

汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿 矿区生态修复方案

汉中银茂矿业开发有限公司

2026年8月

汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿 矿区生态修复方案

编制单位：中国建筑材料工业地质勘查中心陕西总队

单位负责人：李向阳



方案编制负责人：张海锋 张海锋

主要编制人员：张海锋 吕文茜

张海锋 吕文茜



矿区生态修复方案编制信息表

采矿权人信息	采矿权人名称	汉中银茂矿业开发有限公司				
	统一社会信用代码	91610725671520680T	联系人	谭文平		
	联系地址	陕西省汉中市勉县新铺镇穆家院村	联系电话	17384881758		
	采矿权证证号	C6100002009063120025015	开采方式	地下开采		
	采矿权面积	0.4474km ²	采矿权拐点坐标			
	采矿权有效期限	2025年3月13日至2027年3月13日				
	开采主矿种	铅矿、锌矿	其他矿种	/		
方案编制情形	☐ 首次申请采矿许可 ☐ 扩大开采区域 ☐ 缩小开采区域 ☐ 变更开采方式 ☐ 变更开采主矿种 ☒ 延续 ☐ 其他					
方案编制单位	单位名称	中国建筑材料工业地质勘查中心陕西总队				
	统一社会信用代码	12100000435230761F	联系人	张海锋		
	联系地址	西安市北大街444号	联系电话			
	编制负责人					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	张海锋		岩土工程	高工		张海锋
	主要编制人员					
	姓名	身份证号	专业	职务/职称	联系电话	签名
	张海锋		岩土工程	高级工程师		张海锋
	吕文茜		地质工程	工程师		吕文茜

《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿区生态修复方案》专家组评审意见

2026年8月18日，汉中市自然资源局邀请有关专家(名单附后)在汉中市对汉中银茂矿业开发有限公司委托中国建筑材料工业地质勘查中心陕西总队编制的《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿区生态修复方案》(以下简称《方案》)进行评审。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，形成意见如下：

一、《方案》完成的工作量满足编制要求。《方案》收集资料9份，完成调查面积1.0233km²，采矿活动影响范围面积0.8129km²，地质环境调查点18个、土地复垦调查点6个、生态环境调查点3个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表等齐全，编制格式符合《矿区生态修复方案编制指南(临时)》要求。

二、《方案》编制依据充分，编制目的、编制情形和服务年限明确，矿区生态修复部署合理。根据《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿开发利用方案》《陕西省汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿产资源国情调查报告》，截止2025年12月31日，矿山保有资源量 万吨，生产规模3Mt/a，剩余服务年限1.66年，按2a计，前期建设准备期3年、基建期2年，矿山开采结束后的矿区生态修复1a、管护期3年，确定《方案》服务年限11年(2026年—2036年)，《方案》适用期5年(2026年—2030年)，《方案》编制基准年为2026年，《方案》实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其他基础信息叙述较完整。矿山处于停建状态，生产规模 3 万吨/年，矿区面积 0.4774km^2 ，开采 I 号矿体，开采标高 600m-500m。土地利用现状叙述清晰，矿山属于地下开采，采用浅孔留矿法，根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为 1.5%（有色金属），开采影响系数为 1.0（允许地表塌落），地区系数为 1.0（陕南秦巴山地区）。

四、矿区自然地理、地质环境背景和矿区生态状况叙述正确，基本情况调查监测指标明确。综合采矿活动、土地损毁及其对生态服务功能影响范围，确定采矿活动影响范围 81.29hm^2 合理。

五、矿山地质环境现状问题识别与受损预测基本合理。问题诊断评价将采矿活动影响范围划分为 2 级 4 个区：3 个中度受损区，面积 0.6847hm^2 ，占比 0.84%；1 个轻度受损区，面积 80.6033hm^2 ，占比 99.16%。受损预测将采矿活动影响范围共划分 2 级 5 个区：4 个中等受损区，面积 2.2827hm^2 ，占比 2.81%；1 个轻度受损区，面积 79.0053hm^2 ，占比 97.19%。

六、矿山土地损毁问题识别和受损预测基本合理，土地损毁环节和时序叙述正确，已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测正确。矿山共损毁土地 2.2827hm^2 ，已损毁 0.6847hm^2 ，为压占损毁，拟损毁 1.5980hm^2 ，为塌陷损毁。土地权属明晰，复垦区及复垦责任明确，复垦区范围由损毁土地组成，共计 2.2827hm^2 。本期《方案》服务期结束后，复垦责任范围面积 2.2827hm^2 。

七、植被等损毁问题识别和受损预测基本合理。现状问题识别与受损预测结论正确，工业场地、废渣场、办公生活区、塌陷区对植被损毁的程度为中度 2.2827hm^2 ，占比 2.81%；开采活动其他影响区域对植被损毁的程度为轻度 79.0053hm^2 ，占比 97.19%。

八、矿区生态修复分区合理。《方案》将采矿活动影响范围划分为重建区和自然恢复区 2 类 5 个区，其中重建区 4 个，面积 2.2827hm²，占比 2.81%；自然恢复区 1 个，面积 79.0053hm²，占比 97.19%。

九、矿区生态修复技术经济与目标方向可行，参照生态系统关键属性指标及标准合理，具备矿山边开采、边修复条件。

十、《方案》提出的矿区生态修复工程量明确，时序安排合理，具有可操作性。地貌重塑工程包括：地面塌陷治理工程、硐口封堵工程、地面构筑物拆除；土壤重构工程包括：地面工程拆除后客土回覆、土地翻耕、土壤培肥；植被重建工程包括：林地、草地恢复；景观营建工程包括挖损地段进行微地形地貌改造，乔灌草复式配套栽植；监测工程包括矿山地质环境、土地资源、生态系统监测；管护工程包括生态修复后植被管护。近期各年度矿区生态修复任务安排及工作量见表 1。

表 1 适用期各年度矿区生态修复任务表

年度	矿山地质环境治理工程	土地复垦工程	监测及管护工程
第一年度	1.刺丝围栏 500m，警示牌 5 块。	1.穴植刺槐 380 株；穴植紫穗槐 380 株；播撒草籽 0.5073hm ² 。	1.人工巡查监测 420 次；地下水位监测 60 次；地下水检测 10 点次；地表水检测 20 点次；地形地貌无人机航测 10 次；土壤影响分析 15 点次。。
第二年度			1.人工巡查监测 420 次；地下水位监测 60 次；地下水检测 10 点次；地表水检测 20 点次；地形地貌无人机航测 10 次；土壤影响分析 15 点次。 2.土地复垦效果监测 1 次；土壤质量监

			测 1 次；土地损毁监测 2 次； 3.林地管护 0.5073hm ² 。
第三 年度			1.人工巡查监测 420 次；地下水位监测 60 次；地下水检测 10 点次；地表水检 测 20 点次；地形地貌无人机航测 10 次； 土壤影响分析 15 点次。 2.土地复垦效果监测 1 次；土壤质量监 测 1 次；土地损毁监测 2 次； 3.林地管护 0.5073hm ² 。
第四 年度			1.人工巡查监测 420 次；地下水位监测 60 次；地下水检测 10 点次；地表水检 测 20 点次；地形地貌无人机航测 10 次； 土壤影响分析 15 点次。 2.土地复垦效果监测 1 次；土壤质量监 测 1 次；土地损毁监测 2 次； 3.林地管护 0.5073hm ² 。
第五 年度			1.人工巡查监测 420 次；地下水位监测 60 次；地下水检测 10 点次；地表水检 测 20 点次；地形地貌无人机航测 10 次； 土壤影响分析 15 点次。 2.土地复垦效果监测 1 次；土壤质量监 测 1 次；土地损毁监测 2 次。

十一、矿区生态修复措施具有针对性，工程内容全面，保护与预防控制措施完善，监测与管护目标明确。

十二、根据矿区生态修复工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行经费估算，矿区生态修复静态费用为 105.44 万元，其中矿山地质环境治理费用为 74.33 万元、土地复垦复垦费用为 31.99 万元，吨矿投资 21.19 元(剩余可采储量 万吨)，亩均投资 9342.74

元（复垦责任范围 2.2827hm²），经费估算合理。《方案》适用期内矿区生态修复静态费用为 28.99 万元，其中矿山地质环境治理费用 2.04 万元、土地复垦费用 2.81 万元、监测与管护费用 24.14 万元。适用期各年度矿区生态修复费用安排合理（表 2）。

表 2 适用期各年度矿区生态修复费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用（万元）	土地复垦费用（万元）	监测与管护费用（万元）	小计（万元）
第一年	2.04	2.81	4.60	9.45
第二年			4.98	4.98
第三年			4.98	4.98
第四年			4.98	4.98
第五年			4.60	4.60
合计	2.04	2.81	24.14	28.99

十三、方案提出的各项保障措施和建议合理、可行，对治理效益的分析基本可信。

十四、上一期方案验收情况：上一期方案共进行 1 次年度验收（2021-2023 年阶段验收），由勉县自然资源局组织，共核定基金 37.73 万元；适用期治理工程由汉中市自然资源局组织验收。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），2019 年 6 月建立“矿山地质环境治理与土地复垦基金”账户。2020 年 7 月至 2026 年 7 月，矿山依然处于基建，未计提基金。根据陕西省勉县人民法院执行裁定书(文号:(2021)陕 0725 执恢 143 号)，汉中银茂矿业开发有限公司账户目前处于冻结状态，账户余额 21.2724 万元。

十五、存在问题及建议

1.建议矿山企业加强矿区生态修复工程，及时总结分析监测数据成果，有效指导下一步矿区生态修复工作，确保“边破坏、边修复”。

2.矿山企业应加强与镇政府、村委会沟通，确保工程部署落地实施。

综上，专家组同意《方案》通过审查，中国建筑材料工业地质勘查中心陕西总队按专家组意见修改完善后，由汉中银茂矿业开发有限公司按程序上报。

专家组长：

2026年8月25日

《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿 矿区生态修复方案》评审专家责任表

2026年8月18日

姓名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 通过审查	签 字
李喜顺	西北有色地质矿业集团	正高	岩土工程	同意	李喜顺
龙强	陕西师范大学	教授	地质工程	同意	龙强
刘刚	西安科技大学	教授	采矿工程	同意	刘刚
苏桂忠	陕西地质研究所地质大队	正高	水文地质	同意	苏桂忠
刘先安	汉中环境设计研究院	高级工程师	工程造价	同意	刘先安

目 录

前 言	- 1 -
一、编制目的	- 1 -
二、服务年限	- 13 -
第一章 矿山基本情况	- 15 -
一、矿业权人基本情况	- 15 -
二、地理位置与区域概况	- 15 -
三、矿山开采历史及现状	- 17 -
第二章 矿区基础信息	- 28 -
一、矿区自然条件	- 28 -
二、社会经济概况	- 35 -
三、矿区地质环境背景	- 36 -
四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况	- 40 -
五、矿区生态状况	- 43 -
六、矿区及周边人类重大工程活动	- 45 -
七、矿区生态修复工作情况	- 46 -
八、矿区基本情况调查监测指标	- 49 -
第三章 问题识别诊断及修复可行性分析	- 53 -
一、问题识别与受损预测	- 53 -
二、生态修复可行性分析	- 79 -
三、生态修复分区及修复时序安排	- 89 -
四、采矿用地与复垦修复安排	- 91 -
第四章 生态修复措施与工程内容	- 95 -

一、保护与预防控制措施	- 95 -
二、修复措施	- 97 -
三、工程内容	- 102 -
第五章 监测与管护	- 113 -
一、监测目标与措施	- 113 -
二、管护目标与措施	- 121 -
三、工程量	- 123 -
第六章 工程部署与经费估算	- 125 -
一、总体部署	- 125 -
二、总体经费估算	- 127 -
三、阶段工作任务与经费安排	- 144 -
第七章 保障措施与公众参与	- 149 -
一、保障措施	- 149 -
二、公众参与	- 155 -
三、效益分析	- 157 -
第八章 结论	- 160 -
附表:	
1. 矿区生态修复方案编制信息表	
2. 矿区土地利用现状表	
3. 矿区土地利用权属表	
4. 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表	
5. 矿区损毁程度综合评价表	
6. 矿区生态修复目标及土地利用变化表	

7. 矿区用地（含临时使用土地）与复垦修复计划表
8. 矿区生态修复投资估算总数
9. 近期矿区生态修复工作计划表
10. 矿区生态修复工程量与经费安排表
11. 矿山地质环境现状调查表
12. 公众参与调查表

附图：

1. 汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿区土地利用现状图
(1:2000)
2. 汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿区地质环境问题现状图 (1:2000)
3. 汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿区土地损毁现状图
(1:2000)
4. 汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿区地质环境问题预测图 (1:2000)
5. 汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿区土地损毁预测图
(1:2000)
6. 汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿区生态修复工程部署图 (1:2000)

附件：

1. 方案编制委托书
2. 采矿许可证
3. 企业营业执照

4. 储量检测备案证明
5. 《开发利用方案》备案文件及审查意见
6. 上期《方案》评审意见
7. 原两案经审查通过的公告
8. 年度验收意见
9. 适用期验收专家组意见
10. 基金账户对账单
11. 矿权转让合同
12. 水质监测报告

前 言

一、编制目的

（一）任务由来

勉县铺沟铅锌矿位于陕西省汉中市勉县西北方向约 15km 处的朱家沟,行政区划属茶店镇管辖,采矿许可证号为 C6100002009063120025015。生产规模 3 万吨/年,矿区面积 0.4474km²,开采矿种为铅矿、锌矿,有效期为 2025 年 3 月 13 日至 2027 年 3 月 13 日。

2020 年 5 月,矿山企业委托陕西富旺泽地质矿产开发有限公司编制了《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》(以下简称“原方案”),并通过汉中市自然资源局组织的专家评审。2020 年 7 月 17 日,汉中市自然资源局发布通过审查公告。“原两案”适用年限共计 5 年(2020 年至 2025 年),目前已到期,适用期相关工作已通过汉中市自然资源局组织的验收。

依据《中华人民共和国矿产资源法》(全国人大常委会,2024 年 11 月 8 日修订)、《陕西省自然资源厅关于进一步加强和规范矿区生态修复工作的通知》(陕自然资修复发〔2025〕1741 号)、《土地复垦条例》(国务院令第 592 号)等有关政策、法规及文件要求,本方案属于严格遵循法律规定和政策要求重新编制方案。

为确保后续矿山生态保护与修复工作的合法性和连续性,2026 年 4 月,汉中银茂矿业开发有限公司委托中国建筑材料工业地质勘查中心陕西总队编制《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿区生态修复方案》(以下简称《方案》)。

（二）编制目的

（1）为促进矿区生态文明建设，开展国土绿化行动，推进损毁土地复垦综合治理，加强不稳定地质体防治，避免资源浪费，促进矿山企业健康发展，有效解决矿山开发过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁问题。保护和改善区域生活环境和生态环境，积极推进矿区生态修复，促进绿色矿山建设。

（2）按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资、谁受益”及“谁损毁、谁复垦”的原则，保证矿山生态修复义务的落实，切实做到矿产开采与环境保护的协调，实现矿区的可持续发展。

（3）通过预测矿山开采对当地生态环境造成的不良影响，合理规划。制定针对性的治理措施，最大限度减少对矿山地质环境的影响、节约集约利用土地资源，严格保护耕地，建立多元化生态补偿机制。

（4）通过设置合理有效的矿区生态修复措施，推动复垦修复与矿产资源开采统一规划、统筹实施，做到及时修复损毁区域，提升矿区生态系统多样性，协同推进绿色矿山建设。

（5）为矿山基金提取和基金使用提供技术支撑，并为相关自然资源主管部门实施管理、监督检查矿山生态修复落实情况提供依据。

（三）编制情形

2020年5月编制的《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》适用年限为2020年—2025年，适用期已到期并完成验收。本次方案按照《矿区生态修复方案编制指南（临时）》重新编制，编制情形为延续。

（四）编制依据

1. 法律法规

（1）《中华人民共和国矿产资源法》（全国人民代表大会常务委员会，2024 年 11 月 8 日修订）；

（2）《中华人民共和国土地管理法》（全国人民代表大会常务委员会，1988 年 12 月 29 日第一次修正，2004 年 8 月 28 日第二次修正，2019 年 8 月 26 日第三次修正）；

（3）《永久基本农田保护红线管理办法》（自然资源部、农业农村部令第 17 号，自 2025 年 10 月 1 日起施行）；

（4）《土地复垦条例》（国务院令第 592 号，2011 年 3 月 5 日起施行，2019 年 8 月 14 日修订）；

（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 7 月 2 日第三次修订，2021 年 9 月 1 日起施行）；

（6）《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号，2004 年 3 月 1 日起施行）；

（7）《基本农田保护条例》（国务院令第 257 号，2011 年 1 月 8 日修订）；

（8）《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，自 2018 年 1 月 1 日起施行）；

（9）《陕西省矿产资源管理条例》（陕西省人民代表大会常务委员会，2020 年 6 月 11 日第三次修正）；

（10）《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第 5 号，2019 年 7 月 16 日修正，自公布之日起施行）；

(11) 《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》（陕西省人民政府令第 238 号，2022 年 9 月 29 日修订）；

(12) 《陕西省工程建设活动引发地质灾害管理办法》（陕西省人民政府令第 239 号，自 2024 年 1 月 28 日起施行）；

(13) 《中华人民共和国矿产资源法实施条例》（国务院令第 839 号，2026 年 5 月 15 日公布，自 2026 年 6 月 15 日起施行）；

(14) 《中华人民共和国生态环境法典》（2026 年 3 月 12 日由十四届全国人大四次会议表决通过，国家主席习近平签署第 70 号主席令予以公布，自 2026 年 8 月 15 日起施行）。

2. 政策文件

(1) 陕西省自然资源厅等五部门关于印发《秦岭区域矿产资源开发管理办法》的通知（陕自然资规〔2024〕185 号）；

(2) 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）；

(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）；

(4) 陕西省自然资源厅关于印发《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）；

(5) 《陕西省自然资源厅关于加快推进矿山地质环境保护与土地复垦方案落实和基金提取使用的通知》（陕自然资发〔2020〕57 号，）；

(6) 《陕西省自然资源厅关于进一步加强和规范矿区生态修复工作的通知》（陕自然资修复发〔2025〕1741 号）；

(7)《陕西省自然资源厅 陕西省发展和改革委员会 陕西省生态环境厅 陕西省应急管理厅 陕西省林业局关于进一步加强秦岭区域矿产资源勘查开发保护管理的意见》（陕自然资规〔2026〕862号）；

(8)陕西省自然资源厅关于印发《矿区生态自然恢复工作指导意见》的通知（陕自然资修复发〔2026〕224号）。

3. 技术规范

(1)《矿区生态修复方案编制指南（临时）》（中华人民共和国自然资源部，2025年9月）；

(2)《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；

(3)《土地复垦方案编制规程 第4部分：金属矿》（TD/T 1031.4-2011）。

(4)《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；

(5)《矿山生态修复技术规范第3部分：金属矿山》（TD/T 1070.3-2024）

(6)《矿山生态修复工程验收规范》（TD/T 1092-2024）；

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

(10)《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

(11)《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

(12)《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

(13)《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

- (14) 《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；
- (15) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）；
- (16) 《造林技术规程》（GB/T 15776-2023）；
- (17) 《矿区土地质量评价技术要求》（DZ/T 0435-2023）；
- (18) 《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB61/T 1455-2021）；
- (19) 《表土剥离及其再利用技术要求》（GB/T 45107-2024）；
- (20) 《陕西省水利工程概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024 年修订）（陕水规计发〔2024〕107 号）；
- (21) 《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）；
- (22) 《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128 号）。

4. 资料依据

- (1) 《陕西省勉县铺沟铅锌矿资源储量检测说明书》（中国冶金地质勘查工程总局西北地质勘查院，2006 年 9 月）及陕西省国土资源厅矿产资源储量评审备案证明（陕国土资储备〔2008〕112 号）；
- (2) 《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿开发利用方案》（西安有色冶金设计研究院有限公司，2009 年 12 月）及陕西省国土资源资产利用研究中心审查意见（陕国土资研报〔2010〕36 号）；
- (3) 《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》（陕西富旺泽地质矿产开发有限公司，2020 年 5 月）；
- (4) 《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿水土保持方案报告表》（汉中云广生态工程咨询有限公司，2023 年 12 月）；

(5) 《陕西省勉县地质灾害调查与区划报告》(西北有色勘测工程公司, 2023 年 12 月);

(6) 《勉县土地利用现状分幅图(1:10000)》, 勉县自然资源局, 2024 年 12 月;

(7) 《勉县国土空间生态修复规划(2021-2035 年)》, 勉县人民政府, 2023 年 8 月;

(8) 《勉县国土空间总体规划(2021-2035)》, 勉县人民政府, 2025 年 3 月;

(9) 矿山企业提供的其他文字、表格及图件资料;

(10) 野外实际调查资料及矿山提供的其他资料。

(五) 方案编制工作概况

1. 工作程序

本方案编制严格按照《矿区生态修复方案编制指南》(临时)进行。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, 诊断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, 进行了生态问题识别分析、探究实施的可行性, 划分矿区生态修复分区、土地复垦区及复垦责任范围, 分阶段部署修复工程及监测养护工程、估算工程费用。

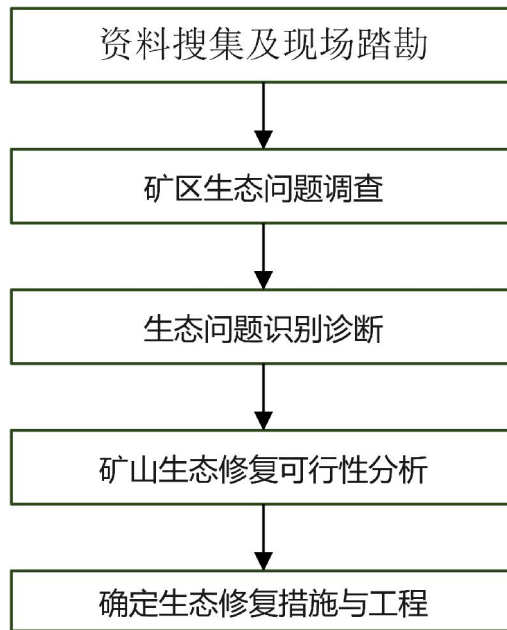


图 0-1 工作程序框图

2. 工作方法

根据《矿区生态修复方案编制指南》（临时）的编写提纲，结合本矿山的实际情况，本方案的编制主要采用资料收集、野外调查和室内资料整理分析的方法。

（1）已有相关资料收集

在充分收集区内社会经济、自然地理、气象水文、区域地质、环境地质、灾害性地质、工程地质、水文地质及土地利用现状、土地权属信息等资料的基础上，还搜集了矿山的矿产资源储量评审备案证明、矿产资源开发利用方案、上一轮矿山地质环境保护与土地复垦方案、矿产资源开发年度报告等相关资料。

在认真分析已有资料的基础上，了解建设工程区地形地貌、地质环境条件、地质环境问题、土地利用现状、永久性建设用地和临时用地、建设工程概况及规模等基本情况后，初步确定矿山地质环境影响范围和调查范围，制定野外调查计划，明确工作思路，熟悉工作程序，确定工

作重点及需要补充的资料内容，初步确定野外调查方法、调查线路和主要调查内容。

（2）野外调查

野外调查采用 1:2000 地形图作底图，无人机和数码照相机拍摄照片，手持式激光测距仪测量距离和高差，罗盘测定方位和坡角。以路线调查、地质环境点调查、问卷调查等方法开展。

①路线调查法：根据调查路线应基本垂直于地貌单元、岩层走向、地质构造线走向的原则，布置调查线路，了解区内地形地貌、地质界线、构造线、岩层产状、土地利用现状、土壤植被、人类工程活动、不良地质现象和矿山占用及损毁土地情况，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水文等情况，编绘工作区地质环境底图；针对不同土地利用类型，挖掘土壤剖面，采集土壤样品，并采集相应的影像、图片资料，做好文字记录；以便为方案编制提供可靠依据。

②地质环境点调查法：对调查区内的不稳定地质体、隐患点、拟建工程点等逐点调查，查明不稳定地质体（隐患）点的位置、规模、现状、危害对象、危害程度、成灾原因等。

③公众意见征询法：本着“贯穿项目始终，多方参与”的原则，在项目方案编制之前进行社会公众意见征询，以采访拟建工程区附近的居民为主，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生态修复的意见，为方案编制提供依据。

（3）室内资料整理分析

在充分综合整理分析已有相关资料和野外调查的基础上，针对存在的矿山地质环境问题和土地损毁特征，按照《矿区生态修复方案编制指南》（临时）、《土地复垦方案编制规程》等相应规范规程进行矿山地质环境影响诊断和土地复垦适宜性评价，在此基础上，进行矿山生态修复单元划分，制定防治工程措施，进行工程部署。编制了“矿区土地利用现状图”“矿区地质环境问题现状图”“矿区土地损毁现状图”“矿区地质环境问题预测图”“矿区土地损毁预测图”和“矿区生态修复工程部署图”，以图件形式反映各类地质环境问题、土地损毁分布特征和生态受损与退化问题，及其对矿区生态环境的影响程度，开展地质环境、土地损毁、生态破坏、现状诊断、受损预测，综合性分析识别诊断生态问题，并编写《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿区生态修复方案》。

3. 完成工作量

2026 年 4 月 28 日，我院接受任务后，随即组织专业技术人员完成了已有相关资料收集、工作计划制定、工作大纲编写等工作；在熟悉、分析已有资料的基础上，于 4 月 29 日进行了矿山地质环境野外调查，进一步查明区内地质环境现状与土地资源现状，2026 年 5 月 1 日-6 月 29 日，完成了室内资料整理分析、图件和报告的初步编写；7 月 9 日-7 月 10 日，进行了矿山地质环境补充调查；7 月 11 日-至今，进一步修改完善。具体完成工作量见表 0-1。

表 0-1 踏勘工作完成实物工作量表

序号	工作项目	单位	完成工作量	备注
采矿活动 影响范围 面积	调查区面积	km ²	1.0233	综合考虑含水层影响范围、地面 建设工程影响范围，矿权边界外 扩 50-200m。
	影响区面积	km ²	0.8129	
	调查路线	km	1.2	沿流域调查
地质环境 调查	平硐调查	点	8	副井、二号井、竖井、PD6
	地质环境调查	处	18	包括不稳定地质体、含水层、水 土环境、地形地貌等调查。
土地资源 调查	土壤剖面	个	2	乔木林地
	土地利用调查	处	4	矿权范围已复垦、已损毁、预计 损毁的地类
	调查问卷	份	10	土地权属人
生态状况 调查	植物样方调查	个	2	针对植被群系设置
	动物样线调查	条	1	总计调查长度 510m
资料收集	收集资料	份	9	开发利用方案、地质报告等
	照片	张	87	使用 40 张
	录像	分钟	15	使用 5 分钟

4. 工作质量评述

本次调查工作收集了《陕西省勉县铺沟铅锌矿资源储量检测说明书》《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿开发利用方案》《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿现状环境影响评估报告》《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿山地质环境保护与治理恢复方案》《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿水土保持方案报告表》等报告资料，以及土地利用现状图、国土空间规划、永久基本农田保护图等土地资料，以上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。

野外调查与方案编制工作是严格按照《矿区生态修复方案编制指南》（临时）的要求组织实施。野外资料由我单位搜集，或由矿山企业提供。公众意见征询通过走访、调查等形式广泛征集了县、镇、村委会及当地

村民的意见和建议。本方案的编制程序、采用的方法及编制内容，均符合现行相关技术规范及管理规定，成果质量评定为优良。

5. 方案可靠性承诺

矿山企业承诺：本方案的编制工作是在我矿提供资料的基础上编制完成的，提供的资料及数据真实、客观、无伪造、编造、篡改等虚假内容，我矿山企业承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、科学性负责，并承诺对提供的资料负法律责任。

编制单位：我单位收集的资料及数据全部来源于矿山企业，野外调查数据及资料来自项目组实际外业调查，我单位承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性、结论的可靠性负责，并承诺本方案中无伪造、编造、篡改等虚假内容。

（六）上一阶段《两案》落实情况

上一阶段《两案》由陕西富旺泽地质矿产开发有限公司编制，基准年为 2020 年，适用期为 5 年。

勉县自然资源局于 2023 年 11 月组织相关专家对汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿 2020 至 2023 各年度治理工程进行了年度验收工作。通过现场验收和资料验收两个环节，通过对照方案、年度工程设计或施工图设计、施工、监理、质量验收及监测等相关资料，核查了工程实施效果与质量，各年度验收结果均为“合格”。

2026 年 4 月 23 日，汉中市自然资源局组织相关专家和相关部门代表，在勉县召开会议，对《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 2020 年-2025 年度适用期总结报告》及已实施工程进行了适用期现场验收。经专家组验收，工程实施后，各

项目基本达到预期效果，社会效益与生态效益较为显著。经验收组对现场及资料的核查，适用期已实施完成的恢复治理及土地复垦项目工程质量基本合格，符合适用期验收相关要求，专家组建议通过验收。

通过对上一阶段方案实施情况的总结，矿山存在的问题有：（1）治理项目中的过程控制资料、竣工资料、决算资料等管理资料不够完善；（2）管护工作不到位，未及时对枯死树木进行补栽；（3）《两案》和《年度计划》中的治理工程及经费投入需每个年度完成，在实际执行过程中存在一定偏差。（4）矿山年度工程竣工验收不及时。矿山应及时向行政管理部门申请年度验收，以便促进治理基金的计提与使用。（5）监测工程仅有监测记录，应增加完善监测资料。

取得的治理经验如下：（1）对废渣场采取覆土、整穴，人工播撒草籽加植树的方式可达到良好的复垦效果，后续对废渣场的复垦，加强此方法的应用，更高效地完成复垦工作；（2）对废渣及时清运，能减少对生态环境的影响。

本期方案主要是对矿山现有问题及上一阶段方案未完成工程的延续治理。主要内容包含警示牌工程、监测工程，对办公生活区、工业场地等复垦单元进行砌体拆除，表土回覆，植被重建等治理问题。

二、服务年限

根据《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿开发利用方案》（西安有色冶金设计研究院有限公司，2009年12月）及审查意见（陕国土资研报〔2010〕36号），矿山保有资源量 万吨（矿石量），可采资源储量 万吨（矿石量）。矿石回采率 %，矿石贫化率 %。

