

陕西略阳龙核矿业有限公司  
略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

陕西略阳龙核矿业有限公司

2026年1月



陕西略阳龙核矿业有限公司  
略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

申报单位：陕西略阳龙核矿业有限公司

法人代表：裘金良

裘金良

总工程师：金文江

金文江

编制单位：中陕核工业集团二一四大队有限公司

法人代表：付星

付星

总工程师：高政伟

高政伟

项目负责人：鲁寄托

鲁寄托

编写人员：鲁寄托、吴小伟、程博兴、王道明

鲁寄托 吴小伟 程博兴 王道明

制图人员：吴小伟

吴小伟

矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）信息表

矿山企业	企业名称	陕西略阳龙核矿业有限公司		
	法人代表	裴金良	联系电话	
	单位地址	陕西省汉中市略阳县中学路（商业总公司办公楼）		
	矿山名称	略阳县两河口钼钒矿		
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申请 <input checked="" type="checkbox"/> 持有 <input type="checkbox"/> 变更 以上情况选择一种并打“√”		
编制单位	单位名称	中陕核工业集团二一四大队有限公司		
	法人代表	联系电话		
	主要编制人员	姓 名	职 责	联系电话
		鲁寄托	鲁寄托 项目负责	13891693563
		吴小伟	吴小伟 技术负责	13991604454
		程博兴	程博兴 报告编写 预算编制	15991839612
		王道明	王道明 资料整理 图件编绘	18909219220
审 查 申 请	我单位已按要求编制矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案），保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。 请予以审查。 申请单位（盖章）：陕西略阳龙核矿业有限公司 联系人：金文江    联系电话：13571468301 金文江			

# 《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》专家组评审意见

2025 年 10 月 13 日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对陕西略阳龙核矿业有限公司委托中陕核工业集团二一四大队有限公司编制的《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行了评审。受陕西省自然资源厅委托，省地质环境监测总站组织召开本次会议，会前部分专家到矿山进行了实地踏勘，专家组在听取汇报、审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，形成如下意见：

一、《方案》完成的工作量满足编制的要求。《方案》收集资料 18 份，完成调查面积  $4.57\text{km}^2$ ，评估区面积  $1.87\text{km}^2$ ，地质环境调查点 18 个、土地复垦调查点 5 个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表齐全，格式符合编制要求。

二、《方案》编制依据充分，治理规划总体部署年限和适用年限合理。依据《陕西略阳龙核矿业有限公司两河口钼钒矿开发利用方案》《陕西省国土资源厅矿产资源储量评审备案证明》（陕国土资储备〔2012〕108 号），截止 2024 年 12 月 31 日，矿山可采储量 ， 矿山开采年限为 19.3a。根据矿山目前实际情况及《关于略阳县白石沟和两河口两个钼钒矿



预计未来5年内无法开工建设的情况说明》，矿山预备期为5.0a，基建期1.0a，考虑后关闭坑期2.7a，植被管护期3.0a，《方案》规划服务年限为31年（2026年-2056年），《方案》适用期为5年（2026年-2030年），《方案》编制基准年为2024年，《方案》实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况、土地利用现状和和其它基础信息叙述基本完整。目前矿山暂未开展基建，生产规模 $15.0\times 10^4\text{t/a}$ ，矿区范围由9个拐点圈定，矿区面积 $1.67\text{km}^2$ 、开采标高907-490m、开采矿种为钒矿、钼矿。矿区土地利用现状类型为8个一级类和13个二级类，包括耕地、园地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地。矿山属于地下开采，采矿方法采用浅孔留矿法，允许地表塌落，根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为1.5%（金属矿产），开采影响系数为1.0（空场法），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基本正确。评估区重要程度属重要区，地质环境条件复杂程度属于复杂，矿山生产规模为 $15.0\times 10^4\text{t/a}$ ，属大型矿山。据此确定本次矿山地质环境影响评估级别为一级是正确的，评估区面积 $1.87\text{km}^2$ 合理。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估基本合理。现状评估将整个评估区划分为1级1个影响程度区，为较轻区，面积 $1.87\text{km}^2$ ，占评估区面积的100%。预测评估将评估区划分为3级3个不同影响程度区，其中1个影响程度严重区，面积

0.05km<sup>2</sup>，占评估区面积的 2.67%；1 个影响程度较严重区，面积为 0.52km<sup>2</sup>，占评估区面积的 27.81%；1 个影响程度较轻区，面积 1.30km<sup>2</sup>，占评估区面积的 69.52%。

六、矿山土地损毁预测与评估合理、正确，土地损毁的环节和时序叙述正确，目前矿山未进行基建，无损毁情况，土地现状明确，拟损毁土地预测正确。矿山共计损毁土地面积 53.09hm<sup>2</sup>，无已损毁土地，拟损毁土地面积 53.09hm<sup>2</sup>，无重复损毁土地。

七、矿山地质环境保护与恢复治理分区原则正确，分区结果合理。《方案》将评估区划分为 3 级别 3 不同治理区，其中重点防治区 1 个，面积 0.05km<sup>2</sup>，占防治区面积的 2.67%；次重点防治区 1 个，总面积为 0.52km<sup>2</sup>，占防治区面积的 27.81%；一般防治区 1 个，面积 1.30km<sup>2</sup>，占防治区面积的 69.52%。

复垦责任范围划定合理，土地权属明确。复垦区范围由损毁土地组成，共计 53.09hm<sup>2</sup>，无永久性建设用地。矿山闭坑后，复垦责任范围面积为 53.09hm<sup>2</sup>，复垦责任范围为工业广场、临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐及回风井和采矿塌陷区，其中工业场地面积为 0.21hm<sup>2</sup>，临时堆矿场面积为 0.17hm<sup>2</sup>，矿山道路面积为 0.23hm<sup>2</sup>，采矿平硐及回风井面积为 0.48hm<sup>2</sup>，采矿塌陷区面积为 52.00hm<sup>2</sup>。

八、矿山地质环境保护与治理恢复可行性分析正确，土地复垦适宜性评价指标体系和评价方法正确，复垦适宜性结论合理。

九、《方案》提出的矿山地质环境保护与土地复垦目标与任务明确；对治理与复垦工程内容提出的技术方法可行；治理与复垦工程量明确，具有可操作性。矿山地质环境治理工程主要措施包括不稳定地质体 BT01 治理、平硐口封堵、地面塌陷、裂缝防治、开展不稳定地质体、含水层、地形地貌景观和生态系统的监测等。土地复垦工程主要措施主要包括场地清理、炉渣阻隔层覆盖、土地平整、表土覆盖、土壤培肥、土地翻耕、裂缝充填、植被恢复、管护工程等。《方案》详细安排了适用期各年度矿山地质环境治理与土地复垦工作内容（详见表 1）。矿山环境治理与土地复垦工程总体部署、阶段实施计划、年度工作安排基本合理，有针对性。

表 1 适用期矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	1.危岩清理 120m <sup>3</sup> ; 2.设置警示牌 2 块; 3.不稳定地质体 BT01 监测 12 点次; 4.含水层水位监测 12 点次; 5.含水层水质监测 4 次; 6.地形地貌监测 2 次; 7.生态系统监测 1 次。	1.定点调查 12 点次; 2.土壤质量监测 8 次。
第二年	1.不稳定地质体 BT01 监测 12 点次; 2.含水层水位监测 12 点次;	1.定点调查 12 点次; 2.土壤质量监测 4 次。

	3.含水层水质监测 4 次; 4.地形地貌监测 1 次; 5.生态系统监测 1 次。	
第三年	1.含水层水位监测 12 点次; 2.含水层水质监测 4 次; 3.水质全分析 4 次; 4.水土环境影响监测 4 次。	1.定点调查 12 点次; 2.土壤质量监测 6 次。
第四年	1.含水层水位监测 12 点次; 2.含水层水质监测 4 次; 3.地形地貌监测 1 次; 4.生态系统监测 1 次。	1.定点调查 12 点次; 2.土壤质量监测 3 次。
第五年	1.含水层水位监测 12 点次; 2.含水层水质监测 4 次; 3.地形地貌监测 2 次; 4.生态系统监测 1 次。	1.定点调查 12 点次; 2.土壤质量监测 5 次。

十、矿山治理与土地复垦工程总体部署、阶段实施计划、适用期年度工作安排合理、有针对性。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行经费估算，矿山地质环境治理工程、土地复垦工程静态费用分别为 267.84 万元、669.08 万元，总费用为 936.92 万元，吨矿投资 3.60 元（剩余可采矿石量），静态亩均投资 8401.83 元（复垦责



任范围 53.09hm<sup>2</sup>），经费估算合理。《方案》估算适用期 5 年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为 6.62 万元、1.42 万元，总费用 8.04 万元。适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用安排合理，见表 2。

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	2.90	0.34	3.24
第二年	0.97	0.26	1.23
第三年	0.54	0.30	0.84
第四年	0.85	0.24	1.09
第五年	1.36	0.28	1.64
合计	6.62	1.42	8.04

十二、方案提出的各项保障措施和建议合理可行，对治理效益的分析基本可信。

十三、上一期方案验收情况：根据汉中市自然资源局出具的《关于陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦工作情况说明的函》，矿山自取得采矿许可证以来一直未生产，经汉中市自然资源局组织专家现场核查，情况属实，矿山已建立矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金监管账户，未计提基金。

#### 十四、存在问题及建议

- 1、建议增加无人机地形地貌监测；
- 2、建议在延续采矿许可证时，根据相关政策调整矿区范围，编写开发利用方案和开采设计，在此基础上重新修编矿区生态修复方案；
- 3、建议在明确无生产情况下由矿山企业自筹资金解决，后期纳入基金使用。

综上，专家组同意《方案》通过审查，中陕核工业集团二一四大队有限公司按专家组意见修改完善后由陕西略阳龙核矿业有限公司按程序上报。

专家组长： 苏生瑞

2025年12月6日

# 《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案 (矿山地质环境保护与土地复垦方案)》

评审专家责任表

姓 名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 评审结论	签 字
姜玉瑞	长安大学	教授	地质工程	同意	姜玉瑞
丁朋飞	西北有色地质工程有限责任公司	高工	环境地质	同意	丁朋飞
王之雄	西安科技大学	教授	环境工程	同意	王之雄
杨辉亮	西安科技大学	教授	环境工程	同意	杨辉亮
卢新卫	陕西有色矿业集团	教授	地质工程	同意	卢新卫
李西明	长安大学	教授	地质工程	同意	李西明
胡西新	陕西省水利勘测设计研究院	高工	地质工程	同意	胡西新

# 目 录

前 言.....	1
一、任务的由来.....	1
二、编制目的及任务.....	1
三、编制依据.....	2
四、方案适用年限.....	7
五、编制工作概况.....	8
第一章 矿山基本情况.....	12
一、矿山简介.....	12
二、矿区范围及拐点坐标.....	14
三、矿山开发利用方案概述.....	14
四、矿山开采历史及现状.....	24
第二章 矿区基础信息.....	26
一、矿区自然地理.....	26
二、矿区地质环境背景.....	32
三、矿区社会经济概况.....	44
四、矿区土地利用现状.....	45
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	47
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	50
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	55
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	55
二、矿山地质环境影响评估.....	55
三、矿山土地损毁预测与评估.....	68
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	75
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	81
一、矿山地质环境治理可行性分析.....	81
二、矿区土地复垦可行性分析.....	82



<b>第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....</b>	<b>97</b>
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	97
二、矿山不稳定地质体治理.....	100
三、矿区土地复垦.....	103
四、含水层保护修复措施.....	120
五、水土环境影响修复.....	120
六、矿山地质环境监测.....	120
七、矿区土地复垦监测和管护.....	125
<b>第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....</b>	<b>130</b>
一、总体工作部署.....	130
二、阶段实施计划.....	130
三、近期年度工作安排.....	131
<b>第七章 经费估算与进度安排.....</b>	<b>136</b>
一、经费估算依据.....	136
二、矿山地质环境恢复治理经费估算.....	137
三、土地复垦工程经费估算.....	137
四、总经费汇总.....	138
<b>第八章 保障措施与效益分析.....</b>	<b>142</b>
一、组织保障.....	142
二、技术保障.....	143
三、资金保障.....	143
四、监管保障.....	144
五、效益分析.....	145
六、公众参与.....	147
<b>第九章 结论与建议.....</b>	<b>150</b>
一、结论.....	150
二、建议.....	153

**附图：**

- 1、陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境问题现状图（1:10000）
- 2、陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区土地利用现状图（1:10000）
- 3、陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境问题预测图（1:10000）
- 4、陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区土地损毁预测图（1:10000）
- 5、陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区土地复垦规划图（1:10000）
- 6、陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境治理工程部署图（1:10000）

**附表：**

- 1、估算书
- 2、矿山地质环境现状调查表
- 3、公众参与调查表

**附件：**

- 1、方案编制委托书
- 2、采矿许可证
- 3、企业营业执照
- 4、《详查地质报告》备案证明及专家意见
- 5、《开发利用方案》审查意见
- 6、原二合一方案专家组意见
- 7、原二合一方案审查通过的公告
- 8、专家现场踏勘意见及修改说明对照表
- 9、市县局踏勘意见表

- 10、县局适用期验收有关情况的说明
- 11、市局适用期验收有关情况的说明
- 12、基金三方监管协议
- 13、基金账户对账单
- 14、签订基金三方监管协议以来各年度基金的提取和使用情
- 15、编制单位承诺书
- 16、矿山企业承诺书
- 17、五年内无法开工建设的情况说明
- 18、两河口嵩坝水源地批复

# 前 言

## 一、任务的由来

陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿位于略阳县城 60°方向、直线距离约 15km 处，行政区划隶属略阳县两河口镇唐家沟村。矿山现持有采矿许可证面积为 1.67km<sup>2</sup>，矿山现有采矿许可证编号：C6100002017062210144598，开采矿种钒矿、钼矿，有效期至 2027 年 6 月 9 日。矿业权人为陕西略阳龙核矿业有限公司。

2018 年 5 月，陕西略阳龙核矿业有限公司委托西北有色勘测工程公司编制了《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（简称《原方案》），通过了陕西省自然资源厅评审，并于 2019 年 10 月 11 日予以公告。方案适用期限为 5 年（2019.10--2024.10），目前已经超过适用期，按要求应进行修编。

根据汉中市自然资源局出具的《关于陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦工作有关情况说明的函》，矿山自取得采矿许可证以来一直未生产，经汉中市自然资源局组织专家现场核查，情况属实。因此矿山未进行适用期验收。

由于《原方案》适用年限到期，按照原国土资源部《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）和原陕西省国土资源厅《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）以及陕西省自然资源厅“关于省级发证矿山地质环境保护与土地复垦方案适用期到期情况的公告”（陕自然资修复函〔2022〕31 号）的要求，陕西略阳龙核矿业有限公司于 2024 年 12 月 10 日委托中陕核工业集团二一四大队有限公司编制新一期的《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）编制工作。

## 二、编制目的及任务

### （一）编制目的

1、为企业实施矿山地质环境保护与土地复垦工程提供技术依据，也为企业发展绿色矿业、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、为矿山企业掌握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、为矿山企业计提、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。

## **（二）主要任务：**

1、查明矿山建设区及影响区范围内的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、工程地质、气象水文、土壤、植被和生物多样性等环境条件。

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

3、查明矿山工程区现状不稳定地质体的类型、分布规模、稳定程度、活动特点、主要诱发因素，危害对象、范围及程度；查明评估区地形地貌景观破坏、含水层破坏、水土环境影响和土地损毁的现状，分析其分布规律形成机理、影响因素及发展趋势。

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

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

6、根据工程建设方案及其对地质环境、土地资源影响、破坏程度，做好矿山地质环境治理和土地复垦工程设计、工作部署及实施计划，估算工程费用。

## **三、编制依据**

### **（一）约定依据**

1、《委托书》（陕西略阳龙核矿业有限公司，2024年10月）。

### **（二）法律法规**

1、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号），2004年3月1日起实施；

2、《基本农田保护条例》（国务院令第257号令），2011年1月8日修订；

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

4、《陕西省地质灾害防治条例》（陕西省人民代表大会常务委员会公告第十二届第48号，2018年1月1日起实施）；

5、《中华人民共和国环境影响评价法》，第十三届全国人民代表大会常务委员会第七次会议通过，中华人民共和国主席令第24号，2018年12月29日起实施；

6、《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2019年12月1日起实施）；

7、《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日起实施）；

8、《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日起实施）；

9、《土地复垦条例》，国务院第592号令，2019年8月14日修订；

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

11、《陕西省矿产资源管理条例》（陕西省常务委员会，2020年6月11日第三次修正）；

12、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，国务院令743号，2021年7月2日第三次修订，2021年9月1日起实施；

13、《陕西省实施<土地复垦条例>办法》（2022年9月29日陕西省第十三届人民代表大会常务委员会第三十六次会议修订）；

14、《陕西省工程建设活动引发地质灾害管理办法》（陕西省人民政府令第239号，已于2024年1月24日省人民政府第3次常务会议审议通过，2024年1月28日实施）；

15、《中华人民共和国矿产资源法》，（全国人大常务委员会，2024年11月修订，2025年7月1日实施）。

### （三）政策文件

1、《国土资源部关于贯彻实施<土地复垦条例>的通知》（国土资发[2011]50号文）；  
2、《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号文）；  
3、《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资源部办公厅，国土资规〔2016〕21号，2017年1月3日）；

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

5、《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）；

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

8、《关于进一步落实矿山地质环境治理与土地复垦基金实施办法的通知》（陕西省国土资源厅，陕国土资发〔2018〕120号，2018年10月23日）；

9、《关于探索利用市场化方式推进矿山生态修复的意见》（自然资发〔2019〕6号）；

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

11、关于印发《陕西省矿山地质环境监测规划》的通知（陕自然资修复发〔2020〕23号）；

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

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

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

15、《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号），2024年4月15日；

16、陕西省自然资源厅、陕西省发展和改革委员会、陕西省生态环境厅、陕西省应急管理厅、陕西省工业和信息化厅《秦岭区域矿产资源开发管理办法》（陕自然资规〔2024〕185号）；

17、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4月30日；

18、《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规〔2024〕1740号），陕西省自然资源厅、陕西省生态环境厅、陕西省财政厅、陕西省市场监督管理局、陕西省林业局、国家金融监督管理总局陕西监管局、中国证券监督管理委员会陕西监管局，2024年12月27日；

19、《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、财政厅、生态环境厅、林业局，2024年12月31日。

#### （四）技术规范

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

2、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223—2011）；

3、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；

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

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

6、《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0320—2018）；

7、《冶金行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0319—2018）；

8、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；

9、《土地利用现状分类》国家标准（GB/T21010—2017）

10、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；

11、《地下水质量标准》（GB/T 14848—2017）；

12、《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）；

13、《工程岩体分级标准》（GB50218—2014）；

14、《造林技术规程》（GB/T15776—2023）；

15、《岩土工程勘察规范》（GB50021—2001）（2009年版）；

16、《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288-1999）；

17、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221—2006）；

18、《泥石流灾害防护工程设计规范》（DZ/T 0239—2004）；

19、《泥石流灾害防护工程勘查规范》（DZ/T 0220—2006）；

20、《滑坡崩塌泥石流灾害调查规范（1:50000）》（DZ/T0261-2014）；

21、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T 1049-2016）

22、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

23、《滑坡防护工程勘查规范》（GB/T32864—2016）；

24、《滑坡防护工程设计与施工技术规范》（TD/T0219—2006）；

25、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；



- 26、《人工草地建设技术规程》(NY/T 1342-2007);
- 27、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);
- 28、《陕西省行业用水定额》(DB61/T943-2020);
- 29、《陕西省造林技术规范》(DB61/T142-2021);
- 30、中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准(2021)》;
- 31、《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》(DB61/T1455-2021);
- 32、《矿山生态修复技术规范 第1部分:通则》(TD/T1070.1-2022);
- 33、《矿山生态修复技术规范 第3部分:金属矿山》(TD/T1070.3-2024);
- 34、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》(TD/T1093-2024);
- 35、《矿山生态修复工程验收规范》(TD/T1092-2024);
- 36、《表土剥离及其再利用技术要求》(GB/T45107-2024);
- 37、《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》(GB / T43933-2024);
- 38、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》(GB/T 43935-2024);
- 39、《陕西省水利工程概(估)算编制规定》、《陕西省水利建筑工程概算定额》(2024年修订)(陕水规计发〔2024〕107号)。

## (五) 技术资料

- 1、《陕西省略阳县沙坝坪钼钒矿区漆树沟矿段详查地质报告》(陕西省核工业地质局二一四大队, 2010年6月)及陕西省国土资源厅矿产资源储量评审备案证明(陕国土资储备[2011]5号);
- 2、《陕西省略阳县沙坪坝地区钼钒矿详查地质报告》(陕西省核工业地质局二一四大队, 2012年4月)及陕西省国土资源厅矿产资源储量评审备案证明(陕国土资储备[2012]108号);
- 3、《陕西略阳龙核矿业有限公司两河口钼钒矿开发利用方案》(西安有色冶金设计研究院, 2013年7月)及陕西省国土资源资产利用研究中心的审查意见(陕国土资研报[2013]85号)(后文简称开发利用方案);
- 4、《陕西略阳龙核矿业有限公司两河口钼钒矿15万t/年采矿工程安全预评价报告》(陕西永安科技评价有限公司, 2014年5月);
- 5、《陕西略阳龙核矿业有限公司两河口钼钒矿采矿工程环境影响报告书》(核工业二〇三研究所, 2016年11月)及陕西省环境保护厅批复文件(陕环批复[2016]694号);

- 6、《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（西北有色勘测工程公司，2019 年 10 月）及陕西省自然资源厅批复文件（陕自然资公告[2019]32 号）；
- 7、《陕西省略阳县地质灾害调查与区划报告》（长安大学地质工程勘察研究院，2002 年）；
- 8、《汶川地震陕西受灾地区略阳县地质灾害详细调查报告》（长安大学工程设计研究院，2010 年 1 月）；
- 9、《陕西省略阳县“十四五”地质灾害防治规划（2021-2025 年）》（略阳县自然资源局，2021 年 9 月）；
- 10、《略阳县矿山地质环境保护与治理规划（2017-2025 年）》（略阳县国土资源局、汉中西北有色七一一总队有限公司，2017 年 12 月）；
- 11、《略阳县矿产资源总体规划（2021—2025 年）》（略阳县人民政府，2021 年 10 月）；
- 12、《中国区域地质志（陕西志）》（陕西省地质调查院编，地质出版社，2017 年）；
- 13、《陕西省区域环境地质调查报告》（1: 500000），陕西省地质局第二水文地质工程地质队，2000 年；
- 14、《汉中市略阳县地质灾害风险调查评价报告》（1: 500000），陕西核工业工程勘察院有限公司，2021 年 12 月；
- 15、《略阳县国土空间总体规划（2021-2035 年）》，略阳县人民政府，2023 年 3 月；
- 16、略阳县两河口镇 2022-2024 年政府工作报告；
- 17、矿山企业提供的其他文字、表格及图件资料；
- 18、现场调查取得的相关资料、环境影响评价的监测资料。

#### 四、方案适用年限

根据陕西省国土资源厅 2012 年 9 月 18 日评审备案证明（陕国土资储备〔2012〕108 号），该矿山目前尚未开采，截止 2025 年 3 月底，矿区范围内保有资源量（控制资源量+推断资源量）矿石量 t。其中，控制资源量 t，推断资源量 t；由于 IV 号矿体的边角部分资源难以利用，结合矿产资源开发利用方案，经计算设计损失  $2.89 \times 10^4 \text{t}$ ，设计利用资源量为 t，设计回采率为 90%，可采资源储量 t，设计生产规模为  $15.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，贫化率为 10%，矿山开采年限为

19.3a。该矿山因涉及略阳县应急水源保护区，导致今未开工建设，亦未对周边环境与地形地貌造成损毁。根据矿山目前实际情况、开发利用方案及陕西略阳龙核矿业有限公司《关于略阳县白石沟和两河口两个钼钒矿预计未来 5 年内无法开工建设的情况说明》。矿山预备期为 5 年，基建期 1 年，考虑后期闭坑期 2.7a，植被管护期 3.0a，确定本方案服务年限为 31a，以 2025 年为方案编制基准年，适应年限为 5 年，具体时间以自然资源主管部门公告通过之日算起。

由于矿山环境问题具有动态性，会随着矿山开采的进程而随之变化产生新的环境问题，因此，在矿山开采期间，当矿山企业扩大开采规模、扩大矿区范围或变更用地位置、改变开采方式的，应当重新编制矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案），并报相关部门审批、备案。

## 五、编制工作概况

### （一）工作程序

本方案的编制依据陕西省国土资源厅《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）规定的程序进行（见图 0-1）。

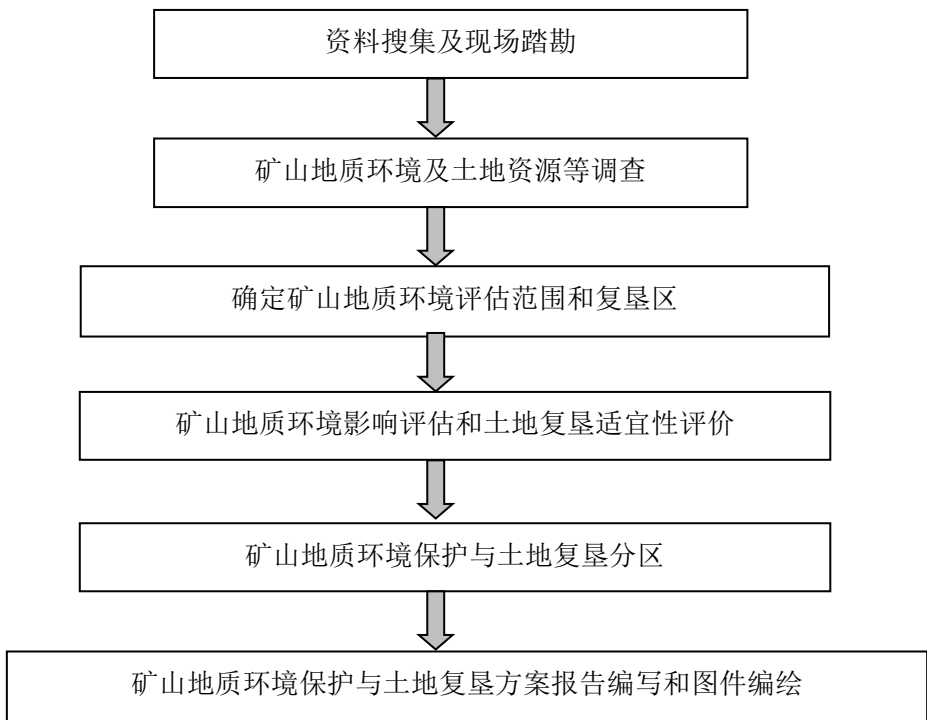


图 0-1 工作程序框图

### （二）工作方法

根据陕西省国土资源厅《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》的编写提纲，结合本矿山的实际情况，本方案的编制主要采用资料收集、野外调查和室内资料整理分析的方法。

### **1、已有相关资料收集**

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

在认真分析已有资料的基础上，了解建设工程区地形地貌、地质环境条件、地质环境问题、土地利用现状、永久性建设用地和临时用地、建设工程概况及规模等基本情况后，初步确定矿山地质环境影响评估范围、评估级别和调查范围，制定野外调查计划，明确工作思路，熟悉工作程序，确定工作重点及需要补充的资料内容，初步确定野外调查方法、调查线路和主要调查内容。

### **2、野外调查**

野外调查采用 1:10000 地形图作底图，GPS 定位坐标，无人机和数码相机拍摄照片，手持式激光测距仪测量距离和高差，罗盘测定方位和坡度。以路线调查、地质环境点、问卷调查等方法开展。

(1) 路线调查法：根据调查路线应基本垂直地貌单元、岩层走向、地质构造线走向这一原则，布置调查线路，了解区内地形地貌、地质界线、构造线、岩层产状、土地利用现状、土壤植被、人类工程活动、不良地质现象和矿山占用及损毁土地情况，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水文等情况，编绘工作区地质环境底图；针对不同土地利用类型，挖掘土壤剖面，采集土壤样品，并采集相应的影像、图片资料，做好文字记录；以便为方案编制提供可靠依据。

(2) 地质环境点调查法：对调查区内的不稳定地质体、隐患点、拟建工程点等逐点调查，查明不稳定地质体（隐患）点的位置、规模、现状、危害对象及稳定性、危害程度、成灾原因等，了解矿区可能存在的地质环境问题。

(3) 问卷调查法：按照“贯穿项目始终、多方参与”的原则，以采访矿区工作人员、矿区附近居民和调查不稳定地质体为主，详细了解工作区地质环境的变化情况、不稳定地质体的活动现状及矿区各类土地的占用损毁情况等。

### **3、室内资料整理分析**

在充分综合整理分析已有相关资料和野外调查的基础上，针对存在的矿山地质环

境问题和土地损毁特征，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）等相应规范规程进行矿山地质环境影响评估和土地复垦适宜性评价，在此基础上进行矿山地质环境保护分区与土地复垦单元划分，制定防治工程措施进行工程部署，并根据防治工程量进行经费估算。编制矿山地质环境问题现状图、预测图及治理工程部署图，编制矿区土地利用现状图、矿区土地损毁预测图及矿区土地复垦规划图，并编写《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。

### （三）工作说明

2024年12月10日，我公司接受任务后，即组织专业技术人员于12月11日~15日完成了已有相关资料收集、工作计划制定、工作大纲编写等工作；在熟悉、分析已有资料的基础上，于12月16日~20日进行了矿山地质环境野外调查，进一步查明区内地质环境现状与土地资源现状，2024年12月21日~2025年1月20日，完成了室内资料整理分析、图件和报告的初步编写，然后进入公司内审环节；2025年3月21日~3月28日，项目组人员按照陕西省国土资源厅（陕国土资环发〔2017〕11号）《关于矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》有关新要求，再次对矿山地质环境和土地资源特征进行了补充调查，对《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行了修改完善。2025年4月提交了送审稿。具体完成工作量见表0-1

表 0-1 完成工作量一览表

序号	工作内容	分项名称	单位	工作量	备注
1	收集资料	已有可利用资料	份	18	开发利用方案、地质报告、年检等，含地质、地形图、土地规划和三调图等资料
2	调查内容	调查区面积	km <sup>2</sup>	4.57	评估范围上延伸至第一斜坡带、分水岭或沟谷全流域
		评估区面积	km <sup>2</sup>	1.87	矿山开采影响范围、泥石流隐患全流域
		调查路线	km	3.23	沿流域调查、重点区域采用穿插法调查
		调查地质环境点	个	18	包括地层岩性、地质构造及其他地质现象
		不稳定地质体调查点	个	1	一处不稳定地质体 BT01
		含水层调查点	个	4	沟道、水井
		水土环境影响调查点	个	2	唐家沟村、拟设工业场地下游

		矿山地面工程调查点	个	7	拟布设工业场地、临时堆矿场、矿山道路及采矿平硐等工程建设地点
		村庄调查点	个	1	唐家沟村
		土地类型调查点	个	3	评估区内所有土地类型
		土壤剖面开挖点	个	2	林地、耕地
		公众调查表	份	20	评估区内的自然村
		照片	张	54	所有调查点配套照片（引用 17 张）
		录像	min	5	地形地貌和工程点
3	成果资料	文本	份	1	
		预算	份	1	
		附图	图	6	

#### （四）评估质量评述

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》（GB/T40112-2021）、《土地复垦方案编制规程 第1部分：通则》（TD/T 1031.1-2011）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、不稳定地质体调查、矿山开采设计、土地利用现状、土地权属信息等资料的基础上开展的，同时通过走访、调查形式广泛征集了县、镇、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，工作质量优良。

#### （五）方案可靠性承诺

矿山企业：我公司（陕西略阳龙核矿业有限公司）委托中陕核工业集团二一四大队有限公司编制的《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》，提供的《矿产资源开发利用方案》等相关资料及数据，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：我公司收集的资料及数据全部来源于矿山企业，野外调查数据及资料来自于项目组实际外业调查，我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，并承诺方案中无伪造编造、编造、篡改等虚假内容。

# 第一章 矿山基本情况

## 一、矿山简介

陕西略阳龙核矿业有限公司成立于 2009 年 12 月，法人代表为裘金良，企业类型为有限责任公司。

矿山概况如下：

项目名称：略阳县两河口钼钒矿

建设单位：陕西略阳龙核矿业有限公司

建设性质：新建

建设地点：略阳县两河口镇唐家沟村

矿区面积：1.67km<sup>2</sup>（由 9 个拐点圈定）

开采矿种：钼矿、钒矿

开采矿体：IV 号矿体

采矿证号：C610002017062210144598

开采方式：地下开采

生产规模：15×10<sup>4</sup>t/a

服务年限：19.30a

产品方案：片钒(V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 98%)、氧化钼(MO 57%)

开采标高：907-490m。

### （一）矿山地理位置

两河口钼钒矿位于略阳县城 60°方向、直线距离约 15km 处，行政区划隶属略阳县两河口镇唐家沟村，矿区中心坐标为东经           ，北纬           。

### （二）交通位置

矿区至略阳县城有县级公路相通；“十天”高速公路从矿区南部通过，矿区中心距五郎坪出口约 8km；矿区至略阳火车站直线距离 15km；略阳-两河口有县级公路相通，两河口-青山沟-李家坝有乡村公路相通，交通较为便利矿区较为交通便利，见图 1-1。

