下水疏干对矿山生产及周边居民生活用水影响小，主要采用监测手段，对地下水水位、水量变化进行监测经济可行。

3、地形地貌景观破坏治理可行性分析

依前所述，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、重要交通干线等。热达门锂矿为地下开采，对地形地貌景观的影响主要表现地面采矿配套设施对地形地貌的直接改变。拟布置的矿区地形地貌治理方案包括：对占用土地进行平整复垦，种树或种草，恢复生态系统。上述治理方案工作较简单，同类矿山有很多较成熟的案例。因此，矿区地形地貌景观治理技术可行。

4、水土环境污染防治可行性分析

近年来，水土污染修复技术与工程发展很快，包括物理修复及蒸汽浸提技术、化学修复及可渗化学活性栅技术、淋洗修复技术、生物修复技术、植物修复技术、水泥/石灰固化修复技术、玻璃化修复技术、电动力学修复技术等。

在前期项目选址的防治时均采取综合设计规划，尽量远离地表的河流，提高矿山废水综合利用率，减少有害废水排放，防止水土环境污染。生产过程中产生的废水及生活污水净化处理用于绿化，废水循环利用，避免对当地居民生产生活用浅层

地下水造成污染。水土污染防治措施在各个矿区已运用成熟，整个工艺技术成熟、简单，因此实施矿区水土环境污染预防与治理是可行的。

5、地质环境监测可行性分析

（1）地质灾害监测

采空区塌陷变形监测采用 GNSS 位移自动监测仪，边坡稳定性监测矿山采用 GPS 监测仪，雨量监测采用自动雨量计监测，溪沟流量监测采用人工巡防监测。监测技术手段成熟，在高原监测效果较为明显，可复制性、可操作性强。

（2）地形地貌景观破坏监测

主要通过采用高分影像数据（分辨率优于 1m），通过对前后遥感影像图的解译，直接比较土地资源和地形地貌景观的动态变化。上述监测技术手段成熟，阿坝州多地矿山监测均采用上述方案监测，效果较为明显，可复制性，可操作性强。

（3）地下水环境破坏监测

主要监测地下水水质，地下水水位。地下水水质监测工作可委托有资质的单位定时监测，井内设置监测仪器、设备。委托监测数据可靠度高，监测仪器布置较为简单，监测技术手段成熟，效果较为明显，可复制性，可操作性强。地下水水位采用水位仪进行自动监测。

（4）水土环境破坏监测

水土环境监测采用委托专业机构进行监测，专业结构技术成熟，可靠度高，适用性强。

矿山在治理措施方面有很多经验可循，工程措施简单易实施、操作性强，本项目矿山地质环境保护治理工程在技术条件是可行的。矿山环境监测措施，主要为仪器监测、人工监测以及委托专业机构等方法，监测手段及操作均为目前运用较为广泛的技术，总体上对于本矿山适用性较好，可操作性较高。本方案部署的治理工程和监测方案切合了矿区实际情况，工程实施难度不大，造价低，因此，实施本方案技术上是可行的。

综上，本项目拟采取的矿山地质环境治理工程技术成熟，施工难度一般。随着现代科学技术的进一步发展，矿山地质环境治理的措施将更加完善。矿山地质环境保护技术完全可行。

（二）经济可行性分析

根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理”的责任原则和法律明确规定的责任和义务，本矿山企业作为治理义务人，矿山地质环境投资费用由本矿山企业全部承担。本矿山企业将依据《四川省矿山地质环境恢复治理保证金管理暂行办法》（川府函〔2008〕75号），及时足额缴存矿山地质环境治理恢复保证金，为本矿山地质环境治理恢复工作提供资金保障。

此外，按照“技术可行，经济合理”原则，矿山地质环境治理恢复应按照国家制定的技术规范进行，治理恢复方案要切实可行，注重环境治理恢复的经济效益。热达门锂矿矿山地质环境通过治理，既可对矿山地质环境进行有效地恢复；又可避免或减轻矿山地质灾害对人民群众生命财产安全造成损失，减灾效益明显；综合利用产生的效益还将使治理的综合成本大大减少，达到经济有效的目的。同时为建设绿色矿山打下坚实基础。

因此，本矿山地质环境治理在经济上是可行的。

（三）生态环境协调性分析

通过对矿山地质环境的治理，将有效预防次生地质灾害和水土流失的发生，矿区地质环境和生态环境将得以恢复和重建，从而将大大改善矿区环境，呈现绿树成荫、环境优美、空气清新的矿区新气象。由于矿山开采，对地表植被产生严重损毁，使水土流失加重，矿区生态环境产生了较严重的损毁，所以对损毁区域进行植被重建是矿区生态环境治理工程的重要组成部分。通过切实有效的措施，有利于改善土壤的理化性质以及土壤圈的生态环境；增加地表植被促进野生动物繁殖，减少水土流失、美化环境、改善了生物圈的生态环境。土地是一个自然、经济、社会的综合体，同时也是一个巨大的生态系统。地质环境治理是与生态重建密切结合的大型工程。进行土地复垦与生态重建，对矿产开采造成的土地损毁进行治理，其生态意义极其巨大。

1、生物多样性

项目实施之后较实施之前植被覆盖率会得到明显提高，将有效遏制项目区及周边环境的恶化，在合理管护的基础上能够最终实现植物生态系统的多样性与稳定性，吸引周边动物群落的回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

2、水土保持

在矿山建设过程中，基础设施和采矿设施建设工程使地表土层损毁，破坏地表

土壤结构和植被生态，使土壤丧失原有部分或全部功能，造成水土流失，对矿区土壤资源破坏严重。但通过土壤剥离、堆存并复垦，可有效地保护土壤资源，尽可能地保护土壤结构和养分。矿山闭坑后土地复垦工程，通过土壤重构工程可有效恢复这些区域受损土地的功能，减少水土流失，美化矿区生态环境。

3、植物资源

对方案服务期后的开采区等进行平整覆土，使其能够满足林草正常生长的需要，逐步恢复成林地、草地等。服务期满后，通过植物、绿化、实施水土保持等措施，植被覆盖率将大幅度恢复到开采前水平。土壤和水分是植物生存的必要条件，采矿将会造成水土流失和土壤侵蚀以及地下和地表水体的破坏，必然对地表植被产生影响。因此，开采初期将造成生物量和物种数量大幅度减少，植被覆盖率的降低，土壤的进一步退化，生物的生产量和生产力下降。矿山服务期满后，只要积极进行土地整理和复耕，预计随着地势的平整、土壤的人工改良以及种植结构的调整，该地区的植被状况将会好于当前，水土流失也会得到遏制。

生态系统之间是一个相互依赖、相互制约的整体，只有各个生态系统之间的协调发展，才能保护生态环境。矿山地质环境治理恢复也是对矿山生态环境所进行的改善，可促进整个自然生态系统的融洽与协调。

综上所述，对热达门锂矿实施矿山地质环境治理工作，无论从技术上，还是从经济上，或是从生态环境协调性上，都是有可充分利用的资源，项目的实施都是可行的。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

热达门锂矿土地复垦责任范围面积 22.4444hm^2 ，其中挖损压占损毁 22.4444hm^2 、塌陷土地面积 22.4444hm^2 ；损毁旱地 0.2667hm^2 ，占总面积的 1.20%、损毁乔木林地 19.1777hm^2 ，占总面积的 86.27%、损毁草地 3.0000hm^2 ，占总面积的 12.54%。复垦责任范围内不涉及基本农田用地，不存在征用或租用基本农田现象，土地权属无争议。复垦责任范围土地利用现状情况见表 4-1。

表 4-1 复垦责任范围土地利用现状统计表

一级地类		二级地类		面积/hm ²	占总面积比例
01	耕地	0103	旱地	*.****	1.20%
03	林地	0301	乔木林地	**.*****	86.27%
04	草地	0401	天然牧草地	**.*****	12.54%
合计				**.*****	100.00%

(二) 土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是根据项目区破坏土地调查结果,依据矿山所在地自然条件及矿山生产年限、开发利用方式、生产工艺流程分析预测项目最终破坏土地状况,按照土地复垦技术要求,对破坏的土地进行适宜性评价,涉及复垦的场地条件和植物的生长条件等。同时在拟损毁土地预测和损毁程度分析的基础上,确定评价对象和范围;综合考虑复垦区的土地利用总体规划、公众参与意见以及其他社会经济政策因素分析,初步确定复垦方向,划定评价单元;针对不同的评价单元,建立适宜性评价方法体系和评价指标体系;评定各评价单元的土地适宜性等级,明确其限制因素;通过方案比选,确定各评价单元的最终土地复垦方向,划定土地复垦单元。

由于场地条件评价方面不但要对现在破坏场地进行评价,同时也要对预测破坏场地进行评价,因此评价工作具有时间滞后性和空间预测性特点。

1、评价原则

①符合土地利用总体规划,并与其他规划相协调

土地复垦的方向确定必须严格依据阿坝州和金川县等土地利用总体规划,并与当地的农业区划保持一致。

②因地制宜原则

在确定拟复垦土地的利用方向时,应根据评价单元的自然、区位条件等因地制宜确定其适宜性,不能强求一致,宜农则农,宜林则林,宜牧则牧。

③土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

贯彻落实“十分珍惜和合理利用土地,切实保护耕地”的基本国策,复垦的土地耕地优先,但应综合考虑复垦的经济效益、生态效益和社会效益,确定最终的复垦方向。

④主导性限制因素与综合平衡原则

复垦土地在再利用过程中,限制因素很多,如积温、土壤质地、有效土层厚度、

坡度、排灌条件等。评价时应根据复垦区自然状况和土地损毁情况，选择对复垦方向有决定性影响的主导性限制因素。同时，综合考虑自然、经济、社会等条件，进而确定拟复垦土地科学的复垦利用方向。

⑤复垦后土地可持续利用原则

土地复垦必须着眼于可持续发展原则，应保证所选土地复垦方向具有持续生产能力、防止掠夺式利用农业资源或二次污染等问题。

⑥经济可行、技术合理性原则

在充分考虑项目区生产承受能力的基础上，选择经济可行的技术，以最小的投入从拟复垦土地中获取最佳的综合效益。

⑦社会因素和经济因素相结合原则

待复垦土地的评价，一方面要考虑社会因素，如社会需要等。同时也要考虑经济因素，使确定的复垦方向经济可行。

2、评价依据

土地复垦适宜性评价就是评定损毁土地和拟损毁土地在复垦后的用途以及适宜程度，它是进行土地利用决策，确定土地利用方向的基本依据。进行土地复垦适宜性评价，就是在结合项目区自然条件、社会经济状况以及土地利用状况的基础上，依据国家和地方的法律法规及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取切实可行的办法，确定复垦利用方向。本次土地复垦适宜性评价的主要依据是：

①相关法律法规和规划

包括国家与地方有关土地复垦的法律法规，如《中华人民共和国土地管理法》《土地复垦条例》土地管理的相关法律法规和复垦区土地利用总体规划及其他相关规划等。

②相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等，如《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）、《土地开发整理规划编制规程》（TD/T 1011-2000）和《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）、《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634-2008）等。

③其他

包括项目区及复垦责任范围内自然社会经济状况、土地损毁分析结果。土地损

毁前后的土地利用状况、公众参与意见及周边同类项目的类比分析等。

3、土地复垦适宜性评价技术路线

本项目与普通的土地适宜性评价相比，具有时间上的未来性与空间上的预测性。因此，必须考虑采矿引起的破坏状况对土地利用的影响，并选取其中的主导因素作为土地利用受破坏状况影响的评价因素。同时，不同的复垦适宜利用方向，其影响因素不尽相同，因素间的重要性也存在或大或小的差异。热达门锂矿建设项目的开采方式为地下开采。根据本项目的特点因地制宜制定土地复垦技术路线和方法，以期得到最佳合理的土地复垦方案。

(1) 确定评价对象划分评价单元

评价对象和单元是指矿山开采工艺过程破坏的土地类型和范围，它们具有各自的独立性和破坏性质程度的差异性，又具有产生的关联性。评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象。土地对农林牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。

根据本项目已损毁土地现状和拟损毁土地预测结果。在土地复垦适宜性评价单元划分上，根据各破坏土地特征进行评价单元划分。评价单元应按以下原则进行划分：

- ①单元内部性质相对均一或相近；具有一定的可比性。
- ②单元之间具有差异性，能客观反映出土地在一定时期和空间上的差异性。
- ③具有一定的可比性。
- ④单元内部的土地特征、复垦所采取的工程措施相似。

根据以上划分原则，结合该项目土地资源破坏现状及分析预测结果，本方案将复垦土地划分为 19 个评价单元。

表 4-2 土地复垦评价单元划分表

矿段	评价单元	损毁地类	损毁形式	损毁程度	复垦面积
热达门矿段	采矿工业场地	林地	压占	重度	*.****
	选矿工业场地	林地	压占	重度	*.****
	生活区	耕地、林地	压占	重度	*.****
	充填制备站	林地	压占	重度	*.****
	炸药库	林地	压占	重度	*.****
	风机房	林地	压占	重度	*.****
	表土堆放场	林地	压占	重度	*.****
	临时干堆场 (含配套设施)	林地	压占	重度	*.****
	高位水池	林地	压占、挖损	重度	*.****
	炸药库值班室	林地	压占	重度	*.****
	员工宿舍及化粪池 (3400)	林地	压占、挖损	重度	*.****
	员工宿舍及化粪池 (3650)	林地	压占、挖损	重度	*.****
	生活水池	林地	压占、挖损	重度	*.****
	中段平硐	林地	压占	重度	*.****
	预测采空塌陷一	林地、草地	塌陷	轻度	**.*****
麦地沟南矿段	中段平硐	林地	压占	重度	*.****
	回风井	林地	压占	重度	*.****
	预测采空塌陷二	林地	塌陷	轻度	*.****
	预测采空塌陷三	林地	塌陷	轻度	*.****
合计		/	/	/	**.*****

(2) 土地复垦基础条件分析

矿区待复垦土地评价应选择一套既相互独立又相互补充的参评因素和主导因素。参评因素（或称因子）应该满足以下要求：一是可测性，即其因素是可以测量并可用数值或序号表示的；二是关联性，即参评指标的增长或减少，标志着土地评价单元质量的提高或降低；三是稳定性，即选择的参评因素在任何条件下反映的质量持续稳定；四是独立性，即参评因素之间界限清楚，不相互重叠。由于造成土地破坏的原因不同，因此所选择的参评因素和主导因素也不同。根据以上原则，结合项目区内实际状况和破坏土地的预测，确定评价因子为：地形坡度、土壤质地、覆土厚度、灌溉条件与排水条件。

(3) 初步复垦方向的确定

本方案在充分考虑和尊重公众意愿的基础上，结合群众意愿的情况，在政策允许的条件下，土地复垦方向为初步确定为旱地、乔木林地、天然牧草地。

4、评价体系和标准

(1) 评价指标体系

参评因子应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素,以便能通过因子指标值的变动决定土地适宜状况。本矿山土地利用受到土地利用共性因素(地形坡度、土壤质地、有效土层厚度及排灌条件等)的影响。根据当地实际情况和类似工程土地复垦经验,共选出6项评价因子,分别为:地形坡度、土壤质地、有效土层厚度、损毁程度、灌溉条件和污染程度。

(2) 评价标准

由于被损毁土地生态环境变得较为脆弱,所形成的各限制因子对于复垦方法的选择具有较大的影响,而土地复垦适宜性评价的目的主要是为了指导复垦工作更加有效地进行。因此选择评定土地等级结果较低的极限条件法作为本项目适宜性评价的方法,从而能够比较清晰地获得复垦工作的各限制性因素,更好地指导复垦工作进行。

根据以上分析,综合考虑本项目区的主要评价因子可得项目区土地复垦适宜性评价主要限制因素的评价标准,详见表4-3。

表 4-3 复垦土地主要限制评价标准

限制因子及分级指标		宜耕评价	宜林评价	宜草评价
地面坡度 (°)	<2	1	1	1
	2~6	2	1	1
	6~15	2	2	1
	15~25	3	3	2
	>25	不	2	2
土壤质地	壤土	1	1	1
	粘土、沙壤土	2	1	1
	重粘土、砂土	3	2	2
	砂质土、砾土	不	3 或不	3
	石质	不	不	不
损毁程度	轻度	1	1	1
	中度	2	2	1
	重度	3 或不	3	2
有效土层厚度 (cm)	>100	1	1	1
	60~100	2	1	1
	30~60	3	1	1
	10~30	不	2 或 3	2 或 3
	<10	不	3 或不	3 或不
灌溉条件	有灌溉水源	1	1	1
	特定阶段有稳定灌溉条件	2	2	1
	灌溉水源保证差	3	3	3
污染程度	不	1	1	1
	轻度	2	2	2

	中度	3	2 或 3	3
	重度	不	不	不

注：上表中“1”表示一等地，“2”表示二等地，“3”表示三等地，“不”表示不适宜。

根据各参评单元复垦后的土地资源性质状况，对照土地复垦适宜性分级标准表，得出各评价单元特性，详见表 4-4。

表 4-4 各参评单元特性表

矿段	评价单元	地形坡度	有效土层厚度	土壤质地	排灌条件	损毁程度	污染程度
热达门矿段	采矿工业场地	5-10°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	选矿工业场地	5-10°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	生活区	3-5°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	充填制备站	5-10°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	炸药库	5-10°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	风机房	5-10°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	表土堆放场	3-5°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	临时干堆场 (含配套设施)	5-10°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	高位水池	1°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	炸药库值班室	3°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	员工宿舍及化粪池 (3400)	3°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	员工宿舍及化粪池 (3650)	3°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	生活水池	3-5°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	中段平硐	10-30°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	预测采空塌陷一	10-55°	30-60cm	砂质壤土	无	轻度	轻度
麦地沟南矿段	中段平硐	10-30°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	回风井	10-30°	60cm	砂质壤土	无	重度	轻度
	预测采空塌陷二	10-55°	60cm	砂质壤土	无	轻度	轻度
	预测采空塌陷三	10-55°	60cm	砂质壤土	无	轻度	轻度

(3) 适宜性等级评定

受损毁的土地适宜于复垦为耕地、林地、草地，对于建设用地在选择复垦方向时，除考虑其适宜的土地利用类型之外，还要考虑其与周围地类的一致性，综合考虑选择复垦方向，详见表 4-5。

表 4-5 各评价单元复垦方向的选择

评价单元	评价因子	单元特性与复垦措施	耕地评价	林地评价	草地评价	单元面积	复垦方向
采矿工业场地	地表坡度	5-10°	2	2	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		

	综合评价	/	不	3	3		
选矿工业场地	地表坡度	5-10°	2	2	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
生活区	地表坡度	3-5°	2	1	1	****	宜耕 宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	3 或不	3	3		
充填制备站	地表坡度	5-10°	2	2	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
炸药库	地表坡度	5-10°	2	2	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
风机房	地表坡度	5-10°	2	2	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
表土堆放场	地表坡度	3-5°	2	1	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
临时干堆场 (含配套设施)	地表坡度	5-10°	2	2	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		

	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
高位水池	地表坡度	1°	1	1	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
炸药库值班室	地表坡度	3°	1	1	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
员工宿舍及化粪池（3400）	地表坡度	3°	2	1	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
员工宿舍及化粪池（3650）	地表坡度	3°	2	1	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
生活水池	地表坡度	3~5°	2	1	1	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
热达门矿段-中段平硐	地表坡度	10~30°	3	3	2	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		

预测采空塌陷 一	地表坡度	10~55°	不	2	3	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	30-60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
麦地沟南段- 中段平硐	地表坡度	10~30°	3	3	2	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
回风井	地表坡度	10~30°	3	3	2	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	重度	3 或不	3	2		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
预测采空塌陷 二	地表坡度	10~55°	不	2	3	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	轻度	1	1	1		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		
预测采空塌陷 三	地表坡度	10~55°	不	2	3	****	宜林 宜草
	土壤质地	砂质壤土	2	1	1		
	土层厚度	60cm	3	1	1		
	灌溉条件	保证差	3	3	3		
	损毁程度	轻度	1	1	1		
	污染程度	轻度	2	2	2		
	综合评价	/	不	3	3		

5、最终复垦方向及复垦单元的确定

从以上评价结果可以看出，各评价单元复垦方向存在多宜性，除了与其自身的理化性质、破坏状态、人为等因素有关外，还与复垦的投入等有很大关系。

通过对矿区自然因素、社会经济因素、政策因素、公众意愿分析并结合本项目已损毁和拟损毁实际情况，依照“因地制宜、经济合理、农用地优先”的原则，将项目区复垦土地分为 19 个复垦单元，确定该项目的土地最终复垦方向。项目拟复垦土地共**.*hm²，其中复垦为旱地*.*hm²、乔木林地**.*hm²、天然牧草

地**.**** hm²，复垦率 100%。详见下表 4-6。

表 4-6 各复垦单元最终复垦方向一览表

矿段	评价单元	原地类	适宜性评价结果	周边地类	复垦方向	选用植被	复垦面积 (hm ²)
热达门矿段	采矿工业场地	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	选矿工业场地	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	生活区	旱地	宜耕、宜林、宜草	旱地	旱地	/	****
		乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	充填制备站	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	炸药库	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	风机房	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	表土堆放场	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	临时干堆场 (含配套设施)	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	高位水池	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	炸药库值班室	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	员工宿舍及化粪池 (3400)	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	员工宿舍及化粪池 (3650)	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	生活水池	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	中段平硐	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	预测采空塌陷一	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
		天然牧草地	宜林、宜草	天然牧草地	天然牧草地	中华羊茅	****
麦地沟南矿段	中段平硐	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	回风井	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	预测采空塌陷二	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
	预测采空塌陷三	乔木林地	宜林、宜草	乔木林地	乔木林地	云杉	****
合计 (hm ²)							****

(三) 水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

(1) 供水量分析

热达门矿区复垦区范围内的主要供水来源为降雨径流和地表径流(太阳河和磨房沟)。

①降雨径流

根据《储量核实报告》中水文资料，项目区内多年平均降雨量 717.60mm，查《四川水文手册》得项目区内多年平均径流深约为 639mm，复垦范围区降雨形成地表径流丰富，境内集雨面积 2.85km²，全年地表水总量约为 182.1 万 m³。

$$Q=S \times h=2.85 \times 10^6 \times 639 \times 10^{-3} \times 10^{-4}=182.1 \text{ 万 m}^3$$

式中：Q—全年地表水总量（万 m³）；

S—复垦范围区集雨面积（km²）；

h—复垦范围区多年平均径流深（mm）

以上分析可知，项目区地表水资源总量充沛，可利用水量丰富，项目区多年平均全年地表水总量约为 182.1 万 m³。

②地表径流

太阳河为常年性流水沟，沟道狭窄，大部分地段呈“V”字形，丰水期流量为 11.728m³/s，枯水期流量为 6.428m³/s，历史最高洪水位距离河床约 2.6m；磨房沟为常年流水溪沟，呈“V”字形，其流量受季节影响较大，上游一般为 0.15~0.483m³/s，三岔河以下，流量增加至 0.168~0.605m³/s。地表水丰富，可作为复垦范围区地表水源。

（2）需水量分析

根据一般经验，苗木灌水量随树种、林龄、季节和土壤条件不同而异。一般要求灌水后的土壤湿度达到田间持水量的 60%~80%即可，并且湿土层要达到主要根群分布深度。由于在栽植过程中，苗木的起栽都有可能造成其生理缺水，为了提高苗木栽植的成活率，在苗木栽植后立即浇灌一次透水，根据《四川省用水定额（修订）》在川西北高山高原区年，苗木灌溉用水定额为 900m³/hm²，复垦范围区全年最大需要水源总量约 8.92 万 m³。

（3）水资源供需平衡分析

通过复垦区供水量分析和需水量分析，复垦范围区全年供水量总量约为 182.10 万 m³，年总需水量 8.92 万 m³， $W_{供} > W_{需}$ ，项目所在地年均降水量 717.60mm，降雨量远远满足植被生长所需水量。结合当地林、草地靠自然降水生长，植被在其生长期不采取灌排措施，项目区自然降雨为复垦林、草地的灌溉用水提供了水源保障。综上，本项目复垦时及复垦后的林、草地所需水资源有保障。

2、土源供需平衡分析

土源平衡分析主要是指对用于复垦表土的供需分析。此处表土是指能够进行剥离的、有利于快速恢复地力和植物生长的表层土壤或岩石风化层，不限于耕地的耕作层，林地、草地的腐殖质层，其剥离厚度根据原土壤表层厚度、复垦土地利用方向及土方需要量等确定。本方案结合复垦区表土情况、复垦方案、标准和措施，进

行表土量供求平衡分析。

(1) 供土量分析

本矿山为新建矿山，拟建场地建设时提前进行表土剥离，耕地剥离厚度 0.5m、林地剥离厚度 0.5m，合计剥离表土量约 124625.00 m³（表 4-7）。剥离的表土单独存放在表土堆放场，保存养护，土源用于后期矿区土地复垦。

表 4-7 土源提供量计算表

矿段	损毁单元	损毁地类	拟损毁面积/hm ²	剥离面积/m ²	剥离厚度/m	剥离量/m ³
热达门矿段	采矿工业场地	乔木林地	****	****	0.5	****
	选矿工业场地	乔木林地	****	****	0.5	****
	生活区	旱地	****	****	0.5	****
		乔木林地	****	****	0.5	****
	充填制备站	乔木林地	****	****	0.5	****
	炸药库	乔木林地	****	****	0.5	****
	风机房	乔木林地	****	****	0.5	****
	表土堆放场	乔木林地	****	/	/	/
	临时干堆场 (含配套设施)	乔木林地	****	****	0.5	****
	高位水池	乔木林地	****	****	0.5	****
	炸药库值班室	乔木林地	****	****	0.5	****
	员工宿舍及化粪池 (3400)	乔木林地	****	****	0.5	****
	员工宿舍及化粪池 (3650)	乔木林地	****	****	0.5	****
	生活水池	乔木林地	****	****	0.5	****
	矿区道路	乔木林地、 其他林地	****	****	0.5	****
	中段平硐	乔木林地	****	****	0.5	****
	预测采空塌陷一		****	/	/	/
麦地沟南矿段	中段平硐	乔木林地	****	****	0.5	****
	回风井	乔木林地	****	****	0.5	****
	预测采空塌陷二		****	/	/	/
	预测采空塌陷三		****	/	/	/
合计 (hm ²)			****	****	/	****

(2) 用土量分析

根据土地复垦适宜性评价结果，复垦方向为耕地、乔木林地、天然牧草地。本次耕地复垦覆土厚度 0.5m、林地复垦覆土厚度 0.6m、草地复垦覆土厚度 0.3m；塌陷区土地按塌陷预测范围内可能影响林草生长面积的 10%计算覆土量，复垦合计用土量约 124439.36m³，详见表 4-8。

表 4-8 复垦需土量计算表

矿段	损毁单元	复垦方向	复垦面积/hm ²	覆土面积/m ²	覆土厚度/m	覆土量/m ³
热达门矿段	采矿工业场地	乔木林地	****	****	0.6	****
	选矿工业场地	乔木林地	****	****	0.6	****
	生活区	旱地	****	****	0.5	****
		乔木林地	****	****	0.6	****
	充填制备站	乔木林地	****	****	0.6	****
	炸药库	乔木林地	****	****	0.6	****
	风机房	乔木林地	****	****	0.6	****
	表土堆放场	乔木林地	****	****	/	/
	临时干堆场 (含配套设施)	乔木林地	****	****	0.6	****
	高位水池	乔木林地	****	****	0.6	****
	炸药库值班室	乔木林地	****	****	0.6	****
	员工宿舍及化粪池 (3400)	乔木林地	****	****	0.6	****
	员工宿舍及化粪池 (3650)	乔木林地	****	****	0.6	****
	生活水池	乔木林地	****	****	0.6	****
	矿区道路	乔木林地	****	****	/	/
	中段平硐	乔木林地	****	****	0.6	****
	预测采空塌陷 一	乔木林地	****	****	0.6	****
		天然牧草地	****	****	0.3	****
麦地沟南矿段	中段平硐	乔木林地	****	****	0.6	****
	回风井	乔木林地	****	****	0.6	****
	预测采空塌陷 二	乔木林地	****	****	0.6	****
	预测采空塌陷 三	乔木林地	****	****	0.6	****
合计 (hm ²)			****	****	****	****

(3) 平衡分析

根据上述分析，当实际塌陷面积等于预测塌陷范围的 10%时，供土量 124625.00m³>需土量 124439.36m³，因此土方可满足后期复垦时的覆土需求。

(四) 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/T 1036-2013)并结合复垦责任区损毁土地的特点、当地的生态环境状况以及周边群众的需求，方案制定了复垦责任区土地质量要求。

1、土地复垦标准

(1) 复垦土地的类型应与当地地形、地貌和周围环境相协调；

- (2) 复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- (3) 不同的土地破坏类型其复垦标准应不一样；
- (4) 应充分利用原有地表土作为顶部覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用要求；复垦地区的道路交通布置合理。

