

张家川县张川镇沟口村
海家湾建筑用闪长岩矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

张家川回族自治县永强矿产开发有限公司

二〇二五年八月

张家川县张川镇沟口村
海家湾建筑用闪长岩矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：张家川回族自治县永强矿产开发有限公司

法人代表：李永强

副总工程师：张 勇

查院

院 长：李鸿睿

总工程师：杨 涛

项目负责：孙中元

编写人员：牛文博 王建勋 董 搏

制图人员：牟银军 丁新勇



矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

矿山企业	企业名称	张家川回族自治县永强矿产开发有限公司		
	法人代表	李永强	联系电话	15352229080
	单位地址	甘肃省天水市张家川回族自治县张家川镇胡川镇 张堡村 188 号		
	矿山名称	张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿		
	采矿许可证	<input checked="" type="checkbox"/> 新申请 <input type="checkbox"/> 持有 <input type="checkbox"/> 变更		
	以上情况请选择一种并打“√”			
编制单位	单位名称	甘肃省地质矿产勘查开发局第一地质矿产勘查院		
	法人代表	李鸿睿	联系电话	13519656152
	主要编制人员	姓名	职责	联系电话
		牛文博	工程师	19993826889
		王建勋	高级工程师	
		牟银军	高级工程师	
董 搏		工程师		
丁新勇	工程师			
审查申请	我单位已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案， 保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对本 文进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地 质环境保护与土地复垦工作。 请予以审查。			
	申请单位（矿山企业）盖章 联系人：孙中元 联系电话：13893818034			

目 录

前 言	1
0.1 任务的由来	1
0.2 编制目的	1
0.3 编制依据	3
0.4 方案适用年限	7
0.5 编制工作概况	8
第 1 章 矿山基本情况	12
1.1 矿山简介	12
1.2 矿区范围及拐点坐标	12
1.3 矿山开发利用方案概述	13
1.4 矿山开采历史及现状	16
第 2 章 矿区基础信息	17
2.1 矿区自然地理	17
2.2 矿区地质环境背景	20
2.3 矿区社会经济概况	60
2.4 矿区土地利用现状	62
第 3 章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	64
3.1 矿山地质环境与土地资源调查概述	64
3.2 矿山地质环境影响评估	65
3.3 矿山土地损毁预测与评估	93
3.4 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	99
第 4 章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	107

4.1 矿山地质环境治理可行性分析.....	107
4.2 矿区土地复垦可行性分析.....	109
第 5 章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	122
5.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	122
5.2 矿山地质灾害治理.....	126
5.3 矿区土地复垦.....	136
5.4 含水层破坏修复.....	144
5.5 水土环境污染修复.....	145
5.6 矿山地质环境监测.....	145
5.7 矿区土地复垦监测和管护.....	148
第 6 章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	155
6.1 总体工作部署.....	155
6.2 阶段实施计划.....	155
6.3 近期年度工作安排.....	157
第 7 章 经费估算与进度安排	160
7.1 经费估算依据.....	160
7.2 矿山地质环境治理工程经费估算.....	168
7.3 土地复垦工程经费估算.....	172
7.4 总费用汇总与年度安排.....	174
第 8 章 保障措施与效益分析	176
8.1 组织保障.....	176
8.2 技术保障.....	177
8.3 资金保障.....	177
8.4 监管保障.....	177

8.5 效益分析.....	178
8.6 公众参与.....	180
第9章 结论与建议	184
9.1 结论.....	184
9.2 建议.....	185

附 图 目 录

图 顺序 号 号	图 名	比例尺
4 4	张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿 矿山地质环境现状评估图	1: 2000
5 5	张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿 矿山地质环境预测评估图	1: 2000
6 6	张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿 矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图	1: 2000
7 7	张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿 复垦区土地利用现状图	1: 2000
8 8	张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿 复垦区土地损毁预测图	1: 2000
9 9	张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿 复垦区土地复垦规划图	1: 2000

前　　言

0.1 任务的由来

随着社会经济的发展，人类对矿产资源的需求日益增大，对矿产资源的开采不可避免地会对植被和土地产生破坏，矿山的生态恢复已成为当前环境科学界急需解决的重大问题，因此人们对矿山生态文明的重视程度越来越高，如何进行矿山生态系统恢复，进而更好地进行生态文明建设，成为当今社会探讨的热点之一。

为减少矿山建设及生产活动造成的矿山地质环境问题，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，实现地区经济可持续发展，根据《土地复垦条例》、《矿山地质环境保护规定》以及《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）的有关规定，张家川回族自治县永强矿产开发有限公司特委托“甘肃地质矿产勘查开发局第一地质矿产勘查院”承担“张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿矿山地质环境保护与土地复垦方案”编制工作，并按有关技术要求编制完成本方案。

0.2 编制目的

编制矿山地质环境保护与土地复垦方案的目的是：通过对矿山地质环境、土地资源影响调查与评估，制定矿山企业在矿山建设、开采、闭坑各阶段的矿山地质环境保护与土地复垦方案，最大限度地减轻矿业活动对地质环境、土地资源的不利影响，实现矿山地质环境的有效保护与恢复治理、土地资源的有效保护与复垦，规范矿山开采与地质环境、土地资源保护的关系，为矿山企业的地质环境保护与恢复治理、土地复垦的管理与监督检查及自然资源行政主管部门的行政管理和矿山地质环境治理恢复保证金、土地复垦费征收等提供依据。其主要任务如下：

- 1、查明评估区内存在的矿山地质环境问题及地质灾害类型及其特征，进行矿山地质环境影响现状评估；查明矿区土地类型及影响特征，进行土地影响现状评估。
- 2、分析预测采矿活动可能引发、加剧地质灾害危害的特征及程度；分析预测采矿活动各阶段对地下水含水层、地形地貌景观的破坏及水土环境污染特征及程度，开展地质环境影响预测评估及地质环境治理分区；分析预测采矿活动对土地资源的损毁方式及程度，进行土地影响预测评估、圈定土地复垦范围。
- 3、根据矿山地质环境现状与预测评估结果，进行矿山地质环境治理

与土地复垦可行性分析。

4、制定矿山地质环境保护与土地复垦预防、地质环境治理与土地复垦工程措施。

5、进行矿山地质环境治理与土地复垦工作部署、经费估算及进度安排。

6、进行效益分析，提出保障措施。

0.3 编制依据

0.3.1 相关法律、法规

- 1、《中华人民共和国环境保护法》（2015年1月1日）；
- 2、《中华人民共和国矿产资源法》（2009年修正）；
- 3、《中华人民共和国土地管理法》（2004年8月）；
- 4、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号，2004年3月1日）；
- 5、《矿山地质环境保护规定》（中华人民共和国国土资源部令2015年第62号）；
- 6、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014年修订）；
- 7、《土地复垦条例》（国务院592号令发布，2011年3月5日实施）；

- 8、《土地复垦条例实施办法》（2012年）；
- 9、《基本农田保护条例》（2011年修订）；
- 10、《中华人民共和国环境影响评价法》（2016年修订）；
- 11、《中华人民共和国水土保持法》（2011年）；
- 12、《中华人民共和国水污染防治法》（20018年）；
- 13、《甘肃省地质环境保护条例》（甘肃省人民代表大会常务委员会2016年10月1日）；
- 14、《甘肃省水土保持条例》（2012.8.10）。

0.3.2 行政法规与文件

- 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》国土规资[2016]21号；
- 2、《甘肃省国土资源厅关于实行采矿权项目三方案合一制度的通知》甘国资矿发，[2016]140号；
- 3、《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估的通知》（国资发[2004]69号，2004年3月25日）等。
- 4、《关于做好矿山地质环境保护与恢复治理方案编制审查及有关工作的通知》国资厅发[2009]61号；

5、《关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》（国资发[2007]81号）；

6、《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》（国资发[2006]225号）；

7、《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》（国资发[1999]36号）；

8、《关于实行采矿权项目三方案合一制度有关问题的补充通知》（国资矿发[2017]43号）；

9、《关于印发甘肃省矿山环境恢复治理保证金管理暂行办法的通知》（甘肃省国土资源厅、财政厅，甘国资发[2007]135号）；

10、《甘肃省国土资源厅关于进一步规范土地整理复垦开发项目管理工作的通知》（甘国资发〔2010〕87号）。

11、《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）。

0.3.3 技术标准与规范

1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中华人民共和国国土资源部，2016.12；

- 2、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》DZ/T0223—2011；
- 3、《土地复垦方案编制规程》第一部分：通则(TD/T1031.1—2011)；
- 4、甘肃省国土资源厅制定的《矿山地质环境保护与恢复治理方案》
编制基本要求（试行）2013年7月；
- 5、《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；
- 6、《甘肃省地质灾害防治工程勘查设计技术要求》（试行）甘肃省
国土资源厅，2003年5月；
- 7、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864—2016）；
- 8、《岩土工程勘察规范》GB50021—2001（2009版）；
- 9、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330—2013）；
- 10、《开发建设项目水土保持方案技术规定》（SL204—98）；
- 11、《水土保持综合治理技术规定》（GB/T16453—1996）；
- 12、《污水综合排放标准》（GB8978—2015）；
- 13、《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）；
- 14、《地下水水质标准》（DZ/T00290—2015）；
- 15、《矿山地质环境监测技术规范》（DZ/T0287—2015）；
- 16、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）；

17、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044—2014）。

0.3.4 地方法规与规划

1、《甘肃省实施土地管理法办法（修正）》（1997.9.29）；

2、《甘肃省林地保护条例》。

0.3.5 相关文件与技术资料

1、《张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿详查报告》，甘肃省地矿局第一地质矿产勘查院，2024年12月；

2、《张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿矿产资源开发利用方案》，甘肃省地矿局第一地质矿产勘查院，2024年12月；

3、《张家川县土地利用现状图》

4、现场调查资料。

0.4 方案适用年限

本方案旨在对矿山开发可能引发或加剧的矿山地质环境问题、土地毁损程度在矿山开采过程中同步实施矿山地质环境恢复治理、土地复垦，矿山闭坑后必须恢复矿山地质环境、实施土地复垦，减轻或消除矿山开发对矿山地质环境及土地资源的影响，做到矿山开发与地质环境与土地资源保护和谐发展。

方案基准年以相关部门批准该方案之日算起（暂定为2025年）。矿

山开发利用方案确定矿山服务年限 20.39 年，无基建期。本方案适用年限为 5 年，以后每 5 年修订一次。方案基准期确定为 2025 年。

本方案使用年限到期之后，根据采矿权变更及矿山开采计划和矿山环境的变化需修编一次本矿山的矿山地质环境保护与土地复垦方案，当扩大开采规模、变更矿区范围或开采方式时，应重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

0.5 编制工作概况

0.5.1 工作程序

本次工作程序严格按照国土资源部颁发的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的规定进行。见图 0—1。

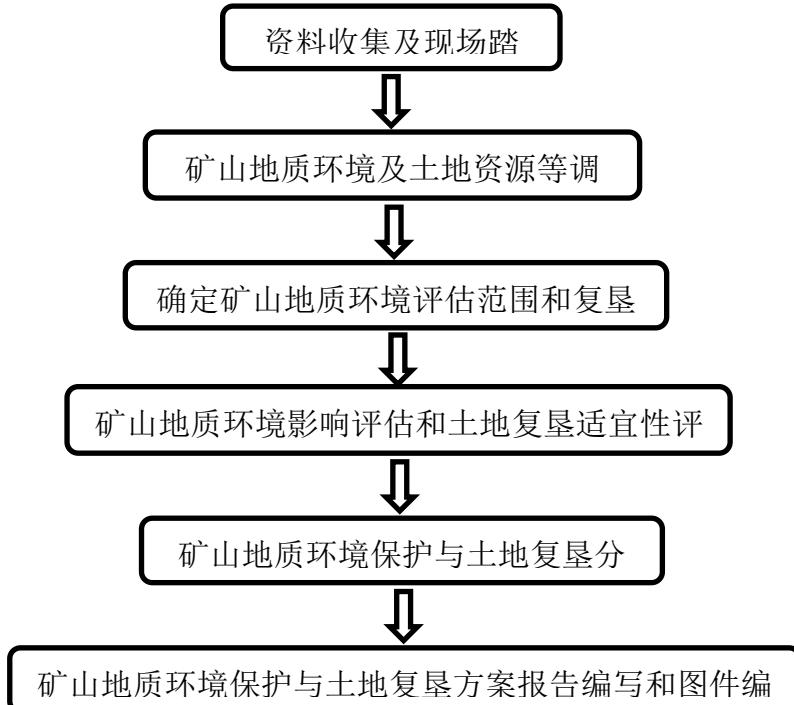


图 0—1 工作程序框图

0.5.2 工作方法

根据该项目土地复垦的目的和任务，主要采用室内编制和野外调研相结合；重点调查与一般调查相结合。

1、资料收集

收集区内气象、水文、水资源、土壤、土地利用现状与权属、土地利用总体规划、项目基本情况及社会经济等方面的资料。

2、野外调研

野外调研过程以 1: 2000 地形图为工作底图，调查了矿山主要地质环境问题的类型、分布及影响程度。对重点地段的地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述。在调研过程采集相应的影像、图片资料并做文字记录。调查重点为复垦区内的土壤类型和质量、水文、水资源、生物多样性、土地利用、土地损毁等情况。对重要的土地复垦工程案例采用数码相机拍照，并做文字记录。

3、公众调查

采用座谈会、问卷调查、走访等形式，对矿山地质环境保护与土地使用权人、土地所有权人、政府相关部门及相关权益人等公众进行调查，调查公众对土地复垦利用方向的意愿，以及对复垦标准与措施的意见。

4、室内资料整理及综合分析

对现场收集的资料进行整理、归类。

5、拟定初步方案

对拟生产建设项目的自然地理、生态环境、社会经济、土地利用状况和生产（建设）工艺等进行分析与评价，合理确定方案适用年限，进行矿山地质环境影响评估和土地复垦适宜性评价，选定矿山地质环境保护和土地复垦标准、措施，明确目标，初步拟定方案。

6、方案协调论证

对初步拟定的矿山地质环境保护与土地复垦方案广泛征询矿山地质环境保护与政府相关部门、土地使用权人和社会公众的意愿，从组织、经济、技术、公众接受程度等方面进行可行性论证。

8、编制方案

依据方案协调论证结果，确定土地复垦标准，优化工程设计，完善工程量测算及投资估（概）算，细化土地复垦实施计划安排以及资金、技术和组织管理保障措施等，编制详细土地复垦方案。

0.5.3 完成实物工作量

1、本次调查所完成的野外工作主要有 1: 2000 水文地质调查及地质

灾害点调查等，完成实物工作量如表 0—1 所示。

表 0—1 完成实物工作量一览表

工作项目	单位	完成工作量	备注
1: 2000 评估区地形地貌水文调查	km ²	1.70	
地质路线调查	km	2.09	
	不稳定斜坡	处	2
	泥石流	处	1
GPS 定点	m	20	
收集、借阅资料	套	4	

2、质量评述

本次调查工作采用的工作方法适宜，工作部署合理，所获各项基础地质资料内容基本齐全，基本满足方案编制的要求。

第1章 矿山基本情况

1.1 矿山简介

近年来，天水地区加大了对矿山企业的整治力度，关停了一批严重破坏地质环境和产能不达标矿山企业。受此影响，张家川县建筑用石料和天然砂资源短缺与市场需求增大的矛盾非常突出，很难满足建设需求。随着机制砂石工业化发展的趋势成为必然，同时为了满足市场需求，张家川县自然资源局拟在张家川县张川镇沟口村海家湾设立新的矿权，该矿山建成投产可缓解张家川县项目建设及周边地区对建筑石料和机制砂的市场需求。

“绿水青山就是金山银山”，张家川县本着“环境友好型、资源节约型”的发展思路和“构建和谐矿区、建设绿色矿山”的发展理念，大力推广机制砂以资源的可持续和经济的可循环为发展方向，按照国家“绿色矿山”的要求进行建设，符合国家环保政策。

1.2 矿区范围及拐点坐标

“张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿”拟建矿山采矿权初设时间为2025年，采矿权面积： 0.341km^2 。拟设立矿权范围拐点坐标对照表1-1。

表 1—1 拟设立矿权范围拐点坐标对照表

拐点 编号	(2000 国家大地坐标系)		拐点 编号	(2000 国家大地坐标系)	
	X 坐标	X 坐标		X 坐标	X 坐标
1			8		
2			9		
3			10		
4			11		
5			12		
6			13		
7			14		
面积: 0.341km ²					

开采方式: 露天开采

生产规模: 57.6 万吨/年

拟设立矿权面积: 0.341km²

拟设立开采标高: 2018—1842m。

1.3 矿山开发利用方案概述

1.2.1 项目基本情况

开采矿种: 建筑用石料(闪长岩);

生产规模: 30 万 m³/年;

生产年限: 矿山服务年限 20.39a;

总投资: 矿山总投资 1502.36 万元。

1.2.2 开采方案

1、开采范围

开采范围为划定矿区范围, 主要开采对象为该范围内的可采闪长岩矿体。

2、开采方式

矿区地形起伏较大，地表基本为第四系覆盖层，地表植被较为发育；根据矿体的这些赋存条件、开采技术条件、矿石的价值、性质及石料加工厂对荒料的需求量等因素，再考虑到矿山现已形成露天采场，矿山仍采用露天开采方式。

3、开拓方案

矿区为低山丘陵地形，相对高差 100—200m。根据矿山开采条件和矿区范围内地形特征，矿山开拓方案的采用矿山折返公路开拓和斜坡溜槽开拓进行比选。矿体开采标高从地表 1842m 至 2002m，技术上可行的运输方案有：

(1) 矿区道路开拓汽车运输方案：结合山势，沿沟修建矿山公路，使设备（挖掘机、装载机、穿孔设备和移动空压机等）可以直接到达山顶工作平台。首先利用挖掘机等剥离第四系黄土层等，直接形成工作线，中深孔爆破后，由装载机采挖，装入自卸汽车，废石直接运往排土场排弃，矿石运至料场。

(2) 铲运机+皮带传送方案：这种方法直接将矿石由装载机装入皮带传送设备，将矿石直接传送至生产加工区，本方案受传送机能力和工

作范围的限制，灵活性差。

根据矿山的实际情况，本矿山采用矿区道路开拓汽车运输方案。

4、采矿方法

考虑矿山的开挖条件，本次开挖采用自上而下，水平分层，垂直开采，中深孔爆破，逐层推进的采剥工艺。分 11 个水平开采，设计标准台阶高度为 15m，分别为+2002、+1987、+1972、+1957、+1942m、+1927m、+1912 m、+1897m、+1882m、+1867m、+1852m、+1842m 等平台，最终清扫平台宽 10m，安全平台宽 5 米，每隔 3 个安全平台增设一个清扫平台，台阶坡面角 70°，最终边坡角 55°，采用挖掘机清理岩面上的浮石。

1.2.3 矿山工作制度

根据矿山所在地的自然地理及内外部环境条件，确定矿山工作制度为 300d/a，2 班/d，8h/班。

1.2.4 供水系统

矿区内有常年季节性流水，工业用水可直接引用。生活用水可从沟口沟口村接入自来水或在沟口开挖大口井开采沟谷潜水，可作为矿区工作人员生活用水。

1.2.5 供电系统

矿区主要用电设施为矿石破碎筛分设备和办公、生活区用电。矿区设

S9—300KVA 变电器一台，分别向生产和生活用电设施供电。

1.4 矿山开采历史及现状

拟开采矿体矿石质量较好，内夹层很少，局部矿石出露地表，上层覆盖层较厚，剥采比为 50.56%，剥采比较小。矿山年生产建筑用石料 57.6 万吨/年，产生的弃渣约为 $3.84 \times 10^4 \text{m}^3$ ，包括开采面推进剥离的地表土壤、矿体中夹杂的土壤和爆破产生的细小废石渣。开采过程中剥离出的表土以及不能利用的废土废渣，可用来修缮矿山公路及绿化，必要时可在矿区修建挡土墙进行堆置，经过调查，矿山企业可引进一套专门用于分选 5mm 以下的废石设备，经二次分选可将此部分矿山加工成预拌砂浆原材料。

第2章 矿区基础信息

2.1 矿区自然地理

2.1.1 气象

勘查区深居内陆腹地，地处东南、西南季风交互影响的边缘地带，属温带大陆性季风气候。区内气候温和，光照充足，无霜期较长，但雨量较少；年平均气温 7.5°C ，无霜期 163 天左右，全年日照时数 2044 小时，年平均降水量 600mm。其特点是：夏短而不热，冬长而严寒，雨热同季，夏润冬燥，春暖迟，秋凉早，昼夜温差大，夏季无酷暑。

张家川县降水量在年内分布也很不均匀（图 2—1），6—9 月份降水量占全年降水量的 65%，且多以暴雨形式出现。区内土壤冻结一般从 11 月开始，4 月初消融，标准冻土深度为 65cm。

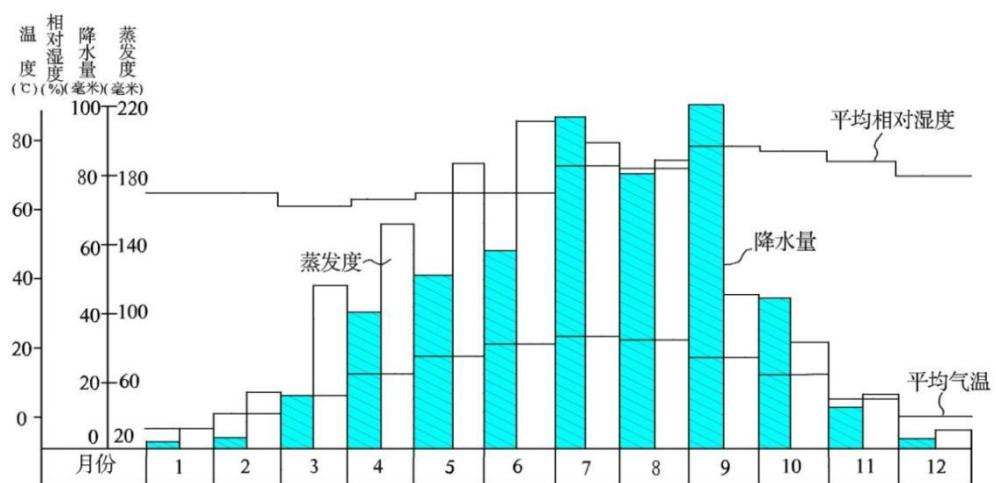


图 2—1 张家川县多年平均气象要素图

2.1.2 水文

张家川县境内有大小河流 7 条，总长度 234.48 千米，总流域面积 1311.8 平方千米，自东北部至西南部，可分为千河、长沟河、牛头河和葫芦河四大水系，均属渭河北岸支流。7 条河流均发源于陇山的涓涓细流，按照自然地势，由东北向西南流去。全县水资源量为 2.1 亿立方米，地表水资源较为丰富，为 1.7 亿立方米，但总经流量不均，形成西部缺水，东部富水的状况。地下水为雨水补给和河水入渗。境内河溪沟岔泉水分布比较广泛，散布着大小泉池 500 多眼，几乎每个村庄和山沟都有泉水露头，水质较好，年泉出露总量为 150 万立方米，是群众生活、生产用水的主要来源。

2.1.3 地形地貌

张家川地势由东北向西南倾斜。以山地为主，最高点为秦家塬石庙梁，最低点为龙山镇马河村，海拔在 1486m~2659m 之间。

东北部陇山巍峨，峻岭重叠；西南部山峦起伏，沟壑纵横。源于陇山纵贯全境的六条山梁，宛如手指，自东北向西南伸展。境内地貌复杂，东北部为陇山石质、土石山地，中东部为红土与红砂岩粘土相间山地，中西部为黄土梁峁沟壑山地。全县地貌大体上由梁峁、沟壑、川台、河谷四部分形成。

勘查区位于甘肃省东南部，天水市东北，陇山西麓，属六盘地槽与陇西陆台两大地质构造单位的过渡地带，为六盘山经向构造与秦岭纬向构造接壤处，勘查区内山峦起伏，沟壑纵横，地貌复杂。地势北高南地，海拔在 1842m~2018m 之间，平均海拔 1951.6m，相对最大高差 176m，地形陡峻，切割强烈，沟壑纵横。

2.1.4 植被

张家川县自然条件复杂多样，植被类型较多，植被分布由于受经纬度，海拔高度、气候、土壤等多种因素的影响，从南到北、从东到西、形成有规律的地带分布和受海拔限制的垂直分带。

张家川境内有林地约 59.14 万亩，森林覆盖率 20.8%，占张家川面积的 30%。木材总蓄积量达 120.47 万立方米。生长着杨、椴、松、桦、栎等 128 种木本植物。

张家川县境东北部有大片宜牧草山、草场，放牧草地面积约达 54.10 万亩，其中成片草地 18.77 万亩。野生牧草有 154 种，均属灌木草丛类，以禾本科、莎草科、豆科、菊科为主。

2.1.5 土壤

根据张家川县第二次土壤普查结果，全区土壤主要可划分为棕壤、褐色土、黑垆土、黄绵土、红粘土、灰色草甸土和沼泽土等。其中褐色土、

黑垆土、红粘土、棕壤和黄绵土分布较广，勘查区内主要分布黄绵土。

红粘土：主要分布在水土流失严重的梁坡、湾地、沟坡及坡脚地段，一般质地粘重，呈块状或粒状结构，渗水性差，遇水粘滑，抗侵蚀力差。

黄绵土：绵土主要分布黄土梁峁沟壑区和河谷台地上，该土壤土层深厚，粘性良好，但供水、供肥性差，水土流失严重。

2.2 矿区地质环境背景

2.2.1 地层岩性

勘查区所处区域位置属祁连—北秦岭接合部位，大地构造属于祁连造山带东缘，地层划属中祁连地层区，出露地层主要有古元古界陇山岩群（Pt₁L）、中生界白垩纪地层（K）、古近纪野狐城组（Ey）、新近纪甘肃群（NG）及第四纪地层（Q）。出露岩浆岩主要有三叠纪龙口峪陈家大山岩体（δo_cT）、李家湾岩体（ηγ₁T）和大量中酸性岩脉。

1、地层

（1）古元古界陇山岩群（Pt₁L）

主要分布在区域中东部，以及邢家磨以西一带，在东峡水库以南零星出露，出露主要为一套长英质片麻岩岩组，地层整体走向呈北西西向，向南倾斜，倾角多在50—70°之间。陇山岩群经历了多期变形和变质作用，

层间褶皱和流动构造十分发育，而且深熔作用强烈，发育大量顺片理分布的含石榴石花岗岩脉体或条带。总体上陇山岩群表现为层状无序，但各地段的变质岩组合相对稳定。

（2）中生界白垩纪地层（K）

分布于区域东北部，大量出露，为一套山麓—河湖相沉积，多不整合于下伏地层之上。区内白垩系大部分地层平缓，地层整体走向呈北西—西向，倾角一般为 $15^{\circ} \sim 25^{\circ}$ ，局部达 $25^{\circ} \sim 35^{\circ}$ 。总体岩性为白垩纪和尚铺组（Khs）紫红色砂质泥岩、粉砂质泥岩、页岩、粉砂岩、夹细粒长石石英砂岩、岩屑石英砂岩；下部为白垩纪三桥组（Ks）褐—黄灰—浅灰色中—巨厚层砾岩，局部夹少量薄—中层状、透镜状浅褐灰色砂砾岩；上部为白垩纪马东山组（Km）以紫红—蓝灰色泥页岩夹砂屑灰岩为主偶夹长石石英砂岩。