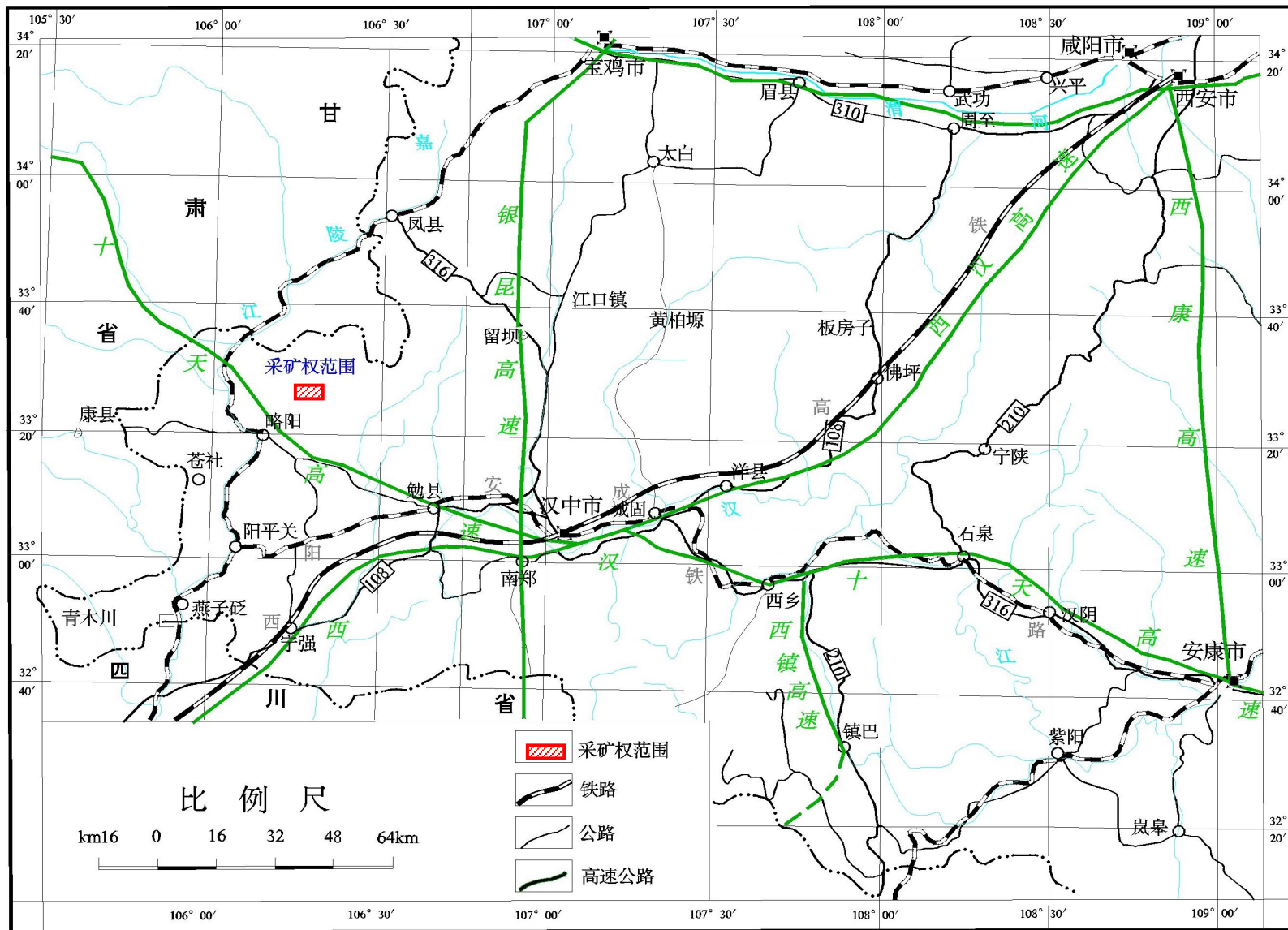


图 1-1 交通位置示意图



## 二、矿区范围及拐点坐标

### （一）矿区范围

根据目前持有的采矿许可证（C6100002017062210144598），矿区由 9 个拐点圈定（见表 1-1、图 1-2），面积 1.67km<sup>2</sup>。开采对象为青山沟矿段IV号矿体，开采标高 907m～490m。

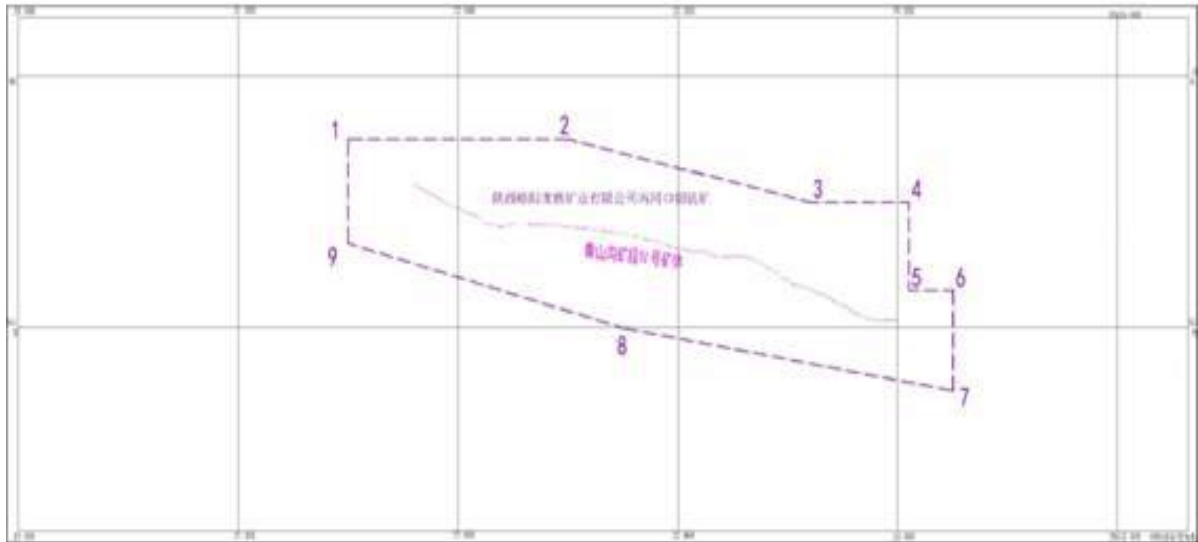


图 1-2 矿区范围示意图

表 1-1 两河口钼钒矿矿区范围拐点坐标

拐点号	1980 西安坐标系		拐点号	2000 坐标系	
	X 坐标	Y 坐标		X 坐标	Y 坐标
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		
7			7		
8			8		
9			9		
标高：从 907m- 490m					

### （二）周边矿权设置情况

本矿区内及周边 1.0km 范围内无其他矿权设置，不存在矿权纠纷问题。

## 三、矿山开发利用方案概述

本次矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）是在《陕西略阳龙

核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿产资源开发利用方案》(西安有色冶金设计研究院, 2013.7) 的基础上编制而成, 该方案于 2013 年 9 月 28 日通过陕西省国土资源利用研究中心的评审, 并于 2013 年 10 月 22 日下发了批复, 备案批复文号为: 陕国土资研报[2013]85 号。具体内容简述如下:

### (一) 矿山建设及地面工程布局

参照开发利用方案, 拟建矿山地面工程主要包括工业场地、临时堆矿场、矿山道路及采矿平硐等。同时, 本方案复垦工程考虑布设表土堆放场一处。地面工程总平面布置见图 1-3。

**1、拟建工业广场:** 采矿工业场地布置于青山沟矿段 IV 号矿体南侧 0.6km 处的张家坝河西侧山坡、通村公路内侧, 现状为林地, 场地内布置有井口车场、转运场地、坑口值班室、空压机站、配电室、电机车及矿车维修间、仓库等。长约 60m, 宽约 35m, 占地面积 0.21hm<sup>2</sup>, 现状见照片 1-1。



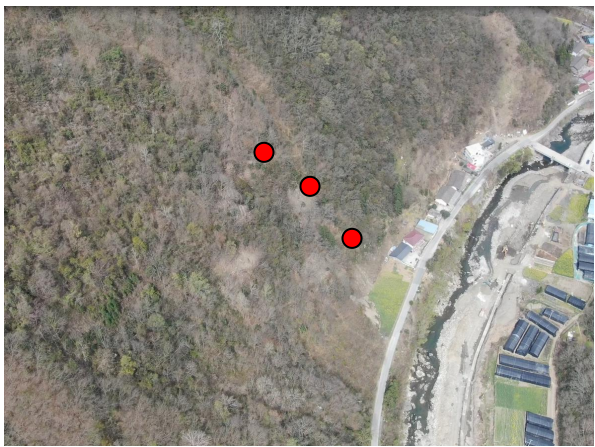
照片 1-1 地面工程布置现状照片 (镜向 165°)

**2、拟建临时堆矿场:** 位于矿区南东侧的沟道内, 占地面积 0.17hm<sup>2</sup>。占地类型为林地。现状见照片 1-2。

**3、拟建矿山道路:** 根据《开发利用方案》中矿山工程布置情况确定主要矿山道路沿青岗树沟北岸展布, 连接矿区西侧 7km 处的两河口钼钒矿, 其中两河口钼钒矿区内长度 3.92km, 现状为通村公路。其他矿山道路为拟建工业广场、硐口和临时堆矿场之间的连接道路, 大部分为已有乡村道路改建, 局部为新修道路, 结合现场调查和矿

山工程总平面布置图，连接道路长 1.85km。道路宽度为 4m，占地面积 2.31hm<sup>2</sup>，其中原有农村道路的面积为 2.08 hm<sup>2</sup>，实际新增损毁土地面积为 0.23hm<sup>2</sup>。现状见照片 1-1。

**4、拟建采矿平硐：**矿体上部 850、800、750 中段平巷可直通地表；深部 700、650、600、550m 中段采用单一罐笼盲竖井开拓方案。后期拟布置 850m、800m、750m 共 3 个采矿主平硐，硐口均位于位于青岗树段矿体东侧山梁中部，现状均为原始山体，植被茂密。根据《开发利用方案》中矿山工程总平面布置图确定采矿基本巷道沿矿体走向布置，确定 850 平硐、800 平硐、750 平硐、回风井。850 平硐、800 平硐和 750 平硐规格一致，包含采矿平硐及平硐前工业广场长约 40m，宽约 30m，风井长约 40m，宽约 30m，总占地面积 0.48hm<sup>2</sup>，现状见照片 1-3。本矿山无探矿平硐，所有采矿平硐均为新建。



照片 1-2 临时堆矿场一角（镜向 245°）      照片 1-3 拟建平硐口位置（镜向 270°）

特别说明：本开发利用方案设计的选矿厂、废石场和尾矿库位于略阳县已划定的农村集中饮用水水源地二级保护范围内，无法实施，故本方案未叙述此项内容，建议对选矿厂、废石场和尾矿库重新选址。

因各种原因，本矿山近五年无基建和开采计划。

矿山地面工程占地面积见表 1-2。

**表 1-2 地面工程占地面积统计表**

序号	名称	单位	数量	备注
1	工业场地	hm <sup>2</sup>	0.21	临时占地
2	临时堆矿场	hm <sup>2</sup>	0.17	临时占地
3	矿山道路	hm <sup>2</sup>	0.23	临时占地
4	采矿平硐	hm <sup>2</sup>	0.48	临时占地
合计		hm <sup>2</sup>	1.09	



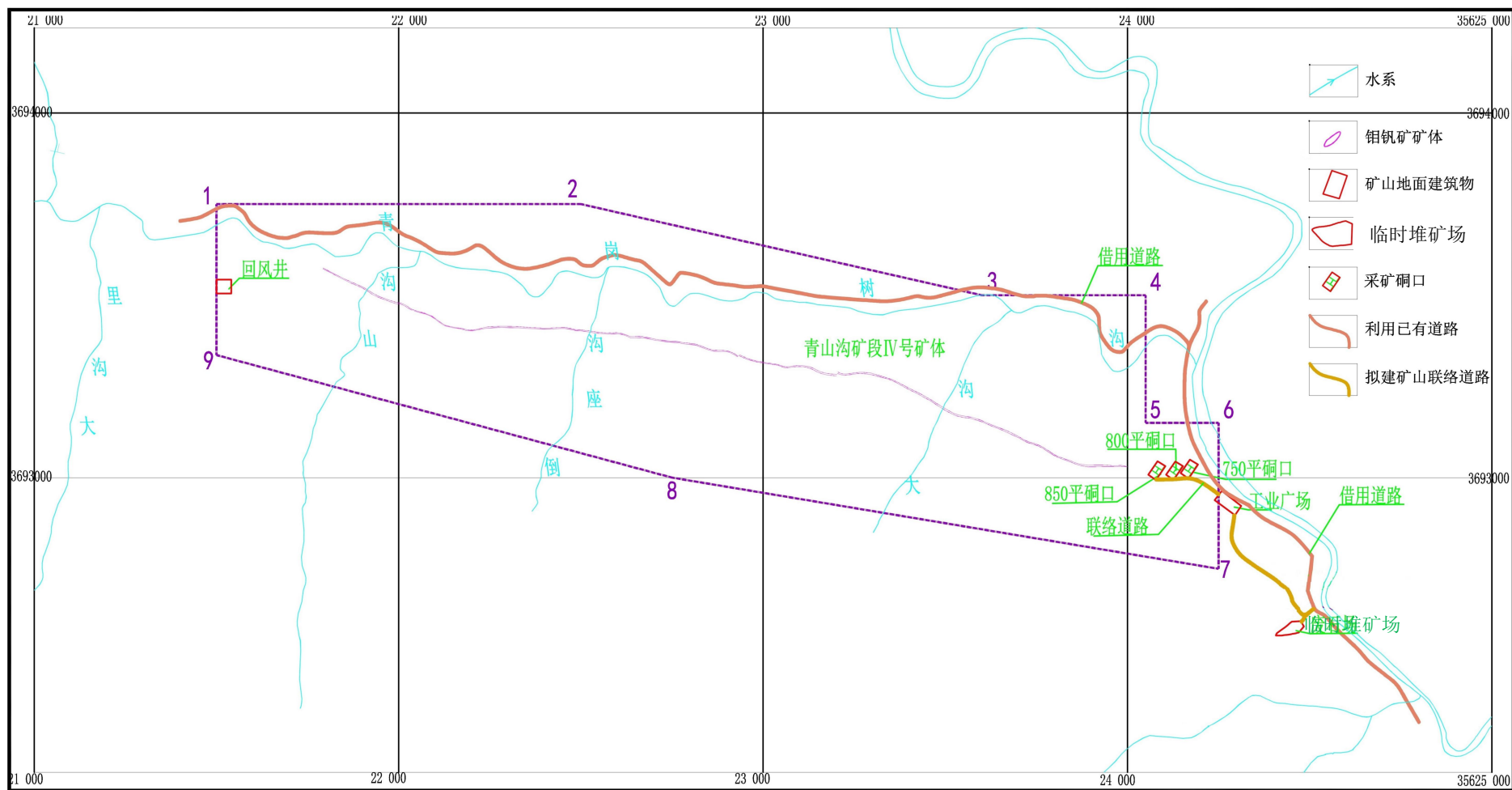


图 1-3 地面工程总平面布置

## （二）建设规模及产品方案

本矿山开采矿种为钼钒矿，两河口钼钒矿生产规模 15 万吨/年，依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)附录 D，本矿山属大型矿山。

## （三）资源储量

### 1、资源储量

根据陕西省国土资源厅 2012 年 9 月 18 日的评审备案证明(陕国土资储备〔2012〕108 号)，截止 2025 年 3 月底，矿区范围内保有资源储量；其中，控制资源量，推断资源量。

### 2、设计利用、可采储量

设计利用资源储量：由于 IV 号矿体的边角部分资源难以利用，经计算设计损失，故设计利用资源量为。

可采资源储量：设计回采率为 90%，可采资源储量。

## （三）地下开采简述

### 1、开采方式：地下开采。

### 2、开采方法

依据开发利用方案，矿山采用地下开采方式、浅孔留矿法采矿（见图 1-2）。

#### （1）矿块参数

矿块沿走向布置，矿块长度 50m，矿块高度 50m，采幅宽为矿体厚度。底柱高度 5.0m，顶柱高度 3.0m，间柱宽度 6~7m，漏斗间距 5.0m，联络道间距 5.0m。

#### （2）采准工作

采准工作：沿矿体走向在矿体下盘掘进脉外运输平巷，每隔 50m 沿矿体掘进穿脉巷道，在穿脉内靠近矿体下盘处向上掘进采准天井，在天井中每隔 5m 掘进联络道。

#### （3）切割工作

在运输平巷底之上 5m 处，从采准天井开始沿矿体掘进切割平巷，从运输平巷每隔 6m 掘进漏斗颈并扩漏。

#### （4）放矿工作

由于矿块生产能力小，矿块矿量少，使用普通漏斗放矿底部结构，矿石靠自重溜放，通过漏斗装入平巷中的矿车内。

#### （5）通风除尘

矿井总负压通风，通风困难的地方，采用局扇进行辅助通风。新鲜风流由下阶段运输巷道、穿脉巷道、采准天井进入采场，工作面污风风流经回风天井排至上部回风巷。

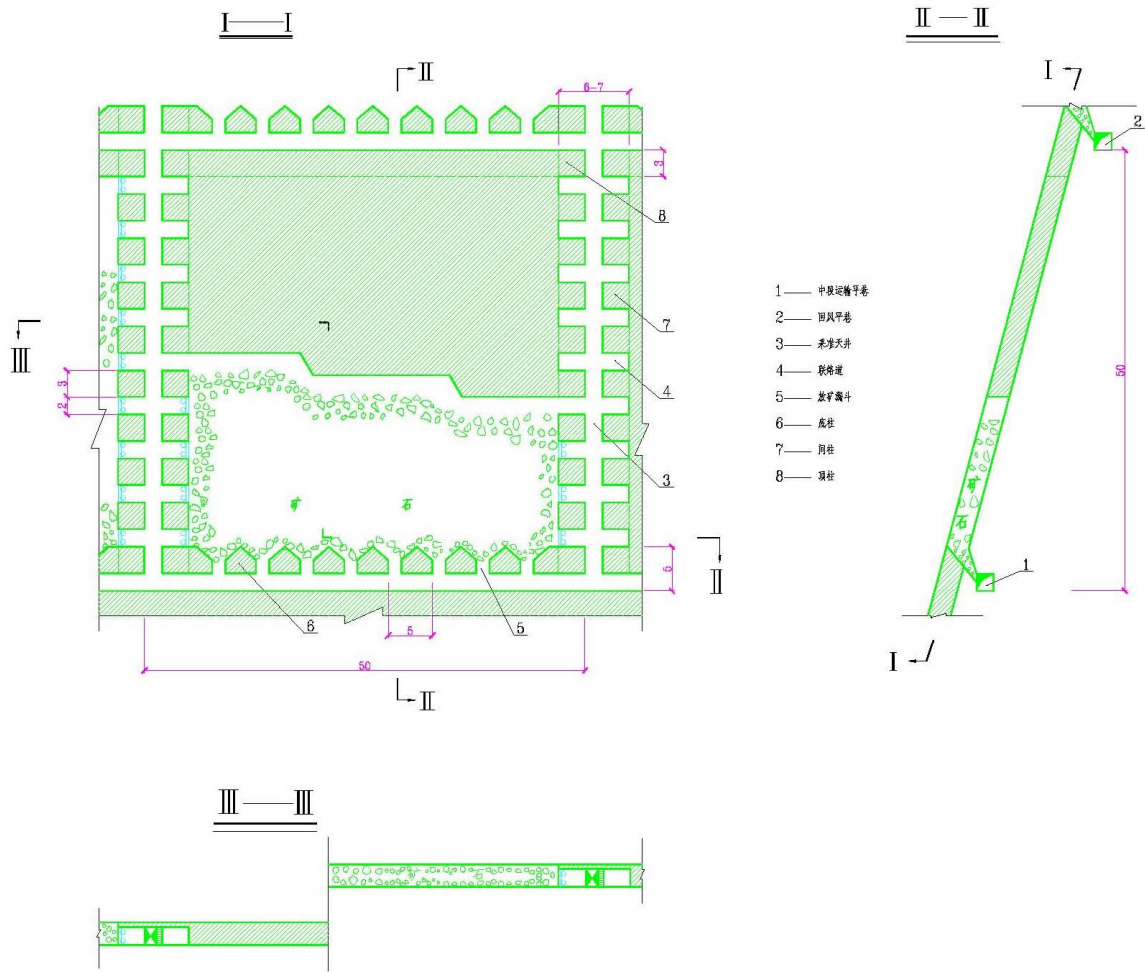


图 1-2 浅孔留矿采矿示意图

### 3、开拓运输系统

根据区内矿体产状和选用的采矿方法，结合矿山现有探矿坑道位置、标高，经过分析比较，划分的中段高度为 50m；青山沟Ⅳ号矿体自上而下依次设置 850、800、750、700、650、600、550m 等七个中段。其中：矿体上部 850、800、750 中段平巷可直通地表，采用平硐—溜井开拓方案；深部 700、650、600、550m 中段平巷无法直通地表，设计采用单一罐笼盲竖井开拓方案，拟布置 850m、800m、750m 共 3 个采矿主平硐，硐口均位于位于青岗树段矿体东侧山梁中部。

#### （1）750m 标高以上矿体

850、800、750 中段生产时，各中段采下的矿石经矿石溜井溜放至 750 主平硐中段，装车编组后由电机车牵引至选厂，各中段生产过程中产生的废石经废石溜井溜放至 750 主平硐中段，装车编组后由电机车牵引至地表转运堆场，再由装载机装入自卸汽车运往临时堆矿场集中堆放。人员材料设备均从本中段东侧平硐坑口进入工作面。

#### （2）750m 标高以下矿体

700、650、600、550m 中段采下的矿石和生产过程中产生的废石，装车后由电机车牵引至盲竖井底部车场，再由罐笼提升至 750 主平硐中段，最后由电机车牵引至地表，运往临时堆矿场。人员材料设备均从 750 中段东侧平硐坑口进入，再经罐笼下放至生产中段。

青山沟Ⅳ号矿体开拓系统纵投影图见图 1-3。

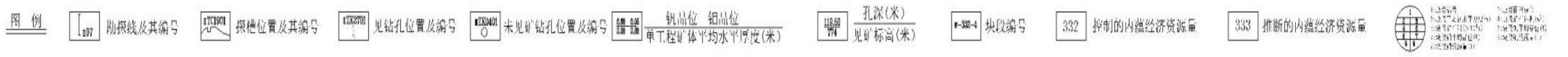
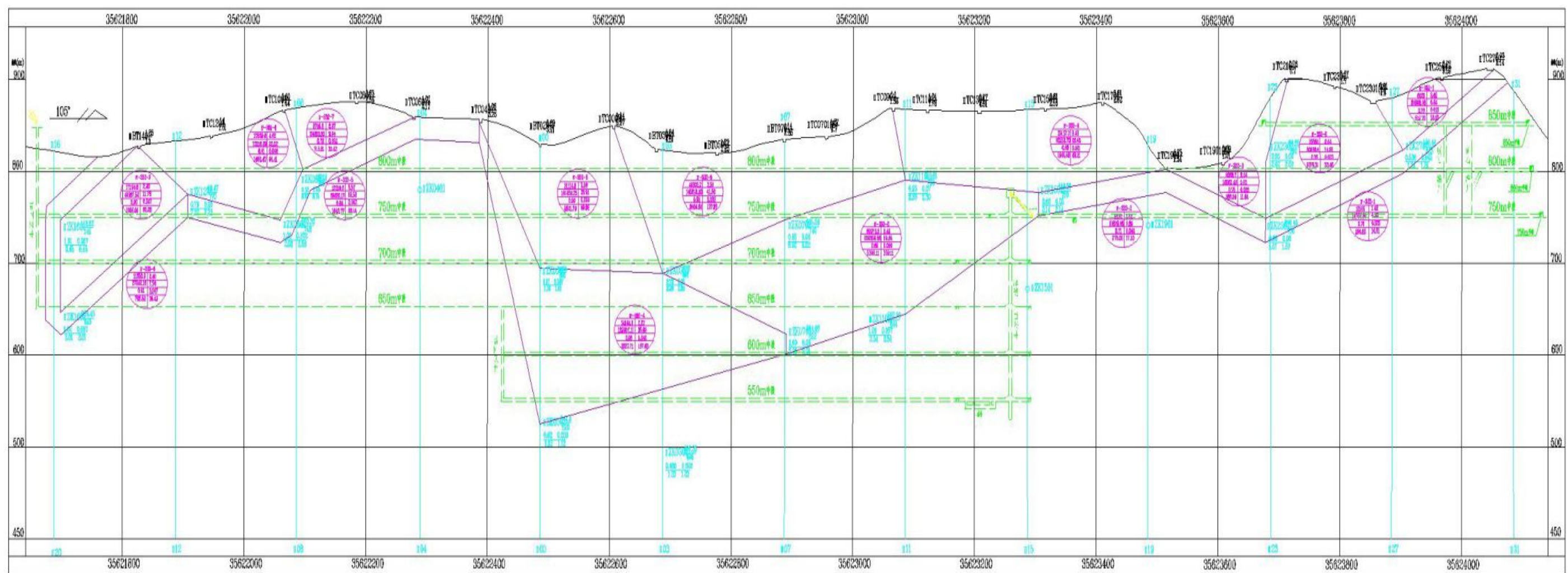


图 1-3 青山沟IV号矿体开拓系统投影图



#### 4、开采顺序

##### (1) 回采顺序

矿区仅青山沟矿段IV号矿体一个开采对象，根据该矿体开采技术条件、建设条件，经比较分析，确定矿山总的回采顺序如下：

①总体上按照自上而下的顺序逐中段依次回采；

②同一中段内，沿矿体走向自西侧回风井向东侧坑（罐笼盲竖井）口方向后退式回采。

##### (2) 首采地段

按基建工程量小、投资省、确保矿山能尽快投产、达产的原则，综合考虑确定的回采顺序，首采地段选择在青山沟IV号矿体 850m 中段。

#### 5、开采移动范围的确定

依据《陕西略阳龙核矿业有限公司两河口钼钒矿开发利用方案》5.3 节可知，沙坝坪钼钒矿床矿石以方解黑云母石英片岩为主。矿体上下盘围岩以闪长岩为主，局部为炭质绢云母石英片岩，均与矿体接触界线非常清楚。依据《工程岩体分级标准》（GB50218-2014）附录 E 中地下工程岩体自稳能力确定方法和岩体质量分析结果，认为区内矿体顶、底板岩石总体完整性及稳定性较好，地下水富水性较差，工程地质类型为较硬岩为主的层状矿床，工程地质条件中等；在矿体及断裂带、破碎带局部可发生掉块，采矿活动中应注意支护。矿体上下盘岩性，质量等级分类为II-III级，硐室稳定性较好，采矿硐室围岩在采矿期间可基本稳定。根据该矿岩岩性质及所采用的采矿方法，并同类似矿山进行比较，选取的上盘岩石移动角为  $60^{\circ}$ ，下盘岩石移动角取  $65^{\circ}$ （当矿体倾角小于  $65^{\circ}$  时，下盘岩石移动角为矿体倾角），侧翼岩石移动角  $65^{\circ}$ 。据此圈定出矿床开采时地表岩石移动范围见图 1-4。

由于该矿山还没有开始基建，开发利用方案设计的工程到目前还没有执行。

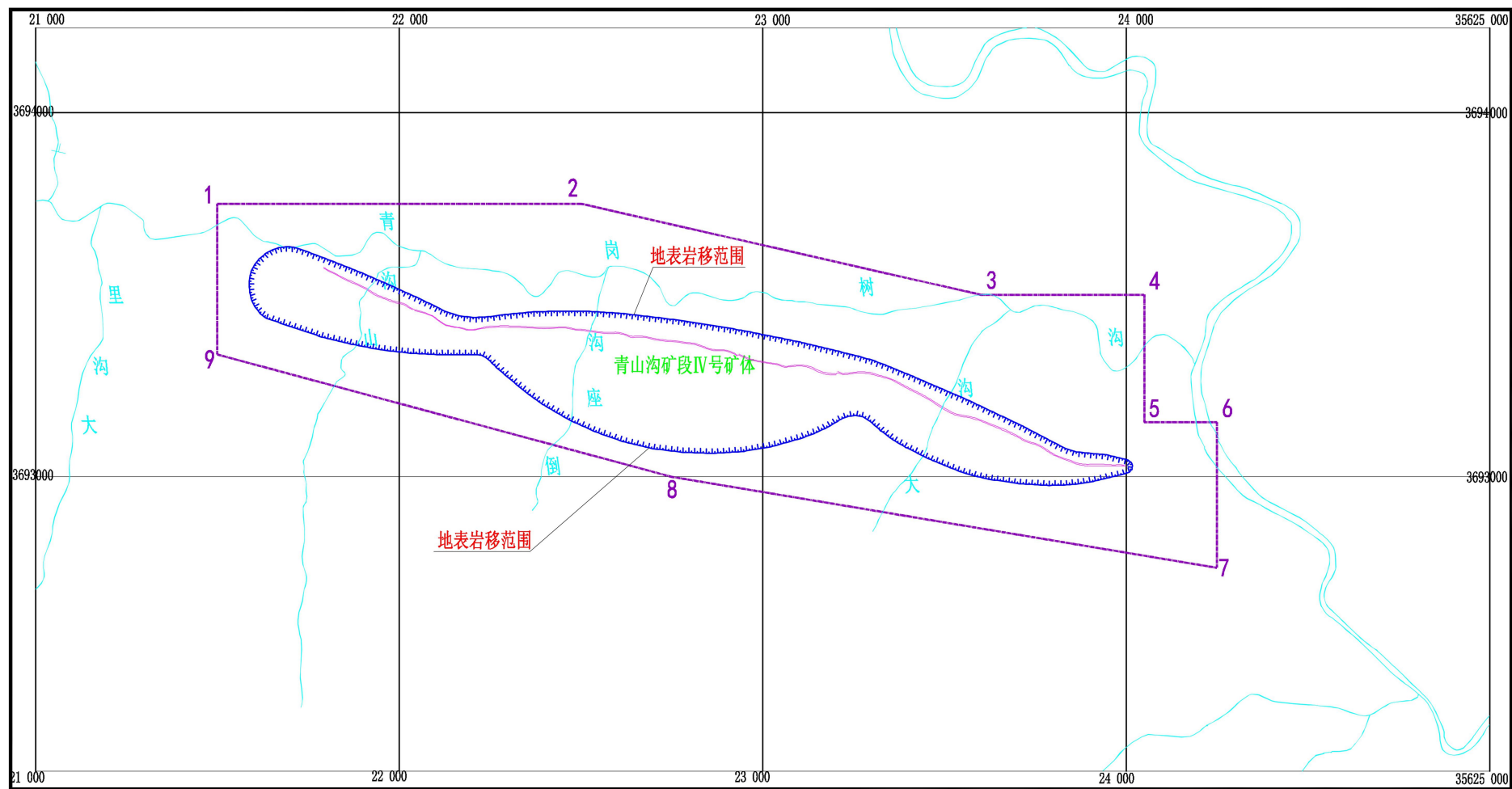


图 1-4 地表岩移范围示意图

## 四、矿山开采历史及现状

### （一）开采历史情况简介

2010年6月，陕西略阳龙核矿业有限公司依法获得“陕西省略阳县沙坝坪地区以钼为主多金属矿普查”探矿权，探矿权范围为漆树沟、水家垭、关帝沟、青山沟和李家坝矿段。2012年6月转为“陕西省略阳县沙坝坪地区以钼为主多金属矿详查”探矿权，勘查单位为陕西省核工业地质局二一四大队。二一四大队于2012年09月提交了《陕西省略阳县沙坝坪地区钼钒矿详查地质报告》，并经陕西省国土资源厅评审备案（陕国土资储备[2012]108号），探矿权邻区周边无矿权设置。

2013年6月，陕西省国土资源厅《关于划定陕西略阳龙核矿业有限公司两河口钼钒矿矿区范围的批复》（陕国土资矿采划[2013]35号）划定两河口钼钒矿矿区范围，矿区包括沙坝坪钼钒勘查区中的青山沟、李家坝两个矿段，面积4.547km<sup>2</sup>。

2017年6月，陕西省国土资源厅《关于颁发陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿采矿许可证的通知》（陕国土资矿采字[2017]120号），重新划定矿区范围为仅开采沙坝坪钼钒勘查区中的青山沟矿段，矿区面积1.67km<sup>2</sup>，重新划定的矿区范围，对青山沟矿段的资源量无影响。

### （二）矿山开采历史

该矿山为新建矿山，自拿到采矿许可证以来，矿山一直未进行采矿活动和基建活动。

### （三）矿山开采现状

#### 1、矿山开采及资源量现状

陕西略阳龙核矿业有限公司两河口钼钒矿为新建矿山企业，自2010年起，矿山一直处于探矿和前期手续办理阶段，矿区周边无历史采矿权和采矿活动。目前，矿区详查地质探矿及资源储量评审备案等工作已完成，矿山、临时堆矿场、矿山道路等设施均在规划建设过程中，尚未开展矿山的基础设施建设，也未正式开采和消耗地质资源储量。

#### 2、矿山资源及储量

##### （1）详查报告及评审备案证明储量

根据陕国土资储备[2012]108号文和陕国土资矿采划[2013]35号文，两河口钼钒矿

区共圈定了青山沟（IV）、李家坝（IX、X）等 3 条矿体，提交（控制资源量+推断资源量）矿石 ，  $V_2O_5$  资源量 ， 伴生钼资源量 。

## （2）开发利用方案设计开采储量

根据陕西省国土资源厅《关于颁发陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿采矿证许可证的通知》（陕国土资矿采字[2017]120 号）及《陕西略阳龙核矿业有限公司两河口钼钒矿开发利用方案》可知，本矿山开采钼矿、钒矿，地下开采，矿区面积  $1.67\text{km}^2$ ，开采青山沟的IV号矿体，设计矿石资源储量 ， 可采资源储量 。

