

青川天元矿业有限公司  
四川省青川县通木梁玉石矿  
矿山地质环境保护与土地复垦方案

青川天元矿业有限公司

二〇二四年四月

青川天元矿业有限公司  
四川省青川县通木梁玉石矿  
矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：	青川天元矿业有限公司
法定代表人：	杨少全
编制单位：	四川天照工程技术服务有限公司
法人代表：	赵波
总工程师：	李建军
项目负责人：	赵波
编写人员：	杨运泉
制图人员：	杨运泉
报告提交日期：	2024年4月



## 目 录

<b>前 言</b> .....	<b>1</b>
一、任务的由来.....	1
二、编制目的、任务.....	1
三、编制依据.....	2
四、方案适用年限.....	5
五、编制工作概况.....	5
<b>第一章 矿山基本情况</b> .....	<b>9</b>
一、矿山简介.....	9
二、矿区范围及拐点坐标.....	10
三、矿山开发利用方案概述.....	14
四、矿山开采历史及现状.....	17
<b>第二章 矿区基础信息</b> .....	<b>19</b>
一、矿区自然地理.....	19
二、矿区地质环境背景.....	21
三、矿区社会经济概况.....	44
四、项目区土地利用现状.....	44
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	44
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	44
<b>第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估</b> .....	<b>45</b>
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	45
二、矿山地质环境影响评估.....	46
三、矿山土地损毁现状与预测评估.....	61
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	63
<b>第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析</b> .....	<b>66</b>
一、矿山地质环境治理可行性分析.....	66
二、矿区土地复垦可行性分析.....	66
<b>第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程</b> .....	<b>73</b>
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	73
二、矿山地质环境保护与恢复治理工程.....	74
(一) 矿山地质环境保护工程.....	74
(二) 地质环境恢复治理工程.....	74
三、矿区土地复垦.....	75
四、矿山地质环境监测.....	80
五、矿区土地复垦监测与管护.....	82
六、工程量汇总.....	83
<b>第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署</b> .....	<b>85</b>
一、总体工作部署.....	85

二、阶段实施计划 .....	85
三、近期年度工作安排 .....	85
<b>第七章 经费估算与进度安排 .....</b>	<b>88</b>
一、矿山地质环境治理工程经费估算 .....	88
二、矿山土地复垦工程经费估算 .....	92
三、总费用汇总与年度安排 .....	98
(一) 总费用构成与汇总 .....	98
(二) 近期年度经费安排 .....	99
<b>第八章 保障措施与效益分析 .....</b>	<b>99</b>
一、组织保障 .....	100
二、技术保障 .....	100
三、资金保障 .....	100
四、监管保障 .....	102
五、效益分析 .....	103
六、公众参与 .....	104
<b>第九章 结论与建议 .....</b>	<b>105</b>
一、结论 .....	105
二、建议 .....	106

## 附图

序号	图 名	比例尺
1	青川天元矿业有限公司青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿区卫星影像图	
2	青川天元矿业有限公司青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿山开采总体平面布置图	1:2000
3	青川天元矿业有限公司青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿山地质环境问题现状图	1:2000
4	青川天元矿业有限公司青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿区土地损毁现状图	1:2000
5	青川天元矿业有限公司青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿山地质环境问题预测图	1:2000
6	青川天元矿业有限公司青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿区土地损毁预测图	1:2000
7	青川天元矿业有限公司青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿山地质环境治理工程部署图	1:2000
8	青川天元矿业有限公司青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿土地复垦规划图	1:2000
9	单体图	见图
10	剖面图	1:1000

## 前 言

### 一、任务的由来

根据《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》(国土资发[1999]36号文),《矿山地质环境保护规定》(中华人民共和国国土资源部部长令第44号),《土地复垦条例》(国务院令第592号)和《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)等有关文件的要求,矿山必须做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。

为保证矿山企业认真履行矿山地质环境保护与恢复治理的义务,防患于未然,有效地对矿山地质环境进行保护与土地复垦,确保人民生命财产安全,青川天元矿业有限公司委托四川天照工程技术服务有限公司编制了《青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》,作为矿山采矿许可证办理、矿山地质地质环境保护及土地复垦的依据。

### 二、编制目的、任务

通过对矿山建设区及影响区地质环境、土地利用现状调查分析,查明矿区现存地质环境问题及土地资源利用的现状;针对矿山工程设计及其所处地质环境条件开展矿山地质环境影响评估及土地损毁预测评估;依据矿山现状及预测的地质环境问题、土地损毁状况,进行矿区地质环境治理分区和土地复垦区划,分析矿山地质环境治理及土地复垦的可行性,设计、编制矿区地质环境治理、土地复垦方案,估算投资经费。

具体任务是:

(1) 查明矿山建设区及影响区范围内的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、气象水文、植被、土壤等地质环境条件。

(2) 查明矿山工程区社会环境条件,包括人口、村庄分布、土地利用等社会经济状况及人为活动对地质环境的影响。

(3) 查明矿山工程区现状地质灾害的类型、分布规模、稳定程度、活动特点、主要诱发因素,危害对象、范围及程度;查明评估区地形地貌景观、水资源和土地资源的利用情况。

(4) 对矿山工程及影响区的地质环境影响、土地损毁进行现状评估、预

测评估。

(5) 在现状评估和预测评估的基础上,对矿山工程区进行地质环境保护与治理恢复分区,划分土地复垦区与复垦责任范围。

(6) 根据工程建设方案及其对地质环境、土地资源影响、破坏程度,分阶段部署必要的地质环境防护工程、土地复垦工程和监测措施,估算工程费用,为矿区地质环境保护与治理恢复、土地复垦再利用及政府监督提供依据。

### 三、编制依据

#### (一) 法律法规

1、《中华人民共和国水土保持法》,1991年6月29日通过,2010年12月25日修订,2011年3月1日实施;

2、《中华人民共和国矿产资源法》,主席令第74号,2009年8月27日;

3、《中华人民共和国土地管理法》,主席令第28号,2004年8月28日;

4、《基本农田保护条例》,国务院令第257号令,1998年12月27日;

5、《中华人民共和国土地管理法实施条例》,1998年12月27日发布,2014年7月29日第二次修订;

6、《建设项目环境保护管理条例》(国务院令第253号,1998年11月18日);

7、《地质灾害防治条例》(国务院令第394号);

8、《土地复垦条例》,国务院第592号令,2011年3月5日实施;

9、《矿山地质环境保护规定》(中华人民共和国国土资源部令第44号令);

10、《土地复垦条例实施办法》(国土资源部第56号令,2013年3月1日实施);

11、《中华人民共和国环境影响评价法》(2003年9月1日实施);

12、《地质灾害防治管理办法》(中华人民共和国国土资源部令1999年第4号);

13、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》(国发[2011]20号);

14、《四川省地质环境管理条例》(2006)。

#### (二) 规章制度

1、《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



土资源部办公厅，国土资规[2016]21号，2017年1月3日）；

2、《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》及国土资源部关于发布《地质灾害危险性评估规范》等4项行业标准的公告2015年第23号；

3、《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号文）；

4、国土资源部关于发布《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》等7项推荐性行业标准的公告（2011年5月4日）；

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

6、《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号文）；

7、《中共中央、国务院关于进一步加强土地管理切实保护耕地的通知》（1999年4月）；

8、《关于切实做好耕地占补平衡工作的通知》（国土资发[1999]39号文）；

9、《关于进一步加强土地整理复垦开发工作的通知》（国土资发[2008]176号）；

10、《国务院关于全面整顿和规范矿产资源开发秩序的通知》（国发[2005]28号）；

11、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发[2016]63号）；

12、《中共中央、国务院关于加强耕地保护和改进占补平衡的意见》（2017年1月9日）。

### （三）标准规范及规程

1、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（中华人民共和国国土资源部DZ/T0223~2011）；

2、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

3、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T 192~2015）；

4、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007~2003）；

5、《土地利用现状分类》国家标准（GB/T 21010—2017）；

- 6、《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012~2000）；
- 7、《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD/T 1031.1~2011）；
- 8、《土地复垦方案编制规程 第3部分：井工玉石矿》（TD/T 1031.4~2011）；
- 9、《土壤环境质量标准》（GB 15617-1995）；
- 10、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1035-2013）；
- 11、《土壤环境监测技术标准》（HJ/T 165-2004）；
- 12、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864~2016）；
- 13、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（TD/T0219~2006）；
- 14、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221~2006）；
- 15、《泥石流灾害防治工程设计规范》（DZ/T 0239~2004）；
- 16、《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T 0220~2006）；
- 17、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330~2013）；
- 18、《地下水质量标准》（GB/T 14847-1993）；
- 19、《地表水环境质量标准》（GB3837-2002）；
- 20、《地表水和污水监测技术标准》（HJ/T 91~2002）；
- 21、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287~2015）；
- 22、《工程岩体分级标准》（GB50218—2014）；
- 23、《造林作业设计规程》（LY/T 1607~2003）；
- 24、《造林技术规程》（GB/T15775-2006）；
- 25、《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342~2007）；
- 26、《岩土工程勘察规范》（GB50021~2001）；
- 27、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453~2008）；
- 28、《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50287-1999）；
- 29、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044~2014）；
- 30、《建筑物、水体、铁路及主要井巷没住留设与压煤开采规程》；
- 31、《煤炭工业建井设计规范》；
- 32、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（财综〔2011〕128号，2011年12月31日）；
- 33、《矿山生态修复技术规范》；

34、《关于做好采矿用地保障的通知》（自然资发〔2022〕202号）。

#### （四）技术文献及其他资料

1. 委托书；

2. 《四川省青川县通木梁玉石矿详查报告》（四川省冶金地质勘查局六〇六大队，2018.12）；

3. 《青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿开发利用方案》（青川天元矿业有限公司，2023.07）；

4. 其他相关图件与资料。

### 四、方案适用年限

根据青川天元矿业有限公司提交的《青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿产资源开发利用方案》，矿山保有资源量玉石矿（控制+推断）资源量 43.7 万 t，其中：控制资源量 32.0 万 t，推断资源量 11.7 万 t。批准备案、占用登记的矿产资源量：玉石矿矿石量 43.7 万 t。设计利用矿产资源量 43.7 万 t，设计利用率 100%。采矿回采率：露天 90%（取值），地下 88.44%。可采储量：32.88 万 t（露天 5.99 万 t，地下 26.89 万 t）。设计生产规模：2.0 万 t/a。矿山服务年限：16.0 年。

矿山闭坑后复垦期 0.5 年，监测管护期 3.0 年，确定本矿山地质环境保护与土地复垦方案的规划服务年限为 19.5 年（2024 年 1 月~2043 年 6 月），本方案适用年限为 5 年（2024 年 1 月~2028 年 12 月）、中后期 13.5 年（2029 年 1 月~2043 年 6 月）。

在矿山开采期间，若需扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，矿山企业应重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，并报相关部门审批、备案。

### 五、编制工作概况

#### （一）工作程序

本次方案编制严格按照国土资源部发布的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016.12）进行，采用收集资料、踏勘、现场综合地质调查、公众参与调查、室内综合分析研究等方法，按照确定的调查范围展开工作，工

作程序见图 0-1。具体工作如下：

### 1、收集资料

搜集有关工作区的社会经济、自然地理、区域地质环境、水文气象、矿产勘查、工程勘察、矿山设计和地质灾害等基础资料，了解建设工程区的地质环境条件、存在的地质环境问题、建设工程规模等，开展综合研究，初步确定矿山地质环境影响评估的范围、评估级别和调查区范围，明确本次工作的重点，以指导野外调查工作。

### 2、踏勘和编制工作大纲

首先对矿区及影响范围进行现场踏勘，了解矿山生产规模，对矿区地质环境条件基本特征进行分析，根据分析结果编制工作大纲。

### 3、工作范围的确定

根据矿区范围、场地地质环境条件、地质灾害的种类和发育特征确定工作范围，该评估范围在矿区范围的基础上外延，包括矿区范围及影响区范围。

### 4、现场调查

实地开展较为详细的地面、井下调查工作。认真核实、访问井下开采中可能出现或已出现的地质灾害情况，并对矿区地质环境条件、地质灾害的分布、规模、发育特征、及井下开采过程中可能诱发的地质灾害、对矿山含水层的疏干、对地形地貌及土地资源的破坏等进行详细地实地调查研究。

### 5、公众参与调查

本着“贯穿项目始终，多方参与”的原则，在项目方案编制之前进行社会公众调查。以采访拟建工程区、地质灾害点附近的居民为主，结合采访矿山企业相关部门负责人，详细了解工区内地质环境的变化情况、地质灾害的活动现状、土地利用现状及相关建设工程实施现状等，通过发放“公众参与调查表”，充分了解矿区群众的意见；征询当地镇、县国土资源、环境保护主管部门就矿区地质环境和土地复垦的意见，为方案编制提供依据。

### 6、室内综合分析与研究

在研究以往资料、现场调查等资料的基础上，分析论证区内构造和岩土体物理力学特征，进行矿区地质环境影响现状评估、预测评估和综合评估，并根据评估结果提出矿山地质环境防治和土地复垦措施及年度实施计划，编写矿山

地质环境保护与土地复垦方案。

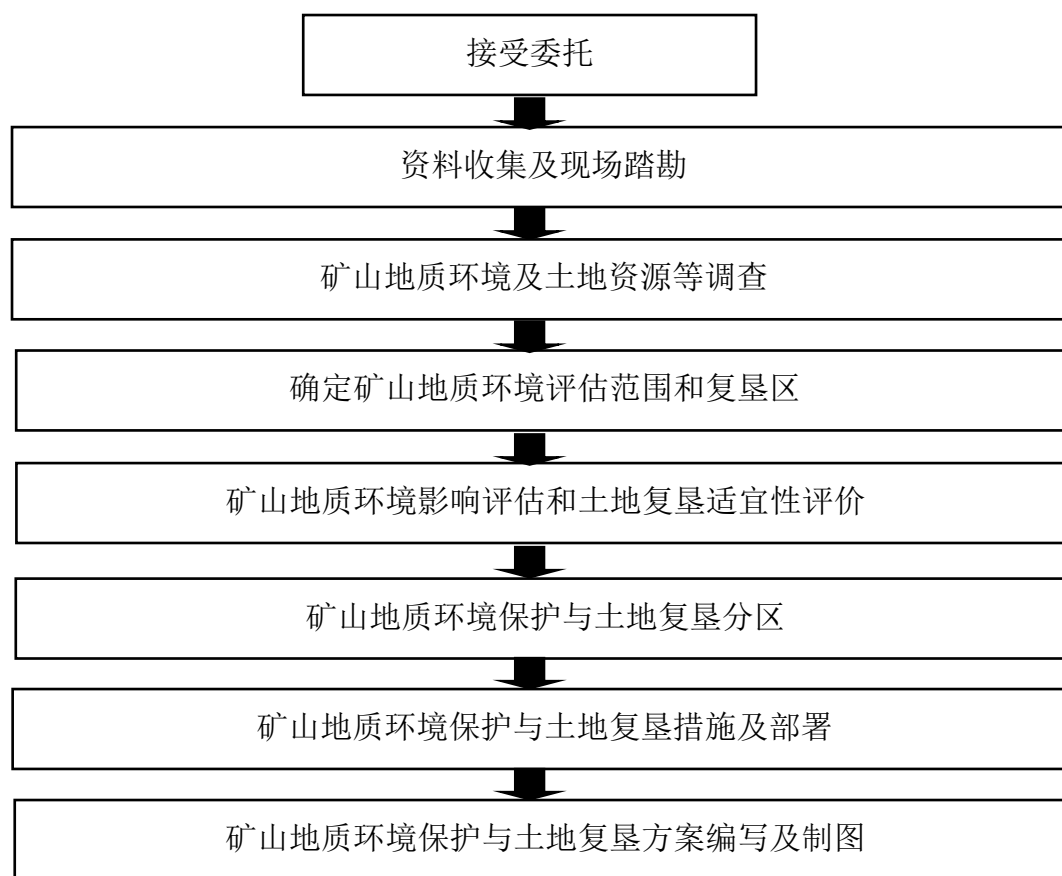


图 0-1 地质环境保护与土地复垦工作程序框图

## (二) 工作概况

我院于 2023 年 10 月开始搜集资料及编制工作大纲。于 2023 年 10 月 10 日至 15 日对评估区进行 1:2000 野外地质环境调查工作。调查矿区的自然地理、地质环境背景条件、社会经济状况、矿区及周边重大人类工程活动及矿区地质环境现状、土地利用现状、土地总体规划、公众参与调查等。2023 年 10 月底进行室内编制工作，评估矿山工程建设及开发活动对矿区地质环境及土地损毁的程度，分析矿山地质环境恢复治理、土地复垦的可行性，划分矿山地质环境保护与治理分区，确定土地复垦责任范围；对地质环境影响、破坏程度，对土地的损毁情况，分阶段部署地质环境治理、土地复垦及监测养护工程，估算工程费用，为矿山地质环境保护及土地复垦提供技术支持，为政府监督提供依据。

## (三) 完成工作量

完成实物工作量见表 0-1。

表 0-1 矿山地质环境调查工作一览表

项 目		工作量	
		单位	数量
矿山地质环境调查	调查面积	km <sup>2</sup>	0.45
	调查路线长度	km	21
	数码照片/录像	张/分钟	30/3
收集资料	区域地质报告	份	1
	其它报告	份	10
成果	方案	份	1
	附图	张	12

#### (四) 质量评述

项目组在充分搜集区内已有资料基础上,开展了野外现场水文地质、工程地质、环境地质、土地利用现状调查,重点调查矿区及周边的地质环境、含水层、地质灾害、人工挖(填)边坡地段等。野外资料搜集齐全,资料真实可信,对工作区进行了认真仔细的调查,拍摄了相关照片、填写了调查卡片。编制了矿区地质环境问题现状图、土地利用现状图、环境问题预测图、土地损毁预测图、土地复垦规划图、环境治理工程部署图,以图件形式反映了各类地质灾害、土地损毁分布及其与地质环境的相互关系,开展了地质环境影响程度及治理分区,划定了土地复垦范围,初步确定了矿山地质环境保护、土地复垦及监测工程方案及总体工程部署,编制了矿山地质环境保护与土地复垦方案和工程概算。

调查及编制工作程度达到了规范章程的要求,所提交的成果满足矿山恢复治理与土地复垦技术要求。

## 第一章 矿山基本情况

### 一、矿山简介

#### (一) 矿山概况

四川省青川县通木梁铜金多金属矿探矿权于 2003 年 2 月 19 日新立。探矿权人：四川省核工业地质调查院；勘查矿种为铜金多金属矿。2008 年 7 月，四川省核工业地质调查院通过挂牌方式将该探矿权转让给青川县天元矿业有限公司，同时进行普查延续。探矿权人变更为：青川县天元矿业有限公司；2015 年 9 月~2017 年 10 月，探矿权人申请增加玉石矿种、缩减探矿权范围，以进一步开展地质工作，2019 年，青川天元矿业有限公司进行了探矿权延续，证号：T51120080702011309；探矿权面积由 37.41m<sup>2</sup> 缩小为 25.02m<sup>2</sup>；勘矿种为铜金多金属矿、玉石矿；有效期限：2019 年 10 月 30 日至 2024 年 10 月 9 日。根据《青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿产资源开发利用方案》，拟申请矿区范围由 1~4 号共 4 个拐点圈定，开采深度由+1792m~+2096m，矿区面积约 0.2835km<sup>2</sup>，开采矿种为玉石矿。矿山目前尚未进行开采。

#### (二) 地理位置

矿区位于广元市青川县城 235° 方向，直距 38km，行政区划属青川县青溪镇所辖。矿区中心地理坐标为：东经 104° 54' 12.78"，北纬 32° 23' 48.07"。

矿区距青溪镇直距 10km，距青（川）平（武）公路 5km，矿区范围内无公路，均为罕有人至的山间小路或简易小道，交通比较困难，全靠人力、畜力运输，从青溪镇沿大沟里山间小路到工作区约 20km 山路，步行约 5 小时。矿区周边交通较为便捷，已建成的有省、县级公路网环绕，105 省道沿矿区南东角穿过，距江油 125km，平武 52km，外围交通较为方便。（见交通位置图）。

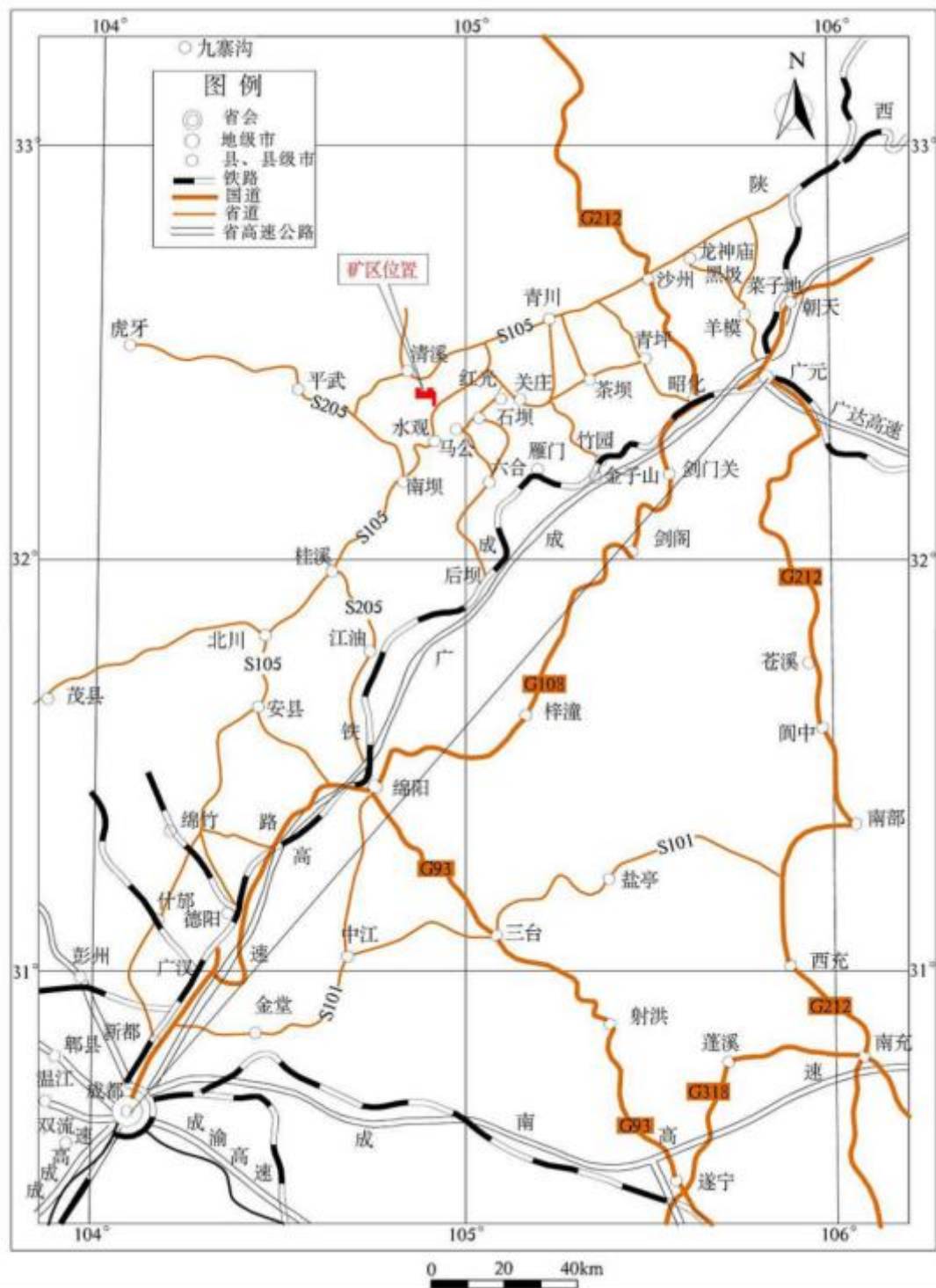


图 1-1 矿区交通位置图

## 二、矿区范围及拐点坐标

### (1) 探矿权范围

2020年11月26日由四川省自然资源厅颁发了探矿证新证（见图1-2），勘查面积由37.41km<sup>2</sup>缩减为25.02km<sup>2</sup>；缩减后的勘查区地理坐标（2000国家大



地坐标系): 东经  $104^{\circ} 52' 31.289''$  至  $104^{\circ} 56' 04.290''$ , 北纬  $32^{\circ} 21' 59.509''$  至  $32^{\circ} 25' 30.356''$ , 由 10 个拐点坐标圈定 (见表 1-1、图 1-2), 勘查许可证编号改为 T5100002008073010011309, 有效期限: 有效期限: 2019 年 10 月 30 日至 2024 年 10 月 9 日。

表 1-1 勘查区范围拐点坐标表 (2000 国家大地坐标系)

拐点 编号	经纬坐标		直角坐标	
	经度	纬度	X(m)	Y(m)
1	$104^{\circ} 52' 31.289''$	$32^{\circ} 23' 00.355''$	3584378.10	35488271.46
2	$104^{\circ} 52' 31.289''$	$32^{\circ} 25' 00.358''$	3588074.66	35488275.77
3	$104^{\circ} 54' 01.289''$	$32^{\circ} 25' 00.358''$	3588072.19	35490627.36
4	$104^{\circ} 54' 01.289''$	$32^{\circ} 25' 30.356''$	3588996.25	35490628.22
5	$104^{\circ} 55' 22.289''$	$32^{\circ} 25' 30.356''$	3588994.50	35492744.45
6	$104^{\circ} 55' 22.289''$	$32^{\circ} 24' 43.358''$	3587546.77	35492743.40
7	$104^{\circ} 56' 04.290''$	$32^{\circ} 24' 43.358''$	3587546.04	35493840.89
8	$104^{\circ} 56' 04.287''$	$32^{\circ} 21' 59.509''$	3582498.87	35493837.72
9	$104^{\circ} 55' 01.287''$	$32^{\circ} 21' 59.509''$	3582500.01	35492190.70
10	$104^{\circ} 55' 01.290''$	$32^{\circ} 23' 00.355''$	3584374.30	35492192.23