根据《陕西省汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿产资源

国情调查报告》（中化地质矿山总局陕西地质勘查院，2021年5月）、《陕西省勉县铺沟铅锌矿资源储量检测说明书》中，未将I号矿体采矿证外（即600m标高以上）资源量进行分割。通过勘测，截至2020年12月31日，矿山采矿证内保有资源储量矿石量 万吨。

由于铅锌金属价格以及企业生产成本等原因，2020年以来一直处于停产状态。依据《陕西省汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿产资源国情调查报告》，截至2025年底保有资源储量为 万吨。因此推算矿山实际剩余服务年限为1.66a。

本方案以2025年为基准年，根据矿山建设计划，前期建设准备期为3年、基建期为2年，在矿山现有资源储量和正常生产情况下，矿山开采期为2a，矿山闭坑后地质环境治理及土地复垦期为1.0a；根据秦岭地区以往土地复垦经验，植被管护抚育期为3.0a，由此确定本方案的服务年限为11a，适用期为5.0a，适用期以陕西省自然资源厅评审通过公告日期算起。

表 0-2 方案服务年限表

服务期	部署时间	年限时长
建设准备期	2026年-2028年	3年
基建期	2029年-2030年	2年
开采期	2031年-2032年	2年
闭坑期（治理复垦期）	2033年	1年
监测与管护期	2034年-2036年	3年
《方案》规划服务期	2026年-2036年	11年
本《方案》适用期	2026年-2030年	5年

在矿山开采期间，若涉及采矿权延续以及扩大矿区范围、变更开采方式或开采主矿种等情形的，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。

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

汉中银茂矿业开发有限公司成立于 2008 年 3 月 3 日,属股份制企业。公司注册资本 1000 万元,主要在汉中地区从事探矿找矿、矿山开采、矿产品加工及销售等业务,主要产品涉及重金属、有色金属、化工等。

汉中银茂矿业开发有限公司位于陕西省汉中市勉县茶店镇艾叶口村七组。采矿许可证号: C6100002009063120025015, 有效期限: 2025 年 3 月 13 日至 2027 年 3 月 13 日, 生产规模: 3 万吨/年。开采矿种为铅矿、锌矿, 开采矿体为 I 号矿体, 开采标高为 600m~500m, 矿区面积为 0.4474km²。

二、地理位置与区域概况

(一) 地理位置及交通情况

勉县铺沟铅锌矿位于勉县县城 280° 方向, 直距约 15 km, 行政区划隶属勉县茶店镇艾叶口村分水铺组管辖。矿区中心地理坐标为: 东经 ~北纬 。

交通: 矿区距阳(平关)—安(康)铁路勉县火车站 11km, 距 108 国道 7km, 距勉(县)—略(阳)公路约 1km, 矿区交通较为便利。交通位置图详见图 1-1。



图 1-1 矿山位置交通示意图

(二) 矿权范围

根据采矿许可证证书编号：C6100002009063120025015，有效期限：2025 年 3 月 13 日至 2027 年 3 月 13 日。矿区范围由 4 个拐点圈定，矿区面积 0.4474km²，开采方式：地下开采；生产规模为 3 万吨/年。开采矿体：I 号矿体；开采标高 600m~50m，采矿权拐点坐标详见表 1-1。

表 1-1 矿区范围拐点坐标一览表

点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
标高：600 米到 500 米		

（三）周边矿区设置

经调查，勉县铺沟铅锌矿矿区西侧 10km 有艾叶口重晶石矿矿权与其邻近。艾叶口重晶石矿采矿人为勉县汉江重晶石粉厂，其采矿证号为 C6107002009046120021793，有效期限叁年，自 2016 年 4 月至 2019 年 4 月。本矿权与周边矿业权界限清晰，无重叠、无争议，无矿业权纠纷。

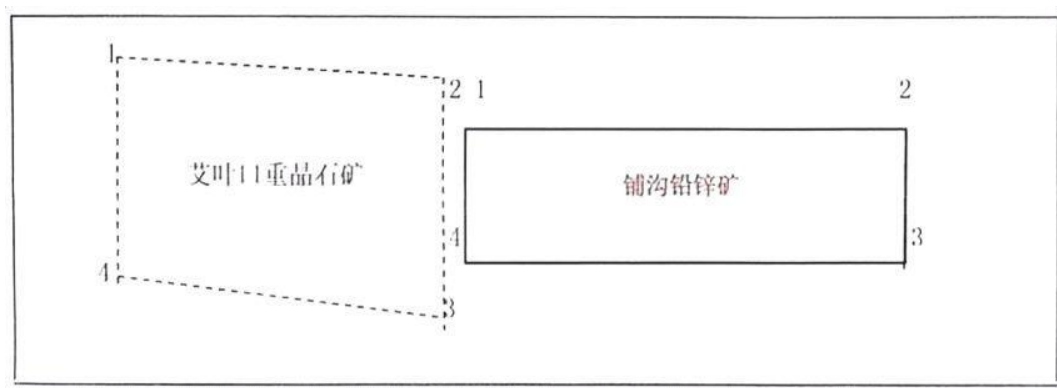


图 1-2 周边矿权分布图

三、矿山开采历史及现状

（一）矿山基本情况

勉县铺沟铅锌矿始建于 1982 年，当时为艾叶口乡乡办企业。1995 年撤乡并镇后，矿山归茶店镇管辖，茶店镇将该矿山转让为私营企业。2003 年陕西省勉县金属选矿厂接管该矿山，并于 2004 年办理了采矿许可证。2009 年陕西省勉县金属选矿厂铺沟铅锌矿将矿权转让给汉中银茂矿业开发有限公司。2025 年 12 月 9 日，汉中银茂矿业开发有限公司将采矿权依法转让给陕西森诺迪亚矿业有限公司（正在办理手续）。

（二）矿山开采历史

2005 年 5 月，陕西省勉县金属选矿厂委托西安有色冶金设计研究院编制了《勉县铺沟铅锌矿开采设计方案》，设计生产规模为年产矿石 3000 吨，设计采矿方式为地下开采，开拓方案为平硐一竖井，采矿方法为无

底柱分段崩落法。因矿体厚度变化大，矿山实际生产规模为 2000t/年左右。

矿山自 1982 年建矿开采以来，隶属关系多变，采出的矿石量无统计数据。矿山采用地下开采方式，无底柱分段崩落法开采，在 I 号矿体上段已形成 $1.7 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的采空区。根据调查走访，矿区 2023 年发生过地面塌陷，并进行了治理。

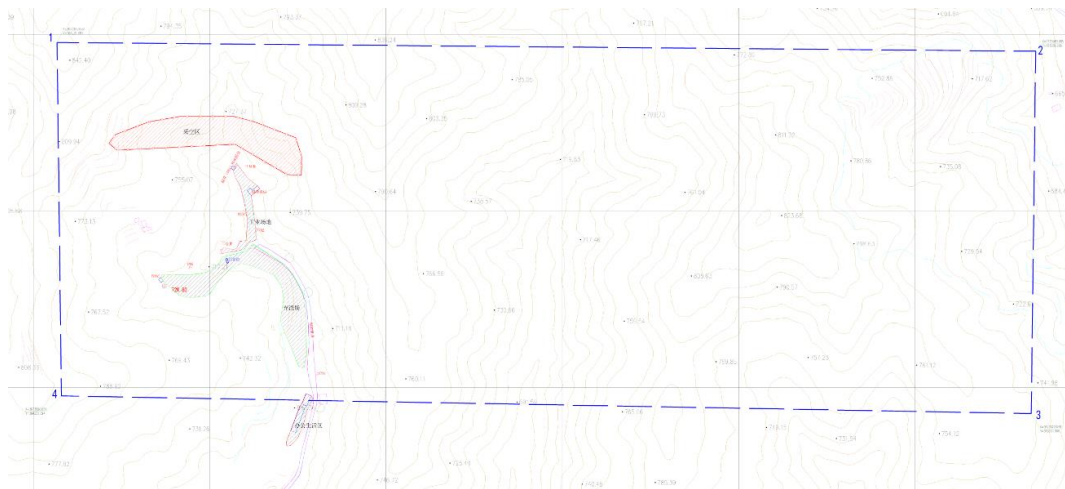


图 1-3 采空区分布示意图

2008 年汶川地震中，铺沟铅锌矿属重灾区，2008 年之前施工的矿洞全部坍塌。汉中银茂矿业开发有限公司自接手矿山以来，积极开展工作，设计并施工了二号井、副井等工程。但因铅锌矿价格持续低迷，据矿山 2020 年储量年报，自 2008 年至今矿山仅零星开采，仅零星开采矿石量为 t。2020 年以后，矿山未再开采，一直处于采矿权维护阶段。

目前，矿山 I 号矿体 560m 标高以上已基本采空，开采水平已延伸至 530m 中段。

（三）矿山开采现状

2008 年以来，受汶川地震、矿权转让等因素影响，该矿长期处于间

歇性基建状态，目前为停建状态。2025 年 12 月，汉中银茂矿业开发有限公司将采矿权转让给陕西森诺迪亚矿业有限公司。受让方接手后，正在办理采矿权转让审批手续，并同步筹备资源储量补充勘查、初步设计及安全设施设计等前期工作，为后续基建奠定基础。

（四）采矿方案

采矿方案采用西安有色冶金设计研究院有限公司 2009 年 12 月编制的《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿开发利用方案》，并于 2009 年 12 月 30 日组织了审查。2010 年 4 月 1 日，陕西省国土资源资产利用研究中心发布了关于《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿开发利用方案》审查意见的报告，通过审查。备案批复文号：陕国土资研报〔2010〕36 号。

1. 矿山资源储量

（1）保有资源量

根据《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿开发利用方案》（西安有色冶金设计研究院，2009 年 12 月），矿山保有资源量 万吨（矿石量），设计利用资源储量 万吨（矿石量），可采资源储量 万吨（矿石量）。矿石回采率 %，矿石贫化率 %。

资源量估算对象为 I、V 号矿体，保有资源储量、设计储量和可采储量如表 1-2 所示。

表 1-2 保有、设计和可采资源量

矿体编号	保有储量 $\times 10^4$ t	设计利用储量 $\times 10^4$ t	回采率	可采储量 1×10^4 t
I-证内				
V-证外				
总计				

根据《陕西省汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿产资源国情调查报告》及《陕西省勉县铺沟铅锌矿资源储量检测说明书》，未将 I 号矿体采矿证外（即 600m 标高以上）资源量进行分割。通过勘测，截至 2020 年 12 月 31 日，矿山采矿证内保有资源储量矿石量 万吨。

（2）设计利用资源量

参考《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿开发利用方案》（西安有色冶金设计研究院，2009 年 12 月），对保有资源量取 % 的可靠性系数，截至 2020 年底，矿区范围内剩余可采资源储量为 万吨。由于矿山自 2020 年停产至今，因此可利用资源量为 万吨。

2. 建设规模及服务年限

矿山的采矿建设规模为 $3 \times 10^4 \text{t/a}$ ，并以此规模计算矿山剩余服务年限为 1.66 年。

3. 采矿方案

（1）开采对象

开采对象为矿区范围内 I 号矿体的剩余部分。产品方案为原矿石销售。

（2）开采方式

作为本次开采对象为 I 号矿体，I 号矿体呈似层状、透镜状，平均倾角 $52^\circ \sim 62^\circ$ ，平均厚度 2.11m，属急倾斜薄矿体，矿体深埋地下，采用地下开采方式。

（3）开拓方式

根据地形地貌、矿体技术条件及开采现状，设计开采 I 号矿体，采用平硐-盲斜井开拓系统。

(4) 中段划分

I 号矿体划分为 605m、560m 和 510m 中段，其中 560m 和 510m 中段采用盲斜井开拓，605m 为主平硐；各中段均采用人推车运输，盲斜井采用绞车提升运输。各中段采场采下的矿石，经布置在矿区东侧端部盲斜井提升至 605m 中段后，由人推至地表，由运输车拉运至选矿厂。

(5) 开采顺序

开采顺序按自上而下的顺序逐中段依次回采，同一中段内采用后退式开采；首采位置选择在 I 号矿体 560m 中段。

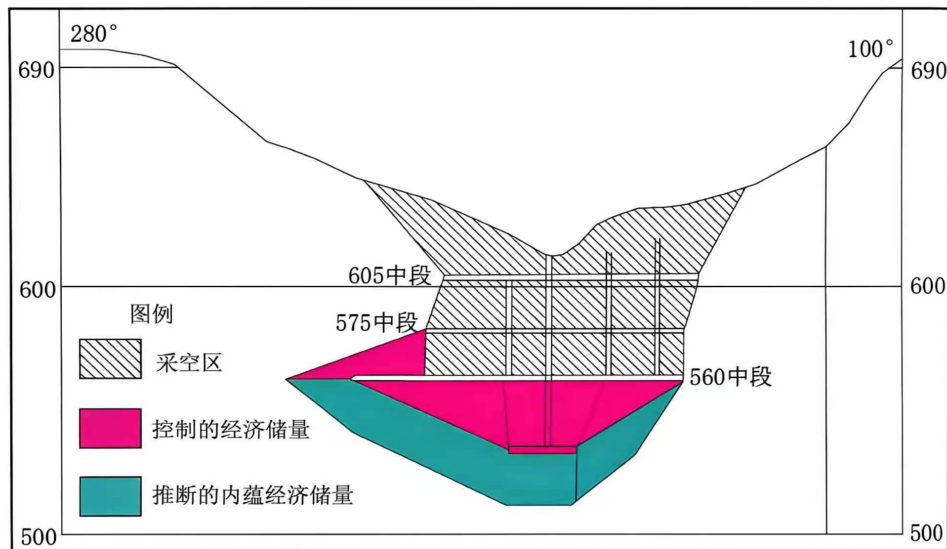


图 1-4 I 号矿体储量计算垂直纵投影示意图

(6) 采矿方法

工程采用浅孔留矿法开采矿体。

(7) 工作面参数

矿块沿走向布置，矿块长度 50m，矿块高度 45m，采幅宽为矿体厚度。底柱高度 5m，顶柱高度 3m，间柱宽度 6-7m，漏斗间距 5-6m，联络道间距 5m。

(8) 矿柱留设

采用自下而上分层回采，在每一个分层中进行崩矿、通风、局部放矿、平场及浮石处理、破碎大块等工作。分层高度 2-2.5m，回采工作面多为梯段布置。回采凿岩采用凿岩机打上向炮孔，孔深 2.2m，超深 0.2m。局部放矿每次崩落矿石的 30%，矿方内暂留矿石，使回采工作面保持 2-2.5m 的作业空间，局部放矿后检查顶板和上下盘，同时处理浮石，平整场地。当矿房回采至顶柱时，进行大量放矿，大量放矿保持均匀。矿块生产能力可达到 80-100t/d，每米炮孔崩矿量 1.6t，每天需凿岩 60m，单位炸药消耗量 0.45kg。当矿房回采结束后，本中段顶柱与上中段底柱同时回采，顶底柱及间柱回采滞后于矿房回采。顶底柱采用中深孔崩落法回采，间柱回采在采准天井中打水平浅眼、沿倾斜方向自下而上后退式分层回采。

（9）矿山给排水

560m 及以下各中段涌水和生产废水汇集于盲斜井井底水仓后由泵扬送至 605m 中段后沿水沟自流排出地表。

（10）矿山工程平面布局

目前，矿山处于停建状态。现场调查，矿区地面工程主要有 PD1、PD2、PD3、PD5、竖井、工业场地、二号井、副井和风机房、提升机房、沉淀池、PD6 井口房、废渣场、办公生活区等，见矿山工程布局图（图 1-5）。

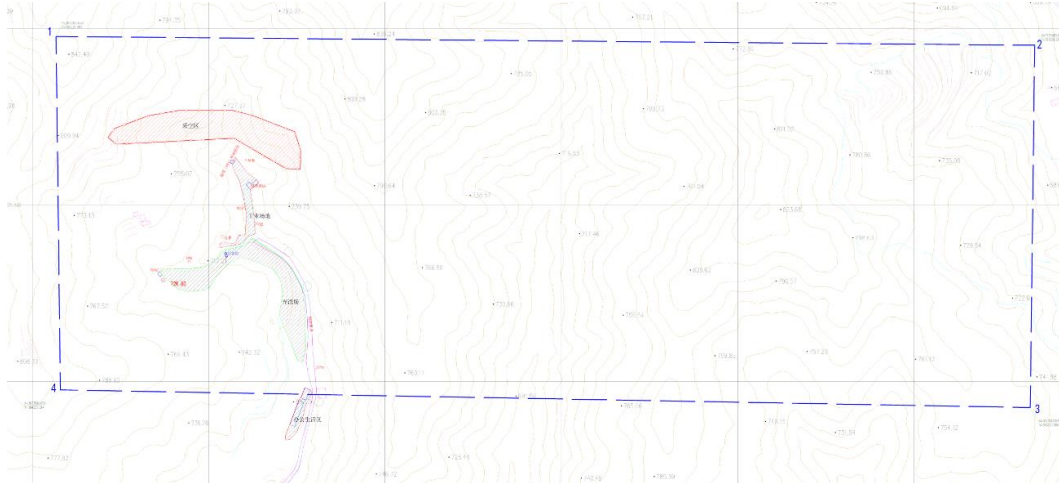


图 1-5 矿山地面建设工程示意图

各建设工程共占地面积 0.6847hm²，其中办公生活区部分位于矿权范围外，其他地面工程建设均位于矿区范围内。具体情况见表 1-3。

表 1-3 矿山建设工程占地面积一览表

序号	场地名称	面积 (hm ²)	用地性质	备注
1	工业场地	0.1176	临时用地	含二号井、副井和风机房、提升机房、沉淀池、PD6 井口房等。
2	PD1、PD2、PD3、PD5、PD6、竖井	废弃	临时用地	PD1、PD3、PD5 洞口已被埋。PD2、PD6 洞口已封堵废弃、竖井洞口已封堵。
3	废渣场	0.5073	临时用地	已复垦，需要进行补种补植。
4	办公生活区	0.0598	临时用地	
合计		0.6847		

(1) 工业场地，包含二号井、副井和风机房、提升机房、沉淀池等，见照片 1-1、1-1、1-3、1-4。



照片 1-1 二号井 (2026. 7. 10)



照片 1-2 副井和风机房 (2026. 7. 10)



照片 1-3 提升机房 (2026. 7. 10)



照片 1-4 沉淀池 (2026. 7. 10)

(2) PD1、PD2、PD3、PD5、PD6、竖井

PD1、PD3、PD5 洞口已被埋，PD2、PD6、竖井洞口已封堵废弃，见照片 1-5、1-6、1-7、1-8、1-9、1-10。



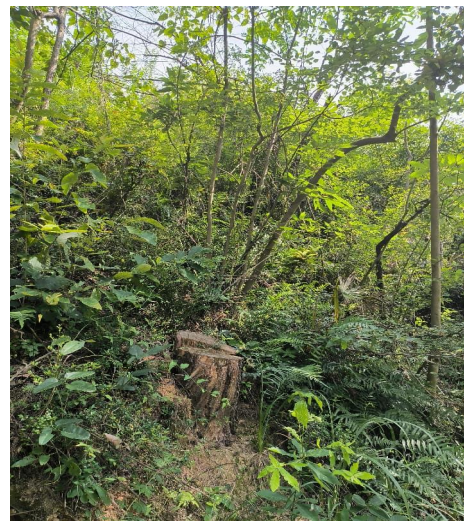
照片 1-5 PD1 (2026.7.10)



照片 1-6 PD2 (2026.7.10)



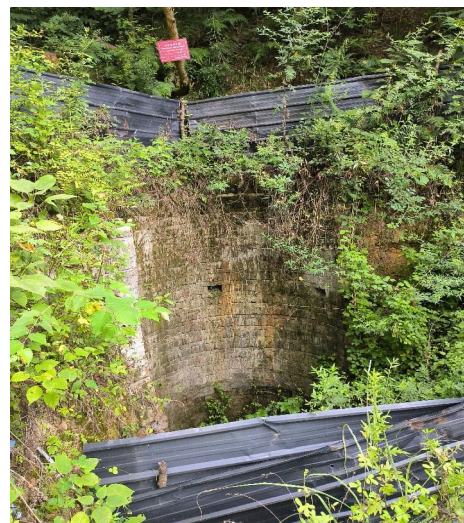
照片 1-7 PD3 (2026.7.10)



照片 1-8 PD5 (2026.7.10)



照片 1-9 PD6 (2026.7.10)



照片 1-10 竖井 (2026.7.10)

(3) 废渣场

废渣场位于矿山公路左侧沿线，占地面积 0.5073hm^2 ，现已堆满废渣，堆存量约 $2.48 \times 10^4 \text{ m}^3$ ，见照片 1-11。上期《方案》适用期，已完成对废渣场的土地复垦，植被成活率低，需要进行补种补植。



照片 1-11 废渣场 (2026. 7. 10)

(4) 办公生活区

办公生活区占地面积 0.0598hm^2 ，主要为砖混结构。见照片 1-17。

(5) 矿山道路

矿区依托原有农村道路连接工业场地、PD6 井口房、废渣场、办公生活区等，全长约 0.65km ，宽约 4m ，部分为水泥硬化，部分为废渣铺垫，详见照片 1-12、1-13。本方案后续不再进行评价。



照片 1-12 办公生活区 (2026. 4. 28)

照片 1-13 矿山道路 (2026. 4. 28)

5. 开发利用方案执行情况

自《开发利用方案》备案批准后，积极开展工作，设计并施工了

二号井、副井等矿山工程。目前矿山 I 号矿体 560m 以上已基本采空，现开采至 530m 中段。

6. 近期开采计划

按照矿山生产计划，近 5 年（2026 年-2030 年）主要开展采矿许可证延续审批、资源储量补勘、评审备案、初步设计、安全设施设计和矿山基建工作。

表 1-4 近期开采计划表

时间	计划工作内容	备注
当前-2027.2	办理矿权转让手续	
2027.3-2027.6	采矿许可证延续	
2027.6-2027.12	资源储量补勘	
2028.1-2028.12	储量评审备案、初步设计、安全设施设计	
2029.1-2030.12	按照新的设计方案进行基建	

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

(一) 气象

勉县气候属北亚热带湿润季风气候。据县气象站多年资料统计，平均气温 14.2℃，年极端最高气温 38.0℃，年极端最低气温-10.2℃。气候特点为春暖干燥、夏热多雨、秋凉湿润、冬冷少雪。该县雨量充沛，但时空分布不均，受地理因素影响，降水差异性较大，平均年降水量为 845mm。整体降水量年际变化趋势见图 2-1。

年内各月降水时段分布不均，总体趋势为冬季和初春干旱，夏季多雨。其中：冬季（12~2 月）降水 21.8mm，占全年的 3%；春季（3~5 月）降水 173.2mm，占 21%；夏季（6~8 月）降水 390.7mm，占 46%，多以雷阵雨和暴雨形式出现，最大降水强度 133.7mm/d；秋季（9~11 月）降水 255.6mm，占 30%，多以连阴雨形式出现，最大降水强度 117.7mm/d。

1959—2025 年气象数据显示，暴雨最早始于 4 月 19 日，最晚终于 11 月 14 日，主要集中在 7~9 月，其中 7 月居首，9 月次之。日降水量大于 100mm 的大暴雨历史上仅出现 5 次，占暴雨总次数的 8%，特大暴雨尚未出现。勉县降水量等值线图见图 2-2。

据历史数据记载，勉县暴雨局部性强，多以雷阵暴雨出现，空间分布上南部山区多于北部山区，北部山区多于平川。暴雨致灾除连阴雨中的持续性降水外，多属对流性气团降水，其危害常来势迅猛，易引发山洪及地质灾害，损失较重。就月际分布而言，7 月降水量达峰值（187.3mm），8 月次之（162.7mm）；最长连续降水日数为 16 天。

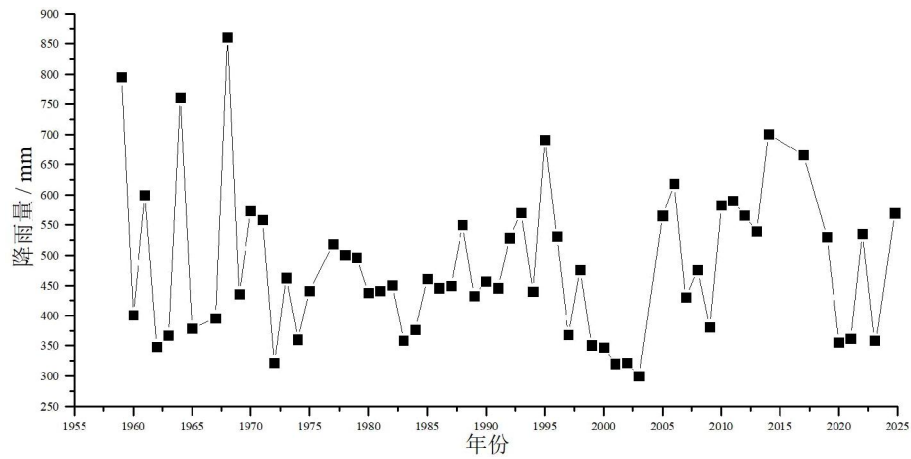


图 2-1 勉县多年平均降水量曲线图

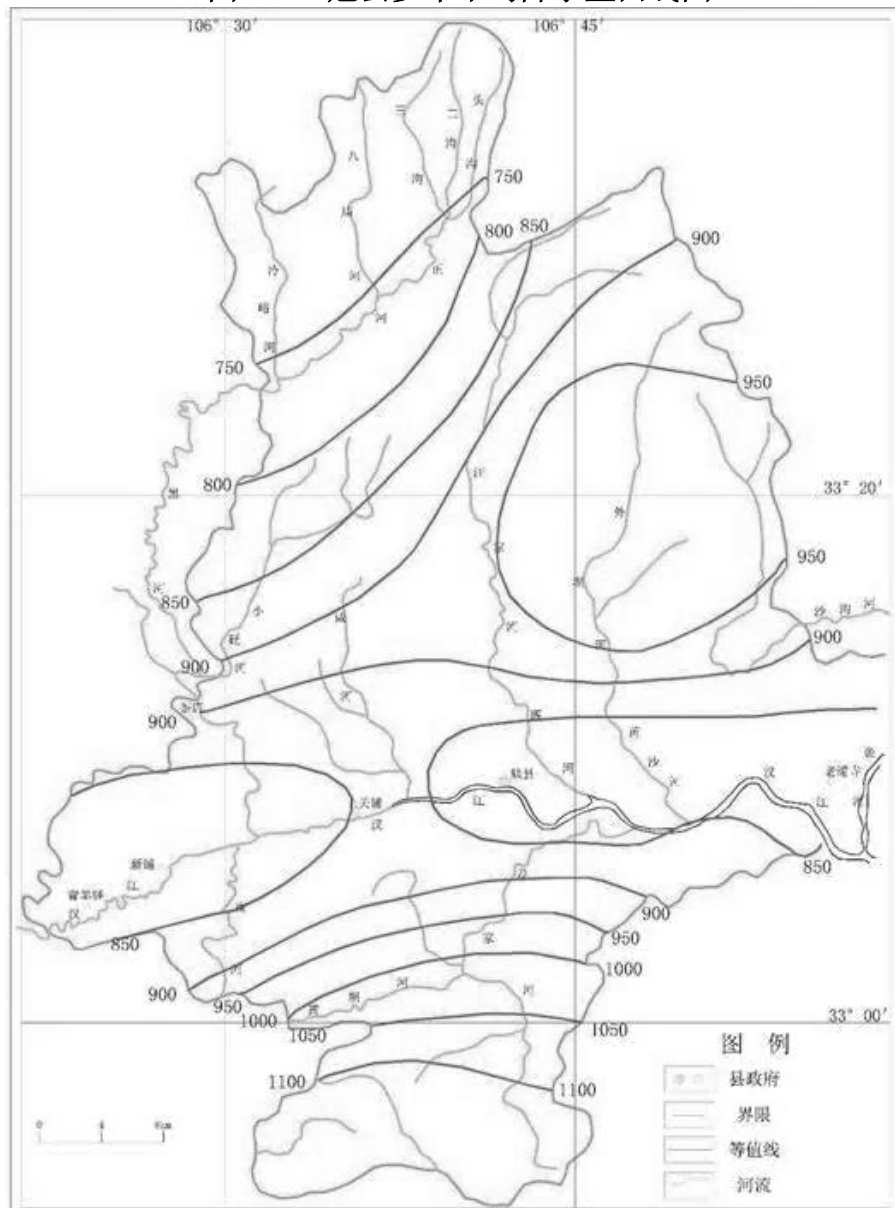


图 2-2 矿区年降水量曲线图（2025 年）

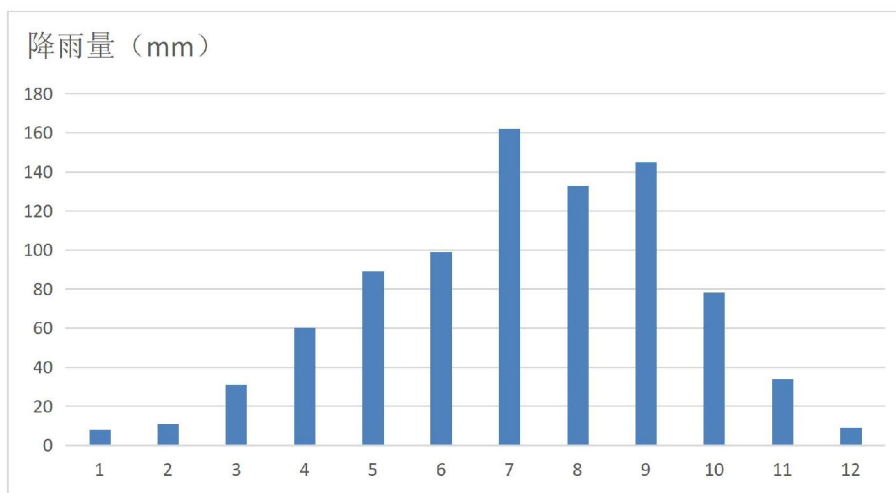


图 2-3 勉县多年月平均降雨量柱状图

矿区降水充沛，可有效保障后期土地复垦植被的成活率，通常情况下无需大量人工灌溉，即可满足生态恢复需水要求。

（二）水文

勉县境内河流均属长江流域，流域面积 100km² 以上的主要河流有汉江及其支流沮水、养家河、咸河、堰河、黄沙河、长沟河、褒河等共计 61 条，总长 382km。矿区周边水系分布见图 2-4。