## 第二章 矿区基础信息

### 一、矿区自然地理

#### (一) 气象

略阳县属亚热带向温带过渡的湿润气候区，冬无严寒，夏无酷暑，四季分明，夏秋多雨，冬春偏旱。据略阳县气象局多年观测资料（1961~2024 年），年平均气温为 13.2℃，极端最高温度为 37.7℃，极端最低气温-11.2℃。全年降雨量分配不均匀，冬春两季较少，夏秋季较多，年平均降雨量为 799.2mm(图 2-2)，年平均蒸发量 1104.4mm，从略阳县降水量等值线图（图 2-1）分析可知，评估区年平均降雨量 799.2mm，雨量主要集中于每年的 6~9 月份，占全年降水量的 50%以上。年最大降雨量 1353.3mm，月降水量 7 月最大值 185.6mm，日最大降雨量 127.2mm。最长连续降雨天数为 16 天。2011 年 7 月 5 日凌晨 3 时至 12 时略阳县普降大雨，该阶段总降雨量达 200mm，7 月 5 日 8 时至 12 时降雨量为 40~70mm（图 2-3）。

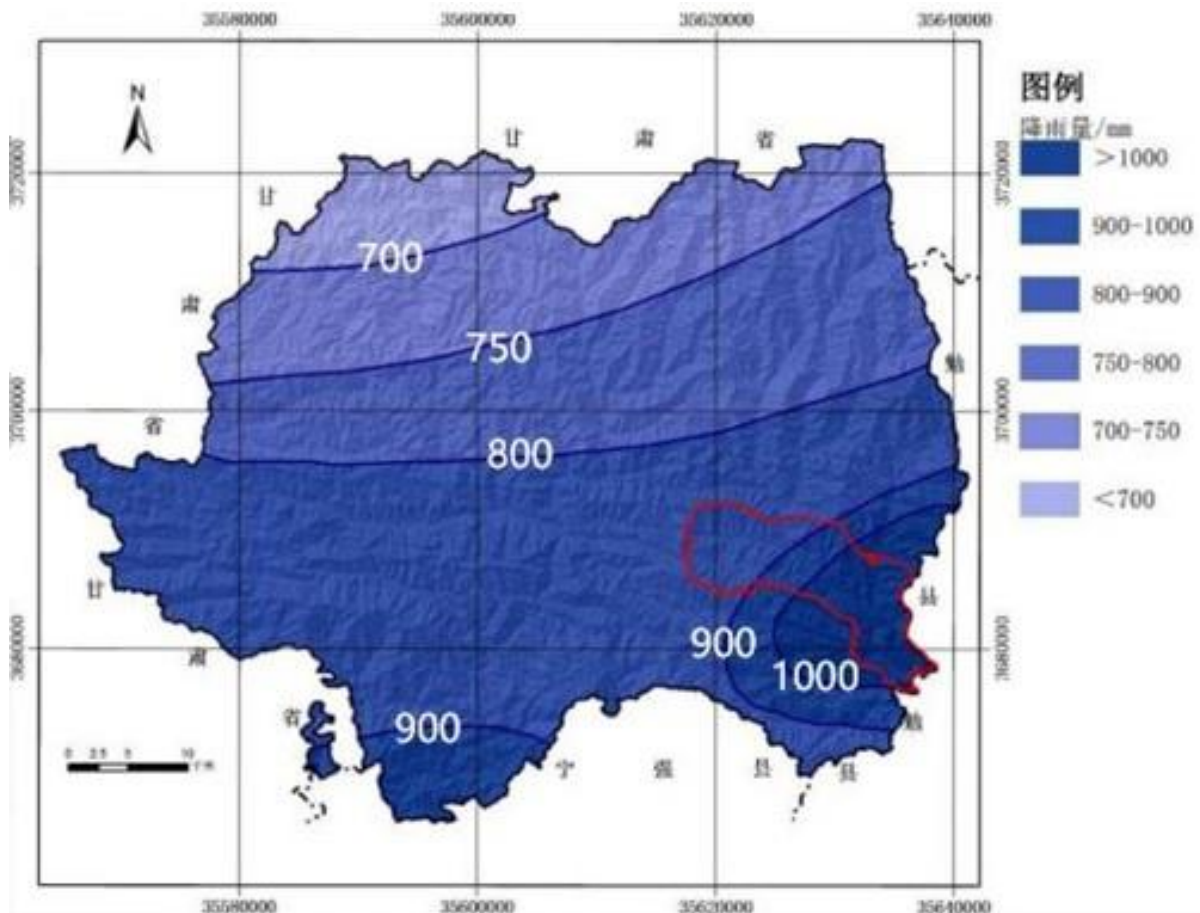


图 2-1 略阳县降水量等值线图

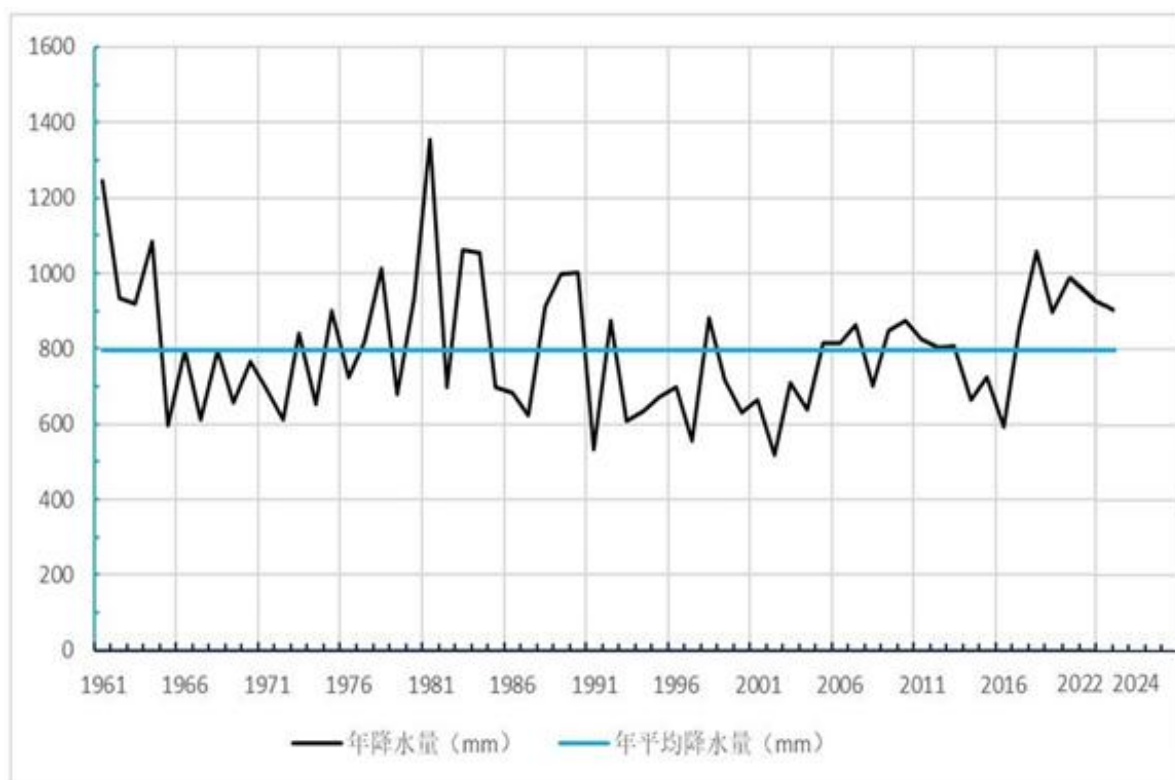


图 2-2 略阳县多年降雨量曲线图

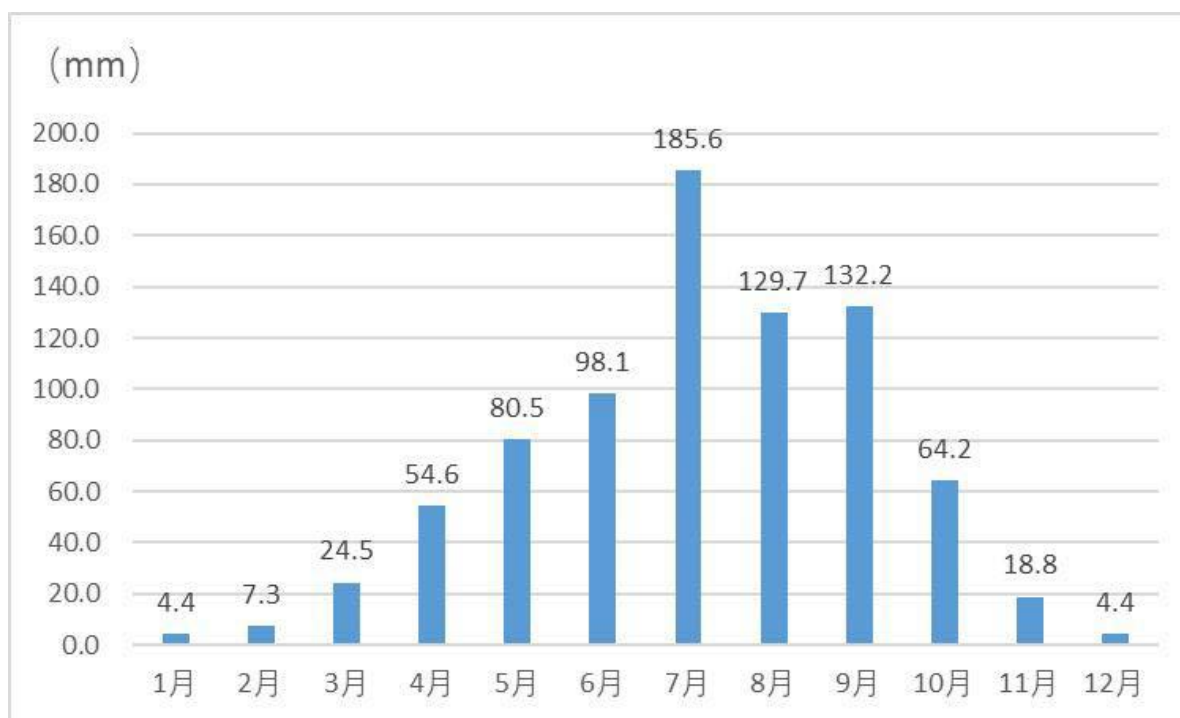


图 2-3 略阳县月降水量分布图

评估区平均日照时数为 1558.3h。相对湿度 71%。最大冻土深度 0.4m。全年无霜期 234 天，霜冻期一般在 12 月～次年 2 月。6～9 月降雨具阵发性、暴雨多、雨量集中等特点。历史上滑坡、泥石流等不稳定地质体多发生在较大降雨期间。降雨量因受多

方面的影响而分配不均，由西北向东南递增，县境内以白水江为低值中心，以黑河镇为高值中心。

近年来极端降雨情况时有发生，2021 年多地降雨量突破历史极限，8 月中旬以来，略阳县先后经历了 6 轮强降雨袭击，全县 17 个镇（街道）21 个区域气象观测站均出现了暴雨，其中观音寺镇、黑河镇、硃口驿镇、接官亭镇出现大暴雨，日降雨量达到 115.7mm。有七个镇（街道）月累计降雨量接近年累计量，观音寺镇、接官亭镇、黑河镇月降雨量突破历史极值，分别达到 702.4mm、691.7mm、688.9mm。

矿区常年较充沛的降雨量，可有效保证矿山后期土地复垦工程种植的植物基本不需要人工灌水即可以成活，为矿山土地复垦提供了便利的自然条件。

## （二）水文

略阳县自西向东横跨嘉陵江、汉江水系，中部的冲冠帽-水家垭-瓦子山为嘉陵江支流两河口与汉江支流张家坝河的分水岭。

**张家坝河：**矿区主要位于张家坝河流域，张家坝河为汉江的四级支流、白河的一级支流，发源于两河口镇北部大黄场，经上两河口、过凉坝、张家坝、长坝、关方坝、两河口注入白河，干流长 42.0km，流域面积 186.63km<sup>2</sup>，年平均流量 1.80m<sup>3</sup>/s，年径流总量 5.7 亿 m<sup>3</sup>。矿区水系分布情况见图 2-4，照片 2-1、照片 2-2。

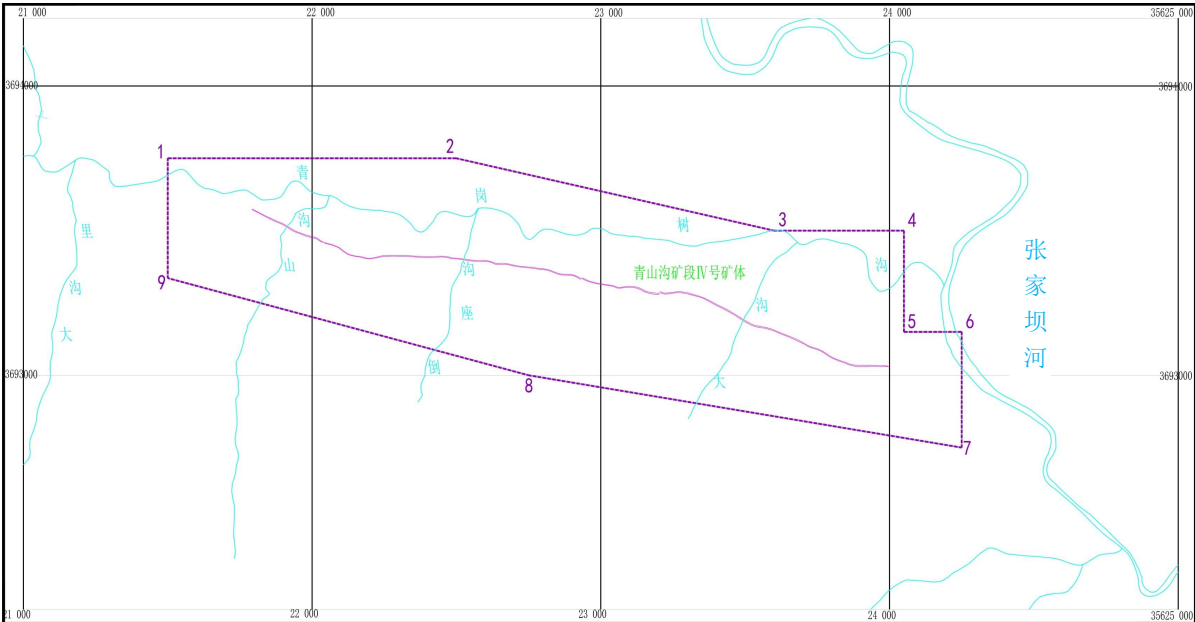


图 2-4 矿区水系分布图

**青岗树沟：**张家坝河一级支流青岗树沟由西向东流过矿区的青山沟矿段，青山沟沟道底宽 10~15m，纵坡降约 10~12%，为季节性沟流，两侧山体斜坡坡度一般 30°，表层松散残坡积层厚度小于 1m，植被茂密。此外，两岸还分布有众多冲沟，呈半放射



状汇于主沟的次级沟谷溪流，其流量受大气降水及地形地貌控制。

青山沟矿段最低侵蚀基准面为矿区东部张家坝河中游沟底，高程 720m。



照片 2-1 张家坝河河道现状（镜向 15°）



照片 2-2 青岗树沟道（镜向 108°）

### （三）地形地貌

矿区地处秦岭南麓，属低中山与沟谷斜坡地貌。

低中山地貌：地形总体呈中部高，东西两端低，切割强烈，地势陡峭。一般海拔高程 760m~1400m，最高 1640.1m，最低 760m，相对高差 420m。山脉走向呈 EW 向，



山脊多呈 SN 向展布；沟谷形态多为“V”形谷，箱形谷及“U”形谷较少。主要沟谷为张家坝河谷、青岗树沟谷。矿区总体地形地貌特征较简单，见照片 2-3、照片 2-4。



照片 2-3 矿区低中山区地貌（镜向 246°）      照片 2-4 矿区河谷地貌（镜向 203°）

张家坝河由北向南紧挨矿区，当地居民房多沿河道两侧缓坡分布，相对高差较小，开挖坡脚形成的边坡高差一般不足 3m。村民沿沟谷斜坡开垦荒地对原生地形改造程度较小。通村公路沿张家坝河西岸分布，局部存在高陡人工边坡，多为基岩边坡，岩体完整性好，岩性多为方解黑云母石英片岩，局部边坡稳定较差。

青岗树沟位于矿区北侧，区内流域长约 3km，为张家坝河西岸支沟，自西向东横穿矿区北部。两侧山体斜坡坡度一般 30°，表层松散残坡积层厚度小于 1m，且表层植被茂密，处于基本稳定状态，流域内零星分布有 3 户居民房屋。

### （五）植被

项目区为暖温带落叶阔叶林、针阔混交林及针叶林带植被，以针叶和阔叶落叶林为主，混生有耐寒的常绿阔叶林类型，具有植物种类繁多和垂直结构明显的特点，栽培作物从河谷到山地逐渐由喜温作物过渡到喜凉耐寒作物。自下而上随着海拔升高一般可分为混有常绿阔叶树种的落叶阔叶林带、针叶-落叶阔叶混交林带、桦木林带、冷杉林带和落叶松林带。常见植物品种中的常绿树种主要有青杉、侧柏、棕榈、翠竹，落叶树主要有板栗、落叶松、杨树、桦树。主要农作物有小麦、玉米、大豆，经济林木有杜仲、银杏、桑树、核桃、板栗等（照片 2-5、照片 2-6、照片 2-7、照片 2-8）。

主要植被类型有：针叶林、落叶栎林、常绿落叶阔叶混交林、竹林、灌丛、灌草丛、河漫滩及草甸植被。

用材树种主要有：华山松、栎、马尾松、杉木、柏类、杨、桐等；

木本树种有：枣、梨、杏、猕猴桃、板栗、桃、核桃等；

药用树种主要有：杜仲、银杏、天麻、冬花等；

灌木有：黄栌、胡枝子、山梅花、六道木、野蔷薇；

藤木有：鸡心藤、青藤、葛藤、山葡萄；

草类有：白茅、马唐、狗尾草、白羊草、知风草、黄花苜蓿、野菊花、龙须草等。

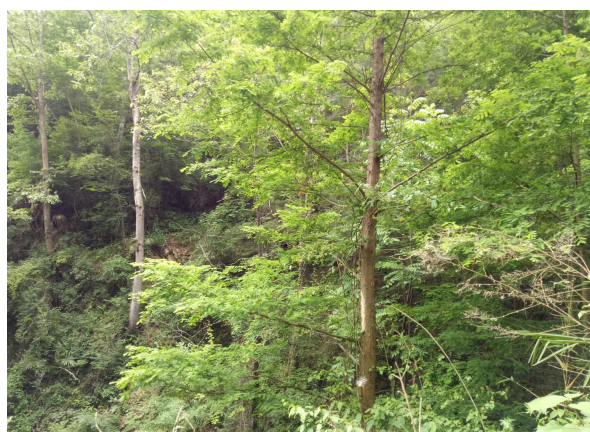
水土保持植物：刺槐、椿树、刺槐、泡桐、杨树、龙须草等。



照片 2-5 落叶栎林



照片 2-6 胡枝子



照片 2-7 针阔混交林



照片 2-8 白羊草

#### （四）土壤

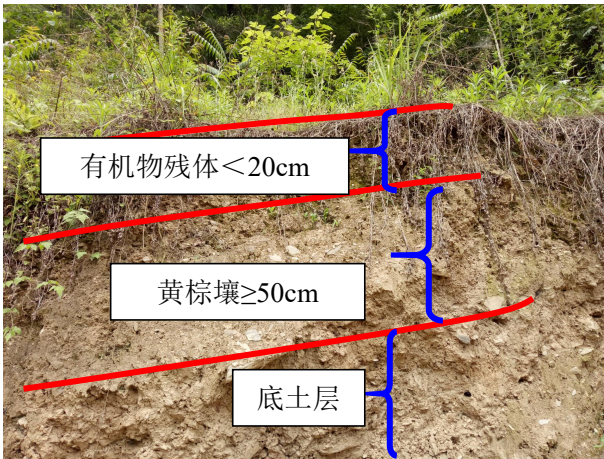
略阳县土壤类型比较多，分布纵横交错，不但有垂直地带性土壤分布的规律，而且也有区域性土壤分布的规律。县内土壤有黄棕土、棕壤两大类。由于海拔的不同，造成了土壤有规律的分布，棕壤垂直分布于黄棕土壤之上。

矿区属于秦岭南麓与巴山山脉交汇地带之低山区，根据土壤普查资料，评估区内土壤属黄壤土，为第四系残坡堆积层覆盖，大部分区域基岩裸露地表，少量土壤层。

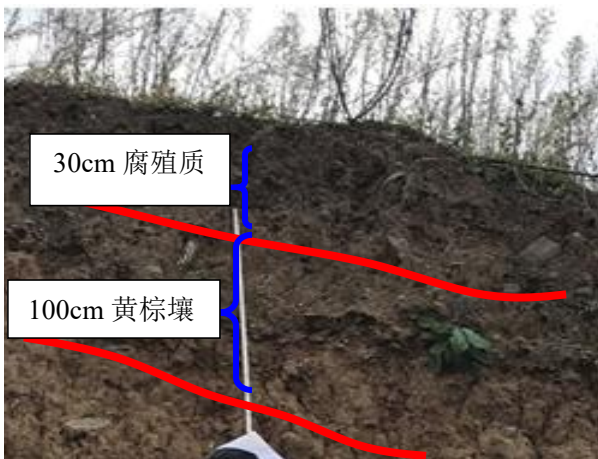
耕地：表层上部为黄褐色、灰色粘土、粉砂质粘土，含腐植质及植物根须，厚度 0.1~0.3m 不等；下部为棕黄色、细腻结构体黏土，由大小不等的岩石碎块或颗粒组成，层理不明显。从垂直剖面看，表层为风化强烈的岩石细屑，下面的岩石矿物分解较差，具有较大棱角碎块。根据矿区及周边开挖面看（见照片 2-9），开挖位置位于矿区内西



北部的旱地，坐标为 X： ， Y： ， 有机物残体 20cm 左右，黄棕壤土层厚度为 60~70cm，部分地段岩石裸露，土壤质地中壤或中壤偏重。有机质平均含量 1.25%，全氮含量 0.101%，碱解氮平均含量 67.0ppm，速效磷平均含量 6.42ppm，速效钾平均含量 100ppm。母岩以灰岩、板岩、钙质片岩为主。耕地土壤理化性质的总体特点：有机质含量相对较低，通常需要通过施肥来补充；养分含量较低，需要定期施肥以维持土壤肥力；pH 值通常在中性到微酸性范围内，适合大多数作物的生长；容重相对较高，土壤结构较为紧密，影响根系生长。



照片 2-9 耕地土壤剖面



照片 2-10 林地土壤剖面

林草地：表层上部为黄褐色夹石黄泡土，含腐植质及植物根须，厚度 40cm（见照片 2-10），开挖位置位于拟建临时堆矿场内，坐标为 X： ， Y： ， 有机质含量较高，心土层较粘，砾石、沙粒、土壤呈微碱性反应，有机质平均含量 1.59%，全氮含量 0.098%，碱解氮平均含量 70ppm，速效磷平均含量 9.28ppm，速效钾平均含量 97ppm，PH 值为 7.3；下部为黄棕色石片黄泡土，厚度 150cm，质地中-重壤，心土层紧实，有机质平均含量 1.25%，全氮含量 0.041%。林草地的土壤理化性质总体特点：有机质含量较高，有助于保持土壤肥力；养分含量丰富，尤其是氮、磷、钾等主要养分；pH 值通常在中性到微碱性范围内，适合树木、草生长；容重较低，土壤结构较为疏松，有利于根系扩展。

## 二、矿区地质环境背景

### （一）地层岩性

#### 1、地层岩性

矿区出露地层以下古生界下志留统迭部岩组为主，为一套海相泥质碎屑岩和碳酸盐岩沉积；状元碑大理岩及郭镇岩组含碳绢云千枚岩、灰岩仅在矿区南部有零星出露。

矿区综合地层柱状图见图 2-5。

### (1) 下志留统迭部岩组

迭部岩组根据其岩性组合特征可分三个岩性段，钼钒矿主要产于上岩性段中。

#### ①下志留统迭部岩组上岩性段 (S<sub>1d</sub><sup>c</sup>)

主要分布于南山坪-白坎子上-沙坝坪-道座庙沟一带和矿区东南角李家坝-新房子一带，出露面积约占矿区 62%。主要岩性为深灰色含碳绢云母千枚岩、方解黑云母石英片岩、深灰色千枚岩夹薄层钙质粉砂岩或石英粉砂岩条带、薄层粉晶灰岩。岩层近东西向展布，总体北倾，倾角 30°-80°。与迭部岩组中岩性段呈断层接触。钼钒矿主要产于该岩性段方解黑云母石英片岩中，绢云千枚岩次之。

方解石黑云母石英片岩具纤维状变晶结构，片状构造。黑云母淡黄绿色，小片状，有揉皱现象，量约 20%。方解石不规则颗粒，顺片理分布，量约 25%。石英细粒状，量约 30%。楣石细小颗粒，常见。赤铁矿少见。

#### ②下志留统迭部岩组中岩性段 (S<sub>1d</sub><sup>b</sup>)

主要分布于阳山里-瓦子山-太阳寨一带，出露面积约占矿区 40%。岩性为灰色粉砂质板岩夹薄层长石石英粉砂岩及绢云千枚岩、深灰色千枚状泥质板岩、深灰色中层状含碳钙质细砂岩夹炭质千枚岩、砂质灰岩。岩层近东西向展布，总体倾向北，倾角 40°-78°。与下伏下岩性段呈整合接触。

#### ③下志留统迭部岩组下岩性段 (S<sub>1d</sub><sup>a</sup>)

主要分布于老坟坡-付家山以南，F<sub>3</sub> 断裂以南的下纸坊-漆树沟一带，出露面积约占矿区 1%，岩性为灰黑色含黄铁矿碳质板岩、深灰色含碳粉砂质板岩、黑灰色碳质板岩夹浅棕色钙砂质条带、灰黑色含碳绢云母千枚岩夹薄层泥晶灰岩。岩层东部多为北倾，西部多为南倾，倾角 60°-88°。与下伏地层大堡岩组绿灰色绢云千枚岩断层接触。


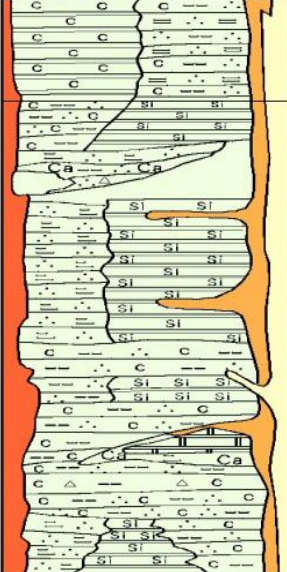
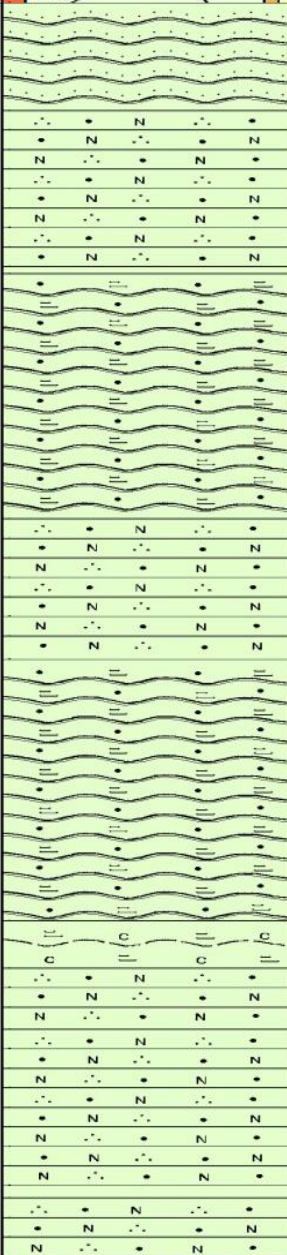
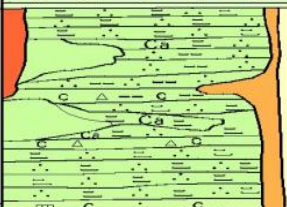
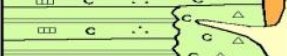

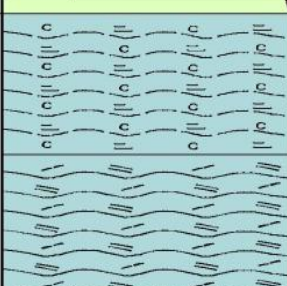
界	系	统	组	符 号	柱 状 图	厚度	岩 性 描 述
新生界	第四系	新生统		Qh		18.0	第四系
古 生 界	志 留 系	中 上 统	舟 曲 岩 组 上 段	S <sub>2+3</sub> <sup>2</sup>		4184	灰黑色黄铁矿化炭质绢云板岩偶夹薄层板状硅质岩褐铁矿透镜体
							深灰色绢云粉砂质板岩夹互薄层粉晶灰岩
			舟 曲 岩 组 下 段	S <sub>2+3</sub> <sup>1</sup>		967.8	灰色粉砂质板岩夹薄层含钙长石石英粉砂岩
							灰—深灰色厚层变粉—细粒长石石英砂岩夹中层状钙质变长石石英粉砂岩
							深灰色绢云粉砂质板岩夹少量中层状变长石石英粉砂岩
							深灰色中—薄层状含泥变长石石英粉砂岩夹互绢云粉砂质板岩
							深灰绢云粉砂质板岩夹少量中层状变长石石英粉砂岩
							深灰色含黄铁矿化炭质绢云千枚岩
							深灰色中—薄层状变长石石英粉砂岩夹粉砂质板岩
							灰色中—薄层变细粒长石石英砂岩夹薄层钙质长石石英砂岩含泥长石石英粉砂岩
							灰—深灰中—薄层状含泥变长石石英粉砂岩夹中层粉细粒长石石英砂岩
奥 陶 系	下 统	迭 部 岩 组	S <sub>1d<sup>a</sup></sub>		1470	灰黑色含黄铁矿炭质板岩 深灰色含炭粉砂质板岩 黑灰色炭质板岩夹浅棕色钙质砂质条带(纹) 灰—黑色含炭绢云千枚岩板岩 灰黑色含黄铁矿炭质板岩夹泥晶灰岩薄层或条带 灰色粉砂质板岩夹薄层长石石英粉砂岩及绢云千枚岩 灰色粉砂质板岩	
			S <sub>1d<sup>b</sup></sub>		540	深灰色角岩化绢云千枚岩偶夹钙质条带 深灰色千枚岩泥质板岩偶夹硅质岩条带	
			S <sub>1d<sup>c</sup></sub>		1320	灰色粉砂质板岩夹互薄层粉砂岩偶夹深灰色千枚状板岩 深灰色方解石黑云母石英片岩 砂质灰岩 深灰含炭绢云千枚岩夹灰色钙质粉砂岩条带 深灰色绢云千枚岩夹深灰色薄层粉晶灰岩 深灰色绢云千枚岩夹深灰色粉砂岩条带	
		大 堡 岩 组	Od		483.2	深灰色绢云千枚岩夹深灰色板状硅质岩	
						绿灰色二云英片夹薄灰质粉砂岩	

图 2-5 综合地质柱状图



## **(2) 中上泥盆统郭镇岩组 (D<sub>2+3g</sub>)**

郭镇岩组分布在矿区南部龙洞沟-李家沟一带，岩性以灰色含铁钙质石英千枚岩、灰白色绢云母石英千枚岩为主，夹结晶灰岩。与下伏地层乔子沟岩组浅绿色-褐黄色绢云母钠长石英片岩断层接触。

## **(3) 石炭系状元碑大理岩 (Z<sub>mb</sub>)**

状元碑大理岩分布在 F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub> 断裂之间，与迭部岩组、郭镇岩组均断层接触。岩性为灰白色中层大理岩、浅灰灰质白云岩，底部见 20cm 厚的石英岩状砂岩。

## **(4) 第四系全新统 (Q<sub>h</sub>)**

主要沿矿区主要沟系及支流河床、阶地、沟谷两侧分布，占矿区面积的 15%，为现代洪积、冲积、坡积物等，厚 2m~10m。由不同岩性的砂-砾石、砂、砂土、粉质粘土所组成。

## **2、岩浆岩**

矿区岩浆岩以侵入岩为主，共有 52 条，占矿区面积约 20%。侵入时代为加里东晚期，岩石为闪长岩，近东西向展布，产状与围岩面理 (S<sub>2</sub>) 一致，形态以脉状为主，少量岩株产出，长短不一，成群分布，长 38m~2300m 不等，宽 3m~150m。闪长岩体过渡-边缘相遭到不同程度的蚀变和混染作用，形成多种多样的变种。在中心相往往由粗大的透闪石（阳起石）组成，形成透闪阳起石片岩。在边缘颗粒变细，绿泥石成分增多，形成透闪绿泥片岩。最后到闪长岩接触带变为含有透闪石（阳起石）斑晶的绿泥石化闪长岩。钼钒矿化多产于岩体外接触带，闪长岩的侵入对矿化再富集起了一定的作用。

## **3、围岩蚀变**

矿区围岩主要为闪长岩、绢云母石英片岩、绢云千枚岩、粉晶灰岩。蚀变主要为绿泥石化、钠长石化及黝帘石化、黑云母化、碳酸盐化、硅化、褐铁矿化、炭化等。其中黑云母化、碳酸盐化、褐铁矿化与钼钒矿化关系密切。

## **(二) 地质构造**

矿区内矿区位于白水江-光头山冲褶带之冲褶变形中部。区域断裂构造及褶皱构造均较发育。矿区内断裂构造主要有区域白坎子上-青岗树次级断裂 F2 断裂部分，褶皱构造主要为岩层间的褶曲和层间小规模的反向斜。

