

汉阴县鹿鸣金矿  
矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

汉阴县鹿鸣金矿  
二〇二五年十二月

# 汉阴县鹿鸣金矿

## 矿区生态修复方案 (矿山地质环境保护与土地复垦方案)



矿山企业：汉阴县鹿鸣金矿

法人代表：孙连仁



编制单位：陕西心同创勘察设计有限公司

法人代表：魏少龙



项目负责：魏少龙

编写人员：魏少龙 刘川 郭亚飞 张瑞霖



制图人员：刘川

刘川

## 矿区生态修复方案（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	汉阴县鹿鸣金矿		
	法人代表	孙连仁	联系电话	13709140102
	单位地址	陕西省汉阴县铁佛寺镇李庄村（邮编：725104）		
	矿山名称	汉阴县鹿鸣金矿		
	采矿许可证	新申请 <input type="checkbox"/> 持有 <input checked="" type="checkbox"/> 变更 <input type="checkbox"/> 以上情况请选择一种并打勾		
编制单位	单位名称	陕西一心同创勘察设计有限公司		
	法人代表	61019919900768821	联系电话	13991972291
	主要编制人员	姓名	职责	联系电话
		魏少龙 魏少龙	项目负责	17792212383
		刘川 刘川	技术负责	18821662655
		郭亚飞 郭亚飞	复垦及工程设计	15389249379
		魏少龙 魏少龙	调查编制	17792212383
张瑞霖 张瑞霖		图件编制	18700948337	
审查申请	<p>我单位已按要求编制矿区生态修复方案（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文本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。</p> <p>请予以审查。</p> <p style="text-align: center;">申请单位（矿山企业）盖章</p> <p style="text-align: center;">联系人：方田雨      联系电话：15319811638</p>			

# 《汉阴县鹿鸣金矿矿区生态修复方案 (矿山地质环境保护与土地复垦方案)》 专家组评审意见

2025年10月15日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对汉阴县鹿鸣金矿委托陕西一心同创勘察设计有限公司编制的《汉阴县鹿鸣金矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行了评审。受陕西省自然资源厅委托，省地质环境监测总站组织召开本次会议，会前部分专家到矿山进行了实地踏勘，专家组在听取汇报、审阅方案及附件、附图基础上，经过质询答辩后，形成如下意见：

一、《方案》完成的工作量满足编制的要求。《方案》收集资料12份，完成调查面积 $14.26\text{km}^2$ ，评估区面积 $1.8310\text{km}^2$ ，地质环境调查点37个、土地复垦调查点45个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表齐全，格式符合编制要求。

二、《方案》编制依据充分，治理规划总体部署年限和适用年限合理。依据《汉阴县鹿鸣金矿矿产资源开发利用方案》、《2024年度小型及以下的矿山资源储量年度变化表》等，截止2024年12月31日，矿山剩余可采储量[redacted]，矿山剩余服务年限为8年，闭坑后恢复治理期1年，管护期3年，《方案》规划服务年限为12年（2025年-2036年），适用期为5年（2025年-2029年），《方案》编制基准年为2024年，《方案》实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述完整。矿山2025年3月至9月为停产状态，采矿证生产规模为 $6.0 \times 10^4\text{t/a}$ ，矿区面积为 $0.8998\text{km}^2$ 、开采标高为867m-295m、批准开采矿权范围I、II、

III-1、III-2、III-3、III-4、V-1、V-2、VI共9个矿体。矿山采用地下开采方式，主要采用浅孔留矿采矿法，部分矿段采用分段空场法，允许地表塌落，根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数取1.5%（贵金属、有色金属矿产），开采系数取1.0（允许地表塌落），地区系数取1.2（陕南秦巴山地区）。

矿区土地利用现状分为11个一级类18个二级类，以乔木林地为主、耕地次之，矿山地面建设工程不占用、采空区地面塌陷不损毁永久基本农田，土地利用现状叙述清晰。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述基本正确。矿区处于秦岭一般保护区，属重要区。评估区地质环境条件复杂，矿山生产规模 $6.0 \times 10^4$ t，属中型矿山。据此确定矿山地质环境影响评估级别为一级是正确的，评估区面积 $1.8310\text{km}^2$ 合理。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估基本合理正确。现状评估划分矿山地质环境影响程度分区4块，其中地质环境影响严重区2处，面积 $0.8229\text{hm}^2$ ，占评估区面积的0.45%；地质环境影响较严重区1处，面积 $0.1715\text{hm}^2$ ，占评估区面积的0.09%；影响程度较轻区1处，面积 $182.1056\text{hm}^2$ ，占评估区面积的99.46%。预测评估划分矿山地质环境影响程度分区7块，其中地质环境影响程度严重区共2个，总面积为 $0.8229\text{hm}^2$ ，占评估区总面积的0.45%；地质环境影响程度较严重区共4个，总面积 $0.7308\text{hm}^2$ ，占评估面积的0.40%；地质环境影响程度较轻区1处，面积 $181.5463\text{hm}^2$ ，占评估面积的99.15%。

六、矿山土地损毁预测与评估基本合理正确。土地损毁的环节和时序叙述正确，已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测基本正确。矿山共计损毁土地面积 $1.3016\text{hm}^2$ ，其中已损毁土地面积 $0.7423\text{hm}^2$ ，拟损毁土地面积 $0.5593\text{hm}^2$ 。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果基本合理。矿山地质环境保护与治理恢复分为重点区、次重点和一般防治区三类共 7 个区块，其中重点防治区 2 个，总面积为  $0.8229\text{hm}^2$ ，占评估区总面积的 0.45%；次重点防治区 4 个，总面积  $0.7308\text{hm}^2$ ，占评估面积的 0.40%；一般防治区 1 个，面积  $181.5463\text{hm}^2$ ，占评估面积的 99.15%。

复垦责任范围划定合理，土地权属明确。复垦区范围由损毁土地、永久性建设用地组成，共计  $1.5537\text{hm}^2$ ，其中生产建设项目损毁土地  $1.3016\text{hm}^2$ 、永久性建设用地  $0.2521\text{hm}^2$ 。矿山闭坑后，选厂、炸药库不留续使用，复垦责任范围面积  $1.5537\text{hm}^2$ 。复垦区及复垦责任范围划定基本合理，土地权属明确。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析认为，本矿具备矿山地质环境治理技术和经济实力，能够实现矿区生态环境协调发展，分析正确；土地复垦适宜性评价指标体系和评价方法正确，复垦适宜性结论合理。

九、《方案》提出的矿山环境保护与土地复垦目标与任务明确，对治理与复垦工程内容提出的技术方法正确可行，治理与复垦工程量明确，具有可操作性。地质环境治理工程主要是拦渣坝工程、截排水渠工程、硐口封堵工程、警示标识牌、地质环境监测、矿山生产期及关闭过程中新发现的环境问题进行治理。土地复垦工程主要是补植补栽、砌体拆除工程、废渣清运，场地整理、表土覆盖、土地翻耕、培肥、种树撒草、监测工程和管护工程等。

十、《方案》部署了矿山地质环境保护与土地复垦的总体工作，按照两个阶段，即近期（2025—2029 年）、中远期（2030—2036 年）安排阶段实施计划。详细安排了近期 5 年的年度工作，见表 1。矿山地质环境治理与土地复垦工程总体部署、阶段实施计划、适

用期年度工作安排合理，具有针对性。

**表1 矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表**

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	<p>1. ZD1、ZD2 渣堆治理工程；修建拦渣坝和截排水渠，人工挖沟渠 1228.72m<sup>3</sup>、人工夯实土方 602.32m<sup>3</sup>、预制“U型”水渠 120.95m<sup>3</sup>、砂砾石垫层 483.79m<sup>3</sup>、伸缩缝 48.38m<sup>3</sup>、M10 浆砌石片 120m<sup>3</sup>、砂浆抹面 48m<sup>2</sup>、Φ110PVC 排水管 30m、警示牌 2 块。</p> <p>2. 矿山地质环境监测：人工巡查监测 134 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。</p>	<p>1. ZD1 渣堆补植补栽：栽植刺槐 179 株，播撒草籽 0.1621hm<sup>2</sup>；</p> <p>2. 土地复垦监测：土地损毁监测 4 次。</p>
第二年	<p>矿山地质环境监测：人工巡查监测 134 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。</p>	<p>1. ZD1 渣堆补植补栽：栽植刺槐 59 株，播撒草籽 0.0540hm<sup>2</sup>；</p> <p>2. 土地复垦监测：土地损毁监测 4 次。</p>
第三年	<p>矿山地质环境监测：人工巡查监测 170 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。</p>	<p>土地复垦监测：土地损毁监测 4 次。</p>
第四年	<p>矿山地质环境监测：人工巡查监测 172 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。</p>	<p>土地复垦监测：土地损毁监测 4 次。</p>
第五年	<p>矿山地质环境监测：设置 GNSS 监测点 6 处；人工巡查监测 208 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。</p>	<p>土地复垦监测：土地损毁监测 5 次。</p>

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行经费估算，矿山地质环境治理工程、土地复垦工程静态费用分别为 350.54 万元、137.01 万元，总费用为 487.55 万元，吨矿投资 11.01 元（剩余可采储量   × 10<sup>4</sup>t），静态亩均投资 58788.70 元（复垦责任范围 1.5537hm<sup>2</sup>），经费估算合理。《方案》适用期 5 年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为 158.36 万元、1.27 万元，总费用 159.63 万元，见表 2。适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用安排合理。

表 2 矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用 (万元)	土地复垦费用 (万元)	小计(万元)
第一年	71.02	0.48	71.50
第二年	19.30	0.27	19.57
第三年	19.84	0.16	20.00
第四年	19.87	0.16	20.03
第五年	28.33	0.20	28.53
合计	158.36	1.27	159.63

十二、方案提出的各项保障措施和建议合理可行，对治理效益的分析可信。

十三、上一期方案验收情况。鹿鸣金矿上一期《方案》适用期为 2020 年-2024 年，矿山完成了 2020-2022 年、2023 年、2024 年三个年度治理工程，并分别通过了汉阴县自然资源局组织的年

度验收；适用期（2020-2024年）治理工程通过了由安康市自然资源主管部门组织的验收；按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规〔2024〕1757号），经审核税务等相关凭证资料，截止2025年8月31日，核定该企业应提取基金[ ]万元，实际提取基金[ ]万元，支取基金[ ]万元，账户剩余基金[ ]万元。

#### 十四、存在问题及建议

- 1、矿山企业应尽快实施ZD1、ZD2渣堆拦渣坝和截排水渠治理工程，并保证工程质量。
- 2、矿山企业应重视加强矿山地质环境、土地资源、生态系统的监测与复垦修复评价工作。

综上，专家组同意《方案》通过审查，陕西一心同创勘察设计有限公司按专家组意见修改完善后，由汉阴县鹿鸣金矿按程序上报。

专家组组长：金有生

2025年11月15日

《汉阴县鹿鸣金矿矿区生态修复方案(矿山地质环境保护与土地复垦方案)》

评审专家责任表

姓 名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 评审结论	签 字
金有生	陕西理工大学资源环境学院有限公司	正高	水工环地质	同意	金有生
徐东	中国地质科学院西北地质调查中心	研究员	矿山环境	同意	徐东
马锐	陕西师范大学	教授	土地复垦	同意	马锐
张汇义	西安建筑科技大学	副教授	不动产证	同意	张汇义
邓立涛	榆林职业技术学院有限公司	副教授	岩土工程	同意	邓立涛
杨海卫	陕西科技大学	教授	土地复垦	同意	杨海卫
赵四川	陕西有色地质设计研究院	高工	土壤评价	同意	赵四川

## 目 录

前 言 .....	1
一、任务的由来 .....	1
二、编制目的、任务 .....	1
三、编制的依据 .....	2
四、方案适用年限 .....	7
五、编制工作概况 .....	8
第一章 矿山基本情况 .....	13
一、矿山简介 .....	14
二、矿区范围及拐点坐标 .....	15
三、矿山开发利用方案概述 .....	16
四、矿山开采历史、现状 .....	32
第二章 矿区基础信息 .....	42
一、矿区自然地理 .....	42
二、矿区地质环境背景 .....	50
三、矿区社会经济概况 .....	63
四、矿区土地利用现状 .....	65
五、矿山及周边其他人类重大工程活动 .....	69
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析 .....	70
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估 .....	82
一、矿山地质环境与土地资源调查概述 .....	82
二、矿山地质环境影响评估 .....	82
三、矿山土地损毁预测与评估 .....	107
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 .....	116
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 .....	123
一、矿山地质环境治理可行性分析 .....	123
二、矿区土地复垦可行性分析 .....	126
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程 .....	139
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防 .....	139

二、矿山地质环境治理 .....	144
三、矿区土地复垦 .....	148
四、含水层破坏修复 .....	168
五、水土环境影响修复 .....	169
六、矿山土地复垦与生态修复监测 .....	169
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署 .....	189
一、总体工作部署 .....	189
二、阶段实施计划 .....	190
三、近期年度工作安排 .....	191
第七章 经费估算与进度安排 .....	193
一、经费估算依据 .....	193
二、矿山地质环境保护与治理工程经费估算 .....	194
三、土地复垦工程经费估算 .....	204
四、总费用汇总与年度安排 .....	213
第八章 保障措施与效益分析 .....	217
一、组织保障 .....	217
二、技术保障 .....	217
三、资金保障 .....	218
四、监管保障 .....	219
五、效益分析 .....	220
六、公众参与 .....	222
第九章 结论与建议 .....	228
一、结论 .....	228
二、建议 .....	230

## **附表:**

- 1.矿山地质环境现状调查表
- 2.公众参与调查表
- 3.投资估算书

## **附件:**

- 1.《方案》编制委托书
- 2.采矿许可证复印件（证号：C6100002011054120112717）
- 3.储量备案证明（陕国资储备〔2011〕6号）
- 4.矿产资源开发利用方案评审意见（陕国资研报〔2011〕52号）
- 5.上期《方案》公告及评审专家组审查意见
- 6.《汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期竣工验收报告（2020年—2024年）》竣工验收及各年度验收意见
- 7.矿山地质环境治理与土地复垦基金监管协议
- 8.基金计提使用证明文件
- 9.矿区样品检测报告（土壤、地表水、地下水）
- 10.土地使用证
- 11.土方购买协议
- 12.《关于汉阴县鹿鸣金矿尾矿库提升改造工程安全设施设计批复》（安康市应急管理局）
- 13.汉阴县鹿鸣金矿2024年固体矿产资源统计基础表
- 14.矿山企业初审意见
- 15.编制单位内审意见及修改说明表
- 16.专家现场考察意见及修改对照表
- 17.市县局现场踏勘意见表

## 附图：

- 01.汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境问题现状图（1:5000）
- 02.汉阴县鹿鸣金矿矿区土地利用现状图（1: 5000）
- 03.汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境问题预测评估图（1:5000）
- 04.汉阴县鹿鸣金矿矿区土地损毁预测图（1: 5000）
- 05.汉阴县鹿鸣金矿矿区土地复垦规划图（1: 5000）
- 06.汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境治理工程部署图（1:5000）
- 07.汉阴县鹿鸣金矿矿区生态修复分区治理与规划图（1:5000）

# 前 言

## 一、任务的由来

汉阴县鹿鸣金矿位于汉阴县铁佛寺镇李庄村，是一家生产中的中型采选联合金矿矿山企业。

2018年10月，汉阴县鹿鸣金矿委托西安西北有色物化探总队有限公司编制了《汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》以下简称《原方案》，2019年10月12日通过了陕西省自然资源厅的审查，于2020年2月26日公告，《原方案》编制基准年为2019年，适用期为5年，即2020年2月26日至2025年2月26日。

2024年11月27日，汉阴县鹿鸣金矿向安康市自然资源局提交了《汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期竣工验收报告（2020年—2024年）》，申请对《原方案》适用期工程验收，且已通过验收，验收意见及结论见附件五。

按照《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），以及陕西省自然资源厅《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》（陕国土资环发〔2017〕11号）要求，上一期《方案》适用期到期后应重新编制方案”。为此，2024年11月，鹿鸣金矿委托陕西一心同创勘察设计有限公司编制《汉阴县鹿鸣金矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。

《原方案》适用期到期后未及时完成新方案的编制工作，主要原因为：2025年3月至9月，矿山进行尾矿库提升改造验收，期间未进行开采活动。

## 二、编制目的、任务

编制目的：

(1) 为我矿实施矿山地质环境保护与土地复垦工程提供技术依据，为矿山发展绿色矿业、建设绿色矿山和建设资源节约与环境友好型矿山企业提供技术支撑；

(2) 为我矿掌握本矿山地质环境问题发育现状和发展趋势进行调查及预测分析，建立、健全矿山地质环境保护与土地复垦实施、监测台账；

(3) 为政府建立矿山企业“一矿一档”保护台账、加强矿山企业实施矿山地质环境保护与土地复垦监管提供技术依据；

(4) 为我矿计提、存储和使用矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提供参考；  
(5) 为落实矿山地质环境保护责任、减少矿业开发带来的矿山地质环境负效应、保护矿区及周边居民生命财产安全、有效保护矿区土地资源、避免新问题遗留成为老问题提供工作方案。

主要任务：

(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、土壤、植被和生物多样性等环境条件。

(2) 查明矿山工程区社会经济环境条件，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、土地利用的影响。

(3) 查明矿山工程区现状地质环境问题的类型、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破坏、含水层破坏、水土环境和土地损毁的现状，分析其分布规律、形成机理、影响因素及发展趋势。

(4) 对矿山生产建设可能造成的不稳定地质体以及对含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境的影响和土地损毁情况进行预测评估，确定矿山生产建设遭受、引发、加剧不稳定地质体的危险性，对矿山地质环境（含水层、地貌景观、水土环境）破坏或影响的程度；以及拟损毁土地类型、损毁程度。

(5) 在现状评估和预测评估的基础上，合理划定矿区地质环境保护与治理的重点、次重点、一般防治分区和土地复垦区、复垦责任区范围，开展损毁土地复垦适宜性评价。

(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，做好矿山地质环境治理和土地复垦工程设计、工作部署及实施计划，估算工程费用。

(7) 根据“矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）”，在自然资源部门规定的时间内矿山地质环境治理与土地复垦工作。

### 三、编制的依据

#### 3.1 约定依据

(1) 《委托书》（汉阴县鹿鸣金矿，2024年11月28日）。

#### 3.2 法律法规

(1) 《中华人民共和国矿产资源法》（全国人大常务委员会第三十六号主席令，2024年11月9日发布，2025年7月1日实施）；

- (2) 《中华人民共和国土地管理法》（2019年8月26日修订，2020年1月1日实施）；
- (3) 《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令2019年第5号令修改公布，2019年7月24日起实施）；
- (4) 《中华人民共和国林业法》，2016年7月2日发布，2016年9月1日实施；
- (5) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（国务院令第743号，2021年9月9日起实施）；
- (6) 《基本农田保护条例》（国务院令第257号，2011年1月8日修订）；
- (7) 《土地复垦条例》，2011年2月22日国务院第145次常务会议通过，2011年3月5日起施行；
- (8) 陕西省实施《土地复垦条例》办法，陕西省人民政府令2013年第173号，2013年12月1日起实施；
- (9) 《地质灾害防治条例》（国务院令第394号，2004年3月1日起实施）；
- (10) 《陕西省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》，2022年9月29日陕西省第十三届人民代表大会常务委员会第三十六次会议修订；
- (11) 《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令2019年第5号令修改公布，2019年7月24日起实施）；
- (12) 《陕西省矿产资源管理条例》（陕西省第十三届人民代表大会常务委员会，2020年6月11日第三次修正）；
- (13) 《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2019年9月27日陕西省第十三届人民代表大会常务委员会第十三次会议第二次修订，2019年12月1日实施）；
- (14) 《陕西省地质灾害防治条例》（陕西省人民代表大会常务委员会公告[十二届]第四十八号），2017年9月29日经陕西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十七次会议通过，自2018年1月1日起实施；
- (15) 《陕西省工程建设活动引发地质灾害防治办法》，（2017年11月22日陕西省人民政府令第205号公布，2024年1月28日陕西省人民政府令第239号修正）。

### 3.3 政策性文件

- (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》（国资规〔2016〕21号，2017年1月3日）；
- (2) 《陕西省国土资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工

作的通知》（陕国土资环发〔2017〕11号，2017年2月20日）；

（3）陕西省自然资源厅 陕西省财政厅 陕西省生态环境厅 陕西省林业局关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知（陕自然资规〔2024〕1757号，2024年12月31日）；

（4）自然资源部、生态环境部、财政部、国家市场监督管理总局、国家金融监督管理总局、中国证券监督管理委员会、国家林业和草原局《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号，2024年4月15日）；

（5）陕西省自然资源厅关于印发《陕西省绿色矿山建设管理办法》的通知（陕自然资规〔2024〕3号，2024年3月29日）；

（6）《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规〔2024〕1740号，2024年12月27日）；

（7）《自然资源部关于做好采矿用地保障的通知》（自然资发〔2022〕202号，2022年11月18日）；

（8）《自然资源部关于规范临时用地管理的通知》（自然资规〔2021〕2号，2021年11月4日）；

（9）《财政部、税务总局、海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部、税务总局、海关总署，2019年第39号，2019年3月20日）；

（10）关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见（自然资规〔2019〕6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，2016年6月12日）；

（12）关于贯彻实施《陕西省实施<中华人民共和国土地管理法>办法》的通知（陕自然资法发〔2022〕16号，2022年11月30日）；

（13）《陕西省人民政府关于印发推进生态环境监测体系监测能力现代化实施意见和建立完善生态环境综合执法体系实施意见的通知》（陕政函〔2021〕80号），2021年6月29日）；

（14）《关于进一步做好全省矿山生态修复监管工作的通知》（陕自然资修发〔2021〕29号）；

（15）关于印发《陕西省矿山地质环境综合调查技术要求（试行）》的通知（陕自然资修复发〔2020〕24号）；

（16）关于印发《陕西省矿山地质环境监测规划》的通知（陕自然资修复发〔2020〕

23 号，2020 年 7 月 1 日）；

（17）《陕西省人民政府办公厅关于印发秦岭生态环境保护总体规划的通知》（陕政办发〔2020〕13 号，2020 年 7 月 11 日）；

（18）《秦岭区域矿产资源开发管理办法》（陕自然资规〔2024〕185 号，2024 年 4 月 24 日）；

（19）《关于加快矿山地质环境保护与土地复垦工作的通知》（陕国土资环发〔2017〕39 号，2017 年 9 月 25 日）。

### 3.4 技术标准、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》（DZ/T0233-2011）；

（2）《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 年 12 月）；

（3）《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T1031.1-2011）；

（4）《土地复垦方案编制规程 第 4 部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）；

（5）《矿山生态修复技术规范 第 1 部分：通则》（TD/T1070.1-2022）；

（6）《矿山生态修复技术规范 第 3 部分：金属矿山》（TD/T1070.3-2024）；

（7）《矿区生态修复工程实施方案编制导则》（TD/T 1093-2024）；

（8）《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）；

（9）《土壤环境监测技术标准》（HJ/T 166-2004）；

（10）《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；

（11）《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；

（12）《采空塌陷地质灾害监测规范（试行）》（T/CAGHP 078—2020）；

（13）《矿山环境遥感监测技术规范》（DZ/T0392-2022）；

（14）《矿山生态监测规范》（DB61T 1741-2023）；

（15）《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；

（16）《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001，2009 年版）；

（17）《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；

（18）《滑坡崩塌泥石流灾害精细调查规范》（DZT0448-2023）；

（19）《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50000）》（DZ/T 0261-2014）；

（20）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

（21）《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

- (22) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T1049-2016)；
- (23) 《金属矿山土地复垦工程设计标准》(GB 51411-2020)；
- (24) 《耕作层土壤剥离利用技术规范》(TD/T 1048-2016)；
- (25) 《表土剥离及其再利用技术要求》(GB/T 45107-2024)；
- (26) 《其他草地建设技术规程》(NY/T 1342-2007)；
- (27) 《造林技术规程》(GB/T 15776-2023)；
- (28) 《黄金行业绿色矿山建设规范》(DZ/T 0314-2018)；
- (29) 《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)；
- (30) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；
- (31) 《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)；
- (32) 《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T1044-2014)；
- (33) 《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》(DB61/T 1455-2021)；
- (34) 《矿山生态修复工程验收规范》(TD/T 1092-2024)；
- (35) 《地质调查项目预算标准(2021年)》；
- (36) 《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)；

(37) 陕西省水利厅关于发布《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》(2024年修正)等计价依据的通知(陕水规计发〔2024〕107号)。

### 3.5 技术资料

- (1) 《陕西省汉阴县鹿鸣金矿区资源储量核实报告》(中国冶金地质总局西北地质勘查院编制, 2010年10月), 及该报告评审备案证明(陕国资储备〔2011〕6号, 2011年1月26日)；
- (2) 鹿鸣金矿2024年度固体矿产资源统计基础表。
- (3) 《汉阴县鹿鸣金矿矿产资源开发利用方案》(陕西冶金设计研究院有限公司编制, 2011年3月), 及该方案审查意见报告(陕国资研报〔2011〕52号)；
- (4) 《汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》, (西安西北有色物化探总队有限公司, 2020年2月)；
- (5) 《汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期竣工验收报告》(2020

年--2024 年)》(汉阴县鹿鸣金矿, 2024 年 12 月);

(6) 《陕西省汉阴县地质灾害详细调查报告》(陕西省地质调查院, 2013 年 12 月);

(7) 《安康市汉阴县地质灾害风险调查评价报告》(陕西地矿第一工程勘察有限公司, 2021 年 12 月);

(8) 最新变更调查的汉阴县土地利用现状图(比例尺 1:5000)(I49H144019、I49H144020、I49H145019、I49H145020);

(9) 《汉阴县铁佛寺镇国土空间总体规划(2021—2035 年)》(汉阴县铁佛寺镇人民政府, 2024 年 9 月 5 日);

(10) 《安康市矿产资源总体规划(2021—2025 年)》(2023 年 2 月);

(11) 《汉阴县矿产资源总体规划(2021—2025 年)》(2023 年 3 月);

(12) 现场调查取得的相关资料。

上述相关文件、法规, 以往地质工作、地质成果和相关技术资料是本次进行地质环境保护与土地复垦方案编制的主要依据, 为本次工作的顺利完成奠定了基础。

### 3.6 主要计量单位

面积: 公顷 ( $hm^2$ ), 平方公里 ( $km^2$ ), 亩;

长度: 米 (m), 千米 (km);

体积: 立方米 ( $m^3$ );

质量: 吨 (t), 万吨 ( $\times 10^4 t$ );

单价: 万元/公顷, 元/吨;

金额: 元, 万元(人民币);

时间: 年 (a), 天 (d)。

## 四、方案适用年限

据汉阴县鹿鸣金矿“2024 年度小型及以下的矿山资源储量年度变化表”, 截止 2024 年 12 月 31 日, 鹿鸣金矿保有资源储量(矿石量) [ ] t, 其中控制资源量(KZ) 矿石量 [ ] t, 推断资源量(TD) 矿石量 [ ] t, 其中控制资源量(KZ) 利用系数取 1.0, 推断资源量(TD) 利用系数取 0.7, 计算截止 2024 年底保有工业储量为 [ ] t。扣除开发利用方案设计预留保安矿柱矿石量([ ]) 和设计损失

矿石量( )，剩余设计利用矿石量为 。按照鹿鸣金矿近年实际开采回采率94.6%指标计算，矿山剩余可采储量为 ，矿山生产规模为 $6 \times 10^4$ t/a，计算鹿鸣金矿剩余服务年限约为8a。

本《方案》以2024年为基准年，在矿山现有资源储量和正常生产情况下，矿山剩余年限为8a，矿山闭坑后地质环境治理及土地复垦期1.0a。根据秦岭—巴山地区以往土地复垦经验，植被管护抚育期为3.0a。由此确定本方案的规划服务期为12a，适用期为5.0a（2025年—2029年），方案实施基准期以陕西省自然资源厅公告之日算起。

表 0-1 方案服务年限表

名称	服务期限	年限
开采期	2025年—2032年	8a
闭坑期（治理复垦期）	2033年	1a
监测与管护期	2034年—2036年	3a
《方案》规划服务期	2025年—2036年	12a
本《方案》适用期	2025年—2029年	5a

在矿山开采期间，若需扩大开采规模、开采方式、变更矿区范围或者用地范围的，矿山企业将重新编制矿区生态修复方案，并报原方案备案部门审批、备案。若本方案服务年限内矿业权发生变更，则方案涉及的相关责任和义务同时转移至矿业权受让单位。

## 五、编制工作概况

### 5.1 工作程序

本方案是严格按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的要求编制的，工作程序详见图0-1。

项目编制小组在充分收集和利用已有资料的基础上，现场调查了拟建矿区的自然地理、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、土地总体规划等；依据矿区基础信息及拟建矿产工程设计，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，探究矿山地质环境恢复治理、土地复垦的可行性，划分矿山地质环境恢复治理分区、土地复垦区及复垦责任范围；再根据工程建设方案及其对地质环境的影响、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。

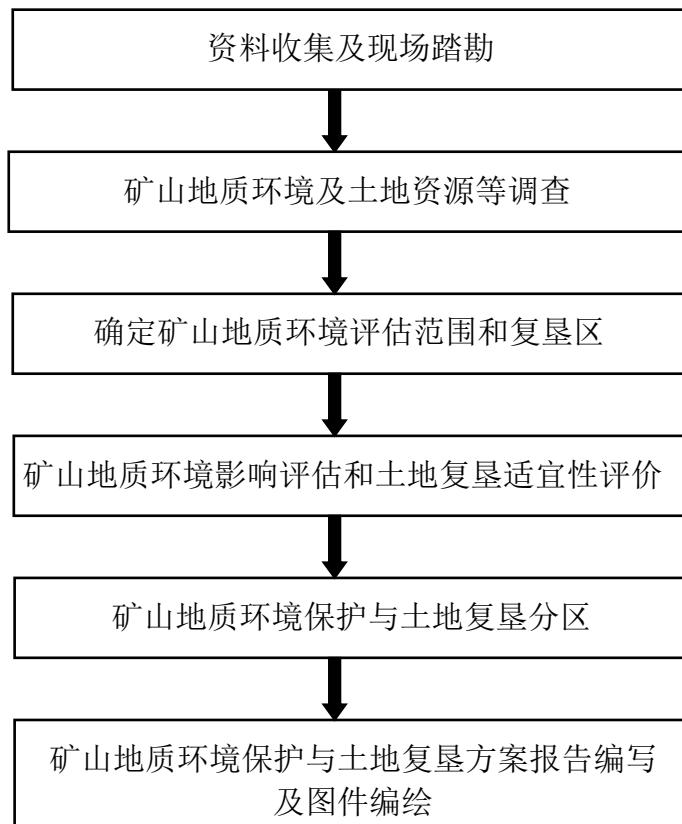


图 0-1 地质环境保护与土地复垦工作程序图

## 5.2 工作方法

### (1) 资料搜集

搜集有关工作区的自然地理、社会经济、矿区地质环境、水文气象、矿产勘查和地质环境问题调查与区划、土地利用现状及规划、土壤、林草植被分布等基础资料，了解建设工程区的地质环境条件、存在的地质环境问题、土地利用现状及建设工程规模等，开展综合研究，初步确定矿山地质环境影响评估的范围及评估级别、土地复垦区范围和调查区范围，明确本次工作的重点，以指导野外调查工作。

### (2) 野外工作方法

野外调查采用 1:5000 地形图做底图，GPS 定位，数码拍照。地质调绘采用线路调查法、环境地质点调查法，采访调查法等方法。

①路线调查法：根据调查路线应基本垂直地貌单元、岩层走向、地质构造线走向这一原则，沿中河及堰塘湾-枫树包等布置调查线路，迅速了解和调查区内社会经济、人口分布、地形地貌、土壤植被、土地利用、人类工程活动、地质遗迹、地质界线、构造线、岩层产状和不良地质现象，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水工环地质条件等情况，

编绘工作区地质环境和土地利用简图，以便为方案编制提供可靠依据。

②地质环境点及土地分布调查法：对调查区内不稳定地质体、隐患点、矿山工程等逐点调查，查明不稳定地质体（隐患）点的位置、规模、现状、危害对象及稳定性、损失程度、发灾原因等，查明工程占地类型、土地性质、损毁情况及权属关系，了解矿山工程区可能存在的地质环境问题。

③公众意见征询法：本着“贯穿始终，多方参与”的原则，在项目方案编制之前进行社会公众调查。以采访矿山工程区、不稳定地质体附近的居民为主，详细了解工作区地质环境的变化情况、不稳定地质体的活动现状和土地利用现状等，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、县自然资源、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。

### （3）室内资料整理

在综合分析既有资料和实地调查资料的基础上，以《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）为依据，编制了“汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境问题现状图”“汉阴县鹿鸣金矿矿区土地利用现状图”“汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境影响预测评估图”“汉阴县鹿鸣金矿矿区土地损毁预测图”“汉阴县鹿鸣金矿矿区土地复垦规划图”和“汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境治理工程部署图”。以图件形式反映各类地质环境问题、土地损毁分布特征及其对矿山地质环境的影响程度，开展矿山地质环境影响程度现状评估、预测评估，划分矿山地质环境治理分区，划定土地损毁区、复垦区和复垦责任范围，编制矿山地质环境治理、监测及土地复垦工程设计和实施方案，并进行工程经费估算。

本方案附图成图比例尺为1:5000，其中地形地貌采用矿山提供的1:5000实测底图，土地利用现状图为汉阴县自然资源局提供的1:5000最新变更调查数据。

## 5.3 人员组成

为了顺利完成《汉阴县鹿鸣金矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》的编制工作，我公司成立了以兀鹏武总经理为组长的编制工作领导小组，负责该项目的组织协调、人员调配、野外调查和方案编制工作。

领导小组和项目组成员如下：

组长：兀鹏武（总经理）

项目负责人：魏少龙

项目组人员：魏少龙、刘川、郭亚飞、张瑞霖

其中项目负责人魏少龙主持野外调查和方案编制工作、负责复垦设计和方案编写；郭亚飞负责主持野外调查编制和现场调查；刘川负责方案附图和投资估算编制；张瑞霖负责完成图件编制。

#### 5.4 完成的工作量

方案编制组接受任务后，即组织人员开展工作。2024年12月16—18日资料搜集、制定工作计划；2024年12月20—22日赴野外现场初步调查；2025年1月4—6日，初步拟定矿山地质环境治理及土地复垦的方向、目标、初步技术方案；2025年1月12—13日，方案编制人员拜访了汉阴县自然资源局、铁佛寺镇政府、李庄村村委会及当地村民，广泛征集矿区受众对矿山地质环境和土地复垦的意见和建议；2025年1月15日—2月28日，完成了室内资料整理和方案编制工作。2025年3月6日项目组赴矿区对矿区水土环境进行监测，布设水土监测点、采取了监测样品9件；2025年3月20日，编制人员再次赴矿区进行地质环境和土地复垦补充调查，对矿山地质环境现状和土地损毁情况进行了更新，2025年3月28完成了方案修改工作。2025年6月24日，省自然资源厅委托专家、同市县自然资源局相关人员进行了现场考察，提出了修改意见；2025年8月10日，对专家提出的意见完成了方案的修改工作。

本次野外工作共完成地质路线调查11km，地质环境和土地损毁调查点共68处，发放公众调查表25份，搜集各类资料12份，拍摄照片309张，拍摄录像28分钟，采取环境监测样品9件。实物工作量详见表0-2。

表0-2 完成实物工作量统计表

序号	名称	单位	工程量	备注
1	调查面积	km <sup>2</sup>	14.26	
2	评估面积	km <sup>2</sup>	1.8310	
3	调查线路	km	11	
4	不稳定地质体点排查	点	12	4处渣堆、已采空区地面等
	地形地貌点	点	5	ZD1、ZD2、ZD3、ZD4四处渣堆 以及Ⅱ号矿体采空区地面塌陷 TXK1
	含水层调查	点	3	尾矿库南侧监测井（DXS-2）、选 厂东北侧山坡泉眼（DXS-3）、选

					厂西南侧泉眼 (DXS-4)
		水土环境影响点	点	9	矿区中河上游、下游、尾矿库、选厂附近耕地等
		采集土壤样品	件	6	尾矿库南侧 3 个，厂区西南侧 3 个
		采集地表水样品	处	2	中河上游、中河下游
5	土地复垦调查点	矿山地面工程调查点	点	17	硐口、坑口工业场地、选厂、废渣堆、尾矿库、矿石临时转运仓等
		人类工程活动调查	点	6	李庄村等 3 个自然村及附近住户
		土地利用现状调查点	点	9	矿部、选厂、炸药库、4 处堆渣、矿山道路等
		已损毁土地调查点	点	7	矿部、选厂、炸药库、4 处堆渣、矿山道路等
		采空区地表土地调查点	点	3	采空区地面塌陷 TXK1 及 III-2、VI 号矿体采空区地表塌陷区
		土壤剖面调查	处	3	旱地、林地、草地
6	发放公共调查表	份	25		填写、回收 25 份
7	数码照片	张	309		采用 36 张
8	视频录像	分钟	21		采用、剪辑 4.8 分钟
9	土地利用现状 1:5 千标准分幅	幅	4		I49H144019、I49H144020、I49H145019、I49H145020
10	铁佛寺镇国土空间总体规划图	幅	1		
11	室内收集（整理）资料	份	12		搜集以往矿山相关资料

## 5.5 评估质量综述

本次调查工作搜集了《陕西省汉阴县鹿鸣金矿区资源储量核实报告》《汉阴县鹿鸣金矿矿产资源开发利用方案》及汉阴县茅垭子幅土地利用现状图、铁佛寺镇土地规划图等资料，这些资料都是经过相关政府部门评审通过并批准使用的资料，资料真实、可靠程度高，能够满足方案编制的要求。

本次现场调查与方案编制工作是严格按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)、《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T 0286-2015)、《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》(TD/T 1031.1-2011)和《土地复垦方案编制规程 第 4 部分：金属矿》(TD/T 1031.4-2011)的要求组织实施的。野外资料由方案编制人员现场实测或搜集，确保一手资料的准确性和可靠性。公众意见征询通过走访、座谈等形式广泛征集了县、镇、村政府部门及当地村民的意愿、要求及建议，使方案设计更具民主化。本方案编制工作程序、方法、内容和工作程度，均满足相关技术规范、规定

的要求，工作质量优良。

## 5.6 承诺

### 5.6.1 汉阴县鹿鸣金矿承诺

(1) 对矿山提供的各类原始资料、基础数据负责，确保提供资料无伪造、篡改等虚假内容，对方案结论真实有效性负责。

(2) 我单位将严格按照采矿许可证确定的矿区范围开采矿产资源，并按照相关生态环境保护要求做好矿区生态环境保护工作。

(3) 在当地自然资源部门规定的期限内完成针对绿色矿山建设的资源合理开发利用、矿山地质环境保护与恢复治理、科技投入、企业文化建设与社区和谐发展等4大方面10个指标的绿色矿山建设目标。

(4) 依规建立矿山地质环境治理与土地复垦基金专用账户，按时、足额、存储矿山地质环境治理与土地复垦费用，费用不足时应及时追加。

(5) 严格按照陕西省自然资源厅审查通过的《汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，履行矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务，接受相关政府部门的监督、检查和指导。

(6) 如有违反，愿自觉接受相关法律法规规定的判罚。

### 5.6.2 陕西一心同创勘察设计有限公司

我公司(陕西一心同创勘察设计有限公司)收集的资料及数据主要来源于矿山企业，野外调查数据及资料来自于项目组实地外业调查。我公司对方案编制的内容、现场调查资料、设计的技术方案的真实性、可靠性负责，承诺方案中绝无伪造编造、编造、篡改等虚假内容。

# 第一章 矿山基本情况

## 一、矿山简介

### 1.1 矿山企业基本情况

汉阴县鹿鸣金矿位于汉阴县铁佛寺镇李庄村，矿区位于陕西省安康市汉阴县铁佛寺镇行政管辖范围，是以金矿为主的采选联合矿山企业。汉阴县鹿鸣金矿始建于 2000 年 9 月，于 2001 年 3 月依法办理采矿许可证后，开始矿山建设和生产，除 2016 年—2017 年选矿工艺改进尾矿砂排放技术改造停产半年之外，矿山开采和选矿活动基本正常，2025 年 3 月至 9 月因尾矿库提升改造验收未生产。矿山概况如下：

工程名称：汉阴县鹿鸣金矿；

工程性质：生产矿山；

采矿许可证号：C6100002011054120112717，有效期限五年（自 2021 年 6 月 15 日至 2026 年 6 月 15 日）；

采矿权人：汉阴县鹿鸣金矿；

开采对象：采矿权范围内 I 、 II 、 III 、 V 、 VI 号金矿体，开采标高 867~295m ；

矿区面积： 0.8998km<sup>2</sup> ；

开采矿种：金矿；

开采方式：地下开采；

生产规模：  $6.0 \times 10^4$ t/a ；

开拓方案： 525m 以上矿段以上采用平硐-溜井方案， 525m 以下 6 号勘探线以西 III 号和 V 号矿体采用平硐-盲竖井提升方案， 525m 以下 6 勘探线以东的 III 、 VI 号矿段采用平硐+盲斜井开拓；

采矿方法：采用浅孔留矿（当矿体厚度大于 5m 时，采用分段空场法）；

产品方案：合制金；

剩余服务年限： 8a 。

根据汉阴县鹿鸣金矿“2024 年度小型及以下的矿山资源储量年度变化表”等有关数据，该矿山目前生产正常，财务状况良好，预计后续矿山服务年限内经济效益良好。

## 1.2 矿山地理位置及交通

**地理位置：**汉阴县鹿鸣金矿位于汉阴县城北东  $37^{\circ}$  方位，距县城约 23km。矿区中心地理坐标为：东经 [ ]，北纬 [ ]，隶属陕西省安康市汉阴县铁佛寺镇管辖。

**交通：**汉（阴）—铜（钱）四级公路 X217 从矿区经过，向南至汉阴县城约 23km，矿区距阳（平关）—安（康）铁路汉阴火车站 24km。交通便利，见图 1-1。



图 1-1 矿区交通位置图（比例尺 1:65000）

## 二、矿区范围及拐点坐标

### 2.1 矿区范围

汉阴县鹿鸣金矿采矿权范围由 4 个拐点圈定，面积  $0.8998 \text{ km}^2$ ，开采标高为 867~295m。拐点坐标见表 1-1、图 1-2（白色斜线部分为旧采矿权范围）。

表 1-1 汉阴县鹿鸣金矿矿区范围拐点坐标表

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	Y		X	Y
1	[ ]	[ ]	3	[ ]	[ ]
2	[ ]	[ ]	4	[ ]	[ ]
备注：矿区面积： $0.8998 \text{ km}^2$ ，开采标高：867m~295m。					

## 2.2 周边矿权设置情况

矿区周边设置有 2 个探矿，各矿权设置间关系详见图 1-2。

鹿鸣金矿采矿权区的北部、东部和西部为陕西地矿第一地质队有限公司坝王沟金矿详查区；南部为矿权空白区，无矿权设置；空白区以南为陕西地矿第一地质队有限公司吴家湾金矿详查区。鹿鸣金矿采矿权范围与相邻矿权无重叠、无争议，矿权内无乱采乱挖现象。

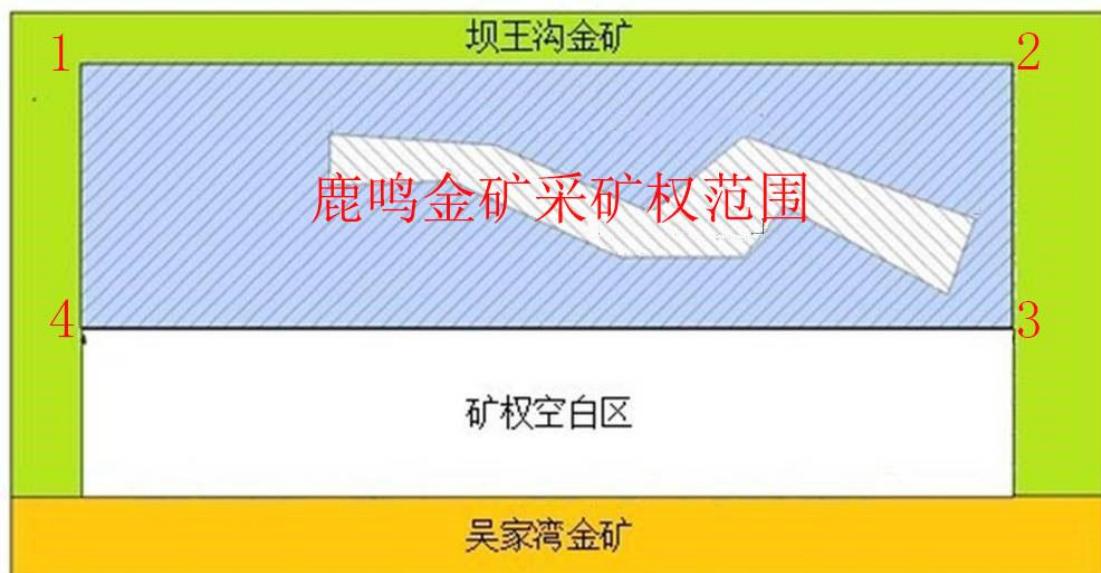


图 1-2 汉阴县鹿鸣金矿及周边矿业权分布图

## 三、矿山开发利用方案概述

2011 年 3 月，鹿鸣金矿委托陕西冶金设计研究院有限公司编制了《汉阴县鹿鸣金矿矿产资源开发利用方案》，本方案是根据开发利用方案和矿山生产现状编制而成。具体内容简述如下：

### 3.1 矿山开采对象及开采范围

开采对象：采矿权内圈出的 I、II、III（III-1、III-2、III-3、III-4）、V（V-1、V-2）、VI 共 5 条矿带 9 条矿体。

开采范围：采矿证许可范围，许可开采标高 867m~295m。

### 3.2 矿山保有资源储量及设计利用资源量

#### 3.2.1 矿山保有资源量

根据“陕国土资储备〔2011〕6 号”批准的储量核实结果，鹿鸣金矿保有资源储量（122b+333）为矿石量 [redacted]，金金属量 2005.51kg，平均金品位  $1.75 \times 10^{-6}$ ；结

合区内矿体开采技术条件、布置的开拓运输系统、地质影响系数（122b 取 1.0；333 取 0.7）。

据汉阴县鹿鸣金矿“2024 年度小型及以下的矿山资源储量年度变化表”，截止 2024 年 12 月 31 日，鹿鸣金矿保有资源储量（矿石量）[ ] 其中控制资源量（KZ）矿石量 [ ]、推断资源量（TD）矿石量 [ ]。

### 3.2.2 设计利用资源量

据《汉阴县鹿鸣金矿矿产资源开发利用方案》（2011 年 3 月），扣除中河下部保安矿柱矿量和部分设计损失量，设计利用资源量：矿石量 [ ]。根据矿山设计利用资源量和论证的矿山生产规模 ( $6 \times 10^4 \text{t/a}$ )，计算矿山总服务年限为 13.8a。

据汉阴县鹿鸣金矿“2024 年度小型及以下的矿山资源储量年度变化表”，截止 2024 年 12 月 31 日，鹿鸣金矿保有资源储量（矿石量）[ ]，其中控制资源量（KZ）矿石量 [ ]、推断资源量（TD）矿石量 [ ]，其中控制资源量（KZ）利用系数取 1.0，推断资源量（TD）利用系数取 0.7，计算截止 2024 年底保有工业储量为 [ ]。扣除开发利用方案设计预留保安矿柱矿石量 [ ] 和设计损失矿石量 [ ]，剩余设计利用矿石量为 [ ]

## 3.3 开采方案

### 3.3.1 开采方式

采用地下开采方式。

### 3.3.2 开拓运输方案

鹿鸣金矿共开采矿体有 5 条（I、II、III、V、VI），各矿体平面分布见图 1-3。根据矿体赋存条件，开拓系统划分为两个独立的开拓系统。其中 I、II 号矿体采用一套开拓运输系统（以下称为 A 系统），目前已全部采完；III、V、VI 号矿体共用一套开拓运输系统（以下称为 B 系统），两个开拓运输系统在 745m、665m 和 525m 三个中段由穿脉平巷相互连通。B 系统开拓系统见图 1-4，具体如下：

根据 III、V、VI 号矿体赋存条件开拓系统划分为三个部分，分别为 525m 标高以上矿段、525m 标高以下 6 号勘探线以西矿段和 525m 以下 14 号勘探线以东矿段。各矿段开拓系统具体如下：

525m 标高以上矿段：

中河以东III、VI号矿体从上至下各中段分别为715m回风中段、665m中段、615m中段、575m中段及525m中段。采用平硐—溜井开拓系统，在16线附近665m至525m中段之间设置3#矿石溜井和3#废石溜井，在矿体东翼逐级设置回风天井将各中段相连。各中段采下的矿石、废石均通过各自的溜井下放至525m中段，再由电机车牵引，矿石直接卸入原矿仓。

中河以西的矿体从上至下各中段分别为675m中段、625m中段、575m中段及525m中段。采用平硐—溜井开拓系统，在25线附近665m至625m中段之间设置4#矿石溜井和4#废石溜井，在19线附近625m至525m中段之间设置5#矿石溜井和5#废石溜井。在矿体西翼逐级设置回风天井将各中段相连。各中段采下的矿石、废石均通过各自的溜井逐级下放至525m中段，再由电机车牵引运出地表堆放于各自的临时堆场，矿石由自卸式汽车运至选厂矿仓。

另外9线以西5m至中河之间的矿体作为保安矿柱予以保留。

#### **525m以下6号勘探线以西矿段：**

采用阶段平硐+盲竖井开拓运输系统方案，525m以下开拓475m、425m、375m、和275m中段平巷，6线附近实施竖井将各阶段平巷连接，竖井设置于525m中段内。开采对象为V-1、V-2和III-3三个矿体（保安矿柱除外），矿石经平巷-竖井运至中河以东525m中段，由PD525平硐或YM525硐口运出，运输至选厂原矿仓。

#### **525m以下14号勘探线以东矿段：**

采用阶段平硐+盲斜井开拓运输方案，525m以下开拓475m和425m中段平巷，三个平巷由提升斜井相连，斜井口设置于525m中段内。开采对象为III-4和VI号两个矿体的525m以下部分，矿石经平巷-斜井运至中河以东525m中段，由PD525硐口或YM525硐口运出，运输至选厂原矿仓。

B系统除阶段平巷、斜井和竖井外，在矿体外侧开拓通风竖井与各中段平巷相连。

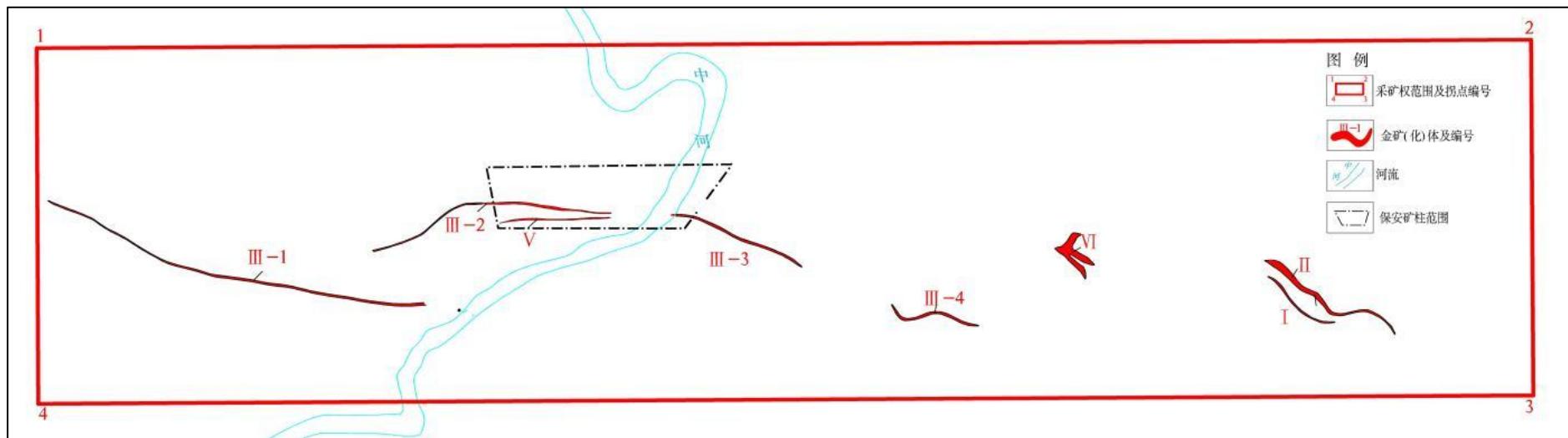


图 1-3 鹿鸣金矿矿体平面分布图

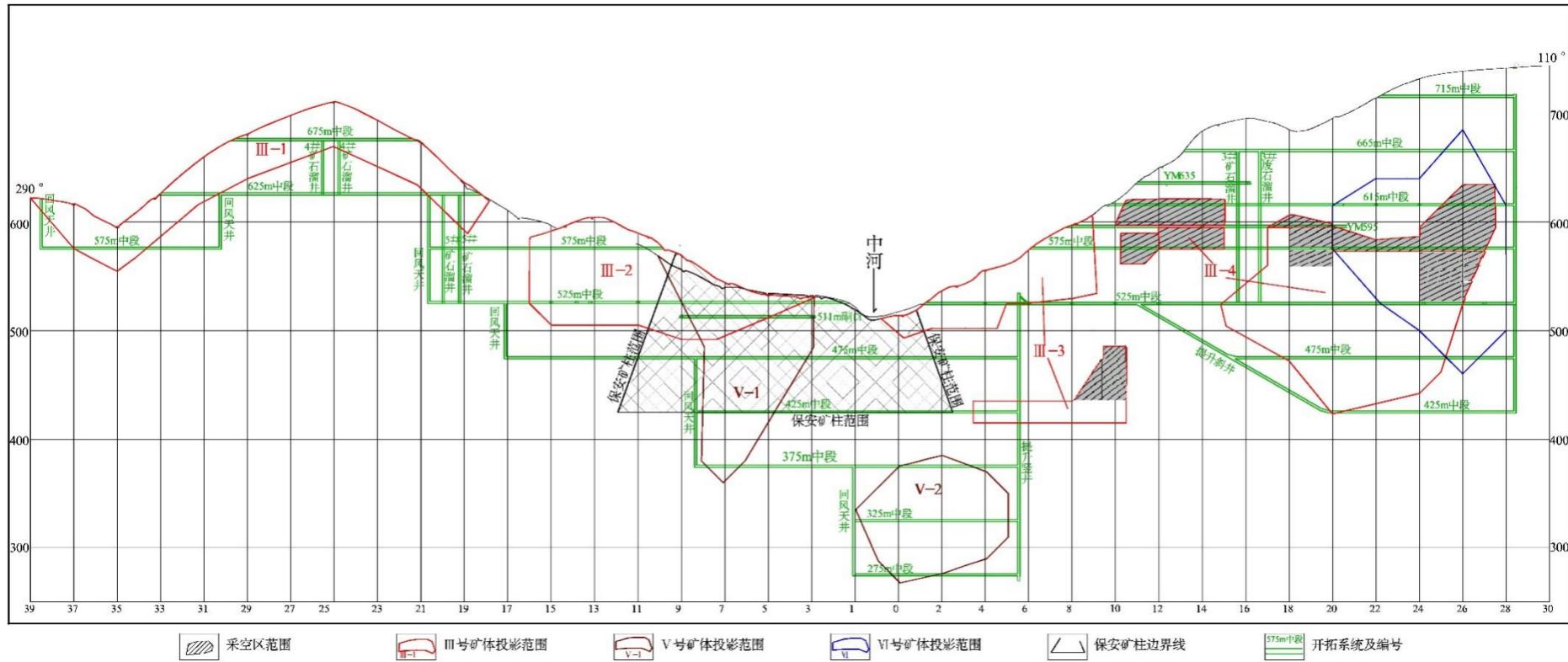


图 1-4 鹿鸣金矿Ⅲ号、V号、VI号矿体开拓运输系统垂直纵投影图

### 3.4 矿床开采

#### 3.4.1 回采顺序和首采地段

总体回采顺序：先采中河东侧矿段，再回采中河西侧矿段，最后回采 525m 以下的矿段。矿段内的回采顺序是：按照自上而下的顺序逐中段依次回采。矿体内的回采顺序按照自上而下的顺序逐中段依次回采。

首采地段为 II 号矿体 665m 中段。

#### 3.4.2 采矿方法

##### 3.4.2.1 回采方法

采用浅孔留矿采矿法进行回采（见图 1-5）。当矿体厚度大于 5m 时，采用分段空场法。

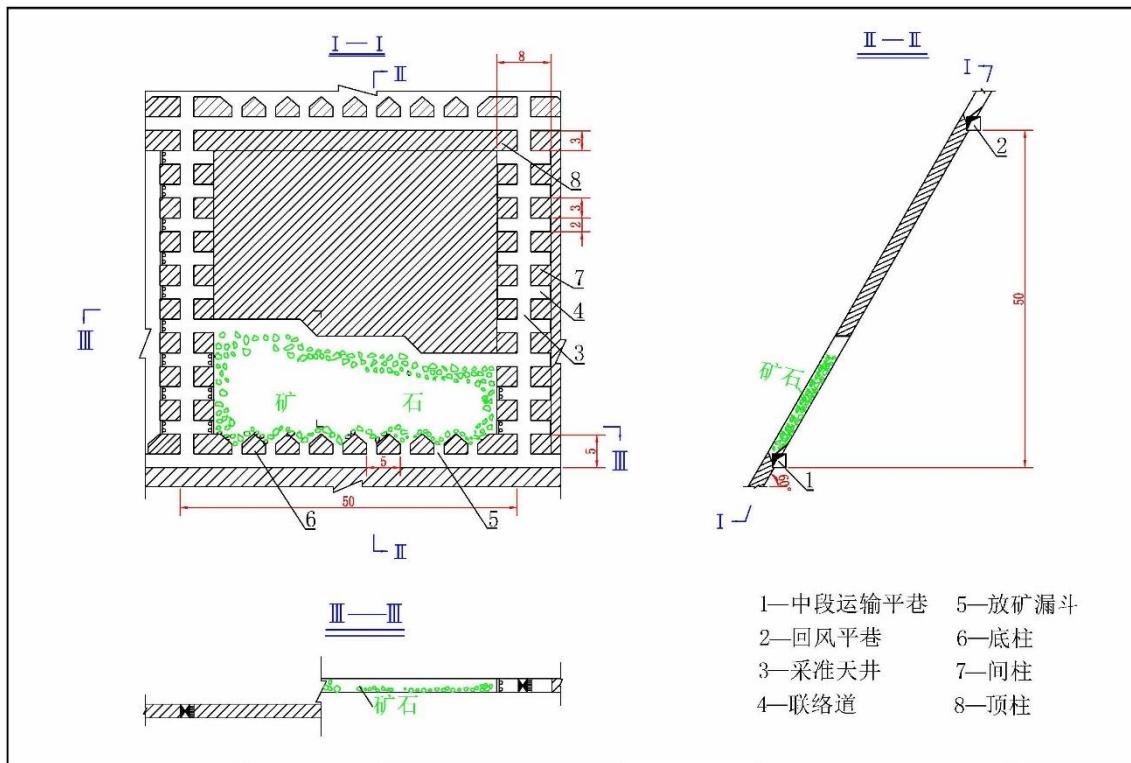


图 1-5 浅孔留矿法回采示意图

##### 3.4.2.2 采空区处理

###### (1) 正常回采时空区处理：

当回采下中段矿房时，即可对上中段用大量崩落法回采矿柱。为了保证安全，矿房与矿柱回采速度要相适应。从回风巷道、天井、采场联络道使用 YSP-45 凿岩机，局部厚矿体采用 YGZ90 型凿岩机向上中段底柱和本中段顶柱、间柱凿垂直或水平炮孔，顶底柱与间柱同次分段爆破，先崩间柱后崩顶底柱，爆下的矿石落入中段底部结构放出。

整个中段矿柱回采结束后，采空区被采下的矿石，上中段废石和本阶段塌落的废石充填，有时上部的废石量不多，本阶段的上盘围岩又不能随矿柱的崩落而自然崩落，还要在位于矿体上盘 5~6m 处的天井，向硐室内装药爆破，强制崩落上盘围岩，充填采空区，降低地压活动，以保证下部安全正常生产。

#### (2) 已有空区的处理：

I 号矿体 665m 中段以上及 II 号矿体 715m 以上均已采空，空区面积较大。为保证下部保有矿量回采的安全和保证通风质量，建议在 I 号矿体 665m 中段沿脉工程上部砌筑砼隔离墙，将上部空区和下部隔离。II 号矿体 715m 中段沿脉工程上部砌筑砼隔离墙，将上部空区和下部隔离。

#### 3.4.2.3 地表岩石移动范围

矿区主要工程岩体以层状的片岩、变砂岩为主，岩石强度较大，单轴抗压度>30Mpa，属半坚硬岩石，岩石的强度和完整程度满足围岩稳定性的要求，构成井巷围岩的稳固性良好。矿区工程地质条件属于简单—中等类型。矿体绝大部分属于急倾斜薄矿体，根据矿岩力学性质，矿体的开采技术条件及选用的采矿方法，用类比法选择岩石移动角。上盘为 50°，下盘为 60° 或矿体倾角，侧翼为 70°，以此为依据，圈定的地表岩石移动范围如平面布置图所示。

### 3.5 选矿工艺

早期选用的选矿工艺各项指标较好，因此开发利用方案推荐保留原有选矿工艺，即采用重选—全泥氰化-碳浆法提金—解析电解—冶炼。工艺流程图见图 1-6。

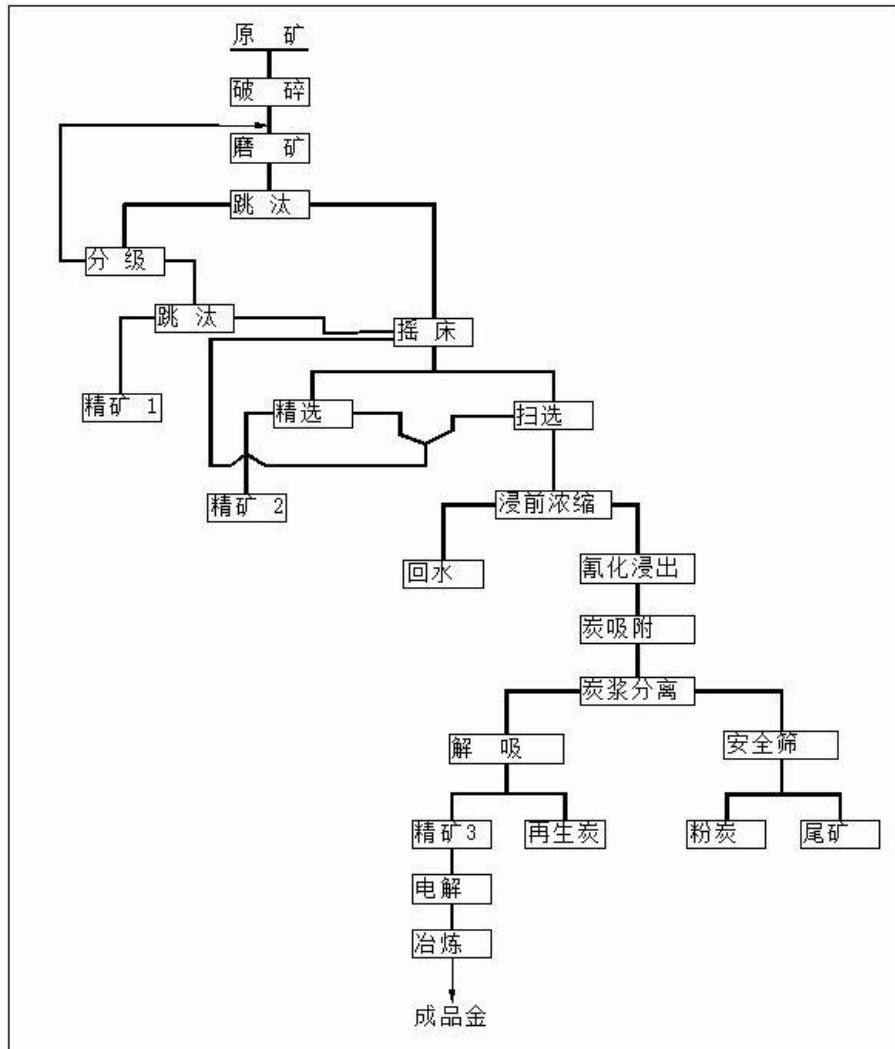


图 1-6 选矿工艺流程图

### 3.6 矿山给排水系统

#### (1) 矿山给水

中河为汉阴县鹿鸣金矿生产、生活用水水源。选厂正常生产的需水量约  $300\text{m}^3/\text{d}$ , 其中需水量约  $70\text{m}^3/\text{d}$ , 从中河抽取; 回水量约  $230\text{m}^3/\text{d}$ ; 采厂总用水量  $104\text{m}^3/\text{d}$ , 可通过矿坑涌水供给; 生活用水量  $30\text{m}^3/\text{d}$ , 从中河抽取。

#### (2) 矿山排水

##### ① 采场排水

$525\text{m}$  以上中段矿坑涌水采用自流方式排泄。 $525\text{m}$  中段以下采用盲竖井和盲斜井开拓方案, 坑道涌水及生产废水均采用机械扬送方式排水。盲斜井开拓部分各中段运输巷道人行道侧设置水沟, 斜井底部车场附近设置水仓, 将斜井开拓部分内的坑道涌水及生产废水汇集至水仓内, 再由水泵扬送至上部斜井口主平硐自流排出。