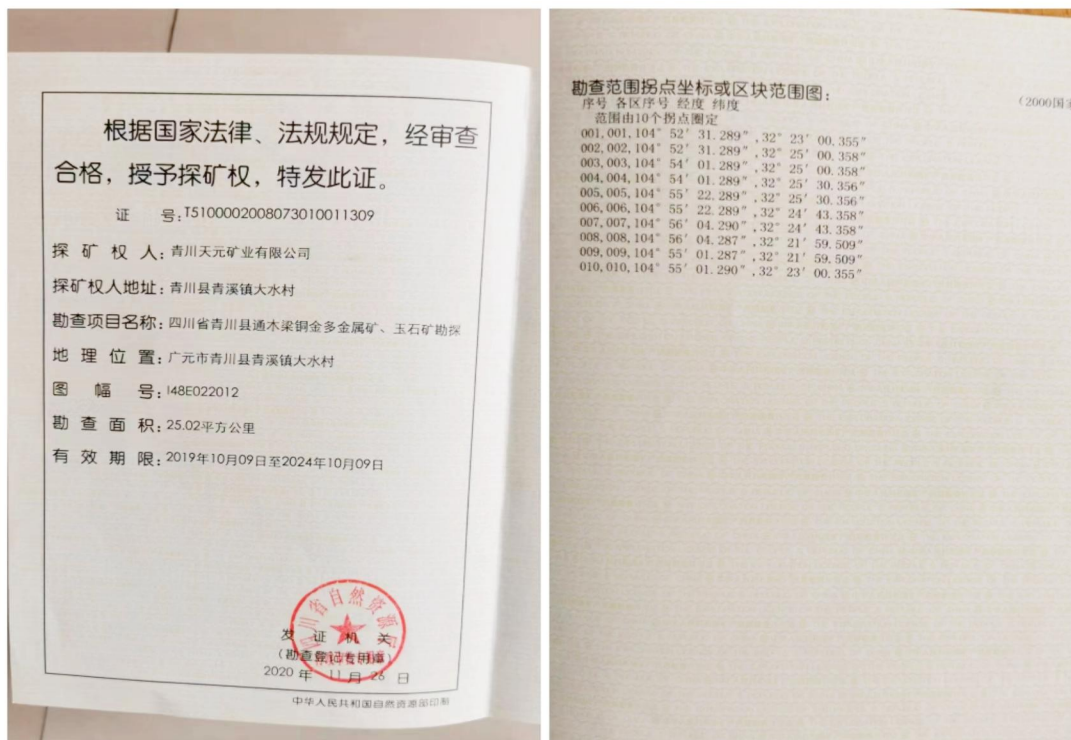


图 1-2 通木梁玉石矿探矿证

(2) 拟申请采矿权范围

根据《青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿产资源开发利用方案》，拟申请采矿权矿区范围由 1~4 号共 4 个拐点圈定，开采深度由 +1792m~+2096m，矿区面积约 0.2835km<sup>2</sup>，开采矿种为玉石矿。拟申请采矿权矿区范围拐点坐标见表（1-2）。

表 1-2 拟申请采矿权矿区范围拐点坐标表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X 坐标	Y 坐标
1	3588996.24	35490628.22
2	3588995.50	35491200.00
3	3588500.00	35491200.00
4	3588500.00	35490628.22

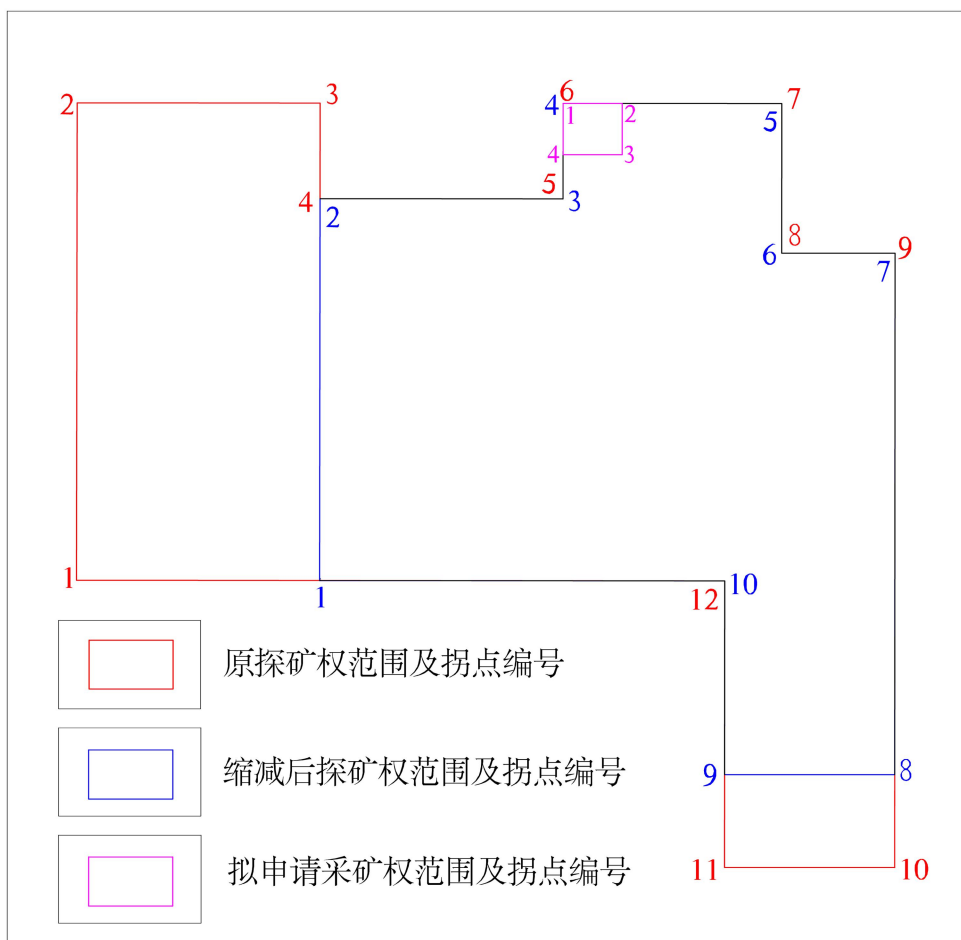


图 1-3 探矿权范围及拟申请采矿权范围示意图

该采矿权附近无其他探矿权或采矿权相邻，无矿权纠纷。经县级相关部门核实，划定的玉石矿矿区范围未在自然保护区、风景名胜、大熊猫国家公园等及各类保护区内，未在乡镇集中式饮用水源地保护区范围内，未规划重大水利工程项目，不涉及部分基本农田，不属于县禁止限制开采区域。距唐家河自然保护区直距约 10km。距广平高速直距约 6.7km。



图 1-2 矿区范围与自然保护区位置关系图

### 三、矿山开发利用方案概述

#### (一) 矿山建设规模及工程布局

##### 1、矿山建设规模

该矿为新建矿山，矿区范围由 4 个拐点圈定，开采深度+2096m~+1792m 标高，矿区面积约为 0.2835km<sup>2</sup>，由于玉石矿开采、加工等具有一定的特殊性，用于其他矿种计算资源量参数的荒料块度、荒料率等对玉石矿床存在一定的局限性或不足，故在资源量计算结果以实际计算储量为主，对最小块度、各资源量类别或工艺类型及荒料量不作要求。矿石体重测定平均值为 2.71t/m<sup>3</sup>，按储量规模属小型矿山。本次设计矿山开采规模为 2.0 万 t/a (0.74 万 m<sup>3</sup>)。

##### 2、工程布局

矿山为新建矿山，矿区范围荒山林地，工业广场及各井口选择在矿区西侧矿界附近，按矿山相关设施进行布置建设。排土场位于矿区北侧，需建设至排土场和露天采场的运输公路、斜井井口、风井井口、风机房、值班室、办公室、会议室、职工住房、机修房、配电房、电力设施以及矿山至外界运输公路等。其总体布置情况见附图 2。

##### 3、生产工艺流程

##### (1) 开拓方案

根据矿区地形地貌、矿体特征、矿体赋存条件，以及地表条件，为充分利

用资源及减少开拓工程量，便于运输设备的利用，经比较，设计开拓方式为：

露天开采：（选择方案 1）公路开拓、汽车运输；

地下开采：（选择方案 2）斜井开拓、绞车提升。

斜井采用绞车串车提升，水平巷较短采用人力推车运输，投产时形成完整的开拓生产和运输系统。

斜井运输：选用 JTP-1.6-1.2P 型绞车提升运输。

斜井运输：井下各中段矿石采用人力推车运输至下部车场，经绞车提升到地表，卸入地表的矿石堆场内存放。提升绞车的刹车系统、灯光系统、警报系统、深度指示器齐全有效。

各中段人员和材料由斜井进入，最后到达各中段工作面。该方案具有工艺相以较简单的优点。

坑外运输：在斜井井口设置矿石堆场，采出的矿石经手选后堆存待销售。

## （2）矿石运输

### 1) 露天开采运输系统：

采用矿区公路直接进行剥离平台装废石运至弃渣场，直接在生产平台将开采的矿石装车外运方式，矿山公路按三级泥结石路修建，坡度弯主符合相关道路建设要求，设有警示标志、标示及标牌。

### 2) 地下开采井硐布置：

斜井开拓，形成开拓系统后共设有 3 个中段（+1872m、+1832m、和+1792m 中段），由于走向较短中段内平巷采用人力推车运输，+1900m 斜井采用绞车提升，+1912m 风井作回风井使用。

①+1900m 斜井井口坐标（X：3588992，Y：35490662，Z：1900），位于矿区北西角+1900m 标高处，以 91° 方位角，倾角 25° 布置斜井，该斜巷全长为 255m（其中在 66m 处设置+1872m 中段车场，在 160m 处设置+1732m 中段车场，在 255m 处设置+1792m（下部）中段车场）。通过各中段石门从顶板穿入矿层并在底板布置中段运输巷，斜井为新建，主要用于+1872m、+1832m、+1792m 中段运输、进风、行人（安全出口），巷道净断面尺寸为 2800mm×2500mm，净断面面积  $S=6.16\text{m}^2$ 。配套工程有车场、机电、绕道石门、排水硐室等，地面设置提升机房。

②+1912m 风井，井口坐标（X：3588840，Y：35490636，Z：1912），位于矿区北西靠近边界+1912m 标高处，以 102° 方位角，斜交于矿层走向布置，回风平巷从

顶板穿入矿层并在底板布置回风巷，长度为 245m，巷道坡度 3~5%，主要用于回风、行人（安全出口），巷道净断面尺寸为 2800mm×2500mm，净断面面积  $S=6.16\text{m}^2$ 。通风机安设在该井口附近，引风硐长为 20m。

### （3）采矿方法

露天开采：水平分台阶自上而下开采；

地下开采：采用留矿法采矿。

### （4）露天开采境界参数及地下开采采场要素

#### 1) 露天开采境界参数

最低开采平台标高：+1930m；

最高开采平台标高：+2030m；

台阶坡面角：75°；

最终边坡角：50°；

终了台阶高度：10m；

安全平台宽度：5.0m；

清扫平台宽度：8.0m；

露天开采境界内圈定矿石资源量：6.66 万 t。

境界内采出矿石量：5.99 万 t；

矿石回采率 90%；

开采境界内平均剥采比：11.97:1；

终了台阶个数：10 个。

#### 2) 地下开采采场要素

所有矿块均沿走向布置；倾角 45-58° 倾斜矿体，矿块长 50m，矿块中段高度 40m。矿块间沿走向和倾向均留矿柱，间柱宽度 8m，顶底柱高度 4m。在实际生产中，矿柱尺寸根据矿体厚度及矿体稳固情况进行调整。

## （二）矿山资源及储量

根据青川天元矿业有限公司提交的《青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿产资源开发利用方案》，矿区内玉石矿（控制+推断）资源量 43.7 万 t，其中：控制资源量 32.0 万 t，推断资源量 11.7 万 t。

## （三）矿山设计生产服务年限与年生产能力

矿山保有矿石量 43.7 万 t 为基础，设计利用率为 100%，设计利用资源量 43.7 万 t，对可采资源量进行了计算，全矿可采矿量 32.88 万 t。设计生产规模 2.0 万 t/a，矿山服务年限经计算约为 16.0a。

#### （四）矿山固体废弃物及废水的排放量及处置情况

##### 1、地表防排水

（1）对于地表及露天开采时的防水，主要采用明沟（截水沟、排水沟）疏导的方式，确保采场外的水不进入采场，采场内的水能及时完全排出采场。

（2）在开拓系统中的斜井及风井井口等地表出口附近上部等开挖导引明沟，将上部汇集的水集中排放；确保涨洪水时地表径流水不能进入井下；二是对经过有溪流水影响的公路两侧及时疏导，运矿公路保证排水沟畅通；加强监控和防汛，确保暴雨涨洪水时不能有水进入井下造成淹井事故。

##### 2、井下防排水

矿山地下开采为斜井开拓方案。中段水平巷采用排水沟自流的方式排水，在巷道一侧修建符合标准的排水沟，将矿井水排至井底水仓，水泵排水，需要专门排水设备，设置 3 台同等能力型号的工作水泵、备用水泵和检修水泵，将矿井水排至地面沉淀池。

##### 3、废石排放

露天和地下开采排出的废石应统一设置堆放地点，转运至集中排土场，排土场位于矿区范围北侧。

## 四、矿山开采历史及现状

四川省青川县通木梁铜金多金属矿探矿权于 2003 年 2 月 19 日新立。探矿权人：四川省核工业地质调查院；勘查矿种为铜金多金属矿。2008 年 7 月，四川省核工业地质调查院通过挂牌方式将该探矿权转让给青川县天元矿业有限公司，同时进行普查延续。探矿权人变更为：青川县天元矿业有限公司；2015 年 9 月~2017 年 10 月，探矿权人申请增加玉石矿种、缩减探矿权范围，以进一步开展地质工作，2019 年，青川天元矿业有限公司进行了探矿权延续，证号：T51120080702011309；探矿权面积由 37.41m<sup>2</sup> 缩小为 25.02m<sup>2</sup>；勘矿种为铜金多金属矿、玉石矿；有效期限：2019 年 10 月 30 日至 2024 年 10 月 9 日。

矿区位于广元市青川县城 235° 方向，直距 38km，行政区划属青川县青溪

镇所辖。矿区中心地理坐标为：东经  $104^{\circ} 54' 12.78''$  ，北纬  $32^{\circ} 23' 48.07''$  。探矿权登记范围由 12 个拐点圈闭，面积约  $25.02\text{km}^2$ ，

根据《青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿产资源开发利用方案》，拟申请采矿权矿区范围由 1~4 号共 4 个拐点圈定，开采深度由  $+1792\text{m}\sim+2096\text{m}$ ，矿区面积约  $0.2835\text{km}^2$ ，开采矿种为玉石矿。

矿山至今尚未进行开采工作。



## 第二章 矿区基础信息

### 一、矿区自然地理

#### (一) 气象

矿区位于岷山山脉南麓的摩天岭山脚,气候主体为亚热带湿润山地—季风气候,东南部、东部高山区气候垂直差异明显,形成了亚热带、温带叠次镶嵌的不同气候区,具有冬寒夏凉、冬秋降温迅速的特点;河谷地带全年气候温和。全年最冷1~2月,最热7~8月,气温最高34.4℃,最低-6.2℃,年平均气温13.8℃,盛行西南风。年降雨量在725~1100mm之间,年均降雨量954mm,主要集中在6~9月,占全年降雨量的50%以上,冬季多干旱。年日照1292小时,日照率30%。年无霜期243天,空气湿度69~85%。降雪期多在冬季,霜冻期为每年12月~次年2月。

#### (二) 水文

区域主要水系属于嘉陵江支流白龙江水系,较大的河流为发源于摩天岭的青竹江(又称清江河或下寺河),是大气降水和地下水的排泄通道,该河流由北向南流入青溪经桥楼、曲河、前进乡至宝轮镇汇入白龙江,最大流量集中在7~9月份,约4~12m<sup>3</sup>/s,最小流量1~3月份约0.5~0.7 m<sup>3</sup>/s。矿区内地表水系较发育,大小沟溪较多,呈树枝状,但多为山区季节性河流,坡陡谷深,河谷狭窄,大部分由东南向西北流入青竹江。为确保矿区内生产、生活供水,矿山企业拟在太阳坪玉石矿区合理地段设计施工抽水井、蓄水池等。

#### (三) 地形地貌

矿区属后龙门山山脉中深切割中高山地貌,以山地为主,森林覆盖率达80.5%。由于矿区内大多为变质岩地层及火山岩和侵入岩分布区,因而地形比较复杂,地势南高北低,山峦起伏,沟壑纵横,岭高谷深,地势陡峻,地形起伏较大,最高海拔锣鼓顶2813.47m,最低海拔青竹江河床900.16m,平均相对高差近2000m。。矿区地貌见照片2-1。



照片 2-1 矿区地形地貌

### (三) 植被

矿区内植被较发育，灌木丛生，覆盖率达 60%以上，生态环境质量良好，地表多为林地（见照片 2-4），由于坡度较陡，土层较薄，区内未种植农作物。据了解，有多种乔木、灌木、藤本、草本植物生长。矿区及周边乔木类主要有马尾松、青冈等；灌木有黄荆、马桑等；草本类有高羊茅、苜蓿、铁线草等，在区内广泛栽种而且长势良好。



照片 2-2 矿区植被

#### （四）土壤

矿区大面积为植被覆盖，部分地段由于矿山建设施工揭露表土，从揭露的表土可知该区内土壤成土条件复杂，土壤类型为中壤及轻粘土，夹少量碎块石，呈软~硬塑状。斜坡厚度一般为 0~6m。表土层厚度为 0.3~0.4m。表层有机质含量高，越往地下深部含量越低，酸性反应，PH 值 5.0~6.0，容重 1.42g/cm<sup>3</sup>，有机质 1%，全氮含量约为 0.05%，全磷为 0.06%，速效磷 5mg/kg，速效钾 35mg/kg。土壤的养分含量不高，肥力一般。为中壤到轻粘土，团粒结构。

#### （五）地质遗迹、人文景观、自然保护区及旅游景点区

经调查，评估区及附近 1km 范围内无大中型水利、电力工程，无铁路干线通过，无通讯线路等设施，也不属于国家级自然保护区、重要风景区、历史文物及名胜古迹或地质遗迹所在地。

## 二、矿区地质环境背景

### （一）地层岩性

## 1、前震旦系 (Pt)

矿区内出露的元古界地层为通木梁群，分布于轿子顶背斜的轴部及两翼。通木梁地层出露范围较广，以伙房沟—烂泥槽一带较为发育，总体呈北东—南西（环）带状展布，倾向北西，受轿子顶岩体侵位、阳家山断层、伙房沟断层切割破坏及上覆碓窝梁组 (Zd) 超覆，部分地层缺失，面积约 18km<sup>2</sup>，厚度 2140m。

根据该地层岩石组合特征、原岩建造和总体色调可划分出：下部通木顶组 (Ptt) 及上部太阳坪组 (Ptty) 两个岩性组。

### (1) 通木顶组 (Ptt)

出露于轿子顶背斜轴部及两翼，以伙房沟一带尤为发育，伙房沟断层以北与上覆太阳坪组呈整合接触、以南与碓窝梁组变质砂岩呈角度不整合，与晋宁期黄山沟闪长岩体 (Pth) 呈侵入接触，面积约 10km<sup>2</sup>。

根据岩石组合变化、变质变形强度、夹（石）层、接触关系及矿化现象，将该组细分为两个岩性段，分别为通木顶组一段 (Pt t<sup>1</sup>)、二段 (Pt t<sup>2</sup>)。该组地层是矿区铜金多金属矿重要含矿层位。

#### ①通木顶组一段 (Pt t<sup>1</sup>)

以灰绿、墨绿色蚀变细碧岩、浅灰、灰色石英角斑岩、角斑岩组合为主，以基性变质细碧—角斑岩建造为主，辉长（绿）结构、间粒结构，块状构造，偶见枕状构造、气孔构造及杏仁构造。岩石受底部岩浆侵入、断层剪切挤压等影响，碎裂结构发育，常见后期含铜钼矿、黄铁矿化石英脉穿插、切割、充填。

#### ②通木顶组二段 (Pt t<sup>2</sup>)

岩性组合在横向上、垂向上均存在一定差异，表现在岩性组合除深灰绿、暗绿色蚀变细碧岩、灰绿色变质石英角斑岩、角斑岩外，深灰色薄—中层状含凝灰质蚀变细碧岩、变晶屑凝灰质蚀变细碧岩，灰绿色变质晶屑凝灰岩、变凝灰岩普遍发育，局部地段可见火山集块岩，辉绿岩脉沿地层穿插、贯入等，变余斑状结构、假凝灰结构，板状、块状构造、火山角砾结构。岩石韧性剪切、挤压变形破碎，构造片岩、碎裂岩化十分发育，常伴有较强的磁铁矿化、黄铁矿化石英脉充填。

### (2) 太阳坪组 (Ptty)

区内仅出露于轿子顶背斜北西翼，南东翼不发育，夹持于伙房沟断层与阳家

山断层之间，与震旦系碓窝梁组呈角度不整合接触、与胡家寨组呈断层接触，与下伏通木顶组呈整合接触，太阳坪一带亦可观察到与下伏晋宁期黄山沟闪长岩体 (Pt $h$ ) 呈侵入接触，出露面积约 8km<sup>2</sup>。

岩性总体上为一套富钠质酸性火山熔岩、火山碎屑岩与中性火山碎屑岩的不等厚互层，包括变质火山集块岩、变质火山角砾岩、变质凝灰岩、变质层凝灰岩、凝灰质千枚岩、绢云石英千枚岩等。

根据岩石组合变化、变质变形强度、结构构造及矿化现象，将该组细分为两个岩性段，分别为太阳坪组一段 (Pt $ty^1$ )、二段 (Pt $ty^2$ )。其中，太阳坪组一段 (Pt $ty^1$ ) 地层是矿区玉石矿主要含矿层位。

#### ①太阳坪组一段 (Pt $ty^1$ )

岩性主要有灰色薄—中层状蚀变细碧岩质火山角砾岩、蚀变细碧岩质含集块火山角砾岩、变质含硅质岩屑/晶屑凝灰岩，浅灰、灰色厚层块状变英安质岩屑/晶屑熔结凝灰岩、变流纹质晶屑凝灰岩等。岩石挤压破碎，碎裂构造、蚀变现象发育，节理、裂隙中常见有变质分异作用形成的绿帘石脉、石英脉充填。局部地段因遭受区域动力变质及断层韧性剪切挤压，岩石多拉长扁平化、片理化、构造片岩化，导致区域变形变质程度较高，岩性组合出现云母石英片岩、石英云母片岩等，硅化、绿泥石化、绿帘石化、黝帘石化等十分发育，伴随强浸染状黄铁矿化现象。该段地层的岩石组合及特殊的构造应力环境是太阳坪玉石矿形成的直接成因。

#### ②太阳坪组二段 (Pt $ty^2$ )

岩性有灰绿色薄—中层状英安质晶屑凝灰岩、英安凝灰质板岩，灰绿色块状变英安质晶屑凝灰岩，浅灰—灰绿色英安凝灰质千枚岩、糜棱岩化流纹质晶屑凝灰质板岩、变质层凝灰岩、绢云石英千枚岩等。

### 2、震旦系 (Z)

主要分布于矿区东北部、施瓦坪—棕房坝一线南东方向大部分区域，多遭断层错断、剥蚀，部分地层不完整甚至缺失，仅出露碓窝梁组 (Z $d$ )、胡家寨组 (Z $h$ ) 及元吉组 (Z $y$ ) 地层，出露面积约 17.5km<sup>2</sup>。与下伏中元古界通木梁群呈角度不整合接触，与上覆胡家寨组呈渐变过渡的整合接触。

#### (1) 碓窝梁组 (Z $d$ )

分布于轿子顶背斜北东端，南东翼，其余地段因推覆作用及断层错动剥蚀的影响而断续展布或缺失，矿区内出露面积约 5.2km<sup>2</sup>。

该组地层因岩石中铁镁质矿物含量较多，加之风化作用侵蚀，外貌上似变质花岗岩类。岩性为浅灰色中—厚层状石英岩，灰色中层状变质石英砂岩、含砾变砂岩，浅灰—灰色中层状石英岩夹浅灰、灰、灰绿色薄层状石英绢云千枚岩、千枚岩等，变余砂（砾）状结构，片状结构，块状构造、千枚状构造，局部变质石英砂岩中可见层理、斜层理构造。砂质碎屑成分，以石英为主，其次为长石、磁铁矿、镜铁矿等。铁质矿物多呈星点状、透镜状分布，常集中产于斜层理或富集成条带状、块状。砾石成分复杂，主要有花岗岩类、脉石英、蚀变细碧岩等，次圆状—次棱角状，砾径 0.5~3cm。

### （2）胡家寨组（Zh）

分布于苍子沟、黎家山—车家湾一带，多为沟壑纵横、陡崖峭壁的中山地貌。矿区内该组地层出露不全，在轿子顶背斜北西翼呈狭长带状，南东翼因推覆褶皱则展布较宽缓，面积约 7.6km<sup>2</sup>。

胡家寨组为一套类复理石沉积建造，为变质含火山物质的碎屑岩类，其原岩组成主要是薄层砂岩、粉砂岩与粉砂质泥岩互层，多具砂质条纹或条带状构造，但其火山碎屑物质含量由东向西逐渐减少，由沉凝灰岩向正常沉积岩过渡特征，延伸至矿区内几乎全为浅灰、灰色薄—中层状绢云石英千枚岩、绿泥石英千枚岩、绢云千枚岩、石英云母片岩等，仅局部地段出现较少的火山凝灰质成分。

### （3）元吉组（Zy）

分布于矿区东南部木瓦坪—房石镇—水沟里一带，受断层切割错动，呈条带状、楔形断片状展布，面积约 4.3km<sup>2</sup>。

该组地层岩性比较单一，几乎全为海相碳酸盐岩组成，总体表现出灰质白云岩→灰岩→白云质灰岩、硅质岩的沉积顺序，代表了地壳相对活动环境下的碳酸盐台地沉积，其中包含较多的陆源碎屑沉积层。根据沉积特征、岩性组合关系大致可将其划分出三个岩性段，其综合特征及空间展布情况叙述如下：

#### ①元吉组一段（Zy<sup>1</sup>）

主要分布于桃花岭—水沟里一带，岩性以深灰色薄—中层状硅质白云岩、白云岩为主，中下部夹硅质岩。由于硅质岩夹层厚度变化较大，加之断层切割破坏，

导致该段地层岩性、厚度在横向上均变化较大，与白云岩具相变关系，厚度 20~50m。

### ②元吉组二段 ( $Zy^2$ )

主要分布于木瓦坪—水沟里、水沙坝—房石镇一带，其他地方因断层错动，可见楔形、夹片状出露，岩性以浅灰色钙质绢云千枚岩为主夹深灰色薄层结晶灰岩、白云岩透镜体及硅质条带，区内厚度约 130m。

