

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

凤县坪坎镇采矿队
二〇二五年六月

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

矿山企业:凤县坪坎镇采矿队(盖章)

法人代表:王永斌

总工程师:刘佳雨

编制单位:宝鸡西北有色七一七总队有限公司(盖章)

法人代表:王 轩

总工程师:高卫宏

项目负责:刘晶杰

编写人员:李向军 雷宏立 弓号号 马 杰

制图人员:马 杰 刘晶杰



《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案》 专家评审意见

2025年4月3日,宝鸡市自然资源和规划局组织有关5位专家(名单附后)在宝鸡市对凤县坪坎镇采矿队提交的、宝鸡西北有色七一七总队有限公司编制的《凤县坪坎镇采矿队关门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》)进行了评审。受宝鸡市自然资源和规划局委托,会前2位专家到矿山进行了实地考察。出席评审会议的有宝鸡市自然资源和规划局、凤县自然资源局以及编制单位的领导和代表。专家组在审阅《方案》、听取编制单位多媒体汇报及质询的基础上,提出了修改完善的意见与建议。会后编制单位就专家意见进行了较认真的修改,后经专家复核签字,形成如下评审意见:

一、《方案》修编工作基础扎实,编制符合要求。原《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿地质环境保护与土地复垦方案》适用期5年(2019年11月—2024年11月)已到期,本《方案》属于修编性质。《方案》编制是在搜集了铅锌矿开发利用方案、过去5年矿山地质环境治理与土地复垦资料的基础上,开展了矿山地质环境、土地损毁与复垦野外调查,分析了原方案的执行情况及存在问题等,满足了《方案》编制工作的要求。《方案》文本、附图、附表及附件完整,符合《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的要求。

二、《方案》编制依据充分,规划年限合理。《方案》依据国家现行的有关法律法规及政策文件、技术标准及规范以及相关资料进行

编制。由于矿山可采剩余年限只有 4.1 年，闭坑恢复治理 1 年，管护 3 年，因此本《方案》的服务年限和适用年限均为 8 年（2025 年～2032 年）。《方案》编制基准年为 2025 年。《方案》实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述清楚完整。凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿为生产矿山，采矿许可证号 C6100002010053120064057，由 5 个拐点圈定，面积 0.0786km²，采矿证批准开采深度 1499m-850m，矿山设计可采储量 12.52 万吨，设计生产能力 3 万吨/年，剩余服务年限 4.1 年。矿山土地利用现状清楚，采矿权及其影响范围内的一级地类 5 个、二级地类 5 个。矿山属于地下开采，采用浅孔留矿（嗣后废石充填）法采矿。根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为 1.5%（有色金属矿产），采用浅孔留矿法开采其影响系数为 1.0，地区系数为 1.2（陕南地区）。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述清楚，评估级别确定合理。矿区重要程度属较重要区，地质环境复杂程度复杂，矿山开采规模 3 万吨/年，属小型矿山，确定矿山地质环境影响评估级别为一级的结论合理，评估区面积 0.4108km²，范围适宜。

五、矿山地质环境现状评估、预测评估及其分区合理。（1）现状评估认为：现状采空区地面塌陷隐患发育程度弱、危害程度小、危险性小；关门沟泥石流隐患（NS1）现状条件下不发育；采矿活动对地下含水层影响较轻；对水土环境污染影响较轻；工业场地及爆破器材库对地形地貌景观破坏严重。现状评估将全区划分为 2 个级别 3 处不同影响程度区，其中 2 处影响严重区（工业场地 AX₁、爆破器材库 AX₂），

面积 0.736hm^2 ，占评估区面积的 1.80% ；1 处影响较轻区 (CX_1)，面积 40.344hm^2 ，占评估区面积的 98.21% 。(2) 预测评估认为：矿山开采引发采空区地面塌陷的发育程度弱，危害程度小，危险性小；由塌陷引发崩塌滑坡的可能性小，危险性小；发生泥石流的可能性小，危险性小；采矿活动对地下含水层影响较轻；对水土环境污染影响较轻；工业场地及爆破器材库对地形地貌景观破坏严重，采空区地面塌陷隐患对地形地貌景观破坏较严重。预测评估将全区划分为 3 个级别 4 处不同影响程度区，其中 2 处影响严重区 (工业场地 AY_1 、爆破器材库 AY_2)，面积 0.736hm^2 、占评估区总面积 1.80% ；1 处影响较严重区 (采空区地面塌陷隐患 BY_1)，面积 10.492hm^2 ，占评估区总面积 25.54% ；1 处影响较轻区 (CY_1)，面积 29.852hm^2 ，占评估区总面积 72.67% 。

六、矿山土地损毁环节和时序清晰，已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测合理。矿山设施建设及开采活动对土地损毁形式以压占为主。损毁时序主要与工程建设和生产时序相关。矿区已损毁土地面积 1.410hm^2 ，拟损毁 10.492hm^2 ，重复损毁 0.176hm^2 (Z2 渣堆)，合计损毁土地 11.902hm^2 。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区合理。《方案》将矿山地质环境保护与恢复治理区划分 3 个级别 4 处区块，即重点防治区 2 处 (工业场地 AH_1 、爆破器材库 AH_2)，面积 0.736hm^2 ，占评估区面积 1.80% ；次重点防治区 1 处 (采空区地面塌陷隐患范围 BH_1)，面积 10.492hm^2 ，占评估区面积 25.54% ；一般防治区 (CH_1) 1 处，面积 29.852hm^2 ，占评估区面积 72.67% 。主要防治内容为刺丝围栏、设立警示牌、矿硐封堵等。

八、矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析合理。矿山企业具备矿山地质环境治理恢复的经济能力。土地复垦适宜性评价采用极限条件法，将复垦的土地分为 3 个复垦单元，评价指标体系和方法正确，复垦适宜性结论基本合理。

九、矿山地质环境保护与土地复垦目标任务明确，工程措施基本合理，工程量较具体，具有可操作性。矿山地质环境治理工程是对地面塌陷周边布设刺丝围栏并树立警示牌，矿山生产结束后对矿硐进行封堵；地质灾害隐患、含水层、地形地貌景观和水土环境的持续监测等。土地复垦主要措施为裂缝充填、植被补植；生产结束后对工业场地及爆破器材库场地设施的拆除、清理、土地平整及覆土、土壤改良、植被重建、监测和管护等。8 年中各年度矿山地质环境治理及土地复垦工程量见表 1。

表 1 矿山地质环境治理恢复与土地复垦各年度任务表

实施年度	主要治理内容		主要工程量
2025 年	矿山地质 环境治理	1.对可能的地面塌陷及地裂缝的范围设立刺丝围栏、警示牌； 2.矿山地质环境监测。	1.刺丝围栏长度 1000m，警示牌 4 块； 2.地质环境监测 214 点次。
	土地复垦	1.地面塌陷范围土地复垦及管护 2.复垦效果、土地损毁监测。	1.表土剥离 535m ³ ，裂缝拓宽 202m ³ ，人工夯填土 202m ³ ，表土回覆 535m ³ ，撒播草籽 1.04923hm ² ，栽植油松 583 株，栽植紫穗槐 583 株，林地管护 1.04923hm ² ； 2.复垦效果监测 8 点次； 3.土地损毁监测 36 点次。
2026 年	矿山地质 环境治理	1.对可能的地面塌陷及地裂缝的范围设立刺丝围栏、警示牌； 2.矿山地质环境监测。	1.完善刺丝围栏、警示牌； 2.地质环境监测 214 点次。
	土地复垦	1.地面塌陷范围土地复垦 2.土地损毁及复垦管护监测。	1.复垦效果监测 8 点次； 2.土地损毁监测 36 点次。

实施年度	主要治理内容		主要工程量
2027 年	矿山地质环境治理	1.对可能的地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌； 2.矿山地质环境监测。	1.完善刺丝围栏、警示牌； 2.地质环境监测 214 点次。
	土地复垦	1.对可能的地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌； 2.矿山地质环境监测。	1.完善刺丝围栏、警示牌； 2.复垦效果监测 8 点次； 3.土地损毁监测 36 点次。
2028 年	矿山地质环境治理	1.对可能的地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌； 2.矿山地质环境监测。	1.完善刺丝围栏、警示牌； 2.地质环境监测 214 点次。
	土地复垦	1.对可能的地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌； 2.矿山地质环境监测。	1.完善刺丝围栏、警示牌； 2.土地损毁监测 36 点次。
2029 年	矿山地质环境治理	1.矿洞封堵； 2.矿山地质环境监测。	1.封堵 1 处风井口、1 处矿洞，M10 浆砌片石封堵洞口 560m ³ ； 2.地质环境监测 198 点次。
	土地复垦	1.工业场地建筑物拆除及土地复垦； 2.爆破器材库拆除及土地复垦； 3.地面塌陷范围土地复垦； 4.土地复垦效果监测与管护。	1.轨道拆除 80m ³ ，建筑物拆除 200m ³ ，垃圾清运 280m ³ ；场地平整 968.98m ³ ，客土 1614.97m ³ ，土壤翻耕培肥 0.323hm ² ，撒播草籽 0.323hm ² ，栽植紫穗槐 807 株，林地管护 0.323hm ² ； 2.建筑物拆除 200m ³ ，垃圾清运 200m ³ ；场地平整 1240.25m ³ ，客土覆盖 2067.08m ³ ，土壤翻耕培肥 0.413hm ² ，撒播草籽 0.413hm ² ，栽植紫穗槐 1034 株，林地管护 0.413hm ² ； 3.复垦效果监测 6 点次。
2030 年	矿山地质环境治理	矿山地质环境监测。	地质环境监测 180 点次。
	土地复垦	土地复垦效果监测与植被管护	复垦效果监测 12 点次；
2031 年	矿山地质环境治理	矿山地质环境监测。	地质环境监测 90 点次。
	土地复垦	土地复垦效果监测与植被管护	复垦效果监测 12 点次；
2032 年	矿山地质环境治理	矿山地质环境监测。	地质环境监测 45 点次；
	土地复垦	土地复垦效果监测与植被管护	复垦效果监测 12 点次；

十、矿山地质环境治理与土地复垦工程总体部署、阶段实施计划、适用期年度工作安排基本合理、针对性较强。

十一、矿山地质环境保护与土地复垦费用估算基本合理。根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署的工程措施及工程量、技术手段，参照相关标准进行了经费估算，矿山地质环境保护与土地复垦工程估算总投资236.75万元，其中矿山地质环境保护估算投资122.89万元，其中建筑工程费用80.98万元，临时工程费2.43万元，独立费用34.75万元，预备费4.73万元，吨矿投资9.82元；土地复垦工程估算总投资113.86万元，其中建筑工程费用95.54万元，临时工程费2.87万元，独立费11.07万元，预备费4.38万元。土地复垦责任范围面积11.228hm²，亩均投资6760.48元。矿山（剩余）利用矿石储量12.52×10⁴t，平均吨矿投资18.91元，矿山恢复治理期为8年，平均每年恢复治理费用29.59万元。

根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》（陕自然资规〔2024〕1757号），按照凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿2024年铅锌矿吨销售600元测算，后续4.1年预计提取合计135.216万元，低于本《方案》计算的防治工程费用236.75万元，因此矿山企业应当依据实际所需的防治费用足额提取。

表2 适用期矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年 度	矿山地质环境治理费用（万元）	土地复垦费用（万元）	小计（万元）
第一年	52.63	20.73	73.36
第二年	7.52	5.40	12.92
第三年	7.52	5.40	12.92
第四年	7.52	0.72	8.24
第五年	41.40	72.25	113.65
第六年	3.60	3.12	6.72

第七年	1.80	3.12	4.92
第八年	0.90	3.12	4.02
合计	122.89	113.86	236.75

十二、《方案》提出的各项保障措施和建议合理可行，治理效益分析基本可信。

十三、建议

1. 鉴于矿山爆破器材库及安全出口位于关门沟沟道内，应做好沟道内地质灾害山洪泥石流隐患的监测预警等防治工作，确保矿山设施及人员安全。

2. 通过采空区地表塌陷隐患区自动化监测工作，若不塌陷、不形成地表裂缝，则后续年度调整采空区地表相应的治理工程量。

3. 由于矿山剩余可采资源量只能满足 4.1 年的开采，因此 4.1 年以后，矿山如继续开采、不闭坑，则应重新编制新的方案。

4. 按照 2024 年铅锌矿吨矿石销售 600 元测算，后续 4.1 年预计提取合计 135.216 万元，低于本《方案》测算的防治工程费用 236.75 万元，因此矿山企业应当按照有关规定，矿山闭坑前提足防治费用，保障矿山地质环境治理与土地复垦工作。

综上，专家组同意《方案》通过审查，编制单位按专家组意见修改完善后由提交单位按程序上报。

专家组组长：



2025 年 6 月 16 日

《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿山地质环境保护与土地复垦方案》

评审专家责任表

姓 名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 评审结论	签 字
徐友宁	中国地质调查局西安地质调查中心	研究员	水工环地质	同意	徐友宁
索永录	西安科技大学	教高	采矿工程	同意	索永录
翟乖乾	宝鸡市地质灾害防治办公室	高级工程师	水工环地质	同意	翟乖乾
刘益民	陕西省宝鸡峡水电设计院	教高	土地整治	同意	刘益民
王振福	陕西地矿集团有限公司	教高/造价员	探矿工程/预算	同意	王振福

矿山地质环境保护与土地复垦方案修改情况说明表

NO: 2—2

方案名称		凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案	
方案编制单位 联系人、电话		宝鸡西北有色七一七总队有限公司 刘晶杰 17729170323	
方案编制单位的修改说明	专家现场考察意见 徐友宁： 1. 应在第一年部署完善第一处渣堆部分没有事实的土地复垦、生态修复。 2. 补充完善上期方案执行的经验、存在问题，（监测等）没有执行的原因，后续应加强的方面。 3. 核实通风井是否遭受山洪泥石流威胁。 4. 采空区地表应设置垂直及水平位移的自动化监测点，监测地表岩移变化规律，为采空区综合防治提供科学依据，同时避免因突发性塌陷导致监测人员伤亡。 5. 以控制矿山地质环境、土地损毁变化规律、有目的地实施防治为目的，补充、优化地表水、地下水监测点等。 6. 提出矿山企业对标绿色矿山建设要求，加快绿色矿山建设步伐。 7. 在防治部署图上，优化监测点，补充近期 5 年防治工程一览表（年度、主要问题、防治及监测措施、工程、经费）	修改说明： 1. Z2 渣堆已依据《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿废渣堆污染防治与生态工程治理实施方案》开展治理工程，矿山企业承诺严格依据方案彻底治理 Z2 渣堆（附件 13）。 2. 已补充完善上期方案执行经验、存在问题，并说明原因。（P55-56） 3. 已对关门沟泥石流隐患（NS1）进行评估，评估结果显示该泥石流现状不发育，后续加强渣堆稳定性监测、排洪渠变形监测，及时防治，避免诱发关门沟泥石流隐患（NS1）。（P68） 4. 已增加无人机巡查及人工巡查工作量，结合定点人工监测位移数据，对采空区塌陷隐患进行监测。 5. 已补充、优化地表水、地下水监测点及工作量，检测元素等内容。（P143） 6. 已在建议中提出加快绿色矿山建设步伐。（P193） 7. 已补充适用期防治部署图（附图 7）	
	翟乖乾： 1、立足现在，核准剩余储量，确定剩余服务年限。因为原储量核实报告，是 2023 年编的，核实基准日是 2022 年 6 月 30 日，难道此后一直没有开采？储量没有减少？ 2、复核以往恢复治理工程 ZD1、ZD2 渣堆的恢复治理效果或现今存在问题，以及分析以往各类监测资料，尤其涉及采空区（塌陷）资料，为要否	修改说明： 1、根据《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告》及矿山储量年报，已增添矿山近 5 年矿石开采量（P21 表 1-3）。 2、依据《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿废渣堆污染防治与生态工程治理实施方案》治理工程部署情况，可改善 Z2 渣堆复垦效果，该工程正在实施。 3、已对关门沟泥石流隐患（NS1）进行评估，	

翟乖乾：

1、立足现在，核准剩余储量，确定剩余服务年限。因为原储量核实报告，是2023年编的，核实基准日是2022年6月30日，难道此后一直没有开采？储量没有减少？

2、复核以往恢复治理工程 ZD1、ZD2 渣堆的恢复治理效果或现今存在问题，以及分析以往各类监测资料，尤其涉及采空区（塌陷）资料，为要否

修改说明：

1. Z2 渣堆已依据《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿废渣堆污染防治与生态工程治理实施方案》开展治理工程，矿山企业承诺严格依据方案彻底治理 Z2 渣堆（附件 13）。

2. 已补充完善上期方案执行经验、存在问题，并说明原因。（P55-56）

3. 已对关门沟泥石流隐患（NS1）进行评估，评估结果显示该泥石流现状不发育，后续加强渣堆稳定性监测、排洪渠变形监测，及时防治，避免诱发关门沟泥石流隐患（NS1）。（P68）

4. 已增加无人机巡查及人工巡查工作量，结合定点人工监测位移数据，对采空区塌陷隐患进行监测。

5、已补充、优化地表水、地下水监测点及工作量，检测元素等内容。（P143）

6. 已在建议中提出加快绿色矿山建设步伐。（P193）

7. 已补充适用期防治部署图（附图 7）

修改说明：

1、根据《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告》及矿山储量年报，已增添矿山近 5 年矿石开采量（P21 表 1-3）。

2、依据《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿废渣堆污染防治与生态工程治理实施方案》治理工程部署情况，可改善 Z2 渣堆复垦效果，该工程正在实施。

3、已对关门沟泥石流隐患（NS1）进行评估，

再继续治理恢复提供依据。 3、核对原两案及年度计划里的关门沟泥石流 NS1，如今是否存在？情况如何？有，就要评估；无，则要说明。 4、采空区塌陷 TX1，现状和预测，还要结合采空区冒落、地压及地表以往的监测资料成果分析，不能只是现今调查。 专家评审个人意见： 徐友宁： 1. 附专家野外考察的意见及修改对照表。 2. 采矿权已于 2023 年 7 月 1 日到期，此前企业在非法采矿？ 3. 明确矿山企业是集体企业？ 4. 矿山生产服务年限不足 4 年，本《方案》属于服务期内闭坑的矿山，因此应写实矿山闭坑地质环境治理及土地复垦工作的针对性，并且在结论中明确提出：4 年后矿山仍旧开采，则应重新编制方案。 5. 补充矿山绿色矿山建设情况以及后续矿山对照绿色矿山建设要求实施绿色开发利用的建议。 6. 补充前 5 年各年度开采的矿石量。 7. 完善矿山前五年方案的执行率、取得的成效、存在问题。存在问题就是后续需要加强的内容。 8. 补充矿山前 5 年地质环境及土地复垦监测工作及数据——如水土环境污染、地面塌陷情况等。 9. 2 号废渣堆上部没有治理到位，若 2 号废渣不纳入到本《方案》中，矿山企业应有承诺附件（按照环保要求第一年实施治理）。明确废渣固废类型——一般固废的一类固废？二类固废？ 10. 补充废渣充填井下的技术工艺、范围、位置，现有充填的照片；后续采矿废渣是否全部充填井下采空区，没有临时废渣堆场？ 11. 补充废渣堆固废类型——一般固废的一类、二类？其中的重金属元素	评估结果显示该泥石流现状不发育，后续加强渣堆稳定性监测、排洪渠变形监测，及时防治，避免诱发关门沟泥石流隐患（NS1）。（P68） 4、矿山开采至今，地表巡查记录未见明显地面塌陷、地裂缝等采空区塌陷特征，结合矿山安全生产记录，采空区塌陷隐患弱发育。 修改说明： 1. 已在附件中增加专家野外考察意见（附件 19），修改说明见本表。 2. 已核对采矿证有效期为 2024 年 3 月 22 日至 2026 年 3 月 22 日。 3. 矿山企业为集体企业（附件 3）。 4. 已补充完善矿山闭坑期地质环境治理及土地复垦工作（P158-160），并在结论中明确提出：4 年后矿山仍旧开采，则应重新编制方案（P192）。 5. 矿山目前未进行绿色矿山建设，已在建议中提出加快绿色矿山建设步伐。（P193） 6. 根据《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告》及矿山储量年报，已增添矿山近 5 年矿石开采量（P21 表 1-3）。 7. 已补充完善上期方案执行经验、存在问题，并说明原因。（P55-56） 8. 已补充监测工作数据。（附件 16） 9. Z2 渣堆已依据《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿废渣堆污染防治与生态工程治理实施方案》开展治理工程，矿山企业承诺严格依据方案彻底治理 Z2 渣堆（附件 13）。依据陕西秦景兰环境检测有限公司 2024 年 10 月 22 日提供的《监测报告》，采矿废渣属第一类一般固废，Ph 值为 7.4（P24）。 10. 已补充废渣充填井下的技术工艺、范围、位置，现有充填的照片（P24）。后续采矿废渣全部充填井下采空区，无临时废渣堆场。 11. 已补充废渣堆固废类型为一类一般固废。 12. 已补充优化水土样品采集位置。（附图 6、附图 7） 13. Z2 渣堆现状下处于稳定状态，经《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿废渣堆污染防
--	---

及其含量、矿水及废渣堆底部淋溶水是否为酸性 (pH<6)。 12. 补充方案编制水土样品的采集位置？核实其采样的合理性、环境质量（主沟道和支沟道均受到邻近矿山的开采影响）。 13. 核实 2 号废渣堆是否稳定，是否位于采空区范围内，发生崩塌滑坡的可能性大小，后续应有相应的地质安全防治措施。 14. 核实支沟沟道是否是泥石流隐患沟，后续应疏通影响沟道行洪的废渣堆以及可能的残坡积物，注意沟口矿山设施是否受到泥石流堆积的风险。 15. 采用此前的监测数据，说明采空区塌陷地表塌陷（岩移变化）：分析采矿塌陷后，地表是否会诱发崩塌、滑坡的可能性，堵塞沟道行洪安全，构成泥石流隐患沟的灾害链？ 16. 补充、优化矿山地质环境监测点：采空区地表是否应构建北斗自动化监测？后续地质环境治理及土地复垦均是建立在地面塌陷的基础上，因此在建议中说明，如果通过监测证明没有发现地面塌陷，则相关年度有关采空区地表塌陷治理则应做相应核减。 17. 水土环境质量监测点应能控制本矿山开采对水土环境影响为原则，本矿山沟道存在邻近矿山的影响，应优化调整监测点，明确监测频率（枯水期、平水期、丰水期个 1 次/年）和监测因子；优化土壤监测点。 18. 采用无人机为主、人工巡查辅助监测相结合的方式，开展地貌损毁、土地损毁、塌陷、土地复垦、生态修复以及矿山设施的变化等综合型监测。明确每年无人机监测的时间、精度等要求。 19. 明确降雨量监测是直接采用最近气象站降水量还是降雨量还是设置一处自动雨量观测站。 20. 核实近期 5 年防治工程的合理性，如每年 300m 监测防护网的科学性、	治与生态工程治理实施方案》治理工程治理后仍处于稳定状态。已增设 Z2 渣堆稳定性监测工程。 14. 已对关门沟泥石流隐患(NS1)进行评估，评估结果显示该泥石流现状不发育，后续加强渣堆稳定性监测、排洪渠变形监测，及时防治，避免诱发门沟泥石流隐患（NS1）。（P68） 15. 经评估，采空区塌陷隐患（TX1）发育程度弱，危害性小，危险性小，预测发育程度弱。结合以往监测记录及周边矿山情况，该塌陷发生的可能性小。该隐患所在坡体表面松散堆积物少，仅有少量表土及孤石危岩附着，该采矿塌陷隐患发生后，地表发生崩塌、滑坡的可能性小，堵塞排洪渠的可能性小，不会诱发泥石流隐患。 16. 已补充、优化矿山地质环境监测点及工作量。已建议中说明，如果通过监测证明没有发现地面塌陷，则相关年度有关采空区地表塌陷治理则应做相应核减。 17. 已补充、优化水土环境质量检测点位、监测频率、监测因子等。 18. 已明确人工巡查方式应以无人机巡查为主，人工巡查为辅，结合全站仪定点监测的方式，每月 8 次开展监测工作，精度应满足 1:1000 地形图测绘精度。（P143） 19. 降雨量监测采用当地气象部门气象站降雨量。 20. 已将塌陷区治理工作量计提至第一年度，若当年未发现塌陷、地裂缝等地质灾害，则工作量顺延至下一年度，并在当年进行相应扣减。 21. 已在现状图中标记此前治理工作等（附图 1）。 22. 已增加矿山地质环境及土地复垦适用期工程部署图（附图 7）
--	---

必要性？ 21. 现状图上应标记此前治理验收的工作、已有的监测点、采样点等，体现的是“现状”；补充2号废渣堆的位置；标记矿部、矿口、矿山工业场地、矿石、废石堆放场地；标记地下巷道大致走向。 22. 建议做一张地质环境及土地复垦工作工程部署图避免不必要的重复，镶表9年矿山地质环境治理及土地复垦工程一览表（年度、主要问题、防治措施及工程量、经费） 索永录： 1、补充矿区总平面布置图，并标清楚所有地面工程，核实爆破材料库位置； 2、精简开发利用方案介绍； 3、补充矿山开采历史； 4、补充已有地面工程地质灾害影响现状； 5、完善评估单元内容； 6、完善采空塌陷评估内容； 翟乖乾： 1. 修改图件中错误内容。 2. 核实采矿证信息。 3. 核实编制依据、政策文件的有效性，应用最新标准。 4. 核实矿山剩余储量。 5. 完善监测数据，为治理工程提供依据。 6. 删除预测评估中有关加剧预测内容。 7. 核对文本中错漏之处。 8. 在图件中补充完善相关治理工程部署内容。 	 修改说明： 1. 已补充矿区总平面布置图（图1-4） 2. 已精简开发利用方案介绍。 3. 已补充矿山开采历史。 4. 已补充已有地面工程地质灾害影响现状。 5. 已完善评估单元内容。 6. 已完善采空塌陷评估内容。 修改说明： 1. 已修改图件中错误内容（附图1、附图3、附图6）。 2. 已核对采矿证有效期为2024年3月22日至2026年3月22日。 3. 已核对文本中编制依据、政策文件等有效性。 4. 根据《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告》及矿山储量年报，已增添矿山近5年矿石开采量(P21表1-3)。 5. 已补充监测工作数据。（附件16） 6. 已删除预测评估中有关加剧预测内容。 7. 已核对文本中错漏之处。 8. 已在图件中补充完善相关治理工程部署内容。
---	--

刘益民： 1、完善矿山企业用地手续； 2、Z1、Z2 渣堆已治理并通过验收，不必纳入复垦责任范围。 3、土壤剖面命名需加土壤种类。 4、复核复垦责任范围数据。 5、农村道路、沟渠建议按原地类进行复垦。 6、补充外购土协议。 7、土壤培肥标准应按商品有机肥 10t/hm² 分三年按 40%30%30%进行施放。 王振福： 1、将 P3-4 “政策性文件”第 7 条文件编号改为“陕自然自规【2024】1757 号”并完善文件发文单位名称、将第 15 条改为《陕西省绿色矿山建设管理办法》（陕自然资规【2024】3 号），去掉与方案编制无关的第 10~12 条依据。 2、P94 页第 1 行复垦责任范围面积数据与表 3-18 中数据不一致，请核对、修改。 3、去掉 P166 页矿山地质环境恢复治理工程估算“编制原则”内容，并修改完善“编制依据”。 4、去掉 P166 页土地复垦工程预算“编制原则”内容，并修改完善“编制依据”。 5、将“土壤污染监测”改为“土壤质量检测”，核对“取样检测、水质监测、取样分析”等单价。 6、表 7-4 中“土壤翻耕”单位由 m³ 改为 hm²，并修改工程单价，表中“建筑物拆除、取样测试、栽植紫穗槐”工程单价核实，补充“客土外购”项目及费用。 7、核对土地复垦工程估算总投资金额。 8、请将 P172 页“基金计提分析”内容“陕国土资发【2018】92 号”文改	修改说明： 1、已补充矿山企业用地手续（附件 10） 2、已在复垦责任范围中去除 Z1、Z2 渣堆有关内容。（P95） 3、已核对土壤剖面名称。（P35） 4、已复核复垦责任范围数据。（P95） 5、农村道路、沟渠已设计按原地类进行复垦。（P110） 6、已除虫外购土协议（附件 12） 7、已完善土壤培肥内容，并修改有关预算。（P125） 修改说明： 1. 已修改“政策性文件”第 7 条文件编号，多余依据已去除。 2. 已核对并修改复垦责任范围面积。 3. 已去掉 P166 页矿山地质环境恢复治理工程估算“编制原则”内容，并修改完善“编制依据”。 4. 已去掉 P166 页土地复垦工程预算“编制原则”内容，并修改完善“编制依据”。 5. 已修改“土壤污染监测”为“土壤质量检测”，并核对“取样检测、水质监测、取样分析”等单价。 6. 已修改有关单价。 7. 已核对土地复垦工程估算总投资金额。 8. 已修改“基金计提分析”内容。明确计提标准。 9. 已核对有关单价。 10. 已修改有关编制依据。 11. 已修改有关编制依据。 12. 已将矿山地质环境治理工程经费估算和土地复垦工程经费估算“编制依据”统一改为《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》（陕发改项目【2017】1606 号）及配套定额标准。 13. “人工单价”内容已修改。 14. 已增加“扩大费”说明内容。 15. 已核对有关单价。 16. 已核对有关单价。 17. 已补充“总费用估算表”。
--	---

为“陕自然资规【2024】1757号”，倒数第3行“开采系数”、倒数第1行“吨矿石计提标准”均错误，请核对、修改。请在P172页“资金计提分析”内容中明确矿山企业应计提的基金标准数值。 9. P173~175页表7-5中“取样监测、水质监测、取样分析、建筑物拆除、取样测试”等单价偏低，“栽植紫穗槐”单价偏高，请核对、修改；建议在表中补充“客土购置”项目及费用。 10. 请将P1~2页“矿山地质环境治理工程经费估算编制依据”第4条改为《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)，去掉第8条依据(与第9条重复)。 11. 请将P4~5页“土地复垦工程经费估算编制依据”第6条改为《地质调查项目预评算标准(2021)》(自然资源部中国地质调查局，2021年7月)，补充《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(陕发改项目【2017】1606号)、《陕西省水利建筑工程概算定额》(陕发改项目【2017】1606号)。 12. 建议将矿山地质环境治理工程经费估算和土地复垦工程经费估算“编制依据”统一为《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(陕发改项目【2017】1606号)及配套定额标准 13. 请将P5页倒数第6~8行“人工单价”说明内容改为：本方案估算人工单价参考《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(陕发改项目【2017】1606号)中规定计算，即甲类工为75元/工日、乙类工为50元/工日。 14. 请在P7页第7行“其他费用计算标准”前增加“扩大费”说明内容：参考《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(陕发改项目【2017】1606号)意总则第五条规定，本方案估算按概算单价扩大10.0%计算。	18. 已修改有关单价。 19. 已修改有关单价。
--	---

	15. 请将 P11 页表 3-1 中“土壤污染监测”改为“土壤质量监测”，表中“取样监测、水质监测、取样分析”等单价偏低，请核对、修改。请表名中“概算”改为“估算”。 16. 请将 P12 ~ 13 页表 4-1 中“2.2.2.5 土壤翻耕”单位由 m³改为 hm³并修改工程单价，表中“建筑物拆除、取样测试”等工程单价偏低、“栽植紫穗槐”单价偏高，请核对、修改；建议在表中补充“客土购置”项目及费用。请表名中“概算”改为“估算”。 17. 估算资料缺少“总费用估算表”，请补充。 18. P16 页“材料预算价格汇总表”、P41 页“栽植紫穗槐单价计算表”中“紫穗槐”苗木单价偏高，请核对、修改。 19. P47~49 页表 6-1 中“取样监测、水质监测、取样分析、建筑物拆除、取样测试”等单价偏低，“栽植紫穗槐”单价偏高，请核对、修改；建议在表中补充“客土购置”项目及费用。	
--	---	--

对方案修改后的意见	专家组长: 徐振宇 2025 年 6 月 15 日
	复审专家签字: 王振宇 王振宇 2025 年 6 月 15 日
	编制方案单位 (盖章)  2025 年 6 月 15 日
	提交方案单位 (盖章)  2025 年 6 月 15 日

备注：1、修改说明表与评审记录表同时提交；2、修改说明栏不够用可另附页。

目 录

前 言	1
一、任务由来	1
二、编制目的	1
三、编制依据	2
四、方案适用年限	7
五、编制工作概况	7
第一章 矿山基本情况	12
一、矿山简介	12
二、矿区范围及拐点坐标	13
三、矿山开发利用方案概述	14
四、矿山开采历史及现状	25
第二章 矿区基础信息	28
一、矿区自然地理	28
二、矿区地质环境背景	36
三、矿区社会经济概况	50
四、矿区土地利用现状	51
五、矿山及周边其它人类重大工程活动	52
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	53
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	60
一、矿山地质环境与土地资源调查概述	60
二、矿山地质环境影响评估	61
三、矿山土地损毁预测与评估	81
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	91
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	100
一、矿山地质环境治理可行性分析	101

二、矿区土地复垦可行性分析	103
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	118
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防	118
二、矿山地质灾害治理	122
三、矿区土地复垦	124
四、含水层破坏修复	137
五、水土环境污染修复	138
六、矿山地质环境监测	138
七、矿区土地复垦监测和管护	149
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	154
一、总体工作部署	154
二、阶段实施计划	157
三、近期年度工作安排	161
第七章 经费估算与进度安排	166
一、经费估算依据	166
二、矿山地质环境治理工程经费估算	166
三、土地复垦工程经费估算	168
四、总经费汇总与年度安排	171
第八章 保障措施与效益分析	176
一、组织保障	176
二、技术保障	176
三、资金保障	177
四、监管保障	178
五、效益分析	178
六、公众参与	181
第九章 结论与建议	189

一、结论	189
二、建议	192

一、附图

- 附图 1 凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境问题现状图（1:2000）
- 附图 2 凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山土地利用现状图（1:2000）
- 附图 3 凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境问题预测图（1:2000）
- 附图 4 凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿区土地损毁预测图（1:2000）
- 附图 5 凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿区土地复垦规划图（1:2000）
- 附图 6 凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境治理工程部署图（1:2000）
- 附图 7 凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦适用期工程部署图（1:2000）

二、附表

- 1、矿山地质环境现状调查表

三、附件

- 附件 1：委托书；
- 附件 2：采矿许可证（副本）；
- 附件 3：营业执照；
- 附件 4：《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案的复函（陕自然资矿保备〔2023〕71号）；
- 附件 5：《关于凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿采矿权范围内保有资源量的说明》凤县自然资源局，2023 年 8 月 22 日；
- 附件 6：关于对《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿产资源开发利用方案》审查意见的函（陕矿评利用函〔2023〕54号）；
- 附件 7：凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦

2018-2021 年度/项目验收意见；

附件 8：凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦适用期（2019-2024 年）验收意见；

附件 9：关于对《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案》适用期验收意见的批复（宝市自然资函〔2025〕10 号）；

附件 10：用地协议；

附件 11：矿山无纠纷证明；

附件 12：外购土方协议；

附件 13：《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿废渣堆污染防治与生态工程治理实施方案》项目实施承诺书；

附件 14：公众参与调查表；

附件 15：监测报告；

附件 16：编制单位内审意见；

附件 17：矿山企业内审意见；

附件 18：专家现场考察意见；

附件 19：市县局现场考察意见；

附件 20：经费估算书。

前 言

一、任务由来

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿位于陕西省凤县县城东 95°方位 40.5km 处,行政区划属于陕西省宝鸡市凤县坪坎镇银母寺村一组管辖。该矿山于 2024 年 3 月 22 日取得了最新采矿证,有效期从 2024 年 3 月 22 日至 2026 年 3 月 22 日,现有采矿许可证证号 C6100002010053120064057,开采标高 1499~850m,开采矿种为铅、锌矿;于 2022 年 9 月完成了《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告》,该报告于 2023 年 7 月通过了陕西省矿产资源调查评审中心组织的审查并完成备案;于 2023 年 8 月完成《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿产资源开发利用方案(变更)》,该报告于 2023 年 11 月通过了陕西省矿产资源调查评审中心组织的审查并完成备案。

为了充分贯彻落实《矿山地质环境保护规定》(自然资源部令第 5 号)、《土地复垦条例》(国务院令第 592 号)等相关法律法规,保护矿山地质环境,保护人民生命和财产安全,减少矿产资源开采活动造成的矿山地质环境破坏,及时复垦被损毁土地,执行《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(国土资规〔2016〕21 号)和《陕西省国土资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(陕国土资环发〔2017〕11 号)等文件的要求,凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿 2024 年 8 月委托我公司(宝鸡西北有色七一七总队有限公司)负责编制该方案,本单位严格按照国土资源部发布的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》(2016 年 12 月)编写了《凤县坪坎镇采矿队关门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”)。

二、编制目的

- 1、为我矿实施矿山地质环境保护与土地复垦工程提供技术依据,为矿山发展绿色矿业、建设绿色矿山和建设资源节约与环境友好型矿山企业提供技术支撑;
- 2、为我矿掌握本矿山地质环境问题发育现状和发展趋势进行调查及预测分析,建立、健全矿山地质环境保护与土地复垦实施、监测台账;

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

4、为我矿计提、存储和使用矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提供参考；

5、为落实矿山地质环境保护责任、减少矿业开发带来的矿山地质环境负效应、保护矿区及周边居民生命财产安全、有效保护矿区土地资源、避免新问题遗留成为老问题提供工作方案。

三、编制依据

以下相关委托书、法律、法规、规章、技术规范与标准，以及以往地质工作、地质成果和相关技术资料是本次方案编制的主要依据。

（一）委托书

1、《委托书》，凤县坪坎镇采矿队，2024年8月。

（二）法律、法规、规章

1、《中华人民共和国矿产资源法》，全国人大常委会，2009年8月27日；

2、《中华人民共和国土地管理法》，全国人大常委会，（全国人大常委会，2019年8月26日第三次修订，2020年1月1日实施）；

3、《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第5号修订），2019年7月24日；

4、《土地复垦条例》（国务院令第592号），2011年3月5日；

5、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号），2004年3月1日；

6、《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第5号修订），2019年7月24日；

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、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第253号，2017年7月16日修订，2017年10月1日起实施）；

9、《中华人民共和国环境保护法》（全国人大常委会修订通过，2015年1月1日实施）；

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

11、《陕西省地质灾害防治条例》，陕西省第十二届人民代表大会常务委员会，2018

年1月1日；

12、陕西省实施《土地复垦条例》办法（陕西省人民政府令第173号），2013年12月1日；

13、《陕西省矿产资源管理条例》（陕西省常务委员会，2004年8月3日修正）；

14、《陕西省工程建设活动引发地质灾害防治办法》（陕西省人民政府令第205号，自2018年1月1日起施行）。

（三）政策性文件

1、国土资源部办公厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号），2017年1月3日；

2、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号），国土资源部、财政部、环境保护部、国家质量监督检验检疫总局、中国银行业监督管理委员会、中国证券监督管理委员会，2017年5月；

3、《关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号），财政部、国土资源部、环境保护部，2017年11月6日；

4、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》（国土资发〔2016〕63号），国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局，2016年07月01日；

5、《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》及其附件《地质灾害危险性评估技术要求（试行）》（国土资发〔2004〕69号），2004年3月25日；

6、《陕西省关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的实施方案》（陕国土资发〔2017〕19号），陕西省国土资源厅、省发展和改革委员会、省工业和信息化厅、省财政厅、省环境保护厅，2017年4月；

7、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》（陕自然资规〔2024〕1757号），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，2024年12月31日；

8、陕西省国土资源厅《关于加快矿山地质环境保护与土地复垦工作的通知》，陕国土资发〔2017〕39号，2017年9月25日；

9、陕西省国土资源厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国土资环发〔2017〕11号），2017年2月20日；

10、陕西省自然资源厅关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法》的通知，（陕自然资规〔2019〕5号，2019年12月30日）；

11、陕西省自然资源厅关于印发《陕西省加强矿山地质环境恢复和综合治理实施方案(2019-2020年)》的函(陕自然资函〔2019〕027号，2019年11月14日)；

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

（四）技术规范与标准

- 1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》(国土资源部，2016.12)；
- 2、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)；
- 3、《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021)；
- 4、《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031-2011)；
- 5、《土地复垦方案编制规程第6部分：建设项目》(TD/T1031.6-2011)；
- 6、《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T1049-2016)；
- 7、《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)；
- 8、《岩土工程勘察规范(2009版)》(GB50021-2001)；
- 9、《有色金属矿行业绿色矿山建设规范》(DZ/T 0320-2018)；
- 10、《建筑边坡工程技术规范》(GB 50330-2013)；
- 11、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T0221-2006)；
- 12、《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)；
- 13、《地下水监测规范》(SL/T183-2005)；
- 14、《地下水监测工程技术规范》(GB/T51040-2014)；
- 15、《地下水监测井建设规范》(DZ/T0270-2014)；

- 16、《土地开发整理项目规划设计规范》(TD/T1012-2013);
- 17、《土地整治项目制图规范》(TD/T 1040-2013);
- 18、《土地整治项目工程量计算规则》(TD/T 1039-2013);
- 19、《土壤环境质量标准农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018);
- 20、《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB36600-2018);
- 21、《耕作层土壤剥离利用技术规范》(TDT1048-2016);
- 22、《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013);
- 23、《耕地质量验收技术规范》(NY/T1120-2006);
- 24、《耕地地力调查与质量评价技术规程》(NY/T1634-2008);
- 25、《生态公益林建设技术规程》(GB/T18337.2-2001);
- 26、《造林技术规程》(GB/T 15776-2016);
- 27、《人工草地建设技术规程》(NY/T1342-2007);
- 28、《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T1044-2017);
- 29、《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》(陕发改项目〔2017〕1606号);
- 30、《陕西省水利工程施工机械台班费定额》(陕发改项目〔2017〕1606号);
- 31、财政部、国土资源部关于印发《土地开发整理项目预算定额标准》的通知(财综〔2011〕128号,2011年12月31日)。

(五) 技术资料

- (1)《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦项目竣工总结报告》(2018-2021年),凤县坪坎镇采矿队,2023年10月;
- (2)《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿产资源开发利用方案》,凤县坪坎镇采矿队,2023年8月;
- (3)《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告》,宝鸡西北有色七一七总队有限公司,2022年9月;
- (4)《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿建设工程地质灾害危险性评估报告》,

西北有色勘测工程公司，2009 年 6 月；

(5) 《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿（整合区）项目土地复垦方案报告书》，陕西地矿宝鸡工程勘察院，2013 年 3 月；

(6) 《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》，西安西科产业发展有限责任公司，2013 年 12 月；

(7) 《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿（ $3.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ）开采项目现状环境影响评估报告》，核工业二〇三研究所，2016 年 3 月；

(8) 《凤县国土空间总体规划》（2021~2035 年），凤县自然资源局，2021 年 7 月；

(9) 《凤县矿山地质环境详细调查报告》，宝鸡西北有色七一七总队有限公司，2017 年 12 月；

(10) 《陕西凤县银母寺铅锌矿矿山地质环境治理工程勘查》，中国有色金属工业西安勘察设计研究院，2012 年 11 月；

(11) 《《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》适用期环境恢复治理总结报告》，凤县坪坎镇采矿队，2024 年 11 月；

(12) 《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿废渣堆污染防治与生态工程治理实施方案》，宝鸡西北有色七一七总队有限公司，2025 年 1 月；

(13) 现场调查取得的相关资料。

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

(六) 主要计量单位

面积：公顷（ hm^2 ）、平方公里（ km^2 ）；

长度：米（ m ）、千米（ km ）；

体积：立方米（ m^3 ）；

产量：吨（ t ）、万吨（ $\times 10^4 \text{t}$ ）；

单价：万元/公顷、元/吨；

金额：万元（人民币）；

时间：年（a）、天（d）；

流量：立方米/秒（ m^3/s ）。

四、方案适用年限

按照“预防为主、防治结合，在开发中保护、在保护中开发”和“坚持科学规划、因地制宜、综合治理、经济可行、合理利用”的原则，本方案矿山地质环境治理、土地复垦工作与矿山开采同步进行。根据《土地复垦方案编制规程》（第四部分：金属矿，TD/T1031.4-2011），土地复垦方案服务年限应包括采矿许可证年限及后续抚育期的年限。根据《关于〈陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告〉矿产资源储量评审备案的复函》（陕自然资矿保备〔2023〕71号），凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿区范围内评审备案的保有资源量为矿石量 19.0 万吨，设计利用矿石量 12.52 万吨，依据矿山近期年度开采矿石量，确定剩余可利用矿石量为 12.52 万吨，确定矿山剩余设计服务年限 4.1 年（按 4 年计算），现矿山企业已筹备后期采矿工作，延续开采剩余资源量，直至开采完毕。

方案实施基准期以上级自然资源主管部门公告之日算起。矿山开采结束后地质环境治理及土地复垦期限为 1 年，矿山所在秦岭地区不属于生态薄弱区，植被生长条件较好，故确定土地复垦后的管护抚育期为 3 年，因此，本方案的规划部署年限为 8 年（2025～2032 年）。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案编制严格按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（中华人民共和国国土资源部 2016 年 12 月）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）进行，工作程序详见下图 0-1。

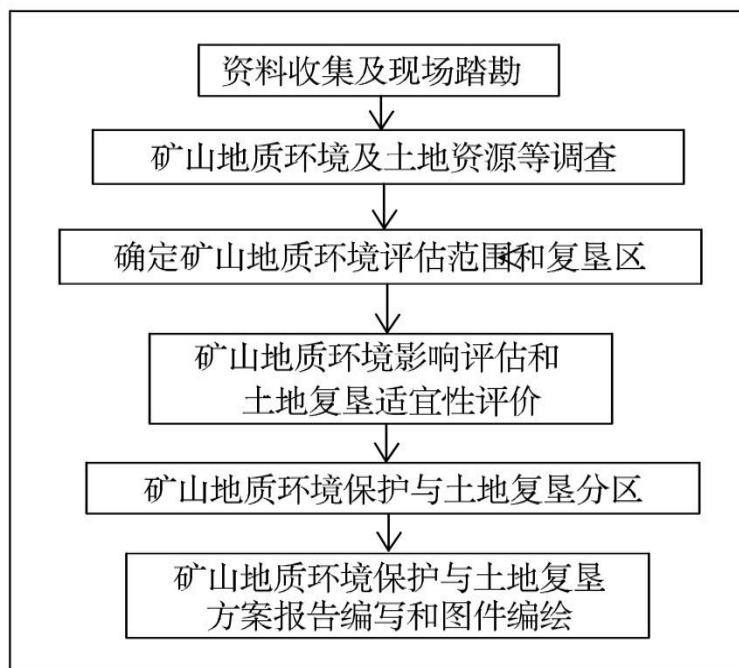


图 0-1 工作程序框图

我公司在接受业主委托后，立即组建了项目小组，在充分收集和利用已有资料的基础上，开展了矿山地质环境野外调查工作，根据野外调查成果及矿山最新的开发利用状况，确定本次工作的调查范围、评估范围、评估级别。研究矿山地质环境恢复治理、土地复垦工作的可行性，划分矿山地质环境保护与治理分区，确定土地复垦区域，规划安排详细可靠的恢复治理措施及费用，按年度计划部署恢复治理工作的顺序，并开展相应的公众意见调查及座谈，在资料充分，数据翔实，质量可靠的基础上编制《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。为矿山地质环境保护及土地复垦提供技术支持，为政府监督提供管理依据。

（二）工作方法

根据《方案编制指南》，本次工作主要采用已有相关资料收集、矿山地质环境与土地资源野外调查、室内资料整理分析及方案编制的方法。

1、已有相关资料收集

在充分收集矿区内社会经济、自然地理、气象水文、区域地质、环境地质、灾害地质、工程地质、水文地质及土地利用现状等资料的基础上，还收集了资源调查报告、矿产详查地质报告、开发利用方案、坑探工程安全专篇等相关资料。

在认真分析已有资料的基础上，制定项目实施计划，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、矿山地质环境与土地资源野外调查