在各中段坑口处设置有沉淀池, 汇集本中段排出的坑内涌水和生产废水, 进行沉淀,

检测达到标准后供选厂循环使用。

### ② 选厂及尾矿废水

选矿厂产生的废水主要为尾矿浆中的水分，经处理后排放的废水和尾矿矿浆都输送至尾矿库压滤车间，尾矿砂浆压滤水由管道输送至选厂回用，不外排。

冲洗地坪污水进入地沟后，用泵打到选矿流程中；设计综合考虑选矿厂生产工艺以及环保等要求，尾矿水不外排，全部回收循环使用。

### ③ 生活污水

生活污水主要含有悬浮物（SS）、 $BOD_5$ 、COD、油脂类行业氨氮等，成分较简单，经化粪池沉淀处理达标后作灌溉或绿化用水。

## 3.7 矿山能源供应

矿山紧邻居民生活区，生产用电由农用电网接入选厂内设的变压器房，然后通过输电线路输送至采矿区和选厂各车间；尾矿库压滤车间用电由就近的农用输电线接入车间变压器后，供压滤车间用电。生活用电直接并入居民用电系统。总体上矿山电力资源充足。矿区临近没有煤炭企业，燃料资源短缺，燃料主要靠采购煤炭供应。

## 3.8 矿山工程平面布局

### 3.8.1 矿山地面工程设计

矿山依据冶金工业部长春黄金设计院编制的“陕西省汉阴县鹿鸣金矿初步设计”于2001年开始矿山建设，后转入生产，开发利用方案在矿山工程现状基础上进行改扩建设计。地面工程包括矿部、选厂、炸药库、4处废渣堆以及中河两岸共19个硐口及其工业场地。矿山工程布局见图1-7及附图01。

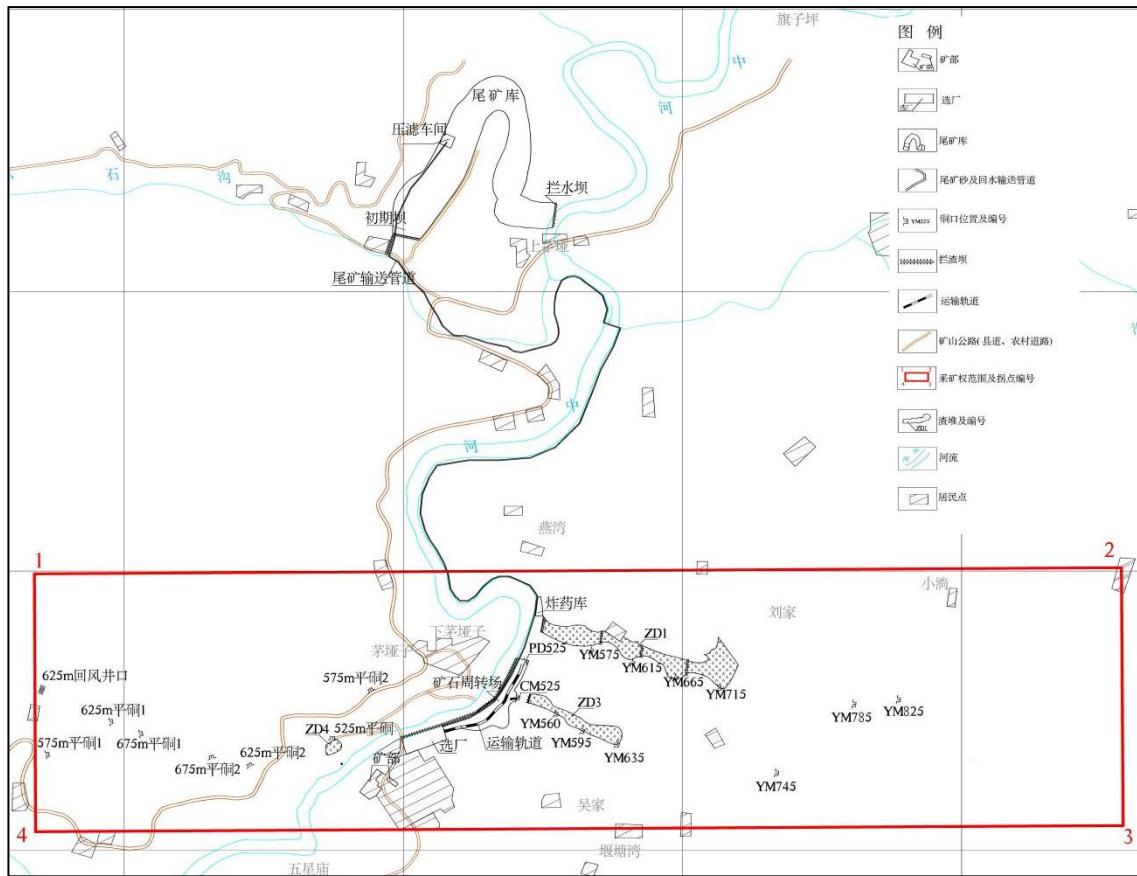


图 1-7 鹿鸣金矿矿山工程平面布置示意图

### 3.8.2 矿山地面工程现状

目前，矿山 I、II 矿体已经开采完毕，其开拓系统不再使用，不再使用的各硐口已永久封堵；III、V、VI 矿体开拓系统（14 线以东）已建成，目前正在开采 III、V、VI 矿体，在用的井巷工程有 PD525(525m)、CM525(525m)、YM575(575m，用做通风井)、YM635(635m)、YM595(595m)、YM560(560m)；III、V、VI 矿体开拓系统（6 线以西）未建成。后期开采不再新建地面设施。

#### 3.8.2.1 开采工程

鹿鸣金矿共有开采矿体（带）5 条（I、II、III、V、VI），矿山开采地面工程设施有平硐口和风井口共 19 个，硐口采矿工业场地 2 处，总占地面积 605m<sup>2</sup>，见表 1-2。

针对 I、II 号矿体的开采工程由高到低共有 8 个阶段平硐口，其中 YM825、YM785、YM745、YM705、YM665、YM615 为阶段平硐口，按照原《方案》设计，2020 年已全部封闭，现坑口无工业场地、无渣堆；YM575 现已改为通风巷道所用，坑口无工业场地、无渣堆；PD525 硐口为矿山开采的主运平硐口，硐口外现有工业场地为变电房，建于 ZD2 渣堆之上，占地面积为 5m<sup>2</sup>。后期 PD525 硐口为主要运矿出口继续使用，YM575 为通风口继续使用，其余 6 个硐口已封堵，用铁栅门封闭。

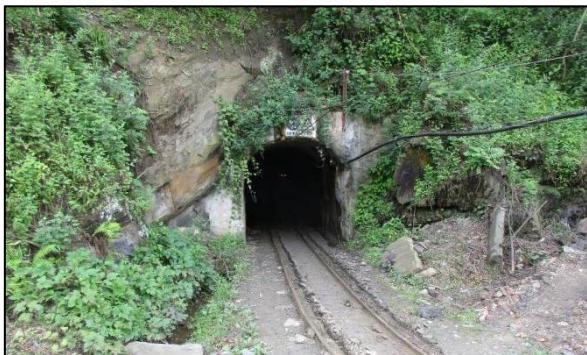
针对III、V、VI矿体的开采工程有7个阶段平硐共10个平硐口和1个风井口，分布于中河两岸。

中河东岸现有4个阶段4个平硐口，由高到低为YM635、YM595、YM560和CM525，目前YM635、YM595和YM560三个主运平硐已关闭，坑口场地已拆除，硐口用铁栅门封闭，CM525继续作为主运平硐使用，坑口工业场地包含值班室、职工宿舍、食堂等，均为砖混结构建筑，建于ZD2扎堆之上总面积约600m<sup>2</sup>。

中河西岸现有4个阶段6平硐口和1个风井口，由高到低为675m平硐口2个、625m平硐口2个、575m平硐口1个、525平硐口1个和620m风井口1个。目前中河以西仅完成巷道开拓，开采活动未开展。开拓运输系统开拓从中河西岸525m中段向西掘进，开拓废石排放于525m平硐口，因此除525m中段硐口存在工业场地和废渣堆之外，其他硐口和风井口仅有极少量废石，且已自然复绿。

表 1-2 地面开采工程及坑口场地面积一览表

开拓系统	开采矿体	地面工程名称	位置	坑道规格(m)	坑口场地面积(m <sup>2</sup> )	状态
I、II矿体开拓系统	I 和 II	YM825(825m)	刘家东南	2.2×2.2	0	已永久封堵 (2020年)
		YM785(785m)	刘家东南	2.2×2.2	0	
		YM745(745m)	刘家以南	2.2×2.2	0	
		YM715(715m)	刘家西南	2.2×2.2	0	
		YM665(665m)	刘家西南	2.2×2.2	0	
		YM615(615m)	刘家西南	2.2×2.2	0	
		YM575(575m)	刘家西南	2.2×2.2	0	
		PD525(525m)	刘家西南	2.2×2.2	5	使用中
III、V、VI矿体开拓系统(14线以东)	III-3 和 III-4 和 VI	YM635(635m)	吴家以北	2.2×2.2	0	铁栅门封闭
		YM595(595m)	吴家以北	2.2×2.2	0	
		YM560(560m)	吴家以北	2.2×2.2	0	
		CM525(525m)	吴家以北	2.2×2.2	600	使用
III、V、VI矿体开拓系统(6线以西)	III-1 和 III-2 和 V	675m 平硐 1 (675m)	肖家湾	2.2×2.2	0	留用、铁栅门 封闭
		675m 平硐 2 (675m)	下茅垭子	2.2×2.2	0	
		625m 平硐 1 (625m)	肖家湾	2.2×2.2	0	
		625m 平硐 2 (625m)	下茅垭子	2.2×2.2	0	
		575m 平硐 1 (575m)	肖家湾	2.2×2.2	0	
		575m 平硐 2 (575m)	下茅垭子	2.2×2.2	0	
		625m 风井口	肖家湾	1.5×1.5	0	留用，铁栅门 封闭
合计					605	



照 1-1 中河东 PD525 硐口



照 1-2 中河东 CM525 硐口



照 1-3 中河东 CM525 坑口工业场地全景



照 1-4 Ⅲ号矿体开拓系统中河西 CM525 硐口



照 1-5 Ⅲ号矿体开拓系统矿区西边界风井口

### 3.8.2.2 矿部

鹿鸣金矿矿部位于中河东岸，由东西两个部分组成，其中西侧院落为办公、生活驻地和车库，东侧楼房为矿山招待所（见图 1-7、照 1-6），总占地面积  $0.1168\text{hm}^2$ 。矿部所在地原为乡政府驻地，2005 年 1 月 18 日土地使用权转让予鹿鸣金矿，期限至 2055 年 1 月 18 日。



照 1-6 鹿鸣金矿矿部外景



照 1-7 鹿鸣金矿选厂全景

### 3.8.2.3 选厂

选厂位于李庄村中河南岸（见图 1-7、照 1-7），原为李庄村生产队物资库房，后由鹿鸣金矿租用改扩建为选厂，主要车间有：原矿仓、磨矿车间、重选车间、化验及检测室、储藏室、修理间、高水位池、选厂办公区等，总面积  $0.2194\text{hm}^2$ 。

### 3.8.2.4 矿石周转场

矿石周转场位于选厂北侧，原为 ZD2 渣堆，渣堆清理后在该处进行了改造，现以矿山周转所用，占地面积  $0.5708\text{hm}^2$ 。

### 3.8.2.5 废渣堆

目前鹿鸣金矿共有 4 处废渣堆（ZD1、ZD2、ZD3 和 ZD4），其中 ZD1、ZD2 和 ZD3 位于中河东侧，ZD4 位于中河西侧，分别叙述如下：

**ZD1：**位于矿区北部刘家一带山坡，由 4 个中段硐口运出废渣后堆排，形成带状渣堆，见照 1-8。渣堆水平长度约 350m，宽度 20~80m，总面积  $1.0804\text{hm}^2$ ，堆存废渣总量约  $5.3 \times 10^4\text{m}^3$ 。

该渣堆废渣来源为开采 I、II 号矿体产生的废石。废石经 YM705、YM665、YM615 和 YM575 四个硐口运出堆排，在 YM665、YM615、YM575 及 525m 处分别修建拦渣坝以减轻上游废渣对下游坑口工程及渣堆的影响（见照 1-8、照 1-9）。I、II 号矿体已于 2016 年采尽，ZD1 渣堆堆存渣堆方量和占地面积不会增加。

按照原《方案》设计，2020 年度对 Z1 废渣堆进行了复垦，主要工程措施为覆土+撒播草籽绿化。2023 年 3 月 20 日通过汉阴县自然资源局年度验收。



照 1-8 ZD1 渣堆全景



照 1-9 ZD1 渣堆 525m 拦渣坝

ZD2：位于中河东沿岸，选厂以北、PD525 以南。渣堆水平长度约 200m，宽度 20~40m，总面积  $0.5708\text{hm}^2$ ，目前堆存废渣总量约  $4.5 \times 10^4\text{m}^3$ ，见照 1-10。该渣堆是形成泥石流隐患 N2 的主要物源。该渣堆废渣来源为 I 号和 III-4 号矿体采矿形成的废石，废石经 PD525 和 CM525 两个硐口运出沿中河东岸堆排。为避免废石排放堵塞河道，沿中河东岸修建拦渣坝，拦渣坝高 1.5~2.0m，宽 0.8m，长约 270m（见照 1-10、照 1-11）。后期采矿废石运出坑口临时堆放在 ZD2 渣堆，随后由废石使用者运走用于道路、建筑物修建等工程，矿山地表不再增加废石。ZD2 渣堆南段目前已覆土绿化，北段还在利

用，渣堆占地面积保持不变。该渣堆清理、治理后，现改造为矿石周转场所用。

按照原《方案》设计，2024 年度主要对 ZD2 渣堆挡墙进行了加固维修，修建总长度 46m，高度 5m，宽度 1.8m。

2024 年 11 月 26 日通过汉阴县自然资源局年度验收。



照 1-10 ZD2 渣堆北段及拦渣坝



照 1-11 ZD2 渣堆南段及拦渣坝

ZD3：位于 ZD1 南侧小支沟内，由沟内 3 个中段硐口运出废渣后堆排，形成带状渣堆。渣堆水平长度约 200m，宽度 10~30m，总面积  $0.3464\text{hm}^2$ ，堆存废渣总量约  $1.8 \times 10^4\text{m}^3$ 。该渣堆废渣来源为III-3 和 III-4 号矿体探矿阶段形成的废石，废石经 YM635、YM595 和 YM560 三个硐口运出堆排，在 540m 处修建拦渣坝已减轻上游废渣对下游 CM525 坑口及工业场地的影响。由于 ZD3 不再增加废石量，2020 年度对 Z3 废渣堆进行了复垦，主要工程措施为覆土+撒播草籽绿化。

2023 年 3 月 20 日通过汉阴县自然资源局年度验收。



照 1-12 ZD3 渣堆全景

ZD4：位于中河西岸 525m 平硐口南侧，渣堆长度约 30m，宽度约 12m，高 5m，总面积  $0.0560\text{hm}^2$ ，堆存废渣总量约  $1500\text{m}^3$ ，见照 1-13。该渣堆废渣来源为 III-1 和 III-2 号矿体开采系统开拓形成的废石，废石经 525m 平硐口运出堆排。2020 年度对 Z4 废渣堆进行了复垦，主要工程措施为覆土+撒播草籽绿化。后期 III-1 和 III-2 号矿体开采产生的废石由中河东岸 CM525 坑口运出临时堆放在 ZD2 后转运利用，因此 ZD4 渣堆不会损毁多余土地，也不会造成土地的重复损毁。

2023 年 3 月 20 日通过汉阴县自然资源局年度验收。



照 1-13 ZD4 渣堆全景



照 1-14 鹿鸣金矿炸药库外景

### 3.8.2.6 炸药库

鹿鸣金矿炸药库位于中河东岸，ZD1 渣堆下游（见照 1-14）。库区包括 1 个炸药库房和 1 个雷管库房，四周修建铁栅栏或砖墙将库区与外界隔离，总占地约  $0.0327\text{hm}^2$ 。

### 3.8.2.7 尾矿浆及回水管道

尾矿浆输送采用压力输送方式，尾矿浆自选厂由柱塞泵加压，通过无缝钢管输送到尾矿压滤车间，尾矿压滤回水利用地形条件全程自流，由钢管输送至选厂重复利用。尾矿输送管线和回水管线并线沿中河河谷依地形敷设，全长  $3.73\text{km}$ ，占地面积  $0.1870\text{hm}^2$ ，其中尾矿浆输送管道和矿石周转场重复占地面积  $0.0155\text{hm}^2$ ，因此尾矿浆输送管道和回水管线独立占地面积  $0.1715\text{hm}^2$ 。

### 3.8.2.8 矿石运输轨道

坑外矿石运输轨道铺设于 ZD2 渣堆之上，由中河东岸 525m 中段两个硐口连接选厂原矿仓，总长度  $225\text{m}$ ，宽约  $1\text{m}$ 。

### 3.8.2.9 矿山道路

项目未建设专用生产生活道路，借用项目区内公共交通道路。借用道路分为 2 部分，其中主要干线为 X217 县道（汉-铜四级公路）肖家湾至上茅垭段（见图 1-8，棕色实线

为县道），从西南—东北向穿过项目区，公路路面宽 6m，路面已硬化；主干线至中河两岸工业场地的联络道路（见图 1-8），该道路均为村集体修建的农村道路，路面已硬化，宽约 4m。

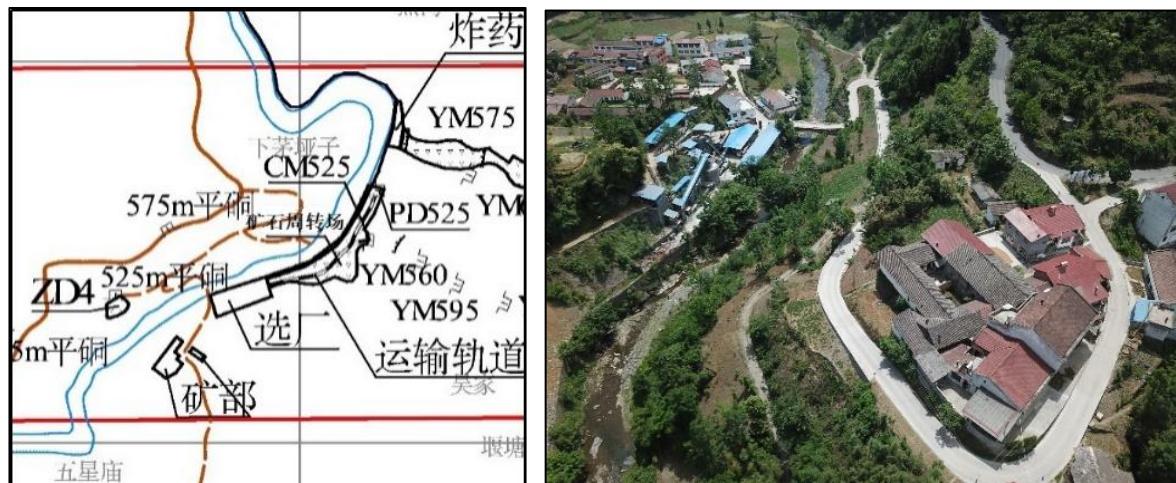


图 1-8 县道至工业场地联络路示意图

照 1-15 工业场地联络道路

### 3.8.2.10 尾矿库

鹿鸣金矿尾矿库建于 2000 年 9 月，位于选矿厂向北 1.5km 处的中河河道中，该段河道长约 500m，呈“牛轭”形，在距上茅垭村东北 250m 左右处开凿隧洞将中河主河道改道取直后，在“牛轭”段上、下游筑坝（尾矿库初期坝及拦水坝）围库。该尾矿库总坝高 42.5m，设计最终堆积标高 582m，总库容为  $93.81 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，为四等尾矿库。

鹿鸣金矿尾矿库设计和治理工程由安康市应急管理局管理并负责验收，不纳入本方案，见附件十二。



照 1-16 鹿鸣金矿尾矿库

## 四、矿山开采历史、现状

### 4.1 企业隶属关系、企业性质及概况

汉阴县鹿鸣金矿为自然人投资的个人独资企业,经营范围包括黄金矿山采矿、选矿、冶炼、堆浸,企业注册地址为陕西省安康市汉阴县铁佛寺镇李庄村,注册资本1000万元,法人代表为孙连仁。汉阴县鹿鸣金矿为该公司登记的采矿权。

### 4.2 矿权设置及变更情况

2001年2月23日,陕西省国土资源厅依法为汉阴县鹿鸣金矿发放了采矿许可证,证号为6100000112665,有效期限拾年(2001年2月至2011年3月),矿区面积0.1608km<sup>2</sup>,开采深度由865m至525m标高,该证525m以下及外围为汉阴县鹿鸣金矿探矿权范围。

2011年5月完成采矿权变更手续,办理了采矿许可证,证号为6100000112665,有效期限伍年(自2011年5月21日至2016年6月21日),矿区面积0.8998km<sup>2</sup>,新证范围包括原采矿权范围和原探矿权范围,开采深度由865米至525米标高,变更为由867米至295米标高;2016年5月,办理了采矿权延续,取得了采矿许可证,证号为C6100002011054120112717,有效期限五年(自2016年5月30日至2021年5月30日),矿区范围及开采深度未变;2021年6月,办理了采矿权延续,取得了采矿许可证,证号为C6100002011054120112717,有效期限五年(自2021年6月15日至2026年6月15日),矿区范围及开采深度未变。

### 4.3 矿山以往开采历史

#### 4.3.1 开采历史

矿山以往开采矿体为I号、II号和III-4号,其中I号、II号和III-4号矿体西段已经于2016年开采结束。2016年2024年,主要开采III-3号矿体和VI号矿体。除开采矿体之外,矿山已完成中河以西开拓运输系统挖掘工作。

矿山开采活动从2001年6月开始至今,实际生产时间为23年,累计采出矿石量[REDACTED],其中:I号矿体采出[REDACTED]、II号矿体采出[REDACTED]、III-1和III-2号矿体未采动、III-3采出[REDACTED]、III-4采出[REDACTED](见图1-9)、V-1和V-2号矿体未采动、VI号矿体采出[REDACTED](见图1-10)。各矿体已采动资源储量详见表1-3。

表1-3 鹿鸣金矿已采动资源量统计表

矿体编号	资源储量 类型	动用空间体 积(千m <sup>3</sup> )	动用空间矿 石量(千吨)	保有资源储量 (千吨)	备注
------	------------	------------------------------	-----------------	----------------	----

I	KZ				已采完
II	KZ				已采完
III-1	TD				未开采
III-2	KZ				未开采
	TD				
	KZ+TD				
III-3	KZ				正在开采
	TD				
	KZ+TD				
III-4	KZ				正在开采
	TD				
	KZ+TD				
V-1	KZ				未开采
	TD				
	KZ+TD				
V-2	KZ				未开采
VI	KZ				正在开采
	TD				
	KZ+TD				
合计	动用	KZ			
		TD			
	保有	KZ			
		TD			
	累计查明	KZ			
		TD			

注：表 1-3 中数据来源汉阴县鹿鸣金矿《2024 年度小型及以下的矿山资源储量年度变化表》，数据截止时间为 2024 年 12 月 31 日。

矿山从建设到生产至今，共开拓 18 个洞口和 1 个风井口，在地表形成 4 处渣堆，位置分布情况见图 1-7。中河东岸 525m 中段两个硐口为矿石和废渣运出坑口，正常使用，其余硐口均用铁栅门封闭。四处废渣堆 ZD1、ZD3、ZD4 已按照原《方案》进行了复垦，植被基本恢复，ZD2 南段目前已复垦绿化，北段现在利用。

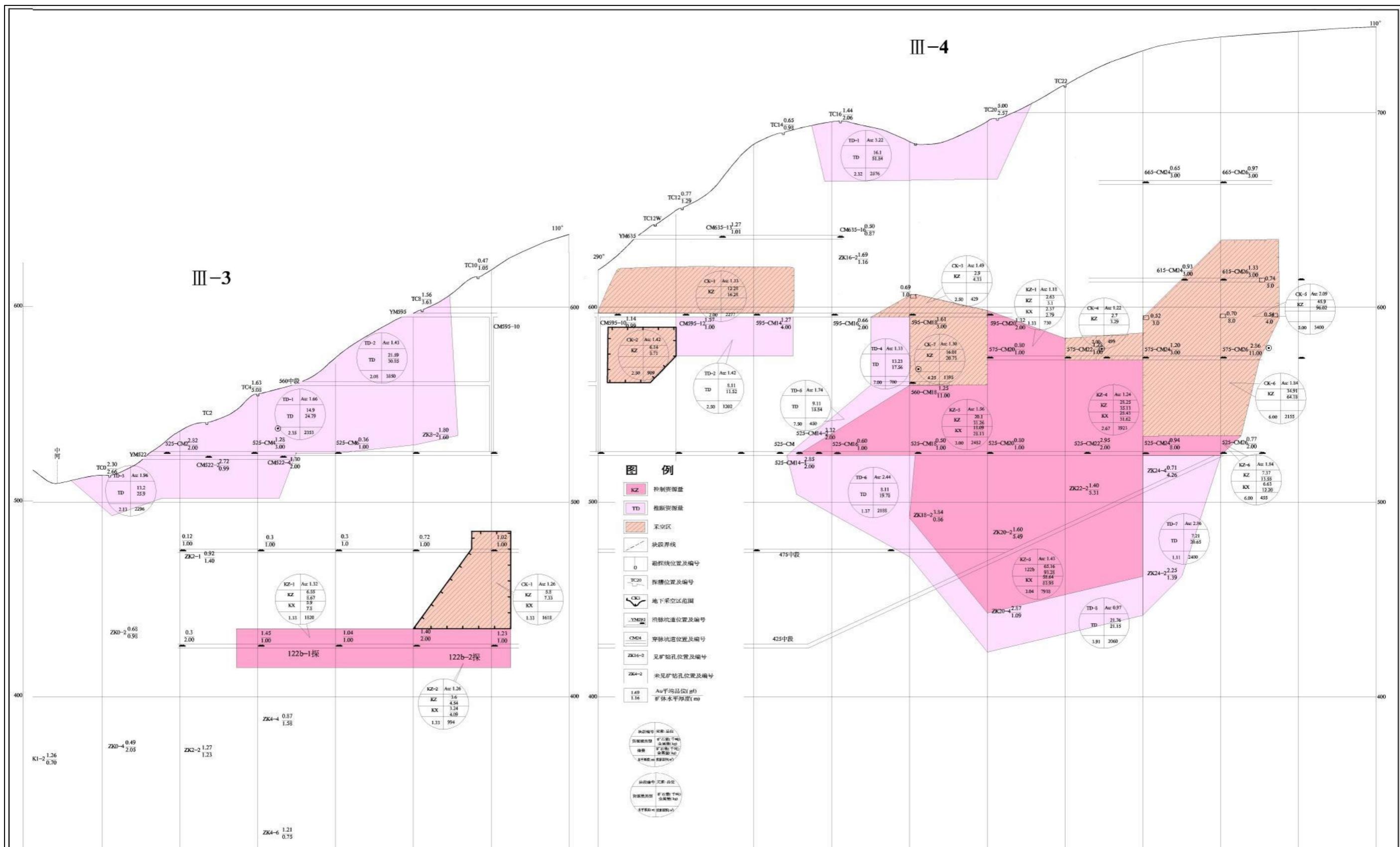


图 1-9 鹿鸣金矿Ⅲ-3、Ⅲ-4 矿体开采及采空区分布垂直纵投影图

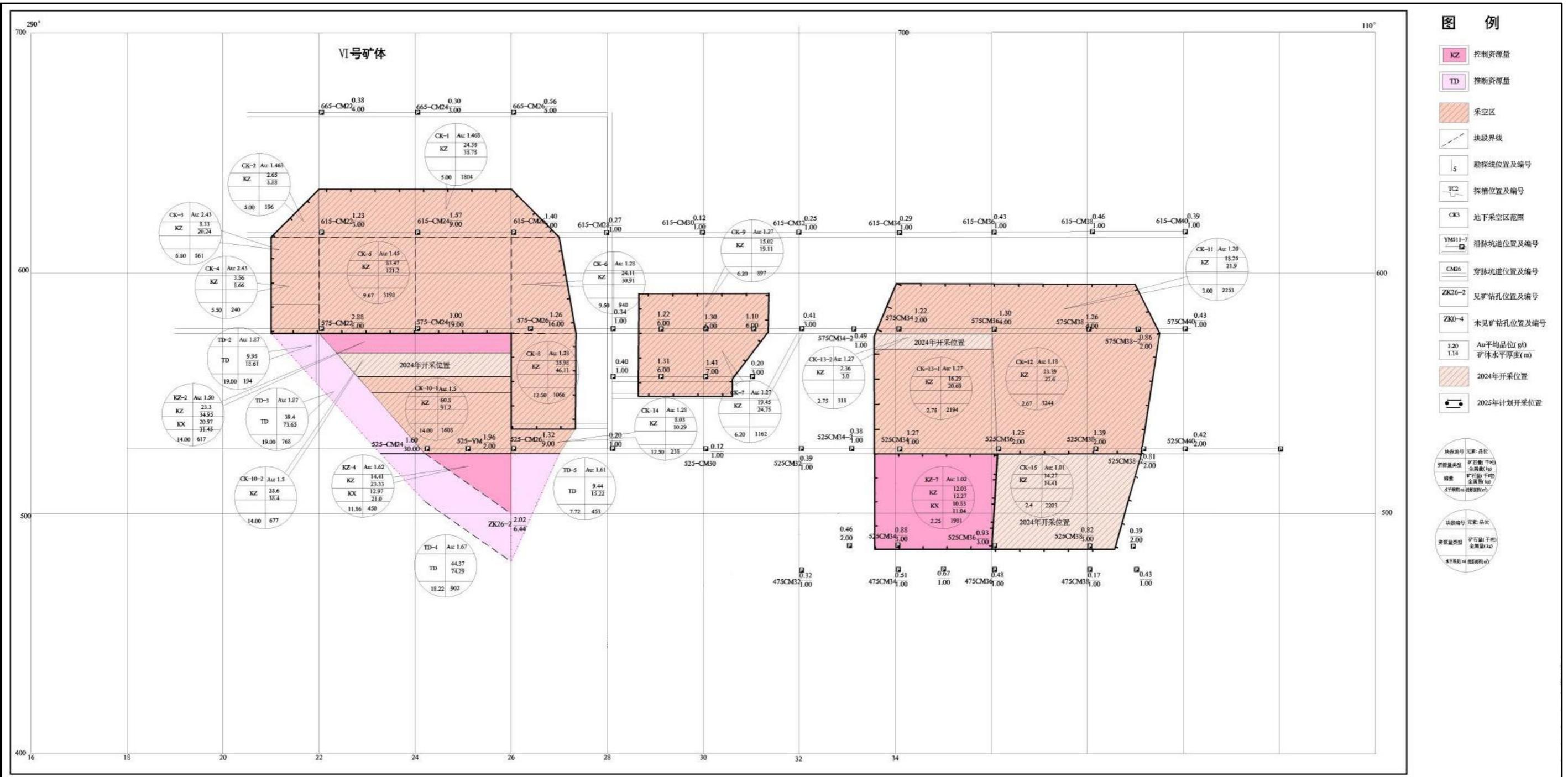


图 1-10 鹿鸣金矿 VI 号矿体开采及采空区分布垂直纵投影图

### 4.3.2 采空区分布情况

目前鹿鸣金矿矿区共有 4 个大的采空区，采空区分布情况如下：

I号矿体采空区：I号矿体探明资源量已于 2016 年被全部开采，原 I 号矿体范围形成大的采空区。采空区分布在 22 线以东 44 线以西 550~850m 标高范围内，其中 38 线至 44 线范围采空区接近地表，造成 38 线和 40 线之间地面塌陷灾害（见附图 01）。

II号矿体采空区：2016 年 II 号矿体探明资源量已全部开采，原 II 号矿体范围形成大的采空区。采空区分布在 30 线~36 线 645m 标高至 38 线~46 线近地表，，采空区造成 38 线矿体露头附近地面塌陷灾害（见附图 01）。

III号矿体采空区：分布于 III-4 矿体 10 线至 20 线之间、标高在 565m~635m 的范围内（见图 1-9），其中 III-4 矿体西部已采空，东部 16~20 线 595m 以上采空、20 线以东 575m 以上采空。

VII号矿体采空区：该矿体为盲矿体，位于矿区北东部，24 线至 26 线之间，矿体最高出露标高 620m，埋深 150~185m，目前 575m 以上已采空（见图 1-10）。

### 4.4 开采现状

目前汉阴县鹿鸣金矿生产正常，采用地下开采方式，开拓运输方式基本按照“开发利用方案”设计的方案执行，采矿方法为浅孔留矿法。选矿工艺为单一重选选矿工艺，选矿产品为合制金。2024 年回采 VI 号矿体 ck-10, ck-13, ck-15，2025 年将继续对 VI 号矿体 525 至 575ck10-2 上部和 525 至 475ck15 左侧部分进行回采，具体见图 1-11、1-12。

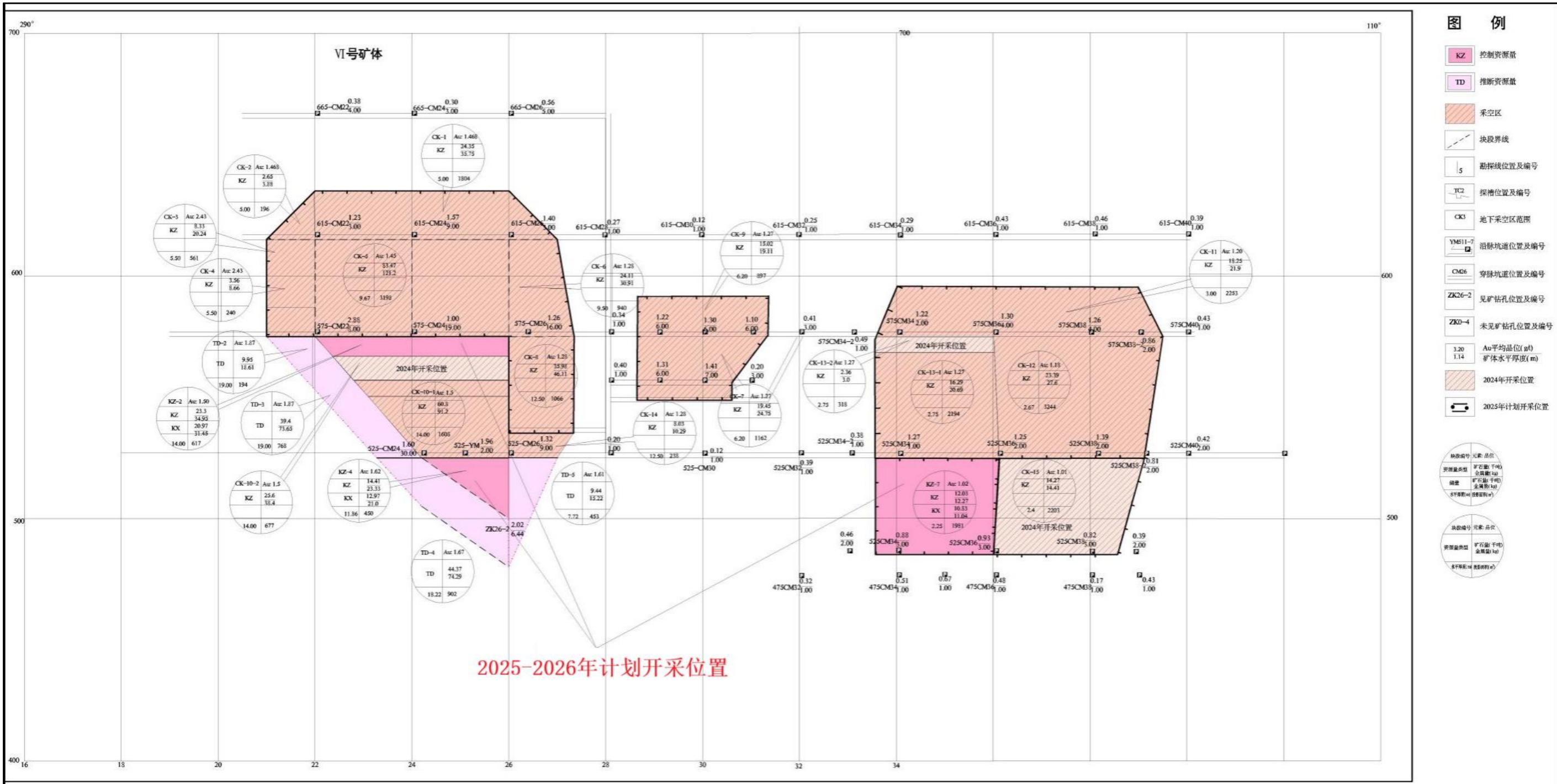


图 1-11 鹿鸣金矿VI号矿体开采现状及开采计划垂直纵投影图

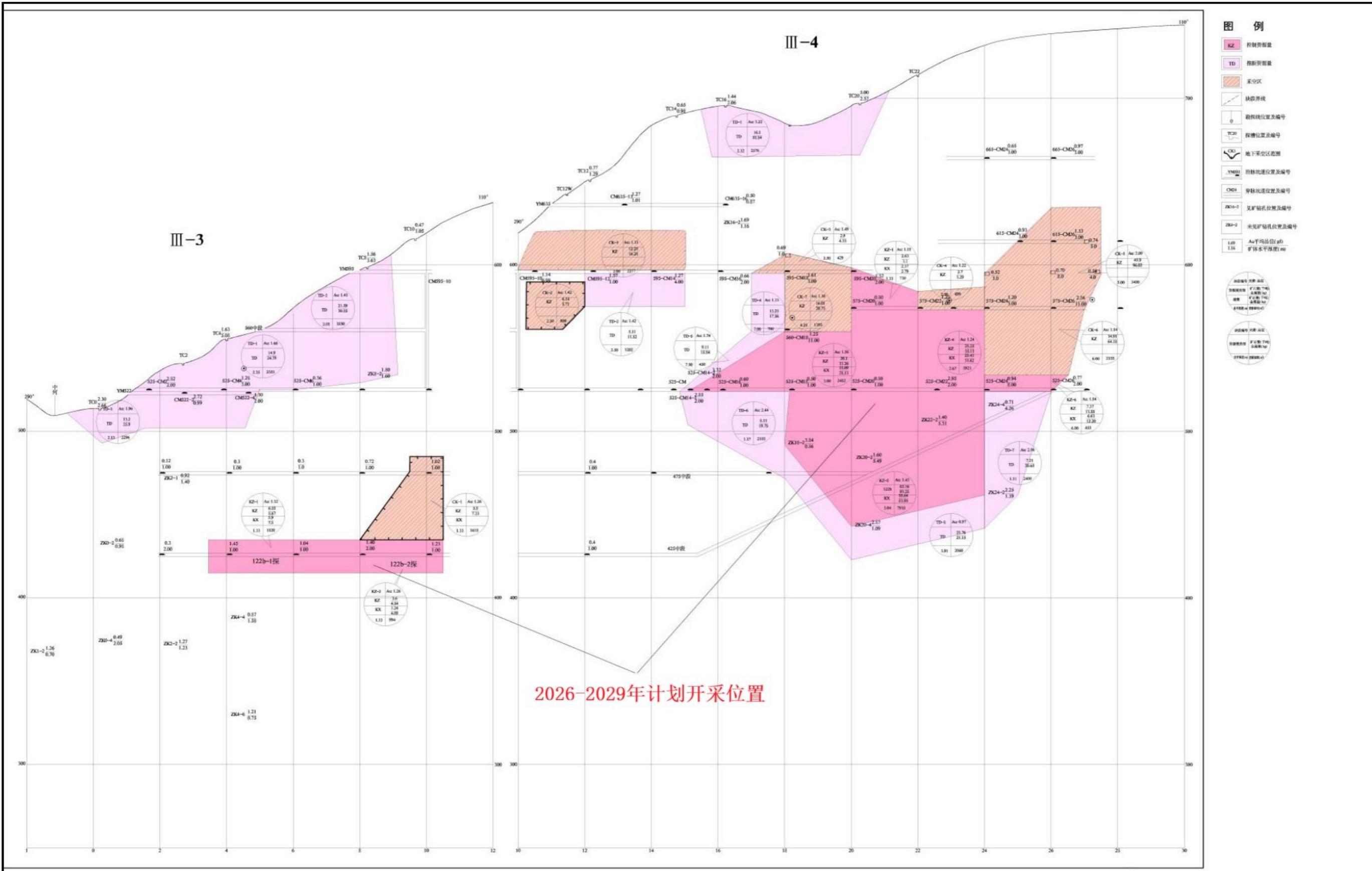


图 1-12 鹿鸣金矿III号矿体开采现状及开采计划垂直纵投影图

## 4.5 开采计划

按照“先东岸后西岸，先 525m 以上后 525m 以下，先上盘后下盘”的回采顺序和矿山生产现状和计划，近期 2025 年-2026 年主要开采 VI 号矿体、2027 年-2029 年主要开采 III-4、III-3 矿体，中远期开采 V 号矿体、III 号矿带其他矿段。近期开采计划见表 1-4。

表 1-4 鹿鸣金矿近期开采接续表

开采时序	矿体编号	开采位置	块段编号	分段可采量(万吨)	可采量(万吨)	年计划开采量(万吨)	计划开采年度
↓	VI	525m 至 575m CK10-2 上部	KZ-2				2025 年
			TD-2				
			TD-3				
		525m 至 475m CK15 左侧部分	KZ-7				2026 年
			KZ-4				
			TD-4				
	III-4	西段 525m-475m 部分	TD-5				2027 年
			KZ-1				
			TD-4				
		525m-575m	TD-2				
			KZ-6				
			KZ-4				
			KZ-3				
			TD-5				
	III-3	525m 以下	TD-7				2028 年
			KZ-5				
			TD-8				
			TD-6				
			KZ-2				
			KZ-1				
合计							

#### 4.6 矿山地质环境现状

根据野外现场调查及上期方案治理、验收情况，鹿鸣金矿已对原 N1、N2 泥石流和 TXK1 进行了治理，消除了隐患；ZD1、ZD2、ZD3、ZD4 渣堆治理后绿化效果较好。目前，矿山地质环境现状良好。



照 1-17 鹿鸣金矿矿区现状

## 第二章 矿区基础信息

### 一、矿区自然地理

#### 1.1 气象

该区属北亚热带季风性半湿润山地气候，光照适中，雨量充足，气候温和，四季分明。年平均气温 14.3℃，极端最高气温 39.8℃，极端最低气温-17℃。年平均降雨量 946.0mm，最大降雨量 1396.9mm（2021 年）。大气降水多集中在 7~9 月，形成雨季，并伴有洪涝发生。霜冻期一般在 11 月至次年 2 月，最大霜冻深度约 15cm，无霜期 8 个多月。春夏多东南风，冬秋多西北风，一般风速 0.6~1.2m/s 之间，瞬时风速可达 4.0m/s。

多年资料显示，汉阴县降水量整体呈典型的波动型，近 10 年略呈上升趋势（图 2-1），而且降水量季节性变化明显，3 月降水开始增加，最大值出现在 7 月和 9 月（图 2-2）。

暴雨、连阴雨是引发地质环境问题的重要因素。汉阴县是暴雨集中区，年均出现暴雨 1.6 次，最多年份为 4 次。暴雨 7—9 月出现频次最高，最大暴雨量 189.8mm（出现在 2021 年 8 月 22 日—8 月 23 日）。

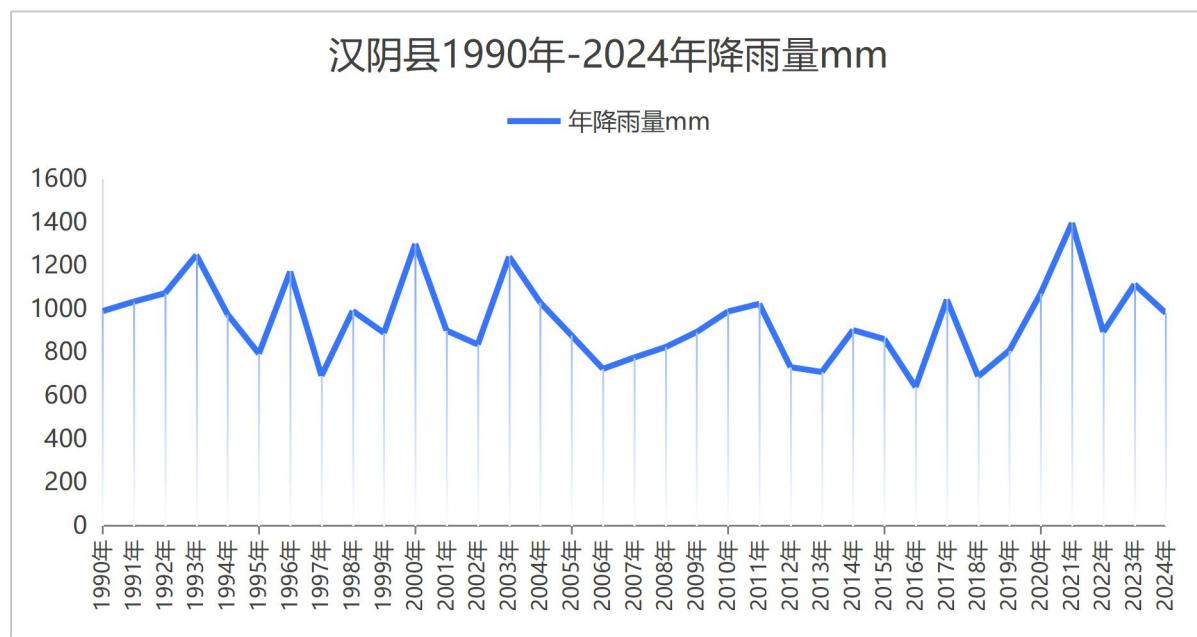


图 2-1 汉阴县 1990—2024 年年降水量曲线图

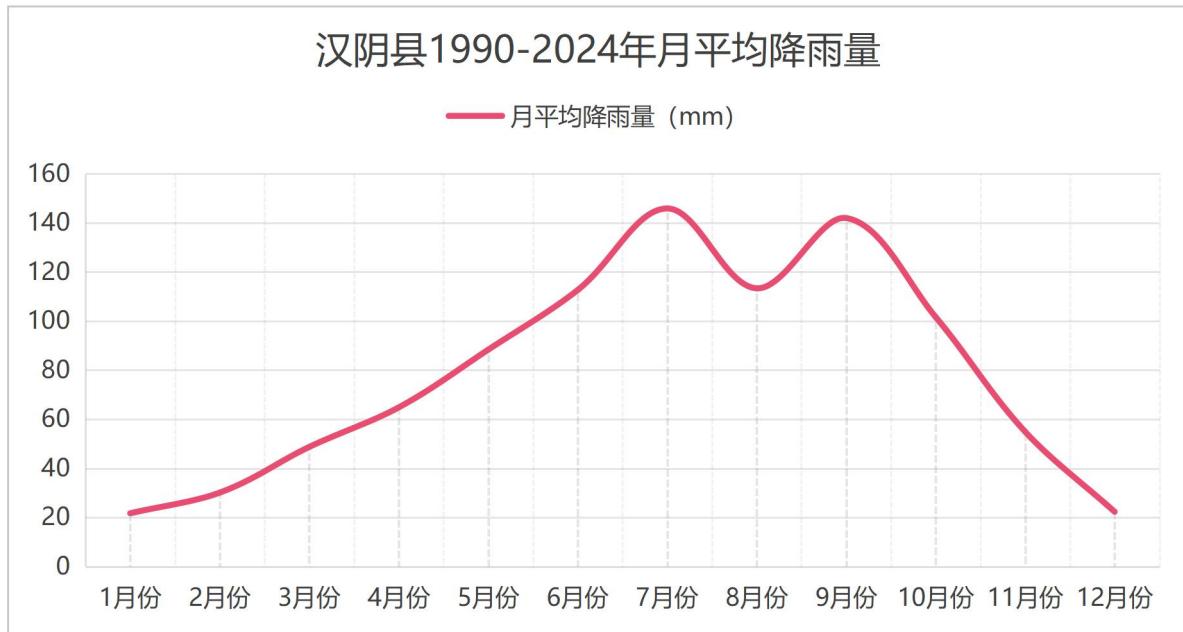


图 2-2 汉阴县 1990—2024 年月平均降雨量曲线图

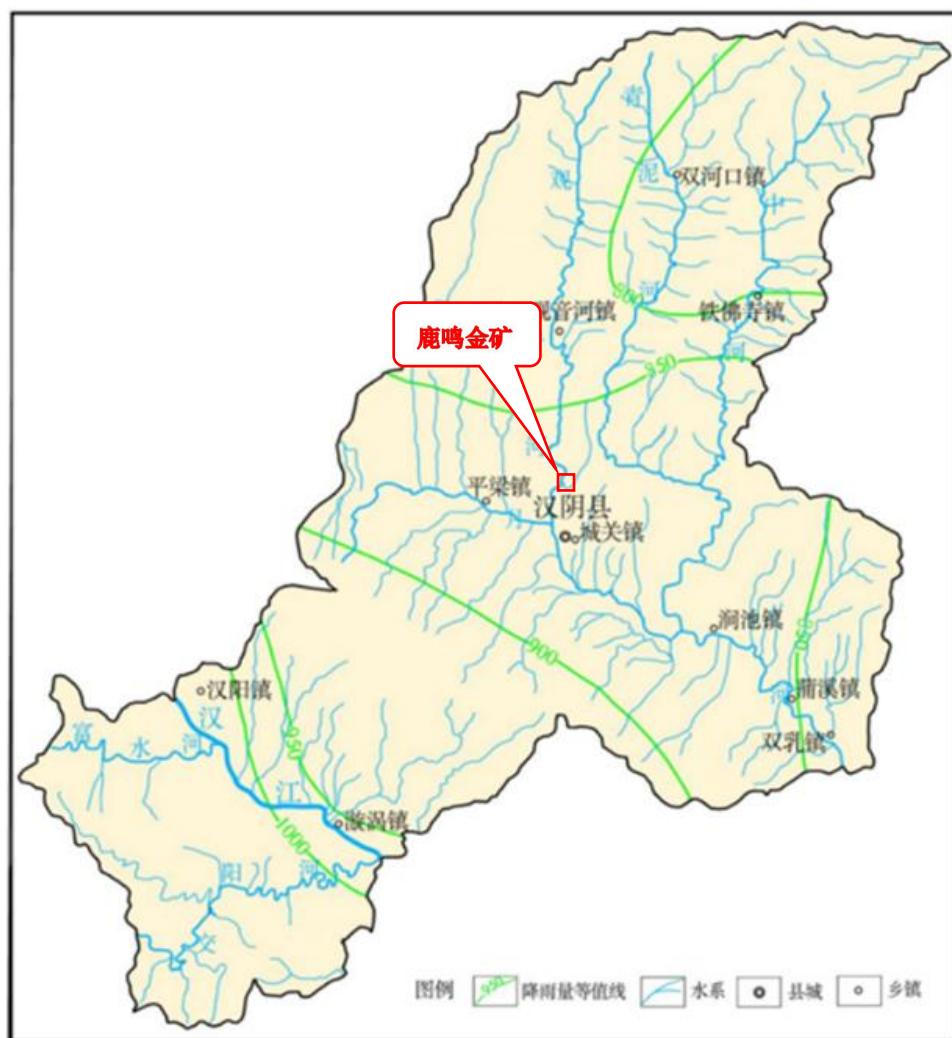


图 2-3 汉阴县平均降雨量等值线图

## 1.2 水文

矿区地处汉江水系三级支流—中河流域中上游。中河为常年性水流，由北向南流经矿区，宽 10~15m，河床底坡 2.7%，径流量随季节变化明显，年平水期流量约为 30L/s，最高洪水位月 1.8m。自中河上游至下游有小石沟、东沟、长沟和范家河四条支沟，均为常流水沟，流量受季节性影响较大，枯水时接近断流，丰水期和暴雨时节，水流暴涨。鹿鸣金矿矿区水系分布见图 2-4。

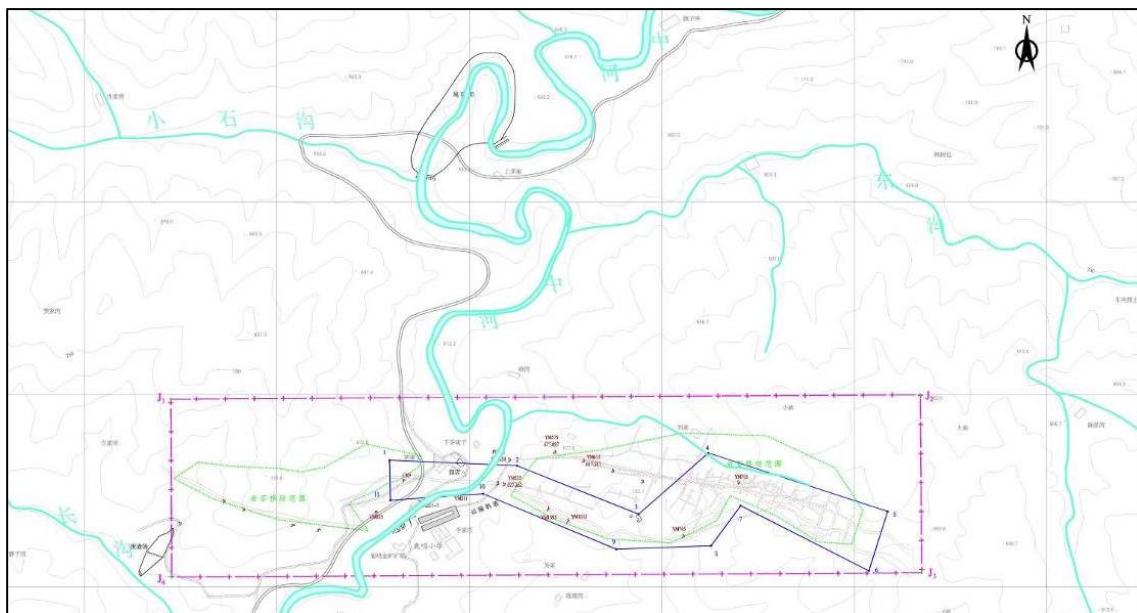


图 2-4 汉阴县鹿鸣金矿矿区水系分布图

## 1.3 地形地貌

矿区地处秦岭山脉南缘，属中低山区，地势北高南低，地形切割强烈，地势陡峻，斜坡坡度一般在  $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$  左右，见图 2-5。主矿体茅垭子段最高山峰海拔标高 988m，最低海拔标高 510m，相对高差 478m，沟壑密度  $3.2 \text{km/km}^2$ 。矿区沿中河两岸山体高大雄厚，岸坡陡峭，冲沟较发育，属典型的秦巴山区。该区地貌可分为中低山和河谷阶地两个单元。

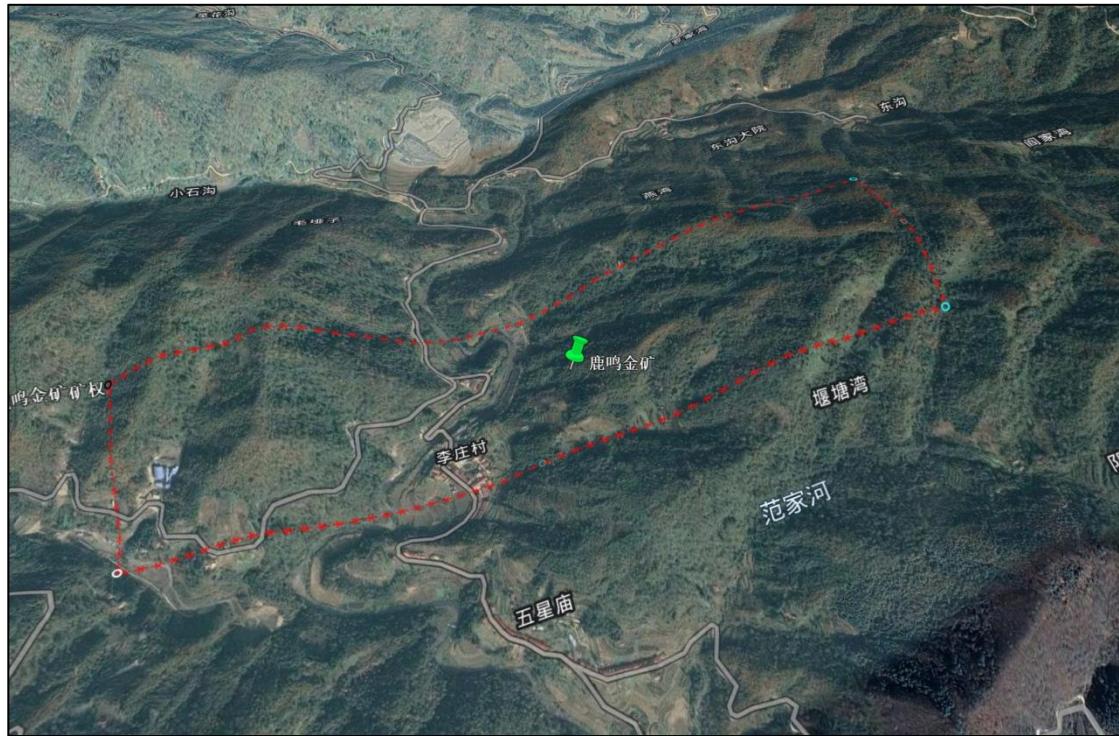


图 2-5 汉阴县鹿鸣金矿地形地貌图

低中山区：矿区周边山体由薄层片理化变泥质长石石英细砂岩、绢云石英片岩等组成，海拔 556m-946m，总体呈东西山体高，中间为中河，地势陡峭，岩石风化中等，第四系残坡积物在坡顶、坡脚部位较厚，一般厚 0.5~3.0m；在陡坡段较薄，一般 0.2~0.6m。评估区“U”字型沟谷发育，两侧斜坡坡面植被发育，为栎松针叶、阔叶混杂林覆盖。



照 2-1 鹿鸣金矿矿区中低山地貌（李庄村）

**河谷阶地：**河谷阶地主要分布于矿区中部，中河两侧地带，海拔 526m-556m，总体呈北高南低，包括中河及其支沟的沟口地段，发育有一级阶地。阶地多为农田、村民住宅。阶地主要由碎石土层组成，局部底层可见卵砾和中粗砂。矿山地面设施如矿部、选厂等均分布于中河河谷两侧。



照 2-2 鹿鸣金矿矿区河谷阶地地貌（李庄村）

## 1.5 功能区划及评价标准

### （1）陕西省生态功能区划

根据项目运行对生态环境的影响程度，本次重点对矿山生态环境进行了现场调查，生态环境调查范围为评估范围，面积为 $1.8310\text{km}^2$ 。根据《陕西省生态功能区划》，本项目生态功能区划如下：

一级分区上属于秦巴山地落叶、阔叶常绿阔叶混交林生态区；

二级分区上属于汉江两岸丘陵盆地农业生态功能区；

三级分区上属于汉江两岸低山丘陵土壤侵蚀控制区。

陕西省生态功能区划见图2-6。



图 2-6 陕西省生态功能区划图

### (2) 秦岭生态环境保护区划

依据《陕西省秦岭生态环境保护条例》2019年第二次修订版，该区位于秦岭南坡中段，许可开采标高为867m~295m，属秦岭生态环境保护一般保护区范围。

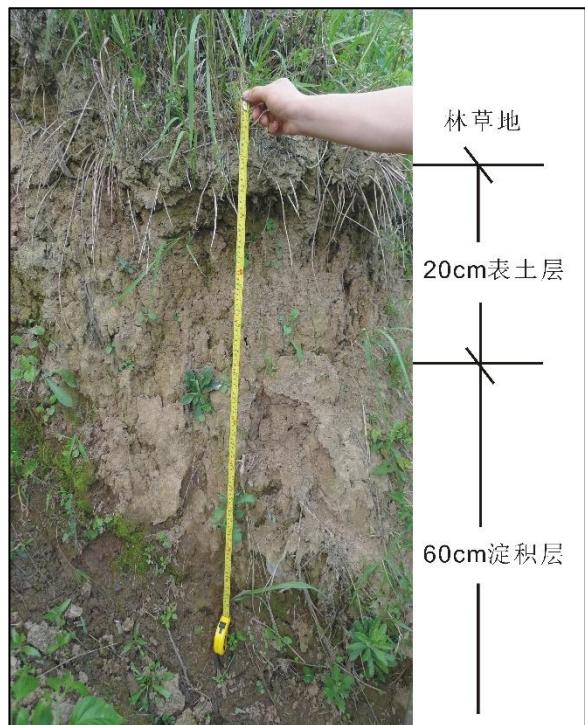
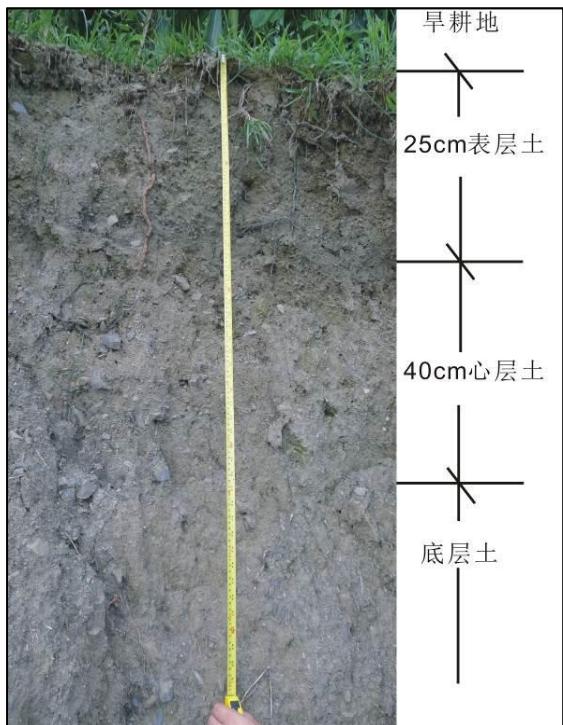
### (3) 地质环境评估标准

矿区排污受纳水体为汉江水系二级支流，根据《陕西省汉江丹江流域水质保护行动方案》的目标要求，汇入汉江一级支流水质应达到III类以上。因此地表水环境质量执行《地表水环境质量标准》(GB 3838-2002) III类标准；地下水执行《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017) III类标准；生产污水质量执行《污水综合排放标准》(GB 8978-1996)第一类排放标准。

## 1.6 土壤

该区土壤以山地黄棕壤为主，其次为新积土。

山地黄棕壤：主要分布在海拔1400m以下山坡地带，多数是在坡积与残积母质上发育起来的土壤，成土母质为基岩，土壤质地为少砾质壤土、壤土，结构疏松，抗冲蚀能力差，弱碱性。该类土壤在评估区斜坡坡顶、坡脚和缓坡部位一般较厚，厚0.5~3.0m；在斜坡中部及陡坡段较薄，一般0.2~0.6m。矿区地处半湿润的低中山区，光照条件中等，植被覆盖度较高，有效土层总体较薄——中等，土壤中阳离子交换量中等，有机质含量低，土地肥力较差，宜发展经济林业（其他园地）及药材。山地黄棕壤典型剖面见照2-4。



照 2-3 河谷阶地区旱地黄棕壤剖面

照 2-4 中低山区林草地黄棕壤剖面

**新积土：**多为冲洪积物，主要由含碎石土层组成，局部底层可见卵砾和中粗砂。分布在小石沟、东沟、长沟和范家河等支沟沟道地段。土层厚 0.5~4.0m，土质结构疏松，抗冲蚀性差，多被开垦为坎田或园地，是本区农田和经济林的主要分布区。

## 1.7 植被

评估区植被发育，植被区划属于北亚热带常绿阔叶林区，包括天然植被和人工植被两部分，其中 70%以上属天然林覆盖区。

**天然植被：**以乔木林地为主。天然林主要分布于低中山区的山坡和山顶地段，郁闭度 0.6 以上区域占评估区总面积的 60%以上。植被类型有针叶林、阔叶林、竹林、灌木林、灌草丛，阔叶林基灌木林主要分布在沟谷两侧斜坡地段。矿区植被主要为栓皮栎林。林下灌木主要为山蚂蝗、盐肤木、棕榈等，草本层植被简单，主要有细叶苔草、假果蕨、忍冬、石韦、贯众、牛皮消、白莲蒿、凤尾草、鸡屎藤、荩草、葛藤等。

**人工植被：**以耕地为主，占矿区面积的 25.46%，主要分布在中河及其支沟的谷底地段，种植有水稻、玉米、黄豆、土豆、蔬菜等；其次为人工牧草地，位于鹿鸣金矿尾矿库，由尾矿库坝坡面复垦形成。



照 2-5 矿区内天然林（摄于尾矿库，镜像东）



照 2-6 矿区内农作物（李庄村水稻）



照 2-7 矿区内人工牧草（尾矿库坝坡面）

## 1.8 地质遗迹、人文景观、自然保护区及旅游景点区

经调查，该区及周边 2km 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。

## 1.9 生态环境

### 1.9.1 生态系统

经调查，本项目生态系统类型为草地生态系统、农业生态系统和林地生态系统 3 种类型。调查区生态系统类型主要以林地生态系统为主。

### 1.9.2 土壤侵蚀与水土流失

根据《陕西省土壤侵蚀模数》，水土流失的主要形式为水力侵蚀和重力侵蚀，调查区土壤侵蚀类型主要为水力侵蚀，调查区地面组成物质松散，区域降雨量大而集中，是

造成水土流失的自然因素，土壤侵蚀模数为 $300\sim1000t/km^2\cdot a$ ，为微度侵蚀，根据《土壤侵蚀分级分类标准》（SL190-2007），土壤强度可分为微度侵蚀、轻度侵蚀和中度侵蚀三个级别，项目位于陕西省侵蚀模数图中位置详见图2-7。依据《陕西省人民政府关于划分水土流失重点防治区的通告》，调查区属于水土流失重点预防保护区，在矿山开采过程中，地表土壤收到植被保护的作用有所衰退，水土流失面积会逐渐扩大，主要集中在河谷川道、林地边缘地带、土壤侵蚀模数逐年增大。