### ③元吉组三段 ( $Zy^3$ )

分布于冯家山以南，呈环带状展布，岩性主要为灰色中—厚层状微晶白云岩、白云质灰岩，局部偶见硅质岩透镜体或夹层、含炭质白云岩等，厚约 20m。

## 3、寒武系 ( $\epsilon$ )

受断层切割错动、重力滑塌作用影响，矿区内寒武系地层仅出露邱家河组地层 ( $\epsilon q$ )。

### 邱家河组 ( $\epsilon q$ )

主要分布于冯家山一带，夹持于房石断层与冯家山断层之间，地貌上呈环状展布，区内出露面积约 0.3km<sup>2</sup>。

岩性为一套黑色炭质岩层，主要由深灰、灰黑色薄—中层状炭质板岩、炭质硅质板岩组成，岩层中有时夹硅质白云岩透镜体及薄层灰岩，厚度约 23m。与下伏元吉组地层呈整合接触。

岩层受区域应力影响，多发育韧性变形弯曲，常见小型揉皱、无根褶皱及碎裂现象等发育。

## 4、志留系 (S)

受轿子顶杂岩岩浆侵位抬升、阳家山断层错动及青溪断裂带剪切作用，矿区内志留系地层仅出露茂县群 (Sm) 黄坪组二段 ( $Sh^2$ ) 部分地层，呈北东—南西向带状分布于矿区西北部，出露面积约 2km<sup>2</sup>。

岩性以浅灰—灰绿色绢云千枚岩、砂质绢云千枚岩、绢云石英千枚岩为主，含少量铁白石变斑晶 (5~8%)，常见灰色砂质灰岩薄层及透镜体和少量白云质灰岩夹层，局部地段可见沿片理面充填的黄铜矿化现象。岩层厚约 132m。与上覆胡家寨组呈断层接触。

## 5、第四系 (Q)

矿区内的第四系主要是指冲、洪积层、河漫滩，次为残坡积、崩坡积、重力滑塌堆积层等。其中，冲、洪积层指第四纪以来的河流、水系冲、洪积物。由于新构造运动的发展，地壳抬升，流水下蚀作用，由其堆积物及侵蚀面形成的各级阶地；河漫滩为现代河床冲洪积沉积。

该地层主要由砾石、砂、泥质、粉砂、亚砂土及腐殖质等。砾石成分复杂，砾径大小悬殊，圆状一次棱角状，分选差，松散堆积，多沿宽缓沟谷、小角度斜坡脚堆积，厚度 0~10m。

## （二）地质构造

矿区地处后龙门山滑脱—逆冲推覆构造带内，横跨青溪推覆岩片及滑天坡—轿子顶推覆岩片两个次级推覆构造单元，地处二者衔接部分，地层倾覆甚至倒转，褶皱、断层十分发育，构造线方向以北东—南西向为主，局部因轿子顶杂岩侵位而发生弧形弯曲，体现了多期次，多层次的构造演化与叠加，同时深层次构造又控制了浅层次构造的发生与发展。

### 1、青溪推覆岩片

区域上由黄坪—青溪复式倒转向斜组成，主要地层为志留系茂县群黄坪组二段。

#### （1）前缘断裂特征

杠子沟韧性剪切带，为区域断裂金宝寺—关山沟逆冲断层一段，呈北东—南西走向，倾向北西，倾角 50~60°。剪切带中构造岩带发育，区内出露长度约 130m，断裂性质以韧性剪切为主要特征，可见后期叠加强片理化、碎裂岩化。结晶片理（S）与滑动面（C）呈 20~25° 角度相交，结晶片岩中充填的脉石英角砾具有自北向南旋转的特征，其形成与由北西向南东逆冲推或下部岩浆岩侵位挤压有关。该韧性剪切带上出现的构造岩类型有糜棱岩、构造片岩、构造角砾岩、碎裂岩及构造透镜体等；动力变形构造有劈理、微型褶皱、变形条带等；应力变质矿物有绿帘石、绿泥石、白云母、绢云母、石英等体现绿片岩相的矿物组合特征。

杠子沟剪切带上覆岩层为黄坪组二段，下伏地层为胡家寨组，多为构造透镜体或断片性质。剪切带向南西—北东两侧延伸出矿区范围，南西端经城墙岩沟、黑水与青溪断裂敛合。



## （2）内部变形特征

地层中普遍发育北西向的片理，多表现为轴面片理，片理多随褶皱变形而变化，局部偶见泥质、炭化断层泥、断层角砾等，且脉石英角砾多具压扁透镜体特征。

## 2、滑天坡—轿子顶推覆岩片

### （1）前缘断裂特征

前缘断裂即房石断层，为房石一大屋基断裂房石段，由一系列若干近于平行的北东—南西向断层所组成的断层带，由矿区外房石镇向北东经曲河、前进乡延伸至大屋基。

房石断层以脆性为主，断层两盘地层元吉组硅质白云岩多具碎裂岩化，变质分异形成的方解石、石英常形成不规则网脉状充填于碎块之间，泥质岩层中发育强烈挤压片理，构造片岩十分发育，说明不同地段、不同层位其性质不同，但总体以韧性剪切为主，脆性剪切次之。同时，受区域挤压变形、岩浆侵位等影响，断层走向、倾向具有偏转现象。

断层中构造岩主要有碎裂岩、糜棱岩、炭化泥砾岩；小构造有劈理、韧性剪切构造、变形条纹（带）、牵引小褶皱等。根据变形组构，显示其由北西向南东逆冲推覆特征，当其推覆面为脆性时则倾角较陡，约 $60^{\circ}$ ，为韧性时则较缓，为 $30\sim 40^{\circ}$ 。动力变质矿物有绢云母、绿泥石、白云母、石英、方解石等绿片岩相矿物组合。

### （2）内部构造变形特征

该推覆岩片中出露地层时代为震旦—寒武纪。总体构造为北东—南西向的复背斜（轿子顶复背斜），主体背斜宪家沟倒转背斜轴部位于宪家沟—小河沟一带，向北东延伸至区外被断层切割。

宪家沟倒转背斜核部地层为元古界通木梁群，向北东倾伏而出现下震旦系碓窝梁组变质砂岩，变质砂岩发育有十分复杂多变的小褶曲，伴有后期破劈理叠加作用发育，褶曲轴面大多倾向北西，倾角 $50\sim 60^{\circ}$ ，原始轴面劈理与原生面理多平行产出。

## 3、主要次级构造

（1）阳家山断层为区域上康家咀断层一段，由若干强片理化带所组成，断

层面倾向北西，倾角  $30\sim 60^\circ$ 。断层破碎带规模不一，约  $30\sim 50\text{m}$ ，同时具韧性剪切及脆性挤压特征。断层上盘为下震旦统胡家寨组，下盘为通木梁群太阳坪组。下盘地层中发育较多的大致平行的强片理岩化带，片理岩化带宽  $0.5\sim 2\text{m}$ ，间距  $10\sim 30\text{m}$ 。

断裂带中主要的构造岩类有碎裂岩、糜棱岩、构造角砾岩，动力变质矿物十分发育，有绢云母、绿泥石、白云母、石英、方解石，变形构造以片理构造最发育，牵引小褶曲比较常见。

(2) 太阳坪断层(带)发育于太阳坪一带的层间断裂，由一系列大致平行的正断层构成，以走滑性质为主，次为剪切挤压。主断裂面切割错动太阳坪组一段、通木顶组二段及碓窝梁组地层，错距约  $650\text{m}$ ，断层倾向北北西、北西，倾角变化，一般  $30\sim 65^\circ$ ，破碎带不发育，地貌上显示为陡峭的深溪沟谷，可见构造片岩、碎裂岩、构造角砾等，常见的变质矿物有绢云母、绿泥石、绿帘石、白云母、石英、方解石等，片理构造发育，常伴有黄铁矿化、磁黄铁矿化沿片里面充填或浸染状分布。该断层为区域断裂小沟里走滑断层北支断层次级断层，更次一级小断层的形成与黄山沟闪长岩体侵位导致上覆通木梁群地层张裂隙发育，加之重力作用沿顺向坡滑塌形成“阶梯状”断层带。

(3) 伙房沟断层为区域断裂小沟里走滑断层南支断裂，沿伙房沟一道豁子一烂泥槽一带分布，断层性质以走滑韧性剪切为主，逆冲脆性剪切次之，错距约  $350\text{m}$ 。断层破碎带宽约  $0.5\sim 2\text{m}$ ，内部发育糜棱岩、碎裂岩、构造角砾岩、构造片理等；断层两盘地层蚀变细碧岩、变质凝灰岩等中碎裂岩化发育，常见石英脉、方解石沿张裂隙、构造片理面充填，伴随黄铁矿化、黄铜矿化及铜钼矿化等现象，动力变质矿物有绿泥石、绿帘石、绢云母、白云母、角闪石、石英等绿片岩相矿物；变质砂岩、绢云石英片岩等中构造片理发育，可观察到小型褶曲、牵引构造走滑褶皱等。

(4) 桃花岭断层分布于矿区东南部轿子顶背斜南东翼桃花岭北西侧，断层产状受水沟里断层切割、错动及板桥沟辉绿岩体隆起影响，断层倾向、走向存在偏转变化现象，中段及北东段倾向南东，倾角  $37\sim 52^\circ$ ；南西段倾向南西，倾角  $35^\circ$ ，断层破碎带不发育或不易观察，地表上表现为断续的陡崖、断层陡坎等。断层以脆性为主，两盘地层胡家寨组千枚岩、片岩中挤压破碎、韧性剪切变

形、牵引褶皱十分发育，石英脉、方解石脉常沿片理面、张节理面呈脉状、不规则网状充填，局部地段可见厚约十数米的石英脉体，伴有镜铁矿化、褐铁矿化等；元吉组硅质岩、白云岩多表现为碎裂岩化，局部地段可见炭化泥砾岩，具有张性拉伸、剪切挤压特征。

### （三）岩浆岩

矿区内岩浆岩较为发育，约占总面积的三分之一。岩浆岩分布主要集中于轿子顶背斜轴部锣鼓顶—棕房坝一带，具有岩浆活动时间跨度大、期次多、岩石类型丰富等特点，总体上呈现出较为明显的“环状”分带性特点，并同主构造协调，反映出矿区岩浆岩与构造之间良好的耦合关系。其中，侵入岩以晋宁期的超基性—酸性侵入岩为主，少量印支期的酸性侵入岩。火山岩则主要发育于前震旦系，包括海相火山岩类的细碧角斑岩系及零星水携火山碎屑岩系。

1、火山岩：火山岩主要分布层位有前震旦系通木梁群，志留系茂县群黄坪组等。

2、侵入岩：分布于轿子顶背斜轴部锣鼓顶一带，包括闪长岩类及各独立单元、锣鼓顶超单元。

3、脉岩类：矿区内出露的脉岩主要有大园包辉长岩、板桥沟辉绿岩，分别为晋宁早期、印支期岩浆岩体。

### （四）矿体特征

玉石矿（化）体地处矿区北部道豁子—太阳坪一带，地表出露范围中心地理坐标为：东经  $104^{\circ} 54' 03''$ ，北纬  $32^{\circ} 25' 18''$ 。矿（化）体空间上呈北东—南西向展布，近平行排列于通木梁群太阳坪组滑天坡—轿子顶推覆岩片太阳坪断层（带）韧性剪切带中。

矿（化）体呈北东南西向沿山脊顺坡向出露，平面上，地表露头表现为较宽缓的带状，北东端延伸至太阳坪北支断裂一侧被第四系覆盖，南西端延至太阳坪主断裂及附近，产状与地层产状基本一致，局部地段因重力滑塌作用、韧性剪切作用等，席理构造等较发育，产状变化较大， $304^{\sim}352^{\circ} \angle 35^{\sim}74^{\circ}$ 。

在收集、整理通木梁矿区以往地质资料综合分析、研究的基础上，利用本次1/2000地质测量，系统槽探工程、钻探工程控制，样品采集分析测试等工作手段，依据矿体空间叠置关系、矿体厚度、矿石结构构造、物理性质、矿体顶、底

围岩特征等划分出三条矿体，分编号为 I、II、III。

矿（化）体地表露头为浅绿、绿色、黄绿色，呈厚块状、板状或不规则透镜体状，局部具分支复合、尖灭再现等现象。经地表风化、淋滤作用等影响，矿化程度减弱，表现出裂隙发育、褪色、高岭土化及后期黄铁矿稀疏浸染等现象。

矿（化）体地表由 TC02-2、TC03-1 槽探工程控制，走向长度约 150m，厚 0.5~20m；深部由 ZK02-1、ZK02-2、ZK02-3、ZK03-0、ZK03-1、ZK03-2、ZK04-1、ZK04-2、ZK06-2 等 9 个钻探工程控制，沿走向最远控制延伸 200 米，倾向最大延深 210 米，厚度 1.13~23.07m。各矿体地质特征叙述如下：

#### （1）I 号矿体

矿体位于太阳坪西部道豁子以北，地处太阳坪断裂（带）剪切带北支断裂南侧，地表部分出露，呈似层状、透镜状产出，产状  $351^{\circ} \angle 36^{\circ} \sim 62^{\circ}$ 。矿体南端出露，其余被第四系覆盖或隐伏（照片 4-1、4-3 所示）。该矿体由 6 个钻孔、1 条探槽、矿体地质剖面及数个地质点（D084）控制，沿走向控制长度 200m，沿倾向控制延深 48~96m，厚度 1.13~16.11m，平均厚度 7.08m，矿体形态复杂，厚度不稳定，工程控制标高 +1876.8~+1979.7m。

本次工作只对北部进行了钻探施工，其中以 02、03、04 线矿体沿走向、倾向延伸有限，06 线延伸部分即迅速变薄至尖灭。

矿体内部结构较简单，夹层数量 2~3 层，单层厚度 0.12m~1.29m，夹石主要为石英云母片岩、铬云母石英片岩，伴有比较强烈的黄铁矿化及碎裂岩化现象。本次工作初步根据颜色、光泽、结构构造、硬度等特征划分品种或类型，该矿体中玉石工艺类型以绿玉为主，白绿玉含量极少。

#### （2）II 号矿体

位于太阳坪西部 I 号矿体南东侧，夹持于太阳坪断裂（带）剪切带南支、中支断裂中部及北侧，矿体南东端地表露头明显，其余部分被第四系覆盖或延深隐伏，呈层状、似层状产出，产状  $345^{\circ} \sim 352^{\circ} \angle 32^{\circ} \sim 85^{\circ}$ （照片 4-2、4-4 所示）。

该矿体由 7 个钻孔、2 条探槽及数十个地质填图点控制，沿走向控制长度 150m，沿倾向控制延深 78~212m，厚度 1.20~23.07m，平均厚度 6.65m，矿体形态简单一中等，厚度较稳定，工程控制标高 +1830.0~+2071.8m。

由于该矿体仅部分出露，本次工作对其倾向及走向方向进行了钻探施工，除

06 线部分钻探工程仅见弱矿化层或玉石矿夹层以外，其余各钻探工程见矿情况较好，其中又以 02 线钻探工程揭露其矿体由 2~3 条分支矿体组成，反映矿体沿走向、倾向方向具分支复合、尖灭再现等特征。

矿体内部结构复杂程度一般，夹层数量 2~3 层，单层厚度 0.46m~1.83m，夹石主要为石英云母片岩、铬云母石英片岩，伴有一定的黄铁矿化、碎裂岩化现象。矿体中以绿玉为主，少量白绿玉。

### (3) III号矿体

为隐伏矿体，呈似层状、细脉状产出，矿体走向北东-南西，倾角  $39^{\circ} \sim 51^{\circ}$ 。

该矿体由 6 个钻孔控制，沿走向控制长度约 125m，沿倾向控制延深 60~90m，厚度 1.18~14.02m，平均厚度 5.94m，矿体形态中等—复杂，厚度较稳定，工程控制标高+1800.6~+1906.5m。

本次钻探工程中以 02、03 线见矿效果好，04 线次之。根据钻探编录资料显示，该矿体在连续性、矿化程度等方面较其他矿体差，主要表现为空间分布有限，矿化不均匀及伴有较强的黄铁矿化、碎裂岩化现象。

矿体内部结构复杂，夹层数量较多，单层厚度 0.43m~2.20m，夹石主要为石英云母片岩、铬云母石英片岩，伴有一定的黄铁矿化、碎裂岩化现象。矿体中以绿玉为主，白绿玉较其他矿体多。

### (五) 区域地壳稳定性

矿区位于中国南北地震带南西部边缘，该地震带内分布多个构造体系，其中龙门山构造带位于该地震带西南部。该地震带地震活动频繁，具有“频率高，强度大”等特点。收集到的相关地震文献显示，从公元 638 年以来，有文字记载的四级以上地震 40 次以上，地震活动具有一定的破坏性，为地震多发区域，属于区域构造次不稳定区。矿区处于龙门山构造带内主体断裂—映秀断层和灌县断裂影响范围内，具备发生 4 级及以上地震的地质构造背景。

综上所述，区内具备发生 4 级及以上地震的地质构造条件，且周边地震活动较频繁，属于地震活动强烈频繁区，受地震影响强烈。

2008 年 5 月 12 日，四川省汶川县发生里氏 8.0 级特大地震，地震发震断裂为龙门山构造带主体断裂—映秀断裂，该断裂位于评估区南西侧。据收集到的资料，矿区及周边地表变形强烈，山体剧烈晃动，由地震引发的山体崩塌现象普遍，

次生地质灾害发育。矿区所在的青川县青溪镇地震烈度为9度，山体普遍发生滑坡、崩塌等次生地质灾害，区内普通砖混结构建筑物全部倒塌，损失极为严重。2013年4月20日，四川省芦山县发生里氏7.0级地震，区内震感强烈，但无破坏性影响，区内基本建筑物无受损记录（图6-10）。

根据国家质量技术监督局《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）及《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），矿区所在区域地震动峰值加速度为0.20g，地震动反应谱特征周期为0.40s，矿区地震抗震设防烈度为Ⅶ度，属于区域地壳稳定性较差。

## （六）水文地质

### 1、含（隔）水层及富水性

区域地下水类型齐全，四大类型地下水均有分布，其中以碎屑岩类层状裂隙水和碳酸盐岩裂隙溶洞水为主，基岩裂隙水次之，松散堆积孔隙水仅有零星分布。

松散堆积层孔隙水主要赋存于河谷两岸的漫滩和Ⅰ～Ⅲ级阶地的砂卵砾石层及粉土、砂土中，属于第四系全新统及上更新统。富水性差，单井涌水量小于100m<sup>3</sup>/d。分布面积小，无重要意义。

基岩裂隙水赋存于区内广泛分布的志留系、寒武系、震旦系碎屑岩类表层风化裂隙带和构造裂隙带中，前者指碎屑岩，该类岩石中裂隙普遍发育，有利于碎屑岩类孔隙裂隙水的赋存，根据含水岩组的岩性及组合特征，分布规律和埋藏条件，可划分为一般碎屑岩孔隙裂隙水和构造裂隙水两个亚类。地表泉点较少，一般泉流量0.08～0.8L/s，大者可达3～15L/s。大于1.0L/s的泉多集中分布在区域中东部，受地貌严格控制，一般近构造部位富水性好，地下水径流模数0.75～3.31L/s·km<sup>2</sup>，径流系数为0.020～0.083。后者主要分布于构成东西向和北东向背斜、向斜核部及两翼，地表泉水稀少，一般泉流量小于0.1L/s，多数泉点流量为0.1～0.5L/s。在有利的构造和地貌部位，偶有大于1.0L/s的上升泉，地下水径流模数0.05～3.02L/s·km<sup>2</sup>，径流系数为0.002～0.193。

区域内广泛分布寒武系和震旦系碳酸盐岩，可溶岩地层总厚度大于1000m，岩溶发育，岩溶水广泛分布。根据碳酸盐岩岩性、岩相的变化，其中碎屑岩所占比例，可划分为碳酸盐岩裂隙溶洞水和碎屑岩夹碳酸盐岩裂隙溶洞水两个亚类。前者赋存于震旦系灯影组中段等厚度大而稳定的碳酸盐岩中。岩溶水明显表现为

西部较富而东部相对贫乏的特点。嘉陵江以西构造相对发育,有区域型断裂分布,岩溶发育明显增强,岩溶水亦相应较富,分布流量 100~700L/s 的暗河,再南西则暗河流量大于 1000L/s。这种贫富水区的分布特点,主要由补给条件及区域地貌控制的地下水汇水条件所决定。后者赋存于寒武系、震旦系灯影组上段为泥灰岩、硅质灰岩或碎屑岩夹灰岩中,富水性受灰岩厚度、地形地貌、构造和岩溶发育程度等因素控制,在局部槽地和近构造部位,富水程度较高,而深切中山区富水性相对较为贫乏。

根据基岩岩性及其富水性可分为三种类型:①构造裂隙水,为基岩裂隙水中分布最广者,区内非碳酸盐岩地层中均有分布,各地层富水性差异大,其中志留系、震旦系和岩浆岩体中构造裂隙水富水性较好,地表出露泉水较多,主要为裂隙下降泉,泉流量 0.1~1.0L/s,大者可达 3.50L/s。地下水径流模数 0.085~1.76L/s·km<sup>2</sup>,径流系数为 0.004~0.079。②风化带裂隙水,主要分布于区内砂岩、粉砂岩和炭质页岩中,富水性差异大,以志留系茂县群相对富水,泉流量 0.1~1.0L/s,大者可达 6.658L/s。地下水径流模数 0.075~2.76L/s·km<sup>2</sup>,径流系数为 0.004~0.079。③碎屑岩类裂隙水,赋存于区内广泛分布的寒武系地层中,多呈带状环绕于各断层和褶皱两侧。泉水少而分散,流量为泉流量 0.1~1.0L/s,大者可达 3.89L/s。

区内地下水运动的总趋向主要受地质构造和地貌条件的控制,北部、东部和西部的宽缓褶皱带中,以褶曲型富水构造为主,地下水主要赋存于背、向斜核部及翼部各含水岩组的构造裂隙中;西、南部和中部地区,褶皱紧密、断裂发育,除褶曲型富水构造外,尚有断裂富水构造。

区内地下水水化学类型以重碳酸钙型、重碳酸硫酸钙镁、重碳酸硫酸钙和硫酸镁型水为主,一般为中性水,PH 值 6.5~8.0,矿化度小于 0.50g/L。

矿区位于区域内基岩裂隙水区段,地下水类型为基岩裂隙水—风化网状裂隙水、碎屑岩裂隙水和构造裂隙水。

矿区位于水文地质单元的补给区下部,与径流区基本相连。

## 2、矿区地下水的补给、径流、排泄条件

矿区属于中高山深切区,沟壑发育,多形成的狭长带状沟槽,多个沟槽构成了多个相对独立的水文地质单元。故区内地下水的补给、径流及排泄条件相对

简单。

矿区内地下水接受大气降水、雪融水和地表水补给，补给受地貌条件控制，矿区地貌为深切割中高山，沟谷后缘山体地形坡度一般为 $30\sim 40^\circ$ ，局部陡坡坡度大于 $45^\circ$ ，地形地貌不利于大气降水补给，但由于矿区内岩石强风化层厚度较大（最大厚度约4m），因而有利于雪融水的入渗补给；局部段沟谷较宽（下游局部段沟谷宽大于200m），局部段第四系松散堆积层厚度较大，岩性为碎块石土，孔隙率较大，透水性中等，有利于河水、溪涧沟水、大气降水和雪融水入渗。补给水源进入地下水补给通道，地下水接受补给路径为风化裂隙带、层间裂隙带、断层带和溶蚀裂隙带。据地表基岩露头裂隙统计，表层基岩（片岩和细碧岩）一般发育1~3组裂隙，裂隙长50~200cm，宽3~10mm，倾角一般为 $20\sim 80^\circ$ ，裂隙密度2~5条/m，微张和半张类型居多，裂隙类型为风化裂隙、层间裂隙、构造裂隙（构造破碎带内）和卸荷裂隙等，裂隙率一般为2.0~7.0%。总体而言，接受补给裂隙一般为陡倾角裂隙。区内小型断层较发育，地表有断层出露，据钻探揭露情况看，断层破碎带宽度最大可达18m左右，最大深度约54m左右。当浅部风化带与断层破碎带相连通后，地表风化带成为地下水补给的重要方式，与此同时断层地表露头带，亦能成为重要的补给渠道。

从地表测绘资料看，地表水是区内地下水补给的重要水源之一，在不同的时段和空间，补给方式有所差异。就区内而言，在雨季期间，一般为地表水补给地下水，而在枯水期则存在地下水和地表水互补的现象。

由于区内沟壑发育，且无水平状含水层带，故一个相对独立的沟谷汇水区即可成为相对独立的水文地质单元，故地下水流向基本受地貌因素控制，区内沟谷走向一般为北西向（总体而言，地势为南高北低）和北北西向，故区内地下水流向为谷顶流向谷底。

补给水源入渗后，进入地下水径流循环通道，风化网状裂隙水和松散堆积层孔隙水潜水大部分一般经过短暂径流后，蒸发和就地排泄于低洼处或负地形处，一部分通过各类裂隙带进入地表或浅部断层带、层间裂隙带，直接入渗构造裂隙参与构造带裂隙水的循环径流，形成深部地下水。

矿区内地下水排泄一般可分为三种方式：大部分浅层地下水（松散堆积层孔隙水、风化网状裂隙水）以蒸发的形式排泄；部分经过短暂径流后，在地形低洼



处（如河谷底部和两岸坡脚）就地排泄，表现为浸水点、湿地和地下水露头；深部层状岩层间裂隙水和构造裂隙水一般不在浅部和地表排泄。

### 3、矿区充水水源

矿区矿床充水类型为裂隙充水型，属于富水性弱裂隙型充水矿床，矿床充水水源有大气降水、雪融水、地表水、浅层地下水（第四系松散堆积层孔隙水和风化裂隙水），现分述如下：

#### （1）大气降水

矿区属于亚热带半湿润气候，气候类型为亚热带湿润山地—季风气候，东南部、东部高山区气候垂直差异明显，形成了亚热带、温带叠次镶嵌的不同气候区，具有冬寒夏凉、冬秋降温迅速的特点；河谷地带全年气候温和。全年最冷为1~2月，最热为7~8月，最高34.4℃，最低-6.2℃，年平均气温13.8℃。年降雨量在725~1100mm之间，年均降雨量954mm，无霜期243天，6~9月为雨季，冬季多干旱。降雪期多在冬季，霜冻期为每年12月~次年2月。

较为丰富的大气降水为区内地下水提供充足的补给水源，也是矿床充水提供丰富的水源。

#### （2）雪融水

矿区地貌属于中山和中高山区，切割强烈，昼夜温差大，冬季降雪。据收集到的气象观测资料（1955~2002年），矿区范围内降雪集中于12月下旬以后，每年降雪天数约20天，年降雪量约40~45mm，最大积雪厚度约22cm。因此，雪融水亦成为矿床充水水源之一。