2、土地复垦质量要求

因本项目区紧邻西藏，海拔及气候条件和西藏地区接近，故采用《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中的青藏高原区域的土地复垦质量标准，复垦地类为旱地、乔木林地、天然牧草地。复垦地类质量控制标准结合本矿山邻近矿山复垦设计质量控制标准、复垦责任区自然条件以及复垦单元周边地类土地质量状况，并结合区域土壤调查相关数据成果，方案制定的复垦质量控制标准如下表。

表 4-9 项目区土地复垦质量标准表

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准	本项目控制标准
耕地	旱地	地形	田埂坡度/°	≤15	3~5
		土壤质量	有效土层厚度/cm	≥40	50
			土壤容重/（g/cm ³ ）	≤1.45	1.3
			土壤质地	壤质砂土 砂质粘土	壤质砂土
			砾石含量/%	≤20	≤20
			pH 值	6.5-8.5	7.15-8.24
			有机质	≥0.6%	4.42%
			电导率/（ds/m）	≤2	≤2
		配套设施	排水	达到当地本行业工程建设标准要求	达到当地本行业工程建设标准要求
			道路		
			林网		
		生产力水平	产量/（kg/hm ² ）	五年后达到周边地区土地利用类型水平	四年后达到周边地区土地利用类型水平
林地	乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30	60
			土壤容重/（g/cm ³ ）	≤1.55	1.3
			土壤质地	砂土至砂质粘土	壤质砂土
			砾石含量/%	≤50	≤30
			pH 值	6.0-8.5	7.15-8.24
			有机质	≥0.5%	3.54%
		配套设施	道路	达到当地本行业工程建设标准要求	达到当地本行业工程建设标准要求
		生产力水平	定植密度/（株/hm ² ）	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求	满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求
			郁闭度	≥0.20	0.60
草地	天然牧草地（塌陷区）	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥10	30
			土壤容重/（g/cm ³ ）	≤1.5	1.3
			土壤质地	砂土至壤黏土	壤质砂土

			砾石含量/%	≤50	≤30
			pH 值	6.0-8.5	7.15-8.24
			有机质	≥0.3%	2.99%
		配套设施	灌溉	达到当地各行业工程建设标准要求	达到当地各行业工程建设标准要求
			道路		
		生产力水平	覆盖度/%	≥15	30
			产量/ (kg/hm ²)	五年后达到周边地区同等土地利用类型水平	四年后达到周边地区同等土地利用类型水平

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防措施

按照“预防为主、防治结合，在保护中开发，在开发中保护和依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿业”的原则，对矿山地质环境进行保护。

（一）目标任务

热达门锂矿矿山地质环境保护与土地损毁预防的总体目标是：建立相对完善的矿山地质环境保护与土地损毁预防体系，在基本掌握矿山地质环境问题的分布情况与影响程度的基础上，提出矿山地质环境保护与土地损毁预防措施，最大限度地保护矿山地质环境，消除矿山地质灾害隐患，避免和减少矿区土地资源占用、破坏，以及地形地貌景观、含水层的破坏和水土污染，实现矿业开发与矿山地质环境保护的协调发展，实现矿区经济可持续发展，建设绿色矿山，减轻水土流失。在管理上坚持“三同时”原则，严格执行矿山地质环境保护和评价制度，建立矿山地质环境恢复治理与土地复垦基金制度。现就本矿山地质环境保护与土地复垦预防提出如下任务：

坚持科学发展，最大限度地避免或减轻采矿活动引发的矿山环境地质问题和地质灾害危害，减少对地质环境的影响和破坏，减轻对地形地貌景观及含水层的影响和破坏，最大限度和修复矿山地质环境；依据土地复垦适宜性评价结果和土地权属人意愿，确定拟复垦土地的地类、面积和复垦率，落实复垦后土地利用结构调整，使其达到可利用状态，努力创建绿色矿山，使矿业经济科学、和谐、持续发展，预期达到一个安全、卫生舒适的工作生活环境并造福于后人。

（二）主要技术措施

1、矿山地质环境保护预防控制措施

（1）地质灾害预防措施

地质灾害的防治应本着“预防为主，避让与防治相结合”的原则，掌握时机，把灾害的损失减少到最低水平，保证拟建工程的安全。根据“矿山地质灾害现状评估及预测评估”的结果，在工程建设施工过程中，必须加强地质环境保护，尽量减轻人类工程对地质环境的不利影响，避免和减少会引发矿山地质灾害的行为，尽可能

避免引发或加剧地质灾害。

①崩塌、滑坡、不稳定斜坡预防措施

a.严格按设计开采后虽然发生大规模滑坡的可能性不大，但仍需做好监控工作，及时发现和预报滑坡，减少滑坡可能造成的灾害。

b.在存在滑坡、崩塌隐患的区域采矿，要消除隐患或采取避让措施；

c.加强对现有滑坡的监测，对稳定性差且威胁矿山设备设施和人员安全的滑坡应采取前缘支挡等抗滑加固措施。

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

e.爆破作业应采取控制爆破技术，尽量减小爆破振动对滑坡、崩塌稳定性的影响。

②泥石流预防措施

a.矿区开采的废石堆放在指定的选矿厂进行制砂及回填，在地表水补给丰富时，有可能产生泥石流。为防止泥石流的产生应采取以下措施：

b.建立干堆场的防水、排水系统，在较陡区域上方和两侧修筑排洪沟排洪。

c.合理堆放废渣弃土，并做好护坡，消除或固化泥石流物源；

d.修筑拦挡工程、疏浚和修缮矿区排水系统，消除诱发泥石流的水源条件。

e.做好监测及预报工作。

③地表变形预防措施

开采过程中可能会产生采坑边坡不稳、阶梯崩塌的情况，生产中应配备专门的安全巡视人员，一旦发现边坡不稳等现象，应立即采取相关安全措施，并在相应的地方设置警示标志，以免对人员及牲畜产生危害。

④地面塌陷、地裂缝的预防措施

a.按设计要求设置保护柱，及时对采空区地质隐患进行排查，避免或减少采空塌陷和地裂缝的发生，如遇塌陷及时回填；

b.对边坡进行必要的支护，对开采过程中存在破碎、软弱岩层的地方，采取支护、锚喷或浆砌等加固措施；采用控制爆破方法，防止过度爆破震动加剧岩体的变形发展，确保采场稳定。特别要注意采空区塌陷、裂隙影响采矿生产安全。

c.采场采完后应对所有通向采空区的通道（含与地表的通道）进行封闭处理并设置警示标志，严禁人员进入。

⑤应急预案

做好重大地质灾害应急预案：矿山应按照国家相关规定和根据矿区的实际情况，制定矿区发生重大地质灾害时的应急预案，在矿区发生重大地质灾害时把生命及财产损失减低到最低程度。

（2）含水层破坏预防措施

①工程对产生的废污水进行回水再利用，不外排，尽可能从源头上减少废污水的产生。

②对污水储存及处理的设施、建构筑物采取防渗漏措施，避免或减少污水的跑、冒、滴、漏，将废水泄漏的环境风险事故降低到最低程度。

③废污水管线尽量地面铺设，做到废水泄漏早发现、早处理。

④进行质量体系认证，实现“质量、安全、环境”三位一体的全面质量管理目标。

⑤建立有关规章制度和岗位责任制，制定风险预警方案，设立应急设施减轻含水层污染影响。

⑥尽量减少废石尾砂的排放，防止废石、尾砂经渗滤后污染地下水。

（3）地形地貌景观破坏预防措施

矿山开发建设损坏原地貌、损毁土地主要是拟建选矿厂、炸药库、生活区、选矿工业场地、矿区道路等基础设施，不同程度地破坏了原有地形地貌景观。

预防措施主要有：

①选厂、表土堆场有组织集中堆放，并有洒水车不间断在道路及工业场地进行喷洒水抑尘，尽量减少对地貌景观破坏。

②边开采边治理，及时恢复植被；矿山终采后对所有工业场地进行复垦和植被恢复，使其基本恢复到原有功能。采矿活动影响和破坏采矿用地及草地的应植树绿化恢复成林地或草地。

③加强矿山采矿活动对地形地貌景观影响和破坏程度的监测。

（4）水土环境污染预防措施

①为防止地表汇水进入排土及采矿区域，设截洪沟（1.2m×1m），在地表移动范围外设截洪沟，防止雨水涌入井下，影响生产。

②选厂废石的淋滤水不含有害有毒成分，但可能存在铁锈等，因此将水处理后循环利用，避免对环境造成危害；生活废水经沉淀处理达标后用于选厂或绿化用水。

③避免在雨季开挖、堆填地面。地面的开挖、堆填最好在雨季前施工并完成场

地平整和基础施工，这样可较大程度地减少水土流失。

④结合主体排水系统做好施工场地排水系统、减小雨季地面径流，必要时可增设沉沙池或拦截设施来减少施工造成的水土流失。

2、土地复垦预防控制措施

(1) 预防控制原则

①合理规划生产布局，减少损毁范围

生产过程中应加强规划和施工管理，尽量缩小对土地的影响范围，各种生产建设活动应严格控制在规划区域内，将临时占地面积控制在最低限度，尽可能地避免造成土壤与植被大面积损毁，而使本来就脆弱的生态系统受到威胁。采矿废石的运输及利用，应尽量减少原地表植被的损毁，各种运输车辆规定固定路线，道路规划布置应因地制宜、尽量减少压占土地。生产过程中产生的生产、生活垃圾严禁乱堆、乱扔，应规划设置指定的处理地点，以免占用土地，污染环境。

②尽量避免不必要的损毁

各施工场所尽量减小施工占地，减小地表植被损毁面积，各施工区域、临时占地区域挖方首先用于回填，对于挖方不能立即回填的，其堆放场所要做好临时防护措施。

③坚持经济可行的原则

在土地复垦方案的设计中，从实际出发，在有效防治工程建设新增水土流失的同时，要充分考虑经济合理，对主体工程中具有复垦功能的工程纳入方案措施体系中，避免重复投资，以较少的投入争取最大的生态和社会效益。

(2) 预防控制措施

①建设期，根据拟建场地的土层厚度及工程特征，将表层土剥离，并集中放置于表土堆放场，在生产期撒播草籽防止水土流失。

②生产前，对采矿方法、工艺进行优化，生产中采取充填采空区、留设矿柱等措施，减轻或消除对地面建筑、树木的破坏。

③生产期，做好采空区监测工作，制定应急预案。

④施工场地平整时，要结合地形条件采用削坡或分级开挖形式进行，要求在各开挖面采取临时的拦挡截水措施。

⑤所有建筑工地排水、设备清洗水要集中处理，尽量重复利用，对施工场所进行喷洒，减少地面起尘。

⑥各区域施工期产生的建筑垃圾，要及时清运，堆放至指定的场所，并进行平整、碾压，补种适宜草种。

⑦各施工场所尽量减小施工占地，减小地表植被损毁面积。

⑧各施工区域临时占地区域挖方首先用于回填，对于挖方不能立即回填的，其堆放场所要做好临时防护措施。

⑨对堆积物产生粉尘的场点，加设降尘、吸尘装置，对车流量大的路段及时洒水降尘。此外还应对堆场周围设置防尘绿化带，减轻风蚀对场区及其周边环境的影响。

⑩土地复垦方案与矿业生产应该协调一致，要结合矿山生产规划，应尽量和矿山初步设计保持一致，不影响矿山正常生产，使方案具有可操作性。

（三）主要工程量

上述措施均与矿山建设和开采同步设计、同步施工，与矿山生产建设密不可分，该部分建设内容纳入矿山工程，而不纳入本方案，其经费也不列入本方案。（注：截排水沟等工程纳入主体费用建设中，本方案不再重复计算）。

二、矿山地质环境治理

（一）目标任务

“预防为主，保护先行”，为从源头上保护生态环境，热达门锂矿中矿山在建设期间，可以采取一些合理的保护与预防措施，减少和控制矿山地质环境问题，为矿山地质环境恢复治理和土地复垦创造良好的条件。

根据矿山地质环境影响及土地损毁评估的结果，针对矿山地质环境治理分区及土地复垦范围，现就本矿山地质环境保护与土地复垦预防提出如下任务：

1、采取矿山地质灾害预防措施，减少或避免矿山地质灾害的发生，消除地质灾害隐患，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。

5、采取土地复垦预防控制措施，减缓对土地资源的影响。

（二）工程设计

根据该矿山地质环境评估分区结果，本方案根据不同的防治亚区进行了矿山地质环境恢复治理工程设计，其治理工程如下：

1、治理工程总体设计思路

根据矿山可能遭受的地质灾害威胁，拟建场地建设情况。本次治理工程具体方案为：

- （1）滑坡治理：挡墙+排水沟；
- （2）泥石流治理设计：拦砂坝；
- （3）预测塌陷区：塌陷区回填；
- （4）矿井：闭矿后，矿井封堵工程；
- （5）设立警示牌。

2、分项治理工程设计

根据《开发利用方案》，结合野外调查，本矿区现存及潜在矿山地质灾害种类主要有滑坡和泥石流，由于矿区为新建矿山，还未进行过地质灾害治理，故本《方案》对区内滑坡、泥石流进行治理工程设计。

（1）滑坡治理

矿区现状发育 1 处滑坡隐患点，主要为块石土和粉质粘土，坡体上部上树木歪斜，滑坡后缘轻微拉张裂缝，本次设计主要采用挡土墙+截水沟工程进行防治。

①挡土墙技术措施

在滑坡隐患地的坡脚设置 1 道挡土墙，长 60m，挡土墙采用浆砌块石，其形式为重力式挡土墙。

挡土墙主要特征：

建筑材料：浆砌石；形式：重力式；要求材料标准：石材的强度等级不低于 MU30，水泥砂浆强度 M7.5-M15。

挡土墙的主要特点：

自身稳定性好、施工简便、就地取材。

挡土墙技术参数：

顶宽：1.0m、墙面坡比采用 1:0.4、地面以上墙身 3.0m，基础 1.5m。

挡土墙示意图见图 5-3。

图 5-1 挡土墙设计断面示意图

②排水沟工程设计

在滑坡隐患点坡面顶部布置截水沟、坡面底部布置排水沟，长共约 350m，采用浆砌石砌筑，水泥砂浆抹面，尺寸 0.8m×0.6m。避免坡面遭受雨水冲刷，减轻降雨对坡面的影响。截（排）水沟断面图如下。

图 5-2 截（排）水沟工程设计断面图

（2）泥石流治理

矿区现状发育 1 处泥石流隐患点，泥石流首次爆发时间为 40 多年前，诱发因素主要为暴雨和地震，流域面积约 11.2km²，流域面积相对高差约 1520m，无明显流通区、形成区。本次设计主要采用拦砂坝工程进行防治。在上游和下游设置 2 道拦砂坝进行泥石流防治，分别编号为 1#拦砂坝（长 25.00m）、2#拦砂坝（长 15.00m）布置，全部采用重力坝（断面见图 5-3），起就地固源、拦砂节流及调节泥石流下泄方向的作用。

图 5-3 拦砂坝设计断面示意图

①坝肩设计

各拦砂坝左、右坝肩边坡均为完整基岩，坝肩嵌入基岩 0.5-1.0m。

②溢流口设计

各拦砂坝在坝顶设 1 处溢流口，依据沟道位置设定，采用梯形断面，坡率 1:0.4。溢流口底宽 3m，顶宽 4m，深 1.2m。

③坝基设计

各拦挡坝坝基为第四系冲洪积的碎石土，地基承载力 350-450kPa，坝基工程地质条件良好，故采用天然地基形式。砌筑前采用小型机械（如蛙式打夯机）分层进行夯实，要求夯实度不小于 93%。基础采用 15cm 厚 C20 砼垫层。

⑤排水沟设计

非溢流段墙体外侧墙脚设水沟坡率 5%下斜，引导泄水孔出水排至护坦，水沟深 0.3m，宽 0.3m，边墙厚 0.2m。

⑥开挖及回填设计

坝基及坝肩开挖堆积体按 1:0.75，基岩 1:0.2；开挖区回填块石土，块石配比（块石含量 20%，粒径 5-10cm 为主），回填区压实密度 93%，采用人工加机械分层碾压，每层厚度不高于 0.3m。非溢流段墙体内侧向两岸岸坡按坡率 5%上斜，以便引导漫流水源进入溢流口。

⑦沉降缝设计

在垂直荷载差别大、地形高差悬殊、基岩软硬突变处、溢流段与非溢流段应设

置沉降缝间距不应超过 20m—25m，缝宽 2cm—3cm，缝中填沥青麻筋防水材料，沿内、外、顶三方填塞，深度不小于 150mm。

⑧压顶及勾缝设计

墙顶 6cm 厚 C20 砼压顶、墙面勾缝（凸缝）。

⑨填土设计

填土应采用小型机械（如蛙式打夯机）分层进行夯实，要求压实度不小于 90%。填料回填应在砌体强度达到设计强度的 75%以上后进行。

（3）塌陷区回填工程设计

预测塌陷范围可能产生塌陷坑或地裂缝，但塌陷位置和面积存在不确定性。本次设计主要是对地裂缝进行充填工程，防止水土流失。塌陷区内裂缝宽度较小，可以采用人工直接充填裂缝法，首先人工直接取废渣，填补裂缝底部，上部留 0.6m，进行表土回填，填充裂缝示意图见图 5-4。塌陷裂缝面积按预测面积 10%计算，后续施工根据实际情况进行回填。

图 5-4 充填裂缝示意图

（4）矿井封堵技术措施

①风井封堵、充填工程

风井进行回填，采用废石作为回填材料。井口采用浆砌石封堵，封堵厚度为 3m。

②平硐封堵、充填工程设计

废弃平硐回填 30m，采用废石作为回填材料。硐口采用浆砌石封堵，封堵厚度为 3m，平硐封堵见图 5-5。

图 5-5 平硐口封堵设计示意图

本矿山需要回填的平硐、风井共 20 个，其中平硐 18 个，风井 2 个。由于矿山采用充填采矿法进行开采，因此将矿井回填工程纳入主体工程，不再计算其工程量及费用，仅对矿井封堵工程量进行计算。经估算，封堵总量约为 1086.00m³。

（5）警示牌设计

在矿区范围及塌陷区周边明显位置设置警示牌。提醒采矿人员与居民注意安全，预防采空塌陷造成伤害，警示牌基础材料为混凝土，呈“T”字型，牌面规格宽 0.5m，长 1m，厚 0.10m，立柱 0.15×0.15×1.5m，埋入地下 0.5m。警示牌示意图见图 5-6。共计设置警示牌 20 块。

图 5-6 警示牌示意图

（三）技术措施

1、挡土墙技术措施

挡土墙主要施工工艺：定位放线——基槽开挖——砌筑挡土墙。

定位放线：工程项目部技术负责人组织工程测量小组成员，熟悉施工图，领会设计意图，准备测设仪器需用工具。准备就绪后，进入施工现场，开始工程建筑物测设工作。标高引测由业主提供的水准点，经测量员复验后，引测到施工高度，并应有明显标记。

基槽开挖：挡土墙基础开挖前需做好场地的截、排水设施，开挖施工宜避开雨季，以保证槽壁平整坚实，基底平顺，无积水。基坑开挖时应采取临时支护措施保持边坡稳定。开挖过程应避免对地基的扰动。设计本项目挡土墙开挖至稳定基岩，采用人工配合机械进行开挖修整，及时挂线监测开挖基槽尺寸。

砌体施工：挡墙的施工必须采用坐浆法错缝衬砌。所用砂浆宜采用机械拌合。块石表面应清洗干净，砂浆填满饱满；浆砌粗料石所用石材，石材强度等级应达到设计要求。边墙后填土须采用碎块石土，严禁用粘土夯填，填土须分层填筑夯实，每层填筑厚度 50cm。墙身每 20m 设置一道伸缩缝，缝内沿内、外、顶三边填塞沥青麻筋等有机弹性防水材料或涂沥青木板，塞入深度为 1m。

2、排水沟技术措施

(1) 地表排水工程施工，首先按设计要求，选定位置，确定轴线。然后按设计图纸尺寸、高程，量定开挖基础范围，准确放出基脚大样尺寸，进行建筑物施工，开挖地基，进行修建。

(2) 开挖土方基坑必须留够稳定边坡，以防滑塌。松软土层，应尽量挖除或夯实。

(3) 砂石材料按用量堆放在每个施工段。排水沟的施工流程为：施工放线、人工开挖基坑、浇筑混凝土。

(4) 截排水沟采用 C15 混凝土浇筑。截排水沟基槽按 1:0.5 放坡开挖，弃土应堆放于下坡侧。并按 1:0 坡比整平。沟底砼浇筑前，应将基底夯实，平整。沟壁、沟槽面平整，浇筑时混凝土强度符合设计要求，表面整合稳定，同时满足其外观质量。

(5) 截排水沟每 15m 设 2cm 宽伸缩缝，缝内填塞沥青木板，沿内面和顶面填塞，填塞深度不小于 15cm。

(6) 截排水沟位置在施工中必要时可根据实际地形情况进行适当的调整，但要求水沟移位后仍保持轴线线形连续。

3、拦砂坝技术措施

(1) 在施工之前应根据平面图上的控制坐标及剖面图的设计线等进行放线定位工作，放线时必须根据现场实际情况进行核实。

(2) 进行工程建设时，禁止开挖、破坏已有防治工程。

(3) 拦砂坝坝底地基承载力不低于 300Kpa。

(4) 施工前应搞好地面排水，避免雨水沿斜面排泄，应保持斜面干燥，基础施工完后应及时回填土，并预设不小于 5%的向外流水坡，以免积水软化地基。

(5) 拦砂坝坝基要求分段跳槽开挖，每段长度不宜大于 10m，并及时砌筑，严禁大拉槽开挖后长期暴露，开挖必须严格按照从两侧到中间的顺序逐段施工，以减少扰动破坏作用和影响。

(5) 坑槽开挖揭露地层如与设计存在差异或变化，应及时通知设计、监理及业主代表进行坑槽现场查验，必要时调整变更设计或经特殊处理后满足设计要求。

(6) 遇有坑槽积聚地下水时，应采用井点降水，随聚随抽，并且要求采取有效可行的引排封堵等工程措施进行永久处理。确保基础工程质量和结构整体安全。

(7) 待坝身强度达到 70%时及时回填，并逐层填筑，逐层夯实。

4、矿井封堵技术措施

(1) 测量放样：根据矿方提供的平硐坐标，找出勘测平硐的位置，并做出标识。

(2) 平硐浮渣清理：采用人工配合反铲对勘测平硐的浮渣进行清理，清理完毕并用水进行冲洗，直至露出岩石面，且表面没有浮渣。

(4) 竖立模板：采用竹胶板作为混凝土的模板。

(5) 混凝土拌制：采用 2JS500 台强制式拌和机严格按照实验室提供的混凝土配合比进行混凝土的拌制工作。

(6) 混凝土运输：混凝土水平运输采用 2 台 10t 自卸汽车并配 1 个集料斗完成混凝土的水平运输以及水混凝土垂直运输采用混凝土泵车进行。

(7) 混凝土振捣：采用φ50 振捣棒进行混凝土的振捣。

(8) 混凝土养护：保持混凝土表面湿润，养护时间不得少于 28 天。

(9) 手风钻钻孔：采用 JIZ-SD05-13A 型手风钻进行钻孔，每个仓位浇筑完毕以后，并达到终凝洒水养护不少于 28 天以后，即开始固结灌浆钻孔。

(10) 固结灌浆：在混凝土浇筑完并完成混凝土的养护工作，即开始固结灌浆

工作，使新浇筑的混凝土与山体混凝土浑然一体，保持混凝土的完整性。

（四）主要工程量

根据上述工程设计，本矿山地质环境保护与恢复治理工程主要是采取工程措施，具体估算工程量见表 5-1。

表 5-1 矿山地质环境治理工程量估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量
一、	挡土墙工程		
1	基槽开挖（土方）	m ³	991.20
2	土石方回填	m ³	376.80
3	土石方运输	m ³	614.40
4	浆砌块料 块石	m ³	486.00
5	C20 砼压顶	m ³	6.00
6	C15 砼垫层	m ³	33.60
7	PVC 管（φ100）	m	105.00
8	伸缩缝	m ²	32.40
二、	截（排）水沟		
1	土方开挖	m ³	75.00
2	土方回填	m ³	32.40
3	土石方运输	m ³	42.60
4	浆砌块石	m ³	23.40
5	C15 砼垫层	m ²	4.80
6	M10 砂浆抹面	m ²	15.90
7	伸缩缝	m ²	1.56
三、	拦砂坝工程		
1	基槽开挖（石方）	m ³	677.38
2	基槽开挖（土方）	m ³	127.58
3	土石方运输	m ³	387.15
4	浆砌块料 块石	m ³	474.91
5	浆砌石护坦	m ³	26.90
6	伸缩缝	m ²	59.98
7	C20 砼压顶	m ³	3.70
8	C20 砼垫层	m ³	30.05
9	泄水孔	m	36.90
10	反滤层	m ³	1.67
四、	塌陷区回填工程		
1	土石方运输	m ³	10876.55
2	土石方回填	m ³	10876.55
五、	矿井封堵工程		

1	浆砌块石	m ³	1086.00
六、	警示牌工程		
1	警示牌（开挖、回填、安装）	块	20

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

在矿山开采生产中以“绿色矿山”理念为标准，逐步建立和完善矿产开发与生态环境保护的相关管理制度及标准，建立和完善生态环境保护、监督和管理体系及技术指标；加强地质环境容量评价和矿山地质环境调查，确定区域地球化学基线，研制矿床地质环境模型，制定区域环境评价指标体系；建立和完善矿业开发与生态环境保护规划；选择典型绿色矿山建设中的新方法的。最大限度地避免或减轻因矿产开发引发的矿山地质灾害危害，减少对土地资源的影响和破坏，减轻对地形地貌景观和含水层的影响，最大限度修复生态环境，努力创建绿色矿山，使矿山经济、科学、和谐、持续发展。

同时按照“谁破坏、谁复垦”的基本原则，通过采取“源头控制、统一规划、防复结合”等措施，尽量控制或减少对土地资源不必要的破坏，做到土地复垦与生产建设统一规划，把土地复垦指标纳入矿产资源开发总体设计中，实现“按生产时序动态恢复被损毁的土地”。

热达门锂矿项目土地复垦责任范围**.*⁴hm²，原土地利用类型为旱地、乔木林地、天然牧草地。依据土地复垦适宜性评价结果，确定复垦后土地利用类型为旱地、乔木林地、天然牧草地，复垦面积**.*⁴hm²，土地复垦率 100%。复垦前后土地利用结构调整情况见表 5-2。各复垦单元对应的工程措施，见表 5-3。

表 5-2 复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		土地面积（hm ² ）		变化幅度（%）
编码	名称	编码	名称	复垦前	复垦后	
01	耕地	0103	旱地	****	****	0
03	林地	0301	乔木林地	****	****	0
04	草地	0401	天然牧草地	****	****	0
合计				****	****	0

表 5-3 复垦单元对应的工程措施表

矿段	复垦单元	复垦面积	复垦方向	复垦措施
热达门	采矿工业场地	****	乔木林地	拆除清理、平整场

矿段	选矿工业场地	****	乔木林地	地、整地翻耕、表土回覆、穴栽苗木、培肥
	生活区	****	旱地	
		****	乔木林地	
	充填制备站	****	乔木林地	
	炸药库	****	乔木林地	
	风机房	****	乔木林地	
	表土堆放场	****	乔木林地	
	临时干堆场 (含配套设施)	****	乔木林地	
	高位水池	****	乔木林地	
	炸药库值班室	****	乔木林地	
	员工宿舍及化粪池 (3400)	****	乔木林地	
	员工宿舍及化粪池 (3650)	****	乔木林地	
	生活水池	****	乔木林地	
	中段平硐	****	乔木林地	
	预测采空塌陷一	****	乔木林地	覆土、栽植乔木、播撒草籽、培肥
		****	天然牧草地	
麦地沟南矿段	中段平硐	****	乔木林地	拆除清理、平整场地、整地翻耕、表土回覆、穴栽苗木、培肥
	回风井	****	乔木林地	
	预测采空塌陷二	****	乔木林地	覆土、栽植乔木、播撒草籽、培肥
	预测采空塌陷三	****	乔木林地	
合计 (hm ²)		****	/	/

(二) 工程设计

土地复垦工程设计的主要任务是,依据项目区的土地利用规划、种植情况条件,提出复垦区土壤重构、植被重构和配套工程等工程规划和设计的具体内容,为项目工程的实施提供科学依据。本复垦方案共划分为 19 个复垦单元,复垦责任面积 **.****hm²,复垦方向为旱地、乔木林地、天然牧草地。矿山将根据基础建设、闭矿计划开展土地复垦工程,工程时序安排见下表 5-4。

表 5-4 土地复垦单元工程时序安排一览表

矿段	复垦单元	复垦面积(hm ²)	复垦方向	复垦时序	
				土地复垦	监测管护
热达门矿段	采矿工业场地	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	选矿工业场地	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	生活区	****	旱地	2039 年	2040 年~2043 年
		****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年