### 1.9.3 林业保护

根据《汉阴县铁佛寺镇国土空间总体规划（2021-2035年）》，全镇共划分农田保护区、生态保护区、生态控制区、城镇发展区、乡村发展区及矿产能源发展区六大规划分区，鹿鸣金矿位于乡村发展区二级分区林业发展区（见图2-8）。按照规划要求，项目区内未经批准，不得占用林业发展区内土地进行非农业建设，不得占用区内土地进行毁林开垦、采石、挖沙、取土等活动。

### 1.9..4 野生动物

调查区山内野生动物组成比较简单，种类较少，以小型兽类和鸟类为主；饲养家畜家禽主要有猪、鸭和鸡等。

据调查，调查区内的野生动物无国家级保护动物和濒危级保护动物。

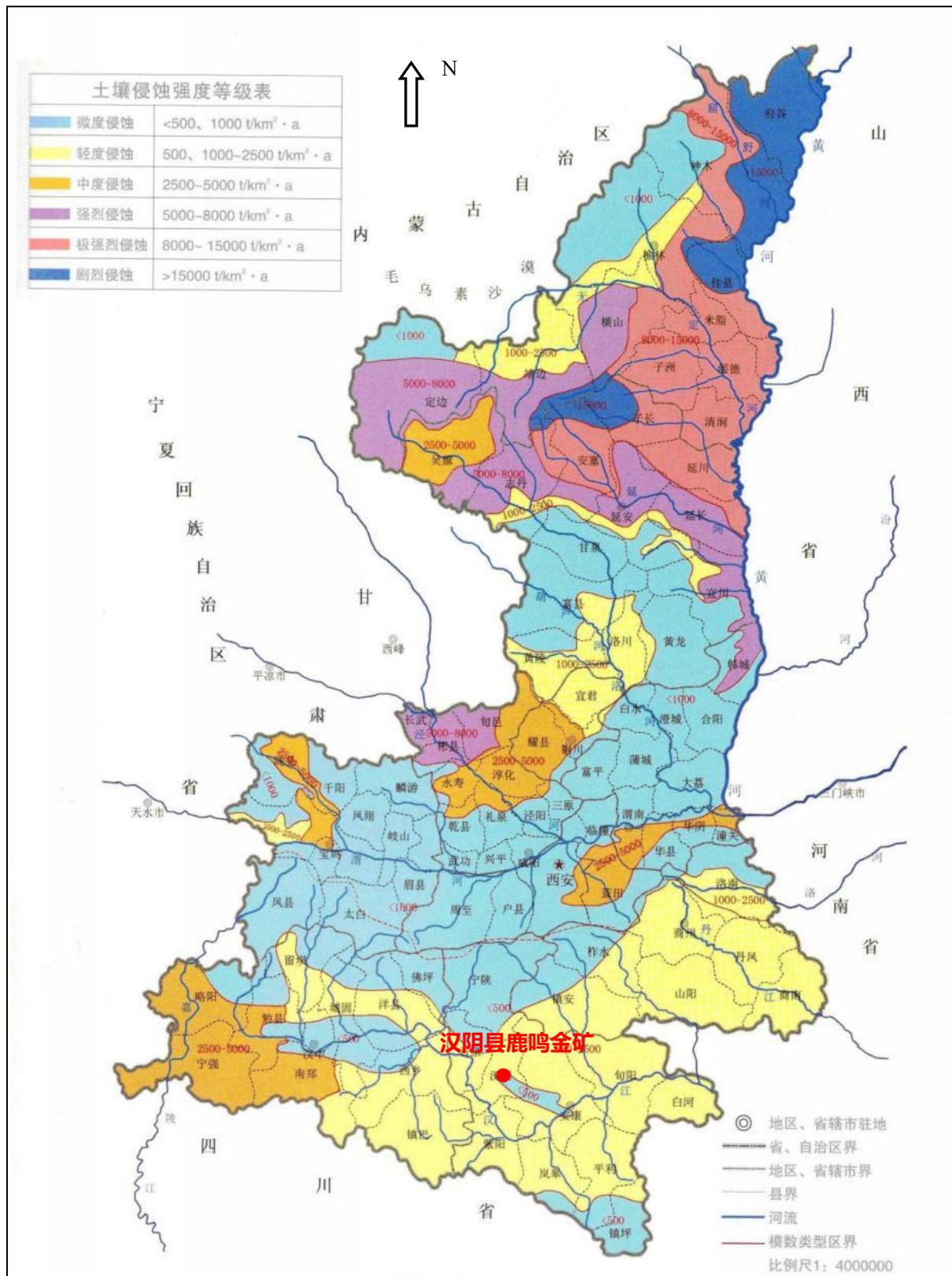
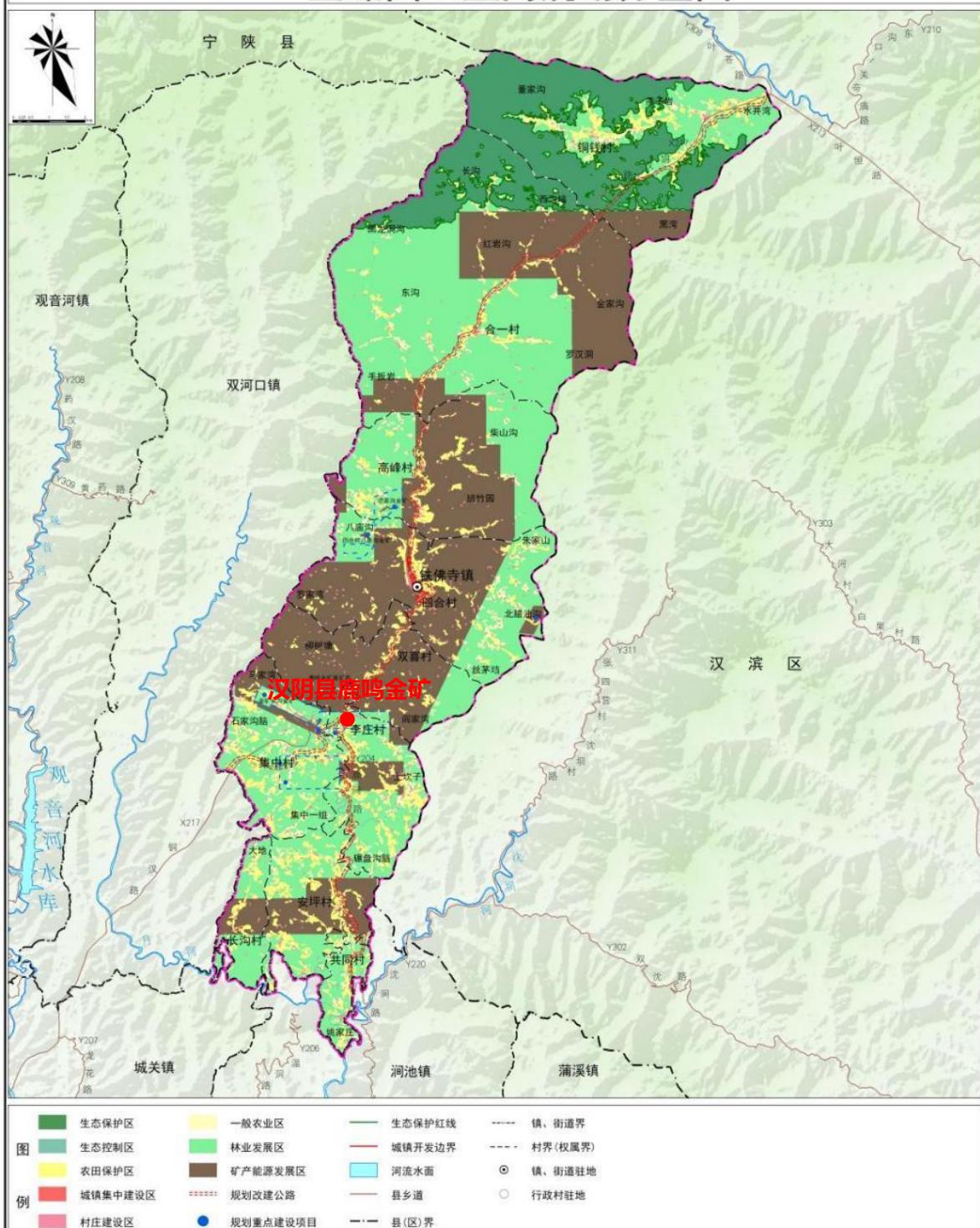


图 2-7 陕西省侵蚀模数图

## 全域国土空间规划分区图



铁佛寺镇人民政府 编制  
二〇二三年十月

汉阴县自然资源局  
中联西北工程设计研究院有限公司 制图  
自然资源部第二地形测量队

图 2-8 铁佛寺镇国土空间规划分区图

## 二、矿区地质环境背景

### 2.1 地层岩性

矿区出露地层主要为下志留统梅子垭组 ( $S_1m_3$ ) 第三、四岩性段，在矿区内内地层呈近东西向展布（见图 2-9），各地层岩性介绍如下：

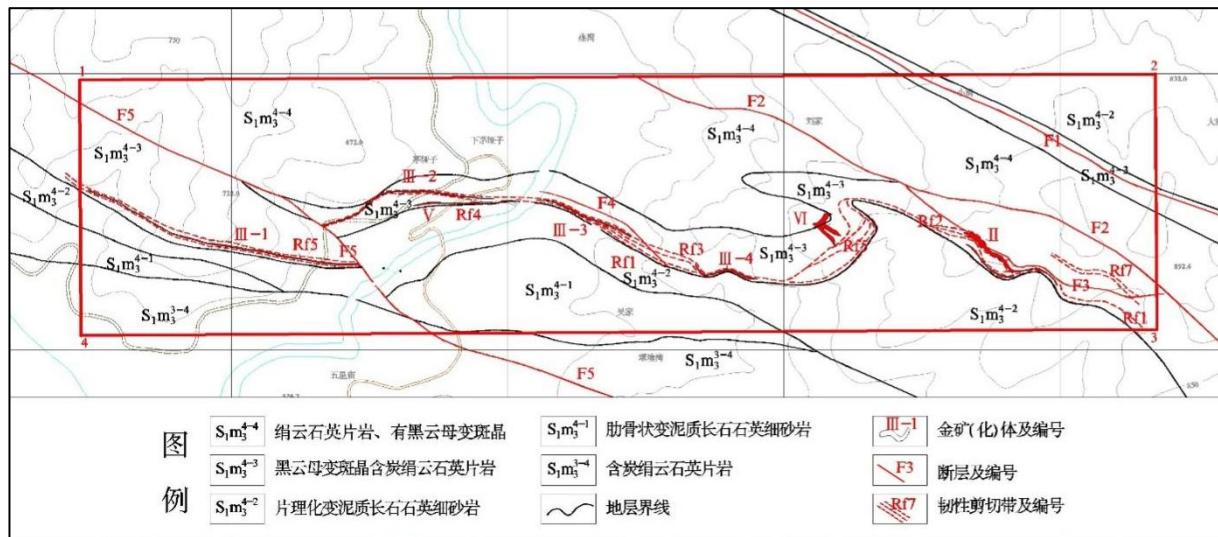


图 2-9 矿区地质构造简图

(1) 梅子垭组第三岩性段第三层第四小层 ( $S_1m_3^{3-4}$ )：分布于矿区南部，厚度大于 160 米，岩性为含碳绢云石英片岩。岩石呈黑色，块状、鳞片粒状变晶结构，片状构造，岩石矿物成分主要为石英，绢云母，含少量炭质，围岩蚀变差。岩石片理发育，蚀变弱，易风化。

(2) 梅子垭组第三岩性段第四层分布于矿区中一中北部，可分为 4 个岩性层：

第一小层 ( $S_1m_3^{4-1}$ )：分布于矿区中南部，厚度 30~180 米，主要岩性为肋骨状变泥质长石石英细砂岩，岩石呈灰白色，粒状结构，块状构造，岩石矿物成分主要为长石、石英，次为黑云母、绢云母，泥质成分。

第二小层 ( $S_1m_3^{4-2}$ )：分布于矿区中部，厚度 20~90 米，主要岩性为片理化变泥质长石石英细砂岩：岩石呈灰绿色、灰白色，粒状结构，块状构造，岩石主要矿物成分为长石，石英，次要为黑云母绢云母，泥质成分。此岩性层顶部有金矿化体产出。

第三小层 ( $S_1m_3^{4-3}$ )：分布于矿区中部，厚度 50~120 米，主要岩性为黑云母变斑晶含炭绢云石英片岩和含炭绢云石英片岩。岩石片理发育，褶曲构造发育，蚀变强烈，是本区主要含金层位。

第四小层 ( $S_1m_3^{4-4}$ )：分布于矿区北中部，厚度 160~280 米，主要岩性为绢云石英片岩和石英绢云片岩互层夹泥质灰岩薄层。岩石硅化强，具弱金矿化现象。

## 2.2 岩浆岩

矿区无侵入岩出露，石英脉、方解石脉较为发育，石英脉呈脉状、透镜状产出，在梅子垭组第三岩性段第四层第三小层中分布较广。石英脉长度1~20米不等，厚度2~100cm，硫化物少见，含金甚微，与矿体无直接关系。

## 2.3 构造

### (1) 褶皱

矿区褶皱构造为黄龙倒转背斜的次级褶皱（鹿鸣向斜构造）。鹿鸣向斜构造为一倒转向斜，轴部由志留系下统梅子垭组第三岩性段第四层第四小层( $S_1m_3^{44}$ )的绢云石英片岩和石英绢云片岩互层夹泥质灰岩薄层构成；两翼主要为志留系下统梅子垭组第三岩性段第四层第三、二、一小层的黑云母变斑晶含炭绢云石英片岩、片理化变泥质长石石英细砂岩、肋骨状变泥质长石石英细砂岩组成，向斜斜向南倒转，倾向北东，倾角 $45^\circ \sim 75^\circ$ 。该向斜轴面倾向北，倾角同岩石片理，向斜的枢纽向西侧伏，侧伏角 $50^\circ \sim 70^\circ$ ，同时控制了矿体向西侧伏。

### (2) 断裂

矿区受黄龙-鹿鸣-沈坝区域断裂影响，发育一系列与其大致平行且性质相近的次级走向逆断层。较大断层有5条，皆属后期脆性断层，对矿体起着破坏作用。

### (3) 韧性剪切带

矿区内发育一条韧性剪切带，它是伴随黄龙-沈坝断裂而产生的，对矿体的分布和赋存起着控制作用。韧性剪切带内的岩石产生中等强度的硅化及绢云母化。韧性剪切带作用越强，矿体的规模越大且品位越高。虽无连续界面，又无明显位移，但在宏观上却常见到一组非常发育、密集的透入性面理呈带状分布。

## 2.4 地震活动

该区属华南地震区秦岭一大巴山地震亚区，区内新构造活动较弱，处于相对稳定期。区域性大断裂活动缓慢，地震主要受周边波及影响，地震一般强度小，频度低，活动期短，平静期长。2008年“5·12”汶川大地震亦波及该地，在评估区未引发地质环境问题。

据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，陕西省汉阴县铁佛寺镇II类场地基本地震动峰值加速度为0.05g，基本地震动反应谱特征周期为0.45s。

## 2.5 水文地质

### 2.5.1 含水层(带)的分布及特征

依据矿区含水介质类型及地下水水动力特点,将含水层划分为冲洪积物孔隙含水层、风化裂隙弱含水层和基岩隔水层三类。见图 2-10。

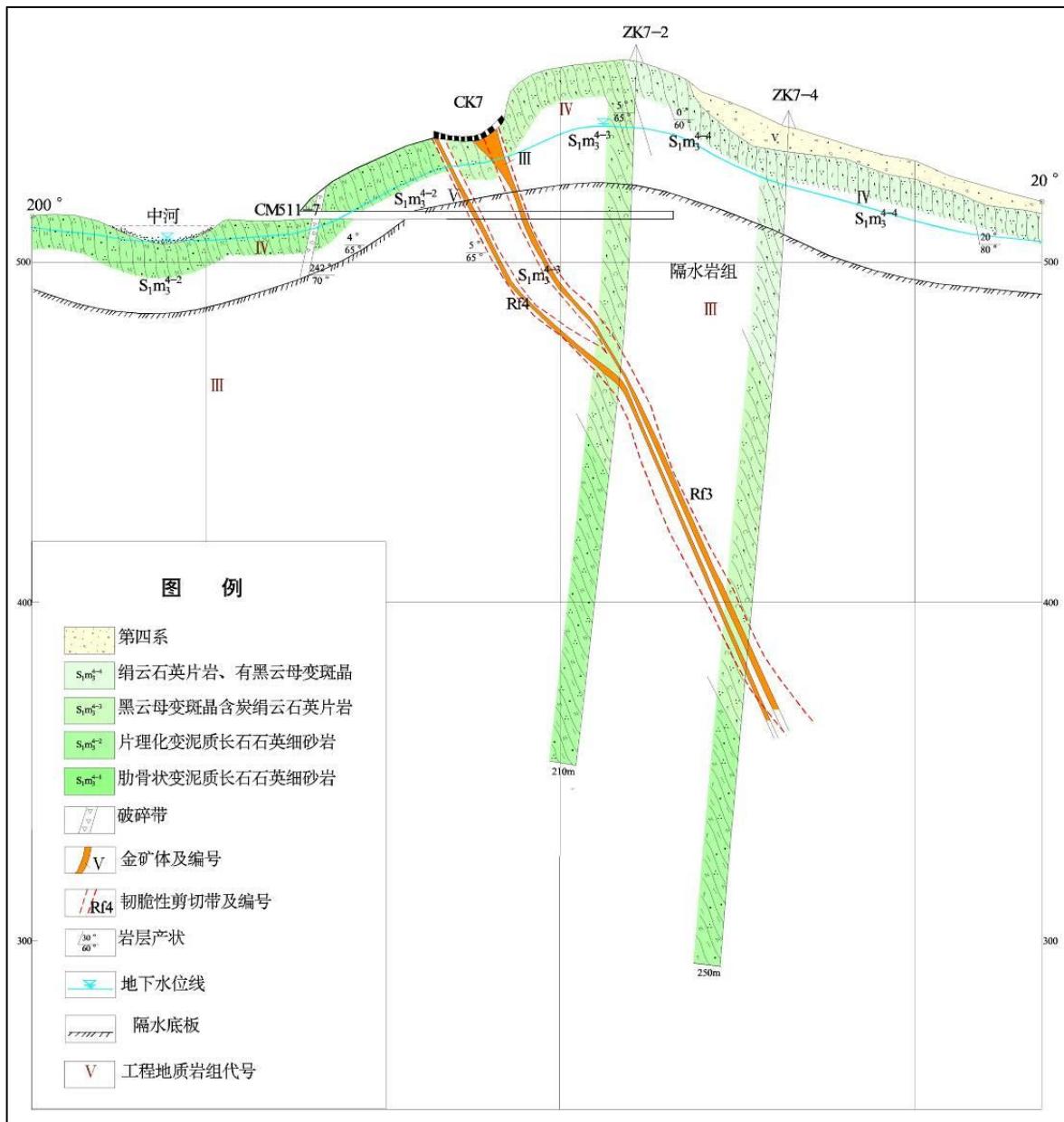


图 2-10 鹿鸣金矿床 7 勘探线水文、工程地质剖面图

### (1) 冲洪积物孔隙含水层

该含水层主要分布在中河、山麓沟口, 沟谷两侧及支谷中。厚度一般为 0.7~4.9m, 由冲洪积物组成, 分布不连续, 主要成分为粘土、粉质粘土、砂、砾及漂石等, 分选性及磨圆度均较差。该含水层出露的泉水流量一般 0.15L/s, 潜水位埋深为 0.1~1.4m, 矿化度<1.0g/L, 水化学类型为 HCO<sub>3</sub>-Ca-Mg 型水。该含水层含水性受季节影响较大, 雨季泉流量明显增大, 枯水期则含水量极小或不含水, 属弱富水性含水层, 对矿床充水无直接影响。

### (2) 风化裂隙弱含水层

该含水层一般分布在裸露的弱透水片岩、变泥质粉砂岩的风化壳中。这些岩石经长期构造变动和风化剥蚀作用，风化裂隙较发育，在近地表接受大气降水的补给形成风化裂隙潜水，分布广泛，埋深浅，由于原岩为一套泥质岩，风化裂隙中泥化现象严重，含水层下限随地形起伏变化大，因而其水力联系较差，水位、泉流量随季节和地形变化大，从分水岭到坡谷泉流量均约为 0.1L/s，钻孔注水试验结果为： $K=0.041\text{m/d}$ 、 $q=0.0104\text{L/s.m}$ ，属极弱富水性。水化学类型为  $\text{HCO}_3\text{-Ca-Mg}$  型水，矿化度小于 1.0g/L。水量仅够山区散居居民的生活用水。

### (3) 基岩隔水层

矿区风化带以下岩石均属于志留系下统梅子垭组第三岩性段 ( $S_1m_3$ )，主要岩性为绢云母石英片岩、黑云母变斑晶含碳绢云母石英片岩、片理化变泥质长石石英砂岩、肋骨状变泥质长石石英细砂岩，原岩均属泥质岩类，结构较完整，裂隙稀少，并为石英方解石脉充填，钻孔岩性完整，无褐铁矿化现象，平硐穿越该岩层时，硐身基本干燥，无涌水、滴水现象，属隔水层。

### (4) 断裂构造水文特征

矿区内较大断层有四个，均破坏了矿体的连续性，属成矿后期的韧性断层。断层两盘岩石均属韧性岩石的片岩、泥质粉砂岩，断层带泥化明显，由于受多期次方解石热液作用的影响，断层破碎带内的裂隙大部分被方解石充填胶结，断层带的储水能力、导水能力被大大削弱，带内发育的泉水流量小，流量<0.1l/s，PD525、PD575 沿脉坑道在掘进穿越断层时，没有出现涌水，断层带大部分地段干燥，局部仅有滴水现象，同时由于断层两盘的岩石属泥质的隔水岩层，以上特征决定了矿区的断裂属极弱富水断裂。

## 2.5.2 矿床水文地质特征

### (1) 矿床水文地质特征

本矿区及各矿段均属以风化裂隙充水为主的水文地质条件简单的矿床类型。矿区整体最低侵蚀基准面标高为 520m，I、II 和 III-1 号矿体整体位于最低侵蚀面以上，V-1 和 V-2 号矿体可采部分均位于最低侵蚀基准面以下，其余矿体 (III-4、III-3、III-2 和 VI) 深部矿段位于最低侵蚀基准面以下，见图 2-10。

矿床分布于秦岭腹地的中河两侧，矿体围岩为不透水的含泥质石英片岩岩类、泥质变粉砂岩组成，矿区主要的断裂属极弱富水性，褶皱、断裂构造对矿区基岩裂隙水形成和分布控制作用较小，尤其后期的石英、方解石热液对原岩中的构造裂隙进行了充填胶

结，使矿区基岩的裂隙率降低，所以次生的风化裂隙水是引起矿床充水的主要因素。风化裂隙水通过矿床的顶板直接对矿床充水，但由于矿区风化带厚度较薄，富水性弱，地形陡倾，坡降大，汇水能力差，所以对矿床开采影响较小。

## (2) 矿坑涌水量预测

根据实地调查，现有开采平硐 0~30m 长硐身段属强风化带，为风化裂隙水的主要涌水部位。525 中段掘进初期坑道最大涌水量约  $12.10\text{m}^3/\text{d}$ ，遇雨季时涌水量增加为  $30\text{m}^3/\text{d}$ ，增加的水量均为强风化带提供，坑道形成后基本无地下水排出，矿坑涌水量总体较小。《陕西省汉阴县鹿鸣金矿区资源储量核实报告》依据 525m 主运平硐矿坑涌水资料，采用水文地质比拟法，预测 350m 开采标高的矿坑最大涌水量为  $81.51\text{m}^3/\text{d}$ 。采区矿坑主要充水来源为矿体外围风化裂隙水和赋矿韧性剪切带构造水，同时大气降水的渗入补给也是其重要的充水来源之一。

## 2.6 工程地质

### 2.6.1 岩土体工程地质类型

根据岩石和土体的结构、构造和力学性质，本区岩土体可分为坚硬—较坚硬薄层层状变质岩类和松散堆积碎石粘性土类。见图 2-10、表 2-1。

(1) 坚硬—较坚硬薄层层状变质岩类：主要由黑云母变斑晶含炭绢云石英片岩、含炭绢云石英片岩、片理化变泥质、变砂岩等组成，顶部夹有薄层泥质灰岩和炭锰条带。整层厚度变化小，产状陡倾，倾角  $40^\circ \sim 75^\circ$ ，单层厚度  $1.12\sim 3.18\text{m}$ ，展布稳定，岩体质量等级为 III。岩石单轴抗压强度在  $32.32\sim 70.63\text{Mpa}$ ，属坚硬—较坚硬岩石。原岩的工程地质性质较好。出露地表岩石抗风化能力差，遭受风化后强度降低，遇水后岩石变软。

(2) 松散堆积碎石粘性土类：包括冲、洪积砂、砾、粘性土类和残坡积黏性碎石土类。主要分布在评估区河谷、边坡缓坡段和坡脚地带，一般厚度  $0.7\sim 4.9\text{m}$ ，最大  $10\text{m}$ 。岩性以砂及砾卵石、黏性土夹岩石碎块为主。土体结构松散，软弱，质量等级为 VI，工程地质性质较差。在外界工程活动影响下，易发生滑塌灾害，工程地质性质较差。

表 2-1 工程地质岩组划分表

岩带	工程地质岩组	岩性
变质岩带	层状工程地质岩组	(S <sub>1</sub> m <sub>3</sub> <sup>4-3</sup> )：黑云母变斑晶含炭绢云石英片岩、含炭绢云石英片岩、片理化变泥质粉砂岩，该层顶部夹有薄层泥质灰岩和炭锰条带。
松散岩带	散体工程地质岩组	Q <sub>4</sub> ：冲洪积、坡积松散堆积物、风化破碎带、断层破碎带。

## 2.6.2 矿床的工程地质特征

矿床顶底板围岩主要为梅子垭组第三岩性组第四岩性层第二小层 ( $S_1m_3^{4-2}$ ) 的片理化变泥质长石石英细砂岩，相对连续稳定，抗压强度较大，属坚硬—较坚硬岩石，根据岩石物理力学指标和 RQD 统计，属中等完整岩体，块状结构，岩石的强度和完整程度满足围岩稳定的要求，构成井巷围岩时的稳固性良好。表 2-2、表 2-3。

表 2-2 矿区岩石物理力学试验结果表

岩性	单轴 抗压强度	容重	静弹模量 E	泊松比 v	抗剪强度 (C、Φ)		抗拉 强度
	MPa	g/cm <sup>3</sup>	10 <sup>4</sup> Mpa		C(Mpa)	°	Mpa
含炭绢云石英片岩	53.64	2.76	3.852	0.225	11.38	64.90	5.13
黑云母变斑晶含炭绢云石 英片岩	70.63	2.78	4.125	0.213	11.56	62.00	4.23
片理化变砂岩	32.32	2.85	3.752	2.228	9.12	64.25	1.84

表 2-3 岩石及岩体质量等级评价表

岩带	岩组	岩 性	坚硬类别	RQD 值	岩体质量等级
变质岩带	薄层岩组	片岩类	较坚硬	>75	III
松散岩带	松散岩组	第四系，风化带和断层破碎带	极软		VI

对坑道的调查结果表明：在近地表及硐口地段，基岩强风化带及第四系松散堆积物较厚，易发生硐口坍塌或掉块现象，需要支护；断层破碎带多被石英、方解石胶结，仅局部地段破碎，易发生零星掉块现象，需简单防护。

本矿床矿体上、下盘围岩稳固性较好，近地表强风化带和断层破碎带地段岩石其稳固性较差。属于工程地质条件简单—中等型矿床。

## 2.7 矿体地质特征

鹿鸣金矿为沉积改造型金矿床，矿体受地层及近东西向韧性剪切带控制。金矿体赋存于下志留统梅子垭组第三、第四岩性层第二、三小层中 ( $S_1m_3^{4-2}$ 、 $S_1m_3^{4-3}$ ) 中。含矿岩石以黑云母变斑晶含炭绢云石英片岩、含炭绢云石英片岩和片理化变泥质长石石英细砂岩为主，见图 2-10。

矿区共有 5 条矿带共 9 条矿体，即 I、II、III-1、III-2、III-3、III-4、V-1、V-2 和 VI 号金矿体，分别简述如下：

### (1) I号矿体

I号矿体出露于矿区南东角，主要分布在 38~42 探测线间，呈似层状，近地表产状  $20\sim45^\circ \angle 55\sim60^\circ$ 、深部产状  $20\sim45^\circ \angle 75\sim80^\circ$ 。地表出露长度 105 米，出露标高 850~

867 米，矿体赋存最低标高 565 米，垂直延深 310 米。矿体厚度 0.70~9.06 米，矿体平均厚度 2.77 米。厚度变化系数 119.16%，属陡倾薄层矿体。已于 2016 年前全部采空。

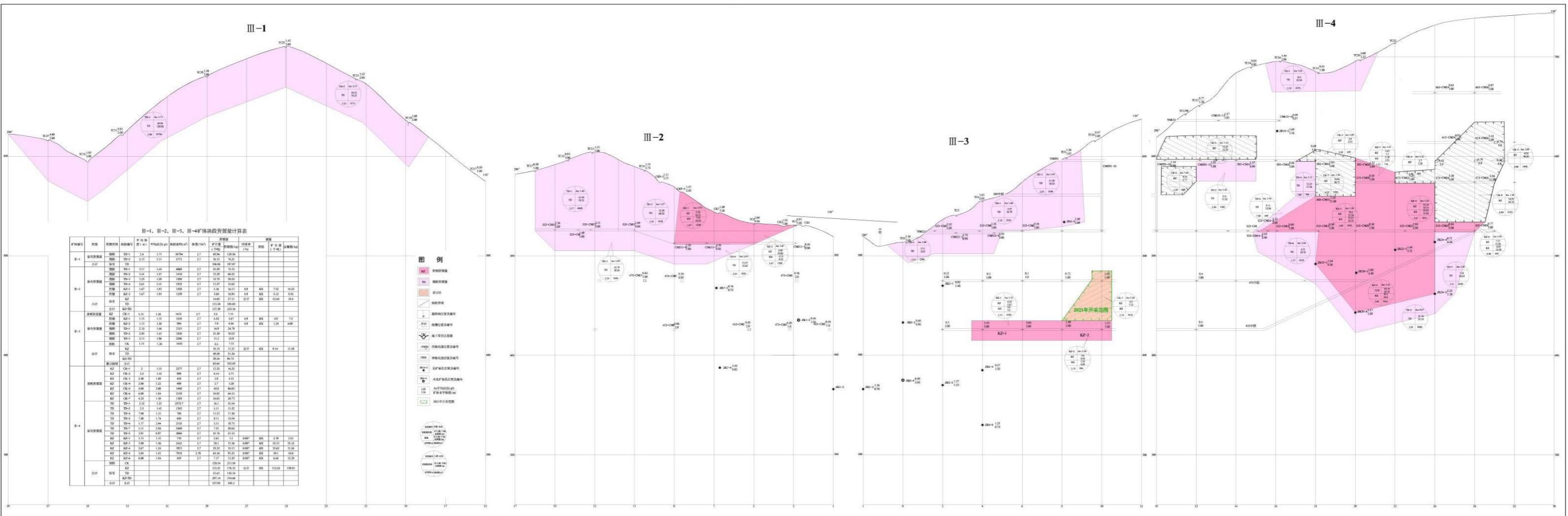


图 2-11 鹿鸣金矿Ⅲ号矿体各矿段资源量估算垂直纵投影图

表 2-4 鹿鸣金矿区矿体特征一览表

矿体编号	矿体长度	厚度(m)	平均厚度(m)	矿体产状	赋存标高(m)	出露标高(m)	最小埋深(m)	备注
I	105	0.70~9.06	2.77	$20^{\circ} \sim 40^{\circ} / 55^{\circ} \sim 60^{\circ}$ $20^{\circ} \sim 45^{\circ} / 75^{\circ} \sim 80^{\circ}$	565~867	850~867		出露矿体
II	194	0.64~10.5	1.95	$355^{\circ} \angle 40^{\circ}$ $20^{\circ} \angle 50^{\circ} \sim 80^{\circ}$	655~877	860~877		出露矿体
III-1	560	1.73~2.67	2.38	$20^{\circ} \angle 60^{\circ} \sim 65^{\circ}$	550~710	550~710		出露矿体
III-2	350	0.75~4.76	2.51	$20^{\circ} \angle 60^{\circ}$	490~610	530~610		出露矿体
III-3	220	0.85~5.03	2.22	$20^{\circ} \angle 50^{\circ} \sim 80^{\circ}$	375~610	515~610		出露矿体
III-4	120	0.85~10.34	3.12	$20^{\circ} \angle 50^{\circ} \sim 80^{\circ}$	330~710	690~710		出露矿体
V-1	140	0.91~1.38	1.04	$20^{\circ} \angle 60^{\circ} \sim 70^{\circ}$	490~553	530~553		出露矿体
V-2	80	0.69~7.46	3.01	$20^{\circ} \angle 60^{\circ} \sim 70^{\circ}$	295~360		140	隐伏矿体
VI	120	1.93~29.45	7.79	$200^{\circ} \angle 65^{\circ}$	575~500		80	隐伏矿体

### (2) II号矿体

II号矿体出露于矿区南东角，主要分布在38~46勘探线间，呈似层状，深部向西侧伏，近地表产状 $355^{\circ} \angle 40^{\circ}$ 、深部产状 $20^{\circ} \angle 50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。地表出露长度194米矿体出露标高860~877米，矿体赋存最低标高655米。矿体厚度0.64~10.50米，平均厚度1.95米，厚度变化系数245%，属陡倾薄层矿体。已于2016年前全部采空。

### (3) III号矿带

III号矿带包括III-1、III-2、III-3、III-4四个矿体，见图2-11。

III-1号矿体位于矿区西部探矿权范围内，分布于37~17勘探线间。呈似层状、透镜状，产状 $20^{\circ} \angle 60^{\circ} \sim 65^{\circ}$ 。地表断续出露长度560米，地表出露标高550~710m，矿体赋存最低标高560m，矿体真厚度1.73~2.67m，平均厚度2.38m，厚度变化系数21.35%，属陡倾薄层矿体。目前尚未进行开采。

III-2号矿体在平面上位于矿区中部，呈似层状、透镜状，产状 $20^{\circ} \angle 60^{\circ}$ 。地表断续出露长度350米，地表出露标高530~610m，矿体赋存最低标高490m，矿体真厚度0.75~4.76m，平均厚度2.51m，厚度变化系数70.69%，属陡倾薄层矿体。目前尚未进行开采。

III-3号矿体在平面上位于矿区中部，呈似层状，产状 $20^{\circ} \angle 50^{\circ} \sim 80^{\circ}$ 。矿体地表出露长度220米，出露标高610~515m，矿体赋存最低标高375m，矿体真厚度0.85~5.03m，平均厚度2.22m，厚度变化系数53.21%，属陡倾薄层矿体。该矿段目前正在开采，已

采动矿石量  $5.8 \times 10^4$ t，形成采空区 1 处。

III-4 号矿体在平面上位于矿区中部偏南，呈似层状，产状  $20^\circ \angle 50\sim 80^\circ$ 。地表出露长度 120 米，出露标高 690~710m，矿体赋存最低标高 420m，矿体真厚度  $0.82\sim 10.34$ m，平均厚度 3.12m，厚度变化系数 96.5%，属陡倾薄中厚矿体。该矿段于 2016—2024 年进行开采，目前已采动矿石量  $120.84 \times 10^4$ t，形成采空区 7 处。

#### (4) V号矿带

V号矿带平面上位于矿区中部，包括V-1 和V-2 两个矿体。其中V-2 为深部盲矿体，地表没有露头。目前V-1、V-2 号矿体均未进行开采。

V-1 号矿体呈似层状，产状  $20^\circ \angle 60\sim 70^\circ$ 。矿体地表出露长度 140 米，出露标高 530~553m，倾向斜深 60 米，矿体赋存最低标高 490m。矿体真厚度  $0.91\sim 1.38$ m，平均厚度 1.04m，厚度变化系数 32.7%，属陡倾斜薄矿体。

V-2 号矿体为盲矿体，呈似层状，产状  $20^\circ \angle 60\sim 70^\circ$ ，矿体赋存标高 295~360m，最小埋深约 140m。矿体真厚度  $0.69\sim 7.46$ m，平均厚度 3.01m，厚度变化系数 51%，属陡倾斜中厚矿体。

#### (5) VI号矿体

VI号矿体为盲矿体，位于矿区北东部，呈似层状，总体产状  $200^\circ \angle 65^\circ$ ，矿体沿走向长度 120 米，倾向斜深 190 米，赋存标高 575~500m，最小埋深 80m。矿体真厚度  $1.93\sim 29.45$ m，平均厚度 7.79m，厚度变化系数 63%，属陡倾薄中厚矿体。VI号矿体目前正在开采，已采动矿石量  $385.91 \times 10^4$ t，形成采空区 15 处。

### 三、矿区社会经济概况

汉阴县位于陕南秦巴山区，与安康市汉滨区、紫阳县，石泉县、宁陕县毗邻。古称西城、安阳、汉宁、安康，唐至德 2 年（公元 757 年）始名汉阴至今，全县辖 10 个镇，141 个行政村，版图面积 1365 平方公里，总人口 31.3 万人，境内山川秀丽，物阜民殷，人杰地灵，素有安康“鱼米之乡”美誉。

汉阴县境地处秦巴腹地，北枕秦岭，南倚巴山，凤凰山横亘东西，汉江、月河分流其间，316 国道和阳安铁路穿境而过。除月河川道外，大部分为浅山丘陵。境内最高处凤凰山主峰海拔 2128 米，最低处漩涡镇，海拔 290 米。县城位于月河川道中部，海拔 360 米。境内主要河流有汉江、月河、观音河、洞河等，均属长江流域汉江水系。汉江在境内流长 21 公里。属北亚热带季风湿润气候区，年平均气温  $15.1^\circ\text{C}$ ，无霜期 258 天，

降水量 782 毫米，日照 1876 小时。

表 2-5 汉阴县近三年社会经济概况统计表

年份	总人口(人)	农业人口(人)	耕地面积(亩)	人均耕地(亩)	农业总产值(万元)	县财政总收入(万元)	农村居民人均可支配收入(万元)
2022	310942	129523	347273	2.68	192064	14635	1.24
2023	310054	127194	347373	2.73	206264	14846	1.34
2024	308702	121965	347000	2.85	221956	15119	1.43

鹿鸣金矿所处的铁佛寺镇位于汉阴县北部秦岭南麓浅山区，东临安康市汉滨区，西毗双河口镇，南连涧池镇，北与石条街乡接壤，总面积 87 平方公里。中河自北向南蜿蜒流淌而过，形成两山夹一河的地形地貌，平均海拔 760 米，汉铜、涧鹿公路贯穿全镇。全镇辖 12 个行政村，87 个村民小组，2855 户，15101 人，耕地面积 44564 亩，其中水田 3826 亩，镇内植被较好，交通、通讯便利，经勘探，方圆 80 平方公里分布着品位不同的岩金矿资源，尤以金半坡、范家沟、八庙沟、猫耳沟、李庄、长沟等处储量和品位较高，具有极大开发开采价值。铁佛寺镇近三年社会经济指标统计见表 2-6。

表 2-6 汉阴县铁佛寺镇近三年社会经济概况统计表

年份	总人口(人)	农业人口(人)	耕地面积(亩)	人均耕地(亩)	农业总产值(万元)	镇财政总收入(万元)	农村居民人均可支配收入(万元)
2022	14668	13850	34623	2.50	32044	25	1.26
2023	14555	13819	34623	2.51	33080	31	1.33
2024	14427	13682	34623	2.53	34292	35	1.37

矿区位于秦岭山脉南部低中山区，区内地形陡峭，植被茂密，矿区及周边人口多居住在中河及其支沟沟道两侧缓坡地段（见图 2-12）。矿区现有村民和矿山工作人员 300 多人，其中李庄村居住有村民 100 多人、尾矿库初期坝西侧有 1 户 7 口人居住、拦洪坝东侧公路边有 5 户 16 口人居住、矿山管理和生产人员 168 人，矿山开采区无常住人口，矿山活动对当地居民生产生活影响小。矿区居民活动主要为农业耕种，其次为农副产品培育和牲畜养殖，人均收入处于全镇平均水平。

鹿鸣金矿 2016~2017 年度因选矿工艺技改和尾砂干排技术改造，连续停产约半年，其中 2016 年采、选矿石约  $3.8 \times 10^4$ t，产品销售收入 1223 万元；2017 年采、选矿石约  $4.0 \times 10^4$ t，产品销售收入 1248 万元；2018 年采、选矿石约  $5.1 \times 10^4$ t，产品销售收入 1702 万元；2020 年采、选矿石约  $1.5 \times 10^4$ t，产品销售收入 590 万元；2021 年采、选矿石约  $4.7 \times 10^4$ t，产品销售收入 1059 万元；2022 年采、选矿石约  $4.5 \times 10^4$ t，产品销售收入 1129 万元；2023 年采、选矿石约  $4.0 \times 10^4$ t，产品销售收入 1106 万元；2024 年采、选矿石约

$3.0 \times 10^4$ t，产品销售收入 797 万元。因矿石入选品位较低，单位成品金成本较高，净利润低，近几年生产经营略有盈利。

## 四、矿区土地利用现状

### 4.1 项目区土地利用现状

汉阴县鹿鸣金矿项目区包括采矿权范围和采矿权范围外尾矿库及尾砂回水管道占地范围，项目区面积=采矿权范围面积+尾砂及回水管道占地面积  
 $=89.98+0.1370=90.1170\text{hm}^2$ 。

根据收集的 2024 年变更的 1:5 千标准分幅土地利用现状图，按《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）地类划分方式统计了鹿鸣金矿项目区土地利用现状数据，结果见表 2-7 及附图 02。

鹿鸣金矿项目区土地利用现状类型包括一级地类 11 类，即耕地、园地、林地、草地、商业服务业用地、工矿仓储用地、住宅用地、公共管理与公共服务用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他用地；二级地类 18 类。主要地类分布情况简述如下：

**耕地：**主要分布矿区下茅垭子、吴家、小淌等沟坡地段。主要为旱地，面积  $8.4859\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 9.42%，种植的粮食作物有玉米、大豆、土豆、蔬菜等；其次为水田，面积  $2.5600\text{ hm}^2$ ，占矿区面积的 2.84%，种植水稻。

**园地：**二级地类为果园，主要分布在矿区中南部，面积  $0.0276\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 0.03%。

**林地：**二级地类为乔木林地，分布面积较广，面积  $67.2954\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 74.68%；竹林地面积  $0.0638\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 0.07%；灌木林地面积  $2.0252\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 2.25%；其他林地面积  $1.9341\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 2.15%。

**草地：**二级地类为其他草地，面积  $2.2158\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 0.24%。

表 2-7 项目区土地利用现状统计表

地类			面积 ( $\text{hm}^2$ )	占总面积比例 (%)	
一级地类		二级地类			
01	耕地	0101	水田	2.5600	2.84
		0103	旱地	8.4859	9.42
02	园地	0201	果园	0.0276	0.03
03	林地	0301	乔木林地	67.2954	74.68
		0302	竹林地	0.0638	0.07

		0305	灌木林地	2.0252	2.25	
		0307	其他林地	1.9341	2.15	
04	草地	0404	其他草地	0.2158	0.24	0.24
05	商业服务业用地	0508	物流仓储用地	0.0080	0.01	0.01
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	2.9267	3.25	3.25
07	住宅用地	0702	农村宅基地	1.8982	2.11	2.11
08	公共管理与公共服务用地	08H1	机关团体新闻出版用地	0.0223	0.02	0.50
		08H2	科教文卫用地	0.3602	0.40	
		0809	公用设施用地	0.0689	0.08	
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.7133	0.79	0.81
		1005	交通服务站用地	0.0189	0.02	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	1.4570	1.62	1.62
12	其他土地	1202	设施农用地	0.0343	0.04	0.04
合计（项目区地类面积）				90.1170	100.00	100.00

商业服务业用地：二级地类为物流仓储用地，面积  $0.0080\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 0.01%。

工矿仓储用地：二级地类为采矿用地，分布在矿区中河东岸及矿区上游小石沟以北范围内，包括选厂、废渣堆等矿山工程的用地范围，面积  $2.9267\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 3.25%。

住宅用地：二级地类为农村宅基地，集中分布在李庄村和下茅垭子一带中河两岸，其他地段有零星农村宅基地分布，总面积  $1.8982\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 2.11%。

公共管理与公共服务用地：二级地类为科教文卫用地。主要为矿部所在区域，面积  $0.3602\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 0.40%；机关团体新闻出版用地面积  $0.0223\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 0.02%；公用设施用地面积  $0.0689\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 0.08%。

交通运输用地：二级地类分为公路用地。公路用地范围为县道 X217 公路的占地范围，面积  $0.7133\text{ hm}^2$ ，占矿区面积的 0.79%；交通服务站用地面积  $0.0189\text{ hm}^2$ ，占矿区面积的 0.02%。

水域及水利设施用地：二级地类为河流水面用地范围为中河流经项目区的水域范围，面积  $14570\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 1.62%；

其他用地：二级地类为设施农用地，面积  $0.0343\text{hm}^2$ ，占矿区面积的 0.04%。

## 4.2 矿山地面工程土地利用现状

矿山地面工程包括：矿部、选厂、4 个废渣堆、炸药库及尾矿浆及回水管道，野外

调查过程中，对地面工程占地范围进行确认和核实，统计矿山地面工程用地的土地类型及面积。矿山工程用地范围的土地利用现状统计见表 2-8。

矿部（包含招待所和车库）已经办理了国有土地使用证（见附件九），面积为 $1167.96m^2$ ，用途为“工业用地”，但收集的土地利用现状图中显示的土地类型为“科教文卫用地”，本《方案》将矿部（包含招待所和车库）的用地类型按“科教文卫用地”进行统计。

**表 2-8 矿山地面工程土地利用现状统计表（单位：hm<sup>2</sup>）**

序号	工程名称	地类及面积			合计	备注	用地情况
		03 林地	06 工矿仓储用地	08 公共管理与公共服务用地			
		0301 乔木林地	0602 采矿用地	08H2 科教文卫用地			
1	矿部			0.1168	0.1168	采矿权范围内	永久性建设用地
2	选厂		0.2194		0.2194		临时用地
3	炸药库		0.0327		0.0327		临时用地
4	ZD1		1.0804		1.0804		临时用地
5	矿石周转场、坑口工业场地、矿石运输轨道		0.5708		0.5708		临时用地
6	ZD3	0.3464			0.3464		临时用地
7	ZD4	0.056			0.056		临时用地
8	尾矿浆及回水管道	0.0345			0.0345		临时用地
		0.137			0.137	采矿权范围外	临时用地
总计		0.5739	1.9033	0.1168	2.594		

选厂、炸药库、尾矿浆及回水管道，后期开采期继续使用，ZD1、ZD3、ZD4 渣堆已复垦并验收通过。ZD2 渣堆南段已清理废渣后改造为矿石周转场，ZD2 渣堆北段已复垦并通过验收。

#### 4.3 矿区内基本农田规划情况

在方案编制过程中，根据收集的《汉阴县铁佛寺镇国土空间总体规划(2021-2035)》，统计鹿鸣金矿采矿权范围内基本农田总面积为 $7.4589hm^2$ ，主要分布在李庄村境内中河两岸，土地利用现状地类为水田和旱地，经调查确认，项目区地面工程不占用基本农田。

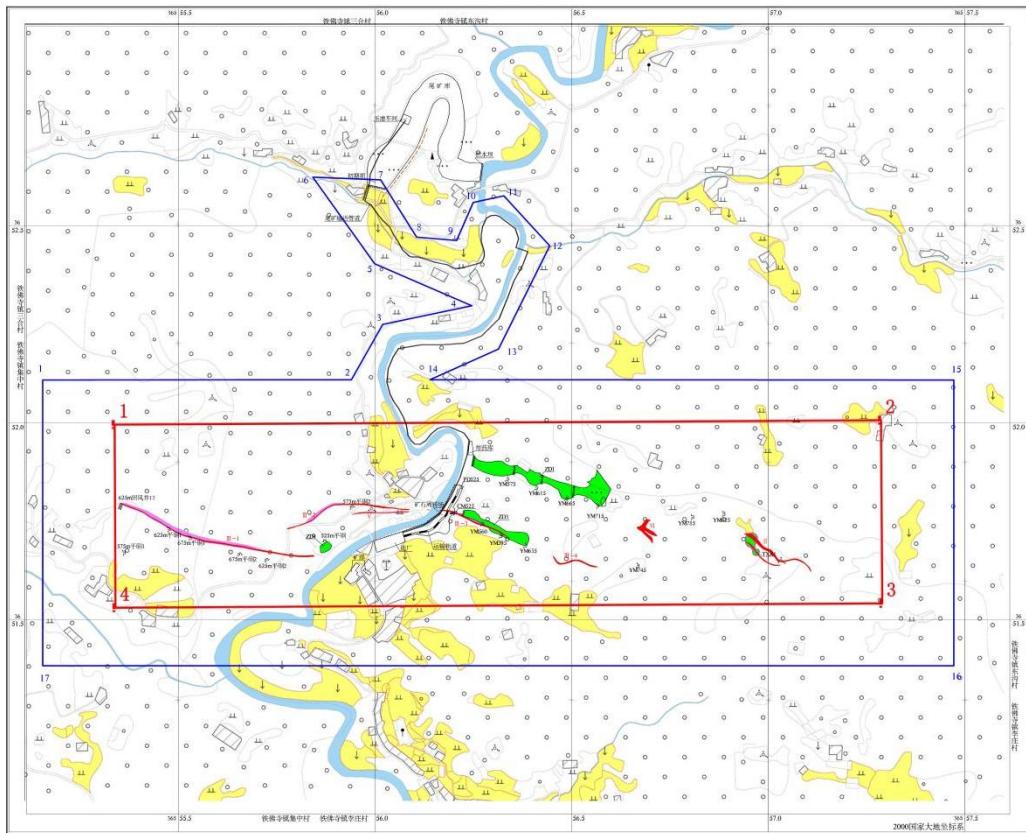


图 2-12 鹿鸣金矿地面矿山工程与基本农田位置关系图

#### 4.4 项目区土地质量现状

根据矿区土地质量现状调查结果，参照相关土壤养分指标等级、土地利用等级标准对矿区土壤质量进行评价。

##### 4.4.1 耕地

矿区耕地主要分布在中河及其支流河谷阶地上，以旱地为主。土壤类型以黄棕壤为主，其次为新积土。土壤质地为少砾质壤土、壤土，土壤典型剖面参见图 2-4。

根据现场调查，矿区旱地土壤深度一般在 50~250cm，其中耕作层（表土层）厚度 20cm 左右，土壤容重约 1.1~1.2g/cm<sup>3</sup>，土质疏松—适宜，通透性良好；犁底层位于耕作层之下，颜色较浅，土层紧实，具有保水、保肥作用；心土层位于犁底层下，深度一般在 20~60cm 之间，土层紧实，通透性差；底土层（C），深度在 60~150cm。

该区缺失土壤检测数据，因此通过类比认为，该区土壤属于碱性土壤，土壤有机质含量较缺乏（四等）。矿区旱地表层土壤熟化程度一般，土地养分大致为四等（较缺乏），耕性和生产性能中等，种植的农作物有玉米、土豆、大豆、蔬菜等，玉米亩产一般 400~800 斤，土豆亩产约 800~1000 斤左右。

##### 4.4.2 林地

矿区乔木林地土壤以山地黄棕壤、新积土为主。山地黄棕壤主要分布在山坡地段，在坡顶、坡脚和缓坡部位较厚，一般厚0.5~3.0m，在陡坡段较薄，一般0.2~0.6m。土壤质地为少砾质壤土，局部为多砾质壤土，结构疏松，抗冲蚀能力差。表土层（根植层）厚一般20~35cm，土质适宜一偏紧，根系发达，土壤容重在1.3g/cm<sup>3</sup>左右；土壤淀积层较薄，一般厚10~25cm，局部缺失，土壤质地多为壤土，结构偏紧实；底土层为母质层，属于风化基岩，属砾质土或多砾质壤土。

#### 4.4.3 草地

矿区草地分布于下茅垭子居民点东北侧，为天然牧草地。土层厚度0.4~0.7m，土壤类型以山地黄棕壤为主，土壤质地为壤土及少砾质壤土。表土层结构松散，通透性好，抗冲蚀能力差，酸碱度呈弱碱性，有机质含量一般在12~16g/kg之间，含量较缺乏（四等）。主要草本植物有蒿类、羊胡子草、莎草、白茅、马唐、狗尾草、草木樨、白羊草、知风草、鸡眼草、野菊花等。

### 五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区及周边人类工程活动主要为地质探矿、采矿、交通工程建设及农业、林业。

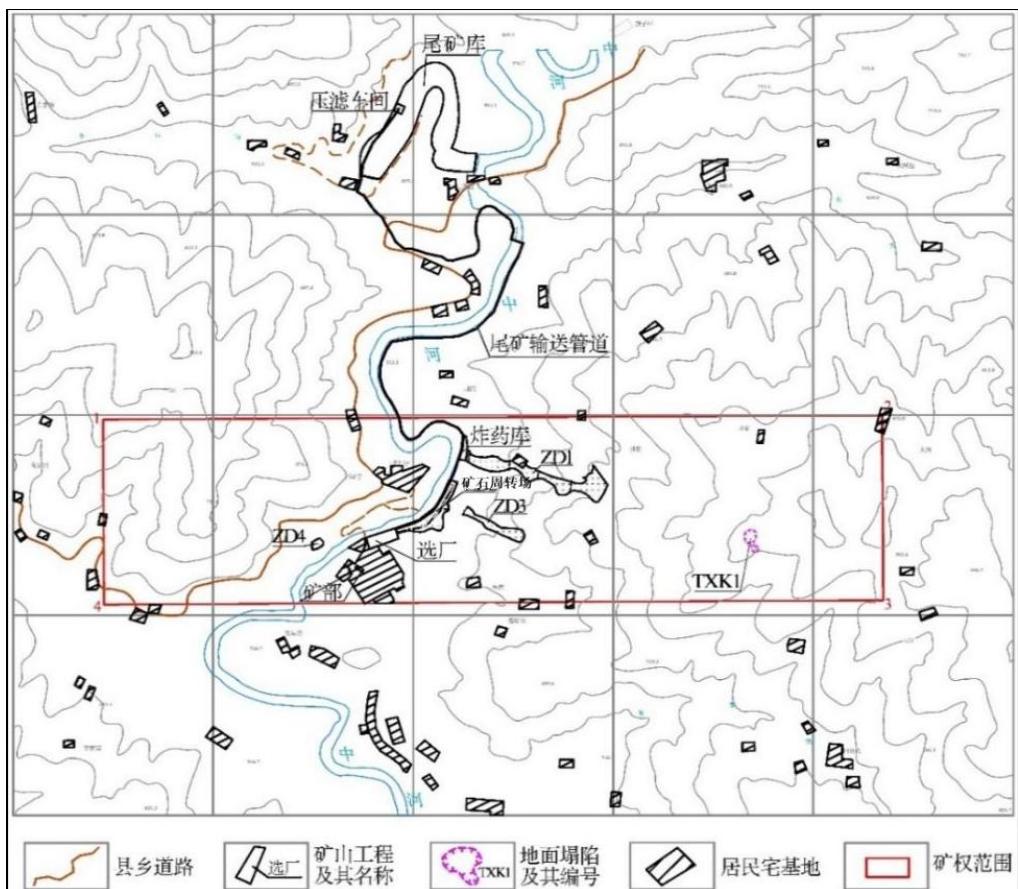


图 2-13 矿区及周边人类活动分布图

## 1. 地质探矿工程

鹿鸣金矿北部、东部和西部均为陕西地矿第一地质队有限公司坝王沟金矿详查区，鹿鸣金矿南部为一空白区，无矿权设置，该空白区以南为陕西地矿第一地质队有限公司家湾金矿详查区。矿区周边目前尚无采矿工程，正在实施的探矿工程对鹿鸣金矿采矿活动基本无影响，对鹿鸣金矿矿山地质环境影响较轻。

## 2. 修路、建房、耕种活动

矿区位于中河中游，沟谷较宽阔，沟道排水通畅，坡面植被发育，受退耕还林工程实施影响，区内坡耕地已基本恢复成了林地或园地，因而农业耕作、园地种植引发水土流失或地质环境问题的现象十分少见。



照 2-8 矿区周边人类活动

## 六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

### 6.1 原《方案》设计及执行情况

2018年10月，汉阴县鹿鸣金矿委托西安西北有色物化探总队有限公司编制了《汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》以下简称原《方案》，2019年10月12日通过了陕西省自然资源厅的审查，于2020年2月26日公告。原方案实施基准年为2019年，适用期为5年，即2020年2月26日至2025年2月26日。

原《方案》在适用期内安排了泥石流隐患（N1、N2）、6个弃用硐口封堵的治理工作；地面塌陷TXK1、渣堆ZD1、ZD3和ZD4的复垦工作；矿山地质环境监测和土地复垦监测与管护工作。

原《方案》适用期内的工作任务中，完成了：泥石流隐患（N1、N2）、6个弃用硐口封堵、Z2渣堆挡墙修复治理工作；地面塌陷TXK1、渣堆ZD1、ZD3和ZD4的复垦工作；矿山地质环境监测和土地复垦监测与管护工作。并通过2020—2024年各年度验收及适用期（2020—2024年）总验收。

原《方案》适用期内的工作任务中，未完成的有：Z1渣堆接排水渠；完成不到位的有Z1渣堆底部的挡墙（干砌石挡墙）。

原《方案》在适用期内，根据矿山实际情况新增工作有：Z2渣堆挡墙修复治理工程。该工程已通过了2024年度及适用期验收。

### 6.1.1 原《方案》适用期的完成情况

汉阴县鹿鸣金矿在原《方案》适用期（2020—2024年）内，完成了泥石流隐患（N1、N2）、6个弃用硐口封堵、Z2渣堆挡墙修复治理工作；地面塌陷TXK1、渣堆ZD1、ZD3和ZD4的复垦工作；矿山地质环境监测和土地复垦监测与管护工作。原《方案》设计2020—2024年度治理总费用293.56万元，适用期（2020—2024年）工程决算投资为218.92万元，总投资完成比例74.57%，完成情况较好。具体实施情况如下：

#### 1.泥石流N1、N2治理工程

2020年度对该两处泥石流隐患点进行了治理，主要工程量：清理方量3422m<sup>3</sup>，干砌石挡墙962m<sup>3</sup>，警示牌2个。治理费用共计106.3万元。



照片 2-4 N1 泥石流隐患治理前（镜向 100°）



照片 2-5 治理后（镜向 90°）

#### 2.6 个废弃硐口封堵

2020年度，对825、785、745、705、665、615六个硐口进行了封堵，主要完成工作量：巷道回填12680m<sup>3</sup>，M7.5浆砌片石15.8m<sup>3</sup>，共计工程费用为16.90万元。



照片 2-6 665 硐口封堵照片



照片 2-7 615 硐口封堵

### 3.TXK1 地面塌陷复垦

在矿山开采过程中采空区引起了地面塌陷灾害，编号 TXK1，该塌陷面积约  $1137m^2$ ，最深处约 2m。2020 年度鹿鸣金矿对该塌陷灾害实施了治理工程。治理措施为人工平土 + 自然恢复，治理费用共计 0.34 万元。



照片 2-8 TXK1 复垦前



照片 2-9 TXK1 复垦后

### 4.Z1、Z3、Z4 废渣堆复垦

按照原《两案》设计，2020 年度，矿山企业实施了该 3 处废渣堆的复垦工作，主要工程措施为覆土+撒播草籽绿化，工程总费用共计 28.7 万元（其中 Z1 治理费用 6.3 万元，Z3 治理费用 7.6 万元，Z4 治理费用 14.8 万元）。



照片 2-10 Z1 废渣堆复垦前、后



照片 2-11 Z3 废渣堆复垦效果



照片 2-12 Z4 废渣堆复垦前、后

以上治理工程及复垦工程均通过了汉阴县自然资源局的年度验收和安康市自然资源局主管部门的适用期验收（见附件六）。

## 5.地质环境监测

适用期矿山地质环境监测针对 2 处泥石流、地面塌陷每月对其进行人工巡查；对岩移范围周边地面塌陷（变形监测）；对地表水土环境影响每年取样监测。

## 6.复垦效果监测及管护

适用期矿山土地复垦监测管护对象为：渣堆 Z1、Z3、Z4 废渣堆复垦范围。复垦效果监测及管护以人员巡查、补植为主。

### 6.1.2 适用期新增工程

ZD2 位于中河东沿岸，选厂以北、PD525 以南，堆存废渣总量约  $4.5 \times 10^4 \text{m}^3$ ，该渣堆是形成泥石流隐患 N2 的主要物源，原挡墙总长度为 270m，高 1.5~2.0m，宽 0.8m。2024 年度调查发现该处挡墙局部出现了垮落，上方少量废渣滑塌，为防止废渣进一步滑落至河道，矿山在 2024 年度实施了 ZD2 渣堆挡墙修复工程，修复挡墙 46m，高度由原 1.5~2.0m 加高至 5m，宽度由原 0.8m 加宽至 1.8m，从根本上解决了废渣堆滑塌的问题。该工程决算费用为 11.48 万元，于 2024 年 11 月通过了汉阴县自然资源局年度验收和安康市自然资源局适用期验收（见附件六）。



照片 2-13 ZD2 渣堆挡墙修复治理前（镜向 20°）照片 2-14 治理后（上游段）（镜向 45°）

表 2-9 原《方案》部署工程及执行情况一览表

年度	原《方案》年度部署		主要工作措施及工程量	实际完成情况	验收情况	需要转入本期方案任务	备注
2020 年	矿山地质环境治理	1.泥石流隐患 N1 和 N2 治理工程； 2.6 个弃用硐口封堵； 3.矿山地质环境监测	1.两处泥石流隐患治理修建拦渣坝和截排水渠：人工挖沟渠 $1235\text{m}^3$ 、人工夯实土方 $618\text{m}^3$ 、M7.5 浆砌石片 $1066\text{m}^3$ 、砂浆抹面 $3198\text{ m}^2$ ； 2.充填巷道和浆砌石封堵：废渣运输及巷道充填 $14580\text{ m}^3$ 、M7.5 浆砌石片 $15\text{m}^3$ ； 3.地质环境监测 127 点次。	1.清理方量 $3422\text{m}^3$ , 干砌石挡墙 $962\text{m}^3$ , 警示牌 2 个； 2.巷道回填 $12680\text{m}^3$ , M7.5 浆砌片石 $15.8\text{m}^3$ ； 3.矿山地质环境监测 36 点次。	2023 年 3 月 20 日通过县局验收	1、Z1 废渣堆底部挡墙未按要求修建，需纳入本方案实施； 2.Z1 废渣堆截排水渠未修建，需纳入本方案实施。	1.完成了年度技术服务工作； 2.在施工过程中因现场的实际情况，工程量有所增减。
	土地复垦	1.地面塌陷 TXK1 复垦； 2.渣堆 ZD1、ZD3 和 ZD4 复垦； 3.已复垦土地范围的复垦监测	1.地面塌陷 TXK1 复垦旱地 $0.0689\text{hm}^2$ 和乔木林地 $0.048\text{hm}^2$ : 人工放坡、找平 $4927\text{m}^3$ 、土壤翻耕 $0.1037\text{hm}^2$ 、土壤培肥 $0.01037\text{hm}^2$ 、栽植乔木 52 株，撒播草种 $0.0538\text{hm}^2$ ； 2.渣堆 ZD1、ZD3 和 ZD4 复垦灌木林地 $1.4828\text{hm}^2$ : 人工放坡、找平 $4450\text{m}^3$ 、购土并运输 $372\text{m}^3$ 、人工平土 $14828\text{m}^2$ 、土壤培肥 $1.4828\text{hm}^2$ 、栽植灌木 3894 株，撒播草种 $1.7794\text{hm}^2$ ； 3.复垦效果监测 10 点次、土壤质量监测 5 点次。	1.地面塌陷 TXK1 复垦旱地 $0.11\text{hm}^2$ 、栽植乔木 34 株，撒播草种 $0.11\text{hm}^2$ ； 2.渣堆 ZD1、ZD3 和 ZD4 复垦灌木林地 $1.4828\text{hm}^2$ , 覆土 $1230\text{m}^3$ , 播撒草籽 $1.48\text{hm}^2$ ； 3.复垦效果监测 6 点次。			
2021 年	矿山地质环境治理	矿山地质环境监测	地质环境监测 127 点次。	矿山地质环境监测 12 点次。	2023 年 3 月 20 日通过县局验收		
	土地复垦	已复垦土地范围的复垦监测和管护	复垦效果监测 10 点次、土壤质量监测 5 点次、植被管护 $1.5276\text{hm}^2$ 。	复垦效果监测 6 点次。			