#### （3）地表水

区内地形切割强烈-剧烈，地貌为中山和中高山地貌，沟壑发育，矿体均位于当地侵蚀基准面以上。区域主要水系主体属于嘉陵江支流白龙江水系，较大的河流为发源于摩天岭的青竹江（又称清江河或下寺河），是大气降水和地下水的排泄通道，该河流由北向南流入青溪经桥楼、曲河、前进乡至宝轮镇汇入白龙江，最大流量集中在7~9月份，约4~12m<sup>3</sup>/s，最小流量1~3月份约0.5~0.7m<sup>3</sup>/s。矿区内地表水系较发育，大小沟溪较多，呈树枝状，但多为山区季节性河流，坡陡谷深，河谷狭窄，大部分由东南向西北流入青竹江。

### （七）工程地质

## (1) 矿区岩土工程地质分类

矿区内主要出露第四系、元古界通木梁群通顶组、太阳坪组地层，主要岩性为细碧岩、云母石英片岩和玉石矿体等；第四系松散堆积层岩性为碎石土和块碎石土，有少量闪长岩分布。其中矿体岩性为玉石矿，直接顶底板岩性为云母石英片岩、石英云母片岩。本次工作期间，根据相关规范，对矿体及顶底板岩石取样进行岩石物理力学性质测试（表 6-6），同时收集详查阶段钻孔工程地质编录资料，重点收集岩心 RQD 值。根据上述资料，将矿区内近矿体主要土层和岩石（影响采矿系统稳定性岩石）工程地质分组如下：

### 1) 散体岩土组

第四系松散堆积层包括残坡积、洪坡积碎石土、块碎石土和块石，该类土呈散体状，胶结程度差，局部呈架空状态，承载力一般小于 500kpa。

### 2) 碎裂状岩组

主要分布于浅部，包括强风化壳和断层破碎带，该类岩石以片岩为主，少量为细碧岩、闪长岩。该类岩石抗风化能力较差，结构面较发育，结构面以风化裂隙和构造裂隙为主，岩石呈碎裂状和镶嵌状，厚度一般小于 6.0m。据钻孔工程地质编录资料，该类岩石岩心以碎块状和块状为主，少量为短柱状，最长岩心均不足 20cm，岩心 RQD 值平均为 18%，大部分段小于 10%。

### 3) 层状结构岩组

区内地层为通木梁群太阳坪组，主要层状岩为片岩，代表岩石为云母石英片岩，矿区广泛分布。单类岩钻孔揭露厚度 20~80m。据收集到的钻孔岩心 RQD 值统计资料，该类岩石岩心以短柱状为主，少量为块状和长柱状，最长岩心可达 40cm 左右，RQD 值在 0~98%。本次工作期间采集顶底板岩石样进行物理力学性质测试，测试结果表明：矿体底板云母石英片岩结构较致密，天然密度为  $2.88\text{g}/\text{cm}^3$  和  $2.87\text{g}/\text{cm}^3$ ，平均值为  $2.88\text{g}/\text{cm}^3$ ；天然抗压强度为 44.3~65.9Mpa，平均值为 51.44Mpa；饱和抗压强度为 26.4~40.9Mpa，平均值为 33.29Mpa；天然抗拉强度为 8.73~13.0 Mpa，平均值为 11.04Mpa；内聚力为 5.19~6.35Mpa，平均值为 5.77Mpa；内摩擦角为 48.4~50.4°，平均值为 49.4°，泊松比为 0.17~0.20，平均为 0.19；弹模( $E_{50}$ )为 22.78~31.21×10<sup>3</sup>MPa，平均值为 27.67×10<sup>3</sup>MPa。测试结果表明，该组岩石中的代表岩石云母石英片岩为坚硬岩组。

#### 4) 块状结构岩组

矿区内岩石种类众多，主要块状结构岩石为矿体所属岩石，代表岩石为矿体玉石。单类岩钻孔揭露厚度为 2.84~7.89m。据地表调查，区内主要块状岩石为玉石矿体。据收集到的钻孔岩心 RQD 值统计资料，钻孔揭露的块状结构岩石为矿体所代表的岩石。该类岩石岩心以短柱状为主，少量为块状，最长岩心可达 35cm 左右，RQD 值在 10~100%。本次工作期间采集矿体所属岩石样进行物理力学性质测试，测试结果表明：矿体岩石结构致密，天然密度为  $2.80\text{g}/\text{cm}^3$  和  $2.81\text{g}/\text{cm}^3$ ，平均值为  $2.805\text{g}/\text{cm}^3$ ；天然抗压强度为 37.2~43.3MPa，平均值 40.5MPa；饱和抗压强度 35.2~38.6MPa，平均值为 36.8MPa；天然抗拉强度为 5.95MPa 和 6.16MPa，平均值为 6.06MPa；内聚力为 3.25 Mpa 和 3.34MPa，平均值为 3.30MPa；内摩擦角为  $44.3^\circ$  和  $45.2^\circ$ ，平均值为  $44.75^\circ$ ；泊松比为 0.21 和 0.22，平均值为 0.215，弹模 ( $E_{50}$ ) 为  $10.73\times 10^3\text{MPa}$  和  $11.27\times 10^3\text{MPa}$ ，平均值为  $11.00\times 10^3\text{MPa}$ 。测试结果表明，该组岩石中的代表岩石玉石为坚硬岩组。

表 2-1 岩（矿）石物理力学性质试验成果表

岩石名称	岩样编号	相对位置	软化系数	天然密度	天然含水率	天然抗压强度	单轴饱和抗压强度	普氏强度系数	单轴变形压缩试验		抗剪切强度		天然抗拉强度
				g/cm <sup>3</sup>	%	MPa	MPa	f	弹模 10 <sup>3</sup> MPa	泊松比	内聚力 MPa	内摩擦角 度	MPa
云母石英片岩	YL1~3	直接顶板	0.47	2.88	0.18	51.44	33.29	3.33	27.67	0.19	5.77	49.4	11.04
玉石矿体	YL4~5	矿体	0.46	2.805	0.085	40.5	36.8	3.68	11.00	0.215	3.30	44.75	6.06

## (2) 岩石和岩体质量评价

### 1) 岩石质量评价

矿区内出露地层主要为元古界通木梁群通木顶组、太阳坪组地层，岩石类型为片岩、玉石矿体、细碧岩等，其中代表岩石为云母石英片岩和玉石矿。详查期间所有钻孔均进行相应的钻孔工程地质编录，统计岩心 RQD 值。据收集到的钻孔编录资料，结合岩心 RQD 值进行岩石质量评价，岩石质量评价标准见表 2-2，评价结果见表 2-3。

表 2-2 岩石质量等级评价标准表

等级	RQD 值 (%)	岩石质量描述	岩石完整性评价
I	90~100	极好的	完整
II	75~90	好的	较完整
III	50~75	中等的	中等完整
IV	25~50	劣的	完整性差
V	<25	极劣的	破碎

表 2-3 岩石质量评价等级表

岩石类型	RQD 值 (%)	岩石等级	岩石质量等级评价	岩石完整性评价
铬云母 石英片 岩	56	III	中等的	岩石中等完整
玉石矿 体	52	III	中等的	岩石中等完整

### 2) 岩体质量评价

本次勘探期间，对矿区内代表或典型岩石均取样进行物理力学性质测试，因此除了用 RQD 值评价岩石质量法外，还采用岩体质量指标法对区内主要岩体质量进行评价，计算公式如下： $M=R_c \cdot RQD / 30$

式中：M—岩体质量指标；

$R_c$ —岩体饱和抗压强度，MPa。

计算参数根据岩石物理力学性质测试结果，多组取平均值。评价标准和评

价结果见表 2-4 和表 2-5。

表 2-4 岩体质量分级表

岩体分类	I	II	III	IV	V
岩体质量指标 (M)	>3	1.0~3.0	0.12~1.0	0.01~0.12	<0.01
岩体质量	优	良	中	差	坏

表 2-5 岩体质量分级结果表

岩体名称	岩体饱和抗压强度 (Mpa)	岩体质量指标 (M)	岩体质量分级	岩体分类
云母石英片岩	33.29	0.62	中等	III
玉石矿体	36.80	0.64	中等	III

需要指出的是：一是矿区内小型断层发育，既有出露于地表的断层，又有地下隐伏断层，受断层破坏和影响，断层带附近岩心 RQD 值低于 25%，甚至 < 5%，岩石质量等级极差，岩体破碎，但其影响范围仅局限于断层带及上下部位，对岩体完整性影响较大，然而影响范围较小；二是区内岩石大部分属于脆性岩石，抗风化能力相对较差，各类岩石强风化带厚度较大，浅表层岩心采取率和 RQD 值均较低。故强风化层和断层破碎带内岩石主要为碎裂状，因而岩石质量极差。

### (3) 岩体结构面特征

矿区内地质构造以断层为主，但无区域性大断层，矿区范围内发育小型次级断层。故区内结构面是主要为断层和裂隙，即 III 级和 IV 级结构面，现分述如下：

#### 1) III 级结构面

矿区内的构造以断层为主，褶皱次之。断层多为正断层，除主断层外，尚发育次级断层，现分述如下。

阳家山断层：为区域上康家咀断层一段，由若干强片理化带所组成，断层面向北西，倾角 30~60°。断层破碎带规模不一，约 30~50m，同时具韧性剪切及脆性挤压特征。断层上盘为下震旦统胡家寨组，下盘在通木梁群太阳坪组。下盘地层中发育较多的大致平行的强片理岩化带，片理岩化带宽 0.5~2m，间距

10~30m。

**太阳坪断层：**发育于太阳坪一带的层间断裂，由一系列大致平行的正断层构成，以走滑性质为主，次为剪切挤压。主断裂面切割错动太阳坪组一段、通木顶组二段及碓窝梁组地层，错距约 650m，断层倾向北北西、北西，倾角变化，一般 30~65°，破碎带不发育，地貌上显示为陡峭的深溪沟谷，可见构造片岩、碎裂岩、构造角砾等，常见的变质矿物有绢云母、绿泥石、绿帘石、白云母、石英、方解石等，片理构造发育，常伴有黄铁矿化、磁黄铁矿化沿片里面充填或浸染状分布。该断层为区域断裂小沟里走滑断层北支断层次级断层，更次一级小断层的形成与黄山沟闪长岩体侵位导致上覆通木梁群地层张裂隙发育，加之重力作用沿顺向坡滑塌形成“阶梯状”断层带。

**伙房沟断层：**为区域断层小沟里走滑断层南支断裂，沿伙房沟一道豁子一烂泥槽一带分布，断层性质以走滑韧性剪切为主，逆冲脆性剪切次之，错距约 350m。断层破碎带宽约 0.5~2 米，内部发育糜棱岩、碎裂岩、构造角砾岩、构造片理等；断层两盘地层蚀变细碧岩、变质凝灰岩等中碎裂岩化发育，常见石英脉、方解石岩张裂隙、构造片理面充填，伴随黄铁矿化、黄铜矿化及铜钼矿化等现象，动力变质矿物有绿泥石、绿帘石、绢云母、白云母、角闪石、石英等绿片岩相矿物；变质砂岩、绢云石英片岩等中构造片理发育，可观察到小型褶皱、牵引构造走滑褶皱等。

**桃花岭断层：**分布于矿区东南部轿子顶背斜南东翼桃花岭北西侧，断层产状受水沟里断层切割、错动及板桥沟辉绿岩体隆起影响，断层倾向、走向存在偏转变化现象，中段及北东段倾向南东，倾角 37~52°；南西段倾向南西，倾角 35°，断层破碎带不发育或不易观察，地表上表现为断续的陡崖、断层陡坎等。断层以脆性为主，两盘地层胡家寨组千枚岩、片岩中挤压破碎、韧性剪切变形、牵引褶皱十分发育，石英脉、方解石脉常沿片理面、张节理面呈脉状、不规则网状充填，局部地段可见厚约十数米的石英脉体，伴有镜铁矿化、褐铁矿化等；元吉组硅质岩、白云岩多表现为碎裂岩化，局部地段可见炭化泥砾岩，具有张性拉伸、剪切挤压特征。

## 2) IV级结构面

区内IV级结构面指各种构造裂隙和风化裂隙，区内基岩为半坚硬、坚硬岩

石，由于气候因素，岩石抗风化能力较差，加之构造作用，故裂隙发育。据地表测绘和坑道裂隙统计，区内裂隙（以倾向为统计单元）发育（图 2-1）如下：

①北北东向（即  $0\sim 45^\circ$ ）：该范围内有 3 组裂隙发育，倾角  $21^\circ\sim 72^\circ$ ，裂隙密度 2~4 条 / 米，以构造裂隙和卸荷裂隙为主；

②北东东向（即  $46\sim 90^\circ$ ）：该范围内 0 组裂隙发育；

③南东东向（即  $91\sim 135^\circ$ ）：该范围内 3 组裂隙发育，倾角  $38^\circ\sim 68^\circ$ ，裂隙密度 2~3 条 / 米，以风化裂隙为主；

④南南东向（即  $136\sim 180^\circ$ ）：该范围内 3 组裂隙发育，倾角  $47^\circ\sim 86^\circ$ ，裂隙密度 1~3 条 / 米，以风化裂隙为主；

⑤南南西向（即  $181\sim 225^\circ$ ）：该范围内 4 组裂隙发育，倾角  $8^\circ\sim 76^\circ$ ，裂隙密度 1~3 条 / 米，以风化裂隙为主；

⑥南西西向（即  $226\sim 270^\circ$ ）：该范围内 3 组裂隙发育，倾角  $47^\circ\sim 57^\circ$ ，裂隙密度 2~3 条 / 米，以风化裂隙和卸荷裂隙为主；

⑦北西西向（即  $271\sim 315^\circ$ ）：该范围内 3 组裂隙发育，倾角  $69^\circ\sim 79^\circ$ ，裂隙密度 1~3 条 / 米，以构造裂隙为主，少量为风化裂隙；

⑧北北西向（即  $316\sim 0^\circ$ ）：该范围内 2 组裂隙发育，倾角  $53^\circ\sim 86^\circ$ ，裂隙密度 2~5 条 / 米，以构造裂隙和层间裂隙为主。

上述裂隙长一般 50~400cm，宽 3~20mm，大部微张——半张，少量闭合。总体上裂隙面平直，少量呈锯齿状，在 10m 范围内对岩体完整性有一定的负面影响。

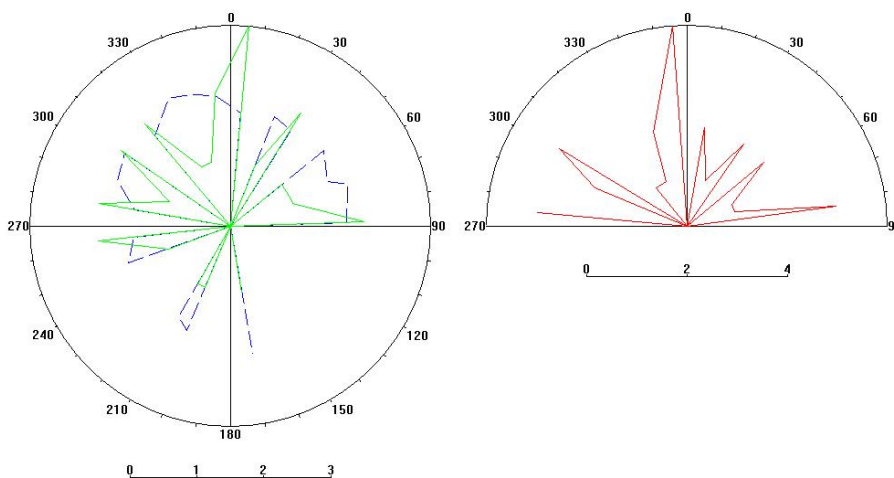


图 2-1 主要岩体结构面玫瑰花图



#### (4) 未来采矿系统稳定性评价

##### 1) 采矿系统稳定性现状

矿区范围未分布采矿矿井，亦无探矿坑道分布。在矿区外围分布其它矿井，故在此不予评价。

##### 2) 采矿系统稳定性预测评价

根据工业指标论证文件，矿山未来开采方式采用地下硐采方式和露天开采相结合的方式。露天开采部分已 03 勘查线标高 1870 以上部分或出露地表的矿体，开采标高为+1800~1980m。采矿将形成地下开拓系统和露天采坑系统。为了评价采矿系统的稳定性，本次采用定性和半定量方式进行。

##### 3) 定性评价

控制采矿系统（坑道和采场边坡）稳定性因素为结构面即裂隙和断层，结构面决定岩体完整程度。根据矿山勘探钻孔数据显示未来采矿高程范围 RQD 值大部分大于 60%，局部段达 90%以上；在裂隙发育段和断层破碎带范围及上下段，RQD 则要小得多，甚至为 0。据地表调查结果，该段内主要发育 21 组裂隙，裂隙密度为 1~4 条 / m，裂隙率一般小于 5%，裂隙将岩石切割为不同块度（均小于 1m×1m×1m）的块体，并分布小型断层，故浅部岩体和断层带呈碎裂状和镶嵌状，而矿坑顶部或两壁、采场边坡会形成小规模掉块，威胁矿山施工设备及工作人员，掉块物体积一般约 1m<sup>3</sup>左右，危险性小。

#### (5) 矿区工程地质勘探类型和复杂程度分类

综上所述，矿区范围内分布主要岩石为片岩、细碧岩等，主要软弱岩石段为断层破碎带和风化层段，厚度一般小于 10.0m，第四系松散土层分布厚度差异较大，谷顶厚度一般小于 2.0m，沟谷或沟槽厚度较大，最厚处可达 49.32m（ZK02-3 揭露），沟谷内分布不连续。岩石类型多为层状变质岩，岩石质量中等，完整性中等（岩心 RQD 值为 0~100%）；岩体质量总体中等（岩体质量指标为 0.62~0.64）。表层及浅部风化裂隙发育，中深部发育层间裂隙带和断层破碎带，局部地段裂隙带发育密度较大，裂隙带宽一般小于 10.0m。岩体稳定性主要取决于层间软弱面、软弱夹层、构造破碎及岩体风化程度。故矿区工程地质勘探类型为第二类。

矿区地层岩性较复杂，大型区域性断裂不发育，但受区域地质构造影响，

小型断层较发育，从坑道揭露情况看，中浅部小型断层相对发育，断层破碎带分布密度中等，断层带或影响带宽一般小于 10.0m；表层岩石风化强烈。有断层带及局部破碎带影响岩体稳定，局部地段易发生矿山工程地质问题，故矿区工程地质条件复杂程度为中等型。

### 三、矿区社会经济概况

2022 年青川县全年地区生产总值（GDP）实现 598664 万元，按可比价计算，同比增长 4.4%。其中，第一产业增加值 145355 万元，增长 4.7%；第二产业增加值 167612 万元，增长 2.1%；第三产业增加值 285697 万元，增长 5.6%。三次产业对经济增长的贡献率分别为 25.6%、13.2%、61.2%，分别拉动经济增长 1.1、0.6、2.7 个百分点。

### 四、项目区土地利用现状

通过资料收集和实际测量，项目区总面积为 10.5604hm<sup>2</sup>。项目区内土地利用类型为林地构成，不属于公益林，以下各地类面积均源于三次土地调查数据。

表 2-6 项目区土地利用现状表

一级地类		二级地类		大水村	面积合计 (hm <sup>2</sup> )	比例(%)	
03	林地	0301	乔木林地	10.5604	10.5604	100	100
合计				10.5604	10.5604	100	100

经查询，项目与基本农田无重叠，矿区及生产区内不占用基本农田。详见附图 4。

### 五、矿山及周边其他人类重大工程活动

该矿山新建矿山。矿区及附近地区无名胜古迹，无可保护的文物、古建筑、地质遗迹及珍稀动植物。其他人类工程活动一般。

### 六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

目前，矿山及周边矿山未开展矿山地质环境治理与土地复垦工程。

### 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

我公司于 2023 年 10 月开始搜集资料及编制工作大纲。于 2023 年 10 月 15 日至 20 日对评估区进行野外地质环境调查工作。

本次矿山地质环境调查工作中，我们首先熟悉工作程序，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《青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿开发利用方案》、《四川省青川县通木梁玉石矿详查报告》、《土地利用现状图》和《耕地质量等别图》等资料，并进行了分析、整理，了解矿山地质环境条件，分析已有资料情况，确定补充资料内容和现场调查方法、调查路线及调查内容。

现场调查采用路线穿插，地质环境点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。现场采用 1:2000 地形图作为现场调查手图，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，并对地质灾害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。

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采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围，因此，调查范围以矿区范围为基础，考虑到矿体采动后对地表的影響，根据区内的地形条件，并结合矿权范围，以矿区边界线外推，延山脊、河床沟谷及分水岭为界确定本次调查范围，面积约 0.4538km<sup>2</sup>。

现场调查内容主要对现场调查内的地表重要建筑设施、村庄、居民饮用水、河流等进行了调查。主要对区内交通、矿山建设情况、居民饮用水井、村庄、河流、植被覆盖率、地形地貌景观、可能引发的地质灾害等进行了调查，基本查明了青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿开采影响范围内的矿山地质环境现状问题。

##### (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内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，真实准确地掌握项目区内的土地资源利用状况。

矿区面积为  $0.2835\text{km}^2$ ，项目区面积  $10.5604\text{hm}^2$ 。项目区内土地利用类型全部为林地。

复垦区面积为  $10.5604\text{hm}^2$ ，复垦责任范围面积  $10.5604\text{hm}^2$ ，全部为林地。

矿山尚未进行建矿开采已损毁区域面积  $0\text{hm}^2$ 。矿山后续建设，拟损毁区域面积  $10.5604\text{hm}^2$ ，主要是生活区、主井井口、风井井口、排土场、弃渣场、矿山道路、露天采场。拟损毁地类为乔木林地。

此次调查内容还包括了对土地相关权益人对土地利用方向、复垦标准、适宜物种和复垦措施等，调查过程中，拍摄各地类照片，公众参与照片等。

## 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

区内矿区面积为  $0.2835\text{km}^2$ ，本次评估范围以生活区、主井井口、风井井口、排土场、弃渣场、矿山道路、露天采场为主，并结合区内地形条件及采矿活动影响的范围。评估区范围确定如下：

根据区内的地形条件，并结合矿权范围，以矿区边界线外推，延山脊、河床沟谷及分水岭为界作为本次评估的范围，面积约  $0.4538\text{km}^2$ 。

#### 2、评估级别

##### （1）评估区重要程度分级

评估区内无村庄分布。评估区内无重要交通要道，亦无其它重大水利电力工程或其他重要建筑设施；评估区无重要、较重要水源地，无自然保护区及旅游景区（点）；矿山开采破坏地类为林地。按照 DZ/T0233—2011 附录 B 表 B.1 评估区重要程度以现状条件下矿山生产规模和地质环境条件复杂程度为较重要区（见表 3-1）。

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
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) 矿山生产建设规模分类

矿区面积 0.2835km<sup>2</sup>，设计生产规模 2.0 万 t/a，开采矿种为玉石矿，按照矿山生产建设规模分类（DZ/0223-2011 表 D.1 中硅石），该矿属于小型矿山。

(3) 矿山地质环境复杂程度分级

评估区玉石矿体大部分埋藏于地下水水位以上，矿坑进水边界条件简单；矿床围岩岩体结构以巨厚状-块状整体结构为主，矿层顶底板和矿床围岩稳固性中等，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，矿山工程场地地基稳定性中等；地质构造简单，岩层产状变化不大；现状条件下矿山地质环境问题较少；地貌单位较单一，微地貌形态简单，地形坡角一般在 40° 左右，有利于自然排水，工业场地地面倾向与岩层倾向多为斜交。

采取就上原则（DZ/0223-2011 表 C.1），评估区地质环境复杂程度属复杂类型（见表 3-2、3-3）。

**表 3-2 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、溶岩裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000 m <sup>3</sup> /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、溶岩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，矿坑正常涌水量大于 3000 m <sup>3</sup> /d~ 10000 m <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水较容易造成区域含水层破坏（地下部分）	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，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量小于 3000 m <sup>3</sup> /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，散体杰构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10 m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差	矿床围岩岩体结构以薄-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大于 5~10 m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等（√）	矿床围岩岩体结构以巨厚状-块状整体结构为主，蚀变作用弱、岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5 m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好
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（√）	地质构造较复杂，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）围岩覆岩，断裂带对采矿影响小
现状条件下地质灾害发育，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，危害较小（√）
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，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致（√）	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般 20°~35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交
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		

**表 3-3 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，老空窿	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，老空窿（窑）水威胁中	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

（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000 m <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏	等，矿坑正常涌水量 3000~10000 m <sup>3</sup> /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（√）	于 3000 m <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5~10m，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）围岩和围岩覆岩，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，采动影响轻
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般 20°~35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交（√）	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差较小，地面倾向与岩层倾向多为反交

综上所述，四川省青川县通木梁玉石矿矿山评估区重要程度为较重要区，矿山建设规模为小型矿山，矿山地质环境条件复杂程度为复杂类型。按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/0223-2011）《矿山地质环境影响评估分级表》（表 A.1），矿山地质环境影响评估级别为一级（见表 3-3）。

表 3-3 矿山环境影响评估分级表

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

## (二) 矿山地质灾害现状分析与预测

### 1、地质灾害危险性现状评估

地质灾害危险性现状评估主要是针对评估区范围内分布的地质灾害及隐患的危险性作出评估。查明评估区内地质灾害的类型、分布、规模、稳定状态、发展变化规律、危害范围、危害对象、危害程度和对工程的破坏程度等；以及对稳定性或危险性起决定性作用的因素作较深入的分析，判定其性质、变化和发展情况。

地质灾害危害程度分为危害大、危害中等和危害小三级，分级标准见（表 3-4）。

将地质灾害危险性根据地质灾害发育程度、危害程度分为大、中等、小三级，分级标准见（表 3-5）

表 3-4 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)
危害大	>10	>500	>100	>500
危害中等	3~10	100~500	10~100	100~500
危害小√	<3	<100	<10√	<100√

危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价时，满足一项即应定级。  
注 1：灾情指已发生的地质灾害，采用“死亡人数”“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。



表-3-5 地质灾害危险性分级表

危害程度	发育程度		
	强	中等	弱
大	危害性大	危险性大	危险性中等
中等	危险性大	危险性中等	危险性中等
小	危险性中等	危险性小	危险性小

本区地形属以构造作用为主的低山地形，按四川省地貌分区属于川南山地，矿区植被生态较好，森林覆盖率高，基本处于自然状态。区内自然斜坡坡度 $20^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，地表覆盖第四系粉质粘土，厚 $0.5 \sim 2.0\text{m}$ ，下伏地层为太阳坪一组变凝灰质片岩、蚀变细碧质(含集块)火山角砾岩，通木顶组一段蚀变细碧岩、石英角斑岩及黄山沟闪长岩。区内地层倾向西北，矿区西侧自然斜坡为顺向坡。构造较为发育，有多条断裂发育，岩层较为破碎。