（3）古近纪野狐城组（Ey）

古近纪野狐城组零星分布在区域西北部，主要以红色泥岩夹砂岩为主，局部含砾砂岩、砂岩、泥灰岩、泥岩。整合于西柳沟组之上，其上与甘肃群整合（局部为平行不整合）接触。其沉积环境为一个由河流砾、砂质相向湖泊、盐湖相过渡的沉积环境。

(4) 新近系甘肃群 (NG)

新近系甘肃群在区域内广泛分布，为一套河湖盆地相砖红色—暗紫红色含砾砂质泥岩夹灰绿色泥质条带及灰绿色—灰白色钙质结核层沉积组合。

区域上新近系甘肃群出露区为低山丘陵梁峁地形，地层倾角平缓，一般为 $3^{\circ}\sim 10^{\circ}$ 或近水平状。主要分布于渭河和葫芦河河谷地两侧。甘肃群与下伏不同时代地层均呈角度不整合接触关系，在区域中西及北部等地可见新近系甘肃群微角度不整合覆于白垩系岩层和古元古界陇山岩群之上。

(5) 第四系 (Q)

主要分布于区域的现代河床及其两侧的阶地和山地的梁峁地带。按成因可划分为风成黄土、坡积物、冲洪积物，其中坡积物主要分布于坡脚，面积不大，冲洪积物主要分布于河谷地带，风成黄土主要分布于第三系或老基岩之上，且多分布在梁顶。

区域内主要上更新统黄土 (Q_3^{eol})，其岩性为淡黄色粉砂质粘土，广泛分布于勘查区及周边。该套地层为上更新统马兰黄土，结构疏松，具大孔隙，垂直节理发育，透水性强，具湿陷性，厚度一般 $5\sim 20m$ 。

其岩性主要为风积疏松黄土、亚砂土、粘土层。粘土类矿物含量一般在 90% 以上，浅黄色、土黄色，以其为主形成的粘土层厚度大，为粘土矿主要的含矿层位。其次为粉砂质成份，其含量一般不超过 5 %。

2、构造

该区位于祁连加里东造山带东端，南以渭河断裂与北秦岭加里东造山带相接，北东与华北地台以六盘山凹陷带相隔，区内因第四系覆盖严重，仅在中南部白石咀牧场以东有一北东向断层，该断层长约 3.5km。

3、岩浆岩

区内岩浆岩较为发育，主要分布于石庙梁—邢家磨一带，呈北西西向产出。以中粒花岗闪长岩、细粒石英闪长岩为主，侵入于陇山岩群、野狐城组之中，白垩纪三桥组不整合其上，因大面积被马兰组黄土所覆盖，只在沟底呈枝叉状零星分布，出露面积约 85km²。共圈定 8 个侵入体露头，划分为 2 个岩体单元，从早到晚依次为三叠纪龙口峪陈家大山岩体 (δ_{oc}^T) 、李家湾岩体 ($\eta\gamma_1^T$) 。

龙口峪陈家大山岩体出露于石庙梁—邢家磨一带，呈岩株状产

出，共圈定 7 个侵入体露头，出露面积约 78 km^2 。岩性为中粒花岗闪长岩、细粒石英闪长岩。

龙口峪李家湾岩体出露于张凤台以南一带，呈岩株状产出，共圈定 1 个侵入体露头，出露面积约 7 km^2 。岩性为似斑状中粗粒二长花岗岩。

区内有大量中酸性岩脉出露，主要分布在邢家磨一带，主要有伟晶岩脉、花岗岩脉、花岗斑岩脉、二长花岗岩脉。

2.2.2 地质构造

勘查区处在龙口峪陈家大山岩体 (δo_c^T) 部位，岩石整体较整齐，局部破碎，断裂构造不甚发育，节理裂隙发育。该岩体中的中粒花岗闪长岩和细粒石英闪长岩为勘查区内的含矿岩体。

1、构造

（1）断裂

勘查区中南部发育有一小断层，断层走向北西西向，沿走向延伸约 150m，断层破碎带宽约 1.5m，断层产状 $245^\circ \angle 45^\circ$ ，上下盘围岩较破碎，节理裂隙发育，围岩岩性为中粒花岗闪长岩及细粒钾长花岗岩脉。根据破碎带出露断面看，大致呈“S”形，推断该断层为一正断层。具有上盘下

降，下盘上升的特征。破碎带内由断层角砾岩填充，角砾大小 3—18cm 间，呈棱角状，角砾为中粒花岗闪长岩。

推断依据：①根据断层破碎带总体形态特征“S”型可以看出，上盘下降，下盘上升的总体趋势。②根据破碎带中填充的角砾特征呈棱角状，角砾大小 3—18cm 较大的特征可以看出正断层填充角砾岩的特征。③根据断层产状倾角相对较陡且该处未受其他后期构造的影响的特征亦推断其为正断层。④根据断层下盘围岩中劈理夹角方向指示对盘运动方向推断为正断层。

区内未见其他断层出露。

（2）节理

勘查区内节理发育，不同地段发育程度有所差异。本次工作中所观测节理特征见表 2—1。

根据节理发育程度及产状特征，将勘查区内节理分为主节理和一般节理；根据节理的力学性质，参照野外所观测的节理面特性，将勘查区内的节理分为剪节理和张节理（零星分布）。其主节理及大部分一般节理均为剪节理，节理面光滑平直（如图 2—2、2—3）。主节理多为平行节理，具有一定的等距排列特性，一般节理之间组成共轭 X 型节理系，

将岩石切成菱形或棋盘格状（如图 2—4）。

主节理：本次节理观测共测得 3 组主节理，区内主节理为近南北向，产状 $255^{\circ}-260^{\circ} \angle 35^{\circ}-85^{\circ}$ 。该组节理全区内广泛分布，形成以该组节理为主的构造格局。主节理以剪节理为主，节理面平直光滑，多紧闭，无明显充填物可见，多与一般节理呈斜交，且具有互切关系，局部可见错开关系。

一般节理：本次节理观测共测得 13 组一般节理，在勘查区内广泛分布，节理倾向无序，多而乱，延伸至几米到几十米。主要以剪节理为主，局部偶见张节理，反映了该地段节理裂隙具有多期次构造应力叠加的现象。

剪节理面平直光滑，无明显充填物；张节理面多粗糙不平，局部呈不规则状、锯齿状，一般无明显充填物，局部见硅质细脉充填（图 2—5、脉宽在 1—5cm 不等。节理密度多在 $6n/m-20n/m$ 之间不等，局部达到劈理级，呈不等间距排列，节理规模小，延伸短，常见多期次节理叠加而产生错开错断现象（图 2—2、2—5）。

表 2-1 勘查区节理统计表

观测位置			地质时代、层位	岩性	节理产状	节理组系	力学性质	相互关系	节理密度 (n/m)	节理面特征及充填物	备注
剖面编号	导线号	位置 (m)									
PM1-1	J0-J1	42.00	三叠纪龙口峪陈家大山岩体	花岗闪长岩	260°∠45°	主节理	剪节理	互切	5/m	节理面平直光滑闭合、无充填物	间距 15cm—25cm
					10°∠18°	一般节理	张节理		3/m	节理面较粗糙、局部充填硅质细脉	间距 25cm—35cm
					水平节理	一般节理	剪节理		4/m	节理面平直光滑闭合、无充填物	间距 20cm—30cm
PM1-1	J1-J2	47.10	三叠纪龙口峪陈家大山岩体	花岗闪长岩	330°∠75°	一般节理	剪节理	互切	3/m	节理面平直光滑闭合、无充填物	等间距
					190°∠80°	一般节理	剪节理		5/m		等间距
					260°∠30°	主节理	剪节理		12/m		间距 2cm—20cm
					85°∠60°	一般节理	剪节理		7/m		间距 10cm—15cm
					260°∠35°	主节理	剪节理		5/m		间距 15cm—25cm
PM1-1	J2-J3	53.40	三叠纪龙口峪陈家大山岩体	花岗闪长岩	260°∠40°	主节理	剪节理	错开	5/m	节理面平直光滑闭合、无充填物	间距 15cm—25cm
					22°∠78°	一般节理	张节理		3/m	节理面较粗糙、局部充填硅质细脉	间距 30cm—40cm
					40°∠70°	一般节理	张节理		4/m		间距 25cm—35cm
PM1-1	J3-J4	34.00	三叠纪龙口峪陈家大山岩体	闪长玢岩	130°∠35°	一般节理	剪节理	互切	6/m	节理面平直光滑闭合、无充填物	间距 12cm—20cm
					13°∠25°	一般节理	剪节理		4/m		等间距
PM1-1	J3-J4	156.00	三叠纪龙口峪陈家大山岩体	钾长花岗岩	255°∠85°	主节理	剪节理	互切	5/m	节理面平直光滑闭合、无充填物	等间距
					40°∠42°	一般节理	剪节理		6/m		间距 15cm—20cm
					125°∠40°	一般节理	剪节理		8/m		间距 10cm—15cm



图 2-2 密集“X”剪节理



图 2-3 平整光滑的节理面



图 2-4 X型节理形成的菱形



图 2-5 张节理中充填硅质细脉

根据多组节理产状差异，编制玫瑰花图（图 2-6），从玫瑰花图可以看出，区内应力方向大致有三期，产生了北北西向、北西向和北东向三组不同方向的节理。

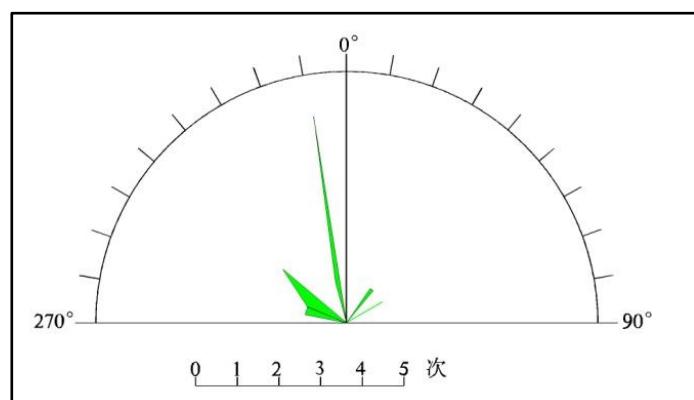


图 2-6 节理走向玫瑰花图

2、岩浆岩

（1）侵入岩

勘查区内出露的岩浆岩主要为三叠纪龙口峪陈家大山岩体西南部沟口附近中酸性侵入岩，岩性主要有中粒花岗闪长岩和细粒石英闪长岩，分别为I号和II号矿体的主要岩性。岩石整体较整齐，局部破碎，断裂构造不甚发育，节理裂隙发育。

根据野外调查岩石出露及粒度变化特征，推测中粒花岗闪长岩和细粒石英闪长岩为脉动接触关系，细粒石英闪长岩侵位于中粒花岗闪长岩之后。现按侵入期次先后顺序做如下简述：

1) 中粒花岗闪长岩

该岩性广泛出露于勘查区内，呈岩基状产出，出露面积约 0.300km^2 ，出露长约 1000m、宽约 300m。岩石风化面呈土黄色，新鲜面呈深灰色，中粒花岗结构，块状构造。岩石由斜长石 50%、钾长石 15%、石英 25%、角闪石 5%、黑云母 5% 组成。

斜长石呈灰白色，半自形板状，粒径 2—5mm；钾长石，他形粒状，

高岭土化，粒径 2—5mm；石英，灰色，他形粒状，粒径 2—5mm；角闪石，黑色，半自形柱状，粒径 1—4mm；黑云母，黑色片状，粒径 0.5—4mm。

2) 细粒石英闪长岩

该岩性出露于勘查区西南部，呈岩株状产出，呈椭圆状，出露面积约 0.058km^2 ，出露长约 400m、宽约 130m。

岩石风化面呈土黄色，新鲜面呈灰色，细粒花岗结构，块状构造。岩石由斜长石 55%、钾长石 5%、石英 15%、角闪石 15%、黑云母 10%组成。

斜长石呈灰白色，半自形板状，粒径 0.2—2mm；钾长石，他形粒状，高岭土化，粒径 0.2—2mm；石英，灰色，他形粒状，粒径 0.2—2mm；角闪石，黑色，半自形柱状，粒径 0.2—2mm；黑云母，黑色片状，粒径 0.2—1mm。

(2) 脉岩

勘查区内有中酸性岩脉出露，主要分布在勘查区中南部，主要有闪长玢岩脉、钾长花岗岩脉、中细粒黑云母二长花岗岩脉、英云闪长岩脉。

1) 闪长玢岩脉

该脉岩出露于勘查区南部，呈椭圆状，出露面积约 0.0001km^2 ，出露长约 40m、宽约 2.5m。

风化面呈土黄色，新鲜面呈浅灰色，斑状结构，块状构造。岩石主要由斑晶、基质组成，并含有金属矿物。岩石中的斑晶主要为斜长石、角闪石、黑云母等，粒径在 $0.2\text{mm}-1.5\text{mm}$ ，具定向性。斑晶中斜长石占 10%；角闪石占 12%；黑云母占 8%；基质中斜长石占 54%；角闪石占 10%；黑云母占 6%。其中斜长石为半自形板状，具强烈的蚀变，表面混浊，有的边界模糊；角闪石为柱状、黑云母为片状，有的具绿泥石化、绿帘石化，个别角闪石的横切面具两组角闪石式解理。基质具微粒结构，由蚀变的斜长石、角闪石、黑云母等组成。金属矿物为小点状、微粒状，主要分布于基质中。

2) 钾长花岗岩脉

该脉岩出露于勘查区中南部，呈椭圆状，出露面积约 0.0009km^2 ，出露长约 62m、宽约 20m。

岩石风化面呈土黄色，新鲜面呈肉红色，细粒花岗结构，块状构造。岩石由钾长石 45%、石英 25%、黑云母 5% 组成。钾长石，他形粒状，高岭土化，粒径 $0.2-2\text{mm}$ ；石英，灰色，他形粒状，粒径 $0.2-2\text{mm}$ ；

黑云母，黑色片状，粒径 0.2—1mm。

细粒钾长花岗岩脉宽约 20m。岩石主要有 3 组节理，剪节理将岩脉切成棋盘格菱形，产状 $255^{\circ}\angle 85^{\circ}$ ； $40^{\circ}\angle 42^{\circ}$ ； $125^{\circ}\angle 40^{\circ}$ 。

3) 中细粒黑云母二长花岗岩脉

该脉岩出露于勘查区中部，呈椭圆状，出露面积约 0.0002km^2 ，出露长约 10m、宽约 2m。

岩石风化面呈土黄色，新鲜面呈浅灰色，中细粒花岗结构，块状构造。岩石由斜长石 35%、钾长石 35%、石英 20%、黑云母 10%组成。斜长石呈灰白色，半自形板状，粒径 0.2—5mm；钾长石，他形粒状，高岭土化，粒径 0.2—5mm；石英，灰色，他形粒状，粒径 0.2—5mm；黑云母，黑色片状，粒径 0.2—3mm。岩石粒径以 0.2—2mm 为主。

4) 英云闪长岩脉

该脉岩出露于勘查区南部，呈椭圆状，出露面积约 0.0001km^2 ，出露长约 40m、宽约 2.5m。

岩石风化面呈土黄色，新鲜面呈浅灰色，半自形粒状结构，块状构造。岩石主要由斜长石、石英、黑云母、白云母、铁碳酸盐等组成，并含有金属矿物。岩石中的斜长石为半自形板粒状，粒径以 0.5mm—2mm

为主，显定向性，具强烈的蚀变，表面混浊，有的隐约见双晶；石英为他形粒状，呈显拉长的不规则小团状聚集，长轴方向与斜长石的定向方向相同，颗粒之间的界线较平滑；白云母、黑云母为片状，显定向性，黑云母具强烈的绿泥石化；铁碳酸盐呈略显拉长的团雾状，显定向性，较为均匀的分布，有多少不等的铁质物析出，遇冷稀盐酸剧烈冒泡。

2.2.3 水文地质

2.2.3.1 区域水文地质条件

根据地下水的赋存特征，区内地下水可以分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类：

1、松散岩类孔隙水

①冲洪积物孔隙潜水

松散岩类孔隙水分布于勘查区沟谷地带，赋存于第四系地层中，地下水埋藏浅，含水层水位不稳定，下渗速度快。场地水位有随季节变化的特点，水位变幅约为 1.5m，渗透系数 $K=40.0\text{m/d}$ 。地下水主要接受大气降水的补给，以渗流的方式排泄，在大雨或持续降雨期间，降雨渗入，形成黄土潜水或上层滞水，易发生地质灾害。该类地下水水量贫乏，水质较差，分布不均匀，随季节性变化较大。

②坡残积风化层孔隙潜水

分布于沟脑或山体斜坡地带的坡残积碎石土中，下伏基岩相对隔水。含水层较薄，一般 1~3m，单泉流量一般小于 0.1L/s。地下水主要接受降水的补给，由高处向低处径流，受地形切割出露成泉，向沟谷排泄。

③黄土孔隙裂隙水

分布于冲沟沟脑和斜梁顶部黄土孔隙裂隙中，隔水底板为陈家大山岩体中粒花岗闪长岩和细粒石英闪长岩，黄土厚度一般为1~5m，地下水位埋深1~3m，单泉流量一般小于0.1L/s。该类水水量极小，往往与下伏基岩强风化层裂隙水构成统一含水层，主要接受降水的补给，由高处向低处径流，以潜流的方式或在地形低洼处以泉的形式向沟谷排泄。

2、基岩裂隙水

基岩裂隙水富水性极弱，单泉流量一般小于0.5L/s。地下水主要接受大气降水入渗补给，由地形高处向低处径流、汇集，在地形低洼处以泉的形式排泄，局部地段以潜流的形式排泄补给沟谷潜水。

本矿床主要采取露天开采方案，矿区矿体大部位于地下水位以下的山体，采矿区最低标高一般高于当地侵蚀基准面，地形有利于自然排泄水。

2.2.3.2 矿区水文地质

1、地形地貌

勘查区位于甘肃省东南部，陇山西麓，属六盘地槽与陇西陆台两大地质构造单位的过渡地带，区域地貌形态为侵蚀构造低中山区，勘查区内山峦起伏，沟壑纵横，地貌复杂。地势北高南低，海拔在1842m~2018m之间，平均海拔1951.6m，相对最大高差176m，地形陡峻，切割强烈，

沟壑纵横。勘查区内发育 2 条 3 级沟谷，在勘查区南部汇入樊河二级支流沟口。樊河为牛头河的一级支流。沟谷中下游横剖面呈窄“U”字型，沟床宽 10—25m，上游沟床狭窄，呈“V”字型，沟床宽 3—10m，流域内沟谷谷坡陡峻，基岩裸露，缓坡地带植被较发育（图 2—16、2—17）。



图 2—16 勘查区中下游 U 型沟谷地貌图



图 2—17 勘查区上游 V 型沟谷地貌

勘查区阶（台）地发育，在勘查区中部中下游沟谷左岸及沟口可见冲洪积成因形成的断续分布的沟台地，矿山碎石场及办公、生活区坐落于此。勘查区内基岩裸露，仅在梁顶局部分布第四系覆盖层。勘查区深居内陆腹地，地处东南、西南季风交互影响的边缘地带，属温带大陆性季风气候。区内气候温和，光照充足，无霜期较长，但雨量较少；年平均气温 7.5°C，年平均降水量 600mm。流域内植被较发育，多以草木、荆棘为主。沟谷两岸谷坡高陡，坡度 35—60°，多有陡坎断崖分布，相对高差 50—100m，沟谷坡降较大，一般为 50—152‰，上游纵比降大，中下游

变缓，风化及人为堆积体随处可见。

2、水文与侵蚀基准面

勘查区地处张家川县中部的中低山区，地表水系发育，樊河自南向北径流，其二级水系在勘查区西南在沟口交汇，根据本次野外调查实测资料，沟口枯水期流量为 0.5L/s。地表水由大气降水、基岩裂隙水（断裂带脉状水）侧向径流排泄、河沟谷地下潜流补给形成，在每年的 6~9 月汛期地表水流量较大，且具有暴涨暴落的特点，其它时间地表水流量相对较小。

勘查区水系整体上沟道平直顺畅，地表径流畅通，上游次级支沟发育，矿山所处的中游沟道断面形态呈 U 型，对矿山开采的影响较大。矿区所在区域断裂构造不发育，在矿区中南部见一条北西西向段层，横切沟谷，沿断裂带构成统一的地下水单元。

勘查区南部沟口河床的地面标高为 1760m，相对矿床最低开拓面深度（高程 1842m）来说为勘查区一带地面的最低位置，因此确定勘查区最低侵蚀基准面标高为 1760m。

3、矿区水文地质特征

（1）地下水类型及富水性

根据勘查区分布的地层岩性和地下水的埋藏条件，勘查区地下水可分为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水两大类：

①松散岩类孔隙水

勘查区山体表层的第四系主要为风积黄土和次生黄土(Q_3^{col})、坡体上的残坡积物(Q_4^{el+dl})、滑塌堆积物(Q_4^{del})及支沟和沟口洪积扇上的洪积物(Q_4^{pl})。黄土和次生黄土零星分布于勘查区顶部及缓坡地带，厚度约3m—45m；残坡积物广泛分布于勘查区的坡麓地带，岩性为粉质粘土与中粒花岗闪长岩、细粒石英闪长岩等岩石的混和物，厚度约0.5m~3m；滑塌堆积物零星分布于勘查区沟谷坡脚一带，岩性为粉质粘土与基岩碎块的混和物，厚度约1.5m~3m。上述各类岩土层在勘查区范围内位于地下潜水面之上，基底为基岩倾斜山体的表层，其渗透性较好，一般不具备形成大量地下水的蓄水条件，大气降水会较快地通过该地层与下伏基岩层的接触面补给沟谷潜流或下伏的基岩风化裂隙水，属透水不含水岩层。

勘查区松散岩类孔隙水主要呈条带状分布于勘查区河沟谷的漫滩(沟床)、阶(台)地中，沟谷潜水的赋存介质主要为河沟谷冲洪积形成的漂石、角砾、砂夹少量的泥质，松散，磨圆及分选性均较差，但孔隙

率、渗透性能好。勘查区南部沟口中下游为本区主要富水地段，沟谷呈U型发育，沟谷宽3—20m，两岸阶台地不发育，仅在左岸呈断续分布，第四系松散岩类厚度一般为1.5m—5m，地下水位埋深一般在0.5m—3m之间，地下水的富水性中等，单井涌水量一般为100—500m³/d，沟口地段大于500m³；其上游沟谷呈V字型发育，沟谷宽仅3—5m，沟岸壁立，阶台地不发育，沟床第四系堆积物极薄，且多漂石、角砾、砂和少量的泥质，分选性、磨圆度较差，含水层厚度多小于0.5m，地下水的富水性弱，单井涌水量一般小于100m³/d属贫水区。支沟与主沟上游的水文地质条件相似，含水层厚度小于1.0m，单井涌水量一般为小于100m³/d，亦属贫水区。该类水水质良好，水化学类型为HCO₃—Na·Ca·Mg型，矿化度409.1mg/L。

另外在勘查区主沟沟脑及地形低洼处，发育黄土潜水和第四系坡残积松散岩类孔隙水，主要接受大气降水补给，呈季节性分布，枯季基本干枯，该类水径流距离短，通常在与下伏基岩的接触面附近溢出成泉，或下渗补给基岩裂隙水，单泉流量一般小于0.01L/s，但水质较好。

②基岩裂隙水

勘查区内与矿床联系密切的地下水赋存于矿体及周边的岩体的层间

裂隙、风化裂隙和构造裂隙以及断裂破碎带中。因勘查区经历了多次构造运动及变形变质，裂隙发育，对地下水的赋存、富集创造了条件。勘查区地质构造主要龙口峪陈家大山岩体多期地质作用，层间褶皱和流动构造控制构成勘查区的主要构造格架。

矿区在地势较低地段有基岩泉露头，流量 $0.01-1.0\text{L/s}$ 。一般而言，断裂破碎带及其影响带是矿区地下水相对富集区，也是矿床成矿带或后期矿产勘查开采地段，当矿山开采至该段时，构造裂隙水便涌入采坑。根据本次资料，矿区基岩裂隙水补给范围小，主要接受大气降水的入渗补给，主要含水层厚度 100m ，地下水富水性较弱，地下水径流模数小于 $3\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ 。该类水水化学类型为 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4-\text{Na}\cdot\text{Mg}$ 型或 $\text{HCO}_3\cdot\text{SO}_4-\text{Na}$ 型。

（2）地下水的补径排条件及动态特征

①地下水水流场分析

勘查区主体位于樊河二级水系间的分水岭，地下水径流方向主要受勘查区地质构造和地形地貌的控制从高处向低处径流。从地貌类型上看地下水从地势较高的梁坡向沟谷径流，或从高处的沟谷向低处的沟谷径流，最终补给深部基岩裂隙水或第四系河沟谷潜水，或以泉的形式形成

表流。

勘查区内基岩裂隙水依地形由高处向低处径流，岩石中较完整的微风化新鲜基岩为勘查区内相对的隔水层，其空间的展布基本上与地形相似，所以，勘查区内侵蚀基准面以上地段地下水分水岭与地表水分水岭大致一致。

②地下水补、径、排条件及动态特征

勘查区内第四系冲洪积孔隙潜水，主要接受地表水、基岩裂隙水及大气降水补给，地下水补给源较为稳定，径流条件好，河沟谷中下游水力坡度一般在 5—25%左右。随季节的变化地下水水位有一定的变幅，但变幅不大，一般在 0.5m~1.0m 之间。

勘查区地下水的补给来源主要为大气降水，没有统一的区域地下水位。大气降水沿透水岩层或岩石的裂隙渗入地下，在连通较好的裂隙或孔隙中缓慢地流动，在沟口及其次级支沟地势低洼（谷底）处以泉或地下径流的方式排泄，最终汇集于樊河。从地下水接受补给的山坡至河沟谷区径流距离较短，由于勘查区高处的松散岩类多为透水不含水的地层，下伏地层又为相对隔水的基岩层面，故此区间内的地下水径流畅通，流速也较快，水力坡度随地形的起伏而变化，一般在 15—40%左右。在下

伏的基岩地层、特别是断裂破碎带中，因风化裂隙、构造裂隙发育，地下水的径流条件好，流速也较快。据动态观测，地下水水位相对滞后降水 3—4 天左右的时间就上升至高水位，泉水流量显著增加。

勘查区内的地下水除少量上层滞水呈泉排泄外，多数渗漏汇集于龙口峪陈家大山岩体断裂的风化裂隙、构造裂隙构成的含水层中，最终排泄于沟口。单泉流量 0.01—1.0L/s，观测资料表明，在平水期动态稳定，流量基本无变化。

在矿体分布的山区地带，由于残坡积第四系松散岩类孔隙水季节性变化大，一般没有稳定的地下水位，多以季节泉的形式存在；基岩裂隙水（断裂带脉状水）主要沿裂隙运移和储存，由于有充足的补给源和储水空间，具有带状富水的特点，除直接接受降水的入渗补给外，还直接接受沟口地表水的入渗补给，地下水流场复杂；在勘查区由于断裂极为发育，其规模和走向的差异，往往使得地下水流向发生改变，其流场较为复杂，在丰水期，随着地下水位的抬升，深切沟谷中断裂穿过的地段有基岩泉出露，枯水期则干枯，因此，可近似的将勘查区河沟谷沟床看做是断裂带脉状水的排泄区。