2022 年	矿山地质环境治理	矿山地质环境监测	地质环境监测 127 点次。	矿山地质环境监测 12 点次。	2023 年 3 月 20 日通过县局验收		
	土地复垦	已复垦土地范围的复垦监测和管护	复垦效果监测 10 点次、土壤质量监测 5 点次、植被管护 1.5276hm <sup>2</sup> 。	复垦效果监测 6 点次。			
2023 年	矿山地质环境治理	矿山地质环境监测	地质环境监测 127 点次。	矿山地质环境监测 12 点次。	2024 年 3 月 16 日通过县局验收		1.完成了年度技术服务工作。
	土地复垦	已复垦土地范围的复垦监测和管护	复垦效果监测 10 点次、土壤质量监测 5 点次、植被管护 1.5276hm <sup>2</sup> 。	复垦效果监测 6 点次。			
2024 年	矿山地质环境治理	矿山地质环境监测	地质环境监测 127 点次。	1.22 废渣堆挡墙修复工程，挡墙 46m，浆砌石 414m <sup>3</sup> ； 2.矿山地质环境监测 12 点次。	2024 年 11 月 26 日通过县局验收、市局适用期验收		1.完成了年度技术服务工作； 2.新增实施了 Z2 废渣堆挡墙修复工程。
	土地复垦	已复垦土地范围的复垦监测和管护	复垦效果监测 10 点次、土壤质量监测 5 点次、植被管护 1.5276hm <sup>2</sup> 。	复垦效果监测 6 点次。			

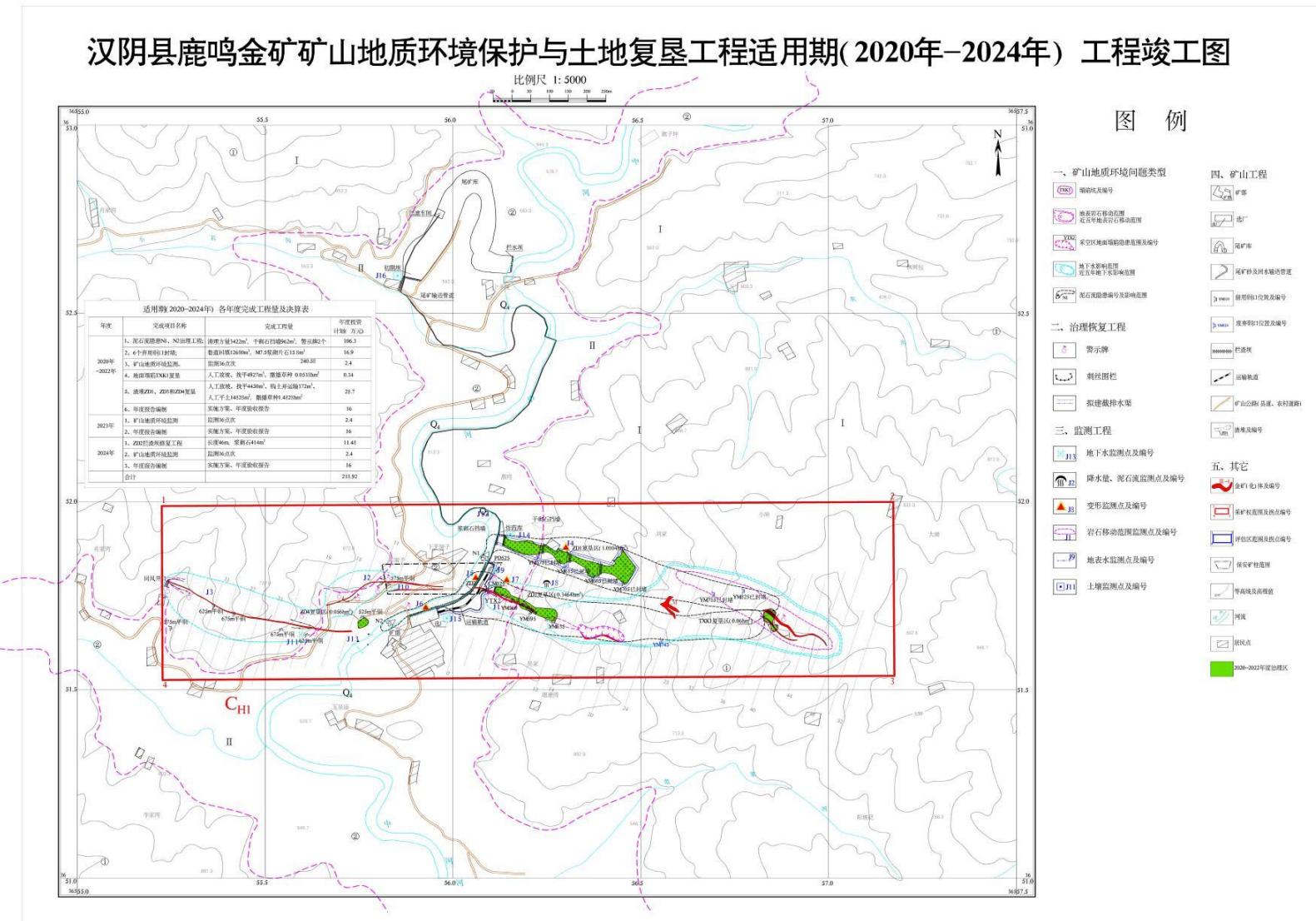


图 2-14 鹿鸣金矿原《方案》适用期（2020—2024 年）矿山地质环境保护与土地复垦工程竣工图

### 6.1.3 原《两案》适用期未完成工程情况

根据原《两案》适用期验收情况，鹿鸣金矿适用期（2020—2024年）未完成工程1项，为Z1废渣堆截排水渠；完成不合格工程1项，为Z1废渣堆底部挡墙。

#### 1.Z1 废渣堆截排水渠

该工程为原《方案》2020年部署的N1泥石流治理分项工程，适用期内未进行修建，需纳入本《方案》第一年度尽快实施。

#### 2.Z1 废渣堆底部挡墙

该工程为原《方案》2020年部署的N1泥石流治理分项工程，设计挡墙为浆砌石，2020年矿山在该废渣堆底部实施了干砌石挡墙，适用期验收专家提出该挡墙需要进一步加固，按照浆砌石挡墙规范标准实施。因此，本《方案》需要对Z1废渣堆底部挡墙重新修建浆砌石挡墙，计划纳入本《方案》第一年度实施。

### 6.1.4 原《两案》适用期工程决算情况

汉阴县鹿鸣金矿原《两案》设计2020年—2024年共计投入293.56万元，实际投入经费218.92万元，其中按年度计2020—2022年投入170.64万元，2023年投入18.4万元，2024年投入29.88万元。鹿鸣金矿适用期投资完成率74.56%，投资少主要原因为N1泥石流排水渠未完成。详见下表2-10：

表 2-10 原《方案》适用期 2020—2024 年各年度竣工工程投资决算表

年份	《两案》部署工程	《年度实施方案》部署	投入资金 (万元)	《两案》计 划投资(万 元)
2020 年	1.泥石流隐患 N1 和 N2 治理工程； 2.6 个弃用硐口封堵； 3.矿山地质环境监测； 4.地面塌陷 TXK1 复垦； 5.渣堆 ZD1、ZD3 和 ZD4 复垦； 6.已复垦土地范围的复垦监测	1.泥石流隐患 N1 和 N2 治理工程； 2.6 个弃用硐口封堵； 3.矿山地质环境监测； 4.地面塌陷 TXK1 复垦； 5.渣堆 ZD1、ZD3 和 ZD4 复垦； 6.已复垦土地范围的复垦监测 7.年度报告编制	170.64	266.36
2021 年	1.矿山地质环境监测 2.已复垦土地范围的复垦监测	-		6.80
2022 年	1.矿山地质环境监测 2.已复垦土地范围的复垦监测	-		6.80
2023 年	1.矿山地质环境监测 2.已复垦土地范围的复垦监测	1.矿山地质环境监测 2.已复垦土地范围的复垦监测 3.年度报告编制	18.4	6.80

2024 年	1.矿山地质环境监测	1.矿山地质环境监测	29.88	6.80
	2.已复垦土地范围的复垦监测	2.已复垦土地范围的复垦监测		
合计			218.92	293.56

注：数据来源于 2020 年度-2024 年度《汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境保护与土地复垦治理适用期（2020—2024 年）工程竣工报告》。

### 6.1.5 原《方案》适用期基金计提及使用情况

原《方案》中基金计提按照原《方案》估算地质环境治理与土地复垦费用统计的吨矿石投资费用 6.74 元/吨，计提系数为 1.8%。自 2020 年至 2025 年 10 月底共应计提基金额 [ ] 万元，实际计提基金 [ ] 万元，实际使用基金 [ ] 万元，截止 2025 年 10 月底账户剩余基金 [ ] 万元。

矿山原《方案》适用期年度应计提基金费用与基金使用情况见表 2-11。

表 2-11 原《方案》适用期基金计提及使用情况一览表

序号	年度	应提取金额(万元)	实际提取金(万元)	使用金额(万元)	剩余金额(万元)
1	2019 年				
2	2020 年				
3	2021 年				
4	2022 年				
5	2023 年				
6	2024 年				
7	2025 年(1-10 月)				
累计					

### 6.1.6 原《两案》适用期经验与教训

#### 1.取得的经验：

(1) 原《方案》适用期内 Z1、Z3、Z4 废渣堆坡面覆土土源的质量较好，草、灌绿植生长效果较好，后期复垦区可继续沿用该土源。

(2) 适用期内开采的VI、III-3 号矿体采用废石充填方式，掘进产生的废石不出硐，原 TXK1 地面塌陷复垦后，未发现新的采空区地面塌陷；矿山后期开采继续做好废石充填工作，废石全部综合利用，尽可能地减少采空区对地形地貌的影响。

(3) 原 Z2 废渣堆挡墙高度 1.5~2.0m, 厚度为 0.8m, 2024 年度调查发现该处挡墙局部出现了垮落, 上方少量废渣滑塌; 经挡墙加固修复后, 高度由原 1.5~2.0m 加高至 5m, 宽度由原 0.8m 加宽至 1.8m, 从根本上解决了废渣堆滑塌的问题。本《方案》拟对 Z1 废渣堆底部挡墙进行修建, 将原干砌石挡墙变更为浆砌石挡墙, 在设计挡墙参数时可吸取 Z2 废渣堆挡墙的经验, 保障 Z1 废渣堆的安全稳固, 避免出现以上问题。

(4) 地质环境监测: 适用期内地质环境监测工作主要为不稳定地质体隐患人工巡查和矿区水土监测。根据监测结果, 不稳定地质体稳定, 生产活动对矿区水、土环境影响较轻。

## 2.教训:

- (1) ZD1、ZD2 北段挡墙施工未进行专项工程勘察设计。
- (2) 个别治理项目中过程控制资料、竣工资料、决算资料等管理资料不够完善。
- (3) Z1 废渣堆坡面覆土绿化后, 覆土层土壤固结较差, 冲刷雨水较严重, 分析原因为截排水设施不完善, 灌木栽植密度低。后期在废渣堆治理时, 应建立完善的截排水系统, 同时加强草、灌、乔搭配, 保障其密度和成活率。
- (4) 废渣堆底部挡墙不建议采用干砌石, 应改为浆砌石挡墙。

## 6.2 周边矿山地质环境保护和土地复垦案例

### 6.1.1 泗人沟金矿矿山地质环境保护和土地复垦案例

本次周边矿山案例分析选取泗人沟铅锌矿, 该矿山与本矿山具有相似的地理、气候、生物特征。近年来泗人沟铅矿在矿区不稳定地质体治理和土地复垦方面完成了多项治理工程, 且取得了良好的恢复治理效果。对于本矿山地质环境恢复治理和土地复垦有指导、借鉴作用。

泗人沟铅锌矿位于旬阳市城区 36° 方位, 直线距离 12.5km 处, 行政区划隶属于旬阳市构元镇所辖。矿体赋存于志留系中统双河镇组 ( $S_{2s}$ ) 第二岩性段 ( $S_{2s2}$ ) 深灰色含炭粉砂质千枚岩中, 呈脉状、透镜状, 受层间断层破碎带控制, 矿体走向呈北西—南东向。开采方式为地下开采, 开拓方式为平硐—溜井开拓, 采矿方法为浅孔留矿法矿法。

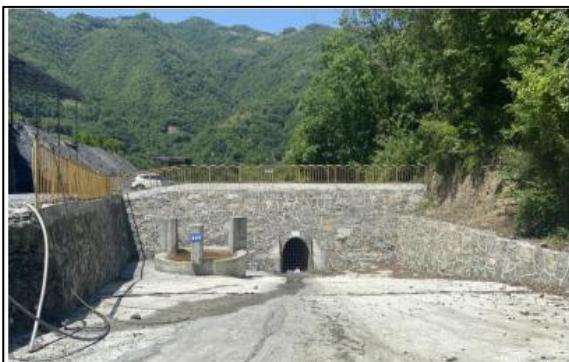
主要实施的治理工程如下:

- (1) N1 泥石流隐患治理工程

该项目主要实施的治理工程有: 拦洪坝、拦挡坝、排洪涵洞、溢流井和截排水沟等(照片 2-15、2-16)。

- (2) 尾矿库复垦工程

对矿区 Z2 废渣堆进行了削方平整、表土回覆、植被重建（照片 2-17、2-18）。



照 2-15 拦洪坝和溢流井（镜向 275°）



照 2-16 拦挡坝及坝面绿化（镜向 85°）



照 2-17 ZD2 渣堆治理后



照 2-18 ZD2 渣堆复绿效果

### 6.1.2 实施效果评价

从鹿鸣金矿和泗人沟金矿矿山地质环境保护和土地复垦案例看，在该区域实施矿山地质环境治理和土地复垦的措施较为成熟，治理效果良好；土地复垦从技术措施和植被选择上适应了当地自然生态环境，达到了良好的复垦效果，在实施矿山地质环境治理和土地复垦后，矿山环境得到显著改善和提高，并获得了较好的经济效益。

根据以上案例，初步摸索出适合本地实际的矿山地质环境保护和土地复垦经验：坚持预防为主的原则，坚持“边生产，边治理，边复垦”，将地质环境保护和土地复垦纳入矿山生产环节，最大限度减轻矿山活动对环境的影响；选择适生长的当地植物（如葛藤和白茅），在短期内可达到复垦目的，投入小且效果良好。总之，鹿鸣金矿的恢复治理工程能因地制宜，选择的环境治理和土地复垦方式在区内切实可行，实施后效果良好，其环境效益、社会效益均明显可见，因此对本矿山后续的地质环境保护和土地复垦具有明显的参考和借鉴价值。

## 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

汉阴县鹿鸣金矿于2024年12月2日成立了方案编制组，12月16—18日搜集资料、制定工作计划，2024年12月20—22日赴野外现场进行调查和搜集相关资料，实际调查了矿区自然地理、社会经济、土壤、生物资源多样性以及不稳定地质体分布特征、地形地貌景观、地下水影响、土地利用、土地损毁等情况，挖掘了土壤剖面，对矿区地质环境存在问题逐点调查、分析，了解其现状，预测发展趋势及结果。

2024年12月22日，方案编制人员拜访了汉阴县自然资源局、铁佛寺镇政府、李庄村村委会及当地村民，通过走访村民、召开座谈会、发放调查问卷等形式广泛征集矿区受众对矿山地质环境和土地复垦的意见和建议。2025年1月4—6日，初步拟定矿山地质环境治理及土地复垦的方向、目标、初步技术方案；2025年1月15日—3月28日，完成了室内资料整理和方案编制工作。

2025年6月24日，省自然资源厅委托专家、同市县自然资源局相关人员进行了现场考察，提出了修改意见；2025年8月10日，对专家提出的意见完成了方案的修改工作。

### 二、矿山地质环境影响评估

#### 2.1 评估范围和级别

##### 2.1.1 评估范围的确定

**评估范围的确定原则：**矿山地质环境影响评估区范围主要包括采矿证范围以及采矿活动影响区和地质环境问题影响区。具体包括以下地段：

- (1) 采矿许可范围；
- (2) 矿山工程建设场地，如炸药库、矿石周转场、废渣堆、选厂、尾矿砂及回水输送管道等；
- (3) 矿山地面工程活动可能造成的地形地貌景观、人文景观破坏和土地资源利用、破坏范围及其影响区，如采空塌陷隐患区、废石场周边环境影响区等。对其他类型地面工程以现场调查测量的实际影响分界或以其工程场地向外扩展100m-200m为准。
- (4) 矿山地下开采造成的地面变形范围（根据地面移动变形范围确定），地下含水层结构破坏、水位下降、水质变化的范围及其影响区；

(5) 矿山工程活动引发滑坡、崩塌、泥石流等不稳定地质体的发育区和影响区。

根据以上原则，综合评估区地质地形地貌、建设工程布局、矿体特征及矿山开采方式等因素，确定本次矿山地质环境影响评估的范围，评估区范围详见表 3-1 及附图 01。评估区总面积 1.8310km<sup>2</sup>。

表 3-1 评估区拐点坐标表

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	Y		X	Y
1			10		
2			11		
3			12		
4			13		
5			14		
6			15		
7			16		
8			17		
9					

**调查区范围的划定：**矿山地质环境影响调查的范围包括矿区、矿山活动影响区及不稳定地质体的物源区、发育区和危害区，也包括对矿山工程活动影响较大的外围区域。

本次矿山地质环境调查区范围是在评估区的基础上适当外扩划定，对斜坡地带，调查界线扩展至第一分水岭（见图 3-1）；对矿山周边社会经济和人类工程活动调查扩展至调查区外 2~3km 范围内，调查区面积 14.26km<sup>2</sup>。

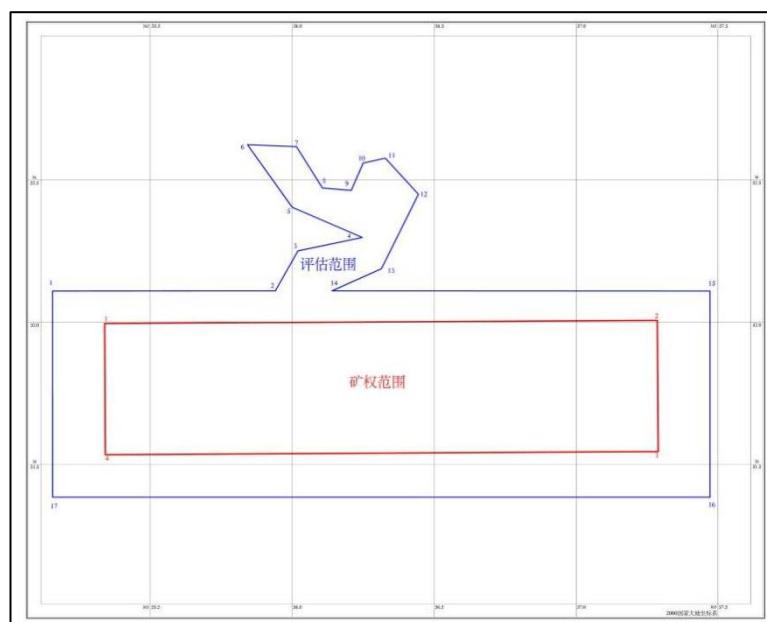


图 3-1 鹿鸣金矿矿区与评估区范围示意图

## 2.1.2 评估级别的确定

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。

### (1) 评估区重要程度

评估区现有村民和矿山工作人员 300 多人，无重要交通要道或建设设施，远离各级自然保护区及旅游景区，有重要水源地（中河）；以往矿山建设及采矿活动破坏了矿区内部分耕地和林地。综合评定评估区重要程度为重要区。

表 3-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
1.分布有 500 人以上的居民集中居住区	<b>1.分布有 200~500 人的居民集中居住区</b>	1.居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下
2.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	2.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	2.无重要交通要道或建筑设施
3.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）	3.紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）
<b>4.有重要水源地</b>	4.有较重要水源地	4.无较重要水源地
<b>5.破坏耕地、园地</b>	<b>5.破坏林地、草地</b>	5.破坏其他类型土地

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

### (2) 矿山地质环境条件复杂程度

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 223-2011）附录 C.1 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表，表中各因素评定结果如下：

矿区内主要矿体深部位于最低侵蚀基准面标高以下，区内地下水以基岩风化裂隙水为主，弱富水性，主要接受大气降水补给，是以基岩风化裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单型矿床。

矿床含矿岩石以含炭绢云石英片岩和片理化变泥质长石石英细砂岩为主，顶底板围岩主要为片理化变泥质长石石英细砂岩。矿体和顶底板围岩均相对连续稳定，抗压强度较大，属坚硬～较坚硬岩石，近地表强风化带和断层破碎带地段岩石其稳固性较差。矿山工程地质条件简单～中等。

评估区位于黄龙倒转背斜的次级褶皱—鹿鸣向斜构造，鹿鸣向斜构造为一倒转向斜。区内构造发育，主要构造表现为韧性剪切带和一组平行的脆性断裂。韧性剪切带在矿区内近东西向发育，控制区内金矿体分布和赋存状态；断裂构造属成矿后走向逆断层，

是脆性构造，对矿体有一定破坏作用。因此评估区地质构造条件中等～复杂。

现状调查在评估区未发现不稳定地质体，地质环境影响较轻。

评估区地处秦岭山脉南缘，海拔标高 510m～988m，地貌类型属低山区。地势北高南低，地形切割强烈，地势陡峻，斜坡坡度一般在 30°～40° 左右，地形地貌条件复杂。

综合评定，鹿鸣金矿区地质环境条件复杂程度为复杂。

表 3-3 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

确定因素	矿区情况	复杂程度	结论
水文地质	以基岩风化裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单型矿床	简单	复杂
工程地质	矿层顶底板属坚硬一较坚硬岩类，工程稳定性较差	简单～中等	
地质构造	区内构造发育，主要构造表现为韧性剪切带和一组平行的脆性断裂	中等～复杂	
环境地质	不存在不稳定地质体，地质环境影响较轻	简单	
地貌情况	矿山地面工程对地形地貌景观破坏严重	复杂	

### (3) 矿山生产建设规模

汉阴县鹿鸣金矿以金（岩金）开采为主，矿山生产建设规模为  $6 \times 10^4$ t，属于中型金矿矿山工程。

### (4) 矿山地质环境影响评估程度分级

综合评定，鹿鸣金矿属重要区内地质环境条件复杂的中型金矿矿山，矿山地质环境影响评估级别为一级。

表 3-4 矿山地质环境影响评估分级表

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

## 2.2 矿山地质环境现状调查与预测评估

### 2.2.1 矿山不稳定地质体现状评估

根据《陕西省汉阴县地质灾害详细调查报告》(陕西省地质调查院, 2013年12月), 汉阴县鹿鸣金矿矿区评估范围内无登记在册的地质灾害。

#### 2.2.1.1 原《方案》不稳定地质体治理情况

##### 2.2.1.1.1 地面塌陷 (TXK1)

###### (1) 分布位置及特征

原《方案》调查结论: TXK1 地面塌陷坑位于I、II号矿体地表露头西段, 中心坐标: X= [ ] , Y= [ ] , 该塌陷形成于 2012 年前, 北西向长 57m, 北东宽 13~30m, 最深处约 2m, 塌陷面积约 1137m<sup>2</sup>。TXK1 塌陷坑坑侧壁岩体较为完整, 局部岩体破碎, 周边无明显辐射状或圈状裂缝。

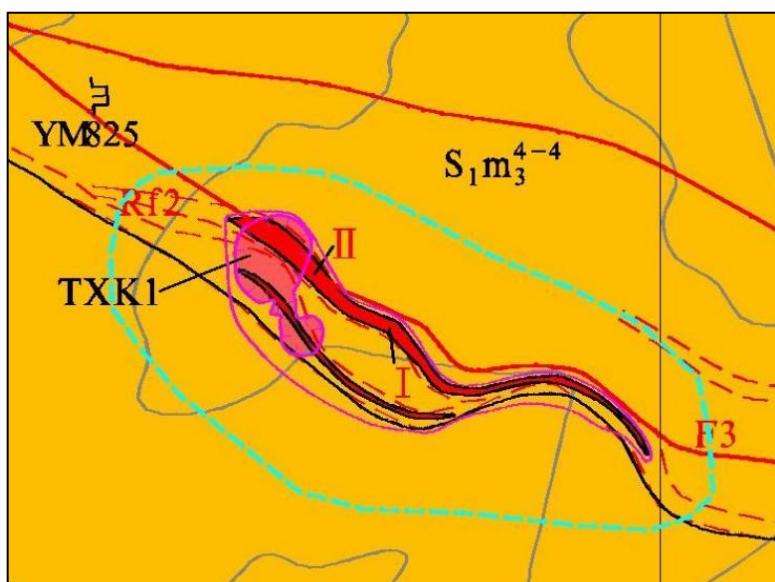


图 3-2 TXK1 平面位置图

###### (2) 治理情况

该塌陷面积约 1137m<sup>2</sup>, 最深处约 2m。2020 年鹿鸣金矿对该塌陷实施了补充修复, 治理措施为人工平土+自然恢复, 治理费用共计 0.34 万元。治理效果见照片 3-1、3-2。



照片 3-1 TXK1 治理前



照片 3-2 TXK1 治理后

### (3) 现状分析

TXK1 地面塌陷经过人工平土+自然复绿的措施治理后，结合本次现状调查，认为该地面塌陷已基本恢复原地貌，塌陷隐患已基本消除。

#### 2.2.1.1.2 泥石流隐患

##### 1.N1 泥石流隐患

N1 泥石流隐患位于中河东岸边坡，是 ZD1 渣堆大量堆积形成的潜在弱发育小型坡面泥石流隐患。ZD1 渣堆呈 4 级台阶式，每级坡脚处修建了拦渣坝，2020 年度鹿鸣金矿对 Z1 废渣堆进行了复垦，主要工程措施为覆土+撒播草籽绿化。现状分析认为 ZD1 渣堆已进行了工程治理，原《方案》评估的泥石流隐患已消除，但后期应完善 ZD1 渣堆的排水设施，同时加强边坡稳定性的监测工作。



照片 3-1 ZD1 渣堆现状照片（镜像 95°）

##### 2.N2 泥石流隐患

N2 泥石流隐患位于中河东岸坡脚，是原 ZD2 堆积形成的潜在弱发育小型边坡泥

石流隐患。鹿鸣金矿对原 ZD2 渣堆南段已进行了清理，改造为现矿石周转场，北段进行了覆土绿化，并且在底部修建了浆砌石挡墙，原《方案》评估的泥石流隐患已消除。



照片 3-2 矿石周转场（原 ZD2 渣堆）现状照片（镜像 55° ）

### 2.2.1.2 矿区不稳定地质体现状调查

结合原《方案》不稳定地质体治理情况和现状调查，矿区已有不稳定地质体（TXK1 塌陷，N1、N2 隐患）已进行了工程治理，消除了不稳定地质体隐患；矿山地面工程已基本建成，后期不会新建地面工程，后续产生的废石充填至老采空区，不外排。因此，现状调查认为矿区无不稳定地质体隐患。

### 2.2.1.3 相邻矿山采矿活动的相互影响及程度调查

鹿鸣金矿北部、东部和西部均为陕西省地矿集团第一地质队有限公司坝王沟金矿详查区，南部为矿权空白区，陕西汉阴金泰矿业有限责任公司的选厂位于鹿鸣金矿矿权界外西侧、III-1 矿体露头以南约 100m。

现状条件下，鹿鸣金矿的生产活动集中在采矿权范围中部，与相邻矿权边界较远，矿山生产活动对周边矿权的影响程度较轻。

未来金泰矿业的生产活动会影响鹿鸣金矿III-1 矿体的开采，考虑到矿体距离选厂较远，矿体倾向延伸会更远离金泰矿业的选厂，预测金泰矿业的生产活动会影响鹿鸣金矿的开采活动，但影响程度有限。待鹿鸣金矿开采III-1 矿体时，矿山将实施详细的调查和评估，以确定影响程度并制定有效的防范措施。

### 2.2.1.4 不稳定地质体现状调查评估结论

原《方案》调查发现的不稳定地质体适用期内已进行了工程治理，隐患已基本消除。

本次调查未发现新的崩塌、滑坡、泥石流及采空区塌陷等不稳定地质体。

## 2.2.2 矿山不稳定地质体预测评估

根据工程建设的整体布局和地质环境条件特征, 不稳定地质体危险性预测评估按照工程区块分别评估, 即开采区、矿部、选厂、废渣堆、炸药库和矿山道路区六个区块(见附图 03)

### 2.2.2.1 矿山工程遭受不稳定地质体的危险性预测评估

#### (1) 开采区

汉阴县鹿鸣金矿开采区主要包括 525 中段坑口工业场地、矿石周转场、运输轨道, 尾矿浆及回水管道建于中河东岸, 已运行多年现状不易引发不稳定地质体, 危险性小。

#### (2) 矿部

矿部征用原有建筑, 位于中河南岸边坡, 地势较高, 不在不稳定地质体的影响区内, 不易遭受不稳定地质体的威胁, 危险性小。

#### (3) 选厂

选厂使用村集体原有的建筑扩建, 位于中河南岸, 地势较高, 选厂沿河岸一侧修建浆砌石防洪坝, 能有效抵挡洪水或泥石流灾害的冲击, 因此选厂不易遭受不稳定地质体的威胁, 危险性小。

#### (4) 炸药库

炸药库位于中河东岸, 不处在已有不稳定地质体的影响区内, 不易遭受不稳定地质体威胁, 危险性小。

#### (5) 矿山道路

评估区内矿山道路不在已有不稳定地质体的影响区内, 不易遭受不稳定地质体的威胁, 危险性小。

### 2.2.2.3 矿山工程建设、运行中引发不稳定地质体的危险性预测评估

#### 2.2.2.3.1 已有矿山工程运行中引发不稳定地质体的危险性预测评估

已有矿山工程(包括各个坑口及工业场地、选厂、矿部等)已运行多年, 矿山运行中工程规模、形态不会有大的变化, 也不会增加地质环境的承载力, 工程修缮、维护不易引发不稳定地质体, 危险性小。

按照矿山的计划, ZD1 渣堆堆存的废石小部分用于回填废弃巷道、封堵硐口, 其余大部分将外运用于矿山周边道路和建筑物修建, 因此两处渣堆后期废石量将大幅度减少, 此外两处渣堆坡脚实施了拦渣坝工程, 矿山复垦时放缓边坡、复垦植绿等工程可提

高渣场边坡稳定性，渣堆引发不稳定地质体的可能性较低。因此预测矿山几处渣堆引发不稳定地质体的可能性小，危险性小。

### 2.2.2.3.2 采矿活动引发地面塌陷和地面裂缝的预测评估

#### （1）矿体特征和开采条件

鹿鸣金矿开采对象为III-1、III-2、III-3、III-4、V-1、V-2和VI号矿体，上述7条矿均属于陡倾斜矿体，矿体倾角 $50^{\circ}\sim80^{\circ}$ ，其中III号矿带和V号矿带体共六个矿体为薄层矿体，平均厚度 $1.04\sim3.12m$ ；VI号矿体最小厚度 $1.93m$ ，平均厚度 $7.79m$ ，属薄~中厚层矿体。矿体岩性以黑云母变斑晶含炭绢云石英片岩为主，属坚硬~较坚硬岩类，岩体较完整；顶、底板围岩为片理化变泥质长石石英细砂岩，属坚硬~较坚硬岩类，岩体较完整。近地表岩石因风化影响，岩石遇水变软较破碎，抗压强度降低，坑内可能出现塌滑和硐内坍塌、片邦现象，在地形较缓地段因降水排泄速度较慢岩石风化破碎现象尤为明显，地形较陡地段降水在短时间内排走，近地表岩石相对完整。

#### （2）采矿活动引发地面塌陷、地表裂缝及变形的危险性预测评估

##### ①III号矿带采矿活动引发地面塌陷、裂缝及变形的危险性预测评估

矿山目前开采III-4矿体，III-4矿体为盲矿体，分东西两部分，间隔约 $>50m$ （见图1-7）。西部矿体距地表较近，目前已采空，以往未造成地面塌陷灾害，后期开采活动在东部矿段 $575m$ 以下，对西部采空区影响小；东部矿体埋深距地表 $>80m$ ，采空区围岩完整坚硬，采用嗣后充填法回采矿体，因此预测III-4矿体采矿活动引发地面塌陷和地表裂缝的可能性小，危险性小。

III-1、III-2、III-3矿体埋深浅，矿体露头地段地形相对较缓，岩石风化程度较强完整性差，抗压强度弱。开采矿体形成采空区后，因岩石结构较松散，稳固性差，采空区顶板变形强烈，可能会形成地面塌陷或地表裂缝等不稳定地质体，考虑后续采用嗣后充填法回采矿体，因此预测开采III-1、III-2、III-3矿体时引发地面大范围塌陷的可能性小，但存在局部发生地表塌陷、裂缝的可能性较大，发育程度中等，因变形裂缝区无常驻人口，预期其危害性小，危险性中等。

##### ②V号矿带采矿活动引发地面塌陷、裂缝及变形的危险性预测评估

V号矿体可采部分位于 $425m$ 以下，深部岩石风化程度弱，采空区顶板岩石完整、坚硬，不易变形，且采空区距地表深度 $>110m$ ，采矿活动引发地面塌陷或地表裂缝等不稳定地质体的可能性小，危害性小，危险性小。

##### ③VI号矿带采矿活动引发地面塌陷、裂缝及变形的危险性预测评估

VI号矿为盲矿体，矿体赋存标高 680~450m，最高处距地表约 80m，岩石风化程度弱，采空区顶板岩石完整、坚硬，不易变形，采矿活动引发地面塌陷或地表裂缝等不稳定地质体的可能性小，危害性小，危险性小。

### (3) 采空区地面变形范围圈定

该区矿体属于急倾斜薄~中厚层矿体，根据岩矿力学性质、矿体开采技术条件及采矿方法，用类比法选择岩石移动角。上盘为 50°，下盘为 60°或矿体倾角，侧翼为 70°，以此为依据，圈定地表岩石移动范围，并作为地表变形监测范围（见附图 03），III-3、III-4 号矿体引发的地表变形范围面积为 17.59hm<sup>2</sup>，III-1、III-2 号矿体引发的地表变形范围面积为 7.06hm<sup>2</sup>。

预测塌陷区编号及范围：按 50m 采深及矿体产状等因素，圈定了III-1、III-2、III-3 采空区地表塌陷隐患范围，并对预测的塌陷区进行了编号命名，分别为：III-1 号矿体塌陷区（YTXK4），面积 0.402 hm<sup>2</sup>；III-2 号矿体塌陷区（YTXK3），面积 0.0970 hm<sup>2</sup>；III-3 号矿体塌陷区（YTXK2），面积 0.0603 hm<sup>2</sup>。

采空区引起的地表岩石移动范围及地面塌陷、裂缝范围见附图 03。

### 2.2.3 近五年矿山活动引发不稳定地质体预测评估

近期五年内矿山开采以III-3、III-4 号和VI号矿体，其中，III-4 号矿体在近五年内开采 575m 以下，距地表 80m~240m，VI号矿体将开采至 475m~575m 中段，距地表 80m~160m。III-4、VI号矿体现状调查未发现地面塌陷，后期开采采用嗣后充填法回采矿体，可减轻矿体开采岩石移动范围和地面塌陷的可能性，矿体岩石移动范围地表为林地且无在建和拟建工程。因此，综合分析认为III-4、VI号矿体采矿活动引发地面塌陷、地面裂缝的可能性小，危险性小。

III-3 号矿体近 5 年将开采 425m 中段，距地表埋深 150m~160m；现状调查未发现地面塌陷、地面裂缝现象，后期采用嗣后充填法回采矿体，可减轻矿体开采对地面的影响。III-3 号矿体投影位置距 ZD3 较近，距 ZD3 地表距离为 120m~250m，因此可能会对 ZD3 稳定性造成一定的影响。综合分析认为III-3 号矿体采矿活动引发地面塌陷、地面裂缝的可能性中等，危险性中等。

综合评估，近五年矿山活动引发采空区地面塌陷及地面裂缝的可能性中等，危险性中等。

### 2.2.4 矿山地质环境现状与预测评估小结

(1) 现状条件下，未发现不稳定地质体隐患。

(2) 预测认为：525m 坑口工业场地和矿石周转场、运输轨道、尾矿浆及回水管道遭受不稳定地质体的威胁可能性小，危险性小。

(3) 预测认为：渣堆引发不稳定的可能性较小，危险性小；其他矿山工程不易引发不稳定地质体，引发不稳定地质体的危险性小；预测III-1、III-2、III-3 矿体的开采活动可能造成地面塌陷和裂缝发生，引发不稳定地质体的危险性中等；针对III-4 号矿体、V号矿体和VI号矿体的开采活动不易造成地面塌陷或裂缝灾害，引发不稳定地质体的危险性小。

(4) 预测近五年矿山活动引III-3 号矿体开采活动引发不稳定地质体的可能性中等，危险性中等。

## 2.3 矿区含水层破坏现状调查及预测评估

矿床开采活动对矿区含水层的影响包括含水层结构破坏、含水层疏干、地下水水位下降、泉水流量减少、水质恶化和对矿区周边生产生活用水水源的影响等。

### 2.3.1 对含水层结构破坏的现状调查和预测评估

#### 2.3.1.1 现状调查与分析

根据本文第二章“2.5 水文地质”小节的叙述，矿区地下水以风化裂隙水和断裂构造水为主，矿体及围岩为含炭绢云石英片岩和片理化变泥质长石石英细砂岩，是矿区内的主要的含水岩层，均为弱富水性岩层；断裂构造内裂隙被方解石充填胶结，储水能力降低，属极弱富水带。

现状条件下，矿山生产活动主要集中于中河以东，采空区分布在 550m 以上，高于中河水位 510m，因此采空区与地表径流没有贯通。矿区内矿体和围岩均属于弱富水性岩层，断裂构造带为极弱富水带，矿体和围岩及控矿断裂含水性相似，因此，矿体开采没有贯通不同性质的含水层，对矿区及区域含水层结构破坏程度较轻。

#### 2.3.1.2 矿山开采对地下含水层结构破坏的预测评估

III-2、III-3 和V-1 矿体分布于中河两岸，矿山开采方案在中河附近设计保安矿柱，对上述三个矿体紧邻中河的矿段保留不开采，能防止中河水灌入采空区；矿床开采后期，采空区下界将低于中河水位，区内隔水岩层和导水性弱的断层可防止中河水灌入采空区，保证矿区内地源不受矿山开采活动的影响。

另外矿体和围岩富水性相似，矿体开采不会贯通不同性质的含水层。

因此整体上预测，矿山开采活动对矿区和区域含水层结构影响和破坏程度较轻。

#### 2.3.2 对矿区地下水位影响的现状调查及预测评估

### **2.3.2.1 现状调查及分析**

矿区风化裂隙含水层主要接受大气降水的渗入补给，沿裂隙顺层由高水位区向低水位区径流，以向最近的河流、沟溪渗流或泉水的形式排泄。

矿区最低侵蚀基准面高程为 510m，采空区分布在 550m 以上，高于最低侵蚀基准面。矿体和围岩均为极弱富水性岩层，地下水的疏干仅在采空区及近矿围岩，开采初期 525 中段掘进初期坑道最大涌水量约  $12.10\text{m}^3/\text{d}$ ，遇雨季时涌水量增加为  $30\text{m}^3/\text{d}$ ，坑道形成后基本无地下水排出，矿坑涌水量总体较小。因此现状评价鹿鸣金矿采矿活动对矿区地下水水位的影响较轻。

### **2.3.2.2 矿床开采对地下水水位影响的预测评估**

由于矿区矿体顶底板围岩为弱富水、透水性岩层，且可采矿体多位于山脊部位，矿山开采形成的采空变形区（冒落、导水裂隙带）与地表水之间不连通，因而采空区地下水降落范围仅局限于采空变形区域。后期采矿工程部分位于矿区侵蚀基准面以下，矿体受断裂构造和韧性剪切带的控制，矿山开采可能造成矿体附近含水构造带结构的破坏。但由于矿区含水构造带极弱富水性，且矿床顶底板围岩为相对隔水层，矿床开采活动仅可能造成局部地段水位下降，而造成整个矿区或区域范围内地下水位下降的可能性较小。据《陕西省汉阴县鹿鸣金矿区资源储量核实报告》，按矿山最低开采标高 295m，预测矿区矿坑最大涌水量为  $81.51\text{m}^3/\text{d}$ 。矿床开采造成矿区及周边含水层水位下降幅度较小，不会影响矿区及周边生产生活供水，预测矿床开采对地下水位影响较轻。

### **2.3.3 近五年矿山活动对地下含水层结构和地下水位的影响的预测评估**

近期五年内（2025 年—2029 年）矿山开采以近期五年内开采 III-3、III-4 号和 VI 号矿体，其中，VI 号矿体将开采至 475m~575m 中段，III-3 号矿体将开采 425m 标段，III-4 号矿体在近五年内开采 575m 以下。

#### **2.3.3.1 近五年矿山活动对地下含水层结构影响的预测评估**

近五年内，III-3、III-4 号矿体和 VI 号矿体赋存位置将形成较大的采空区，其中 III-4 采空区部分位于中河水位以下，但采空区与中河相距较远，隔水岩层和导水性弱的断层可防止中河水灌入采空区，VI 号矿体采空区位于 525m 以上，高于中河水位；另外矿体和围岩以及断裂带富水性相似，均为弱富水，矿体开采不会贯通不同性质的含水层。

预测近五年矿山活动对地下含水层结构影响和破坏较轻。

#### **2.3.3.2 近五年矿山活动对地下水位影响的预测评估**

五年内，III-4、III-4 号矿体和 VI 号矿体赋存位置将形成较大的采空区，造成采空

区及周边范围内地下水位下降，采空区围岩具弱富水性，也是相对隔水层，因此水位下降仅限于采空区周围，不会引起大范围地下水位下降。《陕西省汉阴县鹿鸣金矿区资源储量核实报告》中预测矿区矿坑最大涌水量为  $85.51\text{m}^3/\text{d}$ ，矿床开采不会影响矿区及周边生产生活供水，预测近五年内矿床开采对地下水位影响较轻。

#### 2.3.4 小结

现状条件下，矿山开采活动对矿区地下含水层结构、地下水水位影响较轻。

预测条件下，矿山开采活动对矿区地下含水层结构、地下水水位影响较轻。近五年矿山开采活动对矿区地下含水层结构、地下水水位影响较轻。

### 2.4 对地形地貌景观、地质遗迹、人文景观破坏现状调查及预测

#### 2.4.1 现状调查与分析

鹿鸣金矿矿区及周边没有登记注册的地质遗迹、人文景观、自然保护区和重要交通干线。

鹿鸣金矿为生产中矿山，矿区内采矿活动强烈，矿山工程（选厂、矿石周转场、炸药库）及采矿活动形成的地面塌陷灾害和废渣堆积破坏了原生地形地貌景观，累计损毁土地面积为  $0.8228\text{hm}^2$ （不含矿山借用道路），因此整体上矿山活动对矿区内的原生地形地貌景观的破坏严重，对地质环境影响程度严重；从现状调查看，尾矿砂输送及回水管道对地形地貌景观影响较严重。

#### 2.4.2 矿山活动对矿区地形地貌景观影响的预测评估

##### （1）矿山开采区

III-1、III-2、III-3 号矿体出露地表，埋深较浅，后期开采活动在岩石移动范围内引发采空区地面塌陷的可能性较大，局部地段可能出现地表裂缝或地面下沉，对整体的山区地形影响较大，对地形地貌景观影响较严重。由此可以推断后期采矿活动对矿区地形地貌景观的影响及破坏程度较严重。

##### （2）地面矿山工程

废渣堆：矿山后续开采活动产生的废石不会排出，全部井下充填，四个渣堆不会增加废石量，占地面积不会变化。因此矿区内地形地貌的影响程度和现状基本一致，即对地形地貌景观的影响较轻。

其他工程：选厂、矿石周转场、炸药库在后续矿山生产过程中不会有变化，占地面积、占地类型及工程形态不变，对矿区地形地貌的影响程度与现状保持一致，即这些工程对地形地貌影响较严重；尾矿砂及回水管道在后续矿山生产过程中不会有变化，对地

形地貌景观影响较严重。

从矿区整体上分析预测，选厂、矿石周转场、炸药库对矿区地形地貌景观影响和破坏严重；尾矿砂输送及回水管道对地形地貌景观影响较严重。

#### 2.4.3 近五年采矿活动对矿区地形地貌景观影响的预测评估

近五年矿山主要开采III-3、III-4 和VI号矿体，根据两个矿体的矿体特征及围岩岩土体特征，采空区引发地面塌陷、裂缝等灾害的可能性小，不易破坏原始地形地貌景观。地面矿山工程在近五年内对地形地貌景观破坏程度保持现状。

从矿区整体上分析预测，近五年矿山活动对矿区地形地貌景观影响和破坏严重。选厂、矿石周转场、炸药库对矿区地形地貌景观影响和破坏严重；尾矿砂输送及回水管道对地形地貌景观影响较严重。

#### 2.4.4 小结

现状条件下，采矿活动和地面矿山工程对矿区地形地貌景观影响严重。

预测条件下，采矿活动和地面矿山工程对矿区地形地貌景观影响严重；近五年采矿活动和地面矿山工程对矿区地形地貌景观影响严重。

### 2.5 矿区水土环境影响现状调查与预测评估

水土环境影响主要由矿山生产废水排放及固体废弃物淋滤水引起，在鹿鸣金矿矿区可能造成水土环境影响的主要包括选厂污水、尾矿水、废石场淋滤水、坑道涌水等。

#### 2.5.1 矿区水土环境影响现状调查

2019年4月，受矿山委托陕西地矿汉中地质大队有限公司，2023年10月，受矿山委托汉环集团陕西名鸿检测有限公司对汉阴县鹿鸣金矿项目区水土质量进行了监测。共布设土壤质量监测点2处、地表水3处、地下水进行了监测点5处，采取土壤监测样6件，地表水3件，地下水监测样5件。监测点位布设位置见图3-5，监测结果见表3-6、表3-7和表3-8。



图 3-5 水土环境监测点位位置图

表 3-6 矿区地表水化学分析结果表 (单位: mg/L)

监测点	原样编号	检测日期	监测项目													
			PH	COD	氨氮 (以N计)	Cu	Zn	氟化物	Fe	As	Cd	Cr <sup>+6</sup>	Pb	氰化物	挥发酚 以苯酚计	硫酸盐 (以SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )
中河小石沟口上游 200m 处	SY1	2019.4.22	8.27	4ND	0.122	0.00008ND	0.00067ND	0.38	0.03	0.0003ND	0.00017	0.004ND	0.00009ND	0.004ND	0.0003ND	47
监测结果评价			达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
中河炸药库上游 50m 处	SY2	2019.4.22	8.08	4ND	0.135	0.00083	0.00067ND	0.46	0.05	0.0003ND	0.00018	0.004ND	0.00009ND	0.004ND	0.0003ND	71
监测结果评价			达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
中河选厂下游 200m 处	SY3	2019.4.22	8.17	7	0.131	0.00008ND	0.00067ND	0.28	0.06	0.0003ND	0.00016	0.004ND	0.00009ND	0.004ND	0.0003ND	75
监测结果评价			达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标		达标	达标	达标	达标	达标	达标
《地表水环境质量标准》GB3838—2002III类			6~9	20	1	1	1	1	0.3	0.05	0.005	0.05	0.05	0.2	0.005	250

表 3-7 矿区地下水监测结果对比表 (单位: mg/L)

监测点	原样 编号	检测日期	监测项目														
			PH	耗氧量	氨氮 (以N计)	Cu	Zn	氟化物	As	Hg	Fe	Cd	Cr+6	Pb	氰化物	硫酸盐 (SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> )	挥发酚
尾矿库北侧泉眼	DXS-0	2023.10.23	7.3	1.27	0.078	0.00042	0.05L	0.39	0.00032	0.00004L	0.05	0.00005L	0.004L	0.00009L	0.004L	8	0.0003L
监测结果评价			达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
尾矿库南侧监测井	DXS-1	2023.10.23	7.2	0.88	0.122	0.00031	0.05L	0.40	0.00028	0.00004L	0.05	0.00005L	0.004L	0.00009L	0.004L	8	0.0003L
监测结果评价			达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
尾矿库东南侧监测井	DXS-2	2023.10.23	7.3	1.70	0.144	0.00104	0.05L	0.57	0.00127	0.00004L	0.18	0.00005L	0.004L	0.00009L	0.004L	72	0.0003L
监测结果评价			达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
选厂东北侧山坡泉眼	DXS-3	2023.10.23	7.6	1.38	0.203	0.00422	0.05L	0.24	0.00158	0.00004L	0.16	0.00005L	0.004L	0.00009L	0.004L	8L	0.0003L
监测结果评价			达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
选厂西南侧泉眼	DXS-4	2023.10.23	7.5	1.16	0.338	0.00055	0.05L	0.34	0.00298	0.00004L	0.16	0.00005L	0.004L	0.00009L	0.004L	10	0.0003L
监测结果评价			达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标	达标
《地下水质量标准》 GB/T14848-2017 表1 表2			6~9	3	0.50	1.0	1.0	1.0	0.01	0.001	0.3	0.005	0.05	0.01	1.0	250	0.002

表 3-8 矿区土壤质量检测结果表

监测点	样品编号	检测日期	pH	石油烃 mg/kg	检测结果 ω					
					Fe(%)	Sb(mg/kg)	Bi(mg/kg)	Au(ng/g)	Zn(mg/kg)	硫化物 (mg/kg)
TR1 尾矿 库南侧	T0101	2023.10.23	/	/	7.30	0.096	0.374	48.1	130	0.59
	T0102	2023.10.23	/	/	8.17	0.136	0.333	3.66	138	0.25
	T0103	2023.10.23	/	/	8.58	0.140	0.418	177	101	3.40
TR2 厂区 西南侧	T0201	2023.10.23	7.59	16	6.68	0.222	0.629	19.7	100	0.49
	T0202	2023.10.23	7.33	20	5.75	0.058	0.358	11.3	92	2.26
	T0203	2023.10.23	7.67	15	5.29	0.236	0.207	6.63	62	0.23
<b>GB36600-2018 表 1 表 2 筛选值</b>		/	4500	/	<b>180</b>	/	/	/	/	/

### 2.5.1.1 矿区地表水环境影响现状调查

地表水监测：在中河尾矿库上游 200 处、中河炸药库上游 50m 处、中河选厂下游 200m 处布设地表水监测点，连续监测 1 天（2019 年 4 月 22 日），监测项目为 pH、COD、氨氮、Cu 、Zn、氟化物、Fe、As、Hg、Cd、Cr<sup>6+</sup>、Pb、氰化物、挥发酚、硫酸盐共 15 项。

### 2.5.1.2 矿区地下水现状调查

地下水监测：在尾矿库北侧泉眼、尾矿库南侧监测井等 5 处布设废水监测点，连续监测 1 天（2023 年 10 月 23 日），监测项目为 pH、COD、氨氮、Cu 、Zn、氟化物、As、Hg、Fe、Cd、Cr<sup>6+</sup>、Pb、氰化物、硫酸盐、挥发酚等 48 项。

同时，根据现场调查鹿鸣金矿在 525 主平硐口出水口处建设有两处鱼池，矿硐水水质对鱼类基本无影响，水质较好，见照片 3-3、3-4。



照片 3-3 矿硐口鱼池 1 (镜像 180° )



照片 3-3 矿硐口鱼池 2 (镜像 40° )

### 2.5.1.3 矿区土壤影响现状调查

土壤环境监测：在尾矿库南侧、选厂西南侧布设土壤监测点，连续监测 1 天（2023 年 10 月 23 日），并在尾矿库内采取尾砂样品做有毒物监测，监测项目为 PH、有机质、铬、镍、铜、铅、锌、镉、汞等 53 项。

### 2.5.1.4 矿区水土环境现状分析

水土环境监测结果显示矿区内地表水质量满足《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）中III类水质要求，水质良好；矿区内生产废水质量《地下水质量标准》（GB/14848-2017）第一类排放要求。因此在现状条件下矿区内水土环境尚好，矿山生产、生活对水土环境的影响较轻。

### 2.5.2 对矿区水土环境影响的预测评估

矿区水土环境影响主要由矿山基建、生产过程中排放的废水和固体废弃物引起，其中废水为采矿废水、废石场淋滤水、临时矿场矿石淋滤水和生活污水等，固体废弃物包括采矿废石、生活垃圾。

#### (1) 采矿废水对矿区水土环境影响预测评估

采矿废水主要由矿坑涌水和井下生产污水组成，2019年4月生产废水监测结果显示采矿废水满足《污水综合排放标准》(GB8978-1996)第一类排放要求。湿式凿岩、冲洗工作面产生的采矿污水主要为悬浮物SS。由于矿体顶底板围岩弱富水、弱透水性，矿坑疏干排水量较小，矿区深部350m中段的日涌水量一般在32.60~81.51 m<sup>3</sup>/d之间，近地表坑道基本无水。因此矿坑涌水可全部用于坑内生产，矿坑涌水和坑内生产废水收集至经坑内沉淀池絮凝、沉淀处理后送回工作面作生产用水，不外排。

采矿废水回收利用不外排不会造成矿区地表水、土壤环境影响，对矿区水土环境影响程度较轻。

#### (2) 废石淋滤水对矿区水土环境影响预测评估

矿区矿体开采产生的废石主要用于充填采空区，废石场堆存的废石以开拓废石为主，岩性主要为变粉砂岩，化学成分以造岩元素为主，重金属元素含量低，除SS可能偏高外，其他水质质量指标远低于本区矿石淋滤水中的各项指标，满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017)中III类水质标准要求。另外，后期渣堆区周边修建截排水沟，限制了上游地表水和周边大气降水流入废石场区，大大降低了废石淋滤水生产量。因此，预测废石场淋滤水对矿区地表水水质和土壤质量的影响较轻，造成矿区水土环境影响的可能性小，对矿区水土环境影响程度较轻。

#### (3) 生活污水对矿区水土环境影响预测评估

矿区内职工生活集中在矿部范围，便于生活污水收集，污水排入化粪池处理后灌溉农田或林地，对矿区水土环境影响程度较轻。

#### (4) 生活垃圾对水土环境影响的预测评估

矿部附近设有垃圾收集台，存放产生的生活垃圾，并按当地环卫部门规定外运处置，因此生活垃圾排放不易造成矿山水土环境影响，对矿山地质环境影响较轻。

### 2.5.3 近五年矿山活动对水土环境影响的预测评估

近期(2025年—2029年)水土环境影响的敏感区主要包括废石堆场。预测废石淋滤对水土环境影响可能性小，对水土环境影响较轻。

### 2.5.4 小结

现状条件下，矿区地表水、地下水水质良好。矿区及外围土壤、水系沉积物中重金属元素含量均未超标。

预测矿山采矿废水、废石场淋滤水、临时矿场淋滤水、生活污水及开采废石、生活垃圾对矿区水土环境的影响程度较轻。

## 2.6 地质环境影响程度分级分区评估

### 2.6.1 分级分区评估的依据

本方案依据前述矿山环境影响程度现状调查及预测评估结果，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录E及附录F，对矿山地质环境影响程度进行综合评判并进行分级分区评估。

### 2.6.2 分级分区评估方法

矿山地质环境影响程度现状/预测评估采用因子叠加（半定量）分析法。具体评估方法如下：

#### （1）分级评估因子的选取及评价标准

根据工程建设影响、破坏地质环境的情况，结合评估区地质环境条件、人类工程活动强弱等因素的具体特点，矿山地质环境影响程度现状/预测评估主要选择工程建设遭受、引发、加剧不稳定地质体的程度、工程建设对含水层、地形地貌景观和水土环境影响和破坏程度四个差异性因子为评价指标，不同评价指标的影响程度判别标准。（表3-9）。

表 3-9 地质环境影响程度评价分级标准表

评价因子	地质环境影响程度		
	严重	较严重	较轻
地质灾害	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。	地质灾害规模中等，发生的可能性较大；影响村庄、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100万~500万元，受威胁人数10~100人。	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。
含水层	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 <sup>3</sup> /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	矿井正常涌水量3000~10000 m <sup>3</sup> /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。	矿井正常涌水量小于3000 m <sup>3</sup> /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。

	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。	产生活供水。	
地形地貌景观	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。	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。	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。
水土环境	生产过程中排放物，造成水体、土壤原有理化性状恶化，全部丧失原有功能。	生产过程中排放物，造成水体、土壤原有理化性状变化较大，使其丧失部分原有功能。	生产过程中排放物，未造成水体、土壤原有理化性状变化，或有轻微变化，对水体、土壤原有功能影响较小。

## (2) 矿山地质环境影响程度综合评估分区

根据表 3-7 的标准，对矿山建设不同工程区块进行地质环境影响程度综合评判，每个工程区块的影响程度取值“就高不就低”，即该区块的影响程度值取 4 个判别因子中最高者。然后，依据“区内相似、区际相异”的原则，对各工程区块进行合并，并根据合并后的区块影响程度进行地质环境影响程度分级。

### 2.6.3 矿山地质环境影响程度现状评估分区

通过对各因子现状评估结果进行叠加分析，再结合评估区的地质环境条件及矿山活动特征对各区块界线进行必要修整后，得到评估区地质环境影响程度预测评估综合分区。本次共划分地质环境影响程度现状评估分区 4 处，其中地质环境影响程度严重区 ( $A_x$ ) 2 处，地质环境影响程度较严重区 ( $B_x$ ) 1 处，较轻区 ( $C_x$ ) 1 处。详见附图 01、表 3-10。

#### (1) 地质环境影响程度严重区 ( $A_x$ )

地质环境影响程度严重区 ( $A_x$ ) 共 2 处 ( $A_{x1} \sim A_{x2}$ )，总面积  $0.8229\text{hm}^2$ ，占评估面积的 0.45%，包括选厂和矿石周转场 ( $A_{x1}$ )、炸药库 ( $A_{x2}$ )，这些矿山工程地块对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大，对地质环境影响程度级别为严重。

#### (2) 地质环境影响程度较严重区 ( $B_x$ )

地质环境影响程度较严重区 ( $B_x$ ) 共 1 处 ( $B_{x1}$ )，为尾矿浆及回水管道，总面积  $0.1715\text{hm}^2$ ，占评估面积的 0.09%，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较严重，对地质环境影响程度级别为较严重。

#### (3) 地质环境影响程度较轻区 ( $C_x$ )

地质环境影响程度较轻区 1 处 ( $C_{x1}$ )，面积  $182.1056\text{hm}^2$ ，占评估面积的 99.46%。

分布于评估区的大部，现状人类活动以农业耕种为主，存在的地质环境问题少，危害程度较轻，对矿山地质环境影响程度较轻。

#### 2.6.4 矿山地质环境影响程度预测评估分区

##### 2.6.4.1 矿山地质环境影响程度预测评估分区

通过对各因子预测评估结果进行叠加分析，再结合评估区的地质环境条件及矿山活动特征对各区块界线进行必要修整后，得到评估区地质环境影响程度预测评估综合分区。本次共划分地质环境影响程度预测评估分区 7 块，其中地质环境影响程度严重区 2 个（ $A_{Y1} \sim A_{Y2}$ ），较严重区 4 个（ $B_{Y1} \sim B_{Y4}$ ），较轻区 1 个（ $C_{Y1}$ ）。（见附图 03、表 3-11）

###### （1）预测地质环境影响程度严重区（ $A_Y$ ）

地质环境影响程度严重区共 2 个（ $A_{Y1} \sim A_{Y2}$ ），总面积  $0.8229\text{hm}^2$ ，占评估面积的 0.45%，包括选厂和矿石周转场等场地（ $A_{Y1}$ ）、炸药库（ $A_{Y2}$ ），现状和预测条件下，上述工程对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大。因此，预测上述矿山工程区对地质环境影响程度严重，是今后地质环境保护与治理恢复的重点防治区。

###### （2）预测地质环境影响程度较严重区（ $B_Y$ ）

地质环境影响程度较严重区共 4 个（ $B_{Y1} \sim B_{Y4}$ ），总面积  $0.7308\text{hm}^2$ ，占评估面积的 0.40%，包括 III-3 矿体采空塌陷隐患区 YTX2（ $B_{Y1}$ ）、III-2 矿体采空塌陷隐患区 YTX3（ $B_{Y2}$ ）、III-1 号矿体采空塌陷隐患区 YTX4（ $B_{Y3}$ ）以及尾矿浆及回水管道。其中的三处矿体开采引发采空区地表塌陷、裂缝的可能性较大，危险性中等；预测尾矿浆及回水管道对地形地貌影响较严重。因此，预测上述区块对地质环境影响程度较严重，是今后地质环境保护与治理恢复的次重点防治区段。

###### （3）预测地质环境影响程度较轻区（ $C_{Y1}$ ）

地质环境影响程度较轻区 1 处（ $C_{Y1}$ ），面积  $181.5463\text{hm}^2$ ，占评估面积的 99.15%。包括评估区的大部，人类活动以农业耕种为主，预测存在的地质环境问题少，危害程度较轻，对矿山地质环境影响程度较轻，是今后矿山地质环境保护与治理恢复的一般防治区。

##### 2.6.4.2 近五年矿山地质环境影响程度预测评估

近期 5 年，矿山以 III-3、III-4、及 VI 矿体  $475\text{m} \sim 575\text{m}$  矿段开采为主，矿体埋深较大，距离地表  $100\text{m}$  以上，基岩在深部工程力学强度较大，采空区加剧、引发地面塌陷、裂缝灾害的可能性较小，危险性小，对矿山地质环境影响较轻。

表 3-10 鹿鸣金矿矿山地质环境影响程度现状评估分区说明表

现状评估分区	编号	位置	面积 (hm <sup>2</sup> )	面积占比 (%)	单因子影响程度现状评估				影响程度分级	现存的地质环境问题
					不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境		
严重区	A <sub>x1</sub>	选厂、矿石周转场等	0.7902	0.43	较轻	较轻	严重	较轻	严重	选厂和矿石周转场等对矿区地形地貌景观影响及破坏严重
	A <sub>x2</sub>	炸药库	0.0327	0.02	较轻	较轻	严重	较轻	严重	炸药库损毁林地，对矿区地形地貌景观影响及破坏严重
较严重区	B <sub>x1</sub>	尾矿浆及回水管道	0.1715	0.09	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	尾矿浆及回水管道对矿区地形地貌景观影响及破坏较严重
较轻区	C <sub>x1</sub>	评估区大部	182.1056	99.46	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	现状人类活动以农业耕种为主，存在的地质环境问题少，危害程度较轻，对矿山地质环境的影响较轻

表 3-11 矿山地质环境影响程度预测评估分区说明表

预测评估分区	编号	位置	面积 (hm <sup>2</sup> )	面积占比 (%)	单因子影响程度预测评估				影响程度分级	现存或预测存在的地质环境问题
					不稳定地 质体	含水层	地形地 貌景观	水土 环境		
严重区	AY1	选厂、矿石周转场等	0.7902	0.43	较轻	较轻	严重	较轻	严重	选厂和矿石周转场等场地对矿区地形地貌景观影响及破坏严重
	AY2	炸药库	0.0327	0.02	较轻	较轻	严重	较轻	严重	炸药库损毁林地，对矿区地形地貌景观影响及破坏严重
较严重区	BY1	采空塌陷隐患区 YTX2	0.0603	0.03	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	预测发生地面塌陷的危险性中等，塌陷破坏植被，对地形地貌景观影响较严重
	BY2	采空塌陷隐患区 YTX3	0.0970	0.05	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	预测发生地面塌陷的危险性中等，塌陷破坏植被，对地形地貌景观影响较严重
	BY3	采空塌陷隐患区 YTX4	0.402	0.22	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	预测发生地面塌陷的危险性中等，塌陷破坏植被，对地形地貌景观影响较严重
	BY4	尾矿浆及回水管道	0.1715	0.09	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	尾矿浆及回水管道对矿区地形地貌景观影响及破坏较严重
较轻区	CY1	评估区大部	181.5463	99.15	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	人类活动以农业耕种为主，预测的地质环境问题少，危害程度较轻，对矿山地质环境的影响较轻

### 三、矿山土地损毁预测与评估

#### 3.1 土地损毁环节与时序

##### 3.1.1 矿山生产工艺流程简介

鹿鸣金矿为生产矿山企业，已开采多年。现有矿山设施包括选厂、炸药库、尾矿库、采矿开拓的 18 个阶段平硐口、1 个回风硐口及 2 处采矿工业场、4 处渣堆。除中河东侧开拓的 YM575、YM615、YM665、YM745、YM785 和 YM825 已封堵、YM705 硐口留作人员通道和通风巷以外，其他阶段平硐口和风井口将继续使用；选厂、矿部、炸药库、矿山道路等工程能够满足后续矿山生产需要，矿山生产工艺流程见表 3-12。