汉江为勉县境内最长的干流，境内流程 79 km，平均河宽约 400m。据武侯水文站记录，最大流量为 5650m³/s（1964 年），最小流量为 2.2m³/s，属常年性河流。

矿区水系属汉江支流咸河上游后河次级水系—朱家沟水系。朱家沟常年流水，流量最小 0.12~0.52L/s，7~9 月为丰水期，最大流量 0.52~2.13L/s；该沟水质可满足当地居民生活及工业用水需求。区内水系分布详见图 2-5。

朱家沟沟道长度 0.75km，沟道汇水面积约为 0.26km²，沟道纵比为 9.26%~33.3%。沟谷两侧山坡较陡，坡角 35°~50° 不等，坡面植被以灌木和杂草为主，覆盖率达 80%以上，局部山体裸露。

矿区地表水流量变化与降水量密切相关，属雨水补给型河流。区内水系及降水可为后期矿山土地复垦及植被重建提供便利的地表水资源条件。

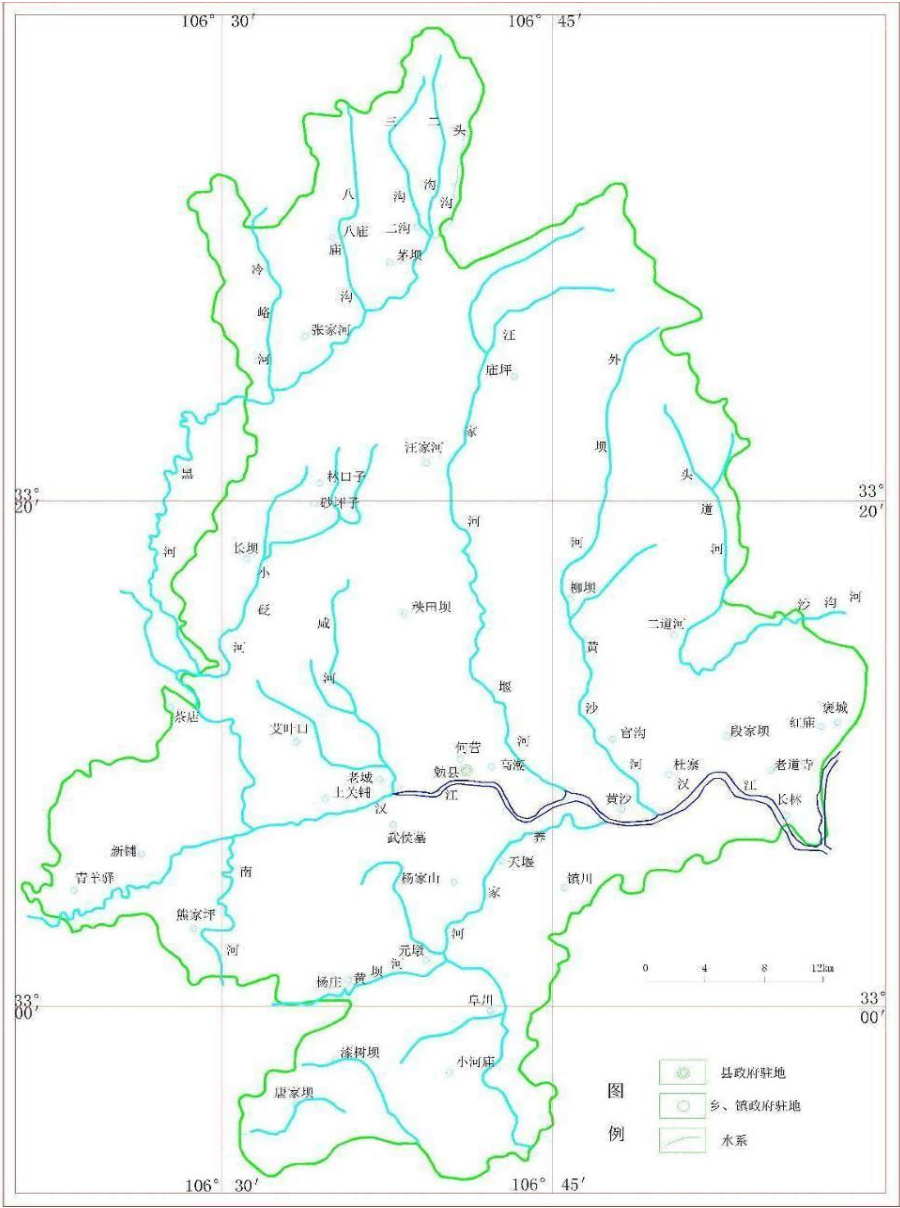


图 2-4 矿区地表水系分布图

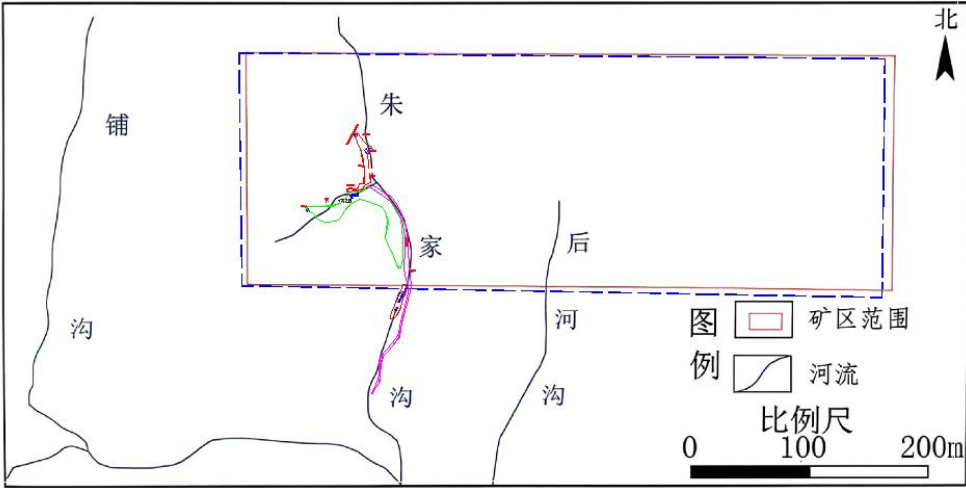


图 2-5 区内水系分布图

（三）地形地貌

勉县地处汉中盆地西端，属汉江上游谷地，北、西、南三面环山。按地貌成因可分为中部汉江冲积平原（盆地）、南北两侧丘陵区与中低山区以及西部低中山区。地势北、西、南部较高，向中东部逐渐降低，整体呈向东开口的“簸箕”形，最高海拔 2621m，最低海拔 513m。

矿区位于秦岭山脉南麓，以沟谷和陡坡地貌为主，地势总体北高南低。海拔标高 670~910m，相对高差一般为 100~200m，属浅切割低山区。地表植被发育，覆盖度较高（覆盖率 85%以上）。矿区所在朱家沟呈“U”形谷，谷坡坡度 30° ~ 60° ，沟头部分较为陡峻，坡度局部可达 60° 。沟谷上游三面环山，山坡陡峻，内部狭窄，仅工业场地所在处较为宽阔平坦，下游沟口地势稍开阔。整个沟道长约 1.5km，汇水面积约 0.17km²，沟道纵坡为 9.26%~33.3%。



图 2-6 矿区地貌

（四）植被

矿区地处秦岭南麓，属北亚热带向暖温带过渡的落叶阔叶与针阔混交林区。区内气候温润，植物种类繁多，生态环境良好，是国家长江上游重点生态功能保护区。区内乔灌木复层混交，植被覆盖率高达 85%以上。

乔木树种多以栎类为主，次为桦、松、漆等；沿河谷地零星分布有核桃、杨树、椿树等。灌木层主要物种有马桑、狼牙刺、火棘、黄杨、蔷薇等；林下植被常见有白茅、菖蒲、羊胡草、蒿等。农业植被主要有小麦、玉米、豆类等。



照片 2-1 灌木林（镜向 43°）



照片 2-2 椿树（镜向 120°）



照片 2-3 松树（镜向 260° °）



照片 2-4 裸子灌木丛（镜向 80° °）

（五）土壤

勉县土壤类型比较多，分布纵横交错。不但有垂直地带性土壤分布的规律，而且也有区域性土壤分布的规律。县内土壤有黄棕土、棕壤两大类。由于海拔的不同，造成了土壤有规律地分布，棕壤垂直分布于黄棕色土壤之上。

黄棕壤：山地黄棕壤是山地棕壤和山地黄壤之间的过渡土壤类型。主要分布在海拔 900m 以上的山坡上，多数是在坡积与残积之上发育起来的土壤，山地黄棕壤由于地处半湿润的低山区，光照条件好，地势比较开阔。项目区土壤以含砂砾较多的薄层土壤为主，土层厚度小于 30 cm，pH 值介于 5.4~6.2 之间，呈弱酸性。该土壤有机质分解较快，腐殖质含量较高，养分较丰富，保水保温性能良好，属较为理想的农业耕作土壤。沟道内则以基岩出露为主，土壤分布稀少。

黄褐土：黄褐土土体深厚，具有 A-B-C 的剖面发育特征。土壤呈黄褐色或黄棕色，质地黏重（黏壤土至黏土），土层紧实，尤以心底土中的粘粒聚积明显，并有铁锰胶膜和结核淀积。据土壤微形态观察，淀积层的细土物质明显分离，孔壁多有胶膜状光性定向黏粒分布，其量超过 1%的黏化标准。表土层和亚表土层色泽较暗，屑粒状或小块状结构。B 层的厚度大于 30cm，黄棕、黄褐或淡红棕色，中到大棱块状或棱柱状结构，结构体间垂直裂隙发达，表面有暗褐色粘粒胶膜和铁锰胶膜，土层致密粘实，有时可形成胶结粘盘，根系不易穿透。底土色泽稍浅于心土，质地也略轻于心土，仍有较多老化的棕黑色铁锰斑和结核。向下更深部位可出现石灰结核和暗色铁锰斑与灰色或黄白色相间的枝状网纹。黄褐土的形态特征表现在不同土地利用强度上也有一定的差异。大部分岗顶、坡地上的耕种黄褐土，均有程度不同的水土流失，加之耕作管理粗放，土壤熟化度不高，有机质含量比一般林草地土壤减少，由 15-20g/kg 降低到 10g/kg 左右，颜色由暗变淡，土体亦趋紧实。相反，地形平缓地段以及庄户地或菜园地，灌溉、施肥、耕作条件较好的黄褐土，熟土层增厚，色泽深暗，理化性状及营养状况有显著改善。

表 2-1 矿区林地土壤剖面图

土层	描述	剖面	层厚
----	----	----	----

Ah 腐殖质 表土层	黄褐色，黏壤土，屑粒/小块状，根系较多；耕种后有机质下降至约 10 g/kg；有机质含量高		<30cm
Bts 黏化沉 淀积层	黄棕-淡红棕色，厚大于 30cm，大棱块状/棱柱状。垂直裂隙发达；结构体表面有铁锰胶膜、铁锰结核；黏粒大量聚集。根系难穿透，可出现胶结粘盘；pH 5.4-6.2，有机质分解快，肥力较高		30~70cm
Cmk 母质层	浅黄褐色，质地略轻。可见铁锰斑纹、石灰结核、枝状网纹		70~100cm

（六）地质遗迹、人文景观、自然保护区及旅游景点区

据《陕西省秦岭生态环境保护条例》，矿区位于秦岭生态环境保护区一般保护区。经调查，矿区内无重要交通道路及建筑设施，无重要水源地，无大中型水利、电力设施；矿区不涉及自然保护区、风景名胜区、水源保护区及文物古迹保护单位等敏感区域，亦不属于国家级自然保护区范围。

二、社会经济概况

（一）勉县社会环境概况

勉县位于陕西省南部，汉中盆地西端，北依秦岭，南临巴山，居川、陕、甘要冲。全县辖 1 个街道办事处、17 个镇，243 个行政村（社区）。县域面积 2406km²，全县总人口 42.9 万人。

勉县的矿产资源储量大、品位高，位于“勉略宁”金三角，被地质学家李四光誉为亚洲的“乌拉尔”。矿产资源主要有：金属矿产 7 种：金、铜、铅、锌、铬、铁、锰；非金属矿产 9 种：铅锌矿石、石灰石、白云石、重晶石、蛇纹石、滑石、大理石、黏土、石墨、硫磺等。勉县既位于中国版图的地理中心，又处在关中、成渝、“十天”经济圈的重要节点，西汉

高速、十天高速、阳安铁路、108 国道等横贯全境。随着宝汉高速、西成高铁的建成，发展空间将更加广阔。

（二）茶店镇社会环境概况

茶店镇位于勉县西部与略阳交界处，距勉县县城 25km，东南分别与长沟河镇、武侯镇和新铺镇相连，北同勉县张家河镇相邻，西与勉县接壤。属丘陵山区，309 省道和茶庙公路贯穿全镇东西南北，交通运输便利，境内动、植物和矿产资源丰富，茶店街是勉县西部最大的农村商贸中心，是县内外的农产品贸易集散地。镇政府驻地大寨子，全镇总面积 196.5km²，有耕地面积 29813 亩（其中水田 826 亩），辖 1 个社区、11 个行政村，常住人口 13930 人。

表 2-1 茶店镇 2023 年至 2025 年社会经济概况表

年度	2023 年	2024 年	2025 年
常住人口	13842	13862	13930
耕地面积（亩）	29813	29813	29813
农业总产值（万元）	7336	8599	9324
农民人均纯收入（元）	6667	7814	8473

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

矿区出露地层主要为上元古界碧口群上亚组第三岩性段（Pt₃ bk³⁻²），为一套浅变质中基性—酸性火山碎屑岩系，岩性组合以以砾凝灰岩、灰岩及基性熔岩为主，局部夹酸性火山碎屑岩。根据岩性组合及含矿性特征，自下而上分为三个岩性层，具体叙述如下：

（1）下部

出露于矿区北部及西部。岩性为绢云母化中基性火山碎屑岩，以粗火山角砾岩和火山角砾岩为主，局部夹基性熔岩、凝灰岩及火山集块熔岩。岩石呈灰绿色，变余隐晶质—细粒变晶结构，角砾状、块状构造。角砾成分以中基性火山岩为主，角砾大小不一（一般 2~50mm），呈次棱角状—

棱角状。地层总体产状倾向北，倾角 $43^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，其中北部倾角较陡，南部相对较缓。控制厚度大于 256m。与上覆地层呈整合接触。

(2) 中部

为矿区铅锌矿主要含矿层位。岩性为绿泥绢英岩化中基性火山碎屑岩，以角砾凝灰岩、细火山角砾岩为主，夹基性至中性熔岩。岩石呈灰绿色，变余隐晶质—细粒变晶结构，角砾状构造。蚀变类型以绿泥石化、绢云母化、硅化及重晶石化为主，其中重晶石化与铅锌矿化关系密切。地层产状变化较大，北部地层倾向南，倾角 $56^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ；南部地层倾向北，倾角 $46^{\circ} \sim 57^{\circ}$ 。控制厚度 30~62m。该层具重晶石化特征，是铅锌矿的主要含矿层。

(3) 上部

出露于矿区南部。岩性为绢英岩化酸性火山碎屑岩，下部为细火山碎屑岩，上部为角砾凝灰岩夹集块熔岩。岩石呈灰绿色，变晶结构，角砾状、块状构造。地层产状总体倾向北，倾角 $36^{\circ} \sim 67^{\circ}$ 。

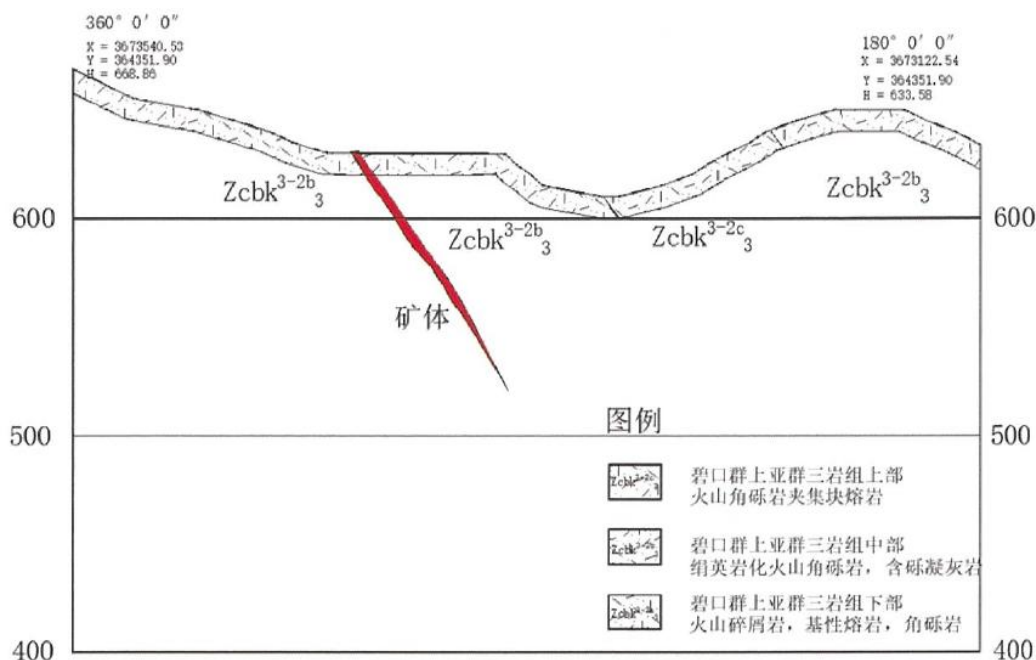


图 2-7 I 号矿体剖面图

(二) 地质构造与地震

矿区内构造不发育。矿区西部南、北部地层较老，中部较新，北部地

层南倾、南部地层北倾，构成一向斜构造，核部位于中岩性层，北翼倾角 $56^{\circ} \sim 70^{\circ}$ ，南翼倾角 $46^{\circ} \sim 57^{\circ}$ 。矿区东部南、北部地层亦较老，中部较新，地层整体北倾，为一倒转的复式向斜构造。矿区内断裂构造不发育，未见区域性大断裂通过。

根据《中国地震动参数区划图》（GB 18306—2015），矿区地震动峰值加速度为 $0.10g$ ，对应地震基本烈度为Ⅶ度，设计地震分组为第二组。区域地壳稳定性属稳定区。

（三）水文地质

矿区位于汉江支流咸河上游后河朱家沟北侧，朱家沟沟口标高 586m，为矿区最低侵蚀基准面。大气降水是矿区内地表水和地下水的主要补给来源。矿区内沟谷发育，为浅切割低山区，地形有利于自然排水，地表径流条件良好。

矿区内主要含水层为第四系冲洪积孔隙潜水含水层及火山角砾岩、含砾凝灰岩弱含水层；隔水层为中基性凝灰岩、基性熔岩。第四系冲洪积孔隙潜水含水层主要分布于朱家沟沟道两侧及较大支流沟谷中，分布零散。岩性由不同粒径的卵石、砂及泥质等组成，富水性中等至弱，多属透水不含水层或季节性含水层。补给来源主要为大气降水、地表水及基岩含水层中的地下水，径流方式为垂直下渗和由高水位区向低水位区径流，以泉水的形式排泄出地表。

（四）工程地质

依据岩（土）体工程地质特征及成因，工程地质描述如下：

（1）第四系全新统冲洪积碎石土类

沿朱家沟河谷出露，岩性为冲洪积砾石、黏性土杂乱堆积，一般粒径 $50 \sim 300\text{mm}$ ，约占 60%，粒径小于 10mm 含量约为 5%~10%， $10 \sim 30\text{mm}$ 含量约为 10%，其间填充粉质黏土以及碎屑等。碎石土结构松散，透水性强，

稳定性差，工程地质特性差异较大。

(2) 人工堆积废石

主要为采矿产生的废石，岩性为火山碎屑岩、角砾岩等，含少量漂石，磨圆度较差，结构松散，稳定性差，工程地质特性差异较大。

(3) 较坚硬岩类

主要为中基性火山碎屑岩、凝灰岩。该类岩石一般岩体完整，呈块状、角砾状构造，裂隙、节理较发育，但多不连通。岩体完整性较好，工程地质稳定性良好。

(4) 软弱岩类

主要为近地表风化岩类及断层破碎带等，岩体较松散，呈碎裂结构、层状碎裂结构，局部为散体结构。近地表处常有重力作用的蠕变褶曲，出露长度数米至十数米，向下一般延伸 2~5m（岩石表面宽度较大，向深部逐渐缩小并趋于封闭）。

(五) 矿体地质特征

根据《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿开发利用方案》和《陕西省勉县铺沟铅锌矿 2020 年储量年度报告》，矿床位于麻柳铺一方家坝大断裂上盘，矿体赋存于上元古界碧口群上亚组中基性火山碎屑岩、凝灰岩中，层控特征明显。采矿许可证范围内圈出为 I 号矿体，另在采矿许可证范围外圈出 V 号矿体。

I 号矿体位于朱家沟脑。矿体赋存于上元古界碧口群上亚组第三岩性段中部火山角砾凝灰岩中。矿体地表出露标高为 645~614m；矿体赋存标高 645~513m，矿体长 156m，厚度一般为 1.01~2.60m，平均厚度为 2.11m，属较稳定型。Pb 品位一般 0.17%~7.16%，最高 11.63%，平均品位 6.25%；Zn 品位一般 0.12%~1.50%，最高 2.50%，平均品位 1.76%，属较均匀型。矿体呈似层状、透镜状，产状倾向 $174^{\circ} \sim 210^{\circ}$ ，倾角 $52^{\circ} \sim 62^{\circ}$ 。I 号

铅锌矿体为主要可采矿体，矿体 560m 以上已基本采完，目前掘进至 530m 中段。

V 号矿体位于 I 号铅锌矿体西南部，二者相距 125m。矿体走向 295°，倾向 25°，倾角 63°；矿体走向长 55m，厚度 1.04~3.87m，赋存标高 610~680m（位于现采矿许可证范围外）；矿石 Pb 品位 0.8%~3.84%，Zn 品位 0.83%~1.58%。

表 2-2 矿体特征表

矿体 编号	赋存标高	矿体规模（m）		矿体形态	产状	平均品位（%）		备注
		长度	厚度			Zn	Pb	
I	645-513	160	1.01-2.60	似层状、小 透镜状	350-40° ∠52-62°	1.76	6.25	
V	610-680	55	1.04-3.87			0.83-1.58	0.8-3.84	

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

（一）项目区土地利用现状

根据勉县自然资源局提供的勉县土地利用现状图（局部）（2024 年 12 月）和《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）及“第三次全国土地调查”资料，项目区土地类型划分为 5 个一级地类和 7 个二级地类，包括耕地、林地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地。矿区内土地利用类型分布面积见表 2-3，矿区外土地利用现状见表 2-4。

表 2-3 矿区范围内土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm ² ）	占总面积比例（%）	
编码	名称	编码	名称			
01	耕地	0103	旱地	5.7974	12.95%	
		小计		5.7974		12.95%
03	林地	0301	乔木林地	35.2495	78.78%	
		0305	灌木林地	0.9020	2.02%	
		0307	其他林地	2.0113	4.49%	
		小计		38.1629		85.29%
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.6040	1.35%	

		小计		0.6040		1.35%
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.0693	0.15%	
		小计		0.0693		0.15%
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.1107	0.25%	
		小计		0.1107		0.25%
合计				44.7442	100.00%	100.00%

表 2-4 矿区范围外土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积的比例 (%)
编号	名称	编号	名称		
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.0542	100%
合计				0.0542	100%

备注：部分办公生活区位于矿区范围外，占地面积 0.0542hm²。

项目区总占地面积为 44.7984hm²。矿区土地利用以林地为主，耕地、工矿仓储用地次之。林地在矿区范围内大面积分布。矿区西侧分布一处住宅用地。



图 2-8 矿区土地利用现状图

(二) 土地权属

根据调查及收集资料，勉县铺沟铅锌矿位于勉县茶店镇。该矿所占用土地涉及分水铺村、艾叶口村。根据对土地利用的实地调查和证实，项目区土地权属状况清晰，不存在产权纠纷。复垦区土地利用结构权属见表 2-5。

表 2-5 复垦区土地利用结构权属表

权属		地类							
		01 耕地	03 林地			06 工矿 仓储用地	07 住宅 用地	10 交通运 输用地	合计
		103	301	305	307	602	0702	1006	
		旱地	乔木 林地	灌木 林地	其他 林地	采矿 用地	农村宅 基地	农村 道路	
陕西省 勉县	茶店镇分 水铺村	2.8620	24.3131		2.0113	0.6582	0.0693	0.1107	30.0246
陕西省 勉县	茶店镇艾 叶口村	2.9354	10.9364	0.9020					14.7738
合计		5.7974	35.2595	0.9020	2.0113	0.6582	0.0693	0.1107	44.7984

(三) 永久基本农田情况

根据《勉县国土空间总体规划（2021-2035 年）》及基本农田分布情况，矿区内的地面工程未占用、挖损永久基本农田，永久基本农田分布图详见图 2-8。

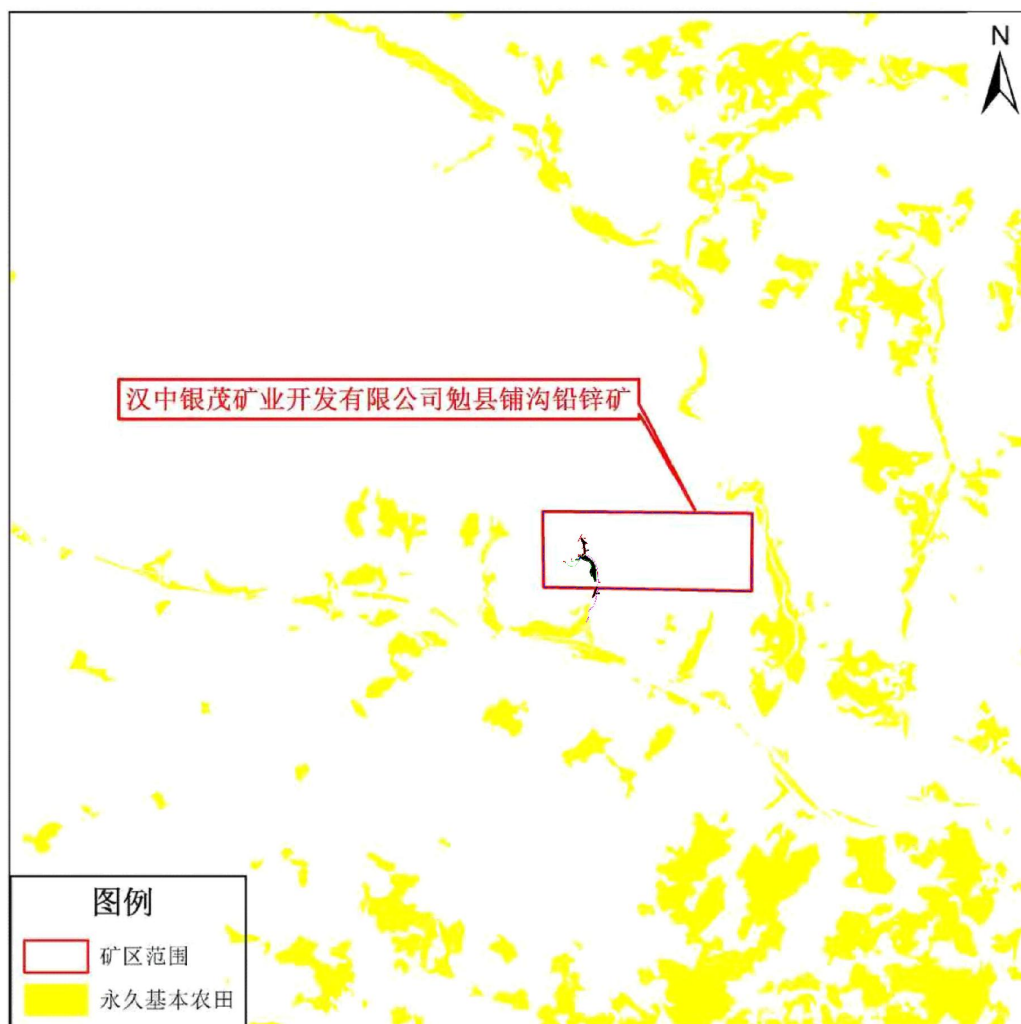


图 2-9 矿区永久基本农田分布示意图

五、矿区生态状况

（一）陕西省生态功能区划

根据陕西省生态功能区划，矿区主要生态功能为秦岭南坡中西段中山水源涵养与水土保持区。

（二）秦岭生态环境保护区划

根据《陕西省秦岭生态环境保护条例》和《陕西省秦岭矿产资源开发专项规划》，结合采矿许可证，开采标高为 500m~600m，属秦岭一般保护区，一般保护区内允许开采矿产资源。该项目范围内不涉及自然保护区、森林公园、湿地公园、地质公园、风景名胜区等重点生态区域。

（三）矿区生态本底情况

矿区内无生态保护红线、自然保护地及生物多样性保护优先区，以林地生态系统为主导，兼有草地生态系统，生态系统结构完整，环境适宜，具有一定的抗干扰能力，各生态系统间流通性好，主导生态功能为水土保持。

1. 生态系统状况

生态系统类型以林地为主体，在沟谷、缓坡与居民点周边形成农田生态系统镶嵌分布。在人类工程活动强度较高的区段（矿山开采区、运输道路与工业场地），易发生地表扰动，表现为地表破碎、植被损毁与局部功能退化，地面塌陷及其伴生的地表变形会对自然植被产生显著影响。矿区内植被类型以落叶阔叶林及针阔混交林为主，栎类为主要优势种，松树亦有分布，灌丛与灌草丛较为发育，群落垂直结构较完整，生长状况总体良好，无大面积退化或死亡现象。综上所述，矿区生态系统结构基本完整，具有一定的抗干扰和自我恢复能力。

2. 生态系统格局

矿区以林地生态系统为主导（约占 78%），坡面多为林地，沟谷与缓坡地带集中分布耕地、道路与居民点，该区域是径流侵蚀、泥沙输移等生态过程最活跃、景观破碎化较显著的带状区域。林地生态系统主要分布于矿区周边，各生态系统间无明显的生态阻隔，物质循环与能量流通性较好。