2.2.3.3 矿坑涌水量预测

1、矿坑充水水源、边界条件

根据矿区含水岩组及断裂构造破碎带的含水特征，影响矿坑充水的主要因素是断裂构造破碎带中的脉状裂隙水和基岩裂隙水。因此确定勘查区矿床属构造裂隙脉状水充水的矿床。

由于勘查区位于沟口及次级支沟间分水岭地带开采段高于地表水体（高程 1760m），矿床所处的地形较陡，地下水与地表水的径流和排泄条件良好，利于地表水与地下水的自然排泄，矿床开采区的地下水主要为储存于破碎带裂隙中的地下水，充水因素较为单一。矿层开采时地下水的排泄方式在地势较高处以渗水、滴水和潺潺细流为主，地势较低的地段只有小规模的涌水现象。勘查区在高程 1760m 以上的分水岭构造裂隙含水层的分布空间虽大，连通条件好，但补给来源少，加之分水岭地带地形坡度较陡，不利于大气降水的汇集，地下水储存量小，矿山开采时在几小时或几天内就会迅速减少以至疏干。

大气降水入渗是勘查区分水岭段构造裂隙水的唯一补给来源，矿坑充水程度与降水量的多少、降水性质、强度、延续时间关系密切。降水量大、长时间的小雨对地下水的入渗较为有利，矿坑涌水量相应地会增大。另外矿坑涌水量也与季节有关，一般雨季比旱季矿坑涌水量要大许多。

多，矿坑最大涌水量都出现在雨季。矿坑涌水量还与开采深度有关，入渗的大气降水沿构造裂隙迅速向深部入渗，随开采深度增加而增加，同一矿坑的不同开采深度，矿坑涌水量相差较大。富水性一般为中等，单泉最大流量在 $0.1-1.0\text{L/s}$ 之间，推测单井涌水量 $300-500\text{m}^3/\text{d}$ ，在地势较高的分水岭段，这些脉状裂隙水的补给来源主要依靠降水入渗，易于疏干。

由上述可知，根据矿山所处的位置，将矿山划分为一个较完整的水文地质单元，对矿坑涌水量进行预测。计算区西、北、东三界以分水岭梁顶为界，计算区以南以矿权边界为界。

2、勘查区矿坑涌水量的预测方法

由于矿体主要位于海拔 1760m 以上的分水岭上，大气降水是矿坑涌水的唯一来源。考虑到矿床开采后，在机械施工、爆破震动作用下，上部第四系孔隙潜水和基岩裂隙水会加大入渗强度，受构造裂隙发育不均的影响，形成局部涌水。根据矿床的赋存特征，将矿床及附近断裂破碎带概化成统一的含水岩组，以矿床开采范围内的总入渗补给量来代表矿坑的最大涌水量，采用降水入渗系数法和径流模数法对涌水量进行预测，保证程度更高。

(1) 降水入渗系数法

计算公式: $Q_{\text{总}} = Q_{\text{有效}} \times F \times \alpha$

式中: $Q_{\text{总}}$ —降水入渗总量, 单位 m^3 ;

$Q_{\text{有效}}$ —有效降水量, 单位 m/a ;

F —入渗面积, 单位 m^2 ;

α —降水入渗系数, 无量纲。

根据《甘肃省武都一天水地区区域水文地质普查报告 (1: 50 万)》和本次收集的 2010 年 8 月—2015 年 10 月之间的降水资料, 该年为丰水年, 有效降水量为 600mm (计 0.60m), 勘查区第四系覆盖层薄, 透水性好, 降水入渗系数取 0.145, 勘查区降水入渗面积确定为 0.376km^2 (计 $0.376 \times 10^6 \text{m}^2$)。

计算结果: 总降水入渗量为 $3.271 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$, 即 $89.62 \text{m}^3/\text{d}$ 。见降水入渗计算结果表 (表 2-21)。

表 2-21 降水入渗计算结果表

有效降水量 (m/a)	入渗面积 (m^2)	降水入渗系数	年降水入渗总量 (m^3/a)	日降水入渗总量 (m^3/d)
0.60	0.376×10^6	0.145	3.271×10^4	89.62

(2) 径流模数法

计算公式: $Q_{\text{总}} = M_{\text{径流}} \times F \times \alpha$

式中: $Q_{\text{总}}$ —径流入渗总量, 单位 L/s 。

$M_{\text{径流}}$ —径流模数, 单位 $\text{L/s}\cdot\text{km}^2$;

F —径流入渗面积, 单位 km^2 ;

α —丰水年换算系数, 无量纲。

勘查区矿坑涌水只来自于上覆的第四系孔隙潜水、中粒花岗闪长岩、细粒石英闪长岩的风化裂隙、构造裂隙含水岩组, 由于深部构造裂隙水径流畅通, 不具有承压性, 根据 1: 50 万区域水文地质普查报告, 该区地下水枯季径流模数为 $1\text{--}3\text{L/s}\cdot\text{km}^2$, 按照矿坑涌水量预测的目的采用高值, 即 $3\text{L/s}\cdot\text{km}^2$ 可以代表多年平均地下水径流模数, 同时考虑季节变化因素, 采用丰水年换算系数, 即用丰水年的地下水补给量与多年平均地下水补给量之比, 为 1.29。计算范围为勘查区分水岭所在的水文地质单元面积为 1.14km^2 。计算结果为 4.41L/s 即 $381.2\text{m}^3/\text{d}$ (表 2-22)。

表 2-22 降水入渗计算结果表

径流模数 ($\text{L/s}\cdot\text{km}^2$)	径流入渗面积 (km^2)	丰水年换算系数	径流入渗总量 (L/s)
3.0	1.14	1.29	4.41

(3) 矿坑涌水量的预测

由上述两种方法计算结果可以看出, 地下水涌水量在 $89.62\text{m}^3/\text{d}$ 和 $381.2\text{m}^3/\text{d}$ 之间。降水入渗法计算时没有考虑季节变化, 属年平均值, 径

流模数法计算时考虑了季节影响，属于较大值，因此，计算结果有所差异，但也基本反映了勘查区的可能涌水量范围，计算结果可靠。

（4）推荐矿坑涌水量

按照矿坑涌水量评价的目的，结合泉水流量动态变化的实际情况，采取取大原则，推荐高程 1760m 以上分水岭段矿坑涌水量为 $381.2\text{m}^3/\text{d}$ ，可供矿山建设时参考使用。

2.2.3.4 水文地质勘探类型划分

根据矿床主要充水含水层的空间分布特征，本矿床为构造裂隙水或浅部风化裂隙水充水的矿床；

按矿体与主要充水含水层的空间关系，矿床主要充水含水层位于断裂破碎带及其影响带，矿床与主要充水含水层之间属统一的水文地质单元，勘查区构造裂隙水可进入矿坑；

勘查区主要矿体（标高 1842m 之上）位于当地侵蚀基准面（标高为 1760m）以上，地形有利于自然排水，矿床及主要充水含水层受矿区地形控制，水文地质边界简单，赋矿地层的基岩裂隙水富水性较弱，补给条件一般。依据上述条件，综合确定矿区水文地质勘探类型属II类I型，即矿区以裂隙充水为主、水文地质条件复杂程度简单。

2.2.3.5 勘查区供水水源评价

1、勘查区建设及用水量

根据矿山建设方案, 矿山原石开采、破碎、分选及运输, 用水量小。潜孔钻炮眼钻进作业用水量为 $20\text{m}^3/\text{d}$, 粗细骨料冲洗用水量为 $60\text{m}^3/\text{d}$, 洒水除尘、冲洗地面用水量约为 $20\text{m}^3/\text{d}$, 生活用水 $30\text{m}^3/\text{d}$, 消防用水量为 $20\text{m}^3/\text{d}$, 每日正常工作总用水量为 $150\text{m}^3/\text{d}$ 。

沟口石料矿年取水总量(按一年 365 天计算) $5.48 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 其中生活用水 $1.10 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$, 生产用水 $4.38 \times 10^4 \text{ m}^3/\text{a}$ 。

2、勘查区水源地的选择

根据勘查区石料矿生活区、采矿勘查区和碎石场所处的地理位置, 并结合勘查区周围地表水、地下水资源的实际情况, 石料矿勘查区生产用水水源地拟建于选矿厂的上游地段, 取地表水作为供水水源, 根据 2018 年 12 月枯季实测资料, 勘查区地表水流量达 16L/s , 且水质好, 远大于勘查区需水量, 保证程度高。

考虑到特大暴雨后, 地表水的含沙量较大, 矿山开采对地表水体可能存在轻度污染, 作为生活饮用水不适宜, 因此推荐在勘查区西侧沟口台地前缘地带, 开挖 1 眼大口井, 井深 4—6m, 口径 3m, 日开采量可达 $500\text{m}^3/\text{d}$,

可满足勘查区生活用水的供水要求。

2.2.4 工程地质条件

2.2.4.1 岩土体工程地质类型的划分及特征

1、土体类型及工程地质特征

①冲洪积物

松散，冲—洪积成因，分布于勘查区主沟及其支沟沟床、漫滩及残台地上，岩性为中粒花岗闪长岩、细粒石英闪长岩，砾石分选性差，次棱角，混杂堆积，含泥质，以砂碎石为主，厚度 0.5—6m。稍湿—潮湿，平均相对密度 2.65~2.80，天然重度 18~20KN/m³，变形模量 54~65MPa，内摩擦角 30~33°。

②残坡积物

残坡积成因，主要成份为粘土、含砂及岩石碎块，碎石含量约占 40% 左右，碎石成份主要为片麻岩、钾长花岗岩，多呈棱角状及次棱角状，砾径 0.2~5cm，干燥，呈散体状。

③黄土

分布于勘查区分水岭梁顶及缓坡地带，风积成因，呈棕黄色，浅层分布有厚度 0.50m 左右的腐植质土，植物根系发育，腐植质含量高，多

孔隙裂隙，干燥，含水量低，下部为厚 1—3.0m 黄土，土体含水量低，呈干燥状，孔隙及垂直节理、裂隙发育，干燥时强度较高，遇水易崩解，工程力学性质较差。

2、岩体类型及工程地质特征

区内工程地质岩组可划分为坚硬块状侵入岩组、构造破碎带软弱岩组和强风化区软弱岩组等 3 个岩组。分述如下：

①坚硬块状侵入岩组

分布于勘查区大部区域，呈岩基状产出。受区域构造作用、岩浆作用影响，岩石局部较为破碎，原生节理、裂隙发育，使岩体物理力学性能降低，完整性较好，该岩组岩体强度相对较大，呈坚硬状态，半自形粒状结构，块状构造。岩体较完整，矿石抗压强度干燥状态平均值 99.83Mpa，饱和状态 82.17Mpa，软化系数 0.82；抗拉强度天然状态平均值 5.86Mpa；抗剪强度饱和状态粘聚力平均值 8.58Mpa，摩擦系数 0.85。

②构造破碎带软弱岩组

分布在矿区中南部，断层走向北西西向，沿走向延伸约 150m，断层破碎带宽约 1.5m，断层产状 $245^{\circ} \angle 45^{\circ}$ ，上下盘围岩较破碎，节理裂隙发育，围岩岩性为中粒花岗闪长岩及细粒钾长花岗岩脉。根据破碎带出露

断面看，大致呈“S”形，推断该断层为一正断层。具有上盘下降，下盘上升的特征。破碎带内由断层角砾岩填充，角砾大小3~18cm间，呈棱角状，角砾为中粒花岗闪长岩，工程力学性质差。

③强风化区软弱岩组

主要分布在勘查区北东部的节理密集发育地段、梁顶黄覆盖土层以下岩石以及区内中粒花岗岩的局部，厚度10—100cm。粉末状，锤击声音哑，碎岩可以用手折断，干钻不容易钻进，用镐可以挖掘。

2.2.4.2 工程地质评价

岩矿体的稳定性是由岩矿体结构、岩矿块力学性质、结构面发育程度、贯通性及其含水性决定的。矿体主要受构造裂隙控制，构造裂隙附近岩石的工程地质性质决定着石英矿体及其顶、底板的稳定性。

1、岩体质量评价

岩石质量指标计算：按钻进回次测定岩石质量指标（RQD），确定不同岩组RQD值的范围和平均值。RQD值按下式计算确定：

$$RQD (\%) = \frac{L_p}{L_t} \times 100$$

式中： L_p —某岩组大于10cm完整岩芯长度之和（m）；

L_t —某岩组钻探总进尺（m）。

岩石质量等级按表 2-23 分级。

表 2-23 岩石质量等级表

等级	RQD (%)	岩石质量描述	岩体完整性评价
I	90—100	极好的	岩体完整
II	75—90	好的	岩体较完整
III	50—75	中等的	岩体中等完整
IV	25—50	劣的	岩体完整性差
V	<25	极劣的	岩体破碎

注：此表引自《勘查区水文地质工程地质勘探规范》

根据钻孔及掌子面揭露的地层资料，勘查区赋矿主要岩石质量等级划分如下：中粒花岗闪长岩 RQD 平均值 0.782，岩石质量属好的，岩体较完整；强风化分布岩组，RQD 平均值仅 0.428，岩石质量属劣的，岩体完整性差。

2、围岩稳定性评价

勘查区成矿带岩体主要由中粒花岗闪长岩、细粒石英闪长岩岩组构成勘查区岩性组合，各岩性组合薄厚不等，勘查区内断裂构造不发育，仅在勘查区中部见一条北西西向断层，节理裂隙较为发育。据钻探揭露，勘查区矿体及顶底板岩石出露较为完整，岩石稳定性较好。基岩裂隙水为勘查区主要水体，地下水的渗流对采坑边坡的稳定影响不大。因此，矿区矿床及围岩的完整性、稳定性较好。综合评价认为，该矿山矿区工程地质条件复杂程度中等。

2.2.4.3 主要工程地质问题

据本次工程地质调查和钻孔岩性观察，勘查区主要工程地质问题为围岩的稳固性问题，由于矿体围岩为花岗岩，岩石质量整体较好，但岩石中节理密集区及层间滑动带的不时出现，会降低岩石的力学性能，影响岩体总体稳定性，可能引起局部位移或坍塌掉块等矿山工程地质问题。

1、开采后可能出现的工程地质问题

开挖后，一般会面临如下工程地质问题：

①岩石中节理密集区分布不均，开采过程中易发生掉块、垮塌等现象，会对一线生产工人的生命及企业财产造成危害，注意安全合理开发矿产资源。

②开挖面角度过小或渣堆堆放过高，都会造成边坡失稳，危害极大。或渣堆堆放位置不合理，容易造成沟道阻塞，引发泥石流或石流。

2、开采过程中的防治措施建议

边坡治理以防为主，治理为辅。应该把防灾贯穿到工程建设的各个环节，在工程规划选址、设计、施工各阶段均应注重防灾减灾。

①严格按照规范设计边坡，最终边坡角度以 $45^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 为宜，当采深达 10m 时，需设置一个台阶，确保矿体边坡稳定。

②避免采场顶部堆截，及时清理坡面碎石，剥离开采面顶部第四系覆盖层。

③露天采场顶、底部修建排水槽，监测汛期，严禁暴雨天气下施工。

2.2.4.4 工程地质勘查类型

依据矿体、围岩工程地质特征，主要工程地质问题将矿区工程地质类型划分为第三类型块状岩类，以变质岩为主的岩类，岩体稳定性取决于构造破碎带、蚀变带及风华带的发育程度，矿体围岩岩体结构以块状为主，岩石整体强度高，稳定性好。

地形地貌条件简单，地形有利于自然排水，矿区内地形主要为 F11、F12 和 F13 断裂，其中，F11 走向 98° ，长度 1.68km，F12 走向 90° ，长度 2.47km，F13 走向 128° ，长度 1.46km，倾向上多与地层倾角相同或小角度斜交，对矿体无破坏作用，地质构造发育，破碎带影响岩体稳定性，此处有可能发生岩体崩塌等矿山工程地质问题。

因此，本次矿区工程地质勘查复杂程度划分为中等型。

2.2.5 矿体地质特征

2.2.5.1 区域稳定性

勘查区位于祁连加里东造山带东端，南以渭河断裂与北秦岭加里东

造山带相接，北东与华北地台以六盘山凹陷带相隔，新构造运动十分活跃，以断裂和断块活动为基本特征。主要活动特征表现为断裂构造活动的继承性和新生性。表现为山地强烈隆升，沟谷急剧下切，形成典型的高山峡谷地形，山体海拔和相对高差多在 200—300m 以上。峰尖坡陡，沟壑密集，沟谷多呈狭窄的“V”字型，沟床纵比降大，形成以樊河及支流为主干的密集水文网，为不稳定斜坡、泥石流的形成奠定了基础。新构造活动强烈，地质背景条件复杂，因此，属地震活动频发且强度较大的地区之一。据史料记载，区内及邻近地区历史上曾遭受过多次破坏性极大的地震。自公元前 186 年以来，发生和波及张家川县的 5 级以上地震 24 次，6 级以上地震 17 次，7 级以上地震 17 次，8 级以上地震 2 次。地震活动的强度大、频率高是本区地震活动最主要的特征。

2008 年 5 月 12 日汶川 8 级地震，张家川县震感强烈，民房受损严重，并伴随有地质灾害活动。根据中华人民共和国建设部发布的《我国主要城镇抗震设防烈度设计基本地震加速度和设计地震分组》中提供执行参数：本区抗震设防烈度为 8 度，设计基本地震加速度值为 0.30g。天水市新构造运动活跃，地震频发，区域上较不稳定。

2.2.5.2 矿区地质环境现状

甘肃省东南部，陇山西麓，属六盘地槽与陇西陆台两大地质构造单位的过渡地带，区域地貌形态为侵蚀构造低中山区，地质构造发育，地质生态环境脆弱。通过本次调查，勘查区存在的环境地质问题主要有地质灾害、含水层的破坏及矿坑水对地下水和地表水的污染、地形地貌景观、土地资源的占用和破坏等。

1、地质灾害

勘查区存在的地质灾害主要为 2 处不稳定斜坡（X01、X02）及 1 条泥石流沟（N01）。

（1）X01 不稳定斜坡：该不稳定斜坡位于勘查区西侧小冲沟内，勘查区 1 号坐标点西侧约 160m 处，其斜坡坡脚地理坐标：N，E，坡脚高程为 1856m，斜坡长 40m，宽 50m，高约 30m，山坡地形坡度 $30\sim45^\circ$ ，相对高差约 100m，坡面整体较陡（照片 4—4）。坡体后缘残存部分块体较为松动，在矿区爆破和动荷载影响下，存在滑动、崩落的隐患。该不稳定斜坡现状条件下稳定性较差，主要矿区通行人员、牲畜及运输车辆，威胁人数约 2—3 人，财产 20 万元。

（2）X02 不稳定斜坡：该不稳定斜坡位于勘查区内，在矿山道路靠山体西北侧，勘查区 6 号坐标点北西方向约 140m 处，坡脚前缘中心点

地理坐标: N, E, 斜坡长 50m, 宽 48m, 高约 38m, 坡度 30—40°, 坡形为凸形, 地形起伏较大, 相对高差约 80m, 山坡植被较发育。坡面上第四系覆盖较广泛, 有少量残坡积层, 根据现场调查, 坡面松散堆积体厚度 3—5m, 坡面可见少量基岩出露, 节理裂隙较发育, 岩体较为破碎, 坡脚堆积物较少。目前该斜坡稳定性较差, 存在滑动隐患, 主要威胁矿区通行人员、牲畜及运输车辆等, 威胁人数 3—5 人, 威胁财产约 50 万元。

根据不稳定斜坡所处的地质环境条件, 重点依据变形迹象, 并与以往同类不稳定斜坡发生失稳条件类比; 依据不稳定斜坡稳定性野外判别判断; 经综合分析, 现状条件下 2 处不稳定斜坡均为欠稳定状态, 发生的可能性均较小。根据不稳定斜坡威胁人数及潜在经济损失评价, 结合不稳定斜坡发生的可能性, 根据编制规范, X01、X02 不稳定斜坡对矿山地质环境影响均较严重。



图 18 X01 不稳定斜坡全貌



图 19 X02 不稳定斜坡远景

(3) N01 泥石流：现状条件下，评估区发育 1 处泥石流沟，为沟口泥石流（N01）。根据现场调查、访问并结合泥石流的固体补给物质特征分析认为，区内松散固体物质主要以坡积物为主，土体疏松，粘性土含

量低，且堆积区不明显，多呈散状堆积。

泥石流基本特征：泥石流（N01）为沟谷型泥石流沟，沟口处坐标：东经，北纬，沟口高程 1800m。该沟平面形态呈不规则“长条形”，流域面积 3.33km^2 ，主沟道全长约 2.88km。水文网络呈树枝状，以主沟为骨架共发育 2 条较大支沟，沟道坡降为 45.44‰，沟道上游段地形切割相对强烈，沟道横剖面呈“U”型，沟道宽 10—20m，深 3—10m，谷坡坡度为 30° — 45° ，坡长 50—250m；沟道的中下游下段地形切割相对较弱，沟道上游横剖面呈“V”字型，中下游呈“U”字型，沟床宽 10—25m，沟谷切割深度 1—3m，两侧沟坡多受雨水侵蚀，水土流失较严重。矿区在乱挖过程中对坡体破坏，形成 2 处不稳定斜坡 X01、X02，同时该沟道内存在常年性流水，受原来民采活动影响，沟道底部存在少量堆积垫层，厚度 1—3m，在暴雨季节极易引发泥石流灾害，对矿区及矿区下游村民造成危害。

评估区地貌类型为构造侵蚀中低山区，区内局部地段地形坡度较陡，切割较强烈，沟谷较发育，沟谷形态上游呈“V”字型，中下游呈“U”字型，沟谷比降 45.44‰，山坡坡度在 30° — 55° 之间，较利于泥石流的形成和发展；并利于降水在短期内迅速汇集，冲蚀坡面细粒物质及冲沟松散堆积物质，沿程冲刷主沟道松散物质，为泥石流的形成创造了较有利的地形

条件。沟口流域内沟道物质总量为 56 万 m^3 ；流域内坡面残坡积堆积物总量为 800 万 m^3 ，各类固体松散物质总储量 856 万 m^3 。现状评估规模为中型，属低易发泥石流，发生的可能性较小。矿山在开采生产期间不断产生的废石及剥离的覆盖层，废石堆积于沟道或山坡地带，在强降雨的形成的水动力条件的影响下，极易引发泥石流灾害，但在矿山建设废石及剥离物堆积场及相关防治措施到位的情况下，对 N01 泥石流灾害加剧的可能性较小，综合分析预测对地质环境影响较严重。

2.2.5.3 勘查区环境地质评价

目前，矿山除发育不稳定斜坡、泥石流等地质灾害外，还不存在其它地质环境问题，但随着矿山设施的建设及矿山的开采，其它环境地质问题将逐一呈现。首先是加剧了勘查区崩塌、泥石流等地质灾害，对河沟谷中下游及沟口的道路、农田、工矿企业和集中居住的村民构成威胁；改变了地表水、地下水水环境的补给、径流、排泄条件，勘查区内地下水含水层遭到破坏；矿坑排水及选矿厂排放废水直接或间接污染了地表水和地下水，但影响程度较轻；排土场、矿山辅助设施建设占压了土地资源，采矿形成的采空区以及引发地面塌陷、滑坡、崩塌、地裂缝的地质灾害，使地形地貌景观遭到破坏。综合评定沟口村海家湾闪长岩矿勘

查区地质环境类型属II类，地质环境质量中等。

针对勘查区存在的诸多环境地质问题，必须坚持科学发展观，遵循生态规律和循环经济理念，坚持矿产资源开发与生态环境保护并重，预防为主、防治结合的方针。实现资源开发、环境保护与经济社会协调发展，促进人与自然和谐。改善矿山环境，遏制矿山环境的恶化，实现社会效益、经济效益、资源效益、环境效益的和谐统一，推进社会经济及矿业经济建设可持续发展。

矿山生产中要做好矿山地质环境保护与恢复治理工作，既要统筹兼顾全面部署，又要结合实际、突出重点，集中有限资金，采取科学、经济、合理的方法，分轻、重、缓、急地逐步完成，分为现状治理、边生产边治理和闭坑治理。

2.3 矿区社会经济概况

勘查区隶属张家川县张家川镇沟口村管辖，张家川镇位于张家川县中部，是县人民政府驻地。渭河支流后川河、清水河在境内交汇，张（川）—麦（积）、张（川）—华（亭）、陇（县）—张（川）公路穿越镇区。距天水火车站 99km，省会兰州 375.1km，交通便利，张家川镇是张家川回族自治县政治、经济、商贸和文化中心。

张家川镇共辖 29 个行政村，168 个村民小组，3 个社区居委会，总户数 17100 户，总人口 66354，其中城镇人口 20123，乡村人口 49053。辖区面积 90.8 km²，共有耕地面积 62474 亩，人均占有耕地 0.94 亩，果园面积 6910 亩，农作物面积 59098 亩，粮食作物面积 52188 亩。

张家川镇城镇经济规模不断扩大，综合实力逐渐增强，市场建设初具规模，基础设施逐步完善，社会服务功能不断增强。2015 年，全镇工农业生产总值 3.12 亿元，畜牧养殖业已经成为全镇的支柱产业。以一个畜牧产业示范区，3 个大型标准化养殖场，10 个养殖专业村的"一区三场十村"畜牧业发展格局已初步形成。目前，牛、羊等大家畜存栏量达 1.6 万头（只），畜牧业收入占农民人均纯收入的 46%；清真食品加工、皮毛产品加工业在周边地区乃至全国范围内具有一定竞争力和知名度；建筑材料制造、餐饮服务、小商品批发零售等已成为辐射带动周边区经济发展增加城乡居民收入的主要途径。与此同时，党的基层组织建设、精神文明建设、科技文化教育、卫生事业健康协调发展。农业及农村经济已形成了以畜牧养殖为龙头，以粮食、蔬菜、中药材种植、农副产品加工销售、专业市场建设为重点，特色鲜明，全面发展的新格局。城乡面貌发生了较大的改善，居民收入增长加快，为全面建设小康社会，构建

和谐张家川镇打下了良好的基础。

2.4 矿区土地利用现状

根据最新土地年度变更调查成果，矿区范围内涉及三个村子，分别为梨树村、马源村和沟口村，其中涉及梨树村土地面积为 22.634hm²，涉及马源村土地面积为 11.272hm²，涉及沟口村土地面积为 3.082hm²，矿区土地利用类型、数量、耕地质量、涉及的基本农田、土地权属等详见表 2—24 和表 2—25 所示：

表 2—24 土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积比例%	
01	耕地	0103	旱地	8.52	23.04	23.04
03	林地	0305	灌木林地	1.44	3.89	6.89
		0307	其他林地	1.11	3.00	
04	草地	0401	天然牧草地	0.41	1.10	39.47
		0404	其他草地	14.19	38.36	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09	0.24	27.92
		0602	采矿用地	10.24	27.68	
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.99	2.68	2.68
合计				36.99	100.00	100

表 2—25 土地利用权属表

权属	地类 (面积单位均为公顷)
----	---------------

		01 耕地	03 林地		04 草地		06 工矿仓储用地		10 交通运输用地	合计
			0103 旱地	0305 灌木林地	0307 其他林地	0401 天然牧草地	0404 其他草地	0601 工业用地	0602 采矿用地	
平安乡	梨树村	7.003	0.391	0	0	11.570	0	3.335	0.341	22.634
张家川镇	马源村	0.030	1.048	0.990	0.408	2.118	0	6.396	0.281	11.272
张家川镇	沟口村	1.489	0	0.121	0	0.501	0.089	0.506	0.376	3.082