现场调查过程中暂未见不稳定斜坡、暂未见滑坡、崩塌、未明显发现泥石流地质灾害、未见地面裂缝和地面塌陷。评估区内地质灾害发育程度弱，区内无居住区分布，无直接威胁对象，危害程度小，危险性小。

现状评估结论：项目区内地质灾害发育程度弱，危害程度小，危险性小。

### (三) 地质灾害危险性预测评估

#### (1) 矿山建设引发或加剧地质灾害预测评估

评估区山体较高，汇水面积较大，雨季具备发生崩塌、滑坡、泥石流的条件。预测采矿引发崩塌、滑坡、泥石流等矿山地质灾害的可能性中等。

四川省青川县通木梁玉石矿的主要地面建设工程为生活区、主井井口、风井井口、排土场、弃渣场。

生活区面积 $0.0220\text{hm}^2$ ，场地地势较平缓，周边山体稳定性好，植被较发育，发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

主井井口面积 $0.0037\text{hm}^2$ ，场地地势较平缓，周边山体稳定性好，植被较发育，发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

风井井口面积 $0.0033\text{hm}^2$ ，场地地势较平缓，周边山体稳定性好，植被较发育，发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

矿山道路面积 $0.1469\text{hm}^2$ ，场地坡度较大，周边山体稳定性好，植被较发育，发生崩塌、滑坡地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

排土场、弃渣场面积 $6.4651\text{hm}^2$ ，用地范围内现状地形坡度 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ ，矿山生产过程中，将在该区域内堆放表土及弃渣，堆放高度 $4 \sim 5\text{m}$ ，区域内为顺向

坡，在大气降雨等因素的作用下可能引发堆放土体及下方自然斜坡发生滑坡，预测发生滑坡地质灾害的可能性大，危害程度小，危险性中等。

(2) 地下开采引发或加剧地表塌陷、地裂缝危险性预测评估

为了定量评价矿体围岩的稳定性，采用计算方法估算法评价矿体围岩的稳定性，计算参数选取及计算结果见表 3-6。

具体计算公式如下：

$$\delta_{\theta} = \alpha \delta_c + \beta \delta_v$$

$$\delta_v = H \gamma$$

$$\delta_c = \mu \delta_v / (1 - \mu)$$

式中： $\delta_{\theta}$ —硐室围岩切向应力，Kpa；

$\alpha$ 、 $\beta$ —应力集中系数；

$\delta_c$ 、 $\delta_v$ —分别为围岩初始垂直和水平应力，Kpa；

$\gamma$ —岩体体重，KN/m<sup>3</sup>；

$\mu$ —岩体泊松比。

H—硐室埋深，m。

当满足于下式公式时，可以认为围岩稳定，不考虑围岩压力，即：

$$\delta_{\theta} \leq frk \cdot \gamma r$$

$$|\delta_{\theta l}| \leq flk \cdot \gamma l$$

$$(\delta_{\theta} - \delta_r) / (\delta_{\theta} + \delta_r + 2c \cdot ctg \phi) \leq \sin \phi$$

式中： $\delta_{\theta}$ —硐室围岩切向应力，Kpa；

c—围岩岩体内聚力，Kpa；

$\phi$ —围岩岩体内摩擦角，度；

frk—天然状态下岩体抗压强度标准值，Kpa；

flk—天然状态下岩体抗拉度强度标准值，Kpa；

$\gamma r$ 、 $\gamma l$ —分项系数，根据工程情况在 0.33~0.50 范围取值。

据计算结果显示，在最小埋深条件下：

顶板为坚硬岩（片岩）：

$$\delta_{\theta} < frk \cdot \gamma r; \quad |\delta_{\theta l}| < flk \cdot \gamma l; \quad (\delta_{\theta} - \delta_r) / (\delta_{\theta} + \delta_r + 2c \cdot ctg \phi) < \sin \phi$$

表明围岩稳定。

在最大埋深条件下：

顶板为坚硬岩（片岩）：

$$\delta_{\theta} < frk \cdot \gamma r; \quad | \delta_{\theta} | > flk \cdot \gamma; \quad (\delta_{\theta} - \delta_r) / (\delta_{\theta} + \delta_r + 2c \cdot ctg \phi) < \sin \phi$$

表明围岩切向应力大于岩石抗拉能力，矿坑顶部及两壁岩石沿抗拉方向会发生失稳现象，即顶部与两壁的接触部位出现变形的可能性较大，具体表现为顶部下沉或缩颈现象，而两壁稳定性则相对较好，片帮的可能性较小，故矿坑系统稳定性中等。

表 3-6 顶板围岩稳定性计算参数取值及计算结果表

围岩名称		顶板为云母石英片岩		备 注
岩石类别		坚硬岩		
应力集中系数	$\alpha$	1.20		1、硐室形态确定为矩形； 2、硐室埋深按最大、最小分别计算； 3、岩石物理力学性质取自室内实验结果； 4、 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma_1$ 和 $\gamma_2$ 查表获取； 5、不考虑径向应力，故取值为0
	$\beta$	-0.95		
岩体系数 $\gamma$ (KN / m <sup>3</sup> )		28.22		
岩体内聚力 C (Kpa)		5770		
岩体内摩擦角 $\phi$ (°)		49.4		
岩石泊松比 $\mu$		0.19		
$F_{1k}$ (kpa)		11040		
$F_{rk}$ (kpa)		51440		
确定埋深 (m)		50 (最小)	350 (最大)	
分项系数	$\gamma_1$	0.42		
	$\gamma_2$	0.42		
围岩径向应力 $\delta_r$ (kpa)		0		
计算结果		最小埋深		最大埋深
围岩初始应力	$\delta_c$ (kpa)	330.1		2316.8
	$\delta_v$ (kpa)	1411		9877
围岩切向应力 ( $\delta_{\theta}$ )		-944.3		-6603.0
$frk \cdot \gamma r$		20576		20576

$flk \cdot \gamma l$	4416	4416
$(\delta_{\theta} - \delta_{\nu}) /$ $(\delta_{\theta} + \delta_{\nu} + 2c \cdot ctg$ $\phi)$	-0.23	-1.25
$\sin \phi$	0.76	0.76

### (3) 露天开采引发或加剧地表崩塌地质灾害危险性预测评估

未来露天开采主要分布于太阳坪，开采 I、II、III号矿体，该矿体倾向北西，倾角 60° 左右。故而露天开采要形成三面采场边坡，矿区第四系残坡积覆盖层薄，矿区地表斜坡以土岩混合型斜坡为主，少量为岩质型斜坡，岩质型斜坡以切向型岩质斜坡为主，分布少量反向坡和顺向坡，目前总体较为稳定。由于未来开采地段位于斜坡内，采矿方向为北西向，矿山采用露天台阶式开采，岩性主要为片岩和玉石矿体。故而形成三面采矿边坡，即北东侧采场边坡、南东侧采场边坡和南西侧采场边坡，边坡高 50~100m。现根据边坡类型、坡高、坡度、岩性特征、结构面分布规律对边坡稳定性进行评价。

#### ①北东侧采矿边坡

该段采场边坡类型为台阶式岩质型，单个边坡高（台阶高）15.0m，坡度为 65° 左右，边坡岩性为片岩和玉石矿体，其中片岩为矿体顶底板，位于斜（边）坡顶部，斜坡中片岩和玉石矿为坚硬岩石，浅部岩石风化中等至强烈，强风化层厚度一般为 1.0 m 左右。根据岩层倾向与边坡坡向的关系可以将该段边坡划分为切向坡。由于受区域构造影响，斜坡岩体一般发育三组裂隙，其中控制斜坡稳定的一组裂隙为倾向 225~265°，倾角小于 50° 的裂隙。边坡内裂隙长一般为 50~300cm，宽 0.2~2.0cm，切割深度一般为 10~50cm，裂隙发育密度为 0.2~4.0 条 / m。裂隙面不平直，微张-半张，大部分无充填物。裂隙在全坡段都较发育。发育的裂隙直接影响采场边坡稳定性，加之矿山采用爆破式开采，岩石的完整性进一步降低，在开采过程中发生滑塌型崩塌、掉块等不良地质现象的可能性增大。

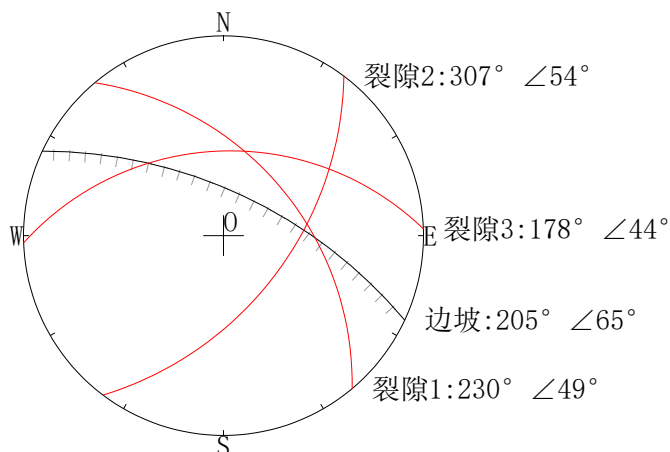


图 3-1 北东侧采场边坡结构面赤平投影图

结合该段边坡的坡向、岩层倾向、裂隙倾向及发育特征，该段边坡为切向坡，坡向与岩层产状斜交，岩层倾角大于斜坡坡度，裂隙将边坡岩石切割为规格大致为  $0.50\text{m} \times 0.40\text{m} \times 0.40\text{m}$  的块体，故边坡局部段顶部发生掉块的可能性较大，在一定条件下沿顺坡向结构面滑塌的可能性增加。总体而言，该段边坡发生顺层滑塌的可能性小。

据上述分析，岩石可能受结构面影响沿其风化节理裂隙面发生崩塌，或沿着开挖边坡及临空面发生崩落破坏，一般规模较小。

根据区该段边坡岩性分布特征，边坡因失稳引发小型地质灾害为坍塌、掉块、崩塌和滑塌，威胁采场设施和活动人群，根据采矿场内基础设施及活动人群特征，威胁人数均  $10 \sim 100$  人，威胁财产均  $100 \sim 500$  万元，故该段边坡失稳引发地质灾害侵害危险性中等。

## ②南东侧采矿边坡

该段采场边坡类型为岩质型，边坡高  $50.0 \sim 200\text{m}$ ，坡度为  $60^\circ$  左右，边坡岩性为片岩和玉石矿体，其中片岩位于边坡顶部，均为坚硬岩石，顶部岩石风化强烈，强风化层厚度一般为  $1.0\text{m}$  左右。根据岩层倾向与边坡坡向的关系可以将该段边坡划分为切向坡和顺向坡。由于受区域构造影响，斜坡岩体一般发育三组裂隙，控制斜坡稳定性的一组裂隙为倾向  $270 \sim 320^\circ$ ，倾角小于  $50^\circ$ 。斜坡范围裂隙长一般为  $50 \sim 300\text{cm}$ ，宽  $0.2 \sim 2.0\text{cm}$ ，切割深度一般为  $10 \sim 50\text{cm}$ ，裂隙发育密度为  $0.2 \sim 4.0$  条 /  $\text{m}$ 。裂隙面不平直，微张-半张，大部分无充填物。裂隙在全坡段都较发育。发育的裂隙直接影响采场边坡稳定性，加之矿山采用爆破式开采，岩石的完整性进一步降低，在开采过程中发生崩塌、掉块等不良地质现

象的可能性增大。

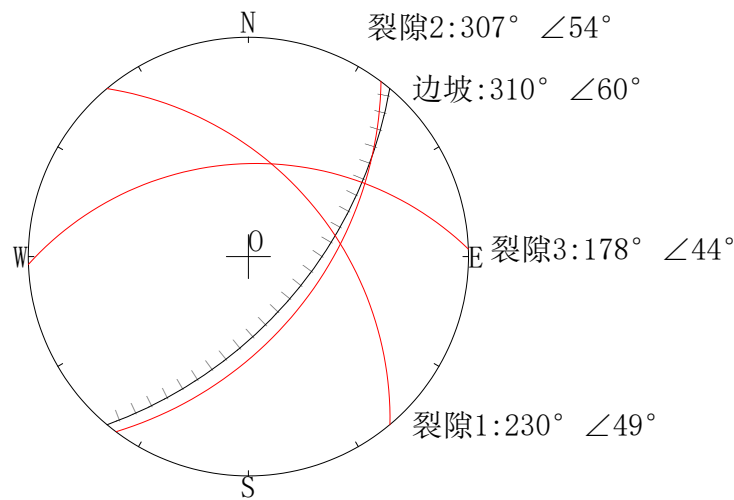


图 3-2 南东侧采场边坡结构面赤平投影图

结合该段边坡的坡向、岩层倾向、裂隙倾向及发育特征，该段边坡为切向坡和顺向坡，坡向与岩层产状斜交，岩层倾角大于斜坡坡度，裂隙将边坡岩石切割为规格大致为  $0.50\text{m} \times 0.40\text{m} \times 0.40\text{m}$  的块体，故边坡局部段顶部发生掉块的可能性较大，在一定条件下沿顺坡向结构面和层间裂隙滑塌的可能性增加。总体而言，该段边坡发生顺层滑塌的可能性小。

据上述分析，岩石可能受结构面影响沿其风化节理裂隙面发生崩塌，或沿着开挖边坡及临空面发生崩落破坏，一般规模较小。

根据区该段边坡岩性分布特征，边坡因失稳引发小型地质灾害为坍塌、掉块、崩塌和滑塌，威胁采场设施和活动人群，根据采矿场内基础设施及活动人群特征，威胁人数均  $10 \sim 100$  人，威胁财产均  $100 \sim 500$  万元，故该段边坡失稳引发地质灾害侵害危险性中等。

### ③南西侧采场边坡

该段采场边坡类型为岩质型，边坡高  $50.0 \sim 200\text{m}$ ，坡度为  $65^\circ$  左右，边坡岩性为片岩和玉石矿，其中片岩位于边坡顶部，玉石矿位于中下部，均为坚硬岩石，顶部岩石风化强烈，强风化层厚度一般为  $1.0\text{m}$  左右。根据岩层倾向与边坡坡向的关系可以将该段边坡划分为切向坡。由于受区域构造影响，斜坡岩体一般发育三组裂隙，控制边坡稳定性的一组裂隙为倾向  $20 \sim 60^\circ$ ，倾角小于  $50^\circ$ 。斜坡范围裂隙长一般为  $50 \sim 300\text{cm}$ ，宽  $0.2 \sim 2.0\text{cm}$ ，切割深度一般为  $10 \sim 50\text{cm}$ ，裂隙发育密度为  $0.2 \sim 4.0$  条 /  $\text{m}$ 。裂隙面不平直，微张-半张，大部分无充填物。

裂隙在全坡段都较发育。发育的裂隙直接影响采场边坡稳定性，加之矿山采用爆破式开采，岩石的完整性进一步降低，在开采过程中发生崩塌、掉块等不良地质现象的可能性增大。

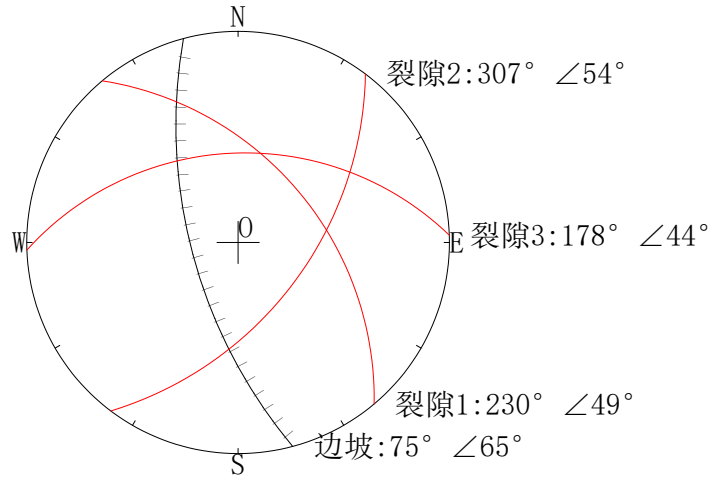


图 3-3 南西侧采场边坡结构面赤平投影图

结合该段边坡的坡向、岩层倾向、裂隙倾向及发育特征，该段边坡为切向坡，坡向与岩层产状斜交，岩层倾角大于斜坡坡度，裂隙将边坡岩石切割为规格大致为  $0.50\text{m} \times 0.40\text{m} \times 0.40\text{m}$  的块体，故边坡局部段顶部发生掉块的可能性较大，在一定条件下沿顺坡向结构面和层间裂隙（第一组裂隙）滑塌的可能性增加。总体而言，该段边坡发生顺层滑塌的可能性小。

据上述分析，岩石可能受结构面影响沿其风化节理裂隙面发生崩塌，或沿着开挖边坡及临空面发生崩落破坏，一般规模较小。

根据区该段边坡岩性分布特征，边坡因失稳引发小型地质灾害为坍塌、掉块、崩塌和滑塌，威胁采场设施和活动人群，根据采矿场内基础设施及活动人群特征，威胁人数均  $10 \sim 100$  人，威胁财产均  $100 \sim 500$  万元，故该段边坡失稳引发地质灾害侵害危险性中等。

#### (5) 生产活动与边坡失稳事故相关的主要危险因素

采矿工作面的危险因素：

- 1) 局部断层带、断层影响带和裂隙发育带和强风化带，支护加固不够；
- 2) 爆破未按照安全工作操作规范进行。

根据矿山开发利用方案设计，矿山开采将在矿区中部形成开采边坡，边坡高  $10 \sim 110\text{m}$ ，开采台阶高度  $10\text{m}$ ，安全平台宽度  $5\text{m}$ ，清扫平台宽度  $8\text{m}$ ，开采终了台

阶坡面角  $75^{\circ}$ ，最终边坡角  $50^{\circ}$ ，终了台阶个数 10 个，采场南侧开采边坡为顺向坡，采场西侧开采边坡为逆向坡，边坡在降雨、机械扰动、地震等因素影响下有发生崩塌地质灾害的可能，威胁区内工作人员及生产设施，预测地质灾害发育程度弱，危害程度中等，危险性中等。

预测评估结论：矿山建设过程中，生活区、主井井口、风井井口、排土场、弃渣场、矿山道路等区域建设引发地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小，矿山生产过程中生产结束后引发地面塌陷可能性中等，危害程度中等，危险性中等，开采边坡引发崩塌地质灾害可能性中等，危害程度中等，危险性中等；废土场引发滑坡地质灾害可能性大，危害程度小，危险性中等。

### （三）矿区含水层破坏现状分析与预测

#### 1、矿山含水层破坏现状评估

现状条件下，矿山尚未进行开采，四川省青川县通木梁玉石矿地下含水层受采矿影响较小，地下含水层影响程度较轻。

#### 2、采矿活动对含水层影响预测评估

随着矿山露天开采面积的增大，第四系松散沉积层孔隙水含水层和基岩层间裂隙含水层均破坏，地下水疏干。预测矿山在今后的开采活动中，开采深度及影响范围高于地下水水位。今后矿山开采对含水层的影响程度预测为较轻。

因此，四川省青川县通木梁玉石矿按开采设计开采对含水层造成破坏较轻。

综上所述，根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E《矿山地质环境影响程度分级表》预测采矿对地下含水层的影响较轻。

### （四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

#### 1、矿山地形地貌景观影响和破坏现状评估

现状条件下，矿山尚未进行建设、开采，未对地形地貌景观造成影响，采矿塌陷对地形地貌景观影响较轻。

#### 2、采矿活动对地形地貌景观影响预测评估

##### （1）地面建设工程对地形地貌景观的影响

生活区、主井井口、风井井口、排土场、弃渣场、矿山道路共占地  $10.5604\text{hm}^2$ ，均依地形而建，存在部分废石堆场，对地形地貌景观的影响与破坏严重，

##### （2）矿山开采对地形地貌的影响

根据开发利用方案设计矿山露天开采区面积  $2.8365\text{hm}^2$ ，矿山露天开采将对



区内山体进行开挖，改变山体原有形态，对地形地貌景观影响破坏严重。矿山地下开采有可能引发采矿塌陷，破坏原有地形地貌景观，对地形地貌景观影响破坏严重。预测矿山露天采场及采空塌陷区面积共 3.9194hm<sup>2</sup>。

### （五）矿区水土环境污染现状分析与预测

#### 1、矿区水土环境污染现状评估

现状条件下，矿山尚未进行建设、开采。采矿活动现状对水环境影响较轻。采矿对的土地压占对土地资源的影响较轻。

#### 2、采矿活动对水土环境污染预测评估

矿山开采范围及其影响范围内土地类型为有林地。植被主要为乔木、灌木，次为草本。矿山占地会挖损、破坏部分植被，临时改变占用范围内土地的使用功能，造成水土流失甚至地面塌陷。根据矿山开发利用方案，生活污水处理达标后全部回用做生产，矿坑水处理达标后主要用于生产，开采废石将转运至采空区内充填，预测矿山开采对土地污染的影响程度为较轻。

综上所述，采矿对水环境的影响较轻，对土地资源的影响较轻。

### （六）影响程度分级综合评述

#### 1、矿山地质环境影响程度评估分级

矿山地质环境影响程度现状评估分级采用定量划分。即综合考虑现状情况下采矿工程建设已发生的地质灾害、含水层的变化情况、地形地貌景观的破坏程度以及土地资源的占有程度，采取“就高不就低”的原则进行分级。

根据上述原则，参照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223~2011)附录 E 表 E.1，评估区影响程度可分为严重、较严重、较轻三级。

#### 2、现状影响程度分区

现状条件下，矿山尚未进行建设、开采，评估区地质环境影响程度分区可分为矿山地质环境影响较轻区，见表 3-7。

表 3-7 矿山地质环境现状评估分区表

影响程度分级	面积 (hm <sup>2</sup> )	位置	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
较轻	45.3790	整个评估区	较轻	较轻	较轻	较轻
合计	45.3790					

#### 3、预测影响程度分区

根据矿业活动对评估区地质环境影响程度及范围，结合现状评估分区，根据DZ/T0223-2011《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》表E，将评估区内矿层未来建设、开采影响范围划分矿山地质环境影响预测严重区和较轻区，见表3-8。

表3-8 矿山地质环境影响预测评估分区表

影响程度分级	面积 (hm <sup>2</sup> )	位置	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	6.4651	排土场、弃渣场	废石堆诱发地质灾害的可能性大	较轻	严重	较轻
	0.0037	主井井口	较轻	较轻	严重	较轻
	0.0033	风井井口	较轻	较轻	严重	较轻
	0.1469	矿山道路	较轻	较轻	严重	较轻
	0.0220	生活区	较轻	较轻	严重	较轻
	3.9194	露天开采区及地下开采区预测塌陷范围	地下开采区、终采边坡诱发地质灾害的可能性中等	较轻	严重	较轻
较轻	34.8186	评估区内除严重区和较严重区外区域	较轻	较轻	较轻	较轻
合计	45.3790					

### 三、矿山土地损毁现状与预测评估

#### (一) 土地损毁环节与时序

四川省青川县通木梁玉石矿为新建矿山，对土地损毁环节主要集中在玉石矿前期建设期及生产期两个阶段。

##### 1、玉石矿建设期

四川省青川县通木梁玉石矿为新建玉石矿，根据四川省青川县通木梁玉石矿地面生产系统布设的情况，四川省青川县通木梁玉石矿地面生产设施建设过程需要对场地进行开挖、平整和地面硬化。玉石矿建设期间，占用的土地部分或全部丧失了原有的功能，导致区域内地形地貌和土地地表形态发生根本改变。地面的破坏范围通过现场勘测或征地协议对其进行确定。土地的破坏随着基础建设的结束，破坏的区域将逐步治理、绿化。

##### 2、玉石矿生产期

生产期间的土地破坏环节主要表现为三个方面。根据玉石矿工艺流程，本项目生产过程中可能造成的土地损毁形式为采矿引起的地表沉降、压占和挖损。

压占：工业场地房屋、炸药库、选厂、尾矿库、废石堆存在压占土地情况。

挖损：工业场地平场存在挖损土地情况，露天开采造成的挖损。

地面沉降：随着矿产开采，矿山开采影响范围内地表局部可能会出现地面沉降，进而发育为地裂缝和地面塌陷，对土地资源造成破坏。

#### (二) 已损毁各类土地现状

本矿山为新建矿山，尚未进行矿山建设及开采工作，现状损毁土地面积为 0hm<sup>2</sup>。

#### (三) 拟损毁各类土地预测与评估

##### 1、永久性建设用地

该矿为私营企业，其矿区范围内占用土地全部为临时用地，不存在永久性建设用地。

##### 2、临时性用地

四川省青川县通木梁玉石矿地面主要由 9 个部分组成，为临时性用地，生活区、主井井口、风井井口、排土场、弃渣场、矿山道路、露天采场及预测塌陷范围。

### 3、毁土地等级划分

#### (1) 损毁等级划分标准

根据《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、《土地复垦方案编制规程》及《土地复垦方案编制实务》，把土地破坏程度预测等级确定为三级标准，分别定位：一级（轻度破坏）、二级（中度破坏）、三级（重度破坏）。由于评价因素的具体等级标准目前国内外尚无精确的划分值，本方案是根据类似工程的土地破坏因素调查情况，参考各相关学科的实际经验数据，采用主导因素法进行评价及划分等级，具体标准见下表 3-9：

表 3-9 破坏程度分级表

评价因素	评价等级		
	轻度破坏	中度破坏	重度破坏
压占面积	<0.3hm <sup>2</sup>	0.3-1 hm <sup>2</sup>	>1 hm <sup>2</sup>
地面水泥固化面积比	<20%	20-50%	>50%
堆土高度	<5m	5-10m	>10m

根据土地破坏程度分级表（表 3-9），预测项目区新增损毁土地损毁程度结果见表 3-10。

表 3-10 预测新增土地破坏评估表

序号	名称	破坏类型	占地类型	评价因素			破坏程度
				面积 (hm <sup>2</sup> )	固化面积比	堆土场高度 (m)	
1	排土场、弃渣场	挖损、压占	临时	6.4651	<20%	>10	重度损毁
2	主井井口	挖损	临时	0.0037	<20%	—	轻度损毁
3	风井井口	挖损	临时	0.0033	<20%	—	轻度损毁
4	矿山道路	压占	临时	0.1469	<20%	—	轻度损毁
5	生活区	压占	临时	0.0220	>50%	—	重度损毁
6	露天开采区及预测塌陷范围	挖损、沉降	临时	3.9194	<20%	—	重度损毁