	充填制备站	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	炸药库	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	风机房	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	表土堆放场	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	临时干堆场（含配套设施）	****	乔木林地	2025 年	2026 年~2029 年
	高位水池	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	炸药库值班室	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	员工宿舍及化粪池（3400）	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	员工宿舍及化粪池（3650）	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	生活水池	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	中段平硐	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	预测采空塌陷一	****	乔木林地	2039 年	2025 年~2043 年
		****	天然牧草地	2039 年	2025 年~2043 年
麦地沟南矿段	中段平硐	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	回风井	****	乔木林地	2039 年	2040 年~2043 年
	预测采空塌陷二	****	乔木林地	2039 年	2025 年~2043 年
	预测采空塌陷三	****	乔木林地	2039 年	2025 年~2043 年
合计		****	/	/	/

根据工程措施表，本项目土地复垦工程涉及：表土剥离、拆除清理、场地平整、翻耕整地、表土剥覆、培肥、植被重建、播撒草籽、喷播草籽等。下面详细各工程设计。

1、热达门矿段复垦工程设计

（1）表土剥离及养护

本矿山为新建矿山，场地在建设前进行表土剥离，耕地剥离厚度 0.5m，林地剥离厚度 0.5m，草地剥离厚度 0.3m。剥离面积**.*hm²，表土剥离量为 123153.00m³。剥离的表土存放至表土堆放场，采用密目网苫盖，撒播草籽进行表土养护。表土剥离量详见下表。

表 5-5 热达门矿段表土剥离量计算表

损毁单元	损毁地类	拟损毁面积/hm ²	剥离面积/m ²	剥离厚度/m	剥离量/m ³
采矿工业场地	乔木林地	****	****	0.5	****
选矿工业场地	乔木林地	****	****	0.5	****
生活区	旱地	****	****	0.5	****
	乔木林地	****	****	0.5	****
充填制备站	乔木林地	****	****	0.5	****
炸药库	乔木林地	****	****	0.5	****
风机房	乔木林地	****	****	0.5	****
临时干堆场（含配套设施）	乔木林地	****	****	0.5	****
高位水池	乔木林地	****	****	0.5	****
炸药库值班室	乔木林地	****	****	0.5	****
员工宿舍及化粪	乔木林地	****	****	0.5	****

池（3400）					
员工宿舍及化粪池（3650）	乔木林地	****	****	0.5	****
生活水池	乔木林地	****	****	0.5	****
矿区道路	乔木林地、其他林地	****	****	0.5	****
中段平硐	乔木林地	****	****	0.5	****
合计（hm ² ）		****	****	/	****

（2）场地清理及平整

矿山开采结束后，进行场地清理工程，包括拆除建筑物和清除地面硬化，拆除建筑主要为砖混及彩钢结构，对于钢架结构、活动板房等能回收利用的要进行回收再利用，拆除后对场地进行平整。平整面积约*****m²，建筑物拆除约 2784.78 m³、地面清理约 556.95 m³。

表 5-6 热达门矿段场地清理及平整工程量统计表

复垦单元	建筑拆除（m ³ ）	建筑结构	地面清理（m ³ ）	地面结构	场地平整（hm ² ）	备注
采矿工业场地	112.30	砖混	22.46	混凝土	****	砖混结构渣土发生系数为 1.07
选矿工业场地	1172.76	砖混	234.55	混凝土	****	
生活区	496.64	砖混	99.33	混凝土	****	
充填制备站	228.30	砖混	45.66	混凝土	****	
炸药库	48.00	砖混	9.60	混凝土	****	
风机房	10.00	砖混	2.00	混凝土	****	
表土堆放场					****	
临时干堆场（含配套设施）	511.82	砖混	102.36	混凝土	****	
高位水池	0.32	砖混	0.06	混凝土	****	
炸药库值班室	2.00	砖混	0.40	混凝土	****	
员工宿舍及化粪池（3400）	6.02	砖混	1.20	混凝土	****	
员工宿舍及化粪池（3650）	3.88	砖混	0.78	混凝土	****	
生活水池	7.84	砖混	1.57	混凝土	****	
中段平硐	184.90	砖混	36.98	混凝土	****	
合计	2784.78	/	556.95	/	****	/

（3）采矿工业场地

采矿工业场地损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.*.*.*hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.*.*.*hm²。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 3369.00m³。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.****hm²，共计施肥量约 12.97t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 1123 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.****hm²。

(4) 选矿工业场地

选矿工业场地损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约 *.****hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.****hm²。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 35182.80m³。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.****hm²，共计施肥量约 135.45t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 11728 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.****hm²。

(5) 生活区

生活区损毁地类为旱地和乔木林地，面积共计*.****hm²，其中旱地*.****hm²，

乔木林地*.****hm²，复垦方向为旱地和乔木林地。复垦设计如下：

①旱地

生活区复垦方向为旱地的面积为*.****hm²。

1) 场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕，留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.****hm²。

2) 表土回覆

翻耕完后的场地进行表土回覆，回覆厚度 0.5m，回覆量约 5277.50m³。

3) 土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.****hm²，共计施肥量约 24.38t。施工完毕后交还原土地所有人。

②乔木林地

生活区复垦方向为乔木林地的面积为*.****hm²。

1) 场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕，留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.****hm²。

2) 表土回覆

翻耕完后的场地进行表土回覆，回覆厚度 0.6m，回覆量约 8566.20m³。

3) 土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.****hm²，共计施肥量约 32.98t。

4) 植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 2855 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.****hm²。

(6) 充填制备站

充填制备站损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.****hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.***hm²。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 6849.00m³。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.***hm²，共计施肥量约 26.37t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 2283 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.***hm²。

(7) 炸药库

炸药库损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.***hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.***hm²。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 1440.00m³。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.***hm²，共计施肥量约 5.54t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 480 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华

羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.***hm²。

(8) 风机房

风机房损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.***hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.***hm²。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 300.00m³。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.***hm²，共计施肥量约 1.16t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 100 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.***hm²。

(9) 表土堆放场

表土堆放场损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.****hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.****hm²。

②土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.****hm²，共计施肥量约 36.40t。

③植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 3151 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm

土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共计播撒面积 $^{*}.\text{****}\text{hm}^2$ 。

(10) 临时干堆场（含配套设施）

临时干堆场损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约 $^{*}.\text{****}\text{hm}^2$ ，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为 $^{*}.\text{****}\text{hm}^2$ 。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 15354.60m^3 。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 $1.54\text{t}/\text{亩}$ （ $23.10\text{t}/\text{hm}^2$ ），施肥面积为 $^{*}.\text{****}\text{hm}^2$ ，共计施肥量约 59.12t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 $2000\text{株}/\text{hm}^2$ ，间距为 $2.2*2.2\text{m}$ ，共计栽种云杉树苗 5118 株。栽植穴 $0.4*0.4*0.4\text{m}$ ，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 $40\text{kg}/\text{hm}^2$ ，共计播撒面积 $^{*}.\text{****}\text{hm}^2$ 。

(11) 高位水池

高位水池损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约 $^{*}.\text{****}\text{hm}^2$ ，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为 $^{*}.\text{****}\text{hm}^2$ 。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 9.60m^3 。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 $1.54\text{t}/\text{亩}$

(23.10t/hm²)，施肥面积为*.****hm²，共计施肥量约 0.04t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 3 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.****hm²。

(12) 炸药库值班室

炸药库值班室损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.**hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.**hm²。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 60.00m³。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.**hm²，共计施肥量约 0.23t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 20 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.**hm²。

(13) 员工宿舍及化粪池 (3400)

员工宿舍及化粪池 (3400) 损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.****hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.****hm²。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 180.60m³。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.****hm²，共计施肥量约 0.70t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 60 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.****hm²。

(14) 员工宿舍及化粪池 (3650)

员工宿舍及化粪池 (3650) 损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.****hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.****hm²。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 116.40m³。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²)，施肥面积为*.****hm²，共计施肥量约 0.45t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 39 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.****hm²。

(15) 生活水池

生活水池损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.****hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.*.*.*.*hm²。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 235.20m³。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩（23.10t/hm²），施肥面积为*.*.*.*.*hm²，共计施肥量约 0.91t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 78 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.*.*.*.*hm²。

（16）中段平硐

中段平硐损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.*.*.*.*hm²，复垦设计如下：

①场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.*.*.*.*hm²。

②表土回覆

复垦方向为乔木林地，根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，厚度 0.60m，表土回覆工程量为 5547.00m³。

③土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩（23.10t/hm²），施肥面积为*.*.*.*.*hm²，共计施肥量约 21.36t。

④植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 1849 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华

羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.****hm²。

(17) 热达门矿段采空塌陷

根据热达门矿段塌陷土地预测，热达门矿段塌陷区一面积**.****hm²。损毁土地类型包括乔木林地**.****hm²、天然牧草地**.****hm²。由于塌陷面积存在不确定性，塌陷区的复垦面积按塌陷预测范围内可能影响林草生长面积的 10% 计算。对于塌陷损毁的林地、草地通过充填、覆土和补植乔木、撒草籽恢复土地地貌；对于沉陷区的道路可能开裂和形成凹凸不平，在预算中增加矿山地质环境保护与土地复垦风险金用于其可能出现的公路受损进行修补。矿山环境治理已对地裂缝设计回填措施，本小节主要针对采空沉陷区的裂缝林地恢复进行设计。主要采取措施如下：

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 10603 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.****hm²，工程量见下表。

表 5-7 热达门矿段植被重构工程量表

复垦单元	复垦方向	预测范围 (hm ²)	复垦面积 (hm ²)	覆土 (m ³)	施肥 (hm ²)	栽种乔木 (株)	播撒草籽 (kg)
预测塌陷区一	乔木林地	****	****	31809.78	5.3016	10603	5.3016
	天然牧草地	****	****	3321.12	1.1070	/	1.1070
合计		****	****	35130.90	15904.80	10603	6.4086

2、麦地沟南矿段复垦工程设计

(1) 中段平硐

中段平硐损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.****hm²，复垦设计如下：

①表土剥离及养护

本矿山为新建矿山，场地建设前进行表土剥离，设计剥离厚度 0.5m。剥离后的表土存放至表土堆放场，采用密目网苫盖，同时撒播草籽进行表土养护。剥离量共计约 1422.00m³。

②场地清理及平整

矿山开采结束后，进行场地清理工程，包括拆除建筑物和清除地面硬化，拆除建筑主要为砖混及彩钢结构，对于钢架结构、活动板房等能回收利用的要进行回收再利用。拆除后对场地进行平整，平整面积 0.2844hm²、拆除建筑约 56.88 m³、拆

除硬化地面约 11.38 m³。

③场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.*.*.*.*hm²。

④表土回覆

根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，覆土厚度 0.60m，表土回覆工程量为 1706.40m³。

⑤土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩 (23.10t/hm²) 施肥面积为*.*.*.*.*hm²，共计施肥量约 6.57t。

⑥植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 569 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.*.*.*.*hm²。

(2) 回风井

回风井损毁地类为乔木林地，复垦方向为乔木林地，复垦面积约*.*.*.*.*hm²，复垦设计如下：

①表土剥离及养护

本矿山为新建矿山，场地建设前进行表土剥离，设计剥离厚度 0.5m。剥离后的表土存放至表土堆放场，采用密目网苫盖，同时撒播草籽进行表土养护。剥离量共计约 50.0m³。

②场地平整

对场地进行平整，平整面积*.*.*.*.*hm²。

③场地翻耕

场地清理完成后采用机械与人工相结合的方式对压实的土地进行整地翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝，土地翻耕面积为*.*.*.*.*hm²。

④表土回覆

根据土地复垦质量控制标准需回覆表土，覆土厚度 0.60m，表土回覆工程量为

60.00m³。

⑤土壤增肥

采用商品有机肥对回覆后的表土进行增肥，本方案设计商品有机肥用量为 1.54t/亩（23.10t/hm²）施肥面积为*.****hm²，共计施肥量约 0.23 t。

⑥植被重构

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 20 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.****hm²。

（3）麦地沟南矿段采空塌陷

根据麦地沟南矿段塌陷土地预测，分为 2 个塌陷区，面积共计*.****hm²，全部为乔木林地。由于塌陷面积存在不确定性，塌陷区的复垦面积按塌陷预测范围内可能影响林草生长面积的 10% 计算。对于塌陷损毁的林地通过充填、覆土和补植乔木、撒草籽恢复土地地貌；对于沉陷区的农村道路可能开裂和形成凹凸不平，故在预算中增加矿山地质环境保护与土地复垦风险金用于其可能出现的公路受损进行修补。矿山环境治理已对地裂缝设计回填措施，本小节主要针对采空沉陷区的裂缝林地恢复进行设计。主要采取措施如下：

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度 2000 株/hm²，间距为 2.2*2.2m，共计栽种云杉树苗 1685 株。栽植穴 0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带 20cm 土球根。设计林间播撒草籽，根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²，共计播撒面积*.****hm²，工程量见下表。

表 5-8 麦地沟矿段塌陷区植被重构工程量表

复垦单元	复垦方向	预测范围 (hm ²)	复垦面积 (hm ²)	覆土 (m ³)	施肥 (hm ²)	栽种乔木 (株)	播撒草籽 (kg)
预测塌陷区二	乔木林地	****	****	566.1	****	189	0.0944
预测塌陷区三	乔木林地	****	****	4488.06	****	1496	0.7480
合计		****	****	5054.16	****	1685	0.8424

（三）技术措施

1、表土剥离与堆存

根据《土地复垦条例实施办法》规定，对可能被损毁的耕地、林地草地，应当进行表土剥离。

为保证土地复垦时水浇地有足够的表土资源，在破坏之前，为满足后续复垦施工覆土所需量，对拟建工程所占的场地进行剥离，本方案选用 1m³ 挖掘机挖装表土剥离以及表土的运输。耕地剥离厚度 0.5m、林地剥离厚度 0.5m，草地剥离标准为 0.3m。剥离的表土运至表土堆放场堆存，采用密目网覆盖，同时撒播草籽进行养护，流程详见图 5-7。

图 5-7 表土剥离与堆存流程图

2、土壤重构工程

土地复垦是贯穿于采矿全过程的防、治结合，工程措施与生物措施相辅相成的土地退化防治与土地再利用工程。本项目本着“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，对矿井开采过程中可能产生的不利于复垦的危害因素采取适当的控制措施，进行提前预防，尽可能使土地资源破坏面积和破坏程度控制在最小范围和最低限度。

（1）场地清理工程

地表清理工程包括工业场地、选厂、生活区等损毁单元的地上建筑物和构筑物的拆除、建筑基础清理、路面硬化拆除以及建筑垃圾的清理。对工业场地、选厂等损毁单元，采用机械拆除不再留续使用的建（构）筑物、废旧设备和设施、硬化地面、建筑基础及建筑垃圾、生活垃圾，场地清理后应达到复垦工程实施条件，其中矿山废旧设备的拆除直接以工抵料的方式进行，本方案不再进行计算。

①建筑拆除

项目区矿山建筑为砖混及彩钢结构，拟设计对拆除后将建筑垃圾就近堆放至周边的排土场，砖混结构渣土发生系数取 1.07、彩钢结构渣土发生量系数取 0.31，工程实方虚方折算系数取 1.5。

②硬化地面清除

对项目区内已硬化的矿山道路，选厂硬化场地清理后应达到复垦工程实施条件。

（2）土地翻耕

表采用机械与人工相结合的方式对表层板结土壤进行松土、翻土，厚度 30cm；翻耕留设同向不小于 3%的缓坡坡度，保证顺利排涝。

（3）土壤回覆工程

在土地复垦中对表土进行剥离是十分关键的一点。耕作层土壤和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。因此在进行土地复垦时，要保护和利用好表层的熟化土壤。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。

剥离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，根据矿山实际情况，确定耕地覆土厚度为 0.5m、林地覆土厚度为 0.6m，草地覆土厚度为 0.3m。

（4）土地平整工程

土地平整是土地整理工程中的一项重要内容，土地平整的中心任务是通过平整，使土地更适宜种植或进行其他工程的布局。在进行土地平整设计时，应在满足耕作或栽种要求的基础上，合理调配土方，尽量保持平整单元内的挖填方平衡，以减少运土工程量。同时，要与水土保持、土壤改良相结合。平整时应依照挖高填低的原则，就近取土，就近填平，尽量减少土方移动距离。

（5）生物化学措施

以施用有机肥料和无机化肥来提高土壤的有机物含量，改良土壤结构，消除土壤的不良理化特性。在有机肥施用的基础上，配合施用化肥，结合当地化肥施用的经验，在测定土壤基本性能的基础上，因地制宜施用化肥。

3、植被重建工程

（1）植被选择

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植被。

综合以上两点，坚持生态优先、因地制宜、适地种树、乔灌木结合、快速恢复植被的原则并结合实地调查和征求过当地民众意见后，**本方案确定种植本地乔木选择云杉，灌木选择沙棘，草种选择中华羊茅。**

各种树草种生态学习性见表 5-9。

表 5-9 乔木草本植物特征

名称	科名	特征	生长习性
云杉	松科	小枝有疏生或密生的短柔毛，或无毛，一年生时淡褐黄色、褐黄色、淡黄褐色或淡红褐色，叶枕有白粉，或白粉不明显，二、三年生时灰褐色，褐色或淡褐灰色；冬芽圆锥形，有树脂，基部膨大，上部芽鳞的先端微反曲或不反曲，小枝基部宿存芽鳞的先端多少向外反卷。 主枝之叶辐射伸展，侧枝上面之叶向上伸展，下面及两侧之叶向上方弯伸，四棱状条形，长1—2厘米，宽1—1.5毫米，微弯曲，先端微尖或急尖，横切面四棱形，四面有气孔线，上面每边4—8条，下面每边4—6条。	云杉耐阴、耐寒、喜欢凉爽湿润的气候和肥沃深厚、排水良好的微酸性沙质土壤，生长缓慢，属浅根性树种。海拔2400—3600米地带，常与紫果云杉、岷江冷杉、紫果冷杉混生，或成纯林。 云杉系浅根性树种，稍耐荫，能耐干燥及寒冷的环境条件，在气候凉润，土层深厚，排水良好的微酸性棕色森林土地带生长迅速，发育良好。在全光下，天然更新的森林生长旺盛。
沙棘	胡颓子科	落叶灌木，高1~5m。老枝灰黑色，顶生或侧生许多粗壮的棘刺。单叶，狭披针形或条形。雌雄异花，淡黄色。果实圆球形。旱中生植物。抗寒，耐旱、抗风沙。	耐寒、耐旱、耐湿、耐盐碱、抗风沙、抗逆性极强，在荒山坡、道路旁、河岸、盐碱地均可生长。
中华羊茅	禾本科	多年生草本，具鞘外分枝，疏丛。秆直立或基部倾斜，高50—80厘米，径1—2毫米，具4节，节无毛而呈黑紫色；叶鞘松弛，具条纹，无毛，长于或稍短于其节间，顶生者长16—22厘米，甚长于其叶片；叶横切面具维管束7-13，厚壁组织成束，与维管束相对应，上表皮内均有，下表皮内仅主脉有，具泡状细胞。颖果长约5毫米。花果期7-9月。	耐寒性强，喜冷凉湿润气候。在自然分布状态下，其可完成生育周期的海拔上限为3800~4000米。中华羊茅在甘南高寒区4月底5月初播种，25天后进入苗期，生长缓慢，发育至分蘖期或拔节期生长停止。喜与异种高大型禾草混生，混播时的长势显著优于单一种植，是一种优良的伴生种或混播种。

(2) 植被种植

本项目设计乔木林地栽种云杉，云杉种植密度2000株/hm²，间距为2.2*2.2m，栽植穴0.4*0.4*0.4m，云杉选用三年生树苗，带20cm土球根。设计林间播撒草籽，

根据矿区周边植被种类以及矿区气候条件，采用中华羊茅草，用量为 40kg/hm²。
典型植被示意图如下。

图 5-8 典型植被恢复工程立面示意图（乔木林地）

图 5-9 典型植被恢复工程平面示意图（乔木林地）

（四）主要工程量

热达门锂矿为新建矿山，前期涉及复垦工程较少，主要为闭矿后开始进行土地复垦，主要涉及土壤重构和林草恢复等措施，具体工程量见表 5-10。

表 5-10 复垦单元工程措施工程量测算表

矿段位置	复垦单元	复垦方向	损毁面积 (hm ²)	复垦面积 (hm ²)	一、土壤重构								二、植被重建工程	
					表土剥离 (m ³)	建筑拆除 (m ³)	硬化拆除 (m ³)	建渣清运 (m ³)	场地平整 (hm ²)	场地翻耕 (hm ²)	表土回覆 (m ³)	施 肥 (hm ²)	栽植乔木 (株)	播撒草籽 (hm ²)
热达门 矿段	采矿工业场地	乔木林地	****	****	2807.50	112.30	22.46	134.76	****	****	3369.00	****	1123	****
	选矿工业场地	乔木林地	****	****	29319.00	1172.76	234.55	1407.31	****	****	35182.80	****	11728	****
	生活区	旱地	****	****	5277.50	211.10	42.22	253.32	****	****	5277.50	****		****
		乔木林地	****	****	7138.50	285.54	57.11	342.65	****	****	8566.20	****	2855	****
	充填制备站	乔木林地	****	****	5707.50	228.30	45.66	273.96	****	****	6849.00	****	2283	****
	炸药库	乔木林地	****	****	1200.00	48.00	9.60	57.60	****	****	1440.00	****	480	****
	风机房	乔木林地	****	****	250.00	10.00	2.00	12.00	****	****	300.00	****	100	****
	表土堆放场	乔木林地	****	****	/	0.00	0.00	0.00	****	****	0.00	****	3151	****
	临时干堆场(含配套设施)	乔木林地	****	****	12795.50	511.82	102.36	614.18	****	****	15354.60	****	5118	****
	高位水池	乔木林地	****	****	8.00	0.32	0.06	0.38	****	****	9.60	****	3	****
	炸药库值班室	乔木林地	****	****	50.00	2.00	0.40	2.40	****	****	60.00	****	20	****
	员工宿舍及化粪池(3400)	乔木林地	****	****	150.50	6.02	1.20	7.22	****	****	180.60	****	60	****
	员工宿舍及化粪池(3650)	乔木林地	****	****	97.00	3.88	0.78	4.66	****	****	116.40	****	39	****
	生活水池	乔木林地	****	****	196.00	7.84	1.57	9.41	****	****	235.20	****	78	****
	矿区道路		****	****	53533.50				****	****		****		****
麦地沟 南矿段	中段平硐	乔木林地	****	****	4622.50	184.90	36.98	221.88	****	****	5547.00	****	1849	****
	预测采空塌陷一	乔木林地	****	****	/				****	****	31809.78	****	10603	****
		天然牧草地	****	****	/				****	****	3321.12	****		****
	中段平硐	乔木林地	****	****	1422.00	56.88	11.38	68.26	****	****	1706.40	****	569	****
	回风井	乔木林地	****	****	50.00				****	****	60.00	****	20	****
	预测采空塌陷二	乔木林地	****	****	/				****	****	566.10	****	189	****
合计			****	****	124625.00	2841.66	568.33	3409.99	****	****	124439.36	****	41765	****

四、含水层破坏修复

（一）目标任务

本矿山水文地质条件简单，矿体大部分位于当地最低侵蚀基准面之上，采矿活动对含水层的破坏较轻，通过定期对各含水层水位、水质进行监测，及时了解和掌握各含水层受采矿活动影响情况，发现问题及时采取应对措施进行处理。

（二）工程设计

未来主要采取预防工程措施，不采取治理工程对含水层破坏进行修复。建议矿山进行专项调查后，再设计合理的含水层修复方案。

（1）强调水生态自我修复

统筹考虑水环境承载力和经济发展需求，充分利用生物-生态修复技术改善水体水质和水环境，发挥自然生态系统的自我修复能力。

（2）防污与治污兼顾

针对含水层水污染类型及特点，因地制宜地提出污染源头控制，防渗控制措施，风险事故应急措施，实现防污与治污的兼顾。

（3）因地制宜原则

含水层修复是一个复杂的过程，要达到预期目标，又要避免对含水层本身和周边环境的不利影响，对实施过程的准确性要求比较高。在确定修复方案之前，必须对含水层做详细的调查研究，在此基础上制定合乎本地区具体情况和特点，合乎自然条件、适应经济发展需要的方案。

（三）技术措施

针对含水层破坏修复，主要是预防监测措施，本方案不设计具体工程措施。

（四）主要工程量

含水层破坏修复工程量主要是建立含水层破坏监测系统，监测地下水质、水位监测点。详见第六节“矿山地质环境监测”部分，在此不做重复计算。

五、水土污染防治

据矿山地质环境问题现状与预测评估，矿山开采对水土环境影响主要集中在废

水、废物的不规范处置。由于水土污染修复难度大，费用高，矿山主要应加强预防减轻矿山开采对水土环境的污染。

1、严格按照《开发利用方案》处置矿坑水、生活污水等废水，控制各项排污指标，统筹规划、分类管理，经过沉淀、过滤、高效处理工艺与技术等保证矿坑水、生活污水全部综合循环利用；

2、矿山建设过程中产生的废土、废石应充分利用，减少对土壤的占用与污染；

3、生活垃圾统一收集及时运至生活垃圾填埋场处理。

根据工程设计，矿坑排水、生活污水、生活垃圾处理等措施也已纳入环境保护措施计划，对土壤的治理保护则列入土地复垦工程。现状条件下水土环境未受到污染，因此本方案不设水土污染修复工程。但应设置水土环境污染监测工程，详见第六节“矿山地质环境监测”部分。

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

从保护水土资源、维护良好的地质环境、降低和避免地质灾害风险为出发点，运用多种手段，针对矿山在未来开采过程中形成的采空区、地下水疏干、水土污染等进行实时监测。全面掌握矿山地质环境变化情况，为矿山制定地质环境保护与土地复垦工程提供依据。监测工作由矿方负责并组织实施，建议指定专门的管理机构，加强对监测工作的行政组织管理。监测工作由政府地质灾害管理部门负责监督。

（二）监测设计

根据相关标准及矿区地质环境实际情况，热达门锂矿矿山地质环境监测布置详见图 5-10。

1、监测对象

热达门锂矿属井工开采矿山，监测内容主要为方案服务期矿山地质环境问题及防治情况。参照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015），监测对象包括：采空塌陷地表变形、地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏及水土环境污染情况。

图 5-10 矿区地质环境监测点布置图

2、监测要素

参照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015），根据项目实际情况，各监测对象监测要素详见表 5-11。

表 5-11 热达门锂矿矿山地质环境监测要素

序号	监测对象	监测要素
1	地质灾害	预测塌陷范围地表变形
		崩塌、泥石流
		边坡稳定性、雨量、溪沟流量
2	地下水环境破坏	地下水水位、水质
3	地形地貌景观破坏	绿化面积及植被破坏
4	水土污染	地表水和土壤污染

3、监测级别

热达门锂矿为新建矿山，后续进入生产期，采矿活动影响对象重要程度属较重要，矿山生产规模为中型，开采方式为井工开采，因此参照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）中矿山地质环境监测级别表，热达门锂矿监测级别为二级。

4、监测点密度及监测频率

监测点密度及监测频率参照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）及实际情况，热达门锂矿监测点密度和监测频率详见下表。其中，2023 年监测为矿山地质环境背景值监测，包括地表水、地下水、土壤、植被生态、采空区地表高程等对照数据，为开采后影响评价程度提供累积评价的参照值。

表 5-12 矿山地质环境监测点数量和监测频率

监测对象	监测要素	监测级别	监测点数量	监测频率	监测期限
采空沉陷	地表变形	二级	30 个	自动监测	21 年
地质灾害	边坡稳定性		10 个	自动监测	21 年
	雨量		1 个	自动监测	21 年
	溪流流量		4 个	2 次/年	21 年
地下水环境破坏	地下水水位		4 个	自动监测	21 年
	水质		4 个	3 次/年	21 年
地形地貌景观破坏	植被损毁面积		高分辨率影像	1 次/年	21 年
水土环境污染	地表水质		6 个	3 次/年	21 年
	土壤质量		6 个	2 次/年	21 年

5、测点布设

(1) 地质灾害监测

①预测塌陷区变形监测

矿山采空沉陷区多为无人居住的林草地，设计以平行和垂直于移动盆地主断面布置观测线，目的是监测沉陷区移动后边坡的稳定性。热达门矿段预测塌陷区一布设监测点 23 个、麦地沟南矿段预测塌陷区二布设 2 个、塌陷区三布设监测点 5 个，监测点基本按照 250m 间距布设，监测点包括移动监测点和观测基点。

表 5-13 预测采空塌陷监测范围坐标表

编号	监测范围坐标					
	序号	X	Y	序号	X	Y
预测塌陷区一.	1	****	****	17	****	****
	2	****	****	18	****	****
	3	****	****	19	****	****
	4	****	****	20	****	****
	5	****	****	21	****	****
	6	****	****	22	****	****

	7	****	****	23	****	****
	8	****	****	24	****	****
	9	****	****	25	****	****
	10	****	****	26	****	****
	11	****	****	27	****	****
	12	****	****	28	****	****
	13	****	****	29	****	****
	14	****	****	30	****	****
	15	****	****	31	****	****
	16	****	****	32	****	****
预测塌陷区二	序号	X	Y	序号	X	Y
	1	****	****	8	****	****
	2	****	****	9	****	****
	3	****	****	10	****	****
	4	****	****	11	****	****
	5	****	****	12	****	****
	6	****	****	13	****	****
	7	****	****	14	****	****
预测塌陷区三	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	****	****			