第3章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

3.1 矿山地质环境与土地资源调查概述

3.1.1 资料收集与分析

我院在接到委托书后，立即组织专业技术人员开展工作。现场矿山地质环境与土地资源调查时间为2025年8月21日—23日，为期3天。在现场调查前，收集相关资料，掌握了矿山地质环境条件和工程建设概况，了解矿区地质环境情况；收集地形地质图、土地利用现状图、矿权分布图等图件、地貌类型图、植被覆盖度图等图件作为评估工作的底图及野外工作用图；分析已有资料情况，确定需要补充的资料内容；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

3.1.2 野外调查

为了全面了解项目区矿山地质环境与土地资源情况，本项目分为地质灾害现状调查、水土影响调查、损毁土地调查、植被土壤调查等方面。地质灾害调查包括清查矿区范围内地质灾害点情况，并对矿区范围内现状地貌景观的影响情况进行了详细的调查。

地质灾害调查主要清查矿区范围内地质灾害隐患点情况；拟损毁土地调查主要清查矿区范围内及拟建厂区所损毁的土地利用类型；植被土

壤调查，根据土地利用现状图，确定矿区范围内各地类组成，对不同地类的植被进行调查，并对损毁项目所涉及土地类型土地进行现场取样进行理化分析，为复垦质量标准的确定提供扎实的依据。

3.2 矿山地质环境影响评估

3.2.1 评估范围和评估级别

3.2.1.1 评估范围

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T223—2011）第 6.1 条关于“矿山地质环境调查的范围应包括采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围”的规定，本矿山地质环境影响评估的范围是采矿区及其矿业活动的影响范围。根据本次对该矿山地质环境的现场调查结果，在考虑矿区登记范围、采矿影响范围及开采方式的基础上，结合流域特点，评估范围为：东边界主要以矿区东侧山脊为界，南边界以矿区南侧山脊线为界；西边界延伸到对面山脊为界，靠近沟口区域向外扩展 300m 左右；北边界向外延伸 200m 左右，最终确定评估区面积 1.698km²。

3.2.1.2 评估级别

矿山地质环境影响评估级别，根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定（表 3—1）。

表 3—1 矿山地质环境影响评估精度分级表

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

1、评估区重要程度

评估区无常住居民，无重要建筑设施；评估区位于张家川县张川镇沟口村海家湾一带，行政归属张家川县张川镇，矿区距离张川县约 8km，矿区周边无国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区（点）；评估区内无重要水源地；矿区大部分为荒山荒坡，植被较发育，多为草地，矿业活动主要破坏耕地及草地。根据评估区重要程度分级表（表 3—2），评估区重要程度属重要区。

表 3—2 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	无重要交通要道或建筑设施（√）

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(√)	破坏其它类型土地

2、矿山生产建设规模

张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿为露天开采，矿山设计年生产能力为 $30 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a}$ ，根据矿山生产建设规模分类一览表(表 3—3)，本矿山生产建设规模属大型。

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	
建筑石料	万立方米/年	≥ 10	10—5	<5	

3、评估区复杂程度

本矿山拟采用露天开采，逐条对比露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表 3—4，该矿山地质环境条件复杂程度为中等。

(1) 评估区内对矿山地质环境有影响的地下水类型为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，采场矿体位于当地侵蚀基准面以上，汇水面积小，矿体围岩富水性微弱，区内有常年流水，在节理裂隙密集区见有少量的渗水现象，采场正常涌水量小于 $3000 \text{m}^3/\text{d}$ 。采矿和疏干排水不易导致矿区周围主

要含水层的影响或破坏。依据露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

确定为简单。

表 3-4 露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复 杂	中 等	简 单
采场矿层(体)位于地下水位以下,采场汇水面积大,采场进水边界条件复杂,与区域含水层或地表水联系密切,地下水补给、径流条件好,采场正常涌水量大于10000m ³ /d;采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏	采场矿层(体)局部位于地下水位以下,采场汇水面积较大,与区域含水层或地表水联系较密切,采场正常涌水量3000—10000m ³ /d;采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏	采场矿层(体)位于地下水位以上,采场汇水面积小,与区域含水层、或地表水联系不密切,采场正常涌水量小于3000m ³ /d;采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏(√)
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主,软弱结构面、不良工程地质层发育,存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层,含水砂层多,分布广,残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于10m、稳固性差,采场岩石边坡风化破碎或土层松软,边坡外倾软弱结构面或危岩发育,易导致边坡失稳(√)	矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主,软弱结构面、不良工程地质层发育中等,存在饱水软弱岩层和含水砂层,残坡积层、基岩风化破碎带厚度5—10m、稳固性较差,采场边坡岩石风化较破碎,边坡存在外倾软弱结构面或危岩,局部可能产生边坡失稳	矿床围岩岩体结构以巨厚层状一块状整体结构为主,软弱结构面、不良工程地质层不发育,残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m、稳固性较好,采场边坡岩石较完整到完整,土层薄,边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩,边坡较稳定
地质构造复杂。矿床围岩岩层产状变化大,断裂构造发育或有全新世活动断裂,导水断裂切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层(带)或沟通地表水体,导水性强,对采场充水影响大	地质构造较复杂。矿床围岩岩层产状变化较大,断裂构造较发育,切割矿层(体)围岩、覆岩和含水层(带),导水性差,对采场充水影响较大	地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小,断裂构造较不发育,断裂未切割矿层(体)围岩、覆岩,对采场充水影响小(√)

现状条件下原生地质灾害发育, 或矿山地质环境问题的类型多、危害大	现状条件下, 矿山地质环境问题的类型较多、危害较大	现状条件下, 矿山地质环境问题的类型少、危害小 (√)
采场面积及采坑深度大, 边坡不稳定易产生地质灾害	采场面积及采坑深度较大, 边坡较不稳定, 较易产生地质灾害	采场面积及采坑深度小, 边坡较稳定, 不易产生地质灾害 (√)
地貌单元类型多, 微地貌形态复杂, 地形起伏变化大, 不利于自然排水, 地形坡度一般大于 35° , 相对高差大, 高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向	地貌单元类型较多, 微地貌形态较复杂, 地形起伏变化中等, 自然排水条件一般, 地形坡度一般 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, 地形较平缓, 有利于自然排水, 地形坡度一般小于 20° , 相对高差较小, 高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡

(2) 矿床围岩岩体主要为闪长岩, 半自形粒状结构, 块状构造, 岩石整体稳固性好, 不良工程地质现象弱发育或不发育。在坡度 $>30^{\circ}$ 的斜坡上, 表层基岩风化较强烈, 基岩风化破碎带厚度小于 5m、稳固性较好, 采场边坡岩石风化较破碎, 边坡存在外倾软弱结构面或危岩, 局部可能产生边坡失稳。依据露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表确定为较复杂。

(3) 区内地质构造较简单, 仅在中南部白石咀牧场以东有一北东向断层, 该断层长约 3.5km, 节理裂隙较为发育, 基本没有大的构造, 断裂未切割矿层(体)围岩、覆岩, 对采场充水影响小。依据露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表确定为简单。

- (4) 现状条件下原生地质灾害较发育、危害较大，依据露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表确定为中等。
- (5) 勘查区内微地貌形态较复杂，地形起伏变化较大，自然排水条件较好，地形坡度一般 20° — 35° ，相对高差较大。依据露天开采矿山地质环境条件复杂程度分级表确定为中等。

4、评估级别

综上，评估区重要程度为重要区，矿山生产建设规模为大型，地质环境条件复杂程度为中等。根据矿山地质环境影响评估分级表（表 3—1），确定本次矿山地质环境影响评估精度分级为一级。

5、评估工作方法与分级标准

- (1) 评估工作方法
- ①根据评估区地质环境条件和已有资料，采用工程地质类比法和层次分析法等方法，以定性分析为辅、定量分析为主，首先按单点单要素的评估方法对每处形成矿山地质环境影响的现象从地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、土地资源破坏四个方面进行评估，再根据地质灾害稳定性确定地质灾害发生的可能性，并确定地质灾害的规模，地质灾害影响的对象及可能造成的经济损失和受威胁人数。

②各个方面评估完成后根据取差原则给出其对矿山地质环境影响的总体评价结论。土地资源破坏对矿山地质环境影响程度的总体结论根据考生生产和建设活动破坏的各种类型土地面积累加后给出。

（2）评估标准

矿山地质环境影响分级标准按矿山地质环境影响程度分级标准表 3—5 确定。

表 3—5 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	地质灾害规模大，发生的可能性大，影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元受威胁人数大于 100 人	矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道矿井正常涌水量大于 10000 m^3/d 区域地下水水位下降矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重不同含水层（组）串通水质恶化影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重	破坏基本农田破坏耕地大于 $2hm^2$ ，破坏林地或草地大于 $4hm^2$ ，破坏荒地或未开发利用土地大于 $20hm^2$

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

注：若综合评估，分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。

3.2.2 矿山地质灾害现状分析与预测

根据野外实际调查与评估区现状地质环境条件和已有资料，采用地质历史分析法、工程地质类比法和计算法等方法，以定性分析为主、定量分析为辅按灾种类型分别进行评估。先进行稳定性评价，再根据地质灾害灾情与威胁对象、财产损失，结合（表 3—6）进行地质灾害灾情

与危害程度分级评价，最后依据《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》按大、中等、小三级（表 3—7）对各类地质灾害危险性进行评估。

表 3—6 地质灾害灾情与危害程度分级标准

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

表 3—7 地质灾害危险性分级表

危险性分级	稳定状态	危害对象	损失情况
危险性大	差	城镇及主体建筑物	大
危险性中等	中等	有居民及主体建筑物	中
危险性小	好	无居民及主体建筑物	小

根据矿山地质环境现状及野外调查，该区域的地质环境条件复杂，存在和可能产生的主要地质环境问题如下：

3.2.2.1 矿山地质灾害现状评估

矿区存在的地质灾害主要为 2 处不稳定斜坡（X01、X02）及 1 条泥石流沟（N01）。

1、矿山地质灾害现状评估

（1）不稳定斜坡（X01、X02）

评估区因前期附近居民乱挖情况，致使勘查区内及勘查区西侧小冲沟发育两处不稳定斜坡，对矿区工作人员及过往各种车辆构成不同程度威胁。

①不稳定斜坡分布与发育特征：

X01 不稳定斜坡：该不稳定斜坡位于勘查区西侧小冲沟内，勘查区1号坐标点西侧约160m处，其斜坡坡脚地理坐标：N，E，坡脚高程为1856m，斜坡长40m，宽50m，高约30m，山坡地形坡度30~45°，相对高差约100m，坡面整体较陡（图3-1）。坡体后缘残存部分块体较为松动，在矿区爆破和动荷载影响下，存在滑动、崩落的隐患。该不稳定斜坡现状条件下稳定性较差，主要矿区通行人员、牲畜及运输车辆，威胁人数约2-3人，财产20万元。

X02 不稳定斜坡：该不稳定斜坡位于勘查区内，在矿山道路靠山体西北侧，勘查区6号坐标点北西方向约140m处（图3-2），坡脚前缘中心点地理坐标：N，E，斜坡长50m，宽48m，高约38m，坡度30~40°，坡形为凸形，地形起伏较大，相对高差约80m，山坡植被较发育。坡面上第四系覆盖较广泛，有少量残坡积层，根据现场调查，坡面松散堆积体厚度3-5m，坡面可见少量基岩出露，节理裂隙较发育，岩

体较为破碎，坡脚堆积物较少。目前该斜坡稳定性较差，存在滑动隐患，主要威胁矿区通行人员、牲畜及运输车辆等，威胁人数3—5人，威胁财产约50万元。



照片 3-1 X01 不稳定斜坡全貌

照片 3-2 X02 不稳定斜坡远景

②不稳定斜坡稳定性及发生的可能性分析

根据不稳定斜坡所处的地质环境条件，重点依据变形迹象，并与以往同类不稳定斜坡发生失稳条件类比；依据不稳定斜坡稳定性野外判别（表3-9）判断；经综合分析，现状条件下2处不稳定斜坡均为欠稳定状态，发生的可能性均较小，评价结果见表3-8。

表 3-8 不稳定斜坡发生可能性评估结果表

灾害名称	稳定性	发生可能性
X01 不稳定斜坡	欠稳定	较小
X02 不稳定斜坡	欠稳定	较小

③不稳定斜坡对矿山地质环境影响程度分级

根据不稳定斜坡威胁人数及潜在经济损失评价，结合不稳定斜坡发生的可能性，根据编制规范，X01、X02 不稳定斜坡对矿山地质环境影响均为轻，现状评估结果见表 3—9。

表 3—9 不稳定斜坡对矿山地质环境影响程度评价结果一览表

编号	威胁对象	受威胁人数(人)	潜在损失(万元)	发生的可能性	矿山地质环境影响程度分级
X01	矿区通行人员、牲畜及运输车辆	1—2	20	较小	轻
X02	矿区通行人员、牲畜及运输车辆	1—2	20	较小	轻

(2) N01 泥石流

现状条件下，评估区发育 1 处泥石流沟，为沟口泥石流（N01）。根据现场调查、访问并结合泥石流的固体补给物质特征分析认为，区内松散固体物质主要以坡积物为主，土体疏松，粘性土含量低，且堆积区不明显，多呈散状堆积。

①泥石流基本特征

泥石流（N01）为沟谷型泥石流沟，沟口处坐标：东经，北纬，沟口高程 1800m。该沟平面形态呈不规则“树叶状”，流域面积 3.33km²，主沟道全长约 2.88km。水文网络呈树枝状，以主沟为骨架共发育 2 条较大支沟，沟道坡降为 45.44‰，沟道上游段地形切割相对强烈，沟道横剖面呈“U”型，沟道宽 10—20m，深 3—10m，谷坡坡度为 30°—

45°，坡长 50—250m；沟道的中下游下段地形切割相对较弱，沟道上游横剖面呈“V”字型，中下游呈“U”字型，沟床宽 10—25m，沟谷切割深度 1—3m，两侧沟坡多受雨水侵蚀，水土流失较严重。矿区在乱挖过程中对坡体破坏，形成 2 处不稳定斜坡 X01、X02，同时该沟道内存在常年性流水，受原来民采活动影响，沟道底部存在少量堆积垫层，厚度 1—3m，在暴雨季节极易引发泥石流灾害，对矿区及矿区下游村民造成危害。

②N1 泥石流形成条件

a. 地形条件

评估区地貌类型为构造侵蚀中低山区，区内局部地段地形坡度较陡，切割较强烈，沟谷较发育，沟谷形态上游呈“V”字型，中下游呈“U”字型，沟谷比降 45.44‰，山坡坡度在 30°—55°之间，较利于泥石流的形成和发展；并利于降水在短期内迅速汇集，冲蚀坡面细粒物质及冲沟松散堆积物质，沿程冲刷主沟道松散物质，为泥石流的形成创造了较有利的地形条件（照片 3—4、3—5）。



照片 3—4 N01 沟道中下游呈“U”字型



照片 3—5 N01 沟道堆积大量松散物质

b、松散固体物质条件

泥石流形成的松散固体物质条件是指流域内结构松散的岩土体的分布范围、成因类型、结构特点、性状和储量大小及补给方式、搬运距离、运移速度等。经实地勘查，沟口流域内的松散固体物质来源主要有沟道堆积物、残坡积物质及重力堆积物，其中以残坡积物质占主导地位，其次为沟道堆积物，重力堆积物不发育。

a、残坡积物质

区内坡面松散物质主要分布于流域中下游区段及坡度 $10-45^{\circ}$ 的沟坡面上。该区段坡面多为黄土覆盖，黄土质地松散，且该区域耕作粗放，保水能力差，遇暴雨时坡面侵蚀比较严重，容易被水流直接冲蚀、搬运，在大雨、暴雨条件下，这些物质被面状切沟、细沟冲刷冲蚀携带从而进入主沟道或支沟，成为泥石流的主要物源之一。

根据本次计算坡面松散物源按主沟及各主要支沟在卫星遥感图上圈定出流域面积后，除去沟道占用面积，再根据各区坡面松散层平均厚度、堆积位置、密实固结程度、植被覆盖度及人类作用强度等因素，按以下计算公式分别统计求取：

$$W=S*H$$

式中： W —残坡积物源量（ m^3 ）； S —物源分布区图上总面积（ m^2 ）；
 H —物源分布区土层垂直厚度（ m ）；统计结果列于表 3—10：

表 3—10 沟口流域坡面残坡积松散固体物质统计表

沟谷名称	松散堆积物分布面积（ km^2 ）	平均厚度（ m ）	松散堆积物储量（万 m^3 ）	合计（万 m^3 ）
沟口	1.6	5.0	800	800

经计算，沟口流域内坡面残坡积堆积物总量为 800 万 m^3 。

b、沟道堆积物

沟口沟道内早期冲洪积物及泥石流物质在搬运过程中沿沟道凸岸一侧或者沟道内坡降较小的缓坡地段堆积，以被揭底冲刷或沟岸坍塌的形式参与泥石流活动，为后期泥石流形成提供松散物质来源。

沟口流域内沟道堆积物主要分布在主沟道中下游段，流域内上游区段沟道堆积物较少。主沟道中下游地段形成范围较大的扇状堆积体，挤压主沟道，阻碍水流。这些地段的堆积物质结构松散，成为主沟泥石流的主要搬运对象。另外，接近沟口地带，由于沟道开阔，沟床纵比降小，

早期泥石流物质在此部分停淤，为后期泥石流提供物源。

通过本次野外勘查，大致查明了主沟沟床中堆积物厚度，利用卫星遥感图量算了集中有大量堆积物的沟道区段面积，以面积×厚度的计算式估算了沟道松散体物质储量，估算结果见表 3—11。

表 3—11 沟口流域沟道松散固体物质储量计算表

沟谷名称	集中分布地段沟道面积 (km ²)	堆积物平均厚度 (m)	堆积物体积 (万 m ³)	合计 (万 m ³)
沟口	0.7	0.8	56	56

经计算，沟口流域内沟道堆积物总量为 56 万 m³。

c、固体松散物质储量计算

流域内泥石流的固体松散物质主要由沟道堆积物、残坡积物质组成，现从两方面统计，见表 3—12。

表 3—12 沟口流域松散堆积物统计汇总表

来源类型	体积 (万 m ³)			备注
	残坡积物质	沟道堆积物	合计	
李家沟	800	56	856	

统计结果显示：沟口流域内沟道物质总量为 56 万 m³；流域内坡面残坡积堆积物总量为 800 万 m³，各类固体松散物质总储量 856 万 m³。

c、降水条件

强降雨是泥石流形成的必要条件，勘查区多年平均降水量为 600mm，降水量在年内分布也很不均匀，流域内年降水量主要集中于 6

—9月，而且多以暴雨为主，本区泥石流属典型的暴雨型泥石流，降雨是区内泥石流形成的唯一动力和引发因素。

③灾情历史

该区生态环境良好，近期没有发生过泥石流灾害，未造成过人员伤亡和财产损失，因而泥石流灾情分级属轻。

④泥石流易发性评价

根据《沟谷泥石流易发程度数量化评分表》（表3—13）对N01泥石流发育的各项因子打分判别；根据综合评估结果依照《泥石流易发程度分级表》（表3—14），对N01泥石流进行易发性评价；经过对区内发育的泥石流打分，N01泥石流分值为63，易发性属低易发、发生破坏的可能性小（表3—15），与现场对该泥石流沟沟口洪积扇堆积情况调查结论基本一致。

表3—13 沟谷泥石流易发程度数量化评分表

序号	影响因素	量级划分						
		严重（A） 得分	中等（B） 得分	轻微（C） 得分	一般（D） 得分			
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动）的严重程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟很发育 21	崩塌、滑坡发育，多浅层滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖 16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在 12	无崩塌、滑坡、或冲沟发育 1			

2	泥砂沿程补给长度比(%)	>60	16	60~30	12	30~10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	河形弯曲或堵塞, 大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化, 仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化, 大河主流在高水位不偏, 低水位偏	7	无河形变化, 主流不偏, 无沟口扇形地	1
4	河沟纵坡(度或‰)	>12° (213)	12	12°~6° (213~105)	9	6°~3° (105~52)	6	<3° (32)	1
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, 有中小支断层或无断层	7	相对稳定区, 4级以下地震区, 有小断层	5	沉降区, 构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率(%)	<10	9	10~30	7	30~60	5	>60	1
7	河沟近期一次变幅(m)	≥2	8	2~1	6	1~0.2	4	<0.2	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量($10^4\text{m}^3/\text{km}^2$)	>10	6	10~5	5	5~1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度(度或‰)	>32° (625)	6	32°~25° (625~466)	5	25°~15° (466~286)	4	<15° (268)	1
11	产砂区沟槽横断面	V型谷、U型谷、谷中谷	5	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产砂区松散物平均厚度(m)	>10	5	10~5	4	5~1	3	<1	1
13	流域面积(km^2)	0.2~5	5	5~10	4	0.2以下, 10~100	3	>100	1
14	流域相对高差(m)	>500	4	500~300	3	300~100	2	<100	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1

表 3-14 沟谷泥石流易发程度数量化评分表

易发程度	总分
高易发	>114
中易发	87~114

低易发	44—86
不易发	<44

表 3—15 评估区 N01 泥石流沟易发程度量化评估表

序号	影响因素	N1 泥石流沟编号		得分
		流域特征	量级	
1	崩塌滑坡及水土流失(自然和人为的)的严重程度	发育 X01、X02	轻微	12
2	泥沙岩程补给长度比(%)	30~10	轻微	8
3	沟口泥石流堆积活动	河型无变化, 主流不偏移	一般	1
4	河沟纵坡(度、‰)	45.44	一般	1
5	区域构造影响程度	相对稳定, 有小断层	轻微	5
6	流域植被覆盖率(%)	>60	一般	1
7	河沟近期一次变幅(m)	<0.2	一般	1
8	岩性影响	闪长岩	轻微	4
9	沿沟松散物储量($\times 10^4 \text{m}^3/\text{km}^2$)	>10	严重	6
10	沟岸山坡坡度(度/‰)	30°—45°	严重	6
11	产沙区沟槽横断面	V型谷、U型谷、谷中谷	严重	5
12	产沙区松散物平均厚度(m)	5—10—	轻微	4
13	流域面积(km^2)	3.33	严重	5
14	流域相对高差(m)	100—300	轻微	2
15	河沟堵塞程度	轻微	轻微	2
总分				63
易发性				低易发

(4) 泥石流规模

① 泥石流流量

泥石流流量采用以下公式计算：

$$Q_C = Q_B (1+\Phi) D$$

式中： Q_C —百年一遇泥石流流量(m^3/s)；

Φ —泥石流泥砂系数；

D—泥石流沟道堵塞系数，由甘肃省地方标准《地质灾害危险性评估规程》附录 F 表 F.2 确定，取值 1.2；
 Q_B —百年一遇清水流量 (m^3/s)。

其中，泥砂系数 (Φ) 用下式计算：

$$\Phi = (\gamma_C - 10) / (\gamma_H - \gamma_C)$$

式中： γ_C —泥石流重度 (kN/m^3)，由标准《泥石流灾害防治工程勘查规范》(DZ/T0220—2006) 附表 G.2 确定，取值 $14.33\text{kN}/\text{m}^3$ 。
 γ_H —泥沙颗粒重度，取值 $26.5\text{kN}/\text{m}^3$ 。

百年一遇清水流量，按下式计算：

$$Q_B (1\%) = 11.2F^{0.84}$$

式中： Q_B —百年一遇清水流量 (m^3/s)；

F —流域汇水面积 (km^2)。

具体结果及相关参数统计如表 3—16 所示：

表 3—16 泥石流流量计算表

沟名	汇水面积 (km^2)	清水计算流量 (m^3/s)		1+ Φ	堵塞系数 (D)	泥石流计算流量 (m^3/s)	
		1%	2%			1%	2%
N1	3.33	30.80	24.64	1.36	1.2	50.26	40.21

②泥石流规模

泥石流的规模按照一次最大冲出量来划分，可采用下式计算：

$$W_H = 0.278 \cdot Q_c \cdot T$$

式中： W_H 泥石流一次最大冲出量 (m^3) ；

Q_c — 泥石流流量 (m^3/s) ；

T — 泥石流过程时间，本区取 30min，即 1800s

用上述公式对评估区泥石流一次最大冲出量进行计算，根据计算结果，按泥石流规模划分标准（表 3—17），本区泥石流为中型泥石流，计算结果见（表 3—18）。

（5）泥石流危害特征

评估区发育的泥石流（N01）威胁沟口村、矿山道路、基建区域、生活区等矿山设施和人员，其危害特征以冲毁、淤埋为主。

（6）矿山地质环境影响程度评价

在暴雨季节或强降雨条件下，雨水汇集冲刷侵蚀沟道内弃渣松散堆积物，有发生泥石流的可能性，其易发性为低易发，泥石流规模为中型，其威胁对象主要是沟口乡村居民及矿区设备、道路、矿区工作人员等。经估算，若发生泥石流，可能造成经济损失约 100—500 万元，受威胁人数约 50—100 人，损失中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。（表 3—19、表 3—20）。

表 3—17 泥石流规模划分标准表

规 模	分级指标
巨型	一次最大冲出量 $V > 50 \times 10^4 \text{m}^3$
大型	一次最大冲出量 $20 \times 10^4 \text{m}^3 \leq V \leq 50 \times 10^4 \text{m}^3$
中型	一次最大冲出量 $2 \times 10^4 \text{m}^3 \leq V < 20 \times 10^4 \text{m}^3$
小型	一次最大冲出量 $< 2 \times 10^4 \text{m}^3$

表 3—18 评估区泥石流一次最大冲出量估算表

沟名	一次最大冲出量 $10^4 (\text{m}^3)$		规模分级
	1%	2%	
N01	2.52	2.02	中型

表 3—19 泥石流地质灾害威胁对象表

编号	威胁对象	人数(人)	可能造成的经济损失(万元)
N1	沟口居民房屋、矿区工作人员、矿区设备	50—100 人	100—500

表 3—20 泥石流对地质环境影响程度一览表

编号	规模	灾害发生可能性	对地质环境影响程度
N1	中型	较小	较严重

2、矿山地质灾害预测评估

根据评估区地质环境条件和已有资料，采用地质历史分析法、工程地质类比法和计算法等方法，以定性分析为主、定量分析为辅，先对不稳定地质体进行稳定性评价，再根据地质灾害灾情与威胁对象、财产损失，结合（表 3—21、表 3—22）进行地质灾害灾情与危害程度分级评价，最后依据《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》按大、中等、小三级（表 3—23）对各类地质灾害危险性进行现状评估。

表 3—21 地质灾害发生可能性按致灾地质体稳定性判定

致灾地质体在不利工况下的稳定性	地质灾害发生可能性
-----------------	-----------

不稳定	可能性大
欠稳定	可能性较大
基本稳定	可能性小
稳定	不可能

表 3-22 地质灾害可能造成的损失大小分级

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

注 1: 灾情: 指已发生的地质灾害, 采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价。

注 2: 险情: 指可能发生的地质灾害, 采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。

注 3: 危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。

表 3-23 地质灾害危险性分级表

地质灾害发生的可能性	地质灾害可能造成的损失大小		
	损失大	损失中等	损失小
可能性大	危险性大	危险性大	危险性中等
可能性中等	危险性大	危险性中等	危险性小
可能性小	危险性中等	危险性小	危险性小

①采矿活动可能加剧不稳定斜坡灾害危险性评估

现状条件下评估区发育 2 处不稳定斜坡 (X01、X02) 位于采矿区范围周围, 均在矿区采矿爆破震动影响范围之内, 因此预测采矿爆破震动对 2 处不稳定斜坡有一定的影响。由于 2 处斜坡表层松散堆积物较多, 加之周边人类活动频繁, 引发动荷载强烈, 在雨季受雨水冲蚀作用易诱发滑坡、崩塌灾害, 综合分析预测对地质环境影响较轻。