表 3-12 鹿鸣金矿矿山生产流程简表

工作阶段	名称	现状	生产工艺流程	备注
	选厂、尾矿库	已有	矿石→破碎→筛分→磨矿→重选→金精粉及尾矿砂；尾矿砂→排入尾矿库	据“矿山矿产资源开发利用方案”，这些工程产能能够满足后续扩建矿山生产需要
	炸药库	已有	维护→使用	
	矿山道路	已有	维护→使用	
	各阶段硐口及 2 处工业场地	已有	维护，停用的进行拆除、硐口封闭及场地复垦	
	废渣堆	已有	采矿废石→部分充填采空区→其余转运至废渣场堆存或综合利用	
	井下开拓、采准系统工程	已有	采用地下开采方式，平硐、平硐—盲斜井、竖井	矿体开拓系统垂直投影图见图 1-5、6、7
	矿体回采及运输	已有	采矿方法：浅孔留矿法；生产流程：矿体回采→矿石运输至选厂	
	废石运输、排放		采掘废石井下充填	
	选矿		生产工艺流程：两段一闭路碎样、一段磨矿、重选；产品为金精粉。	
闭坑期	尾矿砂排放		选矿尾砂通过尾矿输送管道运输至尾矿库压滤车间，尾矿压滤水通过回水管道输送至选厂循环使用，不外排。	
	矿山闭坑工程		矿山闭坑设计编制及审批→闭坑工程施工（包括矿山地质环境恢复治理及土地复垦）→地质环境监测及养护	

(1) 生产期：生产期矿山活动以井下开采和矿石选治为主。井下开采包括井下基建工程和矿体回采，工艺流程为：基建工程施工→废石充填采空区→矿体回采→矿石运至选厂原矿仓。各矿体开拓运输系统见图 1-3、图 1-4 和图 1-5，矿体采用的浅孔留矿法回采工艺见图 1-6。

(2) **闭坑期：**闭坑工程包括硐口封闭、废弃建筑拆除、工程场地环境治理和土地复垦等工程。复垦工程工艺流程为：矿山闭坑设计编制及审批→闭坑工程施工（包括矿山地质环境恢复治理及土地复垦）→地质环境、复垦土地的监测及养护。

### 3.1.2 土地损毁环节及时序

#### 3.1.2.1 损毁环节

矿山工程生产期间不同阶段、不同环节造成土地损毁形式、程度不同，现有地面工程如炸药库、采场工业场地、平硐口及坑口工业场地等；矿体开采环节可能引发采空区地面塌陷裂缝，造成土地塌陷损毁。矿山工程生产阶段造成土地损毁的环节和方式详见表 3-13。

#### 3.1.2.2 损毁方式

据“本章 2.5 节”矿区水土环境影响现状调查及预测评估，认为矿山工程和矿体开采活动对矿区水土环境的影响程度较轻，因此本方案不作土地环境影响损毁土地预测。

本区矿山活动对土地资源的损毁方式包括压占、挖损和塌陷三种。其中地面工程(选厂及采矿工业场地)对土地造成压占损毁；炸药库及各中段硐口对土地造成挖损损毁，地下工程对土地的损毁主要为矿体开采形成的采空区地面塌陷损毁，矿山工程在不同阶段对土地的损毁方式见表 3-13。

#### 3.1.2.3 损毁时序

土地损毁时序是指矿山生产建设活动损毁土地的时间顺序，包括土地损毁的起始时间、损毁程度、损毁面积和工程活动的结束时间，是土地复垦计划安排基础资料。其与矿山工程基建、生产工艺流程、生产计划、开采方式、闭坑顺序等有关。

鹿鸣金矿剩余服务年限 8a，生产结束后进入闭坑→复垦期。根据鹿鸣金矿后续生产计划、生产工艺流程和采区闭坑顺序，矿山活动损毁土地时序见表 3-13。

矿区现有地面工程，包括选厂、炸药库、坑口及坑口工业场地在矿山生产完成后关闭，这些工程造成工程占地区土地的持续性压占损毁。III-1、III-2 和 III-3 矿体开采可能造成采空区近地表土地塌陷损毁。

按照矿山生产建设计划和损毁土地的时序、方式、程度合理安排复垦工程，保证复垦质量达到预期目标。

表 3-13 鹿鸣金矿土地损毁环节及损毁时序一览表

工作阶段	工程名称	损毁环节	损毁方式	损毁时序
矿山生产期	选厂	运行	压占	已损毁、后期一直使用至闭坑
	炸药库	运行	压占、挖损	
	各阶段硐口及工业场地	使用	压占	
	矿体回采及运输	矿山开采	塌陷	2025 年—2032 年
闭坑期	矿山闭坑工程	建筑拆除、硐口封堵、土地复垦	--	2033 年-2036 年底

### 3.2 已损毁土地现状

调查矿山工程已损毁土地类型及损毁面积，据统计，鹿鸣金矿已损毁各类土地共计  $0.9944\text{hm}^2$ （见表 3-14）。具体损毁特征如下：

表 3-14 矿山工程及生产活动已损毁土地统计表（单位： $\text{hm}^2$ ）

序号	工程名称	损毁类型	损毁地类及面积		合计
			03	06	
			林地	工矿仓储用地	
			0301	0602	
			乔木林地	采矿用地	
1	选厂	压占		0.2194	0.2194
2	炸药库	压占、挖损		0.0327	0.0327
3	矿石周转场、坑口工业场地、运矿轨道	压占		0.5708	0.5708
4	尾矿浆及回水管道	压占	0.1715		0.1715
总计			0.1715	0.8229	0.9944

#### 3.2.1 选厂

选厂为矿山加工成品区，该工程现状地类为采矿用地，工程建设压占损毁采矿用地  $0.2194\text{hm}^2$ 。

#### 3.2.2 炸药库

鹿鸣金矿炸药库位于中河东岸，该工程现状地类为采矿用地，工程建设压占、挖损损毁采矿用地  $0.0327\text{hm}^2$ 。

#### 3.2.3 矿石周转场、坑口工业场地、运矿轨道

包括选厂北侧的矿石周转场、PD525 和 CM525 运输硐口场地及运输轨道，现状地类为采矿用地，面积  $0.5708\text{hm}^2$ 。

### 3.2.4 尾矿浆及回水管道

尾矿浆及回水输送管线全长  $3.73\text{km}$ ，沿中河河谷依地形敷设，压占损毁乔木林地面积  $0.1715\text{hm}^2$ 。

## 3.3 拟损毁土地预测评估

### 3.3.1 土地损毁预测

后续矿山生产活动可能造成土地损毁的项目主要是采空区地面塌陷、裂缝灾害引起的地表土地塌陷损毁。

后续矿山采矿活动中，III-1、III-2、III-3 矿体近地表开采可能引起地表塌陷，预测塌陷区总面积  $0.5422\text{hm}^2$ ，见表 3-15，具体分别说明如下：

III-3 矿体可采部分深度范围  $0\sim80\text{m}$ ，近地表岩石因分化解碎，在开采时引起地面塌陷或裂缝的可能性较大，因此圈定采空塌陷隐患区，编号为 YTX2。根据矿体赋存部位、产状和厚度等指标，大致圈定采空塌陷隐患区损毁土地面积为  $0.0603\text{hm}^2$ ，其中塌陷损毁乔木林地  $0.0537\text{hm}^2$ 、采矿用地  $0.0066\text{ hm}^2$ ，依据矿体厚度和埋藏深度，类比矿区内已有的塌陷坑特征，预测 YTX2 坑深度  $\leq 2\text{m}$ ，塌陷坑宽度  $>1\text{m}$ ，因此预测 III-3 矿体开采采空区可能引起的塌陷对土地损毁程度为重度损毁。

表 3-15 鹿鸣金矿区拟损毁土地面积统计表（单位： $\text{hm}^2$ ）

序号	矿山工程	损毁方式	损毁地类及面积				
			0101 水田	0103 旱地	0301 乔木林地	0602 采矿用地	合计
1	YTX2 地表塌陷隐患范围	塌陷			0.0537	0.0066	0.0603
2	YTX3 地表塌陷隐患范围				0.097		0.097
3	YTX4 地表塌陷隐患范围		0.0236	0.0286	0.3498		0.402
合 计			0.0236	0.0286	0.5005	0.0066	0.5593

III-2 矿体可采部分深度范围  $0\sim100\text{m}$ ，近地表岩石因分化解碎，在开采时引起地面塌陷或裂缝的可能性较大，因此圈定采空塌陷隐患区，暂定编号 YTX3。根据矿体赋存部位、产状和厚度等指标，大致圈定采空塌陷隐患区塌陷损毁土地面积为  $0.097\text{hm}^2$ ，损毁地类全部为乔木林地，依据矿体厚度和埋藏深度，类比矿区内已有的塌陷坑特征，预测 YTX3 坑深度  $\leq 2\text{m}$ ，塌陷坑宽度  $>1\text{m}$ ，因此预测 III-2 矿体开采采空区可能引起的塌陷对土地损毁程度为重度损毁。

III-1 矿体可采部分深度范围 0~50m，近地表岩石因分化解碎，在开采时引起地面塌陷或裂缝的可能性较大，因此圈定采空塌陷隐患区，暂定编号 YTX3。根据矿体赋存部位、产状和厚度等指标，大致圈定采空塌陷隐患区损毁土地面积为 0.402hm<sup>2</sup>，其中塌陷损毁水田 0.0236 hm<sup>2</sup>、旱地 0.0286 hm<sup>2</sup>、乔木林地 0.3498 hm<sup>2</sup>，依据矿体厚度和埋藏深度，类比矿区内已有的塌陷坑特征，预测 YTX2 坑深度≤2m，塌陷坑宽度>1m，因此预测III-1 矿体开采采空区可能引起的塌陷对土地损毁程度为重度损毁。

其他矿体（III-4、V、VI号矿体）可采部分埋深较大，距地表>80m，深部岩石完整、坚硬，预测采空区不易引起地面塌陷或裂缝灾害发生，不会对土地造成损毁。

其他矿山工程能满足后续生产需要，不会扩建，占地面积不会增加，因此矿山工程不会造成新的土地损毁或重复损毁。

### 3.3.2 近五年矿山活动拟损毁土地

近五年内，以III-3、III-4、VI号矿体开采为主，两个矿体为盲矿体，埋深大，距地表>100m，深部岩石完整、坚硬，采空区不易引起地面塌陷或裂缝灾害发生，不会对土地造成损毁。因此预测近五年内，矿山活动不会新增土地损毁。

### 3.3.3 土地损毁程度分析

#### （1）评价方法

土地损毁程度评价方法可采用综合指数法、模糊综合评判法、极限条件法等。本方案采用极限条件法，即对不同类型的损毁土地，选择相应损毁特征因子作为评价指标，按照各因子损毁程度分级标准进行单因子损毁程度分级赋值，最终以单指标损毁等级最大值作为该损毁单元的土地损毁等级。

#### （2）土地损毁程度分级

每种破坏形式对土地的损毁程度不同，相应采取的复垦措施也会有所区分，因此，有必要对土地破坏程度（等级）进行评价。本方案将土地损毁程度等级分为 3 级，即：

轻度损毁（I 级）：土地损毁轻微，基本不影响土地功能；

中度损毁（II 级）：土地损毁比较严重，影响土地功能；

重度损毁（III级）：土地严重损毁，丧失原有功能。

#### （3）评价指标及评价标准

针对不同土地损毁类型选择不同的评价指标进行土地损毁程度分析评价，评价因子包括损毁面积、损毁特征等，各评价因子的等级限值主要参考《土地复垦方案编制规程》

(TD/T1031-2011)、《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T-1007-2003)等技术规程中土地损毁程度分级标准取值,具体如下:

①压占损毁等级标准:选择压占面积、重金属、砾石含量、土地功能影响程度五项指标作为压占(占用)损毁土地的评价因子,各因子损毁程度分级标准见表3-16。

②挖损损毁等级标准:挖损损毁程度主要与挖损深度、挖损面积、挖损区坡度、原始土层厚度和土地功能影响程度有关。本方案选择挖损深度、挖损面积、挖损区坡度、原始土层厚度和土地功能影响程度五项指标作为评判土地挖损损毁的评价因子,损毁程度分级标准见表3-17。

### ③采空区塌陷损毁等级标准

矿区属低中山区,地貌起伏大,植被覆盖度高,矿区拟开采矿体为层状急倾斜薄矿体,部分矿体埋藏浅,近地表开采容易引起地面塌陷,形成塌陷坑。本方案选择塌陷裂缝区面积、塌陷深度、塌陷坑宽度、地表土层厚度三项指标作为损毁土地的评价因子,各评价因子损毁程度分级标准见表3-18。

**表 3-16 压占(占用)损毁程度分级标准**

损毁等级	压占面积 (hm <sup>2</sup> )	重金属内梅罗综合 影响指数	砾石含量 (%)	土地功能影响程度
轻度(I级)	≤1.0	1.0< Pz ≤2.0	≤10	基本不影响
中度(II级)	1.0~5.0	2.0< Pz ≤3.0	10~30	影响土地功能
重度(III级)	>5.0	Pz >3.0	>30	丧失原有功能

注:任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级。

**表 3-17 挖损损毁程度分级标准**

损毁等级	挖损深度 (m)	挖损面积 (hm <sup>2</sup> )	挖损边坡度 (°)	原始土层厚度 (m)	土地功能影响 程度
轻度(I级)	<1.0	<0.10	<25	>3.0	基本不影响
中度(II级)	1.0~3.0	0.10~1.0	25~35	0.50~3.0	影响土地功能
重度(III级)	>3.0	>1.0	>35	<0.50	丧失原有功能

注:任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级。

**表 3-18 塌陷损毁程度分级标准**

损毁等级	塌陷裂缝区面积 (hm <sup>2</sup> )	塌陷坑		地表土层厚度 (m)
		塌陷深度(m)	塌陷坑宽度(m)	
轻度(I级)	<0.1	≤2.0	<0.5	>1.0
中度(II级)	0.1~1.0	2.0~6.0	0.5~1.0	0.3~1.0
重度(III级)	>1.0	>6.0	>1.0	<0.3

注:任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级。

#### (4) 土地损毁程度评价

根据矿山工程类型、功能及土地损毁特征，将矿山工程及生产损毁土地划分为8个评价单元，参照评价指标和评价标准，按极限条件法对各单元土地损毁程度逐一评价，结果见表3-19、表3-20和表3-21。由评价结果总结，除矿部和尾矿浆及回水管道对土地损毁程度为轻度外，其余评价单元土地损毁程度为重度损毁。

表 3-19 项目区压占损毁程度分级统计表

损毁单元	单评价因子损毁等级								综合土地损毁等级
	压占面积 (hm <sup>2</sup> )	单因子损毁等级	综合影响指数 (PZ)	单因子损毁等级	砾石含量 (%)	单因子损毁等级	土地功能影响程度	单因子损毁等级	
选厂	0.2194	I 级	PZ<1.0	I 级	15~25	II 级	丧失土地功能	III级	III级重度
炸药库	0.0327	I 级	PZ<1.0	I 级	>30	III级	丧失土地功能	III级	III级重度
矿石周转场及坑口工业场地	0.5708	I 级	PZ<1.0	I 级	>30	III级	丧失土地功能	III级	III级重度
尾矿浆及回水管道	0.1715	I 级	PZ<1.0	I 级	<15	I 级	基本不影响	I 级	I 级轻度
合计	0.9944								

表 3-20 项目区挖损损毁程度分级统计表

损毁单元	单评价因子损毁等级										综合土地损毁等级
	挖损面积 hm <sup>2</sup>	单因子损毁等级	挖损深度 m	单因子损毁等级	挖损边坡度	单因子损毁等级	原始土层厚度 m	单因子损毁等级	土地功能影响程度	单因子损毁等级	
炸药库	0.0327	I 级	1.0~3.0	II 级	>35	III级	0.50~3.0	II 级	丧失土地功能	III级	III级

表 3-21 项目区塌陷损毁程度分级统计表

损毁单元	单评价因子损毁等级										综合土地损毁等级
	塌陷面积 (hm <sup>2</sup> )	单因子损毁等	塌陷深度 (m)	单因子损毁等	塌陷坑宽度 (m)	单因子损毁等	表土层厚度 (m)	单因子损毁等	土地功能影响程度	单因子损毁等	

		级		级		级		级			
YTX2 地面塌陷 隐患范围	0.0603	I 级	$\leq 2$	I 级	$>1$	III级	0.3~1.0	II级	影响土地 功能	II级	III级重度
YTX3 地面塌陷 隐患范围	0.097	I 级	$\leq 2$	I 级	$>1$	III级	0.3~1.0	II级	影响土地 功能	II级	III级重度
YTX4 地面塌陷 隐患范围	0.402	II 级	$\leq 2$	I 级	$>1$	III级	0.3~1.0	II级	影响土地 功能	II级	III级重度
合 计	0.5593										

### 3.4 项目区已/拟损毁土地汇总

鹿鸣金矿项目区土地损毁总面积为 1.5537hm<sup>2</sup>, 已损毁土地面积 0.9944hm<sup>2</sup>, 拟损毁土地面积 0.5593hm<sup>2</sup>。已损毁土地包括选厂、炸药库、尾矿浆及回水管道及矿石周转场、坑口工业场地的占地范围。拟损毁土地包括 YTX2、YTX3、YTX4 三处地面塌陷隐患区范围。项目区损毁土地类型、方式、面积见表 3-22。

表 3-22 项目区已/拟损毁土地汇总表 (单位: hm<sup>2</sup>)

土地损毁状态	序号	工程名称	损毁类型	损毁程度	损毁地类及面积				合计
					01		03	06 工矿仓	
					耕地		林地	储用地	
					0101	0103	0301	0602	
					水田	旱地	乔木林地	采矿用地	
	1	选厂	压占	重度				0.2194	0.2194
	2	炸药库	压占	重度				0.0327	0.0327
	3	矿石周转场、坑口工业场地、运矿轨道	压占	重度				0.5708	0.5708
	4	尾矿浆及回水管道	压占	轻度			0.1715		0.1715
拟损毁	5	YTX2 地表塌陷隐患范围	塌陷	重度			0.0537	0.0066	0.0603
	6	YTX3 地表塌陷隐患范围	塌陷	重度			0.097		0.097
	7	YTX4 地表塌陷隐患范围	塌陷	重度	0.0236	0.0286	0.3498		0.402
总计					0.0236	0.0286	0.672	0.8295	1.5537

已/拟损毁土地包括：矿山采矿活动重度塌陷损毁水田 0.0236hm<sup>2</sup>、重度塌陷损毁旱地 0.0286hm<sup>2</sup>、重度塌陷损毁乔木林地 0.5005hm<sup>2</sup>、重度塌陷损毁采矿用地 0.0066hm<sup>2</sup>；矿山工程重度压占、轻度压占损毁乔木林地 0.1715hm<sup>2</sup>、重度压占采矿用地 0.8229hm<sup>2</sup>。汉阴县鹿鸣金矿损毁土地总面积 1.5537hm<sup>2</sup>。项目区已/拟损毁土地类型、损毁程度、面积见表 3-23。

表 3-23 项目区各类土地损毁情况汇总表

一级地类		二级地类		损毁类型	损毁程度	合计面积 (hm <sup>2</sup> )
编码	名称	编码	名称			
1	耕地	0101	水田	塌陷	III级重度	0.0236
		0103	旱地	塌陷	III级重度	0.0286

3	林地	0301	乔木林地	压占、挖损	I 级轻度	0.1715
				塌陷	III 级重度	0.5005
6	工矿仓储用地	0602	采矿用地	压占	III 级重度	0.8229
				塌陷	III 级重度	0.0066
损毁土地面积总计						1.5537

## 四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

### 4.1 矿山地质环境治理分区

#### 4.1.1 分区原则

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。

#### 4.1.2 分区方法及分区级别

(1) **分区方法:** 依据矿山地质环境治理分区原则,本方案依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)附录F之标准(见表3-24),根据矿山地质环境影响现状及预测评估结果,对鹿鸣金矿矿山地质环境治理进行分级分区。

表3-24 矿山地质环境保护与治理分区标准表

分区级别	矿山地质环境现状评估	矿山地质环境预测评估
重点防治区	严重	严重
次重点防治区	较严重	较严重
一般防治区	较轻	较轻

注:现状评估与预测评估区域重叠部分采取就上原则进行分区。

(2) **分区级别:** 矿山地质环境治理分区划分为重点防治区、次重点防治区、一般防治区三级,对矿山地质环境问题类型差异的区段可进一步划分重点防治段。

#### 4.1.3 分区评述

根据矿山地质环境治理分区的标准和分区原则,将鹿鸣金矿地质环境保护与治理分区划分为重点防治区( $A_H$ )、次重点防治区( $B_H$ )、一般防治区( $C_H$ )共7个区块(详见附图06)。各分区基本特征见表3-25。

表 3-25 矿山地质环境治理分区说明表

防治分区	编号	位置	面积 (hm <sup>2</sup> )	占比 (%)	现状地质环境影响程度	预测地质环境影响程度	现存或预测存在的地质环境问题
重点防治区	A <sub>ii1</sub>	选厂、矿石周转场等	0.7902	0.43	严重	严重	选厂和矿石周转场对矿区地形地貌景观影响及破坏严重
	A <sub>ii2</sub>	炸药库	0.0327	0.02	严重	严重	炸药库损毁林地，对矿区地形地貌景观影响及破坏严重
次重点防治区	B <sub>ii1</sub>	采空塌陷隐患区 YTX2	0.0603	0.03	较轻	较严重	预测发生地面塌陷破坏植被，对地形地貌景观影响较严重
	B <sub>ii2</sub>	采空塌陷隐患区 YTX3	0.0970	0.05	较轻	较严重	预测发生地面塌陷的危险性中等，塌陷坑破坏植被，对地形地貌景观影响较严重
	B <sub>ii3</sub>	采空塌陷隐患区 YTX4	0.402	0.22	较轻	较严重	预测发生地面塌陷破坏植被，对地形地貌景观影响较严重
	B <sub>ii4</sub>	尾矿浆及回水管道	0.1715	0.09	较严重	较严重	尾矿浆及回水管道对矿区地形地貌景观影响及破坏较严重
一般防治区	C <sub>ii1</sub>	评估区大部	181.5463	99.15	较轻	较轻	现状人类活动以农业耕种为主，存在或预测的地质环境问题少，危害程度较轻，对矿山地质环境的影响较轻

### (1) 重点防治区 (A<sub>H</sub>)

重点防治区 2 个 (A<sub>H1</sub>~A<sub>H2</sub>)，总面积 0.8229hm<sup>2</sup>，占评估面积的 0.45%，包括选厂+矿石周转场 (A<sub>H1</sub>)、炸药库 (A<sub>H2</sub>)，上述区块现存和预测的矿山地质环境问题大，是地质环境影响程度严重区，后续应重点对上述区块进行生态景观恢复治理。

### (2) 次重点防治区 (B<sub>H</sub>)

次重点防治区 4 个 (B<sub>H1</sub>~B<sub>H4</sub>)，总面积 0.7308hm<sup>2</sup>，占评估面积的 0.40%，包括 III-3 矿体采空塌陷隐患区 (B<sub>H1</sub>)、III-2 矿体采空塌陷隐患区 (B<sub>H2</sub>)、III-1 矿体采空塌陷隐患区 (B<sub>H3</sub>) 和尾矿浆及回水管道 (B<sub>H4</sub>)。上述区块现存和预测的矿山地质环境问题较大，是地质环境影响程度较严重区；后续应对 III-1、III-2 和 III-3 矿体采空区地表岩石移动进行监测，预防地面塌陷、裂缝等灾害发生，矿山闭坑后对尾矿浆及回水管道进行拆除和复垦。

### (3) 一般防治区 (C<sub>H</sub>)

一般防治区 1 处 (C<sub>H1</sub>)，分布于评估区大部，面积 181.5463hm<sup>2</sup>，占评估面积的 99.15%。这些地段矿山活动对矿区地质环境影响程度较轻，存在或预测的地质环境问题少，危害程度较轻，不需要安排治理工程，但必要时需要布设监测预警工程。

## 4.2 土地复垦区与复垦责任范围

### 4.2.1 复垦区确定

复垦区为由永久性建设用地和生产建设项目建设损毁土地构成的区域。根据矿区土地损毁分析与预测结果，本项目损毁土地情况如下：

#### (1) 永久性建设用地占地面积

永久性建设用地是指依法征收并用于工业场地、公路和铁路等永久性建筑物及相关用途的土地。鹿鸣金矿项目区包含的永久性建设用地范围为选厂、炸药库的用地范围，目前选厂、炸药库用地范围正在办理征地手续，总面积为 0.2521hm<sup>2</sup>。

#### (2) 生产建设项目损毁土地面积

项目区内生产建设项目建设损毁面积合计为 1.3016hm<sup>2</sup>，范围包括矿石周转场地、尾矿浆及回水管道用地范围和塌陷损毁区。

#### (3) 复垦区面积

项目区内永久性建筑用地面积和生产建设项目建设损毁土地面积不存在重复计算的情况，因此复垦区面积=永久性建设用地面积 (0.2521hm<sup>2</sup>) + 生产建设项目建设损毁土地面积 (1.3016hm<sup>2</sup>) = 1.5537hm<sup>2</sup>。

#### 4.2.2 复垦责任范围

复垦责任范围是指不留续使用的永久性建设用地和生产建设项目损毁土地范围构成的区域。

该项目永久性建设用地不留续使用，全部纳入复垦责任范围，因此项目区内复垦责任范围总面积为  $1.5537\text{hm}^2$ 。复垦的责任主体为汉阴县鹿鸣金矿。

复垦区、复垦责任区面积关系见表 3-26，复垦区范围坐标表见表 3-27。

表 3-26 复垦区、复垦责任范围面积统计表（单位： $\text{hm}^2$ ）

序号	用地类别	用地工程名称	面积	合计	备注	
1	永久性建设用地	选厂	0.2194	0.2521	不留续使用，闭坑后纳入复垦责任范围	
2		炸药库	0.0327			
3	生产建设项目建设项目损毁	矿石周转场、坑口工业场地、运矿轨道	0.5708	0.7423		
4		尾矿浆及回水管道	0.1715			
5		YTX2 地表塌陷隐患范围	0.0603	0.5593		
6		YTX3 地表塌陷隐患范围	0.097			
7		YTX4 地表塌陷隐患范围	0.402			
8	复垦区面积=永久建设用地+生产建设项目损毁土地			1.5537		
9	复垦责任范围面积=不留续使用永久性建设用地+生产建设项目损毁土地			1.5537		

表 3-27 复垦区面积及拐点坐标一览表

复垦区名称	复垦区 面积 $\text{hm}^2$	拐点编号	2000 国家坐标系统	
			X	Y
炸药库	0.0327	1		
		2		
		3		
		4		
选厂和矿石周转场	0.7902	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		
		9		
		10		
		11		

续表 3-27 复垦区面积及拐点坐标一览表

复垦区名称	复垦区 面积 $\text{hm}^2$	拐点编号	2000 国家坐标系统	
			X	Y
YTX 3	0.097	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		
		9		
YTX 4	0.402	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		
		9		
		10		
		11		
YTX2	0.0603	1		
		2		
		3		
		4		
		5		
		6		
		7		
		8		

#### 4.3 土地类型与权属

##### 4.3.1 复垦区土地利用状况

鹿鸣金矿项目区总面积为  $90.1170\text{hm}^2$ , 其中复垦区面积  $1.5537\text{hm}^2$ , 复垦责任范围面积  $1.5537\text{hm}^2$ 。复垦区及复垦责任范围内的土地利用现状结构（土地利用类型、面积和预测土地损毁地类、损毁方式、损毁程度等）详见表 3-28。

复垦区中水田面积  $0.0236\text{hm}^2$ , 旱地面积  $0.0286\text{hm}^2$ , 乔木林地面积  $0.672\text{hm}^2$ , 采矿用地占地面积  $0.8295\text{hm}^2$ 。

复垦责任范围中水田面积  $0.0236\text{hm}^2$ , 旱地面积  $0.0286\text{hm}^2$ , 乔木林地面积  $0.672\text{hm}^2$ ,

采矿用地占地面積 0.8295hm<sup>2</sup>。

表 3-28 复垦区及复垦责任范围土地利用现状结构表

一级地类		二级地类		损毁类型	损毁程度	复垦区		留续使用面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦责任范围	
编码	名称	编码	名称			面积 (hm <sup>2</sup> )	占比 (%)		面积 (hm <sup>2</sup> )	占比 (%)
01	耕地	0101	水田	塌陷	重度	0.0236	1.52	0	0.0236	1.52
		0103	旱地	塌陷	重度	0.0286	1.84		0.0286	1.84
03	林地	0301	乔木林地	压占、挖损、塌陷	重度	0.672	43.25	0	0.672	43.25
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	压占、塌陷	重度	0.8295	53.39		0.8295	53.39
损毁土地面积总计						1.5537	100.00	0	1.5537	100.00

#### 4.3.2 土地权属

鹿鸣金矿复垦区内土地权属分为三部分，其中尾矿库大部分、炸药库、选厂和矿石周转场、YTX2、YTX3 和 YTX4 东段损毁土地归汉阴县铁佛寺镇李庄村集体所有；YTX4 西段损毁土地权属为汉阴县铁佛寺镇集中村村集体，矿部土地权属归汉阴县鹿鸣金矿所有（详见图 1-3）。根据土地利用现状及实地调查证实，鹿鸣金矿复垦区土地现状权属清楚，无纠纷。复垦区土地利用结构权属见表 3-29。

表 3-29 复垦区土地利用权属表（单位：hm<sup>2</sup>）

权属		土地地类及面积					合计
		01 耕地		03 林地	06 工矿仓储用地		
		0101 水田	0103 旱地	0301 乔木林地	0602 采矿用地		
陕西省 汉阴县 铁佛寺镇	李庄村			0.4794	0.3559	0.8353	合计
	集中村	0.0236	0.0286	0.1926		0.2448	
	东沟村				0.4736	0.4736	
汉阴县鹿鸣金矿						0	
合计		0.0236	0.0286	0.672	0.8295	1.5537	

目前矿山正在积极补办相关用地手续，矿山企业承诺将依法依规办理相关土地的征收、租用手续。

## 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

#### 1.1 技术可行性分析

根据本方案第三章第二节中矿山地质环境影响评估结果，矿区内现存及预测的地质环境问题主要有：矿床地下开采引起的采空区地面塌陷、裂缝灾害和隐患。

对已存在的地面塌陷灾害，采用充填塌陷坑后复垦的方式进行治理，对后续矿山开采可能引起的塌陷隐患区，主要采用地面变形监测的方式进行防治，监测过程中若发现地面变形强烈，或发现裂缝、塌陷等灾害的时候，立即设立警示牌，待塌陷区沉稳后，进行充填、复垦。

对由废石堆放引起的滑坡及泥石流灾害隐患，采用加固拦渣坝，修筑截排水渠、设立警示牌等工程进行防治，工程完成后采用变形监测、降雨量监测等措施进行防治。矿山后期采用废石充填废弃巷道、封堵硐口或外运综合利用的方式尽可能消耗地面废石方量，减少泥石流隐患物源以减轻泥石流灾害发生的可能性，通过防治和监测等措施，可有效防止泥石流灾害发生，避免危害。

由于矿坑疏干排水导致的地下含水层结构破坏和水位下降现象仅限于采空区近矿围岩范围，不会造成整个矿区或区域含水层结构破坏和水位下降，不会影响矿区周边生产生活用水。因此，针对疏干排水引起的水位下降，重在做好井下水质、水量监测，避免井下水质影响和井下涌水事故发生，确保井下外排水质不受影响和矿区水土环境安全达标。

对炸药库、选厂、废石堆场、采空塌陷区等造成地形地貌景观和土地资源破坏可以通过土地复垦进行修复治理。

综上所述，矿区地质环境问题是可以通过事前预防、事中监测，事后采用工程治理和土地复垦的方式予以消除或恢复，技术措施可行，可操作性强，能达到恢复治理的预期目标。

#### 1.2 经济可行性分析

##### （1）总费用合理性分析

鹿鸣金矿矿山地质环境保护和土地复垦工程总费用 487.55 万元（见表 4-1），按剩余可采资源储量矿石量 [ ] 计算，折合吨矿石应提留的地质环境恢复治理费用为 11.01 元。比照陕西同类型矿山以往地质环境恢复治理保证金缴存（3 元/吨矿石）和恢

复治理工程实施经验，该项目费用能满足矿山地质环境治理与土地复垦资金要求。

#### (2) 费用组成合理性分析

表 4-1 为本方案矿山地质环境保护与土地复垦总投资费用组成表。从表中可以看出，在项目静态总投资中工程施工费占比为 29.15%，监测与管护费的 12.32%，二者合计占比 41.47%。说明项目用于实际生产的工程施工费、监测与管护费不高的原因为地质环境保护的其他费用中技术服务费用较高。

#### (3) 土地复垦费用合理性分析

表 4-2 为按复垦土地地类统计的土地复垦亩均静态投资。

表 4-1 矿山地质环境保护与土地复垦总投资费用组成分析表

序号	工程或费用名称	估算静态投资经费（万元）					
		地质环境保护		土地复垦		合计总投资费用	
		费用	比例%	费用	比例%	费用	比例%
1	工程施工费	40.78	11.63	101.36	74.21	142.14	29.15
2	独立费用/其他费用	235.71	67.24	16.76	12.27	252.47	51.78
3	监测与管护费	53.00	15.12	7.08	5.18	60.08	12.32
4	基本预备费	21.05	6.00	11.81	8.65	32.86	6.74
合 计		350.54	100.00	137.01	100.31	487.55	100.00
按可采资源储量 <span style="border: 1px solid red; padding: 2px;"> </span> 计算，总投资经费折合吨矿石价格为 11.01 元/吨							

土地复垦总投资经费为 137.01 万元，土地复垦责任范围面积为 1.5537hm<sup>2</sup>，矿区土地复垦亩均投资费用为 58788.70 元/亩。类比陕西地区以往土地整理、开发、复垦经验，耕地和林地土地复垦费用总体合理，本方案估算经费能满足土地复垦费用要求。

#### (4) 经济可行性分析

从往年生产经营指标分析，现黄金销售价格为 910 元/克，其中成本约为 450-500 元/克，按近年来矿石平均品位 1.34 克/吨、年实际生产能力 4 万吨来计算，年利润约为： $4 \times 10^4 \times 1.34 \times (910 - 500) = 2197.6$  万元；按矿山地质环境与土地复垦年平均投资 40.63 万元，矿山后续投入的地质环境保护与土地复垦费用在矿山生产净利润占比较低，对矿山经济效益的影响较小，产生的社会效益和环境效益明显，经济可行。

### 1.3 生态环境协调性分析

#### 1.3.1 对水资源影响分析

矿山地质环境治理对水资源的影响主要在取水和使用水两个环节。

治理工程取水来源为沟道流水，用于配制水泥砂浆，需水量少，不易造成当地水资源的大量消耗，对水资源的影响较轻。

在使用水过程中，水泥砂浆中的水分会渗透至地下水，影响地下水水质。泥浆中的主要是悬浮物，有害成分含量低，配制砂浆时在地表铺设隔离层的方法可有效地杜绝砂浆水渗透，用水过程对水资源的影响较轻。

因此矿山地质环境治理过程中不易造成矿区地表水体和地下水源的消耗和影响，对矿区水资源影响较轻。

### 1.3.2 对土壤资源影响分析

在矿山生产过程中，选厂、炸药库、废渣堆等工程使地表土层损毁，破坏地表土壤结构和植被生态，使土壤丧失原有部分或全部功能，水土流失严重。

废渣堆废石排放、选厂内建筑物长期压占和机械设备的碾压，会使场地内土壤空隙会变小，饱和含水量下降，土壤保水保肥性能减弱，同时也破坏了微生物适宜的生存条件，影响生物与土壤间的物质交换，减少了微生物作用产生的腐殖质。由于腐殖质缺少，会使土壤中有机质含量下降，使土壤生产能力降低，进而影响到土壤对植物资源养分供应，影响植物资源的生长，使土地质量严重受损。

地下采矿造成的采空区地面塌陷也会使塌陷区土壤结构破坏，造成土壤保水、储热等工程功能丧失，造成植被死亡等情况。

这些矿山工程活动都有可能造成矿区土壤结构破坏，生产力下降，对矿区土壤资源破坏严重。但通过土地复垦工程，可有效恢复这些受损土地的功能，减少水土流失，美化矿区生态环境。

### 1.3.3 对生物资源影响分析

矿山基建及生产期间，矿山工程占地及强烈的人类工程活动，将会干扰矿区及周边的自然生态环境，降低矿区植被覆盖度，影响野生动、植物资源的栖息与活动的范围，迫使一部分野生动物向四周迁移，对矿区及周边野生动、植物群落的生存空间及质量产生较大影响。

矿山开采期间，矿区土地不同程度地遭受损毁，生态环境处于受损状态。对损毁土地可通过土地重构和植被重建，逐步恢复土地的生态功能，增加矿区农用地、林地、草地面积，恢复矿区的青山绿水和地体生产力。随着矿区人工生态系统的建立，将使原来的天然生态系统变成人工干扰和自然修复的复合生态系统，逐渐替代原来的自然生态系

统。复合生态系统的结构和功能在逐步修复中不断接近原生自然生态系统，为矿区生物资源提供适宜的生态栖息环境。

## 二、矿区土地复垦可行性分析

### 2.1 土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是根据不同土地损毁类型造成土地的自然属性、经济性状以及生产能力等土地质量特性的差异，在综合分析和建立预测评价模型基础上，对土地损毁复垦单元做出生态适宜性、经济可行性评判，最终确定每个复垦单元的最优复垦方向。

#### 2.1.1 土地适宜性评价原则

##### （1）符合乡镇国土空间规划，并与农业规划等其他规划相协调

土地复垦方向应符合所在地域乡镇国土空间规划安排，并尽可能与当地农业、林业、水利、环保等规划相协调一致，确保复垦后土地资源的生产力水平与本地生态环境的协调一致。

##### （2）主导性限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地复垦利用因素很多，如降水、光照、坡度、积水、水源、土源、土壤肥力以及灌排条件等。根据项目区自然环境、土地利用和土地损毁情况，重点分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素，同时兼顾其他限制因素，避免复垦方向的重大错误。

##### （3）因地制宜，耕地优先的原则

土地利用受周围环境条件的制约，土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁前后土地拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜渔则渔。在确定待复垦土地的利用方向时，根据评价单元的自然条件和损毁程度等因素因地制宜地确定复垦的适宜性。项目区损毁土地以林地为主，其次为旱耕地，因此确定矿区土地复垦方向以耕地优先，其次为林地和其他适宜地类。

##### （4）自然因素和社会因素相结合原则

在开展土地复垦适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等），同时还应类比周边同类项目复垦经验，确保复垦方向的合理性、有效性及可操作性。

##### （5）土地可持续开发利用和生态多样化原则

土地复垦适宜性评价应考虑矿区工农业发展的前景以及村民生产、生活水平提高所

带来的社会需求变化，复垦后的土地应既能满足生态环境保护及生物多样性发展的需要，又能满足人类对土地生产的需求，保证生态安全和人类社会可持续发展。

#### （6）技术合理性和综合效益最佳原则

土地复垦技术方案应能保证项目区土地复垦工作顺利开展、复垦效果满足相应地类《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）要求。

在确定土地的复垦方向时，应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳利用方向。在保证复垦目标全面实现的前提下，兼顾土地复垦成本最优化原则，尽可能减轻企业负担。以最小的复垦投入从复垦土地中获取最佳的经济效益、生态效益和社会效益。

### 2.1.2 土地适宜性评价依据

#### （1）相关法规和规划

- ① 《中华人民共和国土地管理法》，主席令第 28 号，2004 年 8 月 28 日；
- ② 《土地复垦条例》，国务院第 592 号令，2011 年 3 月 5 日实施；
- ③ 《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，2019 年 7 月修正）
- ④ 《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》（陕西省人民政府令第 173 号，2013 年 12 月 1 日施行）。
- ⑤ 《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2019 年 9 月第二次修订，2019 年 12 月 1 日起实施）；

#### （2）相关规程和标准

- ① 《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- ② 《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）；
- ③ 《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012-2000）；
- ④ 《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634-2008）；
- ⑤ 《陕西工矿废弃地复垦利用试点管理办法》（陕国土资发〔2014〕3 号）等；
- ⑥ 《耕地质量验收技术规范》（NY/T 1120-2006）等。

#### （3）其他

- ① 项目区自然社会经济状况、土地损毁分析结果；
- ② 土地损毁前后的利用状况；
- ③ 损毁土地资源复垦的客观条件；
- ④ 公众参与意见等。

### 2.1.3 适宜性评价的方法及流程

根据复垦区各评价单元土地损毁类型及特征，结合复垦区区域自然环境、社会环境特点、国土空间规划、公众参与意见及其他社会经济政策因素分析，初步确定复垦方向，划分评价单元。根据不同的评价单元，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系，评定各评价单元的土地适宜性等级，明确其限制因素。通过方案比选，最终确定各评价单元的土地复垦方向，划定土地复垦单元。土地复垦适宜性评价的基本流程如图 4-1。

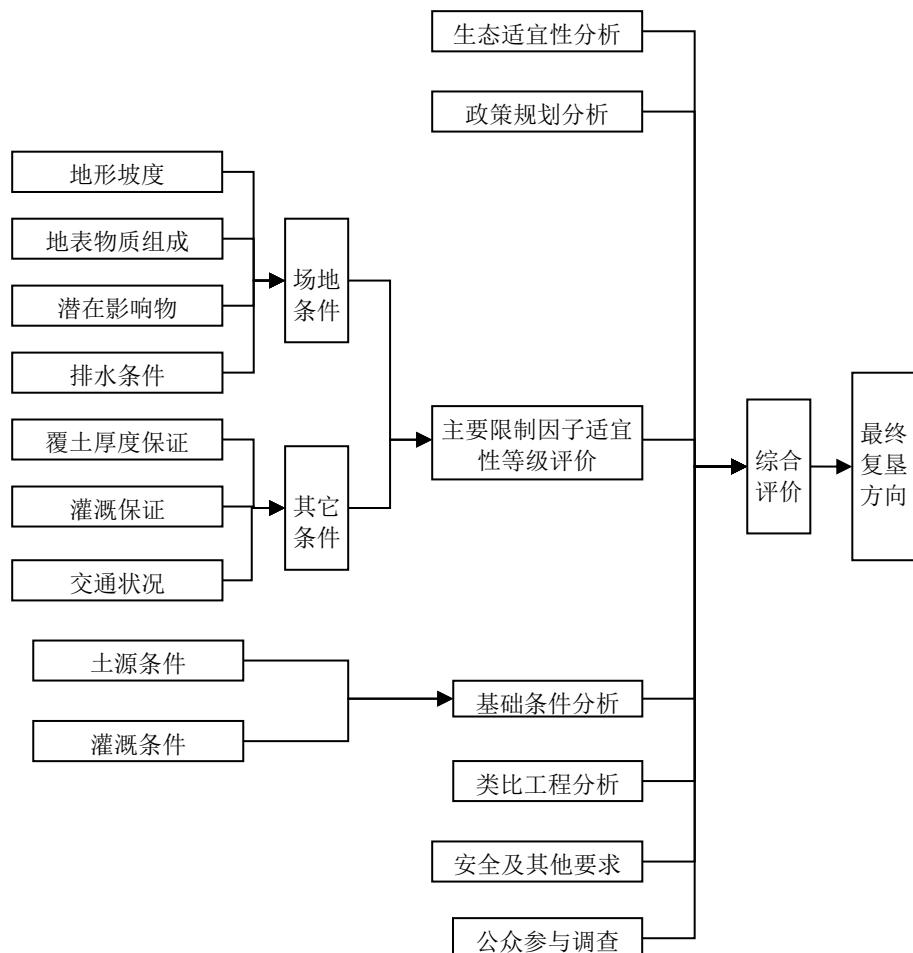


图 4-1 土地复垦适宜性评价的基本流程图

### 2.1.4 适宜性评价范围和评价单元划分

#### 2.1.4.1 适宜性评价范围

本次项目评价范围为矿区复垦责任范围所有土地，总面积为 1.5537hm<sup>2</sup>。

项目区复垦责任范围包括选厂、矿石周转场、炸药库、尾砂浆及回水管道、地面塌陷 3 处预测地面塌陷隐患区（YTX2、YTX3、YTX4）。其中：

①矿体开采可能引发的地面塌陷、裂缝主要位于山地乔木林区，其他地类面积较小，复垦工程以变形监测、塌陷及裂缝填埋、植被补植为主，最终复垦目标为恢复原地类；

②尾矿浆输送管及回水管压占乔木林地，呈线型用地，对周边地貌环境影响小，矿山关闭后直接拆除复垦为乔木林地；

以上这些地段的损毁土地不必进行土地适宜性评价。因此土地复垦适宜性评价范围包括：选厂、矿石周转场和炸药库。

#### 2.1.4.2 适宜性评价单元的划分

本方案以地貌单元及土地损毁类型的一致性、土地复垦方向与工程技术类似性为依据，同时参考复垦土地地形地貌、损毁类型、损毁程度、损毁时序、限制性因素、复垦前土地利用情况等因素综合划分项目区土地复垦适宜性评价单元。

鹿鸣金矿项目区总体可划分为3个土地复垦适宜性评价单元，即：矿石周转场、选厂、炸药库。

#### 2.1.5 初步复垦方向的确定

本方案根据复垦区的自然概况、社会经济状况、土地损毁程度、损毁前后的土地利用状况、与周边土地的相适应性、相关规划及土地权利人公众意愿、周边同类项目的类比分析等方面进行分析，初步确定复垦区各单元的复垦方向。

##### 2.1.5.1 土地复垦相关因素分析

###### (1) 自然和社会因素分析

项目区属南秦岭低中山剥蚀地貌区，区内海拔510~988m，相对高差478m。气候属北亚热带季风性半湿润山地气候，多年平均降水量936.7mm。斜坡坡度30°~40°，坡面植被发育，以乔木林地为主，植被覆盖率大于70%，其次为旱地、农村道路、灌木林地。项目区地表土壤以少砾质砂壤土为主，土地复垦类型区划属黄土高原区，按黄土高原区土地复垦质量控制标准和矿区自然条件分析认为：项目区地高坡陡，土质质地以少砾质砂壤土为主，适宜复垦成乔木林地，沟底及山地缓坡处适宜复垦为旱耕地、草地。

###### (2) 政策因素分析

根据《汉阴县铁佛寺镇国土空间总体规划（2021—2035年）》（2024年9月5日），项目区规划土地类型以林地、旱地为主。结合矿区开采活动预测造成的土地损毁状况及特征，认为矿区土地复垦的方向以耕优先，次为林地、草地。

###### (3) 公众意见分析

为了使汉阴县鹿鸣金矿项目土地复垦评价工作更具民主化、公众化，在方案编制过程中，遵循公众广泛参与的原则，向广大公众征求意见。

###### a.项目区内村民和村集体意见

矿山企业及方案编制人员张贴告示，走访了项目区土地权属人及使用人（村民、村委会人员），征询了矿区土地复垦的诉求、意见和建议。绝大多数村民认为：当地生活、生产条件相对较差，土地资源稀缺，企业应该做好矿山生产、闭坑后的土地复垦工作，复垦方向最好为耕地、园地，其次为林地、草地等。

#### b. 安康市汉阴县相关政府部门参与情况

汉阴县自然资源局、铁佛寺镇政府等部门在听取业主及编制单位汇报后，提出以下几点要求及建议：

- ① 要求项目区确定的复垦土地用途须符合铁佛寺镇国土空间规划。
- ② 根据项目区复垦技术论证情况，复垦方向顺序为耕地、园地、林地和草地。
- ③ 建议严格按照本方案及相关政府批复开展土地复垦工作，做好土地复垦及验收，保证复垦资金落实到位。以上意见本方案均已采纳，相关调查资料见报告附件。

#### 2.1.5.2 土地复垦初步方向的确定

在详细调查项目区土地资源特性的基础上，结合公众意见和当地的国土空间总体规划，按照土地拟损毁程度和对土地利用的限制因素，初步确定矿区土地复垦方向以耕地、林地优先为原则，确保复垦后农用地总量平衡，不减少。

#### 2.1.6 评价体系和评价方法的选择

##### 2.1.6.1 评价体系确定

本方案土地适宜性评价采用三级评价体系，即土地适宜类分为适宜、暂不适宜和不适宜三类，类别下再续分土地质量等级。其中适宜类续分土地质量等级为1等地、2等地、3等地，暂不适宜类和不适宜类不续分，统一标注为N。

##### 2.1.6.2 评价方法选择

矿区损毁土地适宜性评价属于预测评价体系，常用方法有极限条件法、综合指数法、模糊综合评价法、可拓法、人工神经网络模型法和类比分析法等。本方案采用极限条件法，即在有关评价指标的分级中，以分级最低评价因子的分级作为该评价单元的等级。

极限条件法的计算公式：

$$Y_i = \min(Y_{ij})$$

式中： $Y_i$ —第*i*个评价单元的最终分值；

$Y_{ij}$ —第*i*个评价单元中第*j*参评因子的分值。

#### 2.1.7 适宜性评价指标体系和标准的建立

根据初步调查确定的土地复垦方向、矿山复垦区特点，参照秦岭中低山区土壤质量控制标准要求，选取影响项目区损毁土地复垦利用方向的主导因素和限制等级标准，作为适宜性等级评定的指标体系，对无差异、满足土地基本指标质量控制标准的因子（如：pH、有机质含量）未选取。

本方案适宜性评价范围内的土地损毁类型以压占为主，根据土地损毁特点及土壤复垦质量控制标准要求，选定地形坡度、土壤厚度、土壤质地、排灌条件、堆积物毒性、土源保证率 6 个因子作为适宜性评价指标。

评价等级标准：本方案参考《土壤复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）中相关土地限制因子指标阈值，确定各评定指标的分级或评判标准，见表 4-3。

**表 4-3 汉阴县鹿鸣金矿土地复垦主导限制因素的农林草等级标准**

限制因素及分级指标		宜耕等级	宜林等级	宜草等级
(堆积)地面坡度(°)	<6	1	1	1
	6~15	2	1	1
	15~25	3	2	2
	>25	N	3 或 N	2 或 3
覆盖/原始土层厚度(cm)	>80	1	1	1
	50~80	2	2	1
	30~50	3	3	2 或 3
	<30	N	N	3 或 N

**续表 4-3 汉阴县鹿鸣金矿土地复垦主导限制因素的农林草等级标准**

限制因素及分级指标		宜耕等级	宜林等级	宜草等级
地表土壤质地	壤质及粘土质	1	1	1
	砂壤质、粘土质、砾质土（含砾≤15%）	2 或 3	1 或 2	2 或 3
	砂土或砾质土（含砾≤25%）	N	2 或 3	3 或 N
	石质或砾质土（含砾>25%）	N	N	N
排灌条件	附近有灌溉水源保证足、排水条件好	1	1	1
	灌溉水源保证差，排水条件好或一般	2	1	1
	排灌条件不好，对植被生长影响中等	3	2 或 3	2 或 3
	无灌或排条件，对植物成活、生长影响大	N	N	N
堆积物毒性	无化学有害物质	1	1	1
	有少量化学有害物质，造成产量下降<20%，农副产品达食用标准	2	1	1
	有化学有害物质，造成产量下降 20%~40%，农副产品达食用标准	3	2	2
	有化学有害物质，造成产量下降>40%，或农副产品不能食用	N	3	3
土源保证	100	1	1	1

率 (%)	80~100			1 或 2	1	2
	50~80			3	2 或 3	2 或 3
	<50			N	N	N

### 2.1.8 适宜性等级的评定

依据汉阴县鹿鸣金矿土地损毁现状及预测评估，参照表 4-3 中土地复垦主要限制因素的耕林草等级标准，对矿区 3 个土地复垦适宜性评价单元进行综合评判，结果见表 4-4。

表 4-4 汉阴县鹿鸣金矿复垦区土地复垦适宜性等级评定一览表

评价单元	土地质量状况						适宜性评价			主要限制因子
	地面坡度(°)	土层厚度(m)	土壤质地	排灌条件	堆积物毒性	有效土层厚度(cm)	耕地方向	林地方向	草地方向	
选厂	<12	<0.5	少砾质砂壤土	灌溉水源保证差，排水条件一般	无	60	3	2 或 3	3	排灌条件、土壤质地、覆土厚度
炸药库	4	<0.3	少砾质砂壤土	灌溉条件不好，对植被影响中等	无	50	3	2 或 3	3	排灌条件、土壤质地、覆土厚度

续表 4-4 汉阴县鹿鸣金矿复垦区土地复垦适宜性等级评定一览表

评价单元	土地质量状况						适宜性评价			主要限制因子
	地面坡度(°)	土层厚度(m)	土壤质地	排灌条件	堆积物毒性	有效土层厚度(cm)	耕地方向	林地方向	草地方向	
矿石周转场	<3	<0.3	少砾质砂壤土	灌溉条件不好，对植被影响中等	无	50	N	2 或 3	3	排灌条件、土壤质地、覆土厚度

### 2.1.9 最终复垦方向的确定

本项目损毁土地最终复垦方向主要依据适宜性评价结果（见表 4-4），同时参照复垦单元的立地条件、原地类型、公众意见和国土空间规划等因素，初步确定复垦方向草案，然后通过征询复垦责任人（矿山企业）、土地权益人铁佛寺镇李庄村、集中村村民委员会的意见，得到认可后，最终确定各评价单元土地复垦方向，结果见表 4-5 所示。

(1) 选厂：自然条件较好，紧邻农村道路交通便利，灌溉方便，周围现状场地主要为宅基地和旱地，确定其最终复垦方向为旱地。

(2) 炸药库：自然条件较差，交通不便，现状场地和周边地块主要为乔木林地，

确定其最终复垦方向为乔木林地。

(3) 矿石周转场(含坑口工业场地和运矿轨道)：现状场地和周边地块主要为乔木林地，确定废渣堆台面最终复垦方向为乔木林地、边坡最终复垦方向为灌木林地。

(4) 尾矿浆及回水管道：压占地类为乔木林地，对林木损坏程度较轻，复垦目标为恢复原地类，复垦方法为拆除管道，补植乔木。

(5) 现有和预测的3处采空塌陷区：通过放缓塌陷边坡或裂缝、塌陷充填等方式进行土壤重构，复垦以恢复原地类为目标，尽可能恢复原有地貌景观，对塌陷区内损毁的旱地复垦为旱地、损毁的水田复垦为水田，损毁的林地复垦为乔木林地。

表4-5 汉阴县鹿鸣金矿土地复垦利用方向结果表

评价单元	土地复垦利用方向				复垦面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦单元		
	一级地类		二级地类					
	编码	名称	编码	名称				
选厂	01	耕地	0103	旱地	0.2194	(一) 选厂		
炸药库	03	林地	0301	乔木林地	0.0327	(二) 炸药库		
矿石周转场(含坑口工业场地、运矿轨道)	03	林地	0301	乔木林地	0.3426	(三) 矿石周转场		
矿石周转场边坡	03	林地	0305	灌木林地	0.2282	(四) 矿石周转场坡面		
尾矿浆及回水管道	03	林地	0301	乔木林地	0.1715	(五) 尾砂浆及回水管道		
YTX4采空塌陷区旱地	01	耕地	0103	旱地	0.0286	(六) 采空塌陷区旱地		
YTX4采空塌陷区水田	01	耕地	0101	水田	0.0236	(七) 采空塌陷区水田		
YTX2采空塌陷区	03	林地	0301	乔木林地	0.0603	(八) 采空塌陷区林地		
YTX3采空塌陷区	03	林地	0301	乔木林地	0.097			
YTX4采空塌陷区林地	03	林地	0301	乔木林地	0.3498			
合计				1.5537				

## 2.1.10 复垦单元划分

根据以上评价单元的复垦方向，从便于施工管理及计划安排角度出发，将复垦标准和措施一致的评价单元合并作为一类复垦单元，将鹿鸣金矿土地复垦责任范围内损毁的土地划分为八个复垦单元，见表4-5。

### 2.1.11 复垦前后土地利用结构对比

复垦区土地利用现状与复垦后土地结构调整对比表见表 4-6。

表 4-6 复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面 积 (hm <sup>2</sup> )			变幅 (%)
编码	名称	编码	名称	复垦前	复垦后	变化值	
1	耕地	101	水田	0.0236	0.0236	0	0.00
		103	旱地	0.0286	0.248	0.2194	767.13
3	林 地	301	乔木林地	0.672	1.0539	0.3819	56.83
		305	灌木林地	0	0.2282	0.2282	100.00
6	工矿仓储用地	602	采矿用地	0.8295	0	-0.8295	-100.00
合 计				1.5537	1.5537	0	0.00

从表中可以看出，复垦后水田面积不变；旱地面积增加 0.2194 hm<sup>2</sup>，复垦后面积 0.2480 hm<sup>2</sup>，增幅 767.13%；乔木林地面积增加 0.3819 hm<sup>2</sup>，复垦后面积 1.0539 hm<sup>2</sup>，增幅 56.83%；新增灌木林地面积 0.2282 hm<sup>2</sup>；采矿用地全部变化为耕地或林地。复垦后耕地、林地面积增加，符合当地国土空间规划，同时可以大大改善矿区生态环境。

## 2.2 水土资源平衡分析

### (1) 水资源平衡分析

从鹿鸣金矿和邻区矿山以往复垦工程实施效果来看，矿区降水丰富，能满足林草生长需要，在无人工灌溉的情况下，复垦范围内植被生长良好，因此鹿鸣金矿矿区土地复垦工程无需建设灌溉工程。

### (2) 土资源需求分析

#### ① 覆盖土方量计算

依据矿山土地复垦方向，参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中有效土层厚度控制指标，计算矿区土地复垦所需土壤方量。矿石周转场为不影响现有植被，采用穴植方式，穴内覆盖表土，设计穴坑上口宽 0.5m，深度约 40cm，单穴覆土量约 0.1m<sup>3</sup>；现存和预测的塌陷宽度较小，填方后迹地土壤平整即可达到复垦目的，无需补给客土；尾矿浆及回水管道拆除后原土翻耕即可，无需补给客土。因此鹿鸣金矿复垦责任范围内需要客土补给的工程包括：选厂、炸药库、矿石周转场。经计算，土地复垦需补土方量为 3877.5m<sup>3</sup>，详见表 4-7。

表 4-7 覆土量计算表

序号	复垦方向	复垦对象	复垦面积 (hm <sup>2</sup> )	全面整地平均覆土厚度 (m)	穴植密度 (株/hm <sup>2</sup> )	单穴覆土 (m <sup>3</sup> )	需用土方量 (m <sup>3</sup> )
1	旱地	选厂	0.2194	0.6			1316.4
2	乔木林地	炸药库	0.0327	0.5			163.5
3		矿石周转场台面	0.3426	0.5			1713
4	灌木林地	矿石周转场边坡	0.2282	0.3	2500	0.1	684.6
合计							3877.5

## ②土源供需平衡分析

鹿鸣金矿复垦用土以购土方式解决，鹿鸣金矿和李庄村集体签订购土协议，按照复垦用土方量从土地所有人处购买土壤，能保证复垦土资源需求。根据购土协议约定，提供土源的土地所有人为取土场地的复垦责任人。

## 2.3 土地复垦质量要求

### 2.3.1 制定依据

根据中华人民共和国国务院《土地复垦条例》（2011年3月5日起实施）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013），结合本项目自身特点，制定本方案土地复垦质量要求。

### 2.3.2 矿区土地复垦工程质量通用要求

- (1) 复垦工程符合《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；
- (2) 矿山开发与矿山复垦同步进行，新建矿山土地复垦率应达到 100%；
- (3) 复垦后的土地利用类型应与地形、地貌及周边环境相协调；
- (4) 充分利用基建剥离表土和当地自然表土作为复垦土源；
- (5) 复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- (6) 充分利用矿区已有或主体工程设计的道路、供排水、截排洪设施作为复垦土地配套设施，避免重复建设，降低复垦成本。
- (7) 复垦场地应有控制水土流失和控制措施，包括大气、地表水、地下水等控制措施。

### 2.3.3 土地复垦质量要求

复垦方向相同的各复垦单元场地特征基本一致，比如林地复垦方向的炸药库和废渣

堆台面、灌木复垦方向的废渣堆边坡等，复垦场地地形坡度、砾石含量等指标基本相同，因此本方案不按照复垦单元一一规定复垦质量标准，而以复垦方向为单位规定复垦质量标准。复垦质量标准说明如下。

### 2.3.3.1 耕地复垦质量标准

#### (1) 选厂复垦旱地质量标准

矿区内地质灾害复垦区为选厂和塌陷损毁的耕地，其中选厂复垦方向为旱地，主要种植春玉米。其他耕地按原地类恢复。复垦质量标准为：

- a) 场地复垦后地面坡度 $\leqslant 6^\circ$ ；
- b) 选厂覆土有效厚度 $\geqslant 0.60\text{m}$ ，覆土砾石含量 $\leqslant 15\%$ ，旱地土壤容重 $\leqslant 1.45\text{g/cm}^3$ ，有机质含量 $\geqslant 0.5\%$ ，土壤 pH 值  $6.0\sim 8.5$ 。覆土后进行土壤培肥，复垦后的土壤能够适宜农作物的生长，无不良生长反应，并且有持续生长能力；
- c) 配套设施：有控制水土流失措施，边坡宜植被保护，满足《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453-2008）的相关要求；
- d) 生产力水平：3~5 年后复垦区单位面积产量达到周边地区相同土地利用类型中等产量水平，玉米产量不低于  $400\text{kg}$ ，果实中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB2715-2016）。

#### (2) 塌陷区旱地恢复质量标准

- a) 塌陷区做必要充填后，进行场地平整，平整后地面坡度 $\leqslant 25^\circ$ ；
- b) 就近取土覆盖填充区，有效厚度 $\geqslant 0.60\text{m}$ ，覆土砾石含量 $\leqslant 15\%$ ，土壤容重 $\leqslant 1.45\text{g/cm}^3$ ，有机质含量 $\geqslant 0.5\%$ ，土壤 pH 值  $6.0\sim 8.5$ 。覆土后进行土壤培肥，复垦后的土壤能够适宜农作物的生长，无不良生长反应，并且有持续生长能力；
- c) 配套设施：有控制水土流失措施，边坡宜植被保护，满足《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453-2008）的相关要求；道路按照原有农耕道路标准进行恢复。
- d) 生产力水平：3~5 年后复垦区单位面积产量达到周边地区相同土地利用类型中等产量水平，玉米产量不低于  $400\text{kg}$ ，果实中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB2715-2016）。

#### (3) 塌陷区水田恢复质量标准

- a) 复垦前将塌陷区水田土壤剥离并就近存放。塌陷坑做基底处理后进行充填，充填需分层压实，充填后进行场地平整，平整后地面坡度 $\leqslant 2^\circ$ ；
- b) 场地平整后将剥离土壤回覆、平整，土层有效厚度 $\geqslant 0.60\text{m}$ ，平整度允许偏差土

6cm。覆土后进行土壤培肥，复垦后的土壤能够适宜农作物的生长，无不良生长反应，并且有持续生长能力；

- c) 配套设施：按照原有灌溉设施和农耕道路标准恢复配套设施。
- d) 生产力水平：3~5年后复垦区单位面积产量达到周边地区相同土地利用类型中等产量水平，玉米产量不低于400kg，果实中有害成分含量符合《粮食卫生标准》（GB2715-2016）。

### 2.3.3.2 乔木林地复垦质量标准

复垦对象为炸药库、矿石周转场的台面、塌陷损毁的林地，复垦方向为乔木林地。复垦质量标准为：

- a) 土壤质量：有效土层厚度 $\geqslant 50\text{cm}$ ，土壤容重 $\leqslant 1.50\text{g/cm}^3$ ，砾石含量 $\leqslant 25\%$ ，土壤pH为6.0~8.5，有机质含量 $\geqslant 0.5\%$ ；
- b) 乔木林地采用栽植乔木+播种混种草籽的方式，乔木选择本地产栓皮栎和板栗，二者比例2:1（初植密度1100棵/ $\text{hm}^2$ ，穴植规格3m×3m），林间可适当插播白花蔷薇，撒播混种草籽。草种选择播种量按白茅3.5kg/ $\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿5.0kg/ $\text{hm}^2$ 、葛藤4.0kg/ $\text{hm}^2$ 混种配置。预测塌陷隐患区按20%量补植栓皮栎+混种草籽。
- c) 配套设施：道路达到当地各行业工程建设标准要求；
- d) 植被3年后成活率达到95%以上，林木郁闭度 $\geqslant 0.3$ 。

### 2.3.3.3 灌木林地复垦质量标准

复垦对象为矿石周转场的边坡，复垦方向为灌木林地。复垦质量标准为：

- a) 土壤质量：有效土层厚度 $\geqslant 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leqslant 1.50\text{g/cm}^3$ ，砾石含量 $\leqslant 25\%$ ，土壤pH为6.0~8.5，有机质含量 $\geqslant 0.5\%$ ；
- b) 采用灌、草结合的种植方式复绿，灌木选择当地适生树种白花蔷薇和葛藤，草种选择播种量按白三叶3.5kg/ $\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿5.0kg/ $\text{hm}^2$ 、草木樨4.0kg/ $\text{hm}^2$ 混种配置，灌木初植密度1600棵/ $\text{hm}^2$ 。

(3) 配套设施：道路达到当地各行业工程建设标准要求；

(3) 生产力水平：定植密度（株/ $\text{hm}^2$ ）满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2003）要求；郁闭度 $\geqslant 0.60$ 。

## 三、生态系统恢复力分析

《汉阴县鹿鸣金矿矿区生态修复方案》的实施将对工程建设和生产过程中损毁的水土环境、耕地环境进行了综合治理，可起到蓄水保土、减轻生态退化的作用。通过人工

引导自然恢复和辅助再生等措施，将会大幅提高矿区植被覆盖度，有效地改变了矿山生态环境。如果不进行矿区生态修复保护措施，水土流失将更加严重，土地将进一步干旱贫瘠，矿区生态环境将遭受严重的损毁。