野外调查采用 1:2000 地形图做手图，采用路线穿越和地质环境追索相结合的方法进行，调查主要包括气象、水文、地形地貌、地层岩性、地质构造及岩土体工程地质条件、地下水类型及补径排特征、地表水活动、含水层破坏情况、地质灾害现状及发展趋势、矿区土地资源利用类型及现状、已损毁土地现状、土地权属现状、建设用地情况、地表植被发育状况、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏情况、水土环境污染情况、矿山建设和生产对地质环境的影响等。

调查过程中，对地质环境问题、已损毁土地问题和主要地质现象进行观测描述，调查其发生时间、基本特征、影响程度，并进行数码拍照和 GPS 定位。

3、室内资料整理分析及方案编制

对所搜集、调查的大量资料进行系统分析整理和归类，并对其进行综合研究，利用计算机技术进行辅助研究和制图，采用定性、定量的方法，按国家和陕西省现行有关技术规范，编制了《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

（三）工作情况

2024 年 8 月接受委托后，我公司组织专业技术人员收集已有相关资料，制定工作计划，编写工作大纲；在熟悉、分析已有资料的基础上，项目组于 2024 年 8 月 22 日~8 月 23 日进行了矿山地质环境与土地资源调查，查明区内地质环境现状、土地利用现状和土地损毁现状。2024 年 8 月收集了《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦项目竣工总结报告》、《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿产资源开发利用方案（变更）》、《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告》等报告并对矿区资料进行了补充调查，2024 年 8 月 24 日~11 月 20 日完成了室内资料整理、分析、图件编制和报告编写，主要完成工作量见表 0-1。

表 0-1 主要完成工作量一览表

项目		单位	工作量	说明
收集资料		份	10	详查地质报告、资源调查报告、坑探工程安全专篇、开发利用方案、土地利用现状图等
野外调查	调查面积	km ²	2.0733	比例尺 1:2000，调查区范围在评估区范围的基础上外扩，包括矿区及周边影响地段
	评估面积	km ²	0.4108	综合考虑建设场地、周边地形及采矿活动影响范围圈定
	复垦责任面积	hm ²	11.486	损毁土地及永久性建设用地
	调查线路	km	7.2	
	地形地貌点	个	52	矿山建设工程及采矿活动影响地貌区域
	地质灾害点	个	1	1 处地面塌陷隐患
	水土污染点	个	2	环评报告取样点
	土地调查点	个	4	土壤剖面
	公众调查	人	35	见公众参与调查表
	村庄调查	个	1	关门沟村
	数码照片	张	157	拍摄 157 张选用 21 张
	三维模型	份	1	
	录像	min	15	剪辑成视频约 5 分钟
	文字报告	份	1	
	附图	张	7	

（四）评估质量综述

本次调查与评估工作严格按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223—2011)、《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T0286-2015)、《土地复垦方案编制规程第 1 部分:通则》(TD/T1031.1-2011)和《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031.4-2011)的要求组织实施的。野外调查工作是在广泛搜集工作区社会经济、自然地理、水文气象、矿产勘查、地质灾害调查、矿山开发利用方案、土地复垦工程等资料的基础上开展的，同时通过走访、座谈等形式广泛征集了宝鸡市凤县坪坎镇关门沟村政府部门及当地村民的意见和建议。现场调查和公众意见征询资料均由方案编制人员同矿山工作人员野外实测或搜集，保证了一手资料的准确性和可靠性；工作程序、方法、内容和工作程度，均满足相关技术规范、规定的要求，满足《方案编制》需要，工作质量优良。

矿山企业：我公司(凤县坪坎镇采矿队)委托宝鸡西北有色七一七总队有限公司开展凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作，提供了《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦项目竣工总结报告》、《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿产资源开发利用方案（变更）》、《陕西省

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告》等相关资料及数据，满足《方案编制》需要，我公司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：我公司(宝鸡西北有色七一七总队有限公司)收集的资料及数据主要来源于矿山企业，野外调查数据及资料来自项目组实地外业调查，满足《方案编制》需要。我公司(宝鸡西北有色七一七总队有限公司)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，并承诺对报告中涉及内容负法律责任。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

(一) 地理位置与交通

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿位于陕西省宝鸡市凤县县城东 40.5km 处，行政区划属陕西省宝鸡市凤县坪坎镇银母寺村。地理坐标:东经:*****，北纬:*****。矿区有核桃坝—坪坎、沿山沟—坪坎两条建议公路，公路与凤（县）—太（白）县级公路相接，沿凤（县）—太（白）公路向西 35km 可达 212 省道及宝（鸡）—成（都）铁路凤州车站。凤（县）—太（白）高速、宝（鸡）—汉（中）高速均在坪坎镇设有出口，矿区距坪坎高速出口约 10km，交通较为便利。

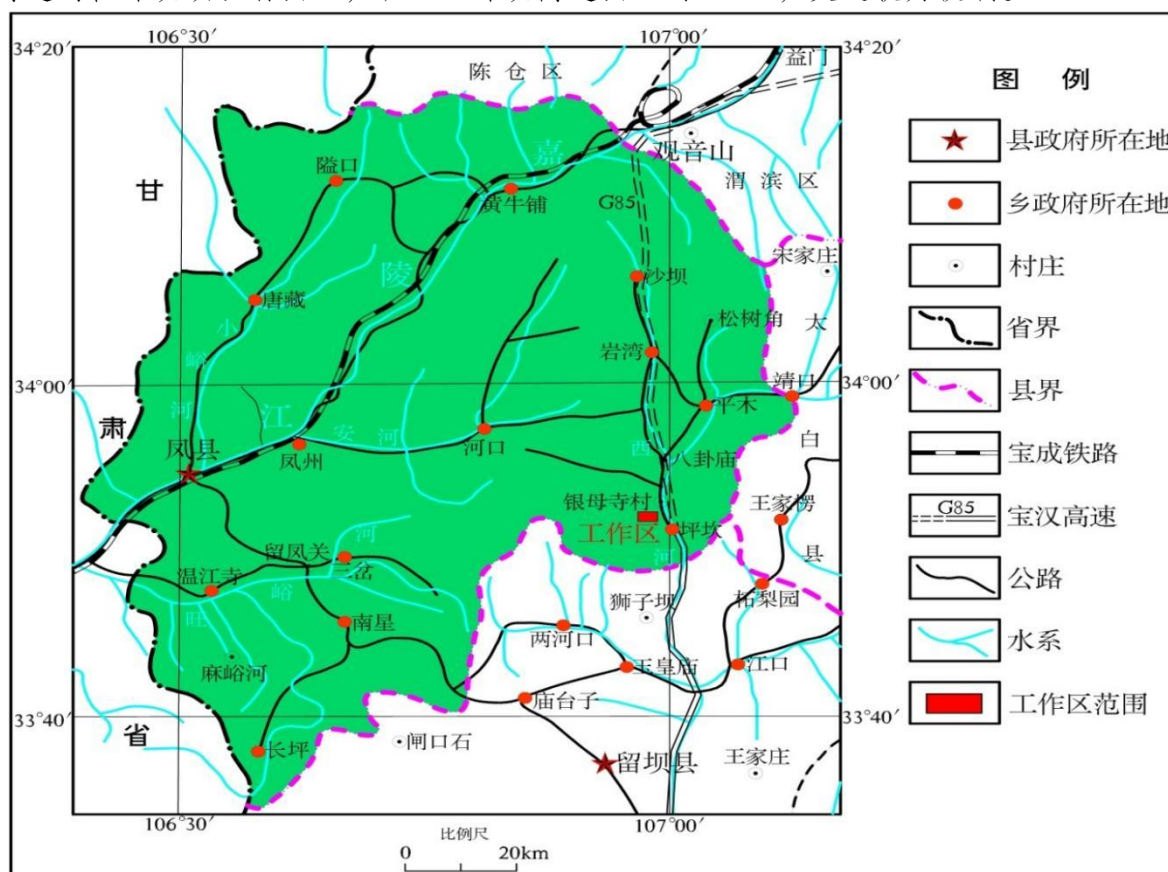


图 1-1 项目区交通位置示意图

(二) 矿山简介

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿为集体企业，始建于 1991 年 11 月，1992 年建成投产，2009 年矿山进行整合，设计开采规模（矿石量） $3.0 \times 10^4 \text{t/a}$ 。依据《凤县坪坎镇采

矿队关门沟铅锌矿矿产资源开发利用方案（变更）》，矿山剩余服务年限 4.1 年，属小型铅锌矿。矿山具体概况如下：

矿山名称：凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿；

企业性质：生产矿山；

采矿权人：凤县坪坎镇采矿队；

经济类型：集体企业；

矿区面积：0.0786km²；

开采对象：银母寺矿床东延部位 I-4 矿体；

开采标高：1499～850m；

开采矿种：铅、锌矿；

开采方式：地下开采；

开拓方案：采用平硐—盲斜井深部开拓；

采矿方法：浅孔留矿法；

产品方案：铅、锌原矿石。

二、矿区范围及拐点坐标

（一）矿权范围简介

该矿山现有采矿权人为：凤县坪坎镇采矿队，现有采矿许可证证号 C610002010053120064057，有效期限：2024 年 3 月 22 日至 2026 年 3 月 22 日；经济类型：集体企业；开采矿种：铅矿、锌矿；开采方式：地下开采；生产规模：3 万吨/年；矿区面积：0.0786km²。矿区范围由以下 5 个拐点坐标圈定，开采深度：由 1499m 至 850m 标高，见下表 1-1 所示。

表 1-1 矿权范围登记表

拐点	CGCS2000 坐标系	
	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		

（二）周边矿权设置及现状

在矿区外围设置的采矿权东部为陕西宏福工贸有限责任公司关门沟铅锌矿，西部为陕西银母寺矿业有限责任公司（见图 1-2）。矿区深部 850 米标高以下未设置矿权。该采矿权与周围其他矿权无纠纷。采矿权开采标高 1499-850 米，位于秦岭生态环境一般保护区，处于生态保护红线外。

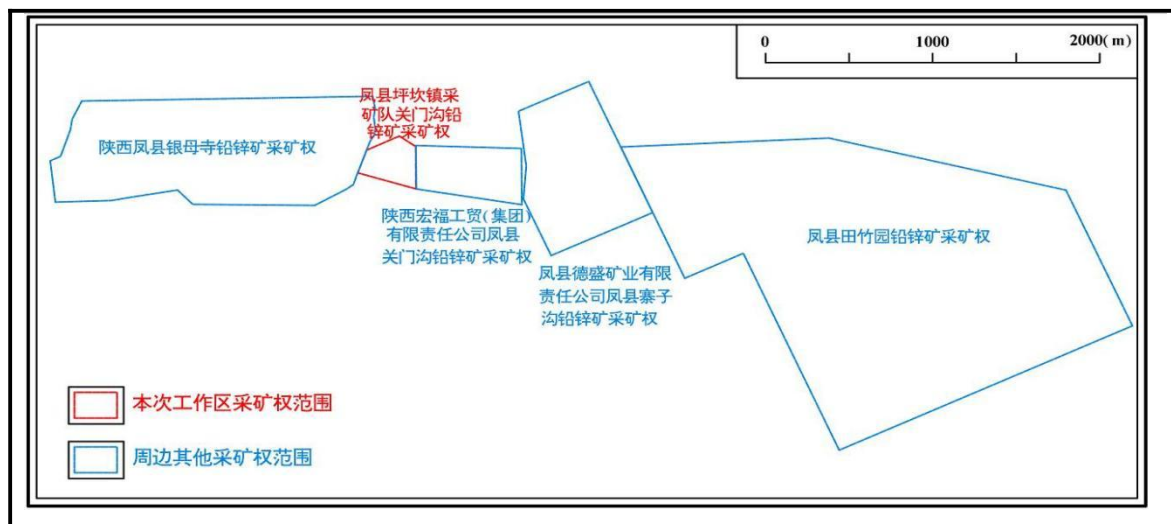


图 1-2 周边矿权设置图

三、矿山开发利用方案概述

2023 年 8 月，凤县坪坎镇采矿队编制并提交了《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿产资源开发利用方案》，该方案 2023 年 11 月通过了陕西省矿产资源调查评审中心组织的审查并完成备案（见附件），本次矿山地质环境保护与土地复垦方案即在该开发利用方案的基础上编制而成。

（一）开采对象、规模及范围

开采对象为银母寺矿床东延 I-4 矿体剩余部分，矿山设计生产规模为 $3.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，新划定的矿区范围，由 5 个拐点圈定，矿区面积 0.0786km^2 ，开采标高 1499~850m。

（二）地面工程布置

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿目前主要矿山工程包括：工业场地、办公生活区、矿山道路、爆破器材库、Z1 废渣堆、Z2 废渣堆、第二安全出口（原 PD502 平硐）等。

已停用的矿山工程：PD503 主平硐。

已治理的矿山工程：Z1 废渣堆、Z2 废渣堆。



照片 1-1 工业场地（镜向 195°）

1、工业场地

工业场地主要位于关门沟沟口附近，占地 0.323hm²，PD501（1024m）平硐位于该处，为矿山目前主要生产平硐（见照片 1-2），PD501 硐口两旁布置有值班房、空压房、配电室、临时工棚、临时堆矿场等辅助生产设施（见照片 1-3、1-4）。生产原矿石销售于二里河铅锌矿有限公司，废石全部充填采空区，堆矿场总库容 2.10×10⁴m³，仅有矿石临时堆放，可满足生产需求，在硐口附近无堆积现象（见照片 1-5）。



照片 1-2 PD501 硐口（镜向 195°）



照片 1-3 值班房（镜向 150°）



照片 1-4 出矿小车（镜向 130°）

照片 1-5 堆矿场远景（镜向 135°）

2、办公生活区

办公生活区主要包括办公、生活区块。办公区包括矿山办公室、会议室等；生活区包括职工食堂、宿舍、材料库、钳工房、维修车间等，均位于关门沟沟口西约 500m 处，所租赁房子为当地民房（见附件 10），占地总面积约 0.216 hm²，见照片 1-6 所示。



照片 1-6 办公生活区（镜向 320°）

3、矿山道路

矿区内道路主要为关门沟沟道内的土质路面，局部废渣铺垫，长度约 1km，主要连接生产生活区—爆破器材库—废弃渣堆场，由矿山企业自行修建，后经改扩建，路面宽

约 4m，占地面积 0.189hm²，见照片 1-7 所示。



照片 1-7 矿山道路（镜向 220°）

4、爆破器材库

爆破器材库设在关门沟距沟口约 150m 远的半山腰处，布置有炸药库、雷管库、值班警卫室等，占地面积约 0.413 hm²，见照片 1-7、1-8 所示。



照片 1-7 爆破器材库（镜向 230°）



照片 1-8 值班警卫室（镜向 50°）

5、Z1 废渣堆

Z1 废渣堆位于关门沟沟道南侧缓坡地段，为早期坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿采矿产生的废渣石堆积而成。该废石堆长约 54m，平均宽约 20m，堆积厚度 1.5~4.5m，占地面积约 0.082hm²，废石量约 2310m³，该废渣堆坡脚已修建了拦渣墙及排洪渠进行了治理。



照片 1-9 Z1 渣堆（镜向 140°）

6、Z2 废渣堆

Z2 废渣堆位于关门沟沟道南侧缓坡地段，为早期坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿采矿产生的废石堆积而成。该废石堆沿斜坡自然堆积，废渣主要分布在坡脚平缓地段，呈堆积平台，平台分布长度约 140.0m，平均宽约 17.0m，堆积厚度 3.6~6.9m，占地面积约 0.176hm²，废石量约 7297.5m³，该废渣堆坡脚已修建了拦渣墙及排洪渠进行了治理。



照片 1-10 Z2 渣堆（镜向 100°）

7、第二安全出口

第二安全出口位于关门沟沟道西侧，为早期坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿生产平硐PD502（1250m）。



照片 1-11 第二安全出口（镜向 240°）

本项目各工程占地面积见下表 1-2 所示：

表 1-2 本项目占地面积一览表

序号	项目	占地（hm ² ）	备注
1	工业场地	0.323	场地内布置有值班房、空压房、配电室、临时工棚、堆矿场等辅助生产设施
2	办公生活区	0.216	矿山办公室、会议室、职工食堂、宿舍、材料库、钳工房、维修车间等
3	矿山道路	0.189	包括通村公路、自行修建道路
4	爆破器材库	0.413	炸药库、雷管库、值班警卫室等
5	磅秤房	0.010	已拆除
6	Z1 废渣堆	0.082	已治理并验收
7	Z2 废渣堆	0.176	已治理并验收
小计		1.410	

各工业场地具体布局情况见下图 1-4 所示：

图 1-4 矿区总平面布置图

（三）批准开采层位及储量

根据《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿资源储量核实报告》及矿山储量年报，矿山现开采对象为矿区范围内 I-4 号矿体新增资源量，截止 2024 年 12 月矿山保有资源量为矿石量 17.93 万吨，设计利用矿石量 12.52 万吨。

表 1-3 矿山近 5 年矿石开采量

年度	动用矿石量（万吨）	采出矿石量（万吨）	保有矿石量（万吨）	备注
2020	1.43	1.38	3.51	
2021	1.13	10.2	2.38	
2022	1.01	1.02	18.53	新增 17.93 万吨储量
2023	0.6	0.55	17.93	
2024	0	0	17.93	

（四）生产规模及服务年限

本次设计利用矿石量 12.52 万吨。根据已有采矿证规划的生产能力，本次矿山设计生产规模为：100t/d（30000t/a），经计算，T=4.1 年。

结合矿床开采技术条件以及生产现状，综合考虑采矿中段生产能力、运输能力、外部建设条件等因素，初步确定本次设计矿山建设规模为 $3.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，服务年限 4.1 年。

（五）回采顺序及开采方式

1、回采顺序

现阶段主要开采对象为 I-4 矿体新增资源量，矿段内自上而下逐中段依次进行回采，垂直矿体走向方向，先采上盘矿体，后采下盘矿体，上盘矿体至少要超前下盘矿体一个完整矿块，中段内回采顺序自回风井侧向坑口方向后退式回采，即自西向东回采。

结合区内矿体埋藏条件、建设条件及确定的回采顺序，矿山先对 1150m、1104m 中段进行回采。

2、开采方式

矿山目前回采工艺类似于浅孔留矿法，根据采矿方法适用范围，结合该矿矿体开采技术条件，矿山拟采用浅孔留矿（嗣后废石充填）法进行回采。

（六）开拓运输方案

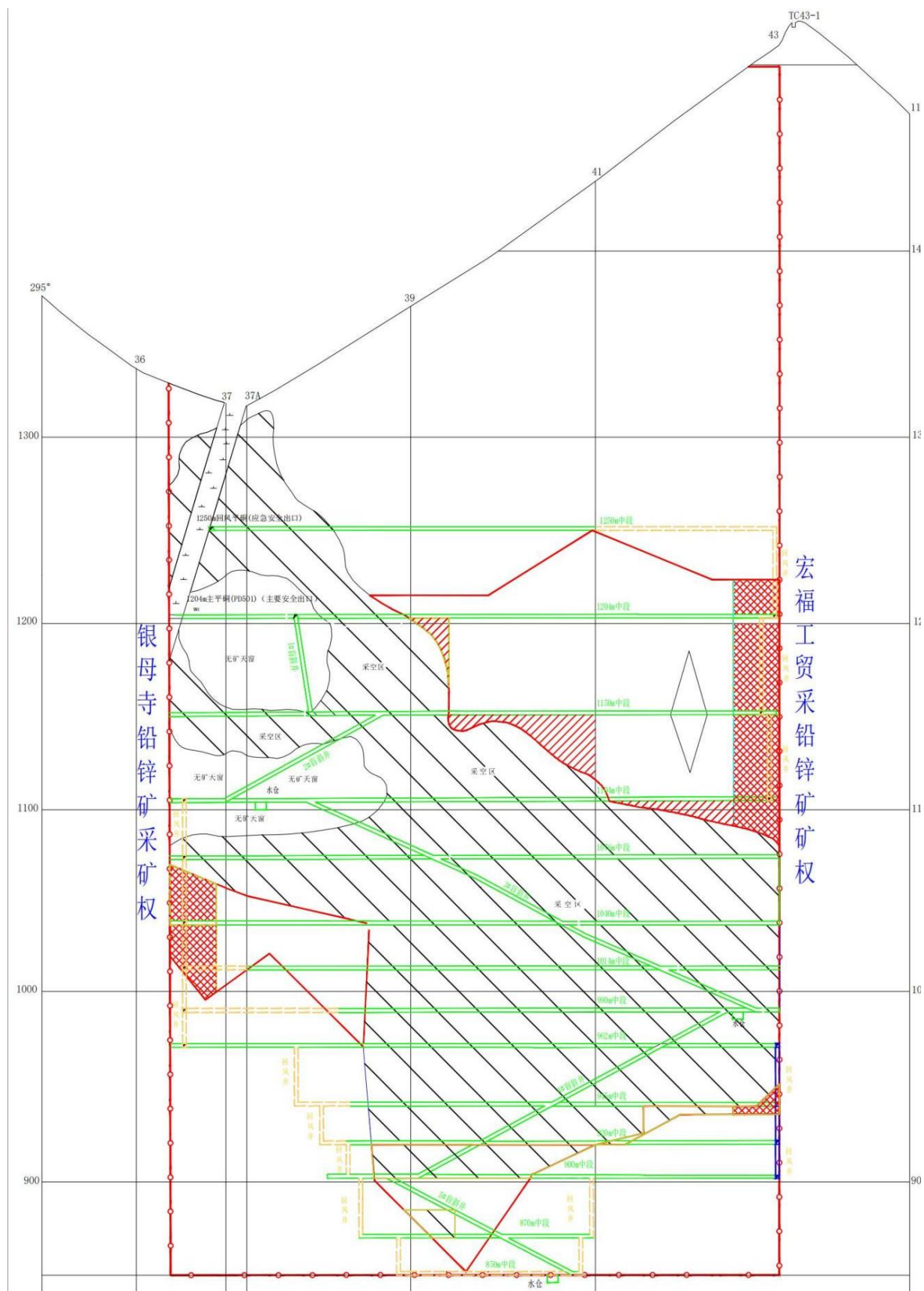


图 1-5 矿山开拓运输方案图

矿山现采用平硐—盲斜井开拓系统，已开拓中段有 1250 回风平巷、1204m 主平硐、1150m 中段、1104m 中段、1076m 中段、1040m 中段、1014m 中段、990m 中段、962m 中段、945m 中段、920m 中段、900m 中段、870m 中段，新开拓中段 850m 中段。1204m 主平硐和 1250 回风平巷直通地表，其余均为盲中段。各中段生产的矿石由盲斜井倒运提升至 1204m 主平硐，然后由主平硐运出地表，废石不出坑直接充填采空区。

（七）采空区处理

1、对现有采空区的处理

该矿采用地下开采方式，矿体回采后会留下一定规模的采空区。对该部分采空区主要采用封闭处理，防止人员误入，同时加强采空区监测管理，及时排除隐患。

2、对后续回采产生采空区的处理

对后续回采过程中新形成的采空区，利用井下掘进和回采过程中产生的废石对采空区进行充填。为防止空区规模过大，因大面积空区坍塌，可能导致冲击地压破坏；矿山在生产过程中，应加强对空区围岩的监测，可选择适宜的时间，在恰当的位置崩落围岩充填采空区。严格圈定崩落区、移动带范围，并设置警戒标志，在此范围内，不布置任何建筑物，禁止人畜入内；加强周边排水，严禁地表水通过塌陷区涌入井下。

企业还应做到以下采空区管理措施：

- （1）采场回采完毕后，采用废石及时充填以支撑采空区。
- （2）矿山必须加强地压管理，配备专职人员及相应设备，仪器进行监测。
- （3）地压活动异常的采场和主要巷道，必须及时采取防护措施。凡危及人员安全的废旧通道、井巷、采空区、塌陷区等，均要设置警示标志，禁止人员进入。

（八）通风方案

矿山推荐采用主平硐-盲斜井开拓运输系统，根据矿山目前已形成的通风系统、生产现状以及未来生产发展方向，设计建议深部回采通风方案继续采用端部并列通风系统，充分利用现有的通风工程。

（九）固体废弃物与污（废）水排放和处置

1、固体废弃物

(1) 废石

该矿采用地下开采方式，矿山产生的固体废物主要为废石，生产期废石率 20%，年废石量 0.6×10^4 t/a。

矿山基建期和生产期的废石部分堆积至 Z1、Z2 渣堆，剩余部分已全部充填至采空区。依据陕西秦景兰环境检测有限公司 2024 年 10 月 22 日提供的《监测报告》，采矿废渣属第一类一般固废，Ph 值为 7.4，可安全填埋，无需特殊处理。

后续生产期间产生的废石回填至 1150 中段 37 线、39-40 线，1111 中段 39-40 线、1040 中段 41 线采空区，采用轨道运输将废石通过进路充填至采场。



图 1-12 采空区充填现状

(2) 生活垃圾

矿山设置垃圾集中箱，生产人员产生的少量生活垃圾均集中堆放，统一定期清运至凤县指定的垃圾处置点处置填埋。

2、污（废）水

(1) 采场生产废水

矿山生产时产生的生产废水和坑道涌水，主要污染物为矿石粉末悬浮物，不含有害

物质。该部分废水沿各中段人行道侧水沟自流至水仓，由水仓排出地表，汇集于坑口的沉淀池，一部分作为采矿生产用水循环使用，一部分用于道路洒水降尘。

（2）生活污（废）水

生活污（废）水经污水沉淀池消毒过滤后供矿山生产循环使用。

四、矿山开采历史及现状

（一）开采历史

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿为集体企业，始建于 1991 年 11 月，1992 年建成投产，设计生产规模 1.5 万吨/年，设计开拓方式为平硐与斜井联合方式，采矿方法为浅孔留矿采矿法，产品方案为铅锌原矿，矿石直接销售于地方选矿厂。2002 年~2006 年实际生产规模 1.4~1.6 万吨，平均生产规模 1.55 万吨。

2009 年矿山进行整合，委托西安有色冶金设计研究院编制了《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿开发利用方案》，矿山设计生产规模 3.0 万吨/年，设计开拓方式为平硐与盲斜井联合开拓方式，采矿方法为浅孔留矿采矿法，开采范围为 37~43 线 1499~850 标高之间，开采对象为 I-4、IV-3、IV-4 号矿体，产品方案为铅锌原矿，矿山所采矿石直接销售于地方选矿厂。

矿山经过近 30 年的生产，形成了大约 15.9 万 m³的采空区，目前形成的采矿中段 10 个（1204-900m），采空区除 900m 中段外其余中段均有，矿山留设有部分顶底柱，间柱，未形成大规模的连片采空区，部分采空区进行了废石充填。目前各中段围岩稳固性较好，巷道完整，采空区未发生大面积冒落。

（二）开采现状

本矿山目前处于正常生产状态，仅剩余 PD501 一个主平硐，开采 I-4 矿体的新增矿体，采矿方法为浅孔留矿（嗣后废石充填）法，回采顺序按照自上而下的顺序逐中段依次回采，矿山设计生产规模 3.0×10⁴t/a，矿山采出的矿石销售于地方选厂，产品方案为原矿石。

1、矿床开拓

该矿山近地表矿体已开采完毕，考虑矿山生产规模及开采方式，确定采用主平硐—

盲斜井联合开拓运输系统，现开采主平硐 PD501，标高 1202m。

2、采矿方法

根据矿床形态特征及赋存条件和矿石、围岩物理力学性质，采用浅孔留矿采矿法进行地下开采。

3、井下提升运输

运输方式主要为人力轻轨推车—外部汽车运输，坑内矿石、废石均采用 0.7m³ 人力翻转式矿车运输，盲中段内矿石、废石均由盲斜井运输至 1202m 中段后运输至地表。

4、矿井通风系统

新鲜风流从 PD501 平硐进入，经 1202m 中段运输巷道、XJ1、XJ2、XJ3 和 XJ4 进入下部中段，在 XJ3 西侧，新鲜风流经中段运输巷道、穿脉等进入采场，清洗工作面以后污风风流经回风天井、上中段回风巷及 1#回风井出地表。在 XJ3 东侧，新鲜风流经中段运输巷道、穿脉等进入采场，清洗工作面以后污风风流经回风天井、1076m 中段回风巷及风桥进入 1#回风井出地表。

5、矿山给排水系统

(1) 矿山给水

矿山生产、取自矿区北部的银母寺河及支沟关门沟溪流，银母寺河为褒河二级支流，常年流水，流量及水质可满足生产用水，关门沟溪流为季节性溪水，对矿山生产、生活作用不大。

生活用水取自银母寺村饮水工程，流量及水质可满足办公生活用水。

(2) 矿山排水

坑内排水采用机械排水方式，接力扬送排出，即在四条盲斜井底部车场附近都设置集水仓及水泵房，汇集本中段涌水和生产废水，再由水泵扬送至斜井上部盲斜井水仓；依次接力将坑道涌水及生产废水排至 1202m 中段，通过 1202m 中段的水沟自流排出地表，汇集于坑口设置的三级沉淀池，进行沉淀处理后全部回用于矿山湿式凿岩和采场洒水，矿山现有水泵及水仓已使用多年，基本可以满足矿山排水的需要。

该矿山主矿体部分位于当地最低侵蚀基准面（1190m）之下，地下水类型主要为第

四系松散岩类孔隙水、千枚岩（基岩）裂隙水和灰岩（碳酸盐岩）裂隙水，正常情况下水量不大，接力排水基本可满足矿山排水的需要。矿山在日常生产中应高度重视防排水工作，在矿山采掘施工中坚持“有疑必探，先探后掘”的原则，及时发现出水征兆，采取果断措施，预防突水发生并编制切实可行的应急救援预案，并经常检查水泵，确保水泵的正常工作。

（3）生活污水

主要污染物为有机物（如油脂类、氨氮、脂肪、碳水化合物等）和大量病原微生物（如寄生虫卵和肠道传染病毒等），污染物经过污水沉淀池过滤消毒后，由银母寺村统一安排处理。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

凤县地处亚热带与温带分界线上,属暖温带半湿润山地气候,在大气环流及秦岭阻隔作用影响下,气候特征表现为垂直分带明显,小气候差异大,光热条件不足;雨量适中,降水集中、分布不均;冬无严寒、夏无酷热,气温日差较大。

全县境内多年平均气温 11.5℃;7 月份气温最高,平均气温 21.8℃,1 月份气温最低,平均气温-1.1℃;极端最高气温 37.3℃(1966 年 6 月 21 日、1974 年 7 月 9 日),极端最低气温-16.5℃(1975 年 12 月 15 日);年平均日照时数 1940.5h;平均初霜始于 10 月 20 日,晚霜终于次年 4 月 14 日,年平均无霜期 188 天,最多年份 227 天,最少年份 154 天。冻土始于 11 月 20 日,解冻期平均在次年 3 月 19 日,最大冻土深度 39cm(1978 年 1 月 23~24 日),历年冬季最大冻土深度平均 26cm;年平均结冰期 100 天;全年多盛行东风和西南风,年平均风速 1.8m/s;年平均蒸发量 1360mm。

通过对 2005-2024 年 20 年间降水量分析(图 2-1),每年降水量极不均匀,20 年中,年最大降水量 1564.66mm(2021 年),年最小降水量 861.48mm(2016 年),年平均降雨量 1119.69mm,初步认为年降雨量在 1119.69mm 以上为地质灾害易发年份。连阴雨、暴雨是引发滑坡、泥石流等地质灾害的主要因素,8、9 月份是地质灾害的高发期,地质灾害易发程度与降水强度及降水形式关系密切。

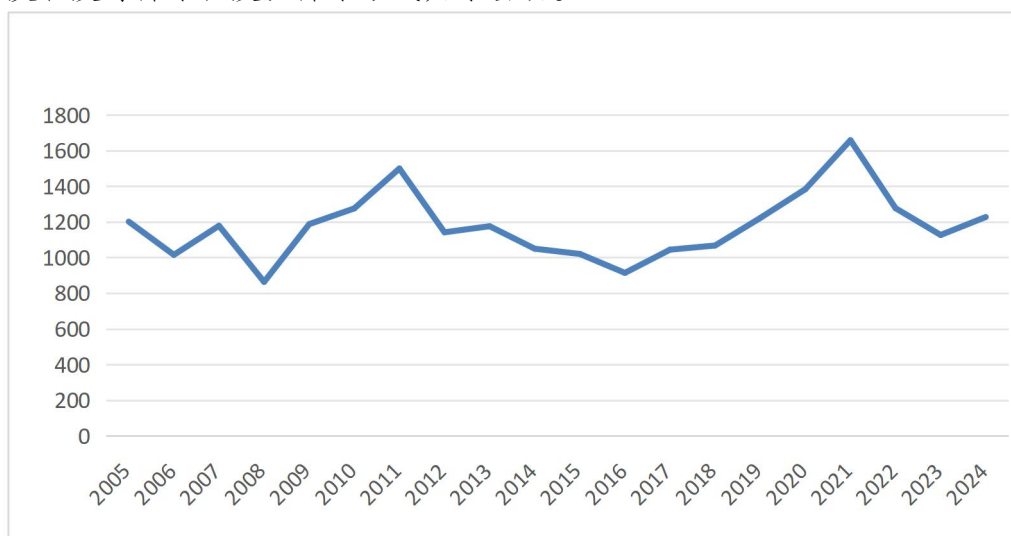


图 2-1 2005-2024 年坪坎镇年降水量曲线图

通过对 2005-2024 年间的月平均降水量(图 2-2)分析可知,最大降水量多出现在 6~9 月,大多数年份降水集中在 7、8 两月。1 至 7 月降水呈现锐增趋势,8 月至翌年 1 月呈锐减趋势,12 月最少,平均 12mm,8 月最大,峰值平均 135.9mm,该峰值为 44 年间 8 月份平均值。由于各年度降水不均,起伏较大,而且并非每年地质灾害全境群发,故可初步认为月降水量<135.9mm,一般不会出现群发性地质灾害。

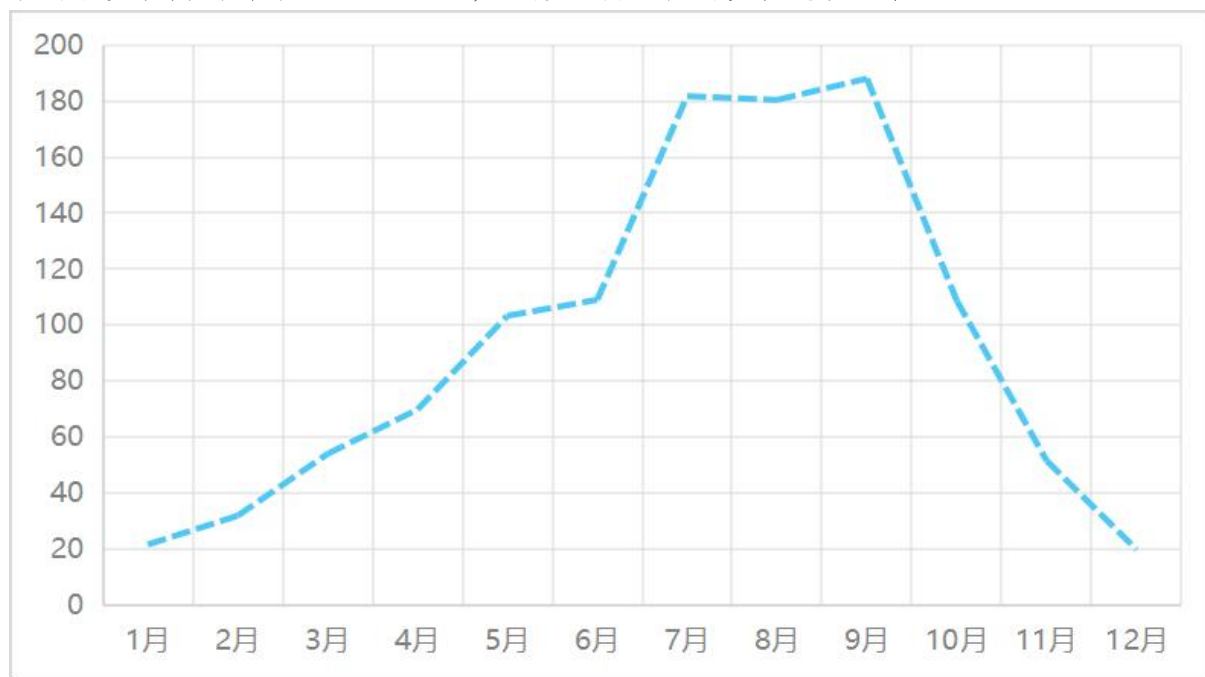


图 2-2 月平均降水量图

通过对区内 2005-2024 年间月降雨量统计可知,最大日降水量 151mm 发生在 1990 年 8 月 11 日。其中:暴雨日(日降水 $\geq 50\text{mm}$)年平均 0.7 天,个别年份为 2 天,多集中于 6~9 月,平均降水 63.4mm;大雨日(日降水 $\geq 25\text{mm}$)年平均 5.3 天;中雨日(日降水 $\geq 10\text{mm}$)年平均 18.8 天;日降水量 $\geq 0.1\text{mm}$ 的雨日年平均 111.6 天,其中 1982 年最多为 138 天,1978 年最少为 93 天。当地降雨形式常以连阴雨、暴雨形式降落,连阴雨常伴有暴雨,它不仅形成洪涝灾害,而且是诱发滑坡、泥石流、崩塌等地质灾害形成的主要因素之一,因此,区内地质灾害多在夏、秋两季(6~9 月份)集中发生。

(二) 水文

区内河流属长江流域汉江水系,西河是区内最大河流,发源于太白县靖口关山区,由北西向南东流经矿区东南部,于江口汇入汉江支流褒河。河流径流面积大,坡降小,

河谷在平缓地段宽 150~250m，流量一般 1.56~6.33m³/s。

银母寺河为区内第二条大河流，由殷家沟和铜铃沟脑溪流汇合而成，自西向东流经矿区北侧，于坪坎镇汇入西河，主流长 14km，汇水面积 49.27km²，年平均流量 0.902 m³/s，该区地势陡峻，沟溪发育，地形切割强烈，多间歇性溪水，流量季节性变化显著。

银母寺河在矿区坑口河床标高 1192m 左右，矿区开采坑口 PD501 主平硐高于河床 10m 左右，银母寺河水为矿山用水水源地，见照片 2-1、2-2 所示。



照片 2-1 银母寺河上游（镜向 330°）



照片 2-2 银母寺河下游（镜向 65°）

关门沟水系从矿区西侧由南向北流经，沟长约 1km，断面呈“V”字型，两侧坡度 20°~35°不等，局部较陡，植被较发育，平均纵向坡度 12°左右，矿体出露段因平整采场和修路，堆积大量废弃物，沟道而被堵塞。关门沟水系为季节性流水沟，平时无水，仅在暴雨或连阴雨期间可见地表径流，见照片 2-3 所示。



照片 2-3 关门沟水系河道（镜向 200°）

区内河流均受气候及降水控制，属季节性河流，区域水系分布见下图 2-3 所示：

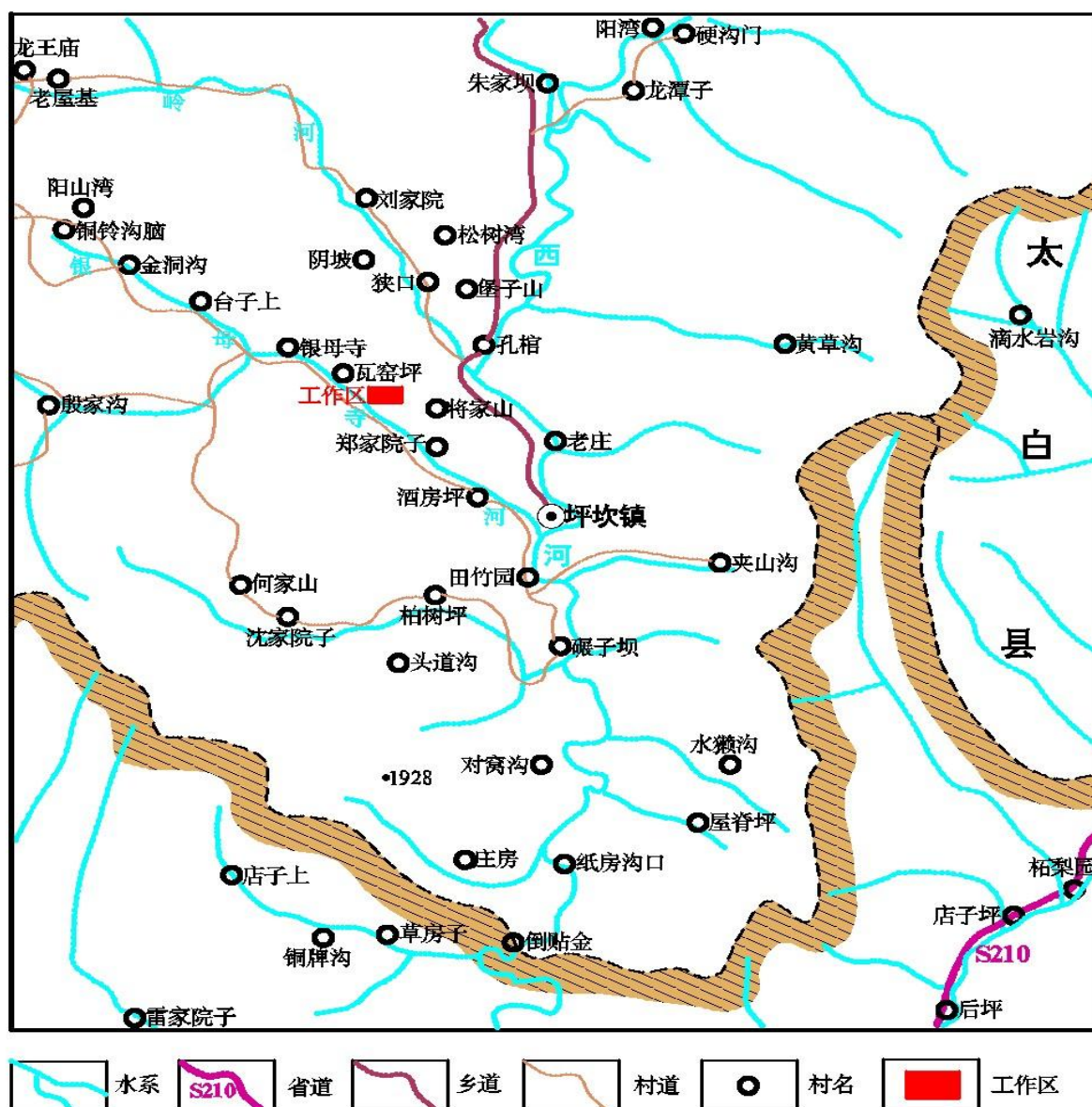


图 2-3 区域地表水系分布图

(三) 地形地貌

矿区属秦岭山脉南麓西段中山区，地势西高东低，山脉走向近东西，矿权基本分布在银母寺河南岸、关门沟沟谷东侧半山坡—梁顶位置，区内海拔 1340~1660m，最大高差 320m。关门沟沟谷多呈“V”字型，山体坡度在 30°~75°之间，区内山势陡峻，沟壑纵横，属中度切割的侵蚀构造中山地形。在碎屑岩分布区，地形较低缓，山顶多成浑圆状，残坡积物发育；碳酸盐岩分布区多成高峰岭脊、锥峰、刀背岭、悬崖等，地势险要。沿银母寺河分布有不对称的河漫滩及Ⅱ级堆积阶地，阶面宽 50~100m，山间沟溪口常有

小型洪积台扇、冲积锥。区内地形地貌总体特征见照片 2-4、2-5 所示。

矿区微地貌可分为中山区、沟谷区以下两个地貌单元：

(1) 中山区：主要分布在关门沟东侧，坡度 $35^{\circ} \sim 55^{\circ}$ ，局部 70° ，坡面植被以灌木和杂草为主，覆盖率达 75% 以上。第四系覆盖层在陡坡地段相对较薄，厚 $0.2 \sim 0.7\text{m}$ ；在缓坡和沟谷地段相对较厚，约 $2 \sim 10\text{m}$ 。

(2) 沟谷区：主要分布在银母寺河两岸、关门沟沟谷及沟口，分布有不对称的河漫滩及 II 级堆积阶地，阶面一般宽 $50 \sim 100\text{m}$ ，山间沟溪口常有小型洪积台扇、冲积锥。



照片 2-4 地形地貌俯瞰图 (1)



照片 2-5 地形地貌俯瞰图 (2)

(四) 植被

根据《陕西植被》(雷明德, 科学出版社, 1999), 凤县境内植被以暖温带落叶阔叶林为主, 植物区系以华北区系成分为主, 兼有华中、华东、黄土高原、内蒙古草原、东北、喜马拉雅等区系成分。秦岭复杂的生态环境及多种植物区系成分, 形成丰富的植物种类和良好的植被环境。

矿区周边植被主要为森林植被及灌丛植被, 其中: 森林植被以暖温带松栎混交林为主, 其中松林以油松、华山松、白皮松为主。由于周边人为活动的影响, 天然松栎混交林仅见于深山无人区, 河谷盆地栽培有榆、杨、槐、柳树等 (见照片 2-6、2-7); 灌丛植被遍布于海拔 $1000 \sim 2000\text{m}$ 地带, 主要由多年生禾草和灌木组成, 常分布在林线以下, 农地以上或与疏林交互存在 (见照片 2-8、2-9 所示)。

本矿区海拔在 $1340 \sim 1660\text{m}$, 基本处于 1500m 上下中山地带, 灌木有绣线菊、松花竹、六道木、胡枝子、蔷薇、榛子、小蘗、卫矛、黄栌等 (见照片 2-6、2-7)。草本

植物有蒿类、白草、菅草、霸王草、山棉花、唐松草、蕨类等（见照片 2-8、2-9）。



照片 2-6 森林植被（1）（镜向 125°）



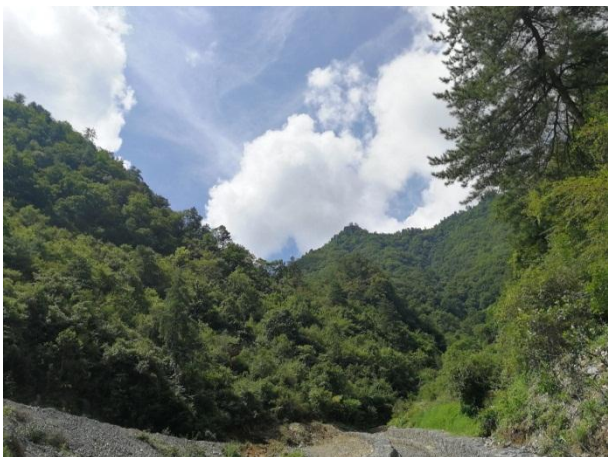
照片 2-7 森林植被（2）（镜向 125°）



照片 2-8 沟谷灌丛植被（1）（镜向 230°）



照片 2-9 沟谷灌丛植被（2）（镜向 140°）



照片 2-10 山地森林植被（镜向 215°）



照片 2-11 沟谷农业植被（镜向 340°）

海拔 1300 米以下的低山地带，林下分布荆条、狼牙刺、虎榛子等，草本植物有白草、大油芒、菅草、蒿类、紫萼等。灌丛生长茂密，呈片状分布，总盖度 80~95%，对水土保持有积极作用（见照片 2-10）。沟谷地带以农业植被为主，主要有玉米、豆类等，

经济作物有花椒、核桃、板栗、五味子等（见照片 2-11）。

（五）土壤

凤县属中低山区，地形起伏，具有山地垂直分带特点，气候、水文、植被、成土母质、农业生产方式状况差异大。经复杂多样的自然因素及悠久耕作历史的综合作用，形成繁多的土壤类型，调查区土壤类型主要以黄褐土和黄棕壤土为主，项目区及周边土壤类型见下图 2-4 所示。