②采矿活动可能加剧泥石流灾害危险性评估

矿区发育的泥石流（N01），现状评估规模为中型，属低易发泥石流，发生的可能性较小。影响泥石流的主要因素是地形地貌条件、降雨条件及流域内固体松散物质。在对泥石流影响因素中的地形地貌条件及降雨条件不会有较大变化，唯一对泥石流有影响因素的是流域中的松散固体物质有一定的变化，矿山在开采生产期间不断产生的废石及剥离的覆盖层，废石堆积于沟道或山坡地带，在强降雨的形成的水动力条件的影响下，极易引发泥石流灾害，但在矿山建设废石及剥离物堆积场及相关防治措施到位的情况下，对 N01 泥石流灾害加剧的可能性较小，综合分析预测对地质环境影响较严重。

3.2.3 矿区含水层破坏现状分析与预测

3.2.3.1 采矿活动对含水层结构的破坏及现状评估

矿体位于地下水位以上，矿山开采期间对区内的基岩裂隙水有一定影响，主要是矿体周围的基岩裂隙水，但基岩裂隙水连通性差，分布不均匀；不会对含水层补给条件产生影响，对含水层径流、排泄有一定影响，影响程度小，不会改变矿区含水层结构，对矿区主要含水层水位影响较小。

3.2.3.2 对矿区及附近水源的影响

在地下水现状中，至目前未发现异常化学物质，也就是说地下水在较好的溶滤过程中，未出现异常有害物质，采矿工程活动影响到的岩土层均在地下水的主要溶滤带，因此，矿山建设及生产对地下水水化学环境的影响较小。且矿山建设及生产活动距重要居民点饮用水水源有较远的距离，并有上游的径流水源的稀释作用。预测采矿活动对矿区及附近水源的影响程度较轻。

3.2.3.3 采矿活动对含水层结构的破坏及预测评估

矿山地层无含水层，地表降水量少，偶遇暴雨形成地表径流汇入沟谷而排出，预测矿区采矿活动对含水层的影响和破坏程度较轻。

3.2.4 采矿活动对地形地貌景观破坏现状分析与预测

3.2.4.1 采矿活动对地形地貌景观的现状评估

现状条件下，矿山的乱挖现象以造成山体局部的不连续，在局部形成不稳定斜坡，矿区范围内大部分地区地貌形态没有发生变化，没有出现地表植被大量减少等与区域地形地貌景观不协调现象。评估区远离各类人文景观区、风景旅游区、水源地保护区及城市。

综上所述，现状条件下，采矿活动对地形地貌景观的影响和破坏程

度较轻。

3.2.4.2 采矿活动对地形地貌景观的预测评估

根据《张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿矿产资源开发利用初步方案》，拟设矿山开采方式为露天开采，拟建排土场、生产加工区、堆料区、办公生活区、炸药库及矿山道路等对地形地貌景观的变化均产生一定的影响。

1、露天采场对地形地貌景观的影响

露天采场对地形地貌景观的影响主要为改变原始地貌形态，造成与周围景观不协调，对原始地貌景观的连续性、完整性造成破坏，该单元占地面积大，预测对地形地貌景观的影响程度为严重。

2、排土场对地形地貌景观的影响

排土场布设于采矿区东北侧一平缓处，对地形地貌景观的影响主要为压占沟道而改变原始地貌形态，造成与周围景观不协调，排土场占地面积较大，对地形地貌景观的影响程度为较严重。

3、工业广场对地形地貌景观的影响

工业广场主要由生产加工区及堆料区组成，布设于矿区内，对地形地貌景观的影响主要为压占沟道荒地改变原始地貌形态，造成与周围景

观不协调，对原始地貌景观的完整性造成破坏。预测对地形地貌景观的影响程度为较严重。

4、办公生活区及炸药库对地形地貌景观的影响

办公生活区及炸药库对地形地貌景观的影响主要为新建建筑物对原有土地的压占，从而改变原始地貌形态，造与周围景观不协调。预测对地形地貌景观的影响程度为较严重。

5、矿山道路对地形地貌景观的影响

拟建矿山道路主要为运输道路及各功能区之间的连接道路，对地形地貌景观的影响主要为压占部分沟道及坡地改变原始地貌形态，造成与周围景观不协调，对原始地貌景观的完整性造成破坏。预测对地形地貌景观的影响程度为较严重。

3.2.5 矿区水土环境污染现状分析与预测

3.2.5.1 矿区水土环境污染现状分析

该矿山为拟建新设矿山，矿山工业场地的生产用水主要为矿山机械冷却用水，几乎不产生废水，生活污水主要为矿山生产工作人员产生的，矿山企业在生活区建立一座小型污水处理设施。对地表水污染程度较轻。

3.2.5.2 矿区水土环境污染预测分析

1、地表水环境污染

拟建矿山为露天开采，矿山工业场地的生产用水主要为矿山机械冷却用水，生活用水主要为矿山生产工作人员日常生活所需水，矿山生产及生活产生的污水经矿山企业处理后可再次利用，对地表水污染程度较轻。

2、地下水环境污染

由于当地气候日照充足，地表蒸发量较大，经过大量蒸发、长距离入渗衰竭，对区内基岩裂隙水造成污染的可能性小和影响小，对松散岩类孔隙水造成污染的可能性较小。

3.2.5.3 土壤污染

由于矿山用水及生产生活污水均经过处理后，用于矿区道路及采场洒水降尘，绿化用水，不外排。对矿区土壤造成污染的可能性小。排土场淋滤水及矿区大量粉尘、废气的沉降、生活垃圾等可能会对周围土壤造成污染。

土壤污染主要为排土场的弃土和采矿废石，弃土、废石淋滤水沉淀或侵入土壤，会使土壤板结、硬化，破坏土壤结构，影响植物生长。

矿区粉尘、废气的沉降主要为矿物质粉粒，会对表层土壤造成污染，

遇降水会致使土壤表层板结、硬化；生活垃圾集中处理，属一般污染物，对土壤的污染程度较小。

综合分析认为，矿山开采对地表水造成污染的可能性小、对基岩裂隙水造成污染的可能性小、对松散岩类孔隙水造成污染的可能性较小、造成土壤的污染程度较小，矿山水土污染对地质环境的影响程度较轻。

3.3 矿山土地损毁预测与评估

3.3.1 土地损毁环节与时序

1、矿山生产对土地造成的破坏环节

该矿山为新建矿山，在建设初期拟建的生活办公区、产品堆料区、生产加工区等工业场地，对土地主要形成压占损毁。

矿山为露天开采，生产过程中对土地的破坏环节主要有：露天采场、排土场。

2、露天采场

矿山开采中形成的露天采场对土地形成挖损破坏。

3、废土堆放

矿山拟建排土场位于采矿区东北侧一平缓处，废土堆放过程对土地形成压占损毁。

4、主要污染物及防治措施

矿山的主要污染物有：坑内开采产生的废石及采矿废水、粉尘、噪声等以及生活污水和生活垃圾。

基建期废石在堆放过程中会产生粉尘污染，可采取喷雾洒水的方式防治；生产期废石排至排土场有序堆放，对于坑内污染，采取喷雾洒水和强制通风的方式防治。

废水主要包括生活污水，生活污水经小型污水处理设施处理后，废水满足《污水综合排放标准》（GB8978—1996）二级标准要求，处理后废水可作为矿区抑尘、绿化用水，不向外环境排放。

5、生产对土地造成的损毁环节、顺序及损毁方式

（1）损毁环节

根据项目生产工艺流程可知，对土地造成的损毁环节为：①矿山建设环节；②矿山生产环节。

（2）损毁顺序

矿山生产对土地造成的损毁顺序为：①建设期间，办公生活区、各工业场地、排土场等场地平整、建设造成压占、挖损损毁。②建设期、生产期露天采场的挖损损毁和产生的废石堆放压占损毁。

(3) 损毁方式

对土地造成的损毁方式为：①生活办公区、各工业场地、废土堆放等对土地的压占损毁；②露天采场对土地的挖损损毁。③矿区道路对土地的挖损损毁。

6、土地复垦时序

根据土地损毁方式和时序，确定土地复垦时序。土地损毁方式为压占、挖损，土地损毁时序是建设期和生产期，对应的土地复垦时序为生产期的监测，闭坑后的土地复垦阶段和管护阶段。

表 3-24 土地损毁环节与时序表

序号	场地	土地损毁		损毁方式
		环节	时序	
1	办公生活区	平整、建设	建设期	压占
2	采矿废土堆场	平整、建设	生产期	压占
3	生产加工场地	平整、建设	生产期	压占
4	产品堆放场地	平整、建设	建设期、生产期	压占
5	露天采场	采矿	建设期、生产期	挖损
6	矿区道路	平整	建设期	压占

3.3.2 已损毁各类土地现状

该矿山为新建矿山，矿区内无已损毁各类土地。

3.3.3 拟损毁土地预测与评估

对矿山损毁土地的预测包括损毁土地的面积和损毁程度的预测，根据《开发利用初步方案》，本矿山项目拟损毁过程主要有矿山建设初期

的挖损和压占及开采过程中的挖损。

1、采矿场破坏土地预测

根据开发利用方案设计，矿山开采方式为露天开采，开采过程中形成 1 个露天采场。随着开采的进行，露天采坑面积扩大，最终新增破坏面积 36.99hm^2 。占用地类为有旱地、天然牧草地、其他草地及灌木林地。

2、矿山拟建公路占用土地预测

在矿山建设初期，需要新建矿山道路以连接矿山各个区域。矿山拟建道路总长 2.36km 、平均宽 6m ，预计损毁土地 2.68hm^2 。

3、排土场破坏土地预测

排土场占地面积预测主要是先预测出矿山前期的表土剥离量、后期废石、余土的排放总量后，在选择适当的场地来满足堆放的要求。

（1）采矿场产生废弃表土层总量预测

在覆盖层厚度等值线图中根据每一等厚区面积乘以平均厚度，然后求和计算，求得剥离物体积大约为 $516.61 \times 10^4\text{m}^3$ 。

（2）排土场占地预测

①排土场拟建位置：根据开发利用方案设计，矿山设计一个排土场。排土场位于采矿区东北侧一平缓处，是矿区范围内较理想的排土场，可

满足夹层石和表土的堆放要求，拟破坏土地面积 0.56hm^2 。

②排土场堆放：采矿场剥离表土是矿山后期复垦的主要土源，堆积时必须和夹层石分开堆放。依据矿山从上往下的开采方式，表层土在矿山先期开采中基本全部被预先剥离，设计剥离后全部堆积在小冲沟上游，后期开采逐渐产生的夹层石不可与表层土混合堆积。

4、工业场地及办公生活区

本次拟在勘查区内矿山道路东侧新建一个生产加工区及堆料场，拟破坏土地面积共 0.91hm^2 ；矿山生活及办公区布设在中下游河谷阶地开阔处，拟破坏土地面积 0.21hm^2 。

3.3.4 损毁总面积计算

根据以上土地损毁分析预测结果可知，在土地复垦方案服务年限内，该矿山开采拟损毁土地的主要方式为：挖损、压占，拟损毁土地面积 25.8hm^2 ，损毁土地类型主要为旱地、天然牧草地、其他草地及灌木林地，见表 3—25。

表 3—25 矿区拟损毁土地类型统计表

一级地类		二级地类		面积 hm^2	小计
01	耕地	0103	旱地	5.58	5.58
03	林地	0305	灌木林地	1.44	2.55
		0307	其他林地	1.11	

04	草地	0401	天然牧草地	0.41	6.35
		0404	其他草地	5.94	
06	工矿仓储用地	0601	工业用地	0.09	11.32
		0602	采矿用地	10.24	
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.99	
合计				25.80	

3.3.5 土地损毁程度分析

该矿山在采矿生产过程中对土地的损毁形式为挖损及压占，这两种方式对土地的损毁程度主要体现在以下几个方面：一是使土地表层结构遭到扰动破坏；二是被损毁土地恢复或改造的难易程度和所需资金多少；三是地表堆积物对土壤造成污染损毁程度，其它方面还包括砾石含量、有机质含量、PH值、地表平整度、地形坡度等。在上述因素尤其以前两个方面主要决定了土地损毁程度，所以可以采用主导因素法对土地损毁程度进行评价并划分等级。根据类似工程的土地损毁程度调查情况，参考水土保持、地质灾害评估等学科的实际经验数据，目前较公认采用的标准如下：

1、土地挖损损毁程度等级标准

挖损土地损毁程度主要采用挖损深度、挖损面积两项指标进行评价。两项因子指标中有一项满足即判为该等级（表 3—26）。

表 3—26 挖损土地损毁程度评价因素及等级标准表

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

2、压占土地损毁程度等级标准

压占土地损毁程度等级采用压占面积和堆填高度两项指标进行评价。

两项因子指标中有一项满足即判为该等级（表 3—27）。

表 3—27 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表

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

表 3—28 土地损毁程度评价统计表

序号	场地	损毁特征	损毁程度
1	生活办公区	压占土地 0.21hm ²	轻度
2	排土场	压占土地 0.56hm ²	轻度
3	生产加工场地	压占土地 0.52hm ²	轻度
4	露天采场	挖损土地 25.8hm ² , 挖损深度>5m	重度
5	产品堆放场	压占土地 0.39hm ²	轻度
6	矿区道路	压占土地 1.42hm ²	中度

3.4 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

3.4.1 矿山地质环境保护与恢复治理分区

3.4.1.1 分区原则及方法

1、分区原则

（1）坚持“以人为本”的原则

必须把矿山地质环境问题对评估区内居民生产生活的影响放在第一位，尽可能地减少对居民生产生活的影响与损失。

（2）与地质环境条件紧密结合的原则

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

（3）与工程建设紧密结合的原则

矿山地质环境保护与恢复治理分区目的是为了保护与恢复治理矿业活动对矿山地质环境产生的影响或破坏的结果，分区时应紧密结合工程建设特点，充分考虑工程建设对矿山地质环境问题的影响或破坏方式和破坏程度。

（4）考虑矿山地质环境问题发育程度趋势性的原则

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

2、分区方法

在现状评估与预测评估的基础上，选取地质灾害危险性、矿业活动对

含水层的影响或破坏、矿业活动对地形地貌景观的影响或破坏、矿业活动对土地资源的影响和破坏等现状与预测评估结果作为分区依据，利用叠加法，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ / T223—2011)附录 F《矿山地质环境保护与恢复治理分区表》(表 3—29)，并结合矿山建设特点进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。

表 3—29 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

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

3.4.1.2 分区评述

根据上述确定的分区原则和量化指标，遵循以人为本的原则，综合矿山地质环境影响现状评估和与预测评估结果，对生态环境、资源和重要建设工程及设施的破坏与影响程度、地质灾害危险性大小、危害对象和矿山地质环境问题的防治难度，并依据国土资源部《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223—2011)中附录 F(矿山地质环境保护与恢复治理分区)中的指标，将评估区范围内的区域分为三类，分别为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，具体见表 3—30。

表 3—30 矿山地质环境保护与治理恢复分区要素表

评估结果 评估要素	地质灾害		含水层	地形地貌景观及土地资源					水土污染	
	潜在不稳定斜坡	泥石流		露天采场	工业广场	排土场	办公生活区	矿山道路		
矿山地质环境 影响程度	现状评估	较严重	较严重	较轻	较轻					较轻
	预测评估	较严重	较严重	较轻	严重	较严重	较严重	较严重	较严重	较轻
分区级别		次重点防治区	次重点防治区	一般防治区	重点防治区	次重点防治区	次重点防治区	次重点防治区	次重点防治区	一般防治区

1、重点防治区

(1) 露天采场重点防治区 (I)

该区分布面积主要为露天采场（包含拟建生产加工区及堆料区），矿山地质环境问题主要为挖损造成的地形地貌景观的破坏及对土地的损毁。矿山生产期间，该区内将继续保持挖损破坏的状态，可以加强地质环境监测，在闭坑后即对其进行土地清理平整、覆土、绿化。

①工业广场防治区（露天采场内）

该区矿山地质环境问题主要为建设生产加工区对土地资源的挖损及堆料的压占，从而破坏地形地貌景观。矿山生产期间，该区内将继续保持破坏土地资源的状态，可加强地质监测，闭坑后对渣堆坡面修整，拆除生产建筑物复垦绿化。

2、次重点防治区（II）

（1）地质灾害次重点防治区

该区矿山地质环境问题主要为地质灾害对矿山生产人员、运输车辆的威胁。矿山生产期间，采矿产生废弃土石堆积体可能产生滑坡或坍塌，并成为下游沟谷泥石流松散固体物质补给源，应加强对泥石流及崩塌的监测。

（2）排土场次重点防治区

该区矿山地质环境问题主要为对地形地貌景观的破坏及对土地的压占。矿山生产期间，该区内将继续保持破坏土地资源的状态，可以加强地质环境监测，布设坡脚的挡土墙工程，在闭矿后对渣堆进行坡面修整、修建截排水渠工程及覆土绿化。

（3）生活办公区及炸药库次重点防治区

该区矿山地质环境问题主要为对地形地貌景观的破坏及对土地的压占。该区主要为矿山建设期新建建筑物对土地资源的压占，破坏地形地貌景观，在矿山闭坑后，对建筑物进行拆除，覆土绿化。

（4）矿山道路次重点防治区

该区矿山地质环境问题主要为对地形地貌景观的破坏及对土地的压

占。在矿山闭坑后，对路面覆土绿化，交付当地居民使用。

3、一般防治区（III）

除I、II区以外的评估区，现状评估地质灾害不发育，其潜在的地质灾害危害程度相对较弱，危险性小，对含水层、地形地貌景观、土地资源的影响程度较轻。经综合分析，将该区地质环境影响程度定为一般，对该区产生的地质环境问题主要为预防，保持区内地表土壤、植被环境现状不受矿山生产破坏。

综上统计，重点防治区占地面积为 0.341km^2 ，占评估区总面积的 22.14%；次重点防治区占地面积为 0.169km^2 ，占评估区总面积的 9.95%；一般防治区占地面积为 1.153km^2 ，占评估区总面积的 67.90%。

3.4.2 土地复垦区与复垦责任范围

复垦区为矿山开采造成土地损毁范围，包括生活办公区、排土场、采矿生产加工场地、露天采场等，共损毁土地 25.8hm^2 （表 3—31）。

露天采场边坡表面为闪长岩，且坡度较大，不宜覆土恢复植被，后期要进行安全保障措施，种植攀爬类植物恢复。矿区道路在矿山开采活动结束后，可作为永久道路交付当地村民使用，为当地村民提供便利。

表 3—31 复垦责任面积表

序号	场 地	损毁方式	损毁土地类	面积	备注
----	-----	------	-------	----	----

			型	(hm ²)	
1	办公生活区	压占	其他草地	0.21	拟损毁
2	排土场	压占	其他草地	0.56	拟损毁
3	生产加工区（露天采场内）	压占	其他草地	0.52	拟损毁
4	堆料场（露天采场内）	压占	其他草地	0.39	拟损毁
5	拟建道路（部分在露天采场内）	压占	其他草地	1.42	拟损毁
6	露天采场（除去生产加工区、堆料场及部分道路占用的面积）	挖损	旱地	6.68	拟损毁
			天然牧草地	0.94	拟损毁
			其他草地	15.08	拟损毁
合计				25.8	

表 3—33 复垦评价范围拐点坐标表（2000 国家大地坐标系）

编号	X	Y	评价单元
G1			评价单元一一一矿山采矿场
G2			
G3			
G4			
G5			
G6			
G7			
G8			
G9			
G10			
G11			评价单元二一一办公生活区
G12			
G13			
G14			
G15			
G17			
G18			评价单元三一一矿山堆料场
G19			
G20			
G21			
G22			

G23			评价单元四——生产加工区
G24			
G25			
G26			
G27			
G28			
G29			
G30			评价单元五——矿山排土场
G31			
G32			
G33			
G34			

3.4.3 复垦区土地类型及权属

1、复垦区土地利用类型

按照《土地利用现状分类》（GB/T21020—2007），复垦责任范围内
的土地利用现状类型划分为 2 个一级类和 3 个二级。

2、复垦区土地权属

复垦区土地属国有土地，矿山生产结束后，使用权归还国家所有。
根据当地国土部门调查结果，整个项目区土地权属清楚，无土地权属纠
纷。

第4章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

4.1 矿山地质环境治理可行性分析

4.1.1 技术可行性分析

4.1.1.1 地质灾害防治技术可行性分析

矿山现状地质灾害主要为1处泥石流(N01)、2处不稳定斜坡(X01、X02)，预测矿山生产后可能引发崩塌、滑坡等灾害。为了保护矿山地质环境和矿山开采过程中的生产安全，主要预防防治措施为：

1、开采阶段，主要采取的措施为在露天采场、排土场上游设置排截水沟，四周设置围栏及警示牌，采场应急排水及闭坑后坡面整理、修建排导堤等措施。

2、开采结束闭坑后，主要采取的措施为在露天采场、排土场上游完善排截水沟，四周设置警示牌，露天采场及时进行坡面整理、清理危岩，排土场及时进行坡面整理、采用粗颗粒碎块石压面等措施。

3、矿山工业场地建筑物建设基础开挖过程中，加强巡查、监测。所采取的预防措施、工程措施均为已经成熟稳定的矿山地质灾害保护与治理措施。施工简单易行，技术上可以实现。

4.1.1.2 含水层防治技术可行性分析

含水层防治主要是强调含水层的自我修复能力。本矿山属大型矿山，

开采规模大，矿山开采对地下含水层的影响程度较轻，采矿结束后自我能力恢复。

主要预防防治措施为：

- 1、矿山开采过程中严格按有关要求最大程度减轻对周围岩体的扰动，减小围岩移动变形对含水层结构的破坏程度。
- 2、矿区内污水主要为矿区生产工作人员的生活污水，生活污水为使排放达到国家和当地环保部门的要求，在办公生活区修建污水处理设施，经处理后回用于生产用水及道路洒水。

4.1.1.3 地形地貌修复技术可行性分析

本矿山对矿区地形地貌影响严重的主要原因是露天采场（包括采场内的工业场地）；较严重的主要原因是堆渣场、矿山公路及办公生活区等。

- 1、现状废石堆场（临时），按相关要求或规定，通过矿山地质环境专项治理进行治理。
- 2、矿山露天开采后形成的边坡，植被自然恢复，技术可行。
- 3、矿山生产工业场地、办公生活区及矿山道路合理规划、布置绿化带，美化环境，技术可行。

4.1.2 经济可行性分析

矿山地质环境治理费用为 279.28 万元，占税后利润的 2.53%，经济上可行。

4.1.3 生态环境协调性分析

通过地质灾害防治及含水层、地形地貌景观、水土污染环境修复可将矿山地质环境保护目标、任务、措施和计划等落到实处，有效防止地质灾害的发生，降低地质灾害危害程度，保护含水层和水土资源。使被破坏的含水层及水土资源恢复、利用生态环境的可持续发展，达到恢复生态环境保护生物多样性、协调性的目的。项目植被恢复采取的物种为乡土物种，恢复土地类型以原土地类型为主。通过土地复垦的相应措施的实施保持了复垦后的植被、土地类型与周边环境的一致性。

4.2 矿区土地复垦可行性分析

4.2.1 复垦区土地利用现状

根据《张家川县土地利用现状图》通过实地调查对复垦区范围界定区内地类进行统计，土地利用类型为旱地、天然牧草地、其他草地。（见表 4—1）。

表 4—1 复垦区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 hm ²	占总面积比例%	
1	耕地	103	旱地	5.58	21.63	21.63

3	林地	305	灌木林地	1.44	5.58	9.88
		307	其他林地	1.11	4.30	
4	草地	401	天然牧草地	0.41	1.59	24.61
		404	其他草地	5.94	23.02	
6	工矿仓储用地	601	工业用地	0.09	0.35	40.04
		602	采矿用地	10.24	39.69	
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.99	3.84	3.84
合计			25.8	100	100	

4.2.2 土地复垦适宜性评价

4.2.2.1 土地复垦适宜性评价的目的和原则

土地复垦适宜性评价的目的是通过分析土地复垦的可能性及其对生态环境产生的影响，确定拟复垦的土地对于某种用途的适宜性及适宜程度的高低，它是确定土地规划、土地利用方向的基本依据，是提出土地复垦措施的基础。

土地复垦适宜性评价的原则为：

- 1、符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调；
- 2、因地制宜原则；
- 3、土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则；
- 4、主导性限制因素与综合平衡原则；

- 5、复垦后土地可持续利用原则；
- 6、经济可行、技术合理性原则；
- 7、社会因素和经济因素相结合原则。

4.2.2.2 评价指标体系的建立

土地适宜性评价是针对复垦区的土地资源（主要指损毁土地）进行潜在适宜性评价，即依据损毁土地的自然属性和损毁状况，指标选取的原则，结合土地复垦项目的具体特点，评价指标的选取遵循以下原则：

- 1、完备性：指标体系能够全面反映土地复垦项目实施前后土地的综合质量，从自然条件、基本建设因素、经济因素等多方面加以考虑；
- 2、可比性：影响因素的选择，应考虑它在项目区内部不同评价单元间存在差异或复垦前后发生变化，可以进行横向或纵向比较；
- 3、不可替代性：指标之间尽量避免包含关系，如果选取的因素之间关联性太大，会使某一因素对土地质量的影响作用重复计算，从而降低评价结果的准确度；
- 4、定性与定量相结合：定量指标具有明确的量级标准，评价因子尽可能量化，对于难以量化的因子，给予定性的描述；
- 5、可操作性：建立的评价指标体系尽可能简明，选取的指标充分考

虑了各指标资料获取的可行性与可利用性，既要保证评价成果的质量又要保证可操作性强。

参考《土地复垦技术标准》中的参评标准和评价体系，建立主要限制因子分类量化定级的评价体系。

采用并综合确定为复垦土地适宜性评价标准的主要根据是：

1、矿区所在地的县级土地利用总体规划及国家增加更多耕地的有关政策和法规，确定待复垦土地的利用方向，应遵循综合效益最佳、因地制宜和农用地优先的原则；

2、以《中国 1：100 万土地资源图》主要限制因素的农、林、牧评价等级标准；

3、参照《土地复垦技术标准》中复垦工程标准；

4、参照当地土地利用状况和原土地质量进行评价。

4.2.2.3 待复垦土地适宜性评价单元的划分

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的状况，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，根据评价单元的具体情况来确定。同一评价单元内土地特征及复垦利用方向和改良途径应基本一致。

由于复垦责任范围内土地损毁方式主要是露天采场的挖损损毁，生活办公区及生产加工场地、成品堆放场地、排土场、矿区道路的压占损毁。因各部分场地损毁特征不同，且分散布局，因此，从方便建立评价标准角度出发，根据原土地用途相近及损毁程度相同的原则划分评价单元，评价单元划分为挖损单元及压占单元，挖损单元包括露天采场；压占单元包括生活办公区及生产加工场地、成品堆放场地、排土场、矿区道路。

4.2.2.4 参评因素的选择

参评因素的选择与评价标准的确定是土地适宜性评价的核心内容之一，直接关系到土地适宜性评价的科学性及评价精度的高低。评价因素因子的确定应根据矿区地理位置和地形地质条件、土地复垦的特性并结合其他研究成果和专家意见。参考《中国 1: 100 万土地资源图》主要限制因素的农林牧业评价等级标准，通过实地调查验证和专家咨询论证等方法，确定了影响土地复垦方向的主要影响因素，选取了土壤侵蚀性、地形坡度、有效土层厚度、土壤质地、排水条件、水源保证状况、土壤污染程度作为土地复垦的参评因素，构成反映该矿区复垦土地质量的七项评价指标体系。