目前矿区治理取得较为显著的成果，主要为渣堆治理与复垦工程，包含植被恢复、土壤环境恢复等技术手段的应用均取得实践成果，因此，在矿区实施生态修复在技术上具备条件。

根据矿山地质环境稳定性、复垦适宜性、生态恢复力，坚持“宜农则农、宜林则林、宜草则草、宜湿则湿、宜建则建”原则，通过工程、生物、化学等人工支持手段，使受损的土地达到可供利用状态，恢复生态系统功能；坚持尊重自然、顺应自然、保护自然，充分发挥自然恢复力的作用，逐步恢复本地生态系统的生物群落组成和结构，使修复生态系统达到自我维持、自我调节，实现良性循环。地面植被的增加，可调节气候、净化空气、美化环境，改善矿区的生态环境。

## 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

#### 1.1 目标任务

根据项目区矿山地质环境影响、土地损毁现状调查及预测评估结果，预判项目在生产建设中存在的地质环境问题和土地损毁范围、类型、方式，建立矿区地质环境保护、避免或降低土地损毁问题的防控方案及具体措施，最大限度地减少或避免矿山开发引发的矿山环境问题及土地损毁，保护矿区生态环境，创建绿色矿山，促进矿业开发与人类生存环境的持续、和谐发展。

#### 1.2 预防控制范围

预防控制范围：包括现状及预测的不稳定地质体隐患点，矿体开采引起的地表岩石移动范围、含水层及地貌景观易破坏地段、环境敏感点和矿区已损毁/拟损毁土地。

防控对象：主要包括采空区地面塌陷和地裂缝隐患范围和废渣堆等。

#### 1.3 主要技术措施

##### 1.3.1 矿山不稳定地质体预防措施

###### 1.3.1.1 地面塌陷和地裂缝预防措施

(1) 预防对象：矿体开采引发的采空区地面塌陷、裂缝灾害。

根据 2.2.2.3.2 采空区引发地面塌陷、裂缝灾害预测评估，认为 III-1、III-2、III-3 号矿体埋深浅，地表出露，525m 标高以上地下开采活动可能引起地面变形、裂缝和塌陷，是预防地面塌陷的重点对象；III-4、V、VI 号矿体开采引发采空区地面塌陷可能性小，是地面塌陷的一般性防控对象。

(2) 预防措施

① III-1 号矿体采空塌陷区位于山坡地段，植被茂密，人类活动稀少，评估认为地面塌陷的危害性小，危险性中等。对这几处塌陷隐患区的预防措施以规范开采、加强采空区管理和井下、地表变形监测为主。重点在于尽可能利用下一中段生产废石及时充填上中段采空区，避免采空区积累变形引发地面塌陷灾害。

② III-2、III-3 矿体地表岩石移动范围临近或穿越中河，矿体开采引起的塌陷、裂缝有可能导致中河水灌入井下，造成井下涌水事故。因此，中河下部开采应按矿山开采设计和采矿安全规程要求开采，采矿过程中，要加强采场顶板管理，对顶板不稳固地段，可采用锚杆支护或锚网支护。同时做好采空区充填和井下规范开采、变形监测工作。

③V、VI号矿体埋深大，引发不稳定地质体可能性小。预防措施主要为做好采空区充填和规范开采、采空区管理工作。

### （3）其他保护性预防措施

① 严格按照矿山开采设计和采矿安全规程要求开展井下作业，在采用浅孔留矿法进行矿体回采时，留足安全矿柱。

② 地下开采过程中，加强顶板管理，对废旧巷道进行永久性封闭。采矿废石尽量回填采空区，减少地面塌陷及地面裂缝的发生，减轻对地形地貌及土地资源的破坏。对地下开采引发的地面裂缝及时充填，歪斜树木及时填土扶正，防止地表水沿地面裂缝渗入地下与地下巷道贯通，危害井下安全。

③ 将采空区的管理工作纳入矿山档案管理和规范化管理，做好采空区地面岩石移动范围的变形监测预警工作，发现险情及时采取措施。

④ 矿区地表建筑、硐口、运输道路等工业设施均应布置在矿体下盘或采矿活动引起的地表岩石移动范围之外。

### （4）监测措施

矿山必须设立专职安全监测员，定期巡查井下采空区变形和地表采动影响范围，查看地面变形、塌陷，做好巡查记录、汇总分析和地表变形预测预报工作。

建立矿区采空区地表变形监控网，借助遥感、无人机、GNSS 等先进手段进行地表变形观测。发现变形迹象应及时上报，并竖立安全警示标志，提示注意安全。

### （5）预防工程设计

采空区引发塌陷、裂缝的预防工程属于矿山开采主体工程内容，不再重复设计；采空区监测设计见本章第六节监测工程设计。

#### 1.3.1.2 对渣堆的预防措施

目前，矿区内废石堆场均已建立了拦渣坝，但在极端天气情况下（暴雨）有发生坡面泥石流的可能，防治措施以工程措施为主，植被措施为辅，工程措施为及时加固防护墙，挖掘地表截排水沟、并及时疏通排水渠道，植被措施为全面绿化。

#### 1.3.1.3 其他保护性预防措施

① 对工程运行过程中，新发现的滑坡、崩塌、不稳定斜坡及时进行工程治理，消除隐患。

② 在滑坡、崩塌隐患区及附近开展工程施工，尽可能先治理后施工；若不能及时治理，又无法采取避让措施时，应设立警示牌和监督预警岗。

③ 对位于稳定性较差地段的硐口应进行有效坡面和硐口支护；对位于沟底排洪区的硐口，应修建截排水设施，防止地表水灌入井下。

④ 重视矿区不稳定地质体重点防控区域（废渣堆、硐口及采矿工业场地等设施）基础地质调查，查明防控区及周边是否存在活动断裂（带）和不稳定山体，防止隐性不稳定地质体事故发生。

⑤ 采矿废石应严格按照废石场设计要求排放，不得随意排放。

### 1.3.2 对含水层的保护措施

对含水层破坏宜采用保护性措施具体如下：

① 采空区塌陷区要防止地表水、雨水灌入形成的矿坑涌水为主。由于采空区大多位于山脊部位，雨水不易灌入塌陷裂缝区，暂不布设防护工程，生产中应根据实地情况进行调整。

② 对矿坑疏干排水引发的矿区地下水位下降、流量减少，宜采用保护性措施进行防治，即在矿山生产阶段采取供排结合，最大限度地节约和循环利用矿坑排水，降低矿区地下水静储量消耗，减少矿坑抽排水对地下水位的影响。

③ 地下水影响的防治措施：采矿、选矿废水循环利用，“零排放”；生活污水经净化处理后用于浇灌花木。

### 1.3.3 对地形地貌景观的保护性措施

① 优化开采方案，尽量避免或少破坏耕地、林地，尽可能避免建设不必要的工程设施，充分利用矿区闲置工程场地及设施、废弃地作为生产用地，避免重复建设造成对土地资源的破坏。

② 合理排放固体废弃物，做好采矿废石的综合利用（铺设道路、做建筑材料、充填采空区等），减少废石排放量，降低废石堆场对矿区地形地貌景观的破坏。

③ 边开采边治理，对破损、裸露土地及时复垦。对选厂、炸药库等场地两侧及周边栽植行道树，撒播白三叶等草籽，绿化周边环境。矿山闭坑后，利用各种拆除废石渣充填采空区、封闭硐口，并对破损土地栽树、种草恢复生态景观。

### 1.3.4 对水土环境影响预防措施

① 建设达标环保工程、水保设施、地灾防治工程、土地复垦工程，确保设备、设施运行正常；

② 矿区水土环境影响因素主要为矿坑生产废水、尾矿水及废石淋滤水；

矿坑生产废水和废石淋滤水超标指标以悬浮物和氨氮为主，主要预防措施为在排放

口设置沉淀池，将生产废水沉淀澄清后循环利用，或处理达标后排放；尾矿水经回水管道输送至选厂，重复利用不外排，避免对水土环境的影响。

- ③ 在废渣堆上游及两侧修建截排水渠，尽可能减少矿石淋滤水水量；
- ④ 做好生活垃圾、生活废水的规范处置；
- ⑤ 做好事故应急处置预案。在发生事故初期，应迅速阻断水土环境中的扩散，事后做好场地、水体中的治理和环境修复。

### 1.3.5 土地复垦预防控制措施

土地复垦的预防控制措施应从项目管理、生产建设、土壤保护三个方面制定。

#### 1.3.5.1 项目管理预防控制措施

按照“保护、预防和控制为主，生产建设与复垦相结合”的原则，对本项目各类损毁区域分别制定预防与控制措施。

（1）做好与县级国土空间规划的衔接，优化矿区土地利用结构。

本方案在确定复垦方向时，以所在地县级土地利用现状类型为指导，做好与国土空间规划的衔接。在此基础上，遵循优化土地利用结构，提高土地利用效益的原则，尽量将损毁的土地在条件适宜时复垦为耕地和经济林地。

（2）统一规划，分段复垦

按照项目的生产特点，统一规划，合理安排复垦工作计划。根据项目的实际情况，对拟损毁的土地合理安排复垦工作的进度安排，使受损毁的土地尽早得到恢复，体现“边生产、边复垦”的原则。

（3）做好土地权属调整中关系协调工作

在确定复垦土地方向时，应征求土地所有权人和当地自然资源部门的意见，做好临时用地的租用、补偿、复垦工作。在保证矿山生产的同时，也保障复垦后当地群众的土地权益不受侵犯，避免引起土地权属纠纷。

（4）其他管理预防控制措施

矿山在开发矿产资源过程中，尽量不占或少占农田，少破坏植被，实施最严格生态保护措施，确保矿区生态红线、土地红线不突破。

矿山企业应根据矿山立项期间编制的水土保持方案、环境影响评价报告书，实施拟定的水土保持和环境保护措施工程，避免由水土流失和其他环境问题引起的土地间接损毁和事故。

### 1.3.5.2 生产建设预防控制措施

按照“保护、预防和控制为主，生产建设与复垦相结合”的原则，对本项目各类生产损毁环节分别制定相应预防与控制措施。重点做好生产废水处理、固体废弃物处置和矿区绿化等预防控制措施。

#### (1) 废水处理

##### ① 采场生产废水

本矿区井下生产废水和矿坑涌水中以悬浮物及氨氮可能超标为主，因此，在各中段坑口处设置有沉淀池、汇集本中段排出的坑内涌水和生产废水，进行沉淀，检测达到标准后循环使用，严禁将不经处理废水排入附近河流中。

##### ② 选厂及尾矿废水

综合考虑选矿厂生产工艺以及环保等要求，设计尾矿水不外排，全部回收循环使用。尾矿浆经压滤后的滤液收集至回水池与精矿脱水产生的滤液一并扬送至高位水池，供选矿厂循环使用。对确实需排放的废水经过无害处理达标排放，严禁不经处理排入附近河流中。

##### ③ 生活污水

生活污水主要有悬浮物（SS）、 $BOD_5$ 、COD、油脂类、氨氮等，成分较简单，经化粪池沉淀处理达标后作农田灌溉或绿化用水。

#### (2) 固体废弃物处置

##### ① 废石

废石大部分充填采空区，其余的集中堆放在废石场，废石场周边设拦渣坝及截排水设施，防止废石流失或雨水汇入。废石堆放时，原则上底层堆放开拓平巷掘进产生的围岩块状废石，上部堆放构造带内含泥角砾岩，逐层压实并按设计边坡角堆放。

② 生活垃圾要集中堆放在生活垃圾收集点，及时清运到固定垃圾处理场，严禁乱堆乱放。

#### (3) 其他环境保护措施

矿山在开发该矿矿产资源的过程中，尽量不占或少占农田，少破坏植被，做好植被保护工作，以利于矿山环境保护和水土保持。

建立健全环保机构和各项规章制度，专人负责。遵守国家各项环境保护政策和制度。企业在生产过程中要重视环境保护，做到矿山生产建设和环境保护同步进行。

#### (4) 矿区绿化

在不影响安全通道的前提下，充分利用零散空地、废石堆场、场区道路两旁空地进行绿化，创造矿区良好生态环境。矿区主要出入口处布置由灌木、绿篱和花带组成多层次行道绿化带，达到观赏与美化的效果。矿区内的挡墙及护坡地段，布置适当的花草，达到垂直绿化的效果。

### 1.3.5.3 土壤保护措施

凡受施工车辆等施工机械破坏的地方均要进行土地平整、耕翻疏松，并在适当季节补栽植被和作物，尽快恢复原有土地功能；若在农田区域施工时，尽量避开农作物生长季节，减少农业生产损失，施工结束后，要及时清场，并恢复田埂并平整土地。

### 1.3.5.4 矿区基本农田保护措施

矿区内分布多处基本农田，矿山生产期间，严禁在基本农田保护区修路、取土、排放固体废弃物，严禁向矿山基本农田区排放废水，严防基本农田或损毁事故。

## 1.4 预防工程量

(1) 对于预防地表塌陷、裂缝的保护措施包括采空区充填、III-2、III-3 矿体开采影响区留设保安矿柱等，全部纳入主体工程，将在设计、生产过程中实施。

(2) 矿区地质环境保护与土地复垦预防措施以治理、监测、警示为主，部分工程属矿山生产内容，部分工程将计入本章第六、七节监测工程量中计算，本节不再重复预留预防工程量。

# 二、矿山不稳定地质体治理

## 2.1 目标任务

对矿区现状存在的不稳定地质体（隐患）点及生产中预测可能发生的不稳定地质体隐患点进行综合治理，治理率 100%，彻底消除不稳定地质体隐患，确保矿山生产运行安全和人民生命财产不受损失。

## 2.2 治理对象

治理对象为：

- (1) 对 ZD1、ZD2 渣堆进行挡墙、截排水渠工程治理（上期遗留治理工程）；
- (2) 预测的III-1、III-2、III-3 号矿体采空区地面塌陷裂缝隐患；
- (3) 矿体开采结束后对，开拓系统中停用的硐口和风井口进行封堵。

## 2.3 工程设计及工程量

### 2.3.1 地面塌陷、裂缝隐患防治

- (1) 治理对象：预测采空区引发的地面塌陷、裂缝灾害（隐患）。

## (2) 治理设计

对未达到稳定状态的地面塌陷区应采取动态监测；在开采区地面移动影响范围各道路入口设置安全警示牌，提示行人注意安全。

对达到稳定状态地面塌陷区应及时恢复治理，治理工程以不伤害人畜为目的，拟采用放缓边坡方式进行塌陷灾害防治。

根据预测评估结论，III-1、III-2、III-3号矿体开采可能引发地面塌陷裂缝灾害，危险性中等。依据矿体特征、岩土体工程特征及已有塌陷坑的深度，预测形成的塌陷坑最大深度约为2m。从节约、有效的角度考虑，本方案设计对III-1、III-2、III-3号矿体采空区形成的塌陷区采用挖填放缓塌陷边坡+警示牌的方式进行综合防治。

## (3) 治理工程量

后期采空区引发的地面塌陷规模尚难确定，防治工程量以预留、估算为主，对采空塌陷隐患范围进行警示和填充土方，工程量按照预测采空塌陷隐患范围面积50%计，平均挖填土方厚度按1m计。YTX2采空塌陷隐患治理工程，预留挖填土方量301.5m<sup>3</sup>，警示牌6块；YTX3采空塌陷隐患治理工程，预留挖填土方量485m<sup>3</sup>，警示牌6块；YTX4采空塌陷隐患治理工程，预留挖填土方量2010m<sup>3</sup>，警示牌6块。预留工作量统计见表5-1。

表5-1 地面塌陷裂缝治理工程量表

治理工程及费用名称		治理年份			合计
		2030年	2032年	2032年	
1	地面塌陷、地面裂缝治理工程				
1.1	塌陷区防治土方量(m <sup>3</sup> )	301.5	485	2010	2796.5
1.2	警示牌(块)	6	6	6	18

## 2.3.2 ZD1、ZD2渣堆防治

### (1) 治理对象

ZD1渣堆和ZD2渣堆上段边坡。

### (2) 治理设计

ZD1渣堆每级渣堆坡脚已经修建了拦挡坝，但底部挡墙原《方案》适用期验收中未通过，且尚未修建上游截排水渠。因此本《方案》拟对ZD1坡脚修建浆砌石挡墙；二是在ZD1废渣堆上游及两侧和每级台面、ZD2上段边坡马道修建截排水渠，疏导持续强降雨时边坡水流。

### (3) 工程设计

**截排水渠：**设计截排水渠采用预制“U”形C20混凝土渠，布置在废渣堆上游及两侧地段，在ZD1废渣堆各级平台（包括马道）内侧也布设截排水渠，与两侧排水渠相连，截排水渠直通中河，将边坡洪水疏导至渣堆下游中河内；ZD2上段边坡布设截排水，将边坡水疏导至中河。设计断面为矩形（见图5-1），长度每段0.5m，底宽0.5，深度0.5m，壁厚5cm，水渠外侧实施20cm厚的砂砾石垫层进行加固，每段（0.5m）水渠设置伸缩缝10mm。估算长ZD1废渣堆截排水渠长度约1360m、原ZD2坡面截排水渠长度约180m，合计长度约1540m。

**浆砌石挡墙：**设计断面形态同图5-2，设计高2m，顶宽0.8m，底宽1.2m，预留浆砌石挡墙长约60m，挡土墙顶部水泥砂浆抹面，墙体设置Φ110PVC排水管1排，间距2m，泄水孔下部应设置隔水层。

#### （4）设计工作量

治理工程可分解为人工挖沟渠、人工夯实土方、预制“U型”水渠、浆砌石和水泥砂浆抹面以及警示牌六个单项工程，根据工程设计参数计算单项工程的工作量（见表5-2），计划在2025年度完成。

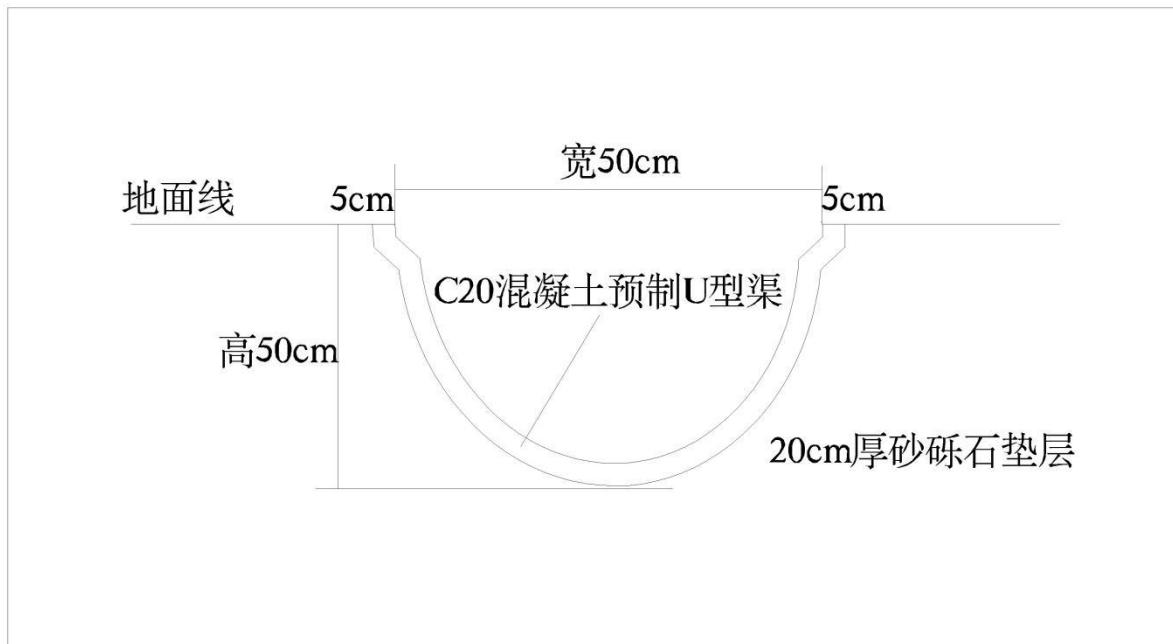


图5-1 设计预制“U”形槽截排水沟断面图

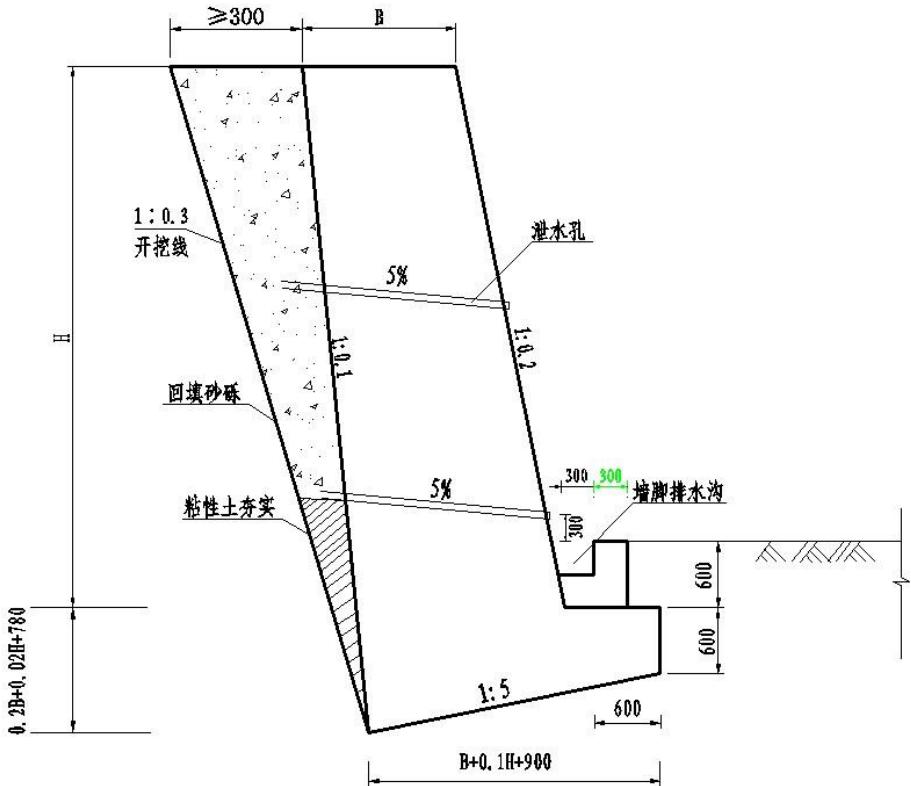


图 5-2 设计浆砌石挡墙断面图

表 5-2 ZD1、ZD2 治理设计工程量表

治理工程及费用名称		截排水渠	拦渣坝	合计
2	ZD1、ZD2 渣堆治理工程			
2.1	人工挖沟渠 ( $m^3$ )	1184.72	44	1228.72
2.2	人工夯实土方 ( $m^3$ )	580.32	22	602.32
2.3	预制“U”形混凝土水渠 ( $m^3$ )	120.95	-	120.95
2.4	砂砾石垫层 ( $m^3$ )	483.79		483.79
2.5	伸缩缝 ( $m^3$ )	48.38		48.38
2.6	M10 浆砌片石 ( $m^3$ )	-	120	120
2.7	砂浆抹面 ( $m^2$ )	-	48	48
2.8	Φ110PVC 排水管	-	30	30
2.9	警示牌 (个)		2	2

### 2.3.3 硐口封堵

#### (1) 治理对象

项目区内 12 个坑口及 1 个风井口。

#### (2) 治理工程设计

平硐口封闭：以恢复地貌景观和防止意外安全事故发生为目的。首先，由洞内向硐口回填废石，回填长度不少于 20m，回填高度为人不能爬行进入硐内为准，再对硐口进

行砼封堵，硐口面积按  $2.2m \times 2.2m$  计，封堵墙厚按  $1.0m$  计。封堵后，设置封堵信息标识牌，标注封堵工程编号、时间、质量等及警示内容。

风井口封闭：井口规格  $1.5m \times 1.5m$ ，水平长度约  $5m$ ，竖井部分深度约  $40m$ ，利用废石充填后封堵，封堵墙厚按  $1.0m$  计。封堵后，设置封堵信息标识牌，标注封堵工程编号、时间、质量等及警示内容。

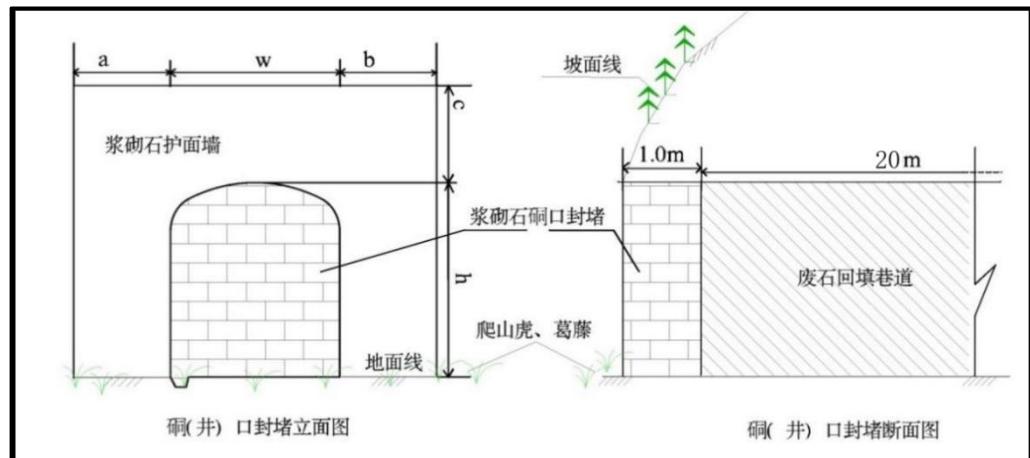


图 5-3 硐口封堵立面、断面设计大样图 (1:50)

### (3) 治理工程实施时间

12 个硐口和风井口在矿山闭坑后实施，预计时间为 2033 年。

### (4) 设计工程量

根据需充填废石方量和巷道规格，计算出充填巷道封堵废渣的充填量及 M7.5 浆砌石工程量。设计工程量详见表 5-3。

表 5-3 硐口封堵设计工作量表

序号	单项名称	单位	工程量		
			2033 年		合计
			12 个平硐口	1 个风井口	
1	平硐口 M7.5 浆砌片石封堵	m <sup>3</sup>	58.08	2.25	60.33
2	废石充填	m <sup>3</sup>	1161.6	45	1206.6
3	标识牌	块	12	1	13

## 三、矿区土地复垦

### 3.1 目标任务

(1) 复垦责任范围面积  $1.5537\text{hm}^2$ ，实际复垦土地面积  $1.5537\text{hm}^2$ ，土地复垦率  $100\%$ 。

(2) 通过实施土地复垦工程，实现复垦水田  $0.0236\text{hm}^2$ 、旱地  $0.248\text{hm}^2$ ，乔木林地  $1.0539\text{hm}^2$ 、灌木林地  $0.2283\text{hm}^2$ 。

(3) 复垦土地质量满足本方案制订“土地复垦质量要求”，通过自然资源部门组织的土地复垦验收。

(4) 复垦后的矿区生态环境优美，山、水、林、田、村布局协调，土地资源可持续利用。

### 3.2 复垦单元划分

按照本方案第四章“2.1.10 复垦单元划分”小节的结论，鹿鸣金矿土地复垦责任范围内损毁的土地划分了八个复垦单元：（一）选厂、（二）炸药库、（三）矿石周转场、（四）矿山周转场边坡、（五）尾砂浆及回水管道、（六）采空塌陷区旱地、（七）采空塌陷区水田、（八）采空塌陷区林地。各复垦单元之复垦对象、复垦目标及面积见表4-5。

### 3.3 土地复垦工程设计

#### 3.3.1 复垦工程设计原则

(1) 生态优先，社会、经济效益综合考虑

土地复垦应以控制水土流失、改善生态环境和恢复土地生产力为核心，同时综合当地经济发展模式和农业结构特点，合理设计土壤重构和植被重建方案，实现复垦区生态、经济、社会效益综合最优。

(2) 采取工程复垦工艺和生物措施相结合

土地复垦与生态重建是相辅相成的统一结合体。土地复垦即采取工程措施实现土地的再利用，而生态重建是通过生物措施植被重建，实现复垦土地的可持续发展。前者是后者的基础，后者是前者的保障。所以，将土地复垦与生态重建密切结合，统筹规划，最终实现恢复生态系统的可持续发展。

(3) 以生态学中的生态演替原理为指导

因地制宜，因害设防，宜林则林，宜草则草，合理地选择树种，优化配置复垦土地，保护和改善生态环境，形成草灌乔、带片网相结合的植物生态结构。遵循自然界群落演替规律，并进行适当的正向人为干扰进行矿区生态恢复和重建，调整群落演替，加速群落演替速度，从而加快矿山土地复垦。

(4) 保证“农业用地总量动态平衡”，提高土地质量

在保证“农业用地总量动态平衡”前提下，最大可能地增加耕、园地面积，基本消除荒地和其他未利用地。重建后的生态系统要明显好于原生态系统。

#### 3.3.2 复垦单元（一）选厂

复垦对象：选厂。

复垦方向及面积：拟复垦为旱地，面积  $0.2194\text{hm}^2$ 。

### 3.3.2.1 复垦工程设计

复垦工程包括土壤重构和植被重建工程，其中土壤重构工程包括建筑物拆除、废渣清运、场地清理及找平、表土运输、土壤翻耕、土壤培肥；植被重建包括：种植玉米、大豆等。

#### (1) 土壤重构工程

##### a) 建筑物拆除

闭坑后，彻底拆除地表建筑物、场地硬化层和附属设施。

建筑物、硬化层和附属设施拆除后，可利用的尽量回收利用。建筑废料运至  $525\text{m}$  中段充填巷道。

##### b) 建筑废料清运

将拆除的建筑固体弃渣和混凝土弃渣就近充填巷道，运距  $<0.5\text{km}$ 。

##### c) 场地平整、翻耕

清理废渣后，对场地进行平整，场地平整后对场地土壤进行翻耕，翻耕厚度  $\geq 30\text{cm}$ ，

##### d) 表土运输、覆盖

土地复垦时，先在场地均匀铺设农作物秸秆，每公顷用量为  $10000\text{kg}$ ，农作物秸秆可以从当地收购。然后进行运输、覆盖，覆土厚度  $60\text{cm}$ ，运距约  $2.0\text{km}$ 。

##### e) 土壤改良（培肥）工程

购买的土壤需要采取一定的措施进行土壤改良培肥。一般  $2\sim 3$  年就能有效恢复地力，达到高产稳产。主要措施包括：

第一，增施无机化肥提高土壤肥力，复垦施工期每公顷施  $150\text{kg}$  无机复合肥，后四年管护期增施无机复合肥  $400\text{kg}/\text{hm}^2$ 。也可增施有机肥料，但未经腐熟处理的畜禽粪便不可直接施入耕地，腐熟处理后的人粪尿可以作耕地基肥。

第二，轮作倒茬，用养结合，是土壤培肥、土壤协调养分的有效途径。

第三，秸秆还田，改善土壤质量和肥力。秸秆经机械粉碎后，均匀抛撒、翻耕到土壤中，可疏松土壤，增加有机质含量，改善土壤理化性状和保水保肥的能力，提高农作物产量之目的。秸秆用量为  $10\text{t}/\text{hm}^2$ ，农作物秸秆可以从当地收购。

#### (2) 配套工程设施

场地紧邻农村道路，基建时外围修建有挡土墙、排水设施，满足农业生产需求，不

需重建。

### (3) 监测与管护工程

选厂复垦效果监测每年 2 次，在春秋两季实施；土地损毁监测每年 1 次，共 9 年；土壤监测每年 1 次，共监测 3 年。复垦为耕地，不设计管护工作。

#### 3.3.2.2 实施阶段

复垦时间矿山闭坑后。

#### 3.3.2.3 主要工程量

抛撒秸秆购自当地村民家中，秸秆采购、运输、抛撒工作所需费用全部折入原料成本中，按吨计价；复垦施工期和管护期土壤培肥共计 550kg/hm<sup>2</sup>，工作量以 hm<sup>2</sup> 计算；复垦用土从当地村集体购买，土壤剥离、运输由买土方完成，工作量按照土方量计算，场地翻耕深度按照 30cm 计算。建筑废弃物充填巷道，工作计入地质环境治理的硐口封堵工程，复垦工作不统计该项工作量。选厂复垦旱地工作量见表 5-4。

表 5-4 复垦单元（一）选厂复垦工作量统计表

序号	工程名称	单位	选厂复垦工程量
	复垦区面积	hm <sup>2</sup>	0.2194
一	<b>土壤重构工程</b>		
1	砖混房拆除	m <sup>3</sup>	100
2	彩钢房拆除	m <sup>2</sup>	500
3	硬化层拆除	m <sup>3</sup>	220
4	建筑物清运	m <sup>3</sup>	320
5	人工找平	m <sup>3</sup>	659
6	土壤剥覆工程		
(1)	表土购买	m <sup>3</sup>	1316.4
(2)	表土运输（1.5~2.0km）	m <sup>3</sup>	1316.4
(3)	平地机平土	m <sup>2</sup>	2194
5	生物化学工程		
(1)	抛撒秸秆	t	2.194
(2)	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	0.2194
三	<b>监测与管护工程</b>		
(1)	土地损毁监测	点次	9
(2)	复垦效果监测	点次	6
(3)	土壤监测	点次	3
(4)	植被管护	hm <sup>2</sup>	

#### 3.3.3 复垦单元（二）炸药库

复垦对象：炸药库

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，面积  $0.0327\text{hm}^2$ 。

### 3.3.3.1 复垦工程设计

复垦工程包括土壤重构和植被重建工程，其中土壤重构工程包括废弃建筑物及场地硬化层拆除、表土覆盖、场地平整、土壤培肥；植被重建包括：栽植乔、草植物。

#### (1) 土壤重构工程

##### a) 建筑物拆除

闭坑后，彻底拆除地表建筑物、场地硬化层、附属设施，清理杂物各种杂物。

拆除物中可利用的尽量回收利用，建筑固体弃渣和混凝土弃渣就近充填巷道。

##### b) 建筑废料清运

将拆除的建筑垃圾充填至 525 中段巷道中，运距  $<0.5\text{km}$ 。

##### c) 场地清理及找平

清除场地中残留的油迹、杂物等，削放边坡，人工找平复垦场地。按场地面积深度 30cm 估算；

##### d) 表土覆盖

找平后进行表土覆盖，覆盖厚度不小于 50cm，

##### e) 土壤培肥工程

因外来土壤肥力不足，需要对其进行土壤改良，改良的方法为每公顷施 150kg 无机复合化肥。

#### (2) 植被重建工程

在场地栽植栓皮栎，初植密度  $1100 \text{棵}/\text{hm}^2$ ，设计行距 3.0m，株距 3.0m。种树时间为每年的 3~4 月份，栽植乔木设计见图 5-4。补植量为种植量 5%计算。

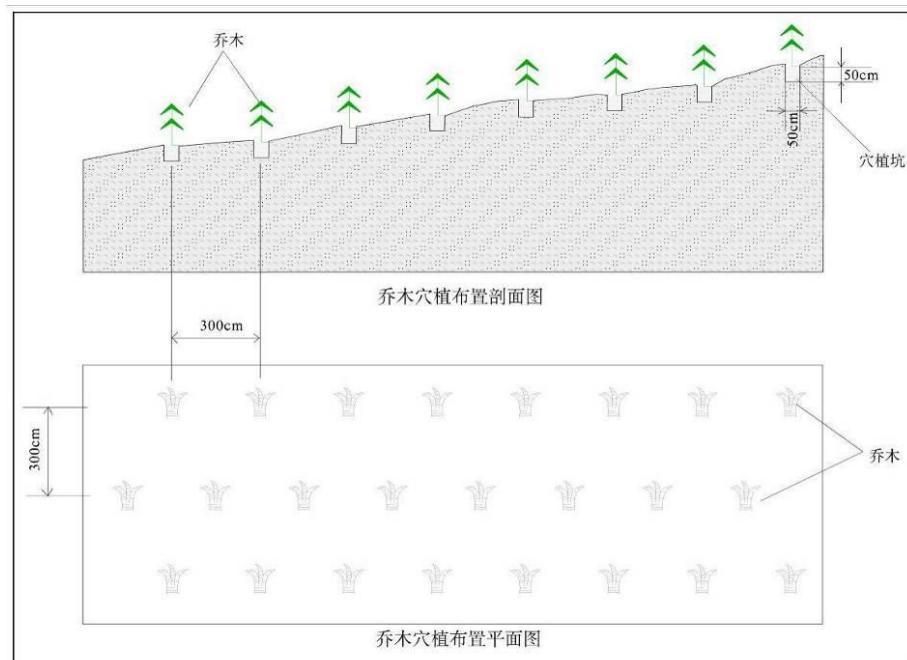


图 5-4 喬木栽植典型设计图（行距 3.0m，株距 3.0m）

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物混种草籽，以增加复垦区生物多样性。散播种子量配置为白三叶  $3.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿  $5.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 、草木樨  $4.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 。补植量按照种植量的 20%计算。

### （3）配套设施

炸药库场地与矿区道路联通较好，交通较便捷，其次场地恢复为林地，面积较小，当地降水充沛，因此炸药库场地的复垦不需要建设配套工程。

### （4）监测与管护工程

炸药库场地复垦每年春秋两季进行复垦效果监测，监测 3 年，每年 1 次土壤质量监测，监测 3 年；土地损毁监测每年 1 次，监测 9 年。复垦后管护期为 4 年，管护工作量以面积计。

#### 3.3.3.2 实施时间

复垦时间矿山闭坑后。

#### 3.3.3.3 主要工程量

设计工程量详见表 5-5。其中：建筑废弃物就近充填巷道回填，工作计入地质环境治理的硐口封堵工程，复垦工作不统计该项工作量；场地找平按深度 30cm 估算。

表 5-5 复垦单元（二）炸药库复垦工作量统计表

序号	工程名称	单位	设计工程量
----	------	----	-------

			炸药库
	复垦区面积	hm <sup>2</sup>	0.0327
<b>一</b>	<b>土壤重构工程</b>		
<b>1</b>	砖混房拆除	m <sup>3</sup>	22
2	硬化层拆除	m <sup>3</sup>	81
3	建筑物清运	m <sup>3</sup>	103
4	场地平整	m <sup>3</sup>	98.1
<b>5</b>	<b>土壤剥覆工程</b>		
(1)	表土购买	m <sup>3</sup>	163.5
(2)	表土运输	m <sup>3</sup>	163.5
(3)	平地机平土	m <sup>2</sup>	327
(4)	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	0.0327
<b>5</b>	<b>生物化学工程</b>		
(1)	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	0.0327
<b>二</b>	<b>植被重建</b>		
(1)	栽植乔木	株	36
(2)	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	0.0327
<b>三</b>	<b>监测与管护工程</b>		
1	监测工程		
(1)	土地损毁监测	点次	9
(2)	复垦效果监测	点次	6
(3)	土壤监测	点次	3
2	管护工程		
(1)	植被管护	hm <sup>2</sup>	0.0981

### 3.3.4 复垦单元（三）矿石周转场

复垦对象：矿石周转场台面。

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，合计面积 0.3426hm<sup>2</sup>。

#### 3.3.4.1 复垦工程设计

复垦工程包括土壤重构和植被重建工程，其中土壤重构工程包括人工找平、表土覆盖、土壤培肥；植被重建包括：种植乔、草植物。

##### （1）土壤重构工程

矿石周转场地上建有采矿工业场地和运矿轨道，建筑物和硬化层拆除后就近充填巷道；运矿轨道为钢制，拆除后可回收利用。采矿工业场地拆除、清理后，进行如下工程：

a) 场地整平

清除场地中残留的油迹、杂物等，削放边坡，人工找平复垦场地。按场地面积深度

30cm 估算。

b) 表土覆盖

放缓边坡并人工整平后，进行表土覆盖，平均覆盖厚度不小于 30cm。

c) 土壤培肥工程

为提高土壤肥力，进行土壤改良，改良的方法为每公顷施 150kg 无机复合化肥。

## (2) 植被重建工程

土壤重构完成后，栽植栓皮栎，初植密度 1100 棵/hm<sup>2</sup>，设计行距 3.0m，株距 3.0m。

种树时间为每年的 3~4 月份，栽植乔木设计见图 5-5。补植量为种植量 5% 计算。

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。

散播种子量配置为白三叶籽 3.5kg/hm<sup>2</sup>、紫花苜蓿 5.0kg/hm<sup>2</sup>、草木樨 4.0kg/hm<sup>2</sup>。补植量按照种植量的 20% 计算。

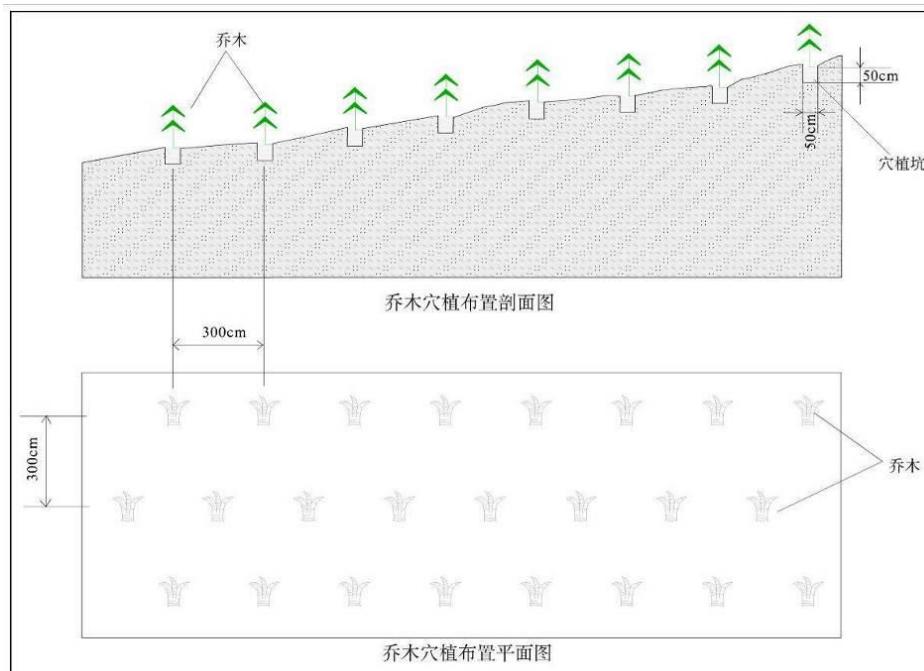


图 5-5 乔木栽植典型设计图（行距 3.0m，株距 3.0m）

## (3) 配套设施

场地与矿区道路联通较好，交通较便捷，当地降水充沛，因此不需要建设配套工程。

## (4) 监测与管护工程

场地复垦效果监测每年 2 次，土壤质量监测每年 1 次，共监测 3 年；土地损毁监测每年 1 次，监测 9 年。复垦后管护期为 3 年，管护工作量以面积计。

### 3.3.4.2 实施时间

矿山闭坑后复垦。

### 3.3.4.3 主要工程量

设计工程量详见表 5-6。其中挖方废石可就近充填采空区或者封堵硐口，因此废石清运不计工作量。

**表 5-6 复垦单元（三）矿石周转场复垦工作量统计表**

序号	工程名称	单位	工程量
			矿石周转场
	复垦区面积	hm <sup>2</sup>	0.3426
<b>一</b>	<b>土壤重构工程</b>		
1	建筑及硬化层拆除		
(1)	彩钢房拆除	m <sup>2</sup>	20
(2)	砖混房拆除	m <sup>3</sup>	450
(3)	硬化层拆除	m <sup>3</sup>	343
(4)	轨道拆除	m	225
(5)	建筑物清运	m <sup>3</sup>	793
(6)	人工找平	m <sup>3</sup>	1028
2	土壤剥覆工程		
(1)	表土购买	m <sup>3</sup>	1713
(2)	表土运输	m <sup>3</sup>	1713
(3)	平地机平土	m <sup>2</sup>	3426
3	生物化学工程		
(1)	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	0.3426
<b>二</b>	<b>植被重建工程</b>		
1	林草恢复工程		
(1)	栽植乔木	株	396
(2)	撒播草籽（混种）	hm <sup>2</sup>	0.3426
<b>四</b>	<b>监测与管护工程</b>		
1	监测工程		
(1)	土地损毁监测	点次	9
(2)	复垦效果监测	点次	6
(3)	土壤监测	点次	3
2	管护工程		
(1)	植被管护	hm <sup>2</sup>	1.0278

### 3.3.5 复垦单元（四）矿石周转场边坡

复垦对象：矿石周转场边坡。

复垦方向及面积：拟复垦为灌木林地，合计面积 0.2283hm<sup>2</sup>。

### 3.3.5.1 复垦工程设计

复垦工程包括土壤重构和植被重建工程，其中土壤重构工程包括放坡整平、表土覆盖、土壤培肥；植被重建包括：插植灌木、撒播草本植物。

#### (1) 土壤重构工程

##### a) 放坡整平

由于边坡安息角约 36° 左右，为了保证边坡的稳定性和减缓坡面水土流失，在对边坡复垦前，需采用挖高垫低的方式将边坡坡度放缓至 25° 左右，放缓边坡工程量按方格网法土地平整公式计算，计入洞口封堵工程量中。

##### b) 表土覆盖

放缓边坡并人工整平后，进行表土覆盖，覆土沉实厚度不小于 30cm。

##### c) 土壤培肥工程

为提高土壤肥力，对其进行土壤改良，改良的方法为每公顷施 150kg 无机复合化肥。

#### (2) 植被重建工程

采用以灌木为主，灌草结合的方式恢复植被。灌木选择当地适生树种葛藤，采用插条法沿坡面等高线成行种植，初植密度 2500 株/hm<sup>2</sup>，补植量为 5%。草植方式为混种撒播，播种量按白三叶 3.5kg/hm<sup>2</sup>、紫花苜蓿 5.0kg/hm<sup>2</sup>、草木樨 4.0kg/hm<sup>2</sup> 配置，合计播种量 12.5kg/hm<sup>2</sup>，补种植量按种植量的 20% 计算。播种和插条的时间为每年的 3~5 月份。

#### (3) 配套设施

场地与矿区道路联通较好，交通较便捷，当地降水充沛，因此不需要建设配套工程。

#### (4) 监测与管护工程

场地复垦每年春秋两季进行复垦效果监测，监测 3 年，每年 1 次土壤质量监测，监测 3 年；土地损毁监测每年 1 次，监测 9 年。复垦后管护期为 3 年，管护工作量以面积计。其中边坡土地损毁监测、复垦效果监测、土壤质量监测和台面监测合并。

### 3.3.5.2 实施时间

闭坑后复垦，面积 0.2283hm<sup>2</sup>。

### 3.3.5.3 主要工程量

设计工程量详见表 5-7。

表 5-7 复垦单元（四）矿石周转场边坡复垦工作量统计表

序号	工程名称	单位	工程量
----	------	----	-----

	复垦区面 积	hm <sup>2</sup>	矿石周转场边 坡	合计
			0.2283	0.2283
一	土壤重构 工程			0
1	土壤剥覆 工程			0
-1	人工放坡、 找平	m <sup>3</sup>	685	685
-2	表土购买	m <sup>3</sup>	58	684.6
-3	表土运输	m <sup>3</sup>	58	684.6
-4	人工挖运 土	m <sup>3</sup>		0
-5	人工平土	m <sup>2</sup>	2283	2283
2	生物化学 工程			0
-1	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	0.2283	0.2283
二	植被重建 工程			0
1	林草恢复 工程			0
-1	栽植灌木	株	600	600
-2	撒播草籽 (混种)	hm <sup>2</sup>	0.2283	0.2283
三	配套工程			0
四	监测与管 护工程			0
1	监测工程			0
-1	土地损毁 监测	点次		0
-2	复垦效果 监测	点次		0
-3	土壤监测	点次		0
2	管护工程			0
(1)	植被管护	hm <sup>2</sup>	0.6849	0.6849

### 3.3.6 复垦单元（五）尾砂浆及回水管道

复垦对象：尾砂浆及回水管道

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，面积 0.1715hm<sup>2</sup>。

#### 3.3.6.1 复垦工程设计

复垦工程包括土壤重构和植被重建工程，其中土壤重构工程包括管线拆除、场地清理，土壤培肥。植被重建包括：种植乔、草植物。

##### （1）土壤重构工程

a) 拆除尾矿输送管道及回水管道：以恢复地貌景观和防止意外安全事故发生为目的。

- b) 场地清理：清除场地中残留的杂物。
- c) 土壤翻耕和培肥：土壤长期受压，土壤容重大，肥力不足，需对其进行翻耕和土壤改良，翻耕厚度约 30cm，改良的方法为每公顷施 150kg 无机复合化肥。

### （2）植被重建工程

采用以乔木为主，草乔结合的方式恢复植被。林间适当撒播草本植物，以增加复垦区生物多样性。在复垦区穴植栓皮栎，初植密度 1100 棵/hm<sup>2</sup>，设计行距 3.0m，株距 3.0m。种树时间为每年的 3~4 月份。补植量为种植量 5%计算。

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播种子量配置为白三叶籽 3.5kg/hm<sup>2</sup>、紫花苜蓿 5.0kg/hm<sup>2</sup>、草木樨 4.0kg/hm<sup>2</sup>。补植量按照种植量的 20%计算。

### （3）配套设施

尾矿浆输送及回水管道沿中河布设，占地宽度约 0.5m，总面积较小，复垦工作量较少，人工即可完成，当地降水充沛，不需修建配套设施。

### （4）监测和管护

尾矿浆及回水管道复垦效果监测每年春季和秋季各一次，土壤质量监测每年 1 次，共监测 3 年；土地损毁监测每年 1 次，共监测 9 年。管护期为 3 年，以面积计管护工作量。

#### 3.3.6.2 实施时间

复垦时间为矿山闭坑后。

#### 3.3.6.3 主要工作量

设计工程量详见表 5-8。

**表 5-8 复垦单元（五）尾砂浆及回水管道复垦工程量统计表**

序号	单项名称	单位	尾矿浆及回水管道
	复垦区面积	hm <sup>2</sup>	0.1715
一	<b>土壤重构工程</b>		
1	构筑物拆除		
(1)	管道拆除	m	3730
2	土壤剥覆工程		
(1)	人工找平	m <sup>3</sup>	515
(2)	土壤翻耕	hm <sup>2</sup>	0.1715
3	生物化学工程		
(1)	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	0.1715

<b>二</b>	<b>植被重建工程</b>		
1	林草恢复工程		
(1)	栽植乔木	株	199
(2)	撒播草籽（混种）	hm <sup>2</sup>	0.1715
<b>四</b>	<b>监测与管护工程</b>		
1	监测工程		
(1)	土地损毁监测	点次	9
(2)	复垦效果监测	点次	6
(3)	土壤监测	点次	3
2	管护工程		
(1)	植被管护	hm <sup>2</sup>	0.5145

### 3.3.7 复垦单元（六）采空塌陷区旱地

复垦对象：因采空区引起的旱地塌陷，为预测塌陷 YTX4 的旱地部分。

复垦方向及面积：拟恢复为旱地，合计面积 0.0286hm<sup>2</sup>。

#### 3.3.7.1 复垦工程设计

##### （1）土壤重构工程

根据“第三章 2.2.2.3.2 采空区引发地面塌陷、裂缝灾害预测评估”结论和现有地面塌陷的特征来看，采空塌陷区仅限于近地表开采时露头段，塌陷深度较小，因此本方案对沉稳期的塌陷损毁的旱地采用放缓边坡+裂缝填埋、土地整平翻耕+土壤培肥的方式进行复垦。

##### （2）配套设施

塌陷损毁旱地已有道路等配套设施，因此复垦时不需要建设配套设施。

##### （3）监测和管护

旱地土地损毁监测每年 1 次，共 3 次；复垦效果监测每年春季和秋季各一次，监测 3 年；土壤监测每年一次，监测 3 年；恢复为耕地，不设计管护工作。

#### 3.3.7.2 实施时间

预测地面塌陷 YTX4 损毁的旱地在闭坑后实施，面积 0.0286 hm<sup>2</sup>。

#### 3.3.7.3 主要工作量

放缓边坡+裂缝填埋工程措施纳入采空区塌陷隐患治理工程，本处不再重复计算。土地整平和土壤培肥是塌陷区旱地恢复的主要工作量，其中土地整平深度按 30cm 计算，土壤培肥方式为每公顷施 150kg 无机复合化肥。工作量统计见表 5-9。

表 5-9 复垦单元（六）采空塌陷区旱地复垦工程量统计表

序号	单项名称	单位	工程量	
			YTX4 旱地	合计
	复垦区面积	hm <sup>2</sup>	0.0286	0.0286
一	土壤重构工程			
-1	场地清理、找平	m <sup>3</sup>	86	86
-2	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	0.0286	0.0286
2	生物化学工程			
-1	抛洒秸秆	t	0.286	0.286
-2	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	0.0286	0.0286
三	配套工程			
四	监测与管护工程			
(1)	土地损毁监测	点次	3	3
(2)	复垦效果监测	点次	6	6
(3)	土壤监测	点次	3	3
(1)	植被管护	hm <sup>2</sup>		

### 3.3.8 复垦单元（七）采空塌陷区水田

复垦对象：预测地面塌陷 YTX4 范围内的水田。

复垦方向及面积，拟恢复为水田，面积 0.0236hm<sup>2</sup>。

#### 3.3.8.1 复垦工程设计

##### （1）土壤重构工程

根据“第三章 2.2.2.3.2 采空区引发地面塌陷、裂缝灾害预测评估”结论和现有地面塌陷的特征来看，采空塌陷区仅限于近地表开采时露头段，塌陷深度较小，因此本方案对沉稳期的塌陷损毁的水田采用放缓边坡+裂缝填埋、土地整平翻耕+土壤培肥的方式进行复垦。

##### （2）配套设施

塌陷损毁水田已有灌溉和生产道路等配套设施，因此复垦时不需要建设配套设施，若塌陷损毁了灌溉和生产道路，矿山企业应根据实际损毁程度做针对性的修缮设计，然后按照设计进行修缮。本方案暂不预留配套设施修缮的工作量。

##### （3）监测和管护

水田复垦效果监测每年监测 2 次，共监测 6 次；土壤监测，每年一次，共监测 3 年；土地损毁监测每年监测 1 次，共 3 次；恢复为耕地，不设计管护工作。

#### 3.3.8.2 实施时间

预测地面塌陷 YTX4 损毁的水田在闭坑后实施，面积 0.0236 hm<sup>2</sup>。

### 3.3.8.3 主要工作量

放缓边坡+裂缝填埋工程措施纳入采空区塌陷隐患治理工程，本处不再重复计算。土地整平和土壤培肥是塌陷区水田地恢复的主要工作量，其中土地整平深度按 30cm 计算，土壤培肥方式为每公顷施 150kg 无机复合化肥。工作量统计见表 5-10。

表 5-10 复垦单元（七）采空塌陷区水田复垦工作量统计表

序号	单项名称	单位	YTX4 水田工作量
	复垦区面积	hm <sup>2</sup>	0.0236
一	<b>土壤重构工程</b>		
(1)	场地清理、找平	m <sup>3</sup>	71
(2)	土地翻耕	hm <sup>2</sup>	0.0236
2	生物化学工程		
(1)	抛洒秸秆	t	0.236
(2)	土壤培肥	hm <sup>2</sup>	0.0236
四	<b>监测与管护工程</b>		
1	监测工程		
(1)	土地损毁监测	点次	3
(2)	复垦效果监测	点次	6
(3)	土壤监测	点次	3
2	管护工程		
(1)	植被管护	hm <sup>2</sup>	

### 3.3.9 复垦单元（八）采空塌陷区林地

复垦对象：预测地面塌陷区 YTX2、YTX3 和 YTX4 的林地部分。

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，总面积 0.5071hm<sup>2</sup>。

#### 3.3.9.1 复垦工程设计

从“第三章 2.2.2.3.2 采空区引发地面塌陷、裂缝灾害预测评估”结论来看，采空塌陷隐患区仅限于近地表开采时露头段，因开采时采取了保护性采空区充填措施，所以塌陷深度和范围相对较小，对地面植被的破坏较轻。本方案对沉稳期的塌陷损毁林地采用放缓边坡+裂缝填埋、坡面整理+植被补植或自然生态修复的方式进行复垦，其中放缓边坡+裂缝填埋、坡面整理等工程措施纳入采空区塌陷隐患治理工程，本处不再重复计算。

##### （2）植被重建工程

对塌陷破损植被的重建以自然修复为主，补植为辅。补植时间一般选在塌陷沉稳期，与塌陷、裂缝治理工程同时实施，在塌陷破损地块、填埋裂缝区地表种植乔木，撒播混

种草籽，以达到复垦植被的目的。

乔木选适生长的栓皮栎，灌木选择葛藤，草种选择白三叶、紫花苜蓿和草木樨，植被种子配置为草木樨籽  $4.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿  $5.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 、白三叶  $3.5\text{kg}/\text{hm}^2$ ，播种时间为每年的 3~4 月份。葛藤作为二次补植灌木品种，择时雨后插播。乔木补植量按 50% 计算，即  $550 \text{ 株}/\text{hm}^2$ ，混合草种的补植量按种植量的 20% 计算。

### (3) 配套设施

采空塌陷区复垦以补植、撒播为主，无需建设配套工程。

### (4) 监测与管护工程

土地损毁监测每年一次，监测 3 年；复垦效果监测每年 2 次，土壤质量监测每年 1 次，共监测 3 年。复垦后管护期为 3 年，管护工作量以面积计。

#### 3.3.9.2 实施时间

预测塌陷 YTX2 范围内林地在 III-3 矿体采空之后实施；预测塌陷 YTX3、YTX4 范围内林地在矿山闭坑后实施。

#### 3.3.9.3 主要工程量

设计工程量详见表 5-11。

表 5-11 复垦单元（八）采空塌陷区林地复垦工程量统计表

序号	单项名称	单位				
			YTX2 林地	YTX3 林地	YTX4 林地	合计
	复垦区面 积	$\text{hm}^2$	0.0603	0.097	0.3498	0.5071
一	土壤重构 工程					
1	人工放 坡、找平	$\text{m}^3$	162	260	1049	1471
	土壤翻耕	$\text{hm}^2$	0.0603	0.097	0.3498	0.5071
	土壤培肥	$\text{hm}^2$	0.0603	0.097	0.3498	0.5071
二	植被重建 工程					
1	林草恢复 工程					
(1)	栽植乔木	株	66	107	385	558
(2)	撒播草籽 (混种)	$\text{hm}^2$	0.0603	0.097	0.3498	0.5071
三	配套工程					
四	监测与管 护工程					

1	监测工程					
(1)	土地损毁 监测	点次	5	3	3	11
(2)	复垦效果 监测	点次	6	6	6	18
(3)	土壤监测	点次	3	3	3	9
2	管护工程					
(1)	植被管护	hm <sup>2</sup>	0.1809	0.291	1.0494	1.5213

### 3.3.10 已复垦区补植补栽工程

#### 3.3.10.1 工程内容

复垦对象：ZD1 废渣堆复垦区。

复垦面积：ZD1 废渣堆已复垦面积 1.0804hm<sup>2</sup>。

#### 3.3.10.2 工程设计

##### (1) 植被重建工程

补植补栽区植被重建按照复垦单元（二）炸药库复垦单元工程设计实施，面积 1.0804hm<sup>2</sup>，补植补栽工程量按照标准植被重建的 20%计算，其中第一年按渣堆面积的 15%（0.1621hm<sup>2</sup>）进行补植补栽刺槐 179 株，第二年按渣堆面积的 5%（0.0540hm<sup>2</sup>）进行补植补栽刺槐 59 株，工程量见表 5-6：

表 5-12 补植补栽区工程工作量一览表

工程名称		单位	数量
已复垦区补 植补栽工程	栽植乔木（刺槐）	株	238
	播撒草籽	hm <sup>2</sup>	0.2161

### 3.4 主要复垦技术措施

项目区土地损毁以矿山工程设施对土地压占和塌陷损毁为主，复垦方向主要为旱地、乔木林地、灌木林地。复垦工程措施主要有土壤重构工程措施（场地平整、土地翻耕、表土覆盖、土壤改良与培肥）、植被重建措施（植树种草）和配套设施。

#### 3.4.1 土壤重构工程技术措施。

##### 3.4.1.1 场地平整措施

场地平整的目的是通过平整土地、推高填低，达到种植植被的要求。通过场地平整、改善灌溉条件，达到提高土地利用质量的基本目的。场地平整应根据矿区立地条件、土

地利用方向、种植植被以及防治水土流失等要求选择整地方式及整地规格。在整地前注意清除地表有害植物。耕地需要全面整地，林地整地方式为全面整地和穴状整地。整地要求如下：

全面整地：根据复垦地块地形情况，采用推高填低、土地翻耕、修筑田坎、田埂等措施。选厂、炸药库必须严格按照主体工程设计要求执行，平整后场地坡度应 $<6^\circ$ ；废渣堆最终边坡不大于 $25^\circ$ ，平台为 $2\% \sim 3\%$ 的反坡。整地时间一般在种植农作物或草类前一个月，或上年秋，或冬季，也可在雨季前或雨季进行，也可随整随造。

### 3.4.1.2 表土覆盖

覆土是在土地平整后进行。一般表土回覆是按照表土剥离逆时序开展的，覆土厚度因复垦地类及土地等级不同而差异较大，根据《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)要求和矿区自然环境条件，本方案确定土壤回覆的标准为：3等旱地沉实土壤厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，耕作层 $\geq 20\text{cm}$ ；林地、人工草地覆土沉实厚度 $\geq 30\text{cm}$ 。

覆土厚度应均匀，覆土后应进行平整，土壤质量要满足相应地类的土壤质量要求。采用机械覆土时，土壤被压实，需要翻耕，疏松土壤，翻耕厚度一般为 $30\text{cm}$ 。

### 3.4.2 生物和化学措施

生物和化学措施是土地复垦中恢复土壤肥力与生物生产能力的关键环节，内容包括土壤改良与培肥、适宜植被的筛选、栽种、移植和管护等，其技术关键在于解决土壤系统修复及植被培植问题。因土地破坏形式、复垦方向及采取复垦工程措施不同，复垦土地常需要实施相应生物和化学措施，用以改良土壤和实现土地生态修复的环境效益及经济效益。本复垦方案中的生物和化学措施主要包括植被恢复工程和土壤改良两大部分。

#### 3.4.2.1 植被恢复工程

##### (1) 植物选择的原则

损毁土地通过工程措施完成土壤重构后，应筛选适当的先锋植物对复垦土壤进行改良，同时筛选当地适生植物作为生态恢复的种植对象。物种选择应遵循以下原则：

- ① 为当地适生植物（乔木、灌木、草类、农作物、经济作物）品种，播种或栽培较容易，成活率高；
- ② 由于复垦土壤以黄棕壤为主，土壤容重较大，保水性差，较贫瘠，不宜选择深根性植物和对土壤要求过高的植物，应选择以耐贫瘠、适应性强及浅根性物种为宜；
- ③ 根系发达，生长迅速，枝叶茂盛，具有良好的防风、固土和水土保持能力；
- ④ 选择能改良复垦区土壤和培育土壤肥力的品种；

⑤ 考虑到经济效益，要选择短期内有收益的物种。

### (2) 植物选择

根据复垦植物选择原则及以往种植经验，本方案选择的乔木品种为刺槐、栓皮栎、板栗；灌木树种为紫穗槐、连翘、葛藤；草种为紫花苜蓿、草木樨、白三叶；耕地选用作物品种为玉米、豆类、小麦，项目区推荐植物物种特性见表 5-12。

表 5-12 项目区推荐植物物种特性表

类型	物种名称	生态习性	种植方法
落叶乔木	刺槐	生长快、繁殖能力强，适应性广，耐腐蚀、耐水湿、耐干旱和耐贫瘠。根系发达，具有根瘤菌，能改良土壤。	撒播、移栽，穴状整地规格为 $0.5m \times 0.5m \times 0.5m$ ，株距 2m，行距 2m
落叶乔木	栓皮栎	栓皮栎喜光树种，幼苗能耐荫。深根性，根系发达，萌芽力强。适应性强，抗风、抗旱、耐火耐瘠薄，在酸性、中性及钙质土壤均能生长，尤以在土层深厚肥沃、排水良好的壤土或沙壤土生长最好。	散播、移栽，穴状整地规格为 $0.5m \times 0.5m \times 0.5m$ ，株距 3m，行距 3m；可种子播种
常绿灌木或小乔木	女贞	耐寒、耐水湿，喜温暖湿润气候，喜光耐荫。为深根性树种，须根发达，生长快，萌芽力强，耐修剪，但不耐干旱、贫瘠。适生于肥沃深厚、湿润的微酸性至微碱性土壤。	可撒播、条播、移栽。移栽穴状整地规格为 $0.5m \times 0.5m \times 0.5m$ ，株距 2m，行距 2m。
落叶灌木	葛藤	喜温暖湿润气候，攀附于灌木或树上的生长最为茂盛，土壤适应性广，除排水不良粘土外，山坡、荒地、砾石地、石缝均可生长。具有较好保土防冲作用。	以撒播、扦插繁殖为主，撒播株距 $30\sim40cm$ ，每穴 3~4 根。播种量为 $3.75\sim6kg/hm^2$
多年生草本植物	紫花苜蓿	生于田边、路旁、旷野、草原、河岸及沟谷等地。苜蓿适宜在具有明显大陆性气候地区发展，这些地区的特点是春季迟临，夏季短促，土壤 PH 近中性。	条带撒播，播种量为 $15kg/hm^2$ ，以秋播为主
两年或一年生草本植物	草木樨	喜生于温暖而湿润的沙地、山坡、滩涂及农区的田埂、路旁等，分布范围广，耐寒、耐旱、耐高温、耐酸碱和耐土壤贫瘠。	条播行距： $20\sim30cm$ 为宜，播种量 $11.5kg/hm^2$ ，撒播为 $15 kg/hm^2$ 。