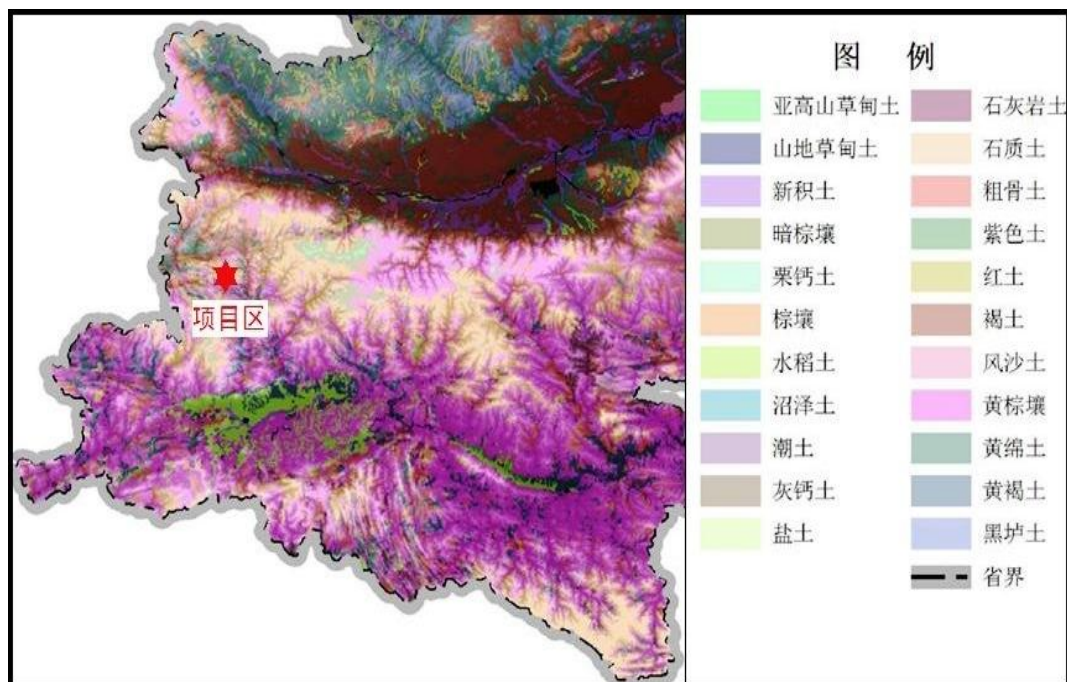


图 2-4 项目区周边土壤类型图

矿区及周边地类以工矿用地和林地为主，典型土壤剖面见下表 2-1 所示。

1、黄褐土

黄褐土成土于黄土母质，富含碳酸钙，分布于低山地带，多为森林草灌覆盖，垦耕面积较小。腐殖质层厚 10~20cm，有机质含量 3~5%，土层较厚，质地稍重，淋溶作用强烈，有较厚的粘化层和钙积层，保肥、蓄水性能尚好，土壤酸碱度 6.5~7.2，有机质平均含量约 3.14%，全氮 0.11%，碱解氮平均 79.5PPM，全钾 86.2PPM，全磷 1.9PPM。有机质和养分一般较好，但缺磷。矿区耕地土壤类型主要为黄褐土，土壤熟化时间五年以上，土壤侵蚀强度为中度至强度，粮食产量 200kg/亩左右，典型土壤剖面见照片 2-12。

2、黄棕壤土

黄棕壤土广泛分布在海拔 1500~2200m 的山地，PH 在 5.5~7.0 之间，呈中性至微酸性，有机质含量 1.5%，但矿物质营养元素较丰富，属高肥性土壤，而透水通气状况较差，详细可分普通、漂洗棕壤及棕壤性土等。本矿区林地土壤类型主要为黄棕壤土，森林覆盖率约 85%，林地典型土壤剖面见照片 2-13 所示。

表 2-1 区内典型山区林地黄褐土土壤剖面

土层	描述	剖面	层厚
O 层 (有机残落层)	枯枝落叶有机物残体		< 20cm
A 层 (淋滤层)	风化程度较强，黄褐土、黄棕壤为主，富含有机质		20cm
B 层 (淀积层)	中度风化，粗骨性黄棕壤为主		15cm
C 层 (母质层)	中上部风化程度中等，成土条件好，下部岩体完整，强度较高		底部以下



照片 2-12 河谷耕地黄褐土土壤剖面(镜向 110°) 照片 2-13 山区林地黄棕壤土土壤剖面(镜向 285°)

二、矿区地质环境背景

(一) 地层岩性

地 层 综 合 柱 状 图

地 层 系 统						地层 代号	柱状图	厚度 (M)	岩 性 描 述
界	系	统	组	段	层				
新生界	第四系	全新统				Q		0~ 25	腐殖土、黄土，残积、坡积物，冲洪积物等 —— 不 整 合 ——
晚 古 生 界	泥 盆 系	上 统	星 红 铺 组	第一岩性段	第二岩性层	D ₃ x ₁ ²		110~ 270	绢云母千枚岩夹薄层结晶灰岩 —— 整 合 ——
					第一岩性层	D ₃ x ₁ ¹⁻³		90~ 225	上部：绢云母千枚岩夹薄层结晶灰岩并有少量钙质千枚岩，含白云质千枚岩及含绿泥石千枚岩 —— 整 合 ——
						D ₃ x ₁ ¹⁻²		120~ 265	中部：钙质千枚岩，含绿泥钙质千枚岩，顶部夹绢云母千枚岩及薄层灰岩 —— 整 合 ——
						D ₃ x ₁ ¹⁻¹		25~ 75	下部：含炭钙质千枚岩夹钙质千枚岩，含铁白云质千枚岩及薄层结晶灰岩，局部为含绿泥粉砂质千枚岩 —— 整 合 ——
		中 统	古 道 岭 组	第三岩性层		D ₂ g ³⁻²		90~ 210	上部：薄层含炭灰岩夹含炭生物灰岩及生物灰岩 顶部为北矿带 I-4号铅锌矿体赋存部位 底部为银母寺南矿带铅锌矿体赋存部位 —— 整 合 ——
						D ₂ g ³⁻¹		180~ 250	下部：薄层灰岩夹含白云质灰岩，少量生物灰岩，薄层含炭灰岩 —— 整 合 ——
				第二岩性层		D ₂ g ²		145~ 310	薄-中厚层结晶灰岩夹生物灰岩，顶部夹含白云质灰岩，底部有大理岩化灰岩 —— 整 合 ——
					第一岩性层	D ₂ g ¹		> 280	薄层结晶灰岩夹含炭生物灰岩，底部夹有钙质千枚岩及含炭钙质千枚岩

图 2-5 地层综合柱状图

矿区范围内出露一套中、上泥盆统的区域浅变质碳酸盐岩和泥质碎屑岩，分别为古道岭组（D_{2g}）及星红铺组（D_{3x}）地层，其上覆有第四系残、坡积物。矿区地层综合柱状图见下图 2-5 所示，按层序由老到新分述如下：

1、中泥盆统古道岭组（D_{2g}）

为矿区主要赋矿层位，分布于矿区南部，近东西向展布，由碳酸盐岩和少量泥质碎屑岩组成，主要岩性有薄层及中厚层长石石英砂岩，薄层钙质长石石英砂岩夹少量砂质千枚岩、含白云质灰岩，大理岩化灰岩、生物灰岩及硅化灰岩。古道岭组第三岩性层上部（D_{2g}³⁻²）岩性层的顶部为北矿带 I-4 号铅锌矿体赋存部位，底部为银母寺南矿带矿体赋存部位。

2、上泥盆统星红铺组（D_{3x}）

分布于矿区北部，近东西向展布，由泥质碎屑岩与少量碳酸盐岩组成。本矿区出露第一岩性段（D_{3x1}）地层，由绢云母千枚岩夹薄层结晶灰岩并有少量钙质千枚岩、含白云质千枚岩及含绿泥石千枚岩组成。

3、第四系（Q）

主要为残、坡积物及冲洪积物，由砂砾质粘性土，耕植土及坡积角砾岩组成，覆于泥盆系地层之上，厚度 0~25m 不等。

（二）地质构造

本矿区构造形态简单，格架清楚，主要由黑山—银母寺背斜及断裂构造组成，具体地形地质图见下图 2-6 所示。

1、褶皱构造

矿区位于黑山—银母寺背斜东段陈家湾—大地沟倾伏部位，背斜轴向 115°，轴面倾角自西向东由缓变陡（65°~85°）。矿区内地层有倒转现象，表现为单斜构造，地层倾向 190°~220°，倾角自西向东由缓变陡，45 线以西地层倾角为 65°~85°，45 线以东至大地沟附近，地层倾角近直立。背斜核部出露古道岭组灰岩，两翼出露星红铺组千枚岩。铅锌矿体大部分都赋存在背斜构造的鞍部及两翼，背斜构造控制着本区铅锌矿床的分布，属于控矿构造。

图 2-6 矿区地形地质图

2、断裂构造

矿区断层发育中等，以横向断层为主，纵向断层次之，斜向断层少见。

（1）纵向断层

断层规模小，分布在矿带浅部，大致与地层走向一致，但有不同程度斜切层理，走向 $100^{\circ}\sim 113^{\circ}$ ，沿走向及倾向呈舒缓波状。矿区仅 F1-5 一条，出露于 36~39 线之间古道岭组灰岩中，走向长约 80m，倾向 $196^{\circ}\sim 215^{\circ}$ ，倾角 $41^{\circ}\sim 51^{\circ}$ ，与矿体走向近一致，倾角斜交（交角 20° ），错断 IV-5 号矿体，错距 3~4m，属逆断层。

（2）横向断层

此组断层以平移为主，倾角较陡，多被闪长玢岩脉充填，沿断层分布有角砾岩，具张性特征，反映先剪后张具多期活动特点，并有一定规模，矿区出露该类断层两条。

第一条：F₂₋₁₁ 分布于 35~39 线之间，长 560m，宽 3~8m，与围岩呈剪切接触，倾向 $315^{\circ}\sim 320^{\circ}$ ，倾角 $80^{\circ}\sim 83^{\circ}$ ，其内充填闪长玢岩脉。断层沿走向及倾向无明显变化，为逆断层，垂直断距 38m。

第二条：F₂₋₁₂ 分布于 47 线两侧，产于古道岭组灰岩与星红铺组千枚岩界面附近地层中，长约 100m，走向 $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，倾向 $310^{\circ}\sim 320^{\circ}$ ，倾角 $80^{\circ}\sim 83^{\circ}$ ，水平断距 10m，垂直断距 13m，为左行平移逆断层。该条断层主要位于本矿区东侧的陕西宏福工贸有限责任公司关门沟铅锌矿矿区。

（三）水文地质

1、矿区含水层概况

（1）矿区含水层、隔水层水文特征

矿区地下水划分为以下三种类型（见图 2-7），主要包括：第四系松散岩类孔隙水；上泥盆统星红铺组千枚岩裂隙水；中泥盆统古道岭组灰岩裂隙水。

①第四系松散岩类孔隙水

分布在银母寺河河谷及大地沟、寨子沟、关门沟沟口，由漂砾、卵石、砂砾、亚沙土、亚黏土等冲洪积物组成，层厚变化大，银母寺河河谷 5~20m，次一级沟谷 1~23 米，潜水位深 1.50~14.4m。泉水流量 0.018~0.4L/s，其富水程度中等，水化学类型为

HCO₃—Ca 型淡水，该含水层出露位置低，与矿体之间又有厚层千枚岩隔水层相隔，对矿坑充水无影响。

②上泥盆统星红铺组千枚岩裂隙水

由矿体下盘星红铺组下岩性段各类千枚岩夹少量薄层灰岩组成，在矿区范围内总厚度 166~297m。浅部含风化裂隙水，属微弱富水岩层，风化带深 7~17m，面裂隙率为 0.0015~0.1575%，裂隙宽 0.1~0.2mm，常见泉流量 0.01~0.071L/s，岩石渗透系数 $6.776.77 \times 10^{-5}$ 米/日，风化带以下为相对隔水层。

③中泥盆统古道岭组灰岩裂隙水

由矿体上盘中厚层结晶灰岩、白云质灰岩、薄层灰岩组成，总厚度 100~669m，是矿坑充水的主要含水层。岩石风化裂隙发育，风化带深一般在 50m 以内，局部达 95m，构造裂隙深 100m 左右，最深可达 280m，岩石面裂隙率 0.467~0.002%，线裂隙率 0.334~0.002%，裂隙随深度增加而减弱。矿区内灰岩岩溶不甚发育，偶见一些小溶洞（孔），矿区内灰岩属于裂隙含水岩层，透水性、富水性极不均一，同一地盘的钻孔水位相差较大。

（2）断层破碎带水文地质特征

矿区内断层发育中等，以横向断层为主，纵向断层次之，斜向断层少见，其水文地质特征分述如下：

①走向断层：断层规模小，分布在矿带浅部，大致与地层走向一致，但有不同程度斜切层理，走向 100°~113°，沿走向及倾向呈舒缓波状。古道岭组灰岩与星红铺组千枚岩的构造接触带（薄弱带）在千枚岩一侧，挤压紧密，裂隙闭合，泥质充填，起隔水作用。上盘灰岩有派生羽状裂隙，宽 0.5~2m，透水性强，坑道见有涌水点和滴水现象，但水量小，总的来看，这组断层属于阻水断裂。

②横向断层：此组断层以平移为主，倾角较陡，多被闪长玢岩脉充填，沿断层分布有角砾岩，具张性特征，反映先剪后张具多期活动特点。由于这组断层，规模一般不大，产出位置高，补给条件差，对矿坑充水不会产生严重危害。

风化带漏水严重，并在某些钻孔出现涌水，当静储量消耗后，涌水随之停止，灰岩

泉出露少。坑内滴水、涌水点都集中在构造带和风化裂隙带中，其它地段干燥，除河谷裂隙带富水性较强外，一般岩石透水性差。另外，在矿区横断层中充填有闪长玢岩脉，规模不大，富水性微弱，起隔水作用，矿区水文地质剖面见下图 2-8 所示。

2、矿床水文地质特征

工作区降水入渗受地形地貌、岩性、构造影响，其对矿坑充水影响较小。区内构造简单，构造线呈北东走向，沟谷南北发育，横切地层，有利于地下水排泄。

本矿床深埋于侵蚀基准面（1190m）以下，区内孔隙水、风化裂隙带裂隙水不会对开采造成影响，只有岩溶水及构造裂隙水是矿床充水的关键因素。

矿床范围内无大的地表水体，地表水流量变化与降水密切相关，自然地理、地质及水文地质条件不利于地下水的富集，径流和排泄条件良好，矿区地形有利于自然排水。由于本矿床矿体埋藏较深，矿体上盘为中厚层状灰岩，属隔水层，基岩坚硬完整，风化裂隙闭合较好，只在矿床开拓中有少量降水渗入，深部开采仅消耗深层地下水静储量。

3、地下水、地表水的补给、径流与排泄特征

矿区主要水系为关门沟支流及银母寺河，关门沟支流为季节性溪流，自南向北汇入银母寺河，银母寺河自北西向至南东向汇入西河。矿区地表水与地下水的关系为：大气降水补给地下水。区内地下水主要靠降水补给，沿基岩风化裂隙带径流，在沟谷两侧以泉或渗流形式排泄，补给区同径流区基本一致，径流短，交替强，水化学类型以 HCO_3 —Ca 型淡水为主。断裂带地下水，沿断层方向径流，循环较深，径流长，水化学类型复杂，河谷冲积层水，接收降水和河水补给，沿河谷方向，自上游向下径流排泄。

第四系松散岩类孔隙水出露位置较高，均被沟谷侵蚀切割，主要接受大气降水补给，以及地表河流（银母寺河）补给。径流方向受地形地貌条件控制，一般是从地势较高的分水岭地带向沟谷方向运动，并以泉的形式排出地表。

灰岩（碳酸盐岩）裂隙水主要接受大气降水和第四系松散岩类孔隙水补给，地下水流方向受地形地貌控制，主要为自南向北径流，在沟谷部位排出，同时伴随有自上而下的径流，补给深部千枚岩（基岩）裂隙水，灰岩（碳酸盐岩）裂隙水水量较丰沛，径流条件相对较好。深部千枚岩（基岩）裂隙水径流非常弱，甚至呈隔水状态。

图 2-7 矿区区域水文地质图

图

例

图幅内容代号

	I _B 第四系松散岩类、中等富水孔隙含水层
	II _D 中泥盆统星红铺组千枚岩微弱富水裂隙含水层
	III _C 中泥盆统古道岭组灰岩弱富水裂隙含水层
	4 $\frac{0.454}{84.5.13}$ 下降泉编号 $\frac{\text{流量(升/秒)}}{\text{观测时间}}$
	季节性下降泉
	地表河溪(或季节性河溪)及流向
	12 $\frac{5692}{83.7.36}$ 地表水测量点编号 $\frac{\text{流量(升/秒)}}{\text{观测时间}}$
	动态观测点 编号 $\frac{\text{最大-最小}}{\text{观测时间}}$ (附在工程点上)
	xx $\frac{1}{xxx}$ 抽水试验孔 钻孔编号 $\frac{\text{最大流量(升/秒)}}{\text{最大水位降深(米)}}$ 修正后水位标高(米) 颜色代表抽水层岩性 厚度(米) 渗透系数(米/日) 静止水位标高(米)
	xx $\frac{1}{xxx}$ 抽水试验孔 钻孔编号 $\frac{\text{定流量(升/秒)}}{\text{斜率(米)}}$ 修正后水位标高(米) 颜色代表抽水层岩性 厚度(米) 渗透系数(米/日) 静止水位标高(米)
	xx $\frac{1}{xxx}$ 水文地质记录孔 孔号 水位标高(米) 孔深(米) 观测时间
	xx $\frac{1}{xxx}$ 第四系冲洪积层抽水孔 钻孔编号 潜水位埋藏深(米) 孔深(米) 第四系冲洪积层厚(米)
	III P5 X 老硐位置及编号
	YM ₁ 探矿坑道及编号
	A-174 编号、滑坡及滑向

	石崖陡壁
	D ₃ X ₁ ⁻¹ D ₂ G ₂ ¹⁻² 岩层界线
	II _D III _C 水文地质分区界线
	1500 1450 地下水等水位线
	地下水流向
	20 冲洪积阶地及大的土坎前缘高(米)
	Pb Zn-Kh 地表铅、铜、铜矿体及矿化体
	F ₃₋₂ 实(推)测断层及编号
	F ₂₋₄ 实(推)测平移斜交断层及编号
	85° 74° 岩层产状
	充水断层带或推测充水断层带
	A-A' 水文地质剖面线及编号
	δμ 闪长玢岩脉
	矿权范围及拐点

上半园代表水的阴离子含量
 下半园代表水的阳离子含量
 内园直径代表水的矿化度(mm=50mg/l)
 圆切线箭头指向采样地点

①	I-4矿体	⑨	ZK3103 1403.97 390.42 84.6.7
②	II-1矿体	⑩	ZK3302 1407.15 399.11 82.9.5
③	IV-2矿体	⑪	ZK2905 1480.70 702.85 84.6.18
④	IV-8矿体	⑫	ZK3702 1378.00 144.10 82.4.25
⑤	IV-9矿体	⑬	ZK3902 1417.45 269.04 83.9.19
⑥	IV-10矿体	⑭	ZK3703 1384.59 554.22 62.10.2
⑦	IV-11矿体	⑮	ZK3704 1438.69 787.27 84.4.12
⑧	IV-13矿体	⑯	ZK4101 1588.93 791.01 83.5.30
⑨	IV-14矿体	⑰	ZK4302 1343.43 344.19 82.8.5
⑩	II-11矿体	⑱	ZK4701 1337.91 414.15 82.8.24
①	ZK2503 1644.19 612.56 83.7.28	⑲	ZK5102 1312.62 397.81 82.6.2
②	ZK2506 1576.66 485.82 85.5.9	⑳	ZK5103 1386.28 539.4 84.4.17
③	ZK2701 1526.64 342.28 85.4.7	㉑	ZK5501 1356.50 292.02 82.10.18
④	ZK2904 1514.42 234.19 82.8.9	㉒	ZK5901 1261.91 316.72 83.4.25
⑤	ZK3105 1451.14 221.42 85.8.30	⑴	ZK3502 0.043-60.5 124.62 0.00009-1324.05
⑥	ZK3305 1417.22 129.56 84.6.28	⑵	ZK水2 0.0198-0.50 123.25 0.0001359-1312.98
⑦	ZK2703 1533.7 453.01 85.5.28	⑶	ZK水3 0.043-45.5 101.62 0.0000677-1302.53
⑧	ZK2906 1520.48 339.14 85.8.9		

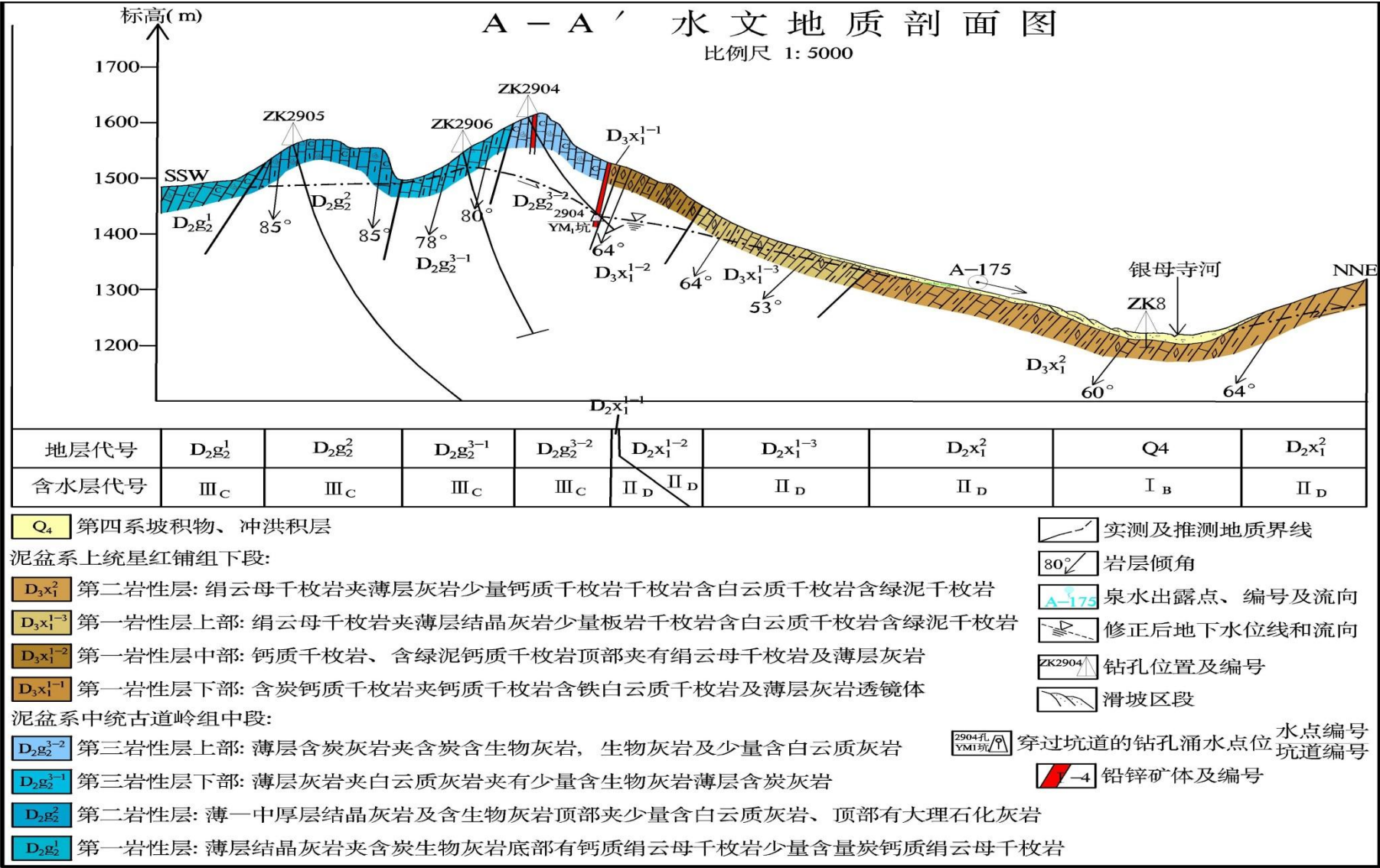


图 2-8 水文地质剖面图

4、矿坑涌水量预测

矿床充水表现为矿床与含水层之间的水力联系程度。影响因素有区域降水和地表水的补给因素；含水层的储水空间、渗透能力；及各层地下水的连通性。矿体处于地表 200~600m 以下，矿坑涌水量大小与当地季节性降水量大小相关性不大。根据区域水文地质资料结合本次储量核实矿坑涌水量来看，采用比拟法预测深部矿坑开拓矿坑涌水量 $20\text{m}^3/\text{d}$ ，可视为矿区正常矿坑涌水量；受局部构造破碎裂隙发育地带或岩溶发育地段影响，矿坑涌水量需在正常涌水量的基础上再乘以 4 倍的变异系数，作为矿坑最大涌水量。按照同时生产中段考虑，矿区正常涌水量为 $40\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $160\text{m}^3/\text{d}$ 。

5、水文地质类型

矿体赋存于中泥盆统灰岩与上泥盆统千枚岩接触面偏灰岩一侧，矿床充水的主要含水层为上盘古道岭组灰岩，岩溶不发育，含风化裂隙水和构造裂隙水。地下水已静储量为主，动储量随季节降水渗入量大小而变化，岩石透水性、富弱水性弱，而且极不均一，一般矿坑充水量不大，在降水比较集中的月份矿坑涌水量较大。下盘千枚岩为相对隔水层，大部分矿体位于当地侵蚀基准面（1190m）以上，地形条件有利于自然排水，水文地质勘查类型属裂隙充水为主的简单型矿床。

（四）工程地质

1、岩土体工程地质类型

根据区内岩土介质的颗粒结构和力学性质将其划分为岩体和土体。

（1）岩体

按岩性结构和强度成因类型，岩体进一步划分为中厚层状坚硬完整碳酸盐岩类、半坚硬完整岩类、松散软质岩类。

①坚硬完整碳酸盐岩类：主要为中、上泥盆统浅变质的海相碳酸盐岩类，埋藏在 30~50m 深度，主要由未风化的古道岭组各类灰岩及铁白云质、钙质千枚岩包括含炭灰岩、生物灰岩、含白云质灰岩、结晶灰岩、大理岩化灰岩及硫化铅锌矿石，这些岩矿石呈块状、中厚层状、千枚状，节理、裂隙不发育，裂隙率 $0.066\sim0.107\%$ ，多被方解石脉，石英脉充填，完整性较好，抗风化能力较强，主要结构面为节理面，不发育。钻探中岩

矿芯采取率较高，岩芯呈长柱状， $RQD > 80\%$ ，岩石抗压强度（湿）最小 30MP，一般大于 100MP，岩石整体稳定性较好，工程地质性质较好。

②半坚硬完整岩类：主要为中、上泥盆统浅变质的海相碳酸盐岩—泥质碎屑岩类，埋藏在地表 0~50m 深，主要由风化的各类灰岩、千枚岩和断层破碎带组成，岩石较松散，呈碎裂状构造，抗风化能力较弱，风化后多呈碎片状，岩石裂隙发育，裂隙率 0.0759~0.647%。钻孔岩芯破碎多呈块状、碎块状和碎屑状， $RQD < 20\%$ ，坑道需支护，千枚岩和断层带有片帮冒顶，岩石抗压强度（湿）最小 10MP，一般在 23.1~78MP 之间，内摩擦角 $24^{\circ} \sim 28^{\circ}$ ，凝聚力 3.8~5.8MP，弹模 $84.8 \times 10^{-5} \text{MP}$ ，泊松比 0.7，岩石稳固性一般，工程地质性质一般。

（2）土体

主要为第四系堆积物，由粘土、亚粘土、砾石组成，呈散体结构，分布在山麓、山脊处，厚度变化大，山坡层厚 1~5m，河谷中 20~25m，粘性土呈可塑~硬塑状态，结构松散，透水性强，稳定性差，工程地质性质较差，压缩系数 d_{1-2} 为 0.18~0.38kP，土的容许承载力（R）17~400kP。其与下伏基岩接触带遇水易形成软弱面，易形成崩塌、滑坡、泥石流等重力地质灾害。土体类型可划分为碎石粉土、粉土类。

主要出露于河流河谷漫滩、沟谷和坡积裙带，为第四系冲积、洪积、坡积物，按其成份分为粘性土、碎石土和漂石土三类。

①粘性土类：系风积黄土状土及粘性土，松散结构，孔隙度高，承载力较低，分布于坡积裙下部表面，其工程地质条件相对稳定。

②碎石土类：主要为第四系坡积、洪积碎石土，结构稍密，孔隙被细颗粒物质填充，承载力较高，分布于中低山坡角，其工程地质条件相对较好。

③漂石土类：主要为洪积、坡积、冲积漂石土，结构松散，承载力较高，分布于沟谷、银母寺河河谷，因处于沟谷，洪水来袭具有被搬运的可能，其工程地质条件一般。

综上所述，该矿区工程地质条件属于简单型。

2、矿床工程地质特征

该矿体产于古道岭组灰岩与星红铺组千枚岩两种岩性分界面处偏灰岩一侧，矿体上

盘围岩为含炭灰岩、生物灰岩，含矿岩性主要为硅化灰岩、硅质铁白云岩。矿体及上盘围岩未风化时属坚硬~半坚硬岩石，呈致密块状构造，稳固性较好，湿抗压强度为 301~1099kg/cm²，坚固性系数 (f)=3~10，在后期风化及构造作用影响下，抗压强度有所降低，但仍属半坚硬岩石，稳固性较好，坚固性系数 (f) 波动于 30~20。强~中等风化带，一般从地表向下深度 30m，最大 50m，岩石质量等级分类为 II₁~II₂ 级，岩石坚硬牢固，内部无软弱夹层。

矿体下盘的含炭钙质千枚岩以及远离矿体的绢云母千枚岩未风化时均属半坚硬岩类，湿抗压强度为 48.9~70.8MP，坚固性系数 (f) 波动范围为 4~7 之间，稳固性较好，岩石质量等级分类为 II₂ 级。近地表（从地表向下 24~34m）岩石多已风化，属松散破碎岩石或松散软弱岩石，稳固性较差，岩石质量等级分类为 III₃ 级，矿山在此岩石区施工时，要注意支护和采取必要的防范措施，具体岩石质量分级表见下表 2-2 所示。

表 2-2 矿体及围岩质量分级表

位置	地层岩性	坚硬程度	完整程度	质量分级
矿层顶部	中泥盆统古道岭组薄-中厚层状灰岩	较硬岩	完整	II ₁
矿体	中泥盆统硅化灰岩、硅质铁白云岩	较硬岩	完整	II ₁
矿层底部	上泥盆统星红铺组薄层状含炭钙质千枚岩、铁白云质千枚岩	较硬岩	完整	II ₂
局部	断层破碎带	较硬岩	松散	III ₃

矿体及上盘硅化灰岩、生物灰岩、微晶灰岩遇水强度降低较小，平均软化系数 0.69~0.98 之间，矿体下盘的含炭钙质千枚岩、绢云母千枚岩遇水后岩石强度降低较大，软化系数在 0.70~0.81 之间，未风化岩石软化系数 0.52~0.55 之间，强~中等风化的各类千枚岩，遇水后大多崩解。

强风化带和断层破碎带岩石稳固性较差，矿体及围岩受构造破坏影响较小，稳固性较好，采矿实践表明，在矿体和上盘灰岩中掘进，无需支护；在矿体下盘千枚岩中掘进除近地表风化部分和断层破碎带岩石需要支护外，其余部分也无需支护。

（五）矿体地质特征

本矿山整合区范围内共有 I-4、IV-3、IV-4 号 3 个铅锌矿体，均属银母寺铅锌矿床

的东延部分。该矿床分南北两个矿带，其中 I-4 号矿体为该矿床的主矿体，分布于北矿带；IV-3、IV-4 号矿体分布于南矿带。所有矿体均近东西向展布，IV-3、IV-4 矿体已开采完毕，现主采 I-4 号铅锌矿体剩余部分资源量，矿体剖面图见下图 2-9 所示。

关门沟铅锌矿 37A 线剖面图

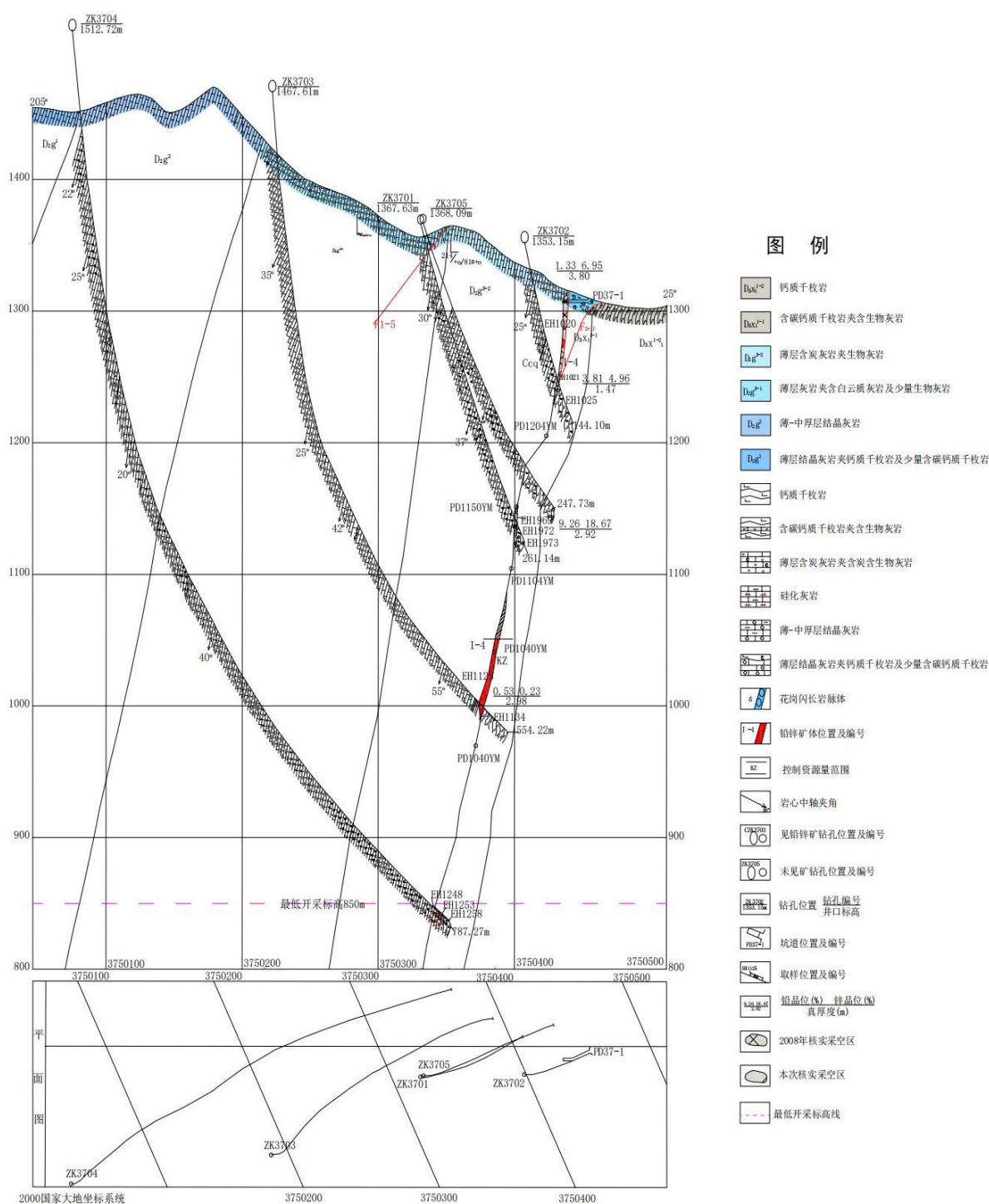


图 2-9 关门沟铅锌矿 37 线剖面图

1、I-4 矿体

该矿体为北矿带矿体，为关门沟矿段主矿体，分布于 37~43 线间，赋存于古道岭组灰岩与星红铺组千枚岩界面，矿体产于灰岩与千枚岩接触带内，与围岩基本呈整合接触，界线清楚，对应性高。含矿岩性为硅化灰岩。矿体受古道岭组与星红铺组接触界面控制，呈似层状产出。该矿体在关门沟矿段呈隐伏产出，向东侧伏，侧伏向 115° ，侧伏角 16° 。矿体埋深 10~300m，赋存标高 1310~850m。矿体走向长 330m，倾斜延深 300-500m，平均 412m，厚 0.80~3.22m，平均 2.17m，厚度变化系数 60.24%，厚度较稳定。单样 Pb 品位 0.82%~4.12%，品位变化系数 94%，有用组分 Pb 分布较均匀，单工程 Pb 品位 1.73%~3.90%，平均 2.03%。单样 Zn 品位 1.41%~7.89%，品位变化系数 88%，有用组分 Zn 分布较均匀，单工程 Zn 品位 1.56%~7.45%，平均 5.09%。矿体倾向 200° ~ 210° ，倾角 78° ~ 85° ，总体产状 $205^{\circ}\angle 84^{\circ}$ 。该矿体通过本次核实工作在局部贫薄部位沿走向追索发现可采工业矿体，扩大了矿体规模，沿走向扩大延长 100-110m，倾向延伸增加 100 m。该部分矿体分布于 1040~1204m 标高 37~43 线，厚度 0.65~2.94m，平均 2.14m，单工程 Pb 品位 0.70%~1.20%，平均 0.85%，单工程 Zn 品位 1.50%~3.78%，平均 2.82%。

2、IV-3 矿体

IV-3 号矿体属南矿带，分布于 39~41 线间，产于古道岭组含炭灰岩夹生物碎屑灰岩中，与围岩基本呈整合接触，界线清楚，对应性高。赋矿岩石为薄层含炭生物灰岩、硅化灰岩以及石英方解石脉。矿体受灰岩内部层间断裂或裂隙控制，沿断裂与裂隙往往充填有石英方解石脉。

矿体地表出露标高 1438~1489m，控制的最大斜深 123m，赋存标高 1489~1370m。矿体形态呈脉状，向东侧伏，侧伏向 115° ，侧伏角 16° 。矿体走向长 115m，倾斜延深 76m，矿体厚 0.60~1.56m，平均 0.95m，厚度变化系数 82.35%，厚度较稳定。单样 Pb 品位 0.51%~2.95%，品位变化系数 106%，有用组分 Pb 分布较均匀，单工程 Pb 品位 0.57%~2.97%，平均 1.48%。单样 Zn 品位 0.47%~36.81%，品位变化系数 99%。有用组分 Zn 分布较均匀，单工程 Zn 品位 0.52%~35.95%，平均 8.23%。矿体产状基本与

地层一致，倾向 $185^{\circ} \sim 215^{\circ}$ ，倾角 $65^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，总体产状 $205^{\circ} \angle 76^{\circ}$ 。矿体已经开采殆尽。

3、IV-4 矿体

IV-4 号矿体属南矿带，分布于 43 线东西 50 m 范围内，矿体赋存于古道岭组灰岩内部，与围岩基本呈整合接触，界线清楚，对应性高。距古道岭组与星红铺组接触界面约 60 米，受层间裂隙控制。含矿岩性为薄层含炭灰岩，矿体形态为透镜状。

该矿体为隐伏矿体，埋深 92~135m，赋存标高 1385~1465m。矿体走向长 85m，倾斜延深 53m，厚度 0.86~1.48m，平均 1.13m，厚度变化系数 86.23%，厚度较稳定。单样 Pb 品位 1.02%~2.98%，品位变化系数 98%，有用组分 Pb 分布较均匀，单工程 Pb 品位 1.28%~2.93%，平均 1.67%。单样 Zn 品位 0.09%~9.65%，品位变化系数 80%，有用组分 Zn 分布较均匀，单工程 Zn 品位 0.72%~9.54%，平均 5.01%。矿体倾向 $205^{\circ} \sim 219^{\circ}$ ，倾角 $75^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，总体产状 $208^{\circ} \angle 78^{\circ}$ 。矿体已经开采殆尽。

三、矿区社会经济概况

（一）凤县

凤县全县总面积 3187km²，耕地面积 45 万亩，其中粮食作物面积 15 万亩；辖 9 镇 100 个行政村，653 个村民小组，总人口 11 万，农业人口 7.8 万。凤县地下矿产资源十分丰富，地质勘探已发现铅、锌、铜、铁、锑、金等金属和煤、石灰岩、硅石、钠长石、白云石、橄榄石等非金属矿藏 100 多种。其中铅锌矿贮量 350 万吨，约占全省的 80%，是全国四大基地之一；黄金已探明贮量 40 吨，远景储量百吨以上；水泥石灰石 7.79 亿吨，磷灰石 11 亿吨，透灰石 3.5 亿吨，石墨储量丰富，开发前景广阔。

主要粮食作物有：小麦、油菜等，其次有玉米、黄豆、蚕豆、高粱、大麦、芝麻、花生和薯类等。

（二）坪坎镇

坪坎镇位于凤县东南部，西邻河口镇，东接太白县王家楞乡，南与留坝县玉皇庙乡相邻，北与平木镇接壤，镇政府位于坪坎村，距县城 70km。土地总面积 205km²，占凤县土地总面积的 6.5%，下辖 4 个行政村，25 个村民小组，耕地面积 5148 亩。

该镇地形复杂，山间沟谷狭小，沿沟谷两岸地势陡峻，西河从北向南贯穿全镇，海拔 1057~2242m，平均 1200~1800m。年平均气温 11.5℃，年平均降雨量 626.6mm，全年无霜期 188 天，最多年份 227 天，最少年份 154 天。但境内自然资源丰富，稀有动物有林麝、黑熊、羚羊、红腹锦鸡、大鲵等；植物有红豆杉、油松、马尾松、雪松、锐齿栎、光皮桦、白皮松、华山松等；名贵中药材有兰草、野牡丹、猪苓、杜仲、黄芪、天麻、芍药、党参等；农副产品主要有小麦、玉米、土豆等；经济作物有土蜂蜜、黑木耳、花椒、核桃、板栗、五味子等。境内矿产资源主要有金、铅、锌、铜、银、铁等，是该镇的优势资源。

该镇经沿坪路、银坪路、核坪路与外界相连，优势矿产资源储量使得矿产采选矿业成为镇域经济的支柱，同时利用优越的自然资源条件，以中药材种植、畜牧养殖、特种山区养殖为农业发展主要支柱。

四、矿区土地利用现状

（一）土地利用类型

全县土地总面积 3187km²，坡度大于 25°的占 66.70%。其中：农耕地占土地总面积的 7.85%（其中 25°以上坡地占耕地的 4.8%）、林地占 59.43%、牧草地占 8.91%、荒地占 19.7%、非生产用地占 4.11%。矿区未占基本农田。

矿区范围主要涉及矿权内及矿权外的场地设施用地，总面积 9.141hm²，其中矿权内用地 7.901hm²，矿权外用地 1.240hm²。依据凤县自然资源局提供的 1:10000 土地利用现状图，矿区土地利用现状分为五个一级地类和五个二级地类，分别为林地、工矿仓储用地、住宅用地、交通运输用地（见下表 2-4 所示）。



照片 2-14 乔木林地（镜向 195°）



照片 2-15 工矿仓储用地（镜向 160°）

表 2-4 矿区土地利用现状统计表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)			占总面积比例 (%)	
地类代码	地类名称	地类代码	地类名称	矿权内	矿权外	合计	二级地类	一级地类
03	林地	0301	乔木林地	6.988	0.116	7.105	77.72	77.72
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.885	0.931	1.815	19.86	19.86
07	住宅用地	0702	农村宅基地		0.032	0.032	0.35	0.35
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.028	0.161	0.189	2.07	2.07
合计				7.901	1.240	9.141	100.00	100.00

林地是矿区的主要用地类型，主要类型为乔木林地，面积 7.105hm²，占总面积的 77.72%，主要植被类型是以乔木为主。

工矿仓储用地主要指采矿用地，本矿区为生产生活区，占地面积约 1.815hm²，占总面积的 19.86%。

住宅用地主要为农村宅基地，占地面积 0.032hm²，占总面积的 0.35%。

交通运输用地主要为矿山简易运矿道路，沿关门沟沟谷而建，占地面积 0.189hm²，占总面积的 2.07%。

(二) 土地权属状况

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿区位于凤县坪坎镇银母寺村，土地权属为凤县坪坎镇银母寺村，整个项目区土地权属清楚，无土地权属纠纷。

五、矿山及周边其它人类重大工程活动

据本次调查，矿山开采范围内无村庄和散居村民点以及农耕地，矿区范围及周边无其它需要保护的地质遗迹、人文景观和自然保护区等。

本矿山及周边采矿活动较为强烈，主要矿业活动有：东部陕西宏福工贸有限责任公司关门沟铅锌矿，西部陕西银母寺矿业有限责任公司银母寺铅锌矿，其中本矿山部分采矿平硐与银母寺铅锌矿部分采矿平硐均布置在关门沟沟道两侧，沿沟道断续分布废渣堆并存在采空区地面塌陷隐患，采矿活动产生的废渣沿沟道堆放，成为关门沟泥石流形成的重要物源，对矿山地质环境造成了较为严重的影响。

综上所述，矿山及周边人类工程活动较强烈，主要为矿业开采活动，对矿山地质环境与生态系统影响较严重。

（一）矿山开采

矿区及附近其它人类活动主要以矿山开采为主，凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿东邻陕西宏富工贸有限责任公司关门沟铅锌矿，西毗陕西银母寺矿业有限责任公司银母寺铅锌矿。

（二）公路

矿山道路大部分利用当地的通村公路（沿坪路、银坪路、核坪路）与外界凤太路相接，通往 S212 省道凤州镇，道路全段总长约 30km，均为水泥路面，还有矿区内人为改造修筑的运矿道路（关门沟运输道路），道路总长约 1km，为土质废渣铺垫。

（三）河流

矿区境内只有一条银母寺河，位于矿区东北部，属季节性河流，水量不大，但可满足矿区井下生产与生活所需。该河发源于矿区北部铜铃沟脑，全长 5km，向南流经矿区汇入西河，坡降大，落差 2~6m，沟道狭窄，宽约 5~10m，最大流量 4.5m³/s，最小流量 0.01m³/s，现为凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿区的生产生活水源地。

（四）村庄

调查区范围内有群居住户，主要集中在银母寺村，矿山办公生活区也设立在该村边缘处。银母寺村现有 4 个村民小组，约 148 户，556 余人，劳动力 267 人。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）原《矿山地质环境保护与恢复治理方案》概述

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿领导高度重视矿山地质环境保护与恢复治理工作，2019 年 5 月宝鸡西北有色七一七总队有限公司编制了《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》，该方案针对关门沟铅锌矿存在的矿山地质环境问题，制定的主要治理工程如下：关门沟泥石流防治工程、采空区地面塌陷隐患治理、裂缝治理与预防、含水层破坏防治、地形地貌景观破坏及水土环境污染恢复等。

具体治理工程部署情况及年度安排见下表 2-5 所示：

表 2-5 原《治理方案》矿山地质环境保护与恢复工程部署表

阶段	规划年度	地质环境恢复治理与土地复垦工程		主要工程量
生产期	2019~2020 年	矿山地质环境治理工程	1、关门沟泥石流 NS1 治理工程监测； 2、对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌； 3、矿山地质环境监测。	1、沟谷泥石流观测预警 48 点次； 2、刺丝围栏长度 1022m，警示牌 4 块； 3、地质环境监测 452 点次。
		土地复垦工程	1、关门沟 Z1、Z2 废渣堆平台及边坡复垦； 2、复垦管护及效果监测； 3、土地损毁监测； 4、原地表状况监测。	复垦面积：0.258hm ² ，其中：渣堆平面 0.118hm ² ，坡面 0.14hm ² 。 1、表土运输（2~3km）1010m ³ ；人工放坡、找平 1010m ³ ；土壤翻耕 0.118hm ² ；种植刺槐 149 株、紫穗槐 421 株；穴状整地（50x50）149 个、（40x40）421 个；撒播紫花苜蓿 0.258hm ² ；插播连翘 572 株；铺设秸秆 0.258hm ² ；土壤配肥 0.258hm ² ； 2、林地管护 0.258hm ² ；复垦效果监测 8 点次； 3、土地损毁监测 72 点次； 4、原地表状况监测 7 点次。
闭坑期	2021 年	矿山地质环境治理工程	1、硐口封堵； 2、矿山地质环境监测； 3、关门沟泥石流 NS1 治理工程监测。	1、M7.5 浆砌片石封堵平硐口 1 个，方量 37.5m ³ ； 2、地质环境监测 210 点次； 3、沟谷泥石流观测预警 12 点次。
		土地复垦工程	1、工业场地的土地复垦工程； 2、采空区地面塌陷范围土地复垦工程； 3、土地复垦效果监测与管护。	1、场地清理 1866m ³ ；表土回覆 37m ³ ；表土运输（2~3km）3085m ³ ；土壤翻耕 0.63hm ² ；垃圾清运 3168m ³ ；场地平整 1921m ³ ；栽植刺槐 1762 株、紫穗槐 4988 株；穴状整地（50x50）1762 个、（40x40）4988 个；撒播紫花苜蓿 1.22hm ² ；土壤配肥 0.63hm ² ； 2、裂缝充填 14 m ³ ； 3、复垦效果监测 8 点次；林地管护 0.258hm ² 。
管护期	2022~2024 年	矿山地质环境治理工程	1、矿山地质环境监测； 2、关门沟泥石流 NS1 治理工程监测。	1、地质环境监测 243 点次； 2、沟谷泥石流观测预警 36 点次。
		土地复垦工程	1、关门沟 Z1、Z2 废渣堆复垦效果监测及管护； 2、土地复垦效果监测与植被管护。	1、复垦效果监测 50 点次； 2、林地管护 2.256hm ² 。