- a) 地形坡度采矿区斜坡单元地形坡度大于15°，不宜进行覆土绿化，建议自然恢复，其他区域地形坡度均小于15°，宜进行覆土绿化。
- b) 土壤因素矿区一带土壤类型为黄土，矿区年降雨量较大，雨量较充沛，土壤有机质含量较高，土壤厚度大于1m。
- c) 矿区气候因素矿区位于暖温带半湿润到半干旱气候类型的过渡带，年平均气温9.1°C，一月份最冷，最低气温-15.8°C，最高气温33.8°C，矿区多年平均降水量600mm。
- d) 水源因素矿区有地表常流水，地表水水源充足，满足土地复垦用水量要求。
- e) 损毁状况矿区排土场对土地的损毁为压占，损毁程度为轻度；办公生活区对土地的损毁以压占为主，损毁程度为轻度；堆料区对土地的损毁以压占为主，损毁程度为轻；生产加工区对土地的损毁以压占为主，损毁程度为轻度；开采区对土地的损毁以挖损为主，损毁程度为重度（参照3.3.5表格）。
- e) 当地土地主管部门意见通过征求沟口村群众及张家川县自然资源局意见，结合项目区实际情况，将损毁土地复垦为原土地类型，平坦

的地方恢复为耕地。

4.2.2.5 评价因子适宜程度分级

参考《土地复垦技术标准》中的参评标准，以及复垦区各种生物对土壤的要求，对各评价因子进行分级，将其适宜程度分为宜耕类、宜园类、宜林类、宜牧类、其它类五个等级。各评价因子适宜程度分级情况如表 4—2 所示。

表 4—2 适宜程度评价标准

级别	宜耕类			宜园类	宜林类	宜牧类	其它类
	一级	二级	三级				
地面坡度°	<6	6~15	15~25	6~25	>25	20~35	—
土壤侵蚀性	无	≤10	11~30	30~50	30~50	>50	—
有效土层厚度 (mm)	>100	50~100	30~50	50~100	50~100	10~50	<10
土壤质地	轻壤中壤	砂壤重壤	砂土粘土	砂壤砂土	砂土	砂土	流沙裸岩
排水条件	不淹没或偶然淹没，排水条件好	不淹没或偶然淹没，排水条件好	季节性短期淹没，排水较好	季节性短期淹没，排水较好	季节性短期淹没，排水条件较好	季节性较长时期淹没，排水条件较差	长期淹没，排水条件很差
水源保证情况	旱作较稳定的有灌溉的干旱、半干旱土地	旱作较稳定的有灌溉的干旱、半干旱土地	灌溉水源保证差的干旱、半干旱土地	无灌溉水源保证，旱作不稳定的半干旱土地	无灌溉水源保证，旱作不稳定的半干旱土地	无灌溉水源保证，旱作不稳定的半干旱土地	无灌溉水源保证，不能旱作的干旱地区
土壤污染	无				轻度	中度	重度
注：土壤侵蚀性为侵蚀性沟谷占地的比例，单位为%							

4.2.2.5 参评单元土地质量指标预测

参评单元的土地质量是通过多个土地性状值来表达的，根据“开发利

用初步方案”和矿区已损毁土地的实际调查情况，分别将矿区参评单元的土地质量列于表 4—3 中。

表 4—3 待复垦土地参评性质

评价单元 评价指标	损毁单元	
	压占损毁区域	挖损损毁区域
土壤侵蚀 (%)	30~50	30~50
地形坡度 (°)	>25	>25
有效土层厚度 (mm)	50~100	50~100
土壤质地	砂壤砂土	砂壤砂土
排水条件	排水条件较好	排水条件较好
水源保证情况	无灌溉水源保证	无灌溉水源保证
土壤污染	无	无

4.2.2.6 待复垦土地适宜性评价结果

根据参评单元土地性质，对照拟定的待复垦土地主要影响因素农、林、牧评价等级标准进行逐项比配，采用极限条件法，首先确定各参评单元农、林、牧不同等级的适宜性。其次根据评价单元土地质量指标及各因素农、林、牧不同等级的评价标准确定评价单元土地复垦农、林、牧业的适宜性。根据该评价方法，土地适宜用途为宜林类、宜牧类。

表 4—4 待复垦土地复垦方向一览表

序号	场 地	复垦方向	面积 (hm ²)	备注
1	办公生活区	人工牧草地	0.21	
2	排土场	人工牧草地	0.56	
4	生产加工区	人工牧草地	0.52	
5	堆料场	人工牧草地	0.39	
6	采场基底	人工牧草地	17.07	

7	采矿场边坡台阶	其它林地	7.05	
	合计		25.8	

4.2.2.7 土地复垦方向分析

拟复垦土地的复垦方向应在土地适宜性评价的基础上，其基本原则为：宜农则农、宜林则林、宜牧则牧，努力提高土地复垦面积和土地复垦率，对难以利用土地，也应采取有效工程措施，使复垦后的土地与周围环境保持一致。

根据以上原则，按评价单元确定，结合当地实际情况，以符合周边环境类别、满足符合矿区经济效益最大化及最适应当地的种植方向确定复垦方向。

1、采矿场基底同时适宜林地、草地。根据与周围环境相适应性及当地畜牧业经济活动等实际情况，复垦为人工牧草地；

2、采矿场边坡台阶同时适宜林地、草地。采场边坡台阶坡面较陡，无法覆土，考虑该实际情况，为达到与周围环境相适应原则，台阶复垦为其他林地。

3、排土场、生产加工区、生活办公区、堆料区及炸药库等适应林地和草地。这些功能区沿河谷而建，均靠近主要运输道路，对原地形地貌影响较小，为与周围环境相适应，设计复垦为人工牧草地。

4、矿区道路在矿山开采活动结束后，可作为永久道路交付当地村民使用，以方便居民进出山林及复垦后进行管护，故本次对矿区道路不在进行复垦。

根据上述土地适宜性评价结果，勘查区复垦方向为其他林地和人工牧草地，勘查区拟损毁土地 25.8hm^2 ，复垦土地 25.8m^2 。

4.2.3 水土资源平衡分析

1、土资源平衡分析

依据土地复垦适宜性和土地复垦方向分析可知，复垦责任范围内的场地将复垦为人工牧草地及其他林地，根据《土地复垦质量控制标准》，确定旱地有效土层厚度为 30cm，其他林地有效土层厚度为 50cm。

根据矿区土壤实际情况，确定覆土面积包括以下部分：露天采场（基底及开采平台）、生产加工场地、办公生活区、产品堆放场地、排土场。所需覆土量见表 4—5。

表 4—5 所需覆土量计算表

序号	场地	复垦方向	面积 (hm^2)	覆土厚度 (m)	覆土量 (m^3)
1	生活办公区	旱地	0.21	0.3	630
2	排土场	旱地	0.56	0.3	1680
3	生产加工场地	旱地	0.52	0.3	1560
4	堆料场	旱地	0.39	0.3	1170
5	露天采场基底	旱地	17.07	0.3	86670

6	露天采场开采平台	其他林地	7.05	0.5	35250
	合计		25.8		107544

土地复垦工作实施的过程中，应利用原地欲破坏的表土资源，尽量不要从其它地方挖运土壤，做好表土的剥离和养护工作。表土剥离分两部分内容，一部分是工业场地建设前期的表土剥离，该部分剥离的表土集中堆放于各工业场地的内部边缘，剥离的土方量不大，不会造成新的土地破坏。另一部分表土剥离是矿山开采结束对破坏的土地进行复垦时所需客土来源处的表土剥离，该部分采用动态充填复垦表土剥离，实行边剥离，边复垦，边回填的复垦技术。从表 4—5 可知，矿山复垦所需覆土量为 $10.75 \times 10^4 \text{m}^3$ ，而矿山开采前期剥离表土量为 $516.61 \times 10^4 \text{m}^3$ ，因此，矿山开采前期剥离的表土可满足复垦覆土用量。

2、水资源平衡分析

（1）供水量分析

矿区作物需水主要依靠天然降水，年平均降水量约为 600mm，根据当地多年种植习惯和种植经验，有效降雨量占全部降雨量的 70%，降雨量按平均值计算，从理论角度对矿区天然降水做简单分析：

$$\text{有效天然降水量} = \text{降雨量} \times \text{承雨面积} \times \text{有效水利用系数}$$

$$= 600 \times 10^{-3} \times 36.99 \times 10^4 \times 0.70$$

=15.53 万 m^3 /年

(2) 需水量分析

项目实施后区内需水作物面积为 $36.99hm^2$ ，需水作物主要为种植的牧草及林地。灌溉定额参照天水市水利局、天水市水土保持工作站提供的资料并结合当地种植经验，按照草地需水 $220m^3/亩$ 、有林地需水 $240m^3/亩$ 计算，项目实施后，复垦区作物需水量为 $126525.00m^3$ /年，具体计算过程详见表 4-6。

表 4-6 区内作物需水量计算表

作物类型	需水量 ($m^3/亩$)	种植面积 (亩)	总需水量 (m^3)
人工牧草地 (苜蓿)	220	459.75	101145.00
其他林地 (落叶松)	240	105.75	25380.00
合计			126525.00

通过以上分析，项目区需水作物面积共 $25.8hm^2$ ，作物生长的需水量 $126525.00m^3$ ，项目区可利用降雨总量为 15.53 万 m^3 ，项目区正常年景下的天然供水量能够满足作物生长的需水量。

4.2.4 土地复垦质量要求

4.2.4.1 矿区挖损损毁土地单元

矿区挖损损毁土地单元为露天采场损毁土地单元。

该单元在矿山开采生产过程中，对土地的损毁方式大部分为挖损形式，少量压占损毁。这些过程对土地产生直接损毁，原始状态已不复存

在，损毁后的土地可侵蚀性增强，地形坡度增大，有效土层被损毁，土壤质量基本为全石质贫瘠土。因此，土地复垦的目标或标准是：a.因地制宜使土地恢复至可利用状态；b.旱地有效土层厚度30cm，林地有效土层厚度50cm；c.土壤质量达到植树标准（粘土、砂土或砂壤土）；d.鉴于当地气候条件，复垦后需要管护3年，植被覆盖率达到60%以上，达不到应多次补植。

4.2.4.2 矿区压占损毁土地单元

压占损毁土地单元为生活办公区及生产加工场地、成品堆放场地、排土场、矿区道路等压占损毁土地单元。

该单元在开采生产过程中，对土地的损毁方式主要为压占，有一定的挖损，原始地形地貌、土壤植被均被损毁，土地复垦的基本任务是对损毁地段进行恢复，恢复到与原始状态接近。因此，该单元土地复垦的目标或标准是：a.被压占地段拆除清理整治，与周围坡体协调一致；b.拆除地面建（构）筑物，清理被压占土地的建筑垃圾和废石矿渣；c.旱地有效土层厚度30cm，林地有效土层厚度50cm；土壤质量达到植树标准（粘土、砂土或砂壤土）；d.鉴于当地气候条件，复垦后需要管护3年，植被覆盖率达到80%以上，达不到应多次补植。

第5章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

5.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防

5.1.1 目标任务

1、矿山地质环境保护与土地复垦原则

- (1) 坚持“预防为主，防治结合”的原则；
- (2) 坚持“在保护中开发，在开发中保护”的原则；
- (3) 坚持“谁损毁，谁复垦”的原则；
- (4) 坚持“边生产，边建设，边复垦”的原则；
- (5) 坚持“科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”的原则；
- (6) 坚持“复垦的土地应当优先用于农业”等原则。

2、矿山地质环境保护与土地复垦目标任务

(1) 总体目标

坚持科学发展，最大限度的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，以及对损毁土地复垦时需按适宜于当地环境的

地类复垦的原则。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。

（2）近期目标

①采用边生产边恢复的方式。在生产的同时对已采地段进行恢复治理，对崩塌面的危岩体进行清运，防止其对矿区人员造成威胁；评估区内修筑截水渠，减少坡面径流对才场边坡的冲刷；生产期间应加强因矿山开采活动的进行可能引发的崩塌、滑坡等地质灾害的监测。

②矿山开采后，有部分区段将出现地形地貌及地表植被的破坏，应先对该区段采用覆土、平整、撒播种草进行复垦。

（2）远期治理与复垦

在矿山开采工作结束后的闭坑治理期主要对植被遭受破坏地区进行治理和复垦，力争使该区生态环境恢复到原貌，种草绿化，恢复植被。对地表建筑物进行拆除；最后进行生态修复工程。

①开采高边坡的工程治理

在矿山闭坑后，主要对开采坡体予以整修，顺势而为，改造成水平阶梯，恢复植被。

②植树绿化的工程治理

为了治理矿山开采对地形、地貌及生态景观的破坏，在矿山闭坑后，对评估区所在范围，都要按有关规定要求进行土地复垦和地貌景观的恢复。

5.1.2 主要技术措施

5.1.2.1 矿山地质环境预防措施

1、地质灾害预防措施

（1）泥石流的预防措施

基建期产生的废石、弃渣严禁堆置沟道，定期对沟道堆积区进行清理。

（2）不稳定斜坡的预防措施

开挖边坡产生的危岩、浮石进行及时清理，对变形较大段及时进行支护。

（3）排土场地质灾害预防措施

排土场在废石（土）堆弃过程中应进行分层碾压，必要时对坡面进行块石护面。应削坡减载、综合护坡，修建截排水沟、引流渠、挡水埂，砌筑挡土墙等。

2、含水层破坏预防措施

按开发利用初步方案设计进行开采，减小围岩移动变形对含水层结构的破坏程度；

3、地形地貌景观和土地资源破坏的预防措施

- (1) 优化开采方案，尽量避免或减少破坏土地资源；
- (2) 合理堆放固体废弃物，选用合适的综合利用技术，加大综合利用量，减少对地形地貌的破坏；
- (3) 按照拟编矿山土地复垦方案，进行矿区土地复垦。

5.1.2.2 土地复垦预防措施

1、合理安排矿山建设总体布局，减少损毁范围。建设和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，废石、生活垃圾严禁乱堆乱放，运输道路规划应因地制宜，尽量减少地表压占。

- 2、优化设计，控制单个场地用地面积。尽量避免大面积压占，采用条石（或枕木）做基础，减少对土地表土层的损毁。
- 3、优化设计、控制新建道路长度，充分利用现有矿区道路。
- 4、在建设期对于位于场地内的取料场，可按设计施工不加保护；而

排土场若设置于沟道内，则必须采用挡墙或围堤等构筑物将其圈定在一定的范围内，再在其上恢复植被；对于开挖后的基础，因开挖后裸露时间短，处理好上游来水，不会产生大量的水土流失。

5、各工业场地在堆填整平后，应预留一定的绿化用地，一是保持环境优美，二是防止水土流失，保持小气候。

5.2 矿山地质灾害治理

5.2.1 目标任务

矿山地质灾害治理的目的是为了促进矿山安全生产，消除地质灾害隐患，避免因地质灾害而造成人员伤亡及财产损失，其具体目标如下：

1、消除矿区地质灾害隐患，减少、减轻地质灾害的发生。

2、对地质灾害的治理，最终要达到减少、减轻地灾的破坏程度，确保矿区及周边安全，直至消除地质灾害，避免伤人毁财。

矿山地质灾害治理的实旨在矿山正常生产过程中对易发生地质灾害的地方进行防治；对已经发生地质灾害的地方进行恢复治理，其主要任务为：

1、对在采矿过程中产生的不稳定斜坡及潜在崩塌及时采取防护措施，减少或者避免由于斜坡失稳造成人员和财产损失。

2、对具有潜在泥石流威胁的场地加强防护措施，避免造成人员和财产损失。

3、加强废渣综合利用的研究，减少废渣堆放量，废渣废土分层堆放，避免废渣堆发生崩塌、滑坡等地质灾害。

4、开展地质灾害预警监测工程，包括灾害隐患点的监测、采场边坡变形监测、泥石流监测等内容。

5.2.2 工程设计

5.2.2.1 泥石流防治工程

1、泥石流防治工程设计标准
沟口泥石流流域面积较大、固体松散物质丰富，一旦爆发，将直接威胁下游村庄大量居民生命财产安全，危险性大，影响严重。本次采用百年一遇泥石流设计标准进行计算。

2、防护工程计算

(1) 泥石流流速计算
泥石流平均流速采用糙率系数表法计算，将泥石流中各种阻力因素都用糙率系数表示，按《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DT/T0220—2006）中 I.4 计算流速：

$$V_c = (1/n) H_c^{2/3} I_c^{1/3}$$

式中: V_c —沟槽中的泥石流平均流速 (m/s)

$1/n$ —泥石流沟道糙率系数, 据沟道特征查《泥石流灾害防治工程勘查规范》(DT/T0220—2006) 中糙率系数表取值。

H_c —平均泥深 (m)

I_c —沟床纵坡 (小数记)

计算参数取值及计算成果见表 5—1。

表 5—1 泥石流流速计算表

	糙率系数	平均泥深 (m)	沟床纵坡	流速	备注
沟口	13	0.8	0.08	4.81	

经计算, 沟口沟道泥石流平均流速 4.81m/s。

(2) 过流断面计算

按前述设防标准, 以重现期 100 年 ($P=1\%$) 一遇的泥石流流量设计排导渠断面尺寸, 本次计算按形态调查法计算断面尺寸。

形态调查法计算公式:

$$Q_c = S_c V_c$$

式中: Q_c —泥石流断面峰值流量 (m^3/s) ;

S_c —泥石流过流断面面积 (m^2) ;

V_c —泥石流断面平均流速 (m/s)。

计算参数取值及计算成果见表 5—2。

表 5—2 泥石流过流断面计算表

	泥石流断面峰值流量 (m^3/s)	泥石流断面平均流速 (m/s)	泥石流过流断面面积 (m^2)	备注
沟口	50.26	4.81	10.45	

经计算, 沟口泥石流过流断面面积为 $10.45m^2$ 。

(3) 防护工程结构断面尺寸的计算

① 护堤高

护堤高=护堤净高+基础埋深

外侧护堤的净高采用形态计算法确定。

形态计算法计算公式为: $H=Sc/W$

式中: H —为拟建外侧护堤净高 (m) ;

Sc —为修建护堤处的泥石流过流断面面积 (m^2) ;

W —为沟道宽度 (m) ;

计算参数取值及计算成果见表 5—3

表 5—3 泥石流过流断面计算表

	泥石流过流断面面积 (m^2)	沟道宽度 (m)	拟建外侧护堤净高 (m)	备注
沟口	10.45	10	1.05	

经计算, 沟口沟道拟建外侧护堤净高为 $1.05m$ 。

泥石流冲刷深度的计算

参照《堤防工程设计规范》(GB50286—98)，由于沟口水流在矿区附近基本平行于沟岸，因此冲刷深度采用下列公式：

$$h_B = h_p \times [(V_{cp}/V_{允})^n - 1]$$

式中： h_B —局部冲刷深度 (m)

h_p —冲刷处的水深 (m)，以近似设计水位最大深度代替 (按 50 年一遇暴雨流量在坝址处沟道的水深计算)

V_{cp} —平均流速 (m/s)

$V_{允}$ —河床面上允许不冲流速 (m/s)，按地质条件确定 $V_{允} = 1.05$

n —与防护岸坡在平面上的形状有关，一般取 $n=1/4$

计算结果见下表：

表 5—4 泥石流过流断面计算表

	冲刷处的水深 (m)	平均流速 (m/s)	允许不冲流速 (m/s)	冲刷深度 (m)	备注
沟口	1.0	4.81	1.05	1.46	

根据《泥石流防治工程设计规范》中 9.5.2 对岸坡防护工程的要求，结合泥石流冲刷深度的计算，确定沟口沟道拟建外侧护堤基础埋深为 1.5m。

考虑护堤的安全技术性能，最终确定沟口拟建护堤高 H 为 4m。

② 护堤顶宽、底宽、边坡系数

据工程经验，按《泥石流防治工程设计规范》等规范标准，结合库区实际情况等方面的需求及墙体的强度和稳定性确定。

3、防护工程设计

由于矿山的工业广场及生活办公区都位于沟道旁，为防止泥石流爆发冲毁工业广场及消除人工堆积物作为泥石流物源的条件，在工业广场及生活办公区均设计护堤加以防护。

排水渠长约 1470m，净高为 0.6m，净宽 1.2m，底板厚度为 0.3m，渠帮顶宽 0.3m，渠底厚 0.3m，排水渠材料为 C25 砼现浇；每隔 10m 设筑伸缩缝，宽 2cm，用高密度黑色聚氯乙烯泡沫板充填，渠底基础采用 2: 8 水泥土垫层，渠身两侧基槽开挖坡比为 1: 0.4，并采用 2:8 水泥土进行回填夯实，夯实系数大于 0.85，回填区顶部设置 1: 5 的坡比汇集两侧地表径流（图 5—1）。

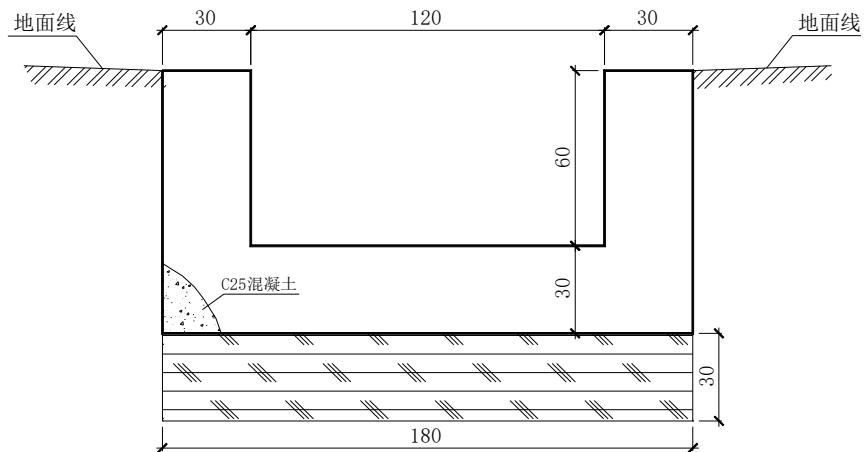


图 5-1 排水渠断面图

5.2.2.2 排土场地质灾害防治工程

为保证安全和减少对环境的污染，排土场采取挡土墙防护方案，在排土场坡脚处设置挡土墙，加固排土场坡脚。排土场排弃完毕后，应在排土场场顶及边坡铺设一层 1.0m 左右厚的表土，并用推土机整平，场顶种植当地易于存活的树木，边坡植上草皮，从而改善生态环境，变害为利。

排土场设计挡土墙长约 205m，堆料场设计挡土墙长约 195m，总计设计挡土墙长约 400m。设计高度 5.0m，其中地面以上墙高 3.5m，基础埋深 1.5m，墙顶宽 0.8m，墙底宽 2.0m，胸坡比 1:0.15，墙底基础宽 2.0m；墙体砌筑材料采用浆砌块石，砂浆强度为 M10，石料标号不低于 30Mpa，尺寸不小于 30cm；表面勾缝；挡土墙设置两排泄水孔，呈梅花状分布，

下部泄水孔距地面 0.3m，排水孔竖向间距为 1.0m，横向间距为 2.0m；挡墙用 30cm 厚的 C25 砼压顶，挡土墙每隔 10m 设筑伸缩缝，宽 2cm，用高密度黑色聚氯乙烯泡沫板充填（如图 5—2 挡土墙断面图）。

截排水渠断面为矩形，净宽 50cm，渠身净高 40cm，净截面面积为 0.2m²（见图 5—3 截水渠断面图）。采用 15cm 厚 C20 素混凝土进行浇筑，基础底部设置 30cm 厚 2:8 水泥土垫层，渠身两侧基槽开挖坡比为 1:0.4，并采用 2:8 水泥土进行回填夯实，夯实系数大于 0.85，回填区顶部设置 1:5 的坡比汇集两侧地表径流。排水渠每隔 5m 设置一道伸缩缝，缝宽 2cm，采用沥青麻筋进行塞填。排水渠出口衔接至沟道排水渠内，将雨季地表径流疏排出坡体。

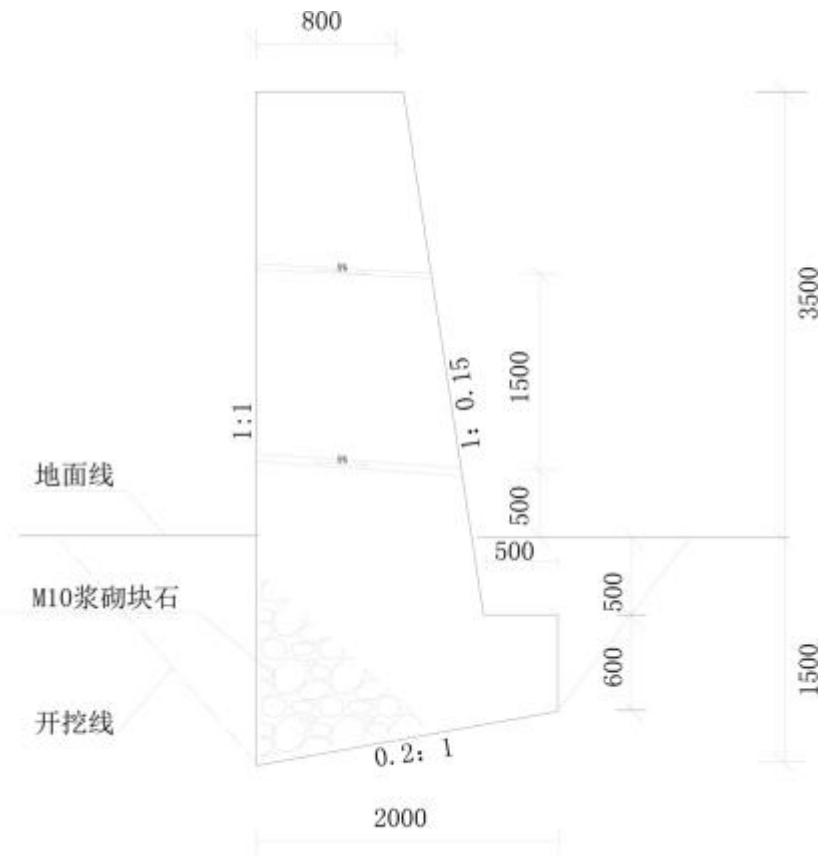


图 5-2 挡土墙断面图

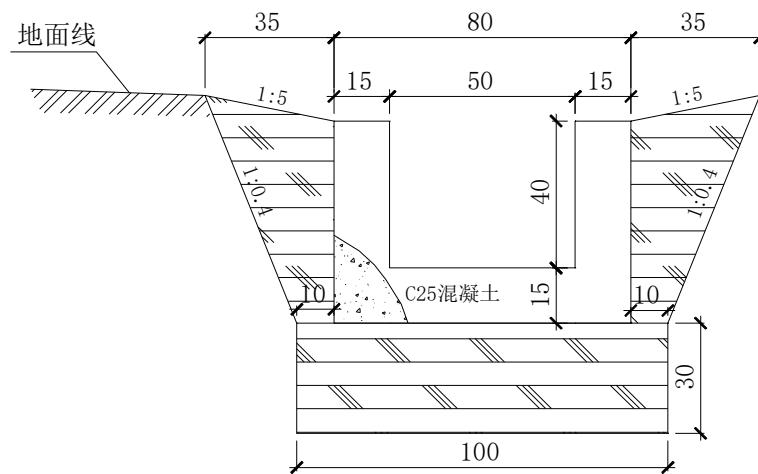


图 5-3 截水渠断面图

5.2.2.3 其它滑坡防治工程

在一般防治区中，由于采矿活动影响有可能发生地质灾害，影响矿山地质环境及输矿安全，但需要在矿山生产过程中，根据边坡具体情况

而定，分期实施，未列入评估之中。

5.2.3 技术措施

根据矿山地质灾害现状及采矿活动可能引发的矿山地质灾害问题，矿山地质灾害治理措施主要为：

1、护堤措施：在易受泥石流影响的场地沿沟道修建护堤，以防止泥石流冲毁场地，避免人员伤亡和财产遭受损失。

2、挡土墙措施：在排土场坡脚处修建挡土墙，稳固坡脚，防止表土的流失和泥石流固体松散物质的增加。

3、疏导措施：定期清理泥石流沟道物质，疏通沟道。

5.2.4 主要工程量

矿山地质灾害防治工程主要有泥石流灾害防治工程、排土场地质灾害防治工程、工业广场地质灾害防治工程，主要工作量见表 5—5、表 5—6。

表 5—5 泥石流地质灾害防治工程量表

(一)	排水渠			备注
1	基槽开挖	m^3	3836.7	
2	基槽回填	m^3	364.56	
3	2:8 水泥土垫层	m^3	793.8	
4	C25 砼	m^3	1323	
5	伸缩缝	m^2	132.3	
6	反滤层	m^3	79.38	