### (3) 植被配置

为了保护复垦区较完备的立体种植生态模式和生态多样性特征，乔木林地的植被配置以乔木为主，适当间种灌木树种，地面适量撒播草本混种；灌木林地植被配置以插植葛藤为主，适当撒播草本混种；对旱耕地以种植冬小麦、夏玉米、大豆为主，轮作倒茬。作物种植方式采用套种、间种等，既能合理利用土壤中各种养分，又能充分利用光照，还可以提高经济效益。

本方案中，废渣堆台面、炸药库和预测塌陷区采用栽植栓皮栎+林间散播混种草籽的方式，复垦为乔木林地；废渣堆边坡采用插植葛藤+散播混种草籽的方式，复垦为灌木林地；选厂种植夏玉米为主，复垦为旱地。紫穗槐种植量标准为  $120kg/hm^2$ ，栓皮栎栽植密度标准为  $1100$  棵/ $hm^2$ ，混种草籽播种标准为  $45kg/hm^2$ 。预测塌陷区以补植为主，

补植工程量按种植量的 20%计算。

### 3.4.2.2 改良土壤与培肥措施

由于本区土壤以黄棕壤为主，土壤比较贫瘠，剥离土壤在回覆时，须对回填土壤进行养分改良，使其满足作物生长需要，提高土地生产力。常用的方法如下：

#### (1) 人工施肥

对土壤条件较差的土地，复垦后应施用适当的有机、无机肥料以提高土壤中有机物含量，改良土壤结构，消除其不良理化性质，并作为绿肥法的启动方式，为以后进一步改良做好基础。

本方案复垦区无法大量施用有机肥料，故只能施用无机肥料来增加土壤养分，再通过秸秆还田、压青等措施，提高了土壤有机质，改良了土壤的理化性质。

#### (2) 绿肥法

绿肥是改良复垦土壤、增加有机质和氮磷钾等营养元素的最有效方法。凡是将植物的绿色部分当作肥料的称为绿肥，绿肥多为豆科植物，其生命力旺盛，在自然条件较差、土壤较贫瘠的土地上都能很好地生长。因此无论复垦土地的最终利用方向是宜耕、宜林，还是宜草，在最初几年内都需要种植多年生或一年生豆科草本植物，然后将这些植物通过压青、秸秆还田等多种方式复田，在土壤微生物作用下，除释放大量养分外，还可以转化成腐殖质，其根系腐烂后也有胶结和团聚作用，可以有效改善土壤理化性质。常见绿肥豆科植物有草木樨、紫花苜蓿等。

#### (3) 客土法

对过砂、过粘土壤，合理添加调配物，调整耕作层的泥沙比例，达到改良土壤质地，改善耕性，提高肥力的目的。

### 3.4.2.3 植被种植

本方案复垦选用植物有乔、灌、草类，植物种植方法根据立地条件、气候特征和植物特性、复垦方向差异选用不同的方法，主要有栽植、穴植、插条、直播等，本方案采用的种植方式为栽植和直播。具体如下：

栽植：用于栽植各种裸根苗，包括起苗、运输、栽植、填土、提苗、踩实等过程。穴的大小和深度应大于苗木根系。栽植前，应对树苗分级，剔除病虫害苗、弱苗和受伤苗，同时采取降温、保湿和遮阴等措施，避免苗木发热或失水。栽植时要保持苗木立直，栽植深度适宜，填土一半后提苗踩实，最后覆上虚土。栽植后及时浇水。

插条法：秋季落叶后或者春季发芽前都可以进行扦插，但春季最好。一般选择 1~2

年生的健壮的枝条，剪成 20~30 厘米长的插穗，上端剪口要离第一个节 0.8 厘米，插条最好带有 2、3 个节，下端近节处削成平面。将插穗基部大约 1~2 厘米处放置在 500ppmABT 生根粉或 500~1000ppm 吲哚丁酸溶液中浸泡 10 秒钟，取出后晾干。插穗时要倾斜的插入，插入土中深约 18~20 厘米，将枝条最上面的一节露出地面，然后埋土压实。天旱时经常浇水，保持土壤湿润，但不能太湿，否则插穗入土部分会发黑腐烂。插条法可用穴坑插条，也可在苗圃插条，次年春季即移栽定植。

**直播：**直接用种子繁殖，生命力强，根系扎入土层较深。一般分为撒播和条播、穴播（点播）等方式，直播前需要对表层土方疏松，然后通过开沟、施肥、撒播种子，翻土。直播深度一般 2~3cm 为宜。直播时间一般选择在雨季的降水前、后一、二天内实施。本方案适宜物种刺槐、紫穗槐、葛藤、紫花苜蓿等都可采用直播种植。

#### 3.4.2.4 种植时间

一般春季、雨季适合造林、种草。植苗前掌握好雨情，以下过一、二场透雨、出现连阴天时为最好时机。种植时间定为每年的 3~4 月份。

#### 3.4.2.5 监测及管护

详见本章第六节“矿区土地复垦监测与管护”。

#### 3.4.3 配套设施

复垦设计应根据复垦土地方向和立地条件，合理设置必要的生产配套设施，包括复垦水利工程（引水灌溉渠、喷淋设施、截排洪沟）、田间路、生产路和其他工程（水土保持设施、防护林带等）。

矿山工程区均有道路直达，复垦地块面积较小，且多呈长条形，宽度窄，因此复垦中不需修建生产路。当地降水充沛，复垦区紧邻中河人工取水即可，不需修建引水灌溉工程。

### 四、含水层破坏修复

根据矿山地质环境保护现状调查及预测评估认为：矿床开采可能造成采空区近矿围岩含水层结构破坏，地下水水位下降，对矿区地质环境影响较严重。

对采空区疏干排水导致的地下含水层结构破坏和水位下降现象仅限于采空区引起的岩石移动区域及其外围 100m 范围，不会造成整个矿区或区域地下含水层结构破坏和水位下降，不影响矿区周边生产生活用水。因此，针对疏干排水引起的水位下降，重在做好井下水质、水量监测，避免井下水质影响和井下涌水事故发生，确保井下外排水质不受影响和矿区水土环境安全达标。

含水层保护以监测、预防工程为主，详见本节第六节。

## 五、水土环境影响修复

矿山地质环境保护现状调查及预测评估认为：矿区地表水、地下水水质良好，无水土环境影响现象。矿区及外围土壤、水系沉积物中重金属元素含量均未超标。预测矿山采矿废水、废石场淋滤水、生活污水及开采废石、生活垃圾对矿区水土环境的影响程度较轻。因此水土环境影响修复以矿区水土环境保护以监测与预防为主，详见本节第六节。

## 六、矿山土地复垦与生态修复监测

### 6.1 总体要求

#### 6.1.1 问题导向，突出重点

重点围绕监测范围内地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复等，结合开采矿种、建设规模、开采方式、开采工艺、时序安排等，科学设置重点监测内容、监测指标、监测点位、监测周期等，实现一矿一方案。

#### 6.1.2 科学规范，全程全面

指标获取应符合国家有关技术标准、规范和相关部门的规定。监测点位布设统筹考虑开采前、开采中和开采后监测需求。开采前对地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底进行调查，开采中对保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效进行监测，开采后对管理维护进行监测。

#### 6.1.3 精准高效，实用可行

在满足监测精度要求的前提下，选用经济、实用的监测方法和手段，在经济、技术允许的条件下应采用先进可靠的技术方法，提高监测精度与效率。监测指标应具有较好的灵敏度和可测度，对于易变指标应开展短周期监测，对于稳定指标应开展长周期监测。

#### 6.1.4 定性定量，权威可比

监测评价应采用定性和定量相结合的方法，评价方法科学合理。监测数据连续可靠，应充分利用自然资源、林草、水利、农业农村、生态环境等部门以及科研机构、大专院校的长期监测数据及研究成果。

### 6.2 目的任務

#### 6.2.1 监测评价目的

在矿产资源开采过程中，对地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏（退化）与恢复等开展监测评价，为矿山土地复垦与生态修复的过程监管、适

应性管理和验收提供科学依据。

### 6.2.2 监测任务

(1) 充分收集监测范围内地形、地貌、气象、水文、生物等自然环境和社会经济资料，地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、矿体地质特征等地质环境背景资料，土地利用现状、土壤调查、国土空间规划等土地资源及规划资料，植被状况、生物多样性、生态系统类型等生态相关资料；收集矿山生产建设情况、矿山范围拐点坐标、开发利用方案、可行性研究报告、初步设计方案、环境影响评价报告、矿山地质环境保护与恢复治理方案、水土保持方案、征地文件以及遥感影像等资料。

(2) 结合收集资料，分析矿山地质环境恢复治理、土地复垦利用、生态系统恢复的规划与设定的复垦修复标准，整理矿山地质环境背景、土地资源现状和生态系统本底已有数据，结合监测评价目的，明确矿山地质环境、土地资源和生态系统监测评价需要补充调查的数据。

(3) 了解监测范围内交通、通信、供电和大地测量基准点等基础条件，掌握自然资源、林草、水利、农业农村、生态环境等行政部门、科研机构、大专院校开展的监测工作，包括监测内容、监测网点布设及监测方法等。

(4) 结合资料分析、矿山生态问题识别与初步诊断，制定监测评价方案，明确监测对象与范围、监测内容和指标、监测布点及频率、监测和评价方法、数据记录和存储、时间安排、经费预算、组织实施、质量控制及主要成果等。

(5) 按照监测工程部署，分阶段开展矿山地质环境、土地资源、生态系统三个方面的监测工程，整理、总结监测成果，编制《监测评价报告》，做好矿山监测评价数据管理信息系统管理工作。

(6) 建立调查监测成果发布机制。在调查监测工作完成后，涉及社会公众关注的成果数据或数据目录，履行相关的审核程序后，统一对外发布。

### 6.2.3 监测评价工作流程

矿山土地复垦与生态修复监测评价主要包括准备工作、开采前监测、开采中监测、开采后监测及监测评价报告编写等，各阶段具体流程如图 5-6 所示。

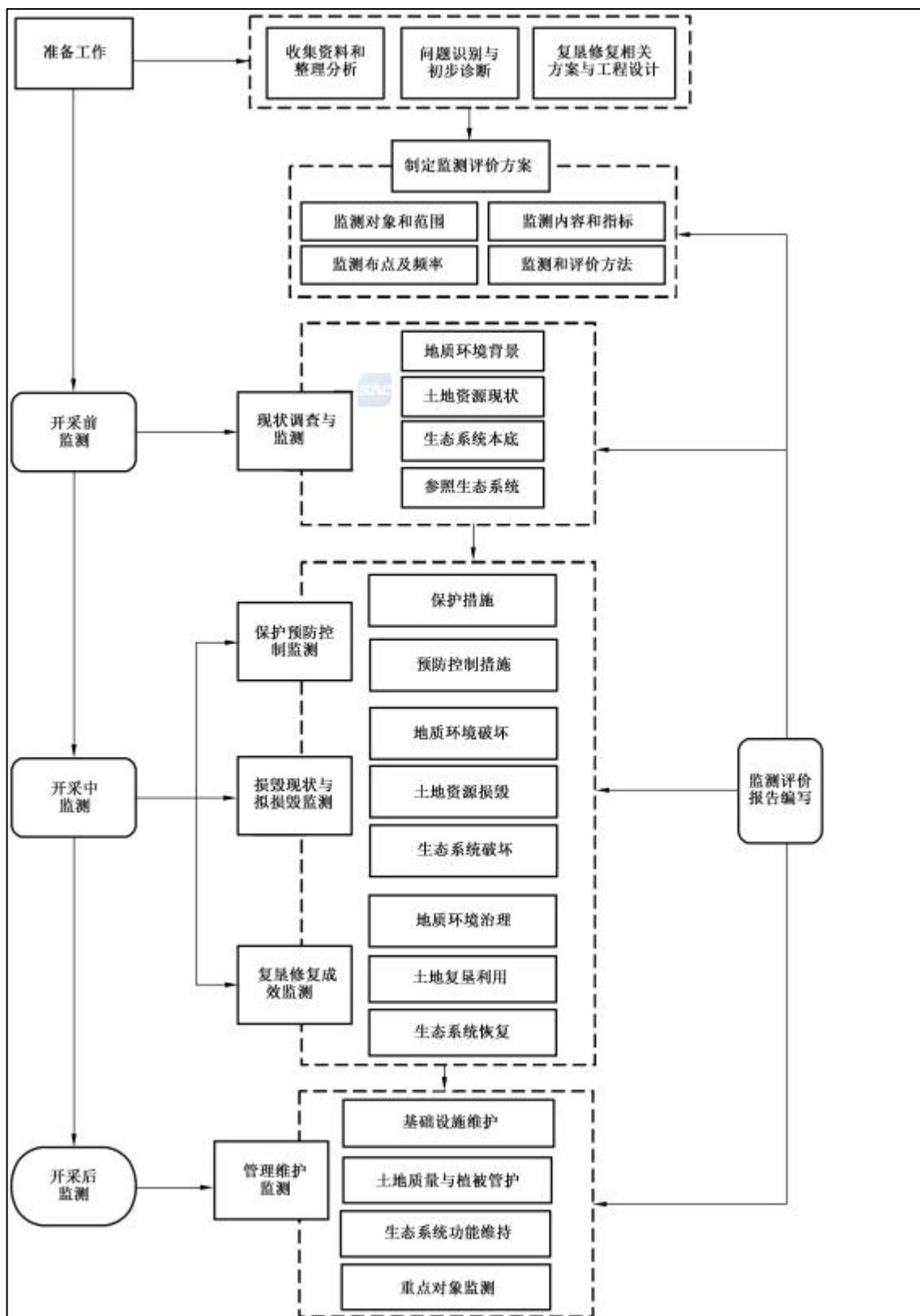


图 5-6 监测评价工作流程

## 6.3 监测设计

### 6.3.1 矿山地质环境监测

#### 6.3.1.1 监测对象

按照《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）要求，矿山地质环境监测对象及内容如下：

- (1) 监测矿山开采保护预防控制措施落实情况，包括保护等措施及效果、预防控制措施及效果。
- (2) 监测矿山开采引发的采空区塌陷、不稳定边坡、地下水环境破坏和土壤环境破坏状况。

#### 6.3.1.2 监测范围

- (1) 不稳定地质体的监测范围
  - ① 渣堆（隐患）的监测范围为形成区及潜在危害区。
  - ② 崩塌、滑坡（隐患）、不稳定边坡的监测范围为灾害体及其影响、威胁区；
  - ③ 采空区地面塌陷、地面裂缝监测范围为采空区地表岩石移动范围（附图 03）；
- (2) 含水层影响监测范围为矿坑疏干排水形成的地下水降落漏斗区（地下水水位、水量等）、矿区排污口（水质）、矿区附近地表水体（水质影响）；
- (3) 地形地貌景观影响破坏监测范围为本次矿山地质环境评估范围，包括矿山工程区及影响区；
- (4) 水土环境的监测范围主要为产污、排污区及影响区，如办公区、废渣堆、矿坑水排放口及其周边、下游的土壤、农田等。

#### 6.3.1.3 监测等级

据《矿山地质环境监测技术规程》（DZT0287-2015），矿山地质环境的监测等级按照矿山生产阶段、生产规模、开采方式确定。

鹿鸣金矿属中型金矿矿山，矿山开采方式为地下开采，矿业活动影响对象重要程度为重要。按照“矿山地质环境监测级别表”标准，矿山地质环境监测级别为：建设期三级监测、生产期三级监测、闭坑期三级监测。

#### 6.3.1.4 监测要素

- (1) 监测 ZD1 和 ZD2 两处废渣堆的堆体稳定情况、拦渣坝和截排水沟变形情况等。
- (2) 采空区地面塌陷及裂缝监测：降水量、地表形变、地下水位。
- (3) 地下水环境监测：地下水水位、水量、水质、矿坑排水量等。

(4) 地表水水质监测：矿区地表水水质，矿山排出废水废液类型、年产出量、年排放量、年处理量、排放去向、年循环利用量、年处理量；矿山废水废液对地表水体影响程度及造成的危害。

(5) 土壤环境监测：土壤酸碱度、重金属含量；土地损毁类型、面积和损毁程度。

(6) 地形地貌景观监测：植被损毁面积、岩土剥离体积等，恢复期监测危岩体稳定性、复绿植被成活率和覆盖度等。

### 6.3.1.5 监测方法

矿山地质环境监测应采用定期现场调查并填表的方法，而对一些威胁大、危害大的隐患点（如不稳定边坡、地面塌陷和地面裂缝等）应固定专业监测点进行监测。

#### (1) 渣堆不稳定边坡监测

采用人工简易观测、降水量监测。雨季安排专人监测天气变化情况，并与气象部门建立联系，利用气象降雨信息进行滑坡、不稳定边坡灾害的预测及预警。在强降水发生时，做好临灾预警，及时通知相关部门和受危区人员撤离、躲避。监测措施有：

##### ①位移观测

简易观测是在滑坡后缘裂缝两侧设置固定桩或固定标尺，测量滑体和滑床之间的位移情况；或在滑坡体前缘剪出带内刻槽和设标桩，观测位移距离和速度，直接读出水平和垂直位移值。

##### ② 建筑物变形观测

在建筑物（或挡墙）变形处分期粘贴水泥砂浆片，并注明封贴日期，监测建筑物变形发展情况，分析滑坡发展对建筑物的危害程度。

#### (2) 渣堆（隐患）监测

① 采用降水量预警、监测。雨季安排专人监测天气变化情况，并与气象部门建立联系，利用气象降水信息进行泥石流灾害的预测及预警。在强降水发生时，做好临灾预警，及时通知相关部门和受危区人员撤离、躲避。

② 可在废石场、渣堆等物源四周及拦挡结构处设置监测点，打入检测桩。用钢尺测量废石场、渣堆边坡顶部裂缝的移植、或拦挡结构的变形情况，监测物源的稳定性。测量工具选用全站仪、经纬仪、钢卷尺。

#### (3) 采空区地面变形（包括地面塌陷、地面裂缝）监测

##### ① 监测范围：采空区地表塌陷隐患范围。

##### ② 监测内容：地表变形。

③ 监测方法：包括自动化监测和人工巡查两种。由于测区植被发育，通视条件差，本方案推荐以自动化监测为主，人工巡查为辅。

④ 监测点布设：垂直矿体走向呈线形布设，每个矿体至少布设 3 条测线，间距 120-180m，测线必须穿透预测采空区地表塌陷隐患范围边界。

⑤ 自动化监测设备：自动化监测选取 GNSS 位移监测站，是由基准站和监测站两部分组成，通过获取卫星导航系统的实时点位数据，基于差分定位技术，实现对地表位移信息的毫米级点位监测，从而建立精准的临灾预警机制。设备主要由安装支架、防护箱、GNSS 天线、太阳能供电系统等组成，示意图如下：



图 5-7 GNSS 位移监测设备示意图

#### (4) 含水层监测

- ① 监测区域：主要为矿山开采区。
- ② 监测内容：主要包括矿坑涌水的水量、流速、水质。
- ③ 监测方法：简易测量及人工观测。
- ④ 监测点布设：生产期、恢复期监测点主要监测矿山开采过程中的地下水水位、水量、流速、水质。监测点主要布置在生产井内。

#### （5）水土环境监测

监测区域：采区排污口采矿废水、选矿废水、废石场下游地表水、流经矿区河流的上游和下游；排污口下游土壤或水系沉积物、两侧农田土壤（剖面）、废渣堆附近农田土壤、工业场地附近表层土。

监测方法：取样分析。

监测频率：土壤监测每年1次，地表水质量监测每年2次。

监测内容：土壤监测项目为pH值、汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍；水质监测项目为水质全分析项和汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍。

监测点布设：根据影响源物质扩散特征，土壤采样点沿平面和垂向布设，平面采样点选在被采土壤类型特征明显的地方，地形相对平坦、稳定、植被良好的地点，坡脚、洼地等具有从属景观特征的地点布设采样点。剖面采样点以剖面发育完整、层次较清楚、无侵入体为准，采样点离公路至少300m以上。地表水主要布设在排污口下游和汇流地段。

样品采集：表层土壤样品采用等量混合法采集，农田剖面样分A、B、C层采集；水样按照地表水监测规范要求方法取样、包装、运输和测试分析。

（6）地形地貌景观监测：采用人工现场调查和无人机航拍监测，监测内容包括地貌、植被生态、不稳定地质体、土地复垦的情况。

#### 6.3.1.6 监测点布设

根据相关技术规范和矿山管理制度，在野外调查的基础上，结合矿山生产情况，在不同类型区域分别布设矿山地质环境监测点40处，制定矿山地质环境防治监测方案（表6-3、附图06）。其中变形监测28处（包括塌陷隐患区自动化监测点21处、人工监测点3处、坝体稳定性监测4处）、降雨量监测1处、地下水监测点3处、地表水监测2处、土壤监测点3处，地貌景观观测覆盖全区。

（1）采空区地面塌陷、地面裂缝监测点：设置人工巡查监测点3处，即原中河东III-3矿体地表塌陷隐患范围（J1）、中河西III-2矿体地表塌陷隐患范围（J2）和III-1矿

体地表塌陷隐患范围（J3）。设置 GNSS 监测站（含 1 处监测基站）21 处，实时综合分析采空区地面变形程度，预测采空区引发地面塌陷的可能性，为地面塌陷治理、预警提供依据。

（2）坝体稳定性监测点：共设置监测点 4 处，包括 ZD1 渣堆防治工程（截排水渠+拦渣坝）变形监测（J4）、矿石周转场工程变形监测（J5）、选厂外围防洪坝体变形监测（J6）和 ZD3 渣堆拦渣坝变形监测（J7）。通过人工巡查监测坝体变形裂缝，为废石场稳定性预警提供依据。

（3）降雨量监测点：渣堆 ZD1 和矿石周转场，布设 1 处降雨量观测点，布设在中和东岸（J8）。通过降水量监测，预测不稳定地质体隐患发生的可能性，及时作出灾情预警。每年汛期 7、8 月份加强监测。

（4）地下水监测点：坑内涌水量、地下水位和坑口外排水水质监测点 3 处，中河东岸地下水监测点（J9）、中河西岸III-2 矿体地下水监测点（J10）和III-1 矿体地下水监测点（J11）。观察坑内涌水量，并对地下水位进行简易观测。

（5）地表水质监测点：共布设 2 处地表水水质监测点，分别布置在中河矿区上游（J12）和矿区下游（J13）。取地表水送有分析资质单位化验。

（6）土壤环境监测：共布设 3 个点，包括炸药库相邻旱地土壤（J14）、ZD2 渣堆东侧旱地土壤（J15）。

（7）地形地貌景观观测点：无人机航拍，覆盖整个评估区。

鹿鸣金矿矿山地质环境监测点布设见图 5-8、表 5-13。

### 6.3.1.7 监测频率

监测频率见表 5-13。降雨量监测应与当地气象部门气象站的监测频率保持一致。

### 6.3.1.8 监测工作量

为了便于监测管理和经费估算，本方案监测工作量进行了统计，详见表 5-14。

### 6.3.1.9 监测组织及监测成果

监测队伍由矿企技术负责人作为总负责人，由监测技术人员不少于 1 人组成矿山专职监测部门或监测作业组，负责矿山地质环境监测工作；并对监测成果进行汇总填表，调查表应按省自然资源厅行政主管部门要求，定期向县级自然资源主管部门提交监测数据和成果。矿山地质环境保护与治理恢复动态监测调查表见表 5-15。

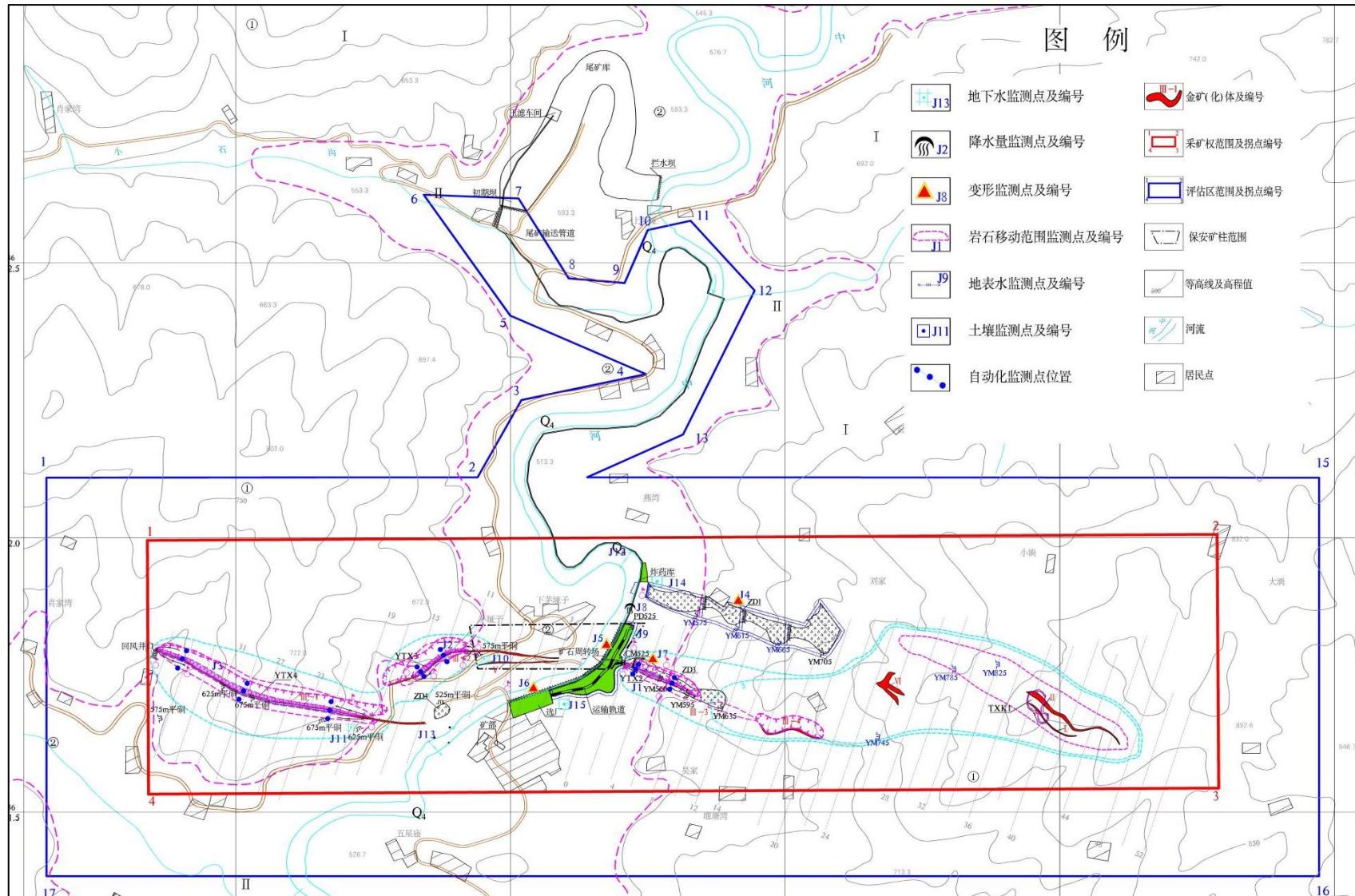


表 5-13 矿山地质环境监测点一览表

监测区域	监测点号	监测对象	监测内容	监测方法	监测阶段及监测频次	
					生产期（2025 年—2032 年）	闭坑期（2033 年—2036 年）
III-3 矿体	J1	开采区地面变形	地面变形、裂缝情况	人工观测、仪器测量	仪器测量每月 2 次；每月人工巡查 1 次	复垦、治理完成，不监测
	6 处	开采区地面变形	地面变形、裂缝情况	自动化监测设备	持续监测	持续监测
III-2 矿体	J2	开采区地面变形	地面变形、裂缝情况	人工观测、仪器测量	仪器测量每月 2 次；每月人工巡查 1 次	复垦、治理完成，不监测
	6 处	开采区地面变形	地面变形、裂缝情况	自动化监测设备	持续监测	持续监测
III-1 矿体	J3	开采区地面变形	地面变形、裂缝情况	人工观测、仪器测量	仪器测量每月 2 次；每月人工巡查 1 次	复垦、治理完成，不监测
	9 处	开采区地面变形	地面变形、裂缝情况	自动化监测设备	持续监测	持续监测
ZD1	J4	拦渣坝、排水渠	坝体稳定性观测	人工观测	每月 1 次，每周检视巡查 1 次，暴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测。
矿石周转场	J5	拦渣坝、排水渠	坝体稳定性观测	人工观测	每月 1 次，每周检视巡查 1 次，暴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测。
选厂	J6	选厂外围防洪坝	坝体稳定性观测	人工观测	每月 1 次，每周检视巡查 1 次，暴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测。
ZD3	J7	拦渣坝、排水渠	坝体稳定性观测	人工观测	每月 1 次，每周检视巡查 1 次，暴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测。
矿区中河东岸	J8	降雨量监测	降雨量	人工观测	每月 1 次，每年 7、8 月暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测
III-3、III-4、VI 号矿体	J9	矿坑涌水量、地下水位观测、矿坑涌水水质检测	矿坑涌水量、地下水位、水质质量	简易测量、取样分析	涌水量观测 1 次/天；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年。3、6、9、12 月份取样。	矿井关闭，不监测
III-2 矿体	J10	矿坑涌水量、地下水位观测、矿坑涌水水质检测	矿坑涌水量、地下水位、水质质量	简易测量、取样分析	涌水量观测 1 次/天；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年。3、6、9、12 月份取样	矿井关闭，不监测
III-1 矿体	J11	矿坑涌水量、地下水位观测、矿坑涌水水质检测	矿坑涌水量、地下水位、水质质量	简易测量、取样分析	涌水量观测 1 次/天；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年。3、6、9、12 月份取样	矿井关闭，不监测
中河	J12	中河上游	地表水水质	取样分析	每年 2 次，每年 4、10 月份取样。	每年 2 次，每年 4、10 月份取样。
中河	J13	中河下游	地表水水质	取样分析	每年 2 次，每年 4、10 月份取样。	每年 2 次，每年 4、10 月份取样。
炸药库	J14	炸药库附近土壤	土壤环境状况	取样分析	每年 1 次，每年 6 月份取样。	复垦、治理完成，不监测
选厂	J15	选厂附近土壤	土壤环境状况	取样分析	每年 1 次，每年 6 月份取样。	复垦、治理完成，不监测
评估区	全区	地貌景观监测	地貌景观破坏情况	无人机航拍	每年 1 次，每年 10 月份航测。	每年 1 次，每年 10 月份航测。

表 5-14 鹿鸣金矿矿山地质环境监测工作量统计表

监测工程	监测措施	监测点数(处)	监测频次	单位	监测工程量												
					2025年	2026年	2027年	2028年	2029年	2030年	2031年	2032年	2033年	2034年	2035年	2036年	合计
地面塌陷隐患自动化监测	仪器监测	21	持续监测	点次					6	6		9					21
地面塌陷、地裂缝监测	人工监测	3	每月1次	点次	36	36	72	72	108	108	72	72	72				648
坝体稳定性监测	人工监测	4	每月1次	点次	48	48	48	48	48	48	48	48					432
地下水位监测	人工监测	3	每月1次	点次	36	36	36	36	36	36	36	36	36				324
降雨量监测	人工监测	1	每月1次	点次	14	14	14	16	16	14	14	14	14	12	12	12	166
地下水监测	仪器分析	3	每年4次	点次	12	12	12	12	12	12	12	12	12				108
	人工取样																
地表水检测	仪器分析	2	每年2次	点次	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	48
地表水取样	人工取样																
土壤分析	仪器分析	3	每年1次	点次	3	3	3	3	3	3	3	3	3				27
土壤取样	人工取样																
地貌景观监测	无人机航拍	矿区范围	每月1次	次	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
监测工作量小计		40			154	154	190	192	234	232	190	199	190	17	17	17	1786

## 6.3.2 土地资源监测

### 6.3.2.1 监测对象

按照《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）要求，土地资源监测对象及内容如下：

- (1) 主要开展保护预防控制、损毁现状与拟损毁、复垦修复成效监测。
- (2) 监测矿山开采挖损、塌陷、压占等损毁土地类型、面积及程度，损毁基本农田情况。
- (3) 监测矿山开采生态用地损毁情况。
- (4) 监测已损毁土地复垦利用状况。
- (5) 监测拟损毁土地资源情况。

### 6.3.2.2 监测区域

监测范围以土地复垦责任范围为准，重点监测废石堆场、选矿厂及运输轨道区、采空塌陷区等区域。

### 6.3.2.3 监测内容

监测内容包括：土地损毁情况（损毁范围、损毁类型、损毁程度等）、土地复垦效果（土地复垦率、土壤质量、植被成活率、覆盖度等）。

### 6.3.2.4 监测措施

#### ① 土地损毁情况

主要通过资料搜集、人工现场调查与简易测量对地表土地损毁情况进行监测。

主要收集区内土地利用现状图、土地损毁前土壤类型、各种理化性质等信息，以此获得区内土地利用/土壤本底覆盖数据，以便对后期的变化进行跟踪对比分析。

通过人工调查和样品采集、定点观测（照相机、标杆、尺子等）对矿区所有土地复垦区内损毁土地的范围、面积、损毁类型、损毁程度进行测量和登记，为土地复垦提供基础资料。

#### ② 复垦效果监测

##### a) 土壤质量监测

通过采样分析、监测各个土地复垦单元复垦质量控制情况，判别土地复垦的有效性，为复垦管护提供数据支持。

土地质量监测项目包括地形坡度、有效土层的厚度、pH值、汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍等。

土壤样品采集包括表土样和剖面样，表土采集深度0~20cm，采用多点等量混合法采集；剖面样按A、B、C层分层采集，多用于环境地质背景监测。样品应送至具有测试资质和能力的单位进行化验分析。

复垦土地质量检验分两个阶段进行。第一阶段检验在土壤重构完成后实施。土壤重构检验合格后方可进行植被重建；第二阶段植被重建检验包括种植质量检验和种植效果检验。一般情况下，在种植当年进行种植质量检验，第三年进行种植效果检验。

#### b) 复垦植被监测

耕地监测内容包括土壤耕性和农作长势和产量；林地监测内容为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等；草地监测内容为生长势、高度、种植密度、覆盖率、产草量等。监测方法为样方随机调查法。

#### 6.3.2.5 监测站点布设

土地复垦监测站点的布设是根据土地复垦责任区范围、复垦单元划分及复垦措施特点，并考虑观测与管理的方便性而布设。共布设11个监测点（见图5-9），即选厂（T1）、炸药库（T2）、矿石周转场（T3）、尾矿浆及回水管道（T4）、预测塌陷坑YT XK2（T5）、预测塌陷坑YT XK3（T6）、预测塌陷坑YT XK4（T7）。

上述土地复垦监测点中，除各处复垦效果监测之外，选厂、炸药库和采空塌陷区内的耕地同时进行土壤质量监测，尾矿浆及回水管道和采空塌陷区林地使用原地土壤复垦，无客土，不设计土壤质量监测任务。另在T5、T6和T7三处拟塌陷损毁区预留1~2年的土地损毁监测，监测时间从监测点附近矿体开采时计。

#### 6.3.2.6 监测频次

复垦效果监测频率为2次/年，春秋季各监测1次，复垦期及管护期监测，共监测5年。土壤质量监测频率为1次/年，复垦期及管护期监测，共监测5年。

#### 6.3.2.7 监测工作量

具体工作量详见表5-16。

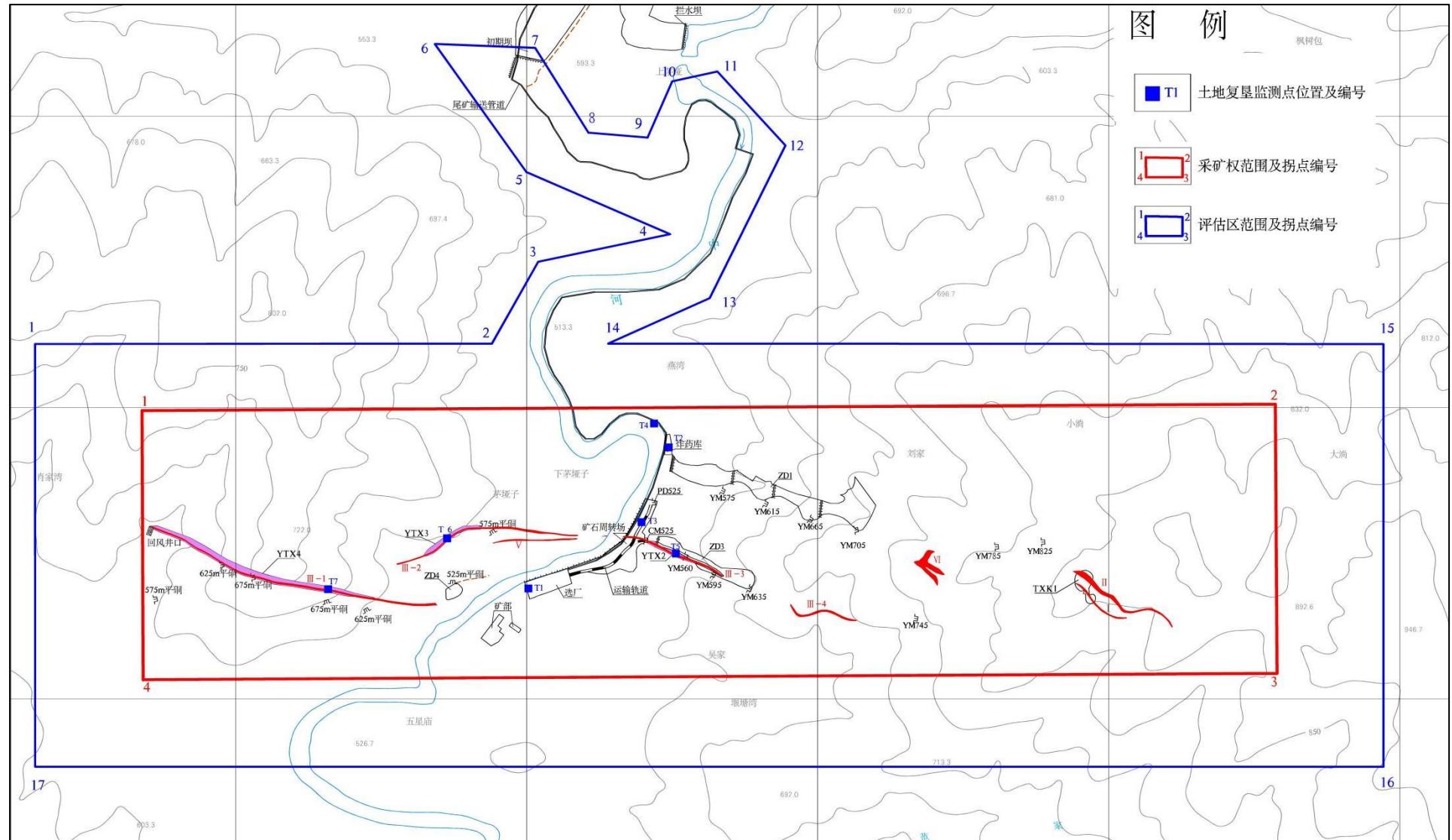


图 5-9 鹿鸣金矿土地资源监测点布设图

表 5-16 土地资源监测工作量表

监测位置	监测内容	单位	监测工程量												
			2025 年	2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	2031 年	2032 年	2033 年	2034 年	2035 年	2036 年	
选厂 (T1)	土地损毁监测	点次	1	1	1	1	1	1	1	1	1				9
	土地复垦监测	点次										2	2	2	6
	土壤质量	点次										1	1	1	3
炸药库 (T2)	土地损毁监测	点次	1	1	1	1	1	1	1	1	1				9
	土地复垦监测	点次										2	2	2	6
	土壤质量	点次										1	1	1	3
矿石周转场 (T3)	土地损毁监测	点次	1	1	1	1	1	1	1	1	1				9
	土地复垦监测	点次										2	2	2	6
	土壤质量	点次										1	1	1	3
尾砂浆及回水管道 (T4)	土地损毁监测	点次	1	1	1	1	1	1	1	1	1				9
	土地复垦监测	点次										2	2	2	6
	土壤质量	点次										1	1	1	3
YTX2 (T5)	土地损毁监测	点次					1	1	1	1	1				5
	土地复垦监测	点次										2	2	2	6
	土壤质量	点次										1	1	1	3
YTX3 (T6)	土地损毁监测	点次							1	1	1				3
	土地复垦监测	点次										2	2	2	6
	土壤质量	点次										1	1	1	3
YTX4 (T7)	土地损毁监测	点次							1	1	1				3
	土地复垦监测	点次										2	2	2	6
	土壤质量	点次										1	1	1	3
合计			4	4	4	4	5	5	7	7	7	21	21	21	110

表 5-17 土地资源监测工作量统计表

监测站点	编号	监测工程量						监测期限	备注		
		土地损毁监测		土地复垦效果		土壤质量					
		频次	总计	频次	总计	频次	总计				
		(次/年)	(次)	(次/年)	(次)	(次/年)	(次)				
选厂	T1	1	9	2	6	1	3	2025 年—2036 年			
炸药库	T2	1	9	2	6	1	3	2025 年—2036 年			
矿石周转场	T3	1	9	2	6	1	3	2025 年—2036 年			
尾砂浆及回水管道	T4	1	9	2	6	1	3	2025 年—2036 年			
YTX2	T5	1	5	2	6	1	3	2029 年—2036 年			
YTX3	T6	1	3	2	6	1	3	2032 年—2036 年			
YTX4	T7	1	3	2	6	1	3	2032 年—2036 年	水田和旱地单独作土壤监测		
合计(次)			47		42		21				

### 6.3.3 生态系统监测

#### 6.3.3.1 监测对象

- (1) 已复垦区的植被，包括林地、草地、耕地等。
- (2) 生态系统功能维护监测中林地生态状况监测。

#### 6.3.3.2 监测措施

- (1) **目标任务：**通过防火、防虫、防病、灌溉、补植、抚育等措施，提高复垦区植被的成活率及复垦质量。
- (2) **管护范围：**矿区复垦为林地的所有复垦单元。管护期为三年；
- (3) **管护内容：**包括防火、防虫、防病、补植、浇水及抚育等措施；
- (4) **管护措施：**为了提高树木的成活率、保存率，村委会、业主和管护人员三方相互协调，落实好管护责任制，对苗木死亡的进行填补，对倾倒苗木进行扶正等，及时浇水施肥、防火防虫，提高树木的保存率。

a.浇水：植树后及时灌水 2~3 次，第一次浇灌应确保水能渗透根部，一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌。

b.施肥：复垦土地主要靠施撒化学肥料（复合肥）增加土壤营养物质，每年5—6月应追施一次复合肥，采用穴施或环施法。

c.病虫害防治：每年应喷洒1~3次广谱性杀虫剂和杀菌剂，多次喷洒时应交替使用几种药物喷杀，避免重复用同一种药导致病虫产生抗药性。对突发性病虫应及时有针对性地喷杀农药。喷药时应注意喷植物的叶背面及根茎部位。

d.修枝与间伐：修枝是调节林木内部营养的重要手段，通过修剪促进主干生长，减少枝叶水分与养分的消耗。间伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。修剪时应严格保护主干顶芽不受损伤；对由于受意外伤害折断而枯黄的枝叶应及时修剪；修剪应达到均衡、完整树冠和促进生长的要求；灌木在冬季进行一次平叉处理即可；剪下的枝叶应及时清除，集中运走。

e.补植：部分植物死亡，应及时补植。补植采用同一树种大苗和同龄苗，要在高度、粗度或株丛数等方面与周围正常生长指标一致，以保证绿化整齐性。要及时防治虫害、林草抚育，搞好护林防火等工作，同时适时松土、施肥、精心培育、及时补植植被。

f.防火：冬季注意防火。

**(5) 管护时间及管护频率：**本方案植被管护期设计为3年，管护次数为每年管护2次，春秋季节各1次。

**(6) 管护组织机构：**复垦后植被应由专人管护，由矿山企业与管护员签订四年人工巡护合同。当造林成活率没有达到合格标准的造林地时，管护人员应在造林季节及时进行补植、补播、浇水，及时做好防治鼠（虫）害、林草抚育和防火等工作。所需的苗木由矿方统一供给。

### 6.3.3.3 生态系统监测工作量

主要工程量包括管护期对复垦耕地增施无机复合肥400kg/hm<sup>2</sup>，已计入工程施工费用中。

采空塌陷区和废渣堆台面、炸药库拟复垦为乔木林地，以补栽栓皮栎、补种紫穗槐和葛藤为主，不预留补栽和补种材料费。

管护人员1名；管护劳务费按市价取值，每公顷植被的管护费用为3600元/年。

具体管护期工程量见表5-17。

表5-17 管护期耕地、林地培肥、补种工程量表

复垦地类	管护面积 (hm <sup>2</sup> )	原材料	标准	工程量	备注
------	----------------------------	-----	----	-----	----

水田	0.0236	复合化肥（施肥）	400 kg/hm <sup>2</sup>	10.62kg	已计入复垦工程量
旱地	0.248	复合化肥（施肥）	400 kg/hm <sup>2</sup>	142.6kg	已计入复垦工程量
乔木林地	1.0538	栓皮栎（补植）	5%	58 株	已计入复垦工程量
灌木林地	0.2283	葛藤（补植）	5%	25 株	已计入复垦工程量
人工牧草地	1.2821	混种草籽	20%		已计入复垦工程量
管护劳务费：按市价取值，每公顷植被的管护费用为 3600 元/年。					

## 6.4 监测评价

### 6.4.1 评价要求

(1) 基于基值、参照值、监测值、目标值，采用单因子比较、趋势评价、专家评价、公众参与等方法，或可参照国际五星评级系统和生态恢复轮可视化等方法，对监测时点的矿山地质环境破坏与恢复治理、土地损毁与复垦利用、生态系统破坏(退化)与恢复开展评价。

(2) 对地表水环境质量、渔业水质、农用地土壤风险管控、建设用地土壤风险管控、农田灌溉水质、土地复垦率、水土流失量等约束性指标，采用单因子指数、样本超标率以及治理率来评价。当样本中单因子影响指数均值显著大于 1，或样本超标率大于 10%，则评定为不合格。

(3) 对郁闭度(覆盖率)、生态系统质量、生物多样性、土壤肥力等预期性指标，可采用趋势评价、五星系统和生态恢复轮等进行定量定性评价，判断其变化趋势。

### 6.4.2 评价内容

#### 6.4.2.1 地质环境恢复治理评价

(1) 基于监测值，开展矿山地质稳定性评价，获得矿区地质环境破坏隐患个数、规模和面积；分析地表塌陷、地表挖损影响土地面积和程度；分析地表水环境和地下水环境破坏情况。地质灾害发育程度及危险性评价按照 GB/T 40112 执行，地下水水质按照 GB/T 14848 执行。

(2) 开展地下水含水层破坏类型及危害程度评价，破坏危害程度评价按照 GB/T 42362 执行。

(3) 结合地质环境恢复治理监测值，获得治理面积和地质隐患排除个数，计算恢复治理率，计算监测点位地下水和地表水环境达标率。

#### 6.4.2.2 土地资源复垦利用评价

- (1) 对矿山开采保护措施及效果监测保护措施和预防控制开展定性评价。
- (2) 水土保持评价按照 GB/T 51240 执行。
- (3) 挖损、压占、占用、塌陷等损毁土地评价按照 TD/T 1031(所有部分)执行。
- (4) 耕地质量等级划分按照 GB/T 33469 执行。复垦修复耕地、园地、林地、草地和建设用地等评价按照 TD/T 1036 执行。

#### **6.4.2.3 生态系统恢复效果评价**

- (1) 统计或计算监测时复垦修复林地的造林密度、造林成活率、造林保存率、树种类型，结合目标值，判定是否达到复垦修复设定的工程设计标准。
- (2) 地表水环境质量评价按照 GB 3838 执行，渔业水质标准按照 GB 11607 执行，农用地土壤风险管控按照 GB 15618 执行，建设用地风险管控按照 GB 36600 执行，农田灌溉水质标准按照 GB 5084 执行，采煤塌陷区水资源环境评价方法按照 GB/T 37574 执行。
- (3) 复垦修复生态系统格局和质量评价按照 GB/T 42340 执行，生态系统服务功能评价按照 HJ 1173 执行。生态系统固碳通过植物固碳和土壤固碳计算，其中林地碳储量计量按照 LY/T 2988 执行，湿地固碳计算按照 LY/T 2899 执行。综合参照生态系统和各类生态系统质量评价结果，分析评价区内生态系统质量状况以及不同时期动态变化特征。

### **6.4.3 监测评价成果**

#### **6.4.3.1 监测评价报告编制**

监测评价报告应包括矿山基本情况、监测点布设情况，监测范围及监测对象和监测指标，采矿以来及监测期地质环境破坏、土地资源损毁和生态系统破坏(退化)情况，矿山复垦修复主要措施和工程实施情况，复垦修复监测对象的现状及变化趋势，复垦修复效果评价。结合监测和评价结果开展适应性管理，提出修正、改进复垦修复工程、技术管理措施的对策和建议。

#### **6.4.3.1 监测评价数据管理**

- (1) 按照自然资源调查监测和矿山复垦修复相关法规、标准规范的要求，对数据资料进行分级分类建库和管理，各单位对数据质量负责，数据的传输、共享和应用应符合相关规定。
- (2) 对各阶段工作产生的各类数据及时分类整理、编目、存档。除保存原始纸介质资料外，应建立监测数据集，进行数据资料管理。信息系统建设应符合国家相关网络安全设计要求。

(3) 建立调查监测成果发布机制。在调查监测工作完成后，涉及社会公众关注的成果数据或数据目录，履行相关的审核程序后，统一对外发布。

## 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

#### 1.1 总体目标

以“矿山开发与矿山地质环境、土地资源保护协调发展”为目标，以避免和减少矿山开发建设引起的地质环境问题、土地损毁为目的，保护矿山地质环境和土地资源。根据矿山开发建设工程的特点、针对矿山地质环境、土地损毁的现状和预测结论，提出具体、实用、可操作的防治措施建议。具体目标如下：

(1) 对工程建设、运行过程中可能新发生的不稳定地质体（崩塌、滑坡、塌陷等）进行综合防治，治理率 100%，彻底消除不稳定地质体隐患，有效保护建设工程的安全运行，确保人民生命财产不受损失。

(2) 对矿区现状损毁土地和预测拟损毁土地合理规划，统筹安排土地复垦工程。土地复垦率 100%。复垦后使矿区山、水、田、林、路景观与自然环境相协调，生态环境相对于损毁前得到明显改善。

(3) 对矿山及周边的不稳定地质体、土地资源、含水层、水土环境影响和地形地貌景观破坏情况进行全面监测；对损毁土地及时复垦；对含水层破坏、水土环境影响发现后及时治理。矿山地质环境问题监测覆盖率 100%，不稳定地质体及地形地貌综合整治率 95%以上。

#### 1.2 主要任务

(1) 对矿区 ZD1、ZD2 渣堆进行工程治理。

(2) 对选厂及废渣堆上工业场地等废弃建筑物进行拆除，对硐口进行封闭。

(3) 对已复垦的 ZD1 渣堆进行补植补栽，对矿区内的选厂、炸药库、矿石周转场、采空塌陷区等八个复垦单元区损毁土地实施土地复垦、监测与植被管护。

(4) 建立矿山环境监测系统，对矿山地质环境问题（不稳定地质体、含水层破坏、地貌景观破坏及水土环境影响）进行监测和预警。对矿区不稳定地质体易发区和地质环境破坏敏感区（点）实施重点监测，包括废石场、采空塌陷区、地下水水质和流量。

(5) 完善矿山突发地质环境事故应急机制和应急措施，尽最大限度避免和控制矿山地质环境破坏和土地损毁发生。

#### 1.3 工作部署

鹿鸣金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案的规划年限为 12a，按照矿山环境恢复

治理、土地复垦工作与主体工程“同时设计、同时施工、同时使用”的三同时原则，本方案将矿山地质环境保护与土地复垦工作分近、中远两期实施，近期5年、中远期7年。具体如下：

近期5年，对矿区现状和矿山基建生产运行过程中造成的不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境影响等地质环境问题进行科学的预防、治理与监测，对损毁土地进行复垦、监测及管护。

中远期7年，矿山生产尾期及矿山闭坑期恢复治理期，主要任务是对矿山开采过程中造成各种矿山地质环境问题、损毁土地进行全面的治理、复垦与监测、管护。

## 二、阶段实施计划

按照矿山建设、生产规划和各工作部署阶段预测存在的不稳定地质体隐患、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境影响和土地损毁问题及特征，确定各阶段地质环境保护与土地复垦的工作计划及复垦面积见表6-1。

### (1) 近期5年实施计划

**地质环境保护工程：**此阶段为矿山开采期，主要ZD1渣堆底部修建浆砌石挡墙和截排水系统，ZD2修建截排水系统；对III-3矿体预测采空地面塌陷隐患YTX2自动化监测点设置及监测、矿区地下水水位及水质、地表水水质、土壤环境、土壤质量进行定时、定点监测，对矿区地形地貌景观监测；对矿山运行过程中新发现矿山环境问题进行治理。

**土地复垦工程：**对已复垦的ZD1渣堆进行补植补栽，对矿区损毁土地进行调查、监测。

### (2) 中远期7年实施计划

**地质环境治理工程：**对III-1和III-2、III-3矿体采区地表塌陷隐患区进行监测；对矿区地下水水位及水质、地表水水质、土壤质量进行定时、定点监测，对矿区地形地貌景观监测；对矿山运行过程中新发现矿山环境问题的进行治理。

**土地复垦工程：**对各坑口及坑口场地、选厂、炸药库、矿石周转场进行复垦、监测与管护，对III-1和III-2、III-3矿体地表塌陷损毁土地进行复垦、监测、管护。主要工程有建筑拆除、硐口封堵、场地清理和找平、土地翻耕、土壤覆盖、土壤培肥、栽树种草和复垦效果监测、植被管护。

表6-1 矿山地质环境保护与土地复垦工程阶段实施计划

阶段	工程类型	阶段实施工程
----	------	--------

阶段	工程类型	阶段实施工程
近期 5 年	矿山地质环境治理	1.ZD1、ZD2 渣堆治理工程; 2.矿山不稳定地质体、含水层、水土环境、地貌景观及采空区地表变形监测; 3.矿山运行过程中新发现矿山环境问题的治理工程;
	土地复垦	ZD1 渣堆补植补栽，土地损毁监测
中远期 7 年	矿山地质环境治理	1.远期地面塌陷、地面裂缝监测(YTX2、YTX3、YTX4 塌陷隐患区); 2.矿山不稳定地质体、含水层、水土环境、地貌景观及采空区地表变形监测; 3.矿山运行过程中新发现矿山环境问题的治理工程; 4.硐口封堵(13 个硐口)。
	土地复垦	1.选厂场地复垦、监测、管护工程; 2.炸药库场地复垦、监测、管护工程; 3.尾砂浆及回水管道复垦、监测、管护工程; 4.矿石周转场场地复垦、监测、管护工程; 5.YTX2、YTX3 和 YTX4 采空塌陷区复垦、监测、管护工程。

### 三、近期年度工作安排

本方案近期 5 年实施的矿山地质环境保护与土地复垦工程主要为 4 项，其中矿山地质环境治理工程共 2 项(包括 ZD1、ZD2 渣堆治理工程和矿山地质环境监测)，土地复垦监测工程 2 项，技术服务项目 1 项。主要任务是：做好矿山现状不稳定地质体治理和生产期可能引发不稳定地质体、含水层破坏、水土环境和地形地貌景观破坏的预防(治理和监测)工作，ZD1 渣堆进行补植补栽，同时完成每年度工程场地的土地损毁监测工作。按照《矿山地质环境恢复治理与验收规范》(DB61/T 1455-2021)各年度需要编制年度实施计划和年度验收报告，适用期到期后需编制适用期验收报告等技术资料。因此，鹿鸣金矿近期应实施的工程及工作量见表 6-2。

表 6-2 近期五年矿山地质环境治理与土地复垦计划任务及工作量表

年度	工程类型	工程内容	主要工作措施及工程量
第 1 年	矿山地质环境治理	1. ZD1、ZD2 �渣堆治理工程;	1. ZD1、ZD2 渣堆修建拦渣坝和截排水渠：人工挖沟渠 1228.72m <sup>3</sup> 、人工夯实土方 602.32m <sup>3</sup> 、预制“U型”水渠 120.95m <sup>3</sup> 、砂砾石垫层 483.79m <sup>3</sup> 、伸缩缝 48.38m <sup>3</sup> 、M10 浆砌石片 120m <sup>3</sup> 、砂浆抹面 48m <sup>2</sup> 、Φ 110PVC 排水管 30m、警示牌 2 块。
		2. 矿山地质环境监测	2. 人工巡查监测 134 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。

	土地复垦	1. ZD1 �渣堆补植补栽 2. 土地复垦监测	1. 栽植刺槐 179 株，播撒草籽 0.1621hm <sup>2</sup> ； 1. 土地损毁监测 4 次。
	技术服务	生态修复方案、年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	矿区生态修复方案 1 本、年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。
第 2 年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 人工巡查监测 134 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。
	土地复垦	1. ZD1 渣堆补植补栽 2. 土地复垦监测	1. 栽植刺槐 59 株，播撒草籽 0.0540hm <sup>2</sup> ； 1. 土地损毁监测 4 次。
	技术服务	年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。
第 3 年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 人工巡查监测 170 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。
	土地复垦	1. 土地复垦监测	1. 土地损毁监测 4 次。
	技术服务	年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。
第 4 年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 人工巡查监测 172 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。
	土地复垦	1. 土地复垦监测	1. 土地损毁监测 4 次。
	技术服务	年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。
第 5 年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 设置 GNSS 监测点 6 处；人工巡查监测 208 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。
	土地复垦	1. 土地复垦监测	1. 土地损毁监测 5 次。
	技术服务	年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告、适用期验收报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本、适用期验收报告 1 本。

## 第七章 经费估算与进度安排

### 一、经费估算依据

#### 1.1 编制原则

- (1) 符合国家相关法律、法规规定；
- (2) 预算定额与经济合理相结合的原则；
- (3) 政府指导价与市场价调节价相结合的原则；
- (4) 以工程设计方案为基础的原则；
- (5) 科学、合理、高效的原则。

#### 1.2 矿山地质环境保护治理工程估算编制依据

根据陕西省水利厅《关于发布《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024 年修正）等计价依据的通知》（陕水规计发〔2024〕107 号），本方案矿山地质环境治理工程预算按照以下文件编制：

- (1) 《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修正）；
- (2) 《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024 年修正）；
- (3) 《陕西省水利建筑工程预算定额》（2024 年修正）；
- (4) 《陕西省水利设备安装工程预算定额》（2024 年修正）；
- (5) 《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（2024 年修正）；
- (6) 《国家发展和改革委员会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）；
- (7) 《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号，2019 年 3 月 20 日）；
- (8) 《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（国家发展改革委 建设部 发改价格〔2007〕670 号）；
- (9) 《招标代理服务收费管理暂行办法》（国家计划委员会 计价格〔2002〕1980 号）；
- (10) 2025 年 6 月《陕西工程造价信息》中含税市场价；
- (11) 本方案设计的矿山地质环境治理工程量。

#### 1.3 土地复垦工程估算编制依据

- (1) 《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》（TD/T 1031.1——2011）；

(2)《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);

(3)《土地开发整理项目预算定额标准》(《土地开发整理项目预算定额》《土地开发整理项目施工机械台班费定额》《土地开发整理项目预算编制规定》)(财综〔2011〕128号);

(4)国土资源部关于印发《土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案》的通知(国土资厅发〔2017〕19号,2017年4月6日);

(5)《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》陕建发〔2017〕270号;

(6)《地质调查项目预算标准(2021)》(自然资源部中国地质调查局,2021年7月);

(7)《测绘生产成本费用定额》(财建〔2009〕17号);

(8)《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部、税务总局、海关总署公告2019年第39号);

(9)《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准(试行)》(陕国资发〔2004〕22号);

(10)2025年第1期《陕西工程造价信息》中含税市场价;

(11)本方案设计的矿山土地复垦工程量。

## 二、矿山地质环境保护与治理工程经费估算

### 2.1 估算方法

#### 2.1.1 基础价格

(1)人工预算单价

依据陕西省水利厅2018年11月发布《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》人工预算单价执行普工50元/工日、技工75元/工日标准。

(2)材料预算价格

按照陕发改投资〔2016〕1303号文,材料预算价格中的材料原价、运杂费,运输保险费、采购及保管费等分别按不含相应增值税进项税额的价格计算。现价含增值税进项税额价格时,按以下公式调整:

预算材料单价=材料原价(含增值税进项税额)÷调整系数。

调整系数见表 7-1。

表 7-1 含增值税进项税额材料价格调整系数表

类 型	内 容	调整系数
材料原价	主要材料：包括水泥、钢筋、柴油、汽油、炸药、木材、引水管道、安装用电缆、轨道、钢板等，其他占工程造价比例高的材料	1.13
	次要材料	1.03
	外购砂、石料、土料	1.03
	商品混凝土	1.03
运杂费	运杂费	1.03
采购及保管费	采购及保管费率调整为 3.2%	

材料单价：主要材料价格参照《陕西工程造价信息》2019 年第 9 期中含税市场价取值（见表 7-2），次要材料以当地市场调查价为准。由于本方案工程所需材料都可就近在铁佛寺镇采购，运距短，且随需随买，因而材料预算单价按照不含增值税（可抵扣进项税款）材料原价计算，不计材料包装费、运输保险费、运杂费及采购保管费。

其中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油以规定价进单价，预算价与规定价之差在计取税金后列入单价中。

（3）施工用风、水、电预算价格：按照施工组织设计确定的方案进行计算。电价为 0.6 元/kwh，风价为 0.12 元/m<sup>3</sup>，水价取费为 1.0 元/m<sup>3</sup>。

表 7-2 主要材料预算价格汇总表（单位：元）

编 号	材 料 名 称	单 位	市 场 价 (含 税)	规 定 价 (含 税)	调 整 系 数	估 算 价 (不 含 税)	规 定 价 (不 含 税)	价 差
1	钢 筋	t	3590	2600	1.13	3176.99	2600	576.99
2	钢 板	t	3790	2800	1.13	3353.98	2800	553.98
3	板 材	m <sup>3</sup>	2320	1500	1.13	2053.10	1500	553.10
4	原 木	m <sup>3</sup>	1750	1200	1.13	1548.67	1200	348.67
5	水 泥 (PO42.5)	t	430	260	1.13	438.05	260	178.05
6	砂 子	m <sup>3</sup>	249	50	1.03	241.75	50	191.75
7	石 子	m <sup>3</sup>	317	80	1.03	228.16	80	148.16
8	块 (片) 石	m <sup>3</sup>	230	50	1.03	266.99	50	216.99
9	汽 油 (92 号)	kg (或 1.38L)	9.68	3.5	1.13	8.57	3.50	5.07
10	柴 油 (0 号)	kg (或 1.2L)	8.36	3	1.13	7.40	3.00	4.40
12	电	度	0.60		1.0	0.60		
13	水	m <sup>3</sup>	1.00		1.0	1.00		
14	风	m <sup>3</sup>	0.12		1.0	0.12		

15	扎丝	kg	6.00		1.03	5.83		
16	铁丝	kg	5.90		1.03	5.73		
17	刺铁丝	kg	16.00		1.03	15.53		
18	栓皮栎、板栗(米径2cm)	株	3.00	5	1.03	2.91	5.00	-2.09

## 2.1.2 工程单价

工程单价（建筑工程单价）是指以价格形式表示的完成单位工程量（如  $1m^3$ ）所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润和税金四部分组成，取费标准如下：

（1）直接工程费：是指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动的费用。由基本直接费、其他直接费组成。

① 直接费包括：人工费、材料费及施工机械使用费。材料费及施工机械使用费均按不含增值税进项税额的基础单价计算。

② 其他直接费：

其他直接费=基本直接费×其他直接费费率；

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数。

根据陕西省水利厅发布的《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》陕南地区建筑工程其他直接费基准费率取 7%（其中安全文明施工措施费率为 2%，不包括夜间施工增加费费率 0.5%），工程类别调整系数取 1.0。

（2）间接费：按《陕西省水利水电工程概预算编制办法及费用标准》（2017 版）执行，详见表 7-3。

表 7-3 间接费取费标准表

序号	工程类别	取费基础	间接费率 (%)
1	土方工程	直接费	8.5
2	石方工程	直接费	12.5
4	混凝土工程	直接费	9.5
5	钻孔灌浆工程	直接费	10.5
6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5
7	其他	直接费	10.5

（3）企业利润：是指按规定应计工程措施及植物措施的利润。企业利润按直接工程费与间接费之和的 7%计算。

（4）税金

税金=（直接费+间接费+利润+价差）×建筑业增值税销项税率（9%）

（5）定额扩大费：本方案经费属于估算经费，按照《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，投资估算工程单价扩大10%。

#### （6）特殊工程取费标准

① 建筑拆除费：该项目拆除建筑物以彩钢临时工棚为主，拆除费按目前市场价取费30元/m<sup>2</sup>。

② 警示牌按市场价格计算，600元/块。

③ GNSS自动监测站单价按市场价3200元/个计。

### 2.1.3 临时工程费

临时工程：包括临时施工交通工程、临时房屋建筑工程、临时租用场地和施工安全专项工程。其费用标准按《陕西省水利水电建筑工程预算定额》计算；其他临时工程费用标准按照临时防护工程投资的3%计算。