（四）矿区生物多样性

矿区生物多样性主要体现在物种多样性、遗传多样性和生态系统多样性三个层面。

物种多样性方面：矿区及周边分布有红豆杉（国家一级保护植物）等珍稀植物，同时广泛种植杜仲、天麻、核桃、板栗、猕猴桃等经济林木，既构成了丰富的植被层次，也为中药材产业发展提供了资源基础。动物资

源方面，随着生态保护力度加强，野猪、山兔、松鼠等野生动物种群活动日益频繁，反映出食物链结构的逐步完善和栖息环境的改善。

遗传多样性层面：区域内多种本土植物和动物种群保留了较为完整的基因资源。不同品种的天麻、核桃等在长期种植过程中形成了适应当地气候与土壤条件的遗传特性，为农业育种和生态适应性研究提供了潜在价值。

生态系统多样性层面：山地森林、农田、溪流及人工林等多种生境共存。当地依托油菜花、槐花及中药材花卉资源发展中华蜂养殖，推动生态农业与生物多样性互促共进，形成“林—药—蜂”复合生态模式，增强了传粉网络和生态系统的稳定性。

六、矿区及周边人类重大工程活动

矿区位于秦岭南麓中低山地貌区，评估区及附近 1km 范围内无大中型水利、电力工程，无铁路、公路交通干线和通信线路等通过，无国家重点保护的历史文物和名胜古迹，矿区及其周边无自然保护区。

人类工程经济活动主要表现为矿山建设及周边基础设施建设，见图 2-10、2-11。矿区及其周围无村民居住。



图 2-10 矿区及周边人类工程活动图

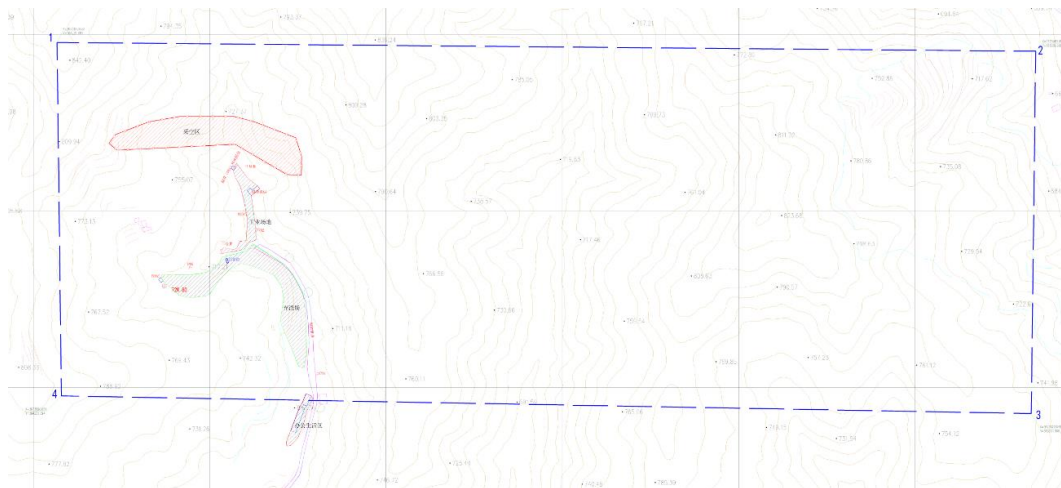


图 2-11 矿区及周边人类工程活动图

(1) 矿山建设

矿区现有的工业场地建设时间较长，地势开阔平坦，排水及防护设施相对完善。矿区现有办公生活区场地平坦，不存在对周边坡体进行开挖的情况。矿山建设总体对区域地质环境影响较轻。

(2) 基础设施建设

矿区内修建有矿山道路，主要为运矿道路。

综上，矿区及周边的其他人类重大工程活动对地质环境影响程度较轻。

七、矿区生态修复工作情况

(一) 原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》执行情况概述

2020 年 5 月，矿山企业委托陕西富旺泽地质矿产开发有限公司编制了《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》），并通过汉中市自然资源局组织的评审，2020 年 7 月 17 日汉中市自然资源局发布通过审查公告，《两案》的适用年限共计 5 年（2020 年至 2025 年），即 2020 年 7 月至 2025 年 7 月。原《两案》提出的矿山地质环境保护与土地复垦工程见表 2-6。

矿山按《两案》部署及年度实施计划，并根据矿山实际产生的地质环境问题已实施完成了治理工程；由于 2020-2022 年疫情与市场环境影响，矿山基建进度缓慢，基建尚未完成，矿体资源尚未开采完毕，因此，建构

筑物拆除工作尚未完成。未完成的恢复治理问题将纳入本方案的治理工作部署内。

汉中银茂矿业开发有限公司在农业银行勉县支行设立账户，账号为26830401040003251。依据陕西省自然资源厅、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）第二章第十三条基金提取数额根据基金提取公式计算的结果和《方案》估算费用的结果，一般采取就高原则确定。汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿自2020年至2025年底，销售计算提取金额0万元，《方案》估算金额71.5万元。依据就高原则，自基金账户建立以来，截至2025年底，共计计提基金0万元，已使用基金0万元。目前，基金账户余额为21.288742万元。

表 2-6 方案适用期《两案》工程部署及完成情况表

时间	工程类别		《两案》部署情况	执行情况	备注
第一年	矿山地质环境保护工程	泥石流隐患 N1 治理	①沟道土石方清运 800m ³ ；②基础开挖 108m ³ ；③M7.5 浆砌片石 90m ³ ；④警示牌 3 块。	已执行。	
		地质环境监测	①地质灾害 162 点次；②含水层 36 点次；③地表水污染 6 点次；④土壤污染 6 点次；⑤地形地貌 12 点次。	未执行。	
	土地复垦	废渣场土地复垦	①场地清理找平客土覆土 3720m ³ ；②有机肥 620kg；③无机肥 186kg；④穴状整地 220m ³ ；⑤穴植樟子松 1760 株；⑥插植连翘 420 株；⑦撒播草籽 24.8kg。	已执行。	
		监测管护	①管护面积 1.14hm ² ，②土壤质量、复垦效果监测各 2 点次。	已执行。	
第二年	矿山地质环境保护工程	采空区塌陷治理	①警示牌 2 块。	已执行。	
		地质环境监测	①地质灾害 162 点次；②含水层 36 点次；③地表水污染 6 点次；④土壤污染 6 点次；⑤地形地貌 12 点次。	由于停产，未执行。	
	土地复垦	塌陷区土地复垦	①裂隙充填 12.90m ³ ；②表土剥离、覆盖面积 34.19m ³ ；③场地清理、找平 199.29m ³ ；④有机肥 285kg；⑤无机肥 85.5kg。	由于停产，未执行。	

		监测管护	①管护面积 1.71hm ² ；②土壤质量、复垦效果监测各 4 点次。	已执行。	
第三年	矿山地质环境保护工程	采空区塌陷治理	①警示牌 2 块。		
		地质环境监测	①地质灾害 162 点次；②含水层 36 点次；③地表水污染 6 点次；④土壤污染 6 点次；⑤地形地貌 12 点次。	由于停产，未执行。	
	土地复垦	塌陷区土地复垦	①裂隙充填 2.26m ³ ；②表土剥离、覆盖 6.00m ³ 。	由于停产，未发现塌陷区。	
		监测管护	①管护面积 1.88hm ² ；②土壤质量、复垦效果监测各 4 点次。	由于停产，未执行。	
第四年	矿山地质环境保护工程	硐口封堵工程	①井口岩土剥离 81m ³ ；②回填废石 8000m ³ ；③黏土 396m ³ ；④C25 砼浇筑 54m ³ ；⑤型钢制安 0.5t；⑥警示牌 6 块。	已执行。	
		地质环境监测	①地质灾害 162 点次；②含水层 36 点次；③地表水污染 6 点次；④土壤污染 6 点次；⑤地形地貌 12 点次。	由于停产，未监测。	
	土地复垦	塌陷区、工业场地土地复垦	①裂隙充填 16.97m ³ ；②表土剥离、覆盖 45m ³ ；③场地清理、找平 4420.71m ³ ；④有机肥 485kg，无机肥 145.5kg；⑤砌体拆除、废渣清运 400m ³ ；⑥客土覆土 660m ³ ；⑦穴状整地 194m ³ ；⑧穴植樟子松 1552 株；⑨撒播草籽 19.4kg。	由于一直停产，采矿尚未进行，工业场地土地复垦时间延后。	
		监测管护	①管护面积 2.55hm ² ；②土壤质量、复垦效果监测各 6 点次。		
第五年	矿山地质环境保护工程	地质环境监测	①地质灾害 162 点次；②含水层 36 点次；③地表水污染 6 点次；④土壤污染 6 点次；⑤地形地貌 12 点次。	由于停产，未监测。	
	土地复垦	矿山道路复垦	①场地清理、找平 1020m ³ ；②客土运输、覆土 1020m ³ ；③有机肥 170kg；④无机肥 50kg。	由于一直停产，采矿尚未进行，矿山道路土地复垦延后。	
		监测管护	⑤管护面积 2.89hm ² ；⑥土壤质量、复垦效果监测各 4 点次。	由于停产，未监测。	

2026 年 4 月 23 日，汉中市自然资源局组织相关专家和相关部门代表，在勉县召开会议，对《汉中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 2020 年-2025 年度适用期总结报告》及已实施工程进行了适用期现场验收。经专家组验收，验收结论为合格。

（二）本方案与原方案衔接情况说明

本方案是在原方案的基础上编制完成。在编制本方案之前，首先对上期方案进行了全面了解；其次针对上期方案所涉及的地形地貌、含水层、土地资源情况进行了深入调查、分析及预测；最后，针对上次方案所设计的监测工程、工作量统计及资金预算等内容进行分析，最终完成了本次方案的编写。

根据《中银茂矿业开发有限公司勉县铺沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案适用期工程竣工总结报告》，矿体资源尚未开采完毕，上一期《方案》中设计的2025年的针对塌陷区、工业场地、矿山道路等复垦单元进行拆除，表土回覆、植被重建等工程还未完全完成；本方案对以上上一轮《方案》内未完成工程进行延续以及根据矿山现状，重新设计部署工程。

本期方案主要是针对矿山现有问题以及上一阶段方案未完成工程的延续治理。主要包括警示牌工程、监测工程以及上一阶段方案原有的塌陷区、工业场地、矿山道路等复垦单元进行拆除，表土回覆，植被重建等治理问题。

（三）取得经验教训

取得的治理经验如下：（1）对废渣场采取覆土、整穴，人工播撒草籽加植树的方式可达到良好的复垦效果，后续对废渣场的复垦，加强此方法的应用；（2）对废渣进行及时清运，能减少对生态环境的影响。

八、矿区基本情况调查监测指标

依据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》，建立了一套覆盖开采前、开采中及修复效果全周期的调查监测体系。该体系旨在通过系统性的数据采集、分析与评价，动态掌握矿区生态系统的演变规律，为适应性修复管理提供精准、科学的数据支撑。

矿区开采前生态修复监测指标作为恢复治理参考标准，开采中指标用以监测矿山开采过程生态环境变化。矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表详见表 2-7，矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表详见表 2-8。

表 2-7 矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
矿山地质环境	地下水	含水层类型	DZ/T 0287	裂隙水
		地下水位		586 米
		地下水水温		/
		地下水量		/
		井泉个数与排泄量		/
土地资源	土地利用现状	土地利用类型及面积	TD/T 1055 TD/T 1010	乔木林地、其他林地、采矿用地、农村宅基地、农村道路
		土地利用面积		0.4474km ²
		永久基本农田面积		0
	耕地及永久基本农田	土壤质量	NY/T 1119	/
		配套设施		/
		生产力水平		/
生态系统	地表水	地表水面积		0
		地表水排泄		正常
	生态系统格局	生态系统类型比例	GB/T 42340	/
		平均斑块面积		/
		边界密度		/
		聚集度指数		/
	生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	1 个
		草地生态系统	NY/T 2998 HJ 1168	1 个
		湿地生态系统	HJ 1169	1 个
		荒漠生态系统	HJ 1170	0
	生态系统服务	水源涵养量	HJ 1173 LY/T 2988	/
		防风固沙量		/
		土壤保持量		/
		生物多样性保护		/
		碳储量		/
	生态系统质量	生物量	GB/T 42340	/

		植被覆盖度		85%
		水质		良好
		生态系统质量综合指数		较轻

表 2-8 矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表

监测对象		监测内容	监测指标	监测方法	监测值
保护预防控 制监测		保护措施	避让措施	土地调查 /公众访谈	完全避让生态 敏感度较低的 区域控制开采 扰动范围,设立 缓冲带
			减缓措施		
			文化保护		
		预防控制措施	物种收集与保护		
			表土剥离与保存		
			地表沉陷减损		
损毁现状 与拟损毁 监测	地质 环境 损毁	采空区塌陷	地表形变	DZ/T 0287 DZ/T 0388	10~100mm/a
			地下形变		/
			孔隙水压力		/
			土压力		/
			岩土体含水率		3%~12%
			初始塌陷值		/
			累计塌陷值		/
			裂缝发育		中等
			地下水位		15~40 米
			降水量		1 个
		不稳定边坡	地表形变		<2mm/天
			地下形变		/
			地下水位		15~40 米
			降水量		598.6~ 1522.7mm
			岩土体含水率		3%~12%
			孔隙水压力		/
			土压力		/
			地应力		/
		地下水（含水 层、地下潜水、 开采目的层、疏 干层）	含水层破坏类型		裂隙水
			地下水温		10~50C
			地下水位		586 米
			地下水水量		/
			抽排地下水水量		/
			综合利用量		/
			疏干排水面积		/
	土地 资源 损毁	压占土地面积	乔木林地	TD/T 1049 TD/T1 055 TD/T 1031	0.12hm ²
			采矿用地		0.43hm ²
		永久基本农田	水田		/

	生态系统破坏	损毁	水浇地		/
		生态用地损毁	湿地损毁面积	TD/T 1055	/
			林地损毁面积		0.12hm ²
			草地损毁面积		
		地表水	地表水面积变化	HJ 91.2 GB/T 37574	0
			地表水排泄变化		/
生态修复效果监测	地质环境治理	不稳定边坡	恢复治理率	DZ/T 0287 DZ/T 0388	/
		地下水	地下水位		/
			疏干排水面积恢复率		/
		复垦修复土地 (耕地、园地、 林地、草地)	地形	GB/T 32740、GB/T 36393、GB/T 42489、NY/T 1119	<25°
			土壤质量		良好
			配套设施		较完善
			生产力水平		一般
			土地复垦率		100%
		地表水	地表水面积变化	TD/T1010、 TD/T1049、HJ91.2	0
			地表水排泄情况		正常
		生态系统格局	生态系统类型比例	HJ 1171	/
			平均斑块面积		/
			边界密度		/
			聚集度指数		/
	生态系统恢复	生态状况调查	森林生态系统	GB/T 30363 HJ 1167	1 个
			草地生态系统	NY/T 2998 HJ 1168	1 个
			湿地生态系统	HJ 1169	1 个
			荒漠生态系统	HJ 1170	0
		生态系统服务	水源涵养量	HJ 1173 LY/T 2988	/
			防风固沙量		/
			土壤保持量		/
			生物多样性保护		/
			碳储量		/
		生态系统质量	生物量	GB/T 42340	/
			植被覆盖度		85%
			水质		良好
			生态系统质量综合指数		较轻

注：表中数据来自对评估区进行了 1:2000 野外矿山地质环境调查工作，收集了开采设计、储量核实报告、水土保持方案等基础资料。

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

一、问题识别与受损预测

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）之规定，矿山地质环境影响评估的范围应包括采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围，调查区范围包括可能导致矿区遭受地质灾害的区域及矿区开采可能影响到的范围。具体应包括如下地段：①划定矿区范围；②矿山工程建设场地，废渣场、办公生活区等；③矿山地面工程活动可能造成地形地貌景观、地质遗迹、人文景观破坏和土地资源压占、破坏范围及其影响区；④矿山地下开采可能造成地面变形范围，地下含水层破坏、疏干、水位下降、水质变化范围及其影响区；⑤矿山工程活动引发塌陷等地质灾害的发育区和影响区。

根据以上原则，综合考虑本区地形地貌、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范围为：东侧以矿权位置外扩至第一个山沟为界；西侧以矿权范围外推至第一个山梁为界；北侧无矿山工程建设，以矿权边界外推 50m 为界；南侧以工业场地、废渣场、办公生活区影响范围为界。影响区面积 0.8129km²，拐点坐标见表 3-1。

表 3-1 影响区拐点坐标

序号	X	Y	序号	X	Y
1			5		
2			6		
3			7		
4			8		
备注：采用 2000 坐标，面积 0.8129km ² 。					

（一）现状问题

根据现场调查及访问，矿区位于秦岭南山地中山区。地势北高、南低，主要位于沿山沟两侧，排水及防护设施相对完善，不稳定地质体弱发育。矿山地面工程共占地 0.6847hm²。

分析认为采矿活动对地形地貌景观现状影响程度较严重；对含水层结构影响较轻；对含水层水位影响程度较轻；对水土环境影响程度较轻；对生态服务功能影响较轻。具体如下。

1.地质环境现状问题

（1）不稳定地质体现状

根据《汉中市勉县地质灾害风险调查评价报告》（陕西核工业工程勘察院有限公司，2023 年 3 月）和《陕西省在册地质灾害更新数据库（勉县）（1:5000）》（2025）及勉县自然资源局的现场确认，区内不存在在册地质灾害隐患点。

本次现场调查，未发现不稳定地质体。

（2）地形地貌景观破坏现状

根据现场调查，矿区及周围不存在自然保护区、人文景观、风景旅游区及重要保护设施，矿区位于秦岭南麓山区内，距离主要交通干线较远。因此，矿山开采活动不会对以上人文自然景观造成影响。

矿区内破坏地形地貌景观的工程活动主要为矿山修建的工业场地、废渣场、办公生活区等。现状影响分析认为：

1) 工业场地：主要包括二号井、副井和风机房、提升机房、沉淀池、PD6 井口房，总占地面积约 0.1176hm²，压占土地类型为采矿用地、乔木林地。因修建工业场地对原有土地进行开挖、硬化、压占，改变了原有

地形地貌景观、生态环境等，对地形地貌景观破坏较严重，见照片 3-1、3-2、3-3、3-4、3-5。



照片 3-1 二号井 (2026. 7. 10)



照片 3-2 副井和风机房 (2026. 7. 10)



照片 3-3 提升机房 (2026. 7. 10)



照片 3-4 沉淀池 (2026. 7. 10)

2) 废渣场：废渣场总占地面积约 0.5073hm²，压占土地类型为采矿用地、乔木林地。废渣场建设破坏了原有的地形地貌，与周边苍翠环境形成较鲜明反差，改变了原有地形地貌景观、生态环境，对地形地貌景观破坏较严重。前一期方案已进行了修复，植被成活率低，本期进行补

种补植。



照片 3-5 废渣场 (2026. 7. 10)



照片 3-6 废渣场 (2026. 7. 10)

3) 办公生活区：占地面积约 0.0598hm^2 ，压占土地类型为采矿用地。因修建办公生活区，对原有土地进行开挖、硬化、压占，改变了原有地形地貌景观、生态环境等，对地形地貌景观破坏较严重，见照片 3-7。



照片 3-7 办公生活区 (2026. 4. 28)

综上所述，矿山工程共占地 0.6847hm^2 ，现状识别对地形地貌景观现状影响较严重。

4) 采空区引发地表塌陷：矿山目前开采矿体为 I 号矿体。I 号矿体呈似层状、透镜状，平均倾角 $52^{\circ}\sim 62^{\circ}$ ，平均厚度 2.11m ，属急倾斜薄矿体，矿体深埋地下。目前矿山对 560 中段的矿体开采，现场调查发现影响区范围内，在 2023 年有发生地面塌陷、地表变形现象，在上一期方案中进行了治理。

(3) 含水层破坏现状

矿区最低侵蚀基准面高程为 586m, I 号铅锌矿体的矿体赋存标高 645-513m, 区内矿井水文地质类型为以裂隙含水层充水为主的矿床, 水文地质条件简单的 II—I 型矿床。

现场调查发现, 以往的采矿坑道及采空区存在偏帮、掉块和局部坍塌现象, 但未形成整体陷落和地面塌陷现象, 采空区地面植被发育, 生态环境良好。据矿山采矿坑道多年实测, 坑道最大涌水量为 $15.69\text{m}^3/\text{d}$, 最小涌水量为 $5.75\text{m}^3/\text{d}$ 。涌水主要来自火山角砾岩中的裂隙, 受大气降水的补给。矿区未发现泉水干枯、地表水断流情况。分析认为: 以往矿山开采活动没有造成矿体顶底板围岩整体结构的破坏, 对矿区及周边地下水含水层结构的破坏较轻。

2. 土地损毁现状问题

矿区地面工程占地总面积 0.6847hm^2 , 根据矿区土地利用现状图, 经统计可知, 矿区土地利用涉及林地、工矿仓储用地、交通运输用地 3 个一级类型和乔木林地、其他林地、采矿用地、农村道路 4 个二级类型。矿区土地资源利用较为合理, 以林地、工矿仓储用地为主。根据现场踏勘及公众参与调查, 区内林地大部分属于乔灌木, 森林覆盖率较高。

采矿活动对土地资源的影响主要表现在开采对土地资源的破坏及地面设施对土地资源的压占, 其中压占损毁土地面积 0.6847hm^2 。项目区内已损毁土地面积统计, 见表 3-2。

表 3-2 项目区已损毁土地类型及面积

序号	场地名称	03 林地		06 工矿 仓储用地	10 交通 运输用地	面积 (hm^2)	损害 程度
		0301	0306	0602	1006		

		乔木林地	其他林地	采矿用地	农村道路		
1	工业场地	0.0190		0.0986		0.1176	重
2	废渣场	0.1609	0.0663	0.2801		0.5073	重
3	办公生活区			0.0598		0.0598	重
	合计	0.1799	0.0663	0.4385		0.6847	

(1) 压占损毁土地

根据现场调查，矿山已建有办公生活区、工业场地、废渣场等生产用地，共计损毁土地 0.6847hm²。

①工业场地

工业场地包括二号井、副井和风机房、提升机房、沉淀池、PD6 井口房等，损毁方式为压占，损毁总面积 0.1176hm²，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地、其他林地。

②废渣场

废渣场位于工业场地南侧、矿山公路左侧沿线，损毁方式为压占，损毁总面积 0.5073hm²，损毁土地类型为采矿用地、乔木林地。

③办公生活区

办公生活区在朱家沟口进入矿区和工业场地之间，已废弃，损毁方式为占压，损毁总面积 0.0598hm²，损毁现状土地类型为采矿用地。

(2) 已损毁土地复垦情况

工业场地、办公生活区等继续使用，暂未复垦。废渣场当前已复垦，植被成活率低，需要补植补种。

3.生态服务功能现状问题

(1) 植被损毁

矿区因生产建设对原有生态系统造成破坏，形成新的城镇生态系统与其他生态系统，城镇生态系统主要包含矿区生产建筑与生产道路，其

他生态系统以裸土地为主，主要为矿区生产建设造成的原有地形地貌与植被破坏，对原有生态系统进行破坏。根据实地调查，地面工程破坏了原生植被，群落结构简化，生态功能减弱，地面建设工程，清除地面植被，工业设施和硬化地面导致该区域植被覆盖度有所下降，面积 0.51hm²。对原有生态系统影响较轻。

（2）生物多样性

根据现场调查，矿区采矿活动影响范围内的野生动物仅见个别啮齿类动物及麻雀，未见大型陆生野生动物，未见国家、省级重点保护野生动物。乔木主要为刺槐、侧柏、杨树、榉栎等；灌木植物以荆条、酸枣刺为主，多分布于山体中坡以及上坡；草本植物多为蒿白羊草、沙草、蒿类等常见草本为主，形成群落的优势种。

参照矿区生态状况，未发现动物及植物种类的缺失，故矿山开采对生物多样性的影响较轻。

（3）水土流失

受采矿工程的影响，项目区已损毁土地 0.56hm²，主要涉及林地和采矿用地等地类。项目区内水土流失以面状冲刷为主，水土流失强度以轻度为主。

（4）水土环境影响现状

依据《现状环境影响评估报告》、《水土保持方案报告表》及第三方单位对矿区水土取样检测《水、土壤检测报告》对比得知：地表水环境质量均符合《地表水质量标准》III类标准；地下水环境质量均符合《地下水质量标准》III类标准。矿山严格按照《水土保持方案报告表》相关措施实行，可有效控制水土流失等问题。现状对矿区水土环境影响

较轻。

（二）受损预测

1.地质环境受损预测

（1）不稳定地质体预测

矿山地质环境问题预测包括矿山建设工程本身以及采矿活动可能遭受不稳定地质体以及可能引发的地质环境破坏的预测。针对对象的不同，本方案从矿山地面建设工程和采矿活动两方面对整个矿区的地质环境问题进行预测。

1) 采矿活动可能引发地质环境问题预测

该矿山已有 30 余年开采历史，I 号矿体 530m 中段以上已形成约 1.7 万 m³ 采空区，采空区岩体稳定性较差。随着地下开采持续推进，采空区规模将进一步扩大。结合地表岩体移动范围，采用如下预测模式开展地表变形预测：

最大下沉值： $W_{cm} = M \cdot q \cdot \cos \alpha$ ，mm；

最大倾斜值： $i_{cm} = W_{cm}/r$ ，mm/m；

最大曲率值： $K_{cm} = 1.52 \cdot W_{cm}/r^2$ ， $10^{-3}/m$ ；

最大水平移动值： $U_{cm} = b \cdot W_{cm}$ ，mm；

最大水平变形值： $e_{cm} = 1.52 \cdot b \cdot W_{cm}/r$ ，mm/m。

式中：

M——开采厚度，取 2.11m；

α ——矿体倾角，取 62°；

q——下沉系数，取 0.7；

b——水平移动系数，取 0.3；

r ——主要影响半径，取 200m。

经计算，矿体开采完成后，地表最大下沉值 990mm，最大倾斜值 4.95mm/m，最大曲率值 $3.762 \times 10^{-3}/m$ ，最大水平移动值 297mm，最大水平变形值 2.257mm/m。

综上所述，随着采矿作业规模增大，矿区发生地面塌陷地质灾害的可能性较大，灾害危害程度、危险性等级为中等。

2) 采矿活动可能遭受不稳定地质体影响预测

根据调查，矿区内未发现不稳定地质体，故预测认为矿山采矿活动遭受不稳定地质体的可能小。

3) 地面工程可能引发地质环境问题预测

矿山地面工程有办公生活区、工业场地及废渣场，共占地 0.51hm²。由于矿山地面工程已建成使用，因此预测认为矿山地面工程引发不稳定地质体的可能性小。

4) 地面工程可能遭受不稳定地质体影响预测

根据调查，矿区内未发现不稳定地质体，故预测认为矿山采矿活动遭受不稳定地质体的可能小。

(2) 地形地貌景观破坏预测

矿区及周围不存在自然保护区、人文景观、风景旅游区及重要保护设施，矿区位于秦岭南麓山区内，因此，矿山后期开采不会对以上人文自然景观造成影响。目前矿山生活场地以及采矿坑口已经完成，满足后期生产要求。故预测工业场地保持现状，对矿山地形地貌景观环境影响较严重。矿山开采方式为地下开采，根据前文对不稳定地质体进行预测分析，矿山开采形成的采空区造成地面塌陷的可能性中等。

矿区地处秦岭南麓，地貌特征为构造剥蚀作用所形成，矿区构造不发育。矿体倾斜、薄一中厚层，矿体上、下盘围岩主要为绢英岩化凝灰岩，岩体厚度大，产状较陡，空间展布形态稳定，结构体特征为厚层状体，岩体质量级别属Ⅱ-Ⅱ级，围岩属于中等稳固-稳固矿床。

根据该矿岩性质，并同类似矿山进行比较，取上盘岩石移动角 70° ，下盘岩石移动角 70° ，侧翼岩石移动角 75° ，据此圈定出矿山开采时岩石移动带的范围，移动范围内可能会出现地面塌陷、地表变形。预测该矿山可能引发形成地面岩石移动范围区，范围总计 1.5980hm^2 。预测评估采矿活动引发地面塌陷地质灾害的可能性中等，危害程度小，危险性小。

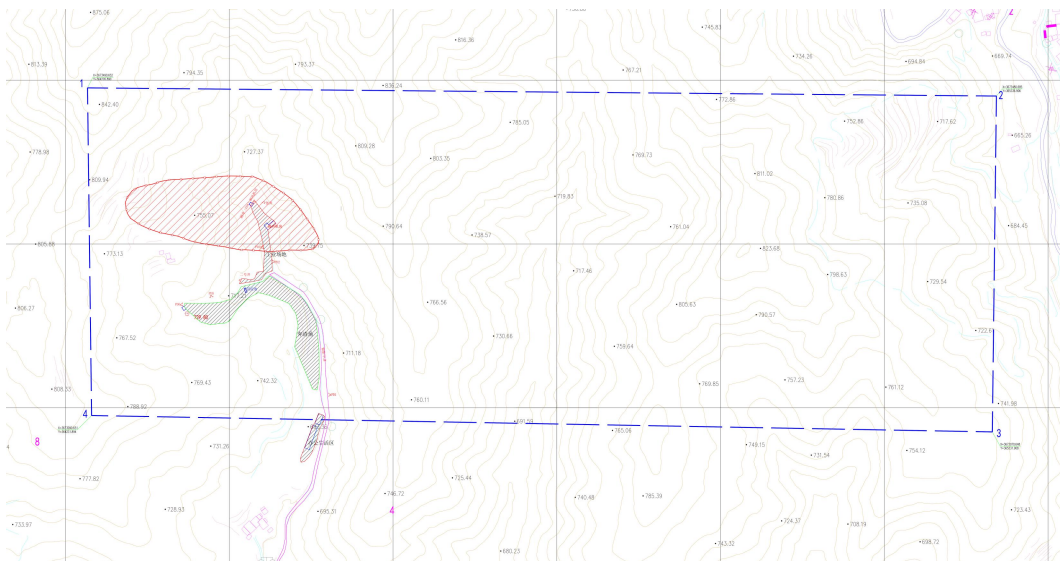


图 3-1 开采引起的地面移动（塌陷）范围

因此，矿山采矿活动和地面工程对地形地貌景观影响程度保持原状，较为严重。

(3) 矿区含水层破坏预测

1) 矿区含水层结构破坏预测分析

矿区地势总体北高南低，属于浅切割低山地貌，矿区最低侵蚀基准

面标高 586m，矿体 3/5 赋存于当地最低侵蚀基准面以下。矿体开采扰动后，上覆岩层将产生变形位移，由下至上依次形成冒落带、导水断裂带、弯曲变形带。冒落带、导水断裂带高度采用下述公式计算：