损毁土地利用现状见表 3-11。

表 3-11 预测新增损毁土地利用类型

一级地类		二级地类		分项面积 (hm <sup>2</sup> )	面积合计 (hm <sup>2</sup> )	比例 (%)	
03	林地	0301	乔木林地	10.5604	10.5604	100	100
合计				10.5604	10.5604	100	100

#### 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

为了更好地制定矿山地质环境保护与恢复治理措施和实施部署计划,本矿山地质环境保护与恢复治理分区,将依据矿山工程与采矿活动特点、存在的矿山地质环境问题特征和对矿山地质环境影响的评估结果,按照“影响程度的等级、利于保护与恢复治理方案的实施和确保实施效果良好”的原则进行。具体分区的方法是:

(1) 以现状评估及预测评估结果为基础,按不同矿山地质环境问题及其对矿山地质环境的影响程度作为依据划分,具体各要素的划分标准见表 3-12。

表 3-12 分区要素与判别标准一览表

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

(2) 同一防治区内当同一问题其现状评估与预测评估结果不一致时,防治区级别以就高不就低的原则确定。

(3) 同一区段内当不同问题其评估结论不一致时,防治区级别以就高不就低原则确定。

###### 2、分区评述

根据矿山地质环境现状及预测评估,将评估区划分为重点防治区、次重点防治区、一般防治区三个分区,见表 3-14。

##### (1) 重点防治区 (A)

矿山废土场,面积 6.4651hm<sup>2</sup>,引发地质灾害可能性大,对土地资源影响严重,对水环境影响较轻,对地形地貌影响严重。因此,需划为重点保护区,进行重点保护。本区重点保护废土场免受地下开采活动影响加剧、引发崩塌、滑坡等

地质灾害，使矿山生产建设得以顺利展开。

矿山生活区、风井井口、主井井口、矿山道路、露天开采区及预测沉降区等区域，面积 4.0953hm<sup>2</sup>，其中矿山开采引发地质灾害可能性中等，矿山建设引发地质灾害可能性小，对土地资源影响严重，对水环境影响较轻，对地形地貌影响严重。

### (3) 一般防治区 (C)

即评估区之内、重点防治区、次重点防治区之外的保护区，面积 34.8186hm<sup>2</sup>，采矿活动对周边的环境破坏和影响较轻，因开采诱发地质灾害和地形地貌景观破坏、含水层破坏的影响程度均较轻，仅需进行一般防治。

表 3-13 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

影响程度分级	面积 (hm <sup>2</sup> )	位置	主要问题	防治措施
重点防治区 (C)	6.4651	排土场、弃渣场	废石堆诱发地质灾害的可能性中等，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重。	挡墙支挡、复垦、监测、生态修复
	0.0037	主井井口	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重。	复垦、监测、生态修复
	0.0033	风井井口	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重。	复垦、监测、生态修复
	0.1469	矿山道路	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重。	复垦、监测、生态修复
	0.0220	生活区	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重。	复垦、监测、生态修复
	3.9194	露天开采区及地下开采区预测塌陷范围	地下开采区、终采边坡诱发地质灾害的可能性中等，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重。	复垦、监测、生态修复
一般防治区 (A)	34.8186	评估区内除严重区和较严重区外区域	较轻	监测
合计	45.3790			

## (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,复垦区范围面积=生产建设项目损毁土地面积+永久性建设用地面积。

根据土地损毁现状分析与预测分析,本项目复垦区范围面积为 10.5604hm<sup>2</sup>。

土地复垦责任范围为复垦区扣除留续使用的永久性建设用地。本矿的剩余服务年限 16.0 年,复垦责任范围面积 10.5604 hm<sup>2</sup>。复垦责任范围面积详见表 3-14。

表 3-14 复垦责任范围土地利用现状

一级地类		二级地类		大水村 (hm <sup>2</sup> )	面积合计 (hm <sup>2</sup> )	比例(%)	
03	林地	0301	乔木林地	10.5604	10.5604	100	100
合计				10.5604	10.5604	100	100

### (三) 土地类型与权属

权属涉及青川县青溪镇大水村。

## 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

根据矿山采矿活动对矿山地质环境影响的现状 & 预测评估结果及矿山地质环境条件和矿业活动特点，考虑后期矿山建设及采矿活动可能遭受、加剧或引发地质灾害的特征，按照上述矿山地质环境保护与恢复治理分区原则，确定地面建设工程引发、加剧地质灾害的可能性小，但遭受地质灾害的可能性中等，基本适宜建设，技术上可行。

#### （二）经济可行性分析

根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，本矿山地质环境保护与恢复治理资金由四川省青川县通木梁玉石矿自筹，恢复治理费用列入生产成本。矿山地质环境治理基金遵循企业所有、政府监管、专户储存、专款专用的原则，在本治理工程实施前，应落实到位，由专户管理，并适时投入到相应阶段的治理工作中，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。

四川省青川县通木梁玉石矿矿山地质环境保护与恢复治理工程实施后，将有效改善当地的地形地貌景观，有效改善矿区和当地居民的生活环境，增加土地资源面积，促进当地旅游业和农林业的发展，提高农民的生活水平，促进当地经济的可持续发展。

#### （三）生态环境协调性分析

通过对采矿区和工业场地的植被恢复，将美化当地的地形地貌景观，改善区内的生态环境，促进人与自然的和谐，提高当地居民的生活居住环境质量，其环境效益明显。

本矿山地质环境的恢复治理可以有效改善矿区及其周边的生态环境质量，美化地形地貌景观，具有良好的、长远环境效益，能够促进经济社会、环境的协调发展。

### 二、矿区土地复垦可行性分析

#### （一）复垦区土地利用现状

复垦区土地总面积为 10.5604hm<sup>2</sup>，复垦责任范围面积 10.5604hm<sup>2</sup>，主要由林地组成，复垦区未占用基本农田，未占用耕地。



表 4-1 复垦责任范围土地利用现状表

一级地类		二级地类		大水村 (hm <sup>2</sup> )	面积合计 (hm <sup>2</sup> )	比例(%)	
03	林地	0301	乔木林地	10.5604	10.5604	100.00	100.00
合计				10.5604	10.5604	100.00	100.00

## (二) 土地复垦适宜性评价

### 1、土地复垦适宜性评价原则

(1) 符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

恢复损毁土地资源的生态环境，需要与中村镇土地利用总体规划相协调。

(2) 因地制宜原则

在评价被损毁土地复垦适宜性时，应当分别根据被评价土地的区域性和差异性具体条件确定其利用方向。项目相关工程布设及对农田及环境的影响，按照耕地环境质量要求，确定相关因素对复垦的利用方向影响程度，根据被损毁底前后土地拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，宜农则农、宜林则林。

(3) 土地复垦耕地优先和综合效益最佳原则

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

(4) 主导性限制因素与综合平衡原则

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

(5) 复垦后土地可持续利用原则

注重保护并加强环境系统的生产和更新能力。确保复垦后土地可持续利用。

(6) 经济可行、技术合理性原则

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

(7) 社会因素和经济因素相结合原则

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

## 2、土地复垦适宜性评价

### (1) 评价范围

根据项目区损毁土地分析，拟损毁土地总面积为 10.5604hm<sup>2</sup>，本方案适宜性评价的范围是项目复垦责任范围 10.5604hm<sup>2</sup>。

### (2) 适宜性评价单元类型划分

土地适宜性评价单元类型是评价的基本单元，也是复垦的基本单元。同一评价单元类型内的土地特征及复垦利用方向和改良途径应基本一致。依据项目建设方案和破坏情况，按用地功能区和区内性质相对均一为划分标准，同时以地形坡度、污染程度、损毁类型、损毁程度为限制因素划分土地复垦适宜性评价单元。

根据本项目拟损毁土地预测结果可知，评价单元地质条件稳定，均可进行复垦，复垦土地适应性评价单元划分结果详见表 4-2。

表 4-2 待复垦土地适宜性评价单元划分结果

损毁区域	评价单元	编号	土地利用现状	损毁类型	面积/hm <sup>2</sup>
排土场、弃渣场		1	乔木林地	挖损、压占	6.4651
主井井口		2	乔木林地	挖损	0.0037
风井井口		3	乔木林地	挖损	0.0033
矿山道路		7	乔木林地	压占	0.1469
生活区		8	乔木林地	压占	0.0220
露天开采区及预测塌陷范围		9	乔木林地	挖损、沉降	3.9194
合计					10.5604

### (3) 复垦土地适宜性评价参评因素的选择

参评因素的选择应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。根据我国土地复垦行业标准中的各种土地复垦的技术要求，借鉴前人研究的基础，共选 4 项参评因子，分别为：组成物质、地面坡度、土源保证率、排灌条件。

### (4) 复垦土地适宜性评价方法和体系选择

该项目采用极限条件法对复垦区进行宜耕、宜林、宜草的适宜性等级评定。同时采用二级评价体系，分为适宜类和适宜等，适宜类分适宜和不适宜，适宜等再续分为一等地、二等地和三等地。

### (5) 评价因素等级标准的确定

根据相关规程和标准，结合本地实际情况和复垦经验，确定复垦土地适宜性评价的等级评定标准，见表 4-3。

表 4-3 复垦土地主要限制因素的评价等级标准

限制因素及分级指标		耕地评价	林地评价
地表物质组成(1)	壤土、沙壤土	1 等	1 等
	岩土混合物	3 等	2 等
	砂土、砂质	3/N	3 等
	砂质	N	3 等
地面坡度 (°) (2)	<6	1 等	1 等
	6~15	2 等	2 等
	15~25	3 等	2 等
	>25	N	3 等
土壤保证率%(3)	80~100	1 等	1 等
	60~80	2 等	1 等
	40~60	3 等	2 等
	<40	N	N
灌排条件(4)	有保证	1 等	1 等
	不稳定	2 等	2 等
	困难	3 等	3 等
	无水源	N	N

注：N 为不适宜

#### 6) 等级评定结果及分析

在详细调查复垦区土地质量状况的基础上，土地质量状况见表 4-4，将参评单元的土地质量分别与复垦土地主要限制因素的农林园评价等级标准对比，得出复垦区土地适宜性评价等级见表 4-5。

表 4-4 复垦土地各类参评单元的土地质量状况

损毁区域	评价单元	评价因素			
		地表物质组成①	地面坡度 (°) ②	土源保证率③%	排灌条件 ④
排土场、弃渣场		岩土混合物	>15	80~100	不稳定
主井井口		岩土混合物	<6	80~100	不稳定
风井井口		混凝土	<6	80~100	不稳定
矿山道路		岩土混合物	>15	80~100	不稳定
生活区		混凝土	<6	80~100	不稳定
露天开采区及预测塌陷范围		岩土混合物	>15	80~100	不稳定

表 4-5 复垦土地的适宜性评价等级表

损毁区域	评价单元	宜耕等级	限制因子	宜林等级	限制性因子
	排土场、弃渣场	3	①②④	2	①④
	主井井口	3	①④	2	①④
	风井井口	3	①④	2	①④
	矿山道路	3	①②④	2	①
	生活区	3	①④	2	①④
	露天开采区及预测塌陷范围	3	① ②④	2	①

## 3、复垦方向最终确定

在项目区土地质量调查的基础之上，将参评单元的土地质量与土地复垦的主要限制性因子的宜林宜耕评价等级进行对比，根据极限值法，限制性最大的因子确定复垦单元的土地适宜性评价等级。

由评价结果看，矿山生产结束后项目区内地表物质主要以岩土混合物及混凝土为主，地形坡度较大、灌排条件差，区内土地不适宜复垦为耕地；复垦为林地适宜性等级为 2 等，因此对这些区域复垦为林地

表 4-6 各评价单元复垦措施选择

损毁区域	评价单元	复垦前地类	复垦后地类	复垦面积/hm <sup>2</sup>	主要复垦措施
	排土场、弃渣场	乔木林地	乔木林地	6.4651	场地平整、植被恢复
	主井井口	乔木林地	乔木林地	0.0037	拆除、场地平整、植被恢复
	风井井口	乔木林地	乔木林地	0.0033	拆除、场地平整、植被恢复
	矿山道路	乔木林地	乔木林地	0.1469	场地平整、植被恢复
	生活区	乔木林地	乔木林地	0.0220	拆除、场地平整、植被恢复
	露天开采区及预测塌陷范围	乔木林地	乔木林地	3.9194	拆除、场地平整、植被恢复
	合计			10.5604	

表 4-7 复垦前后土地利用结构表

用地单元	一级地类	二级地类	复垦责任范围 (hm <sup>2</sup> )		变幅 (hm <sup>2</sup> )
			复垦前	复垦后	

排土场、弃渣场	3	林地	301	乔木林地	6.4651	6.4651	0
主井井口	3	林地	301	乔木林地	0.0037	0.0037	0
风井井口	3	林地	301	乔木林地	0.0033	0.0033	0
矿山道路	3	林地	301	乔木林地	0.1469	0.1469	0
生活区	3	林地	301	乔木林地	0.022	0.022	0
露天开采区及预测塌陷范围	3	林地	301	乔木林地	3.9194	3.9194	0
合计					10.5604	10.5604	0

### (三) 水土资源平衡分析

#### 1、土源平衡分析

土源平衡分析主要是指对用于复垦的表土的供需分析，该表土是指能够进行剥离、有利于快速恢复地力和植物生长的表层土壤或岩石风化物，不限于耕地的耕作层，园地、林地、草地的腐殖质层，其剥离厚度根据原土壤表土层厚度、复垦土地利用方向及土方需求量确定。

##### (1) 需土分析

根据《土地复垦质量控制标准》林地覆土厚度不低于 0.3m。共计需土约 31681m<sup>3</sup>。需土量详见表 4-8。

表 4-8 需土量分析表

损毁区域	需土单元	面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦方向	设计土层厚度 (m)	需土量 (m <sup>3</sup> )
排土场、弃渣场		6.4651	乔木林地	0.3	19395
主井井口		0.0037	乔木林地	0.3	11
风井井口		0.0033	乔木林地	0.3	10
矿山道路		0.1469	乔木林地	0.3	441
生活区		0.0220	乔木林地	0.3	66
露天开采区及预测塌陷范围		3.9194	乔木林地	0.3	11758
合计		10.5604			31681

#### 2、供土分析

通过对现场周边踏勘，项目区内均为林地，土壤以黄壤为主。良好的土层条件可以为客土土源提供良好的条件。项目区尚为进行建设、开采，矿山建设、开采拟损毁土地面积 10.5604hm<sup>2</sup>，损毁地类为乔木林地，可剥离表土厚度大于 40cm，

按 35cm 对拟损毁区进行表土剥离，可得表土 36961m<sup>3</sup>。

表 4-9 供土分析

供土单元	面积	原土层厚度	可供土层厚度	可供土量
	m <sup>2</sup>	m	m	m <sup>3</sup>
拟损毁区	105604	>0.4	0.35	36961
合计	105604			36961

### 3、供需土平衡分析表

综合以上分析，本次复垦所需土壤从位于矿山拟损毁区取土可得到有效保障满足复垦需。

### 2、水资源平衡分析

项目区灌溉水源主要来自天然降水，本区全年降水量匮乏，参照《四川省水文手册》，多年平均降雨量在 814~1064mm 间，平均降水量 ( $\bar{P}$ ) 约为 988.9mm，多年平均径流深 (R) 约为 665mm，则每公顷地下水径流为 6650m<sup>3</sup>。

根据《四川省用水定额》（川府函[2021]8号），广元市青川县灌溉分区属 V 区，按灌溉保障率 90%考虑，该区域内林木育苗用水定额通用值为 160m<sup>3</sup>/亩，折合 2400m<sup>3</sup>/公顷，因此自然降雨可满足林地需水量。

#### （四）土地复垦质量要求

##### 林地复垦质量要求

复垦为林地部分复垦质量要求参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036—2013)中表 D.8 西南山地丘陵区土地复垦质量控制标准，其复垦标准详见表 4-10。

表 4-10 复垦林地质量控制标准

复垦方向		指标类型	基本指标	控制标准
林地	乔木林地	土壤质量	有效土层厚度/cm	≥30
			土壤容重/(g/cm <sup>3</sup> )	≤1.5
			土壤质地	砂土至壤质粘土
			砾石含量/%	≤50
			pH 值	5.5-8.0
			有机质/%	≥1
	配套设施	道路	达到当地各行业工程建设标准要求	
	生产力水平	定植密度/(株/hm <sup>2</sup> )	满足《造林作业设计规程》(LY/T 1607) 要求	
	郁闭度	≥0.30		

## 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

#### (一) 预防控制原则

1、因地制宜原则。根据项目区所在地的自然、气候条件，按照土地适宜性评价的结果，宜农则农，宜林则林合理安排各类用地，使被损毁的土地发挥最大效益，将有潜在可能性的生产力转变为现实生产力。

2、可持续性原则。可持续发展思想对于项目土地复垦规划显得特别重要，因为破坏、挖损、占用土地的产生是源于施工期建设，只有通过边建设、边复垦的持续性土地植被恢复，才能达到土地的可持续利用。

3、综合效益原则。生态环境的恢复和治理是一项系统工程，关联众多因素，涉及自然、经济、社会各个方面。要以生态系统的弹性出发，以生态效益为目标，考虑治理的可能性和经济的可承受性，同时兼顾社会效益。

4、整体性原则。要着眼于生态系统的整体性，协调一致，建设、复垦、生态恢复要统一考虑。坚持施工工艺设计与复垦设计相统一做法，把复垦内容纳入建设计划之中，统一规划、统一管理，使建设程序与土地复垦的要求相协调，既可节省复垦费用，更能使遭破坏的地表尽快恢复其功能。

#### (二) 预防控制措施

项目区在土地复垦与生态重建的同时，必须遵循“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，对项目区的土地破坏实施预防与控制的措施。

1、考虑合理优化工程施工计划及设施布局，如施工便道尽量就近利用既有乡村道路或农村居民设施，以减少临时占地数量，最大程度地减缓对土地的破坏。

2、由于开挖、施工场地、施工便道等临时场地建设，只有在临时设施使用功能完成后才能进行土地复垦，但在施工期间工程也应对各类场地采取了相应的工程及植物防护措施，减少及避免水土流失的发生，尤其是对原有土地的表土、耕植土要进行妥善的单独堆存，为以后的土地复垦提供可用的土源。

3、建设单位应根据本项目编报的水土保持方案报告书和环境影响评价报告书，控制由于水土流失和其他环境问题引起的间接损坏、占压土地资源现象发生。

4、项目实施过程应严格遵循施工组织设计进行管理，按相关规定程序施工，文明施工，减少对水土资源的破坏。

## 二、矿山地质环境保护与恢复治理工程

本矿山存在的主要矿山地质环境问题是滑坡灾害、泥石流灾害和地下采矿引发的地面塌陷灾害及其对地形地貌景观和土地资源的破坏。根据开发利用方案的有关内容，结合地质灾害危险性评估结论和矿山地质环境的现状和预测评估结果，按照矿山地质环境保护与恢复治理的原则、目标和任务要求，确定本矿山地质环境恢复治理工程。

本方案提供的防治工程主要为本方案适用期内的初步治理方案，具体防治工程施工前应做详细施工图阶段勘察、设计。

### （一）矿山地质环境保护工程

根据矿山地质环境影响评估结果，针对矿山地质环境保护与恢复治理分区，提出以下矿山地质环境预防措施，以减少和避免矿山地质环境问题的发生。

1. 地面塌陷的预防措施：矿山在开采时应按开发利用方案要求预留矿柱、矿墙，及时回填采空区等；

2. 滑坡预防措施：在灾害影响区域修筑拦挡工程、排水工程，消除隐患或采取避让措施；

3. 泥石流预防措施：合理堆放废渣并护坡，消除或固化物源；修筑拦挡工程、疏浚排水系统，消除诱发泥石流的物源条件；

4. 含水层保护措施：修筑排水沟、引流渠、防渗漏处理等问题，防止有毒有害废水、固废淋滤液污染地下水；揭穿含水层的井巷工程，应采取止水措施，防止地下水串层污染；采取帷幕注浆隔水、灌浆堵漏、防渗墙等工程措施，最大限度的阻止地下水进入矿坑，减少矿坑排水量，保护地下水资源；

5. 地形地貌景观保护措施：尽量避免或少占用破坏耕地；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，减少土地资源的占用和破坏；边开采边治理，及时恢复植被。

### （二）地质环境恢复治理工程

#### 1、弃渣场治理工程

区域内弃渣场引发滑坡地质灾害可能性大，设计挡墙进行支挡，拦渣墙设计技术参数：拦渣墙采用浆砌片石重力式挡墙，采用 M10 浆砌块石砌筑，M10 水泥砂浆抹面，墙高 6.0m，底宽 4.0m，顶宽 1.0m，基础埋深 1.5m，基础位于风化片



岩上。墙身设置排水孔，排水孔水平方向间距 1.5m，垂直方向间距 1.5m，呈梅花状布置，排水孔外倾坡比不小于 5%，泄水孔处回填碎石作反滤层，挡墙大样见图 5-1。挡渣墙长 300m。

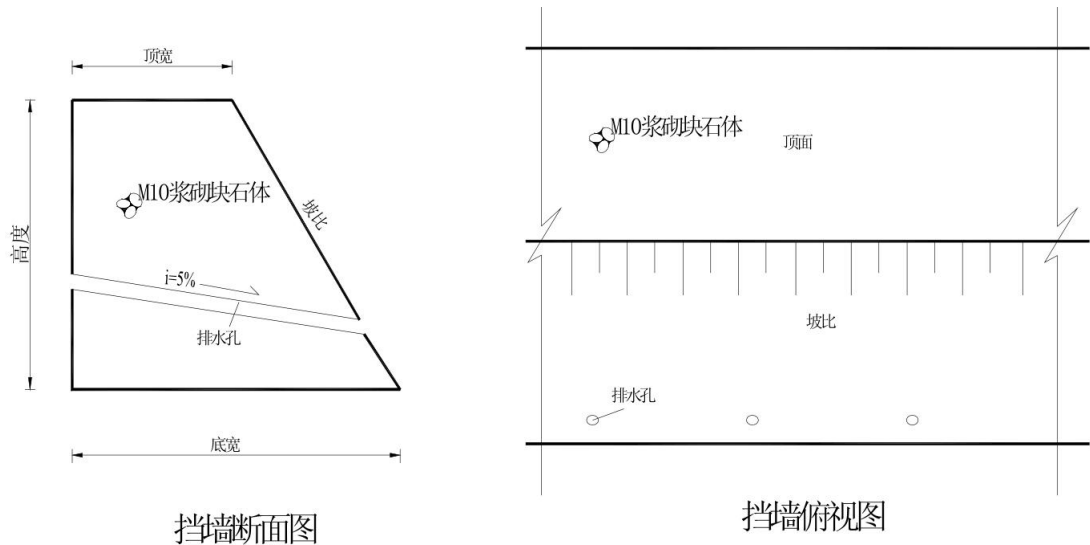


图 5-1 拦挡结构大样示意图

## 2、警示标志

矿山在生产过程中应对采矿作业影响区域尤其是底部平台周围明显位置挂示警示牌及避让牌，避免行人及车辆误入工作区造成人员及财产损失。本次设计了警示牌及避让牌 10 张。

## 三、矿区土地复垦

### (一) 工程技术措施期主要工程量

工程复垦技术是指工程复垦中，按照所在地区自然环境条件和复垦地利用方向要求，对受影响的土地采取回填、堆砌、平整等各种手段，并结合一定的防洪防涝等措施进行处理。项目区土地复垦要采取的工程措施主要为表土剥覆工程、拆除工程、土地平整工程、道路工程和管护工程等。与环境恢复治理及开发利用方案重复的工程不再单独进行工程量核算。

#### 1、拆除工程措施

拆除生活区构筑物和各井口的构筑物。构筑物拆除工程包括墙体拆除（砖混结构）。根据现场设计，地面构筑物多以 0.20m 墙体为主，单层高度多为 3m 左右，本方案中统一按照 0.20m 厚和 3m 高进行计算。拆除后的废渣用于采空区回填。

墙体拆除以平方米为计算，地板拆除以立方米计算。构筑物拆除工程设计：

**屋顶拆除→墙体拆除→屋基拆除→院坝拆除→垃圾处理→清除杂物**

清理工程主要是针对拆除后的废渣和可利用材料的清理，废渣用于采空区回填，可利用旧材料由业主负责外售或再利用。清理工程主要是采用人工机械运输石渣和剩余残渣清除，拆除后杂物统一堆放于废石堆进行处置。

本项目中拆除工程主要针对拆除工程主要是针对构筑物进行拆除，构筑物墙体按高 3m，宽 0.2m 计算，墙体拆除方量为墙体长宽高乘积。砼地面统一按照拆 0.1m 进行计算，地面拆除放量为占地面积与厚度乘积。

**表 5-1 构筑物规模统计表**

位置	建筑物	结构	长	宽	面积	周长	墙高	墙体	墙体
			(m)	(m)	(m <sup>2</sup> )	(m)	(m)	面积	体积
生活区	办公楼	砖混	7.5	4.6	34.5	24.2	6	145.2	34.848
	宿舍	砖混	7.1	4.3	30.53	22.8	3	68.4	16.416
	水池	砖混	8.8	4.3	37.84	26.2	2	52.4	12.576
合计									63.84

表 5-2 构筑物拆除工程

单元	构筑物拆除			砼地面拆除		废渣方量(m <sup>3</sup> )
	拆除面积(m <sup>2</sup> )	墙体总面积(m <sup>2</sup> )	拆除方量(m <sup>3</sup> )	拆除面积(m <sup>2</sup> )	拆除方量(m <sup>3</sup> )	
办公楼	34.5	145.2	34.848	34.5	3.45	38.298
宿舍	30.53	68.4	16.416	30.53	3.053	19.469
水池	37.84	52.4	12.576	37.84	3.784	16.36
合计	102.87	266.00	63.84	102.87	10.29	74.13