（二）原《恢复治理方案》实施情况概述

据《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦 2018-2021 年度/项目验收意见》（详见附件），截止验收之日，矿山 2018 年-2021 年期间共投资 815070.6 元用于矿山地质环境治理与土地复垦，主要完成了以下工作：

（1）矿山地质灾害治理方面：修建排洪渠 500m，修建 Z1、Z2 废渣堆挡渣墙 270m。

（2）土地复垦方面：表土运输，外购种植土 2563 m³；渣场整平、压实 0.258hm²；土壤培肥 0.258hm²；栽植槐树 200 株；栽植油松 100 株；播撒草籽 50kg。

治理后效果见照片 2-17 所示：



照片 2-16 治理工程（镜向 340°）

（三）原《治理方案》治理工程未完成工程情况说明

关门沟铅锌矿在 2018 年至 2021 年，矿山根据原《治理方案》的规划情况并结合实际产生的地质环境问题实施完成了大部分原《治理方案》中的治理工程，还有部分工程和监测未进行实施。

未实施工程：

（1）生产期防治工程

1、对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌；

(2) 闭坑期防治工程

1、硐口封堵；

2、矿山地质环境监测；

3、关门沟泥石流 NS1 治理工程监测；

4、工业场地的土地复垦工程；

5、采空区地面塌陷范围土地复垦工程；

6、土地复垦效果监测与管护。

(3) 管护期防治工程

1、矿山地质环境监测；

2、关门沟泥石流 NS1 治理工程监测；

3、关门沟 Z1、Z2 废渣堆复垦效果监测及管护；

4、土地复垦效果监测与植被管护。

工程未实施原因：

生产期防治工程中地面塌陷、裂缝治理工程未实施是因为矿山未发生地面塌陷及裂缝地质灾害。

闭坑期及管护期防治工程为完成是由于矿山 I-4 矿体新增可采量，矿山计划增加 4.1 年服务期限，现未到达闭坑时间，地表建筑物及主平硐（PD501）均正在使用。

存在问题：

(1) 由于取土困难，坡面较陡，水土流失严重，导致植被成活率较低，Z2 渣堆坡面受降雨影响，复垦效果差。

(2) 排洪渠东侧边坡岩石较破碎，局部有少量碎石堆积。

(3) 监测记录中缺少往期位移监测及水土监测内容。

(四) 周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

本方案调查期间收集了矿山周边“陕西凤县银母寺铅锌矿”、“陕西凤县四方金矿有限责任公司四方金矿”、“陕西省铅硐山矿业有限公司凤县铅硐山铅锌矿”、“寺沟铅锌矿

区”矿山地质环境保护及土地复垦工作的有关资料，为本矿山矿区地质环境保护及土地复垦工程提供参照标准。具体分述如下：

1、陕西凤县银母寺铅锌矿矿山地质环境治理与土地复垦工程

(1) 废水利用：先后投资 9 万元，对选矿厂废水修筑了两个沉淀池，架设了 10km 管道，使选厂废水利用率达到 50% 以上。

(2) 废石堆加固：先后投资 50 万元，修筑浆砌石和铁丝笼装石挡渣墙约 6000m³ 拦蓄废石，在一定程度上减轻了泥石流，并为废石堆加固积累了经验。

(3) 滑坡治理：先后投资 5 万元，修筑简易排水渠 523.56m。

(4) 2005 年争取国家资金 220 万，地方自筹 28 万对森崖沟尾矿库及澎家湾废渣堆进行了治理，2006 年通过专家组验收。

通过上述治理工作，使矿山地质环境得到了初步改善，治理效果见照片 2-17、2-18。



照片 2-17 拦渣墙及排洪渠(镜向 35°)



照片 2-18 森崖沟尾矿库治理(镜向 130°)

2、四方金矿矿山地质环境治理与土地复垦工程

凤县人民政府和治理区主体企业陕西凤县四方金矿有限责任公司已经实施了废弃尾矿库复垦、孔棺村河道砌筑护面墙 1445.1m³ 等一些地质环境的恢复治理工作，取得一定成效。2009 年凤县国局和四方金矿根据有关文件要求申报四方金矿地质环境综合治理项目财政补助资金，该项目拨付财政补助款 2000 万元。项目总投资 2185.74 万元，财政资助 2000 万元，凤县国土资源局自筹 185.74 万元作为配套资金，见照片 2-19、2-20。



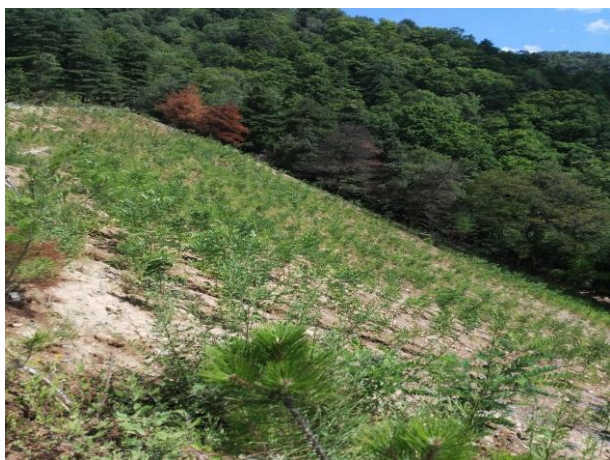
照片 2-19 尾矿库复垦效果(镜向 240°)



照片 2-20 渣堆治理效果(镜向 290°)

3、寺沟铅锌矿区矿山地质环境治理与土地复垦工程

2011 年凤县国土资源局申请资金实施了《凤县寺沟矿山地质环境恢复治理项目》，完成的主要工作量有挡墙基础土方开挖 60m^3 ，截水沟开挖 551m^3 ，渣堆土方开挖 11730.35m^3 ，场地平整 2537.75m^2 ，人工修整边坡 22436.53m^2 ，防护围栏基础土方 66.96m^2 ，回填覆土 8116.98m^3 ，植树绿化 2593 株等工作，完成资金投入约 109.05 万元。通过上述工作减缓了矿山地质灾害，改善了矿山地质环境（见照片 2-21、2-22）。



照片 2-21 渣堆覆土植绿(镜向 270°)



照片 2-22 渣堆挡墙(镜向 245°)

4、凤县铅硐山铅锌矿矿山地质环境治理与土地复垦工程

2001 年，铅硐山崩滑和强降雨诱发的弃渣泥石流造成了百万元的损失，矿方先后投资 800 多万元施工两道混凝土透水拦渣坝和三道柔性坝，控制了灾害的进一步发生，并对尾矿库坝面进行了复垦（见照片 2-23、2-24 所示）。



照片 2-23 复垦后的尾矿库(镜向 165°)



照片 2-24 治理后的滑坡(镜向 220°)

(五) 取得的经验及教训

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿及周边同类型矿山通过多年的实践,摸索出了适合本地实际的矿山地质环境治理与土地复垦经验。

(1) 坚持“边生产,边治理,边复垦”,将地质环境治理与土地复垦纳入生产环节,最大限度的减少矿产资源开采对环境的破坏。

(2) 对废石场要遵循“先拦后治”的原则,先修筑挡土墙、截排水沟等工程措施,然后进行覆土绿化。

(3) 坚持预防为主的原则,保留安全矿柱,降低地表变形的可能性,保护地表植被不被损毁。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

项目组在接到任务后,立即组织专业技术人员于2024年8月27日~12月6日展开矿山地质环境保护与土地复垦方面资料的收集与查阅,中途8月28日~31日,项目组赴现场进行矿山地质环境调查,结合项目区土地利用现状图、《陕西省凤县地质灾害详细调查报告》和矿区地形地质图,对办公生活区、工业场地、堆矿场、Z1、Z2渣堆、爆破器材库、矿山道路、采空区地表的地质灾害(地面塌陷隐患)、含水层破坏、地形地貌影响、水土环境污染、土地资源(已损毁土地、拟开采区土地利用现状)等方面展开详细调查、实地测量、定位拍照和记录,并对项目区周边的设施和环境进行了调查;9月7日~8日,项目组赴野外利用无人机技术对矿区全貌进行了航拍,重点圈出办公生活区、工业场地、林地、耕地、住户等因素,并进行了现场补充调查,同时开始本方案的室内编制工作;9月8日~9日,项目组赴野外现场与矿山企业负责人就方案内容进行了交流沟通,走访了凤县自然资源局、坪坎镇政府等监管单位,对矿区所在地的土地二调图纸及坪坎镇关门沟附近的周边矿山近年来实施的矿山地质环境保护及土地复垦工程成功案例进行搜集及了解,发放了公众调查问卷,详细了解各类公众(包括矿山企业)对矿山地质环境恢复治理、土地复垦工程意见及建议;11月9日~10日,项目组成员与专家组成员及市、县两级自然资源主管部门负责人赴野外现场实地考察,并听取项目汇报,最终汲取了各位专家、领导的意见与建议,进一步修正及完善了方案内容,基本完成初稿。项目组野外调查工作见照片3-1、3-2所示。



照片 3-1 现场调查(镜向 290°)



照片 3-2 工作区范围调查(镜向 45°)

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）（以下均简称《编制规范》）以及《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286—2015）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，所以评估区范围应根据矿山地质环境现状及今后发展趋势、矿山灾害种类、影响范围、影响程度、矿业活动影响范围等情况综合确定。评估区范围应包括如下地段：

（1）国家颁发的采矿许可证范围。

（2）矿山采矿活动影响范围内的矿山工程建设场地。

（3）矿山地面工程活动可能造成的地形地貌景观、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，如采空区地面塌陷隐患范围、废石场周边环境的影响区等。对沟谷型废石场评估边界应延伸到其下游支沟口或 500m 范围处；对其它类型地面工程以现场调查测量的实际影响分界或以其工程场地向外扩展 100m 左右为准。

（4）矿山地下开采可能造成的地面变形范围（根据地面移动变形范围确定），地下含水层破坏、疏干、水位下降、水质变化范围及其影响区。

（5）矿山工程活动引发滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的发育区和影响区。

根据以上原则，综合本区地质地形地貌、建设工程布局、矿体特征及矿山开采方式等因素，确定本次矿山地质环境影响评估的范围。本矿区开采矿体的地表岩石移动范围南北边界多在矿权周边 100m 范围内，采矿废渣分布在关门沟两侧及沟口，现有地表采矿工程分布在关门沟沟口，办公生活区分布在银母寺河旁侧，综合考虑确定：矿区评估范围南北界为矿权边界及采空区地表岩石移动范围基础上外扩 100m，东界在陕西宏福工贸有限责任公司关门沟铅锌矿交界处以其矿权边界为界线，西界以关门沟向西 70m 范围泥石流影响区域为界限，其它地段以堆放矿渣、矿山生产生活区范围基础上外扩约 100m。

最终确定的评估区范围详见附图 1，评估区范围拐点坐标见下表 3-1，评估区总面

积 0.4108km^2 。

表3-1 评估区拐点坐标表

拐点号		
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		
12		
13		
14		
15		
16		
17		
18		
备注	评估区总面积 0.4108km^2	
	CGCS2000 坐标系	

调查区的范围确定：矿山地质环境影响评估调查区的范围包括矿山地质环境影响评估区和对评估区地质环境可能造成破坏或影响的区域。

本次矿山地质环境调查区范围东界为矿权边界，南界、西界以山脊分水岭为界，北界在办公生活区基础上向外围扩展约 200m ，调查区面积 2.0733km^2 ，调查区范围见下图 3-1 所示。

图 3-1 调查区、评估区范围示意图

2、评估级别

按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》（DZ/T0223—2011）之规定，矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

（1）评估区重要程度

评估区地处宝鸡市凤县坪坎镇银母寺村，位于秦岭南麓山地，区内少量居民居住，无重要交通要道或建设设施；无需要保护的地质遗迹、人文景观、自然保护区及旅游景点；无重要、较重要水源地；矿山工程破坏土地类型以林地为主，未破坏耕地。根据《编制规范》附录 B.1 综合分析，评估区重要程度属较重要区（见下表 3-2）。

表 3-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区	评估区
1.分布有 500 人以上的居民集中居住区；	1.分布有 200~500 人以上的居民集中居住区；	1.居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；	区内极少居民点分布（一般区）
2.分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其它重要建筑设施；	2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其它较重要建筑设施；	2.无重要交通要道或建筑设施；	无重要交通要道或建筑设施（一般区）
3.矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜等）或重要旅游景点；	3.紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区（点）；	3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）；	区内无自然保护区或景区（一般区）
4.有重要水源地；	4.有较重要水源地；	4.无较重要水源地；	无重要水源地（一般区）
5.破坏耕地、园地。	5.破坏林地、草地。	5.破坏其它类型土地。	评估区内破坏林地（较重要区）
注：评估区重要度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。			

（2）矿山生产建设规模

凤县关门沟铅锌矿设计采用地下开采方式，生产规模 $3.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，开采标高 1499~850m，矿权面积 0.0786km^2 ，根据《编制规范》附录 D.1，确定矿山生产建设规模为地下开采小型铅锌矿。

（3）地质环境条件复杂程度

依据地下水、矿床围岩与地质构造、地质灾害、采空区、地形地貌情况，按照《编制规范》附录 C 表 C.1 列出上述条件的复杂程度，依据就高不就低的原则，确定评估区

的地质环境条件复杂程度为复杂，评估区地质环境条件复杂程度评定表见下表 3-3。

(4) 矿山地质环境影响评估分级

关门沟铅锌矿评估区重要程度为较重要区，矿山生产建设规模为小型，地质环境条件复杂程度属复杂。根据《编制规范》附录 A.1，确定凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境影响评估级别为一级，见下表 3-4 所示。

表 3-3 评估区地质环境条件复杂程度分级表

确定因素	评估区情况	复杂程度	结论
地下水	矿区地下水来源为大气降水，区内地形利于自然排水，主要开采矿体位于当地侵蚀基准面以下（侵蚀基准面为 1190m），矿体上盘千枚岩不含水，属隔水层，下盘灰岩富水性弱，区内断裂均属挤压闭合，泥质充填，起到了隔水层的作用，地下水补给条件差，地表水不构成矿床充水的因素，矿床属水文地质条件简单的矿床。	简单	复杂
矿床围岩与工业场地	矿体及矿体上盘围岩为含炭钙千枚岩，属半坚硬岩石，下盘围岩为含炭灰岩、生物灰岩，属坚硬—半坚硬岩石稳固性较好，近地表强风化带和断层破碎带岩石其稳固性较差，一般矿体顶底板岩层较完整、稳定，矿体及围岩受构造的破坏影响较小，稳固性亦较好。	简单	
地质构造	区内断裂构造较发育，且主要为成岩成矿前构造，矿体受断裂构造等因素控制，地质构造条件较复杂。	中等	
地质灾害	现状条件下矿山地质环境问题类型较多，危害一般。	简单	
采空区	现状调查地表未发现地面塌陷、裂缝等剧烈地面变形迹象，区内地表主要以灌木林地为主，人类活动稀少，无居民居住，无明确威胁对象。	中等	
地形地貌	评估区位于秦岭南麓山地，地貌单元类型单一，地形坡度一般 35°~55°，相对高差较大。	复杂	

表 3-4 矿山地质环境影响评估级别分级表

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

（二）矿山地质灾害现状分析与预测

本次地质灾害危险性现状和预测评估，均按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E 和《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）的评估标准规定进行。

1、矿山地质灾害现状评估

根据原《矿山地质环境保护与恢复治理方案》、《陕西省凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿建设工程地质灾害危险性评估报告》，评估区内存在地质灾害 2 处，分别为：采空区地面塌陷隐患（TX1）1 处，关门沟泥石流隐患（NS1）1 处。结合本次野外现场地质调查及往期监测记录，对评估区内存在的 2 处地质灾害进行评估，评估内容如下：

（1）采空区地面塌陷隐患（TX1）危险性现状评估

采空区地面塌陷隐患（TX1）为矿体开采形成的采空区上部地表岩石移动范围。矿山经过近 30 年的生产，形成了大约 15.9 万 m^3 的采空区，目前形成的采矿中段 10 个（1204-900m），采空区除 900m 中段外其余中段均有，矿山留设有部分顶底柱，间柱，未形成大规模的连片采空区，部分采空区进行了废石充填。目前各中段围岩稳固性较好，巷道完整，采空区未发生大面积冒落。本次现状调查在采空区影响范围内的地表未发现地面塌陷、裂缝等剧烈地面变形迹象。地面塌陷影响范围内地表以乔木林地、采矿用地为主，人类活动稀少，无居民居住，无明确威胁对象。综合评估现状采空区地面塌陷隐患发育程度弱、危害程度小、危险性小，见照片 3-9 所示。



照片 3-9 采空区地表航拍图

TX1

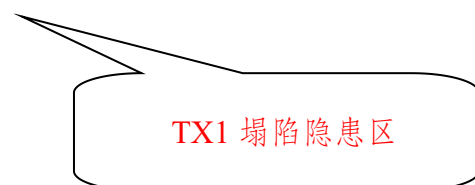


图 3-2 （TX1）塌陷隐患区平面示意图

(2) 关门沟泥石流隐患(NS1)危险性现状评估

原《方案》中 NS1 泥石流隐患物源为关门沟 Z1、Z2 渣堆及西侧银母寺铅锌矿废渣堆堆积的废渣，本次现状调查显示，3 处渣堆均已进行治疗，沟道内修建有排洪渠，即关门沟泥石流隐患(NS1)现状无松散物源，沟槽较顺直，沟段宽窄较均匀，基本无卡口、陡坎，水流通畅，区域降水强度小，区内现有地质灾害隐患为采空区地面塌陷隐患(TX1)，该隐患现状发育程度弱、危害程度小、危险性小，因此关门沟泥石流隐患(NS1)现状条件下不发育。

2、矿山地质灾害预测评估

根据工程建设整体布局和地质环境条件特征，地质灾害危险性预测评估按照工程建设区块分别评估，即矿山道路、工业场地(含 PD501 坑口)、办公生活区、爆破器材库等 4 个区块。

(1) 采矿活动可能遭受已存在地质灾害危险性预测评估

矿山道路：现有矿山道路仅连接爆破器材库，其余路段已废弃，仅对在监测时有监测人员通过，故矿山道路遭受 TX1 塌陷隐患灾害的可能性小，危险性小。

工业场地：位于 TX1 塌陷隐患区影响范围之外，故遭受 TX1 塌陷隐患灾害的可能性小，危险性小。

办公生活区：位于 TX1 塌陷隐患区影响范围之外，故遭受 TX1 塌陷隐患灾害的可能性小，危险性小。

爆破器材库：位于 TX1 塌陷隐患区影响范围之外，故遭受 TX1 塌陷隐患灾害的可能性小，危险性小。

(2) 采矿活动可能引发地质灾害危险性预测评估

①采空区

1) 采空区地面塌陷范围圈定

根据《土地复垦方案编制规程—金属矿》(TD/T1031.4-2011)，金属矿地下开采，采用塌落角法或类比分析法，预测说明矿体开采后可能影响的地表错动范围和程度。

本矿床属于坚硬半坚硬岩层工程地质条件简单的矿区。矿体及矿体上盘围岩为含碳

灰岩、生物灰岩，属坚硬—半坚硬岩石，稳固性较好，下盘围岩为含碳钙千枚岩，属半坚硬岩石，近地表强风化带和断层破碎带岩石稳固性较差，一般矿体顶底板岩层较完整、稳定。矿体及围岩受构造的破坏影响较小，稳固性亦较好，采矿实践表明，在矿体和灰岩中掘进，不需支护，在矿体下盘千枚岩中掘进除近地表风化部分和断层破碎带岩石外，一般也不需要支护。矿山目前开采的 PD501 坑平硐、斜井、硐室均无支护和塌方。矿床工程地质类型属中等类型。

根据矿岩性质及所采用的采矿方法，以及矿山针对采场进行了废石回填，矿山长期开采，实际工程在上盘稳固，并同类似矿山进行比较，取上盘岩石移动角 70° ，取下盘岩石移动角 65° ，侧翼岩石移动角 70° 。据此圈定出矿床开采时每个中段移动带的范围和地表岩石移动范围，塌陷影响区面积 10.492hm^2 。

2) 采空区引发地面塌陷、地裂缝的危险性预测评估

矿权内已开采完及正在开采的矿体有出露地表的，但考虑矿体开采中预留有保安矿柱，可有效降低地表塌陷的风险，避免采空区地面塌陷、地裂缝灾害的发生，矿区 IV-3、IV-4 矿体已采完多年，以往巡查及本次现状调查地表未发现地面塌陷、裂缝等迹象。从目前整个银母寺铅锌矿区采矿情况来看，矿山深部开采未引起地面塌陷地质灾害，矿山今后主要以深部开采为主，大大降低了地表地面塌陷发生的可能性，且现状调查地表未发现地面塌陷、裂缝等迹象。采空区内地表主要以灌木林地为主，人类活动稀少，无居民居住，无明确威胁对象，预测塌陷灾害的危害程度小。

综上所述认为，预测矿体开采引发采空区地面塌陷的发育程度弱，危害性小，危险性小。

②关门沟泥石流隐患（NS1）

关门沟泥石流隐患（NS1）松散物源主要为关门沟 Z1、Z2 渣堆及西侧银母寺铅锌矿废渣堆堆积的废渣，其中 Z2 渣堆位于采空区塌陷隐患（TX1）影响范围内，受塌陷隐患影响，Z2 渣堆可能形成新的松散堆积体，为泥石流提供物源，并堵塞沟道，形成泥石流隐患。该泥石流隐患主要威胁对象为关门沟沟口工业场地。

依据《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021)中表 7、表 8、表 9、表 15、

表 16，预测该泥石流发育程度弱发育，堵塞程度中等，危害性小，危险性小。

③矿山道路

矿山道路利用通村公路及乡间道路，均已修建完成，故矿山道路引发地质灾害的可能性小，危险性小。

④工业场地（含 PD501 坑口）

现状主要有 PD501（1202m）一个工业场地，场地已建设完成，且硐口今后不会进行扩建，堆矿场已修建完成，且修建了拦渣墙和排洪渠，引发地质灾害的可能性小，危险性小。

⑤办公生活区

办公生活区为原有设施，本次评估未有新的改扩建工程，地面设施维持原状，故引发地质灾害的可能性小，危险性小。

⑥爆破器材库

爆破器材库为原有设施，本次评估未有新的改扩建工程，地面设施维持原状，故引发地质灾害的可能性小，危险性小。

（三）矿区含水层结构破坏现状分析与预测

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

1、对矿区含水层结构破坏现状分析

（1）现状调查分析

关门沟铅锌矿矿体及上盘围岩为含炭灰岩、生物灰岩，属坚硬—半坚硬岩石，稳固性较好，但富水性弱，深部富水性更弱，下盘围岩为含炭钙千枚岩，属半坚硬岩石，属隔水层，矿体顶底板岩层较完整、稳定，整体呈弱透水状。矿体上盘灰岩区内断裂均属挤压闭合，泥质充填，起到了隔水层的作用，因此矿床开采对矿区含水层结构影响和破坏程度较轻。

根据矿山采矿巷道多年实测，矿体及顶底板围岩弱含水，矿山开采形成的采空变形区（冒落、导水裂隙带）与地表水之间不连通，因而采空区地下水降落范围仅局限于采

空变形区域。矿区正常涌水量为 $40\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为 $160\text{m}^3/\text{d}$ ，涌水主要来自地下灰岩弱含水层；矿床范围内无大的地表水体，地表水均属于雨水型动态特征，自然地理、地质及水文地质条件不利于地下水的富集，径流和排泄条件良好，矿区地形有利于自然排水。由于矿体埋藏较深，矿体上部为 500 多米厚的千枚岩隔水层，风化裂隙闭合较好，只在矿床开拓中有少量降水渗入，深部开采仅消耗深层地下水静储量，另外，根据对涌水量长期观测资料及水质检验成果，该地下水与降水没有相关性，采矿活动仅消耗深部地下水静储量，故对地下水位及地下含水层的影响较小。矿业活动集中于山梁部位，且矿藏较深，造成地表水体漏失的可能性较小。故采矿活动不会影响矿区及周围生产生活供水。

综上分析，现状条件下矿区地表水无漏失、水质良好、地表自然排水畅通，矿区活动对地表水体和地下水影响不大，未发现井泉干涸现象，未影响到矿区及周围生产生活供水。故现状评估采矿活动对含水层影响程度较轻。

2、含水层预测评估

矿区围岩透水性均很差，矿床充水含水层有极少部分来自地表降水入渗，渗入地下的大部分降水多沿基岩风化裂隙带径流，在河谷地段呈泉水或渗流形式排泄于地表，参与地表径流，评估区降水入渗受地形地貌、岩性、构造影响，其对矿坑充水影响较小。区内构造简单，构造线呈近东西走向。沟谷南北发育，横切地层，有利地下水排泄。

未来的矿山开采仅消耗深部地下水静储量，而浅层的第四系松散堆积物孔隙含水层分布零星、厚度小、透水性差，矿体上盘的上泥盆统星红铺组千枚岩裂隙含水层以上地段主要赋存风化裂隙水，富水性弱，深部裂隙不发育，岩石透水性弱，形成了相对隔水层，采矿活动中只有少量的滴水入渗外，其它坑道顶板多保持干燥，最多消耗的为岩溶水及构造破碎带裂隙水，该两层水不受当地浸蚀基准面控制，溶洞、溶孔、溶隙等多被泥质物充填，深部裂隙闭合，只有少量涌水。

总之，区内地表水系不发育，矿区境内只有，矿床地形有利于自然排水，径流和排泄条件良好。矿床充水的主要含水位为弱—中等的含水千枚岩和灰岩层，矿床范围内无大的地表水体，自然地理、地质及水文地质条件不利于地下水的富集，矿体埋藏深度大，

仅在开拓时有降水渗入和风化裂隙水影响，深部开采仅有少量静态水储量，水文地质条件简单。

矿坑生产废水、坑内涌水、采矿弃渣淋滤水排出后，均汇集于主平硐坑口设置的沉淀池，进行处理检测达标后循环使用或排放，不会影响到矿区及周围生产生活供水，对矿山地质环境影响程度较轻。

综上，预测采矿活动对含水层影响小，不会引起矿区及区域地下水位下降、井泉干枯、地表水体漏失、水质恶化等问题，不会影响到矿区及周围生产生活用水。故预测评估区采矿活动对矿区含水层的影响程度较轻。

3、对矿区地下水水质影响的现状调查及预测评估

(1) 矿区地下水水质现状调查及分析

本项目地下水污染源主要为矿坑涌水、废石场淋滤水等。根据现状监测报告矿坑涌水水质符合《地下水质量标准》中Ⅲ类标准限值，不会对地下水质量造成影响。

地下水质量现状监测结果表明：项目所在区域地下水水质符合《地下水质量标准》（GB/T14848-93）Ⅲ类标准，地下水水质较好，即本项目在生产过程中对区域地下水水质基本无影响。

本项目采矿工业场地和堆矿场均位于银母寺河沿岸，地下水径流末端，经很短距离即汇入银母寺河，当地村民饮用水源主要取自铜铃沟沟脑处山泉水，故本项目采矿工业场地和废石场也不会对当地村民饮用水源造成影响。

(2) 采矿活动对矿区地下水水质影响的预测评估

矿体开采过程中，有可能造成矿区地下水水质污染的因素包括采矿废水、废石淋滤水、临时矿场矿石淋滤水和生活污水。

① 采矿废水

主要为矿坑涌水和湿式凿岩产生井下污水。矿坑涌水来自采矿区及周边基岩裂隙水，水质与现状地下水水质相同，满足《地下水质量标准》(GB/T14848-93)中Ⅲ类水质标准的要求，水质良好。湿式凿岩、冲洗工作面产生的采矿污水含有SS，经矿坑疏干排水汇流至坑口沉淀池，絮凝沉淀达标后，作为矿坑生产用水回用，疏干排水和采矿污水达标

排放或回收利用不会造成矿区地下水污染，对矿区地下水水质影响较轻。

②临时矿场矿石淋滤水

堆矿场堆存量少，场地区域覆表土层已剥离，赋矿岩石主要为含炭（生物）灰岩、硅化灰岩，这些岩石产生的淋滤水中除 SS 可能偏高外，Pb 等重金属污染物含量也高，但矿石呈弱富水和弱透水性，场地已硬化，因此临时矿场矿石淋滤水不易下渗污染矿区地下水水质。在 PD501 硐口设置有三级沉淀池，用于淋滤沉淀废石水，淋滤沉淀达标后，作为矿坑生产用水回用，或用于道路浇洒，但不外排，据此，预测临时矿场矿石淋滤水对矿区地下水水质影响较轻。

③生活污水

矿区没有集中生活居住区，职工主要租住临时简易工棚，人口密度稀少，生活污水排入化粪池处理后灌溉农田或林地，对地下含水层影响较轻。

综上所述，预测评估区采矿活动对地下含水层影响程度较轻。

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、地形地貌景观破坏现状分析

评估区总体位于凤县坪坎镇境内，属秦岭山脉南麓，属中山侵蚀地貌，地形高差较大。关门沟铅锌矿没有登记注册的地质遗迹、人文景观、自然保护区、旅游景点和主要交通干线，因而未对其造成破坏损失。现状条件下，采矿活动对地形地貌景观的破坏主要表现为废渣的堆放、地面设施的修建及矿山道路的使用，在一定程度上改变了微地貌形态。

（1）废渣堆

采矿活动对地形地貌景观破坏主要体现在废渣的堆放，根据现场调查统计，矿区共形成废渣堆 2 处（Z1、Z2 渣堆），均位于关门沟道东侧半坡处。其中：Z1 渣堆平台高程 1376m，占地面积约 0.082hm²，估算方量约 2600m³；Z2 渣堆平台高程 1400m，占地面积约 0.176hm²，估算方量约 7000m³，两处渣堆沿坡脚堆放，已经过治理并通过验收。

（2）沟口工业场地

沟口工业场地及堆矿场位于 PD501 硐口北侧，靠近银母寺河道，占地总面积约

0.323hm²，由于采矿活动致使关门沟口原有生态林地遭到破坏，原有内陆滩涂遭到破坏，场地建设使用后与周围开阔平坦的地势形成明显反差，对地形地貌景观破坏严重，见第一章照片 1-3、1-4 所示。

（3）矿山道路

矿区内交通运输主要利用现有的村村通道路（沿坪路、银坪路、核坪路）以及关门沟内简易道路，乡村道路已建成多年，且已硬化，为区内重要交通干道。矿山道路沿关门沟沟道而建，占地面积约 0.189hm²，局部路段为拓宽路面，进行了山体开挖，开挖方量较小，对山区地形地貌景观影响较轻，见照片 3-12、3-13 所示。



照片 3-12 村村通道路（镜向 45°）



照片 3-13 矿山道路（镜向 215°）

现状评估分析认为：矿区内采矿活动造成的沟口工业场地的建设使用对矿区地形地貌景观破坏严重；废渣堆、矿山道路对地形地貌景观破坏较轻。

2、地形地貌景观破坏预测评估

矿山后期开采主要沿用已有地面建设工程及矿山道路，采矿活动对地形地貌景观破坏基本维持现状，后期新增部分主要表现在采矿废渣的堆放及采矿活动引发的地面塌陷、裂缝对地形地貌的破坏及影响。

（1）采空区地面塌陷隐患范围

矿山经过近 30 年的生产，形成了大约 15.9 万 m³的采空区，目前形成的采矿中段 10 个（1204-900m），采空区除 900m 中段外其余中段均有，矿山留设有部分顶底柱，间柱，未形成大规模的连片采空区，部分采空区进行了废石充填。目前各中段围岩稳固性较好，巷道完整，采空区未发生大面积冒落，塌陷影响区面积 10.492hm²。本次现状

调查在采空区影响范围内的地表未发现地面塌陷、裂缝等地面变形迹象，发育程度弱。预测未来开采范围内继续增加采空区塌陷面积，导致采空区上部地表可能会出现地面塌陷或裂缝等地质灾害，但是地面塌陷影响范围内地表以乔木林地为主，无居民居住，人类活动稀少，无明确威胁对象，预测评估采矿活动对地面塌陷区（裂缝）地形地貌景观破坏（影响程度）较轻。

（2）沟口工业场地

在今后的采矿活动过程中，对现有的沟口工业场地及堆矿场不会进行改扩建，不存在新的挖损、压占土地等措施，堆存的采矿废渣也不会造成新的土地压占，基本维持原有的破坏程度。预测评估后期采矿活动产生的废渣堆对原有地形地貌改变不大，对地形地貌景观的破坏程度严重。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

矿区水土环境污染主要由矿山废水排放及固体废弃物淋滤水引起，主要包括矿坑排水、生活污水、废石场淋滤水等。

1、水土环境污染现状分析

根据《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿（ $3.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ）开采项目现状环境影响评估报告》相关监测评价数据，对矿区水土环境污染现状分析如下：

（1）地表水环境现状监测与评价

①矿坑排水：采矿过程中的矿坑排水主要来自矿坑涌水、湿式凿岩作业及除尘排水等，根据地质报告并结合现场调查，坑道涌水量约 $15.6 \text{m}^3/\text{d}$ ，湿式凿岩作业排水量约 $8.5 \text{m}^3/\text{d}$ ，矿坑正常排水量约 $24.1 \text{m}^3/\text{d}$ ，2024年9月12日对PD501主平硐坑道排水进行采样分析，监测结果可知，项目矿坑排水重金属含量较低，监测因子均可以达到《地表水环境质量标准》中Ⅱ类标准，各项指标不存在对地表水污染情况。

②生活污水：本项目职工生活区设旱厕收集生活粪便，其它生活污水主要为盥洗水，排放量约 $2.4 \text{m}^3/\text{d}$ ，目前就地泼洒或用于生活区周边绿化等，不存在对地表水污染情况。

③银母寺河水：2024年9月10日在PD501主平硐口下游400m（与宏福工贸公司矿区分界处上游）处银母寺河上设地表水监测断面。结果表明，该断面监测项目均符合

GB3838-2002《地表水环境质量标准》Ⅱ类标准要求，说明本矿矿坑排水对地表水银母寺河影响较小。

④银母寺河底流：2016年11月1日在银母寺河监测断面处取河流底泥进行了监测，各项监测结果均满足《土壤环境质量标准》（GB15618-2018）三级标准，说明本矿开采对银母寺河底泥未造成影响。

（2）地下水环境现状监测与评价

本项目地下水污染源主要为矿坑涌水、废石场淋滤水等。根据现状监测报告矿坑涌水水质符合《地下水质量标准》中Ⅲ类标准限值，不会对地下水质量造成影响。

本项目采矿工业场地和废石场均位于银母寺河沿岸，地下水径流末端，经很短距离即汇入银母寺河，当地村民饮用水源主要取自铜铃沟沟脑处山泉水，故本项目采矿工业场地和废石场也不会对当地村民饮用水源造成影响。

（3）土壤监测

2024年9月12日对矿区及工业场地附近土壤环境质量现状进行采样和监测，共2个监测点，分别位于矿区内（林地）T1、工业场地河对岸香铺村（农田）T2。结果可知，T1、T2两个监测点各项目的监测结果均满足《土壤环境质量标准》（GB15618-2018）三级标准，说明评价区土壤环境质量总体较好。

综上所述，矿区水土环境污染程度现状较轻。

2、水土环境污染预测评估

矿山矿坑水经三级沉淀池处理后通过管道返回用于井下湿式凿岩、工业场地、废石场等降尘洒水，不外排。对工业场地可能产生污染的地面（如矿石堆场、矿仓）采取硬化措施，防止污水下渗进入地下水环境。矿山生活区设旱厕收集生活粪便，生活污水排放量较小，主要为职工日常洗漱废水和食堂废水，废水经沉淀处理后用于生活区及周围绿化、废石场防尘洒水等，不外排，对地表水及地下水影响程度较轻。

矿山对产生的生活垃圾进行收集，定期运至当地生活垃圾填埋场处置，不会造成土壤污染。工业区对土壤的影响主要是体现在土地压占等造成的影响，由于废石堆放、土层扰乱对土壤肥力和性质的破坏，使占地区土壤失去其原有植物生长能力，对土壤均属

于物理破坏，污染影响程度较轻。

总体水土环境污染预测评估影响程度较轻。

(六) 地质环境影响程度分级分区评估

1、现状评估分级与分区

矿山地质环境影响程度现状评估分级采用综合分析法进行划分，即综合考虑现状情况下采矿工程引发的地质灾害、含水层的变化情况、地形地貌景观的破坏程度以及土地资源的占有程度，参照《编制规范》附录 E（见表 3-7）的判别标准，采取“就高不就低”的原则进行分级。

表 3-7 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境污染
严重	地质灾害规模大，发生的可能性大；影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全；造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元；受威胁人数大于 100 人。	矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道；矿井正常涌水量大于 10000 m ³ /d；区域地下水水位下降；矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重；不同含水层（组）串通水质恶化；影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大；对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	生产过程中排放污染物，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	地质灾害规模中等，发生的可能性较大；影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全；造成或可能造成直接经济损失 100~500 万元；受威胁人数 10~100 人。	矿井正常涌水量 3000~10000 m ³ /d；矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态；矿区及周围地表水体漏失较严重；影响矿区及周围部分生产生活供水。	原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大；对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重。	生产过程中排放污染物，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。

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

影响程度	地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境污染
较轻	地质灾害规模小,发生的可能性小;影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施;造成或可能造成直接经济损失小于100万元;受威胁人数小于10人。	矿井正常涌水量小于3000 m ³ /d;矿区及周围主要含水层水位下降幅度小;矿区及周围地表水体未漏失;未影响到矿区及周围生产生活供水。	原生的地形地貌景观影响和破坏程度小;对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	生产过程中排放污染物,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。

根据上述原则,评估区影响程度分为严重区和较轻区2个级别3处区块,详见附图1及下表3-8,现分述如下:

(1) 严重区(A_{X1}): 工业场地,面积0.323hm²,占评估区总面积0.79%。工业场地内现状无地质灾害,发生地质灾害的可能性小,危险性小;采矿活动对地下含水层影响较轻;场地对地形地貌景观破坏严重、对水土环境污染影响较轻。综合分析,区内采矿活动对矿山地质环境影响程度严重。

(2) 严重区(A_{X2}): 指爆破器材库部分,面积0.413hm²,占评估区总面积1.01%。场地内现状无地质灾害,发生地质灾害的可能性小,危险性小;对地下含水层影响较轻;对地形地貌景观破坏严重;对水土环境污染影响较轻。综合分析,该分区对矿山地质环境影响程度严重。

(3) 较轻区(C_{X1}): 为评估区剩余大部分地段,包括采空区地面塌陷隐患范围,面积40.344hm²,占评估区总面积98.21%。该区原生土地类型主要为乔木林地,地貌为中山地貌,原生态地质环境条件较好,区内坡体植被覆盖率高,矿山工程建设对地质灾害、含水层、水土环境污染影响均较轻,矿山开采未扰动原生地貌形态,对地形地貌景观影响较轻。综合分析,区内采矿活动对矿山地质环境影响程度较轻。

表 3-8 评估区矿山地质环境影响程度现状一览表

评估 分区	位置	面积 (hm ²)	单因子影响程度现状评估				影响 程度 分级	现状评估
			地质 灾害	含水 层	地形 地貌 景观	水土 环境 污染		
A _{X1}	工业场地	0.323	较轻	较轻	严重	较轻	严重	区内无地质灾害;对含水层、水土环境污染影响较轻;工业场地建设对地形地貌景观破坏严重
A _{X2}	爆破器材库	0.413	较轻	较轻	严重	较轻	严重	区内无地质灾害;对含水层、水土环境污染影响较轻;爆破器材库建设对地形地貌景观破坏严重
C _{X1}	评估区剩余大部分地段	40.344	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	工程建设对本区地质环境影响程度较小,存在的地质环境问题少

2、预测评估分级与分区

(1) 预测评估分级分区的原则

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及预测评估的结果,“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、地质灾害的发育程度、对含水层、地形地貌景观及水土环境污染的影响和破坏程度等因素进行综合评估,划分矿山地质环境影响程度预测评估分级和分区。

(2) 预测评估分级分区方法

本次矿山地质环境影响程度综合评估采用因子叠加分析法,具体步骤如下所示:

①评估因子的选取及危险性划分标准

根据工程建设影响、破坏地质环境的情况,结合评估区地质环境条件、人类工程活动强弱等因素的具体特点,矿山地质环境影响程度综合评估主要选择工程建设遭受及引发地质灾害的程度、工程建设对含水层、地形地貌景观和水土环境污染的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参照《编制规范》附录 E(见表 3-7 所示)。

②矿山地质环境影响程度综合评估分区

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

(3) 分区评述

根据以上原则和方法，结合预测评估结果，将评估区影响程度分为严重区、较严重区、较轻区 3 个级别 4 处区块，详见附图 3 及下表 3-9 所示。

(1) 严重区 (A_{Y1})：工业场地，面积 0.323hm^2 ，占评估区总面积 0.79% 。场地内现状无地质灾害，发生地质灾害的可能性小，危险性小；采矿活动对地下含水层影响较轻；场地建设对地形地貌景观破坏严重、对水土环境污染影响较轻。综合分析，区内采矿活动对矿山地质环境影响程度严重。

(2) 严重区 (A_{Y2})：爆破器材库，面积 0.413hm^2 ，占评估区总面积 1.01% 。场地内现状无地质灾害，发生地质灾害的可能性小，危险性小；对地下含水层影响较轻；对地形地貌景观破坏严重；对水土环境污染影响较轻。综合分析，该分区对矿山地质环境影响程度严重。

(3) 较严重区 (B_{Y1})：指采空区地面塌陷隐患部分，面积 10.492hm^2 ，占评估区总面积 25.54% 。采矿活动引发近地表采空区地面塌陷的可能性小，地质灾害无明显威胁对象；采矿活动对地下含水层影响较轻；形成的采空区地面塌陷地段对地形地貌景观破坏较严重、对水土环境污染影响较轻。综合分析，区内采矿活动对矿山地质环境影响程度较严重。

(4) 较轻区 (C_{Y1})：为评估区剩余大部分地段，面积 29.852hm^2 ，占评估区总面积 72.67% 。该区原生土地类型主要为乔木林地，地貌为中山地貌，原生态地质环境条件较好，区内坡体植被覆盖率高，矿山工程建设对地质灾害、含水层、水土环境污染影响均较轻，矿山开采未扰动原生地貌形态，对地形地貌景观影响较轻。综合分析，区内采矿活动对矿山地质环境影响程度较轻。

表 3-9 矿山地质环境影响程度预测评估一览表

评估分区	位置	面积 (hm ²)	单因子影响程度预测评估				影响 程度 分级	预测评估
			地质 灾害	含水 层	地形 地貌 景观	水土 环境 污染		
A _{Y1}	工业场地	0.323	较轻	较轻	严重	较轻	严重	地质灾害影响程度较轻；工业场地建设对地形地貌景观破坏严重；对含水层、水土环境污染影响较轻
A _{Y2}	爆破器材库	0.413	较轻	较轻	严重	较轻	严重	地质灾害影响程度较轻；对地下含水层影响较轻；爆破器材库建设对地形地貌景观破坏严重；对水土环境污染影响较轻
B _{Y1}	采空区地面 塌陷范围	10.492	较轻	较轻	较严重	较轻	较严重	采矿活动引发近地表采空区地面塌陷的可能性小，无明显威胁对象；采矿活动对地下含水层影响较轻；形成的采空区地面塌陷地段对地形地貌景观破坏较严重；对水土环境污染影响较轻
C _{Y1}	评估区剩余 大部分地段	29.852	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	工程建设对本区地质环境影响程度较小，存在的地质环境问题少

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、矿山生产建设工艺及流程

该矿山确定采用主平硐—盲斜井联合开拓运输系统，现开采主平硐 PD501，标高 1202m。已开拓的中段包括：1202m、1150m、1111m、1076m、1040m、993m、900m 共计 7 个中段。目前计划对新增矿体进行开采。

采矿方法：矿山用浅孔留矿（嗣后废石充填）法进行回采。

开采顺序及回采地段：现阶段主要开采对象为 I-4 矿体新增资源量，矿段内自上而下逐中段依次进行回采，垂直矿体走向方向，先采上盘矿体，后采下盘矿体，中段内回采顺序自回风井侧向坑口方向后退式回采，即自西向东回采。

矿山建设、生产流程为：矿山基建工程施工→废石回填至采空区→矿体回采→闭坑

后拆除建筑物和场地土地复垦。矿山生产时序、生产工艺流程见下表 3-10 所示。

表 3-10 关门沟铅锌矿矿山生产时序、生产工艺流程简表

工程阶段	项目名称	现状	基建施工/生产工艺流程	备 注
生产期	办公生活区	已有	修缮、维护	“矿产资源开发利用方案”及矿山实际生产情况，这些工程能够满足矿山生产需要
	矿山道路	已有	修缮、维护	
	爆破器材库	已有	修缮、维护	
	堆矿场	已有	修缮、维护、继续使用	
	工业场地	已有	修缮、维护	
	井下开拓、采准系统工程	已有	修缮维护	
	废渣堆	已有	场地复垦	已治理验收
	采空区地面塌陷隐患	已有	监测	
	矿体回采及运输		采矿方法：浅孔留矿（嗣后废石充填）法；生产流程：矿体回采→矿石运至堆矿场集中销售	
	废石运输、排放		废石回填采空区	
闭坑期	矿山闭坑工程		矿山闭坑设计编制及审批→闭坑工程施工（包括矿山地质环境恢复治理及土地复垦）→地质环境监测及养护	

2、土地损毁环节与时序

根据关门沟铅锌矿开采工艺及实际生产情况，结合矿山地质环境现状调查、预测评估的成果，综合分析认为该矿山对矿区土地损毁的形式有挖损、压占和塌陷，本项目开采与土地损毁的时序关系见下图 3-3 所示。

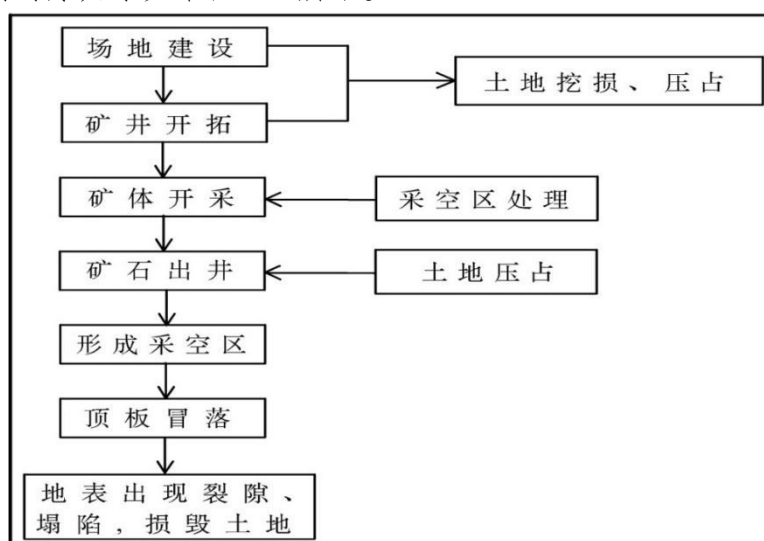


图 3-3 矿山开采与土地损毁时序关系图

(1) 挖损是场地建设时造成局部土地的挖损破坏，彻底改变了土壤结构的初始条件，而且增加了水土流失及养分流失的机会。

(2) 压占主要指从井下开采的矿石堆存于矿井周边，采矿废渣堆弃于废石场造成土地压占，废石场由于废石、废渣、废土直接压占和堆放破坏覆盖了区域植被，改变了土壤结构。

(3) 塌陷是在采矿区域内，因地下采矿，采空区的地表有可能引起塌陷，当地下采用浅孔留矿法开采并保留矿柱或采空区进行回填处理时，一般不会引发地面塌陷。

各损毁地块的损毁时序，可划分两个阶段：

(1) 建设初期，由于办公区、生产区的建设将损毁原有的地形地貌，同时对土地造成挖损压占损毁。

(2) 生产期间，井口挖掘对土地造成挖损损毁，开采过程产生的废石堆放在设置的堆矿场，形成对原有的地形地貌损毁，见下表 3-11 所示。

表 3-11 关门沟铅锌矿土地损毁环节及损毁方式一览表

阶段	矿山工程/生产工艺流程	损毁环节	损毁方式	损毁时序
生产期	办公生活区	基建、使用	挖损、压占	已损毁
	矿山道路	基建、使用	挖损、压占	已损毁
	炸药库	基建、使用	挖损、压占	已损毁
	堆矿场	基建、使用	挖损、压占	已损毁
	工业场地	基建、使用	挖损、压占	已损毁
	废渣堆	废石堆存	挖损、压占	已治理
	采空区地面塌陷隐患	基建	塌陷	目前未见明显损毁，处于严密监测中
	开采区/矿体回采	矿山开采	采空区地表塌陷损毁	塌陷风险损毁
	堆矿场/废石排放、矿石堆放	使用	压占	已损毁
	工业场地及办公生活区	运行	压占	已损毁
闭坑期	闭坑工程	建筑拆除、硐口封堵、土地复垦	——	