表 5—6 排土场及堆料场地质灾害防治工程量表

(二)	挡土墙工程			备注
1	基槽开挖	m^3	2981.25	15
2	碎石垫层	m^3	993.75	185.69
3	M10 浆砌块石	m^3	810.9	331.4
4	M10 砂浆抹面	m^3	111.3	14.97
5	伸缩缝	m^2	10	188.29
(三)	截水渠			
1	基槽开挖	m^3	97	3.15

2	基槽回填	m ³	35	12.63	
3	2:8 水泥土垫层	m ³	20	331.4	
4	C25 砼	m ³	24	629.16	
5	伸缩缝	m ²	2.4	188.29	
6	反滤层	m ³	20	187.24	

5.3 矿区土地复垦

5.3.1 目标任务

为执行最严格的土地保护制度，节约、集约利用土地资源，贯彻落实《土地复垦条例》（国务院令第 592 号）和《土地复垦方案编制规程》的要求，保护和合理利用土地资源，恢复和改善生态环境，防治矿山开采造成土地损毁，促进当地经济社会可持续发展，依据有关法律法规和文件规定，编制本项目土地复垦方案报告书的目的是落实以下几方面的工作。

1、减少矿山开采对土地及生态环境的损毁

通过土地复垦，使项目区损毁土地恢复至可供利用状态，在此基础上对项目区涉及的林地等具有生态保护功能的土地进行综合整治，减轻矿山开采对当地生态环境的损毁，提高土地利用效率。

2、落实生产单位临时用地复垦义务

依据项目特点和实际情况，分析生产过程中土地损毁的程度，确定土地复垦的范围、类型和面积，制定土地复垦方案，测算复垦资金，确

定复垦责任主体，使生产单位的临时用地复垦责任落到实处。

3、为土地复垦的实施管理和监督检查提供依据

本报告提出土地复垦方案实施的保障措施，为生产单位开展土地复垦工作提供技术支持和资金保障；将临时用地复垦方案列入生产项目的总体安排和年度计划中，使本项目有计划、有组织的实施；为国土资源行政主管部门开展复垦执法检查和监督管理工作提供依据。

4、确保土地复垦实施取得良好的社会效益

搞好土地复垦工作，贯彻落实科学发展观，恢复和改善生态环境、发展循环经济、建设节约型社会、促进社会和谐和可持续发展。

5.3.2 工程设计

依据矿山平面布置和运营的特点，该项目为矿山开采项目，因此，土地复垦基本单元划分为矿山开采用地和矿山建设用地。

根据本方案拟损毁土地预测结果，方案期内全部矿石开采完成后，在复垦区域内的土地损毁方式主要为地表压占、挖损，土地损毁程度为轻度一重度。土地复垦采取以生物复垦为主，工程复垦为辅的复垦方法。损毁的土地复垦方向为人工牧草地及其它林地。

主要设计内容为：

- 1、表土剥离、堆放、养护工程设计。
- 2、土地清理、平整工程设计，包括场地清理、平整和等内容。
- 3、人工牧草地恢复工程设计。
- 4、其他林地恢复工程设计。

5.3.2.1 建设期表土剥离、堆放工程设计

对拟损毁土地进行表土剥离，剥离对象主要为露天采场。根据计算，剥离土方量满足覆土需求。剥离的表土可以就近堆放在矿区附近。堆土设计一般为棱台状，平摊于矿区内较为平坦处，坡角不大于 35° ，堆土高度、宽度按实际确定，用堆土机及人工运土。

5.3.2.2 建筑物拆除、土地清理平整和覆土工程设计

工程主要在闭坑以后进行，一次性将区内各功能场地地面建（构）筑物进行拆除，对于区内活动板房结构的建筑物，由生产方对其进行拆除，以便第二次使用，本方案只设计拆除硬化地面混凝土结构层，凿除桩基础，拆除厚度平均为 $0.15m$ ，拆除面积合计 $0.81hm^2$ ，共产生建筑垃圾 $1215m^3$ 。

土地清理是指在矿山服务期满后将建设场地地面建筑、地下基础及场地内废石垃圾进行清运，并对场地进行平整。土地清理平整涉及场地

有生产加工场地、办公生活区、产品堆放场地、排土场等，清理、平整土地面积为 1.76hm^2 。由于场地内建筑及其它较少，采用汽车拉运，清理的垃圾运至废渣堆放场中。

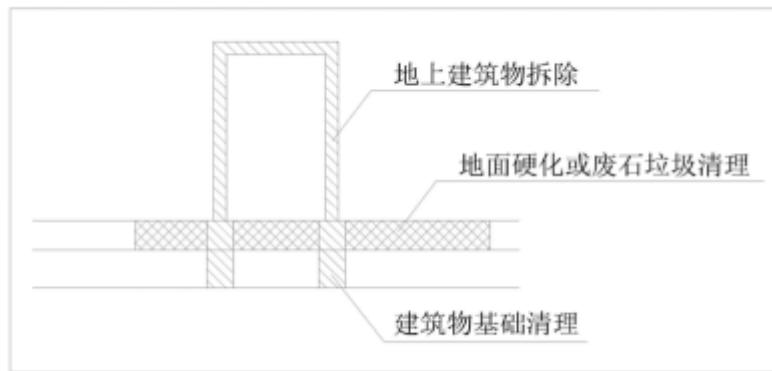


图 5-3 建筑物拆除、土地清理、平整示意图

当矿山开采工程结束，需对所有开采过程中损毁的土地进行覆土工作。工作过程中，主要的机器设备为 5 台 59kw 推土机、一台挖掘机和 3 台 5t 自卸汽车，覆土厚度不小于 50cm。覆土的基本要求是：坡体坡度符合设计要求（1: 1.5—1: 2）；坡顶坡度不大于 3° ($\approx 1: 20$)，坡面平整度达到设计要求（高差不大于 0.3m），同时应保证土壤中杂质含量不大于 5%。

5.3.2.3 人工牧草地复垦工程设计

可按照原有林木栽植树木。由于本项目损毁牧草是百分之百的，所以本次复垦应按原有数量 100% 种植牧草。草种采用撒播的方式进行种植，

播种标准按照 $1\text{g}/\text{m}^2$ 计。撒播可选择种子和细土互掺的方法进行撒播，

将种子与适量的细沙或细土混合均匀后同时播下。

5.3.2.4 林地复垦工程设计

可按照原有林木栽植树木。由于本项目损毁树木是百分之百的，所以本次复垦应按原有数量 100% 栽植，栽植苗木选择根部带土球的油松，土球直径 20cm，苗木高 1.5 米，栽植密度按 $2\text{m} \times 2\text{m}$ 。

5.3.3 技术措施

5.3.3.1 工程技术措施

工程技术措施主要包括在土壤破坏前有计划地将表土层采集、堆存、养护，以供恢复被损毁的土地使用；闭矿后进行土地整理，通过清理、平整、覆土、裂缝夯填等工程措施，将已损毁的土地复垦为可供利用的土地。

土地复垦工程技术措施主要采区以下几种：

a. 表土剥离堆放养护措施

1) 表土剥离措施

表土作为土地复垦的宝贵资源，必须采取措施进行保护。为此，土地复垦工作实施的过程中，应利用原地拟损毁单元的表土资源，尽量避

免从其它地方挖运土壤，做好表土的剥离工作。

①在露天采场基建期，要对其场地的表土、心土进行剥离，本次表土剥离工程针对露天采场拟损毁土地，表土剥离可采用挖土机直接剥取，剥离深度根据土壤结构确定，区内有效土壤层厚度 0.20m—1.00m 左右，可剥离有效土壤层厚度 0.20m—0.60m。

②在边生产边复垦阶段，也要对露天采场周边及地基以下的土壤进行剥离、堆放，剥离深度根据实际情况确定。

b. 覆土措施

复垦区土地平整后，要对平整后的土地进行覆土，覆土来源来自原有土地表层腐殖质土的剥离，在进行项目建设的同时建立一个临时场地堆放剥离来的土地表层腐殖质土，保障在覆土时有可靠的覆土来源。覆土厚度根据复垦后土地的利用方向具体确定。

5.3.3.2 生物化学措施

生物化学措施的主要目的是恢复植被、改良土壤和提高地力。

a. 主要生物措施

根据当地气候、地形地理条件等因素，采用灌、草综合复垦模式。

本项目复垦生物措施采用先覆土、再植草植树的流程进行作业，以

天然降水作为其主要水源；工程措施施工结束后，宜选择在3—5月的季节进行植草。本措施实施后，可有效防止水土流失并起到防风固土、涵养水源的作用。

矿区土层经剥离再覆盖于地表后，土壤土层较薄，表层之下的土源多为含石砾较多的砂质土壤，有机质含量低，缺乏必要的营养元素和有机质，因而还需进行土壤的培肥与改良，可在项目区种植一年或多年生草本植物，其植物绿色部分在土壤微生物作用下，除释放大量的养分可以转化成腐殖质外，其根系腐烂后也有胶结和团聚作用，能改善土壤理化性状；还可利用羊、牛等牲畜粪便作为有机肥来增加土壤养分、提高土壤有机质。

b. 主要化学措施

化学肥料：使用一定量的化学肥料，增加土壤肥力，提供植物生长，一般可用长效缓释肥，如尿素、硝酸铵、易溶性磷酸盐化学复合肥等。

有机质：使用一定量的有机质可增加土壤的空隙性，协调水、气、热的生物化学性质，有利于植被生长。

5.3.4 主要工程量

5.3.4.1 土地清理平整、覆土工程量

拆除厚度平均为 0.15m，拆除面积合计 0.81hm²，共产生建筑垃圾 1215m³。

土地清理平整涉及场地有生产加工区、办公生活区、产品堆放场、排土场等，清理、平整土地面积为 1.76hm²。

覆土工程中的覆土来源于表土堆放场的堆土，采用翻斗车拉运至各复垦场地，然后采用人工架子车拉运，人工摊铺。根据《土地复垦质量控制标准》及复垦质量要求，旱地有效土层厚度为 30cm，其他林地有效土层厚度为 50cm，覆土方量为 10.75 万 m³。

5.3.4.2 旱地恢复工程量

旱地复垦涉及露天采场基地，面积为 10.7hm²。平整场地后采用覆土工程，有效覆土厚度为 30cm。

5.3.4.3 人工牧草地恢复工程量

人工牧草地复垦涉及露天采场基地、办公生活区、堆料区、生产加工区、排土场等，面积为 8.05hm²。草种采用撒播的方式进行种植，播种标准按照 2g/m² 计，撒播可选择种子和细土互掺的方法进行撒播，将种子与适量的细沙或细土混合均匀后同时播下（表 5—7）。

表 5—7 预计种植牧草工作量表

序号	场地	种植面积 (hm ²)	种植标准 (Kg/hm ²)	需要草籽 (Kg)
1	露天采场基地	6.37	20	146.4
2	办公生活区	0.21	20	9.45
3	排土场	0.56	20	25.2
4	生产加工场	0.52	20	23.4
5	堆料区	0.39	20	17.55
合计		8.05		222

5.3.4.4 林地恢复工程量

林地复垦涉及采矿场开采平台，面积为 7.05hm²，造林苗木采用落叶松，直接栽种在造林地，土方回填按土方开挖的 80%计算，预计主要工程量见表 5—8。

表 5—8 预计栽植树木工作量表

序号	场地	林地面积 (hm ²)	栽植树木 (株)	土方开挖 (m ³)	土方回填 (m ³)
1	露天采场开采平台	7.05	18239	1233.75	987.00
合计		7.05	18239	1233.75	987.00

5.4 含水层破坏修复

地下含水层修复的目标是防治地下水含水层结构遭到矿山开采的扰动或破坏，防止地下水串层、渗漏，导致地下水疏干或形成漏斗，防止矿山废水、污水对地下含水层造成污染。

矿区地下水主要为松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，富水性一般。矿山开采对地下含水层的影响程度较轻，生产、生活污水对地下水造成污

染的可能性小。

根据地下含水层修复“强调水生态自我修复”的原则，矿区采矿对地下水含水层的影响，在采矿过程中主要采取必要的预防措施，待采矿结束闭坑后，逐步实现自我修复，不再设计工程修复方案。

5.5 水土环境污染修复

经水土环境污染现状分析及预测，现状本矿山对地表水、地下水造成污染的可能性小。预测矿山在接下来的开采过程中，对地表水、地下水及土壤的污染程度较小，矿山水土污染对地质环境的影响程度较轻。矿山开采过程中采矿场对土地资源的破坏严重，排土场、办公生活区、工业广场等对土地资源的破坏较严重，其他单元均较轻。由此认为，本矿山水土环境修复的主要对象是土地资源。其目标是土地资源修复，最大程度恢复矿区自然环境，减轻矿山开采对区内自然环境的影响。故该项修复可待矿山闭坑后，在进行土地复垦，恢复生态环境。

5.6 矿山地质环境监测

5.6.1 目标任务

矿山建设及采矿活动可能引发滑坡、崩塌及含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染等矿山地质环境问题。在矿山开采过程中，为

切实加强矿山地质环境保护，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山建设、生产、闭坑治理期间及后续期间。

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

5.6.2 监测设计

5.6.2.1 地质灾害监测

a.采矿场边坡上缘变形监测

需要布设于露天采场边坡上缘，采用变形自动监测报警仪，重点监测采场边坡总体稳定性，布设2—3处，监测频率为每月一次。

b.泥石流监测

监测主要泥石流沟，监测洪水流量、泥砂含量、泥位、冲刷及掩埋危害程度等。

5.6.2.2 地形地貌景观、土地资源监测

露天采场外设置警示牌和警戒线，并采取监测员地表巡视的方法，

不定期对矿区次重点地质环境保护与治理恢复区的排土场进行巡视，防止过界挖毁、掩埋植被，破坏矿区环境；对一般地质环境保护与治理恢复区进行定期巡视，防止矿山建设开发设计方案以外的开挖、踩压活动对土地植被的破坏。

5.6.3 技术措施

5.6.3.1 地质灾害监测

矿山开采期监测方法为指定专人定期在矿区及其影响范围内进行地面巡视，观察各类地表及各类边坡变形迹象，发现问题及时上报，主管部门及时组织论证，提出可行的应急方案。人工巡查按照 2 人一组，每月至少巡查 1 次，每年 12 次。

5.6.3.2 地形地貌景观、土地资源监测

要求配置 1 名专业监测员，定期、不定期巡视矿山生产活动的每个环节，以矿山开采设计为依据，发现问题及时处理。主要监测地表塌陷区、表土堆场、排土场、矿山工业场地、矿山道路等主要工程对地貌景观、土地资源的破坏。

监测期自方案批准之日起-矿山闭坑加 3 年恢复期，共 28 年。

5.6.4 主要工程量

表 5—9 矿山环境监测工程量统计表

治理规划分期	治理工作内容	单位	工程量	备注
近 5 年（2025—2030）	地质灾害点巡查	人·次	120	
	地形地貌、土地资源监测	人·次	60	
	采矿场边坡上缘变形监测	点·次	120	
	泥石流监测	年	5	
中远期（2030—2053）	地质灾害点巡查	人·次	552	
	地形地貌、土地资源监测	人·次	276	
	采矿场边坡上缘变形监测	点·次	552	
	泥石流监测	年	23	

5.7 矿区土地复垦监测和管护

5.7.1 目标任务

土地复垦监测是对土地复垦区域内复垦前后的土地利用状况的动态变化进行定期或不定期的监测管理。其目的在于为国家和地区有关部门提供准确的土地复垦后利用变化情况，便于及时进行土地利用数据更新与对比分析，包括复垦区内林地、草地等各类生产建设项目面积的变化、土壤属性等变化情况。土地复垦监测重点是土壤属性、地形、水文（水质）、土地的投入产出水平等指标与复垦前相比较，为土地复垦项目达标验收提供科学依据。

通过对土地复垦项目区的监测，检验项目的土地复垦成果以及建设过程中遭到损毁的土地是否得到了“边损毁、边复垦”，是否达到土地复垦方案提出的目标和国家规定的标准；及时了解项目建设及运行过程中

土地损毁的动态变化情况，判断项目复垦工程技术合理性；为建设单位和监管部门提供实时信息；生产建设项目土地复垦监测是项目进行验收后土地评价的重要手段。

5.7.2 措施和内容

5.7.2.1 监测的任务及内容

a.监测任务

生产建设项目土地复垦监测主要围绕项目建设过程中的土地损毁环节问题及复垦工程措施问题进行微观层次的实时的、全过程的监测。监测任务主要有以下几方面：一是划定损毁区域及复垦责任范围；二是掌握土地损毁及复垦安排动态变化情况；三是确定复垦工程措施数量及效果。

b.监测内容

土地复垦监测内容主要包括：a) 损毁范围及类型；b) 土地复垦率；c) 植被成活率、覆盖率；d) 土壤重金属含量。对土地复垦措施实施情况、土地复垦率等项目进行监测，目的是核定损毁土地整治率、植被恢复系数、土地复垦率等主要指标，为项目土地复垦竣工验收及后期土地利用管理提供依据。具体通过测量建设项目各阶段占地面积、土地损毁

类型及其分布，林草保存情况划定建设项目土地复垦责任范围。监测土壤有机质含量变化、土壤流失量的变化及土壤重金属含量。调查土地复垦方案中的各项防治措施的实施数量和质量，林草措施的成活率、覆盖率和生长情况，防护工程的稳定性、完好性和运行情况，拦渣保土量，土地复垦措施管理等。

5.7.2.2 监测管理

生产建设项目土地复垦工作的最终目的是减少土地损毁，对项目复垦责任范围内遭到损毁的土地进行治理，把损毁了的土地恢复到可供利用状态，甚至通过复垦工程措施的施行，提高复垦区域内土地利用水平。因此，通过阶段报告对工程进展过程中的土地损毁及复垦状况、施工中存在的土地损毁隐患及应采取的措施及时向土地复垦义务人报告，以便土地复垦义务人采取相应的措施。

土地复垦监测档案材料定期归档，永久或长期保存。

5.7.2.3 管护措施

管护措施包括表土管护和复垦林地管护。

表土剥离后必须采取管护措施。剥离的表土在堆土场地压实后将表面翻耕整平，首先应进行绿化覆盖、沤肥养护，防止裸露风蚀或水土流

失。可在土堆顶部和侧面种植灌木。生产结束需复垦时，由表土堆放场提供所需土壤，后与其它场地同时进行复垦。

林地管护是指对复垦的林地进行施肥、浇水等栽培措施，同时安排专人进行巡视，对未达到复垦标准的地段，应进行补栽、补种。

草地管护是指对复垦的草地进行播种后定期的检查，同时安排专人进行巡视，对未达到复垦标准的地段，应进行补栽、补种。

5.7.3 主要工程量

5.7.3.1 监测工程设计及工程量

1、土地复垦监测工程设计

本生产建设项目土地复垦监测方法包括调查与巡查、地面定位观测及临时监测等，以满足项目建设及生产过程土地损毁及复垦变化的特点，确保监测工作的顺利进行。

（1）调查与巡查

调查与巡查是指定期采取线路调查或全面调查，采用 GPS 定位仪、照相机、标杆、尺子等对土地复垦区范围内土地损毁类型和面积、基本特征及复垦工程措施实施情况（土地整治、生态防护工程等）进行监测记录。

（2）站点布设

地面定位监测的目的是获得不同地表损毁类型的土壤养份及污染变化情况、损毁的土地水土流失情况，因此监测站点应主要布设在生活办公区、各工业场地、炸药库等场地。每个场地布设 1 个监测点。

（3）监测方法

分为定期监测和不定期监测。定期监测结合复垦进度和措施，制定监测内容，定期进行监测。不定期进行整个复垦区域踏勘调查，特别是大雨及暴雨后对具有潜在损毁土地资源危险的地段的临时查看，若发现较大的土地损毁类型的变化或流失现象，及时监测记录。

（4）监测时间

每年每点监测 2 次，整体监测期限为：从地下开采基建期末开始至复垦管护期结束。

（6）预警工程

在露天采场及排土场等外设围埋设警示牌和围栏，警示人员勿入，间隔 400m。

2、监测工程量

（1）土地复垦监测工程量

土地复垦监测点分别布置在露天采场、排土场、采矿工业场地等，每个场地布置 1 个，共布置 4 个，每年监测 2 次。

（2）预警工程量

在采空区外围埋设警示牌，间隔 400m，共设置警示牌 20 个。警示牌由基座、宣传板组成。基座为 150mm×750mm×200mm 的浆砌块石；宣传板为 1200mm×800mm×200mm 的混凝土板。

5.7.3.2 管护工程设计及工程量

1、堆土管护工程设计

剥离的表土应堆放在工程场区附近工程征地范围内，堆放后应压实，首先应进行绿化覆盖、沤肥养护，防止裸露风蚀或水土流失。可在土堆顶部和侧面种植适生灌木，当矿区需复垦时，由堆土场提供所需土壤。

堆土管护期内仅种植灌木，管护措施相对简单，一般以巡视为主，主要注意事项为：

- (1) 土堆上每年轮作牧草，值班员加强巡视，观察其生长情况，出现漏种时要及时补种。
- (2) 择当地适合季节，可采用直接播种方式，争取入冬前培育为壮苗。

(3) 靠近居民区地段应采用围栏，防止牲畜践踏。

2、堆土管护工程量

堆土管护期共 28 年。管护期内仅种植灌木。管护措施相对简单，一般以巡视为主，工作量折合人工管护为 $1.0\text{hm}^2/\text{人}\cdot\text{天}$ ，每年管护 2 次，管护期 28 年内共管护 56 次。

第6章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

6.1 总体工作部署

勘查区所处区域位置属祁连—北秦岭接合部位，属中低山区，地势南西高北东低，拟设立矿权面积 0.341km^2 ，为新建矿山，开采方式为露天开采，矿山服务年限 20.39 年。本方案适用期 5 年，规划基准年为 2025 年。

参照“方案编制指南”矿山服务年限超过 5 年按 5 年为阶段进行矿山地质环境治理与土地复垦工作安排的原则，为了适应矿山地质环境治理与土地复垦工作的连续、完整及操作可行、管理协调性等，本矿山地质环境治理与土地复垦总体规划：

近期按方案适用年限，5 年（2025 年—2030 年）、中远期 15 年（到闭坑加恢复期 3 年，2030 年—2048 年）。

规划基准年为 2025 年。

6.2 阶段实施计划

6.2.1 近期保护与治理（2025 年—2030 年）

根据矿区地质环境条件及经济地理特征，本矿山至关重要的是按照有关法律法规及条例建立、健全矿山地质环境监测、土地复垦监测管理

机制，设立专门部门，专职巡视、监测矿山地质环境、土地复垦，加强采矿、排土场等矿山工程规范管理，杜绝乱挖、乱堆，规范矿山活动秩序，最大限度减轻采矿对矿区地质环境、土地复垦的影响。

为预防矿山开采可能引发的地质灾害，在矿山开采工程中，遵循边生产边治理的原则，对露天采场、排土场边坡及时采取监测与应急治理的防治措施，设置相应的地质灾害防治与土地复垦保护工程措施，以达到防止地质灾害、保证矿山正常生产的目的。

1、在露天采场、排土场四周设置围栏及警示牌。主要是防止闲杂人员过界造成危害。

2、为了防止雨洪侵蚀排土场上游，同时也防止洪水渗入堆体，在排土场依山坡截水渠，截水渠与矿山基础建设一并完成。

3、为防止沟道、坡面来水冲涮排土场引发泥石流，在排土场下游及产品堆放场坡脚设置护堤。防止雨洪冲刷弃渣，引发泥石流灾害。

6.2.2 中远期保护与治理（2030—2048 年）

根据矿山服务年限，中远期沿用矿山已建有的巡视、监测机制，对露天采场、排土场边坡继续采取监测与应急治理的防治措施，进行闭坑治理，恢复地质环境，落实土地复垦计划。

- 1、根据“开发利用方案”设计，对排土场整平覆土，恢复土地、植被；同时修复完善围栏及警示牌等，保证管控范围。
- 2、继续坚持矿山地质环境保护与土地复垦监测，保证地质环境治理工程与土地复垦措施的管护。

6.3 近期年度工作安排

6.3.1 矿山地质环境治理

- 6.3.1.1 2025 年矿山现状地质环境保护与恢复治理工作
 - 1、建立、健全矿山地质环境保护机制，配置专门矿山地质环境保护机构，负责矿山地质环境保护日常事物，使矿山地质环境保护工作日常化、正规化。
 - 2、设置露天采场、排土场四周设置围栏及警示牌。
 - 3、修筑排土场、堆料场下游挡土墙及生活办公区、生产加工区护堤。
 - 4、修建矿山办公生活区，同时进行绿化，美化矿山环境。
- 6.3.1.2 2025—2030 年矿山生产过程中地质环境保护与恢复治理工作
 - 1、持久落实与宣传环境保护法，保护矿区近期矿山地质环境保护与治理工程成果，长久实施生态恢复方案，争取将矿山建设成绿色、环保

的新型矿山。

2、建立矿山地质环境监测系统，主要是对露天采场、排土场监测。一是防止露天采场、排土场边坡发生崩塌、滑坡对采矿作业人员及采矿机械造成危害，破坏地质环境，为矿山生产安全和保护地质环境保驾护航；二是防止排土场堆放过界，过度影响或破坏地貌景观与土地资源。

6.3.1.3 2030—2048 年矿山生产过程中地质环境保护与恢复治理工作

坚持矿山地质环境监测工作，重点是露天采场、排土场监测。

如果有重大地质环境问题，还需进行专门性研究。

6.3.2 土地复垦

共分为 4 个复垦阶段：基建期复垦阶段（2025 年），进行拟损毁土地的表土剥离；边生产边复垦阶段（2025~2026 年），此阶段主要为堆土管护、土地损毁监测；闭矿复垦阶段（2045~2048 年），闭矿后 1 年对区内生产生活区进行建筑拆除、场地平整、覆土，复垦为草地，对排土场、堆料场、露天采场基底进行压实平整、覆土、复垦为草地；对露天采场开采平台进行压实平整、覆土、复垦为林地；地管护阶段（2048~2050 年），主要实施复垦土地监测及林地管护。