### **1、断裂构造**

坎子上-青岗树断裂 (F2)：紧邻矿区北部，由导座沟口进入矿区，为一脆-韧性断

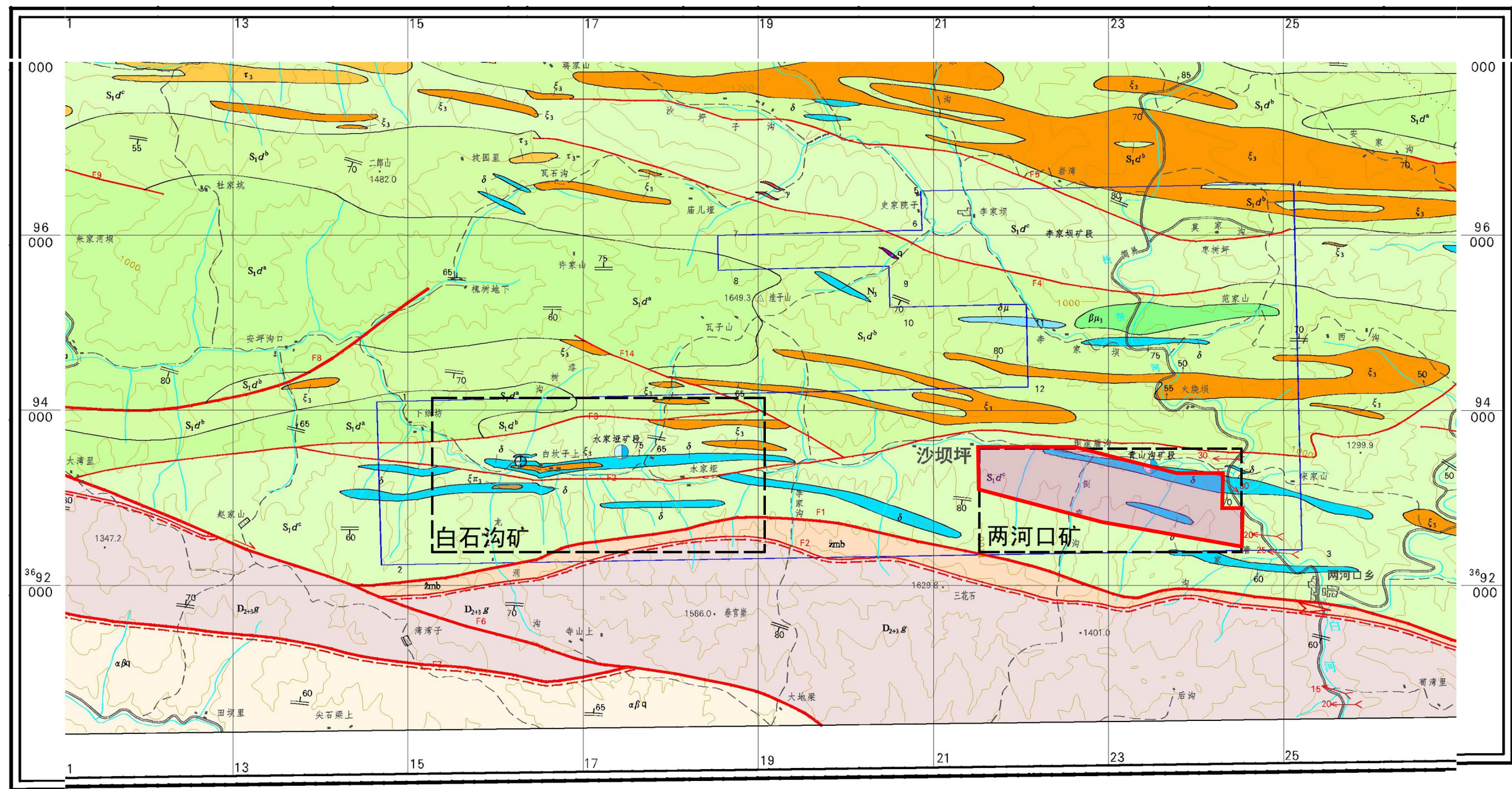
层。该断裂地表出露宽 6m~20m 的断层破碎带，由构造透镜体、脉石英团块、炭质板岩、断层泥胶结，断层内见初糜棱岩和糜棱岩，地貌特征明显。断裂总体南倾，倾角 70°以上。

## 2、新构造运动与地震

略阳县新构造运动表现为在老活动构造的基础上的持续活动。受喜山运动影响，晚近期活动强烈，以上升运动为主，造成河流深切，山高谷深的地貌景观。

据史料记载公元 417 年-1966 年，略阳县发生大于 4 级的地震只有 1 次。为 1631 年沿略—勉断裂带发生的 4.75 级地震，其余均为小震、微震。邻区强震对略阳产生的影响较大，如历史上 1879 年甘肃武都地震，1976 年四川松潘地震及 2008 年 5 月四川汶川地震都引发了区内滑坡、崩塌的发生现象。

根据国家地震局《中国地震动特征参数区划图》（GB18306-2015）可知，陕西省略阳县两河口镇 II 类场地基本地震动峰值加速度为 0.15g（对应的地震烈度为 VII 度），基本地震动加速度反应谱特征周期为 0.40s。



图

例



图 2-6 两河口钼钽矿区地质构造略图



### （三）水文地质

矿区地层以迭部岩组片岩为主，仅其上部风化裂隙、层理存在浅表裂隙潜水，裂隙宽度不大，粘土质充填物较多，因而透水性不好，富水性差；主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形利于自然排水，矿床附近无较大地表水体存在，主要充水含水层和构造破碎带富水性弱，地下水补给条件差，以基岩裂隙含水层充水为主，水文地质条件简单。矿区水文地质平面图见图 2-7，水文钻孔地质柱状图见图 2-8。

#### 1、矿区地下水类型

区内地下水类型按赋存条件可划分为第四系松散岩类孔隙潜水、层状基岩裂隙水、块状基岩裂隙水及碳酸盐岩岩溶裂隙水四种类型：

##### （1）第四系松散岩类孔隙潜水

沿沟谷及坡底分布的第四系松散堆积层，分选性差，砾石空间多为粉土、粉质粘土充填，透水性不好，厚度 2~5m，最大 18m，仅在河谷两侧存在孔隙潜水，主要接受河水侧向补给，由于含水层薄，分布局限，泉流量 0.020~0.100L/S，属极弱富水区。

##### （2）层状基岩裂隙水

区内各类片岩可视为阻水、隔水岩组，层理片理发育，易风化破碎，浅表风化裂隙发育，形成上部层理、风化裂隙潜水。由于裂隙宽度不大，主要沿层理片理发育，粘土质充填物较多，因而透水性不好，富水性也差。沟谷中出露的泉水较少，流量为 0.010~0.030L/s。补给源于大气降水，旱季干枯，雨季增加较大。下志留统迭部岩组上岩性段抽水资料表明，钻孔单位涌水量 0.0015L/s·m，钻孔涌水量 0.21~0.050L/S，属极弱—弱富水区。

##### （3）块状基岩裂隙水

区内广泛分布的黑云母闪长岩及各类脉岩，多顺层侵入，出露面积占矿床总面积 1/4，该岩体边部常因片理化与蚀变形成多种多样的变种，裂隙发育不均匀，裂隙宽度一般为 1~2mm，且多被方解石及石英脉充填，风化裂隙发育深度受地形控制明显，为 10~110m，在岩体浅表风化影响深度，存在裂隙潜水，局部具承压特性，单位涌水量 0.00364~0.01454L/s，渗透系数  $K=0.05437\sim0.06013\text{m/昼夜}$ ，属极弱—弱富水区。

##### （4）碳酸盐岩岩溶裂隙水

在矿区南部（区外）中上泥盆统大理岩裂隙和岩溶发育，有较丰富的岩溶水，是该区自南而北流向的溪流的主要的地下水补给源，郭家沟、小龙洞沟溪流之源就是该层的泉水，下大沟、倒坐沟及龙洞沟也有该层出露泉水补给。出露于该含水层的泉流

量一般 0.1~1.0L/s，最大 50L/s。

分布于矿区北部下志留统迭部岩组中岩性段的含炭灰岩赋存岩溶裂隙水，厚度小，且不够均匀，岩溶不发育，出露于该含水层的泉流量 0.20~0.33L/s，属弱富水区。

## **2、地下水的补给、径流、排泄条件**

矿区当地侵蚀基准面为海拔 720m，矿区岩体上部风化裂隙、层理发育，存在浅表裂隙潜水，深度一般为 30~50m。矿山 750 中段坑道地下水可自流排出。处于地下水补给区，有利于地下水径流、排泄，不利地下水储集，加之矿区特定的地质岩性、地质构造、地貌特征决定了矿区地下水弱富水。

区内地下水的补给、径流和排泄受气候、地形地貌和地质等因素控制。地表水分水岭亦为地下水分水岭，补给来源主要是大气降水，总的径流方向与地表水流向一致，山岭和山脊是地下水的主要补给、径流区，河谷地带为排泄区，且多以泉的形式排泄。由于地形陡峻，沟谷深切，水力坡度大，基岩透水性差，降水大部分从坡面流失，在干旱季节常处于疏干状态，并且由于径流条件好，地下水与围岩作用时间短，矿化度小，水质好。

## **3、矿坑充水特征**

区内大气降水比较充沛，为地下水的主要补给源。区内沟谷发育，河流侧渗可形成第四系松散岩类孔隙潜水的部分补给。在中上泥盆统郭镇组海湾相碳酸盐沉积分布区，岩溶较发育，岩溶水较丰富，是区域内部分溪流的主要补给源。区域浅表风化裂隙发育，地下水位随地形变化，并由高到低径流运动，排泄于沟谷，转化成地表水。

矿区地层以迭部岩组片岩为主，仅其上部风化裂隙、层理存在浅表裂隙潜水，裂隙宽度不大，粘土质充填物较多，因而透水性不好，富水性差；主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利自然排水，矿床主要充水含水层和构造破碎带富水性弱，矿床附近无较大地表水体存在，矿床充水含水层和构造破碎带富水性弱，地下水补给条件差，水文地质边界简单。矿区水文地质勘探类型属：第二类、一型，即以基岩裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单的矿床。

## **4、矿坑排水及涌水量**

依据详查地质报告，矿区岩体上部风化裂隙、层理发育，存在浅表裂隙潜水，深度一般为 30~50m。矿坑疏干排水量计算，仅计算地表以下 100m 埋深的疏干排水量。100m 埋深下部岩体视为阻水、隔水岩体，不进行涌水量计算。预测的矿床正常涌水量为 0.42m<sup>3</sup>/d。









## （四）工程地质

按岩体成因类型、土颗粒结构和物理力学性能，将区内岩土介质划分为岩体和土体：岩体进一步分为块状坚硬岩类、层状较硬岩与较软岩互层岩类；土体分为碎石粉土、粉土类。

### 1、块状坚硬岩类

以侵入闪长岩为主，出露面积占矿床总面积 1/4，多顺层侵入，该岩体边部常因片理化与蚀变形成多种多样的变种，如透闪阳起绿泥石片岩，蚀变细粒闪长岩，绢云母绿泥片岩等。呈块状结构，致密坚硬，裂隙不发育，整体性好，以硬质岩为主，强度高岩体稳定性好。

### 2、较硬岩与较软岩互层岩类

主要是下志留统迭部岩组，为一套浅灰、灰黑色含碳质板岩、碳质岩、变砂岩、千枚岩、白云岩、白云质灰岩等。呈中薄层状、薄层状互层，以较硬岩为主，工程强度高，岩体整体稳定性好。浅变质岩强度相对较低，如千枚岩：天然抗压强度 13.1mpa，饱和抗压强度 9.5mpa，软化系数 0.73；不同时期的构造节理发育，但是岩体整体工程强度高，岩体稳定性较好。层状岩体抗风化能力低，易风化破碎，矿区岩体表层风化强烈，工程强度低，表层稳定性较差，易产生顺层溜滑。

### 3、碎石、粉土

第四系（Q）松散层包括粘性土和碎石土，沿沟谷及沟谷两侧斜坡分布。斜坡矿段，以残坡积物为主；沟谷地带，以河流堆积物为主，为冲洪积砂砾卵石及粉土，杂乱组成，厚度一般为 1-3m，结构松散，透水性强，稳定性差，工程地质特性差异较大。其与下伏基岩接触带遇水易形成软弱面，易形成崩塌、滑坡、泥石流等不稳定地质体。

## （五）矿体地质特征

### 1、矿体特征

两河口钼钒矿本次设计开采仅为青山沟IV矿体，李家坝矿段不参与，针对设计情况，现对青山沟IV矿体特征叙述如下。

青山沟矿段西起青山沟西约 100m 处，东到唐家沟西侧山脊沙湾梁，东西长 2.4km，南北宽 1.0km，面积 2.063km<sup>2</sup>。在青山沟矿段圈出 1 个钼钒矿体（编号为IV），钼钒矿体整体连续性较好。矿体主要赋存于下志留统迭部岩组（S<sub>1</sub>d<sup>c</sup>）上岩段，位于绢云母石英片岩与加里东期闪长岩接触带中，含矿岩性为方解黑云母石英片岩。伴生钼矿体属于同一层位。

矿体分布于Ⅱ<sub>20</sub>-Ⅱ<sub>31</sub> 勘探线之间，含矿岩性为方解黑云母石英片岩。位于绢云母石英片岩与加里东期闪长岩接触带中（见图 2-9）。地表出露标高 805-907m，矿体出露长度 2230m。矿体呈似层状，总体产状 205°∠73°。矿体长度 2400m，控制矿体倾斜延伸 322m，控制矿体最低标高 490m。矿体可采厚度 0.34m-7.62m，平均 2.64m，厚度变化系数 36.86%；样品 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 0.52%-1.34%，平均 V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 品位 0.86%，品位变化系数 48.05%；伴生钼品位 0.010%-0.172%，平均品位 0.038%，品位变化系数 93.77%。

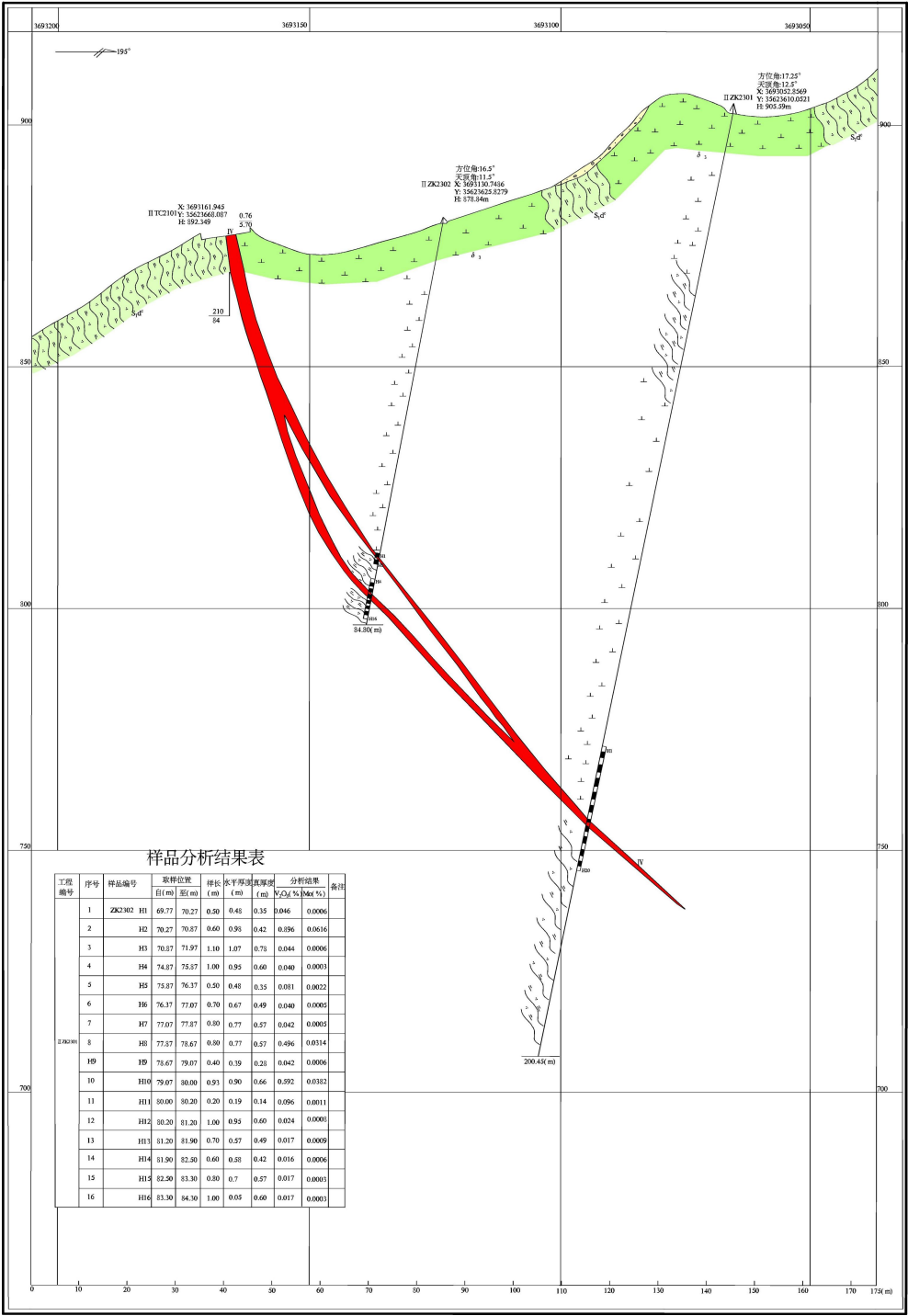


图 2-9 II 23 号勘探线剖面图

2、矿石质量特征

青山沟矿段含矿岩性为方解石黑云母石英片岩，片理呈条带状，分布不均匀。矿石矿物成分：（赤）褐铁矿、赤铁矿、褐铁矿等，偶见黄铜矿、磁铁矿、闪锌矿；脉石矿物成分：石英、钠长石、其它暗色矿物含量 3%，粒径一般<5u，大多分布石英矿物中。

方解石黑云母石英片岩具细粒片状变晶结构，片状构造。

通过物相分析，矿区钒主要以云母类矿物中的钒为主，其他形式存在的钒仅占 12%，说明钒主要以吸附的方式，或类质同像的形式存在于片状矿物中，占 87%。

伴生钼的存在形式以硫化物为主，占 76%，其次是钼铁矿、钼酸钙等形式，其他所占比例较小，但在人工重砂中由于呈片状，易于漂浮流失。

伴生有害组分铁主要以赤褐铁矿和黄铁矿的形式存在。

矿石的自然类型为方解黑云母石英片岩型钒矿，工业类型为难选沉积变质型钒矿床。

三、矿区社会经济概况

略阳县两河口钼钒矿位于陕西省汉中市略阳县，行政区划隶属略阳县两河口镇。

两河口镇地处略阳县东部，北临五龙洞镇、西接兴州街道、南壤黑河镇、东临仙台坝镇，总面积 199.5km<sup>2</sup>。共辖 1 个街道居委会，5 个行政村，26 个村民小组，1177 户 5032 人，辖区内机关单位设置齐全。根据两河口镇政府提供的近三年社会经济统计来看，截止 2024 年底，两河口镇共有耕地面积 1.20 万亩，人均耕地 1.83 亩，2024 年农业总产值 2380 万元，人均纯收入 4730 元（表 2-1）。

略阳县两河口钼钒矿行政隶属略阳县两河口镇，矿区为两河口镇唐家沟村，共计 62 户 220 人。居民一般沿两河口沟道缓坡地带零星分布。农产品主要有糜、谷、高粱、玉米、豆类和土豆。经济作物有油料、中草药等。畜牧业有羊、马、牛、毛驴等。其中在附近矿山打工收入约占 50%。

表 2-1 略阳县两河口镇 2022-2024 年社会经济概况

年份	农业人口 (人)	耕地面积 (万亩)	人均耕地 (亩)	农业总产值 (万元)	农村居民人均纯收入 (元)
2024 年	5032	1.20	2.38	2380	4730
2023 年	5054	1.20	2.38	2396	4741
2022 年	5059	1.20	2.37	2082	4115

资料来源：两河口镇 2022~2024 年政府工作报告。

四、矿区土地利用现状

结合现场调查，本方案涉及：矿区范围，工业广场、临时堆矿场及矿山道路等矿山地面建设工程位于矿区范围外的部分。根据现场调查和最新的村社分布，矿区和矿山地面工程占地均为略阳县两河口镇唐家沟村，矿区土地利用现状参见附图 2。

（一）矿区土地利用类型

根据略阳县自然资源局提供的略阳县土地利用现状图（略阳县 2024 年度国土变更数据）和《土地利用现状分类》（CB/T21010-2017）及“第三次全国土地调查”资料，评估区土地类型划分为 8 个一级和 13 个二级类，包括耕地、园地、林地、草地、住宅用地、交通运输用地、水域及水利设施用地和其他土地，各类土地利用面积见表 2-2。

表 2-2 矿区土地利用现状表

一级地类		二级地类		面积（hm <sup>2</sup> ）		占总面积的比例（%）	
编号	名称	编号	名称				
01	耕地	0101	水田	0.41	17.57	0.25	10.52
		0102	水浇地	0.10		0.06	
		0103	旱地	17.06		10.22	
02	园地	0204	其他园地	0.28	0.28	0.17	0.17
03	林地	0301	乔木林地	123.43	140.31	73.91	84.02
		0305	灌木林地	15.89		9.51	
		0307	其他林地	0.99		0.59	
04	草地	0404	其他草地	0.15	0.15	0.09	0.09
07	住宅用地	0702	农村宅基地	2.41	2.41	1.44	1.44
10	交通运输用地	1003	公路用地	0.07	1.22	0.04	0.73
		1006	农村道路	1.15		0.69	
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	2.96	2.96	1.77	1.77
12	其他土地	1202	设施农用地	2.10	2.10	1.26	1.26
总 计				167.00		100.00	100.00

矿区范围内总面积为 167.00hm<sup>2</sup>。矿区内基本农田面积为 17.12hm<sup>2</sup>（见图 2-10），主要沿沟道两岸分布，地面拟建工程用地不占用基本农田。耕地总面积为 17.57hm<sup>2</sup>，占项目区总面积的 10.52%。其中水田面积 0.41hm<sup>2</sup>，占项目区面积的 0.25%，种植水稻；水浇地面积 0.10hm<sup>2</sup>，占项目区总面积的 0.06%；旱地面积 17.06hm<sup>2</sup>，占项目区面积的 10.22%。种植的粮食作物有玉米、大豆、土豆、蔬菜等。





采矿平硐	0.48			0.48
合 计	1.03	0.01	0.05	1.09

## 五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿区周边 1km 范围内无大中型水利、电力工程，无高速公路、铁路干线通过，无通讯线路等设施；项目区的东侧部分区域位于秦岭重点保护区和已划定的农村集中式饮用水水源二级保护范围部分区域，但不涉及其它自然保护区、风景名胜区和文物古迹保护单或地质遗迹所在地（见图 2-11）。企业已承诺，在采矿许可证到期前，变更矿区范围，退出压占秦岭重点保护区和已划定的农村集中式饮用水水源二级保护范围部分区域（见附件 18），采矿活动是矿区内主要的人类活动，其次是农业活动、建房、造地、修路等。简述如下：

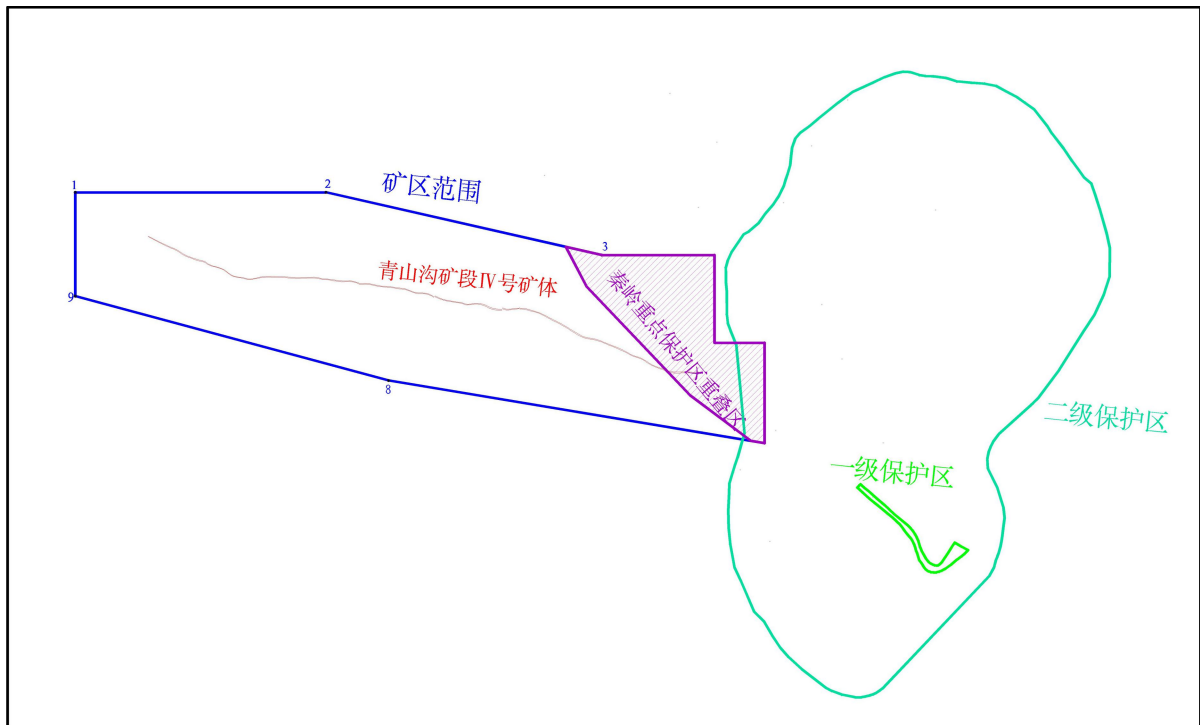


图 2-11 矿区范围与保护区位置叠合图

### （一）村庄村镇削坡建房

两河口钒钼矿区行政隶属略阳县两河口镇，矿区为两河口镇唐家沟村，共计 62 户，220 人。居民一般沿两河口沟道缓坡地带零星分布（照片 2-11、照片 2-12）。

受地形条件所限，矿区居民房屋主要分布两河口北侧缓坡地带，切坡傍沟而建，人类工程经济活动比较强烈，一般沿居民房前分布有通村道路，这些工程建设破坏了山体斜坡的稳定性，成为滑坡、崩塌和泥石流不稳定地质体隐患。



照片 2-11 矿区唐家沟村分布（镜像 132°）



照片 2-12 坡脚削坡建房（镜像 215°）

## （二）公路修建边坡开挖

矿区内还有通往各村庄的乡村道路，包括水泥路及素土路面，在道路修建过程中，局部对坡脚进行了开挖，局部形成凹腔，形成不稳定坡体（照片 2-13、照片 2-14）。



照片 2-13 矿区内通村水泥路



照片 2-14 矿区内通村土路

## （三）农业耕种

矿区内的农业植被分布于沟道两岸和局部的缓谷、缓坡上，为旱地和水田，旱地采用一年两季种植小麦、玉米等，水田种植水稻。

综上，矿区周边人类工程活动对地质环境影响较为强烈。

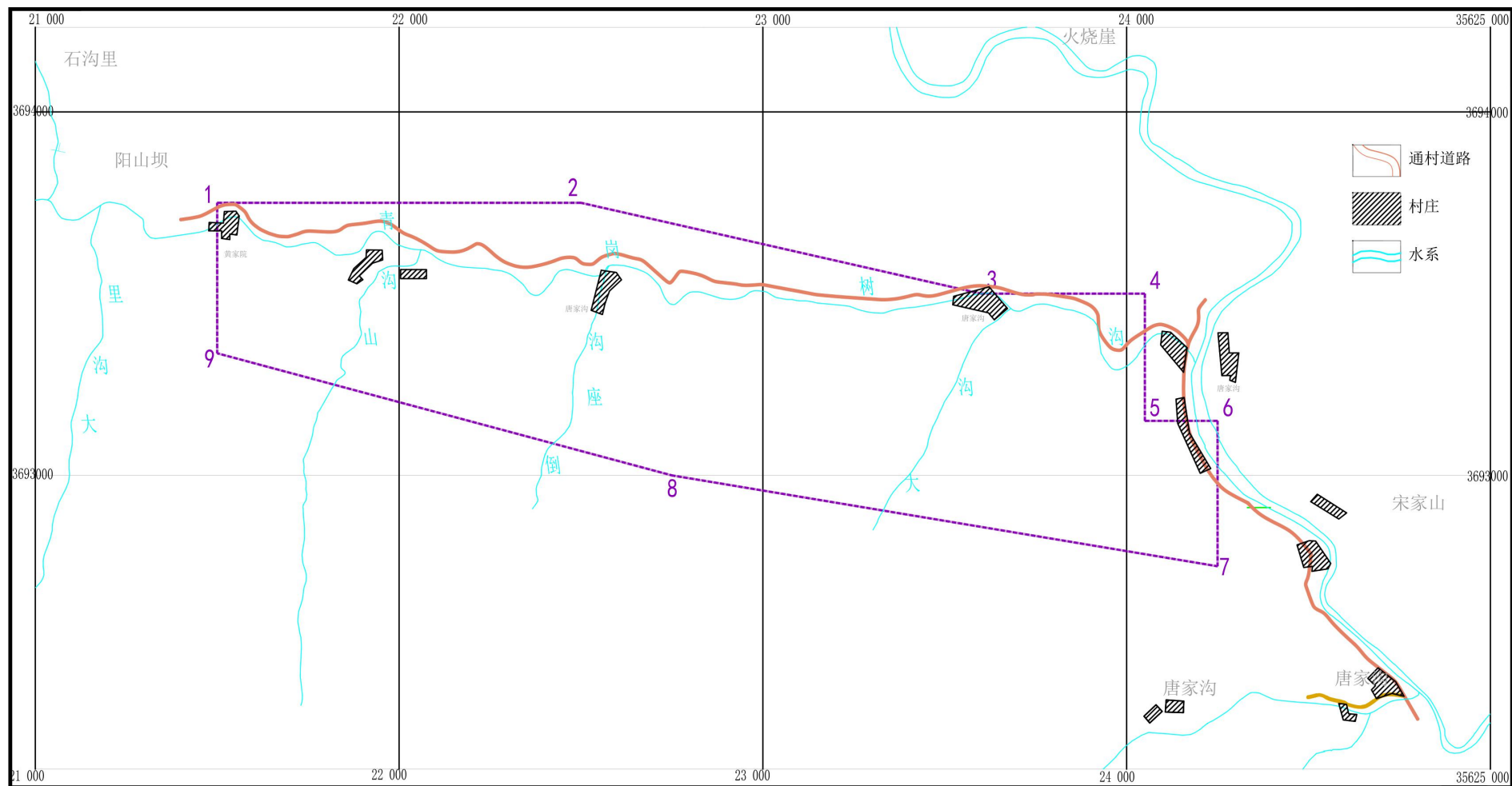


图 2-12 矿区周边人类工程活动分布图



## 六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

### （一）本矿山地质环境治理与土地复垦分析

#### 1、原《矿山地质环境保护与土地复垦》经费估算

根据西北有色勘测工程公司 2019 年 10 月编制的《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，矿山地质环境保护与土地复垦概算总费用为 4098.62 万元，该方案于 2019 年 6 月 29 日通过了省厅组织的专家评审，并于 2019 年 10 月 11 日在陕西省自然资源厅网站进行了公示（陕自然资公告〔2019〕32 号）。

#### 2、原《二合一方案》适用期工程安排情况

根据《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》及专家评审意见。适用期（2019.10-2024.10 年度）费用合计 1780.79 万元，各年度工作计划及资金分配详见表 2-4、表 2-5。

表 2-4 适用期各年度工程部署

年限	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	1.对工业场地整平边坡进行治理： (1)修建挡土墙 300m；(2)修建格构护坡 3000m <sup>2</sup> ；(3)修建截水渠 400m；(4)修建排水渠 550m； 2.对选冶厂边坡进行治理： (1)修建挡土墙 450m；(2)修建格构护坡 4500m；(3)修建截水渠 600m；(4)修建排水渠 825m； 3.对临时堆矿场进行治理： (1)修建拦渣墙 60m；(2)修建渗水盲沟 450m；(3)修建渣顶截排水渠 1250m；(4)修建横向排水渠 240m；(5)修建陡坡明渠 110m； 4、监测点布设及监测： (1)布设不稳定地质体监测点 6 处；(2)布设含水层监测点 6 处；(3)布设水影响监测点 7 处；(4)布设土影响监测点 6 处；(5)不稳定地质体监测 72 次；(6)水位监测 72 次；(7)水质监测 24 次；(8)水影响监测 28 次；(9)土壤影响监测 24 处。	1.对输电线路临时占地进行复垦；2.对供水管线埋设完毕后场地进行复垦；3.对工业场地、选冶厂、尾矿输送管线、临时堆矿场、供电线路塔基、供电线路临时设施、供水工程泵房、供水管线、采矿平硐及回风井进行表土剥离； 4.复垦后的土地进行复垦效果监测；5.在工业场地地表设置土地损毁监测点并进行监测；6.对土壤质量进行取样检测；7.主要工程量为：复垦面积 0.28hm <sup>2</sup> ，表土剥离 38000.00m <sup>3</sup> ，表土回覆 7400.00m <sup>3</sup> ，场地平整 14800m <sup>2</sup> ，有机肥施肥 22200.00kg，化肥施肥 7400.00kg，表土养护 38000m <sup>3</sup> ，栽植子松 3700 株，撒播羊胡草 0.2hm <sup>2</sup> 。
第二年	1.对 BTO1 崩塌进行治理： (1)BT02 危岩清理 120m； 2.矿山地质环境监测： (1)不稳定地质体监测 72 次；(2)水位监测 72 次；(3)水质监测 24 次；(4)水影	1.对尾矿输送管线埋设完毕后场地进行复垦； 2.对表土场表土进行养护； 3.对土壤质量进行取样检测； 4.复垦后的土地进行复垦效果监测； 5.对上一年复垦的土地进行管护；