②边坡稳定性监测

在滑坡隐患点、生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、临时干堆场、充填站、表土堆放场、热达门平硐硐口、麦地沟平硐硐口各设置 1 个监测点、矿区道路设施 1 个监测点。共计设置 10 个自动化监测点。

③雨量监测

在生活区位置设置雨量自动监测仪 1 台，配高音预警装置，雨量过大时及时启动矿区地质灾害预防措施。

④溪流流量监测

在磨房沟上流和下游布设 2 个流量人工监测点、在三岔河上游布设 1 个流量人工监测点、在太阳河上游布设 1 个流量人工监测点。流量发生较大变化时，启动矿区泥石流预防机制。

地质灾害监测点布设详见下表。

表 5-14 地质灾害监测点一览表

监测点位置	编号	监测点坐标		监测类型	监测内容	监测频率
		X	Y			
HP01	Z1	****	****	边坡稳定性	位移、变形	自动监测
生活区	Z2	****	****	边坡稳定性	位移、变形	自动监测
选矿工业场地	Z3	****	****	边坡稳定性	位移、变形	自动监测
采矿工业场地	Z4	****	****	边坡稳定性	位移、变形	自动监测
临时干堆场	Z5	****	****	边坡稳定性	位移、变形	自动监测
充填站	Z6	****	****	边坡稳定性	位移、变形	自动监测
表土堆放场	Z7	****	****	边坡稳定性	位移、变形	自动监测
热达门平硐硐口	Z8	****	****	边坡稳定性	位移、变形	自动监测
麦地沟平硐硐口	Z9	****	****	边坡稳定性	位移、变形	自动监测
矿区道路	Z10	****	****	边坡稳定性	位移、变形	自动监测
生活区	Z11	****	****	降雨量	降雨情况	自动监测
磨房沟上游	Z12	****	****	泥石流监测	河水流量	2 次/年
磨房沟下游	Z13	****	****	泥石流监测	河水流量	2 次/年
三岔河上游	Z14	****	****	泥石流监测	河水流量	2 次/年
太阳河上游	Z15	****	****	泥石流监测	河水流量	2 次/年

(2) 含水层破坏监测

结合矿山的开采情况对区域地下水的影响，本次方案在 3310m 平硐、3350m 平硐、3950m 平硐、周边农户水井分别布置 1 地下水监测点，位置坐标见下表。

表 5-15 矿区地下水监测点坐标表

监测点位置	监测点编号	2000 国家坐标系 (3 度带)		监测层位	监测内容
		X	Y		
周边农户水井	S1	****	****	基岩裂隙含水岩组	水位、水质
3310m 平硐	S2	****	****	基岩裂隙含水岩组	水位、水质
3350m 平硐	S3	****	****	基岩裂隙含水岩组	水位、水质
3950m 平硐	S4	****	****	基岩裂隙含水岩组	水位、水质

(5) 地形地貌景观恢复监测

采用遥感影像对项目区地形地貌景观变化、植被发育进行监测，监测范围为整个评估区。

(6) 水土环境污染监测

一是对周边河溪主要为大金川河、李家沟河和米洞沟水系水质进行监测，防止出现渗漏污染地表水和地下水；二是对选矿工业场地、生活区周边、采矿工业场地土壤进行监测，以了解其是否对矿区周边土壤造成污染，为确定污染源、制定防护措施提供依据。在矿山布置 6 个地表水监测点，6 个土壤监测点，监测点位置见下表。

表 5-16 矿区土壤环境监测点坐标表

监测类型	监测点位置	监测点编号	坐标 2000 国家坐标系（3 度带）		备注
			X	Y	
地表水监测	磨房沟上游	D1	****	****	水质
	磨房沟中游	D2	****	****	水质
	磨房沟下游	D3	****	****	水质
	太阳河上游	D4	****	****	水质
	太阳河中游	D5	****	****	水质
	太阳河下游	D6	****	****	水质
土壤监测	生活区附近	T1	****	****	耕地
		T2	****	****	林地
	选矿工业场地附近	T3	****	****	林地
	临时干堆场	T4	****	****	林地
	采矿工业场地附近	T5	****	****	林地
	充填站	T6	****	****	林地

（三）技术措施

1、采空区塌陷变形监测

（1）监测内容

对固定点位的三维（X、Y、Z）位移量、位移方向与位移速率进行监测和记录。

（2）监测方法

矿山采用 GNSS 位移自动监测仪。

（3）技术要求

测量仪器架设于 GPS 监测墩上。GPS 监测墩要求：开挖地槽、打垫层，埋设干净龙骨，浇筑混凝土，将强制对中器浇筑其顶部中心位置，出露 30mm。回填细砂，其上浇筑混凝土，至地面，埋置水准点标志，用地板砖封盖。

测量技术要求必须满足《工程测量规范》（GB50026-2007）的要求。

（4）监测预警

当监测到采空沉陷区边坡不断发展以及位移进入明显加速段时，矿山企业应及时向县自然资源局汇报，矿山企业与当地乡政府应做好相应的应对措施。

2、地质灾害边坡稳定性监测

依据《滑坡、崩塌、泥石流监测规范》（DZ021-2006）进行监测。

（1）监测内容

根据本区实际针对可能发生崩塌滑坡的边坡实施地表的变形、降雨量及河流流量进行监测。

（2）监测方法

①边坡稳定性监测

矿山采用 GPS 监测仪。

②雨量监测

采用自动雨量计监测。

③溪沟流量监测

采用人工巡防监测。每年监测 2 次。

(3) 技术措施

依据《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》进行监测总体，原则上采用地面变形监测方案并辅以人工巡查。

地质灾害威胁较大区域的高陡边坡设立监测点。对崩塌滑坡易发区段通过监测研究和掌握崩塌和滑坡变形破坏的规律及发展趋势，为地质灾害防治工程勘查、设计、施工提供资料。

监测边坡重点变形部位、如裂缝、崩滑面（带）等两侧点与点之间的相对位移量，测量处变形量及变形速率。采用 GPS 监测仪进行自动监测。

(4) 监测预警

当监测到边坡不断发展以及位移进入明显加速段时，矿山企业应及时向县自然资源局汇报，矿山企业与当地乡政府应做好相应的应对措施。

3、含水层监测

(1) 监测内容

水位和水质监测，按照《水文普通监测规范》（SL58-1993）测量记录并核测。水质检测因子：监测项目有 PH 值、悬浮物、总硬度、游离性 CO₂、侵蚀性 CO₂、硫酸盐、氯酸盐、钙、镁、铁、铝、氨、硝酸盐、铅、镉、铍、铜、锌、锰、汞、砷、硒、钡*、锂*、铬*、镍*等。满足地下水监测方法和精度要求满足《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）和《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）。

(2) 监测频率

水质监测 3 次/年，平水期、枯水期、丰水期各一次。定时定点进行采样。

(3) 监测方法

①水位监测方法

采用水位仪自动监测。

②水质检测方法

监测方法为定期进行水质、水温的监测，委托有资质的单位定时监测，取水样进行全分析、重金属分析，每次大雨或连续降雨后应立即进行监测，监测过程中发现异常情况，应立即向上级报告，并加密监测。监测方法及精度要求应满足《地下水动态监测规程》。

4、地形地貌景观监测

(1) 监测内容

本矿山开发中地面建设对土地资源和地形地貌景观的影响主要体现在改变原土地利用类型和对地形地貌景观的破坏。恢复期地形地貌景观恢复监测，采矿活动结束后或矿区地形地貌景观破坏恢复治理后，应在地形地貌景观破坏及已经治理的区域，布设地形地貌景观恢复监测点，监测地形地貌景观恢复进展。因此，对开采期及恢复治理后的土地资源和地形地貌景观进行监测，主要是监测矿山建设对土地资源压占破坏、矿区地形地貌景观变化以及矿区植被破坏及恢复状况等。

(2) 监测频率

地形地貌景观监测频率为 1 次/年。

(3) 监测方法

主要通过采用高分影像数据（分辨率优于 1m），通过对前后遥感影像图的解译，直接比较土地资源和地形地貌景观的动态变化。

5、水土环境污染监测

(1) 水环境监测

①监测内容

地表水参照《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）III类水标准进行监测，水质化验指标包括 29 个项目：pH、溶解氧、悬浮物、化学需氧量、高锰酸盐指数、五日生化需氧量、氨氮、阴离子表面活性剂、挥发酚、氰化物、六价铬、硫化物、总磷、石油类、氟化物（氟离子）、铅、镉、铍、铜、锌、锰、汞、砷、硒、粪大肠菌群、钡*、锂*、铬*、镍*。

②监测频率

水质监测 3 次/年，平水期、枯水期、丰水期各一次。定时定点进行采样。

③监测方法

水样的采集符合相关规范要求，样品交由具有资质的单位进行化试验。

(2) 土壤环境污染监测

①监测内容

根据参照《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）并结合锂矿污染特性，设计土壤质量监测内容有：PH、镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌、锑。

②监测频率

土质监测频率为2次/年。

③监测方法

土样的采集符合相关规范要求，样品交由具有资质的单位进行化验。

6、监测数据处理与信息反馈

（1）监测数据采集及处理

①监测数据采集方法：包括各类位移监测点位处的手动记录；

②数据采集时的误差消除：手动记录时，应详细检查数据，校正明显的错误，或对有问题的数据重新测量，以消除错误和明显的误差；

③对监测数据的处理主要是指对原始观测数据的复制件的处理，包括误差的修改、缺值的补差、平差、平滑和修匀等。处理工作不得直接对原始观测数据进行。每次处理必须做相应记录，最后形成整理整编数据或数据库。包括地质条件数据库、地质灾害数据库和监测数据库等。建立资料分析处理系统。根据所采用的监测方法和所取得的监测数据，应用相应的地理信息系统、数据处理方法和程序软件包，对监测资料进行分析处理。一般包括滑坡、崩塌变形量、变形速率，泥石流运动速率等，进行监测曲线拟合、平滑和滤波，绘制变形时程曲线、运动时程曲线、降雨过程曲线等，并进行时序和相关分析。

（2）监测资料整理

①监测资料应及时整理、建档

对于手动记录的原始监测数据，应计算其长度、体积、压力等有关参数，并与其他相关资料如日期、监测点号、仪器编号、深度、气温等，以表格或其他形式记录下来，进行统一编号、建卡、归类和建档。对于自动记录在穿孔纸带上的数据等资料，应及时检查并归类、建档。

②应按规定间隔时间（日、旬、月、季、半年、年）对数据库内的监测数据等资料进行分析统计，计算特征值，如求和、最大值、最小值、平均值等，并分类建档。

③按监测内容和方法分类,对各类监测资料分别进行人工曲线标定和计算机曲线拟合,编制相应的图件。重要图件包括:

a.对绝对位移监测资料应编制水平位移、垂向位移矢量图及累计水平位移、垂向位移矢量图,上述两种位移量迭加在一起的综合性分析图,位移(某一监测点或多测点水平位移、垂向位移等)历时曲线图。相对位移监测,编制相对位移分布图、相对位移历时曲线图等。

b.对地面倾斜监测资料应编制地面倾斜分布图、倾斜历时曲线图。地下倾斜监测,编制钻孔等地下位移与深度关系曲线图、变化值与深度关系曲线图及位移历时曲线图等。

c.对地声等物理量监测资料应编制地声(噪声)总量与地应力、地温等历时曲线图和分布图等。

d.对地表水、地下水监测资料应编制地表水位、流量历时曲线图、地下水位历时曲线图、土体含水量历时曲线图、孔隙水压力历时曲线图、泉水流量历时曲线图。

e.编制监测报告,分为月报、季报、年报。

监测月报、季报应有主要监测数据和主要历时曲线及相关曲线图等,并对该时段内的滑坡、崩塌与泥石流的稳定性进行综合分析评价。

监测年度报告的主要内容包括:自然地理与地质概况,崩塌、滑坡(或泥石流)特征与成因、变形或活动动态特征和发展趋势,结论和建议(稳定程度,防灾、治灾措施等)。若有防治工程,应增加防治工程效果评价。主要图和表包括:地质图、监测点网布置图,各种监测资料分析图和数据表等。

(四) 主要工程量

综上所述,矿山地质环境监测各分项工程量见表 5-17。

表 5-17 矿山地质环境监测工程量

监测对象	监测要素	监测点数量	监测频率	监测年限	工程量
预测沉陷	地表变形	30	自动监测	21 年	GNSS 位移自动监测仪 30 台
地质灾害	边坡稳定性	10	自动监测	21 年	GPS 监测仪 10 台
	雨量	1	自动监测	21 年	雨量计 1 台
	溪流流量	4	2 次/年	21 年	168
地下水环境破坏	地下水水位	4	自动监测	21 年	水位仪自动监测 4 台
	水质	4	3 次/年	21 年	252
地形地貌景观破坏	植被损毁面积	1	1 次/年	21 年	21

水土环境污染	地表水质	6	3 次/年	21 年	378
	土壤质量	6	2 次/年	21 年	252

七、矿区土地复垦监测和管护

矿区土地复垦监测工程包括土地损毁监测、复垦效果监测，管护工作主要是对复垦为林地及草地的复垦单元的管护。

（一）目标任务

1、矿区土地复垦监测

为督促落实土地复垦责任，保障复垦土地能够按时、保质、保量完成，为调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排提供重要依据，预防发生重大事故并减少对土地造成损毁，需进行矿区土地复垦监测。

本矿区土地复垦监测任务为：通过开展土地损毁监测和复垦效果监测工作，对土地损毁状况、土壤质量和植被恢复效果进行动态监测、跟踪评价，及时掌握矿区土地资源损毁和土地复垦效果，保证复垦后土壤质量、植被效果达到土地复垦质量要求，为提出改善土地质量的建议和措施提供依据。

2、矿区土地复垦管护

土地复垦管护工作是复垦工作的最后程序，其实施效果如何最终决定了复垦工程的成败。因此，为提高矿区土地复垦植被存活率，保证土地复垦效果，需进行矿区土地复垦管护。

本矿区土地复垦管护任务为：通过实施管护工程，对表土堆放场临时复垦的草地及闭矿后复垦的林地、草地等进行补种，病虫害防治，保证植被恢复效果。植被管护时间应根据区域自然条件及植被类型确定，矿区处于生态稳定区，本方案土地管护时长 4 年。

（二）措施和内容

1、土地复垦监测措施和内容

本项目土地损毁监测及土地复垦效果监测采取实地数据采集、定期巡查的办法进行，并根据土地复垦费用安排计划在复垦资金中计提相应的监测费用。

（1）土地损毁监测

由于热达门锂矿为新建矿山，土地损毁情况可能相对较多，根据土地损毁预测结果对矿山采动影响区域的地表植被、土地资源等进行监测。

①监测内容：监测土地挖损、压占、塌陷等损毁破坏情况。

②监测点的布设：每个复垦单元布设 1 个监测点，共设监测点 18 个。

③监测方法：定期巡查，土壤破坏情况等进行调查。

④监测频率：每年 2 次，监测年限为 21 年。

（2）复垦效果监测

对拟复垦的土地在复垦工程结束后进行 4 年土地复垦效果监测。

①土壤质量监测

项目复垦后的土地主要为耕地、林地、草地，监测应取得土壤背景值。复垦工程实施后，需要对复垦方向为旱地、草地、林地等地类进行土壤质量监测。监测内容包括有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度（pH 值）、有机质含量、有效磷含量、全氮含量、土壤侵蚀模数等。每个复垦单元布设 1 个监测点，共设监测点 18 个，从复垦施工结束后监测 4 年，监测频率每年 2 次。

②复垦植被监测

需对拟复垦为旱地、林地、草地区域进行复垦植被监测，采用样方随机调查法，监测区域内植被的植物生长势、高度、覆盖度、种植密度、成活率等。土地复垦中植被的成活及成长情况非常重要，主要针对复垦为林地、草地的土地。土地复垦中的监测首先要保证工程的标准达到预期的标准。对复垦土地的植被进行监测，保证矿区开采完毕后，生态系统可以长久、可持续地维持下去，建立监测点，对复垦成耕地的土地，选择农作物产量作为监测指标；对种植林地、草地的植被生长势、高度、覆盖度、种植密度、成活率等指标进行监测，对未达标区域进行补种。针对矿区复垦的土地，每个复垦单元布设 1 个监测点，共设监测点 19 个，从复垦工程结束后共监测 4 年，监测频率每年 2 次，与土壤监测同步进行。

2、管护措施和内容

（1）表土堆放场临时复垦草地管护

①管护对象及时间

表土堆放场表土养护后需进行人工管护 4 年，每年管护 2 次，管护面积为 *.***hm²。

②管护方法

表土堆放场管护在矿山开采过程中进行，因此，可雇佣矿山工作人员进行管护，并根据实际工作量给予相应的补贴。管护方法可包括破除土表板结、间苗、补苗与

定苗、灌溉与施肥、病虫害与杂草管理。

a.破除土表板结

播种后出苗前，土壤表层时常形成板结层，妨碍种子顶土出苗，如不采取处理措施，严重时甚至可造成缺苗。土表板结的处理措施是用具有短齿的圆形镇压器轻度镇压，或用短齿钉齿耙轻度耙地，有灌溉条件的地方，亦可以采取灌溉措施破除板结。

b.间苗、补苗与定苗

出苗后发现缺苗严重时，须采取补种或移栽的措施补苗，为加速出苗，补种宜进行浸种催芽，补苗须保证土壤水分充足。对于种子生产或冠幅较大饲料作物营养体生产，当出苗密度过大时，宜进行间苗。间苗的原则是保证全苗、去弱留壮。

c.灌溉与追肥

牧草在苗期根系不够发达，遇旱则严重影响生长发育。有条件的地方，在出现旱象时应及时灌溉。牧草在苗期对肥的需求量不多，一般不需要施肥，但当出现明显的缺素症状时，应及时追肥。

d.病虫害与杂草管理

病虫害是草地建植与管理的大敌，对于采用多年生草种建植的草地来说，病虫害控制更是建植初期管理的关键环节，原因是多年生草种苗期生长非常缓慢，极易遭受病虫害的侵袭，控制不好很可能造成建植失败。因此，苗期须十分重视病虫害与杂草控制。

(2) 复垦责任范围管护

本项目主要管护对象为复垦责任范围内的乔木林地、天然牧草地。管护面积为**.*hm²。管护年限为复垦后4年，每年2次。

①乔木林地管护

乔木林地管护面积总计**.*hm²，林地管护工作包括对林地的水分、养分管理，林木修枝、林木病虫害防治等工程措施。

a.水分管理

主要是通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害，以促使幼林正常生长和及早郁闭。在有条件的地方可以适当地进行灌溉，以保护林带苗木的成活率。提高苗木的成活率是植被恢复的关键，苗木成活的关键是维持其体内的水分平衡。所以，植被恢复后对幼林地的浇水措施非常关键。

b.养分管理

重塑土体构型的土壤肥力都较低(缺少氮、磷、钾等植物生长必需的大量元素),不能满足植物的生长需求,所以必须在管护期加以追肥,改善土壤肥力。

c.修枝

修枝是调节林木内部营养的重要手段,通过修剪促进主干生长,减少枝叶水分与养分的消耗。间伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。在刚进入郁闭阶段时,由于灌木或者辅佐树种生长茂密产生压迫主要树种的情况,要采取部分灌木(1/2左右)平茬或辅佐树种修枝,以解除主要树种的被压状态,促进主要树种生长并使其在林带中占优势地位。通过对主要树种和辅佐树种的修枝,在保证林木树冠有足够营养空间的条件下,可提高林木的干材质量和促进林木生长。关于修枝技术,宁低勿高,次多量少,先下后上,茬短口尖,修枝高度不超过林木全高的1/3~1/2(即林冠枝下高,不超过全高的1/3~1/2)。

d.林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要进行及时的管护。对于病株要及时砍伐防止扩散,对于虫害要及时使用药品等控制灾害的发生。

②天然牧草地管护

天然牧草地管护面积总计*.****hm²,草地管护工作主要包括破除土表板结、间苗、补苗与定苗、灌溉与施肥、病虫害与杂草管理等工程措施。

a.破除土表板结

播种后出苗前,土壤表层时常形成板结层,妨碍种子顶土出苗,如不采取处理措施,严重时甚至可造成缺苗。土表板结的处理措施是用具有短齿的圆形镇压器轻度镇压,或用短齿钉齿耙轻度耙地,有灌溉条件的地方,亦可以采取灌溉措施破除板结。

b.间苗、补苗与定苗

出苗后发现缺苗严重时,须采取补种或移栽的措施补苗,为加速出苗,补种宜进行浸种催芽,补苗须保证土壤水分充足。对于种子生产或冠幅较大饲料作物营养体生产,当出苗密度过大时,宜进行间苗。间苗的原则是保证全苗、去弱留壮。

c.灌溉与追肥

牧草在苗期根系不够发达,遇旱则严重影响生长发育。有条件的地方,在出现

旱象时应及时灌溉。牧草在苗期对肥的需求量不多，一般不需要施肥，但当出现明显的缺素症状时，应及时追肥。

d.病虫害与杂草管理

病虫害是草地建植与管理的大敌，对于采用多年生草种建植的草地来说，病虫害控制更是建植初期管理的关键环节，原因是多年生草种苗期生长非常缓慢，极易遭受病虫害的侵袭，控制不好很可能造成建植失败。因此，苗期须十分重视病虫害与杂草控制。

（三）主要工程量

1、监测工程量

热达门锂矿土地复垦监测主要为土地损毁监测和复垦效果监测，工程量见下表。

表 5-18 复垦效果监测工程量

监测内容	监测点数(个)	监测频率 (次/年)	监测年限 (年)	工作量(点·次)
土地损毁监测	19	2	21	798
复垦土壤质量监测	19	2	4	152
复垦植被监测	19	2	4	152

2、管护工程量

管护面积共计**.*hm²，管护期共 4 年，2 次/年，共计管护面积***.*hm²。

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

整个治理和复垦工作根据“以人为本、因地制宜、预防为主、防治结合”的原则开展，并且兼顾矿山现有的经济实力，总体规划、分步实施。根据土地复垦方案编制规程，复垦工作阶段的划分原则上以 5 年为一阶段进行土地复垦工作安排，并明确每一阶段的复垦目标、任务、位置、单项工程量和费用安排。

1、建立矿山地质环境保护与土地复垦工作长效机制。整个工作需要贯穿矿山全部生产期间并包括闭坑后的 5 年，建议矿方实行矿山企业法人负责制度，设立专门的管理职能部门，各相关部门配备分管人员，各项工作明确责任人，构成恢复治理管理网络。根据设定的目标与治理的原则，针对矿区的实际情况，对矿山地质环境治理与土地复垦目标进行阶段分解，提前规划各阶段资金投入。

2、按本方案规划确定的矿山地质环境保护与恢复治理分区，由重点防治区到一般防治区和由近期到中期、远期依序先后和交叉、平行施工。

3、按本方案确定的各项工程经费预算进行经费管理，按照实际情况进行调整。

4、各项工程施工前必须有详细的施工设计、经费预算，经相关管理部门评审通过后，才允许正式施工；施工中要监督到位，完工后按设计验收检查和上报经费开支。

5、工程完工后加强对工程项目效果的监测，发现问题及时修补、完善。

6、加快绿色矿山建设。

由于生产项目建设过程中各项指标易于变化，因此随着生产的进行，本项目因其生产建设规模、用地规模及地点、采用的生产工艺等容易发生变化而使现有方案无法指导后期复垦，矿权人应重新编制方案，其实施计划也将一同调整。如果生产规模、生产工艺等变化不大，但由于方案服务年限较长，土地损毁面积、位置等往往会与最初编制的方案存在一定差异，矿权人应及时调整方案实施计划。

（一）矿山地质环境治理工作部署

本《方案》矿山地质环境保护与治理服务年限为 21 年（2023 年-2043 年），根据矿山开发利用方案及矿山预测情况，部署的工作主要包括工程措施和监测措施。

1、矿山地质环境治理

进出建设前，采取挡土墙、排水沟等措施，预防地质灾害发生；生产期间对产生的塌陷、地裂缝及时回填；闭矿后进行矿井封堵等措施。同时开展矿区地质环境监测工程，实施动态管理，发现矿山地质环境问题，及时进行修复治理。

2、含水层破坏的修复部署

对矿山开采引起的含水层破坏采取措施为在矿山闭坑后自然恢复，主要以对地下水水质、水位进行监测为主，监测年限为 21 年。

3、地形地貌景观及土地资源恢复治理工程部署

针对不同防治亚区采取不同的工程措施，使破坏的地形地貌景观及土地资源得以恢复。治理区主要的治理措施为整平、覆土、设置截水沟、排水沟、临时建筑物拆除、清运、危岩体处理、表土剥离，同时开展地形地貌监测工作。

4、水土环境污染治理工程部署

以监测为主，对矿区可能产生污染的区域进行定期采样检测，记录数据，进行分析比较，同时开展专项调查。

(二) 矿区土地复垦工作部署

本《方案》土地复垦服务年限为 2023 年-2043 年，包括复垦施工期 1 年，监测管护期 4 年。复垦面积**.*hm²，复垦率 100%。复垦措施主要包括表土剥离工程、土壤重构工程、植被恢复工程、监测管护等措施。

1、表土剥离工程部署

矿区为新建矿山，矿区建设开始前对拟建设施进行表土剥离，剥离表土统一运到表土堆放场进行储存。

2、土壤重构工程部署

闭矿后，拆除复垦区内的砖混或钢结构、拆除混凝土地面、进行场地清理、完成场地平整工程、土地翻耕、覆土工程、土壤培肥等措施。

3、植被恢复工程部署

在覆土完毕后，根据复垦方向进行栽植乔木及播撒草种等工程。

4、监测管护部署

服务期内对复垦单元土地进行土地损毁监测，复垦工程完成后进行复垦效果监

测，土地损毁监测年限为 21 年，复垦效果监测为 4 年。

对表土堆放场临时复垦的草地及闭矿后复垦的林地、草地进行人工管护，管护期 4 年。防止牲畜对恢复植被的损害，牧草稀疏的地方应在第二年雨季前及时补播；林木在第一二年需定期整形修枝，对未成活的树木应在第二年及时补栽。同时做好防治虫害、抚育，搞好防火等工作。

二、阶段实施计划

（一）矿山地质环境治理阶段工作计划

根据矿山开发利用方案，矿山有效服务年限 16 年，考虑土地复垦工程实施期 1 年，监测期 4 年，故方案使用年限 21 年，复垦基准年为 2023 年，方案服务年限 2023 年-2043 年。根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》及《土地复垦编制通则》，服务年限超过 5 年的，原则上以 5 年为一个阶段进行矿山地质环境治理与土地复垦工作安排。按照轻重缓急、分阶段实施的原则，根据实际情况，本次方案确定矿山地质环境保护与治理工作划分为 3 个阶段，即近期（2023 年～2027 年）、中期（2028 年～2038 年）和远期（2039 年～2043 年），各阶段实施计划如下：

1、近期（2023 年～2027 年）实施计划

矿山为新建矿山，近期 5 年包括 2 年基建期和 3 年生产期，近期实施计划主要包括：

（1）矿山开始建设前，先对矿区现状发育的 1 处滑坡隐患点和泥石流隐患点进行工程治理，防止威胁矿区建设人员生命财产安全；

（2）在矿区布设警示牌，防止外部人员和游客勿入危险区域；

（3）建立矿山地质环境监测体系并开展系统监测。获取地质环境背景数据值，对地质灾害、含水层、地形地貌景观以及水土环境污染进行监测，如有出现地质灾害隐患，应及时处理；

（4）逐步完成矿区地质环境保护基础设施建设，完善相关规章制度。

2、中期（2028 年～2038 年）实施计划

中期 11 年全部为生产期，2038 年为矿区闭矿年，中期实施计划主要包括：

（1）持续完成矿区地质环境保护基础设施建设，完善相关规章制度；

（2）持续对地质灾害、含水层、地形地貌景观及水土环境污染进行全面监测，

实时进行监测数据对比，及时处理异常问题；

(3) 生产期最后 1 年开展闭矿相关准备工作，进行闭矿工作评价和完善实施计划。

3、远期（2039 年～2043 年）实施计划

远期 5 年主要防治工程：

- (1) 继续对地质灾害、含水层、地形地貌景观及水土环境污染进行全面监测；
- (2) 完善闭矿工作，进行构筑物拆除、垃圾清运和矿井封堵。各阶段实施计划及工程量详见表 6-1。