冒落带高度计算公式：

$$H_m = \frac{100M}{4.7M+19} \pm 2.2 \text{ (m)}$$

式中：

H_m ——冒落带高度，m；

M ——矿体开采厚度，m。

导水断裂带高度计算公式：

$$H_{Li} = \frac{100M}{1.6M+3.6} \pm 5.6 \text{ (m)}$$

式中：

H_{Li} ——导水裂隙带高度，m；

M ——矿体开采厚度，m。

经计算，冒落带最大高度 7.89m，导水断裂带最大高度 16.78m，矿体与上覆含水层间距为 59m。计算结果表明，开采形成的导水裂隙难以贯通上覆含水层，导通上覆含水层的可能性较小。

分析认为：该区矿体属于陡倾斜薄矿体，矿体赋存于上元古界碧口群上亚组三岩性段中部火山角砾凝灰岩中，岩体质量等级优劣为好～中等。矿体采用削壁充填法回采，形成的采空区空间有限，不易引发采空区陷落和地面塌陷，不会造成矿体顶底板围岩整体结构破坏，也不会形成矿体、地表水体、区域供水含水层之间的导水构造和联络通道。预测认为：后期矿山开采活动不易造成矿区及区域含水层结构破坏、地表水漏失，对矿区及周边生产、生活供水影响小，对矿区及周边地质环境的影响较轻。

2) 矿区地下水水位影响的预测分析

矿区主要含水层为火山角砾岩和含砾凝灰岩（即含矿含水层），矿体大部分位于当地侵蚀基准面（586m）以下，未来开采需持续对含矿含水层进行疏干排水。

据矿山采矿坑道多年实测，坑道最大涌水量 $15.69\text{m}^3/\text{d}$ ，最小涌水量 $5.75\text{m}^3/\text{d}$ 。疏干排水将直接导致含矿含水层（火山角砾岩裂隙水）在采区周边形成局部水位降落漏斗，造成该含水层地下水静储量消耗，水位下降。虽然导水断裂带（16.78m）与上覆区域供水含水层间距（59m）较大，不会导致区域主要含水层结构贯通，但含矿含水层自身水资源将在矿区范围内受到局部削减。

因此，矿山疏干排水对矿区范围内含矿含水层的水位及水资源量影响较明显，但影响范围局限于矿区水文地质单元内部，未涉及周边村庄供水水源及区域主要供水层。因此，对地下水流量的影响程度判定为较严重。

3) 矿山开采对地下水水质影响的预测分析

矿体赋存于上元古界碧口群火山角砾凝灰岩中，矿石及围岩中硫化物、重金属及有毒有害元素含量极低，无放射性污染源，地下水径流过程中溶入的有害组分极少。但是，井下凿岩、爆破作业产生的岩粉及机械运行渗漏的少量油污，进入矿坑水后易导致水中悬浮物（SS）、石油类及硝态氮等指标升高；充填废石在地下水长期浸泡下，也可能发生微弱的物理化学离子交换作用。

矿山开采过程中，井下水仓收集的涌水经沉淀、过滤处理后回用于生产，正常情况下不外排，但在井下防渗失效或充填体析水等非正常工

况下，存在浅层裂隙水局部水质恶化的潜在风险。

矿山开采存在人为扰动导致矿坑水水质恶化的风险，但对地下水水质的影响主要限于井下及采区周边，不改变矿区外围及下游区域地下水化学类型。因此，对地下水水质的影响程度可判定为较严重。

(4) 矿区水土环境影响预测分析

1) 水环境影响预测分析

该矿现状下水环境影响主要为生产排水、坑内涌水。

处理方式：该矿山生产过程中的生产水、坑内涌水，在各中段巷道人行道侧设置水沟。各中段坑道涌水及生产废水排出地表后，汇聚于坑口设置的沉淀池，进行处理，检测达到标准后循环使用。

2) 土壤环境影响预测分析

预测矿山土壤影响的主要因素是矿山生产中产生的生活垃圾。

配套有垃圾收集桶等收集设施，统一收集后，按照地方环卫部门的要求，运往集镇垃圾转运点最终进垃圾填埋场处置。预测对土壤环境影响较轻。

综上，矿区开采对水土环境影响较轻。

2.土地受损预测

本矿山相关地面工程已存在，不再损毁新的土地。未来可能导致土地损毁的方式主要为地下开采引起的地表塌陷。预测土地损毁情况主要分为占压区土地损毁预测和地表塌陷土地损毁预测。

1) 占压土地损毁预测

矿山自建矿以来，前期矿山各个建筑物包括办公生活区、工业场地及废渣场，能够满足生产需要，后期不再新增建设项目，占用土地面积

不再增加，对土地资源的影响不再扩大。该矿今后开采产生的废石回填采空区或外运，故不产生新的压占。

2) 塌陷预测

根据开发利用方案，后期开采矿体埋深较大，岩石移动范围内发生大面积采空区地面塌陷的可能性较小。仅可能会在局部地势低洼地段出现凹陷，由此可造成采空区围岩的局部松动。未来拟开采的矿体属于深埋矿体，参考同类矿山未发生地面塌陷。因此塌陷损毁可能性小。

根据本矿的开采历史现状，考虑未来的开采条件、采空区处理措施及地表覆盖，评定本矿造成的塌陷损毁程度为轻度。

3.生态服务功能受损预测

(1) 植被损毁预测

根据前文分析，矿山地面工程破坏了原有植被，但因其不会增加新的地面工程，预测矿山采矿活动对植被影响较轻。

(2) 物种多样性受损预测

物种多样性影响方面，通过对矿区及周边区域的实地走访和生态环境现状调查发现，当前区域内分布的乔木主要为刺槐、侧柏、杨树、榉栎等；灌木植物以荆条、酸枣刺为主，多分布于山体中坡以及上坡；草本植物多为蒿白羊草、沙草、蒿类等常见草本为主。动物以小型哺乳动物（如野兔、鼠类）、鸟类（如麻雀、喜鹊、斑鸠）及昆虫为主。这些动物的栖息地主要依赖于林地、草地等植被覆盖区域。植被的损毁和破碎化会直接导致动物栖息地面积缩小、连通性降低。但随着矿区人工生态系统的建立，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，为项目区生物资源提供适宜的生态栖息环境，从损毁程度和范围来看，虽然部分区域植被受损，但整体上矿区周边仍保留有一定面积的自然植被，且损毁区域多为局部性，尚未形成大规模、连片的栖息地丧失。同时，调查发现区域内动物多为广布种，对环境变化具有一定的适应能力。综合分析，矿山开采对物种多样性的影响预计为轻度。

（3）水土环境影响受损预测

1) 水环境受损预测

矿山在生产过程中，有少量生产废水和坑内涌水排出，一般不会对矿区水土环境造成影响，其中悬浮物可能超标。各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。沉淀池经过检测达到标准后，可以循环使用，富余部分沿山坡自流排放，预测采矿废水对水土环境的影响程度为轻度。

2) 土壤环境受损预测

矿区开采废石以碎屑岩、凝灰岩为主，重金属元素含量较低，且后期大部分采矿废石回填至采空区，少量堆放于废渣场内，预测采矿产生的废石对土壤环境影响程度为轻度。

综上所述，采矿活动及生产对矿区水土环境影响程度为轻度。

（三）问题诊断评价结论

1. 矿山地质环境保护与恢复治理分区

（1）预测分级分区的原则

根据项目建设的工程类型、规模、区段特点，结合矿山环境影响程度现状/预测的结果，“以人为本，以矿山地质环境为本”，根据“区内

相似、区际相异”原则，按照影响矿山地质环境的地质环境条件、不稳定地质体的发育程度、对含水层、地形地貌景观及水土环境影响程度等因素进行综合分析，划分矿山地质环境影响程度分级和分区。具体采用因子叠加（半定量）方法进行分区。

（2）预测分级分区方法

本次矿山地质环境影响程度现状、预测采用因子叠加（半定量）分析法。具体如下：预测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，结合影响区地质环境条件、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见表 3-3。

表 3-3 地质环境影响程度评价分级标准表

影响程度分级	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境
严重	1.不稳定地质体规模大，发生的可能性大； 2.影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全； 3.造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元； 4.受威胁人数大于 100 人。	1.矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道； 2.矿井正常涌水量大于 10000m ³ /d； 3.区域地下水水位下降； 4.矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重； 5.不同含水层（组）串通水质恶化； 6.影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观受影响严重。	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。

较严重	1.不稳定地质体规模中等发生可能性较大； 2.影响到村庄、居民聚居区、一般交通线及重要工程设施安全； 3.造成或可能造成直接经济损失 100 万~500 万元； 4.受威胁人数 10~100 人。	1.矿 井 正 常 涌 水 量 3000m ³ /d—10000m ³ /d； 2.矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态； 3.矿区及周围地表水体漏失较严重； 4.影响矿区及周围部分生产生活供水。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观受影响较重。	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。
较轻	1.不稳定地质体规模小，发生可能性小； 2.影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施； 3.造成或可能造成经济损失小于 100 万元； 4.受威胁人数小于 10 人。	1.矿井正常涌水量小于 3000m ³ /d； 2.矿区及周围主要含水层水位下降幅度小； 3.矿区及周围地表水体未漏失； 4.未影响到矿区及周围生产生活供水。	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小； 2.对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	生产中排放物，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。

根据表 3-6 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。

（3）矿山地质环境影响程度现状分级分区

通过对各因子现状调查结果进行叠加分析，再结合影响区的地质环境条件对各区块界线进行必要修整后，得到影响区地质环境影响程度现状综合分区。本次共划分为 2 个级别 4 个区块，其中地质环境影响程度较严重区 3 个区块，较轻区 1 个区块。（表 3-4）现将不同影响程度分区简述如下：

a) 矿山地质环境影响较严重区

Bx1 区块包括工业场地，占地面积 0.1176hm^2 ，现状受不稳定地质体影响较轻，对含水层影响较轻，对水土环境影响较轻。工业场地对地形地貌景观影响较严重。

Bx2 区块包括废渣场等，占地面积 0.5073hm^2 ，现状受不稳定地质体影响较轻，对含水层影响较轻，对水土环境影响较轻，废渣场对地形地貌景观影响较严重。

Bx3 区块包括办公生活区，占地面积 0.0598hm^2 ，现状受不稳定地质体影响较轻，对含水层影响较轻，对水土环境影响较轻，办公生活区等建构筑物对地形地貌景观影响较严重。

b) 矿山地质环境影响较轻区

Cx1 区块为矿山地质环境影响较严重区外其他地区，总面积 80.6033km^2 ，该区现状采矿活动地质环境影响程度较小，存在地质环境问题少。

(4) 矿山地质环境影响预测分级分区

通过对各因子预测结果进行叠加分析，再结合影响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，得到影响区地质环境影响程度预测综合分区。由于矿山地面工程已经建设，后续没有新建工程，依据上文分析塌陷影响较小，故预测影响保持现状。（表 3-5）将不同影响程度分区简述如下：

a) 矿山地质环境影响较严重区

By1 区块包括工业场地，占地面积 0.1176hm^2 ，预测受不稳定地质体影响较轻，对含水层影响较轻，对水土环境影响较轻，对地形地貌景观

影响较严重。

By2 区块包括废渣场等，占地面积 0.5073hm^2 ，预测受不稳定地质体影响较轻，对含水层影响较轻，对水土环境影响较轻，废渣场对地形地貌景观影响较严重。

By3 区块包括办公生活区，占地面积 0.0598hm^2 ，预测受不稳定地质体影响较轻，对含水层影响较轻，对水土环境影响较轻，办公生活区等建构筑物对地形地貌景观影响较严重。

By4 区块包括塌陷区，占地面积 1.5980hm^2 ，预测受不稳定地质体影响较严重，对含水层影响较严重，对水土环境影响较轻，办公生活区等建构筑物对地形地貌景观影响较轻。

b) 矿山地质环境影响较轻区

Cy1 区块为矿山地质环境影响较严重区外其他区域，总面积 79.0053hm^2 。该区不稳定地质体不发育；采矿活动对含水层、地形地貌景观及水土环境影响较轻。

表 3-4 矿山地质环境现状分区分级表

分级、分区				矿山地质环境问题及影响程度				占比	现状分析
位置	分区	分级	面积 (hm ²)	现状不稳定地质体影响	现状对含水层影响	现状对地形地貌景观影响	现状对水土环境影响	(%)	
工业场地	Bx1	较严重	0.1176	较轻	较轻	较严重	较轻	0.14	现状工业场地对地形地貌景观影响较严重。
废渣场	Bx2	较严重	0.5073	较轻	较轻	较严重	较轻	0.62	现状废渣场对地形地貌景观影响较严重。
办公生活区	Bx3	较严重	0.0598	较轻	较轻	较严重	较轻	0.07	现状办公生活区建构筑物对地形地貌影响较严重。
影响区范围内其他区域	Cx1	较轻	80.6033	较轻	较轻	较轻	较轻	99.16	现状采矿活动对地质环境影响程度较小，存在的地质环境问题少。
合计			81.2880					100.0	

表 3-5 矿山地质环境预测分区分级表

分级、分区				矿山地质环境问题及影响程度				占比	预测分析
位置	分区	分级	面积 (hm ²)	预测不稳定 地质体影响	预测对含 水层影响	预测对地形地 貌景观影响	预测对水土 环境影响	(%)	
工业场地	By1	较严重	0.1176	较轻	较轻	较严重	较轻	0.14	预测工业场地对地形地貌景观影响较严重。
废渣场	By2	较严重	0.5073	较轻	较轻	较严重	较轻	0.62	预测废渣场对地形地貌景观影响较严重。
办公生活区	By3	较严重	0.0598	较轻	较轻	较严重	较轻	0.07	预测办公生活区建构物对地形地貌影响较严重。
I号矿体岩石 移动范围	By4	较严重	1.5980	较严重	较严重	较轻	较轻	1.97	岩石移动范围内大面积塌陷的可能性较小，但可能引发局部沉陷或出现地表裂缝的可能性较大，威胁采矿工程及作业人员，危险性中等，影响程度较严重
影响区范围 内其他区域	Cy1	较轻	79.0053	较轻	较轻	较轻	较轻	97.19	预测采矿活动对地质环境影响程度较小，存在的地质环境问题少。
合计			81.2880					100.0	

2.矿区土地复垦分区

(1) 土地复垦区与复垦责任范围

①复垦区的确定

土地复垦区包括生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域。废渣场上一期已进行复垦，现场调查发现植被成活率低，需要进行补种补植，因此纳入本期复垦范围，进行补种补植。根据矿区地表设施用地情况以及已损毁、拟损毁土地分析与预测结果，本方案复垦区面积 2.2827hm²。现状损毁土地为 0.6847hm²，预测拟损毁土地 1.598hm²，共计损毁面积 2.2827hm。具体构成见表 3-6 所示。

表 3-6 复垦区构成及面积

用地性质	用地工程名称	面积 (hm ²)			备注
		已损毁	拟损毁	合计	
临时用地	工业场地	0.1176		0.1176	不继续使用
	废渣场	0.5073		0.5073	
	办公生活区	0.0598		0.0598	
	塌陷区		1.5980	1.5980	
总计		0.6847	1.5980	2.2827	

②复垦责任范围的确定

复垦责任范围由损毁土地和不留续使用地组成。矿山企业办理相关租用地手续协议，矿山道路依托原有农村道路，在生产期间承担矿山运输功能，在复垦期作为施工道路使用，管护期作为看护山林道路使用，确定矿山道路留续使用。

废渣场上一期已进行复垦，现场调查发现植被成活率低，需要进行补种补植，因此建议纳入本期复垦责任范围。

因此最终确定复垦责任范围包括工业场地、废渣场、办公生活区，总面积为 2.2827hm²。

（2）土地类型及权属

①土地利用类型

依据勉县自然资源局提供的第三次全国土地调查 1:5000 土地利用现状图，2024 年更新矢量数据对复垦区土地利用现状进行统计，矿区复垦区面积为 2.2827hm²，复垦责任范围面积为 2.2827hm²，土地利用类型主要为乔木林地、采矿用地。复垦区土地利用类型见表 2-6。

②土地权属状况

勉县铺沟铅锌矿位于勉县茶店镇，所占用土地涉及分水铺村、艾叶口村。所压占土地为分水铺村乔木林地、采矿用地，土地所有权属分水铺村集体，土地权属无纠纷。

（3）土地损毁程度评价因子及等级标准

根据《中华人民共和国土地管理法》和《土地复垦方案编制规程》，把土地损毁程度等级分为 3 级，I 级（轻度损毁）、II 级（中度损毁）和 III 级（重度损毁）。

本项目采用极限条件分析法进行土地损毁程度评价。即根据不同项目损毁类型特点，选取多个土地损毁评价因子进行综合分析，取单个评价因子达到的最高土地损毁等级作为该工程对土地损毁程度等级。本方案对土地挖损和压占损毁程度参照《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD / T-1007-2003）确定，具体标准如表 3-8、3-9。

表 3-8 土地挖损损毁程度评价因子及等级标准表

评价因子	评价等级		
	轻度破坏（I 级）	中度破坏（II 级）	重度破坏（III 级）
挖损深度	<1.0m	1.0~3.0m	>3.0m
挖损面积	<0.10hm ²	0.10~1.0hm ²	>1hm ²
挖损坡度	<25°	25~35°	>35°

挖损土层厚度	<0.2m	0.2~0.5m	>0.5m
对土地功能影响程度	基本不影响	影响土地功能	丧失原有功能

表 3-9 土地压占损毁程度评价因子及等级标准表

评价因子	评价等级		
	轻度破坏（I 级）	中度破坏（II 级）	重度破坏（III 级）
压占面积	<1.0hm ²	1.0~5.0hm ²	>5hm ²
边坡坡度	<25°	25~35°	>35°
砾石含量	<10%	10%~30%	>30%
对土地功能影响程度	基本不影响	影响土地功能	丧失原有功能

（4）土地复垦分区

根据对已损毁土地现状描述分析、拟损毁土地预测汇总，本方案损毁土地面积为 2.2827hm²。土地损毁汇总情况详见表 3-10。

表 3-10 土地损毁情况汇总表

损毁状态	分区名称	一级地类（面积 hm ² ）				损毁程度	小计
		01 耕地	03 林地	03 林地	06 工矿 仓储用地		
		二级地类（面积 hm ² ）					
		0103 旱地	0301 乔木林地	0306 其他林地	0602 采矿用地		
已损毁	工业场地		0.0190		0.0986	轻度	0.1176
	废渣场		0.1609	0.0663	0.2801	轻度	0.5073
	办公生活区				0.0598	轻度	0.0598
拟损毁	塌陷区	0.0335	1.4483		0.1162	轻度	1.5980
总计		0.0335	1.6282	0.0663	0.5547		2.2827

3.生态损毁与退化分区

基于对矿山当前生态现状的详细调查以及对未来生态发展可能出现问题的预测分析，针对采矿权所涵盖的范围以及采矿活动有可能产生影响的区域内存在的生态损毁与生态退化问题，展开了综合诊断评价工作。经过预测分析：矿山采矿活动对生态损毁与退化程度均为轻度。

4.矿区生态影响分区

依据上述对矿山地质环境破坏、土地损毁、生态受损与退化等矿区生态破坏的分析结果，将整个矿区分为 4 个受损区块，对矿区整体损毁程度综合评价，结果见表 3-11。

表 3-11 矿区损毁程度综合评价表

序号	问题类型	现状及预测受损情况			综合评价结果
		范围	面积 (hm ²)	损毁程度	
II-1 工业场地	地质环境问题		0.1176	中度	中度
	土地损毁			轻度	
	生态受损与退化			轻度	
II-2 废渣场	地质环境问题		0.5073	中度	中度
	土地损毁			轻度	
	生态受损与退化			轻度	
II-3 办公生活区	地质环境问题		0.0598	中度	中度
	土地损毁			轻度	
	生态受损与退化			轻度	
II-4 塌陷区	地质环境问题		1.5980	中度	中度
	土地损毁			轻度	
	生态受损与退化			轻度	
III-1 自然恢复区	地质环境问题	其他区域	42.5157	轻度	轻度
	土地损毁			轻度	
	生态受损与退化			轻度	

二、生态修复可行性分析

（一）技术经济可行性分析

1. 技术可行性分析

通过现状分析与预测分析，矿山地面建设工程对矿区地形地貌景观的影响与破坏较严重。未来随着矿山向深埋矿体进行开采，地面塌陷可能小，对含水层影响较轻；依据《现状环境影响评估报告》《铅锌矿水土保持方案报告表》，矿区生产生活对水土环境质量影响为较轻。针对采矿活动所导致的一系列矿山地质环境问题，可采用不同的技术方法对其实施预防和治理：

（1）不稳定地质体：整体较稳定，发育程度弱，地面塌陷对生态环境影响较轻，因此采用人工监测+刺丝围栏+警示牌方式处理。

（2）地形地貌景观：主要为地面建设工程对原生地形地貌景观造成的压占损毁。矿山闭坑后对不继续使用的建筑进行拆除、清运，通过土地复垦进行覆土、绿化，以此来治理恢复区内地形地貌景观。

（3）含水层：采矿活动对含水层影响较为严重。对含水层以监测为主，加强废水资源化利用，排供结合。

（4）水土环境质量：矿区生产生活对水土环境质量影响为较轻。为了加强水土环境的监测和管理，管理人员需要定期巡查矿井水净化设备的运行情况，并对出水水质进行定期检测，发现异常尽快处理，避免造成水处理系统事故。

（5）生态服务功能：采矿活动对生态服务功能影响为较轻。对生态服务功能加强监测，每年进行一次样方调查，发现异常尽快处理。

综上所述，矿区生态问题是可以通过事前预防、事中监测，事后采

取工程治理和土地复垦的方式予以消除或恢复治理，针对矿山采矿活动所导致的一系列矿山生态环境问题，相应治理措施成熟，工程措施适合本矿山生态修复，因此矿山生态修复治理在技术上可行。

2. 经济可行性分析

本方案矿区生态修复工程主要包括地貌重塑工程、土壤重构工程、植被重建工程以及监测管护工程。对矿山生态修复问题进行综合分析。

按照（陕自然资规〔2024〕1757号）文件附表，矿种系数取1.5%（铅锌矿），开采系数取1.0（浅孔留矿法），地区系数取1.2（陕南地区）。根据《开发利用方案》最终产品平衡表，结合当地矿石供需情况及对未来矿石市场需求的预测分析，确定本项目矿石坑口的当量不含税售价为230元/吨。按照售价230元/吨计算，近期每吨矿石提取基金量为4.16元，月提取基金数为1.04万元。比照勉县同类型矿山以往地质环境恢复治理保证金缴存和恢复治理工程实施经验，该项目费用能够满足矿山生态修复的资金要求。

矿山已按规定建立了矿山环境治理与土地复垦基金制度，并且，本方案治理项目启动后，矿山生态修复工程实施和后期维护都需要相当大量的机械设备和劳动力，可在短期内解决当地的部分劳动力就业问题，增加当地居民收入。因此，综合分析其在经济上是可行的。

（二）目标方向可行性分析

1. 参照生态系统确立

依据国土空间规划及用途管制要求，参照矿区受损前运行良好的系统，以及其他成功生态修复案例，本次方案拟初步考虑2种选择的参照生态系统进行比选。

（1）矿区周边未受损毁的森林生态系统

根据现场调查及相关资料，矿山及周边以森林生态系统为主，包括针叶林、落叶阔叶林等，主要植被为侧柏、油松、刺槐等。勉县地处古北界与东洋界交汇地带，动物种类较为丰富，分布有丽斑麻蜥、虎斑颈蛇、白条锦蛇等爬行类，以及松鸦、红嘴蓝鹊、领雀嘴鹀、黄臀鹀等鸟类，以及岩松鼠、黄鼬、野猪等哺乳类动物，区域还分布有林麝、红腹锦鸡等国家重点保护野生动物。该区域森林生态系统主要生态服务功能为涵养水源、保持水土、改良土壤、孕育和保存生物多样性，是秦巴生物多样性生态功能区的重要组成部分。

（2）矿区受损后生态修复效果较好区域

根据现场调查，矿山对受损区域生态修复效果较好的区域位于矿区西侧，该部分区域在未治理之前主要受到废渣堆压占引起的损毁问题。近几年矿山对废渣堆进行清理之后，对地表裸露区域进行了客土回填—场地整平—植被重建—截排水等措施，通过日常管护，逐渐形成了人为修复的复合生态系统，该复合生态系统植被生长茂盛，水土保持良好。逐步开始与周边自然生态系统相连接，最终满足原生自然生态系统的功能需求，为项目区生物资源提供适宜的生态栖息环境。

通过上述比选，初步确认本次方案采取矿区西侧修复效果较好的区域为参照生态系统，原因具体如下：（1）矿山因生产建设对原有生态系统主要损毁形式为压占，其中压占损毁主要为地面构筑物及堆渣对原有地形地貌进行损毁，损毁程度中度；矿山经治理后，已取得较好的复垦效果及复垦经验，参照此生态系统复垦经验可对矿山其余损毁区域进行恢复；（2）参照区域位于矿区西侧，与原有自然生态系统相结合形成复

合生态系统，逐渐可替代原来的自然生态系统，该区域与矿山其余损毁区域情况类似，具有较好的借鉴经验；（3）此生态系统复垦区域主要采取客土回填、场地整平、截排水工程、栽植刺槐与混播草籽的方式进行逐步恢复生态系统功能，结合矿山未损毁前的生态系统，这种复垦方式可满足矿山损毁区域的复垦要求，实现矿山损毁生态系统功能的逐步恢复。

2. 土地复垦可行性分析

（1）评价单元划分

根据矿区土地损毁程度综合评价结果，结合土地利用现状分类划分评价单元。各评价单元损毁地类及损毁面积见表 3-12。

表 3-12 土地适宜性评价单元类型划分表

序号	参评单元	原地类	综合损毁程度	评价面积（hm ² ）
1	工业场地	乔木林地、采矿用地	中度	0.1176
2	废渣场	乔木林地、采矿用地	中度	0.5073
3	办公生活区	采矿用地	中度	0.0598

（2）复垦方向的初步确定

在考虑生态修复功能定位、社会经济、政策和公众意愿的基础上，初步确定工业场地、废渣场、办公生活区复垦为乔木林地。

表 3-13 待复垦土地初步复垦方向分析表

序号	参评单元	原地类	综合损毁程度	损毁面积（hm ² ）	复垦初步方向
1	工业场地	乔木林地、采矿用地	中度	0.1176	乔木林地
2	废渣场	乔木林地、采矿用地	中度	0.5073	乔木林地
3	办公生活区	采矿用地	中度	0.0598	乔木林地

（3）评价方法及过程

①评价方法

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 为第 i 个评价单元的最终分值； Y_{ij} 为第 i 个评价单元中第 j 个参评因子的分值。

②评价体系

结合矿区自然环境条件及以往生态修复经验，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》和《土地复垦质量控制标准》等确定复垦方向的评价标准，详见下表 3-14。

表 3-14 土地复垦可行性评价标准

限制因素及分级指标		耕地等级	林地等级	草地等级
(堆积)地面坡度 (°)	S	1	1	1
	6-15	2	1	1
	15-25	3	2	2
	>25	N	3 或 N	2 或 3
覆盖/压覆 土层厚度 (cm)	>80	1	1	1
	50-80	2	2	1
	30-50	3	3	2 或 3
	<30	N	N	N
土壤质地	壤质及黏土质	1	1	1
	砂壤质、黏土质、砾质土(含砾率≤15%)	2 或 3	1 或 2	2 或 3
	砂土或砾质土(含砾率≤25%)	N	2 或 3	3 或 N
	石质或砾质土(含砾率>25%)	N	N	N
排灌条件	排灌条件好	1	1	1
	排灌条件一般	2	1	1
	排灌条件不好	3	2 或 3	2 或 3
	无灌或无排条件, 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%, 农副产品达到食用标准	2	1	1
	有化学有害物质, 造成产量下降20%~40%, 农副产品不达食用标准	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
土壤资源 保证率 (%)	100	1	1	1
	80-100	1 或 2	1	2
	50-80	3	2 或 3	2 或 3
	<50	N	N	N

表 3-15 土地复垦可行性评价结果表

序号	参评单元	地面坡度 (°)	土层厚 度 (m)	土壤质地	排灌条件	堆积物毒性	土源保证 率 (%)	耕地 方向	林地 方向	草地 方向	主要限制 因子	评价结果
1	工业场地	≤5	0.5	砂土或砾质土 (含砾≤25%)	一般	无化学有害 物质	100	N	3	3	排灌条件	复垦为乔木林地；场地 清理、场地平整、覆土、 植被重建。
2	废渣场	≤5	0.5	砂土或砾质土 (含砾≤25%)	一般	无化学有害 物质	100	N	3	3	排灌条件	复垦为乔木林地；场地 清理、场地平整、覆土、 植被重建。
3	办公生活 区	>25	0.5	砂土或砾质土 (含砾≤25%)	一般	无化学有害 物质	100	N	3	3	排灌条件	复垦为乔木林地；场地 清理、场地平整、覆土、 植被重建。
4	塌陷区	>25	0.5	砂土或砾质土 (含砾≤25%)	一般	无化学有害 物质	100	N	3	3	排灌条件	复垦为乔木林地；场地 清理、场地平整、覆土、 植被重建。

3. 复垦方向的确定

依据矿区土地损毁现状及预测分析，参照表 3-16 中适宜性等级评定结果及参照生态系统的特点，最终确定各受损单元的复垦方向。土地复垦适宜性评价结果见表 3-16。

表 3-16 土地复垦适宜性评价结果表

序号	评价单元				复垦利用方向	复垦后土地类型
	单元类型	损毁程度	原地类	面积		
1	工业场地	中度	乔木林地、采矿用地	0.1176	林地	乔木林地
2	废渣场	中度	乔木林地、其他林地、采矿用地	0.5073	林地	乔木林地
3	办公生活区	中度	采矿用地	0.0598	林地	乔木林地
4	塌陷区	中度	旱地、乔木林地	1.5980	原地类	原地类
合计				2.2827		