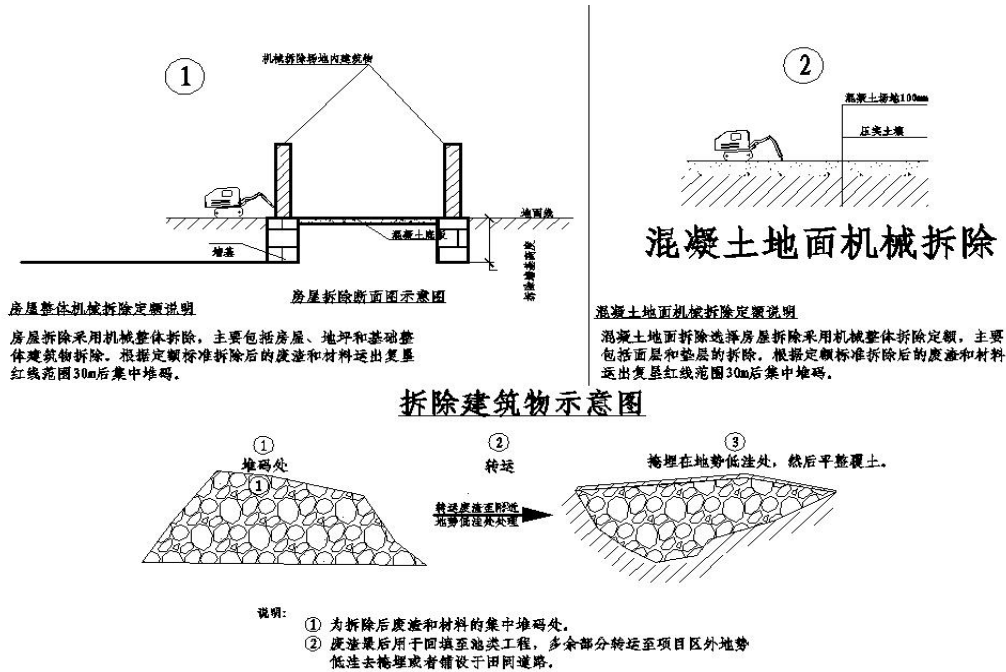


图 5-1 拆除建筑物示意图

## 2、表土剥离回覆工程设计

### (1) 表土剥离

本项目在工程施工前，首先对表土进行剥离，表土堆放在复垦责任范围内规划的堆土区中。

根据现场实地查勘，根据现场踏勘情况可知，区内现状全部为乔木林地，土层平均厚度为 40cm，故本项目按照剥离厚度 35cm，一次剥离。表土剥离后堆放在项目区东侧的堆土场内，本项目共计剥离表土 36961m<sup>3</sup>。堆土场底部安设土袋挡墙，利用挖除的土方装入编织袋中，扎紧袋口，将土袋码放在规划堆土地周围，上下交错码放。有防雨布铺在堆土（或堆料）表面，并用砖石压护，并按照设计尺寸，人工开挖排水沟，开挖土方用于场地平整，然后夯实土质周边。堆土场现状为自然斜坡，设计采用土边坡放坡，右侧设计采用土边坡加挡土墙的支持

形式，避免积水侵蚀边坡。腐殖土、含水量超过要求的土体不得作为填料；回填前，必须先修建填方坡脚挡土墙，并保证挡土墙不受施工损坏。堆土场坡面需要修整为台阶状，台面宽度不得小于 2m，规格为 0.3m×0.3m 的简易矩形土质排水沟，预防水土流失（该工程量计入矿山建设中）。堆土完成后，在表土堆表面铺网并及时播撒草种。

表 5-3 表土剥离取土工程量测算表

供土单元	面积 (m <sup>2</sup> )	供土厚度 (m)	可供土量 (m <sup>3</sup> )
拟损毁区	105604	0.35	36961

(2) 表土回覆

按林地 0.3m 进行表土回覆, 多余表土平铺于复垦区内。由于表土回覆区域距离不一, 为便于计算, 根据各需土区域土量和运输距离, 本项目中机械运输距离统一取 500m 进行计算。

表土剥离回覆工序见图 5-2。

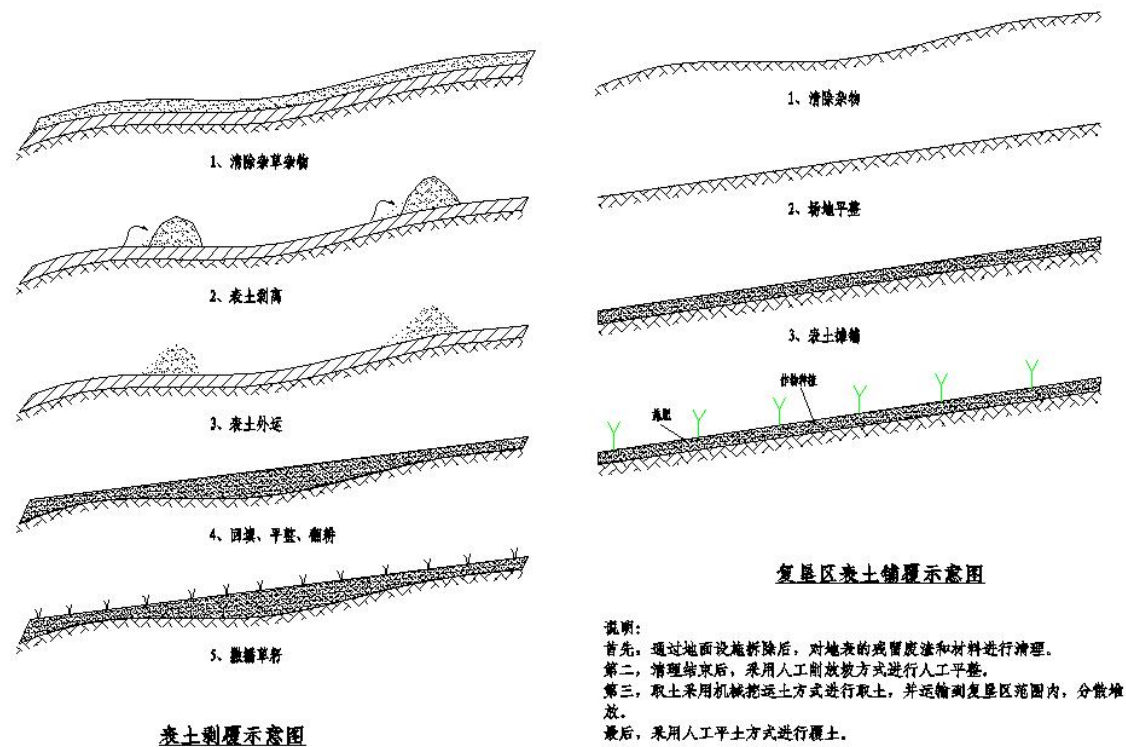


图 5-2 表土剥离覆工程大样图

3、土地平整措施

土地平整工程主要通过人工或推土机进行场地平整，通过推高、填低，尽量保持地面平整，本方案在复垦时仅对生活区、主井井口、风井井口、排土场、弃渣场、矿山道路、除露天采场范围外的预测沉降区、终了平台、安全平台及清扫平台进行土地平整，平整面积 9.7353hm<sup>2</sup>。

### （三）配套工程措施

排水沟：本项目在各复垦单元均需修建排水沟和沉沙凼。需修建截排水沟 2 条 1054m，沉沙凼 3 个。排水沟采用矩形断面结构，沟宽 0.3m，沟深 0.4m，沟底采用 60mm 厚 C20 混凝土，沟壁采用 18cm 厚 M7.5 浆砌砖并采取水泥砂浆抹面，设置 0.1m×0.1m 的渗水孔，对底部进行夯实。沉沙凼规格 1.0\*1.0\*0.8m，池底采用 20mm 厚 C20 混凝土，沟壁采用 24cm 厚 M7.5 浆砌砖，并采取水泥砂浆抹面，矿山开发利用方案中已设计了排水沟，因此本方案排水沟工程不纳入预算。

表 5-4 排灌工程量测算表

区域	工程名称	单位	工程量	规格	备注
压占区	截水沟	m	1054	0.3*0.4m	不纳入预算
	沉砂池	口	4	1.0*1.0*0.8m	

### （三）生物和化学措施

复垦耕地的工程措施是改变其外在环境，相配套的生物化学措施可以改善复垦土壤内在的生态环境。耕地复垦的生物化学措施在工程复垦措施之后进行。

1、科学制订种植制度。根据复垦后的耕地土壤状况及肥力情况，采取不同的方式对复垦后的耕地进行耕层土壤熟化建设。按复垦后土壤的熟化程度采取不同的种植方式或制定不同种植制度以尽快恢复土壤肥力。

2、施用化学肥料，有效防治杂草。在耕地内种植作物，在培肥上尽量少施化学肥料，多施农家肥料和有机肥料，以利于地力培肥；对于耕地杂草较多的区域，应采用无污染或无残毒的除草剂农药及时除草。

3、有效提高耕地输出功能。经培肥的耕地有较完整的工程措施和较好的农业生产环境。尽量安排种植当地附加值高的农作物。以显著提高耕地的输出功能。

4、因地制宜，地尽其用。尽量做到：宜耕则耕、宜林则林。符合基本农田的应纳入基本农田给予保护。

5、加强生态环境系统建设。刚复垦后的耕地由于土壤团粒结构少等因素所致，土壤内在系统十分脆弱土壤肥力很差，需要采取综合措施对其进行培肥与保

护才能形成标准的基本农田。在耕地的施工过程中对堆渣场的边坡、排水沟等采取植树、种草等措施恢复植被，避免水土流失，保护生态环境。同时，复垦区内的生态植被系统还在完善之中十分脆弱，如果对耕地保护措施不当，将会在各种自然或人为因素的综合作用下，很容易产生水土流失，对耕地环境和作物的生长起到严重的破坏作用，影响复垦效果。

6、复垦耕地在复垦后的前3年建议种植豆科植物，以便让土壤尽快熟化。

方案设计如下：

1、土地翻耕：翻耕工程有利于疏松土层，保持土层良好的透气性，便于植物根系发育，有利于作物生长，为农业生产中常用措施。对复垦区土地（终采边坡外）翻耕，翻耕面积  $9.7353\text{hm}^2$ ；

2、施肥：对复垦为林地区域施复合肥，施用规格为  $1\text{t}/\text{hm}^2$ ；施肥面积  $10.5604\text{hm}^2$ 。

3. 乔木、灌木种植设计：乔木种类为柳杉与栎类乔木，设计种植密度为  $1500\text{株}/\text{hm}^2$ ，胸径  $5\text{--}7\text{cm}$ 。在终采边坡下方种植爬山虎，栽种间距  $2\text{m}$  栽种时，需带土团播种，坑穴规格采用  $0.5\text{m}\times 0.5\text{m}\times 0.5\text{m}$ 。带土球乔木放置于挖好的坑穴内，填土时保持填入土壤土质疏松，透气性良好。栽植时注意苗木直立穴中，保持根系舒展，分层覆土，覆土至距离地表标高  $0.15\text{m}$  后灌透水，扶正苗木，最后覆土用脚踩实。苗木种植主要针对复垦为林地区域，种植密度为  $1500\text{株}/\text{hm}^2$ ，共种植乔木  $14603\text{株}$ 。合计种植爬山虎  $3030\text{株}$ 。

4. 草本植物播撒设计：本项目针对复垦为林地区域播撒草籽，草籽选择为多花黑麦草，播撒面积  $10.5604\text{hm}^2$ ， $10\text{kg}/\text{hm}^2$ ，合计草籽  $105.6\text{Kg}$ 。

## 四、矿山地质环境监测

### （一）重点监测内容

本方案设计重点监测的内容有：矿山建设及采矿活动引发或可能引发的地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、含水层破坏、地形地貌景观破坏等矿山地质环境问题及主要环境要素。

具体是对防治责任区范围内的降雨量、施工安全监测、整治效果监测和动态长期监测。

### （二）地质灾害监测

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部，2016.12）

第 10.6 条之规定：矿山地质环境监测工程具体要求参照 DZ/T0223-2011 中的 9.3.1 和 9.3.2 条款。在矿山地质环境问题现状分析和预测分析的基础上，结合矿山开发利用方案和开采设计，参照 9.3.1、和 9.3.2 条款，可采取以下措施：

### （1）监测内容

地质灾害监测主要针对露天采场边坡、弃渣（弃土）堆、临时废渣场进行监测，根据现状评估及预测评估，采矿过程中可能发生崩塌、滑坡地质灾害，同时还存在地形地貌景观破坏等矿山地质环境问题，矿山地质环境监测的对象主要为露天采场边坡、排土场、弃渣场、预测沉降区及矿区西南侧陡坡稳定情况、地形地貌景观破坏情况、临时废渣场及其挡渣（土）墙等。

### （2）监测方法及措施

本方案拟选取人工巡视为主，由矿山派专人定期对露天采场边坡、弃渣（弃土）堆、临时废渣场及周边范围，包括对临时废渣场的挡渣（土）墙进行巡查，及时发现

监测对象的宏观变形现象，共设置 6 个监测点，及时掌握地表位移变化动态，以取得观测数据资料为原则。具体监测措施如下：

①加强矿山监测管理工作，完善地质灾害监测的各项规章制度。

②明确矿区地质灾害监测人员，把责任落实到人、到岗，针对可能诱发地质灾害的地段，派人巡检，发现安全隐患应及时通报处理。监测人员必须经过技术培训，能够熟练掌握监测方法。

③及时探访矿区周边群众，注意收集矿区周边环境变化的有关信息，并加以综合分析，提出应对和解决措施。

④主要采用人工观巡视测法，观测边坡上的裂缝、位移、坍塌，地面沉降裂缝等现象以及采场地形地貌景观变化，监测结果要做好记录。发现异常情况，应及时通报处理。

### （3）监测频率

汛期（每年 5 月～年 9 月）每月监测 2 次，非汛期（每年 10～次年 4 月）每月监测 1 次，即 17 次/年。雨季尤其是持续降雨或大暴雨时每天或雨后一次加密巡视观测。如异常变化剧烈时应增加观测次数，可增至每日一次。监测期限为 19.5 年（2024 年 1 月～2043 年 6 月）。总工作量 1974 点·次。

## 五、矿区土地复垦监测与管护

### （一）土地损毁情况监测

矿山建设生产过程中，应对损毁土地进行监测。包括对损毁土地位置、损毁土地面积、损毁形式等。若因生产工艺流程改变，对损毁土地的损毁时序、位置产生变化，应对土地复垦方案进行修正。监测过程中，对于涉及到表土剥离区域，应对表土是否剥离进行监测，矸石堆周边应重点对土壤及地下水污染情况进行监测。每年进行1次土地损毁情况监测，主要监测内容为对矿山土地损毁情况进行监测，监测方式为人工巡视监测。监测年限为16.0年，共计16次。

### （二）复垦效果监测

随着复垦工程的进行，为了保证工程达标，对已完成复垦工程的区域需要进行复垦效果监测，重点监测复垦后耕地、林地的土壤质量、植被和配套设施情况。每半年进行1次复垦效果监测复垦区农作物及树木生长情况进行观察，监测年限为3年，共计6次。监测方法为随机调查法，由矿方出资雇佣专职人员（或当地村民）进行监测，监测方式为人工巡视监测。

复垦完第一年进行土地质量监测，在复垦区随机选取三个位置，各取一组样进行质量检测，土壤质量的监测内容：地面坡度、有效土层厚度、pH值、有机质、全氮、有效磷、速效钾、土壤表层盐分含量。

### （三）复垦区管护

复垦后的林地，要进行管护。

（1）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做一些灌溉，以保护林带苗木成活率。

（2）养分管理在植被损毁、风沙严重的沙准、荒地，防护林幼林时期的抚育一般不宜除草松土，应以防旱施肥为主。

#### （3）林木修枝

林带刚进入郁闭阶段时，由于灌木或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

通过修枝（包括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，群众有



丰富的经验，如“宁低勿高，次多量少，先下后上，茬短口尖”以及修枝高度不超过林木全高的  $1/3 \sim 1/2$  等（即林冠枝下高，不超过全高的  $1/3$  或  $1/2$ ）。

#### （4）林木密度调控

林带郁闭后，抚育工作的主要任务是通过人为干涉，调节树种间的关系，调节林带的结构，保证主要树种的健康生长。同时，通过这一阶段的抚育修枝间伐，为当地提供相当的经济效益。林带的树种组成与密度基本处于稳定状态，但是仍应隔一定时间对林带进行调节，及时伐掉枯梢木和病腐木等。

#### （5）林木补植

对复垦区内未成活的树苗进行补种，补种率按10%计算。

#### （6）林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时地进行管护。对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施用药品等控制灾害的发生。

#### （7）施肥

对复垦区内栽植的乔木施肥，施用规格为  $1\text{t}/\text{hm}^2$ ；施肥面积  $10.5604\text{hm}^2$ 。频率为1年一次，管护期内共3次。

根据管护工程设计，本方案设计工程管护工作内容，管护面积为  $10.5604\text{hm}^2$ ，管护频率为每半年一次。管护年限为3年，共计6次。

## 六、工程量汇总

本项目主要为恢复治理和土地复垦工程，涉及的工程量汇总见表 5-10 和表 5-11。

表 5-10 矿山恢复治理工程量估算表

序号	项目	单位	工作量	备注
一	堆渣场防治工程			开发利用方案已设计 不纳入预算
	拦渣墙	m	300	
二	警示标牌			
	警示牌	个	10	
三	监测			
	地质灾害监测	点·次	1974	

表 5-11 矿山土地复垦工程量估算表

序号	工程名称	单位	数量	备注
1	土壤重构			
1.1	拆除工程			
1.1.1	砖混结构	m <sup>2</sup>	63.84	
1.1.2	构筑物拆除	m <sup>2</sup>	10.29	
1.1.3	废渣运输	m <sup>3</sup>	74.13	运距 500m
1.2	表土剥覆			
1.2.1	表土剥离（机械）	m <sup>3</sup>	36961	运距 500m
1.2.2	表土回覆（机械）	m <sup>3</sup>	31681	运距 500m
1.3	场地平整（机械）	hm <sup>2</sup>	9.7353	
1.4	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	9.7353	
2	配套工程			
2.1	排水沟	m	1054	不纳入预算
2.2	沉沙凼	个	3	
2.4.1	土方开挖	m <sup>3</sup>	4.40	
2.4.2	石方开挖	m <sup>3</sup>	3.34	
2.4.3	C20 砼底板	m <sup>3</sup>	0.60	
2.4.4	M7.5 浆砌砖边墙	m <sup>3</sup>	3.39	
2.4.5	1: 2.5 水泥砂浆抹立面(厚 2cm)	m <sup>2</sup>	9.60	
3	生物化学工程			
3.1	机械地力陪肥（1t/hm <sup>2</sup> ）	hm <sup>2</sup>	10.5604	
4	植被重构工程			
4.1	种植乔木	株	14603	
4.2	种植爬山虎	株	3030	
4.3	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	10.5604	
5	监测			
5.1	土地损毁监测	次	18	
5.2	复垦效果监测	次	6	
5.3	土壤质量检测	次	1	
6	管护			
6.1	修枝及密度调控	次	6	
6.2	施肥	hm <sup>2</sup>	31.6812	
6.3	补植	株	1460	

## 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

根据矿山地质环境保护与恢复治理分期土地损毁预测,针对工程建设活动引发矿山地质环境问题的特点和造成危害程度,采取有效的防治措施,把环境治理的工程措施与监测预警措施,永久性保护措施和临时性措施有机结合起来,合理确定矿山地质环境保护与恢复治理方案的总体布局,以形成完整的,科学的矿山地质环境保护与恢复治理体系。最终达到改善生态环境,实现社会、经济、自然的协调发展。

### 二、阶段实施计划

综合治理和土地复垦工程主要针对已经形成的地质灾害的防治及本方案适用年限内的可能出现的矿山地质环境问题进行防治,并对不再使用的工业场地进行土地复垦,具体工作部署包括以下几方面内容:

- 1、2024年1月~2024年12月:做好监测,修建排水沟、渣挡墙,设置警示标牌。
- 2、2025年1月~2038年12月:做好监测。
- 3、2039年1月~2039年6月:完成闭坑、土地复垦等相关工作。
- 4、2039年7月~2043年6月:做好监测和管护。

### 三、近期年度工作安排

第一阶段为2024年1月至2028年12月,主要工作安排为对各废石堆进行支挡,对不稳定斜坡和陡崖进行被动网防护,废弃井口、废石堆复绿,做好监测,设置警示标牌。

第一阶段工作量见表6-1和表6-2。

表6-1 矿山恢复治理阶段及年度工程量估算表

阶段	年度	序号	项目	单位	工作量
第一阶段	2024.01~ 2024.12	一	堆渣场防治工程	单位	工程量
			拦渣墙	m	371
		二	警示标牌		
			警示牌	个	10
		三	监测		

			地质灾害监测	点·次	102
	2025.01 ~ 2025.12	—	监测		
			地质灾害监测	点·次	102
	2026.01 ~ 2026.12	—	监测		
			地质灾害监测	点·次	102
	2027.01 ~ 2027.12	—	监测		
			地质灾害监测	点·次	102
	2028.01 ~ 2028.12	—	监测		
			地质灾害监测	点·次	102
后续阶段	2029.01 ~ 2043.06	—	监测		
			地质灾害监测	点·次	1974

表 6-2 土地复垦阶段及年度工程量估算表

阶段	年度	序号	项目	单位	工作量	
第一阶段	2024.01~2024.12	—	土壤重构工程			
		1	表土剥覆工程			
		1.1	表土剥离（机械）	m <sup>3</sup>	31681	
		2	配套工程			
		2.1	排水沟	m	1054	
		2.2	沉沙凼	口	3	
		3	监测			
		3.1	土地损毁监测	次	1	
	2025.01~2025.12	1	监测			
		1.1	土地损毁监测	次	1	
	2026.01~2026.12	1	监测			
		1.1	土地损毁监测	次	1	
	2027.01~2027.12	1	监测			
		1.1	土地损毁监测	次	1	
	2028.01~2028.12	1	监测			
		1.1	土地损毁监测	次	1	
	后续阶段	2029.01~2043.06	1	土壤重构工程		
			1.1	拆除工程		
1.1.1			砖混结构	m <sup>2</sup>	63.84	
1.1.2			混凝土地面拆除	m <sup>2</sup>	10.29	
1.1.3			废渣运输	m <sup>3</sup>	74.13	
1.2			表土剥覆工程			
1.2.2			表土回覆（机械）	m <sup>3</sup>	31681	
1.3			场地平整（机械）	hm <sup>2</sup>	9.7353	
1.4			土地翻耕	hm <sup>2</sup>	9.7353	
2			生物化学工程			
2.1			施用复合肥（1t/hm <sup>2</sup> ）	hm <sup>2</sup>	10.5604	
3			植被重构工程			
3.1			栽植乔木	株	14603	
3.2			栽植爬山虎	株	14603	
3.3	草籽播撒	hm <sup>2</sup>	10.5604			

	4	监测		
	4.1	土地损毁监测	次	13
	4.2	复垦效果监测	次	6
	4.3	土壤质量检测	次	1
	5	管护		
	5.1	管护	次	6

## 第七章 经费估算与进度安排

### 一、矿山地质环境治理工程经费估算

#### (一) 估算依据

##### 1、编制依据

(1) 四川省财政厅四川省国土资源厅关于印发《四川省地质灾害治理工程概(预)算标准(试行)》的通知(川财投〔2013〕145号)；

(2) 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〈四川省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〕63号)；

(3) 《四川省地质灾害防治工程设计概(估)算编制规定》(试行)；

(4) 《四川省地质灾害治理工程概(预)算标准》治理工程预算定额(试行)；

(5) 《地质调查项目预算标准》(2010试用版)；

(6) 《四川省地质灾害治理工程概(预)算标准(修订)》(川自然资发〔2018〕9号)。

##### 2、费用构成及计算标准

估算费用由工程施工费、独立费和基本预备费组成。在计算中以元为单位，取小数点后2位计到分，汇总后取整数值计到元。

##### (1) 主体建筑工程费

其二级科目包括直接费、间接费、利润和税金。其中直接费由直接施工费和措施费组成。

##### 1) 直接费(含直接工程费和措施费)

a、直接工程费=人工费+材料费+施工机械使用费。

①人工费=定额劳动量（工时）×人工预算单价（元/工时），人工预算单价分工长、高级工、中级工和初级工，最低工资标准为 1200 元/月。人工预算单价按《四川省地质灾害防治工程概（预）算标准》，工长 16.22 元/工时、高级工 15.30 元/工时、中级工 13.44 元/工时，初级工 11.02 元/时。

②材料费=定额材料用量×材料预算单价（或材料限价），本方案部分采用信息单价，部分采用市场询问价计算；

③施工机械使用费=定额机械使用量（台时）×施工机械台时费（元/台时），按照《四川省地质灾害治理工程概（预）算标准工程施工机械台时费定额及混凝土、砂浆配合比基价（试行）》及有关规定计算；

b、措施费=直接工程费×措施费率；

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、特殊地区施工增加费、安全文明生产措施费和其他。

① 临时设施费费率分工程类别取值。计算费率见表 7-1。

表 7-1 临时设施费费率

工程类别	临时设施费费率%							
	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	其他工程
泥石流治理工程	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	3.1	3.1	3.1
崩塌、滑坡治理工程	2.1	2.1	2.1	3.1	3.1	3.1	2.1	2.1
其他地质灾害治理工程	2.1	2.1	2.1	3.1	3.1	3.1	2.1	2.1

②该项目位置不属于四川省冬季气温区，不计冬季施工增加费；该项目地处四川省雨量区 II 区，雨季期为 4 个月，不同工程类别雨季施工增加费费率为：泥石流治理工程为 1.2%、崩塌、滑坡治理工程为 1.0%、其他地质灾害治理工程为 0.8%；

③该工程为一班制作业，不计夜间施工增加费；

④该工程位置不属于特殊地区，故不计特殊地区施工增加费；

⑤安全文明生产措施费：按直接工程费的 2.0% 计算；

⑥其它：按直接工程费的 1.1% 计算。

2) 间接费=直接费×费率，分企业管理费及规费，费率分工程类别取值，见表 7-2、7-3。

表 7-2 企业管理费费率

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	其他工程
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

表 7-3 规费费率

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	其他工程
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

(3) 利润= (直接费+间接费) × 7%

(4) 税金= (直接费+间接费+利润+价差) × 税率 (营改增调整后取 9%)