表 6-1 矿山地质环境治理各阶段工作计划及工程量表

阶段	工程措施	治理工程措施	单位	工程量
近期 (2023 年～ 2027 年)	地质环境治理工程	挡土墙	m	60
		截（排）水沟	m	350
		拦渣坝	m	40
		塌陷区回填	m ³	1717.35
		警示牌工程	块	20
	地质灾害监测	采空塌陷位移监测	点·次	自动监测，持续 5 年
		边坡稳定性监测	点·次	自动监测，持续 5 年
		雨量监测	点·次	自动监测，持续 5 年
		溪流流量监测	点·次	40
	含水层监测	地下水水位监测	点·次	自动监测，持续 5 年
		地下水水质监测	点·次	60
	地形地貌景观监测	地形地貌景观监测	点·次	5
	水土环境污染监测	地表水质监测	点·次	90
		土壤监测	点·次	60
中远期 (2028 年～ 2038 年)	地质环境治理	塌陷区回填	m ³	6296.95
		矿井封堵	个	20
	地质灾害监测	采空塌陷位移监测	点·次	自动监测，持续 11 年
		边坡稳定性监测	点·次	自动监测，持续 11 年
		雨量监测	点·次	自动监测，持续 11 年
		溪流流量监测	点·次	88
	含水层监测	地下水水位监测	点·次	自动监测，持续 11 年
		地下水水质监测	点·次	132
	地形地貌景观监测	地形地貌景观监测	点·次	11
	水土环境污染监测	地表水质监测	点·次	198
		土壤监测	点·次	132
远期 (2039 年～ 2043 年)	地质环境治理	塌陷区回填	m ³	2862.25
	地质灾害监测	采空塌陷位移监测	点·次	自动监测，持续 5 年
		边坡稳定性监测	点·次	自动监测，持续 5 年
		雨量监测	点·次	自动监测，持续 5 年
		溪流流量监测	点·次	40

	含水层监测	地下水水位监测	点·次	自动监测，持续 5 年
		地下水水质监测	点·次	60
	地形地貌景观监测	地形地貌景观监测	点·次	5
	水土环境污染监测	地表水质监测	点·次	90
		土壤监测	点·次	60

（二）土地复垦阶段工作计划

本《方案》土地复垦服务年限为 21 年（2023 年-2043 年），其中复垦施工期 1 年，监测管护期 4 年。复垦面积**.*hm²，主要复垦方向为旱地、乔木林地、天然牧草地，复垦率 100%。复垦措施主要包括土壤重构工程、植被恢复工程和监测管护措施。

根据复垦案例矿山复垦经验、开采计划、工作面布置情况以及土地拟损毁阶段划分情况，将土地复垦工作划分为 4 个阶段。各阶段工作计划安排详见表 6-2。

1、第一阶段（2023 年～2027 年）

矿山为新建矿山，第一阶段共 5 年，包括 2 年基建期和 3 年生产期，第一阶段实施计划如下：

- （1）对拟建设施进行表土剥离工作，将剥离的表土运到表土堆放场保存；
- （2）对表土堆放场进行养护及管护；
- （3）对矿区土地进行土地损毁监测；
- （4）开展矿区绿化工作，提高矿区绿化率；
- （5）对临时干堆场进行复垦，进行复垦效果监测及管护；
- （6）发现塌陷区土地损毁，及时进行恢复，进行复垦效果监测及管护；
- （7）制定边开采、边治理的详细计划，做到与生态系统相协调，为建设“绿色矿山”打下坚实基础。

2、第二阶段（2028 年～2032 年）

第二阶段共 5 年，为矿区生产期，该阶段不再产生新的损毁土地，发现塌陷区土地损毁，及时进行恢复，进行复垦效果监测及管护。对临时干堆场进行复垦效果监测及养护。矿区土地进行土地损毁监测。

3、第三阶段（2033 年～2038 年）

第三阶段共 6 年，为矿区生产期，该阶段不再产生新的损毁土地，发现塌陷区土地损毁，及时进行恢复，进行复垦效果监测及管护。对矿区土地进行土地损毁监

测。

4、第四阶段（2039 年～2043 年）

第四阶段共 5 年，其中包括土地复垦施工期 1 年、监测管护期 4 年，第四阶段实施计划如下：

- （1）对责任范围内的构筑物进行拆除、拆除混凝土地面、场地清理、场地平整、土地翻耕；
- （2）进行覆土工程，根据复垦方向进行林草植被恢复；
- （3）复垦工程完成后进行复垦效果监测和植被管护；
- （4）持续开展矿区土地损毁监测措施。

各阶段工程量统计见下表。

表 6-2 矿区土地复垦阶段工作计划及工程量表

阶段	工程措施	单位	工程量	备注
第一阶段 (2023 年～ 2027 年)	土地损毁监测	次	190	全区
	表土剥离	m³	124625.00	拟建工程
	表土养护 (密目网覆盖, 撒播草籽)	hm²	****	表土堆放场
	表土管护	hm²	****	表土堆放场
	建筑拆除	m³	511.82	临时干堆场复垦、 监测管护
	硬化拆除	m³	102.36	
	建渣清运	m³	614.18	
	场地平整	m³	2.5591	
	场地翻耕	m³	2.5591	
	表土回覆	m³	15354.60	
	施肥	hm²	****	
	栽植乔木	株	5118	
	播撒草籽	hm²	****	
	复垦土壤质量监测	点·次	4	
	复垦植被监测	点·次	4	
	管护面积	hm²	****	
	塌陷土地-覆土	m³	6869.40	根据实际塌陷面积 进行工程量调整
	塌陷土地-施肥	hm²	****	
	塌陷土地-栽植乔木	株	2290	
	塌陷土地-播撒草籽	hm²	****	
	复垦土壤质量监测	点·次	4	
	复垦植被监测	点·次	4	
	管护面积	hm²	****	
	土地损毁监测	点·次	190	全区
第二阶段 (2028 年～ 2032 年)	复垦土壤质量监测	点·次	4	临时干堆场监测 管护
	复垦植被监测	点·次	4	

	管护面积	hm ²	*****	根据实际塌陷面积 进行工程量调整
	塌陷土地-覆土	m ³	11449.20	
	塌陷土地-施肥	hm ²	*****	
	塌陷土地-栽植乔木	株	3816	
	塌陷土地-播撒草籽	hm ²	*****	
	复垦土壤质量监测	点·次	8	
	复垦植被监测	点·次	8	
	管护面积	hm ²	*****	
第三阶段 (2033 年～ 2038 年)	土地损毁监测	点·次	228	全区
	塌陷土地-覆土	m ³	13738.80	根据实际塌陷面积 进行工程量调整
	塌陷土地-施肥	hm ²	*****	
	塌陷土地-栽植乔木	株	4580	
	塌陷土地-播撒草籽	hm ²	*****	
	复垦土壤质量监测	点·次	8	
	复垦植被监测	点·次	8	
	管护面积	hm ²	*****	
第四阶段 (2039 年～ 2043 年)	土地损毁监测	点·次	190	全区
	建筑拆除	m ³	2329.84	损毁场地复垦
	硬化拆除	m ³	465.97	
	建渣清运	m ³	2795.81	
	场地平整	hm ²	*****	
	场地翻耕	hm ²	*****	
	表土回覆	m ³	68899.70	
	施肥	hm ²	*****	
	栽植乔木	株	24359	
	播撒草籽	hm ²	*****	
	复垦土壤质量监测	点·次	124120	
	复垦植被监测	点·次	120	
	管护	hm ²	*****	
	塌陷土地-覆土	m ³	8127.66	根据实际塌陷面积 进行工程量调整
	塌陷土地-施肥	hm ²	*****	
	塌陷土地-栽植乔木	株	1062	
	塌陷土地-播撒草籽	hm ²	*****	
	复垦土壤质量监测	点·次	4	
	复垦植被监测	点·次	4	
	管护面积	hm ²	*****	

三、近期年度工作安排

(一) 地质环境治理工程近期年度计划

1、近期矿山地质环境治理任务、目标

初步建立矿山地质环境保护、治理的监督和管理机制，筹措矿山地质环境治理保证金，加快绿色矿山建设，促进矿山地质环境保护与矿山开发协调发展。对地质

灾害（隐患）点、矿区含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染进行预防、治理、修复、监测等。各类矿山地质环境防治工作按轻重缓急分摊于近期各年度中。

矿山为新建矿山，近期（2023 年～2027 年）包括：2 年基建期和 3 年生产期，各年度计划如下：

（1）2023 年度实施计划

①在矿区建立警示系统，在现场存在安全风险的重要部位和关键岗位必须设置能提供相应安全信息的安全警示牌；安全警示牌应设置在所涉及的相应危险地点或设备附近的最容易被观察到的地方，共设立警示牌 20 块；

②对现状滑坡隐患点进行治理，坡脚修筑浆砌石挡墙 60 m，坡顶和坡面修筑排水沟约 350m；

③在磨房沟上游和下游修筑 2 道拦砂坝，长度共计 40m，防治泥石流隐患；

④建立矿山地质环境监测体系并开展系统监测：

1）获取边坡、预测塌陷范围、雨量、河流流量数据背景值，初步建立地质灾害监测预警系统，对矿山实施地质灾害监测；

2）获取地下水水位、水质背景值，初步建立地下水监测系统，对矿山实施地下水监测；

3）获取地形地貌景观背景值，初步建立地形地貌景观监测系统，对矿山实施地形地貌景观监测；

4）获取矿区地表水、土壤环境背景值，初步建立矿区水土环境污染监测系统，对矿山实施水土环境污染监测。

（2）2024 年度实施计划

①开展边坡、预测塌陷范围、雨量、河流流量监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；

②开展矿山地下水水位、水质监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；对矿井进行导水带、导水裂隙进行排查封堵（主体工程）；

③开展矿山地形地貌景观和土地资源监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；

④开展矿山水土环境污染监测，同时进行数据与背景值对比，及时处理数据异常问题。

(3) 2025 年度实施计划

①开展边坡、预测塌陷范围、雨量、河流流量监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；

②开展矿山地下水水位、水质监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；对矿井进行导水带、导水裂隙进行排查封堵（主体工程）；

③开展矿山地形地貌景观和土地资源监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；

④开展矿山水土环境污染监测，同时进行数据与背景值对比，及时处理数据异常问题；

⑤对采空沉陷进行监测，塌陷沉降及地裂缝及时回填。

(4) 2026 年度实施计划

①开展边坡、预测塌陷范围、雨量、河流流量监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；

②开展矿山地下水水位、水质监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；对矿井进行导水带、导水裂隙进行排查封堵（主体工程）；

③开展矿山地形地貌景观和土地资源监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；

④开展矿山水土环境污染监测，同时进行数据与背景值对比，及时处理数据异常问题；

⑤对采空沉陷进行监测，塌陷沉降及地裂缝及时回填。

(5) 2027 年度实施计划

①开展矿山地质灾害监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；

②开展矿山地下水水位、水质监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；对矿井进行导水带、导水裂隙进行排查封堵（主体工程）；

③开展矿山地形地貌景观和土地资源监测，将监测数据与背景值比较，发现异常及时处理；

④开展矿山水土环境污染监测，同时进行数据与背景值对比，及时处理数据异常问题；

⑤对采空沉陷进行监测，塌陷沉降及地裂缝及时回填。

2、近期矿山地质环境治理主要措施和工程量

2023、2024 年为基建期，2025 年-2027 年为生产期，近期 5 年各年度矿山环境治理工程计划及工程量详见表 6-3。

表 6-3 矿山地质环境治理近期详细实施计划安排表

近期	工程措施	单位	工程量
2023 年度	警示牌	块	20
	挡土墙	m	60
	截（排）水沟	m	350
	拦砂坝	m	40
	预测塌陷地表变形监测- GNSS 位移自动监测仪	台	30
	边坡稳定性监测-GPS 监测仪	次	10
	雨量监测-雨量计	台	1
	溪流流量	次	8
	地下水水位-水位仪	台	4
	水质监测	次	12
	地形地貌景观破坏监测	次	1
	地表水质监测	次	18
	土壤质量监测	次	12
2024 年度	预测塌陷地表变形监测	次	自动监测
	边坡稳定性监测	次	自动监测
	雨量监测	次	自动监测
	溪流流量	次	8
	地下水水位监测	次	自动监测
	水质监测	次	12
	地形地貌景观破坏监测	次	1
	地表水质监测	次	18
	土壤质量监测	次	12
2025 年度	预测塌陷地表变形监测	次	自动监测
	边坡稳定性监测	次	自动监测
	雨量监测	次	自动监测
	溪流流量	次	8
	地下水水位监测	次	自动监测
	水质监测	次	12
	地形地貌景观破坏监测	次	1
	地表水质监测	次	18
	土壤质量监测	次	12
	地面塌陷、地裂缝回填	m ³	572.45
2026 年度	地表变形	次	自动监测
	边坡稳定性	次	自动监测
	雨量	次	自动监测
	溪流流量	次	8
	地下水水位	次	自动监测
	水质	次	12
	植被损毁面积	次	1

	地表水质	次	18
	土壤质量	次	12
	地面塌陷、地裂缝回填	m ³	572.45
2027 年度	地表变形	次	自动监测
	边坡稳定性	次	自动监测
	雨量	次	自动监测
	溪流流量	次	8
	地下水水位	次	自动监测
	水质	次	12
	植被损毁面积	次	1
	地表水质	次	18
	土壤质量	次	12
	地面塌陷、地裂缝回填	m ³	572.45

(二) 土地复垦工程近期年度计划

根据前文土地损毁预测情况，结合土地复垦服务年限，第一阶段(2023 年~2027 年)土地复垦计划安排如下：

1、第一阶段土地复垦目标、任务

第一阶段(2023 年~2027 年)包括：2 年基建期和 3 年生产期，由于热达门锂矿为新建矿山，第一阶段复垦工程相对较少，各年度计划如下：

(1) 2023 年度土地复垦实施计划

①对拟建设施场地进行表土剥离，将剥离的表土统一堆放至表土堆放场，剥离量共计 124625.00m³；采用密目网覆盖表土，并撒播草籽进行养护，养护面积*.****hm²。

②进行土地损毁监测 38 点·次，获取土地损毁监测背景值。

(2) 2024 年度土地复垦实施计划

①表土堆放场进行管护，管护面积*.****hm²；

②开展矿区土地损毁监测 38 点·次。

(3) 2025 年度土地复垦实施计划

①表土堆放场进行管护，管护面积*.****hm²；

②临时干堆场地使用完毕，开始进行复垦工作，复垦面积*.****hm²；

③持续开展矿区土地损毁监测 38 点·次；

④发现塌陷区土地损毁，及时进行恢复，复垦面积*.****hm²。

(4) 2026 年土地复垦实施计划

①表土堆放场进行管护，管护面积*.****hm²；

②对已复垦的临时干堆场进行复垦效果监测和管护，其中复垦土壤质量监测 2 点·次，复垦植被监测 2 点·次，管护*.****hm²；

③对已复垦塌陷区土地进行复垦效果监测和管护其中复垦土壤质量监测 2 点·次，复垦植被监测 2 点·次，管护*.****hm²；

④持续开展矿区土地损毁监测 38 点·次；

⑤发现塌陷区土地损毁，及时进行恢复，复垦面积*.****hm²。

(5) 2027 年土地复垦实施计划

①表土堆放场进行管护，管护面积*.****hm²；

②对已复垦的临时干堆场进行复垦效果监测和管护，其中复垦土壤质量监测 2 点·次，复垦植被监测 2 点·次，管护*.****hm²；

③对已复垦塌陷区土地进行复垦效果监测和管护其中复垦土壤质量监测 2 点·次，复垦植被监测 2 点·次，管护*.****hm²；

④持续开展矿区土地损毁监测 38 点·次；

⑤发现塌陷区土地损毁，及时进行恢复，复垦面积*.****hm²。

2、第一阶段复垦主要措施和工程量

2023 年、2024 年为基建期，2025 年~2027 年为生产期，第一阶段主要以表土剥离和临时干堆场复垦为主，各年度复垦工程计划及工程量详见表 6-4。

表 6-4 第一阶段土地复垦详细实施计划及工程量表

第一阶段	工程措施	单位	工程量	备注
2023 年度	表土剥离	m ³	124625.00	拟建场地
	表土养护	hm ²	****	表土堆放场
	土地损毁监测	点·次	38	全区
2024 年度	表土管护	hm ²	****	表土堆放场
	土地损毁监测	点·次	38	全区
2025 年度	土地损毁监测	点·次	38	全区
	表土管护	hm ²	****	表土堆放场
	建筑拆除	m ³	511.82	临时干堆场土地复垦工程
	硬化拆除	m ³	102.36	
	建渣清运	m ³	614.18	
	场地平整	hm ²	****	
	场地翻耕	hm ²	****	
	表土回覆	m ³	15354.60	
	施肥	hm ²	****	
	栽植乔木	株	5118	
	播撒草籽	hm ²	****	

	塌陷土地-覆土	m ³	2290.20	根据实际塌陷面积 进行工程量调整
	塌陷土地-施肥	hm ²	*****	
	塌陷土地-栽植乔木	株	763	
	塌陷土地-播撒草籽	hm ²	*****	
2026 年度	土地损毁监测	点·次	38	全区
	表土管护	hm ²	*****	表土堆放场
	复垦土壤质量监测	点·次	2	临时干堆场监测 管护工程
	复垦植被监测	点·次	2	
	管护	hm ²	*****	
	塌陷土地-覆土	m ³	2289.60	根据实际塌陷面积 进行工程量调整
	塌陷土地-施肥	hm ²	*****	
	塌陷土地-栽植乔木	hm ²	*****	
	塌陷土地-播撒草籽	hm ²	*****	
	复垦土壤质量监测	点·次	2	
	复垦植被监测	点·次	2	
	管护	hm ²	*****	
2027 年度	土地损毁监测	点·次	38	全区
	表土管护	hm ²	*****	表土堆放场
	复垦土壤质量监测	点·次	2	临时干堆场监测 管护工程
	复垦植被监测	点·次	2	
	管护	hm ²	*****	
	塌陷土地-覆土	m ³	2289.60	根据实际塌陷面积 进行工程量调整
	塌陷土地-施肥	hm ²	*****	
	塌陷土地-栽植乔木	株	763	
	塌陷土地-播撒草籽	hm ²	*****	
	复垦土壤质量监测	点·次	2	
	复垦植被监测	点·次	2	
	管护	hm ²	*****	

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）规范政策依据

- （1）《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）；
- （2）《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质灾害治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）；
- （3）《四川省国土资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报工作的通知》（川国土资发〔2017〕74号）；
- （4）《四川省地质灾害治理工程概（预）算标准》；
- （5）《四川省国土资源厅、四川省财政厅关于印发<营业税改增值税后地质灾害治理工程概（预）算标准调整办法>的通知》（川国土资发〔2017〕42号）；
- （6）四川省国土资源厅办公室关于印发《四川省矿山地质环境恢复治理工程勘查、可行性研究、施工图设计技术要求（试行）》、《四川省矿山地质环境恢复治理工程验收要求（试预算定额计价规则调整办法的通知）》
- （7）《土地开发整理项目资金管理暂行办法》（国土资发〔2000〕282号）；
- （8）《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）；
- （9）《四川省土地开发整理项目预算定额标准》（四川省财政厅、四川省国土资源厅川财投〔2012〕139号文件）；
- （10）四川省财政厅、国土资源厅《四川省土地开发整理项目施工机械台班费预算定额标准》以下简称《机械台班定额》；
- （11）四川省国土资源厅颁布的《四川省土地开发整理项目工程预算编制规定》（2012）以下简称《编规》；
- （12）《四川省国土资源厅、四川省财政厅关于营业税改增值税后四川省土地开发整理项目预算定额计价规则调整办法的通知》（川国土资发〔2017〕42号）；
- （13）四川省建设工程材料价格信息（2023年6月，阿坝州）；
- （14）国家、四川省和相关部门颁发的其他相关定额。

（二）基础单价

（1）本方案投资估算水平年为 2023 年，并以国家和地方政策文件规定的单价为标准。如与工程开工时间不在同一年份时，或物价有变动，应根据开工年的物价和政策在工程开工年重新调整。

（2）人工费单价：直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。人工费中人工单价根据《四川省土地开发整理项目估算定额标准》（2012）的规定计取。人工估算单价以十类工资地区，根据四川省《四川省人民政府关于调整全省最低工资标准的通知》（川府规〔2022〕1 号）计算所得，当地（阿坝州）最低工资标准为 1870 元/月，计算工人工资为：甲类工 151.14 元/工日，乙类工 139.08 元/工日。

表 7-1 甲类、乙类工人工日单价估算表

人工预算单价计算表（甲类）			
地区类别：十类工资区			
序号	项 目	计算公式	单价（元）
1	基本工资	$1870 \times 12 \div (250-10)$	93.50
2	辅助工资	以下四项之和	9.67
(1)	地区津贴	0.00	0.00
(2)	施工津贴	5.06	5.06
(3)	夜餐津贴	0.80	0.80
(4)	节日加班津贴	3.81	3.81
3	工资附加费	以下七项之和	47.97
(1)	职工福利基金	$(1+2) \times 14\%$	14.44
(2)	工会经费	$(1+2) \times 2\%$	2.06
(3)	养老保险费	$(1+2) \times 18\%$	18.57
(4)	医疗保险费	$(1+2) \times 4\%$	4.13
(5)	工伤保险费	$(1+2) \times 1.5\%$	1.55
(6)	职工失业保险基金	$(1+2) \times 2\%$	2.06
(7)	住房公积金	$(1+2) \times 5\%$	5.16
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	151.14
人工预算单价计算表（乙类）			
地区类别：十类工资区			
	项 目	计算公式	单价（元）
1	基本工资	$1870 \times 12 \div (250-10)$	93.50
2	辅助工资	以下四项之和	4.92
(1)	地区津贴	0	0.00
(2)	施工津贴	2.89	2.89
(3)	夜餐津贴	0.4	0.40
(4)	节日加班津贴	1.63	1.63

3	工资附加费	以下七项之和	40.66
(1)	职工福利基金	$(1+2) \times 14\%$	13.78
(2)	工会经费	$(1+2) \times 2\%$	1.97
(3)	养老保险费	$(1+2) \times 18\%$	17.72
(4)	医疗保险费	$(1+2) \times 4\%$	3.94
(5)	工伤保险费	$(1+2) \times 1.5\%$	1.48
(6)	职工失业保险基金	$(1+2) \times 2\%$	1.97
(7)	住房公积金	$(1+2) \times 5\%$	4.92
4	人工工日预算单价	基本工资+辅助工资+工资附加费	139.08

(3) 主要材料预算价格：本工程所需建筑材料采用《四川工程造价信息》2023年6月阿坝州的材料价格（不含税价）计算。

表 7-2 主要材料单价估算表

序号	名称及规格	单位	预算价格
1	柴油	kg	8.05
2	水泥 32.5	kg	0.54
3	块石	m ³	160
4	粗砂	m ³	170
5	水	m ³	3
6	电	kwh	0.6
7	风	m ³	0.01
8	乔木树苗（带土球） 20cm	株	15
9	灌木 裸眼 100cm	株	5
10	草籽	kg	50
11	肥料	项	3500

（三）费用构成

1、矿山地质环境治理费用构成

本工程为滑坡及泥石流治理工程，因此根据《四川省地质灾害治理工程概（预）标准（试行）》，本项目按照崩塌、滑坡治理工程、泥石流治理工程和其他地质灾害治理工程的取费标准进行取费。

工程费主要包括建筑工程费和独立费用构成。建筑工程包括主体建筑工程、施工临时工程；独立费用由建设管理费、科研勘测设计费、建设及施工场地征用费、环境保护及水土保持和其他组成。

（1）建筑工程费

根据《四川省国土资源厅、四川省财政厅关于印发<营业税改增值税后地质灾害治理工程概（预）算标准调整办法>的通知》（川国土资发〔2017〕42号），建筑工程费按照“价税分离”原则计算。即：

建筑工程费=税前工程造价×（1+9%）

其中，9%为建筑业增值税税率。

税前工程造价为人工费、材料费、机械使用费、措施费、规费、企业管理费、利润和价差之和。各项费用项目均以不包含增值税进项税额的价格计算。企业管理费包括现场管理费、企业总部管理费和城市维护建设税、教育费附加、地方教育附加。

根据《四川省国土资源厅、四川省财政厅关于印发<营业税改增值税后地质灾害治理工程概（预）算标准调整办法>的通知》（川国土资发〔2017〕42号），按照崩塌、滑坡治理工程、泥石流治理工程和其他地质灾害治理工程进行取费。

①规费按表 7-3 确定的费率进行取费。

表 7-3 规费费率取费表

工程类别	取费基础	规费费率%							
		土方工程	石方工程	砌石工程	混凝土工程	模板工程	钻孔灌浆及锚固工程	绿化	其它工程
泥石流治理工程	直接费	3.6	2.6	2.6	2.4	2.4	2.9	2.6	2.6
崩塌、滑坡治理工程	直接费	3.7	2.7	2.7	2.4	2.4	2.9	2.7	2.7
其他地质灾害治理工程	直接费	3.7	2.7	2.7	2.4	2.4	2.9	2.7	2.7

②企业管理费按表 7-4 确定的费率进行取费。

表 7-4 企业管理费费率取费表

工程类别	取费基础	企业管理费费率%							
		土方工程	石方工程	砌石工程	混凝土工程	模板工程	钻孔灌浆及锚固工程	绿化	其它工程
泥石流治理工程	直接费	15.0	15.1	15.1	9.6	11.0	12.1	12.1	12.1
崩塌、滑坡治理工程	直接费	6.6	11.1	10.7	7.6	9.7	11.9	8.8	8.8
其他地质灾害治理工程	直接费	6.6	11.1	10.7	7.6	9.7	11.9	8.8	8.8

③利润按直接费和间接费之和的 7%计算。

④税金=税前工程造价（不含进项税）×增值税税率（9%）

⑤施工临时工程费

施工临时工程费包括施工供电、施工便道、施工仓库等。由于矿山生产、生活设施齐全，施工便道、施工供电设施等不计取费用；施工仓库、办公、生活及文化福利建筑等均利用矿山现有设施不计取费用；

（2）独立费用

由建设管理费、科研勘测设计费、建设及施工场地征用费、环境保护及水土保持和其他组成。其计算见表 7-5。

表 7-5 独立费计算说明表

序号	费 用 名 称	取费标准
F1	一、建设管理费	F11+F12+F13+F14
F11	1、项目建设管理费	F111 + F112
F111	（1）建设单位管理费	按《编制与审查规定（试行）》差额累进法计算
F112	（2）工程验收费	建安费 1.3%计算，最低 5000 元
F12	2、造价咨询费	F121+F122+F123
F121	（1）竣工结算审核费	按《编制与审查规定（试行）》计算
F13	3、招标代理服务费	F131+F132+F133+F134
F133	（1）工程施工招标（比选）服务费	按《招标代理服务收费管理暂行办法》计算
F14	4、工程建设监理费	F141×F142×F143
F141	（1）监理费基价	直线内插法计算
F142	（2）工程复杂程度系数	工程复杂程度系数
F143	（3）高程调整系数	高程调整系数
F2	二、科研勘测设计费	F21+F22+F23
F21	1、矿山地质环境恢复治理方案编制费	按《设计预算标准（试行）》计算
F22	2、勘查费	
F23	3、设计费	
F231	（1）可行性和初步设计费	
F232	（2）施工图设计费	
F233	（3）设计审查费	
F2331	①初步设计及以前阶段费	
F2332	②施工图设计阶段费	
F3	三、建设及施工场地征用费	按照阿坝州人民政府颁布赔偿标准
F4	四、环境保护及水土保持费	建安费合计*1%
F5	五、其他	F51 + F52 + F53

F51	(1) 工程保险费	建安费合计*0.45
F52	(2) 工程质量检测费	建安费合计*0.08
F53	(3) 监测费	建安费合计*2%

(3) 监测费

矿山地质环境监测费主要由人工巡查费、地质灾害监测费、含水层监测费、地形地貌景观监测、水土污染监测费等组成。费用估算单价根据川自然资发〔2018〕9号《四川省地质灾害治理工程概（预）算标准-编制与审查规定》（修订）附录21四川省矿山地质环境保护与土地复垦方案经费估算建议计算方法中矿山地质环境监测工程估算单价参考表、《水文业务经费定额标准》（2014年版），并参照同类矿山地质环境监测取费标准，综合其他矿山多年来监测过程中价格浮动，进行划定各项目监测费单价见表7-6。

表 7-6 监测费用计算标准

监测项目		单位	单价（元）	备注
地质灾害监测	采空区塌陷沉降监测（GNSS 位移自动监测仪）	台	10000	购买仪器、自动监测
	边坡稳定性监测（GPS 监测仪）	台	10000	购买仪器、自动监测
	雨量（雨量自动监测仪）	台	9000	购买仪器、自动监测
	溪流流量	点·次	2000	
含水层监测	地下水水位	台	6000	购买仪器、自动监测
	水质	点·次	1250	
地形地貌景观破坏监测	植被损毁面积	点·次	10000	购买高精度影像、遥感解译
水土环境污染监测	地表水质	点·次	1250	
	土壤质量	点·次	650	
人工巡查	矿山地质环境问题巡查	点·次	200	

(4) 预备费

①基本预备费

基本预备费指在施工过程中因自然灾害，设计变更及其他不可预见因素的变化而增加的费用。热达门锂矿为新建矿山，存在不确定因素较多，本方案按工程建筑工程费和、独立费用、监测费用之和的10%计取。

②风险金

风险金是指可预见而目前技术上无法完全避免的矿山地质环境治理过程中可

能发生风险的备用金。本方案按工程建筑工程费、独立费用、监测费用之和的 10% 计取。

2、矿区土地复垦费用构成

依据热达门锂矿土地复垦工程量及工程实施环节划分，同时借鉴《四川省土地开发整理项目预算定额标准》，本项目土地复垦费用包括工程施工费、设备费、其他费用（前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费）、监测费与管护费、预备费四个部分。