(1) 工业场地

根据适宜性评价结果，工业场地地块适宜复垦为三等林地，现状场地周边地块为乔木林地，依据公众意愿综合确定其终了复垦方向为乔木林地。

(2) 废渣场

根据适宜性评价结果，地块适宜复垦为三等林地；现状场地周边地块为乔木林地，依据公众意愿综合确定其终了复垦方向为乔木林地。

(3) 办公生活区

根据适宜性评价结果，地块适宜复垦为三等林地；依据公众意愿综合确定其终了复垦方向为乔木林地。

(4) 沉陷土地

因采空区内发生地表变形的可能性小，不会影响植被的正常生长，结合损毁土地利用现状类型和周边土地利用类型，初步确定复垦方向为原地类。

本方案土地复垦责任面积 2.2827hm²，全部纳入规划复垦范围，损毁土地复垦率 100%。针对土地复垦责任范围内的复垦后的土地等实施复垦效果监测。针对复垦后的乔木林地进行管护，确定的复垦管护时间为 3 年。

（三）边开采、边修复可行性分析

1. 政策与规范要求明确支持

国家及陕西省层面均明确要求矿山必须执行“边开采、边修复”原则，并将其作为环评、土地复垦和绿色矿山建设的核心内容之一。例如，《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》明确提出地貌重塑、土壤重构和植被重建等全过程治理要求，强调同步实施修复措施。

2. 生态问题可控，技术路径清晰

地表塌陷：预测矿山塌陷以轻度损害为主，可通过平整土地、植被重建等方式恢复功能。

水资源保护：导水断裂带未贯通隔水层，矿井水经处理后 100%回用，满足生态补水标准。

3. 制度与资金保障机制健全

项目需缴存生态修复基金，复垦费用纳入生产成本，并建立“谁破坏谁复垦”责任制，接受地方政府监督验收，确保生态修复落地。

4. 实践验证的可行性

借鉴汉中市勉县案例，通过超前规划修复范围、同步实施塌陷区植

被种植及废石综合利用，可实现矿区绿化率 80%以上，验证了“边开采边修复”在生态脆弱区的技术经济可行性。

（四）耕地保护可行性分析

（1）政策符合性分析

依据《中华人民共和国土地管理法》第三十七条及《土地复垦条例》，第三条、第十六条规定，非农业建设必须节约使用土地，可以利用荒地的，不得占用耕地；禁止占用耕地建窑、建坟或者擅自在耕地上建房、挖砂、采石、采矿、取土等。矿山开采活动应严格采取保护性措施，最大限度减少对耕地的损毁，并按照“谁损毁、谁复垦”的原则，履行土地复垦义务，恢复耕地功能。

本采矿权范围与部分现状耕地存在空间重叠，但矿山在采矿权设置、开拓系统布置、地面设施选址等环节已采取全面避让措施，所有开采工作面、巷道布置、工业场地等均严格避开耕地分布区域，不占用、不压覆现状耕地。后续生产运营期间，将持续开展地表变形与耕地生态监测，严格执行土地复垦与生态修复方案，确保耕地得到有效保护，达到国家关于矿产资源开发与耕地保护协调发展的管控要求。

（2）开采避让与节约集约分析

矿区地处陕南秦巴山区，地形起伏大，山地多、平地少，平缓耕地资源稀缺。矿体空间位置受地质条件控制无法移动，地下开采不可避免对上部覆岩产生扰动，存在对上部耕地产生采动影响的风险，但地面不再新增压占损毁耕地。项目已从开采布局上最大限度降低对耕地的扰动，地面设施选址优先利用未利用地和工矿用地，不占用优质耕地，符合节约集约用地、严格保护耕地的要求。

（3）修复技术可行性分析

矿区拟受影响耕地现状耕作层土壤保存完整。待地下开采结束、地表沉陷趋于稳定后，通过地表裂缝充填、土地平整、耕作层覆土、增施有机肥—培肥改良等工程措施，可恢复耕地耕作条件，复垦后土地继续作为耕地使用，不改变原有地类；配套开展耕地质量监测，修复后耕地质量不低于损毁前等级。相关土地复垦技术成熟，工程量已纳入本生态修复方案预算，修复资金纳入矿山地质环境治理恢复基金，技术、资金均具备可行性。

三、生态修复分区及修复时序安排

（一）矿区生态修复分区

1. 分区原则及方法

①生态敏感性优先原则：优先划分生态脆弱、敏感区域，如水源涵养区、生物多样性富集区、陡坡地段、工业广场等，作为重点修复分区。

②开采扰动关联性原则：根据开采活动对地表、植被、土壤、水文等的扰动程度，划分直接影响区（工业广场、废渣场等）、间接影响区（塌陷区、水土流失扩散区等）及生态缓冲区。

③地形地貌统一性原则：结合地形地貌特征，将坡度、坡向、海拔等相近的区域划分为同一修复单元，便于采取针对性修复措施。

④修复目标导向原则：根据不同区域的生态功能定位，如生态防护、农业生产、景观美化等，划分不同修复目标的分区。

⑤可操作性原则：分区面积大小适宜，边界清晰，便于工程组织实施和后期监测管理。

2. 分区评述

根据区域损毁形式、损毁程度与位置关系，将修复区域划分为重建区、自然恢复区两个主要分区。其中，重建区包括工业场地修复区、废渣场修复区、办公生活修复区、塌陷修复区累计 4 个修复区；自然恢复区为矿山采矿影响范围（除去重建区）。

（二）修复时序安排

依据前文矿区生态修复的服务年限、矿山开采设计方案中的工作安排和矿区生态修复分析成果，参照矿区生态修复工作“三同时”原则，本方案结合该矿山的服役年限、开发利用规划，将矿区生态修复工作分近期、中远期实施。具体如下：

1. 复产准备期、基建期（2026 年-2030 年）

复产期主要开展塌陷区刺丝围栏警戒、废渣场补种补植、矿山地质环境监测、土地损毁监测以及生态系统监测工作。

2. 生产期（2031 年-2032 年）

生产期主要开展矿山地质环境监测、土地损毁监测以及生态系统监测工作。

3. 闭坑修复、管护期（2033 年-2036 年）

（1）矿山地质环境恢复治理工程

对硐口封堵工程；地质环境监测、土地损毁监测以及生态系统监测工作；同时对前期已实施的治理工程进行养护。

（2）土地复垦

对矿区内工业场地、废渣场、办公生活区等复垦单元进行土地复垦、监测与管护。

（3）生态系统

闭坑修复、管护期内主要对生态系统进行监测、保护、避让，主要借助取样分析、无人机等手段配合现场样方调查监测，对影响范围的生态系统格局、生态系统质量进行调查监测。

表 3-19 生态修复分区及时序表

分区名称	面积 (hm ²)	主要问题	主要修复工程措施	实施时间表
工业场地修复区	0.1176	地表硬化、土壤压实、植被破坏。	地质环境监测、生态系统监测、构筑物拆除+拆除垃圾转运+客土回覆+土地平整+土地翻耕+土壤施肥+植被重建+监测、管护	复产期准备、生产期、闭坑修复、管护期
废渣场修复区	0.5073	土壤压实、植被破坏。	地质环境监测、生态系统监测+补种补植+监测、管护	复产期准备、生产期闭坑修复、管护期
生活修复区	0.0598	地表硬化、土壤压实、植被破坏。	地质环境监测、生态系统监测、构筑物拆除+拆除垃圾转运+客土回覆+土地平整+土地翻耕+土壤施肥+植被重建+监测、管护	复产期准备、生产期闭坑修复、管护期
自然恢复区	42.5157	采矿活动影响	警示牌+标语牌	复产期准备、生产期闭坑修复、管护期

四、采矿用地与复垦修复安排

(一) 修复时序安排

根据矿区复垦修复的目标任务，本方案复垦责任范围内面积 2.2827hm²，土地复垦率 100%，矿区生态修复目标及土地利用变化主要体现在乔木林地的增加，为地面建设工程拆除复垦后增加的面积，详见表 3-18。

(二) 采矿用地修复安排

地面建设工程包括办工业场地、废渣场、办公生活区，总面积 0.6847hm²。

参照目标方向可行性分析，矿山闭坑后拟将采矿用地复垦为乔木林地，生态修复分区时序见上表 3-20，依据《林地分等定级规程》，同时根据复垦土地尽量提高地类的原则，在有条件的区域，复垦地类提高为更高级别用地。复垦后土壤质量应满足《土地复垦质量控制标准》相应标准

矿区具体生态修复目标及土地利用变化情况见下表所示。对采矿用地预计复垦修复起止时间具体安排见表 3-21。

表 3-20 矿区生态修复目标及土地利用变化表（单位：hm²）

一级 编码	地类 名称	二级 编码	地类 名称	损毁前					生态修复目标					面积增减	
				工业 场地	废渣场	办公生 活区	塌陷区	合计	工业 场地	废渣场	办公生 活区	塌陷区	合计	hm ²	%
01	耕地	0103	旱地				0.0335	0.0335				0.0335	0.0335	0	
03	林地	0301	乔木 林地	0.0190	0.1609		1.4483	1.6282	0.1176	0.5073	0.0598	1.4483	2.2492	0.6210	38.1
		0306	其他 林地		0.0663			0.0663					0	-0.0663	100
06	工矿 仓储 用地	0602	采矿 用地	0.0986	0.2801	0.0598	0.1162	0.5547					0	-0.5547	100
合计				0.1176	0.5073	0.0598	1.598	2.2827	0.1176	0.5073	0.0598	1.598	2.2827	0	

表 3-21 矿区用地（含临时使用土地）复垦与修复时间表

用地信息							复垦修复计划				
序号	原地类	范围	面积 (hm ²)	质量	是否为临时用地	批准（计划）使用年限 （年月日～年月日）	目标地类	范围	面积 (hm ²)	质量	批准（计划）复垦 修复期限（年月 日～年月日）
1	乔木林地、 采矿用地	工业场地	0.1176	/	是	1982 年建矿～2036 年 12 月 31 日	乔木林地	工业场地	0.1176	良好	2033.1.1 日— 2033.12.31
2	乔木林地、 采矿用地	废渣场	0.5073	/	是	1982 年建矿～2036 年 12 月 31 日	乔木林地	废渣场	0.5073	良好	2033.1.1 日— 2033.12.31
3	采矿用地	办公生活区	0.0598	/	是	1982 年建矿～2036 年 12 月 31 日	乔木林地	办公生活区	0.0598	良好	2033.1.1 日— 2033.12.31
4	旱地、 采矿用地	塌陷区	1.5980	/	是	1982 年建矿～2036 年 12 月 31 日	乔木林地	办公生活区	1.5980	良好	2033.1.1 日— 2033.12.31
			2.2827						2.2827		

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

(一) 敏感目标保护

矿区位于秦岭山脉南麓，区内地形北高南低，海拔标高 670~910m。依据《汉中市秦岭生态环境保护规划》，铺沟铅锌矿矿权范围内及矿区范围外的建筑设施均位于秦岭一般保护区内，不涉及核心保护区及重点保护区，矿山严格按照《陕西省秦岭生态环境保护条例》和相关法规、规划的规定，严格按照绿色矿山标准进行建设和开采。据调查，该矿区不在“三区三线”范围内，周边无需要保护的水源地、天然草原、公益林、自然保护地、地质遗迹、生态保护红线、珍贵物种、古树古木、矿业遗迹、重要基础设施等敏感目标。

矿区范围内无永久基本农田。矿区范围内有零星的耕地分布，位于矿区西南、东北边界。矿山地面工程不涉及耕地，仅在岩石移动范围内有耕地 0.0335hm²。岩石移动范围内发生大面积采空区地面塌陷的可能性较小，仅可能会在局部地势低洼地段出现凹陷，由此可造成采空区围岩的局部松动。耕地保护措施：

1) 开采期耕地预防保护措施

①优化井下开采工艺，针对上部存在耕地的矿段，合理设计开采参数，尽可能减轻覆岩移动对上部耕地的扰动。

②建立地表巡查制度，开采期间对涉及耕地的拟塌陷区域开展常态化现场巡查，发现地表裂缝、轻微沉降及时开展裂缝充填处置，防止降水入渗加剧土体破坏，减少耕作层损毁。

③落实耕作层保护理念，如后期确有局部临时扰动耕地情况，严格

执行耕作层土壤剥离-储存-回复再利用制度，保护优质表土资源。

2) 地表稳沉后工程复垦修复措施

①对受塌陷影响的耕地开展土地复垦恢复，全域实施耕作层覆土，覆土厚度不小于 50cm；配套施用商品有机肥、复合肥开展土壤培肥改良，恢复土壤肥力，复垦后继续保留耕地属性，不得将耕地修复为林地、草地。

②对地表发育的各类裂缝采用土方充填、夯实处理，消除沉陷地质隐患；恢复地块田间排灌条件，保障耕地耕作使用功能。

③复垦完成后，开展耕地质量等别评定，复垦后耕地质量等级不得低于开采损毁前原有等级。

3) 全过程监测与管护保障措施

①设置监测点位。对拟塌陷区内耕地开展地表沉降、裂缝发育、耕地土壤质量监测，记录沉降量、裂缝宽度、土壤肥力指标，定期报送监测成果。

②资金保障。耕地复垦工程投资全部纳入本矿区生态修复方案投资，足额计提矿山地质环境治理恢复基金，专款专用，保障复垦工程落地实施。

③接受属地监管。开采、复垦全过程主动接受勉县自然资源局监督管理；复垦工程完工后，申请主管部门组织竣工验收，验收合格后方可完成闭环。

(二) 表土剥离与植被移植利用

依据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》，按照“应剥尽剥”的要求，根据生产计划涉及扰动区域合理安排表土剥离工作，测算剥离

表土厚度、面积、剥离量。表土剥离应对地表植被及剩余生物群进行保护利用，对于已损毁土地自然恢复的部分植被应进行保护利用。表土堆存应按照“分区堆存、就近堆存、就近利用”要求，明确表土堆存区域、堆存时间，表土堆存场应选择不易造成水土流失和诱发不稳定地质体的区域，不宜占用耕地。

矿山为地下开采，且不另新建设施，无大范围表土剥离与植被移植工程。剥离仅用于塌陷区裂缝充填后的表土回覆，非大面积剥离。

（三）相关协同措施

矿山开采期间，若有因降雨、地震等自然因素诱发的地质灾害，矿山企业应当移交地灾防治部门进行在册登记，并委托具有地质灾害勘察资质的单位进行勘查设计，可使用生态修复费用进行防治。开采期间，矿山企业应当按照水保、环保部门要求的水土保持方案、环境保护方案对水土流失、环境影响等情况进行监测与防治。矿山企业根据批复的开发利用方案进行固废综合利用，按照相关部门规定实施，本方案不再赘述。

二、修复措施

（一）地貌重塑

1. 地形地貌重塑治理措施

1) 地面塌陷治理

地面塌陷根据矿山开采时间的推移，地面塌陷也逐步扩大，对矿区引发的地面塌陷采取削高填低、覆土平整等绿化措施，设立明显警示牌，为防止附近村民和牲畜进入采空区塌陷隐患范围而受到伤害。

治理方案：地裂缝充填石+刺丝围栏+警示牌

2) 硐口封堵

矿山生产结束后，矿区内二号井、副井等共 2 处硐口采用 M7.5 浆砌片石进行硐口封堵。

治理方案：巷道回填+浆砌石封堵

2. 含水层破坏修复技术措施

矿山排水经沉淀池处理后方可外排，并加强地下水及地表水监测。

3. 水土环境影响修复技术措施

加强水土环境质量监测。

4. 地形地貌景观恢复治理技术措施

拆除废弃建筑及设施、清除硬化地面及废渣清运。

（二）土壤重构

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、土壤培肥等。

1) 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，清理杂物和各种杂物。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。

2) 建筑废料清运

将拆除的建筑垃圾填至二号井巷道中，运距 0.5~1.0km。该项工作划入地质环境治理的硐口封堵工程中。

3) 场地清理及找平

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

4) 表土覆盖

找平后进行表土覆盖，覆盖厚度不小于 30cm，

5) 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，施商品有机肥 500kg/亩。

(三) 植被重建

1. 植被重建

采用乔灌草相结合的方式配置（表 4-1）。乔木采用刺槐，灌木采用紫穗槐，草籽采用紫花苜蓿；刺槐为 2~3 年实生苗，苗高 2-2.5m；紫穗槐为 2~3 年实生苗，株高应达到 80cm，冠幅 40cm。

栽植方式：乔木整地规格为 0.5m×0.5m（圆形，坑径×坑深），灌木整地规格为 0.4m×0.4m（圆形，坑径×坑深），撒播草籽为撒播，覆土厚度 2.5cm。

绿化时间：绿化时间以春、秋两季为宜。绿化后，浇透水。

灌溉水源：利用处理后的生活污水，组织人员定期灌溉，在降雨量较少时，增加灌溉次数。

人工抚育措施：在植物措施开展后，需进行植被抚育管理，以提高植被的成活率，当发现草籽枯死等不良现象，应及时补种。

表 4-1 场地设施用地复垦植被配置设计

树种名称	植物性状	株×行距(m)	种植方式	整地方式(cm)	苗木规格	造林密度
刺槐	落叶乔木	2×2	植苗	50×50 穴状整地；	2~3 年实生苗 苗高 2-2.5m	2500 株/hm ²
紫穗槐	落叶灌木	2×2	植苗	40×40 穴状整地；	2~3 年实生苗 苗高 80cm	2500 株/hm ²
紫花苜蓿	草本	—	撒播或条播	全面撒播覆土厚度 2.5cm	优质	25kg/hm ²

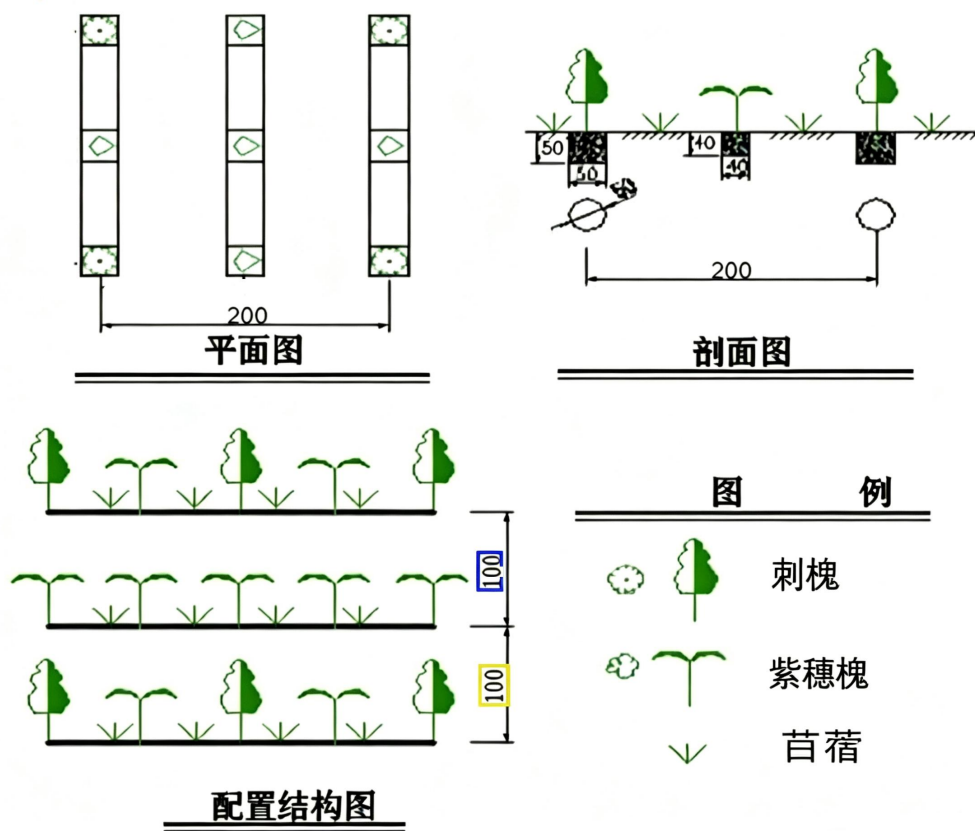


图 4-1 场地设施用地复垦区植被重建典型设计

2. 技术措施

(1) 植物的筛选

矿区大部分复垦单元拟复垦为乔木林地，树种选择刺槐，在林地间种紫花苜蓿；

①刺槐：豆科刺槐属，落叶乔木，它生长快、繁殖能力强，适应性强，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；刺槐木材坚硬，可供矿柱、枕木、车辆、农业用材；叶含粗蛋白，是许多家畜的好饲料；花是优良的蜜源植物，刺槐花蜜色白而透明，深受消费者欢迎；嫩叶花可食，现已成为城市居民的绿色蔬菜；种子榨油供做肥皂及油漆原料。刺槐病虫害很少，并有一定的抗干扰的能力。

②紫花苜蓿：固土能力强，枝繁叶茂，地面覆盖度大，保土能力强，可作为水土保持植物在山坡地栽培。紫花苜蓿的耐旱能力很强，当土壤

含水率为 9%时即可发芽，耐寒、耐瘠性也强，也有一定的耐盐能力，对土壤要求不严格，可护土并增进土壤微生物繁殖，促进林木生长。

（2）播种技术

栽植：根据林种、树种、苗木规格和立地条件选择适宜的栽植方法。栽植时要保持苗木立直，栽植深度适宜，苗木根系伸展充分，并有利于排水、蓄水保墒。

穴植：可用于栽植各种裸根苗。穴的大小和深度应略大于苗木根系。苗干要竖直，根系要舒展，深浅要适当，填土一半后提苗踩实，最后覆上虚土。

直播技术：直接用种子繁殖，生命力强，根系扎入土层较深，地下部根系的伸长量经常高于地上部的生长量。因此这类植物具有较大的抗逆性，成本低，需水少。草木樨和种刺槐均可以用直播法。

（3）植苗造林时间

一般春季、雨季适合造林、种草。植苗前掌握好雨情，下过一二场透雨、出现连阴天时为最好时机。播种时间定为每年的 3-4 月份。

（4）植被密度

依据《陕西省造林技术规程》（DB61/T142-2003），同时参考《陕西省土地开发整理工程建设标准》，本方案最终确定复垦植被具体种植密度：刺槐，株行距 $2.0\text{m} \times 2.0\text{m}$ ，2500 株/hm²；紫穗槐：株行距 $2\text{m} \times 2\text{m}$ ，2500 株/hm²；紫花苜蓿：25kg/hm²。

（四）景观营建

生态修复中，针对矿区受损沟道的连通性与功能性恢复，需结合相关技术要求，采取系统性措施。

1. 地形重塑

微地形改造：采用阶梯式削坡技术降低坡度（ $\leq 25^\circ$ ），并构建缓坡过渡带，确保纵向连续性。

2. 水文连通性恢复

水系疏通：清理淤塞沟道，重塑自然蜿蜒形态，增设砾石缓流带和渗滤池，提升水质。

3. 植被重建

本土植物优选：选择耐旱、固氮的乡土物种，采用“灌草乔”复层配置。

4. 监测与管理

动态监测体系：定期监测连通效果（如动物活动频率、植被重建率）。

维护机制：对退化区域实施补植补播，清理入侵物种。

通过以上措施，实现“结构稳定—功能完善—生物回归”的梯度恢复，满足国家标准对生态修复的量化要求，并为同类矿区提供示范。

三、工程内容

（一）地貌重塑

1. 塌陷区治理

由于后期采空区引发的地面塌陷规模尚难确定，治理工程量以预留、估算为主，塌陷区面积 1.5980hm²。

①治理对象：TX1 地面塌陷区。

②治理方案：对地面塌陷区内地裂缝采用充填废石+刺丝围栏的方式进行综合防治。在地面塌陷区外围（主要道路口、沟口）醒目位置设置警示牌及刺丝围栏，以免人畜误入造成伤害事故。

③工程量计算：可利用裂缝两侧清理崩浮土对采空塌陷区进行裂缝填充。裂缝充填工程量测算：不同发育强度的裂缝，充填土方工程量存在差异。设沉陷裂缝宽度为 a （单位：m），地表沉陷裂缝可见深度为 W ，由经验计算公式： $W = 10\sqrt{a}$ （m）计算。设塌陷裂缝间距为 C ，每亩裂缝条数为 n ，可计算得到每亩面积塌陷裂缝总长度 U 。每亩沉陷地面裂缝充填土方量按经验公式计算。结合矿区周边矿山实地调查及当地土地复垦实践经验，不同损毁程度地面裂缝技术参数见表 4-2、表 4-3。

表 4-2 不同损毁程度地面裂缝技术参数表

损毁程度	裂缝宽度 $a(m)$	裂缝间距 $C(m)$	每亩裂缝条数 n （条）	裂缝深度 $W(m)$	每亩裂缝长度 $U(m)$	每公顷裂缝长度 $U(m)$
轻度	0.08	50	1	2.83	13.33	199.95
中度	0.20	30	2	4.47	44.45	666.75
重度	0.40	20	3	6.32	100.01	1500.15

表 4-3 不同损毁程度地面裂缝充填土方量

损毁程度	每亩沉陷地面裂缝土方充填量	每公顷沉陷地面裂缝土方充填量
轻度	1.51m ³	22.63m ³
中度	19.87m ³	298.05m ³
重度	126.41m ³	1896.15m ³

综上，利用裂缝两侧清理崩浮土对采空塌陷区进行裂缝填充，估算回填量约 476.3m³。塌陷区周长约 500m，设刺丝围栏 500m，设警示牌 5 块。

表 4-4 塌陷区治理工程量一览表

治理对象	工程名称		单位	数量
地面塌陷	塌陷（TX）	裂缝充填	m ³	476.3
		刺丝围栏	m	500
		警示牌	块	5

2. 硐口封堵工程

①治理对象：二号井、副井。

②治理方案：以恢复地貌景观和防止意外安全事故发生为目的，采用巷道回填+浆砌石封堵方案。首先，由洞内向硐口回填废石，回填长度不少于 50m，再对硐口进行浆砌石封堵，硐口面积按 2.4×2.5m 计，封堵墙厚按 1.0m 计。

封堵后，在显眼位置做好封堵标识，标明硐口编号、封堵时间、封堵参数、封堵施工单位等内容。

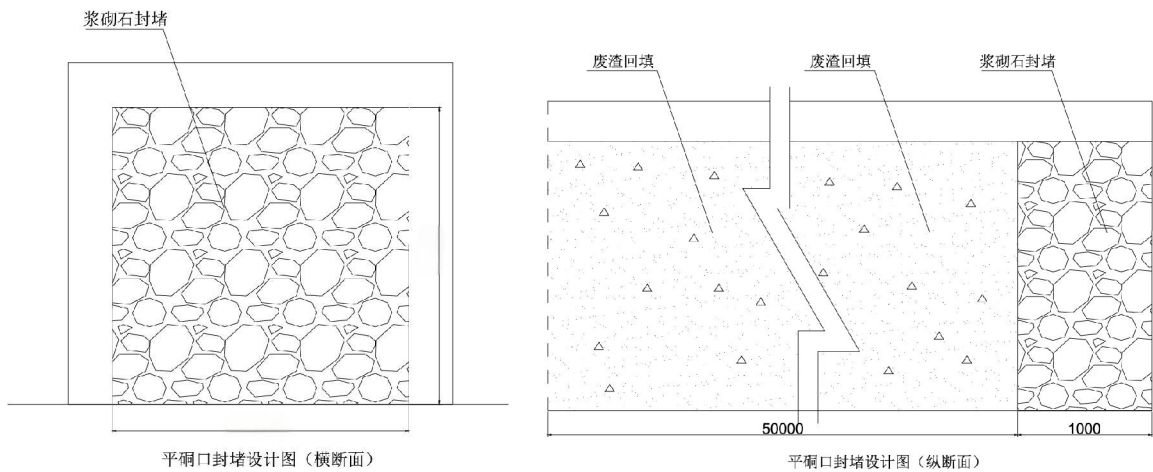


图 4-2 平硐硐口封堵示意图

③工程量计算

表 4-5 硐口封堵工程量统计一览表

治理对象	工程名称	单位	数量
硐口封堵 (2 个)	M7.5 浆砌片石封堵	m³	12
	废石充填量	m³	600
	封堵标识牌	个	2

(二) 土壤重构与植被重建

根据土地复垦质量要求，遵守工程设计相似性原则，将复垦单元分为 4 个综合单元进行工程设计，分别为：工业场地复垦单元、废渣场复垦单元、办公生活区复垦单元、塌陷区复垦单元。

1. 复垦单元（一）工业场地

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，面积 0.1176hm²。

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：乔、灌、草植物搭配种植。

1) 土壤重构工程

①建筑物拆除

闭坑后，彻底拆除工业场地地表建筑物、场地硬化层、附属设施等，清理杂物和各种杂物。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。

工业场地主要建筑物为风机房、提升机房等建构物，以及硐口部分水泥硬化场地，其中废弃建筑物面积 108m²。按附近矿山拆除经验，根据矿山实际情况，单位工程量为 0.5m³/m²。建筑拆除后，硬化地面需剥离挖除。硬化地面结构一般为砂石地面，厚度一般小于 20cm。

②建筑废料清运

将拆除的建筑垃圾填至二号井、副井巷道中，运距 0.5~2.0km。

③场地清理及找平

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

④表土覆盖

找平后进行表土覆盖，覆盖厚度不小于 30cm。

⑤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，改良的方法为使用商品有机肥进行土壤质量的基础改良，用量 500kg/亩。撒施后深耕 30cm，

与土壤充分混匀，避免团块。

2) 植被重建工程

采用乔灌木相结合的方式配置，行距 2.0m，株距 2.0m，选择梅花状分布栽植，乔木采用刺槐，灌木选用紫穗槐，草籽选用紫花苜蓿。刺槐为选用 2~3 年实生苗，苗高 2-2.5m；紫穗槐为 2-3 年实生苗，株高应达到 80cm，冠幅 40cm。栽植方式：乔木整地规格为 0.5m×0.5m（圆形，坑径×坑深），灌木整地规格为 0.4m×0.4m（圆形，坑径×坑深），撒播草籽为撒播，覆土厚度 2.5cm，撒播草籽量 25kg/hm²。