3、土地损毁的重复性分析

根据矿床赋存情况、开采技术条件以及矿区地形地貌，本矿床开采使用以前原有的场地，不新损毁、压占土地，不会造成土地的重复损毁。

(二) 已损毁各类土地现状

现关门沟铅锌矿是由三个探矿权于 2008 年整合而来，矿区内最早的采矿活动始于

1991 年，采矿活动延续至今，经过近 30 年的生产建设，目前矿山建设相对完善。矿区占地类型为乔木林地、采矿用地、农村宅基地、农村道路、内陆滩涂地等。根据现场勘查，矿区内对土地的损毁主要表现为采矿活动对土地的挖损及压占，包含现有采矿活动的影响及历史遗留采矿活动的影响。

现有采矿活动类型包括：关门沟沟口的 PD501 主平硐及旁侧的工业场地、堆矿场；银母寺河北岸的办公生活区（矿部）；关门沟内的爆破器材库及矿山道路，以上基础设施建设自建成以来一直为矿山采矿活动服务，在未来矿山服务年限内，将继续服务。

历史遗留的采矿活动类型包括：关门沟沟谷东侧半坡 Z1、Z2 渣堆及遗留的老硐 PD502、PD503 和坑口 MD7、MD9、MD10、MD18，由于年代久远，被遗留的老硐或坑口已自然恢复，与周边生态环境融为一体，现已不复存在。根据资料分析及现场调查，关门沟矿区现有采空区地面塌陷隐患范围 1 处，根据以上统计出矿区内已损毁土地面积，具体情况介绍如下：

1、废弃采矿硐口（坑口）

根据本次现状调查，矿区内已有近 30 年的矿业开采历史，除过现有的 PD501 坑口生产外，其余废弃老硐或坑口均已封闭，坑口附近的辅助设施已拆除，废渣已清运，已进行过覆土绿化，经过多年的自然恢复，已完全融入当地生态环境，对土地的损毁已基本恢复，本次调查核实，废弃采矿硐口（坑口）未对土地有所损毁。

2、Z1 渣堆

Z1 渣堆位于关门沟沟道内，沿沟道东侧斜坡堆放，高程 1376m，损毁土地面积 0.082hm²。Z1 渣堆对土地的损毁类型属于压占，损毁程度为重度。

Z1 渣堆已治理，矿山生产期内已不往此运输废渣，因此，Z1 渣堆不会造成现有损毁土地面积的扩大或重复性损毁。

3、Z2 渣堆

Z2 渣堆位于关门沟上游沟道内，沿沟道东侧斜坡堆放，高程 1400m，损毁土地面积 0.176hm²。Z2 渣堆对土地的损毁类型属于压占，损毁程度为重度。

Z2 渣堆已治理，矿山生产期内已不往此运输废渣，因此，Z2 渣堆不会造成现有损

毁土地地区面积的扩大或重复性损毁。

4、工业场地

工业场地主要位于关门沟沟口及两侧，高程 1221m，场地内有 PD501 主平硐，为矿山目前主要生产平硐，PD501 硐口两旁布置有值班房、空压房、配电室、临时工棚、运输铁轨、储矿槽等辅助生产设施（见第一章节照片 1-1、1-2、1-3 所示）。堆矿场位于工业场地西北侧，本项目为在生产矿山，采矿时一般沿矿脉开采，废石回填采空区，仅在场内临时堆放矿石，矿石会定期清运（见第一章节照片 1-4 所示）。

堆矿场内废渣及矿石较少，位置远离村庄，对银母寺河下游影响较小，堆矿场内废渣及矿石的堆放造成原始地表的损毁，并改变了原始地貌景观，对土地的损毁类型属于压占，损毁程度为重度。该堆矿场矿石定期清运，能满足矿山在剩余服务年限内的生产。因此，堆矿场不会造成现有损毁土地面积的扩大或重复性损毁。

工业场地为一直使用的生产场地，对土地的损毁主要是建筑物压占、车辆碾压、人员踩踏，场地内地表大部分进行硬化处理，毁坏了地表的生态植被，对土壤的可耕作层和肥力的影响程度较重，造成土壤板结、理化性状发生改变，占地面积约 0.323hm²，工业场地土地损毁类型属于压占，损毁程度为重度。

工业场地目前为采矿用地，建设前为乔木林地、河滩地。场地能满足后续生产需要，无需扩建，矿山生产期间不会造成现有损毁土地的面积扩大或重复性损毁。

5、办公生活区

办公生活区位于关门沟沟口西北侧 200 米处，处于银母寺河旁侧的滩涂地，高程 1221m，占地 0.216hm²。场地内布置有办公用房、生活用房、食堂等。场地内的部分房屋为当地的租用民房，部分为平整滩涂地新建的临时住房。

办公生活区对土地的损毁主要是建筑设施压占，毁坏了地表的生态植被，对土壤的可耕作层和肥力的影响程度较重，造成土壤板结、理化性状发生改变，办公生活区对土地损毁类型属于压占，损毁程度为重度。

已有的办公生活区能满足后续生产生活需要，不需扩建，不会造成现有损毁土地面积的扩大或重复性损毁。

6、爆破器材库

爆破器材库位于关门沟沟谷东侧高于沟谷 10 余米的半坡上，距关门沟沟口直线距离约 500 余米，场地内布置有炸药库、雷管库和值班室，占地面积约 0.413hm²，见第一章照片 1-7、1-8 所示。

炸药库对土地的损毁主要是建筑设施压占，毁坏了地表的生态植被，对土壤可耕作层和肥力的影响程度较重，造成土壤板结、理化性状发生改变，炸药库对土地损毁类型属于压占，损毁程度为重度。

该炸药库能满足后续生产需要，不需扩建，不会造成现有损毁土地面积面积的扩大或重复性损毁。

7、矿山道路

矿区进场道路直接利用现有村村通道路（沿坪路、核坪路、银坪路），宽约 4m，水泥路面，该道路经河口镇至龙口镇与 S212 省道陇凤路相接；矿山道路主要为 PD501 硐口场内道路和通往关门沟内道路，占地面积 0.189hm²，场内道路长 100m，通往关门沟内道路长约 1km，宽 3m，路面为碎石废渣铺垫，见本章节照片 3-12、3-13 所示。

矿山道路对土地的损毁主要是机械挖损、碾压和道路修筑，挖损与压占损毁了地表的生态植被，对土壤的可耕作层和肥力的影响程度较重，造成土壤板结、理化性状发生改变。矿山道路对土地的损毁类型属于挖损与压占，损毁程度为重度。

矿山道路能满足后续生产需要，不需新建道路，不会造成现有损毁土地面积面积的扩大或重复性损毁。

9、已损毁土地汇总

根据《中华人民共和国土地管理法》和国务院颁布的《土地复垦条例》，结合陕西省类似工程的土地损毁因素调查情况，参考各学科的经验数据划分的因素等级标准，采用主导因素法进行评价及划分等级，具体标准见下表 3-12 所示。

表 3-12 压占（占用）地损毁程度指标表

名称	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表变化	用地面积	<5hm ²	5 ~ 10hm ²	>10hm ²
	排弃高度	<5m	5 ~ 10m	>10m
稳定性	地表稳定性	很稳定	稳定	不稳定
生态变化	损毁土地利用类型	其它土地	园地、草地、林地	耕地

结合本项目的具体情况及现场调查数据,根据上述标准,已损毁土地面积 1.410hm²,其中 Z1、Z2 渣堆已经过治理,磅秤房已拆除,各类用地的损毁程度见表 3-13 所示,空间分布见附图 4 所示。

表 3-13 已损毁土地统计表 单位: hm²

一级编码	地类名称	二级编码	地类名称	工业场地	办公生活区	爆破器材库	矿山道路	磅秤房	Z1 渣堆	Z2 渣堆	小计
03	林地	0301	乔木林地						0.082	0.176	0.258
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.323	0.194	0.413					0.931
07	住宅用地	0702	农村宅基地		0.022			0.010			0.032
10	交通运输用地	1006	农村道路				0.189				0.189
合计				0.323	0.216	0.413	0.189	0.010	0.082	0.176	1.410
损毁程度				重度	重度	重度	重度	——	——	——	
备注								已拆除	已治理	已治理	

10、已损毁土地复垦情况

根据现场勘查，关门沟铅锌矿已对以往遗留的废弃坑口进行了封堵，对坑口附近的辅助设施已拆除，废渣已清运，并对废渣堆进行了覆土绿化，经过多年治理及恢复，包括自然恢复，目前这几处对土地及生态的损毁破坏已基本修复，地表植被恢复良好。

（三）拟损毁土地预测与评估

根据矿山的生产规划，预测随着矿业活动的进一步推进，加剧土地损毁主要表现为开采挖损、废石废渣堆积压占及采空区塌陷。

1、预测内容和方法

（1）预测内容

根据《土地复垦方案编制规程》的要求，结合本矿山开采进度计划，土地损毁预测内容包括矿山挖损和压占的土地的范围、面积和程度等。

（2）预测方法

土地损毁预测采用定量统计和定性描述相结合的方法进行。

（3）损毁土地程度预测分析

根据《中华人民共和国土地管理法》和《土地复垦规定》，把矿山土地损毁程度预测等级确定为3个标准，分别为一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）。损毁因素的具体等级标准根据矿山损毁因素的调查统计情况，参考已有的实际经验数据，采用主导因素法进行评价及等级划分。

①压占土地损毁程度分析

损毁土地评价具体标准见下表 3-14 所示。

表 3-14 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表

名称	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表变化	压占面积	<10hm ²	10~100hm ²	>100hm ²
	排土高度	<5m	5~8m	>8m

根据本矿山实际土地压占情况及后续生产计划，现有的生产、生活设施能保障矿山在服务年限内的正常生产，不需要新占土地，矿山在剩余服务年限内无压占土地损毁。

②塌陷区土地损毁程度分析

根据《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿产资源开发利用方案（变更）》，本矿区的矿床属于坚硬—半坚硬岩层工程地质条件简单的矿区。

矿体及矿体上盘围岩为含炭灰岩、生物灰岩，属坚硬—半坚硬岩石，稳固性较好，下盘围岩为含炭钙千枚岩，属半坚硬岩石，近地表强风化带和断层破碎带岩石其稳固性较差，一般矿体顶底板岩层较完整、稳定。矿体及围岩受构造的损毁影响较小，稳固性亦较好，采矿实践表明，在矿体和灰岩中掘进，不需支护，在矿体下盘千枚岩中掘进除近地表风化部分和断层破碎带岩石外，一般也不需要支护。环境地质条件属于良好型。只要矿山严格按设计开采，并加强安全管理与地质灾害监测，该矿的开采不会引起地质灾害，造成地表塌陷的可能性小。因此，将关门沟铅锌矿因继续开采所形成的采空区塌陷定为轻度损毁。

2、拟损毁土地面积预测

（1）压占损毁预测

本矿山在目前生产中，计划继续按照当前的采矿规模经营生产，不扩大开采规模，故生产工业场地、办公生活区等矿山设施保持目前的规模，即能保持矿山的正常运行，不需要扩大占地规模，不会造成新的土地损毁，扩大土地损毁面积。

矿山在目前及后续生产中，采出的矿石直接销售于地方的选矿厂，不单独建设选矿厂，所以矿山继续开采，产出的矿石不会造成大面积堆积，也不会因矿石加工产生尾矿。矿山开采时一般沿矿脉开采，废石产生量较少，且废石大多已回填井下采空区，堆矿场可满足生产期间废石堆放要求。因此，矿山在后续的生产中不会造成新的土地损毁，扩大土地损毁面积。

综上所述，矿山在服务年限内没有改变生产规模的计划，现有的生产、生活设施能保障矿山在服务年限内的正常生产，不需要新占土地，故矿山在剩余服务年限内无压占土地损毁。

（2）塌陷损毁预测

根据矿山实际生产情况及后续开采计划，关门沟铅锌矿后期开采 I-4 号矿体的剩余

部分，埋深较大，在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，仅可能会在局部地段出现凹陷。只要矿山严格按设计规范开采，并加强安全管理与地质灾害监测，矿体开采引发地质灾害的可能性较小，但不排除塌陷的可能，结合矿山开采计划及相邻矿区的经验，得出未来开采服务年限内塌陷区的面积为 10.492hm^2 ，损毁程度为轻度。

3、拟损毁土地汇总

综上所述，矿山按照目前的开采规模进行正常生产，已有设施完全能够保证在剩余服务年限内的正常运营。因此，矿山在不改变目前生产规模的前提下，在剩余服务年限内不需新占土地，对土地不造成新的压占损毁，但随着矿山向深部的开采，采空区地面塌陷的面积随之增大，预测拟损毁土地面积为 10.315hm^2 ，具体情况见下表 3-15 所示。

表 3-15 拟损毁土地统计表

单位： hm^2

一级编码	地类名称	一级编码	地类名称	采空区地面塌陷隐患	小计
03	林地	0301	乔木林地	8.969	8.969
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	1.161	1.161
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.034	0.034
11	水域及水利设施用地	1102	沟渠	0.151	0.151
合计				10.315	10.315
损毁程度				轻度	—
损毁方式				塌陷	—
损毁时间				2025 ~ 2028	—

4、损毁土地汇总

根据以上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 11.726hm^2 ，包括已损毁土地面积 1.410hm^2 ，拟损毁土地面积 10.315hm^2 ，已损毁、拟损毁土地汇总情况详见上表 3-15、3-17 所示。

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则及方法

地质环境保护与恢复治理分区是依据矿产资源开发利用方案、矿山地质环境问题类型、分布特征及其危害性，在充分考虑地质环境条件的差异并结合地质灾害危险性、含水层和水土环境污染及地形地貌景观现状评估和预测评估的基础上，选择适宜的评判指标和评估方法，根据国土资源部《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011），划分矿山地质环境保护与恢复治理分区。

（1）分区原则

矿山地质环境具有“自然、社会、经济”三重属性，因而矿山地质环境治理分区应遵循以下原则。

①“以人为本，以工程建设为中心，以生态环境可持续发展为目标”的原则。对人类生产、生活环境影响大，对矿山工程活动影响大的地质环境影响区作为重点防治区，其次为次重点防治区和一般防治区。

②“与矿山工程活动对地质环境影响及破坏程度相适应”的原则。对地质环境影响程度严重区划为重点防治区优先恢复治理，影响较轻区可划为一般防治区靠后安排恢复工作。

③“与矿山地质环境破坏引起的危害性相适应”的原则，即对矿山地质环境影响较严重或一般区段，若因环境破坏引发的危害性较大或极大，则应划为重点防治区优先恢复治理。

④遵循“谁开发，谁保护；谁破坏，谁治理”的原则，合理界定地质环境保护与治理责任范围。

（2）分区方法

在对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染和破坏现状与预测评估的基础上，根据防治难易程度，对矿山地质环境保护与治理恢复进行分区。选取地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法进行分区，分区判别标准表见下表 3-16。具体分区方法如下：

表 3-16 分区要素与判别标准一览表

分区级别	矿山地质环境影响程度	
	现状评估	预测评估
重点	严重	严重
次重点	较严重	较严重
一般	较轻	较轻

①以现状评估及预测评估结果为基础，按不同矿山地质环境问题及其对矿山地质环境的影响程度作为依据划分。

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

③同一区段内当不同问题评估结论不一致时，防治区级别以就高不就低原则确定。

2、分区评述

根据地质灾害危险性和矿山地质环境影响的级别，充分考虑地质灾害影响村庄居民及重要建筑物的程度和造成的损失大小来确定矿山地质环境保护的重要性，根据区内地质灾害危害对象、危害程度等因素，参照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 F 矿山地质环境保护与恢复治理分区表，将矿山地质环境保护与恢复治理区划分为 3 个级别 4 处区块，即重点防治区（A_H）2 处、次重点防治区（B_H）1 处、一般防治区（C_H）1 处，各区块的平面分布见附图 6，分区存在的地质环境问题及防治措施具体情况见下表 3-17，具体分述如下：

表 3-17 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明表

防治分区	面积 (hm ²) — 比例(%)	位置	现状地质环境 影响程度	预测地质环境 影响程度	存在的地质环境问题	防治措施
重点防治区 A _{H1}	0.323 — 0.79	工业场地	严重	严重	地质灾害影响程度较轻； 对含水层、水土环境污染影响较轻；工业场地的建设对地形地貌景观破坏严重；	加强监测工作；建筑物拆除后及时复垦
重点防治区 A _{H2}	0.413 — 1.01	爆破器材库	严重	严重	地质灾害影响程度较轻； 对含水层、水土环境污染影响较轻；爆破器材库的建设对地形地貌景观破坏严重；	设立警示牌加强监测工作；建筑物拆除后及时复垦

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

次重点防治区 B _{H1}	10.492 — 25.54	采空区地面 塌陷范围	较严重	较严重	采矿活动引发近地表采空区地面塌陷的可能性小，无明显威胁对象；采矿活动对地下含水层影响较轻；形成的采空区地面塌陷地段对地形地貌景观破坏较严重；对水土环境污染影响较轻	设立警示牌，刺丝围栏；加强采空区地面变形监测；对已塌陷区域进行修复
一般防治区 C _{H1}	29.852 — 72.67	评估区剩余 大部分地段	较轻	较轻	矿山活动对地质环境影响程度较轻，存在的地质环境问题少，危害程度较轻	加强监测工作；做好复垦养护工作

(1) 重点防治区

A_{H1} 区：包含关门沟沟口工业场地，面积 0.323hm²，占评估区总面积 0.79%。场地内现状无地质灾害，发生地质灾害的可能性小，危险性小；采矿活动对地下含水层影响较轻；场地建设对地形地貌景观破坏严重、对水土环境污染影响较轻。综合分析，区内采矿活动对矿山地质环境影响程度严重。

A_{H2} 区：指爆破器材库，面积 0.413hm²，占评估区总面积 1.01%。场地内现状无地质灾害，发生地质灾害的可能性小，危险性小；对地下含水层影响较轻；对地形地貌景观破坏严重；对水土环境污染影响较轻。综合分析，该分区对矿山地质环境影响程度严重。

(2) 次重点防治区

B_{H1} 区：指采空区地面塌陷隐患区，面积 10.492hm²，占评估区总面积 25.54%。采矿活动引发近地表采空区地面塌陷的可能性小，无明显威胁对象；采矿活动对地下含水层影响较轻；形成的采空区地面塌陷地段对地形地貌景观破坏较严重、对水土环境污染影响较轻。综合分析，区内采矿活动对矿山地质环境影响程度较严重。

(3) 一般防治区

C_{H1} 区：为评估区剩余大部分地段，面积 29.852hm²，占评估区总面积 72.67。该区原生土地类型主要为乔木林地，地貌为中山地貌，原生态地质环境条件较好，区内坡体植被覆盖率高，矿山工程建设对地质灾害、含水层、水土环境污染影响均较轻，矿山开采未扰动原生地貌形态，对地形地貌景观影响较轻。综合分析，区内采矿活动对矿山地质环境影响程度较轻。

（二）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，根据矿区地表设施用地情况及已损毁、拟损毁土地分析与预测结果，本项目损毁土地情况如下：

（1）生产建设项目损毁土地面积

土地损毁类型包括 5 个压占区、1 个塌陷隐患区，分别为 Z1 渣堆压占 0.082hm^2 、Z2 渣堆压占 0.176hm^2 、工业场地压占 0.323hm^2 、爆破器材库压占 0.413hm^2 、矿山道路压占 0.189hm^2 ，采空区地面塌陷隐患范围 10.492hm^2 ，其中 Z2 渣堆位于采空区地面塌陷隐患范围内。生产建设项目损毁土地面积共计 11.499hm^2 。

（2）永久性建设用地占地面积

土地损毁类型包括 2 个压占区，分别为办公生活区压占面积 0.216hm^2 、磅秤房压占面积 0.010hm^2 ，共计面积 0.226hm^2 ，其中，办公生活区为租赁当地民房，磅秤房已拆除，矿山闭坑后仅需退还民房即可。因此本项目无永久性建设用地。

（3）复垦区面积

复垦区面积=生产建设项目损毁土地面积= 11.499hm^2 。

2、复垦责任范围的确定

复垦责任范围是指复垦区中生产建设项目损毁土地以及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域之和扣除重叠部分构成的区域。

矿山生产建设项目损毁土地包括 Z1 渣堆、Z2 渣堆、工业场地、爆破器材库、采空区地面塌陷范围。Z1 渣堆、Z2 渣堆已完成复垦工作恢复为乔木林地。

永久性建设项目包括办公生活区、磅秤房、矿山道路，其中办公生活区为租赁当地民房，磅秤房已拆除，矿山道路维护后作为农村道路使用。

因此复垦责任范围为复垦区中生产建设项目损毁土地与不再续留使用的永久性建设用地范围之和，即复垦责任范围面积为工业场地、爆破器材库、采空区地面塌陷范围用地范围之和 11.228hm^2 ，复垦责任范围的具体构成见表 3-18 所示。

表 3-18 复垦区与复垦责任范围构成及面积汇总表

项目	损毁类型 (面积 hm ²)		损毁时间	复垦区	复垦责任范围
	塌陷	压占			
Z1 渣堆		0.082	已损毁/已治理	√	
Z2 渣堆		0.176	已损毁/已治理	√	
工业场地		0.323	已损毁	√	√
办公生活区		0.216	已损毁		
磅秤房		0.010	已损毁/已拆除		
爆破器材库		0.413	已损毁	√	√
矿山道路		0.189	已损毁	√	
采空区地面塌陷隐患	10.492		已损毁/拟损毁	√	√
合计	10.492	1.409			
小计	11.901			11.675	11.228

具体拐点坐标见下表 3-19 所示。

表 3-19 复垦区土地损毁面积及拐点坐标一览表

复垦区名称	面积 (hm ²)	CGCS2000 坐标系 (3 度带)	
		X 坐标	Y 坐标
Z1 渣堆	0.082		
Z2 渣堆	0.176		
工业场地	0.323		

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

办公生活区	0.216		
爆破器材库	0.413		
采空区地面塌陷隐患	10.492		

(三) 土地类型与权属

1、复垦区土地利用状况

(1) 土地利用现状

项目区总面积 11.901hm²，其中：复垦区面积 11.675hm²，复垦责任范围面积 11.228hm²，复垦区与复垦责任范围土地利用现状结构表见下表 3-20 所示。

表 3-20 复垦区及复垦责任范围土地利用现状结构表

一级地类		二级地类		损毁类型	损毁程度	复垦区		复垦责任范围		留续使用面积 (hm ²)
编码	名称	编码	名称			面积 (hm ²)	占比 (%)	面积 (hm ²)	占比 (%)	
03	林地	0301	乔木林地	压占	重度	9.227	80.25	9.145	81.45	0.000
				塌陷	轻度					
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	压占	重度	1.897	16.50	1.897	16.90	0.194
				塌陷	轻度					
10	交通运输用地	1006	农村道路	压占	重度	0.223	1.94	0.034	0.30	0.189
				塌陷	轻度					
11	水域及水利设施用地	1102	沟渠	塌陷	轻度	0.151	1.31	0.151	1.34	0.000
共计损毁土地面积 (hm ²)						11.499	100	11.228	100	0.415

复垦区用地范围涉及凤县 2023 年 1 月更新的 1:10000 土地利用现状标准分幅图 1 幅，图幅号为：I48G051080。将复垦区范围与土地利用现状图叠加分析，按《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）中地类划分统计，复垦区土地利用现状以二级地类划分为五个地类，分别为乔木林地、采矿用地、农村道路、沟渠。

复垦责任范围以乔木林地为主，面积 9.403hm²，占复垦区总面积 79.01%。Z1 渣堆及 Z2 渣堆已完成复垦工作，面积分别为 0.082hm²、0.176hm²，其中 Z2 渣堆位于塌陷隐患范围内；矿山道路闭坑后为当地留续使用地类，面积 0.189hm²，所以本次 Z1 渣堆及矿山道路占地面积合计 0.271hm²，将不计入复垦责任范围之列。

(2) 土地损毁程度

复垦区土地损毁形式主要为压占和塌陷两种类型。压占土地包括工业场地、办公生活区、爆破器材库、堆矿场、废渣堆等，占地面积大，以堆矿场及废渣堆为主，存在堆放高度高、占地面积大、重金属污染严重等问题，对土地损毁较严重；采空区塌陷发生的可能性较小，对土地损毁程度较轻。复垦区总面积 11.499hm²，其中：压占重度损毁土地 1.410hm²，塌陷轻度损毁土地 10.492hm²，复垦区即复垦责任范围土地损毁程度、损毁类型及损毁面积情况统计表见下表 3-21 所示。

表 3-21 复垦区及复垦责任范围土地损毁情况统计表

单位: hm²

区块划分	占地类型				工业场 地	爆破器 材库	矿山道 路	Z1 渣堆	Z2 渣堆	采空区 地面塌 陷范围	小计	备注
	一级地类		二级地类									
复垦区	03	林地	0301	乔木林地				0.082	0.176	9.145	9.227	Z2 渣堆 位于采 空区地 面塌陷 范围 内，小 计、合 计时已 扣除相 应面积
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.323	0.413				1.161	1.897	
	10	交通运输用地	1006	农村道路			0.189			0.034	0.223	
	11	水域及水利设 施用地	1102	沟渠						0.151	0.151	
合计					0.323	0.413	0.189	0.082	0.176	10.492	11.499	
复垦责任范 围	03	林地	0301	乔木林地						9.145	9.145	
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.323	0.413				1.161	1.897	
	10	交通运输用地	1006	农村道路						0.034	0.034	
	11	水域及水利设 施用地	1102	沟渠						0.151	0.151	
合计					0.323	0.413		0.082	0.176	10.492	11.228	
损毁类型					压占	压占	压占	压占	压占	塌陷		
损毁程度					重度	重度	重度	重度	重度	轻度		

(3) 农林草生产状况

矿区林地覆盖率约为 80%，乔木多以栎类为主，次为桦、松、漆、橡树等树种，沿河谷地零星分布有一些核桃、杨树、椿树；灌木多以马桑、狼牙刺、火棘、蔷薇、黄杨、酸枣刺等；林下植被以针茅、胡茅、昌蒲、羊胡草、蒿为主。

2、土地权属

复垦区土地均为陕西省宝鸡市凤县坪坎镇银母寺村集体所有，土地权属宝鸡市凤县坪坎镇银母寺村。整个矿区土地权属状况清晰，无纠纷，复垦区土地权属情况见下表 3-22 所示。

表 3-22 复垦区土地利用权属表

权属		土地地类及面积 (hm ²)				
		03 林地	06 工矿仓储用地	10 交通运输用地	11 水域及水利设施用地	合计 (hm ²)
		0301 乔木林地	0602 采矿用地	1006 农村道路	1102 沟渠	
陕西省宝 鸡市凤县	坪坎镇 银母寺村	9.227	1.897	0.223	0.151	11.499
合计		9.227	1.897	0.223	0.151	11.499

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

通过现状与预测分析，评估区内现存及预测的地质环境问题主要有：地下开采引起的采空区地面塌陷隐患、采空区地面塌陷诱发的关门沟泥石流灾害、生产生活对地形地貌景观破坏方面。本方案提出的地质灾害治理、地形地貌景观修复，含水层、水土环境污染监测均有相对成熟的技术支撑，并适合评估区矿山地质环境治理工程。

对矿区采矿引发的采空区地面变形、塌陷以变形监测为主，发现地面强烈变形、裂缝甚至发生塌陷灾害时，立即采用立警示牌、修防护围栏和塌陷坑及裂缝充填方式防治。

在汛期加强监测，如注意天气变化情况、水源、渣堆稳定性等。

矿区生产生活对周边水土环境污染预测评估影响程度较轻，因此，重在做好井下水质、水量监测，避免水质污染，确保井下外排水质不受污染和矿区水土环境安全达标。

矿区生产生活将会影响到原生态地形地貌，对地形地貌景观恢复治理工程主要可采取覆土绿化、植被恢复等工程。

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

（二）经济可行性分析

本方案矿山地质环境治理工程主要包括地质灾害防治工程、地形地貌景观破坏恢复治理工程、水土环境污染问题以及地质环境监测工程。对于矿山地质环境问题进行综合分析预算，预算资金在矿山可承受范围之内，并且，本方案治理项目启动后，矿山地质环境治理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，可在一段时间内解决当地的部分劳动力就业问题，增加当地居民收入。

从“矿产资源开发利用方案”中技术经济分析看，该矿生产吨矿石总成本为 551.64 元，吨矿石生产净利润为 48.36 元，高于矿山应投资的地质环境治理费 18.91 元/吨矿石，由此可见矿山后续投入的地质环境保护与土地复垦费用在矿山生产总成本占比较低，对矿

山经济效益的影响较小，产生的社会效益和环境效益明显，经济可行。

本方案矿山地质环境治理工程实施后可消除安全隐患，恢复评估区人民群众及矿山企业的人居环境及工业、农业生产环境，保障矿区职工及附近人民群众的社会、经济活动的正常开展。因此，综合分析其在经济上可行。

（三）生态环境协调性分析

1、对水资源影响分析

矿山矿坑水经三级沉淀池处理后通过管道返回用于井下湿式凿岩、工业场地、废石场等降尘洒水，不外排。对工业场地可能产生污染的地面（如矿石堆场、矿仓）采取硬化措施，防止污水下渗进入地下水环境。矿山生活区设旱厕收集生活粪便，生活污水排放量较小，废水经沉淀处理后用于生活区及周围绿化、废石场防尘洒水等，不外排。

因此，矿山正常生产活动不会造成矿区地表水体和地下水源污染，对矿区水资源影响较轻，对矿区地质、生态环境影响较轻。

2、对土壤资源影响分析

在矿山建设、生产过程中，采矿需要用地切坡平基，使地表土层挖损损毁，破坏地表土壤结构和植被生态，使土壤丧失原有部分或全部功能，植被枯死，甚至水土流失严重。

采矿过程中的废渣堆放、临时矿场矿石堆放和转运、工业场地及生活区内建筑物长期压占和机械设备的碾压，会使场地内土壤空隙变小，饱和含水量下降，土壤保水保肥性能减弱，同时也破坏了微生物适宜的生存条件，影响生物与土壤间的物质交换，减少了微生物作用产生的腐殖质。由于腐殖质缺少，会使土壤中有机质含量下降，使土壤的生产能力降低，进而影响到土壤对植物资源养分的供应，影响植物资源的发育和生长，使矿区土地质量严重受损，并造成一定程度的水土流失。

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

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

建矿区生态环境。

3、对生物资源影响分析

矿区内及附近由于受人类活动影响，尤其是受矿业开发的影响，干扰了地区自然生态环境，野生动物明显减少，已多年未发现重点保护动物和大型兽类，一般常见的野生动物有野兔、蛇、鸟类等。矿山开采人员活动和机械噪声等将会使矿区及周围局部范围内野生动物的迁移，对野生动物的生存环境产生轻微的不利影响。但矿山对动物种类多样性和种群数量基本没产生影响，更不会导致多样性降低。

调查区内没有发现国家及地方重点保护的野生植物或古树名木，不涉及自然保护区、风景名胜等生态环境敏感区。建设破坏的植被主要为栎类硬阔叶树种、草丛等，均属于该地区植物区系的常见种或广布种。矿山损坏的土地类型主要为乔木林地、灌木林地、河滩地，无耕地。

矿山开采期间，矿区土地不同程度地遭受损毁，生态环境处于受损状态。对损毁土地可通过土地重构和植被重建，逐步恢复土地的生态功能，恢复矿区的青山绿水和地体生产力。随着矿区人工生态系统的建立，将使原来的天然生态系统变成人工干扰和自然修复的复合生态系统，逐渐替代原来的自然生态系统。复合生态系统的结构和功能在逐步修复中不断接近原生自然生态系统，为矿区生物资源提供适宜的生态栖息环境。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

复垦区土地总面积 11.499hm²，其中：乔木林地 9.227hm²、采矿用地 1.897hm²、农村道路 0.223hm²、沟渠 0.151hm²，复垦区全部土地权属陕西省宝鸡市凤县坪坎镇银母寺村集体所有。

（二）土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据土地利用总体规划及相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土地复垦单元。土地复垦适宜性评价是确定损毁土地复垦方

向的前提和基础，为复垦技术的选择提供参考，指导土地复垦工程的设计，本次适宜性评价主要是评价待复垦土地相对于农、林（园）、草利用方向的适宜性。

1、土地适宜性评价原则

对于生产建设项目损毁土地的复垦方向，最高标准应该是不留生产建设的痕迹，也就是完全恢复原地形地貌和原土地利用类型和水平。具体复垦规划与实践中，土地复垦方向尽可能与原（或周边）土地利用方式（或土地利用总体规划）保持一致。对于不能恢复原土地利用类型和损毁的未利用土地的适宜性评价应在找出主导限制因素的前提下，按照因地制宜、农用地优先和符合当地土地利用规划的原则进行土地复垦适宜性评价。因此，本方案土地复垦适宜性评价具体包括以下原则：

（1）符合土地利用总体规划，并与其它规划相协调

土地利用总体规划是从全局和长远的利益出发，以区域内全部土地为对象，对土地利用、开发、整治、保护等方面所作的统筹安排。土地复垦适宜性评价应符合土地利用总体规划，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源。同时也应与其它规划（农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等）相协调。

（2）因地制宜，农用地优先的原则

土地的利用受周围环境条件制约，土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁土地前后拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧。损毁的农用地复垦时应尽可能恢复土地利用类型，宜农土地应优先用于农业。《土地复垦条例》第四条规定，复垦的土地应当优先用于农业。

（3）自然因素和社会经济因素相结合原则

进行复垦责任范围内被损毁土地复垦适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等）。确定损毁土地复垦方向需综合考虑复垦区自然、社会经济因素以及公众参与意见等。复垦方向的确定也应该类比周边同类项目的经验。

（4）主导性限制因素与综合平衡原则

影响损毁土地复垦利用的因素很多，如塌陷、土壤、水源、土壤肥力、坡度以及灌

排条件等。根据复垦区自然环境、土地利用和土地损毁情况，分析影响损毁土地复垦利用的主导性限制因素，同时也应兼顾其它限制因素。

（5）综合效益最佳原则

在确定土地的复垦方向时，应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳的利用方向，根据土地状况是否适宜复垦为某种用途的土地，或以最小的资金投入取得最佳的经济、社会和生态环境效益，同时应注意发挥整体效益，即根据区域土地利用总体规划的要求，合理确定土地复垦方向。

（6）动态和土地可持续利用原则

土地损毁是一个动态过程，复垦土地的适宜性也随损毁等级与过程而变化，具有动态性，在进行复垦土地的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确定复垦土地的开发利用方向。复垦后的土地应既能满足保护生物多样性和生态环境的需要，又能满足人类对土地的需求，应保证生态安全和人类社会可持续发展。

（7）经济可行与技术合理性原则

土地复垦技术方案应能保证项目区土地复垦工作顺利展开、复垦效果满足相应地类《土壤环境质量标准》（GB15618—2018）要求和《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）要求。

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

2、土地适宜性评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调查分析复垦区自然条件、社会经济状况以及土地利用状况的基础上，依据国家和地方的法律法规及相关规划，综合考虑土地损毁分析结果、公众参与意见以及周边类似项目的复垦经验等，采取切实可行的办法，确定复垦利用方向。土地复垦适宜性评价主要依据包括：

（1）相关法规和规划

- ①《中华人民共和国土地管理法》，主席令第 28 号，2004 年 8 月 28 日；
- ②《土地复垦条例》，国务院第 592 号令，2011 年 3 月 5 日实施；
- ③《土地复垦条例实施办法》（国土资源部第 56 号令，2013 年 3 月 1 日实施）
- ④《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2017 年 3 月 1 日起实施）；
- ⑤《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》（陕西省人民政府令第 173 号，2013 年 12 月 1 日施行）。

（2）相关规程和标准

- ①《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036—2013）；
- ②《土壤环境质量标准》（GB15618—1995）；
- ③《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012-2000）；
- ④《陕西工矿废弃地复垦利用试点管理办法》（陕国土资发〔2014〕3 号等）。

（3）其它

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

3、适宜性评价的方法及流程

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

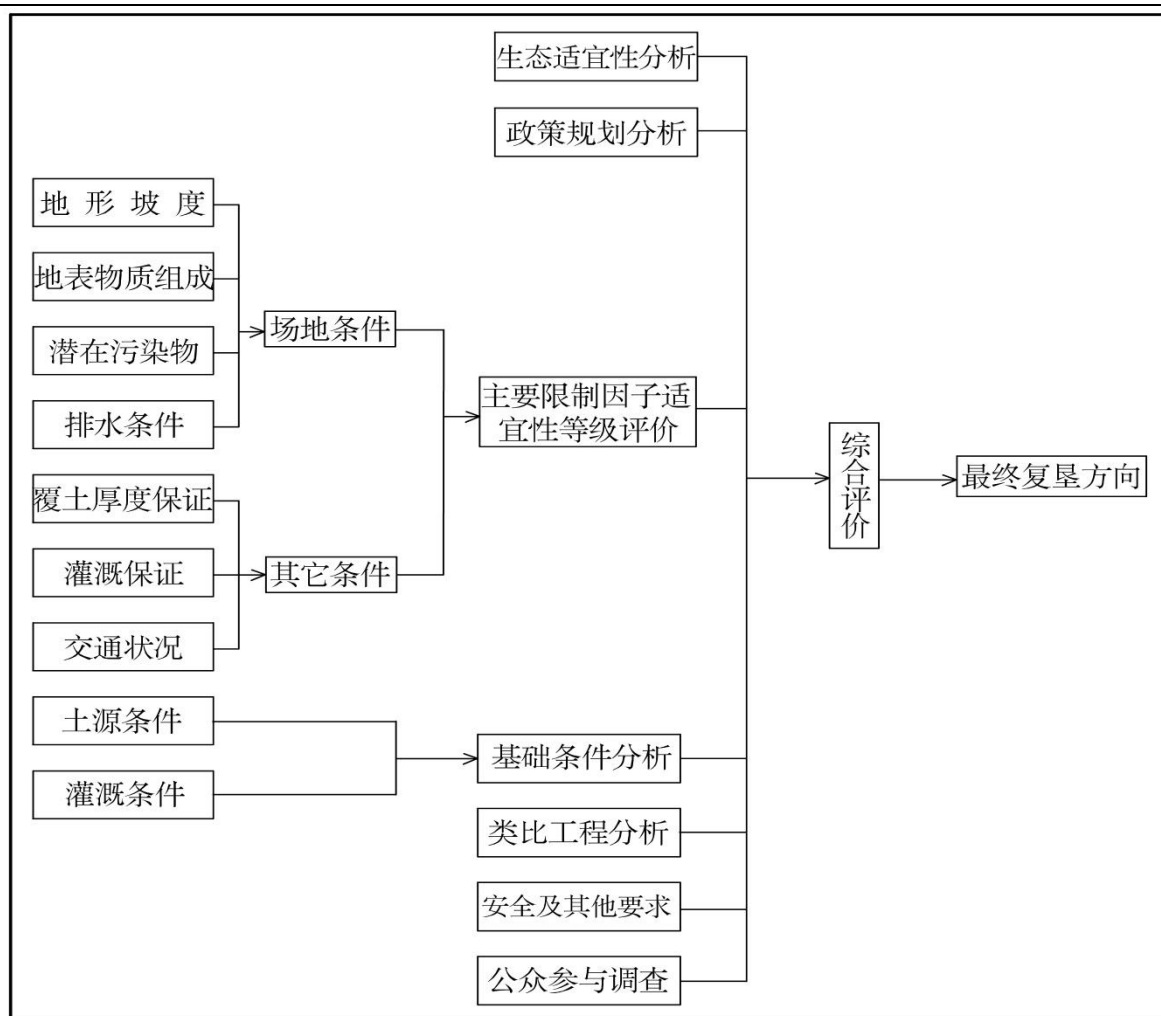


图 4-1 土地复垦适宜性评价的基本流程图

4、适宜性评价对象、范围和评价单元划分

（1）适宜性评价对象、范围的确定

根据矿山已损毁土地现状调查和拟损毁土地预测，确定评价范围为复垦责任范围，评价对象为复垦责任范围内的工业场地、爆破器材库、采空区地面塌陷隐患（与 Z2 渣堆重叠部分纳入采空区地面塌陷进行适宜性评价），土地适宜性评价范围面积为 11.228hm²。

（2）适宜性评价单元的划分

评价单元是土地的自然属性和社会经济属性基本一致的空间客体，是具有专门特征的土地单位并用于制图的基本区域。本方案以地貌单元及土地损毁类型的一致性、土地复垦方向与工程技术类似性为依据，同时参考复垦土地地形地貌、损毁类型、损毁程度、

损毁时序、限制性因素、复垦前土地利用情况等要素综合划分项目区土地复垦适宜性评价单元。

根据关门沟铅锌矿实际情况，将评价区土地复垦适宜性评价划分为 Z1 渣堆、Z2 渣堆、工业场地、爆破器材库、采空区地面塌陷隐患（与 Z2 渣堆重叠部分纳入采空区地面塌陷进行适宜性评价）等 3 个参评单元进行评价，评价单元划分见下表 4-1 所示。

表 4-1 土地复垦适宜性评价单元划分表

编号	参评单元	原地类	损毁程度	评价面积 (hm ²)
1	工业场地	采矿用地	重度	0.323
2	爆破器材库	乔木林地	重度	0.413
3	采空区地面塌陷隐患	乔木林地	轻度	10.492
合计				11.228

5、初步复垦方向的确定

按照所遵循的评价原则和依据，对各评价单元的适宜性进行初步分析，并充分考虑评价单元损毁前土地利用类型，根据复垦区的自然概况、社会经济状况、土地损毁程度、损毁前后的土地利用状况、与周边土地的相适应性、相关规划及土地权利人公众意愿、周边同类项目的类比分析等方面进行分析，初步确定复垦区各单元的复垦方向。

（1）土地复垦相关因素分析

①自然因素分析

项目区位于陕西省宝鸡市凤县坪坎镇银母寺村，矿区属秦岭山脉南麓西段中山区，山脉走向近东西，矿权基本分布在银母寺河南岸、关门沟沟谷东侧半山坡—梁顶位置，区内海拔 1340~1660m，最大高差 320m。关门沟沟谷多呈“V”字型，山体坡度在 30°~75°之间，区内山势陡峻，沟壑纵横，属中度切割的侵蚀构造中山地形。矿区属暖温带湿润大陆性季风气候，具明显的山地气候特征，垂直分带明显，降水量具有明显的地域不均性；区内多年平均气温 11.5℃，7 月最热，平均气温 21.8℃，极端最高气温 37.3℃，1 月最冷，平均气温-1.1℃，极端最低气温-16.5℃；年平均日照时数 1940.5h，平均初霜始于 10 月 20 日，晚霜终于次年 4 月 14 日，年平均无霜期 188 天，最多年份 227 天，

最少年份 154 天；冻土始于 11 月 20 日，解冻期平均在次年 3 月 19 日，最大冻土深度 39cm，历年冬季最大冻土深度平均 26cm；年平均结冰期 100 天；全年多盛行东风和西南风，年平均风速 1.8m/s；年平均蒸发量 1360mm。通过分析 1975~2018 年间降雨量，矿区年平均降雨量 626.6mm，年最大降雨量 812.5mm，年最小降雨量 207.4mm。每年降水量极不均匀，最大降水量多出现在 6~9 月，大多数年份降水集中在 8、9 两月。1~7 月降水呈现锐增趋势，8 月至翌年 1 月呈锐减趋势，12 月最少，平均 12mm，8 月最大，峰值平均 135.9mm，该峰值为 44 年间 8 月份平均值。降雨的另一个特征是垂直变化大，随海拔高程的增加而增大，区内植被发育，以乔木林地为主，其次为人工草地等。

项目区内土壤类型比较复杂，种类主要有褐土和棕壤土，土壤多呈中性至微酸性，pH 值在 6~7 之间，粗骨质强，细土物质少，土壤新生体少见，盐基不饱和，有效土层厚度 > 100cm。农业土壤以褐土为主，主要分布在农村居民点附近，以河谷两岸、低山缓坡面积最大，多在 1400m 以下，林业土壤以棕壤土为主，主要分布在 1700m 以上。分析认为项目区地高坡陡地段，适宜复垦成乔木林地，沟底及山地缓坡处适宜复垦为草地。

②社会经济条件分析

本区地处秦岭南麓山区，工作区周边住户相对集中，除关门沟沟口西北侧有 2 户常住村民、附近有矿山工作人员 20 余人外，其它地段无人居住。该区经济以农牧业和采矿业为主，工区耕地较少，农作物主要有玉米、大豆、土豆等；经济作物有核桃、板栗、药材等；农牧业以养殖山羊和黄牛为主。矿区内林木茂盛，以常绿松栎林及阔叶~针叶混生林为主。工业主要为矿业开发，中型矿山有陕西省有色金属银母寺铅锌矿，另有数家个体矿山开发企业，主要矿种为铅锌，矿业开发已经成为本区主要工业经济支柱。

③政策因素分析

根据《陕西省宝鸡市凤县土地利用总体规划》，项目区规划土地类型以林地、旱地、采矿用地为主。结合矿区开采活动预测造成的土地损毁状况及特征，认为矿区土地复垦的方向以农用地优先，次为林地、草地。

④公众意见分析

为了使凤县关门沟铅锌矿项目土地复垦评价工作更具民主化、公众化，在方案编制过程中，遵循公众广泛参与的原则，向广大公众征求意见。

1) 项目区内村民和村集体意见

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

2) 宝鸡市凤县相关政府部门参与情况

凤县自然资源局、林业局、坪坎镇政府等部门在听取业主及编制单位汇报后，提出以下几点要求及建议：

第一：要求项目区确定的复垦土地用途须符合坪坎镇政府土地利用总体规划。

第二：根据项目区复垦技术论证实际情况，复垦方向为林地、草地。

第三：建议严格按照本方案及相关政府批复开展土地复垦工作，做好土地复垦工程施工及验收，保证复垦资金落实到位，以上意见本方案已采纳，相关调查资料见附件。

(2) 土地复垦初步方向的确定

在详细调查项目区土地资源特性的基础上，结合公众意见和当地的土地利用总体规划，按照土地拟损毁程度和对土地利用的限制因素，初步确定矿区土地复垦方向以耕地、林地优先为原则。通过分析，结合《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦项目竣工总结报告》，将工业场地、爆破器材库复垦方向为乔木林地，采空区地面塌陷隐患范围中采矿用地复垦方向为乔木林地，其余地类复垦方向为原地类，具体复垦方向分析见下表 4-2 所示。

表 4-2 待复垦土地初步复垦方向分析表

评价对象	损毁类型	损毁等级	土地利用现状	复垦初步方向
工业场地	压占	重度	采矿用地	乔木林地
爆破器材库	压占	重度	采矿用地	乔木林地
采空区地面塌陷隐患	塌陷	轻度	乔木林地、采矿用地 农村道路、沟渠	乔木林地 农村道路、沟渠