（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

直接费包括直接工程费和措施费。

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。

a.人工费

人工费定额：人工单价根据《四川省土地开发整理项目估算定额标准》（2012）的规定计取。人工估算单价以十类工资地区，根据四川省《四川省人民政府关于调整全省最低工资标准的通知》（川府规〔2022〕1号）计算所得，当地（阿坝州）最低工资标准为 1870 元/月，计算工人工资为：甲类工 151.14 元/工日，乙类工 139.08 元/工日。

b.材料费

材料费定额的计算，材料用量按照《四川省土地开发整理项目估算定额标准》（2012）编制，本次估算编制材料价格全部以材料到工地实际价格计算。材料费=定额材料用量×材料估算单价。

c.施工机械使用费

施工机械使用费定额的计算，台班定额和台班费定额依据《四川省土地开发整理项目估算定额标准》（2012）编制。施工机械使用费=定额机械使用量（台班）×施工机械台班费（元/台班）。

②措施费

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。措施费=直接工程费（或人工费）×措施费率。

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和特殊地区施工增加费。依据《四川省土地开发整理项目预算定额标准》，根据工程性质措施费取费标准见表 7-7。

表 7-7 措施费费率表

工程类别	计算基础	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 (%)	安全生产费	合计 (%)
土方工程	直接工程费	2	0.7	0	0.7	0.3	3.7
石方工程	直接工程费	2	0.7	0	0.7	0.3	3.7
砌体工程	直接工程费	2	0.7	0	0.7	0.3	3.7
混凝土工程	直接工程费	3	0.7	0.2	0.7	0.3	4.9
其他工程	直接工程费	2	0.7	0	0.7	0.3	3.7
安装工程	直接工程费	3	0.7	0	0.7	0.3	4.7

其中，冬雨季施工增加费的计算方法是根据本区域在秋冬季节施工，阴雨日较多情况，按直接工程费的百分率计算，费率取 0.7%。

夜间施工增加费仅指混凝土工程中需连续作业工程部分。

施工辅助费按直接工程费的百分率计算，其中安装工程为 1%，建筑工程为 0.7%，安全文明施工费费率取 0.3%。

2) 间接费

间接费由规费、企业管理费组成。依据《四川省国土资源厅、四川省财政厅关于营业税改增值税后四川省土地开发整理项目预算定额计价规则调整办法的通知》，其中企业管理费的组成内容增加城市维护建设税、教育费附加以及地方教育费附加。据此，各类工程（除安装工程不变化）的间接费率均增加 1 个百分点。根据工程性质不同间接费标准见下表（表 7-8）。

表 7-8 间接费费率表

工程类别	计算基础	间接费费率 (%)
土方工程	直接工程费	6
石方工程	直接工程费	7
砌体工程	直接工程费	6
混凝土工程	直接工程费	6
其他工程	直接工程费	6
安装工程	人工费	65

3) 利润

热达门锂矿土地复垦项目利润按直接费与间接费之和的 7%计取。

4) 税金

指按国家及我省有关规定应计入工程施工费用内的增值税销项税额。依据《四川省国土资源厅、四川省财政厅关于营业税改增值税后四川省土地开发整理项目预算定额计价规则调整办法的通知》，

增值税销项税额=税前工程造价×税率（9%）。

（2）设备购置费

热达门锂矿土地复垦工作为委托具有相关资质的单位复垦，复垦工程实施所需设备均为施工单位自有，本方案不计算设备费。

（3）其它费用

其他费用包括：前期工作费、工程监理费、竣工资收费和业主管理费。

由前期工作费、工程监理费、竣工资收费和业主管理费组成。

①前期工作费：包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标费等，前期工作费按工程施工费的 7%计算。

②工程监理费

工程监理费按工程施工费的 2.0%计算。

③竣工资收费

竣工资收费主要包括：项目工程验收费、项目决算编制及决算审计费、整理后土地的重估与登记费、基本农田补划与标志设定费等。项目工程验收费按工程施工费的 0.6%计算；项目决算编制及决算审计费按工程施工费的 0.9%计算；整理后土地的重估与登记费按不超过工程施工费的 0.6%计算；基本农田补划与标志设定费按不超过工程施工费的 0.1%计算。具体各项取费见竣工资收费预算表。

④业主管理费

业主管理费按不超过工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工资收费之和的 2%计算。

（4）复垦监测和管护费

根据川自然资发〔2018〕9号《四川省地质灾害治理工程概（预）算标准-编制

与审查规定》（修订）中附录 21 四川省矿山地质环境保护与土地复垦方案经费估算建议计算方法中土地复垦监测工程估算单价参考表，并结合当地社会平均取值标准计费，综合取费：土地损毁监测取 1000 元/次，土地复垦土壤质量监测取 500 元/次，复垦植被监测取 1000 元/次；林地草地管护综合取 2000 元/hm²。

（5）预备费

预备费是在考虑了矿山地质环境保护与土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致矿山地质环境保护与复垦费用增加的一项费用。本方案预备费主要包括基本预备费、价差预备费和风险金。

①基本预备费

指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。本项目为新建矿山，存在不确定因素较多，本项目按工程施工费和其他费用之和的 10%计取。

②价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工、材料和设备价格）上涨、国家宏观调控以及地方经济发展等因素而增加的费用。

根据下面公式计算价差预备费。

$$W_i = a_i [(1+R)^i - 1]$$

式中：i——工程实施年度；

W_i ——第 i 年的价差预备费；

a_i ——第 i 年的复垦静态投资费用；

R——价差预备费费率，在参考有关研究文献的基础上，一般根据国家规定的投资综合价格指数，本项目按 7%计。

③风险金

是指可预见而目前技术上无法完全避免的工程实施过程中可能发生的风险的备用金。由于热达门锂矿后续转为地下开采，不确定因素较多，本方案确定风险金按工程施工费、设备费、其他费用三项之和的 10%计取。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）工程量汇总

本方案对矿山地质环境治理工程以地质灾害治理和矿山地质环境监测为主，通

过对矿山服务期内需要实施的治理工程量进行初步估算，估算结果汇总于表 7-9。

表 7-9 矿山地质环境治理工程总工程量表

序号	工程或费用名称	单位	数量
一、	矿山地质环境治理工程		
(1)	挡土墙工程		
1	基槽开挖（土方）	m ³	991.20
2	土石方回填	m ³	376.80
3	土石方运输	m ³	614.40
4	浆砌块料 块石	m ³	486.00
5	C20 砼压顶	m ³	6.00
6	C15 砼垫层	m ³	33.60
7	PVC 管（φ100）	m	105.00
8	伸缩缝	m ²	32.40
(2)	截（排）水沟		
1	土方开挖	m ³	75.00
2	土方回填	m ³	32.40
3	土石方运输	m ³	42.60
4	浆砌块石	m ³	23.40
5	C15 砼垫层	m ²	4.80
6	M10 砂浆抹面	m ²	15.90
7	伸缩缝	m ²	1.56
(3)	拦砂坝工程		
1	基槽开挖（石方）	m ³	677.38
2	基槽开挖（土方）	m ³	127.58
3	土石方运输	m ³	387.15
4	浆砌块料 块石	m ³	474.91
5	浆砌石护坦	m ³	26.90
6	伸缩缝	m ²	59.98
7	C20 砼压顶	m ³	3.70
8	C15 砼垫层	m ³	30.05
9	泄水孔	m	36.90
10	反滤层	m ³	1.67
(4)	塌陷区回填工程		
1	土石方运输	m ³	10876.55
2	土石方回填	m ³	10876.55
(5)	矿井封堵工程		
1	浆砌块石	m ³	1086.00
(6)	警示牌工程		
1	警示牌（开挖、回填、安装）	个	20
二、	矿山地质环境监测工程		

(1)	地质灾害监测		
1	GNSS 位移自动监测仪（采空沉陷）	台	30
2	GPS 监测仪（边坡稳定性）	台	10
3	雨量计 1 台（雨量监测）	台	1
4	溪流流量	点·次	168
(2)	地下水环境破坏监测		
1	水位仪（地下水水位）	台	4
2	水质	点·次	252
(3)	地形地貌景观破坏监测		
1	购买高精度影像，遥感解译	点·次	21
(4)	水土环境污染监测		
1	地表水质	点·次	378
2	土壤质量	点·次	252

（二）总投资估算

矿山地质环境治理工程静态总投资为 760.14 万元。其中主体建筑工程费 337.74 万元、独立费用 102.68 万元、监测费 193.03 万元、基本预备费 63.34 万元、风险金 63.34 万元。动态总投资 1313.29 万元，其中价差预备费 553.25 万元。矿山地质环境治理工程总估算见表 7-10。

表 7-10 矿山地质环境保护与治理工程估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占静态总投资比例
一	主体建筑工程	214.67	44.43%
二	施工临时工程	0.00	0.00%
三	独立费	71.42	13.51%
四	监测费	215.66	25.39%
五	预备费	100.35	16.67%
(1)	基本预备费	50.18	8.33%
(2)	风险金	50.18	8.33%
(3)	价差预备费	553.25	
六	静态总投资	602.10	100.00%
七	动态总投资	1313.39	

（三）单项工程量与投资估算

1、主体建筑工程费

矿山地质环境治理主体建筑工程费估算详见表 7-11~7-16。

表 7-11 矿山地质环境治理主体建筑工程费估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	综合单价（元）	综合合价（元）
一、	矿山地质环境治理工程				
(1)	挡土墙工程				
1	基槽开挖（土方）	m ³	991.20	12.06	11953.87
2	土石方回填	m ³	376.80	75.14	28312.75
3	土石方运输	m ³	614.40	89.55	55019.52
4	浆砌块料 块石	m ³	486.00	648.51	315175.86
5	C20 砼压顶	m ³	6.00	784.37	4706.22
6	C15 砼垫层	m ³	33.60	593.64	19946.30
7	PVC 管（φ100）	m	105.00	41.07	4312.35
8	伸缩缝	m ²	32.40	204.02	6610.25
(2)	截（排）水沟				
1	土方开挖	m ³	75.00	12.06	904.50
2	土方回填	m ³	32.40	75.14	2434.54
3	土石方运输	m ³	42.60	89.55	3814.83
4	浆砌块石	m ³	23.40	648.51	15175.13
5	C15 砼垫层	m ²	4.80	593.64	2849.47
6	M10 砂浆抹面	m ²	15.90	17.73	281.91
7	伸缩缝	m ²	1.56	204.02	318.27
(3)	拦砂坝工程				
1	基槽开挖（土方）	m ³	677.38	12.06	8169.20
2	基槽开挖（土方）	m ³	127.58	75.14	9586.36
3	土石方运输	m ³	387.15	89.55	34669.28
4	浆砌块料 块石	m ³	474.91	648.51	307983.88
5	浆砌石护坦	m ³	26.90	316.06	8502.01
6	伸缩缝	m ²	59.98	204.02	12237.12
7	C20 砼压顶	m ³	3.70	784.37	2902.17
8	C15 砼垫层	m ³	30.05	593.64	17838.88
9	泄水孔	m	36.90	41.07	1515.48
10	反滤层	m ³	1.67	161.43	269.59
(4)	塌陷区回填工程				
1	土石方运输	m ³	10876.55	89.55	973994.60
2	土石方回填	m ³	10876.55	75.14	817263.59
(5)	矿井封堵工程				
1	浆砌块石	m ³	1086.00	648.51	704281.86
(6)	警示牌工程				
1	警示牌（开挖、回填、安装）	块	20	317.14	6342.80
合计（元）					3377372.62

表 7-12 矿山地质环境治理工程综合单价分析表（单位：元）

序号	名称	单位	单价	其中							
				人工费	材料费	机械使用费	措施费	间接费	利润	材料价差	税金
1	人工凿石	m ³	94.82	63.86	0.00	8.56	1.33	7.08	5.66	0.50	7.83
2	挖土方	m ³	12.06	6.75	0.42	1.68	0.40	0.47	0.68	0.66	1.00
3	挖石方	m ³	36.64	18.98	6.78	2.36	1.27	2.03	2.20	0.00	3.03
4	伸缩缝	m ²	204.02	69.30	80.81	0.04	9.46	15.32	12.25	0.00	16.85
5	土石方回填	m ³	75.14	43.01	2.79	12.86	2.64	3.13	4.51	0.00	6.20
6	土石方外运	m ³	89.55	32.39	0.58	25.57	2.63	3.12	4.50	13.36	7.39
7	C15 砼垫层	m ³	593.64	149.24	153.55	46.83	23.55	21.08	16.85	133.52	49.02
8	C20 砼压顶	m ³	784.37	206.32	184.14	60.29	28.40	46.00	36.76	157.69	64.76
9	PVC 管 (φ100)	m	41.07	19.86	6.53	2.60	1.33	2.28	1.83	3.25	3.39
10	浆砌块石	m ³	648.51	227.48	130.53	7.21	16.43	31.30	28.91	153.11	53.55
11	警示牌安装	个	317.14	47.57	187.42	12.34	12.34	12.34	19.00	0.00	26.14

表 7-13 台班定额取费表（单位：元）

序号	名称及规格	台时费	其中				
			折旧费	修理及替换设备费	安拆费	人工费	动力燃料费
1	土石方机械 单斗挖掘机 液压 斗容(m ³) 1.0	163.10	30.98	22.94	2.18	62.45	44.55
2	土石方机械 单斗挖掘机 液压 斗容(m ³) 4.0	477.78	188.45	93.23		62.45	133.65
3	土石方机械 推土机 功率(kW) 59	102.24	9.39	11.73	0.49	55.51	25.12
4	土石方机械 蛙式夯实机 功率(kW) 2.8	54.12	0.15	0.91		46.26	6.80
5	土石方机械 风钻 手持式	29.93	0.47	1.70			27.76

6	混凝土机械 混凝土搅拌机 出料 (m³) 0.4	62.20	2.86	4.81	1.07	30.07	23.39
7	混凝土机械 振捣器 插入式 功率 (kW) 1.1	3.56	0.28	1.10			2.18
8	混凝土机械 风 (砂) 水枪 耗风量 (m³/min) 6.0	41.01	0.21	0.38			40.42
9	运输机械 载重汽车 载重量 (t) 5.0	68.75	6.76	9.78		30.07	22.14
10	运输机械 自卸汽车 载重量 (t) 3.5	64.19	6.88	3.56		30.07	23.68
11	运输机械 胶轮车	0.81	0.23	0.58			
12	运输机械 机动翻斗车 载重量 (t) 1.0	36.72	1.06	1.10		30.07	4.49
13	起重机械 履带起重机 油动 起重量 (t) 15	145.52	32.94	20.08	1.41	55.51	35.58
14	起重机械 汽车起重机 起重量 (t) 5.0	102.71	11.23	11.19		62.45	17.84
15	钻孔灌浆机械 灰浆搅拌机	50.18	0.72	2.05	0.20	30.07	17.14
16	其他机械 电焊机 交流 (kVA) 25	40.09	0.29	0.27	0.09		39.44
17	其他机械 切断机 功率 (kW) 20	79.70	1.03	1.54	0.28	30.07	46.78

表 7-14 混凝土材料单价计算表

编号	混凝土 标号	水泥 强度 等级	级配	预算量						单价 (元)
				水泥 (kg)	掺和料 (kg)	砂 (m³)	石子 (m³)	外加剂 (kg)	水 (kg)	
PH00010	混凝土 纯混凝土 C20 2 级配 水泥 32.5【粗砂换中砂】	32.5	2	310.000		0.480	0.794		0.161	168.62
PH00148	砂浆 砌筑砂浆 M 10【粗砂换中砂】			321.000		1.078			0.193	157.79

表 7-15 次要材料单价表

序号	名称及规格	单位	原价	运杂费	合价（元）
1	沥青	t	4500		4500
2	型钢	kg	4.8		4.8
3	组合钢模板	kg	5.5		5.5
4	炸药	kg	5		5
5	导爆管	m	3		3
6	导电线	m	1		1
7	电雷管	个	1		1
8	非电毫秒雷管	个	1		1
9	阀门	个	30		30
10	法兰螺栓	kg	6.5		6.5
11	法兰盘	副	20		20
12	管件	kg	20		20
13	卡扣件	kg	5		5
14	铁件	kg	5		5
15	铁件及预埋铁件	kg	5.5		5.5
16	合金钻头	个	45		45
17	橡胶石棉板	kg	1		1
18	预制混凝土柱	m ³	260		260
19	土工布	m ²	5		5
20	锯材	m ³	1100		1100
21	电焊条	kg	5		5
22	氧气	m ³	2.66		2.66

表 7-16 工程定额综合单价表

单位：元

项目编号：	2.1	项目名称：挖土方	定额单位：100m ³		
定额组成：[D010570]×0.6+[D010032]×0.4					
施工方法（工作内容）：挖松、堆放。					
编号	名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接费				924.87
（一）	直接工程费				885.04
1	人工费				674.91
（1）	初级工	工时	32.43	20.34	659.63
（2）	工长	工时	0.58	26.35	15.28
2	材料费				42.14
（1）	零星材料费	%	5.00	233.08	11.65
（2）	零星材料费	%	5.00	609.82	30.49
3	机械费				167.99
（1）	土石方机械 单斗挖掘机 液压 斗容(m ³) 1.0	台时	1.03	163.10	167.99

(二)	措施费				39.83
1	冬季施工增加费				
2	雨季施工增加费				
3	夜间施工增加费	%		885.04	
4	特殊地区施工增加费				
5	临时设施费	%	1.80	885.04	15.93
6	安全文明生产措施费	%	2.00	885.04	17.70
7	其他费	%	0.70	885.04	6.20
二	间接费				47.17
(一)	企业管理费	%	2.60	924.87	24.05
(二)	规费	%	2.50	924.87	23.12
三	企业利润	%	7.00	972.04	68.04
四	价差				66.43
(1)	柴油	kg	15.341	4.33	66.43
五	税金	%	9.00	1106.51	99.59
	合计		-	-	1206.10
项目编号:	3.4 4.9	项目名称: C20 砼	定额单位: 100m³		
定额组成: [D040071]+[D040127]×1.03+[D040146]×1.03					
施工方法(工作内容): 装、运、卸、空回。 场内配运水泥、骨料, 投料、加水、加外加剂、搅拌、出料、清洗。					
编号	名称	单位	数量	单价(元)	合计(元)
一	直接费				47914.95
(一)	直接工程费				45075.21
1	人工费				20632.04
(1)	工长	工时	14.17	26.35	373.38
(2)	高级工	工时	23.53	25.28	594.84
(3)	中级工	工时	457.95	23.13	10592.38
(4)	初级工	工时	445.99	20.34	9071.44
2	材料费				18414.36
(1)	水	m³	120.00	2.45	294.00
(2)	混凝土 纯混凝土 C20 2 级配 水泥 32.5【粗砂换中砂】	m³	103.00	168.62	17367.86
(3)	其他材料费	%	2.00	17661.86	353.24
(4)	零星材料费	%	2.00	10233.90	204.68
(5)	零星材料费	%	5.00	3891.66	194.58
3	机械费				6028.81
(1)	混凝土机械 振捣器 插入式 功率(kW) 1.1	台时	33.00	3.56	117.48

(2)	混凝土机械 风（砂）水枪 耗风量（m³/min） 6.0	台时	42.90	41.02	1759.76
(3)	运输机械 胶轮车	台时	141.06	0.81	114.26
(4)	混凝土机械 混凝土搅拌机 出料（m³） 0.4	台时	30.59	62.20	1902.70
(5)	运输机械 机动翻斗车 载重量（t） 1.0	台时	53.02	36.72	1946.89
(6)	其他机械费	%	10.00	1877.24	187.72
(二)	措施费				2839.74
1	冬季施工增加费				
2	雨季施工增加费				
3	夜间施工增加费	%		45075.21	
4	特殊地区施工增加费				
5	临时设施费	%	3.60	45075.21	1622.71
6	安全文明生产措施费	%	2.00	45075.21	901.50
7	其他费	%	0.70	45075.21	315.53
二	间接费				4599.84
(一)	企业管理费	%	6.60	47914.95	3162.39
(二)	规费	%	3.00	47914.95	1437.45
三	企业利润	%	7.00	52514.79	3676.04
四	价差				15769.47
(1)	水泥 32.5	t	31.930	275	8780.75
(2)	中砂	m³	49.440	98	4845.12
(3)	卵石 40mm	m³	81.782	22	1799.20
(4)	柴油	kg	79.537	4.33	344.40
五	税金	%	9.00	71960.3	6476.43
	合计		-	-	78436.73
项目编号：	2.4 3.8 4.7	项目名称：伸缩缝		定额单位：100m²	
定额组成：[D040294]					
施工方法（工作内容）：沥青油毛毡：清洗缝面、熔化、涂刷沥青、铺油毡。 沥青木板：木板制作、熔化、涂沥青、安装。					
编号	名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接费				15961.09
(一)	直接工程费				15015.14
1	人工费				6929.80
(1)	工长	工时	14.95	26.35	393.93
(2)	高级工	工时	104.52	25.28	2642.27

(3)	中级工	工时	89.57	23.13	2071.75
(4)	初级工	工时	89.57	20.34	1821.85
2	材料费				8080.85
(1)	锯材	m³	2.20	1100	2420.00
(2)	沥青	t	1.240	4500	5580.00
(3)	木柴	t	0.420	2	0.84
(4)	其他材料费	%	1.00	8000.84	80.01
3	机械费				4.49
(1)	运输机械 胶轮车	台时	5.54	0.81	4.49
(二)	措施费				945.95
1	冬季施工增加费				
2	雨季施工增加费				
3	夜间施工增加费	%		15015.14	
4	特殊地区施工增加费				
5	临时设施费	%	3.60	15015.14	540.55
6	安全文明生产措施费	%	2.00	15015.14	300.30
7	其他费	%	0.70	15015.14	105.11
二	间接费				1532.26
(一)	企业管理费	%	6.60	15961.09	1053.43
(二)	规费	%	3.00	15961.09	478.83
三	企业利润	%	7.00	17493.35	1224.53
四	价差				
五	税金	%	9.00	18717.88	1684.61
	合计		-	-	20402.49
项目编号:	2.5 3.9 4.3 6.1	项目名称: 土石方回填	定额单位: 100m³		
定额组成: [D010967]					
施工方法（工作内容）：1.松填不夯实：包括 5m 以内取土（石渣）回填。 2.夯填土：包括 5m 内取土、倒土、平土、洒水、夯实（干密度 1.6g / cm³ 以下）。					
编号	名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接费				6130.06
(一)	直接工程费				5866.09
1	人工费				4300.86
(1)	工长	工时	4.19	26.35	110.41
(2)	初级工	工时	206.02	20.34	4190.45
2	材料费				279.34

(1)	零星材料费	%	5.00	5586.75	279.34
3	机械费				1285.89
(1)	土石方机械 蛙式夯实机 功率（kW） 2.8	台时	23.76	54.12	1285.89
(二)	措施费				263.97
1	冬季施工增加费				
2	雨季施工增加费				
3	夜间施工增加费	%		5866.09	
4	特殊地区施工增加费				
5	临时设施费	%	1.80	5866.09	105.59
6	安全文明生产措施费	%	2.00	5866.09	117.32
7	其他费	%	0.70	5866.09	41.06
二	间接费				312.63
(一)	企业管理费	%	2.60	6130.06	159.38
(二)	规费	%	2.50	6130.06	153.25
三	企业利润	%	7.00	6442.69	450.99
四	价差				
五	税金	%	9.00	6893.68	620.43
	合计		-	-	7514.11
项目编号:	1.2 2.6 3.10 4.4	项目名称: 土石方外运		定额单位: 100m³	
定额组成: [D010303]					
施工方法（工作内容）：人工装车、运输、卸车、空回等。					
编号	名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接费				6117.65
(一)	直接工程费				5854.21
1	人工费				3239.15
(1)	初级工	工时	159.25	20.34	3239.15
2	材料费				57.96
(1)	零星材料费	%	1.00	5796.25	57.96
3	机械费				2557.10
(1)	土石方机械 推土机 功率（kW） 59	台时	0.50	102.24	51.12
(2)	运输机械 自卸汽车 载重量（t） 3.5	台时	39.04	64.19	2505.98
(二)	措施费				263.44
1	冬季施工增加费				
2	雨季施工增加费				

3	夜间施工增加费	%		5854.21	
4	特殊地区施工增加费				
5	临时设施费	%	1.80	5854.21	105.38
6	安全文明生产措施费	%	2.00	5854.21	117.08
7	其他费	%	0.70	5854.21	40.98
二	间接费				312.00
(一)	企业管理费	%	2.60	6117.65	159.06
(二)	规费	%	2.50	6117.65	152.94
三	企业利润	%	7.00	6429.65	450.08
四	价差				1336.13
(1)	柴油	kg	4.158	4.33	18.00
(2)	汽油	kg	300.600	4.385	1318.13
五	税金	%	9.00	8215.86	739.43
	合计		-	-	8955.29
项目编号:	3.1	项目名称: 挖石方		定额单位: 100m³	
定额组成: [D020069]					
施工方法（工作内容）：钻孔、爆破、撬移、解小、翻渣、清面。					
编号	名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接费				2939.01
(一)	直接工程费				2812.45
1	人工费				1898.41
(1)	工长	工时	1.82	26.35	47.96
(2)	中级工	工时	14.04	23.13	324.75
(3)	初级工	工时	75.01	20.34	1525.70
2	材料费				678.31
(1)	合金钻头	个	0.99	45	44.55
(2)	炸药	kg	27.00	5	135.00
(3)	电雷管	个	4.83	1	4.83
(4)	非电毫秒雷管	个	20.46	1	20.46
(5)	导电线	m	115.00	1	115.00
(6)	导爆管	m	85.00	3	255.00
(7)	其他材料费	%	18.00	574.84	103.47
3	机械费				235.73
(1)	土石方机械 风钻 手持式	台时	7.16	29.93	214.30
(2)	其他机械费	%	10.00	214.30	21.43

(二)	措施费				126.56
1	冬季施工增加费				
2	雨季施工增加费				
3	夜间施工增加费	%		2812.45	
4	特殊地区施工增加费				
5	临时设施费	%	1.80	2812.45	50.62
6	安全文明生产措施费	%	2.00	2812.45	56.25
7	其他费	%	0.70	2812.45	19.69
二	间接费				202.79
(一)	企业管理费	%	4.40	2939.01	129.32
(二)	规费	%	2.50	2939.01	73.48
三	企业利润	%	7.00	3141.8	219.93
四	价差				
五	税金	%	9.00	3361.73	302.56
	合计		-	-	3664.29
项目编号:	2.2 3.3 4.5 6.2	项目名称: 浆砌块石		定额单位: 100m³	
定额组成: [D030037]					
施工方法（工作内容）：选石、修石、冲洗、拌浆、砌石、勾缝。					
编号	名称	单位	数量	单价（元）	合计（元）
一	直接费				38165.52
(一)	直接工程费				36522.03
1	人工费				22747.62
(1)	工长	工时	21.06	26.35	554.93
(2)	中级工	工时	428.35	23.13	9907.74
(3)	初级工	工时	603.98	20.34	12284.95
2	材料费				13052.92
(1)	块石	m³	108.00	70	7560.00
(2)	砂浆 砌筑砂浆 M 10【粗砂换中砂】	m³	34.40	157.79	5427.98
(3)	其他材料费	%	0.50	12987.98	64.94
3	机械费				721.49
(1)	钻孔灌浆机械 灰浆搅拌机	台时	10.21	50.18	512.34
(2)	运输机械 胶轮车	台时	258.21	0.81	209.15
(二)	措施费				1643.49
1	冬季施工增加费				
2	雨季施工增加费				

3	夜间施工增加费	%		36522.03	
4	特殊地区施工增加费				
5	临时设施费	%	1.80	36522.03	657.40
6	安全文明生产措施费	%	2.00	36522.03	730.44
7	其他费	%	0.70	36522.03	255.65
二	间接费				3129.57
(一)	企业管理费	%	5.50	38165.52	2099.10
(二)	规费	%	2.70	38165.52	1030.47
三	企业利润	%	7.00	41295.09	2890.66
四	价差				15310.68
(1)	块石	m ³	108.00	80	8640.00
(2)	水泥 32.5	t	11.042	275	3036.55
(3)	中砂	m ³	37.083	98	3634.13
五	税金	%	9.00	59496.43	5354.68
合计			-	-	64851.11