工业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，监测期 3 年；复垦后管护期为 3 年。

设计工程量详见表 4-6。其中：建筑废弃物就近充填巷道回填；场地找平按深度 30cm 估算。

表 4-6 复垦单元（一）工业场地土壤重构及植被重建工程量表

序号	工程名称	单位	设计工程量
	复垦区面积	hm ²	0.1176
一	建构筑物拆除		
1	砖混房拆除	m ³	54.0
2	硬化层拆除	m ³	235.2
3	构筑物清运（2km）	m ³	289.2
二	土壤重构工程		
1	覆土（运距 10km）	m ³	352.8
2	场地平整	m ³	352.8
3	土壤翻耕	hm ²	0.1167
4	土壤培肥	kg	875.25
三	植被重建		
1	穴植刺槐	株	294
2	穴植紫穗槐	株	294
3	穴状整地	穴	588

4	播撒草籽	hm ²	0.1176
---	------	-----------------	--------

2. 复垦单元（二）废渣场

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，面积 0.5073hm²。

废渣场复垦工程为：补栽补植，补栽量按面积的 30%计算。

该废渣场已进行了复垦绿化，但根据调查情况需进行补植补栽，同时搭配灌草种植。采用乔灌草结合的方式进行配置，行距 2.0m，株距 2.0m，选择梅花状分布栽植，乔木采用刺槐，灌木选用紫穗槐，草籽选用紫花苜蓿。刺槐为选用 2~3 年实生苗，苗高 2-2.5m；紫穗槐为 2-3 年实生苗，株高应达到 80cm，冠幅 40cm。栽植方式：乔木整地规格为 0.5m×0.5m（圆形，坑径×坑深），灌木整地规格为 0.4m×0.4m（圆形，坑径×坑深），撒播草籽方式为撒播；覆土厚度 2.5cm，撒播草籽 25kg/hm²。

工业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，监测期 3 年；复垦后管护期为 3 年。

设计工程量详见表 4-7。

表 4-7 复垦单元（二）废渣场植被重建工程量表

序号	工程名	单位	工程量
	复垦区面积	hm ²	0.5073
二	植被重建工程		
1	穴植刺槐	株	380
2	穴植紫穗槐	株	380
3	穴状整地	穴	760
4	播撒草籽	hm ²	0.5073

3. 复垦单元（三）办公生活区

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，面积 0.1176hm²。

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：乔、灌、草植物搭配种植。

1) 土壤重构工程

①建筑物拆除

闭坑后，彻底拆除工业场地地表建筑物、场地硬化层、附属设施等，清理杂物和各种杂物。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。

工业场地主要建筑物为风机房、提升机房等建构物，以及硐口部分水泥硬化场地，其中废弃建筑物面积 248m^2 。按附近矿山拆除经验，根据矿山实际情况，单位工程量为 $0.5\text{m}^3/\text{m}^2$ 。建筑拆除后，硬化地面需剥离挖除。硬化地面结构一般为砂石地面，厚度一般小于 20cm 。

②建筑废料清运

将拆除的建筑垃圾填至二号井、副井巷道中，运距 $0.5\sim 2.0\text{km}$ 。

③场地清理及找平

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

④表土覆盖

找平后进行表土覆盖，覆盖厚度不小于 30cm 。

⑤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，改良的方法为使用商品有机肥进行土壤质量的基础改良，用量 $500\text{kg}/\text{亩}$ 。撒施后深耕 30cm ，与土壤充分混匀，避免团块。

2) 植被重建工程

采用乔灌木相结合的方式配置，行距 2.0m，株距 2.0m，选择梅花状分布栽植，乔木采用刺槐，灌木选用紫穗槐，草籽选用紫花苜蓿。刺槐为选用 2~3 年实生苗，苗高 2-2.5m；紫穗槐为 2-3 年实生苗，株高应达到 80cm，冠幅 40cm。栽植方式：乔木整地规格为 0.5m×0.5m（圆形，坑径×坑深），灌木整地规格为 0.4m×0.4m（圆形，坑径×坑深），撒播草籽方式为撒播，覆土厚度 2.5cm，撒播草籽量 25kg/hm²。

工业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，监测期 3 年；复垦后管护期为 3 年。

设计工程量详见表 4-8。其中：建筑废弃物就近充填巷道回填；场地找平按深度 30cm 估算。

表 4-8 复垦单元（三）办公生活区土壤重构及植被重建工程量表

序号	工程名称	单位	设计工程量
	复垦区面积	hm ²	0.0598
一	建构筑物拆除		
1	砖混房拆除	m ³	124.0
2	硬化层拆除	m ³	119.6
3	构筑物清运（2km）	m ³	243.6
二	土壤重构工程		
1	覆土（运距 10km）	m ³	179.4
2	场地平整	m ³	179.4
3	土壤翻耕	hm ²	0.0598
4	土壤培肥	kg	448.5
三	植被重建		
1	穴植刺槐	株	150
2	穴植紫穗槐	株	150
3	穴状整地	穴	300
4	播撒草籽	hm ²	0.0598

4. 复垦单元（四）塌陷区

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地面积 1.5645hm²、旱地面积

0.0335hm²。

1) 乔木林地复垦工程

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表土剥离、充填工程、表土覆盖；植被重建包括：种植乔木、灌木及草本植物。

①土壤重构工程

a) 表土剥覆

裂缝、塌陷地在充填前进行表土剥离。

剥覆对象：地表的腐殖质层。

剥离区域：损毁土地面裂缝的两侧。

剥覆工艺：首先要把表层的熟化土壤按复垦利用方向及土方需要量剥离后，在裂缝两侧或一侧贮存并加以养护以保持其肥力，待裂缝填充后，再平铺于土地表面，使其充分、有效、科学地利用。

剥覆方式：人工剥覆。

b) 充填工程

如果复垦区耕层表土肥力明显优于地下黄土覆盖层，按照设计剥离表土堆放在各垦区周边地带，剥离厚度 0.3-0.4m，用机械挖深施工区域的表土层至底土层。将废石或排弃岩、土、渣等填充在底部并填平压实，表层覆盖黄土。充填过程中应该将全部裂缝、裂深分段开挖，依据土地复垦质量控制标准，表土回覆的厚度平均不低于 0.30m，因此本方案设计中剥离厚度平均按照 0.30m 实施。

c) 表土覆盖

覆盖区域：填充后的裂缝及剥离区域，裂缝充填后进行表土回覆，

表土回覆量与表土剥离量相同。

2) 植被重建工程

对预测的拟塌陷区进行林地补植工程。对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稳定期，与塌陷、裂缝治理工程同时实施，在局部塌陷破损地块、填埋裂缝区地表撒播或插播、条播乔木，撒播混种草籽，以达到复垦植被的目的。

采用乔灌草结合的方式进行配置，行距 2.0m，株距 2.0m，选择梅花状分布栽植，乔木采用刺槐，灌木选用紫穗槐，草籽选用紫花苜蓿。刺槐为选用 2~3 年实生苗，苗高 2-2.5m；紫穗槐为 2-3 年实生苗，株高应达到 80cm，冠幅 40cm。栽植方式：乔木整地规格为 0.5m×0.5m（圆形，坑径×坑深），灌木整地规格为 0.4m×0.4m（圆形，坑径×坑深），撒播草籽方式为撒播，覆土厚度 2.5cm，撒播草籽量 25kg/hm²。

工业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，监测期 3 年；复垦后管护期为 3 年。

3) 旱地复垦工程

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表土剥离、充填工程、表土覆盖。参照塌陷区乔木林地土壤重构工程。

裂缝填充施工前开展土壤剥离，剥离土方量=剥离面积×剥离厚度；裂缝充填完成后实施表土回覆，表土回覆工程量等于表土剥离工程量。根据各损毁程度的地面裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥离土方量，具体计算见表 4-9。

表 4-9 不同损毁程度土壤剥离工程量表

损毁程度	每公顷地面裂缝长度 U(m)	剥离厚度 h(m)	每侧剥离宽度 d(m)	每公顷剥离土方总量剥	每公顷覆土土方总量 V(m ³)
------	----------------	-----------	-------------	------------	------------------------------

损毁程度	每公顷地面裂缝长度 U(m)	剥离厚度 h(m)	每侧剥覆宽度 d(m)	每公顷剥离土方总量剥	每公顷覆土土方总量 V(m³)
轻度	199.95	0.30	0.50	59.99	59.99
中度	666.75	0.30	0.60	240.03	240.03
重度	1500.15	0.30	0.80	720.07	720.07

综上，设计工程量详见表 4-10。

表 4-10 复垦单元（四）塌陷区土壤重构及植被重建工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
	乔木林地复垦区面积	hm²	1.5645
一	土壤重构工程		
1	表土剥离	m³	375.95
2	表土覆盖	m³	375.95
3	场地平整	m³	375.95
4	土壤培肥	kg	782.35
二	植被重建工程		
1	穴植刺槐	株	261
2	穴植紫穗槐	株	261
3	穴状整地	穴	522
4	播撒草籽	hm²	1.5645
序号	工程名称	单位	工程量
	旱地复垦区面积	hm²	0.0335
一	土壤重构工程		
1	表土剥离	m³	8.05
2	表土覆盖	m³	8.05
3	场地平整	m³	8.05
4	土壤培肥	hm²	0.0335

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

（一）监测目标

针对地质环境问题（不稳定地质体、含水层、地形地貌景观）、土地问题（挖损、压占、塌陷损毁）、生态问题（植被损毁、生态功能损伤、水土流失、环境污染）三大矿山生态环境问题，应当选取不同的监测方法与手段，最终达到以下目标：

（1）矿山地质环境监测

①不稳定地质体稳定性监测

在岩石移动范围内采用人工监测，随时掌握地表受影响程度，当出现异常情况时，及时组织受威胁人员安全转移，及时调整井下回采方案，确保人民生命财产和重要建（构）筑物的安全。

②地形地貌景观

利用人工加无人机等监测方式，分析采矿活动对地形地貌景观影响或破坏，分析矿山地质环境总体变化趋势。

③地下水环境

根据矿山生产可能对地质环境的影响程度，结合防治目标、措施、监测点布设原则，确定地下水监测的对象为矿坑水，当出现异常情况时，及时调整井下回采方案或其他措施，减缓对含水层的影响。

④土壤环境

本方案土壤环境监测主要对工业场地、废渣场、办公生活区等进行监测，通过采样送检，监测土壤环境受影响的程度、土壤环境的恢复进展。

（2）土地资源监测

土地资源监测是督促落实土地复垦责任的重要途径，是保障复垦能够按时、保质、保量完成的重要措施，是调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排的重要依据，同时也是预防发生重大事故和减少土地造成损毁的重要手段之一。本方案的监测措施主要为原土地利用现状监测、土地损毁监测、复垦效果监测。以此来验证、完善沉陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。

（3）生态系统监测

通过对河流水系进入采矿活动影响区前设置河流入境断面、在河流水系流出采矿活动影响区出境断面进行监测，明确对矿区地表水环境量的影响程度，结合样方生态环境调查，完成每年度生态系统监测工程。

（二）监测措施

1.地质环境监测

（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》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、地下水环境破坏和土壤环境破坏状况。

（2）监测范围

①不稳定地质体的监测范围

开采区地面塌陷及地面裂缝监测范围，为矿山开采对地表岩石的扰动和影响范围。本方案以开发利用方案中圈定的开采区地表岩石移动范围为矿区地面塌陷、地面裂缝监测范围。

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（水质影响）、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。

（3）监测等级

据《矿山地质环境监测技术规程》，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。

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。

（4）监测要素

①采空区地面塌陷及裂缝监测：降水量、地表形变、地下水位等。

②地下水环境监测：地下水水位、水量、水质、矿坑排水量等。

③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。

④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。

⑤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。

（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（如地面塌陷和地面裂缝等）应固定专业监测点进行监测。

①采空区地面变形（包括地面塌陷、地面裂缝等）监测

a 监测范围：采空区地表塌陷隐患范围。

b 监测内容：地表变形。

c 监测方法：以人工巡查为主，仪器监测为辅，仪器监测推荐采用GPS定位法。

d 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。

e 人工观测、预警：地面塌陷前兆的监测有地表植物变形或倾斜、地面环形开裂、地下岩层垮落声，泉水点水量、水位突变以及动物的惊恐异常现象等。根据地面裂缝变形特征，分析变形趋势，采取如裂缝填埋、预警、在裂缝区设置刺丝围墙和警示牌等预防、警示措施。

②含水层监测

a 监测区域：主要为矿山开采区。

b 监测内容：主要包括矿坑涌水的水量、流速、水质等。

c 监测方法：简易测量及人工观测。

d 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、水质等。监测点主要布置在生产井内。

③水土环境监测

监测区域：采区排污口采矿废水、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壤。

监测方法：取样分析。

监测频率：土壤监测每年 1 次，地表水质监测每年 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、镍等。

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。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，农田剖面样品分 A、B、C 层采集；水样按照地表水监测规范要求进行取样、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、土地复垦等情况。

（6）监测点布设

根据相关技术规范，结合矿山生产期、闭坑期不同阶段的特点，在不同类型区域分别布设矿山地质环境监测点，其中在采空区地面塌陷影响范围内布设 6 处监测点（J1~J6）；布设地表水质监测点 2 处（S1、S2）；地下水含水层监测点 1 处（S3）；土壤污染监测点 3 处（J7~J9），地貌景观观测覆盖全区。即共布设监测点 12 个，各监测点位置可见附图 6、表 5-1。

表 5-1 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	监测频次	
					建设、生产期 (2026 年—2032 年)	闭坑期、治理期 (2033 年—2036 年)
采空塌陷区	J1-J6	地面塌陷、地裂缝	地面变形、裂缝情况	人工观测	1 次/月	1 次/月
朱家沟	S1-S2	朱家沟河上、下游	地表水水质	取样分析	2 次/年 (每年 4、10 月)	2 次/年 (每年 4、10 月)
地下含水层	S3	矿坑涌水量、地下水位、水质质量	地下水位、水质质量	简易测量、取样分析	地下水位 1 次/月； 水质取样 2 次/年	地下水位 2 次/年； 水质取样 2 次/年
废渣场、工业场地、办公生活区	J7-J9	土壤	土壤污染情况	取样分析	1 次/年	1 次/年
评估区	全区	地貌景观监测	地貌景观破坏情况	人工巡查、无人机航拍	人工巡查 1 次/月； 无人机航拍 2 次/年	人工巡查 1 次/月； 无人机航拍 2 次/年

2.土地资源监测

（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》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、损毁现状与拟损毁情况、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，损毁永久基本农田情况。

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。

（2）监测区域

监测范围以土地复垦责任范围为准，重点监测废渣堆、工业场地和办公生活区等区域。

（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）。

（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，表土样采集深度 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物生长和产量；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。

表 5-2 土地资源损毁监测工作量

监测站点	编号	土地资源损毁	土地复垦效果	土壤质量	监测期限
工业场地	T1	2 次/年	1 次/年	1 次/年	2027 年—2036 年
废渣场	T2	2 次/年	1 次/年	1 次/年	2027 年—2043 年
办公生活区	T3	2 次/年	1 次/年	1 次/年	2028 年—2043 年
塌陷区	T4	2 次/年	1 次/年	1 次/年	2027 年—2043 年

3.生态系统监测

(1) 监测对象及内容

矿山复垦区域的林地生态系统监测。

(2) 监测措施和频率

生态系统监测主要借助无人机手段配合现场样方调查监测，对影响范围的生态系统格局、生态系统质量进行调查监测。生态系统组成、生态系统质量等因素进行监测分析。样方调查每年 1 次，乔木林地采用 10m*10m，灌木林地采用 5m*5m。

二、管护目标与措施

(1) 管护目标

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；

(2) 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，每次灌溉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；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洒农药。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。修枝和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茬处理即可；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。

（3）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，春秋季各管护 1 次。

（4）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。

三、工程量

（一）矿山地质环境监测工程量

矿山地质环境监测工程量见下页表 5-3。

（二）土地资源监测工程量

土地资源监测工程量见表 5-4。

表 5-4 土地资源损毁监测工作量统计表

监测站点	编号	监测工程量						监测期限
		土地资源损毁		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)	
工业场地	T1	2	22	1	3	1	3	2026 年—2036 年
废渣场	T2	2	22	1	3	1	3	2026 年—2036 年
办公生活区	T3	2	22	1	3	1	3	2026 年—2036 年
塌陷区	T4	2	22	1	3	1	3	2026 年—2036 年
合计			88		12		12	

（三）生态监测工程量

生态监测工程量见表 5-5。

表 5-5 生态监测工程量表

监测工程	监测措施	监测频次	工程量	监测期限
生态系统	样方调查	1 次/年	11 次	2026 年—2036 年

（四）管护工程量

管护工程量见表 5-6。

表 5-6 生态监测工程量表

管护工程	管护面积 (hm ²)	管护年限	管护期限
废渣场	0.5073	3 年	2026 年—2028 年
工业场地	0.1176	3 年	2034 年—2036 年
办公生活区	0.0598	3 年	2034 年—2036 年
塌陷区	1.5980	3 年	2034 年—2036 年

表 5-3 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	监测频次	单位	监测工程量							
					近期						中远期	
					2026 年	2027 年	2028 年	2029 年	2030 年	小计	2031 年—2036 年	合计
地面塌陷监测	人工监测	6	1 次/月	点次	72	72	72	72	72	360	432	792
地表水检测	水质分析	2	2 次/年	点次	4	4	4	4	4	20	24	44
地下水位	人工监测	1	1 次/月	点次	12	12	12	12	12	60	72	132
地下水检测	水质分析	1	2 次/年	点次	2	2	2	2	2	10	12	22
土壤分析	土壤分析	3	1 次/年	点次	3	3	3	3	3	15	18	33
地貌景观监测	无人机航测	矿区范围	2 次/年	点次	2	2	2	2	2	10	12	22
地貌景观监测	人工巡查	矿区范围	1 次/月	点次	12	12	12	12	12	60	72	132
合计		15		点次	107	107	107	107	107	535	642	1177

第六章 工程部署与经费估算

一、总体部署

（一）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进行合理规划，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、路等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。

（二）主要任务

（1）对工业场地、办公生活区等废弃建筑物进行拆除，对硐口进行封堵。

（2）对工业场地、废渣场、办公生活区、塌陷区等 4 个复垦单元区损毁土地实施土地复垦、监测与植被管护，并对监测成果进行评价。

(3) 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。

（三）总体工作部署

矿区生态修复方案的规划年限为 11a，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，本方案将矿区生态修复工作分近、中、远三期实施。具体如下：

近期 5 年，复产准备与基建期，主要开展矿山地质环境监测、土地损毁监测以及生态系统监测工作；废渣场补种补植。

中期 2 年，主要为矿山开采期，对新发现的地质环境问题和土地损毁问题进行治理和监测。

远期 4 年，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的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。

（四）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，确定各阶段修复工作计划及复垦面积。

（1）近期 5 年实施计划（复产准备期与基建期）

地质环境保护工程：对矿区地下水水位及水质、地表水水质、土壤环境状况、土壤质量进行监测，对矿区地形地貌景观监测。

土地复垦工程：对废渣场复垦区进行补植，对矿区损毁土地进行调查、监测。

（2）中期 2 年实施计划（矿山开采期）

地质环境保护工程：对矿体采区地表影响范围进行监测；对矿区地下水水位及水质、地表水水质、土壤质量进行监测，对矿区地形地貌景观进行监测。

土地复垦工程：对矿区损毁土地进行调查、监测。

（3）远期 4 年实施计划（闭坑期和恢复治理期）

地质环境治理工程：对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进行监测。

土地复垦工程：对工业场地、办公生活区进行表土回覆、复垦、监测与管护，对矿体地表损毁土地进行监测。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。

二、总体经费估算

（一）工程概况

1. 矿区生态修复工程概况

勉县铺沟铅锌矿矿区生态修复工程位于陕西省汉中市勉县茶店镇艾叶口分水铺村，矿山剩余服务年限为 1.66 年，矿山准备期 3 年，计划矿山基建期 2 年，闭坑后恢复治理期 1 年，植被管护期 3 年，本方案服务年限为 11 年。平均吨矿石投资为 21.19 元，复垦土地亩均静态投资为 9342 元/亩。施工期为 2026-2036 年。资金来源为矿山企业自筹，矿山建立矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金（以下简称基金）账户，把矿山地质环境保护与土地复垦费用纳入生产建设成本，按月计提基金费用，专项用于该工作的实施。

2. 矿山地质环境治理与土地复垦工作量

表 6-1 矿山地质环境治理与土地复垦工作量

阶段	主要治理内容		主要工程量
生产准备、 基建期 2026-2030	矿山地质 环境治理 工程	1.矿山地质环境监测； 2.塌陷区的设置刺丝围栏 +警示牌。	1.人工巡查监测 420 次；地下水位监测 60 次；地下水检测 10 点次；地表水检 测 20 点次；地形地貌无人机航测 10 次；土壤影响分析 15 点次。 2.设置刺丝围栏 500m，警示牌 5 块。
	土地复垦 工程	1.对土地损毁进行监测； 2.废渣场补种补植。 3.复垦区管护。	1.土地复垦效果监测 3 次；土壤质量监 测 3 次；土地损毁监测 40 次。 2.穴植刺槐 380 株；穴植紫穗槐 380 株； 播撒草籽 0.5073hm ² 。 3.林地管护面积 0.5073hm ² 。
开采、闭坑 修复、管护 期 2031-2036	矿山地质 环境治理 工程	1.矿山地质环境监测； 2.二号井、副井洞口封堵。	1.人工巡查监测 504 次；地下水位监测 72 次；地下水检测 12 点次；地表水检 测 24 点次；地形地貌无人机航测 12 次；土壤影响分析 18 点次。 2.M7.5 浆砌片石封堵 12m ³ ，废石充填 600m ³ 封堵标识牌 2 个。
	土地复垦 工程	1.对土地损毁进行监测； 2.工业场地、办公生活区、 塌陷区土地复垦； 3.复垦区管护。	1.土地复垦效果监测 9 次；土壤质量监 测 9 次；土地损毁监测 48 次。 2.砖混房拆除 178m ³ 、硬化层拆除 354.8m ³ 、覆土 916.2m ³ 、穴植刺槐 1013 株、穴植紫穗槐 1013 株、播撒草籽 1.7745hm ² 、表土剥离 384m ³ 、表土覆 盖 384m ³ 。 3.林地管护面积 1.7745hm ² 。

(二) 经费估算依据

1. 矿山地质环境恢复治理工程估算依据

(1) 编制依据

①《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（2024 年修正）（陕水

规计发〔2024〕107号）；

②《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024年修正）（陕水规计发〔2024〕107号）；

③《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（2024年修正）（陕水规计发〔2024〕107号）；

④《测绘生产成本费用定额计算细则（2009版）》（财建〔2009〕17号）；

⑤《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕10号）

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《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 海关总署公告 2019 年第 39 号）；

⑧《国家发展改革委、建设部 关于印发建设工程监理与相关服务收费管理规定的通知》（发改价格〔2007〕670号）

⑨《汉中建设工程造价信息》（2026年第4期）；

⑩本方案设计的矿山地质环境治理工程量。

（2）基础单价

①人工预算单价：技工 75 元/工日，普工 50 元/工日。

②材料预算价格：采用汉中市建设工程造价信息 2026 年第 2 期信息价，结合实际调查价格确定。

③施工用电、水、风价及机械费

施工用电价为 0.7 元/kW·h，风价为 0.1 元/m³，水价取费为 5 元/m³。柴油、汽油价按照市场不含税价计进机械台班费。

(3) 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所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、税金、规费五部分组成，取费标准如下：

①直接费：是指工程施工过程中直接消耗在建筑及安装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。

基本直接费：包括人工费、材料费、施工机具使用费。材料费及施工机具使用费均按不含增值税进项税额的基础单价计算。

其他直接费：包括冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、安全文明施工措施费、小型临时设施摊销费、其他费。

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数

其他直接费基准费率=冬雨季施工增加费+夜间施工增加费+安全文明施工措施费+小型临时设施摊销费+其他费率

本项目施工为建筑工程，属陕南地区，其他直接费用按 7%计算。考虑工程类别为其他工程，工程类别调整系数取 0.5，综合后费率按 3.5%计取。

表 6-2 其他直接费取费表

序号	费率名称	陕南		关中		陕北	
		建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程	建筑工程	安装工程
1	冬雨季施工增加费费率	2.0	2	2.5	2.5	3	3
2	夜间施工增加费费率	0.5	0.7	0.5	0.7	0.5	0.7
3	安全文明施工措施费费率	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5
4	小型临时设施摊销费费率	3	3	3	3	3	3
5	其他费率	1	1.5	1	1.5	1	1.5
合计		7	7.7	7.5	8.2	8	8.7

②间接费：以直接费或人工费为基数测算出的间接费摊销费率。本项目属于其他工程，间接费费率详见表 6-3。

表 6-3 间接费费率表

序号	项目类别	计算基数	间接费费率（%）
1	土方工程	直接费	4
2	石方工程	直接费	6
3	砂石备料工程	直接费	0
4	模板工程	直接费	5
5	混凝土工程	直接费	6
6	其他	直接费	6

③利润：按直接工程费与间接费之和的 5%计算。

④税金：按照直接费、间接费、利润之和的 9%计算。

⑤材料价差：是指按概算编制年要素价格与概算编制规定中给定的要素价格差额计算的建筑及安装工程费用变化。

⑥扩大系数：估算扩大系数取 10%。

（4）其他施工临时工程费

其他临时工程：本项目按建安工程费的 3%计算。

（5）独立费用

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、第三方工程质量检测费、验收费、咨询评价服务费、工程保险费等。

建设单位开办费：不计取。

建设单位人员费：不计取。

建设管理经常费：取费基数为工程部分一至四部分投资之和，工程部分按工程投资，累进加价计算，分段计算。

招标业务费：按《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕

1980 号)和《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)的规定计算。

建设监理费：按国家发展改革委、建设部颁发的《建设工程监理与相关服务收费管理规定》(发改价格〔2007〕670 号)和陕西省物价局、陕西省住建厅颁布的《转发国家发展改革委和建设部关于(建设工程监理与相关服务收费管理规定)的通知》(陕价行发〔2007〕83 号)的规定计算。

工程质量检测费：按取费基础为工程部分一至四部分投资之和的 0.8%计列。

咨询评审服务费：按取费基础为工程部分一至四部分投资之和的 0.8%计列。

工程验收费：按区间费率，累进加价计算，取费基础为工程部分一至四部分投资之和。

工程保险费：按取费基础为工程部分一至四部分投资之和的 0.45%计列。

②生产准备费：不计列。

③科研勘察设计费

科学研究试验费：不计取。

勘察设计的：已签订合同，勘察设计的费不计入本次估算中。

④其他

专项报告编制费：不计取。

(6) 预备费

本项目预备费仅包括基本预备费。

基本预备费：以（工程部分投资+工程部分独立费用）×基本预备费率，费率取 10%。

（7）监测费

地质环境监测费：主要包括监测点设置费，参照《测绘生产成本费用定额》确定：地下矿山地面塌陷隐患监测，采用人工简易测量，按 200 元/点次；地形地貌景观监测采用人工巡视、无人机航拍，无人机航拍按 2000 元/点次计取。

表 6-4 地质环境监测费用估算单价表

序号	监测内容	单位	单价（元/次）
1	岩石移动范围内地面变形监测	次	200
2	地下水位监测	次	200
3	水质检测	次	2000
4	土壤检测	次	2400
5	地形地貌（无人机）	次	2000
6	地形地貌（人工巡查）	次	200

2. 土地复垦工程预算编制依据

（1）编制依据

①《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）；

②《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）；

③《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128 号）；

④《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128 号）；

⑤《土地开发整理项目预算定额》（财综〔2011〕128 号）；

⑥《财政部自然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〕169号）；

⑦《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980号）；

⑧《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 海关总署公告 2019 年第 39 号）；

⑨《汉中建设工程造价信息》（2026 年第 2 期）；

⑩本方案设计的矿山土地复垦工程量。

（2）工程施工费

项目总投资估算由工程施工费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工资收费和业主管理费等）、设备购置费和不可预见费组成。

工程施工费是指土地平整、农田水利和田间道路等各项工程直接施工和管理施工发生的各项费用。包括直接费、间接费、利润和税金。

①接费：包括直接工程费和措施费。

直接工程费：由人工费、材料费、施工机具使用费组成。

人工费是指项目直接从事工程施工的生产工人开支的各项费用。内容包括基本工资、辅助工资和工资附加费。直接人工费按批准的项目规划设计，按分项工程进行确定。

人工费计算公式：人工费=工程量×定额人工费。

本估算人工单价根据《编规》有关要求，区域为 6 类工资区，经计算，人工单价分别按甲类工 51.04 元/工日、乙类工 38.84 元/工日计取。

材料费计算公式：材料费=工程量×材料费定额，主要原材料价格为当地调查价格，已将运输费、保管费和损耗费考虑在内，因此，提供造价直接计入估算价格；混凝土拌制和运输费用包含在砼工程定额费用内。

施工机械费计算公式：施工机械费=工程量×定额施工机具使用费，台班、台时单价均依据《机械台班费预算定额》计取。施工机械中的人工费按照规定按甲类工 51.04 元/工日。

②措施费

措施费计算公式：措施费=直接工程费×措施费率

包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费和施工辅助费。本项目措施费综合费率为 3.8%。

③间接费

间接费包括企业管理费和规费。

间接费计算公式：间接费=直接费×间接费率

根据《土地开发整理项目预算定额标准》，不同工程类别的间接费率见下表。

表 6-5 间接费率表

序号	项目类别	计算基础	间接费率
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	砌体工程	直接费	5
4	混凝土工程	直接费	6
5	其他工程	直接费	5
6	安装工程	人工费	6.5

④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%。

⑤税金

按照直接费、间接费、利润之和的 9%计算。

⑥扩大系数

参考《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国土资发〔2004〕22号）总则第6条规定，按15.5%计取。指直接费、间接费、利润和税金之和的15.5%。

（3）设备费

本复垦方案无购置设备费。

（4）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。

①前期工作费

前期工作费包括项目勘测费、项目设计及预算编制费和项目招标代理费，各费用以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用分档定额计费方式计算。

②工程监理费

工程监理费计费基数为工程施工费与设备购置费之和。

该项目工程监理费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用分档按定额计费方式计算。

③拆迁补偿费

项目不涉及拆迁补偿，故不计拆迁补偿费。

④竣工验收费

竣工验收费包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制及审计费。竣工验收费计费以工程施工费与设备购置费之和为计费基数，采用分档定额计费方式计算。