	响监测 28 次; (5)土壤影响监测 24 次。	6.主要工程量为: 复垦面积 1.2hm <sup>2</sup> , 表土回覆 1000.00m <sup>3</sup> , 场地平整 2000m <sup>2</sup> , 有机肥施肥 3000.00kg, 化肥施肥 1000.00kg, 表土养护 30600m <sup>3</sup> , 栽植樟子松 500 株, 撒播羊胡草 0.2hm <sup>2</sup> 。
第三年	矿山地质环境监测: (1)不稳定地质体害监测 72 次; (2)水位监测 72 次; (3)水质监测 24 次; (4)水影响监测 28 次; (5)土壤影响监测 24 次。	1.对沉陷损毁的土地进行复垦; 2.对表土场表土进行养护; 3.对土壤质量进行取样检测; 4.复垦后的土地进行复垦效果监测; 5.对上一年复垦的土地进行管护; 6.主要工程量为: 复垦面积 0.2hm <sup>2</sup> , 表土养护 29600m <sup>3</sup> , 撒播羊胡草 0.2hm <sup>2</sup> 。
第四年	1.沉陷损毁道路进行修复: (1)路面拆除清理 120m; (2)混凝土弃体清运 120m <sup>3</sup> ; (3)路面重修 120m <sup>3</sup> , 裂缝充填 60m <sup>3</sup> , 夯实 7200m <sup>2</sup> 2、矿山地质环境监测: (1)不稳定地质体监测 96 次; (2)水位监测 72 次; (3)水质监测 24 次; (4)水影响监测 28 次; (5)土壤影响监测 24 次。	1.对沉陷损毁的土地进行复垦; 2.对表土场表土进行养护; 3.对土壤质量进行取样检测; 4.复垦后的土地进行复垦效果监测; 5.对上一年复垦的土地进行管护; 6.主要工程量为: 复垦面积 1.592hm <sup>2</sup> , 裂缝充填 36.03m <sup>3</sup> , 表土剥离 95.50m <sup>3</sup> , 表土回覆 95.50m <sup>3</sup> , 有机肥施肥 23880.00kg, 化肥施肥 7960.00kg, 表土养护 29600m <sup>3</sup> , 撒播羊胡草 0.2hm <sup>2</sup> 。
第五年	1.沉陷损毁道路进行修复: (1)路面拆除清理 180m <sup>3</sup> ; (2)混凝土弃体清运 180m <sup>3</sup> ; (3)路面重修 180m <sup>3</sup> ; 裂缝充填 90m <sup>3</sup> ; 夯实 1080m <sup>3</sup> ; 2、矿山地质环境监测: (1)不稳定地质体监测 108 次; (2)水位监测 72 次; (3)水质监测 24 次; (4)水影响监测 28 次; (5)土壤影响监测 24 次。	1.对沉陷损毁的土地进行复垦; 2.对表土场表土进行养护; 3.对土壤质量进行取样检测; 4.复垦后的土地进行复垦效果监测; 5.对上一年复垦的土地进行管护; 6.主要工程量为: 复垦面积 2.388hm <sup>2</sup> , 裂缝充填 54.04m <sup>3</sup> , 表土剥离 143.26m <sup>3</sup> , 表土回覆 143.26m <sup>3</sup> , 有机肥施肥 35820.00kg, 化肥施肥 11940.00kg, 表土养护 29600m <sup>3</sup> , 撒播羊胡草 0.2hm <sup>2</sup> 。

表 2-5 适应期地质环境保护与恢复治理与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理	土地复垦	小计
第一年	1051.38	248.05	1299.43
第二年	346.27	12.76	359.03
第三年	13.63	6.95	20.59
第四年	26.21	16.59	42.80
第五年	37.48	21.47	58.94
合计	1474.97	305.82	1780.79

### 3、原《二合一方案》治理任务完成情况

矿山于 2019 年 10 月编制了矿山地质环境保护与土地复垦方案, 方案编制至今矿山生产建设长期处于停滞状态, 目前仍未进行矿山建设与生产, 未开展矿山地质环境

恢复治理和土地复垦工作。本方案对原《二合一方案》中未实施工程继续布设实施。

#### 4、适用期工程验收情况

根据汉中市自然资源局出具的《关于陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦工作情况说明的函》，矿山自取得采矿许可证以来一直未生产，经汉中市自然资源局组织专家现场核查，情况属实。因此矿山未进行适用期验收。

#### 3、本方案与原方案衔接情况说明

本方案是在参考原《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》的基础上编写完成，在编写本方案之前，首先对上期方案进行了全面了解，部分应用了上期方案对于矿山建设工程以及矿区基础信息的介绍，其次，针对上期方案所涉及的不稳定地质体发育情况再次进行深入调查、分析及预测，最后，针对上期方案所设计的治理监测工程、工程量统计以及资金预算等内容进行分析和优化，由于近五年矿山不基建也不开采，所以上期方案中设计的选矿厂、工业场地、临时堆矿场和沉陷期的工程治理，也无法实现，故在本方案中就不涉及选矿厂、工业场地、临时堆矿场和沉陷期的工程治理；对上期方案中遗留的矿山地质环境问题进行再分析，上期方案中有 2 处不稳定地质体，均不属于在册点，经本次调查，上期方案中 BT01 不稳定地质体已不存在，自然消除；BT02 不稳定地质体还未消除，纳入本次矿山地质环境保护与土地复垦方案中，最终完成本次方案编写；由于本次方案中不稳定地质体只有一处，故 BT02 不稳定地质体在本次方案中的编号改为 BT01。

### （二）周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

#### 1、鱼洞子铁矿治理项目案例分析

在两河口钼钒矿南侧约 7km 处分布有陕西诚信实业有限公司鱼洞子铁矿，在地形地貌、植物、水文、阳光等条件均与本矿相同。因此，本方案列举鱼洞子铁矿治理项目进行典型案例分析，对该项目中可供本方案借鉴的内容进行总结。

鱼洞子铁矿近年来十分重视、并积极开展矿山地质环境治理与土地复垦工作，根据项目组成员实地调查，鱼洞子铁矿矿山范围内地质环境保护与土地复垦已采取了初步治理措施：

（1）对区内崩塌危岩体采取了危岩清除、石渣外运、坡面整治等措施。

（2）对已经堆满的高涧槽临时堆矿场实施覆土绿化工作并交付当地村民进行农作物种植，取得了良好的恢复治理效果（见照片 2-15、照片 2-16）。



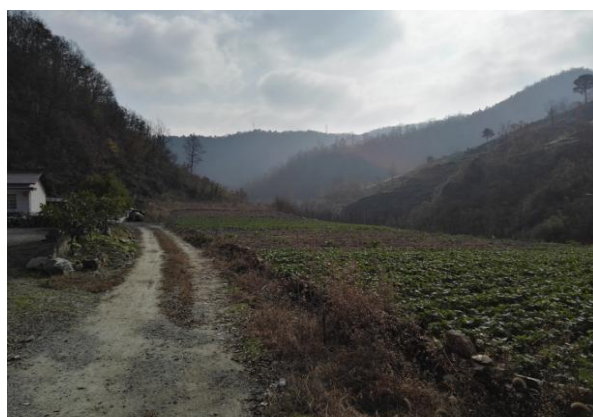
(3) 对柴家沟临时堆矿场进行废石清理，在柴家沟下游修建拦挡坝并修建了排洪槽，对已经整合临时堆矿场进行覆土绿化（见照片 2-17、照片 2-18）。

陕西诚信实业有限公司鱼洞子铁矿通过修筑挡墙式浆砌石水渠、渣堆平整、覆土绿化等措施，避免雨水对临时堆矿场松散坡面冲刷形成泥石流，变废弃地为耕地和绿植，改变了矿区生态环境，保护矿山及当地群众不受不稳定地质体的威胁，取得了较好的社会、生态及经济效益。

总体而言，矿区周边矿山地质环境治理和土地复垦工作进展基本顺利，成效较为明显，采取的植树种草、覆土绿化等生物治理模式和土地平整、充填覆土、增设排水设施等工程治理模式初步达到了生态治理的目的。在该区域开展恢复治理和土地复垦的技术经验较为成熟。



照片 2-15 高涧槽临时堆矿场坡面



照片 2-16 高涧槽临时堆矿场坡顶



照片 2-17 柴家沟临时堆矿场



照片 2-18 青沟尾矿库坡面

## 2、鱼洞子铁矿治理项目对本方案的借鉴

本矿山地质环境保护和土地复垦方案将选择性地采用以上土地整理工程措施和植物措施，对项目区未利用土地按照高标准农田建设，进行平整和土壤改良，使其变为耕地；采取的植树种草、覆土绿化等生物治理模式和土地平整、充填覆土、增设排水

设施等工程治理模式初步达到了生态治理的目的。

对于该方案中不适宜延用的工程措施和植物措施，要结合矿山本身的地形地貌条件，选择合理的工程措施和植物措施，使其契合实际地形地貌情况，达到社会效益、环境效益、经济效益三方面的均衡。

## 第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

### 一、矿山地质环境与土地资源调查概述

#### （一）矿山地质环境概述

2024年12月16~20日，项目组赴现场进行矿山地质环境调查，结合矿区地形地质图、《汉中市略阳县地质灾害风险调查评价报告》和平面布置图，集中对拟建的工业场地、临时堆矿场和拟设硐口处进行了不稳定地质体（崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面塌陷等）、含水层的破坏、地形地貌影响、水土环境影响、土地资源等方面进行详细调查、实际测量、定位拍照和记录，发现1处不稳定地质体，该不稳定地质体隐患位于本矿山的影响范围内；2025年3月21日~3月28日，项目组人员按照陕西省国土资源厅（陕国土资环发〔2017〕11号）《关于矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》有关新要求，再次对矿山地质环境和土地资源特征进行了补充调查。

#### （二）土地资源概述

土地资源调查依据略阳县自然资源局出具的“土地利用现状图”（2024年更新），图幅号I48G064069、I48G064070。项目组结合矿区地形地质图、项目区土地利用现状图、略阳县国土空间规划及矿山设计的井上井下对照图，对本项目区内部分的村庄、拟建工业场地、临时堆矿场、场外道路、拟开采工作面进行多次现场调查、实地测量、拍照及记录，了解了已损毁土地的分布情况及拟损毁土地的利用现状，耕地主要分布在沟谷比较平坦的地方，根据现场踏勘和公众参与调查，部分耕地属于撂荒地，当地居民不在种植农作物，已经长满杂草和灌木，区内土地资源主要为林地。

### 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

依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》和《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021），矿山环境影响评估的范围除采矿登记范围外，还应包括矿业活动影响范围及其受影响因素存在的范围。

本矿为地下开采，采矿活动可能影响到的范围包括工业场地、生产生活设施可能影响到的范围，开采引发地面沉降范围以及地下水影响范围等。

**评估区：**根据评估区范围的划分原则，并充分考虑矿业活动影响范围及其受影响因素存在的范围，评估区范围以沉陷影响边界或地下含水层影响边界为界，其中东面在矿权范围的基础上外延 100m，北、西、南以矿权范围为界，东北角包含拟建工业广场、临时堆矿场等，评估面积 1.87km<sup>2</sup>（拐点坐标见表 3-1）。评估区边界见附图 1。

**调查区：**现场调查时，在评估区范围的基础上外扩 30-600m 不等，主要以山脊、山梁和沟道为界，调查区面积约 4.57km<sup>2</sup>。

**表 3-1 评估区范围拐点坐标表**

拐点编号	2000 国家大地坐标系		拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X(m)	Y(m)		X(m)	Y(m)
P1			P7		
P2			P8		
P3			P9		
P4			P10		
P5			P11		
P6					

## 2、评估级别

### （1）评估区重要程度

评估区位于两河口镇唐家沟村，区内无重要交通道路和建筑设施；项目区的东侧部分区域位于秦岭重点保护区和已划定的农村集中式饮用水水源地二级保护范围，但不涉及其它自然保护区、风景名胜区和文物古迹保护单位等；拟建工业广场、临时堆矿场和矿山道路会破坏林地，采矿活动会损毁耕地和林地；评估区内主要居住人口为当地居民，人数约 500 人左右，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 B，评估区重要程度属“重要区”（表 3-2）。

**表 3-2 评估区重要程度评定表**

重要区★	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200~500 人的居民集中居住区★	居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施★
矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区（点）	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（点）★
有重要水源地	有较重要水源地	无较重要水源地★
破坏耕地、园地★	破坏林地、草地	破坏其它类型土地
注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先原则，只要有一条符合即为该级别。		

## (2) 生产建设规模

根据《开发利用方案》设计，陕西略阳龙核矿业有限公司拟建的两河口钼钒矿设计年生产矿石  $15 \times 10^4 \text{t}$ ，按照《DZ/T223-2009》附录 D.1 矿山生产建设规模分类，两河口钼钒矿生产建设规模为大型。

## (3) 地质环境复杂程度

矿区山脉走向呈 EW 向，山脊多呈 SN 向展布，地形中部高，东西低，切割强烈，地势陡峭。河谷为“V”型谷。海拔 760m-1400m，一般相对高差 420m，属中低山区。青山沟矿体为方解黑云母石英片岩，顶、底板岩石总体完整性及稳定性较好，地下水富水性较差，工程地质类型为较硬岩为主的层状矿床，工程地质条件中等。区内断裂构造发育，地震烈度分布区属 VII 度区。水文地质条件属较复杂类型，人类工程活动较强烈。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 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“复杂类型”（表 3-3）。

表 3-3 评估区地质环境条件复杂程度评定表

复杂★	中等	简单
主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 $10000 \text{m}^3/\text{d}$ ，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量 $3000-10000 \text{m}^3/\text{d}$ ，地下采矿和疏干排水容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 $3000 \text{m}^3/\text{d}$ ，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。★
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大 $10\text{m}$ ，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 $5-10\text{m}$ ，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 $5\text{m}$ ，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。★
地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大。	地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大。	地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小。★
现状条件下原生不稳定地质体发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。★
采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻。★

地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。★	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为 20°-35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。
--	--	---

#### (4) 地质环境影响评估分级

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011) 附录 A 表 A.1 确定，本矿山地质环境影响评估精度属一级 (表 3-4)。

表 3-4 评估精度分级表

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

根据以上确定的评估级别，本次评估将采用工程类比法及加权比较法等，评估精度以定量评估为主，结合定性评估进行，对本矿山地质环境影响程度进行现状评估和预测评估。

## (二) 矿山不稳定地质体现状分析与预测

### 1、矿山不稳定地质体现状分析

据本次现场调查，略阳县两河口钼钒矿发育的不稳定地质体为 1 处不稳定地质体 (BT01)。

根据《汉中市略阳县地质灾害风险调查评价报告》(陕西核工业工程勘察院有限公司，2021 年 12 月) 和《陕西省在册地质灾害更新数据库 (略阳县) (1:5000)》(2024) 及略阳县自然资源局的现场确认，区内不存在在册灾害隐患点，本次现场调查确认的 1 处不稳定地质体 (BT01) 不是在册隐患点。现评述如下：

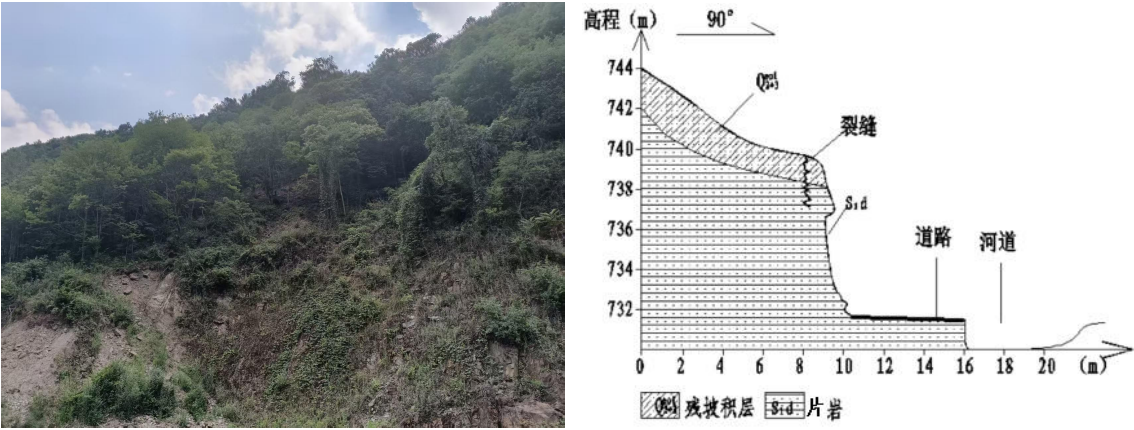
#### (1) 不稳定地质体的现状评估

BT01 不稳定地质体位于张家坝河西岸道路旁，坐标为：\_\_\_\_\_，  
 \_\_\_\_\_。为岩质崩塌，上覆厚度小于 1m 的残坡积层，高 5.0~7.0m，宽约 50m，厚约 2.0m，危岩体体积约 700m<sup>3</sup>，为小型岩质崩塌。因人工开挖切坡形成。边坡基岩



裸露破碎，节理裂隙较发育，未作任何防护，发育中等，现状条件下边坡处于欠稳定状态。

由于该道路为通村道路，在外界因子激发下，坡体垮落可阻塞道路并威胁道路车辆和行人安全。危害程度小，危险性小，影响程度较轻。



照片 3-1 BT01 不稳定地质体照片及剖面图

2、矿山不稳定地质体预测评估

地面拟建工程有：工业场地、临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐及回风井。

(1) 地面建设工程遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

①地面拟建工程可能遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

拟建工业场地位于 BT01 不稳定地质体的正下边，故拟建工业场地在建设期及运营期遭受已有的 BT01 不稳定地质体的可能性中，危害程度中，预测评估危险性中等。

拟建临时堆矿场、矿山道路均距离已有不稳定地质体较远，故拟建临时堆矿场、矿山道路等在建设期及运营期遭受已有的 BT01 不稳定地质体威胁的可能性小，危害程度小，预测评估危险性小。

②采矿工程可能遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

矿山拟设平硐及回风斜井遭受已有不稳定地质体危险性评估见表 3-5。

表 3-5 采矿工程可能遭受已有不稳定地质体危险性预测评估结果一览表

拟建采矿工程	与已有不稳定地质体关系	遭受已有不稳定地质体可能性	危险性评估
750 主平硐	距已有 BT01 不稳定地质体较远	遭受 BT01 的可能性小	危害程度小，危险性小
800 平硐	距已有 BT01 不稳定地质体较远	遭受 BT01 的可能性小	危害程度小，危险性小
850 平硐	距已有 BT01 不稳定地质体较远	遭受 BT01 的可能性小	危害程度小，危险性小

(2) 矿山建设和生产可能引发的不稳定地质体预测评估



①地面拟建工程可能引发不稳定地质体危险性预测评估

a.拟建工业场地引发不稳定地质体危险性预测评估

**位置：**按照规划平面布置情况，结合所处地形条件可知，拟建工业场地建设将对山体进行开挖由此可能形成高差 20~30m 的陡立边坡，高边坡位置位于工业场地西侧，宽约 280m，长约 30m，坡向 70°，坡度约 60°。

**危险性：**据现场调查，边坡主要由志留统上岩性段千枚岩、片岩组成，表层呈强风化状，节理裂隙发育，岩体呈破碎状，岩层近东西向展布，总体北倾，倾角 65°~80°。根据工程建设地段所处地形及拟建方案，后期切坡开挖，增加坡体临空面高度，加之结构面发育，岩层倾向与开挖边坡坡向呈斜交，预测其在开挖边坡后有引发滑坡、崩塌不稳定地质体的可能，危害程度中等，预测评估危险性中等。

b.拟建临时堆矿场引不稳定地质体危险性预测评估

位于矿区东南部的一小沟，临时堆矿场的前边布设挡墙、周围布设截排水等措施，预测引发不稳定地质体的可能性较小，危害程度小，预测评估危险性小。

c.拟建矿山道路引发不稳定地质体危险性预测评估

**位置：**拟建矿山道路沿坡体走势前行，部分地段存在开挖活动，主要为 750 主平硐、800 平硐、850 平硐连接路修建过程中存在边坡开挖，可能引发边坡失稳，开挖边坡高度为 3~5m，长度约为 250m。

**危险性：**连接路修建过程中开挖形成的边坡较低，潜在经济损失和受威胁人数有限，且开发利用方案提出了道路边坡加固等措施，预测评估危险性小。

②采矿工程可能引发新不稳定地质体危险性预测评估

矿山拟设平硐及回风斜井建设引发新不稳定地质体危险性评估见表 3-6。

表 3-6 采矿工程引发新不稳定地质体危险性预测评估结果一览表

硐口名称	地质环境条件						引发不稳定地质体危险性预测评估	
	坡向/坡度	基岩性质	基岩产状	岩体完整程度	覆盖层厚度(m)	植被发育情况	引发不稳定地质体程度分析	危害程度
750 主平硐	85°/15°	粉砂质板岩	19°∠42°	完整—较完整	0.8—1.4	发育乔木、灌木林	硐口及斜井口岩体较为完整，利于坡体稳定。硐脸基岩完整稳固，硐顶松散堆积层较薄，植被发育，同时，开发利用方案中，对硐脸设计了支护工程。硐脸开挖引发松散层滑坡的可能性小，引发岩质边坡失稳可能性小，危害性小，发育程度弱发育。	危险性小
800 平硐	265°/12°	粉砂质板岩	20°∠38°	完整—较完整	0.7—1.2	发育乔木、灌木林		危险性小
850 平硐	90°/25°	粉砂质板岩	22°∠39°	完整—较完整	0.8—1.5	发育乔木、灌木林		危险性小
回风井	140°/23°	片岩	32°∠47°	完整—较完整	0.5—1.3	发育乔木、灌木林		危险性小

(3) 采矿活动引发不稳定地质体危险性预测评估

①采空区引发地面塌陷的危险性预测

拟开采的青山沟矿段矿石以方解黑云母石英片岩为主，矿体呈似层状，总体产状  $205^{\circ} \angle 73^{\circ}$ 。矿体上下盘围岩以闪长岩为主，局部为炭质绢云母石英片岩，与矿体接触界线清楚。矿体顶、底板岩石总体完整性及稳定性较好，地下水富水性较差，工程地质类型为较硬岩为主的层状矿床，工程地质条件中等。矿体上下盘岩性，质量等级分类为II-III级，硐室稳定性较好，采矿硐室围岩在采矿期间可基本稳定。

本矿山设计选用的浅孔留矿法，开采形成的采空区斜深较大，上盘围岩受地压影响易发生移动、变形，易引发地面局部地段裂缝。在近地表开采时，可能引发地表局部地段裂缝和塌陷，危险性中等，但矿段周边基本无居民分布，主要威胁对象为林地植被，其危害程度较小，对地质环境的影响较轻；在开采至矿体深部后，因矿体下盘和上盘岩体工程性质好，采空区引发地面塌陷危险性小，对地质环境的影响较轻。

### ②采空区地面塌陷、地面裂缝范围圈定

由于两河口钼钒矿矿体的厚度小，顶底板围岩工程地质性能好，自稳能力强，采空区引发地面塌陷仅限于近地表局部地段。为此，本方案以“陕西略阳龙核矿业有限公司两河口钼钒矿开发利用方案”圈定的地表岩石移动范围作为采空区引发地表变形、裂缝的最大范围；面积  $0.52\text{km}^2$ ，具体圈定范围见附图 2。

### ③沉陷量计算

根据相似矿山开采沉陷变形经验及对采空区地面塌陷监测的经验，预测矿坑采空区地表沉陷量计算公式为： $W_{\max}=q \times m \times \cos \alpha$ ，其中：

$q$ —下沉系数，本次取  $q=0.5$ ；

$m$ —矿层开采平均厚度，分别取青山沟IV号矿体平均厚度  $2.64\text{m}$ 、最大厚度  $7.62\text{m}$ ；

$\alpha$ —矿层倾角，按  $\alpha=73^{\circ}$  计算。

经计算青山沟IV号矿体采空区地面平均沉陷深度为  $0.39\text{m}$ ，最大沉陷深度  $1.11\text{m}$ ，可见矿区地表变形不强烈。

### ④采空区地面塌陷引发链生不稳定地质体的预测

由于本区矿体顶底板围岩自稳能力较好，形成采空区的地面变形相对较轻，且地表岩石移动范围为林地和耕地，人类活动稀少，威胁对象为耕地，因而链生不稳定地质体发生的可能性中等，危险性中等，对矿山地质环境影响程度较严重。

综上，预测评估矿山生产中过程中引发地面塌陷的可能性中等，危险性中等。

## （4）场地适宜性评估

依据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）的规定，确定工程建设用地

适宜性分级见表 3-7，依据适宜性分级表对工程建设用地的适宜性作出评价。

表 3-7 建设用地适宜性分级表

级 别	分 级 说 明
适 宜	地质环境复杂程度简单，工程建设遭受不稳定地质体危害的可能性小，引发不稳定地质体的可能性小，危险性小，易于处理。
基本适宜	不良地质现象中等发育，地质构造、地层岩性变化较大，工程建设遭受不稳定地质体的可能性中等，引发不稳定地质体的可能性中等，危险性中等，但可采取措施予以处理。
适宜性差	不稳定地质体发育强烈，地质构造复杂，软弱结构成发育区，工程建设遭受不稳定地质体的可能性大，引发不稳定地质体的可能性大，危险性大，防治难度大。

根据上述现状、预测评估结果，综合分析如下：

拟建采矿工业场地、临时堆矿场、矿山道路、采矿硐口所在建设场地现状不稳定地质体不发育，现状评估遭受不稳定地质体危险性小～中；预测评估引发不稳定地质体危险小～中，不稳定地质体均可采取措施予以处理，工程措施简单可靠，投资较小，由此确定其建设场地适宜性为基本适宜，进行工程建设时需采取适当防护措施。

### （三）矿区含水层破坏现状分析与预测

#### 1、矿区含水层破坏现状分析

本矿区范围出露的主要含水层为第四系松散岩类孔隙水和基岩裂隙水，主要充水含水层为基岩裂隙含水层，富水性弱，地下水补给条件差。

由于本矿山属于新建矿山，现场调查期间无矿业活动分布，采矿活动对地下含水层结构破坏、含水层疏干、地下水位下降或泉水流量减少等问题，结合《环评报告》中，地下水水质检测结果，现状评估采矿活动对含水层破坏程度较轻。

#### 2、矿区含水层破坏预测分析

根据本次矿山地质资料和对周边同类矿山的调查，评估区围岩多为完整性较好的较坚硬岩，矿坑正常涌水量  $325.56 \sim 885.72 \text{m}^3/\text{d}$ ，雨季矿坑最大涌水量  $844.828 \sim 2220.593 \text{m}^3/\text{d}$ 。由此预测评估采矿活动造成区内主要含水层疏干、地下水位下降或泉水流量减少的可能性较小。

根据后期矿业活动集中分布区地质环境条件，结合开发利用方案设计，可知地下水以断裂构造含水带基岩裂隙水为主，富水性弱，各含水层之间水力联系微弱；矿区地形极有利于地下水的排泄，采矿活动对矿区及周边含水层水位的影响较小，矿区及周边无地表水体漏失现象。

综上所述，预测评估未来采矿活动对含水层结构、水位影响较轻。

## （四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

### 1、矿区地形地貌景观现状分析评估

现状情况下，矿山未见进行任何基础建设或者探矿工程，未对原有地形地貌造成任何破坏。因此，矿区地形地貌景观现状分析评估为较轻。

### 2、矿区地形地貌景观预测评估

#### （1）地面建设工程

项目地面工程主要包括拟建工业场地、临时堆矿场、矿山道路及采矿平硐等。

工业场地、临时堆矿场、矿山道路对地形地貌景观的破坏主要以土地挖损和压占为主，损毁和压占土地面积  $1.09\text{hm}^2$ ，工程规模较大，对原始地形地貌景观影响严重。

回风井口、采矿平硐对地形地貌景观的破坏主要以挖损为主，对原始地形地貌改变较大，影响严重。

综合预测评估矿山建设工程对地形地貌影响严重。

#### （2）采矿工程

采矿工程预测形成 1 处地面塌陷，平均沉陷深度为  $0.39\text{m}$ ，最大沉陷深度  $1.11\text{m}$ ，面积约  $0.52\text{km}^2$ ，与周边同类已生产矿山进行比较分析，认为在矿体及断裂带、破碎带局部可发生掉块，各矿段岩石移动范围内发生大面积采空区地面塌的可能性较低，预测评估采矿活动对原有地形地貌景观改变较小，影响程度较轻。

## （五）矿区水土环境影响现状分析与预测

### 1、矿区水土环境影响现状分析

#### （1）水环境影响现状分析

两河口钒钼矿区正处于前期准备阶段，各项基建活动尚未开始，无采矿活动分布，依据环评报告，现状评估水环境影响较轻。

#### （2）土环境影响现状分析

两河口钒钼矿区正处于前期准备阶段，各项基建活动尚未开始，无采矿活动分布，依据环评报告，现状评估土环境影响较轻。

### 2、矿区水土环境影响预测分析

#### （1）水环境影响预测评估

施工期污、废水主要来自建筑施工作业废水、施工队伍生活污水和井巷掘进涌水等。水影响源主要为矿坑水（矿坑涌水和井下作业废水）、生活污水和临时堆矿场淋溶水。

### ①施工作业废水

建筑施工产生少量砂石冲洗水、砼养护水、设备冲洗水等，产生量约为  $2\text{m}^3/\text{d}$ ，主要影响物 SS（主要含有砂石、硅酸盐等），浓度为  $800\sim 1200\text{mg/L}$ 。设计要求在施工场地设临时沉砂池，对混凝土养护废水、砂石冲洗水等进行回收利用，废水不排放。车辆与设备冲洗废水除含有少量的油污和泥沙外，基本无其它影响物，这部分废水收集后回用于施工场地抑尘洒水，不外排，预测施工作业废水对环境的影响较轻。

### ②施工队生活污水

设计施工营地集中布置，营地设环保型防渗旱厕，施工期生活污水主要为盥洗废水及食堂废水，生活污水产生量约为  $7.2\text{m}^3/\text{d}$ ，主要影响物为 SS、动植物油等。生活污水用于施工场地抑尘洒水，预测施工作业废水对环境的影响较轻。

### ③巷道掘进涌水

巷道施工会产生少量矿坑涌水。设计要求矿坑涌水收集沉淀处理后用于施工作业涌水和施工场地抑尘洒水，不外排，预测巷道掘进涌水对环境的影响较轻。

### ④采场生产废水

设计在 750 平硐坑口设置沉淀池，生产废水和坑内涌水汇集于此，待悬浮物达标后循环使用，富余部分沿山坡排放。各中段坑内涌水及生产废水分别经水泵扬送或自流至坑口沉淀池，待悬浮物达标后循环使用；富余部分沿各中段水沟自流排出地表。向外排放前必须进行水质分析，待各项指标达标后，可作为生产用水或场地洒水，预测采矿生产废水对环境的影响较轻。

### ⑤运营期生活污水

工业场地设环保型防渗旱厕（粪便定期由当地农户吸粪车清运用于农田施肥）。生活污水主要为盥洗废水及食堂废水等，产生量约  $107\text{m}^3/\text{d}$ ，主要影响物为 SS、动植物油等。生活污水采用隔油沉淀池处理后进入收集池，全部用于绿化用水及矿山综合防尘洒水，不外排，预测运营期生活废水对环境的影响较轻。

### ⑥临时堆矿场淋溶水

伴生钼的存在形式以硫化物为主，伴生有害组分铁存在黄铁矿，并且废石、尾矿长期堆放在自然环境中经风化、氧化、酸化等作用，淋溶水中有可能浸出 pH、矿物悬浮颗粒等影响物。要求在临时堆矿场拦渣坝下部设排水暗管，坝下并布置淋溶水收集池，进入场内的淋溶水通过地势高差自流汇入收集池内。收集的淋溶水全部回用于工业场地生产用水，可采用水车输送。预测淋溶水对环境的影响较轻。



综上所述，依据《地表水环境质量标准》标准要求，预测评估矿山建设及生产期间产生的污废水对环境的影响程度较轻。

## **(2) 土壤影响预测分析**

开发利用方案推荐的选矿工艺流程为：钙化氧化焙烧—稀硫酸浸出—P204 萃取—硫酸反萃取—氧化酸性沉钒—煅烧制片状五氧化二钒及贫钒有机相用 AF 再生钼—再生液蒸干—煅烧制成氧化钼产品。

矿区内主要的固体废弃物主要来源于矿山建设期产生的弃土、基建弃石、生活垃圾及矿山运营期主要固体废物为采掘废石，其次为少量生活垃圾等。

### **①建设期弃土、弃石**

建设期施工产生的弃土弃渣可用作工业场地的地基、修路等进行综合利用，其余全部运往临时堆矿场贮存。预测评估其对环境的影响较轻。

### **②生活垃圾**

建设施工期产生的生活垃圾约 75kg/d，运营期生活垃圾产生量为 33.45t/a。在工业场地设垃圾箱集中收集，定期清运至当地环卫部门指定的生活垃圾处置场。生活垃圾禁止散排、焚烧或堆入临时堆矿场，预测评估其对环境的影响较轻。

### **③废石、尾矿**

井下掘进和生产所产生废石及尾矿，拉运至临时堆矿场集中堆放内。临时堆矿场上部要砌好截水沟，防止废石流滚和被地表水冲失。在临时堆矿场下方设置可靠的挡墙。临时堆矿场服务期满后，要进行处理，经过整治平场后，复土、绿化等。预测评估其对环境的影响较轻。

综上，预测矿区开采对水土环境质量影响程度较轻。

## **(六) 评估分级分区**

### **1、现状评估分级与分区**

#### **(1) 分级**

矿山地质环境影响程度现状评估分级采用因子叠加（半定量）方法划分。即综合考虑现状情况下采矿工程建设已发生的不稳定地质体、含水层的变化情况、地形地貌景观的破坏程度以及水土环境质量的影响程度，采取“就高不就低”的原则进行分级。

评估区 1 处不稳定地质体现状情况下危险性为小，矿山目前没有采矿活动，对含水层结构影响较轻，对地形地貌影响较轻，对水土环境质量程度较轻。

#### **(2) 分区**

根据不稳定地质体影响对象、危害程度以及矿山活动影响的地形地貌景观、地下含水层的影响、水土环境影响等评估要素，整个评估区地质环境影响程度划分较轻区（见表 3-8，见附图 1），现分述如下：