2、独立费用

独立费用估算详见表 7-17。

表 7-17 独立费用估算表

序号	费用名称	公式	费率	总价(万元)
F1	一、建设管理费	F11 + F12 + F13 + F14		45.12
F11	1、项目建设管理费	F111 + F112		11.35
F111	(1) 建设单位管理费	5.8+ (214.67-200) ×2.6%		6.96
F112	(2) 工程验收费	建安费 1.3%计算, 最低 5000 元	1.30%	4.39
F12	2、造价咨询费	F121		16.21
F121	(1) 竣工结算审核费		4.80%	16.21
F13	3、招标代理服务费	F131		2.36
F131	(1) 工程施工招标(比选)服务费		0.70%	2.36
F14	4、工程建设监理费	F141 * F142 * F143		15.20
F141	监理费基价	直线内插法计算		11.69
F142	工程复杂程度系数	工程复杂程度系数	1	1.00
F143	高程调整系数	高程调整系数	1.3	1.30
F2	二、科研勘测设计费	F21+F22+F23+F24		45.40
F21	1、矿山地质环境恢复治理方案编制费	(11.4+ (27-11.4) / (500-200) * (建安费合计-200))		18.56
F22	2、勘查费	Σ建筑工程费×勘察费费率	3.00%	10.13
F23	3、设计费	F241 + F242+F243		16.71
F231	(1) 可行性和初步设计费	(11.4+ (27-11.4) / (500-200) * (建安费合计-200)) *0.3		5.57

F232	(2) 施工图设计费	$(11.4 + (27 - 11.4) / (500 - 200) * (建安费合计 - 200)) * 0.4$		7.42
F233	(3) 设计审查费	F2431 + F2432		3.72
F2331	①初步设计及以前阶段费		0.50%	1.69
F2332	②施工图设计阶段费		0.60%	2.03
F3	三、建设及施工场地征用	建设及施工场地征用费		0.00
F4	四、环境保护及水土保持费	建安费合计*环境保护及水土保持费率	1.00%	3.38
F5	五、其他	F51 + F52		8.78
F51	1、工程质量检测费	建安费合计*检测费费率	0.60%	2.03
F52	2、监测费	Σ 建安费*监测费费率	2.00%	6.75
合 计				102.68

3、监测费

监测费估算详见表 7-18。

表 7-18 监测费用估算表

序号	监测项目	单位	工程量	综合单价(元)	综合合价(元)
1	地质灾害监测				
1.1	GNSS 位移自动监测仪(采空沉陷)	台	30	10000	300000
1.2	GPS 监测仪(边坡稳定性)	台	10	10000	100000
1.3	雨量计 1 台(雨量监测)	台	1	9000	9000
1.4	溪流流量	点·次	168	2000	336000
2	地下水环境破坏监测				
2.1	水位仪(地下水水位)	台	4	6000	24000
2.2	水质	点·次	252	1250	315000
3	地形地貌景观破坏监测				
3.1	购买高精度影像, 遥感解译	点·次	21	10000	210000
4	水土环境污染监测				
4.1	地表水质	点·次	378	1250	472500
4.2	土壤质量	点·次	252	650	163800
合计					1930300

4、预备费

预备费包括基本预备费、风险金和价差预备费, 估算结果详见表 7-19、7-20、7-21。

表 7-19 预备费估算表(基本预备费)

序号	费用名称	主体建筑工程费	独立费用	监测费	费率	合计
		万元	万元	万元	%	万元
1	基本预备费	337.74	102.68	193.03	10.00	63.34

表7-20 预备费估算表（风险金）

序号	费用名称	主体建筑工程费	独立费用	监测费	费率	合计
		万元	万元	万元	%	万元
1	风险金	337.74	102.68	193.03	10.00	63.34

表 7-21 预备费估算表（价差预备费）

阶段（年）	年份	价差系数	静态投资（元）	价差预备费（元）	动态投资（元）
第一阶段 （2023 年 -2027 年）	2023 年	0.00	3679854.26	0.00	3679854.26
	2024 年	0.07	71300.00	4991.00	76291.00
	2025 年	0.14	149576.79	21673.68	171250.47
	2026 年	0.23	149576.79	33661.21	183238.00
	2027 年	0.31	149576.79	46487.87	196064.66
第二阶段 （2028 年 -2032 年）	2028 年	0.40	149576.79	60212.40	209789.19
	2029 年	0.50	149576.79	74897.64	224474.43
	2030 年	0.61	149576.79	90610.85	240187.64
	2031 年	0.72	149576.79	107423.98	257000.77
	2032 年	0.84	149576.79	125414.04	274990.83
第三阶段 （2033 年 -2038 年）	2033 年	0.97	149576.79	144663.40	294240.19
	2034 年	1.10	149576.79	165260.21	314837.00
	2035 年	1.25	149576.79	187298.80	336875.59
	2036 年	1.41	149576.79	210880.09	360456.88
	2037 年	1.58	149576.79	236112.07	385688.86
	2038 年	1.76	149576.79	263110.29	412687.08
第三阶段 （2039 年 -2043 年）	2039 年	1.95	1157857.83	2260328.08	3418185.90
	2040 年	2.16	149576.79	322908.65	472485.44
	2041 年	2.38	149576.79	355982.63	505559.42
	2042 年	2.62	149576.79	391371.79	540948.58
	2043 年	2.87	149576.79	429238.19	578814.98
合计		——	7601394.32	5532526.86	13133921.18

三、土地复垦工程经费估算

（一）总工程量

根据土地复垦工程设计，总工程量见表 7-22。

表 7-22 矿区土地复垦总工程量估算表

序号	分项工程	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	表土剥离	m ³	124625.00
2	建筑拆除	m ³	2841.66
3	硬化拆除	m ³	568.33
4	建渣清运	m ³	3409.99
5	场地平整	hm ²	****
6	场地翻耕	hm ²	****

7	表土回覆	m ³	124439.36
8	施 肥	hm ²	****
二	植被恢复工程		
1	栽植乔木（株）	株	41765
2	播撒草籽	hm ²	****
三	监测工程		
1	土地损毁监测	点·次	798
2	复垦土壤质量监测	点·次	152
3	复垦植被监测	点·次	152
四	管护		
1	复垦植被管护	hm ²	****

（二）总投资估算

综上计算，热达门锂矿土地复垦工程静态投资总估算为 1495.50 万元，其中工程施工费 988.56 万元、其他费用 140.77 万元、监测管护费 140.30 万元、基本预备费 96.57 万元、风险金 96.57 万元。本项目价差预备费 1717.57 万元、动态总投资 3213.07 万元。静态投资亩均 11290.52 元，动态投资亩均投资 24257.59 元，详见表 7-23。

表 7-23 矿区土地复垦工程费用估算表

序号	工程或费用名称	金额（万元）	占静态总投资比例
一	工程施工费	988.56	66.10%
二	设备费		0.00%
三	其他费用	140.77	9.41%
四	监测与管护费	140.30	9.38%
（一）	监测费	102.60	6.86%
（二）	管护费	37.70	2.52%
五	预备费	1943.43	
（一）	基本预备费	112.93	7.55%
（二）	价差预备费	1717.57	
（三）	风险金	112.93	7.55%
六	静态总投资	1495.50	100.00%
七	动态总投资	3213.07	

（二）单项工程量与投资估算

1、工程施工费

土地复垦施工费估算详见表 7-24～7-27。

表 7-24 施工费估算表

序号	工程名称	单位	工程量	综合单价（元）	综合合价（元）
1	表土剥离	m ³	124625.00	23.04	2871040.38
2	建筑拆除	m ³	2841.66	307.00	872386.79
3	硬化拆除	m ³	568.33	443.84	252248.44
4	建渣清运	m ³	3409.99	22.68	77358.29
5	场地平整	hm ²	****	65632.17	1036587.87
6	场地翻耕	hm ²	****	11733.62	185319.66
7	表土回覆	m ³	124439.36	23.04	2866763.71
8	施肥（商品有机肥）	hm ²	****	12882.32	296871.86
9	栽植乔木（带土球，云杉）	株	41765	29.68	1239652.51
10	播撒草籽（中华羊茅）	hm ²	****	7950.86	187361.93
小计					9885591.43

表 7-25 土地复垦工程定额综合组价表 （单位：元）

定额编号：[03081] 拆除工程 工作内容：拆除砖混或钢结构墙体、厂房					定额单位：100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			25796.89
(一)	直接工程费	元			24780.88
1	人工费	元			24780.88
1.1	甲类工	工日	8.8	151.14	1330.03
1.2	乙类工	工日	167.2	139.08	23254.18
1.3	其他人工费	%	0.8	24584.20201	196.67
2	材料费	元			
2.1	其他材料费	%	0.8		
3	机械费	元			
3.1	其他机械费	%	0.8		
(二)	措施费	元	4.10%	24780.88	1016.02
二	间接费	元	6.00%	25796.89	1547.81
三	利润	元	3.00%	27344.71	820.34
四	材料价差	元			
五	税费	元	9.00%	28165.05	2534.85
合计		-	-	-	30699.90
定额编号：[04255] 拆除工程 工作内容：拆除混凝土					定额单位：100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			37295.66
(一)	直接工程费	元			35485.88
1	人工费	元			25596.28
1.1	乙类工	工日	172	139.08	23921.76

1.2	其他人工费	%	7	23921.76	1674.52
2	材料费	元			
2.1	其他材料费	%	7.0×0.00		
3	机械费	元			9889.60
3.1	电动空气压缩机 移动式排气量 (m³/min) 3	台班	36	241.86	8706.94
3.2	风镐手持式	台班	72	7.44	535.68
3.3	其他机械费	%	7	9242.62	646.98
(二)	措施费	元	0.051	35485.88	1809.78
二	间接费	元	0.06	37295.66	2237.74
三	利润	元	0.03	39533.40	1186.00
四	材料价差	元			
五	税费	元	0.09	40719.40	3664.75
合计		-	-	-	44384.15
定额编号: [02240] 建渣清运 工作内容: 清除场地内的废石废渣, 自卸汽车运输					定额单位: 100m³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			1575.45
(一)	直接工程费	元			1513.40
1	人工费	元			214.04
1.1	乙类工	工日	1.5	139.08	208.62
1.2	其他人工费	%	2.6	208.62	5.42
2	材料费	元			
2.1	其他材料费	%	2.6		
3	机械费	元			1299.35
3.1	自卸汽车柴油型 载重量 (t) 18	台班	0.91	954.59	868.68
3.2	单斗挖掘机电动 斗容 (m³) 2	台班	0.3	988.45	296.53
3.3	推土机功率 (kw) 74	台班	0.15	674.77	101.22
3.4	其他机械费	%	2.6	1266.43	32.93
(二)	措施费	元	4.10%	1513.40	62.05
二	间接费	元	7.00%	1575.45	110.28
三	利润	元	3.00%	1685.73	50.57
四	材料价差	元			344.97
(1)	柴油	kg	68.31	5.05	344.97
五	税费	元	9.00%	2081.26	187.31
合计		-	-	-	2268.58
定额编号: [10322] 土地平整 工作内容: 推送、卸除、拖平、空回					定额单位: 100m²

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			421.76
(一)	直接工程费	元			405.15
1	人工费				43.81
1.1	甲类工	工日			
1.2	乙类工	工日	0.30	139.08	41.72
2	其他人工费	%	5.00	41.72	2.09
2.1	材料费				
3	机械费				361.34
3.1	推土机功率(kw) 74	台班	0.51	674.77	344.13
(二)	其他机械费	%	5.00	344.13	17.21
二	措施费	元	0.04	405.15	16.61
三	间接费	元	0.06	421.76	25.31
四	利润	元	0.03	447.07	13.41
五	材料价差	元			141.65
	柴油	kg	28.05	5.05	141.65
五	税金	元	0.09	602.13	54.19
合计		-	-	-	656.32
定额编号: [01066] 土地翻耕 翻耕土地, 三类土 工作内容: 推送、卸除、拖平、空回					定额单位: 100m ²
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			98.60
(一)	直接工程费	元			94.71
1	人工费	元			94.71
1.1	乙类工	工日	0.6	139.08	83.45
1.2	其他人工费	%	13.5	83.45	11.27
2	材料费	元			
2.1	其他材料费	%	13.5		
3	机械费	元			
3.1	其他机械费	%	13.5		
(二)	措施费	元	4.10%	94.71	3.88
二	间接费	元	6.00%	98.60	5.92
三	利润	元	3.00%	104.51	3.14
四	材料价差	元			
五	税费	元	9.00%	107.65	9.69
合计		-	-	-	117.34
定额编号: [01125]+[01126] 剥离表土、覆土 工作内容: 装载机装, 自卸汽车运输					定额单位: 100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			1544.33

(一)	直接工程费	元			1483.50
1	人工费	元			114.38
1.1	乙类工	工日	0.80	139.08	111.26
1.2	其他人工费	%	2.80	111.26	3.12
2	材料费	元			
2.1	其他材料费	%	2.80		
3	机械费	元			1369.12
3.1	自卸汽车柴油型 载重量 (t) 20	台班	1.14	992.76	1131.74
3.2	单斗挖掘机电动 斗容 (m ³) 2	台班	0.14	988.45	138.38
3.3	推土机功率 (kw) 59	台班	0.11	560.94	61.70
3.4	其他机械费	%	2.80	1331.83	37.29
(二)	措施费	元	0.04	1483.50	60.82
二	间接费	元	0.06	1544.33	92.66
三	利润	元	0.03	1636.98	49.11
四	材料价差	元			427.43
(1)	柴油	kg	84.64	5.05	427.43
五	税费	元	0.09	2113.53	190.22
合计		-	-	-	2303.74
定额编号: [01223] 土壤培肥 工作内容: 购买肥料、运输、人工施肥					定额单位: 1hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			10824.92
(一)	直接工程费	元			10398.58
1	人工费	元			6443.58
1.1	乙类工	工日	41	139.08	5702.28
1.2	其他人工费	%	13	5702.28	741.30
2	材料费	元			3955.00
2.1	肥料	项	1	3500.00	3500.00
2.2	其他材料费	%	13	3500.00	455.00
3	机械费	元			
3.1	其他机械费	%	13		
(二)	措施费	元	4.10%	10398.58	426.34
二	间接费	元	6.00%	10824.92	649.50
三	利润	元	3.00%	11474.41	344.23
四	材料价差	元			
五	税费	元	9.00%	11818.65	1063.68
合计		-	-	-	12882.32
定额编号: [09001] 栽植乔木					定额单位:

工作内容：人工种树（云杉）、挖坑、栽植、浇水					100 株
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			1092.77
(一)	直接工程费	元			1049.73
1	人工费	元			531.15
1.1	乙类工	工日	3.8	139.08	528.50
1.2	其他人工费	%	0.5	528.50	2.64
2	材料费	元			518.58
2.1	乔木树苗（带土球）20cm	株	100	5.00	510.00
2.2	水	m ³	2	3.00	6.00
2.3	其他材料费	%	0.5	516.00	2.58
3	机械费	元			
3.1	其他机械费	%	0.5		
(二)	措施费	元	4.10%	1049.73	43.04
二	间接费	元	6.00%	1092.77	65.57
三	利润	元	3.00%	1158.33	34.75
四	材料价差	元			1530.00
(1)	乔木树苗（带土球）20cm	株	102	15.00	1530.00
五	税费	元	9.00%	2723.08	245.08
合计		-	-	-	2968.12
定额编号：[09030] 撒播草籽					定额单位：1hm ²
工作内容：人工撒播草籽（中华羊茅）					
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费	元			6681.04
(一)	直接工程费	元			6417.91
1	人工费	元			297.91
1.1	乙类工	工日	2.1	139.08	292.07
1	其他人工费	%	2	292.07	5.84
2	材料费	元			6120.00
2.1	牧草籽	kg	120	50.00	6000.00
2.2	其他材料费	%	2	6000.00	120.00
3	机械费	元			
(二)	措施费	元	4.10%	6417.91	263.13
二	间接费	元	6.00%	6681.04	400.86
三	利润	元	3.00%	7081.91	212.46
四	材料价差	元			
五	税费	元	9.00%	7294.36	656.49
合计		-	-	-	7950.86

表 7-26 主要材料单价估算表

序号	名称及规格	单位	预算价格
1	柴油	kg	8.05
2	水泥 32.5	kg	0.54
3	块石	m ³	160.00
4	粗砂	m ³	170.00
5	水	m ³	3.00
6	电	kwh	0.60
7	风	m ³	0.01
8	乔木树苗（带土球） 120cm	株	20.00
9	肥料	项	3500.00

表 7-27 机械台班单价计算表

定额 编号	机械名称及规格	台班费 (元)	一类费 用 (元)	二类费用 (元)													
				二类费用合 计	人工费		动力燃料 费小计	汽油 (kg)		柴油 (kg)		电 (kw.h)		水 (m3)		风 (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
JX1001	单斗挖掘机 电动 斗容 (m3) 2	988.45	425.17	563.28	2	302.28	261.00					435	261.00				
JX1003	小型挖掘机 电动 斗容 (m3) 0.25	491.78	128.00	363.78	2	302.28	61.50			20.5	61.50						
JX1004	单斗挖掘机 油动 斗容 (m3) 0.5	633.98	187.70	446.28	2	302.28	144.00			48	144.00						
JX1014	推土机 功率 (kw) 59	560.94	126.66	434.28	2	302.28	132.00			44	132.00						
JX1015	推土机 功率 (kw) 74	674.77	207.49	467.28	2	302.28	165.00			55	165.00						
JX1054	风镐 手持式	7.44	4.24	3.20			3.20									320	3.20
JX4016	自卸汽车 柴油型 载重量 (t) 18	954.59	454.31	500.28	2	302.28	198.00			66	198.00						
JX4017	自卸汽车 柴油型 载重量 (t) 20	992.76	480.48	512.28	2	302.28	210.00			70	210.00						
JX6001	电动空气压缩机 移动式 排气量 (m3/min) 3	241.86	28.92	212.94	1	151.14	61.80					103	61.80				

2、其他费用

土地复垦其他费用估算详见表 7-28。

表 7-28 土地复垦其他费用估算表

序号	费用名称	费基（万元）	费率（%）	金额（万元）
1	前期工作费	988.56	7.00	69.20
(1)	土地与生态现状调查费	988.56	0.50	4.94
(2)	土地勘测费	988.56	1.50	14.83
(3)	阶段复垦方案编制费	988.56	2.00	19.77
(4)	年度实施方案编制费	988.56	1.50	14.83
(5)	科研试验费	988.56	1.00	9.89
(6)	工程招标代理费	988.56	0.50	4.94
2	工程监理费	988.56	2.00	19.77
3	竣工验收费	988.56	3.00	29.66
(1)	工程复核费	988.56	0.60	5.93
(2)	工程验收费	988.56	0.90	8.90
(3)	工程决算编制与审计费	988.56	0.90	8.90
(4)	复垦后土地重估与登记费	988.56	0.50	4.94
(5)	标识设定费	988.56	0.10	0.99
4	业主管理费	1107.19	2.00	22.14
总 计				140.77

3、监测管护费

(1) 土地复垦监测费用估算详见表 7-29。

表 7-29 监测费用估算表

序号	监测内容	工作量（点·次）	综合单价（元）	综合合价（元）
1	土地损毁监测	798	1000	798000
2	复垦植被监测	152	500	76000
3	复垦土壤质量监测	152	1000	152000
合计				1026000

(2) 土地复垦管护费用估算详见表 7-30。

表 7-30 管护费用估算表

序号	管护内容	工作量（hm ² ）	综合单价（元）	综合合价（元）
1	林草地管护	****	2000	377040.00
合计				377040.00

4、预备费

土地复垦预备费包括基本预备费、价差预备费及风险金，各项费用估算详见表 7-31~7-33。

表 7-31 基本预备费估算表

序号	费用名称	工程施工费（万元）	其它费用（万元）	费率（%）	合计（万元）
1	基本预备费	988.56	140.77	10.00	112.93

表 7-32 价差预备费估算表

阶段（年）	年份	价差系数	静态投资（元）	价差预备费（元）	动态投资（元）
第一阶段 （2023 年 -2027 年）	2023 年	0.00	3991025.35	0.00	3991025.35
	2024 年	0.07	44302.40	3101.17	47403.57
	2025 年	0.14	1389666.34	201362.65	1591029.00
	2026 年	0.23	176306.94	39676.64	215983.58
	2027 年	0.31	178567.57	55498.09	234065.66
第二阶段 （2028 年 -2032 年）	2028 年	0.40	143797.90	57886.09	201683.99
	2029 年	0.50	143797.90	72003.97	215801.87
	2030 年	0.61	143797.90	87110.10	230908.00
	2031 年	0.72	143797.90	103273.66	247071.56
	2032 年	0.84	143797.90	120568.67	264366.57
第三阶段 （2033 年 -2038 年）	2033 年	0.97	136275.78	131799.31	268075.09
	2034 年	1.10	136275.78	150564.56	286840.35
	2035 年	1.25	136275.78	170643.39	306919.17
	2036 年	1.41	136275.78	192127.73	328403.51
	2037 年	1.58	136275.78	215115.98	351391.76
	2038 年	1.76	136275.78	239713.40	375989.18
第四阶段 （2039 年 -2043 年）	2039 年	1.95	6873854.63	13418889.83	20292744.47
	2040 年	2.16	191158.04	412674.89	603832.93
	2041 年	2.38	191158.04	454943.20	646101.24
	2042 年	2.62	191158.04	500170.28	691328.33
	2043 年	2.87	191158.04	548563.27	739721.31
合计		——	14954999.58	17175686.88	32130686.46

表 7-33 风险金估算表

序号	费用名称	工程施工费（万元）	其它费用（万元）	费率（%）	合计（万元）
1	风险金	988.56	140.77	10.00	112.93

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

经前文计算，本方案矿山地质环境保护与土地复垦工程静态总投资共计 2255.64 万元，其中矿山地质环境治理工程静态投资 760.14 万元，土地复垦工程静态总投资 1495.50 万元。

（二）近期年度经费安排

1、地质环境治理工程年度费用估算

根据地质环境治理工作部署和投资估算，近期（2023～2027 年）各年度工程量及施工费估算如表 7-34 所示。

表 7-34 矿山地质环境治理工程近期工程量及费用安排表

近期	工程措施	单位	工程量	费用（元）	合计（元）
2023 年 度	独立费用	项	1	1026822.65	3679854.26
	基本预备费	项	1	633449.53	
	风险金	项	1	633449.53	
	警示牌	块	20	6342.80	
	挡土墙	m	60	446037.13	
	截（排）水沟	m	350	25778.65	
	拦渣坝	m	40	403673.99	
	预测塌陷地表变形监测-GNSS 位移自动监测仪	台	30	300000.00	
	边坡稳定性监测-GPS 监测仪	台	10	100000.00	
	雨量监测-雨量计 1 台	台	1	9000.00	
	溪流流量	次	8	16000.00	
	地下水水位-水位仪自动监测	台	4	24000.00	
	水质监测	次	12	15000.00	
	地形地貌景观破坏监测	次	1	10000.00	
	地表水质监测	次	18	22500.00	
	土壤质量监测	次	12	7800.00	
2024 年 度	预测塌陷地表变形监测	次	自动监测	0.00	71300.00
	边坡稳定性监测	次	自动监测	0.00	
	雨量监测	次	自动监测	0.00	
	溪流流量	次	8	16000.00	
	地下水水位监测	次	自动监测	0.00	
	水质监测	次	12	15000.00	
	地形地貌景观破坏监测	次	1	10000.00	
	地表水质监测	次	18	22500.00	
	土壤质量监测	次	12	7800.00	
2025 年 度	预测塌陷地表变形监测	次	自动监测	0.00	149576.79
	边坡稳定性监测	次	自动监测	0.00	
	雨量监测	次	自动监测	0.00	
	溪流流量	次	8	0.00	
	地下水水位监测	次	自动监测	0.00	
	水质监测	次	12	15000.00	
	地形地貌景观破坏监测	次	1	10000.00	
	地表水质监测	次	18	22500.00	
	土壤质量监测	次	12	7800.00	
	地面塌陷、地裂缝回填	m ³	572.45	94276.79	
2026 年 度	地表变形	次	自动监测	0.00	149576.79
	边坡稳定性	次	自动监测	0.00	
	雨量	次	自动监测	0.00	
	溪流流量	次	8	0.00	
	地下水水位	次	自动监测	0.00	
	水质	次	12	15000.00	
	植被损毁面积	次	1	10000.00	
	地表水质	次	18	22500.00	
	土壤质量	次	12	7800.00	
	地面塌陷、地裂缝回填	m ³	572.45	94276.79	

2027 年 度	地表变形	次	自动监测	0.00	149576.79
	边坡稳定性	次	自动监测	15840.00	
	雨量	次	自动监测	0.00	
	溪流流量	次	8	0.00	
	地下水水位	次	自动监测	0.00	
	水质	次	12	15000.00	
	植被损毁面积	次	1	10000.00	
	地表水质	次	18	22500.00	
	土壤质量	次	12	7800.00	
	地面塌陷、地裂缝回填	m ³	572.45	94276.79	
合计					4199884.63

2、土地复垦工程年度费用估算

根据复垦工作部署，近期各年度工程量及费用计划安排情况见表 7-35 所示。

表 7-35 土地复垦工程近期工程量及费用安排表

阶段	年度	复垦面积合计	一、土壤重构工程								二、林草植被恢复		三、监测管护				静态总投资	动态总投资
			表土剥离	建筑拆除	硬化拆除	建渣清运	场地平整	土地翻耕	覆土	施肥	乔木栽植	播草草籽	土地损毁监测	复垦土壤质量监测	复垦植被监测	管护		
		hm²	m³	m³	m³	m³	hm²	hm²	m³	hm²	株	hm²	次	次	次	hm²	元	元
第一阶段 (2023 年-2027 年)	2023 年		124625.00									****	38				3991025.35	3991025.35
	2024 年												38			****	44302.40	47403.57
	2025 年	****		511.82	102.36	614.18	****	****	17644.80	****	5881	****	38			****	1389666.34	1591029.00
	2026 年	****							2289.60	****	763	****	38	4	4	****	176306.94	215983.58
	2027 年	****							2289.60	****	763	****	38	4	4	****	178567.57	234065.66
合计		****	124625.00	511.82	102.36	614.18	****	****	22224.00	****	7407.7989	****	190	8	8	****	5779868.60	6079507.16

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”的原则，明确方案实施的组织机构及其职责。

1、四川青大能源有限公司承诺针对热达门锂矿矿山地质环境保护与土地复垦工作将设立专门机构，配备专职人员负责土地复垦监督管理工作。同时将制定严格的管理制度，确保矿山地质环境保护与土地复垦工作可以落实到矿区生产的每一个环节，保证治理恢复效果。

2、四川青大能源有限公司承诺依据本方案划定的复垦责任，将主动与金川县政府以及自然资源管理部门接洽，落实矿山地质环境保护与土地复垦相关法律政策。

3、四川青大能源有限公司承诺矿山地质环境保护与土地复垦工程实施之前，依据审查通过的热达门锂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案进行规划设计，并将该方案规划设计一并报金川县自然资源局备案。

4、四川青大能源有限公司选择工程实施单位，根据已编制完成的热达门锂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案制定实施计划并全程监督矿山地质环境治理与土地复垦工程实施。要求施工单位严格按照实施计划施工。

5、四川青大能源有限公司承诺根据热达门锂矿矿山地质环境治理与土地复垦工程实施进度每年安排工程进行验收。检查验收及竣工验收结果接受金川县自然资源局的检查。

6、四川青大能源有限公司承诺将做好金川县自然资源局、公司财务等相关部門、矿山地质环境治理与土地复垦工程施工单位之间的协调工作。确保复垦资金及时足额到位，及时向公司领导汇报每一笔复垦资金的使用情况。年度、阶段性及总体资金审计结果上报金川县自然资源局。

7、四川青大能源有限公司承诺如热达门锂矿用地位置、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该方案。

8、根据热达门锂矿矿山地质环境治理与土地复垦的特点，对矿山环境治理与复垦工作进行政策宣传，普及民众矿山地质环境保护与复垦意识。

9、四川青大能源有限公司选定专人配合热达门锂矿所属金川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

根据矿山地质环境保护与土地复垦项目的技术特点，四川青大能源有限公司将采取以下措施，为项目的实施提供技术保障：

1、在矿山地质环境保护与土地复垦工程实施过程中，将与相关技术单位紧密合作，编制阶段性实施计划，明确细化年度目标任务，制定相应工程设计，及时总结阶段性工作经验，及时对本方案进行修订。

2、项目拟采用招标方式确定项目勘查、设计、施工和监理单位，中标单位必须具备相应的资质、技术、设备条件，并具有相当的工作业绩，诚信度高，实力强。项目实施过程中，要求工程相关各方严格遵守法律、部门规章及工程建设规范，严格执行工程监理、合同管理、工程质量控制、施工验收审计等相关制度，规范工程管理行为。

3、矿山地质环境保护与土地复垦工作领导小组定期组织企业技术人员培训，学习国内外矿山环境保护及土地复垦的先进经验、先进技术、先进管理方法。积极开展矿山环境保护与土地复垦工作科普宣传及公众教育活动。

4、在项目实施中遇到技术问题主动向相关专家咨询，积极向当地农业、林业、环保等主管部门咨询相关政策，确保地质环境保护和土地复垦工程技术可行，达到预期治理效果。

5、项目完工后，提请主管部门组织竣工验收，逐项核实工程量、鉴定工程质量和完成效果，对不合格工程及时返工，并会同参建单位进行经验总结，改进工作和技术方法。

三、资金保障

（一）矿山地质环境保护资金保障措施

根据《四川省财政厅四川省国土资源厅四川省环境保护厅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有关事项的通知》（川财规〔2018〕8号），矿山企业按照满足实际需求的原则，根据矿山地质环境保护与