6、评价体系和评价方法的选择

(1) 评价体系确定

由于矿区地形地貌、土地类型、土地质量总体比较单一，土地利用类型以乔木林地为主。区内基本不存在土地质量下的细分土地限制型，因此本方案土地适宜性评价采用三级评价体系，即土地适宜类分为适宜、暂不适宜和不适宜三类，类别下再续分土地质量等级。其中适宜类续分土地质量等级为1等地、2等地、3等地，暂不适宜类和不适宜类不续分，统一标注为N。

(2) 评价方法选择

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

极限条件法的计算公式： $Y_i = \min(Y_{ij})$

式中： Y_i —第*i*个评价单元的最终分值；

Y_{ij} —第*i*个评价单元中第*j*参评因子的分值。

7、适宜性评价指标体系和标准的建立

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

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

评价等级标准：本方案参考《土壤复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)、《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T 1007-2003)、《土壤环境质量标准》(GB15618-2018)中相关土地限制因子指标阈值，确定各评定指标的分级或评判标准，具体划分等级标准见下表4-3所示。

表 4-3 凤县关门沟铅锌矿土地复垦主导限制因素的农林草等级标准

限制因素及分级指标		耕地等级	林地等级	草地等级
(堆积)地面坡度(°)	≤5	1	1	1
	6~15	2	1	1
	15~25	3	2	2
	>25	N	3 或 N	2 或 3
覆盖/原始土层厚度(cm)	>80	1	1	1
	50~80	2	2	1
	30~50	3	3	2 或 3
	<30	N	N	N
地表土壤质地	壤质及粘土质	1	1	1
	砂壤质、粘土质、砾质土(含砾≤15%)	2 或 3	1 或 2	2 或 3
	砂土或砾质土(含砾≤25%)	N	2 或 3	3 或 N
	石质或砾质土(含砾>25%)	N	N	N
排灌条件	附近有灌溉水源保证足、排水条件好	1	1	1
	灌溉水源保证差,排水条件好或一般	2	1	1
	排灌条件不好,对植被生长影响中等	3	2 或 3	2 或 3
	无灌或排条件,对植物成活、生长影响大	N	N	N
堆积物毒性	无化学有害物质	1	1	1
	有少量化学有害物质,造成产量下降<20%,农副产品达食用标准	2	1	1
	有化学有害物质,造成产量下降20%~40%,农副产品达食用标准	3	2	2
	有化学有害物质,造成产量下降>40%,或农副产品不能食用	N	3	3
土源保证率(%)	100	1	1	1
	80~100	1 或 2	1	2
	50~80	3	2 或 3	2 或 3
	<50	N	N	N

8、适宜性等级的评定

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿项目复垦土地经过整理后,将具有一定的生产力,但由于各评价单元条件不同,适宜性也不同。通过将参评单元土地质量与待复垦土地主要限制因素的农、林、草评价等级标准进行配比,得出凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿

项目复垦土地适宜性评价结果如下表 4-4 所示。

表 4-4 关门沟铅锌矿复垦责任范围内土地复垦适宜性等级评定一览表

评价单元	土地质量状况						适宜性评价			主要限制因子	备 注
	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		
工业场地	≤5	0.5	多砾质砂壤土含砾 15~25%	一般	无	100	不适宜	2 或 3 等	3 或 N 等	砾石含量	复垦为林地：场地清理、平整、覆土、翻耕、植被恢复。
爆破器材库	6~15	0.5	含砾质砂壤土含砾 15~25%	一般	无	100	不适宜	2 或 3 等	3 或 N 等	砾石含量	复垦为林地：翻耕、植被恢复。
采空区地面塌陷隐患	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	复垦为林地：表土剥覆、裂缝填充、植被恢复

9、最终复垦方向的确定

最终复垦方向的确定需要综合考虑多方面的因素，包括自然条件、交通条件、土地利用规划、生态环境、政策、公众意见等。本项目损毁土地最终复垦方向主要依据适宜性评价结果，同时参照复垦单元的立地条件、原地类型、公众意见和土地利用总体规划等因素综合确定，优先复垦为耕地，不仅要考虑复垦单元的自然条件、交通条件等因素，还应考虑所在地的社会因素。基于当地群众意愿优先复垦为林地和耕地，以及复垦地块

后续利用的可行性及与现状条件相符合的综合考虑，同时，考虑项目区各个临时用地地块的交通条件、自然条件、土地利用现状差异、距离居民点距离不同等问题，最终确定乔木林地最为合理可行，使复垦地块的后续利用较为方便。根据上表 4-4 复垦责任范围内土地复垦适宜性等级评定结果，在征询复垦责任人（矿山企业）、土地权益人（银母寺村村民委员会及村民）意见后，最终确定各评价单元的土地复垦方向。

10、复垦单元划分

复垦单元的划分是根据土地适宜性评价的结果，结合损毁单元和适宜性评价单元进行的。复垦单元的划分将从工程学角度划分，将采取的复垦措施和标准一致的单元作为一个复垦单元，按照适宜性评价的结果，复垦责任区的复垦单元划分见下表 4-5 所示。

表 4-5 凤县关门沟铅锌矿土地复垦利用方向结果表

序号	评价单元	复垦利用方向	土地面积 (hm ²)	复垦单元
1	工业场地	3 等乔木林地	0.323	工业场地
2	爆破器材库	3 等乔木林地	0.413	爆破器材库
3	采空区地面塌陷隐患	3 等乔木林地	10.492	采空区地面塌陷范围

11、复垦前后土地利用结构对比

复垦区土地利用现状与复垦后土地结构调整对比表见下表 4-6 所示，从表中可以看出，复垦后乔木林地有所增加，符合项目区发展农业经济的整体规划思路。

表 4-6 复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		变幅 (%)
				复垦前	复垦后	
03	林地	0301	乔木林地	9.145	10.306	122.70
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	1.161	0.00	-100
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.034	0.034	0
11	水域及水利设施用地	1102	沟渠	0.151	0.151	0
合计				11.228	11.228	

（三）水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

(1) 需水量计算

复垦管护需水量：根据《陕西省行业用水定额》（DB61/T943-2014），项目区属于丘陵山区，水文年按照中等年考虑，林、草地灌溉定额每年为 $60\text{m}^3/\text{亩}$ ，项目区复垦面积为 11.228hm^2 。项目土地复垦年用水量为 10105.2m^3 ，平均每天用水量为 27.69m^3 。

(2) 水资源供需平衡分析

项目区属秦岭南麓山地，属温带湿润大陆性季风气候，昼夜及四季温差较大，具明显的山地气候特征。全年雨量充沛，降水多集中在 7~9 月份，年平均降水量 626.6mm ，但不均匀，夏、秋两季雨量占全年降雨量的 80% 左右，冬、春季干旱。项目区植被较为发达，林木生长茂盛，关门沟沟道、银母寺河道两侧树木杂草丛生，林草覆盖率高。根据矿区周边种植经验，只要选择合适的时机种植林草，基本不需要人工浇水，只需平时加强人工调查，及时补栽，足以保证林草成活率。

2、土资源平衡分析

本方案的分析的土壤资源平衡主要针对表土资源，对于重建植被成活以及农田植被生产力有重要意义，主要包括土源供给量分析和需土量分析。

(1) 表土需求量分析

本项目需要进行覆土复垦的区域为工业场地、爆破器材库、采空区地面塌陷隐患范围等。根据适宜性评价相关要求，旱地、林地覆土厚度 50cm ，本方案的表土需求量为 3682m^3 ，具体情况见下表 4-7。

表 4-7 表土覆盖量计算

序号	复垦对象	复垦方向	复垦面积 (hm^2)	平均覆土厚度 (m)	需用土方量 (m^3)
1	工业场地	乔木林地	0.323	0.5	1615
2	爆破器材库	乔木林地	0.413	0.5	2067
3	采空塌陷隐患区	乔木林地	1.049	挖高垫低，就地取土	——
合计					3682

采空区地面塌陷隐患范围，因采矿过程中保留有安全矿柱，采矿基本沿矿脉开采，预测地表塌陷宽度小、深度较小，土地复垦只需挖高填洼、坡面整理和适时补种树苗或撒播种子即可达到目的，不需要外运覆土。

（2）表土供给量分析

矿山开采历史已有近 30 余年，所以矿山建设时所剥离的表土资源已经损耗殆尽，复垦期矿山无法自身提供所需要的表土供给。

（3）土源平衡分析

本项目复垦需表土资源 3682m³，所需土源矿山无法提供。根据现场实际，本方案不单独建立取土场，通过外购土源的方式解决，土方由坪坎镇银母寺村提供（附件 12）。

（四）土地复垦质量要求

1、制定依据

根据中华人民共和国国务院《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日起实施）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）、《土壤环境质量标准》（GB15618-2018），结合本项目自身特点，制定本方案土地复垦质量要求。

2、矿区土地复垦工程质量通用要求

（1）与国家土地资源保护与利用的相关政策相协调。

（2）企业应按照发展循环经济的要求，对矿山排弃物（废渣、废石、废气）进行无害化处理。

（3）重建后的地形地貌、生物群落与当地自然环境、景观相协调。

（4）保护生态环境质量，防止次生地质灾害、水土流失、土壤二次污染等。

（5）兼顾自然、经济社会条件，选择复垦土地的用途，综合治理，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜建则建，条件允许的地方，优先复垦为农用地。

（6）经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

（7）坚持“边损毁，边复垦”原则。

3、生态恢复通则

（1）用于农业种植

①选择适应性、抗逆性强的优良品种。

②灌溉水源水质符合《农田灌溉水质标准（GB5084-85）》。

③农作物无不良生长反映，有持续生长能力。

④粮食及作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准（GB2715-81）》。

⑤三年后复垦区单位面积经济学产量不低于当地中等产量水平。

（2）用于林业

①选择适合于当地种植的乡土树种和抗逆性能好的树种。

②实行草、灌、乔套种混播。

③三年后植树成活率 70%以上，郁闭度 30%以上。

（3）用于牧业

①选择抗旱、抗盐碱和抗贫瘠的优良草种。

②多种草类混合种植。

③有防治病虫害措施和防止退化措施。

④三年人工草地覆盖率 70%以上，单位面积产草量不低于当地水平。

⑤具有生态稳定性和自我维持力。

4、土地复垦质量要求

（1）林地复垦质量标准

工业场地、爆破器材库、采空区地面塌陷隐患范围内采矿用地拟复垦成乔木林地，土地复垦质量标准为：

①土壤质量：有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.50\text{g/cm}^3$ ，砾石含量 $\leq 25\%$ ，土壤 PH 为 6.0~8.5，有机质含量 $\geq 0.5\%$ 。

②树种选择为适宜本地生长的品种（刺槐、油松、紫穗槐），林间可适当撒播草籽，草种选择适宜本地生长的白三叶，参照《造林技术规程》（LY/T1607-2003）中黄河中上游区公益林适宜初植密度标准（1000~3000 棵/ hm^2 ），确定本单元初植密度 1600 棵/ hm^2 。

③配套设施：道路达到当地各行业工程建设标准要求。

④刺槐、油松、紫穗槐 3 年后成活率达到 95%以上，林木郁闭度 ≥ 0.3 。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿生产引发的矿山地质环境问题为：地形地貌景观受影响，地质灾害及地面塌陷，含水层、水土环境污染影响，以及土地资源损毁，以下针对不同地质环境及土地利用问题提出恢复治理工程。

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

1、目标

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

2、任务

（1）避免和减缓地面塌陷及其伴生的地质灾害造成的损失，对影响较严重的地段进行维修治理，并加强监测。

（2）避免和减缓含水层受影响或破坏、地下水水位下降，维持评估区及周围生产、生活供水。

（3）避免和减缓对地形地貌景观的影响。

（4）避免和减缓对水土环境的影响和破坏。

（5）避免和减缓对土地损毁，对受影响和损毁的土地进行土地复垦，使其恢复原貌或适宜用途。

（6）在后期及时关闭生产生活区及矿山附属设施，并对其进行治理，减缓对地形地貌影响。

（7）维护和治理项目区及周围地区生态环境，建设绿色矿业。

（二）主要技术措施

为了使工程在建设和运营中能有效地保护矿山地质环境，同时对土地的损毁减少到

最小程度，按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，结合本矿生产和建设特点、性质以及区域的环境特征，分别根据矿山地质环境类型和对土地损毁程度提出相应的预防控制措施。

1、矿山地质灾害预防措施

①对新发现的地质灾害应及时进行治疗，消除安全隐患。

②在存在地质灾害隐患区开展工程施工，尽可能先治理后施工；若不能及时治理，又无法采取避让措施时，应设立警示牌、监督预警岗。

③工程施工避免大面积开挖坡脚、不稳定坡体加载引发的滑坡灾害，无法避让时，应做好工程设计及预防措施。

④加强区内巡查与监测，定期定时对可能发生灾害的区域进行巡查监测，特别雨季应加大频率，若发现异常应及时上报。

⑤定期清理矿区渣堆，做好相应的护坡、排水、绿化措施，避免引发地质灾害。

⑥疏通区内排水，清除沟谷渣堆，消除诱发泥石流的物源、水源条件。

⑦做好全矿区的地质灾害监测预警工作，发现灾情及时撤离。

⑧在矿山开采的过程中，应加强对采空区及废弃巷道的回填与封堵工作，及时进行回填封堵。

⑨做好地下采空区范围及变形状况的实时监测。

⑩定期开展对地表塌陷变形的监测预警工作，发现有塌陷迹象时应及时开展灾害防治工作。

2、对含水层的保护措施

（1）采取保护性开采技术，优化开采方案，采用保水采矿技术，合理设计开采参数。设计和优化最佳的顶板管理方案，搞好采空区处理减少对含水层结构破坏，延缓水位下降速度。

（2）地下开采掘进中，如遇到导水性较强的地下含水层时，可采用帷幕注浆隔水、灌浆堵漏、防渗墙等工程措施阻水，堵截含水层中地下水的溢出，减少疏干排水量。对于揭穿含水层的井巷工程，应采取止水措施，防止地下水串层污染。

(3) 对裂缝应及时回填,防止地表水体漏失进入矿坑,并选择合适的无污染材料对裂缝进行回填。做好井下水文地质观测及矿井涌水量观测,对地下水水质进行定期监测。

(4) 在矿坑水排出过程中,修筑排水沟、引流渠,对开采废石堆场、临时矿场地防渗漏处理措施,防止有毒有害废水、废石淋滤水污染地下水。

(5) 对地下水水位、水质、矿坑排水量进行监测,做好对水资源的合理利用和保护,采矿过程中注意防水,减少矿坑水渗漏。同时优化矿坑排水处理系统,确保水质达标回用。

(6) 尽可能废水循环利用,“零”排放,生活污水经净化处理后用于喷洒路面或浇灌花木。

3、对地形地貌景观的保护性措施

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

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

(3) 边开采边治理,对破损、裸露土地及时复垦。对矿山基建中裸露的道路边坡、矿部等场地及时实施场地绿化及土地复垦工程;矿山闭坑后,利用各种废石充填采空区、封闭硐口,并对植被破损地段栽树、种草恢复生态景观。

4、水土环境污染预防措施

(1) 建设达到设计要求的环保工程、水保设施、地灾防治工程、土地复垦工程,确保设备、设施运行正常。

(2) 矿区水土环境污染源主要为矿坑涌水、井下生产废水及矿废石淋滤水,经环境影响评价取样检测,本区污染源均达到环境排放要求,主要超标指标为 COD 和 SS。因此,本矿区预防水土环境污染的措施应包括在排放口设置沉淀池,将生产废水沉淀澄清后循环利用,或处理达标后排放。

(3) 在废石场等设施周边设施截排水措施，防止雨水进入形成污水。

(4) 生活垃圾、生活废水规范处理工作。

(5) 做好预防污染事故情况下，污染场地的应急处置预案，迅速阻断污染物在水土环境中的扩散，清除污染的预案。

5、土地复垦预防控制措施

矿山开采对土壤结构和地表植被破坏主要位于采选厂地及尾矿库区域，在建设和生产过程中要加强规划和施工管理，尽量减少对土地的预期影响。开采过程中要做到“边开采，边复垦”。要保护和利用好表层土壤。

(1) 建设阶段预防控制措施

建设阶段土地损毁，主要包括井巷、场地平整等在施工过程中弃土弃渣压占土地，工业场地建设占用土地，以及运输道路等辅助设施施工占地（永久或临时），建设阶段对土地损毁的特点通常是一次性的。除永久性占地改变土地利用性质外，临时占地待工程建成后对土地的损毁即迅速降低或者消失，结合建设阶段土地损毁的特点，预防控制措施，主要包括：

①施工前，对施工人员加强环境保护和水土流失危害后果的教育，提高施工人员的土地保护意识；划定施工区域，把施工活动尽可能严格限制在施工区以内。

②在进行工业场地施工时，应制定合理的土石方调配方案，将表土资源在合适的地方存储并加以养护，保持肥力；待复垦时，再平铺于土地表面，使其得到充分、有效的利用。严禁弃土弃渣乱堆乱放。尽量减少扰动土方，避免形成高陡边坡和迎风面明沙坡。同时，应在场地周边修建临时围墙或者布设土工布等临时措施，减少施工灰尘造成的环境污染。

③废石场地应先行修建拦渣坝、排水沟等设施，防止新增水土流失的发生。

④道路等辅助设施施工时，应合理选择临时施工道路，尽量避开耕地、林地等优质高产地块，施工结束时，应及时对临时占地进行复垦，把临时占地对周边土地生产的影响降到最低限度。

(2) 运行阶段预防控制措施

在正常生产过程中，对土地损毁的方式主要是尾矿压占及可能引起的地表塌陷。根据本项目土地损毁的特点，运行阶段的预防控制措施主要包括：

①建立监测站：对地表破坏情况进行监测，包括破坏范围、程度、时间等多个因子的监测，建立地表破坏程度与地表变形移动特征参数、采矿工艺参数之间的相关关系，以减缓地表土地破坏为原则，及时调整采矿工艺参数。为全面掌握当地的地表移动规律、土地破坏情况及可能的自然灾害发生情况，为土地复垦工程进度及计划安排等提供参考，建议建立岩层移动观测站对地表移动情况进行观测，在取得可靠详实数据资料的基础上，以总结出本区岩移规律，从而指导生产及土地复垦。同时建立监测系统，对项目区内的植被生长状况进行监测，以便及时采取措施。

②及时进行裂缝充填。恢复土地功能。

③运营期采矿过程中产生的废石量回填采空区，以减少压占土地。

④为防止在陡坡区域采矿而导致滑坡等地质灾害，建立滑坡体动态监测制度，在观测有发生滑坡等地质灾害时，应立即启动灾害应急防治机制，对可能发生灾害的区域进行临时搬迁、边坡治理等措施，防止采矿引起的地质灾害造成安全事故的发生。

（三）主要工程量

矿区地质环境保护与土地复垦预防措施以监测、警示为主，部分工程属矿山生产内容，部分工程将计入本章后续章节中工程量的计算中，本节不再重复预留预防工程量。

二、矿山地质灾害治理

（一）目标任务

1、目标

根据矿山地质环境影响现状评估及预测评估结果，针对矿山地质环境保护与恢复治理分区，提出矿山地质环境恢复治理措施，促进矿山安全生产，消除地质灾害隐患，改善和提高矿山及附近的生产、生活环境质量，使矿山地质环境基本恢复至开采前的自然状态。进行采矿活动时，将逐步出现各类地质灾害，通过人为保护与恢复治理可达到以下要求：

（1）消除矿区地质灾害隐患，减少、减轻地质灾害的发生。

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

2、任务

矿山地质灾害治理的实施旨在控制或消除矿山存在的地质灾害隐患，恢复矿山建设、生产等活动对地质环境的破坏，结合本矿实际情况，矿山地质灾害治理任务主要包括以下内容：

(1) 开展地质灾害预警监测工程，包括灾害隐患点的监测、地表岩石移动范围变形监测、水环境、水量的动态监测等内容。

对矿区现状地质灾害隐患点及生产建设中预测存在的地质灾害隐患点进行综合治理，治理率 100%，彻底消除地质灾害隐患，确保矿山生产运行安全和人民生命财产不受损失。

(二) 工程设计

依据《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦项目竣工总结报告》，沟内 Z1 渣堆、Z2 渣堆已经过治理并通过验收，目前矿山采矿活动形成 1 处地质灾害点，为采空区地面塌陷隐患点。采空区地面塌陷隐患点的治理以监测为主，在岩石移动范围内通过人工巡查配合无人机调查的方式采取动态监测，在外围设置刺丝围栏与安全警示牌。

(三) 技术措施

1、采空区地面塌陷隐患 (TX1) 和地裂缝治理工程

(1) 治理对象

采空区引发的地面塌陷等地质灾害。

(2) 治理技术措施

现状条件下，未形成采空区地面塌陷，对矿山地质环境未造成影响；预测条件下，采空区影响范围内出现地面塌陷、地裂缝的可能性小，预测灾体规模小，地质灾害的危险性小。

对采空区岩石移动范围进行动态监测，在采空区地面塌陷隐患范围地表各路口设置

安全警示牌，提示人员注意安全。刺丝围栏可根据今后采空区地面塌陷监测情况实施，若未发现采空区地面塌陷，以监测工程为主，若发现采空区地面塌陷，以治理工程为主。

2、硐口封堵

生产期结束后，对生产平硐及第二安全出口采用 M10 浆砌片石进行封堵。

（四）主要工程量

根据上述采取的措施：

- 1、未发现采空区地面塌陷，则以监测为主，监测工作量详见本章第六节；
- 2、发现采空区地面塌陷，则以治理工程为主，在采空区地面塌陷外围设置安全警示牌，并用刺丝围栏进行拦挡，治理工程量见下表 5-1 所示。

表 5-1 矿山地质灾害治理工程量一览表

治理对象	工程名称	单位	工作量
采空区地面塌陷隐患	刺丝围栏	m	1000
	警示牌	块	4
硐口封堵	M10 浆砌片石砌筑	m ³	560

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

（1）本项目复垦责任范围内的土地全部复垦，复垦责任范围面积为 11.228hm²，土地复垦率为 100%。

（2）通过复垦工程实施，本项目土地主要复垦为乔木林地。

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

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

（二）工程设计

1、复垦单元划分

本方案将土地复垦责任范围内损毁的土地划分为 3 个复垦单元：工业场地、爆破器材库、采空区地面塌陷隐患。具体复垦设计如下：

2、工业场地

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，面积 0.323hm²。

复垦工程设计：包括土壤重构（表土覆盖、场地平整、土壤培肥）和植被重建工程。

1) 土壤重构工程

①场地清理及找平

拆除场地中的建筑物，清除场地中残留的油迹、杂物等，削放边坡，找平复垦场地，按场地面积深度 30cm 估算。

②表土回覆

然后将表土摊铺于废石表面及坡面，覆土厚度 50cm。

③土壤培肥工程

由于硐口场地土壤长期受压，土壤容重大，土质较瘠薄，肥力不足，需要对其进行土壤改良，改良的方法为每公顷施 $10 \times 10^4 \text{kg}$ 商品有机肥，分三年按 40%、30%、30% 施放。

2) 植被重建工程

采用乔灌草结合的方式进行配置(见下表 5-2、图 5-3-1 所示)。乔木采用油松，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，林间适当撒播紫花苜蓿等草本植物，以增加复垦区生物多样性。

表 5-2 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
油松	落叶乔木	3×3	植苗	50×50 穴状整地；	2~3 年实生苗 苗高 2~2.5m	1200 株/hm ²
紫穗槐	落叶灌木	1.5×1.5	植苗	40×40 穴状整地；	2~3 年实生苗 苗高 80cm	3400 株/hm ²
紫花苜蓿	草本	—	撒播或条播	全面撒播 覆土 2.5cm	优质	20kg/hm ²

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。

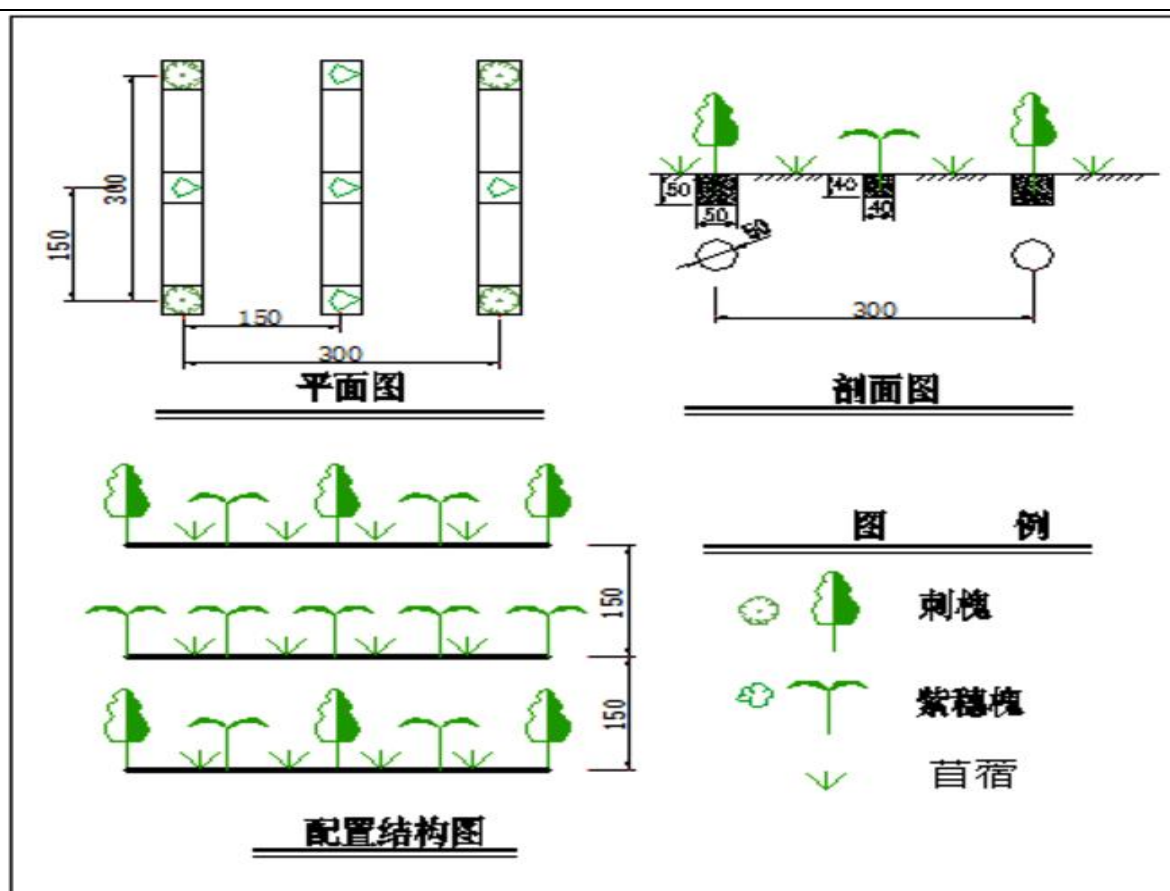


图 5-3-1 场地设施用地区植被恢复典型设计

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，降雨量较少时期，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，刺槐补植量为种植量 5% 计算，紫花苜蓿补植量按照种植量的 20% 计算。

3) 实施阶段

工业场地复垦时间为 2029 年，属闭坑期复垦工程。

3、爆破器材库

复垦方向及面积：拟复垦为乔木林地，面积 0.413hm²。

复垦工程设计：包括土壤重构（表土覆盖、场地平整、土壤培肥）和植被重建工程。设计内容同上（工业场地）。

实施阶段：爆破器材库复垦时间为 2029 年，属闭坑期复垦工程。

5、采空区地面塌陷隐患

复垦方向及面积：采矿用地拟复垦为乔木林地，其余按原地类恢复，面积 10.492hm²。

复垦工程设计：包括裂缝充填和植被重建工程。

1) 工程设计

根据开采设计方案，本项目选用充填法处理采空区方案，从本项目开采历史及现状，周边类似矿井的对比分析，地下采矿对地表的影响较小，从理论上存在避免地表塌陷发生的可能。但是，考虑到采空区上方岩石移动的不确定性，不排除个别区域出现裂缝和植被损伤。因此，对塌陷区的复垦措施包括裂缝充填和植被恢复，植被恢复以现状利用类型为主，对受损植被进行恢复。同时加强监测，发现塌陷倾向要及时消除山体塌陷威胁，在可能引起塌陷的区域设计防护措施。

①裂缝充填

1) 对土体裂缝采取防渗处理、就地取土、削高填低，回填整平等措施，恢复土地的使用功能，具体情况见下图 5-3-2 所示。

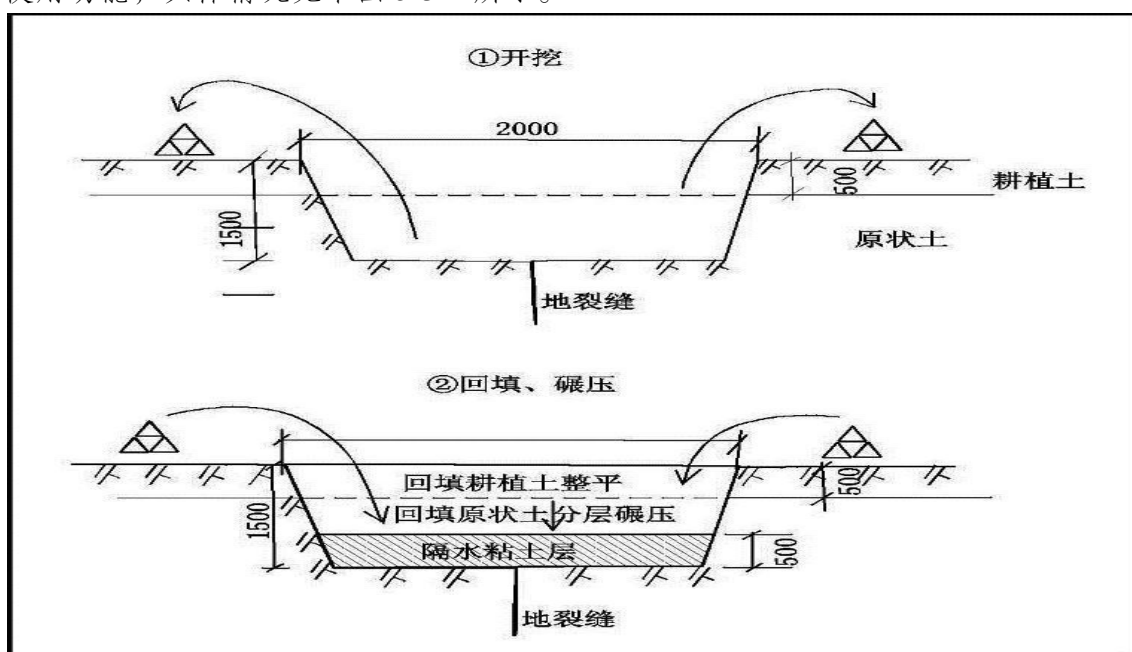


图 5-3-2 土体裂缝治理示意图

2) 对岩体裂缝采取防渗处理后就近取碎石土填充并夯实覆土，为了防止降水随裂缝下渗，可在裂缝边缘起垄，以阻止水流、保证土壤持水量，见下图 5-3-3 所示。

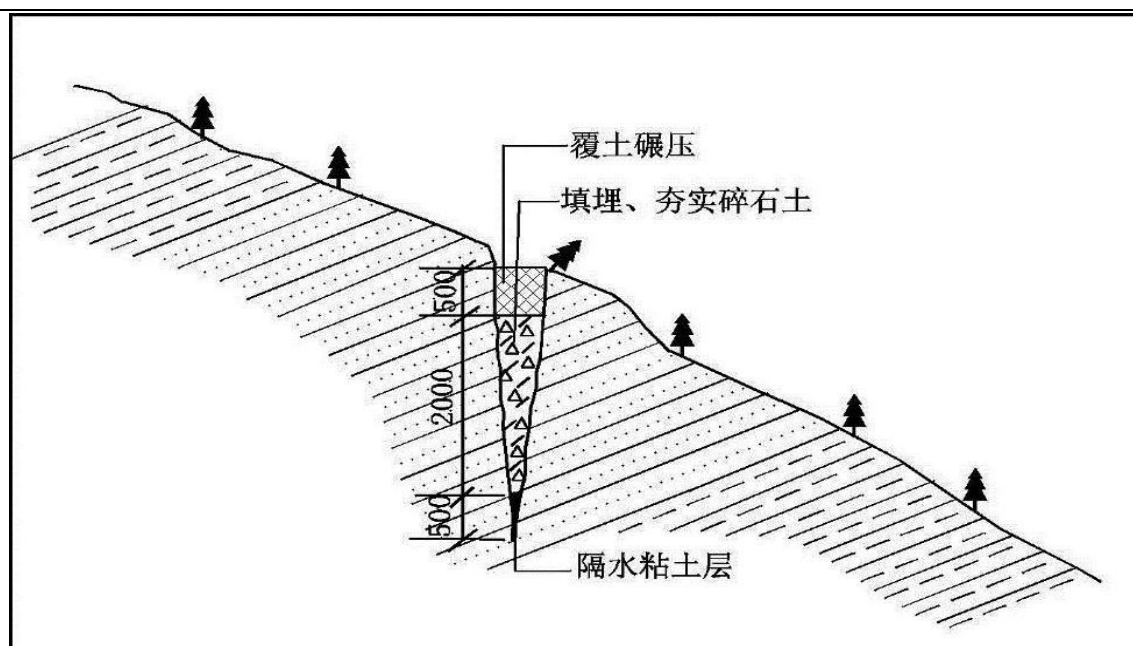


图 5-3-3 岩体裂缝治理示意图

②植被恢复

1) 塌陷林地

因塌陷区的现状土地利用类型为林地，因此植被恢复以林地为主。进行裂缝治理以后，选择适宜的树种，做到适地适树，增加当地植被覆盖率，达到恢复植被的目的，本次复垦工程选择适合当地生长的具有一定稳定性和适应性的、生长快的乡土树种，不引进外来树种。

复垦区乔木林地采用乔灌草混交模式，灌木林地采用灌草混交模式。乔木为油松、灌木为紫穗槐、草籽为紫花苜蓿。

林木栽植方法采用穴状整地，规格 $0.5\text{m} \times 0.5\text{m}$ （圆形，坑径 $\times$ 坑深），灌木规格为 $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$ （圆形，坑径 $\times$ 坑深），草籽采用人工撒播。

林地恢复相关技术要求见下表 5-3 所示：

表 5-3 林地恢复技术指标表

植物名称	株行距 (m)	栽植方法	整地规格	苗木规格	密度
油松	3 $\times$ 3	植苗	穴状整地	2~3 年生一级苗	按损毁程度
紫穗槐	1.5 $\times$ 1.5	植苗	穴状整地	2~3 年生实生苗	按损毁程度

2) 塌陷区采矿用地复垦

本方案仅考虑后期采矿塌陷对其复垦后的土地可能造成的影响进行治理，参考塌陷林地的相关措施进行修复。

③治理时间

生产期：2025 年~2029 年。

(2) 充填工程工程量测算

根据不同类型强度的裂缝情况其充填土方的工程量亦不同。设沉陷裂缝宽度为 a (单位: m)，则地表沉陷裂缝的可见深度 W 可按下列经验公式计算：

$$W = 10\sqrt{a} \quad (\text{m})$$

设塌陷裂缝的间距为 C ，每亩的裂缝系数为 n ，则每亩面积塌陷裂缝的长度 U 可按下列经验公式计算：

$$U = \frac{n}{C} \quad (\text{m})$$

设每亩沉陷裂缝的充填土方量为 V (m^3)，则 V 可按如下经验公式计算：

$$V = \frac{1}{2} a U W \quad (\text{m}^3)$$

确定各损毁程度的裂缝技术参数见下表 5-4 所示：

表 5-4 不同损毁程度裂缝充填土方量

损毁程度	每亩沉陷裂缝土方充填量 V (m^3)	每公顷沉陷裂缝土方充填量 V (m^3)
轻度	1.51	22.63
中度	19.87	298.05
重度	126.41	1896.15

(3) 土壤剥离工程工程量测算

裂缝填充前进行土壤剥离，剥离土方量为剥离面积与剥离厚度的乘积，裂缝充填后进行表土回覆，表土回覆量与表土剥离量相同。

设剥离表土量为 $V_{\text{剥}}$ (m^3)，每公顷裂缝长度 U (m)，剥离表土厚度为 h (m)，每侧剥离宽度为 d (m)，则每公顷损毁土地剥离土方量 $V_{\text{剥}}$ 的计算公式如下：

$$V_{\text{剥/覆}} = 2 \bullet U \bullet h \bullet d \quad (\text{m}^3)$$

根据各损毁程度的裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥离土方量，具体见下表 5-5。

表 5-5 不同损毁程度土壤剥覆工程量表

损毁程度	每公顷裂缝长度 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 $V_{\text{剥}}$ (m ³)	每公顷覆土土方总量 $V_{\text{剥}}$ (m ³)
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

本方案以塌陷区面积的 10%计提工程量，其中轻度损毁、中度损毁、重度损毁分别占 50%、30%、20%，得出工作量（见表 5-6）。

表 5-6 塌陷隐患复垦单元工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	表土剥离	m ³	535
2	裂缝拓宽	m ³	202
3	人工夯填土方	m ³	202
4	表土回覆	m ³	535
5	撒播草籽	hm ²	1.0492
二	植被重建工程		
1	栽植油松	株	583
2	栽植紫穗槐	株	583
3	管护工程	hm ² · a	1.0492

3）实施阶段

采空塌陷隐患区复垦时间为 2024~2032 年，属生产期~闭坑期复垦工程。

（三）技术措施

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

1、土壤重构工程技术措施

场地平整的目的是通过平整土地、推高填低，达到种植植被的要求。通过场地平整、改善灌溉条件，达到提高土地利用质量的基本目的。场地平整应根据矿区立地条件、土地利用方向、种植植被以及防治水土流失等要求选择整地方式及整地规格。在整地前注意清除地表有害植物。耕地需要全面整地；林地整地方式包括穴状整地、鱼鳞坑整地、

全面整地；草地需要全面整理或带状整理。除适宜于全面整地外，其它整地应尽可能保留原地上林木植被。

本方案旱地复垦单元采用全面整地，乔木林地复垦单元采用穴状整地，整地要求如下所示：

（1）全面整地：根据复垦地块地形情况，采用推高填低、土地翻耕、修筑田坎、田埂等措施。矿山采矿工业场地、废石场坡面必须严格按照主体工程设计要求执行，临时矿场、采矿工业场平整后坡度应 $<5^{\circ}$ ；废石场最终边坡为 36° ，平台为 $2\% \sim 3\%$ 的反坡。整地时间一般在种草前一个月或上年秋、冬季，也可在雨季前或雨季进行，或随整随造。

（2）林地穴状整地：采用圆形或方形坑穴，穴径 50cm 或穴深 $30 \sim 40\text{cm}$ ，穴底不得含障碍层。

2、生物和化学措施

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

（1）植被恢复工程

①植物选择的原则

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

1）为当地适生植物（乔木、灌木、草类、农作物、经济作物）品种，播种或栽培较容易，成活率高。

2）由于复垦土壤以黄棕壤为主，土壤容重较大，保水性差，较贫瘠，不宜选择深根性植物和对土壤要求过高的植物，应选择以耐贫瘠、适应性强及浅根性物种为宜。

3）根系发达，生长迅速，枝叶茂盛，具有良好的防风、固土和水土保持能力。

4) 选择能改良复垦区土壤和培育土壤肥力的品种。

5) 考虑到经济效益, 要选择短期内有收益的物种。

②植物选择

根据项目区域实地调查, 并参考黄土高原地区造林的相关研究, 确定适应项目区优势草种林木如下: 乔木主要为榆树、刺槐、杨树、柳树、油松; 灌木主要为狼牙刺、马桑; 草本主要为黑麦草、白草、草木樨、紫花苜蓿, 项目区推荐植物物种特性见下表 5-7 所示。

表 5-7 项目区推荐植物物种特性表

类型	物种名称	品种习性
乔木	刺槐	高 18m, 胸径 80cm, 为杨柳科、柳属乔木。大枝斜上, 树冠广圆形, 树皮暗灰黑色, 纵裂, 枝直立或斜展, 褐黄绿色, 后变褐色, 无毛, 幼枝有毛, 芽褐色, 微有毛。喜阳光耐寒冷干旱植物, 分布于北美洲、欧洲、俄罗斯、中国、加拿大、哥伦比亚、日本, 具有绿化、观赏价值, 生长于海拔 10~3600m 地区, 常生长在干旱地或水湿地。
乔木	杨树	高达 20m, 胸径 50cm 以上, 喜光树种, 不耐庇荫, 适应性强, 对气候和土壤要求不严, 耐旱, 抗寒, 耐瘠薄或弱碱性土壤, 在砂、荒和黄土沟谷也能生长。
乔木	榆树	又名春榆、白榆等, 素有“榆木疙瘩”之称, 为榆科落叶乔木, 幼树树皮平滑, 灰褐色或浅灰色, 大树之皮暗灰色, 不规则深纵裂, 粗糙; 小枝无毛或有毛, 无膨大的木栓层及凸起的木栓翅; 冬芽近球形或卵圆形。叶椭圆状卵形等, 叶面平滑无毛, 叶背幼时有短柔毛, 后变无毛或部分脉腋有簇生毛, 叶柄面有短柔毛。花先叶开放, 在生枝的叶腋成簇生状, 翅果稀倒卵状圆形, 花果期 3~6 月 (东北较晚)。
乔木	柳树	高 18m, 胸径 80cm, 为杨柳科、柳属乔木。大枝斜上, 树冠广圆形, 树皮暗灰黑色, 纵裂, 枝直立或斜展, 褐黄绿色, 后变褐色, 无毛, 幼枝有毛, 芽褐色, 微有毛。喜阳光耐寒冷干旱植物, 分布于北美洲、欧洲、俄罗斯、中国、加拿大、哥伦比亚、日本。具有绿化、观赏价值。生长于海拔 10~3600m 地区, 常生长在干旱地或水湿地。
乔木	油松	为松科针叶常绿乔木, 高达 30m, 胸径可达 1m。树皮下部灰褐色, 裂成不规则鳞块, 大枝平展或斜向上, 老树平顶; 小枝粗壮, 雄球花柱形, 长 1.2~1.8cm, 聚生于新枝下部呈穗状; 球果卵形或卵圆形, 长 4~7cm。种子长 6~8mm, 连翅长 1.5~2cm、翅为种子长的 2~3 倍。花期 5 月, 球果第二年 10 月上、中旬成熟。为阳性树种, 浅根性, 喜光、抗瘠薄、抗风, 在土层深厚、排水良好的酸性、中性或钙质黄土上, -25℃的气温下均能生长。心材淡黄红褐色, 边材淡黄白色, 纹理直, 结构较细密, 材质较硬, 耐久用。可供建筑、电杆、矿柱、造船、器具、家具及木纤维工业等用材。
灌木	狼牙刺	半常绿落叶灌木树种, 可选作半常绿绿篱, 也可丛植, 群植, 是中度盐碱地区或路段有前途的落叶灌木树种。高可达 2.5m, 小枝黄褐色, 有枝刺, 奇数羽状复叶。总状花序, 生于小枝的顶端。荚果念珠状。花期 5~6 月, 果期 9~10 月。
灌木	马桑	别称: 千年红、马鞍子、水马桑, 叶对生, 纸质至薄革质, 椭圆形, 总状花序生于二年生的枝条上, 花瓣肉质, 龙骨状。雄花序先叶开放, 多花密集, 萼片卵形, 边缘半透明, 上部具流苏状细齿; 花丝花时伸长, 存在不育雌蕊, 雌花序与叶同出, 紫红色。浆果状瘦果, 成熟时由红色变紫黑色, 花期 3~4 月, 果期 5~6 月。
灌木	连翘	喜光, 有一定程度的耐荫性, 喜温暖, 湿润气候, 也很耐寒, 耐干旱瘠薄, 怕涝, 不择土壤, 在中性、微酸或碱性土壤均能正常生长, 根系发达, 萌发力强、发丛快。

类型	物种名称	品种习性
灌木	紫穗槐	紫穗槐喜欢干冷气候，在年均气温 10~16℃，年降水量 500~700mm 地区生长最好，耐寒、耐干旱，能在降水量 200mm 地区生长，耐淹，浸水 1 个月不死，对光线要求充足，对土壤要求不严。
草本	黑麦草	株高 70~100cm，有时可达 1m 以上，茎秆丛生，质地较软，叶在芽中呈折叠状，叶鞘光滑，叶耳细小，叶舌短而不明显，穗状花序，小穗含小花 6~11 朵，无外颖，无芒，内稃与外稃等长。种子千粒重 1.5~2 克。植株较粗壮，叶较阔而长，在芽中成卷曲状，叶耳大而明显，小穗含小花较多，有芒。
草本	紫花苜蓿	生于田边、路旁、旷野、草原、河岸及沟谷等地，苜蓿适宜在具有明显大陆性气候的地区发展，这些地区的特点是春季迟临，夏季短促，土壤 PH 近中性。
草本	草木樨	喜生于温暖而湿润的沙地、山坡、滩涂及农区的田埂、路旁等，分布范围广，耐寒、耐旱、耐高温、耐酸碱和耐土壤贫瘠。
草本	白草	多年生草本，高 35~55cm，具横走根茎，秆直立，单生或疏丛生，叶鞘无毛或鞘口及边缘具纤毛，叶舌膜质，顶端具纤毛，长 1~1.5mm，叶片平展，条形，长 6~24cm，宽 3~8mm，小穗长 4~7mm，含 1~2 小花，单生或 2~3 枚簇生，围以由刚毛（不孕小枝）形成的总苞，连同刚毛一起脱落，第一颖微小，第二颖长 2.5~4mm，第一外稃与小穗等长，内稃膜质或退化，第二外稃具芒尖，花果期 7~9 月。

③种植密度

依据《陕西省造林技术规程》（DB61/T 142-2003），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，见下表 5-8 所示。

表 5-8 复垦选择植被种植密度表

树种名称	植物性状	株×行距(m)	种植方式	整地方式 (cm)	造林密度
刺槐	乔木	3×3	植苗	50×50 穴状整地；	1200 株/hm ²
紫穗槐	灌木	1.5×1.5	植苗	40×40 穴状整地	3400 株/hm ²
连翘	灌木	1×6	插条	面撒播覆土 2.5cm	1600 株/hm ²
紫花苜蓿	草本	—	撒播或条播	全面撒播覆土 2.5cm	20kg/hm ²

④植被配置

为了保护复垦区生态多样性特征和较完备的立体种植生态模式，对复垦方向为乔木林地的地块，植被配置为以乔木为主，适当配栽灌木树种，地面适量撒播草本混种；对复垦方向为人工草地废石场边坡，植被配置为紫花苜蓿+草木樨草本混播；对旱耕地以种植冬小麦、夏玉米、大豆为主，轮作倒茬。作物种植方式采用套种、间种等，既能合理利用土壤中各种养分，又能充分利用光照，还可以提高经济效益。

（2）改良土壤与培肥措施

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

①人工施肥

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

本方案复垦区无法大量施用有机肥料，故只能施用无机肥料来增加土壤养分，以化学肥料为启动方式，使植物生长良好，再通过秸秆还田、压青等措施，提高了土壤有机质，改良了土壤的理化性质。

②绿肥法

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

③客土法

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

（3）植被种植

本方案复垦选用植物有乔、灌、草类，植物种植方法根据立地条件、气候特征和植物特性、复垦方向差异选用采用不同的方法，本方案采用的种植方式有栽植、穴植、直播等。

①造林方法

穴植：可用于栽植各种裸根苗，包括起苗、运输、栽植、填土、提苗、踩实等过程，穴的大小和深度应略大于苗木根系。栽植前，应对树苗分级，剔除病虫害苗、弱苗和受伤苗，同时采取降温、保湿和遮荫等措施，避免苗木发热或失水，栽植时要保持苗木立

直，栽植深度适宜，填土一半后提苗踩实，最后覆上虚土，栽植后及时浇水。

②幼林抚育

包括补植、松土、除草、灌水、修枝和平茬，每年夏季进行松土、除草，深度约 10cm，前两年每年 2~3 次，以后次数可适当减少，干旱严重，影响树木生长或导致死亡时，要及时浇水，每年 1~2 次，对于成活率低于 85%的幼林要进行苗木补植，同时要禁止放牧和人为破坏，做好病虫害防治工作。