地质环境影响程度较轻区（Ⅲ）1 个，面积约 1.87km<sup>2</sup>，占评估面积的 100.00%。分布于整个评估区。该区主要为林地和旱地，地貌为低中山地貌，原生态地质环境条件较好，区内坡体植被覆盖率高。现状评估矿山建设工程对地质环境影响较轻，除在通村道路处发现一处小崩塌外，未发现滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝、地面沉降和不稳定斜坡等不稳定地质体，区内人类活动对地下含水层的破坏较轻，对地形地貌景观影响程度较轻，未扰动原生地貌形态，现状评估该区矿山地质环境影响程度较轻。

根据矿山地质环境影响程度现状评估分级分区结果，编制了“陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境问题现状图”。

表 3-8 矿山地质环境现状影响程度分区表

分区及 编 号		面积 <div>(km<sup>2</sup>)</div> <div>比例 (%)</div>	不稳定 地质体 分布	现状评估				现存地质环境问题
				不稳定 地质体	含水 层	地形 地貌	水土 环境	
较轻区	III	<div>1.87</div> <div>100.00</div>	BT01	较轻	较轻	较轻	较轻	BT01 不稳定地质体对道路行人和车辆威胁小，现状危险性小；该区人类活动对含水层及水土环境影响较轻，对地形地貌景观影响较轻。

## 2、预测评估分级与分区

### （1）分级

在现状评估的基础上，继承现状环境问题，综合考虑预测评估中各矿山工程遭受、引发各类不稳定地质体的危险性、矿区含水层的变化情况、评估区地形地貌景观的破坏程度以及水土环境影响程度，采取“就高不就低”的原则进行分级。

评估区拟建工业场地遭受 BT01 崩塌的可能性中等，危险性中等；采矿活动引发围岩移动，在局部地带可能引发地面裂缝或下沉，威胁采矿工程和作业人员安全，危险性中等。采矿活动对含水层影响较轻，地面工程建设对地形地貌影响严重，采矿引起局部范围地面变形、对地形地貌影响程度较严重，采矿活动对水土环境质量影响程度较轻。

### （2）分区

矿山地质环境影响程度分区采用“区内相似，区际相异”的原则，根据不稳定地质体影响对象、危害程度以及矿山活动影响的地形地貌景观、地下含水层的影响程度、

水土影响程度等评估要素，评估区地质环境影响程度分为严重区、较严重区和较轻区（见表 3-9，见附图 3）。

表 3-9 矿山地质环境预测影响程度分区表

分区及编号		面积 (km <sup>2</sup> ) 比例(%)	预测评估				预测的地质环境问题
			不稳定地质体	含水层	地形地貌	水土环境	
严重区	I	$\frac{0.05}{2.67}$	较严重	较轻	严重	较轻	拟建工业场地遭受 BT01 不稳定地质体的可能性中等，危险性中等；预测矿业活动对含水层结构破坏程度较轻；预测矿业活动对地形地貌景观破坏程度严重；对水土环境影响较轻。预测采矿活动对矿山地质环境影响程度严重。
较严重区	II	$\frac{0.52}{27.81}$	较严重	较轻	较严重	较轻	岩石移动范围内大面积塌陷的可能性较小，但可能引发局部沉陷或出现地表裂缝可能性较大，威胁采矿工程及作业人员，危险性中等，影响程度较严重，对地形地貌景观影响程度较严重；预测该区矿业活动对含水层及水土环境影响较轻。
较轻区	III	$\frac{1.30}{69.52}$	较轻	较轻	较轻	较轻	该区遭受、引发不稳定地质体的危险性小，预测采矿活动对含水层、地形地貌景观及水土环境影响较轻。

根据上表，将不同影响程度区域分述如下：

### ①影响程度严重区（I）

位于张家坝河右岸，包括工业场地、矿山道路和临时堆矿场等，面积约 0.05km<sup>2</sup>，占评估区总面积的 2.67%。预测矿山道路遭受 BT01 不稳定地质体的可能性中等，危险性中等；预测矿业活动对含水层结构破坏程度较轻；预测矿业活动对地形地貌景观破坏程度严重；对水土环境影响较轻。故：预测采矿活动对矿山地质环境影响程度严重，属矿山地质环境影响程度严重区。

### ②影响程度较严重区（II）

位于地面塌陷影响范围内，面积约 0.52km<sup>2</sup>，占评估面积的 27.81%。位于矿体顶部的地面塌陷区预测岩石移动范围内大面积塌陷的可能性较小，但可能引发地表裂缝可能性中等，危险性中等，影响程度较严重；对含水影响较轻；采空沉陷区等对地形地貌破坏较轻；对水土环境影响较轻。据此将该区划为矿山地质环境影响程度较严重区。

### ③影响程度一般区（III）

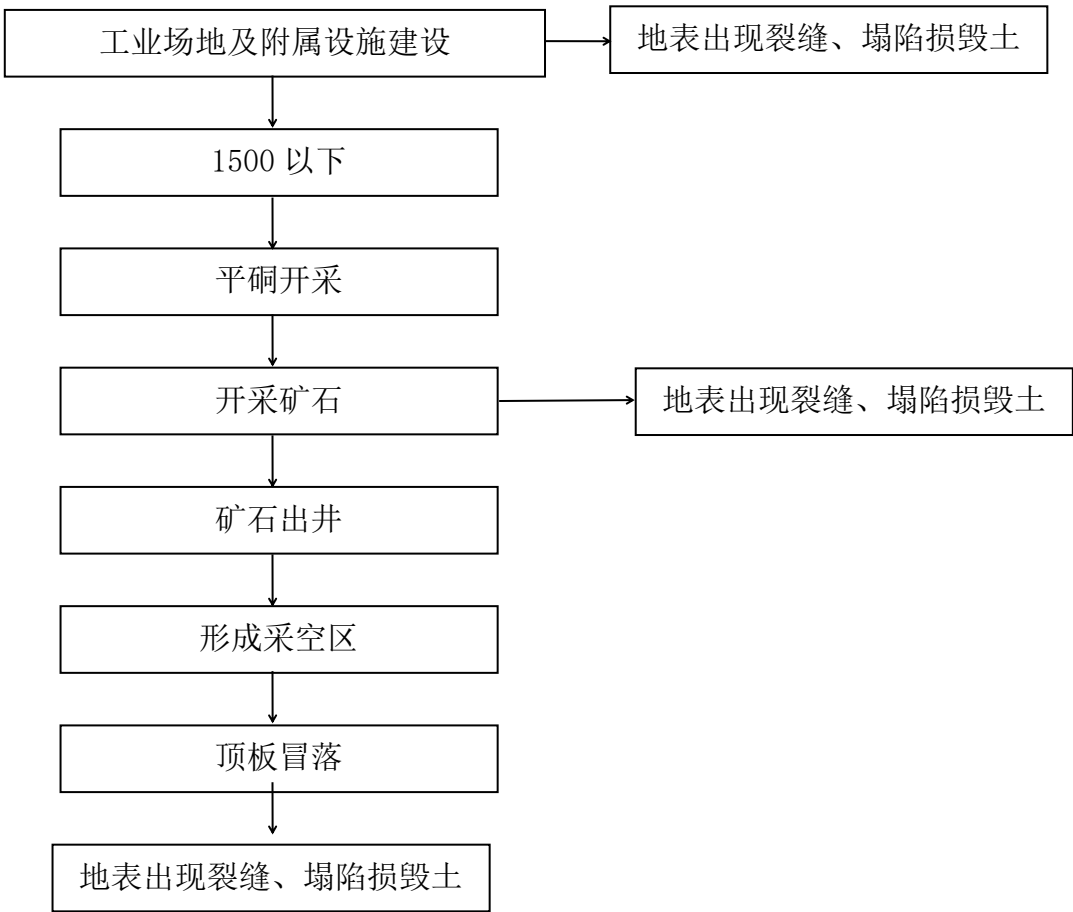
评估区范围内除严重区和较严重区以外的区域，属矿业活动小或者尚未进行矿业

活动的区域，面积约 1.30km<sup>2</sup>，占评估面积的 69.52%。该区遭受、引发不稳定地质体的危险性小，对含水影响较轻；对地形地貌破坏影响较轻；对水土环境影响较轻。据此将该区划为矿山地质环境影响程度较轻区。

### 三、矿山土地损毁预测与评估

#### （一）土地损毁环节与时序

根据《开发利用方案》开采工艺分析，略阳县两河口钼钒矿造成土地损毁的形式主要为矿山地面工程压占挖损、地面塌陷损毁，以及地面工程建设过程中的临时损毁三种型式。开采形成的地面塌陷以裂缝、塌陷坑的形式损毁土地，矿山地面建筑以压



占、挖损的形式损毁土地，临时工程以压占的形式损毁土地。其中，地面工程损毁土地是本矿山最严重的损毁形式（图 3-1）。

图 3-1 开采工艺流程与土地损毁关系图

#### 1、工程建设期对土地造成的损毁

##### 1) 造成土地损毁的环节

建设期土地损毁过程主要表现在拟建工业场地、临时堆矿场、矿山道路及采矿平硐等建设对土地的挖损、压占所造成土地的损毁。

### 2) 造成土地损毁的顺序

工程建设期导致土地损毁的顺序与建设期施工进度密切相关，建设期土地损毁时间随工程建设施工进度不断推进，并随施工进度和强度可能呈现不连续性，出现阶段性不同程度的损毁。建设期土地损毁主要体现在：①施工准备阶段：施工道路的建设、施工营地的搭建；②辅助工程施工阶段：废石等固体废弃物的堆积；③主体工程施工阶段：工业场地、临时堆矿场、矿山道路及采矿平硐等工程的建设。不同建设工程对土地的损毁顺序与建设工程的建设期一致。

### 3) 造成土地损毁的方式

建设期分为地面建设和地下建设两部分，地面建设工程对土地的损毁形式主要表现为对土地的挖损、压占等活动，地面工程建设改变了原有的地形地貌和原有的土地利用类型，使之变为采矿用地。地下工程建设主要包括巷道和硐室的建设，井下工程建设对土地的损毁主要集中在建设阶段产生的废弃土石方的堆弃对土地的压占损毁。

## 2、工程生产期对土地造成的损毁

### 1) 造成土地损毁的环节

生产期对土地造成的损毁主要表现为开采矿山引起的地面塌陷损毁土地。

### 2) 地面变形产生时序

矿石采出后引起的地表沉陷是一个时间和空间过程。随着工作面的推进，不同时间的回采工作面与地表点的相对位置不同，开采对地表点的影响也不同。地表点的移动经历一个由开始移动到剧烈移动，最后到停止移动的全过程。地面变形在地表移动的过程也是地表裂隙产生的过程。

### 3) 地面变形损毁形式

采空区地表局部可能出现地面塌陷（地表裂缝、塌陷坑），并可能出现地面台阶，对生产生活造成一定的影响。裂缝通常分布于各采区的上方，随着开采的进行逐渐形成不同间隔的平行裂隙（塌陷），地表裂隙将局部改变矿区的微地形和微地貌。

## （二）已损毁各类土地现状

矿山目前处于筹备建设阶段，根据野外实地调查，矿区未进行任何的探矿及采矿活动，也未进行矿山基础设施建设，暂未造成任何土地损毁。

## （三）拟损毁土地预测与评估



根据略阳县两河口钼钒矿开发建设以及矿井开采运行特点，矿井拟损毁土地主要有以下两个方面：

- ①矿山建设期对土地压占、挖损；
- ②矿山在生产运行中由于矿石的开采引发地面塌陷对土地的损毁。

### 1、土地损毁预测时段划分

本着“远粗近细”的原则，根据略阳县两河口钼钒矿的建设及开采计划，分为2个时段预测拟损毁土地情况，一是矿山建设期，二是矿山生产期。近期包含1年矿山建设期和4年矿山生产期。

### 2、土地破坏程度预测评价因素的选择

本方案按矿区损毁土地类型来选择矿区土地损毁程度评价的主要参评因素。

根据《中华人民共和国土地管理法》和国土资源部颁布的《土地复垦方案编制规程》，把土地损毁程度确定为3级，分别为：一级（轻度损毁）、二级（中度损毁）、三级（重度损毁）。各评价因素的具体等级标准因目前国内外尚无精确的划分值，本方案是根据本地区类似工程的土地损毁因素调查情况，参考各相关学科的实际经验数据，采用主导因素法进行评价及划分等级。

### 3、矿山建设期损毁土地预测

根据《开发利用方案》，本矿山在矿山建设期主要建设工业场地、临时堆矿场、矿山道路及采矿平硐等。

压占、挖损拟损毁土地包括拟建工业场地、临时堆矿场、矿山道路及采矿平硐压占土地。根据第三次全国土地调查资料，压占土地类型为乔木林地、灌木林地、其他草地，损毁时段为建设期（建设期1年）。

同时，地面建设工程建设过程中，需进行表土剥覆，将剥离的表土堆放在临时堆矿场的一侧。

拟压占土地损毁程度评价因素见表3-10，拟挖损损毁土地程度评价因素见表3-11。依据地表变形特征、压占物性质、地表形态、生产和生态功能、稳定性等因素进行压占土地损毁程度评价。损毁面积及损毁程度评价结果见表3-12。

**表 3-10 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表**

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表变形	压占面积	$\leq 1\text{hm}^2$	$1 \sim 10\text{hm}^2$	$> 10\text{hm}^2$

	排土高度	$\leq 5\text{m}$	5~20m	$> 20\text{m}$
	边坡坡度	$\leq 25^\circ$	$25^\circ \sim 35^\circ$	$> 45^\circ$
压占物性质	砾石含量的增加	$\leq 10\%$	10~30%	$> 30\%$
地表形态	是否固化处理	未处理、轻微践踏	条石(或枕木)基垫支起	混凝土固化
生产和生态功能	土壤耕作能力	轻度降低	中度降低	丧失
稳定性	稳定性	稳定	较稳定	不稳定

表 3-11 挖损土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因子	评价等级		
	轻度损毁	中度损毁	重度损毁
挖掘深度	$\leq 0.5\text{m}$	0.5~2m	$> 2\text{m}$
挖掘面积	$\leq 0.5\text{hm}^2$	0.5~1 $\text{hm}^2$	$> 1\text{hm}^2$
挖损土层厚度	$\leq 0.2\text{m}$	0.2~0.5m	$> 0.5\text{m}$
生产和生态功能	轻度降低	中度降低	丧失

表 3-12 拟压占、挖损土地损毁面积统计表

一级地类	03			面积 (hm <sup>2</sup> )	损毁 程度	占地 类型
	林地					
二级地类	0301	0305	0307			
	乔木林地	灌木林地	其他林地			
工业广场	0.20		0.01	0.21	重度	永久
临时堆矿场	0.16	0.01		0.17	重度	永久
矿山道路	0.19		0.04	0.23	重度	永久
采矿平硐及回风井	0.48			0.48	重度	永久
合 计	1.03	0.01	0.05	1.09	--	--

①**工业场地**：压占土地面积约 0.21 $\text{hm}^2$ ，占用土地类型为永久占用，地类为乔木林地、其他林地，预测压占造成的土地损毁程度为重度损毁。

②**临时堆矿场**：压占土地面积约 0.17 $\text{hm}^2$ ，占用土地类型为永久占用，地类为乔木林地、灌木林地，预测压占造成的土地损毁程度为重度损毁。

③**矿山道路**：挖损土地面积约 0.23 $\text{hm}^2$ ，占用土地类型为永久占用，地类为乔木林地、其他林地，预测挖损造成的土地损毁程度为重度损毁。

④**平硐场地及回风井场地**：压占土地面积约 0.48 $\text{hm}^2$ ，占用土地类型为永久占用，地类为乔木林地，预测压占造成的土地损毁程度为重度损毁。

#### 4、矿山生产期采空区地面塌陷损毁土地预测

##### (1) 土地损毁程度等级分级指标

复垦区拟塌陷损毁土地损毁程度主要取决于沉陷裂缝的宽度、密度和沉陷的深度等，而裂缝的宽度和密度与地表水平变形值的大小和深厚比的大小密切相关。本方案对土地损毁程度的确定参照《土地复垦方案编制规程》中土地损毁程度分级标准进行，具体见表 3-13、3-14。

**表 3-13 旱地损毁程度分级标准**

损毁等级	水平移动 mm	附加倾斜 mm•m <sup>-1</sup>	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低 %
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.5	≤20.0
中度	8.0~16.0	20.0~40.0	2.0~5.0	0.5~1.5	20.0~60.0
重度	≥16.0	≥40.0	≥5.0	≤0.5	≥60.0

**表 3-14 林地损毁程度分级标准**

损毁等级	水平移动 mm	附加倾斜 mm•m <sup>-1</sup>	下沉 m	沉陷后潜水位埋深 m	生产力降低%
轻度	≤8.0	≤20.0	≤2.0	≥1.0	≤20.0
中度	8.0~20.0	20.0~50.0	2.0~6.0	0.3~1.0	20.0~60.0
重度	≥20.0	≥50.0	≥6.0	≤0.3	≥60.0

注：附加倾斜指受采矿沉陷影响而增加的倾斜（坡度）。

## （2）土地损毁预测结果

根据土地损毁程度划分依据，矿山生产期土地损毁土地面积为52.00hm<sup>2</sup>，损毁土地类型及程度详见表3-15。

**表 3-15 沉陷损毁土地面积**

一级地类		二级地类		拟损毁土地面积（hm <sup>2</sup> ）			
				轻度	中度	重度	合计
01	耕地	0103	旱地	/	2.73	/	2.73
03	林地	0301	乔木林地	/	46.16	/	46.16
		0305	灌木林地	/	2.29	/	2.29
07	住宅用地	0702	农村宅基地	/	0.40	/	0.40
10	交通运输用地	1006	农村道路	/	0.06	/	0.06
12	其他土地	1202	设施农用地	/	0.36	/	0.36
合计					52.00	/	52.00

## （3）采区不同损毁程度面积分级统计

根据对略阳县两河口钼钒矿采矿石沉陷区地表最大下沉、位移等计算和土地损毁等级划分标准，对采空区土地损毁程度等级进行了划分，由土地利用现状图量算该矿山采区各个损毁等级的沉陷面积、沉陷土地类型。

根据沉陷预测，采空沉陷区以倾斜位移和水平位移变形为主。该矿山开采后，根据地表最大变形值和地表变形特征经验可知，沉陷区土地损毁等级为中度。

经量算得采空沉陷区损毁土地面积 52.00hm<sup>2</sup>，为中度损毁区，作为本方案次重点复垦整治对象。采空沉陷区可能产生 0.36~1.11m 的沉陷裂缝。

本矿山拟损毁土地面积汇总见表 3-16。

表 3-16 本矿山拟损毁土地面积汇总表 (hm<sup>2</sup>)

一级地类	01	03			07	10	12	面积 (hm <sup>2</sup> )	损毁方式	损毁程 度
	耕地	林地			住宅用地	交通运输用地	其他土地			
二级地类	0103	0301	0305	0307	0702	1006	1202			
	旱地	乔木林地	灌木林地	其他林地	农村宅基地	农村道路	设施农用地			
工业广场	0	0.2		0.01	0	0		0.21	压占、挖损	重度
临时堆矿场	0	0.16	0.01		0	0		0.17	压占、挖损	重度
矿山道路	0	0.19		0.04				0.23	压占、挖损	重度
采矿平硐及回风井	0	0.48			0	0		0.48	压占、挖损	重度
采矿沉陷	2.72	46.16	2.29		0.4	0.06	0.36	52.00	沉陷	中度
合计	2.72	47.19	2.30	0.05	0.4	0.06	0.36	53.09	—	—



## 四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

### （一）矿山地质环境保护治理分区

#### 1、分区原则及方法

##### （1）分区原则

矿山地质环境保护治理分区是在综合考虑矿山地质环境背景条件、矿山地质环境问题及其现状、预测影响程度以及矿山地质环境保护措施实施的难易程度等因素的基础上进行的，具体遵循以下原则：

1）以采矿对矿山地质环境造成的影响为主要因素，兼顾矿区地质环境背景，突出矿山地质环境问题、现状评估与预测评估的原则。

2）结合开采区内可能引发的矿山地质环境问题的分布特征、受威胁对象的损失程度，依据“区内相似，区际相异”的原则进行分区。

3）综合分析的原则，矿山地质环境问题的影响因素很多，每一处矿山地质环境问题均是多种因素综合作用的结果。因此，客观分析各个致灾因素，才能较客观地反应矿山地质环境保护治理分区。

##### （2）分区方法

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，分析矿山地质环境影响程度，综合考虑矿山地质环境现状评估和预测评估结果，将评估区分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，对于现状评估与预测评估结果不一致的采取就上原则进行分区，分区原则见表 3-17。

表 3-17 矿山地质环境治理分区

分区级别	矿山地质环境现状评估	矿山地质环境预测评估
重点防治区	严重	严重
次重点防治区	较严重	较严重
一般防治区	较轻	较轻
注：现状评估与预测评估区域重叠部分采取就上原则进行分区		

#### 2、分区评述

按照上述分区原则和方法，依据本次矿山地质环境影响程度的现状评估和预测评估结果，结合矿山地质环境治理的难易程度、拟采取的措施以及可操作性等，进行多因素综合叠加分析研究。

据此，本矿山地质环境保护与恢复治理区域可划分为一个重点防治区（Ⅰ）、一个

次重点防治区（Ⅱ）和一个一般防治区（Ⅲ），共 3 个级别 3 个区块（见表 3-18、附图 6）。

### （1）重点防治区（Ⅰ）

位于工业场地、临时堆矿场、矿山道路和采矿平硐。面积  $0.05\text{km}^2$ ，占评估区总面积的 2.67%；现状评估：不稳定地质体危险性小，地形地貌景观影响小，含水层影响较轻，对水土环境影响较轻；预测评估：引发不稳定地质体的危险性中等，对地形地貌景观影响严重，对含水层影响较轻，对水土环境影响较轻。

### （2）次重点防治区（Ⅱ）

位于塌陷区，面积约  $0.52\text{km}^2$ ，占评估面积的 27.81%。现状评估：不稳定地质体危险性小，地形地貌景观影响轻，含水层影响较轻，对水土环境影响较轻；预测评估：采矿引发地面塌陷的危险性较严重，对地形地貌景观影响较轻，对含水层影响较轻，对水土环境影响较轻。

### （3）一般防治区（Ⅲ）

位于除重点防治区和次重点防治区以为的区域，面积约为  $1.30\text{km}^2$ ，占评估面积的 69.52%；现状及预测评估不稳定地质体的危险性小；采矿活动对地形地貌景观和水土环境影响程度较轻。

表 3-18 矿山地质环境保护治理分区表

防治分区	分区编号及 面积 (km <sup>2</sup> )	百分 比 (%)	影响程度		矿山地质环境问题	主要防治措施
			现状评估	预测评估		
重点防治区 (I)	0.05	2.67	较轻	严重	<b>现状评估：</b> 不稳定地质体危险性小，地形地貌景观影响小，含水层影响较轻，对水土环境影响较轻； <b>预测评估：</b> 引发不稳定地质体的危险性中等，地形地貌景观影响严重，含水层影响较轻，对水土环境影响较轻。	对工程建设引发的不稳定地质体进行进行工程治理、监测、对含水层进行水位、水质、水量监测。 详见矿山地质环境恢复治理工程设计。
次重点防治 区 (II)	0.52	27.81	较轻	较严重	<b>现状评估：</b> 不稳定地质体危险性小，地形地貌景观影响轻，含水层影响较轻，对水土环境影响较轻； <b>预测评估：</b> 不稳定地质体危险性较严重，地形地貌景观影响较轻，含水层影响较轻，对水土环境影响较轻。	对地面塌陷及地面裂缝填充、植被恢复，对不稳定地质体、地表变形进行变形监测、对含水层进行水位、水质、水量监测。 详见矿山地质环境恢复治理工程设计。
一般防治区 (III)	1.30	69.52	较轻	较轻	现状及预测评估不稳定地质体危险性小；采矿活动对地形地貌景观和水土环境影响程度较轻。	监测及植被恢复，详见矿山地质环境恢复治理工程设计。

## （二）土地复垦区与复垦责任范围

### 1、复垦区范围确定

依据土地损毁现状调查与预测分析，复垦区应包括工业场地、临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐等地面工程占用土地和沉陷损毁土地，并扣除重复损毁面积。经分析，本矿山不存在重复损毁面积，最终确定复垦区总面积为 53.09hm<sup>2</sup>。

### 2、土地复垦责任范围面积

复垦责任范围为不留续使用的永久性建设用地和损毁土地之和构成的区域。根据土地利用现状结果和预测结果分析，矿山开采后没有留续使用的土地，即本项目的复垦责任范围和复垦区相同。包括工业场地、临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐等地面工程占用土地和沉陷损毁土地，复垦责任区面积为 53.09hm<sup>2</sup>，因此，矿山开采结束后，由损毁责任人陕西略阳龙核矿业有限公司负责履行复垦义务。见表 3-19。

表 3-19 复垦责任范围面积统计表

名称		损毁面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦面积 (hm <sup>2</sup> )	损毁情况	损毁类型
损毁土地	工业广场	0.21	0.21	拟损毁	压占、挖损
	临时堆矿场	0.17	0.17	拟损毁	压占、挖损
	矿山道路	0.23	0.23	拟损毁	压占、挖损
	采矿平硐及回风井	0.48	0.48	拟损毁	压占、挖损
	采矿沉陷	52.00	52.00	拟损毁	沉陷
复垦责任范围面积合计		53.09	53.09	—	—

## （三）土地类型与权属

### 1、土地利用类型

将复垦区用地范围与略阳县自然资源局提供的三调土地利用变更调查数据库叠加可知，本项目复垦区共涉及略阳县 1: 10000 土地利用标准分幅图 2 幅。将复垦区各用地范围与土地利用现状图叠加分析，按照《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017) 进行复垦区土地利用类型统计，可知复垦区土地利用现状分为耕地、林地、住宅用地、交通用地和其他用地用地。复垦区土地总面积为 53.09hm<sup>2</sup>。

略阳县两河口钼钒矿复垦区土地利用类型详见表 3-20。

由表 3-20 可知：复垦区面积为 53.09hm<sup>2</sup>，其中旱地 2.72hm<sup>2</sup>、乔木林地 47.19hm<sup>2</sup>、灌木林地 2.30hm<sup>2</sup>、其他林地 0.05hm<sup>2</sup>、农村宅基地 0.40hm<sup>2</sup>、农村道路 0.06hm<sup>2</sup>、设施农用地 0.36hm<sup>2</sup>，分别占复垦区土地总面积的 5.12%、88.89%、4.33%、0.09%、0.75%、

0.11%、0.68%。

## **2、土地权属及性质**

根据调查及收集资料，陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿位于略阳县两河口镇。该矿所占用土地属唐家沟村集体所有，复垦区土地总面积 53.09hm<sup>2</sup>。陕西略阳龙核矿业有限公司还未办理了临时用地手续。通过对复垦区土地权属情况分析，复垦区土地权属状况清晰，不存在产权纠纷。

复垦区土地为两河口镇唐家沟村。复垦区土地利用权属地类见表 3-21。

表 3-20 复垦区土地利用类型现状表 (hm<sup>2</sup>)

一级地类	01	03			07	10	12	面积 (hm <sup>2</sup> )	损毁方式	损毁程 度
	耕地	林地			住宅用地	交通运输用地	其他土地			
二级地类	0103	0301	0305	0307	0702	1006	1202			
	旱地	乔木林地	灌木林地	其他林地	农村宅基地	农村道路	设施农用地			
工业广场	0	0.2		0.01	0	0		0.21	压占、挖损	重度
临时堆矿场	0	0.16	0.01		0	0		0.17	压占、挖损	重度
矿山道路	0	0.19		0.04				0.23	压占、挖损	重度
采矿平硐及回风井	0	0.48			0	0		0.48	压占、挖损	重度
采矿沉陷	2.72	46.16	2.29		0.4	0.06	0.36	52.00	沉陷	中度
合计	2.72	47.19	2.30	0.05	0.4	0.06	0.36	53.09	--	--
占损毁面积的比例 (%)	5.12	88.89	4.33	0.09	0.75	0.11	0.68	100.00	--	--

表 3-21 复垦区土地利用权属表 (hm<sup>2</sup>)

权属			地类							合计
			01 耕地	03 林地			07 住宅用地	10 交通运输用地	12 其他土地	
县(区)	乡(镇)	村(组)	0103 旱地	0301 乔木林地	0305 灌木林地	0307 其他林地	0702 农村宅基地	1006 农村道路	1202 设施农用地	
略阳县	两河口镇	唐家沟村	2.72	47.19	2.30	0.05	0.40	0.06	0.36	53.09
合计			2.72	47.19	2.30	0.05	0.40	0.06	0.36	53.09



## 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

根据已有的和预测将来可能产生的矿山不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观（人文遗址、人文景观）破坏和水土环境质量等问题的规模、特征、分布、危害等。按照问题类型的分布阐述实施预防和治理的可行性和难易程度。

#### （一）技术可行性分析

矿山地质环境治理主要是对评估区内的不稳定地质体及采矿活动对含水层、地形地貌景观的破坏和对水土环境影响进行治理。矿山地质环境治理应以“预防为主、防治结合”的原则进行。据前述地质环境影响评估结果，矿区内现存及预测的地质环境问题主要有：拟建工业场地旁的不稳定地质体（BT01）；地面建设工程（临时堆矿场、矿山道路）对地形地貌景观的影响和破坏。

不稳定地质体（BT01）属于小型岩质崩塌，目前未治理，按照实际情况，对不稳定地质体上部松动危岩体进行清理，竖立警示牌即可。

地面建设工程对地形地貌景观的影响可以通过土地复垦进行修复。

地面塌陷治理：对于未达到稳定状态的地面塌陷区，可先采取监测措施，在上山入口处明显位置布设警示牌进行示警，待塌陷区沉降稳定后，可采取削高填低、回填整平、挖沟排水、植被重建等综合治理措施。

地面裂缝治理：可采取土石充填并夯实、防渗处理等措施。

矿山开采活动总体对矿区含水层影响及破坏较轻，对矿区水土环境质量影响较轻，只需按照设计生产方案，规范生产，确保不产生新的质量问题，就可保证矿区含水层结构、水位、水质不受破坏，使矿区水土环境安全达标。

矿山开采及地面建设工程影响原生地形地貌，主要为工业场地、临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐等建设改变了评估区内原有自然景观，造成地表裸露，改变了原来的地形地貌景观，造成景观生态系统在空间分布上的不连续性。矿区内地形地貌景观恢复治理工程主要采取闭坑后拆除地面建筑、清理建筑垃圾、封堵井口、设置警示牌、矿山地质环境监测等措施进行治理。以上工程措施易于实施，技术上可行。

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治理，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

矿山地质环境恢复治理工程既是防灾工程，同时又具有一定的经济效益。经济效益主要由减灾效益和增值效益两部分组成，并以减灾效益为主，增值效益为辅。减灾效益主要表现在控制不稳定地质体发生的环节，增值效益主要表现在植被恢复带来的长远收益。无疑，项目实施将给矿区带来可观的综合经济效益。

## （三）生态环境协调性分析

两河口钨钼矿开采会对评估区的土壤、土壤肥力、农业生产、林草地的正常生长、区内动物的栖息、沟流、水土保持等带来不利影响，但其影响程度较小，不会产生功能性改变。

按照“依靠科技进步、发展循环经济、建设绿色矿业”的原则，对开采引起的地面沉陷和地裂隙、植被倾倒和死亡、乡间道路损坏以及地面其他构筑物的损坏等，矿方应会同地方有关部门及时组织人员视破坏程度给予修复及补偿，对地面塌陷区土地进行综合整治。对采空区地面塌陷及裂缝进行治理。项目服务期满后，及时封闭平硐，保留有利用价值的设施，拆除无用设施。经过一系列的综合环境整治后，矿区水土流失和固体废弃物影响得到一定程度的遏制，可消除地面塌陷、地面裂缝等不稳定地质体对矿区村民房屋、道路等的威胁，并可提高矿区植被覆盖率，美化矿区环境，使自然环境条件不断得到改善，减轻矿区的水土流失，使受损土地资源得到恢复，且经过植被恢复、绿化后，区内的地形地貌景观、土地资源破坏得到抑制，有效改善了矿区地质环境和生态环境。

同时，后期矿山将加强对废石的综合利用，采取与建材公司合作的方式，将废石用于建筑材料原料等，改善矿区的地质环境和生态环境。

综合分析其在生态环境协调性上可行。

## 二、矿区土地复垦可行性分析

土地复垦可行性分析研究是土地复垦的重要内容，即对土地复垦项目进行全面、深入、细致的分析，确认复垦在经济、技术、社会和生态环境方面是否合理可行，为土地复垦项目决策提供科学依据。本方案是在分析项目区内土地利用现状的基础上，对土地损毁现状进行实地调查，并对矿山开采引起的地表变形进行预测。根据现场调查及预测结果划分土地损毁等级。通过分析土地损毁等级，采用相关的适宜性分析方法确定土地复垦方向，并对水土资源进行平衡分析，对土地复垦质量提出要求。最终

确定土地复垦技术路线和方法。

## **（一）复垦区土地利用现状**

据野外调查及资料分析，两河口钼钒矿暂未造成土地损毁，拟损毁土地主要有以下 5 个方面：

- （1）工业场地建设压占损毁的土地；
- （2）矿山道路压占损毁的土地；
- （3）临时堆矿场压占损毁的土地；
- （4）平硐及回风井建设对土地压占挖损的土地；
- （5）矿山在生产运行中采矿塌陷损毁的土地。

复垦责任区土地类型可分为 5 个一级地类 7 个二级地类，拟压占损毁、拟沉陷损毁面积共计 53.09hm<sup>2</sup>。

## **（二）土体复垦适宜性评价**

### **1、评价原则**

#### **（1）符合国土空间总体规划，并与其他规划相协调**

土地复垦适宜性评价应符合国土空间总体规划，避免盲目投资、过度超前浪费土地资源，并尽可能与其他规划相协调一致，确保复垦后土地资源的生产力水平与本地生态环境的协调一致。