（5）复垦监测费与管护费

复垦监测费由监测人工费和监测费以及管护费组成。

①监测费

指复垦方案服务期内为监测土地损毁状况以及土地复垦效果所发生的各项费用。复垦监测费要根据监测指标、监测点数量、监测次数以及监测过程中需要的设置具体确定。土地损毁监测费用按照 200 元/次考虑，复垦土壤质量监测费用按照 3000 元/次考虑，植被监测费用按照 200 元/次考虑。

表 6-6 监测费用单价表

监测项目	单位	单价（元）
土地损毁监测	次	200
土壤质量监测	次	3000
复垦植被监测	次	200

②管护费

根据汉中物价，管护费用综合单价为 500 元/亩·年。

（6）预备费

预备费是指土地复垦期间可能发生的风险因素，而增加的一项费用。本项目预备费为基本预备费。

基本预备费：在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等因素所增加的费用。根据《土地开发整理项目预算定额标准》规定，基本预备费按工程施工费、设备费和其他费用之和的 10%计取。

（三）单项工程量及其经费估算

1. 矿山地质环境治理工程

（1）矿山地质环境治理总费用估算

表 6-7 矿山地质环境治理工程总费用估算表

序号	投资或费用项目名称	取费标准	总费用（万元）	占总投资费用比例（%）
1	工程部分	/	25.49	34.29

1.1	建筑工程	/	20.25	27.24
1.2	施工临时工程	/	0.61	0.82
1.3	独立费用	/	2.32	3.12
1.4	预备费	(建筑工程费+临时工程费+独立费用)*10%	2.32	3.12
2	监测工程	/	48.84	65.71
	总费用		74.33	100.00

(2) 工程建设施工费估算

表 6-8 地质环境治理施工费估算表

序号	项目名称	单位	数量	工程单价/元	合计/万元
一	地貌重塑工程				20.25
1	地面塌陷 (TX)				3.66
1.1	裂缝充填	m ³	476.3	34.05	1.62
1.2	刺丝围栏	m	500	35.81	1.79
1.3	警示牌	个	5	500	0.25
2	硐口封堵 (2 个)				2.09
2.1	M7.5 浆砌片石封堵	m ³	12	523.24	0.63
2.2	废石充填	m ³	600	22.7	1.36
2.3	封堵标识牌	个	2	500	0.1
3	工业场地建构筑物拆除				9.19
3.1	砖混房拆除	m ³	54	17.78	0.1
3.2	硬化地面拆除	m ³	235.2	328.47	7.73
3.3	构筑物清运 (2km)	m ³	289.2	47.37	1.37
4	办公生活区建构筑物拆除				5.3
4.1	砖混房拆除	m ³	124	17.78	0.22
4.2	硬化地面拆除	m ³	119.6	328.47	3.93
4.3	构筑物清运 (2km)	m ³	243.6	47.37	1.15

(3) 监测费估算

表 6-9 矿山地质环境监测费估算表

序号	监测内容	单位	数量	单价 (元/次)	总计 (万元)
1	地面塌陷变形监测	次	792	200	15.84

2	地表水质检测	次	44	2000	8.8
3	地下水位	次	132	200	2.64
4	地下水质检测	次	22	2000	4.4
5	土壤分析	次	33	2400	7.92
6	地貌景观监测	次	22	2000	4.4
7	地貌景观监测	次	132	200	2.64
8	生态系统监测	次	11	2000	2.20
	合计				48.84

(4) 独立费用估算

表 6-10 矿山地质环境治理独立费用估算表

序号	代号	费用项目名称	费率	计算方式	合计/ 万元
1	F1	建设管理费			2.32
1.1	F11	建设单位开办费		陕水规计发〔2024〕107 号	
1.2	F12	建设单位人员费		陕水规计发〔2024〕107 号	
1.3	F13	建设管理经常费		陕水规计发〔2024〕107 号	0.94
1.4	F14	招标业务费			0.22
1.4.1	F141	货物招标		计价格〔2002〕1980 号、发改 价格〔2015〕229 号	
1.4.2	F142	服务招标		计价格〔2002〕1980 号、发改 价格〔2015〕229 号	0.01
1.4.3	F143	工程招标		计价格〔2002〕1980 号、发改 价格〔2015〕229 号	0.21
1.5	F15	建设监理费		发改价格〔2007〕670 号、发改 价格〔2015〕229 号	0.53
1.6	F16	工程质量检测费	0.8%	(工程部分一至四部分投资之和-设备费)*工程质量检测费费率	0.17
1.7	F17	咨询评审服务费	0.8%	工程部分一至四部分投资之和 *咨询评审服务费费率	0.17
1.8	F18	工程验收费		陕水规计发〔2024〕107 号	0.21
1.9	F19	工程保险费	0.45%	工程部分一至四部分投资之和	0.09

序号	代号	费用项目名称	费率	计算方式	合计/ 万元
				*工程保险费费率	
2	F2	生产准备费			
3	F3	科研勘察设计费			
3.1	F31	科学研究试验费		(工程部分一至四部分投资之和-设备费)*科学研究试验费率	
3.2	F32	勘察设计费		发改价格〔2006〕1352号、计价格〔1999〕1283号、计价格〔2002〕10号	
3.2.1	F321	勘察费	1.5%	发改价格〔2006〕1352号、计价格〔1999〕1283号、计价格〔2002〕10号	
3.2.2	F322	设计费	3.5%	发改价格〔2006〕1352号、计价格〔1999〕1283号、计价格〔2002〕10号	
4	F4	其他			
4.1	F41	专项报告编制费		陕水规计发〔2024〕107号	
4.2	F42	其他费			

2. 土地复垦工程经费估算

(1) 土地复垦工程总费用

表 6-11 土地复垦工程总费用估算表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	所占比例（%）
一	工程施工费	15.85	49.56
二	设备费		
三	其他费用	2.49	7.79
四	监测与管护费	10.74	33.56
(一)	复垦监测费	5.6	17.51
(二)	管护费	5.14	16.06
五	预备费	2.91	9.09
(一)	基本预备费	2.91	9.09

(二)	价差预备费		
(三)	风险金		
六	静态总投资	31.99	100
七	动态总投资	31.99	100

(2) 施工费估算

表 6-12 土地复垦工程施工费估算表

序号	项目名称	单位	数量	工程单价 (元)	合计 (万元)
二	土壤重构工程				7.82
1	复垦单元(一)工业场地-林地			36405.68	3.73
1.1	覆土(运距 10km)	m ³	352.8	82.65	2.92
1.2	场地平整	m ³	352.8	12.45	0.44
1.3	土壤翻耕	hm ²	0.1167	1957.14	0.02
1.4	土壤培肥	kg	875.25	4.00	0.35
2	复垦单元(三)办公生活区-林地				1.90
2.1	覆土(运距 10km)	m ³	179.4	82.65	1.48
2.2	场地平整	m ³	179.4	12.45	0.22
2.3	土壤翻耕	hm ²	0.0598	1957.14	0.01
2.4	土壤培肥	kg	448.5	4.00	0.18
3	复垦单元(四)塌陷区-林地			3180.50	2.15
3.1	表土剥离	m ³	375.95	20.33	0.76
3.2	表土覆盖	m ³	375.95	20.33	0.76
3.3	场地平整	m ³	375.95	12.45	0.47
3.4	土壤培肥	kg	782.35	4.00	0.15
4	复垦单元(四)塌陷区-旱地			3180.50	0.05
4.1	表土剥离	m ³	8.05	20.33	0.02
4.2	表土覆盖	m ³	8.05	20.33	0.02
4.3	场地平整	m ³	8.05	12.45	0.01
4.4	土壤培肥	kg	16.75	4.00	0.01
三	植被重建工程				8.03
1	复垦单元(一)工业场地-林地				2.00
1.1	穴植刺槐	株	294	30.35	0.89
1.2	穴植紫穗槐	株	294	19.25	0.57

1.3	穴状整地	穴	588	8.00	0.47
1.4	播撒草籽	hm ²	0.1176	6157.34	0.07
2	复垦单元（二）废渣场-林地				2.81
2.1	穴植刺槐	株	380	30.35	1.15
2.2	穴植紫穗槐	株	380	19.25	0.73
2.3	穴状整地	穴	760	8.00	0.61
2.4	播撒草籽	hm ²	0.5073	6157.34	0.31
3	复垦单元（三）办公生活区-林地				1.75
3.1	穴植刺槐	株	261	30.35	0.79
3.2	穴植紫穗槐	株	261	19.25	0.50
3.3	穴状整地	穴	522	8.00	0.42
3.4	播撒草籽	hm ²	0.0598	6157.34	0.04
4	复垦单元（四）塌陷区-林地				1.47
4.1	穴植刺槐	株	78	30.35	0.24
4.2	穴植紫穗槐	株	78	19.25	0.15
4.3	穴状整地	穴	156	8.00	0.12
4.4	播撒草籽	hm ²	1.5645	6157.34	0.96

（3）监测管护费估算

表 6-13 土地复垦监测费估算表

监测项目	单位	次数	单价（元）	小计（万元）
土地资源损毁	次	88	200	1.76
土地复垦效果	次	12	200	0.24
土壤质量	次	12	3000	3.6
合计				5.6

表 6-14 土地复垦管护费估算表

项目	数量 (hm ²)	换算单位 (亩)	单价 (元/亩*3 年)	合计 (万元/年)
工业场地管护	0.1176	1.76	1500	0.26
废渣场	0.5073	7.61	1500	1.14
办公生活区	0.0598	0.90	1500	0.13
塌陷区	1.598	23.97	1500	3.60
合计				5.14

（4）其他费用估算

表 6-15 土地复垦其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	合计/万元
	(1)	(2)	(3)
一	前期工作费	$0.08+0.17+0.25+0.47+0.08$	1.06
(1)	土地清查费	$(16.9)*0.5\%$	0.08
(2)	项目可行性研究费	$(16.9+0)*1\%$	0.17
(3)	项目勘测费	$(16.9)*1.5\%$	0.25
(4)	项目设计及预算编制费	$(16.9+0)*2.8\%$	0.47
(5)	项目招标代理费	$(16.9+0)*0.5\%$	0.08
二	工程监理费	$(16.9+0)*2.4\%$	0.41
三	拆迁补偿费		
四	竣工验收费	$0.12+0.24+0.17+0.11+0.02$	0.65
(1)	工程复核费	$(16.9+0)*0.70\%$	0.12
(2)	工程验收费	$(16.9+0)*1.4\%$	0.24
(3)	项目决算编制及审计费	$(16.9+0)*1.0\%$	0.17
(4)	整理后土地重估与登记费	$(16.9+0)*0.65\%$	0.11
(5)	标识设定费	$(16.9+0)*0.11\%$	0.02
五	业主管理费	$(16.9+0+1.06+0.41+0+0.65)*2.8\%$	0.53
	总计		2.66

(四) 总工程量及经费估算

本《方案》生态修复费用静态总投资 105.44 万元见表 6-16，其中：

(1) 矿山地质环境治理工程估算总投资为 74.33 万元，其中建筑工程 20.85 万元（含临时工程费），独立费用工程 2.32 万元，预备费 2.32 万元，监测工程费 48.84 万元。

(2) 本项目土地复垦静态投资总额 31.99 万元，其中工程施工费 15.85 万元，其他费用 2.49 万元，监测与管护费用 10.74 万元，基本预备费 2.91 万元。复垦土地总面积为 2.2827hm²，其中塌陷区 1.5980hm²、废渣场补种补植 0.5073hm²、工业场地与办公生活区 0.1774hm²；复垦土地亩均静态投资为 0.9343 万元/亩。

表 6-16 矿区生态修复方案估算汇总表

序号	工程或费用名称	估算静态投资经费（万元）			
		地质环境恢复治理工程	土地复垦工程	合计	占比（%）
一	工程施工费（含临时）	20.85	15.85	36.7	35.14
二	其他费用（含独立）	4.63	2.49	7.12	6.82
三	监测与管护费用	48.84	10.74	59.58	57.05
（一）	监测费	48.84	5.6	54.44	52.13
（二）	管护费		5.14	5.14	4.92
四	预备费	2.15	2.91	5.06	4.84
	合计	72.45	31.99	104.44	100.00

三、阶段工作任务与经费安排

（一）阶段工作任务

依据矿区生态修复的服务年限、矿山开采设计方案中的工作安排和问题现状及预测分析成果，本次矿区生态修复工作阶段实施规划具体如下：

（1）复产准备期、基建期（2026 年-2030 年）

地质环境保护工程：对矿体采区地表影响范围进行监测；对矿区地下水水位及水质、地表水水质、土壤环境状况、土壤质量进行监测，对矿区地形地貌景观进行监测。

土地复垦工程：对废渣场复垦区进行补植，对矿区损毁土地进行调查、监测。

（2）开采、闭坑修复、管护期（2031 年-2036 年）

地质环境治理工程：对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进行监测。

土地复垦工程：对工业场地、办公生活区进行表土回覆、复垦、监测与管护，对矿体地表损毁土地进行监测。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。

（二）近年工作任务与经费进度安排

本项目近年生态修复方案总费用 28.99 万元，其中矿山地质环境治理费用 23.24 万元，土地复垦估算费用 5.75 万元。近年各生态修复经费安排表详见下表。

表 6-17 工作任务安排表

阶段	规划年度	主要治理内容		主要工程量
生产准备、基建期	2026-2030	矿山地质环境治理工程	1.矿山地质环境监测； 2.塌陷区的设置刺丝围栏+警示牌。	1.人工巡查监测 420 次；地下水位监测 60 次；地下水检测 10 点次；地表水检测 20 点次；地形地貌无人机航测 10 次；土壤影响分析 15 点次。 2.设置刺丝围栏 500m，警示牌 5 块。
		土地复垦工程	1.对土地损毁进行监测； 2.废渣场补种补植。 3.复垦区管护。	1.土地复垦效果监测 3 次；土壤质量监测 3 次；土地损毁监测 40 次。 2.穴植刺槐 380 株；穴植紫穗槐 380 株；播撒草籽 0.5073hm ² 。 3.林地管护面积 0.5073hm ² 。
开采、闭坑修复、管护期	2031-2036	矿山地质环境治理工程	1.矿山地质环境监测； 2.二号井、副井洞口封堵。	1.人工巡查监测 504 次；地下水位监测 72 次；地下水检测 12 点次；地表水检测 24 点次；地形地貌无人机航测 12 次；土壤影响分析 18 点次。 2.M7.5 浆砌片石封堵 12m ³ ，废石充填 600m ³ 封堵标识牌 2 个。
		土地复垦工程	1.对土地损毁进行监测； 2.工业场地、办公生活区、塌陷区土地复垦； 3.复垦区管护。	1.土地复垦效果监测 9 次；土壤质量监测 9 次；土地损毁监测 48 次。 2.砖混房拆除 178m ³ 、硬化层拆除 354.8m ³ 、覆土 916.2m ³ 、穴植刺槐 1013 株、穴植紫穗槐 1013 株、播撒草籽 1.7745hm ² 、表土剥离 384m ³ 、表土覆盖 384m ³ 。 3.林地管护面积 1.7745hm ² 。

表 6-18 矿山近年工作任务与经费安排表

年度	主要治理内容		主要工程量	经费安排	合计
第一年	矿山地质环境治理工程	1.矿山地质环境监测； 2.塌陷区的设置刺丝围栏+警示牌。	1.人工巡查监测 84 次；地下水位监测 12 次； 地下水检测 2 次；地表水检测 4 次；地形地貌无人机航测 2 次；土壤影响分析 3 次。 2.设置刺丝围栏 500m，警示牌 5 块。	6.28	9.45
	土地复垦工程	1.对土地损毁进行监测； 2.废渣场补种补植。	1.土地复垦效果监测 1 次；土壤质量监测 1 次；土地损毁监测 2 次。 2.穴植刺槐 380 株；穴植紫穗槐 380 株；播撒草籽 0.5073hm ² 。	3.17	
第二年	矿山地质环境治理工程	1.矿山地质环境监测。	1.人工巡查监测 84 次；地下水位监测 12 次； 地下水检测 2 次；地表水检测 4 次；地形地貌无人机航测 2 次；土壤影响分析 3 次。	4.24	4.98
	土地复垦工程	1.对土地损毁进行监测； 2.复垦区管护。	1.土地复垦效果监测 1 次；土壤质量监测 1 次；土地损毁监测 2 次。 2.林地管护面积 0.5073hm ² 。	0.74	
第三年	矿山地质环境治理工程	1.矿山地质环境监测。	1.人工巡查监测 84 次；地下水位监测 12 次； 地下水检测 2 次；地表水检测 4 次；地形地貌无人机航测 2 次；土壤影响分析 3 次。	4.24	4.98
	土地复垦工程	1.对土地损毁进行监测； 2.复垦区管护。	1.土地复垦效果监测 1 次；土壤质量监测 1 次；土地损毁监测 2 次。	0.74	

			2.林地管护面积 0.5073hm ² 。		
第四年	矿山地质环境治理工程	1.矿山地质环境监测。	1.人工巡查监测 84 次；地下水位监测 12 次；地下水检测 2 次；地表水检测 4 次；地形地貌无人机航测 2 次；土壤影响分析 3 次。	4.24	4.98
	土地复垦工程	1.对土地损毁进行监测； 2.复垦区管护。	1.土地复垦效果监测 1 次；土壤质量监测 1 次；土地损毁监测 2 次。 2.林地管护面积 0.5073hm ² 。	0.74	
第五年	矿山地质环境治理工程	1.矿山地质环境监测。	1.人工巡查监测 84 次；地下水位监测 12 次；地下水检测 2 次；地表水检测 4 次；地形地貌无人机航测 2 次；土壤影响分析 3 次。	4.24	4.60
	土地复垦工程	1.对土地损毁进行监测；	1.土地复垦效果监测 1 次；土壤质量监测 1 次；土地损毁监测 2 次。	0.36	
合计					28.99

第七章 保障措施与公众参与

为保证本矿区生态修复方案的顺利实施，全面落实“方案”各项工程进度安排，提高工程建设质量，汉中银茂矿业开发有限公司决定从组织、技术、资金和监管等四个方面采取保障措施。

一、保障措施

（一）组织保障

1. 把矿区生态修复工作列为矿山管理工作的重点，实行法人负责制，矿山企业法人是矿区生态修复的第一责任人。

2. 成立矿区生态修复项目领导机构，负责该矿区生态修复工作的组织和实施。领导小组组成如下：

第一责任人：汉中银茂矿业开发有限公司，法人代表：谭文平

组长：谭文平

副组长：副总经理、总工程师

其他成员因矿山目前正在改建，需待定，初步计划如下：

主管部门：矿山生态修复部

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）、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区生态修复工作的职能部门，具体负责矿区生态修复管理体系的建立，制定矿山地质生态修复工作的管理办法、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。

汉中银茂矿业开发有限公司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，做好企业矿区生态修复工作，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）矿山企业在进行生态修复实施时，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“矿区生态修复方案”“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，施工单位严格按照设计方案、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、必要时由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《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》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、土地资源监测提供了技

术设备保障。

（三）资金保障

1. 资金来源

汉中银茂矿业开发有限公司是本项目资金提供义务人。

根据《关于取消矿山环境治理恢复保证金建立矿山环境治理恢复基金的指导意见》（财办建〔2017〕73号）、《关于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），汉中银茂矿业开发有限公司将建立“矿山地质环境恢复和土地复垦基金”（以下简称基金）账户，把矿区生态修复费用纳入生产建设成本，按月计提基金费用，专项用于该工作的实施。

2. 基金计提

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），结合铺沟铅锌矿矿山实际情况具体计提恢复治理基金计算如下：基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数

按照（陕自然资规〔2024〕1757号）文件附表，矿种系数为1.5%、开采系数1.0、地区系数1.2。矿山月平均销售原矿0.25万吨，原矿销售额取230元/吨。计算得到每吨矿石的计提费用为4.14元。

表 7-1 月计提基金费用估算表

矿种	月销售量	销售价	矿种系数	开采系数	地区系数	月提取基金（万元）	占销售收入	吨矿山提取基金
铅矿、锌矿	0.25 万吨	230 元/吨	1.50%	1.0	1.2	1.04	1.8%	4.14 元/吨

3. 提取及存储

汉中银茂矿业开发有限公司将在银行设立对公专用账户—矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金账户，用于计提基金的存储和支付管理。

矿山企业财务部门应按照会计准则，单独设置“矿区生态修复”会计科目，单独反映基金的提取与使用情况。财务部门应在年度财务预算中编制基金年度提取和使用计划。

矿山企业财务部门按照基金计提标准公式、基金年度提取和使用计划，逐月计提矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金。所提基金费用计入生产成本，在所得税前列支。

矿山企业年度提取的基金累计不足以支付本年度矿区生态修复费用的，或低于《方案》中估算的矿区生态修复费用的，应以本年实际所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足。

矿山闭坑前一年要足额提取基金，用于治理方案实施。

4. 资金管理及使用

(1) 矿山地质环境治理与土地复垦基金应按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理，并建立了规范有效的基金财务管理制度，规范基金管理，明确基金提取和使用的程序、职责及权限，按规定提取和使用基金。

制定专项资金使用“五专”（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制。

(2) 矿山地质环境治理与土地复垦基金专项用于矿区生态修复等工程，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用。

(3) 矿山企业应根据自然资源主管部门公告的本方案编制年度实施

方案并明确基金使用计划。年度实施方案内容包括本年度矿山地质环境治理与土地复垦基金提取、使用情况，下一年度实施方案和基金使用计划。

(4) 矿山企业按照备案的矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金年度使用计划，安排年度实施工程和基金支出。

(5) 完成矿区生态修复工程后，应及时向主管自然资源局提出竣工验收申请。验收合格后，可取得主管自然资源局出具的工程质量验收合格确认书，据此可核算基金使用情况。

(6) 为使矿区群众真正了解并参与到复垦工作中，汉中银茂矿业开发有限公司将对各土地复垦阶段实施计划及资金的使用情况进行公示，并在方案实施阶段招募当地群众参加复垦工作，让公众切身了解复垦资金的使用是否真正落到实处。如有发现复垦资金的使用与实际复垦效果有重大不符的情况，公众可向相关主管部门反映，发挥监督作用，确保复垦资金合理有效利用。

(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，以接受社会监督，对项目区内农民及其他相关人员提出的合理化建议及时进行采纳。

2. 实行项目工程招标制

为保证工程施工质量及进度，矿区生态修复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。汉中市自然资源局负责对义务人履行矿区生态修复职责情况进行监察，并在政府门户网站上公开。

5. 接受省、市自然资源主管部门会同同级财政、环境保护主管部门的审核，对基金提取、使用及治理恢复与土地复垦工作情况按照“双随机、一公开”的方式进行动态监督检查。

6. 依据《陕西省自然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未按照矿区生态修复方案要求履行矿区生态修复义务的，或对矿区地形地貌、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、变更办理登记手续，且每年实地核实至少 1 次。

二、公众参与

生态修复中的公众参与是土地复垦实施单位、项目建设单位和报告编制单位通过某种方式与当地的土地管理部门、财政部门、项目区周边区域公众等进行的一种双向交流，其目的是搜集各个部门及各类公众对土地复垦工作的方案编制期、方案实施期、工程竣工验收期等各个环节的意见和建议，使土地复垦工作更为完善，将公众的具体要求反馈到工程设计和项目管理中，为土地复垦实施和土地主管部门决策提供参考意见，明确土地复垦的可行性。土地复垦中的公众参与特点主要体现在其全面性和全过程性上。

生态修复是一项庞大的系统工程，为了动员社会资金的投入，需要加大引导公众参与土地复垦工作的力度，积极宣传土地复垦的法律法规和相关政策，使社会各界形成复垦土地、保护生态的共识。要深入开展土地基本国情和国策教育，加强土地复垦法规和政策宣传，提高全社会对土地复垦在全面建成小康社会，实施可持续发展战略，保护和建设生态环境中重要作用的认识。树立依法、按规划进行土地复垦的观念，增强公众参与和监督意识。

公众参与能有效地让公众了解建设项目的内容，使该建设项目可能引起的重大环境、生态等问题在土地复垦方案中得到辨析，有利于土地复垦工作的进行，充分考虑公众的看法和意见，起到公众监督的作用。因此，实施公众参与，可提高方案的有效性，并在公众参与的活动中提

高本地居民的环保、安全意识。

（一）公众意见征询

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的态度，本方案在编制之前进行了公众参与调查。在矿方的支持与配合下，编制单位走访了矿区附近涉及的村庄，对项目进行了公示。向当地居民详细介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关土地复垦政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地表塌陷及土地损毁情况；介绍了项目投资、建成后给企业带来的经济效益以及促进地方经济发展的情况。



照片 7-1 公众意见征询

（二）调查结果及统计分析

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对土地复垦及该矿山建设项目有一定的了解。通过散发公众参与调查表的形式，向矿区各方及矿区内村落发放调查表 20 份，收回有效问卷 18 份，回收率 90%。问卷调查对象包括项目影响区的工、农、商等各界公众。工作人员在发放公众参与调查表时向居民简要介绍了项目情况及拟采取的复垦措施，征

求居民对本项目的意见。

被调查人群中对该项目均有一定的了解，90%支持该工程建设；10%的公众持无所谓态度，无不支持者。

（三）公众参与调查结论

根据调查，当地居民认为本项目拟采取的复垦措施比较合理，支持本项目建设，没有反对意见；同时认为本项目的建设将对当地生态环境造成一定影响，希望采取相关措施进行土地复垦：

- （1）土地复垦以恢复原有土地利用现状为主；
- （2）造成作物、植被损毁，应按照国家政策进行补偿；
- （3）植被重建选择当地物种；
- （4）希望矿山招工尽量从地方招工，促进当地经济发展；
- （5）希望土地复垦后比原地质环境有所改善。

三、效益分析

（一）社会效益

矿区生态修复工程实施的社会效益包括以下三个方面：

（1）预防矿山工程建设及运行期间引发的不稳定地质体，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，恢复了矿区地形地貌景观。

（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。

（二）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，对地表植被造成一定程度的破坏，使水土流失加重，土地进一步退化，矿区生态环境受到一定影响，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、改善了土壤圈的生态环境。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能够最终实现植物生态系统的多样性与稳定性，吸引周边动物群落的回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落动态平衡。

（2）水土保持

采矿后水土流失较原地貌加重，水土流失总量增加。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

矿区生态修复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、种草工程不仅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，产生积极的生态正效应。

（三）经济效益

取得的经济效益具体表现在以下方面：

（1）铺沟铅锌矿矿区生态修复工程的实施，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）预防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）通过矿区生态修复，不仅提高了土地质量和等级，还增加了当地居民的收入，土地复垦的经济效益十分明显。

第八章 结论

（一）方案服务年限

方案规划服务年限为 11 年，包括复产准备、基建期 5 年（2026 年—2030 年），生产、闭坑修复、管护期 6 年（2031 年—2036 年）。本方案适用年限为 5 年。

（二）现状问题

（1）不稳定地质体：整体较稳定，发育程度弱，现状对生态环境影响为较轻。

（2）地形地貌景观：地面建设工程对原生地形地貌景观影响为较严重。

（3）含水层：采矿活动对含水层影响为较轻。

（4）水土环境质量：矿区生产生活对水土环境质量影响为较轻。

（5）矿区土地已损毁土地面积 0.6847hm^2 ，其中压占损毁土地面积 0.6847hm^2 ，损毁程度为中度。

（6）生态服务功能：采矿活动对生态服务功能影响为较轻。

（三）受损预测

（1）不稳定地质体：不稳定地质体预测影响程度为较轻。

（2）地形地貌景观：地面建设工程已经建成，对原生地形地貌景观影响保持原状，为较严重。

（3）含水层：预测采矿活动对含水层影响为较轻。

（4）水土环境质量：预测矿区生产生活对水土环境质量影响为较轻。

（5）矿区土地损毁土地面积 2.2827hm^2 ，其中压占损毁土地面积 0.6847hm^2 ，塌陷损毁土地面积 1.5980hm^2 ，损毁程度为中度。

(6) 生态服务功能：预测采矿活动对生态服务功能影响为较轻。

(四) 生态修复分区

根据区域损毁形式、损毁程度与位置关系，将修复区域划分为重建区、自然恢复区两个主要分区。其中，重建区包括工业场地修复区（0.1176hm²）、废渣场修复区（0.5073hm²）、办公生活修复区（0.0598hm²）、塌陷修复区（1.5980hm²）累计 4 个修复区；自然恢复区为除去重建区的矿山采矿影响范围（79.0053hm²）。

(五) 工作部署

(1) 近期工作安排（2026-2030 年）

1. 矿山地质环境治理工程

矿山地质环境监测；塌陷区的设置刺丝围栏+警示牌。

人工巡查监测 420 次；地下水位监测 60 次；地下水检测 10 次；地表水检测 20 次；地形地貌无人机航测 10 次；土壤影响分析 15 次。设置刺丝围栏 500m，警示牌 5 块。

2. 土地复垦工程

对土地损毁进行监测；废渣场补种补植复垦区管护。

土地复垦效果监测 3 次；土壤质量监测 3 次；土地损毁监测 40 次。穴植刺槐 380 株；穴植紫穗槐 380 株；播撒草籽 3.80kg。林地管护 0.5073hm²。

(2) 中远期工作安排（2031-2036 年）

1. 地质环境治理

闭坑后对硐口进行封堵工程。

2. 土地资源复垦

对工业场地、废渣场、办公生活区等复垦单元进行砌体拆除、表土回覆，植被重建等治理问题。

3. 矿区监测与管护工程

继续进行矿山地质环境监测、生态系统监测，对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护。

（六）投资总额

本《方案》生态修复费用静态总投资 105.44 万元见表 6-16，其中：

（1）矿山地质环境治理工程估算总投资为 74.33 万元，其中建筑工程 20.85 万元（含临时工程费），独立费用工程 2.32 万元，预备费 2.32 万元，监测工程费 48.84 万元。

（2）本项目土地复垦静态投资总额 31.99 万元，其中工程施工费 15.85 万元，其他费用 2.49 万元，监测与管护费用 10.74 万元，基本预备费 2.91 万元。复垦土地总面积为 2.2827hm²，其中塌陷区 1.5980hm²、废渣场补种补植 0.5073hm²、工业场地与办公生活区 0.1774hm²，复垦土地亩均静态投资为 0.9343 万元/亩。

（3）本项目近年生态修复方案总费用 28.99 万元，其中矿山地质环境治理费用 23.24 万元，土地复垦估算费用 5.75 万元。