③种草方法

在种草前平整土地，为了防治病虫害，种子在播种前应进行消毒或晒种并用农药包衣拌种。干旱季节用洒水车浇水，第二年，缺苗断垄处适时进行补播，并加强后期管护，草种尽量选用当年收获且籽粒饱满、发芽率在 80%以上的种子，草种撒播后洒水，保持土壤湿润至全部出苗。

④种植时间

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

3、配套设施

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

关门沟铅锌矿项目区占地面积小，主要复垦地块均有道路直达，且垦地块面积较小，多呈长条形，因此复垦中不需修建生产路；复垦用水来自关门沟沟谷溪水和银母寺河地表水，用于作物栽植和植被养护，靠人工拉水、浇灌为主，不修建引水灌溉工程。临时矿场和办公生活区在矿山生产建设中修建有拦挡坝和截排水设施，能满足土地复垦场地的稳定性条件和排水需求，无需再修。

（四）主要工程量

1、复垦单元划分

将土地复垦责任范围内损毁的土地划分为 3 个复垦单元：工业场地、爆破器材库、

采空区地面塌陷隐患。具体复垦设计如下：

2、工业场地

工业场地治理包含堆矿场治理，具体工作量安排见下表 5-9 所示。

- (1) 地表附着物拆除工程；
- (2) 场地整平工程量按 0.3m 厚计；
- (3) 草种按混种播种量计，补植量按 20%计算；
- (4) 苗木栽植按坑穴栽植量计，补植量按 10%计算；
- (5) 复垦施工期和管护期土壤培肥共计 10000kg/hm²，按 hm² 计价。

表 5-9 工业场地复垦工程量统计表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	地表附着物拆除工程		
(1)	轨道拆除工程	m ³	80.00
(2)	建筑物拆除工程	m ³	200.00
(3)	垃圾清运工程（5km 外运）	m ³	280.00
2	场地平整工程	m ³	968.98
3	客土外购	m ³	1614.97
4	客土运输	m ³	1614.97
5	客土覆盖	m ³	1614.97
6	土壤翻耕	hm ²	0.323
7	土壤培肥	hm ²	0.323
二	植被重建工程		
1	草籽撒播	hm ²	0.323
2	紫穗槐栽植	株	807
3	养护管护工程	hm ² · a	0.323

3、爆破器材库

爆破器材库治理手段及具体工作量见下表 5-10 所示。

- (1) 地表附着物拆除工程；
- (2) 场地整平工程量按 0.3m 厚计；

- (3) 草种按混种播种量计，补植量按 20% 计算；
- (4) 苗木栽植按坑穴栽植量计，补植量按 10% 计算；
- (5) 复垦施工期和管护期土壤培肥共计 10000kg/hm²，按 hm² 计价。

表 5-10 爆破器材库复垦工程量统计表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	地表附着物拆除工程		
(1)	建筑物拆除工程	m ³	200.00
(2)	垃圾清运工程 (5km 外运)	m ³	200.00
2	场地平整工程	m ³	1240.25
3	客土外购	m ³	2067.08
4	客土运输	m ³	2067.08
5	客土覆盖	m ³	2067.08
6	土壤翻耕	hm ²	0.413
7	土壤培肥	hm ²	0.413
二	植被重建工程		
1	草籽撒播	hm ²	0.323
2	紫穗槐栽植	株	1034
3	养护管护工程	hm ² · a	0.413

4、采空区地面塌陷隐患

采空区地面塌陷隐患复垦手段及具体工程量见下表 5-11 所示。

表 5-11 塌陷隐患复垦单元工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	表土剥离	m ³	535
2	裂缝拓宽	m ³	202
3	人工夯填土方	m ³	202
4	表土回覆	m ³	535
5	撒播草籽	hm ²	1.0492
二	植被重建工程		
1	栽植油松	株	583
2	栽植紫穗槐	株	583
3	管护工程	hm ² · a	1.0492

四、含水层破坏修复

根据现状及预测矿山工程对含水层破坏的影响程度较轻，项目区矿山工程活动对矿

区地下含水结构、水位、及水土环境状况影响较轻，不易造成矿区及周边地下含水层结构破坏、水位下降、水土环境污染，因而对地下含水层的保护以预防和监测为主，不预留修复治理工程量。具体监测点的布设见本章第六节矿山地质环境监测内容。

五、水土环境污染修复

根据现状及预测矿山工程对水土环境污染的影响程度较轻，因而对水土环境的保护以预防和监测为主，无需布置修复工程。具体监测点的布设见本章第六节矿山地质环境监测内容。

六、矿山地质环境监测

地质环境监测是从维护良好的地质环境、降低和避免地质灾害、水土环境污染风险为出发点，运用多种手段和办法，对地质环境问题成因、数量、规模、范围和影响程度进行监测，是准确掌握地质环境动态变化及防治措施效果的重要手段和基础性工作，是本方案的重要组成部分。开展地质环境监测对于贯彻相关法律、法规，搞好地质环境管理工作具有十分重要的意义。

铅锌矿生产存在的主要地质环境问题为：①废渣堆引起的泥石流、崩塌、滑坡及采矿活动引起的采空区地面塌陷及伴生地裂缝等地质灾害；②含水层、地形地貌景观和水土环境污染的影响和破坏。因此，矿山地质环境监测内容包括地质灾害、含水层、水土环境污染与地形地貌景观，监测工作由凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿负责并组织实施，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，上级自然资源管理部门负责监督管理。

（一）目标任务

1、监测目的

矿山地质环境监测是地质环境监测的一部分，是建立矿山地质环境保护与治理责任监督体系的重要基础性工作。监测的主要目的是及时准确地掌握矿山地质环境问题在时间上和空间上的变化情况，了解以往地质环境治理工程的有效性和安全性，查漏补缺，及时修正、完善矿山地质环境治理措施，研究采矿与矿山地质环境变化的关系和规律，为制定矿山地质环境保护措施，实施矿山地质环境有效监管提供基础资料和依据。

对采空区地面塌陷影响的区域、工业场地、堆矿场、爆破器材库、矿山道路等实施

地质灾害监测方案；针对矿坑水等实施含水层监测方案；针对采空区地面塌陷范围和现开采区土壤实施水土环境污染监测方案。

2、监测任务

（1）地质灾害

对位于开采区内受采空区地面塌陷损毁的区域进行位移变化监测，对不稳定斜坡位移进行监测，当出现异常情况时，对遭到损坏的地面建（构）筑物及时进行加固、维修，及时组织受威胁人员安全转移，确保人民生命财产和重要建（构）筑物的安全。

（2）含水层

在井下开采的同时，选取评估区内开采面，监测评估区内的第四系松散岩类孔隙含水层、上泥盆统星红铺组千枚岩裂隙含水层、中泥盆统古道岭组灰岩裂隙含水层。随时掌握水位、水质变化，当出现异常情况时，及时调整井下开采方案或其它措施，减缓对含水层的影响。同时做好水质监测工作。

（3）地形地貌景观

通过遥感监测数据掌握本矿山生产中占压或破坏土地，引发采空区地面塌陷等地质灾害对地形地貌景观产生影响或破坏，分析矿山地质环境总体变化趋势，监测内容主要为地表高程、地形坡度的变化和较大地裂缝对地形地貌景观、植被生长的影响情况。

（4）水土环境污染

根据生产生活区污废水产排放位置，选取监测点，监测水体流量、水位，当出现异常情况时，及时调整污废水回用方案或其它措施，减缓对地表水的影响，在井下回采的同时，选取采空区、开采区受影响土壤区，监测土壤理化性质。

（二）监测设计及技术措施

1、监测对象

本矿山为小型铅锌矿，设计采用地下开采，按照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）要求，矿山监测对象具体如下：

（1）矿区地质（地下水、土壤）环境背景。

（2）地质灾害（隐患）点、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染和土

地损毁。

(3) 生产期和闭坑期的水土环境污染恢复、地形地貌景观恢复等。

重点监控对象包括：Z1 渣堆、Z2 渣堆、工业场地、爆破器材库、地下采空区和矿坑废水排放口；其次为办公生活区、矿山道路。

2、监测范围

(1) 地质灾害的监测范围

区内现有地质灾害为采空区塌陷隐患(TX1)，关门沟泥石流隐患(NS1)不发育，本方案不做专项监测任务。

采空区地面塌陷隐患监测范围，为矿山开采对地表岩石的扰动和影响范围。本方案以关门沟铅锌矿实际开采区地表岩石移动范围为矿区地面塌陷监测范围（详见附图 6、附图 7）。

(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、水温、流速等）、矿区排污口（水质）、矿区附近地表水体（水质污染情况）。

(3) 地形地貌景观影响及破坏的监测范围即本次矿山地质环境评估范围，包括矿山工程及影响区。

(4) 水土环境污染的监测范围为主要产物、排污区及影响区，例如废石场、堆矿场、矿坑涌水排放口及其周边、下游的土壤、农田等。

(5) 土地复垦监测区包括矿山活动已损毁和拟损毁土地块段。

3、监测等级

据《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015)，矿山地质环境的监测等级是按照矿山生产阶段、生产规模、开采方式确定的。各指标的级别确定如下：

(1) 该矿山设计年生产规模 $3.0 \times 10^4 \text{t}$ ，按铅锌矿山生产规模划分标准属小型。

(2) 矿山开采方式为地下开采。

(3) 矿业活动影响对象重要程度：该矿山划定矿区范围内目前居住有村民 2 户约 8 人，矿山工作人员 20 余人，合计 30 余人，矿区范围内没有四级以上公路，无水利、水电设施，不属于供水水源地，远离自然保护区和旅游景区，矿山工程已损毁林地+拟损

毁林地 9.403hm²，根据以上指标和《矿山地质环境监测技术规程》（DZT0287-2015）中附录表 E.1 分级标准，确定矿山重要程度为较重要。

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZT0287-2015）中“表 3 矿山地质环境监测级别表”标准，该矿山地质环境监测级别为闭坑期、管护期三级监测。

4、监测要素

（1）采空区地面塌陷及地裂缝监测：降水量、地表形变、地下形变、岩土体含水率、孔隙水压力、地声、地下水位、土压力。

（2）地下水环境监测：地下水水位、水量、水质（pH 值、挥发酚、氰化物、六价铬、汞、砷、亚硝酸盐、硝酸盐、硫酸盐、氨氮、氯化物、特征污染物铅、镉、铜、锌、铁、锰、钾、钠、钙、镁、铊、氟化物等）、流速、矿坑排水量、含水层疏干面积等。

（3）地表水水质监测：矿区地表水水质（pH 值、挥发酚、氰化物、六价铬、汞、砷、亚硝酸盐、硝酸盐、硫酸盐、氨氮、氯化物、特征污染物铅、镉、铜、锌、铁、锰、钾、钠、钙、镁、铊、氟化物等），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、矿山废水废液对地表水体污染源程度及造成的危害。

（4）土壤环境监测：土壤粒径、绝对含水量、电导率、酸碱度、重金属含量，土地损毁类型、面积、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，管护期监测危岩体稳定性、复绿植被成活率和覆盖度等。

5、监测技术路线

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿地质环境监测技术路线见下图 5-6 所示：

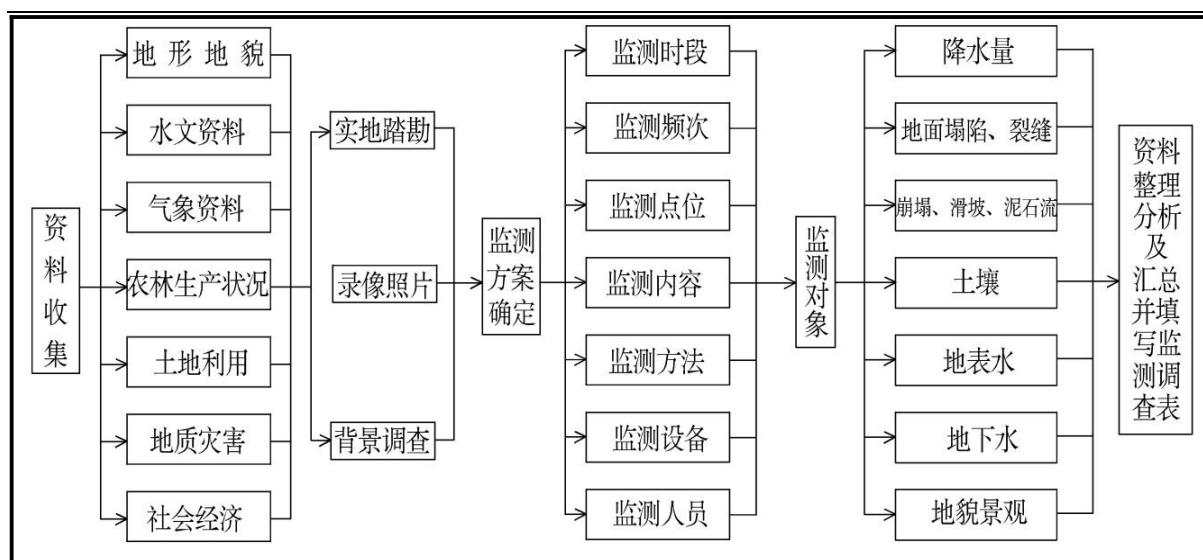


图 5-6 地质环境监测技术路线

6、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（如采空区地面塌陷等）应固定专业监测点进行监测。

（1）地质灾害监测

①采空区地面变形（包括地面塌陷）监测

采空区地面塌陷监测，以围岩稳定性监测和地表位移监测为主，人工现场调查为辅的方法进行监测。地面塌陷前兆的监测有人工蓄水（渗漏）引起的地面冒气泡或水泡、植物变形、建筑作响或倾斜、地面环形开裂、地下岩层垮落声、水点的水量、水位突变以及动物的惊恐异常现象等；地面变形监测主要采用地表位移自动化监测为主，人工现场调查为辅的监测方案；地面裂缝监测主要采用人工巡查监测，对裂缝变形趋势分析，并采取相应的预防措施，如设置警示牌、地裂缝充填等。

②渣堆稳定性监测

在 Z1 渣堆、Z2 渣堆处分别设置 2 处变形监测点，通过位移监测的方式，监测渣堆坡体、挡墙、排水沟的变形情况，

（2）含水层监测

在坑道内设置监测点 1 处，通过人工观测，重点监测地下水位、地下水量和水质，密切监测坑道涌水量变化情况，为安全生产提供依据。

（3）水土环境污染监测

在采区主平硐集水井处设置监测点 1 处，通过人工观测、化验检测等方式，监测采区排污口采矿废水、坑道淋滤水水量、水质等，在 Z2 渣堆底部设置监测点 1 处，通过化验监测的方式，监测渣堆淋滤水水质；在采区工业场地、两侧农田土壤、堆矿场附近农田土壤、生产生活区设计监测点 4 处，通过人工观测、化验检测等方式，监测采区、办公生活区周边土壤污染情况。

（4）地形地貌景观监测：采用无人机巡查为主，人工现场调查为辅的方法进行监测，监测矿山工程设施情况、固体废弃物堆放情况及地表植被破坏情况等，为了分析评价区内植被自然恢复能力，还需对植被进行覆盖度、成活率进行检查，监测其发展变化情况。

7、监测点布设

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）相关要求，结合关门沟铅锌矿矿山地质环境问题特点，本方案在矿区共布设了 15 处地质环境监测点，布设情况见下表 5-12，具体位置详见附图 6、附图 7。其中采空区地面塌陷隐患监测点（网）1 处，拦渣墙、排水渠及不稳定边坡变形监测 6 处，地下水水质、水位、坑口涌水量监测 1 处，地表水质监测点 2 处，土壤质量监测点 4 处，地貌景观监测覆盖全区。

（1）采空区地面塌陷监测点：于开采区地表岩石移动范围布设地面变形监测点（网），编号（J1），通过利用无人机巡查，结合全站仪监测地面标高、监测点坐标变化，配合人工巡查监测地面变形、裂缝、塌陷情况。监测数据精度应达到 1:1000 地形图测绘精度，数据应列表记录、力求完整，尽量绘制裂缝随时间、雨强等的变化曲线，为分析判断提供基础。综合分析采空区地面变形程度，预测采空区引发地面塌陷的可能性，为地质灾害治理、预警提供依据。

（2）堆积体变形和不稳定边坡监测点：共设置监测点 6 处，包括 Z1 废渣堆拦渣墙（J2）、Z2 废渣堆拦渣墙（J3）、工业场地边坡（J4）、办公生活区后侧边坡（J5）、关门沟矿山道路（J6）、爆破器材库（J7），通过位移监测结合人工巡查的方式进行监测，监测内容包括堆积体、边坡及排水设施的变形情况等。

(4) 地下水监测：于 PD501 坑口集水井布设地下水监测点，编号 (J8)，通过人工观测、化验检测的方式，监测采区坑内涌水量、地下水位和坑口外排水水质。

(5) 地表水质监测点：于 Z2 渣堆底部、关门沟与银母寺河交汇处下游处布设地表水质监测点 2 处，Z2 渣堆底部监测点编号 (J9)，关门沟与银母寺河交汇处下游处监测点编号 (J10)，取地表水送至具有分析检验资质的单位化验，通过化验结果对比分析地表水污染情况。

(6) 土壤质量监测：共布设 4 个点，包括工业场地表土壤 (J11)、关门沟口表层土壤 (J12)、工业场地紧邻农田土壤 (J13)、办公生活区地表土壤 (J14)，取地表土壤送至具有分析检验资质的单位化验，通过化验结果对比分析地表土壤污染情况。

(7) 地形地貌景观监测点：覆盖整个评估区范围。

8、监测频率

监测频率见下表 5-14，降雨量监测采用当地气象部门气象站的气象数据。

(三) 主要工程量

为了便于监测管理和经费估算，本方案对监测工作量进行了统计，见下表 5-13。

(四) 监测组织及监测成果

监测队伍可由矿企技术负责人作为总负责，监测技术人员不少于 2 人组成专职监测部门或监测作业组，负责矿山地质环境监测工作，并对监测成果进行汇总填表(见表 5-14：矿山地质环境保护与治理动态监测调查表)，调查表应按省自然资源厅主管部门要求，定期向县自然资源局主管部门提交监测数据和成果。

表 5-12 矿山地质环境监测点一览表

监测区域	监测点号	监测对象	监测内容	监测方法	监测阶段及监测频次		
					生产期 (2025~2028 年)	闭坑期 (2029 年)	管护期 (2030~2032 年)
采空区地面 塌陷范围	J1	开采区地面变形	地面变形、裂缝情况	自动化监测 人工巡查	每月巡查 8 次	每月巡查 8 次	每月巡查 8 次
Z1 渣堆	J2	坡体、挡墙及排水沟工程	坡体稳定性、挡墙及排水沟变形情况	简易测量	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测
Z2 渣堆	J3	坡体、挡墙及排水沟工程	坡体稳定性、挡墙及排水沟变形情况	简易测量	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测
工业场地	J4	坡体	坡体稳定性及变形情况	简易测量	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测。	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测
办公生活区	J5	周围坡体的稳定性	坡体稳定性及变形情况	简易测量	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测
矿山道路	J6	矿山道路边坡	坡体稳定性及变形情况	简易测量	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测
爆破器材库	J7	周围坡体的稳定性	坡体稳定性及变形情况	简易测量	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测	每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测
PD501 坑口 集水井	J8	矿坑涌水量、地下水位观测、矿坑涌水水质检测	矿坑涌水量、地下水位、水质	简易测量、取样分析	涌水量 1 次/天；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年	闭坑，不监测	闭坑，不监测
Z2 渣堆底部	J9	水质检测	地表水水质	取样分析	枯水期、平水期、丰水期各 1 次/年，发现污染加密监测	每年 2 次，发现污染加密监测	不监测
关门沟沟口	J10	水质检测	地表水水质	取样分析	枯水期、平水期、丰水期各 1 次/年，发现污染加密监测	每年 2 次，发现污染加密监测	不监测

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

工业场地	J11	土壤监测	土壤污染状况	取样分析	枯水期、平水期、丰水期各 1 次/年，发现污染加密监测	每年 1 次，发现污染加密观测	复垦完成后不监测
关门沟沟口	J12	土壤监测	土壤污染状况	取样分析	枯水期、平水期、丰水期各 1 次/年，发现污染加密监测	每年 1 次，发现污染加密观测	复垦完成后不监测
工业场地旁侧农田	J13	土壤监测	土壤污染状况	取样分析	枯水期、平水期、丰水期各 1 次/年，发现污染加密监测	每年 1 次，发现污染加密观测	复垦完成后不监测
办公生活区土壤	J14	土壤监测	土壤污染状况	取样分析	枯水期、平水期、丰水期各 1 次/年，发现污染加密监测	每年 1 次，发现污染加密观测	复垦完成后不监测
评估区		地貌景观监测	地貌景观破坏情况	人工巡查、无人机航拍	人工巡查每月 1 次，无人机航拍每年 1 次	人工巡查每月 1 次，无人机航拍每年 1 次	人工巡查每月 1 次，无人机航拍每年 1 次

表 5-13 矿山地质环境监测工程量统计表

序号	监测工程	监测措施	监测点数 (处)	单位	监测工程量								合计
					生产期				闭坑期	管护期			
					2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	
1	采空区地面塌陷、地裂缝监测	人工观测	1	区次	96	96	96	96	96	96	48	24	648
2	地下水监测	人工观测	1	点次	12	12	12	12	0	0	0	0	48
3		水质监测		点次	4	4	4	4	0	0	0	0	16
4	地表水水质监测	取样分析	2	点次	6	6	6	6	6	0	0	0	30
5	土壤质量监测	取样分析	4	点次	12	12	12	12	12	0	0	0	60
6	挡墙、排水渠及斜坡稳定性监测	人工观测	6	点次	72	72	72	72	72	72	36	18	486
7	地形地貌景观监测	人工观测	矿区范围	点次	12	12	12	12	12	12	6	3	81
合 计			14	点次	214	214	214	214	198	180	90	45	1369
					856					315			

注：①工作量不包括加密观测次数。

② 矿坑涌水量、地下水水位监测纳入矿山生产管理，均不计入工作量。

③采空区地面塌陷按每个监测区次算。

④管护期若当年未发生地质灾害，则下年度监测频率减半，即每月一次调整为每季度一次，每季度一次调整为每半年一次。

表 5-14 ____年度矿山地质环境动态监测调查表

矿山名称：				采矿许可证证号：			
采矿权人名称：			开采矿种：		矿区面积：（平方公里）		
开采方式： ☐ 地下开采 ☐ 露天开采 ☐ 露天/地下开采				矿山规模： ☐ 大型 ☐ 中型 ☐ 小型			
矿山中心位置坐标		东经：度 分 秒		北纬：度 分 秒			
矿山生产状态		☐ 生产矿山 建矿时间：年 月		☐ 关闭矿山 关闭时间：年 月			
保证金建立时间：年 月				矿山企业保证金帐户金额：（万元）			
本年度采出矿石量：（万吨）				累计已采出的矿石量：（万吨）			
矿区总降水量		（mm）		矿区本年度最大降雨量		（mm/d）	
采矿活动累计损毁土地面积：累计总面积：（公顷）；其中地面塌陷累计损毁土地面积：（公顷），固体废弃物堆放累计压占损毁土地面积：（公顷）							
固体废弃物累计积存量：（万吨）				其中废石（土）累计积存量：（万吨）			
其中煤矸石累计积存量：（万吨）				其中尾矿累计积存量：（万吨）			
本年度矿坑排水量：（万吨）				累计已排出的矿坑水量：（万吨）			
矿坑排水点最低水位埋深：（米）				矿区地下水位下降区面积：（公顷）			
本年度地质 灾害情况	类型	发生次数（次）	直接经济损失（万	死亡人数（人）	影响面积（公顷）	岩土方量（万方）	
	地面塌陷						
	崩塌						
	滑坡						
	泥石流						
	其它						
矿山地质环 境恢复治理 情况	投入资金类型	中央投入资金（万元）	地方投入资金（万元）		企业自筹资金（万元）		
	本年度投入						
	累计投入						
治理工程 完成情况	应恢复治理的面积(公顷)		本年度已恢复治理的面积(公顷)		累计已恢复治理的面积(公顷)		
填表日期：年 月 日			填表单位（签章）：				

七、矿区土地复垦监测和管护

土地复垦监测是督促落实复垦责任的重要途径，是保障复垦能按时、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土地损毁监测和复垦效果监测，依此来验证、完善采空区地面塌陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标实现。管护措施是复垦工程的最后程序，主要包括林地和草地的管护。

（一）目标任务

（1）协助落实土地复垦方案，加强土地复垦设计和施工管理，优化土地复垦防治措施，为建设管理单位提供信息和决策依据。

（2）对矿山生产建设土地损毁情况、土地复垦效果等全程监测，及时、准确掌握损毁状况和复垦效果，提出土地复垦改进措施，验证复垦方案防治措施布设的合理性。

（3）提供土地复垦监督管理技术依据和公众监督基础信息，促进项目区生态环境的有效保护和及时恢复，为竣工验收提供专项报告。

（二）措施和内容

1、监测措施和内容

本方案待复垦土地主要进行原地貌地表状况监测、土地损毁情况监测及复垦效果监测三个方面。土地复垦后需要对复垦效果进行监测，复垦效果监测包括土壤质量监测、复垦植被监测、复垦配套设施监测等三方面内容。

（1）复垦区原地貌地表状况监测

①监测内容

原始地形信息：由于项目的建设，导致地形地貌发生变化，为了更好地与原始地形进行对比，需要在项目开工前对原始地形进行监测。

土地利用现状：要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行跟踪对比研究，主要是土地利用现状数据对比。

土壤信息：包括土壤类型，以及土壤的各种理化性质等信息。

②监测方法及监测点位布设

根据项目自身特点，监测方法主要采用调查监测法，在 Z1 渣堆、Z2 渣堆、工业场地、办公生活区、爆破器材库、岩石移动范围、矿区范围内各设 1 个监测点，共计 7 个原地貌地表状况监测点位。

③监测人员及频率

项目配备监测人员 1 人，监测频次为全分析监测 1 次。

(2) 土地损毁监测

①监测内容

针对本项目建设的特点，土地损毁监测主要是对建设挖损、压占土地损毁和采矿塌陷的时间、面积、位置及程度进行监测，监测点位情况见下表 5-15。

表 5-15 土地损毁监测点布设表

监测内容	监测时段	监测点	监测位置	监测频率
挖损、压占、采矿塌陷面积及损毁程度	生产期	6 个	Z1 渣堆、Z2 渣堆、工业场地、办公生活区、爆破器材库、岩石移动范围	1 次/两个月

②监测方法

对土地损毁的监测方法主要是采用现场巡查进行观察记录。

③监测人员及频率

项目配备监测人员 1 人，监测频率为两个月一次，观测记录要准确可靠，并及时整理观测资料，并与监测结果进行对比分析。

(3) 复垦效果监测

①土壤质量监测

复垦为林、牧业用地的土地自然特征监测内容包括复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度 (PH)、有机质含量、土壤侵蚀模数等。监测频率为每年 1 次，土壤质量监测方案见下表 5-16 所示。

表 5-16 土壤质量监测方案表

监测内容	监测频次 (次/年)	监测点数量 (个)	样点持续监测时间
地形坡度	1	5	3
覆土厚度	1	5	3
PH	1	5	3

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

重金属含量	1	5	3
有效土层厚度	1	5	3
土壤质地	1	5	3
土壤砾石含量	1	5	3
土壤容重（压实）	1	5	3
有机质	1	5	3
土壤盐分含量	1	5	3
土壤侵蚀	1	5	3

②复垦植被监测

复垦为林、草地的植被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。监测方法为样方随机调查法，监测频次为每年春秋两季各 1 次，复垦植被监测方案见下表 5-17 所示。

表 5-17 林地复垦植被恢复效果监测方案表

监测内容	监测频次（次/年）	监测点数量（个）	样点持续监测时间（年）
成活率	2	5	3
郁闭度	2	5	3
单位面积蓄积量	2	5	3

③复垦配套设施监测

本方案对复垦区配套设施的监测未做。

2、管护措施和内容

土地复垦后期管护是巩固复垦成果的关键，是复垦成果发挥社会效益和经济效益的保障。针对本项目土地复垦工程的特点，待复垦工程结束后，要根据规划设计的土地复垦利用类型、土壤适应性以及当地气候、土壤水分等因素，在选择适宜的林、草作物品种的基础上，对所种植的林、草进行两年度的科学抚育管理，具体拟定抚育管理的措施设计。

（1）管护主体及人员要求

本复垦工程管护主体为凤县坪坎镇采矿队，复垦工程完工后，要落实专职监测人员及护林员，并实行合同管护制，监测和管护人员对土地复垦工作要充分的认识，明白土地复垦的意义，并具有林木、草木管护的相关经验，严格执行禁放牧、禁开荒、禁采石、

禁狩猎、禁用火。为增加封育效果，由护林员（或承包户）因地制宜，进行补植、点播和撒播，所需的苗木、种子由复垦义务人供给，要及时防治虫害、林草抚育，搞好护林防火等工作。

（2）管护时间与管护频率

本方案植被管护期设计为3年，管护次数为每年2次，即春、秋季各一次。

（3）管护对象

本项目管护对象为复垦后的林地、草地管护区域，面积10.492hm²。

①林地管护

为了提高树木的成活率及保存率，由村委会、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。夏收夏种及秋收秋种期间严禁秸秆焚烧树木，要求各个农户要爱护、保护树木，以提高树木的保存率。

1) 浇水：植树后及时灌水2~3次，第一次浇灌应确保水能渗透根部，一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌。

2) 施肥：项目区复垦土地主要靠施撒化学肥料（复合肥）增加土壤营养物质，每年5~6月应追施一次复合肥，采用穴施或环施法。

3) 病虫害防治：每月应喷一次广谱性杀虫剂和杀菌剂，应交替使用几种药物喷杀，避免重复用同一种药导致病虫产生抗药性；对突发性病虫应及时有针对性地喷杀农药；喷药时应注意喷植物的叶背面及根茎部位。

4) 修枝与间伐：修枝是调节林木内部营养的重要手段，通过修剪促进主干生长，减少枝叶水分与养分的消耗。间伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。修剪时应严格保护主干顶芽不受损伤；对由于受意外伤害折断而枯黄的枝叶应及时修剪；修剪应达到均衡、完整树冠和促进生长的要求；灌木在冬季进行一次平岔处理即可；剪下的枝叶应及时清除，集中运走。

5) 补种加种：植被种植前期死亡率较高，应及时补种，补种采用同一树种的大苗或同龄苗，要在高度、粗度或株丛数等方面与周围正常生长的植标一致，同时适时松土、施肥、精心培育，必要时加种部分植被，以保证绿化的整齐性及植被成活率，防止地面

水土流失和滑坡等次生灾害的发生。

6) 森林防火：冬季注意森林防火，矿山企业负责人协助配合当地村委会及村民小组做好安全应急措施。

(三) 主要工程量

1、监测措施工程量

根据本项目特点，本项目复垦监测设原地貌地表状况监测点 7 个，土地损毁情况监测点 6 个（生产期），复垦效果监测点位 10 个，包括土壤质量监测点 5 个、复垦植被监测点 5 个，共计监测点位 23 个，具体监测工程量见表 5-18。

表 5-18 监测措施工程量表

监测内容		监测点数量 (个)	土地损毁监测	监测方法	监测频率	监测年限	监测次数 (次)
原地貌地表状况		7	挖损、压占、采空区地面塌陷面积及损毁程度	现场调查、取样监测	1 次	-	7
土地损毁监测	生产期	6		GPS 监测、定期巡查	1 次/2 个月	4	144
复垦效果监测	土壤质量监测	5		取样测试	1 次/半年	3	90
	复垦植被监测	5		定期巡查	春秋季各一次	3	90
合计		23					331

2、管护措施工程量

管护措施主要是对林地的管护，本项目管护面积 11.486hm²。其中：生产期面积 0.258hm²；闭坑期、管护期面积 11.228hm²，管护工程量汇总情况见下表 5-19 所示。

表 5-19 管护工程量汇总表

管护对象	管护阶段	管护面积 (hm ²)	管护方法	管护年限 (年)	管护次数
林地	生产期	0.258	浇水、喷药	3	植树后及时灌水 2~3 次，第一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；喷药每月一次
			施肥		每年冬季应施一次有机肥，每年 5~6 月应追施一次复合肥
	管护期	11.228	平岔		每年冬季进行一次平岔处理
			浇水		应适时的在干旱季节进行灌溉
			松土、除杂草		每年 1 次
			刈割		每年 2 次
小计		11.486			

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

（一）部署原则

（1）坚持矿产资源开发与环境保护并重原则

矿山环境保护与综合治理要坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山”的原则。贯彻矿产资源开发与地质环境保护、土地复垦并举，综合治理与地质环境、土地资源保护并举的原则，最大限度地减少或避免矿山开发引发的矿山环境问题。

（2）谁破坏、谁治理原则

坚持“谁开发，谁保护；谁破坏，谁治理；谁投资，谁受益”、“谁损毁、谁复垦”的原则，合理界定地质环境保护与土地复垦责任范围，明确采矿权人与矿山生态环境恢复治理与土地复垦的义务和责任，完善矿山环境保护与土地复垦的恢复治理基金制度。

（3）矿山环境恢复治理、土地复垦要坚持“三同时”的原则

在矿山设计建设、生产运行和关闭过程中，矿山环境恢复治理、土地复垦工作必须与主体工程同时设计、同时施工、同时使用，确保矿山地质灾害及时、彻底消除，损毁土地及时复垦，矿山运行与环境同步协调发展。

（4）坚持“以人为本”的原则

坚持“以人为本”的原则，确保人居环境、生产资源的安全。

（5）安全可靠的原则

综合治理方案编制的原则是安全可靠、技术可行、突出重点、社会效益及环境效益明显。

（6）最优化的原则

以最优化的工程方案和治理费用，获得最大的社会、经济效益和环境效益。

（二）总体目标

1、总体目标

以“矿山开发与矿山地质环境、土地资源保护协调发展”为目标，以避免和减少矿山

开发建设引起的地质环境问题、土地损毁为目的，保护矿山地质环境和土地资源。根据矿山开发建设工程的特点、针对矿山地质环境、土地损毁的现状和预测结论，提出具体、实用、可操作的防治措施建议。具体目标如下：

（1）对工程建设、运行过程中可能新发生的地质灾害（泥石流、塌陷等）进行综合防治，治理率 100%，彻底消除地质灾害隐患，有效保护建设工程的安全运行，确保人民生命财产不受损失。

（2）对矿区现状损毁土地和预测拟损毁土地合理规划，统筹安排土地复垦工程，土地复垦率 100%，使复垦后矿区的地形、地貌与当地自然环境和地理景观相协调，山、水、田、林、路得到综合治理，矿区的生态环境相对于损毁前得到明显改善。

（3）对矿山及周边的地质灾害、水土环境污染、含水层和地形地貌景观的破坏情况进行全面监测；对损毁土地及破坏的地貌景观及时复垦；对含水层破坏、水土环境污染及时发现并治理。使矿山地质环境问题监测覆盖率 100%，地质灾害及地形地貌综合整治率 95%以上。

2、基本任务

（1）对区内已发现泥石流灾害实施地质灾害治理工程。

（2）对矿区内不同复垦单元区的损毁土地实施土地复垦、复垦监测与管护。

（3）在矿山闭坑后，对破坏矿区地形地貌景观的场地进行地质生态环境恢复。

（4）建立矿山环境地质环境及土地资源预防、监测体系，避免和减少矿山地质环境问题与土地损毁的发生，做好即时预警和防治工作。

（三）主要任务

（1）对矿区内五处复垦单元区的损毁土地实施土地复垦、监测与植被管护。

（2）对矿区地质灾害易发区和环境破坏敏感区（点）实施重点监测，包括 Z1 渣堆、Z2 渣堆、工业场地、磅秤房、爆破器材库、矿山道路、采空区地面塌陷隐患、地下疏干排水及流量等，对矿山地质环境治理和复垦工作要做到“及时发现、及时预警、及时排险”，确保矿区不发生较重大地质环境污染和灾害事故。

（3）建立矿山地质环境及土地资源监测防控体系，完善矿山突发地质环境事故应

急机制和应急措施，尽最大限度的避免和控制矿山地质环境破坏和土地损毁的发生。

（4）完善矿山突发地质环境事故应急机制和应急措施，尽最大限度避免和控制矿山地质环境破坏和土地损毁发生。

（四）工作部署

1、实施阶段划分

根据矿山地质环境治理分区和土地复垦单元划分，针对工程建设活动引发矿山地质环境问题的特点和造成危害程度，矿山生产进度及土地损毁情况等因素，采取有效的防治措施，把矿山地质环境治理与土地复垦的工程措施与监测预警措施，永久性保护措施和临时性措施有机结合起来，合理确定矿山地质环境治理与土地复垦方案的总体布局，以形成完整的，科学的矿山地质环境保护与恢复治理体系，最终达到改善生态环境，实现社会、经济、自然的协调发展。

本矿山剩余服务年限 4 年，考虑后期间闭坑期 1 年，根据秦岭地区以往土地复垦经验，确定植被管护抚育期 3 年，本方案实施基准期以上级自然资源主管部门公告之日算起，由此确定本方案的规划年限为 8 年（2025～2032 年）。其中：生产期 4 年（2025～2028 年）、闭坑期 1 年（2029 年）、管护期 3 年（2030～2032 年），考虑本矿山剩余服务年限为 4 年（不足 5 年），故本方案按闭坑方案对待，工作部署分生产期、闭坑期、管护期，具体工作均按年度安排。

（1）生产期

为矿山边生产、边保护期，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、土地损毁问题进行科学的保护、治理与恢复，同时做到监测与管护。

（2）闭坑期

为矿山生产尾期，对矿区生产运行过程中造成的地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染等地质环境问题进行科学治理与监测，对损毁土地进行复垦、监测及管护。

（3）管护期

为矿山恢复治理期，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。

2、工程措施布局

矿山环境保护与综合治理要坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山”的原则，贯彻矿产资源开发与地质环境保护、土地复垦并举，综合治理与地质环境、土地资源保护并举的原则，最大限度的减少或避免矿产开发引发的矿山环境问题。

针对不同治理分区的地质环境问题及土地损毁的形式、强度及其影响程度，按照轻重缓急、分阶段实施的原则合理布设防治措施，建立工程、生物化学、监测与管护的地质环境治理与土地复垦体系，部署了地面塌陷治理工程、含水层影响减缓措施、地形地貌景观影响治理、水土环境污染、土地损毁的减缓措施，具体工作部署见表 6-1。

表 6-1 矿山地质环境治理总体部署

防治对象	地质灾害	含水层	水土环境污染
工程措施	采空区地面塌陷隐患的治理、坑口封堵、地质灾害监测	加强废水资源化利用、排供结合、植树种草恢复水位、含水层监测	水土环境污染监测

土地复垦总体工作部署见表 6-2 所示：

表 6-2 土地复垦总体部署

复垦对象	主要复垦措施	监测与管护措施
采空区地面塌陷隐患	土壤剥覆工程、裂缝填充工程、植被恢复	土地损毁、复垦效果监测、林草地管护
工业场地	清理工程、土地平整、客土覆土、植被恢复	复垦效果监测
Z1、Z2 渣堆	养护管护	复垦效果监测、林草管护
爆破器材库	清理工程、土地平整、客土覆土	复垦效果监测、林草管护

通过措施布局，力求使本项目造成的地质环境与土地损毁问题得以集中和全面的治理，在发挥工程措施控制性和速效性特点的同时，充分发挥生物化学、监测管护措施的长效性和美化效果，有效恢复治理矿区地质环境及土地利用问题。

二、阶段实施计划

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》和本方案总体安排，矿山地质

环境治理与土地复垦工作主要分为生产期、闭坑期、管护期三个阶段，具体按年度安排工作，采取近细远粗的原则部署治理及复垦措施，本方案针对矿山地质环境治理与土地复垦工作总体规划内容如下：

（一）生产期（2025~2028 年）

生产期主要工作为地质灾害的防治与监测及土地复垦与管护工作。

1、地质环境保护与治理工作部署

主要解决矿区内已有的地质环境现状问题并建立矿山地质环境监测系统。

（1）对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位，设立警示牌等标志。

（2）对矿区地表水和地下水水位、水质、矿坑涌水量监测。

（3）采用高精度遥感数据，监测地质灾害、地形地貌景观影响与破坏情况。

（4）采空区地表岩石移动范围、采矿平硐口等地段布设监测点，建立完善的监测体系。

（5）在工业场地、生产生活区等地段建立水土环境污染监测体系。

2、土地复垦工作部署

（1）对关门沟 Z1、Z2 渣堆土地复垦工程进行养护管护，养护管护面积 0.258hm²。

（2）复垦管护及效果监测。

（3）土地损毁监测。

（4）原地表状况监测。

（二）闭坑期（2029 年）

闭坑期主要是矿山开采结束后的地质灾害的防治与监测及土地复垦与管护工作。

1、地质环境保护与治理工作部署

（1）矿区地表水和地下水水位、水质、矿坑涌水量监测；生产生活区等地段水土环境污染监测。

（2）封堵 PD501 硐口及第二安全出口，矿山地质环境监测。

2、土地复垦工作部署

（1）对工业场地进行治理，拆除生产区地面建筑设施，并清运垃圾，随后复垦林

地 0.323hm²。

(2) 拆除爆破器材库地面建筑设施，恢复其占用土地的原始使用功能，复垦林地 0.413hm²。

(3) 对采空区地面塌陷隐患范围内土地进行损毁监测，发现地裂缝及时充填，进行苗木栽培。

(4) 土地复垦效果监测与管护工作。

(三) 管护期 (2030~2032 年)

管护期主要工作为灾害治理工程的监测及土地复垦的管护工作。

1、地质环境保护与治理工作部署

(1) 矿山地质环境监测。

2、土地复垦工作部署

(1) 土地复垦效果监测及植被管护。

综上所述，矿山地质环境保护与土地复垦工作总体规划见下表 6-3 所示：

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

表 6-3 矿山地质环境治理与土地复垦工作总体规划

阶段	规划年度	地质环境恢复治理与土地复垦工程		主要工程量
生产期	2025~2028 年	矿山地质环境治理工程	1、对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌； 2、矿山地质环境监测。	1、刺丝围栏长度 1000m，警示牌 4 块； 2、地质环境监测 856 点次。
		土地复垦工程	1、复垦管护及效果监测； 2、土地损毁监测； 3、原地表状况监测； 4、采空区塌陷隐患复垦工程。	1、林地管护 0.258hm ² ；复垦效果监测 12 点次； 2、土地损毁监测 144 点次； 3、原地表状况监测 7 点次； 4、表土剥离 535m ³ ，裂缝拓宽 202m ³ ，人工夯填土方 202m ³ ，表土回覆 535m ³ ，撒播草籽 1.04923hm ² ，栽植油松 583 株，栽植紫穗槐 583 株，林地管护 1.04923hm ² 。
闭坑期	2029 年	矿山地质环境治理工程	1、硐口封堵 2、矿山地质环境监测；	1、封堵 PD501 硐口及第二安全出口，M10 浆砌片石砌筑 560m ³ ； 2、地质环境监测 198 点次。
		土地复垦工程	1、工业场地土地复垦工程； 2、爆破器材库土地复垦工程； 3、土地复垦效果监测与管护。	1、轨道拆除 80m ³ ，建筑物拆除 200m ³ ，垃圾清运 280m ³ ，；场地平整 968.98m ³ ，客土覆盖 1614.97m ³ ，土壤翻耕培肥 0.323hm ² ，撒播草籽 0.323hm ² ，栽植紫穗槐 807 株，林地管护 0.323hm ² ； 2、建筑物拆除 200m ³ ，垃圾清运 2080m ³ ，；场地平整 1240.25m ³ ，客土覆盖 2067.08m ³ ，土壤翻耕培肥 0.413hm ² ，撒播草籽 0.413hm ² ，栽植紫穗槐 1034 株，林地管护 0.413hm ² ； 3、复垦效果监测 12 点次。
管护期	2030~2032 年	矿山地质环境治理工程	1、矿山地质环境监测；	1、地质环境监测 315 点次；
		土地复垦工程	1、工业场地、爆破器材库、采空区地面塌陷范围复垦效果监测及管护； 2、土地复垦效果监测与植被管护。	1、复垦效果监测 36 点次；

三、适用期年度工作安排

（一）2025 年工作安排

1、地质环境保护与治理

- （1）建立矿区地表水和地下水水位、水质监测、矿坑涌水量监测体系。
- （2）采用高精度遥感数据监测地质灾害、地形地貌景观影响与破坏情况。
- （3）对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位，设立警示牌等其它临时工程。
- （4）采矿平硐口、采空区地面塌陷隐患等地段布设监测点，建立完善的监测体系。

2、土地复垦

- （1）对关门沟 Z1、Z2 渣堆复垦工程进行养护管护，林地养护管护 0.258hm²。
- （2）采空区地面塌陷范围土地复垦工程。
- （3）土地复垦效果监测与植被管护。
- （4）土地损毁监测。

（二）2026 年工作安排

1、地质环境保护与治理

- （1）对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位，设立警示牌等其它临时工程。
- （2）矿区地表水和地下水水位、水质、矿坑涌水量监测；生产生活区等地段水土环境污染监测。

- （3）矿山地质环境监测。

2、土地复垦

- （1）对关门沟 Z1、Z2 渣堆复垦工程进行养护管护，林地养护管护 0.258hm²。
- （2）采空区地面塌陷范围土地复垦工程。
- （3）土地损毁监测。
- （4）原地表状况监测。

（三）2027 年工作安排

1、地质环境保护与治理

- （1）对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位，设立警示牌等其它临时工程。

(2) 矿区地表水和地下水水位、水质、矿坑涌水量监测；生产生活区等地段水土环境污染监测。

(3) 矿山地质环境监测。

2、土地复垦

(1) 对关门沟 Z1、Z2 渣堆复垦工程进行养护管护，林地养护管护 0.258hm²。

(2) 采空区地面塌陷范围土地复垦工程。

(3) 土地损毁监测。

(4) 原地表状况监测。

(四) 2028 年工作安排

(1) 对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位，设立警示牌等其它临时工程。

(2) 矿区地表水和地下水水位、水质、矿坑涌水量监测；生产生活区等地段水土环境污染监测。

(3) 矿山地质环境监测。

2、土地复垦

(1) 采空区地面塌陷范围土地复垦工程。

(2) 土地损毁监测。

(3) 原地表状况监测。

(五) 2029 年工作安排

1、地质环境保护与治理工作部署

(1) 矿区地表水和地下水水位、水质、矿坑涌水量监测；生产生活区等地段水土环境污染监测。

(2) 封堵 PD501 硐口及第二安全出口，采用 M10 浆砌石砌筑。

(3) 矿山地质环境监测。

2、土地复垦工作部署

(1) 对工业场地进行治理，拆除生产区地面建筑设施，复垦林地 0.323hm²。

(2) 拆除爆破器材库地面建筑设施，恢复其占用土地的原始使用功能，复垦林地

0.413hm²。

(3) 对采空区地面塌陷隐患范围内土地进行损毁监测，发现地裂缝及时充填，进行苗木栽培。

(4) 土地复垦效果监测与管护工作。

(六) 2030 年工作安排

1、地质环境保护与治理

(1) 矿山地质环境监测。

2、土地复垦

(1) 土地复垦效果监测与植被管护。

(七) 2031 年工作安排

1、地质环境保护与治理

(1) 矿山地质环境监测。

2、土地复垦

(1) 土地复垦效果监测与植被管护。

(八) 2032 年工作安排

1、地质环境保护与治理

(1) 矿山地质环境监测。

2、土地复垦

(1) 土地复垦效果监测与植被管护。

综上所述，具体年度工作安排见下表 6-4 所示：

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

表 6-4 年度工作安排表

实施年度	主要治理内容		主要工程量
2025 年	矿山地质环境治理工程	1、对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌； 2、矿山地质环境监测。	1、刺丝围栏长度 1000m，警示牌 4 块； 2、地质环境监测 214 点次。
	土地复垦工程	1、采空区地面塌陷范围土地复垦工程 2、复垦管护及效果监测； 3、土地损毁监测。	1、表土剥离 535m ³ ，裂缝拓宽 202m ³ ，人工夯填土方 202m ³ ，表土回覆 535m ³ ，撒播草籽 1.04923hm ² ，栽植油松 583 株，栽植紫穗槐 583 株，林地管护 1.04923hm ² ； 2、林地管护 0.258hm ² ；复垦效果监测 8 点次； 3、土地损毁监测 36 点次。
2026 年	矿山地质环境治理工程	1、对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌； 2、矿山地质环境监测。	1、地质环境监测 214 点次。
	土地复垦工程	1、采空区地面塌陷范围土地复垦工程 2、复垦管护及效果监测； 3、土地损毁监测。	1、林地管护 0.258hm ² ；复垦效果监测 8 点次； 2、土地损毁监测 36 点次。
2027 年	矿山地质环境治理工程	1、对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌； 2、矿山地质环境监测。	1、地质环境监测 214 点次。
	土地复垦工程	1、采空区地面塌陷范围土地复垦工程 2、复垦管护及效果监测； 3、土地损毁监测。	1、林地管护 0.258hm ² ；复垦效果监测 8 点次； 2、土地损毁监测 36 点次。
2028 年	矿山地质环境治理工程	1、对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位设立刺丝围栏、警示牌； 2、矿山地质环境监测。	1、地质环境监测 214 点次。
	土地复垦工程	1、采空区地面塌陷范围土地复垦工程 2、土地损毁监测。	1、土地损毁监测 36 点次。
2029 年	矿山地质环境治理工程	1、矿山地质环境监测；	1、地质环境监测 198 点次；
	土地复垦工程	1、工业场地土地复垦工程；	1、轨道拆除 80m ³ ，建筑物拆除 200m ³ ，垃圾清运 280m ³ ，；场地平整