#### **（2）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。《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**

在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复垦经验。

#### **（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，同时也应兼顾其他限制因素。

### **(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**

土地复垦所需的费用应在保证复垦目标完整、复垦效果达到复垦标准的前提下，兼顾土地复垦成本，尽可能减轻企业负担。复垦技术应能满足复垦工作顺利开展、复垦效果达到复垦标准的要求。

## **2、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) 相关法律法规和规划**

包括国家与地方有关土地复垦的法律法规，如《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、《土地复垦条例实施办法》、《陕西省实施《土地复垦条例》办法》等土地管理的相关法律法规和复垦区土地利用总体规划及相关规划等。

### **(2) 相关规程和标准**

相关规程和标准：包括国家和地方的相关规程、标准等，如《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)、《土地开发整理规划编制规程》(TD/T 1011-2000)等。

### **(3) 其他**

包括复垦区及复垦责任范围内自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地损毁

前后的土地利用状况、公众参与意见以及周边同类项目的类比分析。

### 3、评价范围的确定与评价单元的划分

#### (1) 评价范围

评价范围为复垦责任范围，由工业场地、临时堆矿场、采矿平硐、矿山道路和塌陷损毁区组成，面积为 53.09hm<sup>2</sup>。

#### (2) 土地复垦评价单元的划分

评价单元是进行适宜性评价的基本工作单位，确定土地评价单元的方法主要有以下几种：

- ①以土壤图为基础确定评价单元；
- ②以土地利用类型图为基础确定评价单元；
- ③以土地利用现状图为基础确定评价单元；
- ④以行政区划图为基础确定评价单元；
- ⑤采用网格方法作为土地评价单元

在详细调查分析矿区土地资源特性的基础上，结合矿山建设及生产对土地资源的破坏情况来划分土地单元。以土地损毁形式作为一级单元划分依据，损毁形式为沉陷、压占和挖损三种；以土地损毁程度作为二级单元划分依据，将复垦责任区土地划分为轻度、中度、重度三类；以土地利用类型作为三级单元划分依据，将沉陷地划分为旱地、林地、草地等复垦单元。综上所述，本方案将待复垦划分为 5 个评价单元，见表 4-1。

表 4-1 土地复垦评价单元划分表

编号	损毁区域	土地类型	损毁形式	损毁面积 (hm <sup>2</sup> )	损毁程度	评价单元
1	工业广场	乔木林地、其他林地	压占	0.21	重度	工业广场
2	临时堆矿场	乔木林地、灌木林地	压占	0.17	重度	临时堆矿场
3	采矿平硐及风井	乔木林地	挖损	0.48	重度	采矿平硐
4	矿山道路	灌木林地	挖损	0.23	重度	矿山道路
5	采矿沉陷区	旱地、乔木林地、灌木林地、农村宅基地、农村道路和设施农用地	沉陷	52.00	中度	采矿沉陷区
合 计				53.09	--	--

### 4、损毁土地初步复垦方向的确定

根据复垦区的土地利用总体规划，并与生态环境保护规划相衔接，从矿区所在的

实际出发，通过对自然因素、社会经济因素、政策因素和公众意愿的分析，初步确定复垦方向。

### **(1) 土地利用总体规划及相关规划**

根据略阳县土地利用总体规划等相关规划，实现土地资源的永续利用，坚持矿区开发与保护、开采与复垦相结合的原则。

本矿区规划综合考虑项目所在地区的实际情况，复垦区损毁土地以农业生产、生态利用和改善复垦区生态环境为主。

### **(2) 复垦区自然条件**

复垦区位于内陆腹地，受大陆性气候和海洋性气候影响，四季分明，属凉亚热带气候。略阳县属亚热带向温带过渡的湿润气候区，冬无严寒，夏无酷暑，四季分明，夏秋多雨，冬春偏旱。据略阳县气象局多年观测资料（1961~2024年），年平均气温为13.2℃，极端最高温度为37.7℃，极端最低气温-11.2℃。全年降雨量分配不均匀，冬春两季较少，夏秋季较多，年平均降雨量为799.2mm，雨量主要集中于每年的6~9月份，占全年降水量的50%以上。年最大降雨量1353.3mm，月降水量7月最大值185.6mm，日最大降雨量127.2mm。最长连续降雨天数为16天。年平均蒸发量1104.4mm，平均日照时数为1558.3h。相对湿度71%。最大冻土深度0.4m。全年无霜期234天，霜冻期一般在12月~次年2月。6~9月降雨具阵发性、暴雨多、雨量集中等特点。历史上滑坡、泥石流等不稳定地质体多发生在较大降雨期间。降雨量因受多方面的影响而分配不均，由西北向东南递增，县境内以白水江为低值中心，以黑河镇为高值中心。张家坝河及支流经过矿区，地表水资源充沛。

### **(3) 项目所在地区经济社会情况分析**

该区内人口分布较分散，矿区及周边村庄较少。矿区地下水富水中等区农业发展较好，亩产较高，其他地区农业发展较弱。本项目的建设将促进该地区经济结构的调整，改变单一的农业生产模式，提高农民生活水平。本项目的建设受到了当地居民的欢迎。建设单位在本项目的运行过程中可以提取足够的资金用于损毁土地的复垦，提高当地居民经济收入水平，完全有能力实现该项目的建设和农业生产的协调发展。

### **(4) 公众参与意见**

本次复垦设计过程中，略阳两河口钼钒矿编制单位向当地自然资源局、林业局及村民代表征求了对本工程复垦项目的意见和建议，并做了公众参与问卷调查，作为确定复垦方向的参考。



通过对本项目区公众调查分析，受访居民均认为本项目建设对促进当地经济发展起到重要作用，均支持项目建设。在公众对土地复垦的意愿中均提出保护好生态环境，并要求对损毁的土地予以适当的补偿。因此，本方案对损毁土地主要采取恢复整治措施，避免土地功能发生重大改变。

5、待复垦土地适宜性评价

(1) 评价因子选择

复垦区损毁土地适宜性评价选择一套相互独立而又相互补充的参评因素和主导因素。基于上述考虑，选择的评价因子和主导因子见表 4-2。

表 4-2 各单元评价因子选择情况表

编号	损毁区域	主要因子	一般因子
1	工业广场	地形坡度、有效土层厚度、有机质	地表构建筑物形式、砾石含量、土壤类型
2	临时堆矿场	地形坡度、有效土层厚度、有机质	砾石含量、土壤类型
3	采矿平硐及风井	地形坡度、损毁类型及程度、土壤类型等	原土地利用类型、地表构建筑物形式
4	矿山道路	地形坡度、损毁类型及程度、土壤类型等	原土地利用类型、有机质、土壤类型
5	采矿沉陷区	地形坡度、损毁类型及程度、土壤类型等	原利用类型（等级）、是否沉稳、灌溉条件、有效土层厚度、土壤质地、有机质等

(2) 评价体系

评价体系确定为二级体系，分为两个序列：土地适宜类和土地质量。土地适宜类分为适宜类、暂不适宜类和不适宜类（图 4-1）。

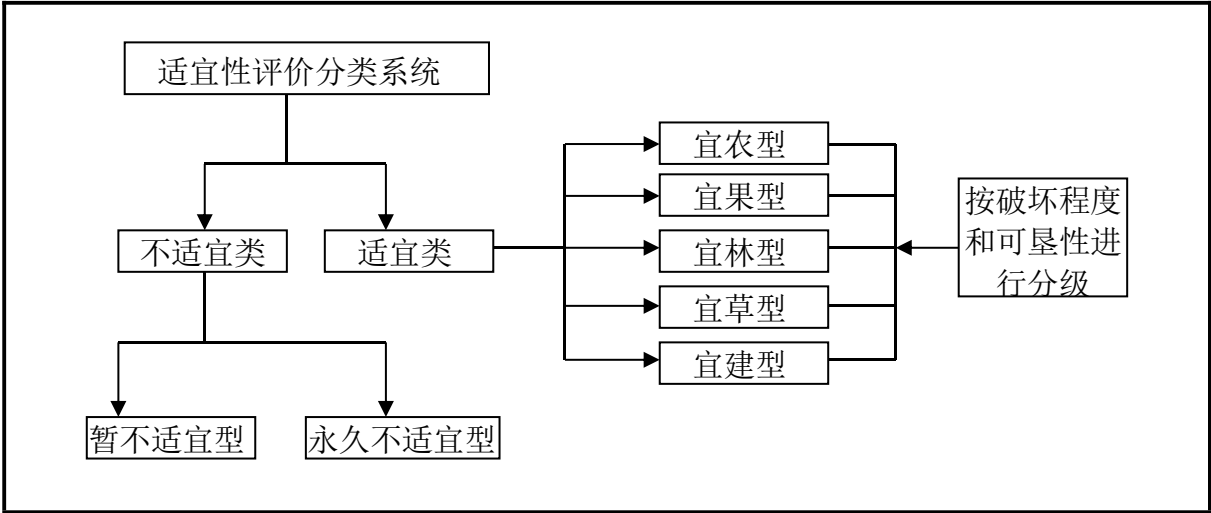


图 4-1 略阳县两河口钼钒矿损毁土地适宜性评价系统

适宜类按照土地质量等，分为Ⅰ等地、Ⅱ等地和Ⅲ等地；暂不适宜类和不适宜类不进行续分，以“N”表示。

### ①宜农土地

I等地：对农业生产无限制或少限制，地形平坦，质地好，肥力高，适于机耕，损毁轻微，易于恢复为耕地，在正常耕作管理措施下可获得不低于甚至高于损毁前耕地的质量，且正常利用不致发生退化。

II等地：对农业生产有一定限制，质地中等，损毁程度不深，需要经过一定的整治措施才能恢复为耕地。如利用不当，可导致水土的流失、肥力下降等现象。

III等地：对农业生产有较多限制，质地差，损毁严重，需采取较多整治措施才能使其恢复为耕地。

### ②宜林土地

I等地：适于林木生产，无明显限制因素，损毁轻微，采用一般技术造林植树，即可获得较大的产量和经济价值。

II等地：比较适于林木生产，地形、土壤、水分等因素对树木种植有一定的限制，损毁程度不大，但是造林植树的要求较高，产量和经济价值一般。

III等地：林木生长困难，地形、土壤和水分等限制因素较多，损毁严重，造林植树技术要求较高，产量和经济价值较低。

### ③宜草土地

I等地：水土条件好，草群质量和产量高，损毁轻微，容易恢复为草场。

II等地：水土条件较好，草群质量和产量中等，有轻度退化，损毁程度不深，需经整治才能恢复为草场。

III等地：水土条件和草群质量差、产量低、退化和损毁严重，需大力整治复垦后方可利用。

## (3) 评价方法

### ①极限条件法

极限条件法是基于系统工程中的“木桶原理”，即分类单元的最终质量取决于条件最差的因子的质量，模型为：

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

式中： $Y_i$  为第*i*个评价单元的最终分值； $Y_{ij}$  为第*i*个评价单元中第*j*个参评因子的分值。对于损毁土地再复垦过程中不能改进的限制性因素，将限制其复垦方向。

该方法评价标准中只需确定复垦方向的限制性因子及相应分值，不需要确定权重，不同的复垦方向应选择不同的评价因子及分值。评价结果确定标准为： $Y_i=20$  分，则不

复垦为该方向；若  $Y_i > 20$  分，则基本适宜复垦为该方向。

在进行适宜性评价时，先进行宜耕方向的适宜性评价，若不适宜耕地方向，再评价其是否适宜园林地或草地方向。该方法适宜于工业场地和炸药库的评价。

**②综合指数法**

首先，在确定各参评因子权重的基础上，将每个单元针对各个不同适宜类所得到的各参评因子等级指数分别乘以各自的权重值，然后进行累加分别得到每个单元适宜类型（如宜耕、宜园林、宜草）的总分，最后根据总分的高低确定每个单元对各土地适宜类的适宜性等级。

其计算公式：

$$R(j) = \sum_{i=1}^n F_i W_i$$

式中： $R(j)$ 为第 $j$ 单元的综合得分， $F_i$ 、 $W_i$ 分别是第 $i$ 个参评因子的等级指数和权重值， $n$ 为参评因子的个数。该方法适宜于沉陷土地的评价。

**（4）适宜性评价过程**

**①工业广场土地适宜性评价**

工业广场地表存在构（建）筑物，全部或局部硬化地面，在对地面的构（建）筑物清理后才能进行土地复垦。在对该压占土地进行整地、翻耕、培肥等资源配置后，其土地适宜性评价方法采用极限条件法。

耕地复垦方向：限制性因素包括预期土层厚度、坡度、灌溉条件、区位条件、沉陷特征，评价标准体系具体见表 4-3。

**表 4-3 工业广场宜耕方向限制性因素评价标准**

影响因子	因素特征分数标准	对应分数
坡度	$\leq 2^\circ$	100
	$2 \sim 6^\circ$	80
	$6 \sim 15^\circ$	60
	$15 \sim 25^\circ$	40
	$\geq 25^\circ$	20
预期土层厚度	$\geq 100\text{cm}$	100
	$80 \sim 100\text{cm}$	80
	$60 \sim 80\text{cm}$	60
	$40 \sim 60\text{cm}$	40
	$\leq 40\text{cm}$	20

沉陷深度	≤1m, 简单治理后可耕作	100
	1~3m, 沉陷地块经修复后适宜农作物生长	60
	≥3m, 经治理后不适合耕种	20
灌溉条件	水源能保证, 有良好的灌溉系统	100
	有水源条件, 自然灌溉, 水源利用不足, 会产生季节性缺水	60
	缺少水源, 无灌溉系统, 无法满足灌溉	20
排水条件	有良好的排水设施, 不存在积水情况	100
	自然排水, 遇洪涝时会产生季节性积水	60
	无排水设施, 积水无法排出	20
区位条件	距离村庄 3km 内, 有完善的道路系统, 生产便捷	100
	距离村庄 3km 内, 无道路系统	60
	距离村庄 3km 外, 无道路系统, 生产极不方便	20

根据该方法, 计算出工业场地林地适宜性评价结果见表 4-4。从表 4-4 可以看出, 工业场地适宜复垦为耕地、林地。耕地、林地的复垦时间为本钼钒矿服务年限结束后。

**表 4-4 工业广场用地压占土地宜耕方向适宜性评价结果**

序号	评价单元	评价单元因素特征及分值												Y <sub>i</sub>	评价结果
		坡度		预期土层厚度		排水条件		灌溉条件		区位条件		沉陷深度			
		特征	分值	特征	分值	特征	分值	特征	分值	特征	分值	特征	分值		
1	工业场地	≤ 5°	100	50 ~ 80cm	60	自然排水,遇洪涝时会产生季节性积水	60	有水源条件,自然灌溉,水源利用不足,会产生季节性缺水	60	距离村庄3km内,有完善的道路系统,生产便捷	100	--	--	60	Ⅱ类

#### ②临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐适宜性评价

临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐评价单元性质相近, 均是废石对土地资源的压占, 必须进行覆土之后才能进行土地复垦。在对该压占土地进行覆土、整平等资源配置后, 其土地适宜性评价方法采用极限条件法。

林地复垦方向: 限制性因素包括预期土层厚度、坡度、灌溉条件、损毁程度、土壤质地等, 评价标准体系具体见表 4-5。

**表 4-5 临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐宜林方向限制性因素评价标准**

影响因子	因素特征分数标准	对应分数
坡度	≤15°	100
	15°~25°	80

	25°~35°	60
	≥35°	40
预期土层厚度	≥80cm	100
	60~80cm	80
	40~60cm	60
	≤40cm	40
土壤质地	壤土	100
	粘土	80
	砂壤土	60
	砂土	40
灌溉条件	有保证（有灌溉设施，同时水源有一定保障）	100
	不稳定（没有灌溉设施，有一定的灌溉水源）	80
	一般（没有灌溉设施，水源保障一般）	60
	困难（没有灌溉设施，水源保障较差）	40
损毁程度	轻度	100
	中度	60
	重度	20

根据该方法，计算出临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐等评价单元适宜性评价结果见表 4-6。从表 4-6 可以看出临时堆矿场、采矿平硐适宜复垦为林地；林地复垦时间为本钼钒矿服务年限结束后。

**表 4-6 临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐压占土地宜林方向适宜性评价结果**

序号	评价单元	评价单元因素特征及分值								Yi	评价结果
		坡度		预期土层厚度		配套设施		郁闭度			
		特征	分值	特征	分值	特征	分值	特征	分值		
1	临时堆矿场	2~6°	80	≥100cm	100	通村道路可达	80	3-5年后郁闭度应分别高于0.3	100	80	适宜
2	平硐及回风井	2~6°	80	≥100cm	100	通村道路可达	80	3-5年后郁闭度应分别高于0.3	100	80	适宜
3	矿山道路	2~6°	80	≥100cm	100	通村道路可达	80	3-5年后郁闭度应分别高于0.3	100	80	适宜

### ③沉陷损毁土地适宜性评价

沉陷损毁土地中的耕地、林地、草地主要参评因子为地形坡度、灌溉条件、土壤类型、损毁程度等 5 项，其适宜性等级评价指标情况详见表 4-7。适宜性评价结果具体见表 4-8。

表 4-7 沉陷区土地适宜性等级评价体系表

地类及等级		参评因素及分级										
类型	适宜等级	地形坡度权重 0.3		灌溉条件权重 0.2		有效土层厚度权重 0.2		土壤质地权重 0.1		损毁程度权重 0.2		综合评分
		分级	分值	分级	分值	分级	分值	分级	分值	分级	分值	
耕地	I类	≤5°	100	有保证（有灌溉设施，同时水源有一定保障）	100	≥100	100	壤土	100	轻度	100	≥80
	II类	5°~15°	80	不稳定（没有灌溉设施，有一定的灌溉水源）	80	80~100	80	粘土	80	中度	60	79~60
	III类	15°~25°	60	一般（没有灌溉设施，水源保障一般）	60	50~80	60	砂壤土	60	重度	20	59~40
	N	≥25°	40	困难（没有灌溉设施，水源保障较差）	40	≤50	40	砂土	40	/	/	≤39
林地	I类	≤15°	100	有保证（有灌溉设施，同时水源有一定保障）	100	≥80	100	壤土	100	轻度	100	≥80
	II类	15°~25°	80	不稳定（没有灌溉设施，有一定的灌溉水源）	80	60~80	80	粘土	80	中度	60	79~60
	III类	25°~35°	60	一般（没有灌溉设施，水源保障一般）	60	40~60	60	砂壤土	60	重度	20	59~40
	N	≥35°	40	困难（没有灌溉设施，水源保障较差）	40	≤40	40	砂土	40	/	/	≤39

注：表中地形坡度、灌溉条件分级指标参照《耕地后备资源调查与评价技术规程》待复垦沉陷地评价因子限制等级确定。

表 4-8 沉陷区损毁土地适宜性评价结果表

评价单元	地类	地形坡度		灌溉条件		有效土层厚度		土壤质地		损毁程度		综合评分	
		(0.3)		(0.2)		(0.2)		(0.1)		(0.2)			
名称	名称	分级	分值	分级	分值	分级	分值	分级	分值	分级	分值	分值	分级
中度损毁耕地	旱地	≤5°	100	一般	80	50~80	60	砂壤土	60	中度	60	76	Ⅱ类
中度损毁林地	乔木林地	≤15°	100	一般	60	≤40	40	砂壤土	60	中度	60	68	Ⅱ类
	灌木林地	≤15°	100	一般	60	≤40	40	砂壤土	60	中度	60	68	Ⅱ类
	其他林地	≤15°	100	一般	60	≤40	40	砂壤土	60	中度	60	68	Ⅱ类
中度损毁住宅用地	农村宅基地	≤15°	100	一般	60	≤40	40	砂壤土	60	中度	60	68	Ⅱ类



## (5) 确定最终复垦方向和划分复垦单元

### 1) 最终复垦方向确定

在考虑复垦区自然、社会经济、政策、公众意愿和类比区复垦方案的基础上，结合适宜性等级评定结果，最终复垦方向确定如下：

- (1) 工业场地复垦为乔木林地；
- (2) 临时堆矿场复垦为乔木林地；
- (3) 平硐及回风井复垦为乔木林地；
- (4) 矿山道路复垦为乔木林地；
- (5) 矿山在生产运行中采矿塌陷损毁的土地复垦为原地类。

### 2) 划分复垦单元

依据确定的最终复垦方向，将采取的复垦措施和复垦标准一致的评价单元作为一个复垦单元，共划分 5 个复垦单元，然后根据复垦方向确定复垦措施。根据土地损毁程度采取不同的复垦措施复垦。具体见表 4-9。

表 4-9 土地复垦单元划分表

编号	评价单元	原地类	原地类面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦利用 方向	复垦面积 (hm <sup>2</sup> )	复垦单元
1	工业广场	乔木林地、其他林地	0.21	乔木林地	0.21	工业广场
2	临时堆矿场	乔木林地、灌木林地	0.17	乔木林地	0.01	临时堆矿场
3	采矿平硐及风井	乔木林地	0.48	乔木林地	0.48	采矿平硐及风井
4	矿山道路	乔木林地、灌木林地	0.23	乔木林地	0.23	矿山道路
5	采矿沉陷区	旱地	2.72	旱地	2.72	采矿沉陷区
		乔木林地	46.16	乔木林地	46.16	
		灌木林地	2.29	灌木林地	2.29	
		农村宅基地	0.4	农村宅基地	0.4	
		农村道路	0.06	农村道路	0.06	
		设施农用地	0.36	设施农用地	0.36	
	合计		53.09		53.09	--

## 6、复垦前后地类对比关系

根据复垦措施及复垦方向，复垦前后地类变化关系分别见表 4-10。

表 4-10 土地复垦前后地类变化关系一览表 (hm<sup>2</sup>)

地类			复垦前	复垦后	变动面积
地类	耕地 (01)	旱地 (0103)	2.72	2.72	0
	林地 (03)	乔木林地 (0301)	47.19	48.06	0.87

		灌木林地（0301）	2.56	2.29	0
		其他林地（0301）	0.01	0	-0.01
	住宅用地（07）	农村宅基地（0702）	0.40	0	-0.40
	交通运输用地（10）	农村道路（1006）	0.06	0	-0.06
	其他土地（12）	设施农用地（1202）	0.36	0	-0.36
合计			53.09	53.09	0

### （三）水土资源平衡分析

#### 1、水资源平衡分析

##### （1）水资源需求量分析

根据《陕西省行业用水定额》（DB61/T943-2020），项目区属于秦岭山区，按照水文年中等年份查询，林草地灌溉用水定额为 110m<sup>3</sup>/亩，复垦林地 51.13hm<sup>2</sup>，据此推算项目区林草地复垦年需水总量为 84365m<sup>3</sup>。

张家坝河及其支流流经矿区，张家坝河年径流总量 5.7×10<sup>8</sup>m<sup>3</sup>，复垦区降雨量能满足复垦需要。

#### 2、土壤资源平衡分析

本方案复垦工程中，主要包括地面变形区的裂隙充填、表土剥覆工程。本方案分析的土壤资源平衡主要针对表土资源，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

本项目可能需要进行覆土复垦的区域为工业场地、临时堆矿场、矿山道路、采矿平硐和地裂缝充填处。

根据各复垦单元的复垦方向确定其覆土厚度，旱地覆土厚度为 0.50m；林草地覆土厚度为 0.30m。地面塌陷区面积为 52.00hm<sup>2</sup>，每公顷裂缝充填需废石量为 225m<sup>3</sup>。塌陷区土地复垦只需挖高填凹，就地取土，坡面整理和实时补种树苗或撒播种子即可达到目的，不需外运覆土，量见表 4-11。

##### （2）表土供需平衡计算

本方案土源优先选用矿区内剥离的表土资源，根据场地建设方案和现场调查，矿区林地土壤的厚度在 40cm 以上，耕地的土壤厚度在 80cm 以上，占用前首先将其剥离、堆放在临时堆矿厂的一角，撒播草籽履盖土壤保持水土，之后根据工程进展，用于工程绿化和复垦。根据现场调查，区内表土厚度除农村宅基地和设施农用地外，其他地类都超过了 40cm。故剥离的面积为 52.27hm<sup>2</sup>，剥离土壤的厚度林地按 40cm 计算，故表土剥离的土方量为 19750.4m<sup>3</sup>，表土需求量见表 4-11。

**表 4-11 表土需求量计算表**

序号	评价单元	复垦利用方向	土地面积（hm <sup>2</sup> ）	剥离量（m <sup>3</sup> ）	覆土量（m <sup>3</sup> ）
1	工业广场	乔木林地	0.21	840	630
2	临时堆矿场	乔木林地	0.17	680	510
3	采矿平硐及风井	乔木林地	0.48	1920	1440
4	矿山道路	乔木林地	0.23	920	690
5	采矿沉陷区	旱地	2.72	657.6	657.6
		乔木林地	46.72	11078.4	11078.4
		灌木林地	2.56	614.4	614.4
		农村宅基地	0.4	—	96
		农村道路	0.06	—	14.4
		设施农用地	0.36	—	86.4
	合 计		53.09	16710.4	15817.2

### (3) 土方平衡分析

本项目复垦需表土资源 15817.2m<sup>3</sup>，通过表层剥离可提供的土源为 16710.4m<sup>3</sup>，故表土剥离量大于需求量，完全能满足复垦的需要。结合前期建设调查，剥离出的表土可暂时堆放于临时堆矿场的一角，为边开采边复垦工作蓄积土源。根据现场实际，表层剥离的土完全满足复垦的需求，土量供需可以达到平衡。

### (四) 土地复垦质量要求

本方案损毁土地复垦利用方向主要包括耕地、林地，本方案确定的复垦质量要求主要参考《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)，《土地开发整理规划编制规程》(TD/T1011-2000)，《土地开发整理项目规划设计规范》(TD/T1020-2000)，《土地整治高标准农田建设综合体》(DB61/T991.1-991.7-2015)、《陕西省土地开发整理工程建设标准》，同时结合当地的经验，提出具体的复垦标准。土地复垦的基本标准如下：

- (1) 复垦利用类型应当与当地地形、地貌和周围环境相协调；
- (2) 复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- (3) 应充分利用原有表土作为顶部覆盖层，覆盖后的表层应规范、平整，覆盖层的容重应满足复垦利用要求；
- (4) 排水设施和防洪标准符合当地要求；
- (5) 有控制水土流失和控制大气与水体环境影响措施；
- (6) 复垦场地的道路、交通干线布置合理。

#### 1、耕地方向土地复垦质量要求

##### (1) 沉陷区旱地方向复垦单元质量要求

沉陷土地复垦单元为旱地复垦单元。在复垦过程中质量要求如下：

- 1) 平整后的地面坡度 $\leq 8^\circ$ ;
- 2) 复垦后有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^3$ ，土壤质地壤土至粘壤土，砾石含量 $\leq 10\%$ ，pH 值在 7.5~8.0 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.6\%$ ;
- 3) 根据地形坡度适度修筑塍面梯田，耕作层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ;
- 4) 复垦后种植农作物无不良生长反应，粮食作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准》(GB2715-81);
- 5) 复垦六年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平。

## 2、林地方向土地复垦质量要求

### (1) 沉陷区林地方向复垦单元质量要求

- 1) 复垦后有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 25\%$ ，pH 值在 7.5~8.0 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.3\%$ ;
- 2) 树种优先选择当地适种树种，乔木可选择油松;
- 3) 整地：造林前穴状整地，乔木规格为  $0.6\text{m}\times 0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$ ;
- 4) 对于因地表沉陷受损的苗木，要及时扶正，对于倾斜较大的树木，实施一定的扶正措施;
- 5) 复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》(LY/T1607) 要求，郁闭度 $\geq 0.3$ ;
- 6) 确保一定量的灌溉，五年后植树成活率 70%以上。

### (2) 工业场地、临时堆矿场和矿山道路等压占损毁林地方向复垦单元质量要求

受采矿影响的村庄搬迁后，工业场地、临时堆矿场和矿山道路等压占损毁土地复垦为林地。

- 1) 复垦后有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^3$ ，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量 $\leq 25\%$ ，pH 值在 7.5~8.0 之间，土壤有机质含量 $\geq 0.3\%$ ;
- 2) 树种优先选择当地适种树种，首选油松，其他可选择小叶杨等乔木;
- 3) 整地：造林前穴状整地规格为  $0.6\text{m}\times 0.6\text{m}\times 0.6\text{m}$ ;
- 4) 对于因地表沉陷受损的苗木，要及时扶正，对于倾斜较大的树木，实施一定的扶正措施;
- 5) 复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》(LY/T1607) 要求，郁闭度 $\geq 0.3$ ;
- 6) 确保一定量的灌溉，六年后植树成活率 70%以上。

## 第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

### 一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

#### （一）目标任务

矿山地质环境保护与土地复垦预防措施有利于从源头保护矿山地质环境，主要目的在于减少或避免矿山不稳定地质体的发生，减少矿山地质环境保护与土地复垦的治理工程量。预防阶段主要任务为：

##### 1、源头控制、预防与复垦相结合

在从事生产建设活动中采取多种措施源头控制，尽量减少对土地不必要的破坏；坚持预防为主、防治结合的原则，防患于未然，使土地资源破坏面积控制在最小的范围和最低限度，使矿区的水土流失现象被有效遏制；通过采取合理的复垦措施尽量使项目区被破坏的地表达到可利用的状态。

##### 2、统一规划，统筹安排

依据当地的土地利用总体规划，遵循全面复垦和重点复垦相结合的设计思路，对复垦区进行合理规划，做到土地复垦与生产统一规划，统筹安排，最大限度地保护和合理利用土地资源，提高劳动生产率和土地利用率。

##### 3、因地制宜，优先用于农业

贯彻落实“十分珍惜和合理利用土地，切实保护耕地”的基本国策，按照“因地制宜，优先用于农业”的原则，在土地复垦的过程中，按照矿区所在地的土地利用总体规划，合理确定复垦土地的用途，宜农则农、宜林则林内、宜牧则牧、宜建则建。被破坏的土地可复垦为农用地的，优先用于耕地及林牧业用地。

#### （二）主要技术措施

结合两河口钼钒矿设计的生产和建设特点、性质以及区域环境特征，预防控制措施分为矿山设计、建设、生产和关闭四个阶段。目前两河口钼钒矿设计阶段已完成，故目前主要技术措施为建设、生产和关闭阶段主要技术措施。

##### 1、建设阶段主要技术措施

两河口钼钒矿建设过程中，根据矿山建设工程特征及可能造成的地质环境破坏及土地破坏特点，生产阶段的预防控制措施主要包括：

##### （1）不稳定地质体预防措施

①合理规划，减少边坡开挖；

②对于建设工程引发的不稳定地质体及时进行治疗并治理；

③对于矿区现状条件下存在的不稳定地质体隐患，采取工程治理措施，避免其对人员及房屋造成危害。

### **(2) 含水层保护措施**

①建设过程中生产生活产生的污废水，按照规范处理，阻断影响物进入地下水环境的途径。其余确保达标排放。

②加强监测：工程建设期及运营期中加强对地下水的跟踪监测。

### **(3) 地形地貌景观保护措施**

①优化建设方案尽量避免或少损毁耕地；

②边建设边治理，及时恢复植被。

### **(4) 水土环境影响预防措施**

①提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放，防止水土环境受影响；

②采取影响源阻断隔离工程，防止固体废物淋滤液影响地下水和土壤；

③采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层影响。

### **(5) 土地损毁预防控制措施**

本矿山在建设过程中，对土地损毁的方式主要是压占、挖损，其预防措施包括：

①合理规划，尽量减少土地损毁；

②临时占地做好表土剥离，占地完毕后及时做好复垦工作。

## **2、生产阶段主要技术措施**

两河口钼钒矿生产过程中，根据矿山开采可能造成的地质环境破坏及土地损毁特点，生产阶段的预防控制措施主要包括：

### **(1) 不稳定地质体预防措施**

①预留保安矿柱，对重要建（构）筑物处留设保安矿柱，能够避免或减缓矿山地质环境问题的产生和影响程度，减少治理工程和费用。

②及时回填采空区，避免或减少采空塌陷和地面裂缝的发生；

③对于矿区现状条件下存在的不稳定地质体隐患，采取工程治理措施，避免其对人员及房屋造成危害。

### **(2) 含水层保护措施**

#### **①采空区回填**

两河口钼钒矿在开采中，在适宜的地段预留可用于填废石的回采区，将生产中排



出的废石运至预留采空区进行回填，以减缓地面塌陷，降低导水裂隙带的发育高度，减轻对含水层的影响程度。

#### ②加强废水资源化管理

矿山工业场地污废水处理过程中的池、渠要采取防渗处理，阻断影响物进入地下水环境的途径。

#### ③加强监测

工程建设期及运营期中加强对地下水的跟踪监测。

### **(3) 地形地貌景观保护措施**

①优化开采方案尽量避免或少损毁耕地；

②边开采边治理，及时恢复植被；

③在采空区设立围栏、警示牌。

### **(4) 水土环境影响预防措施**

①提高矿山废水综合利用率，减少有毒有害废水排放，防止水土环境受影响；

②采取影响源阻断隔离工程，防止固体废物淋滤液影响地下水和土壤；

③采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层影响。

### **(5) 土地损毁预防控措施**

两河口钼钒矿在正常生产过程中，对土地损毁的方式主要是地表沉陷，其预防控措施主要包括：

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极端天气的发生情况，为土地复垦工程进度及计划安排等提供参考，从而指导生产及土地复垦。

②及时推平沉陷区边缘沉陷台阶，填充裂缝。在沉陷区基本恢复以后，及时进行整理复垦，恢复土地功能。

③在进行土地复垦工程时，应制定合理的土石方调配方案，严禁弃土弃渣乱堆乱放。做好土壤和植被的保护措施，受施工车辆等施工机械碾压的地方要进行土地平整、疏松，并在适当季节补栽树木，尽快恢复原有土地功能。