各阶段应开展的工作及进度安排见表 6—1。

表 6—1 分阶段复垦计划表

序号	项目	基建阶段	边生产边复垦阶段	复垦阶段	管护阶段
1	土壤重构工程	√		√	
2	植被重建工程			√	
3	监测工程	√	√	√	√
4	管护工程		√		√

第 7 章 经费估算与进度安排

7.1 经费估算依据

7.1.1 矿山环境恢复治理经费估算依据

7.1.1.1 文件依据

- 1、《甘肃省地质灾害防治工程投资编制办法》（试行）甘国土资环发[2018]105 号；
- 2、《水利水电工程量计算规定》[88]水规设字第 8 号文件；
- 3、《土地整治项目工程量计算规则》（TD/T1039—2013）；
- 4、《关于调整甘肃省建设工程人工单价的通知》甘建价[2011]514 号文件；
- 5、《关于调整甘肃省建设工程税金费率的通知》甘建价[2011]215 号文件；
- 6、《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299 号文件）。

7.1.1.2 定额依据

- 1、《甘肃省水利水电建筑工程概算定额》（甘肃省水利厅 1996 版）；
- 2、《甘肃省水利水电工程施工机械台班费定额》（甘肃省水利厅 1996

版) ;

3、《水利建筑工程预算定额》(水利部2002版)。

7.1.2 土地复垦经费估算的原则和依据

7.1.2.1 文件依据及资料依据

1、中华人民共和国财政部、中华人民共和国国土资源部,财综[2011]128号文件(财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知) ;

2、财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》(2012) ;

3、甘肃省财政厅、甘肃省国土资源厅,甘财综[2013]67号文件(财政厅、国土资源厅关于印发土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额的通知) ;

4、《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》试行(2013) ;

5、《土地整治工程建设标准编写规程》(TD/T1045—2016) ;

6、《土地整治重大项目可行性研究报告编制规程》(TD/T1037—2013) ;

7、《土地整治项目规划设计规范》(TD/T1012—2016) ;

8、《土地整治项目工程量计算规则》(TD/T1039—2013) ;

9、《甘肃省土地开发整理工程建设标准》（GTJ01—10）；

10、《甘肃工程造价信息》2018年第四季度；

7.1.2.2 定额依据

1、财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算定额》（2012）；

2、财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》
(2012)；

3、《土地开发整理项目预算定额甘肃省补充定额》试行（2013）；

4、《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》试行
(2013)。

7.1.3 基础单价分析计算

7.1.3.1 矿山环境恢复治理经费基础单价分析计算

1、人工工资

根据甘国资环发[2018]105号文中《甘肃省地质灾害防治工程初步
概（估）算费用构成及计算标准》计算每定额工日，人工费调整执行甘肃
省建设厅《关于调整甘肃省建筑工程人工单价的通知》甘建价[2011]514
号文件，调整后的人工单价为：土方工程34.61元/工日，石方工程、砌筑
工程、砂石料备料工程37.11元/工日，混凝土工程、钢筋、钢材制安工

程、设备安装工程、钻孔灌浆工程和基础处理工程、施工机械机上人员 39.61 元/工日。

2、材料预算价格

本工程建筑材料主要为水泥、砂子、石子等，本工程所需砂子、石子可在就近购买。

3、施工用水、电价

施工水价 3.20 元/ m^3 ，电价 1.00 元/kw.h。

4、施工机械台班费

根据甘国土资环发[2003]9 号文规定第一类费用的小计乘以 1.15 的调整系数，第二类费用定额不变，其中的人工费和材料单价按现行价格变更的方法进行计算。

5、建筑工程

根据设计工程量乘工程单价计算，工程单价按照施工组织设计选用的施工方法进行分别计算。工程单价中包括基本直接费、其他直接费（含冬雨季施工增加费、夜间施工增加费及其他）、现场经费（含临时设施费、现场管理费）、间接费、企业利润、税金。

6、临时工程

临时房屋建设工程单位造价按《甘肃省地质灾害防治工程初步概(估)算费用构成及计算标准》中有关指标计算。

7、其他费用

按甘国资环发[2003]9号文有关规定计取。

8、施工监理费、招标代理服务费、方案编制费

施工监理费、招标代理服务费、方案编制费根据《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号文件）参考市场价列入。

7.1.3.2 土地复垦经费基础单价分析计算

项目费用由工程施工费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费、业主管理费）和不可预见费组成。

1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

(1) 直接费

包括直接工程费和措施费。

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。人工费包括基本工资、辅助工资、工资附加费。本项目人工单价根据《土地开发整理项

目预算编制规定甘肃省补充编制规定》有关要求,经计算,人工单价分别按甲类工 43.30 元/工日、乙类工 33.50 元/工日计取。

材料预算价格一般包括材料原价、包装费、运杂费、运输保险费和采购费五项。本工程主要材料为汽油、柴油、水泥、砂石,预算价格原价为指导价。汽油预算价格 9.76 元/kg, 柴油预算价格 7.87 元/kg, 42.5 普硅水泥预算价格 420 元/t, 砂子预算价格 110.78 元/m³, 石子预算价格 100.32 元/m³。

施工机械使用费包括折旧费、修理及替换设备费、安装拆卸费、机上人工费和动力燃料费。台班费均依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》计取。施工机械中的人工费根据规定按甲类工 43.30 元/工日计算。

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(该费用本项目不涉及)、施工辅助费、特殊地区施工增加费(该费用本项目不涉及)和安全施工措施费。

依据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》,临时设施费收费标准以直接工程费为基数,费率见表 7-1。

表 7-1 临时设施费费率表

序号	工程类别	计算基础	措施费费率
1	土石方工程	直接工程费	2%
2	砌体工程	直接工程费	2%
3	其它工程	直接工程费	2%
4	混凝土建筑工程	直接工程费	3%
5	安装工程	直接工程费	3%

施工辅助费取费标准以直接工程费为基数，其中安装工程费率取 1.0%，建筑工程为 0.7%；安全施工措施费取费标准以直接工程费为基数，其中安装工程费率取 0.3%，建筑工程为 0.2%。

（2）间接费

依据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》，根据工程类别不同，其取费基数和费率见表 7-2。

表 7-2 间接费费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
1	土方工程、砌体工程	直接费	5%
2	石方工程	直接费	6%
3	其它工程	直接费	5%
4	混凝土建筑工程	直接费	6%
5	安装工程	人工费	65%

（3）利润

依据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》，按直

接费和间接费之和计算，利润率取 3%。

计算公式为：利润 = (直接费+间接费) × 利润率

(4) 税金

根据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》，按增值税、城乡维护建设税和教育附加之和计算，综合税率取 3.28%。

计算公式为：税金 = (直接费+间接费+利润) × 综合税率

(5) 其它费用

①前期工作费

前期工作费依据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》，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、项目招标代理费。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定，具体详见估算表。

②工程监理费

依据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

③拆迁补偿费

本项目无。

④竣工验收费

竣工验收费指土地开发项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出。根据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，具体详见估算表。

⑤业主管理费

业主管理费根据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》，以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，具体详见估算表。

⑥不可预见费

不可预见费根据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》，按不超过工程施工费、设备购置费和其他费用之和的 2%计算。

7.2 矿山地质环境治理工程经费估算

矿山地质环境治理工程静态投资总计约为 279.28 万元。其中建筑工

程费 195.66 万元，占工程投资的 70%；临时设施费用 2.16 万元，占工程投资的 0.9%；其他费用 47.61 万元，占工程投资的 17%；不可预见费（预备费）25.39 万元，占总投资的 9.09%。

本项目投资估算根据《张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿矿产资源开发利用方案》和现在市场调查资料进行计算的，是属于静态投资估算。在实际中，因物价上涨等多方面因素的变化，在矿山关闭后，现行的投资估算会存在无法满足矿山环境恢复治理的需求，届时，应当依据审查通过的恢复治理方案进行工程设计，根据最终设计的工程量，调整人工、材料和机械台班等相应费用，以保证治理经费的落实。

7.2.1 总工程量与投资估算

表 7-3 矿山地质环境治理工程总工程量表

序号	工程措施	单位	数量	备注
一	建筑工程			
1	排水渠	m	1470	
2	挡土墙	m	213	
3	截水渠	m	100	
二	监测工程			
1	矿山地质巡查	人·次	672	
2	地形地貌、土地资源监测	人·次	336	
3	采矿场边坡上缘变形监测	点·次	672	
4	泥石流监测	年	28	

表 7-4 费用总估算表 (单位: 万元)

序号	工程或费用名称	建筑工程费	其他费用	合计	备注
一	建筑工程	195.66		195.66	
二	临时设施费			2.16	
三	其他费用			56.07	
1	建设管理费		13.69	13.69	
2	勘察设计费		30	30	
3	其他费用		3.91	3.91	
四	基本预备费			25.39	一~三部分合计的 10%
工程总估算价				279.28	

7.2.2 单项工程量与投资估算

表 7-5 建筑工程量与投资估算表

序号	工程类别	单位	数量	单价(元)	合价(万元)	备注
	建筑工程				195.66	
	近期(2025—2030)				172.43	
一	建筑工程				168.01	
(一)	排水渠				115.19	
1	基槽开挖	m ³	3836.7	3.15	1.21	
2	基槽回填	m ³	364.56	12.63	0.46	
3	2:8 水泥土垫层	m ³	793.8	331.4	26.31	
4	C25 砼	m ³	1323	629.16	83.24	
5	伸缩缝	m ²	132.3	188.29	2.49	
6	反滤层	m ³	79.38	187.24	1.49	
(二)	挡土墙工程				50.15	
1	基槽开挖	m ³	2981.25	15	4.47	
2	碎石垫层	m ³	993.75	185.69	18.45	
3	M10 浆砌块石	m ³	810.9	331.4	26.87	
4	M10 砂浆抹面	m ³	111.3	14.97	0.17	
5	伸缩缝	m ²	10	188.29	0.19	
(三)	截水渠				2.67	
1	基槽开挖	m ³	97	3.15	0.03	
2	基槽回填	m ³	35	12.63	0.04	
3	2:8 水泥土垫层	m ³	20	331.4	0.66	

4	C25 砼	m ³	24	629.16	1.51	
5	伸缩缝	m ²	2.4	188.29	0.05	
6	反滤层	m ³	20	187.24	0.37	
二	监测工程 (近期)				4.42	
1	矿山地质巡查	人·次	120	200	2.40	
2	地形地貌、 土地资源监 测	人·次	60	200	1.20	
3	采矿场边坡 上缘变形监 测	点·次	120	60	0.72	
4	泥石流监测	年	5	200	0.10	
三	监测工程 (中远期)				23.23	
	矿山地质巡 查	人·次	552	228.57	12.62	
	地形地貌、 土地资源监 测	人·次	276	228.57	6.31	
	采矿场边坡 上缘变形监 测	点·次	552	68.45	3.78	
	泥石流监测	年	23	228.57	0.52	

表 7-6 临时设施费用计算表 单位: 万元

序号	分项工程名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
第一部分	建筑工程				2.16
1	临时工棚	m ²	100	180.00	1.80
2	脚手架	m ²	400	8.88	0.36

表 7-7 其它费用估算表

序号	工程或费用名称	单位	计算式(占建安费 或建设	合 价
			工程费比例)	
一	建设管理费	元		13.70
1	建设单位管理费	元	建安工程费*2%	3.91
2	工程施工监理费	元	建安工程费*2.5%	4.89
3	招标代理服务费	元	建安工程费*2.5%	4.89
二	勘察设计费	元		30.00
1	勘察设计费	元	参考市场价	30.00

三	其他费用	元		3.91
1	施工安全防护措施费	元	建安工程费*1.5%	2.93
2	工程保险费	元	建安工程费*0.5%	0.98
	合 计	元		47.61

7.3 土地复垦工程经费估算

复垦土地面积 25.8hm^2 ，静态投资总计约为 221.3 万元，亩均投 0.57 万元。其中工程施工费 186.84 万元，占工程投资的 84.43%；监测与管护费 2.28 万元，占工程投资的 1.03%；其他费用 27.84 万元，占工程投资的 12.58%；不可预见费（预备费）4.34 万元，占总投资的 1.96%。

本项目投资估算根据《张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿矿产资源开发利用方案》和现在市场调查资料进行计算的，是属于静态投资估算。在实际中，因物价上涨等多方面因素的变化，在矿山关闭后，现行的投资估算会存在无法满足土地复垦的需求，届时，应当依据审查通过的土地复垦方案进行土地复垦工程设计，根据最终设计的工程量，调整人工、材料和机械台班等相应费用，以保证复垦经费的落实。

7.3.1 总工程量与投资估算

表 7-8 土地复垦总工程量表

序号	工程类别	单位	数量	备注
一	复垦工程			
1	建筑物拆除及垃圾外运	m^3	1215	
2	覆土回填	m^3	107544.2	
3	植被重建	hm^2	25.8	
二	监测工程	m^3		
1	土地复垦监测	点·次	56	
2	警示牌	个	20	
3	人工草地及林地管护（3 年）	hm^2	25.8	

表 7-9 费用总估算表 (单位: 万元)

序号	工程和费用名称	费用 (万元)	费率 (%)
一	工程施工费	186.84	
二	其他费用	27.84	
三	监测与管护费	2.28	
四	不可预见费	4.34	一~三部分的 2%
合计		221.30	

7.3.2 单项工程量与投资估算

表 7-10 工程措施费估算表 (工程施工)

序号	工程或费用名称	单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (万元)
一	建筑物拆除及垃圾外运				7.43
1	建筑物拆除	m ³	1215	36.12	4.39
2	垃圾外运	m ³	1215	25	3.04
二	表土回填				124.21
1	机械运土 (包括客土外运)	m ³	107544.2	4.3	46.24
2	表土整平	m ³	107544.2	7.25	77.97
三	植被重建工程				55.20
1	植树 (落叶松)	株	18239	30	54.72
2	种草 (苜蓿子)	kg	74	32	0.24
3	种草 (黑麦草子)	kg	74	18	0.13
4	种草 (披碱草子)	kg	74	16	0.12
总计					186.84

表 7-11 工程措施费估算表 (监测与管护工程)

序号	工程或费用名称	计量单位	工程量	综合单价 (元)	合计 (万元)
一	监测与管护工程				2.28
1	土地复垦监测	点·次	56	228.57	1.28
2	警示牌	个	20	500	1.00
总计					2.28

表 7—12 其它费用估算表

序号	费用名称	基费	费率	金额 (万元)
一	前期工作费			10.91
1	土地清查费	工程施工费	0.50%	0.07
2	项目可行性研究费	工程施工费	1.00%	1.87
3	项目勘测费	工程施工费	1.50%	2.80
4	项目设计与预算编制费	工程施工费	2.80%	5.23
5	项目招标代理费	工程施工费	0.50%	0.93
二	工程监理费	工程施工费	2.40%	4.48
三	拆迁补偿费			0.00
四	竣工验收费			7.21
1	工程复核费	工程施工费	0.70%	1.31
2	工程验收费	工程施工费	1.40%	2.62
3	项目决算编制与审计费	工程施工费	1.00%	1.87
4	整理后土地重估与登记费	工程施工费	0.65%	1.21
5	标识设定费	工程施工费	0.11%	0.21
五	业主管理费	工程施工费+前期工作费+监理费+拆迁补偿费+竣工验收费	2.80%	5.23
总计				27.84

7.4 总费用汇总与年度安排

7.4.1 总费用构成与汇总

矿山地质环境保护与恢复治理经费为 279.28 万元，土地复垦总估算 221.3 万元，两项总费用为 500.58 万元。

7.4.2 近期年度经费安排

矿山地质环境保护与恢复治理工程投资进度与矿山开发利用方案的进度安排一致，按边开采边治理期（2025 年 8 月至 2030 年 8 月）相适

应。

边开采边治理期（2025 年 8 月至 2030 年 8 月），在矿山矿业活动中，边开挖边治理，对评估区内的露天采场、山坡开挖后，将剥离的黄土转运至堆土场，后期土地复垦可重新利用，尽量改善土地利用情况，尽可能最大限度地保护和改善矿区生态环境。

表 7-13 工程进度安排表

工程安排	时间	2025	2026	2027	2028	2029	2030
(一) 地质环境保护							
排水渠		■					
截水渠		■					
挡土墙		■					
(二) 土地复垦							
表土剥离、堆放			■				
土地损毁监测			■	■	■	■	
(三) 监测工程							
矿山地质巡查							
地形地貌、土地资源监测							
采矿场边坡上缘变形监测				■	■	■	
泥石流监测							

第8章 保障措施与效益分析

矿山地质环境保护与治理恢复是一项全新的“功在当代，利及千秋”的国土环境整治工程，但在矿山地质环境保护与治理恢复工程的实施中，往往存在着一系列矛盾，如长远利益与眼前利益、全局利益与局部利益的矛盾。因此，仅有技术可行的设计难以实施，还必须由国家、地方政府、国土资源及相关部门加强领导，统一认识，统筹协调各方面的工作，才能保证此项工作的顺利开展。

8.1 组织保障

- a. 加强法规宣传教育，增强企业员工的地质环境及生态保护意识、增强责任感，使各项治理工程落实到人，并加强矿山内部的自检工作。
- b. 建立健全工程质量管理体系。要组建项目管理部门，建立健全质量管理工作体系；强化项目的技术管理工作。项目实施中，严格按照国家及行业有关规范、规定施工，层层分解质量目标，确保工程质量。
- c. 建立健全安全保证体系。从项目的前期论证到实施、施工，都必须建立有效的安全管理体系，建立健全各类安全管理制度和规章，把安全摆在突出位置。在项目的实施过程中，项目主管部门、项目实施部门和施工队伍都要严格遵守安全规章制度，按照“管生产必须管安全”和“谁主管谁负责”的原则，落实安全生产责任制，确保矿山地质环境恢复治理工程顺利实施。

管谁负责”的原则，做到安全零事故。

8.2 技术保障

矿山地质环境保护与土地复垦工作必须牢固树立科学技术是第一生产力的观点，坚持以科技为先导，依靠科学技术，把高标准、高质量、高科技作为一条主线贯穿到矿山地质环境保护与土地复垦的全过程。强化项目的技术管理工作，围绕项目大力开展科技攻关。同时企业可聘请有关专家进行专业咨询，对不合理的方案和措施及时进行调整，多方论证选择最优实施方案，使矿山地质环境保护与土地复垦工程切实有效。

8.3 资金保障

a. 按照“谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理”的原则，治理费用由造成矿山地质环境问题的单位承担。矿山要列支专项经费进行矿山地质环境保护与土地复垦。

b. 矿山企业必须高度重视矿山地质环境保护与土地复垦工作，按该方案制定的治理规划分期，把治理资金纳入每个年度预算之中，确保各项工作落实到位。

8.4 监管保障

经批准后的矿山地质环境保护与土地复垦方案具有法律强制性，不

得擅自更改。矿山地质环境保护与土地复垦方案有重大变更的，需向当地国土资源主管部门申请。国土资源主管部门有权依法对矿山地质环境保护与土地复垦方案实施情况进行监督管理。企业作为地质环境保护与土地复垦义务人应强化土地复垦施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与当地国土资源主管部门取得联系，加强与当地国土资源主管部门的合作，自觉接受当地国土资源主管部门的监督管理。

为保障国土资源主管部门土地复垦实施监管工作，矿山应当根据矿山地质环境保护与土地复垦方案、编制并实施阶段地质环境问题预防治理与土地复垦计划和年度地质环境问题预防治理与土地复垦实施计划，定期向当地自然资源局报告当年复垦情况，接受当地自然资源局对复垦实施情况的监督检查，接受社会对地质环境保护与土地复垦实施情况监督。

国土资源主管部门在监管中发现地质环境保护与土地复垦义务人不履行复垦义务的，按照有关法律法规和政策文件的规定，地质环境保护与义务人应自觉接受国土资源主管部门及有关部门的处罚。

8.5 效益分析

8.5.1 经济效益分析

张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿生产规模为
 $30 \times 10^4 \text{m}^3/\text{a.}$

通过实施及时有效的防治工程，首先受益的是矿山生产安全。矿山露天开采，将加剧矿山地质灾害，开展治理工程，将使矿山安全水平达到最好程度，将极大减少矿山安全事故产生的严重经济损失。

8.5.2 环境效益

通过对矿山现状地质环境问题与开采产生的地质环境问题采取相应预防工程措施和恢复治理工程措施进行矿山地质环境恢复治理，可以防止地质灾害对矿山开采活动可能造成危害，基本恢复矿山土地资源、地形地貌景观，最大程度减轻采矿对区内地质环境的影响，实现资源开发与地质环境保护和谐发展的目标，环境效益显著。

8.5.3 社会效益

该矿山投入生产后，不仅国家和地方每年可从中增加税收收入，还给社会进步和人民生活水平的提高提供了不可缺少的物质资源，对促进地方经济发展，优化产业结构，创造就业机会具有积极意义，社会效益显著。但在矿山建设的同时，也不可避免地给当地生态环境带来了负面影响，矿业开发，将使环境质量下降，可能出现滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。如果进行科学规划、合理布局对于实现人类、资源、环境的可

持续协调发展，对于促进资源利用方式和管理方式的转变，实现宏观调控、维护矿产资源国家所有，履行好政府职能，促进矿业活动从有序走向科学，有效保护和科学开发利用矿产资源、保护和改善矿山环境，将具有十分重要的现实意义。

8.6 公众参与

公众参与可以使公众了解项目建设可能带来的土地资源、生态环境损毁等问题，增加公众对地质环境保护与土地复垦工作的认同感。有助于减少地质环境保护与土地复垦规划失误，增加规划的合理性。同时对地质环境保护与土地复垦工作的实施及其实施的质量、实施的效果等有效的起到监督作用。

8.6.1 公众参与的环节与内容

公众参与包括了全程参与和全面参与。公众参与的环节包括方案编制前期、方案编制期间、方案实施过程中、地质环境恢复工程与土地复垦竣工验收阶段等。参与对象包括土地权利人、行政主管部门、复垦义务人以及其他社会个人或者团体。参与内容包括地质环境保护与治理恢复工程的落实与实际效益、土地复垦的方向及复垦标准、复垦工程技术措施与适宜物种等。

8.6.2 方案编制前的公众参与

矿山地质环境保护与土地复垦方案编制前的公众参与为方案编制前实行。针对矿山、土地等相关部门、土地权利人等。公众参与调查主要采取访谈的方式，通过访谈内容及收集的相关资料初步确定复垦区拟采取的复垦设计方向。具体内容包括：查阅矿山提供基础资料，访谈当地村民，了解项目区自然条件，重点是地形、地貌、土壤和植被、当地的种植习惯，以及项目所在地经济情况；查阅当地土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，访谈规划、土地等政府部门，确定其对本方案待复垦区域规划用途；参考矿山已有的土地复垦内容分析以及对矿山工作人员的走访，确定对项目区土地复垦工作的安排和复垦用途的确定。

8.6.3 方案编制期间的公众参与

方案编制过程中，为使评价工作更具民主化、公众化，遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见。

8.6.4 方案实施过程中公众参与

方案实施中矿山地质环境保护与土地复垦效果监测等方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的复垦技术，积极宣传地质环境保护与土地复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，需要制定包括张贴公告、散发传单、走访以及充分利用多媒体手段，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。努力扩大宣传范围，让更广泛的群众加入到公众参与中来。在政府相关职能部门方面，除继续走访项目区内国土部门外，还应加大和扩大重点职能部门的参与力度，如林业局、环保局和审计局等。在媒体监督方面，应加强与当地电视台、网站、报社等媒体的沟通，邀请他们积极参与进来，加大对地质环境保护与土地复垦措施落实情况的报道（如落实不到位更应坚决予以曝光），形成全社会共同监督参与的机制。

a. 地质环境保护与土地复垦实施前

根据本方案确定的地质环境保护与土地复垦时序安排，在每年制订地质环境保护与土地复垦实施方案时进行一次参与式公众调查，主要是对地质环境问题处置、损毁土地面积、损毁程度和临时土地保护措施实施效果进行调查。

b. 地质环境保护与土地复垦实施中

地质环境保护与土地复垦实施过程中每年进行一次参与式公众调查，主要是对地质环境保护与土地复垦进度、措施落实和资金落实情况及实

施效果进行调查。

c. 地质环境与土地复垦监测与竣工验收

地质环境与土地复垦监测结果应每年向公众公布一次，对公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。邀请当地相关政府部门、专家和群众代表进行验收，确保验收工作公平、公正和公开。

第9章 结论与建议

9.1 结论

9.1.1 矿山地质环境评估

1、张家川县张川镇沟口村海家湾建筑用闪长岩矿生产规模为 $30\times10^4\text{m}^3/\text{a}$ ，矿山服务年限 20.39 年，确定矿山地质环境保护与土地复垦方案适用年限为 5a。

2、评估区重要程度为重要区，地质环境条件复杂程度为中等，矿山生产建设规模为大型，本次矿山地质环境影响评估级别为一级。

3、现状条件下调查区存在不稳定斜坡 2 处，泥石流灾害 1 处对矿山地质环境影响较轻；预测条件下调查区泥石流及不稳定斜坡对矿山地质环境影响较严重，露天采场对矿山地质环境影响严重，生活办公区、矿山公路、排土场、工业广场、堆料场等对矿山地质环境影响较严重。

4、矿山地质环境影响程度现状评估分区划分为影响程度严重区、较严重区和较轻区三个大区，严重为露天采场，较严重区为调查区泥石流及不稳定斜坡，较轻区为不受泥石流影响的区域。

5、矿山地质环境影响程度预测评估分区划分为影响程度严重区、较严重区和较轻区三个大区，严重区分布于露天采场、较严重区分布于生产加工区、堆料区、排土场、矿山道路，较轻区分布于不受采矿活动影

响的区域。

6、将评估区划分为重点防治区占地面积为 0.341km^2 ，占评估区总面积的 22.14%；次重点防治区占地面积为 0.169km^2 ，占评估区总面积的 9.95%；一般防治区占地面积为 1.153km^2 ，占评估区总面积的 67.90%。

7、近期（2025~2030 年）矿山地质环境防治工作为：护堤工程、截水渠工程、挡土墙工程及矿山地质环境监测；中远期（2030~2048 年）矿山地质环境防治工作为：矿山地质环境监测。

8、矿山地质环境保护与恢复静态投资治理经费为 279.28 万元。

9.1.2 矿山土地复垦评估

1、矿区拟损毁土地单元包括露天采场，排土场、炸药库、办公生活区、生产加工场地及堆料场，损毁土地面积 25.8hm^2 ，损毁土地现状类型为旱地、天然牧草地及其他草地。

2、矿山土地复垦工程静态总投资费用 221.3 万元。

9.2 建议

1、矿山企业是矿山地质环境防治的主体责任人，应当按照国土资源主管部门批复的《方案》切实开展矿山地质环境保护与土地复垦工作。树立不破坏就不治理、少破坏就少治理的理念，废石不出坑直接充填采

空区的保护性开采方式等，源头预防，边开发边治理，建设绿色矿山。

2、《方案》与水土保持、土地复垦、环境影响评价等相结合，科学规划与统一实施，避免重复性工程与不必要的经费浪费。

3、《方案》适用年限结束后，应重新开展野外矿山地质环境与土地调查，依据已有的环境保护、治理、土地复垦和监测落实情况，修编《方案》，但在此期间，若矿山扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，应当重新编制方案。

4、矿山开采设计和生产过程中，应加强安全监测和环境保护。

5、矿山建设初步设定按本方案，最终按专项开采方案为标准。

6、矿山产量满足不了市场需求时，可另选厂址，扩大生产规模。

7、《方案》不代替矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程勘查、设计。