(5) 建安工程费分主体建筑工程及施工临时工程两部分费用，本项目仅计算主体建筑工程部分。

## (2) 独立费

其二级科目包括建设管理费、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。

### 1) 建设管理费

三级科目分为项目建设管理费、造价咨询费、招标代理服务费和工程建设监理费。

a、项目建设单位管理费分为建设单位管理费、工程验收费及勘查、可行性研究、初步设计、施工图审查费。

①建设单位管理费计费基数为建安工程费，采用差额定率累进法计算，按 2% 计。

②工程验收费按建安工程费的 0.6% 计算，最低 5000 元。

① 本项目不计勘查、可行性研究、初步设计、施工图审查费。

### b、造价咨询费

竣工结算审核费，采用差额定率累进法计算；



② 竣工结算审核费：采用差额定律累进法计算。

c、招标代理服务费

以建安费作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

d、工程建设监理费

=监理费基价\*（1+浮动幅度值）\* 工程复杂程度系数\*高程调整系数

① 监理费基价：采用差额定律累进法计算，最小值取 20000 元；

② 浮动幅度值：本项目不取；

③ 工程复杂程度系数为 1；

④ 高程调整系数为 1。

2) 科研勘测设计费

三级科目分为矿山地质环境调查费、矿山地质环境恢复治理方案编制费。

a、矿山地质环境调查费：本项目不计；

b、矿山地质环境恢复治理方案编制费：本项目按市场价计 3.0 万元。

3) 建设及施工场地征用费

本项目为矿山自用地，不计建设及施工场地征用费。

4) 其他，三级科目分为工程保险费、工程质量检测费和监测费

a、工程保险费：按建安工程费的 0.45% 计算；

b、工程质量检测费：按建安工程费的 0.6% 计算；

c、监测费：按建安工程费的 2% 计算。

(3) 监测费

由于主要采用人工巡排查法监测，本监测费按人工单价费×工日计算得出。

监测人工单价费采用市场人工工日价格为 150 元/工日。

(4) 预备费

二级科目包括基本预备费、价差预备费

1) 地质灾害治理工程不计算价差预备费；

2) 基本预备按建安工程费的 8% 计算。

(5) 其他说明

本项目地距原料采购地较近，因此未计算材料运输费。

## (二) 矿山地质环境治理工程经费估算

项目估算总投资 40.48 万元，其中建筑工程费 0.20 万元、独立费 7.67 万元、

监测费 29.61 万元，基本预备费 3.00 万元，未计价差预备费。

表 7-4 恢复治理工程估算总表

工程名称：青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿山地质环境治理工程

单位：元

序号	工程或费用名称	建安工程费	独立费用	合计	占一至五部分投资 (%)
I	第一部分 主体建筑工程	2000.00		2000.00	0.53%
II	第二部分 施工临时工程				
III	第三部分 矿山地质环境监测工程费	296100.00		296100.00	79.01%
IV	第四部分 独立费		76667.90	76667.90	20.46%
V	第五部分 预备费				
	一至三部分投资合计	298100.00	76667.90	374767.90	
	基本预备费			29981.43	
	静态总投资			404749.33	
	价差预备费				
	总投资			404749.33	

矿山地质环境治理费用估算结果详见附表。

## 二、矿山土地复垦工程经费估算

### (一) 估算依据

#### 1、编制依据

- 1) 《土地开发整理项目预算定额标准》(财政部、国土资源部财综[2011]128号文)；
- 2) 《土地复垦编制规程》；
- 3) 《土地开发整理项目预算编制实务》(2012年国土资源土地整治中心)；
- 4) 《土地开发整理项目规划设计规范》(TD/T1012.2000)；
- 5) 《土地开发整理项目施工机械台班费定额》；
- 6) 《水土保持工程概算定额》；
- 7) 《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改增值税计价依据调整过度实施方案的通知》(国土资厅发[2017]19号)；
- 8) 《四川省工程造价信息》(2023年第9期信息价)。

#### 2、取费标准和计算方法的说明

土地复垦费用估算由工程施工费(含工程措施施工费和生化措施施工费)、设备购置费、其他费用、复垦监测与管护费和预备费 5 大部分组成，在计算中，

人工费、材料费、机械费定额取小数点后二位，工程量取小数点后二位。

### 1) 工程施工费

工程施工费是在复垦过程中采用工程措施和生化措施进行复垦而发生的费用总和，由工程措施施工费和生化措施施工费组成，其包含直接费、间接费、利润、税金 4 项费用。

#### (1) 直接费

直接费由直接工程费和措施费组成。

#### ①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

工费=∑分项工程量×分项工程定额人工费。

材料费：主要原材料参照当地市场价格，部分材料价格参考周边城市市场价格。本次预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×材料预算单价。

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。主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费和安全施工措施费。

a、临时设施费。包括：临时设施的搭设、维修、拆除费或摊销费。根据不同工程性质，临时设施费率见表 7-5。

表 7-5 临时设施费率表

序号	工程类别	计算基础	临时设施费率（%）
1	土方工程	直接工程费	2
2	石方工程	直接工程费	2
3	砌体工程	直接工程费	2
4	混凝土工程	直接工程费	3
5	农用井工程	直接工程费	3
6	其它工程	直接工程费	2
7	安装工程	直接工程费	3

注：1) 其他工程：指除上述工程以外的工程，如防渗、架线工程及 PVC 管、混凝土管安装等；2) 安装工程：包括设备及金属结构件（钢管、铸铁管等）安装工程等。

b、冬雨季施工增加费。《编制规定》规定，根据不同地区，按直接工程费的百分率计算，费率确定为 0.7~1.50%。

c、夜间施工增加费。仅指混凝土工程、农用井工程需连续作业工程部分，

取费按照直接工程费的百分率计算，其中安装工程为 0.50%，建筑工程为 0.20%。本项目不涉及此项费用。

d、施工辅助费。取费按照直接工程费的百分率计算，其中安装工程为 1.00%，建筑工程为 0.70%。

e、特殊地区施工增加费。指在高海拔、酷热、风沙和原始森林等特殊地区施工而增加的费用，本项目不涉及。

f、安全施工措施费。指根据国家现行的施工安全、施工现场环境与卫生标准和有关规定，购置和更新施工安全防护用具及设施，改善安全生产条件和作业环境，保护施工现场环境所需要的费用，其中：安装工程为 0.3%，建筑工程为 0.2%。

### (2) 间接费

间接费由规费、企业管理费组成，以直接费为取费基础，乘以费率得到，结合本工程施工特点，石方工程间接费按直接费的 7%计列，其他工程按直接费 6%计。

### (3) 利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利。依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定，按直接费和间接费之和的 3.0%计算。

### (4) 税金

按营业税、城乡维护建设税和教育费附加之和计算。计算公式为：

税金 = (直接费 + 间接费 + 利润) × 综合税率

$$\text{综合费率} = \frac{\text{营业税税率} \times (1 + \text{城乡维护建设税税率} + \text{教育费附加税率})}{1 - \text{营业税税率} \times (1 + \text{城乡维护建设税税率} + \text{教育费附加税率})}$$

项目区位于乡镇区域，税金费率标准为 9%，计算基础为直接费、间接费和利润之和。

### (5) 设备购置费

设备购置费是指在土地复垦过程中，因需要购置各种永久性设备所发生的费用。本项目不涉及。

### (6) 其他费用

包括前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费和土地复垦义务人管理费。

①前期工作费

指土地复垦工程在工程施工前所发生的各项支出，包括：土地利用与生态现状调查费、土地复垦方案编制费、土地勘测费、阶段性实施方案编制费和工程招标代理费。

a、土地利用与生态现状调查费

按不超过工程施工费的 0.5% 计算，本项目费率取 0.5%。计算公式为：土地利用与生态现状调查费=工程施工费×0.5%。

b、土地复垦方案编制费

本项目为矿山临时用地土地复垦，方案编制费已在矿上地质环境治理工程中计入，故该项不再重复计算费用。

c、土地勘测费

按不超过工程施工费的 1.5% 计算，计算公式为：项目勘测费=工程施工费×1.5%，矿山企业已开展相关工作，因此本方案不计。

d、阶段性实施方案编制费

以工程施工费与设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以 1.1 的调整系数），各区间按内插法确定。同时，本项目地貌类型属于丘陵、山区，因此工程施工费要乘以 1.1 的系数。

表 7-6 阶段性实施方案编制费计费标准 单位：万元

序号	计费基数	阶段性实施方案编制费
1	≤500	14
2	1000	27
3	3000	51
4	5000	76
5	8000	115
6	10000	141
7	20000	262
8	40000	487
9	60000	701
10	80000	906
11	100000	1107

注：计算基费大于 10 亿元时，按计费基数的 1.107% 计取。

e、工程招标代理费

以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

2) 工程监理费

工程监理费以工程施工费与设备购置费之和作为计算基数。采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。本项目按市场价 2 万元计。

### 3) 拆迁补偿费

本项目不涉及搬迁补偿费。

### 4) 竣工验收费

竣工验收费=工程复核费+工程验收费+项目决算编制与审计费+复垦后土地重估与登记费+标识设定费。

#### (1) 工程复核费

工程承担单位完成土地复垦实施任务并向当地国土资源管理部门提出验收申请后，管理部门委托专业机构（第三方）对工程任务的完成情况，如净增耕地面积、工程数量、质量等，进行复核并编制相应的报告所发生的费用。

#### (2) 工程验收费

至项目中间验收及竣工验收所发生的会议费、资料整理费、印刷费等。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额累进法计算。

#### (3) 项目决算编制与审计费

指按相关管理办法及竣工验收规范要求编制竣工报告、决算以及审计所发生的费用。以工程施工费与设备购置费之和作为基数，按照 0.9%比例套算。

#### (4) 复垦后土地重估与登记费

指复垦完成后，主管部门对土地的重新评估与等级所发生的费用。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。

#### (5) 标识设定费

指设立土地复垦标识牌及标识水利设施等所发生的费用。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。

### 5) 土地复垦义务人管理费

土地复垦义务人管理费以工程施工费、设备购置费、前期工程费、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。

### 6) 预备费

预备费是指考虑土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用。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。可按照工程施工费与其他费用之和的3%计取。本项目取3%。

(2) 价差预备费

指为解决在工程施工过程中，因物价（人工工资、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。

$$W_i = a_i [(1+r)^i - 1]$$

$W_i$ 为第*i*年价差预备费；

$a_i$ 为每年的静态投资费；

$r$ 为国家规定的当年物价指数。本项目物价指数取近30年平均值2%。

(3) 风险金

是指可预见而目前技术上无法完全避免的土地复垦过程中可能发生风险的备用金。本项目不涉及风险金。

(二) 土地复垦工程经费估算

1、估算总投资

项目估算动态总投资 251.72 万元，其中静态总投资 195.18 万元，价差预备费 56.54 万元

静态总投资费用构成为工程措施施工及生化措施费 124.21 万元、设备购置费 0 万元、其他费用 27.83 万元，监测管护费 38.67 万元，基本预备费 4.47 万元。

表 7-7 土地复垦工程估算总表

项目名称：青川天元矿业有限公司四川省青川县通木梁玉石矿矿山土地复垦 项目规模(公顷)： 金额单位：元

序号	工程或费用名称	费用	费率(%)
	(1)	(2)	(3)
一	第一部分 工程措施施工及生化措施费	1242107.06	49.35
二	第二部分 设备购置费		
三	其他费用	278272.87	11.06
四	第四部分 复垦监测与管护费	386659.64	15.36
1	监测费	6200.00	0.25
2	管护费	375459.64	14.92
3	土壤质量检测	5000.00	0.20
五	预备费	610097.41	24.24

1	基本预备费	44704.17	1.78
2	价差预备费	565393.24	22.46
3	风险金		
六	静态总投资	1951743.74	77.54
七	动态总投资	2517136.98	100.00

矿山土地复垦静态投资费用估算结果详见附表。

### 三、总费用汇总与年度安排

#### (一) 总费用构成与汇总

总费用由地质环境保护治理和土地复垦投资两部分组成，共计 292.20 万元，其中地质环境保护治理费用 40.48 万元，占总投资 13.85%；土地复垦费用 251.72 万元，占总投资 86.15%。矿山地质环境恢复治理与土地复垦总费用及主要构成详见详见表 7-8。

表 7-8 矿山地质环境保护与土地复垦总费用表

类别	工程或费用名称	费用(万元)	占总费用比例(%)
矿山地质 环境治理	一、主体建筑工程费	0.20	0.07
	二、施工临时工程费	-	-
	三、矿山地质环境监测工程费	29.61	10.13
	四、独立费	7.67	2.62
	五、基本预备费	3.00	1.03
	小计	40.48	13.85
土地复垦	一、工程施工费	124.21	42.51
	二、设备费	-	-
	三、其他费用	27.83	9.52
	四、监测管护费	38.67	13.23
	五、预备费	60.52	20.71
	1、基本预备费	4.47	1.53
	2、涨价预备费	56.54	19.35
	小计	251.72	86.15
合计		292.20	100



## （二）近期年度经费安排

地质环境保护治理与土地复垦工作进度及费用安排根据矿山开采特点进行阶段划分。具体划分为二个阶段：近期（2023.01-2028.12）、远期（2029.07-2043.6）。其中近期年度经费安排见表 7-10。

表 7-10 工作进度及费用安排表

阶段	年份	地灾治理 投资万元	土地复垦 投资万元	主要工程措施
近期	2024 年 1 月-2024 年 12 月	1.73	1.87	1、渣场防治工程； 2、排水沟、沉沙凼工程 3、警示牌安装工程； 4、监测工程； 5、表土剥离工程；
	2025 年 1 月-2025 年 12 月	1.53	0.02	1、监测工程；
	2026 年 1 月-2026 年 12 月	1.53	0.02	1、监测工程；
	2027 年 1 月-2027 年 12 月	1.53	0.02	1、监测工程；
	2028 年 1 月-2028 年 12 月	1.53	0.02	1、监测工程；

## （三）资金提计

本项目费用全部由“矿山企业”承担，费用安排遵循提前预存、分阶段足额预存原则，剩余服务年限 16 年，复垦费用在闭矿前一年提取完毕，其中第一年提取费用为总投资 20%以上，具体土地费用安排，详见表 7-11。

表 7-11 矿山地质环境保护与土地复垦费用提取时间表

年份	年度资金 提取额（万 元）	年份	年度资金 提取额（万 元）	年份	年度资金 提取额（万 元）	年份	年度资金 提取额（万 元）
2024	58.44	2028	15.59	2032	15.59	2036	15.59
2025	15.59	2029	15.59	2033	15.59	2037	15.59
2026	15.59	2030	15.59	2034	15.59	2038	15.59
2027	15.59	2031	15.59	2035	15.59	2039	15.50

## 第八章 保障措施与效益分析

### 一、组织保障

1、矿山地质环境保护与土地复垦工程，是关系到矿山生态环境、经济建设和人民生命财产安全的大事，为了加快和推进本矿山地质环境保护与恢复治理工程的如期实施和达到预期目的，并防止方案的实施流于形式，应建立以企业主要领导为组长的恢复治理领导小组，成立专职机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，配备专人负责矿山地质环境保护工作，同时积极主动与国土资源行政主管部门相关单位参加的督察小组取得联系，自觉接受对本矿山地质环境保护与恢复治理工程实施过程的监督和检查，使该方案设计落到实处，确保该方案的顺利实施并发挥积极作用。

2、在本治理工程实施过程中，应按建设项目管理程序实行招投标制，选择具有地质灾害防治工程勘察、设计、施工和监理相应资质，且经验丰富、技术力量强大的单位承担本治理工程各阶段的工作。

3、按国土资源部关于加强矿山地质环境治理项目管理的有关要求，四川省青川县通木梁玉石矿应严肃查处矿山建设及生产过程中破坏矿山地质环境的违法行为，确定该方案的实施过程能紧张有序的进行。

### 二、技术保障

1、四川省青川县通木梁玉石矿应派有经验的技术人员组成工程实施项目部，并指定（或聘请）具有矿山地质环境保护与土地复垦专业知识和经验的高级技术人员担任该项矿山地质环境保护与土地复垦中的技术负责人。

2、该矿山地质环境保护与土地复垦工程实施过程中，严格按照有关技术规范、规程的规定，进行相应的勘查、设计、施工和监理工作。

3、该矿山地质环境保护与恢复治理工程实施过程中，应按照设计要求进行技术质量的过程控制。工程实施中应做好自检、互检和抽检；做好隐蔽工程的现场记录和验收；做好原材料的检验；做好单项工程和中间成果的初步验收，确保整个工程的实施质量。

4、在本治理工程各阶段工作的实施中，可聘请有经验的专家指导工作。

### 三、资金保障

1、根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，本矿山

地质环境保护与土地复垦资金由四川省青川县通木梁玉石矿自筹，恢复治理费用列入生产成本。

2、矿山地质环境治理基金遵循企业所有、政府监管、专户储存、专款专用的原则，在本治理工程实施前，应落实到位，由专户管理，并适时投入到相应阶段的治理工作中，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。

3、矿山地质环境保护与土地复垦资金需严格按照《四川省在建与生产矿山生态修复管理办法》川自然资发（2021）27号第四章“基金管理”执行。

（1）采矿权人应遵循满足需求、专账核算、企业所有、自主使用、滚动支取的原则，按照《方案》确定的费用计提基金，基金计入企业成本，专项用于矿山生态修复工作。

（2）采矿权人应在其银行账户中设立基金账户，确保能单独、据实反映基金的提取、使用情况。基金账户一经设立不得变更。新设立采矿权人应取得采矿许可证后1个月内建立基金账户。已开采矿山应在本办法施行之日起1个月内建立或完善基金账户。

采矿权人应当与所在地县级自然资源主管部门、银行共同签订基金使用监管协议，按照本办法规定的原则明确基金预存和使用的时间、数额、程序、条件和违约责任等。

（3）基金计提实行一次性计提和分期计提两种方式。

服务年限在3年以下（含三年）的矿山，在设定基金账户后，对《方案》确定的修复总投资额一次性计提，存入基金账户。

服务年限在3年以上的矿山，对《方案》确定的修复总投资额可分期计提，存入基金账户，第一次计提数额不得少于总投资额的20%，余额按年度分摊。矿山关闭前一年完成全部基金计提。

（4）基金应用于《方案》确定的因矿产资源勘查开采活动造成的矿区地面塌陷、地裂缝、崩塌、滑坡、泥石流、地形地貌景观破坏、地下含水层破坏、地表植被损毁的预防和治理、土地复垦、矿山开采影响范围定界、监测管护等生态修复工作，不得挤占和挪用。

采矿权人应当按照《方案》确定的生态修复计划和基金使用计划，向所在地县级自然资源主管部门申请，县级自然资源主管部门应当在七日内出具基金支取通知书。

采矿权人凭基金支取通知书，从基金账户中支取资金，专项用于矿山生态修复工作。

(5) 采矿权人《方案》变更的，根据新的《方案》计提基金。

(6) 采矿权人每年应对基金进行核算，如有不足，予以补足；如有结余，结转后续年度继续使用。

采矿权转让的，原采矿权人已经计提的结余基金以及未履行完成矿山生态修复义务，由原采矿权人与受让人在转让合同中约定。转让后，受让人应当继续按照本办法计提基金。

(7) 采矿权人申请破产不影响其履行矿山生态修复义务，已计提的基金应当继续完成矿山地质环境保护、治理恢复与土地复垦等矿山生态修复义务。

## 四、监管保障

### (一) 监督措施

为了使土地复垦方案更具有可操作性，需要建立土地复垦监测制度，即在复垦实践中不断调整土地复垦目标和措施，以使土地复垦工作与项目区实际情况、生产工艺等更为协调。在实施本土地复垦方案时，主要对以下方面的内容进行动态监测：

- 1、土地破坏情况是否与预测基本吻合；
- 2、土地复垦目标是否合理；
- 3、土地复垦措施是否可行；
- 4、土地复垦效果是否达到本方案提出的复垦标准；
- 5、土地复垦动态投资是否满足土地复垦工作；
- 6、管护措施是否到位。

在实施土地复垦时，应当根据土地复垦监测的结果，对本土地复垦方案进行修改，并在此基础上，制定合理可行的土地复垦工作实施计划。

### (二) 管理措施

#### 1、土地复垦工程实行招投标与目标责任制度

为保证土地复垦工程的顺利实施，并达到预期的复垦目标，本项目土地复垦工程实施过程中对公司内部项目承办人员应实施目标管理责任制度，将其作为责任人年度考核的主要考核内容；

#### 2、土地复垦工程实行工程监理制度

应将土地复垦工程监理纳入公司工程管理制度中，工程竣工后，监理公司应提供工程监理报告，将此作为公司财务结算的重要依据。形成以项目法人、承包商、监理工程师三方相互制约，以监理工程师为核心的合同管理模式，以期达到降低造价，保证进度，提高土地复垦工程的施工质量。

监理的主要内容为工程合同管理、投资、工期和质量控制，并协调有关各方的关系。对土地复垦实施阶段的招标工作、勘测设计、施工等建设全过程实施监理。协助项目法人编写开工报告；审查承包商；组织设计图纸会审；审查承包商提出的施工技术措施、施工进度计划等；督促承包商执行工程承包合同，按照国家和行业技术标准和批准的设计文件施工；监督工程进度和质量，检查安全防护措施；核实完成的工程量；签发工程付款凭证，整理合同文件和技术档案资料；处理违约事件；协助项目法人进行工程各阶段验收，提出竣工验收报告。

### 3、实行土地复垦工程开工报告与重大变更报批制度

土地复垦工程开工前应向区级地方土地行政管理部门进行通报。为便于工程实施后的管理，应将设计资料及图表、年度施工进度、年度经费使用等技术经济指标、监测资料以及验收的全部文件、报告、图表等资料归档管理。

## 五、效益分析

### （一）社会效益

四川省青川县通木梁玉石矿矿山地质环境保护与恢复治理工程实施后，不仅消除采矿活动引发的地质灾害对当地居民生命和财产带来的威胁，安定了民心，促进了社会稳定，促进当地农林业的发展，创造就业机会、增加经济收入，提高农民的生活水平，促进当地经济的可持续发展，其社会效益十分明显。

### （二）环境效益

通过对采矿区和工业场地的植被恢复，将美化当地的地形地貌景观，改善区内的生态环境，促进人与自然的和谐，提高当地居民的生活居住环境质量，其环境效益明显。

### （三）经济效益

四川省青川县通木梁玉石矿矿山地质环境保护与恢复治理工程总投资251.72万元，资金全部由青川天元矿业有限公司自筹，项目实施后，将有效改善当地的地形地貌景观，有效改善矿区和当地居民的生活环境，增加土地资源面积，促进当地旅游业和农林业的发展，提高农民的生活水平，促进当地经济的可持续

发展。

总之通过对本矿山地质环境的恢复治理可以有效改善矿区及其周边的生态环境质量，美化地形地貌景观，具有良好的、长远环境效益，能够促进经济社会、环境的协调发展。

## 六、公众参与

公众参与的目的是让本项目的土地复垦工作更加民主化和公众化，让受本项目直接影响的群众充分了解土地复垦工作的内容，让公众充分发表自己的意见并表明对土地复垦方案和实施效果的态度，使土地复垦工作更为完善，将公众的具体要求反馈到工程设计和项目管理中，为本项目土地复垦实施和土地主管部门决策提供参考意见。因此，公众参与工作应坚持全过程，以及土地权属人与地方土地管理部门等政府机构全方位参与的公众参与。本项目复垦方案编制主要采取走访调查形式，广泛征询了项目区所在地土地权属人、企业、国土等多个环节的意见和建议，充分保证复垦的可行性和科学性。

本次调查期间，共调查当地居民及厂区职工 20 余人次，填公众参与表 22 张，80%以上的受访群众认为应该因地制宜地进行土地复垦。

## 第九章 结论与建议

### 一、结论

1、矿山设计生产能力为 2.0 万吨/年。保有资源量玉石矿（控制+推断）资源量 43.7 万 t，其中：控制资源量 32.0 万 t，推断资源量 11.7 万 t，矿山尚未进行生产，剩余服务年限为 16.0 年。

2、矿山设计服务年限为 16.0 年，闭坑后监测管护期 3 年，地质环境保护与土地复垦方案服务年限为 19.5 年（2024 年 1 月~2043 年 6 月），本方案适用年限为 5 年（2024 年 1 月~2028 年 12 月）、中后期 16.5 年（2029 年 1 月~2043 年 6 月）。

### 3、评估范围

根据区内的地形条件，并结合矿权范围，以矿区边界线外推，延山脊、河床沟谷及分水岭为界作为本次评估的范围，面积约 0.4538km<sup>2</sup>。

1、本矿山评估区重要程度属重要区，矿山生产建设规模属小型，地质环境复杂程度属**复杂**，综合确定矿山地质环境影响评估分级属一级，评估精度以定量评价为主，评估时采用工程类比法、加权比较法等方法。

2、评估区内未见滑坡、崩塌、泥石流、地面塌陷等地质灾害隐患。

3、现状条件下，矿区地质灾害对矿山地质环境影响程度严重；矿业活动对地下水环境的影响程度较轻；对土地资源影响较严重，对地形地貌景观影响严重。将评估区划分为影响严重区、较严重区和较轻区。

4、预测条件下，各工业场地引发或加剧地质灾害的危险性小，遭受地质灾害的危险性小~中等；采空区引发地质灾害地裂缝、滑坡、崩塌、地面塌陷、泥石流等的可能性小；矿业活动对地下水环境的影响程度较轻；对土地资源影响较严重，对地形地貌景观影响严重。将评估区划分为影响严重区、较严重区和较轻区。

5、复垦区土地总面积为 10.5604hm<sup>2</sup>，复垦责任范围面积 10.5604hm<sup>2</sup>，全部为林地。

6、本矿山地质环境保护与恢复治理评估区面积为 45.3790hm<sup>2</sup>，可分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，其中重点防治区面积 6.4651hm<sup>2</sup>，占总防治区面积的 14.25%；次重点防治区面积 4.0953hm<sup>2</sup>，占总防治区面积的 58.48%；

一般防治区面积 34.8186hm<sup>2</sup>，占总防治区面积的 57.27%。

7、针对本矿山地质环境问题，布置的主要恢复治理工程有：对废石堆进行支挡，对损毁土地进行复垦，做好评估区的警示、保护、监测及生态恢复工作。

8、矿山服务年限内的恢复治理工作估算费用为40.48万元。

9、本方案土地复垦工程动态总投资251.72万元，其中价差预备费56.54万元，静态总投资195.18万元。按10.5604hm<sup>2</sup>（合158.4亩）计算，静态亩均投资12322元/亩。

## 二、建议

1、建议相关部门对矿区周边大的老窑及其废渣场进行规范化管理和整治，以免引发泥石流灾害，并降低其对地形地貌及土地资源的破坏。

2、本矿山地质环境保护与恢复治理方案中编制的工程设计，受设计阶段的精度限制，还达不到施工图设计要求。因此，本矿山地质环境保护与治理工程的实施，还应请具有地质灾害勘查、设计相应资质等级的专业队伍进行施工图设计阶段的勘查和设计工作。

3、矿山应按照《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国发[2011]20号）的要求，需要采取地质灾害防治措施的工程项目，必须在主体工程建设的同时，实施地质灾害防护工程；加强对区内地质灾害的监测预警，制定防灾应急预案，切实保证矿业生产和施工人员安全。

4、由于开采、施工、地质和材料价格等可能发生变化，建议矿山按5年一个阶段编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，结合新工艺新方法实施。