### 2.1.4 独立费用

#### 2.1.4.1 建设管理费

包括建设单位开办费、建设单位人员管理费、工程建设监理费、项目建设管理经常费、招标代理费和联合试运转费等。

（1）建设单位开办费：无。

（2）建设单位人员管理费：按建安工程费的1.5%计取。

（3）工程建设监理费：按发改价格〔2007〕670号文件计算。本项目总投资小于500万元，项目工程建设监理费基本取费为16.5万元，专业调整系数为0.9。

（4）项目管理经常费：按建安工程费和建设单位开办费之和的4.5%计取。

（5）招标代理费：按建安工程费的0.7%计取。

（6）第三方工程质量检测费：按建安工程费的0.5%计取。

（7）工程验收费：按建安工程费的1.5%计取。

（8）咨询评审服务费：按建安工程费的1.0%计取。

（9）工程保险费：以建安工程费为计算基础，费率取0.5%。

#### 2.1.4.2 生产准备费

未计入本次预算。

#### 2.1.4.3 科研勘察设计费

（1）工程科学研究试验费：未计。

(2) 勘察设计费：按工程措施投资的 10%计取；本方案前期工作系数取 1.0。

#### 2.1.4.4 矿山地质环境监测费

矿山地质环境保护监测内容包括不稳定地质体（崩塌、滑坡、地面塌陷、地裂缝、泥石流和不稳定边坡）监测、地下水监测、水土（地表水水质、土壤质量）监测、地形地貌景观监测。

##### (1) 监测费用构成

矿山企业设置有专职矿山地质环境监测科室（安环科、生产技术部），对矿山地质环境进行全方位监测，监测费用由矿方负责，在管理费和安措费中提取和摊销。经和矿方管理人员测算，矿山地质环境保护监测费用 2 万元/年（含人工费、材料费用）。水样、土壤样委托有资质单位测试分析，具体费用构成和标准如下：

###### ① 水质分析

水质分析指标包括简分析+化学需氧量（COD）+重金属（Cu、Pb、Zn、Hg、As、Cd、Cr、Ni），单位预算标准=Σ 单项目预算标准=1100 元/件。单项目收费标准见表 7-4。

###### ② 土壤质量分析

土壤分析指标包括 pH 值、汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍。单位预算标准=Σ 各试验项目预算标准=900 元/件。各试验项目预算标准见表 7-5。

③ 监测人员福利补贴及消耗材料购置费：按 2 万元/年计算。

④ 设备购置费用：包括自动化监测设备每台价格按市场价 0.32 万元计；

表 7-4 水样测试费用预算标准

序号	测试项目	单位	预算标准（元）	序号	测试项目	单位	预算标准（元）
1	简分析	项	250	6	Cd	项	100
2	化学需氧量	项	50	7	As	项	100
3	Cu	项	100	8	Hg	项	100
4	Pb	项	100	9	Cr	项	100
5	Zn	项	100	10	Ni	项	100
单位预算标准：1100 元/件							

表 7-5 土壤样测试费用预算标准

序号	测试项目	单位	预算标准（元）	序号	测试项目	单位	预算标准（元）
1	PH	项	100	6	As	项	100
2	Cu	项	100	7	Hg	项	100
3	Pb	项	100	8	Cr	项	100

4	Zn	项	100	9	Ni	项	100
5	Cd	项	100	10			
单位预算标准：900 元/件							

## (2) 监测费用估算

监测费用=监测工作量×预算标准或取费标准。

其中：矿区共设置 40 个地质环境监测点，其中采空区地面塌陷、裂缝监测点 3 处（J1、J2、J3）、自动化监测点 21 处、坝体稳定性监测点 4 处（J4、J5、J6、J7）、地下水水位监测点 3 处（J9、J10、J11）降雨量监测点 1 处（J8）、地下水水质监测 3 处（J12、J13、J14）、地表水监测点 3 处（J16、J16、J17）、土壤质量监测点 2 处（J18、J19），地貌景观观测覆盖全区。矿山规划总体部署年限内的总观测点数为 1786 点次。各年度/阶段的监测费用统计见表 7-6。

表 7-6 监测费用统计表（单位：万元）

序号	工程或费用名称	综合单价 (元)	估算费用(万元)							
			近期 5 年						中远期 7 年	
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	小计		
1	矿山地质环境监 测		4.30	4.30	4.84	4.87	7.33	25.65	27.35	53.00
1.1	GNSS 自动化监测 站	3200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.92	1.92	4.80	6.72
1.2	人工巡查监测	150.00	2.01	2.01	2.55	2.58	3.12	12.27	11.28	23.55
1.3	地下水监测	1100.00	1.32	1.32	1.32	1.32	1.32	6.60	5.28	11.88
1.4	地表水监测	1000.00	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40	2.00	2.80	4.80
1.5	土壤监测	900.00	0.27	0.27	0.27	0.27	0.27	1.35	1.08	2.43
1.6	地貌景观监测	3018.00	0.30	0.30	0.30	0.30	0.30	1.51	2.11	3.62

## 2.1.4.5 建设及施工场地征用费

(1) 永久占地：未计。

(2) 临时占地：未计。

## 2.1.4.6 其他

(1) 定额编制管理费：未计。

(2) 工程质量监督费：按财综〔2008〕78 文，不予计列。

(3) 工程保险费：以建安工程费为计算基础，费率取 0.5%。

(4) 其他税费：未计。

### 2.1.5 基本预备费

以建安工程费+临时工程费+独立费用为计算基础，费率取 10%。

## 2.2 估算表的编制方法

地质环境保护监测工程总投资估算表由建安工程费、临时工程费、独立费用及基本预备费四部分组成。各部分费用估算的计算公式如下：

建安工程费=估算工程量×工程单价（建安工程单价）；

临时工程费=估算临时工程量×工程单价+其他临时工程费；

独立费用=建设管理费+场地征用费+生产准备费用+科研勘测设计费+其他费用；

基本预备费=（建安工程费+临时工程费+独立费用）×10%；

工程总投资=建安工程费+临时工程费+独立费用+基本预备费。

## 2.3 矿山地质环境保护与治理工程量

矿山地质环境保护与治理工程量见表 7-7。

表 7-7 矿山地质环境保护与治理工程量表

序号	工程或费用名称	单位	工作量						中远期 7年	合计		
			近期 5 年									
			第 1 年	第 2 年	第 3 年	第 4 年	第 5 年	小计				
一	地质环境治理工程											
1	地面塌陷、地裂缝治理工程											
1.1	YTX2											
1.1.1	塌陷区防治土方量	m <sup>3</sup>							301.5	301.5		
1.1.2	警示牌（块）	块							6	6		
1.2	YTX3									0		
1.2.1	塌陷区防治土方量	m <sup>3</sup>							485	485		
1.2.2	警示牌（块）	块							6	6		
1.3	YTX4											
1.3.1	塌陷区防治土方量	m <sup>3</sup>							2010	2010		
1.3.2	警示牌（块）	块							6	6		
2	ZD1、ZD2 渣堆治理工程											
2.1	拦渣坝	m <sup>3</sup>										
2.1.1	人工挖沟槽	m <sup>3</sup>	44					44		44		
2.1.2	人工夯实土方	m <sup>3</sup>	22					22		22		
2.1.3	M10 浆砌片石	m <sup>3</sup>	120					120		120		
2.1.4	砂浆抹面	m <sup>2</sup>	48					48		48		
2.1.5	Φ110PVC 排水管	m	30					30		30		

2.1.6	警示牌	块	2					2		2
2.2	截排水渠									
2.2.1	人工挖沟槽	m <sup>3</sup>	1184.72					1184.72		1184.72
2.2.2	人工夯实土方	m <sup>3</sup>	580.32					580.32		580.32
2.2.3	预制“U”型混凝土水渠	m <sup>3</sup>	120.95					120.95		120.95
2.2.4	砂砾石垫层	m <sup>3</sup>	483.79					483.79		483.79
2.2.5	伸缩缝	m <sup>3</sup>	48.38					48.38		48.38
3	硐口封堵									
3.1	硐口封堵									
3.1.1	硐口废渣运输及充填	m <sup>3</sup>							1161.6	1161.6
3.1.2	浆砌石封堵	m <sup>3</sup>							58.08	58.08
3.1.3	标识牌	块							12	12
3.2	风井口封堵									
3.2.1	硐口废渣运输及充填	m <sup>3</sup>							45	45
3.2.2	浆砌石封堵	m <sup>3</sup>							2.25	2.25
3.2.3	标识牌	块							1	1
二	地质环境监测工程									
1	矿山地质环境监测									
1.1	GNSS 自动化监测站	点次	0	0	0	0	6	6	15	21
1.2	人工巡查监测	点次	134	134	170	172	208	818	752	1570
1.3	地下水监测	点次	12	12	12	12	12	60	48	108
1.4	地表水监测	点次	4	4	4	4	4	20	28	48
1.5	土壤监测	点次	3	3	3	3	3	15	12	27
1.6	地貌景观监测	点次	1	1	1	1	1	5	7	12

## 2.4 矿山地质环境保护和治理工程费用估算

根据以上原则和计算方法，估算鹿鸣金矿矿山地质环境保护治理工程总费用及分期费用。本方案矿山地质环境保护和治理工程费用汇总表详见表 7-8。

### 2.4.1 总费用估算

矿山总服务年限内的恢复治理及监测工程估算费用为 350.54 万元（见表 7-8），其中建安工程费 40.78 万元，临时工程费 1.19 万元，地质环境监测费用 53.00 万元，独立费用 235.71 万元，基本预备费 21.05 万元。

表 7-8 矿山地质环境保护与治理工程费用汇总表

序号	投资或费用项目名称	建筑和安装工程投资	设备费	费用	合计
壹	工程部分投资费用	40.78		309.76	350.54
I	工程部分投资	40.78			40.78
一	建筑工程投资	39.59			39.59

二	机电设备及安装工程投资				0.00
三	金属结构设备及安装工程投资				0.00
四	施工临时工程投资	1.19			1.19
	监测费			53.00	53.00
II	独立费用			235.71	235.71
	基本费用(I+II)			235.71	235.71
III	预备费			21.05	21.05
一	基本预备费			21.05	21.05
	工程静态投资				350.54

#### 2.4.2 阶段投资费用估算

根据矿山地质环境保护与治理工作安排、统计工程量，计算出矿山地质环境保护与治理各阶段投资费用为：近期 158.36 万元，中远期为 192.18 万元，具体费用及设计的恢复治理工程详见表 7-9。

#### 2.4.3 近期五年投资计划安排

矿山近 5 年地质环境保护与治理工程量及投资安排为：第 1 年 71.02 万元，第 2 年 19.30 万元，第 3 年 19.84 万元，第 4 年 19.87 万元，第 5 年 28.33 万元。具体费用及设计的恢复治理工程详见表 7-10。

表 7-9 地质环境保护与治理工程投资计划表（单位：万元）

序号	治理阶段	年度	建筑工程投资	临时工程投资	地质环境监测	独立费用	基本预备费	年度投资	阶段投资
1	近期 (5年)	第 1 年	22.82	0.68	4.30	37.14	6.06	71.02	158.36
2		第 2 年			4.30	15.00		19.30	
3		第 3 年			4.84	15.00		19.84	
4		第 4 年			4.87	15.00		19.87	
5		第 5 年			7.33	21.00		28.33	
6	中远期 (7年)	第 6-12 年	16.77	0.50	27.35	132.57	14.98	192.18	192.18
合计			39.59	1.19	53.00	235.71	21.05	350.54	350.54

表 7-10 近期五年矿山地质环境保护与治理投资计划表

年度	工程类型	工程内容	主要工作措施及工程量	年度费用投资（万元）
第 1 年	矿山地质环境治理	1、ZD1、ZD2 渣堆修建拦渣坝和截排水渠：人工挖沟渠 1228.72m <sup>3</sup> 、人工夯实土方 602.32m <sup>3</sup> 、预制“U型”水渠 120.95m <sup>3</sup> 、砂砾石垫层 483.79m <sup>3</sup> 、伸缩缝 48.38m <sup>3</sup> 、M10 浆砌石片 120m <sup>3</sup> 、砂浆抹面 48m <sup>2</sup> 、Φ110PVC 排水管 30m、警示牌 2 块。	71.02	
		2、矿山地质环境监测	2、人工巡查监测 134 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。	
	技术服务	1、生态修复方案、年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	1、矿区生态修复方案 1 本、年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。	
第 2 年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 人工巡查监测 134 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。	19.30
	技术服务	1、年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。	
第 3 年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 人工巡查监测 170 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。	19.84
	技术服务	年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。	
第 4 年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 人工巡查监测 172 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。	19.87
	技术服务	1、年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。	
第 5 年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 设置 GNSS 监测点 6 处；人工巡查监测 208 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。	28.33
	技术服务	1、年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告、适用期验收报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本、适用期验收报告 1 本。	
合计				158.36

### 三、土地复垦工程经费估算

#### 3.1 取费标准及估算方法

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》和《土地开发整理项目预算定额标准》（2011年），土地复垦项目预算总投资由工程施工费、其他费用（包括工程监理费、竣工验收费和业主管理费等）、复垦监测与管护费和预备费五个部分组成。在计算中，单位以元或万元计，取小数点后两位，由于Excel自动进位引起误差值为0.01。

##### 3.1.1 工程施工费

工程施工费由直接工程费、间接费、利润和税金组成。

###### 3.1.1.1 直接费

直接费=直接工程费+措施费。

###### (1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

###### ① 人工费

计算公式：人工费=定额劳动量（工日）×人工预算单价（元/工日）

定额劳动量从《土地开发整理项目预算定额标准》查取，本项目施工范围海拔在2000m以下，非高海拔地区，人工定额劳动量不考虑调整系数。

按照《土地开发整理项目预算定额标准》计算的规定人工单价为甲类工62.40元/工日、乙类工50.20元/工日。本方案根据《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发[2021]1097号）文件规定，人工费执行调整后的120元/工日，甲乙类工同酬。人工预算单价超出规定人工单价部分计入人工差价。

###### ② 材料费

计算公式：材料费=定额材料用量×材料预算单价

定额材料用量从《土地开发整理项目预算定额标准》查取。

材料预算单价：主要材料价格参照《陕西省工程造价信息》2019年9月刊中推荐价格取值（见表7-11），次要材料以当地市场调查价为准。由于本方案工程所需材料大部分可就近在汉阴县铁佛寺镇采购（其他小部分、如草籽、刺槐种子可通过网购邮寄到本地），运距短，且随需随买，因而材料预算单价按照不含增值税材料原价计算，不计材料包装费、运输保险费、运杂费及采购保管费。

表7-11 土地复垦项目材料估算价格表（单位：元）

序号	材料名称	计量单位	市场价(含税)	调整系数	市场价(不含税)	规定限价(不含税)	价差
1	汽油	kg	9.58	1.13	8.48	5	3.48
2	柴油	kg	7.88	1.13	6.97	4.5	2.47
3	电	kwh	0.60	1.00	0.60		
4	水	m <sup>3</sup>	1.00	1.00	1.00		
5	风	m <sup>3</sup>	0.12	1.00	0.12		
6	栓皮栎(裸根苗)	株	1.00	1.03	0.97	5.0	
7	刺槐(米径2cm)	株	3.00	1.03	2.91	5.0	
8	葛藤(裸根苗)	株	3.00	1.03	2.91	5.0	
9	紫穗槐(裸根苗)	株	1.00	1.03	0.97	5.0	
10	紫穗槐(种子)	kg	50	1.03	48.54		
11	白三叶(种子)	kg	54	1.03	52.43		
12	草木樨(种子)	kg	56	1.03	54.37		
13	紫花苜蓿(种子)	kg	23.6	1.03	22.91		
14	白茅(种子)	kg	54	1.03	52.43		
15	葛藤(种子)	kg	56	1.03	54.37		
16	白三叶、紫花苜蓿、草木樨混种(配置比例0.7:1.0:0.8)	kg	42.48	1.03	41.24		
17	白茅、紫花苜蓿、葛藤混种(配置比例0.7:1.0:0.8)	kg	42.48	1.03	41.24		

### (3) 施工机械使用费

定额施工机械使用费=定额台班数×定额施工机械台班费

施工机械费=工程量×定额施工机械使用费

施工机械使用费以不含税价格计算，安装拆卸费、台班人工费不作调整。

定额施工机械台班数依据《土地开发整理项目预算定额》计取，定额台班费根据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》计算。本项目施工范围海拔在2000m以下，非高海拔地区，定额施工机械台班数不考虑调整系数。

### (2) 措施费：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、施工辅助费和安全施工措施费，项目区各费率标准详见表7-12。由于本项目不含混凝土及安装工程，不在夜间施工，因而，本项目措施费综合费率为3.6%。

表7-12 措施费费率表

工程类别			土方工程	石方工程	砌体工程	混凝土工程	其他工程	安装工程
临时设施费	计算基	费率	2	2	2	3	2	3

冬雨季施工增加费	数：直接工程费 (%)		0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
夜间施工增加费			0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
施工辅助费			0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1.0
安全施工措施费			2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
合计费率 (%)			6.2	6.2	6.2	7.2	6.2	7.8
特殊地区施工增加费	按照所在地区规定的标准计算。							

### 3.1.1.2 间接费

间接费=直接费×间接费率。

本项目工程类别包含土方、砌体及其他项目三类，间接费费率取值 5%，见表 7-13。

间接费中的相关费用项目，如属于增值税应税项目的，均按不含税的价格计算。

表 7-13 间接费费率表

序号	项目类别	计算基础	间接费费率 (%)
1	土方项目	直接费	5
2	石方项目	直接费	6
3	砌体项目	直接费	5
4	混凝土项目	直接费	6
5	其他项目	直接费	5

### 3.1.1.3 利润

按直接工程费与间接费之和计算，利润率取 3%。

计算公式：利润=（直接费+间接费）×3%

### 3.1.1.4 税金

税金是指按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，本方案按建筑业适用的增值税率 9%计算。

计算公式：税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×9%。

### 3.1.1.5 定额扩大费

本方案经费属于估算经费，按照“陕国资发〔2004〕22 号”文，估算定额标准单价可按预算定额标准扩大一定比例计算，本项目定额扩大比例为 15.5%。

## 3.1.2 设备费

本复垦方案无设备费。

### 3.1.3 其它费用

其它费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。

#### 3.1.3.1 前期工作费

由土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目规划设计及预算编制费和项

目招标代理费等组成。本项目上述费用的计费基数均 $\leqslant$ 500万，因此各单项费用标准均按最大费率计算（详见表7-14）。

表7-14 前期工作费费率表

序号	费用名称	计费基数	费用标准(万元)	费率(%)
1	土地清查费	工程施工费		0.50
2	项目勘测费			1.50
3	项目招标费	工程施工费+设备购置费	5.0	0.50
4	项目可行性研究费		5	1.0
5	项目设计与预算编制费		14	2.8

### 3.1.3.2 项目监理费

工程监理费计费基数为工程施工费与设备购置费之和。本项目工程监理费计费基数 $\leqslant$ 500万，因此工程监理费标准为12万元，综合费率2.4%。

### 3.1.3.3 拆迁补偿费

本项目复垦区不涉及拆迁补偿问题，因而拆迁补偿费不计。

### 3.1.3.4 竣工验收费

由工程复核费、工程验收费、项目决算编制及审计费、整理后土地的重估与登记费与标识设定费等费用组成。竣工验收费计费基数为工程施工费与设备购置费之和。由于项目工程施工费+设备购置费 $\leqslant$ 500万，因此竣工验收费标准总额为19.3万元，综合费率3.86%，各单项费用费率详见表7-15。

表7-15 竣工验收费率表

序号	费用名称	计费基数	工程监理费标准(万元)	费率(%)
1	工程复核费	工程施工费+设备购置费	3.5	0.70
2	工程验收费		7.0	1.4
3	项目决算编制及审计费		5.0	1.0
4	整理后土地重估与登记费		3.25	0.65
5	标识设定费		0.55	0.11
总计	—	—	19.30	3.86

### 3.1.3.5 业主管理费

业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和为计费基数。本项目业主管理费计费基数 $\leqslant$ 500万，因此工程监理费标准为14万元，综合费率2.8%。

### 3.1.4 复垦监测与管护费

### 3.1.4.1 监测费

本项目监测内容包括地表沉陷监测、水质监测、土壤质量、植被复垦效果监测，其中地表沉陷、水质监测、土壤环境调查计入矿山地质环境监测费用部分。本节土壤监测主要为复垦土地的土壤质量监测，监测费用参照中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准（2010 年试用）》，复垦效果监测由矿山企业相关部门实施，按照监测补助费计算，具体如下：

#### （1）土壤质量分析

土壤样按照《地质调查项目预算标准（2010 年试用）》中土壤分析标准取费。分析指标包括 pH 值、有机质、土壤容重、汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍。单位预算标准=Σ 各试验项目预算标准=133 元/件。各试验项目预算标准见表 7-16。

（2）复垦效果监测：包括土地损毁范围及类型、土地复垦率、土地复垦工程量、植被成活率等，每年两次，按照 400 元/点次计费。

表 7-16 土壤样测试费用预算标准

序号	测试项目	单位	预算标准（元）	序号	测试项目	单位	预算标准（元）
1	pH	项	10	6	Cd	项	10
2	有机质	项	63	7	As	项	10
3	Cu	项	6	8	Hg	项	10
4	Pb	项	6	9	Cr	项	6
5	Zn	项	6	10	Ni	项	6

单位预算标准：133 元/件

### 3.1.4.2 管护费

主要是植被的管护，每公顷每年的管护费用为 3600 元。每公顷植被每年管护费用计算表如 7-17 所示。

7-17 每公顷植被每年管护费用计算表

项目	补植	浇水	管护人员工资	合计
费用（元）	700	500	2400	3600

### 3.1.5 预备费

预备费是指土地复垦期间风险因素导致的复垦费用增加项，预备费主要为基本预备费，不计价差预备费和风险金。

基本预备费指为了解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。本项目基本预备费按工程施工费与其他费用之和的 10% 计取。

## 3.2 矿区土地复垦工程量

矿区土地复垦工程汇总量见表 7-18。复垦阶段工程量统计表见 7-19。

## 3.3 土地复垦工程投资估算

### 3.3.1 总投资费用估算

#### (1) 土地复垦工程总投资

经估算，项目区土地复垦静态总投资经费为 137.01 万元，其中工程施工费 101.36 万元，其他费用 16.76 万元，监测+管护费 7.08 万元，基本预备费 11.81 万元。

#### (2) 总投资费用组成分析

土地复垦项目总投资中工程施工费占比为 73.98%（见表 7-20），监测与管护费占比 5.17%，二者合计占比 79.15%。说明用于实际生产的工程施工费、监测与管护费较高，有利于土地复垦目标的实现。

土地复垦责任范围面积 1.5537hm<sup>2</sup>，亩均投资 58788.70 元。总体上估算经费能满足土地复垦费用要求。

### 3.3.2 阶段投资费用估算

矿区年度及阶段土地复垦的静态投资费用见表 7-23。从表中可看出，近期（前五年）土地复垦静态投资费用 1.27 万元，中远期静态投资费用 135.74 万元。

表 7-18 鹿鸣金矿矿区土地复垦单元工程量汇总表

单项名称	单位	工程量									
		(一)	(二)	(三)	(四)	(五)	(六)	(七)	(八)		
		选厂	炸药库	矿石周转场	矿石周转场边坡	尾矿浆及回水管道	YTX4采空塌陷区旱地	YTX4采空塌陷区水田	YTX2采空塌陷区	YTX3采空塌陷区	YTX4采空塌陷区林地
复垦区面积	hm <sup>2</sup>	0.2194	0.0327	0.3426	0.2283	0.1715	0.0286	0.0236	0.0603	0.097	0.3498 1.5537
土壤重构工程											
建筑物拆除											
人工砌体拆除(水泥浆砌砖)	m <sup>3</sup>	100	22	450							572
机械拆除混凝土(无钢筋)	m <sup>3</sup>	220	81	343							644
彩钢房拆除	m <sup>2</sup>	500		20							520
轨道拆除	m			225							225
金属管道拆除	m					3730					3730
建筑物转运(运距<0.5km)	m <sup>3</sup>	320	103	793							1216
场地平整											0
人工削放坡及找平	m <sup>3</sup>	659	242	1028	685	515	86	71	162	260	1049 4757
表土剥覆											0
购土	m <sup>3</sup>	1316.4	163.5	1713	684.6						3877.5
人工挖运土100m内	m <sup>3</sup>										0
1m <sup>3</sup> 挖掘机挖装自卸汽车运土(运距1.5~2km)	m <sup>3</sup>	1316.4	163.5	1713	684.6						3877.5
人工平土	m <sup>2</sup>				2283						2283
平地机平土	m <sup>2</sup>	2194	327	3426							5947
土地翻耕	hm <sup>2</sup>	0.2194	0.0327	0.3426		0.1715	0.0286	0.0236	0.0603	0.097	0.3498 1.3255
生物化学工程											0
抛洒秸秆	t	2.194					0.286	0.236			2.716
土壤培肥	hm <sup>2</sup>	0.2194	0.0327	0.3426	0.2283	0.1715	0.0286	0.0236	0.0603	0.097	0.3498 1.5538
植被重建工程											0

栽植乔木	株		93	396		199			63	101	404	1256
栽植灌木	株				600							600
撒播种草	hm <sup>2</sup>		0.0327	0.3426	0.2283	0.1715			0.0603	0.097	0.3498	1.2822
监测与管护工程												
土地损毁监测	点次	9	9	9		9	3	3	5	3	3	53
复垦效果监测	点次	6	6	6		6	6	6	6	6	6	54
土壤监测	点次	3	3	3		3	3	3	3	3	3	27
植被管护	hm <sup>2</sup>		0.0981	1.0278	0.6849	0.5145			0.1809	0.291	1.0494	3.8466

表 7-19 土地复垦总投资费用组成分析表

序号	工程或费用名称	费用(万元)	占总投资的比例/%
一	工程施工费	101.36	73.98
二	设备费		0.00
三	其他费用	16.76	12.23
四	监测与管护费	7.08	5.17
(一)	复垦监测费	5.69	4.16
(二)	管护费	1.38	1.01
五	预备费	11.81	8.62
(一)	基本预备费	11.81	8.62
(二)	价差预备费		0.00
(三)	风险金		0.00
六	静态总投资	137.01	100.00

表 7-20 地类土地复垦亩均投资统计表

复垦地类	水田	旱地	乔木林地	灌木林地
复垦面积(hm <sup>2</sup> )	0.0236	0.2480	1.0539	0.2283
静态投资费用(元)	7098.63	272456.52	851277.99	69532.86
静态亩均投资(元/亩)	20052.63	73241.00	53849.38	20304.53

表 7-21 土地复垦工程年度/阶段投资估算汇总表

阶段分期	年份	工程施工费(元)	其他费用(元)	监测管护费		基本预备费(元)	静态总投资(元)	静态阶段投资(万元)
				监测费(元)	管护费(元)			
近期5年	第1年	2565.33	394.03	1600		295.94	4855.30	1.27
	第2年	846.78	130.07	1600		97.68	2674.53	
	第3年			1600			1600.00	
	第4年			1600			1600.00	
	第5年			2000			2000.00	
中远期7年	第6-12年	1010232.21	167061.55	48548.81	13846.68	117729.38	1357418.62	135.74
合计		1013644.32	167585.65	56948.81	13846.68	118123.00	1370148.46	137.01
占静态总投资的比例/%		73.98	12.23	4.16	1.01	8.62	100.00	

### 3.3.3 近期年度投资计划

矿山近 5 年土地复垦投资安排为：第 1 年 0.48 万元，第 2 年 0.27 万元，第 3 年 0.16 万元，第 4 年 0.16 万元，第 5 年 0.20 万元。具体复垦工程及费用详见表 7-22。

表 7-22 近期五年矿区土地复垦投资计划表

年度	工程类型	工程内容	主要工作措施及工程量	年度投资费用（万元）
第 1 年	土地复垦	1、ZD1 渣堆补植补栽； 2、土地复垦监测。	1、栽植刺槐 179 株，播撒草籽 0.1621hm <sup>2</sup> ； 2、土地损毁监测 4 次。	0.48
第 2 年	土地复垦	1、ZD1 渣堆补植补栽； 2、土地复垦监测。	1、栽植刺槐 59 株，播撒草籽 0.0540hm <sup>2</sup> ； 2、土地损毁监测 4 次。	0.27
第 3 年	土地复垦	1、土地复垦监测	1、土地损毁监测 4 次。	0.16
第 4 年	土地复垦	1、土地复垦监测	1、土地损毁监测 4 次。	0.16
第 5 年	土地复垦	1、土地复垦监测	1、土地损毁监测 5 次。	0.20
合计				1.27

## 四、总费用汇总与年度安排

### 4.1 总投资经费汇总

鹿鸣金矿矿山地质环境治理与土地复垦估算总投资 487.55 万元（见表 7-23），其中工程施工费用 142.14 万元，其它费用（独立费用）252.47 万元，监测与管护费用 60.08 万元，基本预备费 32.86 万元。

按鹿鸣金矿可采资源储量    计算，项目总投资经费折合吨矿石价格为 11.01 元/吨；矿区规划年限内复垦土地面积为 1.5537hm<sup>2</sup>，亩均投资 58788.70 元。从以往矿山地质环境保护与土地复垦施工经验看，估算的经费能满足矿区地质环境治理与土地复垦费用的要求。

表 7-23 矿山地质环境保护与土地复垦经费估算汇总表

序号	工程或费用名称	估算静态投资经费（万元）					
		地质环境保护		土地复垦		合计总投资费用	
		费用	比例%	费用	比例%	费用	比例%
1	工程施工费	40.78	11.63	101.36	74.21	142.14	29.15
2	独立费用/其他费用	235.71	67.24	16.76	12.27	252.47	51.78
3	监测与管护费	53.00	15.12	7.08	5.18	60.08	12.32

4	基本预备费	21.05	6.00	11.81	8.65	32.86	6.74
合 计		350.54	100.00	137.01	100.31	487.55	100.00
按可采资源储量计算, 总投资经费折合吨矿石价格为 11.01 元/吨							

#### 4.2 阶段投资经费汇总

矿山地质环境治理与土地复垦阶段估算费用见表 7-26, 其中近期恢复治理与土地复垦经费 159.63 万元, 中远期经费为 327.92 万元。

7-24 鹿鸣金矿各阶段矿山地质环境保护与土地复垦经费表

序号	治理阶段	估算经费(万元)		
		地质环境保护	土地复垦	合计
1	近期 5 年	158.36	1.27	159.63
2	中远期 7 年	192.18	135.74	327.92
总计		350.54	137.01	487.55

#### 4.3 近期工作计划及投资安排

该方案近 5 年内实施的矿山地质环境治理、监测工程主要有: ZD1、ZD2 渣堆治理工程, 矿山地质环境监测、ZD1 �渣堆补植补栽、土地损毁监测及年度技术服务等。

该项目矿山地质环境治理与土地复垦全部费用由汉阴县鹿鸣金矿负责筹资并实施, 近五年各项工程总投资费用 159.63 万元, 其中第 1 年投资费用 55.76 万元, 第 2 年 16.89 万元, 第 3 年 16.92 万元, 第 4 年 16.95 万元, 第 5 年 34.03 万元。工作计划安排及投资安排见表 7-25。

表 7-25 近期矿山地质环境保护与土地复垦工作安排及投资计划表

年度	工程类型	工程内容	主要工作措施及工程量	年度费用投资（万元）
第一年	矿山地质环境治理	1、ZD1、ZD2 渣堆修建拦渣坝和截排水渠：人工挖沟渠 1228.72m <sup>3</sup> 、人工夯实土方 602.32m <sup>3</sup> 、预制“U型”水渠 120.95m <sup>3</sup> 、砂砾石垫层 483.79m <sup>3</sup> 、伸缩缝 48.38m <sup>3</sup> 、M10 浆砌石片 120m <sup>3</sup> 、砂浆抹面 48m <sup>2</sup> 、Φ110PVC 排水管 30m、警示牌 2 块。	71.50	
		2、矿山地质环境监测	2、人工巡查监测 134 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。	
	土地复垦	1、ZD1 渣堆补植补栽	1、栽植刺槐 179 株，播撒草籽 0.1621hm <sup>2</sup> ；	
		2、土地复垦监测	2、土地损毁监测 4 次。	
	技术服务	1、生态修复方案、年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	1、矿区生态修复方案 1 本、年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。	
	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 人工巡查监测 134 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。	
第二年	土地复垦	1、ZD1 渣堆补植补栽	1、栽植刺槐 59 株，播撒草籽 0.0540hm <sup>2</sup> ；	19.57
		2、土地复垦监测	2、土地损毁监测 4 次。	
	技术服务	年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。	
第三年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 人工巡查监测 170 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。	20.00
		1、土地复垦监测	1、土地损毁监测 4 次。	
	技术服务	年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。	
第四年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 人工巡查监测 172 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。	20.03
		1、土地复垦监测	1、土地损毁监测 4 次。	
	技术服务	年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本。	
第五年	矿山地质环境治理	1. 矿山地质环境监测	1. 设置 GNSS 监测点 6 处；人工巡查监测 208 点次；地下水监测 12 点次；地表水监测 4 点次；土壤监测 3 点次；无人机航测 1 次。	28.53
		1、土地复垦监测	1、土地损毁监测 5 次。	

	技术服务	年度计划、年度验收、年度监测评价成果报告、适用期验收报告	年度计划 1 本、年度验收报告 1 本、年度监测评价成果报告 1 本、适用期验收报告 1 本。	
			合计	159.63

## 第八章 保障措施与效益分析

为保证本矿区地质环境保护与土地复垦方案的顺利实施，全面落实“方案”各项工程进度安排，提高工程建设质量，汉阴县鹿鸣金矿决定采取如下保障措施：

### 一、组织保障

(1) 把矿山地质环境保护和土地复垦工作列为矿山管理工作的重点，实行法人负责制，矿山企业法人是矿山地质环境保护与土地复垦的第一责任人。

(2) 成立汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境保护和土地复垦项目领导机构，负责该矿山地质环境保护和土地复垦组织和实施。领导小组组成如下：

组长：总经理（吴善家）

副组长：副总经理（谭有海）

项目负责人：安环部经理（张洪涛）

组员有：行政办公室主任（负责招标）、工程技术部经理（负责技术及施工）、财务总监（负责费用提取及下拨）、物资能源部经理（负责物资供应）、资料员（负责地质环境治理和土地复垦工作资料整理和建档）、安全员、环保员、矿山地质环境监测专员等。

(3) 矿山安全环保部为矿山地质环境保护、土地复垦工作的职能部门，具体负责矿山地质环境保护与土地复垦管理体系的建立，制定矿山地质环境保护与土地复垦的管理办法、地质环境事故的应急处理预案、工程措施的组织实施和相关制度知识、管理办法的宣传、培训工作等。

(4) 接受行政主管部门的监督、管理

汉阴县鹿鸣金矿应了解在工程项目建设及运行期间，各级自然资源行政主管部门的主要职责，加强同省、市、县自然资源主管部门的沟通、联系、做好企业地质环境保护与土地复垦工作，同时，接受各级自然资源行政管理部门的管理、监督、技术指导和审核、验收等工作。

### 二、技术保障

(1) 矿山企业在进行地质环境治理、土地复垦实施时，应选择具有不稳定地质体勘察/设计、土地规划等治理、复垦经验丰富的单位承担工程设计和施工任务。

(2) 采矿权人编制的“矿山地质环境恢复治理及土地复垦方案”“治理或复垦设计书”应当充分征求公众意见，听取土地权益人、使用人意见，报自然资源主管部门审

查，并根据主管部门审查意见书，落实工程费用，细化施工进度并组织实施。

(3) 现场施工实施前组织设计单位进行技术交底，施工单位严格按设计方案、施工图指导现场施工，遇现场地质情况与设计条件有较大出入时及时向监理或业主方反映，由业主单位组织技术会审、必要时设计单位做出设计变更，施工单位按变更后设计施工。

(4) 现场施工实施各工序层层报验制度，监理单位按矿山地质环境治理工程及土地复垦工程相关技术规程、规范、设计要求及验收标准对工程各部分进行质量验收，合格后签字。

(5) 按照《矿山地质环境监测技术规程》(DZT0287-2015)要求，做好矿山地质环境监测、检测等工作。建立监测基础设施，配置先进设备，尽可能做到矿山地质环境监测全覆盖、自动化、网络化，为矿山地质环境、土地资源监测提供技术设备保障。

### 三、资金保障

(1) 采矿权人应按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》(陕自然资规〔2024〕1757号)足额缴存矿山地质环境恢复治理基金。

(2) 原《方案》适用期基金计提和使用情况

2019年4月11日，汉阴县自然资源局、汉阴县鹿鸣金矿、中国工商银行股份有限公司汉阴县支行签订了《矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管协议》，开户行为中国工商银行股份有限公司汉阴县支行，账号为2607061729200118283。截止适用期2025年10月底，账户余额为□万元，年度统计见表8-1。

表8-1 2019年—2025年基金账户统计表

序号	年度	应提取金额 (万元)	实际提取金 (万元)	使用金额 (万元)	剩余金额 (万元)
1	2019 年				
2	2020 年				
3	2021 年				
4	2022 年				
5	2023 年				
6	2024 年				
7	2025 年(1-10 月)				
累计					

### (3) 本《方案》基金计提办法

鹿鸣金矿为陕南秦巴山地区、中型、金矿矿山，依照基金实施办法中的基金计提算法，计算公式如下：

$$\text{基金计提数额} = \text{原矿月销售收入} \times \text{矿种系数} \times \text{开采系数} \times \text{地区系数}$$

其中：矿种系数取 1.5%（贵金属、有色金属矿产），开采系数取 1.0（允许地表塌落），地区系数取 1.2（陕南秦巴山地区）。

根据鹿鸣金矿储量情况，矿山产品为合制金。按照当前金价格 560 元/吨，吨矿石提取基金费用为  $560 \text{ 元/吨} \times 1.5\% \times 1.2 \times 1.0 = 10.08 \text{ 元/吨}$ 。

**表 8-1 基金实施办法规定月计提基金费用计算表**

年销售收入 (万元)	年生产规模 ( $\times 10^4 \text{t/a}$ )	地区 系数	矿种 系数	开采 系数	月提取基金 费用(万元)	占销售收入 百分比 (%)	折合吨矿石 费用(元/t)
3360	6	1.2	1.5%	1	5.04	1.80	10.08

按照本方案估算地质环境治理与土地复垦费用统计的吨矿石投资费用为 11.01 元/吨，低于按基金实施办法计算的吨矿石投资费用 10.08 元/吨，按照就高不就低的原则，矿山应按照基金实施办法计算的吨矿石投资费用为 11.01 元/吨进行计提。按设计生产规模  $6 \times 10^4 \text{t/a}$ ，矿山剩余开采年限为 8a。根据相关规定，矿山企业应在闭坑的前一年提取足额基金用于矿山范围内尚未实施的矿山地质环境治理恢复、土地复垦及管护工程。目前基金账户余额为    万元，费用在 2025—2032 年完成全部基金计提，且保证计提费用够当年年度或当年累计治理费用使用。

矿山企业年度提取的基金累计不足以本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用的，或低于本《方案》中估算的年度治理恢复与土地复垦费用的，应以本年度实际所需费用或《方案》中估算的年度费用进行补足，缺口从销售收入中补足。

基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，不得挤占和挪用。按要求完成治理恢复与土地复垦任务后的年度结余资金可转接下年度使用。

矿山企业不履行治理恢复与土地复垦义务或者履行不到位且拒不整改的，可由自然资源主管部门委托第三方进行治理恢复，该费用从矿山企业提取的基金中列支。

## 四、监管保障

### 1. 实行项目公告制

将整个项目区的范围、面积、工程数量以及项目实施的各项管理制度等进行公告，接受社会监督，对项目区内农民及其他相关人员提出的合理化建议及时采纳。

## 2.实行项目工程招标制

为保证工程施工质量及进度，矿山地质环境恢复治理工程及土地复垦工程原则上采用工程招标制，向社会公开招标，择优定标。

## 3.实行工程监理制度

通过招投标方式选择监理单位。监理单位对所有工程的建设内容、施工进度、工程质量进行监理。监理单位要按照相关工程监理规范做好项目施工的监督管理，确保所有工程满足设计要求。

## 4.验收制度

按照《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》《陕西省土地整理复垦开发项目竣工验收工作指南》和相关要求对项目进行验收。汉阴县自然资源局负责对义务人履行矿山地质环境保护与土地复垦情况进行监察，并在政府门户网站上公开。

5. 汉阴县自然资源局负责矿山地质环境保护和土地复垦的监督管理、组织验收，确保矿山地质环境治理和土地复垦工程的按时、圆满实施。

6.根据《陕西省国土资源厅关于规范矿业权人勘查开采信息公示异常名录管理的通知》（陕国土资矿发〔2018〕15号）规定，对采矿权人具有下列情形之一的，自然资源主管部门应将其列入异常名录。

- (1) 对矿区地质环境造成一定程度破坏而未按要求采取治理恢复措施的；
- (2) 未按照矿山地质环境保护与土地复垦方案要求履行矿山环境治理和土地复垦义务的，或对地形地貌、植被景观等自然环境造成较大破坏而未及时治理恢复的；
- (3) 未按要求填报《年度矿山地质环境治理恢复成果表》的；
- (4) 《年度矿山地质环境治理恢复成果表》填报错误率低于25%但未在10个工作日内完成整改的；
- (5) 未按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》要求提取基金，或基金储备资金不足、弄虚作假的。

各级自然资源主管部门应加强对列入异常名录矿业权人开采活动的监督管理，登记管理机关应暂停受理其矿业权延续、变更（转让变更）登记手续，且每年实地核实至少1次。

## 五、效益分析

### 2.1 社会效益

矿区地质环境保护与土地复垦工程实施的社会效益包括以下三方面：

(1) 消除了矿山工程建设及运行期间引发的滑坡、地面塌陷、不稳定斜坡等不稳定地质体，确保矿区及其周边人民生命财产的安全。

(2) 保护了矿区水土资源，减轻了沟道、河流的洪水泥沙危害，维护了矿区下游山区环境安全，恢复矿区地形地貌景观。

(3) 缓解矿山企业与周围民众的矛盾，密切矿农关系，有利于社会稳定和区域经济持续发展。

## 2.2 生态环境效益

本方案通过对矿区潜在不稳定地质体的治理，消除了不稳定地质体隐患，保护了矿山地形地貌景观。对本矿区被破坏的土地进行复垦是实现生态效益的重要措施。对采矿过程中破坏的土地及影响范围采取基本恢复其原生土地类型的生态措施，建立起新的土地利用生态体系，形成新的人工和自然景观，可使矿业活动对生态环境的影响减少到最低，使矿区的生态环境得以有效恢复。

由于矿山开采，对地表植被产生严重破坏，使水土流失加重，土地也进一步退化，矿区生态环境产生了严重的破坏，所以对矿区进行复垦是矿区生态环境治理工程的重要组成部分。通过复垦有利于改善土壤的理化性质以及土壤圈的生态环境；增加地表植被促进野生动物繁殖，减少水土流失、美化环境、改善了生物圈的生态环境。土地是一个自然、经济、社会的综合体，同时也是一个巨大的生态系统。土地复垦是与生态重建密切结合的大型工程。在作为祖国绿色屏障的地区进行土地复垦与生态重建，对矿山开采造成的土地破坏进行治理，其生态意义极其巨大。

### (1) 生物多样性

复垦项目实施之后较矿山开采期间的植被覆盖率得到明显提高，将有效遏制项目区及周边环境的恶化，在合理管护的基础上最终实现生态系统的多样性与稳定性，吸引周边动物群落的回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

### (2) 水土保持

采矿后水土流失较原地貌加重，水土流失增加。经过科学地对破坏土地进行复垦，采用乔灌草立体防护后可显著减少水土流失，防止土地退化，从而改善水、土地和动植物生态环境。

### (3) 对空气质量和局部小气候的影响

地质环境保护与土地复垦通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。具体来讲植树、种草工程可有效防止矿山岩土侵蚀和水土流失，还

可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。

## 2.3 经济效益

取得的经济效益具体表现在以下方面：

(1) 汉阴县鹿鸣金矿矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施，需要大量人力、物力，可以增加部分当地居民就业，增加了当地农民的收入。

(2) 可减少不稳定地质体对人民生命财产的威胁，也就减少了经济损失。

(3) 本方案规划年限内复垦水田  $0.0236\text{hm}^2$ 、旱地共  $0.248\text{hm}^2$ 、乔木林地  $1.0538\text{hm}^2$ 、灌木林地  $0.2282\text{hm}^2$ ，比照复垦前增加了旱地  $0.2194\text{hm}^2$ 、乔木林地  $0.3491\text{hm}^2$ 、灌木林地  $0.2282\text{hm}^2$ ，提高了土地地类等级。按照旱地每年增收  $1.5\text{万元}/\text{hm}^2$ 、林地每年增收  $1.0\text{万元}/\text{hm}^2$  的纯收入计算，复垦土地每年可产生直接经济效益约  $1.61\text{万元}$ ，土地复垦的具有一定的经济效益。

## 六、公众参与

本着“贯穿项目始终，多方参与”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦工程在方案调研、编制、实施及验收阶段要广泛地征求当地政府部门、工程技术人员及项目土地权属地公众意见，确保项目实施公开、公正，技术合理，公众满意，效果明显。

### 6.1 方案编制前期公众参与

(1) 公众参与的宣传和动员

为了广泛征询群众意见，项目编制单位在对矿山资料收集、现场调查的基础上，整理了矿山存在的环境问题及其对当地民众的生产生活的影响及伤害，有针对性地和矿业权人、当地政府、村委会成员进行沟通，以便为公众调查做好动员和准备，同时张贴了调查动员公告，动员广大群众积极参与。

(2) 公众意见征询

本次公众意见征询采用走访、集体座谈会的形式开展。主要有以下几项：

① 征询汉阴县自然资源局相关管理人员的意见，认真听取了自然资源部门对矿区地质环境保护与土地复垦提出的要求及建议。具体意见为：第一，土地复垦尽量不要造成新的土地损毁；第二，损毁的土地要得到切实地复垦，复垦工程种植的植被要完全符合当地的生态环境等；第三，复垦设计要通过政府部门审批。

② 征询铁佛寺镇政府及环境保护部门意见，了解矿区复垦的最低限度。具体意见和建议为：在实施矿山地质环境保护与土地复垦同时，不要造成新的生态环境破坏。

③ 由矿山企业、李庄村村委会组织当地群众，召开了座谈会，详细介绍金矿开发

利用土地复垦项目的基本情况、工程规模、对当地可能带来的有利和不利影响等，广泛征询群众对矿山地质环境的影响的意见和看法，同时发放公众参与调查表。

“公众参与调查表”是方案编制单位根据《汉阴县鹿鸣金矿矿产资源开发利用方案》，结合项目土地复垦的要求，编制了《汉阴县鹿鸣金矿土地复垦方案公众参与调查表》，以全面了解矿区公众对地质环境与土地复垦的详细意见，土地复垦方案公众参与调查表样式见表 8-2。

### （3）调查结果及统计分析

在调查过程中，共发放《汉阴县鹿鸣金矿土地复垦方案公众参与调查表》25 份，收回 25 份，回收率达到 100%。

表 8-2 矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表

矿区名称：汉阴县鹿鸣金矿

编号：

姓 名		性别	男 <input type="checkbox"/> 女 <input type="checkbox"/>	民族		年龄	
家庭住址							
文化程度	小学 <input type="checkbox"/> 初中 <input type="checkbox"/> 高中 <input type="checkbox"/> 中专 <input type="checkbox"/> 大学 <input type="checkbox"/> 硕士以上 <input type="checkbox"/>						
职业	农民 <input type="checkbox"/> 工人 <input type="checkbox"/> 职员 <input type="checkbox"/> 干部 <input type="checkbox"/> 教师 <input type="checkbox"/> 学生 <input type="checkbox"/> 科技人员 <input type="checkbox"/>						
1 目前您认为项目区环境质量如何? <input type="checkbox"/> 环境质量良好 <input type="checkbox"/> 环境质量较好 <input type="checkbox"/> 环境质量一般 <input type="checkbox"/> 环境质量较差 2 矿山开采后，您认为区域存在的主要环境问题： <input type="checkbox"/> 地质灾害 <input type="checkbox"/> 水体影响 <input type="checkbox"/> 土地影响 <input type="checkbox"/> 生态损毁 <input type="checkbox"/> 环境问题 3 您是否了解该项目土地复垦的相关政策及有关复垦措施： <input type="checkbox"/> 了解 <input type="checkbox"/> 了解一些 <input type="checkbox"/> 不了解 4 矿山开采运营期间，您觉得下列哪些问题对您的生活有影响： <input type="checkbox"/> 土地损毁 <input type="checkbox"/> 施工扬尘 <input type="checkbox"/> 施工废水 <input type="checkbox"/> 施工期的安全问题 <input type="checkbox"/> 施工车辆造成现有道路拥挤 <input type="checkbox"/> 增加工作机会 <input type="checkbox"/> 其他 5 土地损毁后，您认为下列哪些方面对您的生活有影响： <input type="checkbox"/> 农田耕种 <input type="checkbox"/> 林业栽植 <input type="checkbox"/> 安全方面 <input type="checkbox"/> 居住环境方面 6 对于采矿带来的土地资源减少，您希望采取以下哪种措施予以缓解： <input type="checkbox"/> 复垦造地 <input type="checkbox"/> 企业赔偿 <input type="checkbox"/> 政府补偿 <input type="checkbox"/> 其他 7 矿山的建设及开发是否对区域生态环境造成影响： <input type="checkbox"/> 有影响，影响较大 <input type="checkbox"/> 有影响，影响较小 <input type="checkbox"/> 无影响 8 您认为土地压占或损毁后应如何处理？ <input type="checkbox"/> 逐年赔偿损失 <input type="checkbox"/> 一次性赔偿损失 <input type="checkbox"/> 复垦并补偿 <input type="checkbox"/> 补偿并安置生产 9 您认为在复垦资金有保障的情况下，由谁负责进行复垦更好？ <input type="checkbox"/> 农民自己 <input type="checkbox"/> 土地部门 <input type="checkbox"/> 建设单位 10 您对该项目土地复垦持何种态度： <input type="checkbox"/> 坚决支持 <input type="checkbox"/> 有条件赞成 <input type="checkbox"/> 无所谓 <input type="checkbox"/> 反对 11 您认为何种复垦方式可行？ (1) 损毁土地由损毁单位租用，复垦达标后返还原土地所有人； <input type="checkbox"/> (2) 损毁单位出资，农民复垦，出资单位与土地部门共同验收； <input type="checkbox"/> (3) 损毁单位出资，聘请专业复垦公司复垦，出资单位与土地部门共同验收； <input type="checkbox"/> (4) 以上三种方式，根据实际情况均可以接受。 <input type="checkbox"/> 12 您对该项目土地复垦有何建议和要求：							

调查人：

调查时间：

#### (4) 公众意见和建议

在公众调查中，公众对本项目的期望值很高，希望项目建设的同时，保护好当地环境。主要内容有：

- ①对损毁了的土地要补偿，损毁土地尽可能复垦为耕地，至少复垦到原来状态。
- ②被调查人员全部赞成该方案设计的土地复垦方向和质量要求。
- ③矿山企业出资复垦，资金要有保证。
- ④土地复垦工作最好由当地村民委员会和村民组织实施，或者委托专业复垦公司实施。
- ⑤复垦质量验收必须做到矿山企业、政府部门与村民共同参与。

#### (5) 公众参与调查结论

本次公众参与调查范围广，方法适当，调查对象基本覆盖了该项目主要影响的村镇村民、地方自然资源部门和环境部门等，调查人群代表性强，公众参与调查表回收率高，调查结果是客观公开的。通过公众参与调查，可以认为：

- ①公众参与调查表回收率达到 100%，表明评价区域公众对项目非常关心，公众环境保护意识很强。
- ②公众支持项目建设，项目建设的必要性、迫切性和意义得到公众的普遍认可，支持率较高。
- ③项目建设得到周边公众的普遍关心，关心的问题涉及了该项目建设可能带来的不利影响的主要方面，是该项目建设过程中设计、施工以及环境保护中的核心问题。

### 6.2 项目实施阶段公众参与建议

#### (1) 公众参与方式

项目实施过程中，项目建设单位可根据双方意愿雇佣部分当地村民参与复垦施工。同时，矿山企业应组织当地环保、林业、自然资源部门和权属地村民代表组成施工监理小组对工程施工过程进行监督，保障复垦工作能按方案执行，维护公众利益。

另外，在方案实施过程中要及时准确做好工程进度、复垦目标公示，具体如下：

##### ①按季度公告工程进度和工程内容

施工人员按季度向公众公告工程的进度和工程的内容，并且公告期限不能少于 10 日，保证监理小组人员和广大群众能够及时了解施工进度情况和工程内容，为定期现场监督检查做准备。

##### ②对公众意见的采纳结果及时公告

监理小组定期对土地复垦工程进行检查，对比土地复垦报告，看是否按照报告中的复垦标准进行施工，并对不符合当地的复垦措施提出改正意见。公众向监理方和业主反映工程中的意见及采纳情况也应及时公告。

#### （2）公众满意度调查和改进措施

每年进行一次公众调查，调查对象包括项目区村民、村委会和政府相关部门工作人员，调查内容包括损毁土地情况、复垦进度、复垦措施落实、资金落实情况等。对已完成的土地复垦工作，通过村民满意度调查进行评估，对出现的问题及时处理，将合理的建议引入下一步复垦工作中。

### 6.3 项目竣工验收阶段公众参与建议

项目竣工验收阶段公众的参与方式主要是组织当地自然资源、环境、林业、农业等部门和当地村民组成验收小组，共同对复垦项目竣工进行验收。

#### （1）公众参与验收小组

在验收过程中村民代表与验收小组一同查看现场、了解金矿生产工艺及损毁土地复垦措施落实情况，听取项目建设单位关于项目土地复垦目标、复垦标准、技术措施和施工质量、资金使用的情况的介绍，听取县自然资源部门关于项目验收监测结果报告，共同对复垦工程质量进行验收，并提出自己的意见和建议。

#### （2）验收信息公开

施工竣工后验收期间，矿山企业要对复垦工程的目标、技术要求、质量标准、工程量、投入资金、工程承担单位向公众公开；验收后要对验收小组组成、验收结果向当地村民公示。

### 6.4 复垦土地权属调整方案建议

#### （1）权属调整的原则

以有关法律、法规和有关权属文件精神为依据；兼顾国家、集体、农民的根本利益；公平、公正、公开、充分保障广大农民的利益；尊重农民意愿，确保农村土地家庭联产承包责任制；坚持集体土地总面积不变，耕地面积不减；保障复垦后土地的设计质量；尊重历史、尊重传统和习惯；有利于土地规模化、集约化经营。

#### （2）权属调整的依据和程序

根据国土资源部资发〔1999〕358号文件精神，土地复垦工作中，一定要注意保护土地产权人的合法权益。在土地复垦之前，核实集体所有土地及土地使用者使用的土地的数量、质量、用途、位置，查清土地使用者的权属状况及证件，对土地复垦区的土地

登记做到必要的限制，非特殊情况不允许进行变更登记。土地复垦后要确保土地承包人的合法权益，以土地复垦前后土地评估结果为依据进行再分配，保证数量有增加、质量有提高。

### （3）权属调整方法

矿区复垦后土地权属调整，根据土地管理有关政策、文件，拟采用以下措施：

①由地方政府、自然资源主管部门和村委会组成土地权属调整工作领导小组，负责矿区土地权属调整的组织协调工作。

②土地复垦后的农用地分配，坚持参与土地复垦各方土地总面积不变和集中连片、便于利用的原则，参照土地综合评价结果，按矿区内各组织的原有土地比例，根据路、沟等线状地物重新调整权属界线，确立边界四至，埋设界桩。

③涉及农民承包调整的，由乡村集体经济组织依据复垦前与承包人签订的协议重新调整并登记造册。

### （4）土地调整的方案

项目区土地权属李庄村、东沟村和集中村依行政界线分别独立所有，界址清楚，无权属争议土地，复垦后，土地权属仍然归项目区所在的村组集体所有。其权属调整具体方案如下：

①土地复垦项目工程进行时，县自然资源管理部门应对复垦前后的土地进行综合评价，作为实施复垦后土地分配方案的参考或修正依据。

②土地复垦后的农用地分配，坚持参与复垦各方土地总面积不变和集中连片、便于利用的原则。

③以上的土地权属调整方案应征得三分之二以上村民代表或村民会议三分之二以上成员讨论并由村（居委会）组集体决定。

## 第九章 结论与建议

### 一、结论

(1) 汉阴县鹿鸣金矿为在生产中的采选联合矿山企业，位于汉阴县铁佛寺镇李庄村，距汉阴县城约 23km。矿山现持有效采矿许可证有效期至 2026 年 6 月 15 日，矿区面积  $0.8998\text{km}^2$ ，开采标高  $867\text{m}\sim295\text{m}$ ，开采矿种为金矿，矿山规模  $6\times10^4\text{t/a}$ 。截至 2024 年底，矿山保有可采储量 [ ]，剩余服务年限约 8a。本方案规划年限为 12a，基准年为 2024 年，适用期为 5a，起算时间为方案通过审查公告之日。若矿山扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，应重新编制或修订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。

(2) 汉阴县鹿鸣金矿属较重要区内、矿山地质环境条件复杂的中型矿山工程，矿山地质环境影响评估级别确定为一级。评估区面积  $1.8310\text{km}^2$ ，调查区面积  $14.26\text{km}^2$ 。

(3) 本次调查未发现新的崩塌、滑坡、泥石流及采空区塌陷等不稳定地质体。

现状条件下，矿山开采活动对矿区地下含水层结构、地下水水位影响较轻。矿区地表水、地下水水质良好。矿区及外围土壤未受到生产废水和固体废弃物的影响。

现状调查认为，人类工程活动尤其是矿山活动对矿区地形地貌景观影响严重。

现状评估划分矿山地质环境影响程度分区 4 块，其中地质环境影响严重区 ( $A_x$ ) 2 处，面积  $0.8229\text{hm}^2$ ，占评估区面积的 0.45%；地质环境影响较严重区 ( $B_x$ ) 1 处，面积  $0.1715\text{hm}^2$ ，占评估区面积的 0.09%；影响程度较轻区 ( $C_x$ ) 1 处，面积  $182.1056\text{km}^2$ ，占评估区面积的 99.46%。

(4) 预测认为：525m 坑口工业场地和矿石周转场、运输轨道、尾矿浆及回水管道遭受不稳定地质体的威胁可能性小，危险性小；尾矿浆及回水管道及矿石周转场等其他矿山工程遭受不稳定地质体威胁的危险性小。

渣堆引发不稳定地质体的危险性小；其他矿山工程不易引发不稳定地质体，引发不稳定地质体的危险性小；预测III-1、III-2、III-3 矿体的开采活动可能造成地面塌陷和裂缝灾害发生，引发不稳定地质体的危险性中等；针对III-4 号矿体、V号矿体和VI号矿体的开采活动不易造成地面塌陷或裂缝灾害，引发不稳定地质体的危险性小。

预测矿山开采活动对矿区地下含水层结构、地下水水位影响较轻。近五年矿山开采活动对矿区地下含水层结构、地下水水位影响较轻。

预测矿山采矿废水、临时矿场淋滤水、生活污水及开采废石、生活垃圾对矿区水土

环境的影响程度较轻。

预测条件下，采矿活动和地面矿山工程对矿区地形地貌景观影响严重；近五年采矿活动和地面矿山工程对矿区地形地貌景观影响严重。

预测评估划分矿山地质环境影响程度分区 7 块，其中地质环境影响程度严重区共 2 个（ $A_{Y1} \sim A_{Y2}$ ），总面积为  $0.8229\text{hm}^2$ ，占评估区总面积的 0.43%；地质环境影响程度较严重区共 4 个（ $B_{Y1} \sim B_{Y4}$ ），总面积  $0.7308\text{hm}^2$ ，占评估面积的 0.40%；地质环境影响程度较轻区 1 处（ $C_{Y1}$ ），面积  $181.5463\text{hm}^2$ ，占评估面积的 99.15%。

(5) 根据鹿鸣金矿矿山地质环境问题类型、分布特征、危害性及矿山地质环境影响评估结果，将矿山地质环境保护与治理恢复分为重点区、次重点和一般防治区三类共 7 个区块，其中重点防治区（ $A_{H1} \sim A_{H2}$ ）2 个，总面积为  $0.8229\text{hm}^2$ ，占评估区总面积的 0.43%；次重点防治区（ $B_{H1} \sim B_{H4}$ ）4 个，总面积  $0.7308\text{hm}^2$ ，占评估面积的 0.40%；一般防治区 1 个（ $C_{H1}$ ），面积  $181.5463\text{hm}^2$ ，占评估面积的 99.15%。

(6) 土地损毁现状调查及预测评估认为，矿区损毁土地总面积为  $1.5537\text{hm}^2$ ，其中已损毁土地面积  $0.9944\text{hm}^2$ ，拟损毁土地面积  $0.5593\text{ hm}^2$ 。

(7) 鹿鸣金矿土地复垦区由 7 个损毁单元组成，包括选厂、炸药库、尾砂浆及回水管道、矿石周转场、3 个采空塌陷隐患区等，总面积  $1.5537\text{hm}^2$ 。土地复垦区面积  $1.5537\text{hm}^2$ ，复垦责任范围面积为  $1.5537\text{hm}^2$ 。复垦的责任主体为汉阴县鹿鸣金矿。

(8) 本方案将矿区土地复垦责任范围损毁土地划分为八个复垦单元，其中选厂拟复垦为旱地，炸药库、矿石周转场台面和尾矿浆及回水管道拟复垦为乔木林地，矿石周转场边坡复垦为灌木林地，其他塌陷损毁土地恢复原地类。

(9) 根据矿山存在的地质环境问题及损毁土地复垦目标，设计了相应防治、复垦、监测、管护措施。对 ZD1、ZD2 遗留问题进行挡墙+排水系统进行治理；对采空区塌陷、裂缝采用放缓边坡设立警示牌进行防治；对闭坑后废弃采矿工业场地、12 个硐口（包括风井口）及坑口场地，采取建筑拆除、硐口封闭等措施；对 ZD1 渣堆进行补植补栽，对选厂、炸药库等采选矿设施采取拆除建筑物、平整土地、翻耕培肥、绿化或者种植农作物等措施复垦为林地或者旱地；对矿石周转场采取放缓边坡、覆土平整、栽植乔木或灌木并撒播混种草籽的方式复垦为林地；采空塌陷区采取充填、平整后恢复原地类。对矿区不稳定地质体、含水层、水土环境、地貌景观、采空区地面塌陷进行监测，对复垦区进行 3 年管护。矿山规划年限内地质环境监测工作量为 1786 点次；土地损毁监测 53 点次，土地复垦效果监测 54 点次，土壤质量监测 27 点次，植被管护  $3.8466\text{hm}^2$ 。

(10) 矿山地质环境治理与土地复垦工作分近期、中远期两阶段部署。其中，近期5年实施工程为：

**地质环境保护工程：**对中河东岸 ZD1 渣堆实施挡墙+排水系统治理、监测，ZD2 渣堆实施排水系统治理、监测；对矿区地下水水位及水质、地表水水质、土壤环境、土壤质量进行定时、定点监测，对矿区地形地貌景观监测；对矿山运行过程中新发现矿山环境问题的进行治理。本阶段布置地质环境治理工程量为人工挖沟渠 1228.72m<sup>3</sup>，人工夯实土方量 602.32m<sup>3</sup>，M7.5 浆砌石片 120m<sup>3</sup>，砂浆抹面 48m<sup>2</sup>，预制“U型”水渠 120.95m<sup>3</sup>，砂砾石垫层 483.79m<sup>3</sup>，伸缩缝 48.38m<sup>3</sup>，Φ 110PVC 排水管 30m，警示牌 2 块；设计地质环境监测工作量为 924 点次。

**土地复垦工程：**对 ZD1 渣堆进行补植补栽，对矿区工程进行土地损毁监测。

(11) 鹿鸣金矿矿山地质环境保护和土地复垦工程总费用 487.55 万元，其中地质环境保护治理费用 350.54 万元，土地复垦费用 137.01 万元。总投资经费折合吨矿石价格为 11.01 元/吨；复垦责任范围面积为 1.5537hm<sup>2</sup>，亩均投资为 58788.70 元。

方案近期五年矿山地质环境治理与土地复垦计划总投资为 159.63 万元，其中第 1 年投资费用 71.50 万元，第 2 年 19.57 万元，第 3 年 20.00 万元，第 4 年 20.03 万元，第 5 年 28.53 万元。

## 二、建议

(1) 本方案是实施矿山地质环境保护、治理和监测、土地复垦的技术依据之一，不代替相关工程勘察、治理设计，我矿在开展相关治理、复垦业务时，将委托具有相应资质的单位实施，确保工程质量、治理效果。建议政府部门按照本方案规划的矿山地质环境保护与土地复垦设计进行工程验收。

(2) 按照《金属矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T 43935-2024)、本方案监测要求及矿山建设实际情况，编制矿山地质环境监测设计，强化矿山建设、生产、闭坑不同阶段的地质环境监测工作。定期向主管政府部门汇报监测结果，提交监测专项报告。

(3) 加大科技投入，优化生产工艺，降低矿山开采对矿区环境的破坏，加强监测预警，生产中出现的新问题应重新评估并妥善处置。