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

实施年度	主要治理内容		主要工程量
		2、爆破器材库土地复垦工程； 3、采空区地面塌陷范围土地复垦工程； 4、土地复垦效果监测与管护。	968.98m ³ ，客土覆盖 1614.97m ³ ，土壤翻耕培肥 0.323hm ² ，撒播草籽 0.323hm ² ，栽植紫穗槐 807 株，林地管护 0.323hm ² ； 2、建筑物拆除 200m ³ ，垃圾清运 200m ³ ，；场地平整 1240.25m ³ ，客土覆盖 2067.08m ³ ，土壤翻耕培肥 0.413hm ² ，撒播草籽 0.413hm ² ，栽植紫穗槐 1034 株，林地管护 0.413hm ² ； 2、复垦效果监测 6 点次。
2030 年	矿山地质环境治理工程	1、矿山地质环境监测；	1、地质环境监测 180 点次；
	土地复垦工程	1、土地复垦效果监测与植被管护。	1、复垦效果监测 12 点次；
2031 年	矿山地质环境治理工程	1、矿山地质环境监测；	1、地质环境监测 90 点次；
	土地复垦工程	1、土地复垦效果监测与植被管护。	1、复垦效果监测 12 点次；
2032 年	矿山地质环境治理工程	1、矿山地质环境监测；	1、地质环境监测 45 点次；
	土地复垦工程	1、土地复垦效果监测与植被管护。	1、复垦效果监测 12 点次；

注：本方案采空区塌陷隐患治理工程及土地复垦工程以塌陷区面积的 10%计提工程量，工作量计提至 2025 年，若未发现地面塌陷、地裂缝等地质灾害，则工作量顺延至下一年度，具体工作量应以实际为准。

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）编制依据

（1）《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（陕发改项目【2017】1606号）

（2）《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）。

（3）《宝鸡市建筑动态与材料信息》（2025年第1期）。

（4）《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格【2002】1980号）。

（5）《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格【2007】670号）。

（6）《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格【2015】299号）。

（7）《测绘生产成本费用定额》（财建【2009】17号）。

（8）《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）。

（二）编制方法

矿山地质环境保护与土地复垦投资估算费用由：建安费、临时工程费、预备费和独立费用四项组成，具体情况详见附件估算书。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

（一）总工程量

由于矿山剩余服务年限为4年，故本方案按闭坑方案对待，分生产期（2025~2028年）、闭坑期（2029年）、管护期（2030~2032年）三阶段实施，具体矿山地质环境治理及监测工程量见下表7-1、7-2所示。

表 7-1 矿山地质环境治理总工程量一览表

矿山地质 环境治理	治理项目	工程措施	工程量			
			生产期	闭坑期	管护期	合计
	地面塌陷、 地裂缝预防	警示标志牌（个）	4	/	/	4
		刺丝围栏（m）	1000	/	/	1000
	硐口封堵	M10 浆砌石砌筑（m ³ ）	/	560	/	560

表 7-2 矿山地质环境监测工程量表

序号	监测工程	单位	监测工程量			合计
			生产期	闭坑期	管护期	
1	采空区地面塌陷、地裂缝监测	区次	384	96	168	648
2	地下水水位监测	点次	48	0	0	48
3		点次	16	0	0	16
4	地表水水质监测	点次	24	6	0	30
5	土壤质量监测	点次	48	12	0	60
6	挡墙、排水渠及斜坡稳定性监测	点次	288	72	126	486
7	地形地貌景观监测	点次	48	12	21	81
合计		点次	856	198	315	1369

（二）经费估算

矿山地质环境恢复治理工程估算静态投资为 122.89 万元，其中建筑工程费用 80.98 万元，临时工程费 2.43 万元，独立费用 34.75 万元，预备费 4.73 万元，吨矿投资 9.82 元。

表 7-3 矿山地质环境工程施工费估算表

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
1	矿山地质环境治理工程				80.98
1.1	采空区地面塌陷隐患治理				9.46
1.1.1	刺丝围栏	m	1000	92.59	9.26
1.1.2	警示牌	个	4	500.00	0.20
1.2	硐口封堵（2 处）				27.83
1.2.1	M10 浆砌片石砌筑	m ³	560	497.02	27.83
1.3	矿山地质环境监测				43.69
1.3.1	原地貌地表状况监测				0.35
1.3.1.1	取样监测	次	7	500.00	0.35
1.3.2	采空区地面塌陷、地裂缝监测				12.96

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

1.3.2.1	人工巡查	次	648	200.00	12.96
1.3.3	地下水水位监测		48		2.24
1.3.3.1	人工观测	次	48	200.00	0.96
1.3.3.2	水质监测	次	16	800.00	1.28
1.3.4	地表水水质监测		16		2.40
1.3.4.1	取样分析	次	30	800.00	2.40
1.3.5	土壤污染监测		8		14.40
1.3.5.1	取样分析	次	60	2400.00	14.40
1.3.6	挡墙、排水渠及斜坡稳定性监测		16		9.72
1.3.6.1	人工观测	次	486	200.00	9.72
1.3.7	地形地貌景观监测		288		1.62
1.3.7.1	人工观测	次	81	200.00	1.62

临时工程费=建安费*3%=2.43 万元。

独立费=建设管理费+生产准备费+可研勘察设计费+其它=34.75 万元。

预备费=（建安费+临时工程费+独立费）*4%=4.73 万元。

费用明细详见《估算书》（附件 20）。

三、土地复垦工程经费估算

（一）总工程量

由于矿山剩余服务年限为 4 年，故本方案按闭坑方案对待，分生产期（2025～2028 年）、闭坑期（2029 年）、管护期（2030～2032 年）三阶段实施，具体土地复垦工程量见下表 7-4 所示。

表 7-4 矿山土地复垦工程量一览表

序号	项目名称	单位	工程量
1	土地复垦工程		
1.1	Z1、Z2 渣堆复垦工程		
1.1.1	林地养护管护（3 年）	h m ² · a	0.258
1.2	工业场地复垦工程		
1.2.1	土壤重构工程		
1.2.1.1	地表附着物拆除工程	m ³	80
1.2.1.1.1	轨道拆除工程	m	80
1.2.1.1.2	建筑物拆除工程	m ³	200
1.2.1.1.3	垃圾清运（5km）	m ³	280
1.2.1.2	场地平整	m ²	3230
1.2.1.3	客土外购	m ³	1614.97

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

序号	项目名称	单位	工程量
1.2.1.4	客土运输	m ³	1614.97
1.2.1.5	客土覆盖	m ³	1614.97
1.2.1.6	土壤翻耕	hm ²	0.323
1.2.1.7	土壤培肥	hm ²	0.323
1.2.2	植被重建工程		
1.2.2.1	草籽撒播	hm ²	0.323
1.2.2.2	栽植紫穗槐	株	807
1.2.2.3	林地养护管护（3年）	h m ² · a	0.323
1.3	爆破器材库复垦工程		
1.3.1	土壤重构工程		
1.3.1.1	地表附着物拆除工程		
1.3.1.1.1	建筑物拆除工程	m ³	200
1.3.1.1.2	垃圾清运（5km）	m ³	200
1.3.1.2	场地平整	m ²	1240.25
1.3.1.3	客土外购	m ³	2067.08
1.3.1.4	客土运输	m ³	2067.08
1.3.1.5	客土覆盖	m ³	2067.08
1.3.1.6	土壤翻耕	hm ²	0.413
1.3.1.7	土壤培肥	hm ²	0.413
1.3.2	植被重建工程		
1.3.2.1	草籽撒播	hm ²	0.413
1.3.2.2	栽植紫穗槐	株	1034
1.3.2.3	林地养护管护（3年）	h m ² · a	0.413
1.4	采空区地面塌陷范围复垦工程		
1.4.1	土壤重构工程		
1.4.1.1	表土剥离	m ³	535
1.4.1.2	裂缝拓宽	m ³	202
1.4.1.3	人工夯填土方	m ³	202
1.4.1.4	表土回覆	m ³	535
1.4.1.5	草籽撒播	hm ²	1.0492
1.4.2	植被重建工程		10.492
1.4.2.1	栽植油松	株	583
1.4.2.2	栽植紫穗槐	株	583
1.4.2.3	林地养护管护（3年）	h m ² · a	1.0492
1.5	土地损毁监测		
1.5.1	人工巡查	次	144
1.6	复垦效果监测		
1.6.1	土壤质量监测		
1.6.1.1	取样测试	次	90
1.6.2	复垦植被监测		
1.6.2.1	人工巡查	次	90

(二) 经费估算

土地复垦工程估算总投资 113.86 万元，其中建筑工程费用 95.54 万元，临时工程费 2.87 万元，独立费 11.07 万元，预备费 4.38 万元。土地复垦责任范围面积 11.228hm²，亩均投资 6760.48 元。

土地复垦工程经费估算见下表 7-4，其它数据详见附件估算书。

表 7-4 土地复垦工程经费估算表

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
1	土地复垦工程				95.54
1.1	Z1、Z2 渣堆复垦工程				0.16
1.1.1	林地养护管护(3 年)	h m ² · a	0.258	6312.82	0.16
1.2	工业场地复垦工程				29.12
1.2.1	土壤重构工程				28.36
1.2.1.1	地表附着物拆除工程	m ³	80		5.75
1.2.1.1.1	轨道拆除工程	m	80	2.39	0.02
1.2.1.1.2	建筑物拆除工程	m ³	200	216.76	4.34
1.2.1.1.3	垃圾清运(5km)	m ³	280	49.79	1.39
1.2.1.2	场地平整	m ²	3230	1.19	0.38
1.2.1.3	客土外购	m ³	1614.97	50.00	8.07
1.2.1.4	客土运输	m ³	1614.97	28.59	4.62
1.2.1.5	客土覆盖	m ³	1614.97	3.92	0.63
1.2.1.6	土壤翻耕	hm ²	0.323	59805.55	1.93
1.2.1.7	土壤培肥	hm ²	0.323	216111.50	6.98
1.2.2	植被重建工程				0.76
1.2.2.1	草籽撒播	hm ²	0.323	1867.56	0.06
1.2.2.2	栽植紫穗槐	株	807	6.16	0.50
1.2.2.3	林地养护管护(3 年)	h m ² · a	0.323	6312.82	0.20
1.3	爆破器材库复垦工程				34.93
1.3.1	土壤重构工程				33.95
1.3.1.1	地表附着物拆除工程				5.34
1.3.1.1.1	建筑物拆除工程	m ³	200	216.76	4.34
1.3.1.1.2	垃圾清运(5km)	m ³	200	49.79	1.00
1.3.1.2	场地平整	m ²	1240.25	1.19	0.15
1.3.1.3	客土外购	m ³	2067.08	50.00	10.34

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标(金额元)	合计/万元
1.3.1.4	客土运输	m ³	2067.08	28.59	5.91
1.3.1.5	客土覆盖	m ³	2067.08	3.92	0.81
1.3.1.6	土壤翻耕	hm ²	0.413	59805.55	2.47
1.3.1.7	土壤培肥	hm ²	0.413	216111.50	8.93
1.3.2	植被重建工程				0.98
1.3.2.1	草籽撒播	hm ²	0.413	1867.56	0.08
1.3.2.2	栽植紫穗槐	株	1034	6.16	0.64
1.3.2.3	林地养护管护(3年)	h m ² · a	0.413	6312.82	0.26
1.4	采空区地面塌陷范围复垦工程				5.05
1.4.1	土壤重构工程				3.07
1.4.1.1	表土剥离	m ³	535	3.56	0.19
1.4.1.2	裂缝拓宽	m ³	202	24.72	0.50
1.4.1.3	人工夯填土方	m ³	202	38.11	0.77
1.4.1.4	表土回覆	m ³	535	26.35	1.41
1.4.1.5	草籽撒播	hm ²	1.0492	1867.56	0.20
1.4.2	植被重建工程		10.492		1.98
1.4.2.1	栽植油松	株	583	16.54	0.96
1.4.2.2	栽植紫穗槐	株	583	6.16	0.36
1.4.2.3	林地养护管护(3年)	h m ² · a	1.0492	6312.82	0.66
1.5	土地损毁监测				2.88
1.5.1	人工巡查	次	144	200.00	2.88
1.6	复垦效果监测				23.40
1.6.1	土壤质量监测				21.60
1.6.1.1	取样测试	次	90	2400.00	21.60
1.6.2	复垦植被监测				1.80
1.6.2.1	人工巡查	次	90	200.00	1.80

临时工程费=建安费*3%=2.87 万元。

独立费=建设管理费+生产准备费+可研勘察设计费+其它=11.07 万元。

预备费=(建安费+临时工程费+独立费)*4%=4.38 万元。

费用明细详见《估算书》(附件 20)。

四、总经费汇总与年度安排

(一) 总费用构成与汇总

矿山地质环境保护与土地复垦工程估算总投资 236.75 万元,其中矿山地质环境保护估算投资 122.89 万元,其中建筑工程费用 80.98 万元,临时工程费 2.43 万元,独立费用 34.75 万元,预备费 4.73 万元,吨矿投资 9.82 元;土地复垦工程估算总投资 113.86 万元,其中建筑工程费用 95.54 万元,临时工程费 2.87 万元,独立费 11.07 万元,预备费 4.38 万元。土地复垦责任范围面积 11.228hm²,亩均投资 6760.48 元。矿山(剩余)利用矿石储量 12.52×104t,平均吨矿投资 18.91 元,矿山恢复治理期为 8 年,平均每年恢复治理费用 29.59 万元。

(二) 近期年度经费安排

由于本矿山剩余服务年限为 4 年(小于 5 年),故本方案按闭坑方案对待,具体工作部署均按年度安排,分生产期(2025~2028 年)、闭坑期(2029 年)、管护期(2030~2032 年)三阶段实施。

具体矿山地质环境保护与土地复垦工程经费年度安排见下表 7-5、7-6 所示。

(三) 治理恢复基金计提分析

根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》(陕自然资规〔2024〕1757 号),结合关门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=计提基数(月销售额×单价)×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,查阅可得矿种系数 1.5%、开采系数 1.0、地区系数 1.2,矿山月平均销售原矿 3000 吨,原矿吨销售额取 600 元/吨,计算得到吨矿石计提费用为 10.8 元,后续生产期累计计提 135.216 万元。

矿山应投资的地质环境治理费 236.75 万元,高于 135.216 万元,按就高原则计提,即本矿山吨矿石计提费用为 18.91 元。

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

表 7-5 矿山地质环境保护与土地复垦工程生产期经费年度安排表

单位：元

工程名称		单位	综合单价	2025 年		2026 年		2027 年		2028 年	
			(元)	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
Z1、Z2 渣堆	林地管护	hm2·a	6312.82	0.258	1628.71						
采空区地面 塌陷隐患	刺丝围栏	m	92.59	1000	92590.00						
	警示牌	个	500	4	2000.00						
	表土剥离	m³	3.56	535	1904.60						
	裂缝拓宽	m³	24.72	202	4993.44						
	人工夯填土方	m³	38.11	202	7698.22						
	表土回覆	m³	26.35	535	14097.25						
	草籽撒播	hm2	1867.56	1.0492	1959.44						
	栽植油松	株	16.54	583	9642.82						
	栽植紫穗槐	株	6.16	583	3591.28						
	林地管护	hm2·a	6312.82	1.0492	6623.41						
原地貌地表状况监测	取样监测	点次	500	7	3500.00						
采空区地面塌陷、地 裂缝监测	人工巡查	点次	200	96	19200.00	96	19200	96	19200	96	19200
地下水水位监测	人工观测	点次	200	12	2400.00	12	2400	12	2400	12	2400
	水质监测	点次	800	4	3200.00	4	3200	4	3200	4	3200
地表水水质监测	取样分析	点次	800	6	4800.00	6	4800	6	4800	6	4800
土壤质量监测	取样分析	点次	2400	12	28800.00	12	28800	12	28800	12	28800
挡墙、排水渠及斜坡 稳定性监测	人工观测	点次	200	72	14400.00	72	14400	72	14400	72	14400
地形地貌景观监测	人工观测	点次	200	12	2400.00	12	2400	12	2400	12	2400
土地损毁监测	人工巡查	点次	200	36	7200.00	36	7200	36	7200	36	7200
土壤质量监测	取样测试	点次	2400	18	43200.00	18	43200	18	43200		
复垦植被监测	人工巡查	点次	200	18	3600.00	18	3600	18	3600		
82400			合计					279429.1723		129200	

表 7-6 矿山地质环境保护与土地复垦工程闭坑期、管护期经费年度安排表

单位：元

时期				闭坑期		管护期					
工程名称		单位	综合单价	2029 年		2030 年		2031 年		2032 年	
			(元)	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
硐口封堵	M10 浆砌石封堵	m ³	497.02	560	278331.2						
工业场地土地复垦工程	轨道拆除工程	m	2.39	80	191.2						
	建筑物拆除工程	m ³	216.76	200	43352						
	垃圾清运 (5km)	m ³	49.79	280	13941.2						
	场地平整	m ²	1.19	3230	3843.7						
	客土外购	m ³	50	1614.97	80748.5						
	客土运输	m ³	28.59	1614.97	46171.99						
	客土覆盖	m ³	3.92	1614.97	6330.68						
	土壤翻耕	hm ²	59805.55	0.323	19317.19						
	土壤培肥	hm ²	216111.5	0.323	69804.01						
	草籽撒播	hm ²	1867.56	0.323	603.22						
	栽植紫穗槐	株	6.16	807	4971.12						
	林地养护管护 (3 年)	h m ² ·a	6312.82	0.32	2020.10						
爆破器材库复垦工程	建筑物拆除工程	m ³	216.76	200	43352						
	垃圾清运 (5km)	m ³	49.79	200	9958						
	场地平整	m ²	1.19	1240.25	1475.90						
	客土外购	m ³	50	2067.08	103354						
	客土运输	m ³	28.59	2067.08	59097.82						
	客土覆盖	m ³	3.92	2067.08	8102.9536						
	土壤翻耕	hm ²	59805.55	0.41	24520.28						
	土壤培肥	hm ²	216111.5	0.41	88605.72						
	草籽撒播	hm ²	1867.56	0.41	765.70						
	栽植紫穗槐	株	6.16	1034	6369.44						
	林地养护管护 (3 年)	h m ² ·a	6312.82	0.41	2588.26						

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦方案

时期				闭坑期		管护期					
工程名称		单位	综合单价	2029 年		2030 年		2031 年		2032 年	
			(元)	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
采空区地面塌陷、地 裂缝监测	人工巡查	点次	200	96	19200	96	19200	48	9600	24	4800
地表水水质监测	取样分析	点次	800	6	4800						
土壤质量监测	取样分析	点次	2400	12	28800						
挡墙、排水渠及斜坡 稳定性监测	人工观测	点次	200	72	14400	72	14400	36	7200	18	3600
地形地貌景观监测	人工观测	点次	200	12	2400	12	2400	6	1200	3	600
复垦土壤质量监测	取样测试	点次	2400			12	28800	12	28800	12	28800
复垦植被监测	人工巡查	点次	200			12	2400	12	2400	12	2400
合计				987416.18		67200		49200		40200	

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

为保证本矿区地质环境保护与土地复垦方案的顺利实施，全面落实“方案”中各项工程进度安排，提高工程建设质量，凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿决定采取如下保障措施：

（1）把矿山地质环境保护和土地复垦工作列为矿山管理工作的重点，实行法人负责制，矿山企业法人是矿山地质环境保护与土地复垦的第一责任人。

（2）成立凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦项目领导机构，负责该矿山地质环境保护与土地复垦工作的组织和实施。领导小组组成如下：

组长：王永斌

副组长：许凤山

组员：刘佳雨、曹先贵、杨晓照

（3）本矿山安全部、环保部为矿山地质环境保护、土地复垦工作的职能部门，具体负责矿山地质环境保护与土地复垦管理体系的建立及管理办法制定、年度（月度）计划编制、工程措施的组织实施、矿山地质环境监测和土地复垦质量监测与管护、地质环境事故的应急处理预案编制和组织实施以及相关制度、知识的宣传、培训和演练。

（4）接受行政主管部门的监督、管理

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿负责人要了解项目所在地各级自然资源行政主管部门的职责，积极加强同省、市、县、镇自然资源主管部门的沟通、联系，按计划实施矿山企业地质环境保护与土地复垦工作，同时接受各级自然资源行政管理部门的管理、监督、技术指导和审核、验收等工作。

二、技术保障

（1）我矿在进行地质环境治理、土地复垦实施时，将选择地质环境治理、土地复垦方面经验丰富的单位承担方案编写工作。

（2）我矿委托编制的“矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案”必须充分征求包括土地权益人、当地土地主管部门的公众意见，所编制方案需经自然资源主管部门组织评

审通过后，方能实施。

(3) 现场施工实施前，我矿主管部门必须组织设计、施工和监理单位进行技术交底。施工期间，施工单位要严格按设计方案、施工图指导现场施工，遇场地地质情况与设计条件出入较大时，要及时向监理和编写设计方反映，由编写单位组织技术会审，根据会审结果出设计变更，施工单位按变更后设计施工。

(4) 工程施工实施各工序层层监督制度。监理单位按矿山地质环境治理及土地复垦工程相关技术规程、规范、设计要求对工程进行监督、检查，矿山企业、设计单位、监理单位、自然资源主管部门及权益人共同对工程进行质量验收。

(5) 我矿将按照《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015)、《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T1044-2014)和本方案设计规划内容，编制矿山地质环境监测和土地复垦质量监测内容。以自动化、网络化、全覆盖为目标，建设监测基础设施，完善矿区地质环境与土地复垦质量监测网。

三、资金保障

为了保证本方案的顺利实施，必须加强对项目资金的管理。

根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦资金来源为企业自筹，矿山企业应有独立财务管理机构和完善财务管理制度，并对项目资金实行独立核算，单独建账，项目经费支出应严格按照实施方案设计的工程进行，确保经费支出与工程进度相互匹配。

矿山企业应将治理费从生产费用中列支，防止挤占、挪用或截留，要做到资金及时足额到位，合理使用，确保专款专用，确保经费投资额度、资金流向和使用情况的真实性和有效性。

凤县自然资源局应对矿山地质环境保护与土地复垦资金进行监督，相关负责人员应定期对矿山地质环境保护与土地复垦资金进行检查验收，确保每笔资金落到实处，真正用在矿山地质环境治理与土地复垦工程上，对滥用、挪用资金的，坚决追究当事人、相关责任人的责任，并给予相应的行政、经济以及刑事处罚。

矿山地质环境保护与土地复垦资金严格按照专款专用、单独核算的办法进行管理；

按照规定的开支范围支出；实行专管，严格财务制度，规范财务手续，注明每一笔款项的使用情况。资金拨付由施工单位根据工程进度提出申请，经主管部门审查签字后，报财务审批，在拨付资金之前，必须对上期资金使用情况进行检查验收，合格后资金才予拨付。

四、监管保障

（1）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它相关人员提出的合理化建议及时进行采纳。

（2）项目工程招标制

为保证工程施工质量及进度，矿山地质环境恢复治理工程及土地复垦工程原则上采用工程招标制，向社会公开招标，择优定标。

（3）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）定期向国土主管部门报告土地复垦工程的实施进展情况、存在的问题，结合工程进度提出具体的改进和补救措施，确保复垦工程的全面完成。接受省、市自然资源主管部门与同级财政、环境保护主管部门对基金提取、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。

（5）验收制度

根据国土资源部颁发的《土地复垦条例实施办法》、《生产项目土地复垦验收规程》和国务院令 592 号《土地复垦条例》、陕西省人民政府令第 173 号《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》等相关规范，要求上级主管部门凤县自然资源局负责对项目成果履行验收职责，并在政府门户网站上公示相关信息。

五、效益分析

（一）社会效益

矿山地质环境保护与土地复垦，一方面可以减少和预防引发或加剧的地质灾害对人民生命财产的威胁，达到防灾减灾的目的；另一方面随着对矿山地质环境保护与土地复垦，可改善矿区的生态环境，保证矿山开发和生态环境可持续发展，在一定程度上缓解了人地关系的压力。

1、有利于减少和预防引发或加剧的地质灾害对人民生命财产的威胁

防灾减灾已作为当前我国维系社会稳定、促进经济发展、减少国家和人民的生命财产损失，构建和谐社会和实施可持续发展战略的重要任务，其主要措施是提前预防、避让和治理相结合。矿区进行矿山地质环境保护与土地复垦，可减少和预防引发或加剧的地质灾害对人民生命财产的威胁，这对当地实施防灾减灾工作有一定的推动作用。

2、有利于当地林地保护

(1) 本项目土地复垦方案实施后，可以减少矿区开采工程带来的新增水土流失，减轻所造成的损失和危害，能够确保矿山的安全生产。

(2) 本工程实施后，通过建设人工林地以及草地，恢复林草植被面积，对改善项目区建设影响范围及周边地区的土地利用结构起到良好的促进作用，从而促进当地林、牧业协调发展。综合可见，本复垦项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

3、促进当地农村的社会稳定和农民生活水平的提高

(1) 矿山地质环境保护与土地复垦，可增加部分当地居民就业，从而增加农民的收入，加快当地农村现代化进程，缩小了城乡差距，有利于社会的团结和稳定，促进社会进步。

(2) 土地复垦方向主要为林地，对复垦后土地经营管理需要较多的工作人员，因此也能够为矿区人民提供更多的就业机会，对于维护社会安定起到了积极的促进作用。

(3) 矿区复垦能够减少生态环境破坏，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康，从而能够提高劳动生产率。

(二) 环境效益

根据“绿水青山，就是金山银山”口号，加强生态文明建设，项目区位于秦岭腹地，

生态环境保护任务及其重要。本方案通过对矿区潜在地质灾害的治理，消除了地质灾害隐患，对破坏的土地进行复垦是实现生态效益的重要措施，基本保护了矿山原有地形地貌景观。对采矿过程中破坏的土地及影响范围采取基本恢复其原生土地类型的生态措施，建立起新的土地利用生态体系，形成新的人工和自然景观，可使矿业活动对生态环境的影响减少到最低，使矿区的生态环境得以有效恢复。

由于矿山开采，对地表植被产生严重破坏，使水土流失加重，土地也进一步退化，矿区生态环境产生了严重的破坏，所以对矿区进行复垦是矿区生态环境治理工程的重要组成部分。通过复垦有利于改善土壤的理化性质以及土壤圈的生态环境，增加地表植被促进野生动物繁殖，减少水土流失、美化环境、改善了生物圈的生态环境。土地是一个自然、经济、社会的综合体，同时也是一个巨大的生态系统，土地复垦是与生态重建密切结合的大型工程，在作为祖国绿色屏障的地区进行土地复垦与生态重建，对矿山开采造成的土地破坏进行治理，其生态意义极其巨大。

（1）生物多样性

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

（2）水土保持

采矿后水土流失较原地貌加重，水土流失增加。经过科学地对破坏土地进行复垦，采用乔灌草立体防护后可显著减少水土流失，防止土地退化，从而改善水、土地和动植物生态环境。

（3）对空气质量和局部小气候的影响

地质环境保护与土地复垦通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。具体来讲植树、种草工程可有效防止矿山岩土侵蚀和水土流失，还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。

（三）经济效益

矿山地质环境保护与土地复垦方案切实预防和减少地质灾害对人民生命财产的损

失，同时具有一定的经济效益。具体表现在以下方面：

（1）矿山地质环境保护与土地复垦的实施，需要人力、物力，一定程度上可以增加部分当地居民就业，增加当地农民收入。

（2）矿山地质环境保护与土地复垦的实施，可减少地质灾害对人民生命财产的威胁，也就减少了损失。

（3）土地复垦工程的经济效益体现在直接经济效益以及间接经济效益两个方面。其中，直接经济效益是指通过土地复垦工程对土地的再利用带来的农业产值；间接经济效益是通过土地复垦工程实施而减少的对环境破坏等需要的生态补偿。

（4）本方案规划年限内复垦乔木林地 11.228hm^2 ，比建设前乔木林地增加了 2.083hm^2 ，采矿用地减少了 1.898hm^2 ，提高了土地地类等级。按林地每年增收 0.6 万元/ hm^2 的纯收入计算，复垦土地每年可产生直接经济效益 6.8916 万元。

本方案充分考虑了矿山现状及可能发生的地质环境与土地损毁问题，因地制宜的部署了矿山地质环境治理与土地复垦工程，既保证了高质量的治理效果，又可以很好的节约治理费用，经济上可行。

六、公众参与

本着“贯穿项目始终，多方参与”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦工程在方案调研、编制、实施及验收阶段均要广泛征求当地政府部门、工程技术人员及项目土地权属地公众意见，确保项目实施的公开、公正，技术合理、公众满意、效果明显。

1、方案编制前期

（1）公众参与的宣传和动员

为了广泛征询群众意见，项目编制单位对矿山资料收集、现场调查的基础上，整理了矿山存在的环境问题及对当地民众生产生活的影响及伤害，有针对性的和矿业权人、当地政府、村委会成员进行沟通，以便为公众调查做好准备，动员广大群众积极参与。

（2）公众意见征询

本次公众意见征询采用走访、集体座谈会的形式开展。主要有以下几项：

①征询凤县国土局相关管理人员的意见，认真听取了国土部门对矿区地质环境保护

与土地复垦提出的要求及建议。具体意见为：

- 1) 土地复垦尽量不要造成新的土地损毁。
- 2) 损毁的土地要得到切实的复垦，复垦工程种植的植被要符合当地的生态环境。
- 3) 复垦方案要通过当地政府部门审批。

②征询坪坎镇政府及环境保护部门意见，了解矿区土地复垦的最低限度，具体意见及建议认为在实施矿山地质环境保护与土地复垦同时，不要造成新的生态环境破坏。

③由矿山企业、银母寺村村委会组织当地群众，召开了座谈会，详细介绍关门沟铅锌矿矿山地质环境保护与土地复垦项目的基本情况、工程规模、对当地可能带来的有利和不利影响等，广泛征询群众对现有矿山地质环境影响的意见和看法（见照片 8-1、8-2、8-3 所示），同时发放公众参与调查表进行问答。



照片 8-1 现场发放公众参与调查表



照片 8-2 征求当地村委会意见

照片 8-3 张贴征询意见通告

“公众参与调查表”是方案编制单位根据《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿开发利用方案》，结合项目土地复垦的要求，编制了《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿土地复垦方案公众参与调查表》，以全面了解矿区公众对地质环境与土地复垦的详细意见，土地复垦方案公众参与调查表样式见下表 8-1 所示。

（3）调查结果及统计分析

在调查过程中，共发放《凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿土地复垦方案公众参与调查表》30 份，收回 30 份，回收率达到 100%，见下表 8-2 所示。

（4）公众意见和建议

在公众调查中，公众对本项目的期望值很高，希望项目建设的同时，保护好当地环境。主要内容有：

①对损毁了的土地要补偿，95%的调查者认为主要复垦对象为林地。

②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，认为项目建设有利于地方经济发展，10%的公众持无所谓态度，无不支持者，80%的调查者关注项目建设对生态环境的影响，认为矿山地质环境治理及土地复垦可以促进生态环境保护，愿意监督和参加地质环境保护治理及土地复垦工作。

③矿山企业自筹复垦资金，资金来源要有保障。

④土地复垦最好由银母寺村民委员会和村民组织实施。

⑤复垦质量验收必须做到矿山企业、政府部门与村民共同参与。

表 8-1 公众参与调查表

矿山地质环境保护与土地复垦方案

公众参与调查表

一、矿山简介							
1、矿山名称：凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿 2、矿山位置：陕西省宝鸡市凤县坪坎镇银母寺村 3、矿区面积：0.0786km ² 4、设计开采能力：3.0×10 ⁴ t/a 5、开采矿床：银母寺矿床东延部位 I-4 矿体 6、剩余服务年限：4.1a							
二、填表人基本情况							
姓名		性别		年龄		电话	
文化程度		职业		住址			
三、调查内容及问题							
1、您对矿区所在地现阶段环境是否满意？ A.不满意 B.一般 C.比较满意 D.非常满意 2.您对本项目建设持何种态度？ A.赞成 B.反对 C.不关心 3.该项目对您的居住环境哪方面会产生影响？(多选) A.土地 B.房屋 C.道路 D.水源 4.从您个人利益角度考虑，本矿山的建设您最关注的问题是： A.征地补偿 B.希望招工 C.不恶化环境 D.其他 5.您希望本次土地复垦的方向应该偏向于？(多选) A.优先恢复为耕地 B.优先恢复为园地 C.优先恢复为林地 D.优先恢复为草地 E.按照原有土地类型恢复 6.复垦后的各种土地是否有利于您的生产生活？ A.是 B.否 C.不清楚 7.您认为本地质环境保护与土地复垦项目采取的复垦措施将会对本地区生活环境质量带来何种变化？ A.改善 B.降低 C.变化不大 D.不清楚 8.您认为地质环境保护与土地复垦项目的总体效益如何？ A.有很大好处 B.较好 C.一般 9.您对地质环境保护与土地复垦项目有何建议和意见？							
调查人：				调查时间：			

表 8-2 公众参与调查人员信息表

姓名	职业	住址	电话	备注
袁凤军	农民	银母寺村		
张鹏	农民	银母寺村		
蒋海东	农民	银母寺村		
罗京	农民	银母寺村		
张彦军	农民	银母寺村		
谷强	农民	银母寺村		
杨红伟	农民	银母寺村		
刘汉志	农民	银母寺村		
黄承虎	农民	银母寺村		
鲜根平	农民	银母寺村		
王小梅	农民	银母寺村		
周代荣	农民	银母寺村		
张彦青	农民	银母寺村		
蒋齐义	农民	银母寺村		
蔡明生	农民	银母寺村		
蒋蔡明	农民	银母寺村		
蒋蔡刚	农民	银母寺村		
蒋黄伟	农民	银母寺村		
王林娃	农民	银母寺村		
杨明才	农民	银母寺村		
刘恩强	农民	银母寺村		
韩庆生	工人	关门沟采矿队		
李寿山	工人	关门沟采矿队		
李鹏	工人	关门沟采矿队		
曹先贵	工人	关门沟采矿队		
李云恒	工人	关门沟采矿队		
孟超	公务员	凤县坪坎镇人民政府		
王恭	公务员	凤县坪坎镇人民政府		
吴超	公务员	凤县坪坎镇人民政府		

(5) 公众参与调查结论

本次公众参与调查范围广，方法适当，调查对象基本覆盖了该项目主要影响的村镇村民、地方国土部门和环境部门等，调查人群代表性强，公众参与调查表回收率高，调查结果是客观公开的。通过公众参与调查，可以认为：

①公众参与调查表回收率达到 100%，表明评价区域公众对项目非常关心，公众环境保护意识很强。

②公众支持项目建设，项目建设的必要性、迫切性和意义得到公众的普遍认可，支持率较高。

③项目建设得到周边公众的普遍关心，关心的问题涉及了该项目建设可能带来的不利影响的主要方面，也是该项目建设过程中设计、施工以及环境保护中的核心问题。

2、项目实施阶段

(1) 公众参与方式

项目实施过程中，项目建设单位可根据双方意愿雇佣部分当地村民参与复垦施工，同时，矿山企业应组织当地环保、林业、国土部门和权属地村民代表组成施工监理小组对施工过程进行监督，保障复垦工作能按方案执行，维护公众利益。

另外，在方案实施过程中，要及时准确做好工程进度、复垦目标公示，具体如下：

①按季度公告工程进度和工程内容

施工人员按季度向公众公告工程的进度和工程的内容，并且公告期限不能少于 10 日，保证监理小组人员和广大群众能够及时了解施工进度情况和工程内容，为定期现场监督检查做准备。

②对公众意见的采纳结果及时公告

监理小组定期对土地复垦工程进行检查，对比土地复垦报告，看是否按照报告中的复垦标准进行施工，并对不符合当地的复垦措施提出改正意见，公众向监理方和业主反映工程中的意见及采纳情况也应及时公告。

(2) 公众满意度调查和改进措施

每年进行一次公众调查，调查对象包括项目区村民、村委会和政府相关部门工作人

员，调查内容包括损毁土地情况、复垦进度、复垦措施落实、资金落实情况等。对已完成的土地复垦工作，通过村民满意度调查进行评估，对出现的问题及时处理，将合理的建议引入下一步复垦工作中。

3、项目竣工验收阶段

项目竣工验收阶段公众的参与方式主要是组织当地国土、环境、林业、农业等部门和当地村民组成验收小组，共同对复垦项目竣工进行验收。

（1）公众参与验收小组

在验收过程村民代表与验收小组一同查看现场、了解金矿生产工艺及损毁土地复垦措施落实情况，听取项目建设单位关于项目土地复垦目标、复垦标准、技术措施和施工质量、资金使用的情况的介绍，听取县国土部门关于项目验收监测结果报告，共同对复垦工程质量进行验收，并提出自己的意见和建议。

（2）验收信息公开

竣工验收期间，矿山企业要对复垦工程的目标、技术要求、质量标准、工程量、投入资金、工程承担单位向公众公开；验收后要对验收小组组成及结果向当地村民公示。

4、土地复垦权属调整方案建议

（1）权属调整的原则

以有关法律、法规和有关权属文件精神为依据；兼顾国家、集体、农民的根本利益；公平、公正、公开、充分保障广大农民的利益；尊重农民意愿，确保农村土地家庭联产承包责任制；坚持集体土地总面积不变，耕地面积不减；保障复垦后土地的设计质量；尊重历史、尊重传统和习惯；有利于土地规模化、集约化经营。

（2）权属调整的依据和程序

根据国土资源部资发[1999]358 号文件精神，土地复垦工作中，一定要注意保护土地产权人的合法权益。在土地复垦之前，核实集体所有土地及土地使用者使用的土地的数量、质量、用途、位置，查清土地使用者的权属状况及证件，对土地复垦区的土地登记作到必要的限制，非特殊情况不允许进行变更登记。土地复垦后要确保土地承包人的合法权益，以土地复垦前后土地评估结果为依据进行分配，保证数量有增加、质量有提高。

（3）权属调整方法

矿区复垦后土地权属调整，根据土地管理有关政策、文件，拟采用以下措施：

①由地方政府、自然资源主管部门和村委会组成土地权属调整工作领导小组，负责矿区土地权属调整的组织协调工作。

②土地复垦后的农用地分配，坚持参与土地复垦各方土地总面积不变和集中连片、便于利用的原则，参照土地综合评价结果，按矿区内各组织的原有土地比例，根据路、沟等线状地物重新调整权属界线，确立边界四至，埋设界桩。

③涉及农民承包调整的，由乡村集体经济组织依据复垦前与承包人签订的协议重新调整并登记造册。

（4）土地调整的方案

项目区土地权属银母寺村集体所有，界址清楚，无权属争议土地，复垦后，土地权属仍然归项目区所在的村组集体所有。其权属调整具体方案如下：

①土地复垦项目工程进行时，县自然资源管理部门应对复垦前后的土地进行综合评价，作为实施复垦后土地分配方案的参考或修正依据。

②土地复垦后的农用地分配，坚持参与复垦各方土地总面积不变和集中连片、便于利用的原则。

③以上的土地权属调整方案应征得三分之二以上村民代表或村民会议三分之二以上成员讨论并由村（居委会）组集体决定。

第九章 结论与建议

一、结论

（一）矿山地质环境影响评估

1、评估区级别及范围

凤县坪坎镇采矿队关门沟铅锌矿为地下开采的小型矿山，评估区为较重要区，地质环境条件复杂，评估级别为一级，评估区总面积 0.4108km^2 。

2、现状评估

现状评估将全区划分为 2 个级别 3 处不同影响程度区，其中：2 处影响严重区（工业场地 A_{X1} 、爆破器材库 A_{X2} ），面积 0.736hm^2 ，占分区总面积 1.80%；1 处影响较轻区（ C_{X1} ），面积 40.344hm^2 ，占分区总面积 98.21%。

3、预测评估

预测评估将全区划分为 3 个级别 4 处不同影响程度区，其中：2 处影响严重区（工业场地 A_{Y1} 、爆破器材库 A_{Y2} ），面积 0.736hm^2 、占分区总面积 1.80%；1 处影响较严重区（采空区塌陷隐患范围 B_{Y1} ），面积 10.492hm^2 ，占分区总面积 25.54%；1 处影响较轻区（ C_{Y1} ），面积 29.852hm^2 ，占分区总面积 72.67%。

（二）矿山土地损毁预测与评估

1、已损毁土地

本项目现阶段已损毁土地 1.410hm^2 ，主要为压占损毁。

2、拟损毁土地

本矿山剩余服务年限 4.1 年，矿山在服务年限内没有改变生产规模的计划，现有的生产、生活设施能保障矿山在服务年限内的正常生产，不需要新占土地。故矿山在剩余服务年限内再无新的压占损毁形式，而对土地损毁的方式主要为采空区可能引发的地面塌陷，拟损毁土地 10.228hm^2 ，损毁程度为轻度。

（三）矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

1、矿山地质环境治理分区

根据地质灾害危险性和矿山地质环境影响的级别，充分考虑地质灾害影响村庄居民

及重要建筑物的程度和造成的损失大小来确定矿山地质环境保护的重要性，根据区内地质灾害危害对象、危害程度等因素，参照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 F 矿山地质环境保护与恢复治理分区表，将矿山地质环境保护与恢复治理区划分 3 个级别 4 处区块，即重点防治区 2 处（工业场地 A_{H1} 、爆破器材库 A_{H2} ），面积 0.736hm^2 、占分区总面积 1.80%；次重点防治区 1 处（采空区塌陷隐患范围 B_{H1} ），面积 10.492hm^2 ，占分区总面积 25.54%；一般防治区（ C_{H1} ）1 处，面积 29.852hm^2 ，占分区总面积 72.67%。

2、复垦区及复垦责任范围

本方案复垦区面积 11.901hm^2 ，复垦责任范围由已损毁土地和不再留续使用的永久性建设用地范围组成，复垦责任范围面积 11.228hm^2 ，土地复垦率 94.35%。

（四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

1、总体工作部署

根据生产计划，将治理工程划分为三个阶段，即生产期 4 年（2025~2028 年）、闭坑期 1 年（2029 年）、管护期 3 年（2030~2032 年）。针对不同治理区的地质环境问题及土地损毁程度，按照轻重缓急、分阶段实施地质环境治理与土地复垦工作。

2、矿山地质环境保护与土地复垦预防措施

保留安全矿柱，避免或减少采空区地面塌陷和地裂缝的发生；减少有毒有害废水排放，防止水土环境污染；采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层污染。

3、矿山地质环境治理及土地复垦工程

（一）生产期（2025~2028 年）

生产期主要工作为地质灾害的防治与监测及土地复垦与管护工作。

1、地质环境保护与治理工作部署

主要解决矿区内已有的地质环境现状问题并建立矿山地质环境监测系统。

（1）对可能出现地面塌陷及地裂缝的部位，设立警示牌等标志。

（2）对矿区地表水和地下水水位、水质、矿坑涌水量监测。

（3）采用高精度遥感数据，监测地质灾害、地形地貌景观影响与破坏情况。

(4) 采空区地表岩石移动范围、采矿平硐口等地段布设监测点，建立完善的监测体系。

(5) 在工业场地、生产生活区等地段建立水土环境污染监测体系。

2、土地复垦工作部署

(1) 对关门沟 Z1、Z2 渣堆土地复垦工程进行养护管护，养护管护面积 0.258hm^2 。

(2) 复垦管护及效果监测。

(3) 土地损毁监测。

(4) 原地表状况监测。

(二) 闭坑期 (2029 年)

闭坑期主要是矿山开采结束后的地质灾害的防治与监测及土地复垦与管护工作。

1、地质环境保护与治理工作部署

(1) 矿区地表水和地下水水位、水质、矿坑涌水量监测；生产生活区等地段水土环境污染监测。

(2) 封堵 PD501 硐口及第二安全出口，矿山地质环境监测。

2、土地复垦工作部署

(1) 对工业场地进行治理，拆除生产区地面建筑设施，并清运垃圾，随后复垦林地 0.323hm^2 。

(2) 拆除爆破器材库地面建筑设施，恢复其占用土地的原始使用功能，复垦林地 0.413hm^2 。

(3) 对采空区地面塌陷隐患范围内土地进行损毁监测，发现地裂缝及时充填，进行苗木栽培。

(4) 土地复垦效果监测与管护工作。

(三) 管护期 (2030~2032 年)

管护期主要工作为灾害治理工程的监测及土地复垦的管护工作。

1、地质环境保护与治理工作部署

(1) 矿山地质环境监测。

2、土地复垦工作部署

(1) 土地复垦效果监测及植被管护。

(五) 矿山地质环境保护与土地复垦工程经费估算

矿山地质环境保护与土地复垦工程估算总投资 236.75 万元,其中矿山地质环境保护估算投资 122.89 万元,其中建筑工程费用 80.98 万元,临时工程费 2.43 万元,独立费用 34.75 万元,预备费 4.73 万元,吨矿投资 9.82 元;土地复垦工程估算总投资 113.86 万元,其中建筑工程费用 95.54 万元,临时工程费 2.87 万元,独立费 11.07 万元,预备费 4.38 万元。土地复垦责任范围面积 11.228hm²,亩均投资 6760.48 元。矿山(剩余)利用矿石储量 12.52×104t,平均吨矿投资 18.91 元,矿山恢复治理期为 8 年,平均每年恢复治理费用 29.59 万元。

二、建议

(1) 本方案是实施矿山地质环境保护、治理和监测、土地复垦的技术依据之一,不能代替相关工程勘察报告和工程治理设计,建议矿山企业在开展相关业务时,委托具有地质灾害、土地规划等相关资质单位对矿山环境治理及土地复垦进行专项工程勘察和设计。

(2) 建议矿山严格按照《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015)要求进行矿山地质环境监测,编制矿山地质环境监测设计,强化矿山建设、生产、闭坑不同阶段的地质环境监测工作。定期向主管政府部门汇报监测结果,提交监测专项报告。

(3) 地质灾害具有动态性,不定期对地质灾害危险(易发)地段进行巡查、监测、预报,对险情及时采取措施,防患于未然。

(4) 应加强矿区地质环境管理,严格规划、规范人类工程活动。把地质灾害的防治与矿区发展建设协调统一起来,使资源开发、地质环境保护及人类工程活动三者达到动态平衡,促进矿区生态环境向良性转化。

(5) 矿山地质环境恢复治理与土地复垦是一项长期工作,实施过程中难免对周边村民的生产生活产生影响,希望当地政府和自然资源主管部门能帮助矿山企业协调好与当地村民的关系,确保矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作的顺利实施。建议矿山在

进行地质环境保护与土地复垦过程中密切结合绿色矿山建设要求实施，更好地服务于生态矿山建设。

（6）本方案服务年限 8 年（含 4.1 年生产期，1 年闭坑期，3 年管护期），即 2025 年～2032 年，实施基准期以上级自然资源主管部门公告之日算起。若 4.1 年后矿山仍旧继续开采，则应重新编制方案。

（7）若监测期间未发现地质灾害（隐患），则相应年度有关地质灾害（隐患）治理工程应做相应核减。

（8）自动化监测设备应由有相应资质的单位编制专项方案，并安装调试后及时投入安全生产作业中，该费用已计入矿山地质环境治理费用独立费中。