土地复垦方案，将矿山地质环境恢复治理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。同时，矿山企业需在其银行账户中设立基金账户，单独反映基金的提取情况。四川青大能源有限公司已承诺建立矿山地质环境保护与恢复治理基金。基金由矿山企业自主使用，根据其矿山地质环境保护与土地复垦方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等，专项用于因矿产资源勘查开采活动造成的地质灾害、地形地貌景观破坏、地下含水层破坏、地表植被损毁预防和修复治理以及矿山地质环境监测等方面。矿山企业的基金提取、使用及矿山地质环境保护与治理恢复方案的执行情况列入矿业权人勘查开采信息公示系统。

地方各级主管部门会同环境保护主管部门建立动态化的监管机制，加强对企业矿山地质环境治理恢复的监督检查。

恢复治理资金应严格执行矿山地质环境保护与恢复治理保证金制度，保证资金的落实。遵循企业所有、政府监管、专户存储、专款专用的原则，绝不准许挪用矿山地质环境保护经费。对本项目矿山地质环境保护资金进行严格控制与审查，一是对资金缴纳是否足额进行审查；二是对资金管理进行审查；三是对使用的用途、使用范围、效果等情况进行审查。矿山企业已经承诺及时足额存储矿山地质环境恢复治理保证金。

表 8-1 矿山地质环境治理费用计提费用安排表

阶段（年）	年度	矿山地质环境治理动态投资 （万元）		计提费用（万元）	
		年度动态投资	阶段动态投资	年度费用计提额	阶段费用计提额
第一阶段 （2023 年-2027 年）	2023 年	367.99	430.67	100.00	460.00
	2024 年	7.63		90.00	
	2025 年	17.13		90.00	
	2026 年	18.32		90.00	
	2027 年	19.61		90.00	
第二阶段 （2028 年-2032 年）	2028 年	20.98	120.64	88.39	428.39
	2029 年	22.45		85.00	
	2030 年	24.02		85.00	
	2031 年	25.70		85.00	
	2032 年	27.50		85.00	
	2033 年	29.42	210.48	85.00	425.00

	2034 年	31.48		85.00	
	2035 年	33.69		85.00	
	2036 年	36.05		85.00	
	2037 年	38.57		85.00	
	2038 年	41.27			
第三阶段 (2039 年 -2043 年)	2039 年	341.82	551.60		
	2040 年	47.25			
	2041 年	50.56			
	2042 年	54.09			
	2043 年	57.88			
合计	/	1313.39	1313.39	1313.39	1313.39

(二) 土地复垦资金保障措施

根据《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国合同法》、《土地复垦条例》和其他有关法律法规的规定，为落实土地复垦费用，保障土地复垦的顺利开展，防止和避免土地复垦费用被截留、挤占、挪用，四川青大能源有限公司承诺将分别与金川县自然资源局（管理部门）以及约定银行本着平等、自愿、诚实信用的原则，签订《土地复垦费用使用监管协议》。保证热达门锂矿所需复垦费用尽快落实，费用不足时及时追加，确定所需费用及时足额到位，保证方案按时保质保量完成，做好土地复垦费用的使用管理工作。

1、资金渠道

(1) 费用纳入生产成本

四川青大能源有限公司承诺将土地复垦费用列入生产成本或者建设项目总投资。为贯彻国土资发〔2006〕225 号规定：“土地复垦费要列入生产成本或建设项目总投资并足额预算”，热达门锂矿土地复垦费用将纳入生产成本。

矿山地质环境治理保证金取消，设立矿山地质环境治理恢复基金，并列入矿山企业会计科目，存入企业账户，计入成本。

(2) 资金企业自筹

为了在最大程度上减少矿山开采对土地造成的损毁，高度重视资源的开采，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。热达门锂矿土地复垦项目土地复垦费用全部由四川青大能源有限公司承担，并确保热达门锂矿土地复垦所需费用及时足额到位，

费用不足时及时追加，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，矿山地质环境治理恢复基金全部由四川青大能源有限公司承担，基金来源为企业自筹。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。

2、土地复垦资金预存方式

土地复垦资金采取分期预存方式，从 2023 年开始预存，每年年初预存，逐年预存，并将土地复垦资金列入当年生产成本，期间若国家提出提取资金的具体金额要求则根据国家要求调整。为保证资金安全性和可靠性，本复垦方案安排复垦资金在第一年预存的数据不低于土地复垦静态投资总额的 20%，在生产结束前一年预存完毕，即在 2037 年全部预存完毕。

3、费用预存与安排

（1）费用预存

土地复垦方案及各阶段土地复垦计划通过备案后，四川青大能源有限公司承诺将根据《土地复垦费用使用监管协议》，按照审查通过的复垦方案及复垦规划设计中费用保障措施相关设计，将土地复垦费用存入土地复垦费用专用账户。土地复垦费用账户应按照“企业所有，政府监管，专户存储，专款专用”的原则进行管理，并应建立土地复垦费用专项使用的具体财务管理制度。

土地复垦费用应根据《土地复垦费用使用监管协议》的约定进行存储，土地复垦费用存储受金川县自然资源局监督，按以下规则进行存储：四川青大能源有限公司依据审批通过的土地复垦方案及阶段土地复垦计划中确定的费用预存计划，分期预存复垦费用。土地复垦方案通过审查后一个月内预存第一笔复垦费用，并在每个费用预存计划开始后的 10 个工作日内存入土地复垦费用专用账户。土地复垦费用存储所产生的利息，可用于抵减下一期应存储的土地复垦费用。所有存款凭证提交审计部门审核，审核结果交金川县自然资源局备案。

（2）预存安排

根据《土地复垦条例实施办法》的相关规定，本方案采取分年度预存的方式计提土地复垦资金；同时为确保实施复垦资金的及时到位，需提前预存所需资金。在阶段提取和使用复垦资金时，注意随着复垦年限的延长而产生的资金的时间价

值，如果在复垦工作中发现投资不足的，应当及时修改投资估算、追加投资，保证土地复垦工作的顺利完成。

本矿山服务年限为 16 年（2038 年闭矿），故复垦费用在 2037 年计提完毕，首年度计提方法为土地复垦实际所需费用计提（本方案首年土地复垦费用大于静态投资的 20%），土地复垦资金的具体计提计划见表 8-2。

表 8-2 土地复垦预存费用安排表

复垦阶段 (年)	复垦年度	复垦动态投资 (万元)		预存费用 (万元)	
		年度复垦 动态投资	阶段复垦 动态投资	年度复垦费用 预存额	阶段复垦费 用预存额
第一阶段 (2023 年 -2027 年)	2023 年 (基建期)	399.10	607.95	399.16	1329.16
	2024 年 (基建期)	4.74		280.00	
	2025 年 (投产期)	159.10		250.00	
	2026 年 (生产期)	21.60		200.00	
	2027 年 (生产期)	23.41		200.00	
第二阶段 (2028 年 -2032 年)	2028 年 (生产期)	20.17	115.98	200.00	1000.00
	2029 年 (生产期)	21.58		200.00	
	2030 年 (生产期)	23.09		200.00	
	2031 年 (生产期)	24.71		200.00	
	2032 年 (生产期)	26.44		200.00	
第三阶段 (2033 年 -2038 年)	2033 年 (生产期)	26.81	191.76	200.00	883.91
	2034 年 (生产期)	28.68		200.00	
	2035 年 (生产期)	30.69		190.00	
	2036 年 (减产期)	32.84		146.96	
	2037 年 (减产期)	35.14		146.95	
	2038 年 (闭矿期)	37.60			
第四阶段 (2039 年 -2043 年)	2039 年 (施工期)	2029.27	2297.37		
	2040 年 (管护期)	60.38			
	2041 年 (管护期)	64.61			
	2042 年 (管护期)	69.13			
	2043 年 (管护期)	73.97			
合计	/	3213.07	3213.07	3213.07	3213.07

4、预存承诺

四川青大能源有限公司承诺本方案通过审查后一个月内按《土地复垦条例实施办法》规定预存首年度土地复垦费用，后续每年足额预存土地复垦费用。

5、土地复垦费用使用与管理

土地复垦费用由四川青大能源有限公司用于土地复垦工作，由土地复垦管理机构具体管理，受金川县自然资源局的监督。按照以下方式使用与管理。

(1) 四川青大能源有限公司承诺将依照热达门锂矿土地复垦方案确定的工作计划以及土地复垦费用使用计划向金川县自然资源局申请出具土地复垦费用支取通知书, 获得通知书后需凭通知书从土地复垦费用专用账户中支取复垦费用, 专项用于土地复垦。

(2) 四川青大能源有限公司承诺按期填写土地复垦资金使用情况表, 对每一笔复垦资金的用途均应有详细明确的记录。复垦资金使用情况报表按期提交土地复垦管理机构审核备案。

(3) 每年年底, 施工单位需提供年度复垦资金预算执行情况报告, 四川青大能源有限公司土地复垦管理机构审核后, 报金川县自然资源局备案。

(4) 每一复垦阶段结束前, 四川青大能源有限公司提出申请, 协助金川县自然资源局对热达门锂矿阶段土地复垦实施效果进行验收, 对土地复垦资金使用情况进行审核, 对复垦账户的资金进行清算。在复垦效果和复垦资金审核通过的基础上, 账户剩余资金直接滚动计入下阶段复垦。

(5) 四川青大能源有限公司按照土地复垦方案和阶段土地复垦计划完成全部复垦任务后向金川县自然资源局提出最终验收申请。

6、复垦资金审计

土地复垦资金审计, 由四川青大能源有限公司土地复垦管理机构申请, 委托中介机构(如: 会计师事务所)审计。审计内容包括资金规模、用途、时间进度等。

(1) 审计土地复垦年度资金预算是否合理。

(2) 审计土地复垦资金使用情况月度报表是否真实。

(3) 审计土地复垦年度资金预算执行情况, 以及年度复垦资金收支情况。

(4) 审计阶段资金收支及使用情况。

(5) 确定土地复垦资金的会计记录正确无误, 金额正确, 计量无误, 明细账和总账一致, 是否有被贪污或挪用现象。

四、监管保障

《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》明确规定, 要求地方各级自然资源部

门会同环境保护部门应建立动态化的监管机制，加强对企业矿山地质环境治理恢复的监督检查。对于未按照矿产地质环境保护与土地复垦方案开展恢复治理工作的企业，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。对于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。对于拒不履行矿山地质环境恢复治理义务的企业，有关主管部门将对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；并可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；并根据其他有关法律法规对其进行处罚并追究其法律责任。

四川青大能源有限公司将严格依据国家法律法规和政策要求，在本方案的总体指导下，制订阶段复垦与治理计划和年度实施计划。并严格按照方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤地安排治理与复垦项目资金的预算支出，若遇企业生产规划和土地损毁情况等因素发生重大变化时，将对本方案进行修订或重新编制。若在本方案服务期限内的矿业权发生变更，则复垦责任与义务将随之转移到下一个矿业权单位。

四川青大能源有限公司承诺将定期向项目所在地县级以上自然资源主管部门报告当年治理复垦情况，接受县级以上自然资源主管部门对工程实施情况的监督检查，接受社会监督。

五、效益分析

《四川青大能源有限公司金川县热达门锂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》实施后，预期可以达到的效益主要包括经济效益、社会效益和生态效益三个方面。

（一）生态环境效益

矿山地质环境保护与恢复治理工程方案实施后，将使矿区内地质灾害得到防治，矿山生态环境得到治理，污水循环使用或达标排放，矿区地下水和地表水土环境污染得到相应的控制。避免了矿山地质灾害引起的生态环境破坏和水土环境污染引起的生态退化等矿山开采对生态环境的负面影响，并且地质环境的改善有助于植被的恢复和保持生态的稳定。

损毁土地植被得到补充，能够提高植被覆盖度，有效防止项目区生态系统退化及水土流失。土地复垦可以防止周边生态环境的恶化，促进生态植被正向演替，保持周边生态群落的稳定性和多样性。生态系统重建，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响，通过生态系统对空气的净化，继续保持本区域良好的大气环境质量。可见，矿山地质环境保护与土地复垦工程实施的生态效益显著。

（二）经济效益

经济效益包括直接经济效益和间接经济效益，叙述如下：

1、直接经济效益

所采取的工程与生物措施的施工需要许多设备、材料和大量人员，这样可以扩大内需，增加消费、增加就业岗位，提高当地人民群众的收入，促进地区的发展具有较大的推动作用；实施后，通过土地复垦提高了复垦区的土地利用率和植被覆盖率，保障了当地农牧民的生产收入，同时有助于土地植被的保持、恢复和改善，有利于当地居民林业、农牧业的发展，改善复垦区群众的生产生活环境。因此土地复垦具有一定的经济效益。同时防治了矿区内的耕地产生破坏、降产等。

2、间接经济效益

大自然赋予人类社会生存发展的资源除矿产资源外，还有空气、水和土地，如果只开发矿产资源，而浪费和破坏更具有全局的、长远的、潜在的更大价值的空气、水和土地资源，显然是因小失大，是经济效益的最大浪费，是暴殄天物。实施矿山地质环境保护与土地复垦，在获得矿产资源效益的同时，又可以有效保护和持续利用水、空气和土地这三类资源，因此，它蕴藏着更大的经济效益。本《方案》实施后，林地面积大量增加，有效改善了矿区的生态环境，起到保持水土、防灾减灾等方面的作用，降低企业在其他方面的开支，增加企业总体经济效益，这即为生态恢复的间接经济效益。

（三）社会效益

1、改善周边环境质量

本《方案》的实施，可大大改善矿区及周边地区的生态环境，减少因矿山生产、建设对矿区及周边地区的影响，提高矿山的地质环境质量。

2、促进当地稳定和发展

本《方案》实施可促进生态环境改善，资金的投入可促进当地国民经济的发展，对地方经济的发展、繁荣和稳定将起到积极的促进作用。

六、公众参与

1、方案编制前一向村民发放调查问卷

热达门锂矿项目区周边村民居住较少，但矿山恢复治理及矿山土地复垦工作实施关系到周边村民切身利益，村民祖祖辈辈生活在附近，对项目区土壤的性质、矿区适应植被情况十分熟悉。在矿山地质环境保护与土地复垦方案编制前，我们有针对性地制作“矿山地质环境保护与土地复垦项目情况调查问卷”（如表 8-3）公众参与调查情况见照片 8-1。

照片 8-1 公众参与调查照片

表 8-3 热达门锂矿土地复垦项目调查问卷

四川省金川县热达门锂辉石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 公众参与调查问卷			
被调查人：		所属村（村民组）：	
		调查时间：	
1、您认为有没有必要进行热达门锂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案？（ ）			
A：有必要	B：没有必要	C：无所谓	D：不清楚
2、热达门锂矿开采对您的生产生活影响严重吗？（ ）			
A：影响很大	B：有影响	C：没有影响	D：不清楚
3、您认为进行热达门锂矿矿山地质环境保护与土地复垦后，会不会改善您以后的生产生活环境？（ ）			
A：会	B：不会	C：很难讲	D：不清楚
4、您了解矿山地质环境保护与土地复垦工作吗？（ ）			
A：了解	B：知道一点	C：不了解	D：/
5、如果实施群众参与矿山地质环境保护与土地复垦工作机制，您会参加吗？（ ）			
A：会	B：看情况	C：不会	D：/
6、您认为热达门锂矿开采污染对当地生态影响严重吗？（ ）			
A：严重	B：有影响	C：没有影响	D：不清楚
7、您认为热达门锂矿有没有复垦的价值（ ）			
A：有	B：没有	C：不清楚	D：/
8、您认为矿山生活区哪种复垦方向最好（ ）			
A：林地	B：草地	C：其他	D：保留原状
9、您认为矿山道路哪种复垦方向最好（ ）			
A：林地	B：草地	C：其他	D：保留原状
10、您认为选矿厂哪种复垦方向最好（ ）			
A：林地	B：草地	C：其他	D：保留原状

本方案调查问卷采用即发即收的形式，调查问卷主要针对矿山项目区周边村民。本次调查共发放问卷 10 份，收回 10 份，有效的调查问卷为 10 份。经过对调查内容的统计与分析，具体情况如表 8-4。

表 8-4 公众参与调查结果统计表

问 题	问卷调查统计内容								
共发放 10 份，收回 10 份，占总数的 100%；有效问卷 10 分，占总数的 100%。									
1、您认为有没有必要进行热达门 锂矿矿山地质环境保护与土地复 垦方案？	有必要	9	100%	无必要	0	0%	不清楚	1	10%
2、热达门锂矿开采对您的生产生 活影响严重吗？	有影响	5	50%	无影响	5	50%	不清楚	0	0%
3、您认为进行热达门锂矿矿山地 质环境保护与土地复垦后，会不会 改善您以后的生产生活环境？	会改善	7	70%	不会 改善	0	0%	不清楚	3	30%
4、您了解矿山地质环境保护 与土地复垦工作吗？	了解	7	30%	知道 一点	1	10%	不清楚	2	20%
5、如果实施群众参与矿山地质环 境保护与土地复垦工作机制，您会 参加吗？	会	8	80%	看情况	2	20%	不会	0	0%
6、您认为热达门锂矿开采污染对 当地生态影响严重吗？	严重	4	40%	有影 响	2	20%	不清楚	4	40%
7、您认为热达门锂矿有没有复垦 的价值	有	10	100%	没有	0	0%	不清楚	0	0%
8、您认矿生活区哪种复垦方向最 好	林地	8	80%	草地	1	10%	其他	1	10%
9、您认为矿山道路哪种复垦方向 最好	林地	6	60%	草地	0	0%	其他	4	40%
10、您认为选矿厂哪种复垦方向最 好	林地	8	80%	草地	1	10%	其他	1	10%

通过对村民问卷调查情况的统计分析，发现矿山周边村民普遍对热达门锂矿在矿山地质环境保护与土地复垦持支持态度，70%的村民认为土地复垦项目实施后，可有效改善村民的生活环境；在对矿山综合开发的意见中，有 76%的村民持支持态度；对生活区、矿山道路及选矿厂地复垦方向的选择中，大多数村民选择林、草地，以上村民的意见均作为本方案编制的主要思路予以考虑。

2、方案编制前一向相关单位征求意见

在向当地的国土、林业、环保、当地政府等部门征求意见时，因为各个单位情况不一，且各自关心的问题也不尽相同，我们就采用了走访的形式征求他们对矿山复垦的意见。在走访的过程中，各个单位有针对性地向我们提出了宝贵的意见和建议，在方案的编制中，我们有针对性地采纳了他们的意见和建议。以下是我们对采纳的意见进行梳理，具体情况如下：

（1）自然资源和规划部门意见：热达门锂矿项目区面积较大，复垦设计时应与省、市土地总体规划相统一，复垦方案不得违背土地利用总体规划。我们在

前期资料收集时，重点将土地利用总体规划作为编制要件，编制时确保复垦设计符合规划。

(2) 林业部门意见：在林业部门征求意见时，我们向林业部门咨询热达门锂矿林地复垦区适用的树种时，他们根据热达门锂矿整个项目区土地、土壤及树种情况，推荐采用项目区较易存活树种-高山栎、杉树等。此意见在方案编制中予以采用，在林地的复垦中，我们将高山栎、杉树作为主选树种。

(3) 当地政府意见：我们在向当地政府咨询时，他们的态度明确，要求热达门锂矿复垦项目不仅仅是做成一个生态恢复工程，还应进行综合利用，形成绿色矿业。

(4) 环保部门意见：环保部门主要侧重于废石、废水、尾矿砂中重金属对周边土地的污染情况，他们建议矿山需要加大矿山污染的治理力度，减少矿山开采对周边环境的影响，此意见我们在预防控制措施中有针对性地落实。

3、方案初稿形成后—相互交流

热达门锂矿矿山地质环境保护与土地复垦方案初稿完成后，为做到方案设计符合实际，编制项目组在矿山邀请金川县自然资源局代表、村民代表等相关人员召开项目讨论会。在会议前，我们将方案的初稿提前发放至各与会代表手中，让他们有更多的时间了解整个方案。会议采用相互讨论、交流的方式进行，与会代表均针对各自较为关心的问题提出了不少建议和意见，我们针对这些意见和建议进行了认真地修改。以下是与会代表提出有利于方案改进，并被吸纳的意见。

(1) 职能部门提出：

①本方案编制应与矿山已编制的环境保护与综合治理方案衔接起来，便于今后在矿山关闭后实施统一治理，减少矿山企业重复投入；

②方案中的土地利用现状图需要采用最新三调图件；

③复垦工作计划应实施分阶段复垦。

(2) 村民代表提出：

①方案应补充矿山征用村委会的租用协议；

②复垦后场地的权属问题；

③矿山选矿可能对周边的土地影响严重，今后矿山选矿厂废水应经过处理才能排放。

4、矿山地质环境保护与复垦方案实施时——村民共同参与

在方案开始实施时，施工方在施工人员招募时，可优先考虑项目区周边村民。因为当地村民最熟悉了解项目区土地的特性，且项目实施后仍会交付他们管使用，这就使村民更有积极性地完成好项目区的复垦工作，提高复垦质量，也可增加村民收入。

5、矿山地质环境保护与土地复垦项目验收时——村民参与

当地村民是该项目最直接的受益人，他们最关心矿山地质环境保护与土地复垦项目的质量问题，恢复治理工程是否能有效地防止地质灾害，全民参与项目的监理、验收，是避免工程偷工减料，是提高项目质量的有效手段。

(1) 矿山地质环境保护与土地复垦实施单位应将资金的使用情况定期向公众公布，接受公众的监督；

(2) 公众有权力监督复垦及恢复治理责任单位按照方案制定的计划组织落实复垦及治理工作，确保工程的进度、质量；

(3) 对没有按照方案制定的措施实施恢复治理及复垦的行为，公众可向相关的监管部门举报。

七、地质灾害应急预案保障措施

(一) 组织保障

成立四川青大能源有限公司地质灾害应急救援指挥部，明确指挥部成员及职责。

(二) 预警预测

根据气象部门异常暴雨天气预报，发现监测点出现异常变化时，由地质灾害应急救援指挥部判断出险情时发出预警。

1、建立镇地质灾害预警预测网络与国土、气象、水利、交通等部门地质灾害监测网络相结合，落实重点地质灾害隐患点、危险区域的应急防治工作。

2、编制年度地质灾害防治方案。每年年初编制年度地质灾害防治方案，明确矿山主要地质灾害隐患点、威胁对象和范围，制定具体可行的地质灾害监测和防治措施落实监测、预防责任人。

3、加强地质灾害险情巡查。加强地质灾害隐患点定期、不定期的检查、监测和防范，发现险情时，及时向有关部门报告。根据险情变化及时提出应急对策，组织威胁对象转移避让或采取排险防治措施，情况危急时，应强制组织避让。

4、建立地质灾害预报预警制度。当预测可能发生地质灾害时，按照规定，立即将有关信息通知到地质灾害危险点的防灾责任人、监测人，按照应急要求做好防灾的各项准备工作，并在汛期实行 24 小时值班制。

（三）应急处置

1、地质灾害隐患点出现紧急险情，应迅速将地质灾害信息传递给地质灾害危险点的防灾责任人、监测人，做好应急工作。

2、发生突发性地质灾害，应急指挥部在及时上报灾情信息的同时，要立即组织开展自救互救，监测灾情、险情发展。相关部门做好灾害可能破坏电、水、交通、通信等生产生活设施的应变工作。

3、灾情发生后，应急指挥部要立即启动应急机制，迅速与供电、供水、交通、通信、卫生等部门取得联系，保障抢险救灾各项工作顺利进行。

4、做好避险临时安置工作，妥善安排避险。

第九章 结论与建议

一、结论

1、方案服务年限

热达门锂矿为新建矿山，矿区面积*.****km²，地下开采，生产规模**×10⁴t/a，矿山服务年限为 16 年，综合考虑矿山地质环境保护与土地复垦的工程施工期 1 年与监测管护期 4 年，最终确定本方案服务年限为 21 年（2023～2043 年）；本方案适用年限为 5 年，即 2023 年至 2027 年。

2、评估级别和范围

热达门锂矿为**中型**矿山，重要程度分级为**较重要区**，地质环境条件复杂程度属**复杂**类型，该矿山地质环境影响评估级别为“一级”。根据拟申请矿权范围和采矿活动可能影响范围，综合确定矿山环境影响评估面积为*.****km²。

3、矿山地质环境影响评价

现状评估：现状条件评估区发育 1 处滑坡隐患点、1 处泥石流隐患点；含水层未破坏，水质良好；地形地貌景观未破坏；水土环境污染程度较轻，水质、土壤环境良好。

预测评估：矿山工程建设引发地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等；矿山工程建设遭受地质灾害的可能性中等，危害程度中等，危险性中等。地质灾害影响程度预测评估结论为较严重；预测矿山建设及生产对地下含水层破坏影响程度较严重；预测矿区建设对地形地貌景观破坏影响程度为严重；预测采矿生产活动对水土环境污染较轻。

4、矿区土地损毁评价

矿山为新建矿山，无已损毁土地；拟损毁土地面积共计约***.****hm²，其中包括挖损压占土地**.****hm²和塌陷区**.****hm²，损毁地类涉及旱地、乔木林地、天然牧草地等；权属为四川省金川县观音桥镇麦地沟村和松都村集体所有，权属无争议，不涉及占用永久基本农田。

5、地质环境防治分区和土地复垦范围

热达门锂矿划分为 2 个重点防治区（Ⅰ）、17 个次重点防治区（Ⅱ）和 1

个一般防治区（III）。其中重点防治区 22.4444hm^2 ，占评估区面积的 1.67%、次重点防治区面积共计 333.4444hm^2 ，占评估区面积的 71.14%、一般防治区面积约 333.4444hm^2 ，占评估区面积的 27.19%。

复垦区面积 22.4444hm^2 ，矿山道路留续使用（ 22.4444hm^2 ），复垦责任范围为 22.4444hm^2 。

6、地质环境保护与土地复垦工程

矿山地质环境治理与土地复垦主要包括工程措施、植被恢复措施、监测措施和管护措施。

地质环境治理工程：主要对现状地质灾害进行防治与治理；同时在矿区建立监测系统，开展地质灾害、地形地貌破坏、含水层破坏、水土环境污染等矿山地质环境监测工程。

土地复垦工程：矿山建设前对场地进行表土剥离措施，剥离的表土集中堆放；生产期内进行监测与防护措施，防止不必要的土地损毁；生产结束后及时采用土壤重构和植被恢复等措施对损毁土地进行复垦；复垦工程结束后进行 4 年的监测、管护措施，保证土地复垦质量。

7、地质环境保护与土地复垦经费估算

本方案矿山地质环境保护与土地复垦工程静态总投资共计 2255.64 万元，其中矿山地质环境治理工程静态投资 760.14 万元，土地复垦工程静态总投资 1495.50 万元。动态总投资共计 4526.46 万元，其中矿山地质环境治理工程动态投资 1313.39 万元，土地复垦工程动态总投资 3213.07 万元。

近期矿山地质环境治理和土地复垦静态投资共计 997.98 万元，其中矿山地质环境治理费用 419.99 万元，土地复垦费用 577.99 万元；动态投资共计 1038.62 万元，其中矿山地质环境治理费用 430.67 元，土地复垦费用 607.95 万元。

8、本方案为矿区生态环境保护的技术依据之一

本方案为矿区生态环境保护的技术依据之一，在绿色矿山建设时，应按照本方案进行环境治理和土地复垦。矿山地质环境治理程度和土地复垦率应达到本方案的要求。

二、建议

1、本方案不代替工程勘查工作、环境影响评价等相关工作，也不代替最终矿山地质环境治理工程和土地复垦工程施工图设计，建议矿山企业在进行地质环境治理工程和土地复垦工程时，委托相关单位对矿山地质环境影响区和土地复垦区进行专项工程勘察、设计。

2、根据《四川省在建与矿山矿产生态修复管理办法》（川自然资发〔2021〕27号），矿山企业应根据《方案》编制年度实施方案，确定年度工程建设范围和类型，细化年度工程及建设内容，细化基金年度计提使用计划，确保年度矿山地质保护与土地复垦任务完成。

3、建立矿山地质灾害及环境问题监测系统，并始终贯穿于矿山开发的全过程，坚持边开发、边治理的原则，最大限度地减少矿山开采对环境的影响。

4、矿山在进行采矿证进行延续或变更，可能导致开采过程中影响矿山生产及地质环境、土地复垦损毁破坏情况发生改变，建议依据矿山生产实际变化情况对本方案进行及时修订，并调整治理措施以达到最佳效果。

5、矿方按本方案进行矿山环境治理和土地复垦过程中要不断积累资料和经验，为下一个规划期方案编制提供可靠数据，更好地为矿山建设服务。

6、建议矿山在生产过程中加强工程地质勘查工作，预防发生采空塌陷、滑坡、崩塌和泥石流灾害，并编制应急预案，发生重大事故时立即启动相应应急预案，做到防患于未然。

7、加强企业管理，建立并严格执行安全生产责任制度，科学监控设备运行，制定定期巡线制度，加大巡线频次，发现异常及时处理和报告。

8、对设计单位、施工单位、监测单位、监理单位等，建议严格按照相关法律、法规、规范、规程等要求工作，保证本方案有效地实施。