#### ④表土资源保护措施

在进行土地复垦时，要保护和利用好表层的耕作层土壤和表层土壤。

### 3、关闭阶段主要技术措施

#### (1) 加强宣传、防止损毁

加强土地复垦政策宣传，在明显位置树立警示牌，同时加大巡查力度，保护已复垦土地不被损毁。

#### (2) 加强监测

土地复垦管理机构将加强对复垦效果的监测，同时矿山企业动员土地权利人进行四季观察，确保复垦工作落到实处。

#### (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第六、七节监测工程量中计算，本节不再重复预留预防工程量。

## 二、矿山不稳定地质体治理

### (一) 目标任务

根据现有不稳定地质体的发育特征，结合后期采矿活动影响程度，本次矿山不稳定地质体治理主要针对现有的 1 处不稳定地质体（BT01）进行治理，在地下采矿后的地表岩石移动范围内，还应加强巡查、监测，警示，发现问题及时处理。通过相应的工程治理，消除不稳定地质体隐患，确保区内居民和采矿人员的生命财产安全。

### (二) 工程设计与技术措施

两河口钨钒矿评估区内主要不稳定地质体为拟建工业场地旁的不稳定地质体、采矿引起的地面塌陷。

#### (1) BT01 不稳定地质体治理工程设计

由于两河口钨钒矿现状发育的一处不稳定地质体，为小型，分析治理工程的可行性、经济效益，本次针对该处不稳定地质体采用危岩清理，同时布设警示牌。

BT01 不稳定地质体危岩、危石清理约 120m<sup>3</sup>，在坡脚处设置警示牌 1 处。

#### (2) 临时堆矿场治理工程设计

**挡墙：**依据临时堆矿场的地形，设计在前边修建挡墙，后部修建截排水沟。挡墙采用 M10 浆砌石，长 30m，高 4.0m（地下 1.0m），顶宽 0.8m，背坡直立，面坡坡率 1:0.2，泄水孔采用Φ110mmPVC 管 2m×2m 梅花形布置，新建挡墙的工程量为开挖石方 54m<sup>3</sup>，M10 浆砌石 156m<sup>3</sup>，PVC 管 46m。（见图 5-1）。

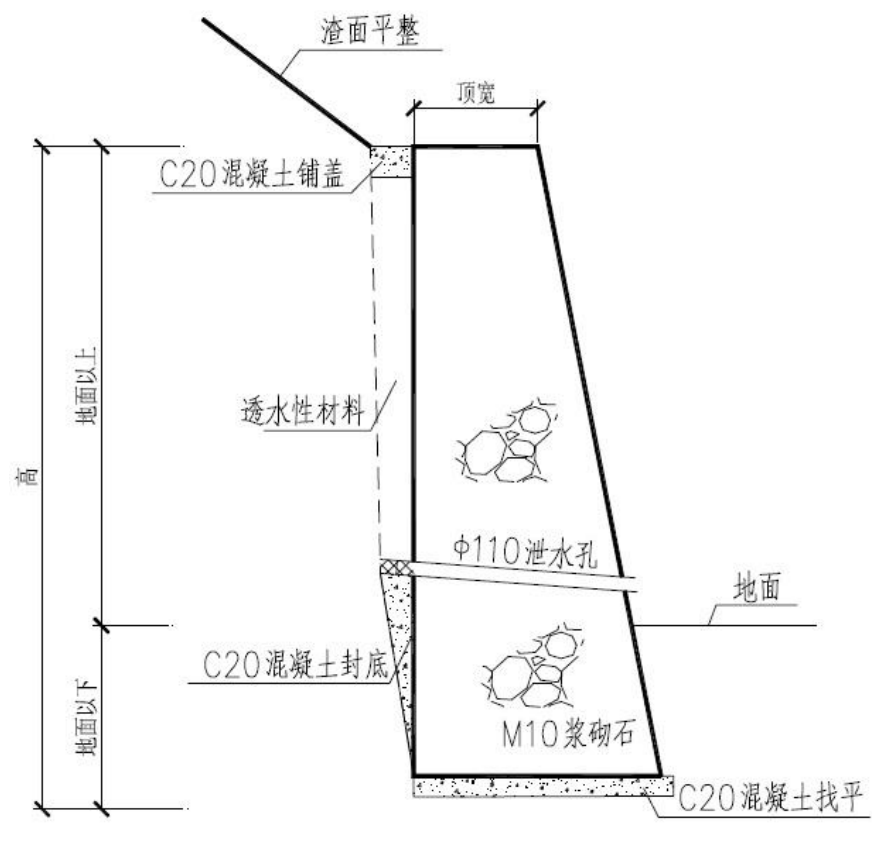


图 5-1 挡墙设计大样图

**截排水沟:** 设计截排水沟布置在沟道后缘及两侧, 断面为矩形(见图 5-2), 长为 280m, 底宽 0.4m, 深度 0.4m, 壁厚 30cm。采用 M10 浆砌片石砌筑, 块石抗压强度不低于 30MPa, 水泥砂浆勾缝、顶抹面。

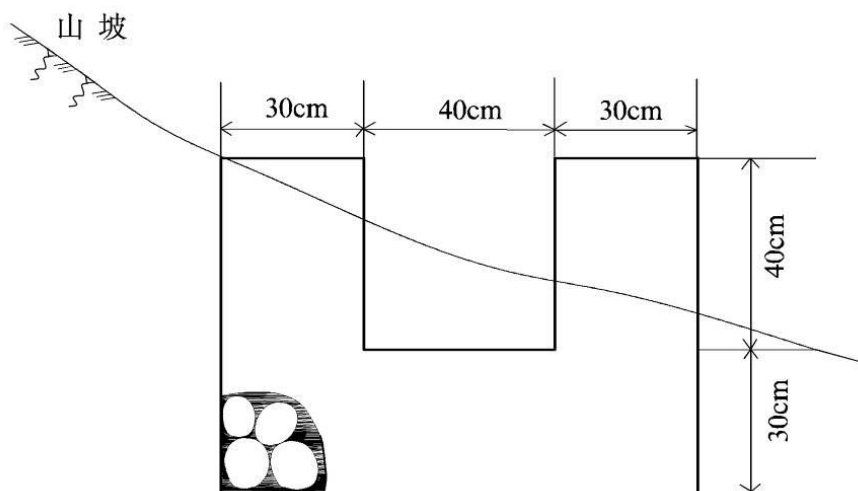


图 5-2 设计截排水沟断面图

### (3) 地面塌陷治理工程设计

地面塌陷区主要工程为塌陷区外围刺丝围栏围护, 设立警示牌。

对地表的变形地段及时设置围栏，并竖立安全警示标志，以免人畜误入造成伤害事故。围栏长 820m，护栏高 1.5m，采用带刺的钢丝绳连接，并在靠近道路、田间耕地等人畜经常出入地方设立明显警示牌，共设警示牌 28 块，禁止人畜进入，以免造成不必要的伤害。建立矿山不稳定地质体观测预报机构。

矿井生产结束后，要对平硐、回风井进行封闭，具体方法为：

①平硐内支护井壁的所有设施不得拆除，与平硐联络的巷道预先施工好挡渣墙，挡渣墙采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，墙体外缘要接帮接顶，墙厚不少于 3m，墙体内加铁丝网和钢筋。

②向平硐内回填废石，回填过程中夯实，填至洞口 25m 时，建一挡水墙，厚度约 6m，墙体采用砼浇灌，砼强度不低于 C25，内加铁丝网和钢筋。然后回填粘土，夯实直至井口 3m。

③将沿平硐周边外扩 3m 范围的岩土体剥离，剥离坑深度略大于 3m，剥离坑基底面要平整，不能有浮石和蜂窝面，剥离坑四周要进行锚网喷支护，防止四周土体坍塌。

④按“井”型在井口上铺设 30#钢轨 4 条，钢轨长度 12m，然后再铺设 8mm 钢板，盖住井口，钢板外缘离井口边沿不少于 2m，钢板四角要用锚杆锚固拉紧。

⑤向剥离坑内浇灌水泥，水泥型号高于 425#，每浇灌 0.4m 时，要按 0.8m 的间排距铺设一层钢筋成网状，水泥要一次性浇灌成功，水泥厚度为 2.2m。

⑥水泥浇灌完成后，要定期进行养护，养护不低于 3 个月，3 个月以后，浇灌体上方覆盖 0.8m 的土层，并在四周设置栅栏，以防止人员进入，栅栏内进行绿化。

⑦平硐上方不准负载重物。

⑧充分利用工业场地地内建筑物，不能利用时，拆除场地内所有建筑物后对土地进行复垦，复垦设计详见本章第三节土地复垦设计。

⑨在平硐口、回风井设立安全警示标志。

### （三）主要工程量

矿山地质环境恢复治理工程不稳定地质体治理工程量见表 5-1。

表 5-1 不稳定地质体治理工程量一览表

编号	项目名称	单位	工程量
（一）	第一阶段（近期）治理工程		
一	不稳定地质体治理工程		
1	BT01 危岩清理	m <sup>3</sup>	700

编号	项目名称	单位	工程量
2	警示牌	处	2
(二)	第二阶段（中期）治理工程		
一	临时堆矿场治理工程		
1	挡墙（30m）		
1.1	M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	156
1.2	土方开挖	m <sup>3</sup>	54
1.3	PVC 管安装(Φ100)	m	46
2	截排水渠（280m）		
2.1	M10 浆砌石	m <sup>3</sup>	152
2.2	土石方开挖	m <sup>3</sup>	196
2.3	伸缩缝	m <sup>2</sup>	116
2.4	土方回填	m <sup>3</sup>	64
二	地面塌陷		
1.1	刺丝围栏	m	820
1.2	警示牌	处	28
(三)	第三阶段（后期）治理工程		
一	平硐、回风斜井封闭		
1.1	C25 砼浇筑	m <sup>3</sup>	176.4
1.2	废石回填	m <sup>3</sup>	16214.1
1.3	黏土回填	m <sup>3</sup>	323.4
1.4	井口岩土体剥离	m <sup>3</sup>	144
1.5	型钢制安	t	1.2
1.6	锚杆（6m）	根	16
1.7	警示牌	处	4

### 三、矿区土地复垦

#### （一）目标任务

##### 1、总体目标任务

本方案土地复垦工程设计依据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），结合矿山开采造成土地损毁的类型、过程和方式，并且结合当地自然环境状况，设计合理的土地复垦工程。

对于拟造成土地损毁，本方案设计在矿山的建设期生产期间实施土地复垦工程；对于拟损毁土地，结合第三章的对土地损毁情况的预测分析、沉稳时间和开采接续关系合理布置复垦工程。矿区土地复垦规划图见附图五。

## 2、具体目标任务

鉴于本矿对土地造成损毁的重复性，在开采过程中，对地表沉陷造成的地表裂隙进行充填，防止因地表沉陷裂隙造成水土流失、生命安全等方面的危害，并实施必要的监测措施。等到矿山开采结束，沉陷稳定结束后，对开采沉陷区实施完整土地复垦。

根据第三章土地损毁预测，复垦责任范围面积为 53.09hm<sup>2</sup>。矿区土地复垦规划图见附图 5。

## （二）工程设计

### 1、土地复垦对象设计范围与类型

两河口钼钒矿在基建期及生产期挖损、压占及沉陷损毁土地类型有旱地、乔木林地、灌木林地、其他林地等，矿区复垦责任总面积为 53.09hm<sup>2</sup>。开采沉陷区在原地块维持原土地利用功能不变，增加绿地面积与耕地面积，提升生态环境质量。

### 2、土地复垦利用目标与方向

在矿山服务期内将塌陷区和建设挖损压占损毁区通过工程与生物措施恢复其土地利用价值。塌陷区和建设挖损压占损毁区根据其现状用地、土地利用总体规划及土地适宜性评价，规划复垦为旱地、乔木林地。

#### （1）损毁区土地复垦方向

- ①工业场地最终复垦方向为乔木林地；
- ②临时堆矿场最终复垦方向为乔木林地；
- ③平硐场地及回风井最终复垦方向为乔木林地；
- ④矿山道路最终复垦方向为乔木林地；
- ⑤沉陷区土地按原地类复垦。

#### （2）复垦植被选择

树种优先选择当地适种树种，因矿区内村庄、耕地及道路周边种植大量刺槐，为使景观生态系统在空间分布上具有连续性，方案乔木林地复垦植被选择樟子松，灌木林地选紫穗槐；草地种植羊胡草；复垦耕地种植农作物为玉米、小麦、土豆、豆类等。

开采沉陷区其他地类在原地块维持原土地利用功能不变，增加绿地面积与耕地面积。复垦后的土地在工程措施与生物措施的作用下，土壤质量将会逐步提高，植被覆盖率达到复垦标准，使复垦后的用地符合略阳县土地利用总体规划。复垦后土地利用状况见附图五两河口钼钒矿土地复垦规划图。

### 3、土地复垦工程设计

### (1) 工业场地林地复垦单元工程设计

复垦工程设计主要包括土壤重构工程（表土剥离、养护、平整工程、覆土工程、土壤培肥）、植被重建工程。

### ①表土剥离、养护

### 1) 表土剥离

本复垦方案安排工业场地复垦单元进行剥离：在施工前，先对开挖区的表层熟土进行剥离，林地剥离厚度为 40cm。

## 2) 表土堆存、养护

表土运输堆放于临时堆矿场内，表土堆土高度 8m，按自然坡度堆放，需要撒播散播羊胡草进行表土养护，按照  $20\text{kg}/\text{hm}^2$  进行散播（图 5-3）。

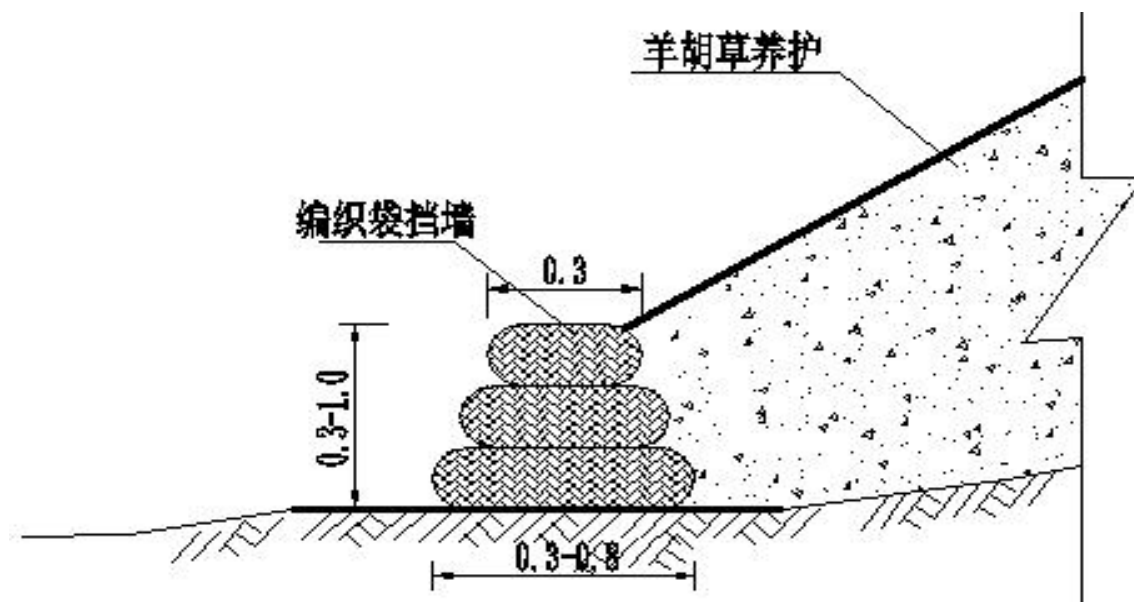


图 5-3 表土堆放示意图

## ②清理工程

矿山开采结束后，对废弃建筑进行拆除，硬化地面需剥离、基础需挖除。采用挖掘机和推土机协同作业。

行政及福利设施区地面硬化程度较高，地表有混凝土及砖结构构建筑物，硬化地面结构为砂石地面和混凝土地面，矿业开采结束后，对废弃建筑进行拆除，硬化地面进行剥离、基础进行挖除。

经调查，工业场地等永久占地的建筑一般为多层混凝土结构建筑，采用机械方式拆除，需拆除的单位面积工程量约为  $0.6\text{m}^3/\text{m}^2$ 。

建筑拆除后，硬化地面需剥离、基础需挖除，采用挖掘机和推土机协同作业。据实



地调查，工业场地等永久用地的路面一般为混凝土路面，平均厚度为 0.6m；建筑物基础一般为毛石条基，埋深小于 1.5m；硬化地面结构一般为砂石地面和混凝土地面，厚度一般小于 15cm。

采用挖掘机和推土机协同作业。进行有组织有顺序的拆除工作，复垦过程中清理的弃渣主要运至政府指定的建筑垃圾处理厂进行统一处理。

**③平整工程**

利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度。

**④阻隔层覆盖、压实**

按照土壤质量控制标准要求，本方案拟采用碱性物料—炉渣覆盖阻隔技术，防止金属硫化物中的重金属进入土壤层，土壤重构剖面见图 5-4。

在整平的表面上覆盖、压实一层厚 10cm 的炉渣，作为隔离层。炉渣一部分取自矿山生产、生活积存的燃煤炉渣，一部分取自当地村落生活排弃燃煤炉渣。

**⑤表土覆盖**

土地复垦时，先在表层铺设炉渣，然后均匀铺设农作物秸秆，每公顷用量为 10000kg，农作物秸秆可以从当地收购。然后进行覆土，覆土厚度 30cm，覆土土源来源于临时堆矿场。覆土、炉渣的运距小于 5km。铺设秸秆来自当地村民驻地，原料采购、运输、铺设工作所需费用全部折入原料成本中，按吨计价。

**⑥植被恢复工程**

采用乔草结合的方式恢复植被，复垦为乔木林地，乔木选择刺槐。植被种植规格见表 5-2，图 5-4。

**表 5-2 乔木林地植被种植规格表**

复垦区域	树草种	株行距（m）	播种方式	苗木规格	定植苗量株/hm <sup>2</sup>
乔木	刺槐	2×3	播种、扦插法	D0.8~1.5cm	1660

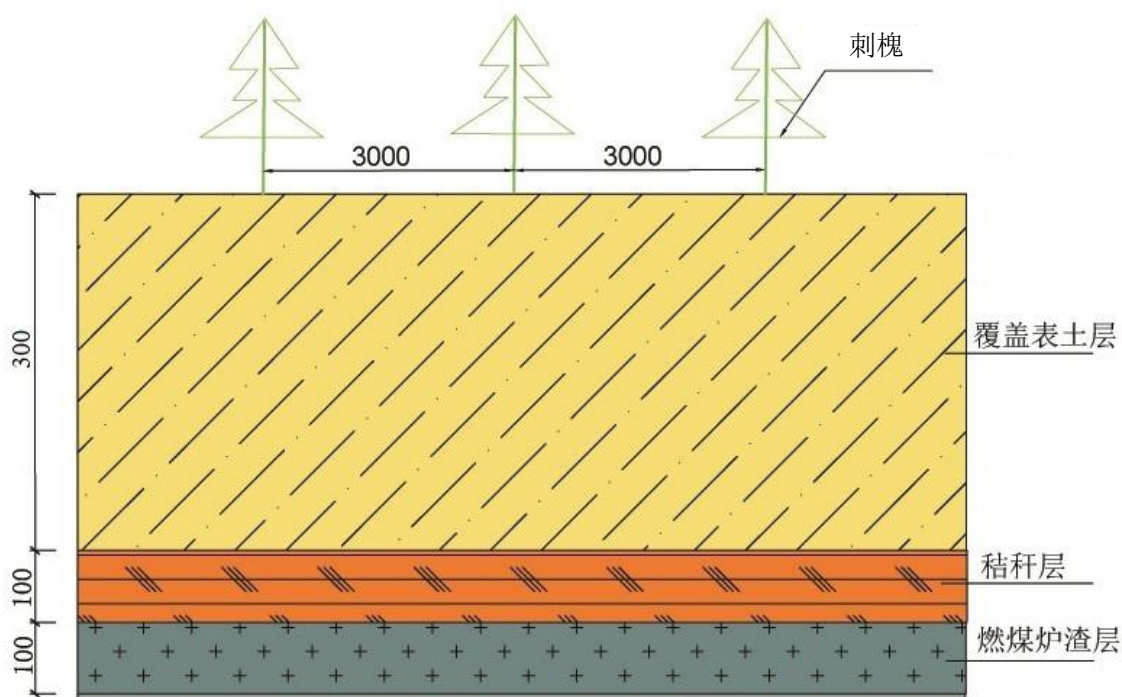


图 5-4 工业场地土壤重构剖面图

## (2) 临时堆矿场、矿山道路复垦单元工程设计

针对临时堆矿场、矿山道路复垦方向的工程设计。首先应对场地进行表土剥离、养护，废石排放完毕后，进行临时堆矿场平整，然后进行表土覆土；其次，需要采取松土和土壤改良措施改善土壤质地，改善生态环境。

本复垦单元的复垦工程措施主要为土壤重构工程，包括表土剥离、养护、表土覆土、土壤培肥等。进行人工生态系统的建设工作。

### ①表土剥离、养护

#### 1) 表土剥离

本复垦方案安排临时堆矿场复垦单元进行剥离：在施工前，先对开挖区的表层熟土进行剥离，林地剥离厚度为 40cm。

#### 2) 表土堆存、养护

表土堆放在一角，表土堆土高度 8m，按自然坡度堆放，需要撒播散播羊胡草进行表土养护，按照 20kg/hm<sup>2</sup> 进行散播。

### ②平整工程

为了减少临时堆矿场表面附加坡度，便于机械化施工，提高复垦后土地的保水保墒能力，方案设计对临时堆矿场平面进行土地平整。复垦前用推土机对临时堆矿场平面进行整平、压实，整平后平面坡度≤5°。

### ③表土覆土

废石排放完毕后，对复垦单元进行表土覆土，覆土厚度 30cm。土源采用剥离表土。

### ④土壤培肥

矿区范围内土地资源较少，因此在废石排放完毕后采用表土覆土，均匀撒施肥料，选用农家肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础。

### ⑤植被恢复

整地后的空地选择适宜的植物，及时再植。再植应作好选苗、植苗、浇水和抚育管理。造林技术与工业场地复垦单元一致。

## (3) 采矿平硐及回风井复垦单元工程设计

复垦工程主要包括土壤重构工程和植被重建。土壤重构工程包括表土剥离、表土养护、表土回填、土地平整。

### ①表土剥离

本复垦方案安排采矿平硐复垦单元进行剥离：在施工前，先对开挖区的表层熟土进行剥离，林地剥离厚度为 40cm。

### ②表土养护

表土拉运至临时堆矿场内，按自然坡度堆放，需要撒播散播紫花苜蓿进行表土养护，按照 20kg/hm<sup>2</sup> 进行散播。

### ③表土回填

待闭场结束后，及时开展土地复垦工程，将施工前剥离的表土回填于损毁土地表面，保证植物生长。

### ④土地平整

对覆土后区域进行土地平整，以便后续植被恢复工作进行。复垦时可利用平地机、推土机等机械进行平整。

### ⑤穴状整地

乔木林地进行穴状整地，间距为 3m×2m，树穴大小 80cm×80cm×50cm。

### ⑥植被种植

根据复垦植被选择情况表分析，本区域林地复垦选择种植刺槐。

## (4) 沉陷区旱地复垦单元工程设计

### ①小面积沉陷、裂缝地复垦工程设计

a、剥离沉陷区及裂缝地周围和需要削高垫底部位的耕作层土壤并就近堆放，剥离

厚度为 0.3~0.4m。需要平整的削高垫底部位可在地块范围内用目测确定。

b、在复垦场地附近上坡方向选定无毒害、无影响的黄土土源，用机械或人工挖方取土，用机动车或人力车装运至充填地点附近堆放。

c、由堆放点用机动车或手推车取土对沉陷区域或裂缝进行填充，在充填部位或削高垫低部位覆盖耕层土壤。对于还未稳定的沉陷区域，应略比周围田面高出 5.0~10.0cm，待其稳定沉实后可与周围田面基本齐平。在充填裂缝距地表 1.0m 左右时，每隔 0.3m 左右分层应用木杠或夯石分层捣实，直至与地面平齐。

d、整修沉陷或裂缝区域损毁的田坎地棱等排灌设施，恢复原有的耕作条件。

## ②大面积沉陷、裂缝地复垦工程设计

a、按照设计要求修筑施工及机械运行的道路。

b、如果复垦区耕层表土肥力明显优于地下黄土覆盖层，按照设计分区剥离耕层表土堆放在各垦区周边地带。耕层表土主要用铲车和运输车辆配合推土机施工，剥离厚度 0.4m。

c、按照设计要求进行分区施工放样，一般采用施工方格网进行放样，待复垦区采取统一坐标系统，方格网距根据地形条件采用 20~50m，网点坐标应统一编号并注明每一标桩的设计高度及挖填深度。

d、分区按照设计要求和该区的复垦方向进行平整土地。用铲车、推土机和运输车辆相配合，按标桩指示高度挖高填低。

e、充填沉陷区和裂缝。位于田面设计标高以下低洼处宽度 0.30m 以上的大裂缝和沉陷区域应在平整土地之前充填；小于 0.30m 的中小裂缝可在平整过程中充填；土地平整后显露出来的裂缝和沉陷区域则在平整土地后充填。宽度大于 0.30m 的裂缝和沉陷区域在充填时应加设防渗层。防渗层厚度应大于 1.00m，位于田面 0.5~1.0m 以下，用粘土分三层以上捣实，使其干容重达到  $1.40\text{t/m}^3$  以上。用于构筑防渗层的粘土，其渗透系数小于  $0.001\text{m/d}$ 。

f、覆盖表土，人工配合铲车及运输车辆联合作业，使覆盖均匀。

## ③充填复垦工程设计

a、如果复垦区耕层表土肥力明显优于地下覆盖层，按照设计剥离耕表土堆放在各垦区周边地带。耕层表土主要用铲车和运输车辆配合推土机施工，剥离厚度 0.3~0.4m。

b、用机械挖深施工区域的表土层至底土层。

c、将排弃岩、土、渣填充在底部并填平压实，表层覆盖黄土。

d、为防止地表水下渗引起裂缝深部的进一步扩大，在充填物表面灌注一层固结材料作为防渗层，再将挖出的耕作层土覆于表面。防渗层及耕作层土覆盖层分别达到设计高度，充填后的地面最低标高不低于附近自然地貌标高，以利于雨季自然排水。

④梯田式复垦工程设计

对于沉陷较深，坡度小于 15°的耕地，可通过修筑梯田进行复垦。在进行复垦前，先将表层 30cm 的表土剥离并进行适当贮存，复垦工程结束后，再将所剥离熟土覆盖在土地表面。采用生熟土混堆法适地复垦，加施农家肥和化肥，选用适宜于当地种植的作物和优良品种，使用先进的旱作农业技术，当年可达平产或超过沉陷前的产量。

a 按照设计划分地块，布设道路。按照修建水平梯田（半挖半填式）的设计要素，修建进入地块的施工道路并纳入农田道路网。水平梯田断面设计参数的确定，依据下列条件：1、动土方的工作量最少；2、梯田坎占地少；3、田坎土壤的物理力学性能良好，有一定的抗暴雨冲毁的安全保证率；4、方便机械操作；5、尽量减少对作物减产的影响。修建梯田设计见图 5-5 及相关指标见表 5-3。

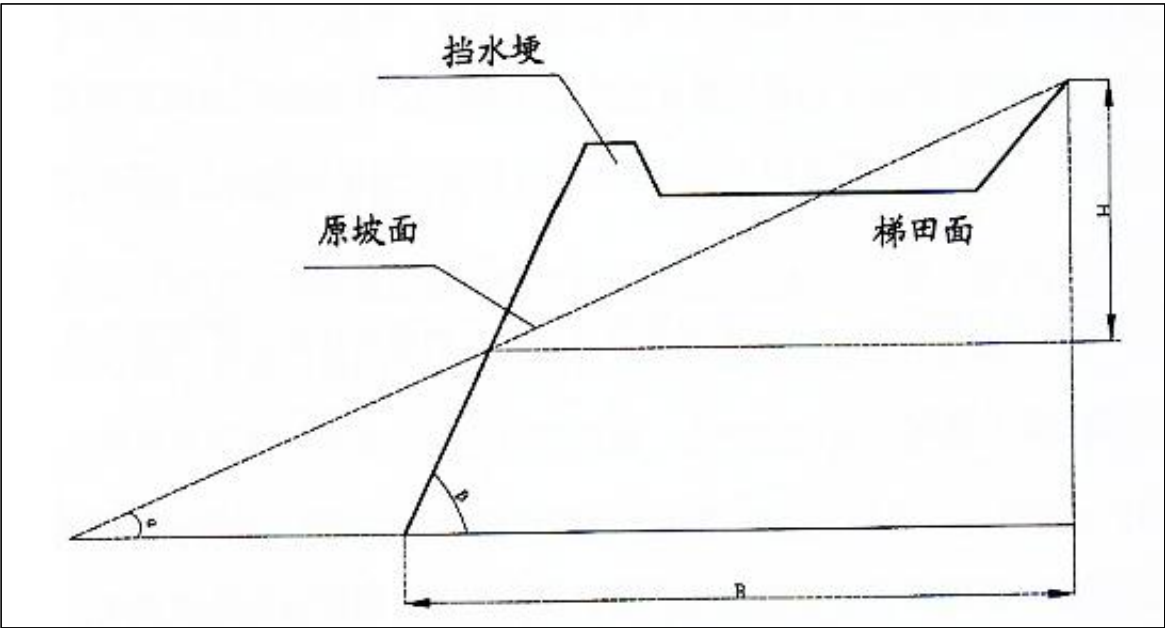


图 5-5 水平梯田设计图

表 5-3 梯田断面设计要素表

地面坡角 $\alpha$ (°)	坡高 $H$ (m)	坎坡角 $\beta$ (°)	田面宽度 $B$ (m)
3	1.20	45	22.60
5	1.50	45	16.80
7	1.80	45	14.10
10	2.00	40	10.80
12	2.30	40	10.10

15	2.50	40	10.10
20	2.80	40	7.70
25	3.50	40	7.70

b、充填裂缝。应将全部裂缝、按裂深分段挖开，再分段分层回填夯实。耕作层以下裂缝回填夯实，要求容重达  $1.4\text{t/m}^3$  以上。

c、施工放线，应用测量放线方法在现场放出每个地块的开挖零线、开挖边线、填方边线和坝项高程。

d、田面分开推平。按照设计要求和该区的复垦方向进行平整土地。用铲车、推土机和运输车辆相配合，分区按照设计要求和复垦利用方向进行土地平整，按标桩指示高度挖高填低。

e、筑坎拍棱。按设计要求修筑梯田地坎。筑坝时的土壤以手捏成土团自由落地碎开为拍棱的最佳的土壤湿度。同过排棱，力求使距棱坝外侧  $40\sim 60\text{cm}$  内的土壤干容重达到  $1.4\text{t/m}^3$  以上。

f、修整田面。因梯田外侧填方部位一般会有一定沉陷，同时也考虑到梯田的蓄水保肥要求，应将推平的梯田面修整为外高里低的内倾式逆坡，坡度为  $1\sim 3^\circ$ ；并于棱坎顶部筑一拦水埂，田埂密实度要求  $\geq 0.85$ ，田埂高  $30\text{cm}$ ，顶宽  $30\text{cm}$ ，斜坡  $1:3$ 。

g、深翻保墒。应用机械推平后的梯田挖、填部位的土体的松紧不一，故整地之后应进行深翻，以达到保墒的要求。深翻深度为  $0.5\text{m}$  左右。

h、采用混堆法机修梯田后，梯田耕作层的土壤大部分变为生土，不利于作物的生长，需要在深翻的同时，配方施肥，培肥土壤。

### ⑤土壤改良

土壤改良是针对影响土壤生产能力的不良性状和障碍因素，采取相应的物理化学措施，改善土壤性状，提高土壤肥力，增加作物产量的综合措施。土壤改良一般分为以下两个阶段：

a、保土阶段，采取工程或生物措施，使土壤流失量控制在允许流失范围内，开展适宜的基本农田建设，确保耕地基本性能。

b、土壤改良阶段，其目标是增加土壤有机质和植物生长需要的其他养分含量，改善土壤性状，提高土壤肥力。常规改良土壤的措施为施入农家肥和种植豆科绿肥植物。两河口钼钒矿矿区耕地土壤以黄土为主，有机质和速效磷含量较低，因此要增施有机肥料和磷肥，结合深耕、深锄蓄水保墒。根据本矿区内零星几块农地调查和对当地农民咨询，适宜当地农作物高产的有机肥施入量为  $15000\text{kg/hm}^2$ ，增施化肥  $5000\text{kg/hm}^2$ 。

(6) 沉陷区乔木林地复垦单元工程设计

①复垦措施

1) 沉陷林地的复垦采取两种方案：一是对受损的树木，及时扶正树体，填补裂缝，保证正常生长。二是对沉陷严重的地块，根据海拔、坡向、坡度、土壤质地、土层厚度等，采取适宜的整地措施，选择适宜的品种，适地适树，增加植被覆盖度。

2) 裂缝处理：如前所述。

3) 缓坡区整地：一般情况应全面整地，清除杂草、灌木、石块。全面整地对幼林生长较好，但投工多，成本高。在林木生长初期，可实行林、粮间作。不宜全面整地的缓坡地，可沿等高线将地整成水平阶、水平沟、反坡梯田。水平阶：带状分布，土面与坡面构成一定角度，阶面断面水平，或者稍向内倾斜，阶面宽 0.5~1.5m，阶长依地形而定，阶间距 1.5~2.0m，有埂或无埂。

4) 坡度较陡区整地。一般采用鱼鳞坑。坡土面半圆形，坑面低于坡面，呈水平或稍向内倾斜凹入，坑内侧有蓄水沟与半圆两角之引水沟相通。有出水口，使坑间相连。

5) 整地后的空地选择适宜的植物，及时再植。再植应作好选苗、植苗、浇水和抚育管理。

沉陷区林地造林技术指标参见表 5-2。乔木林地种植规格平面图见图 5-6。

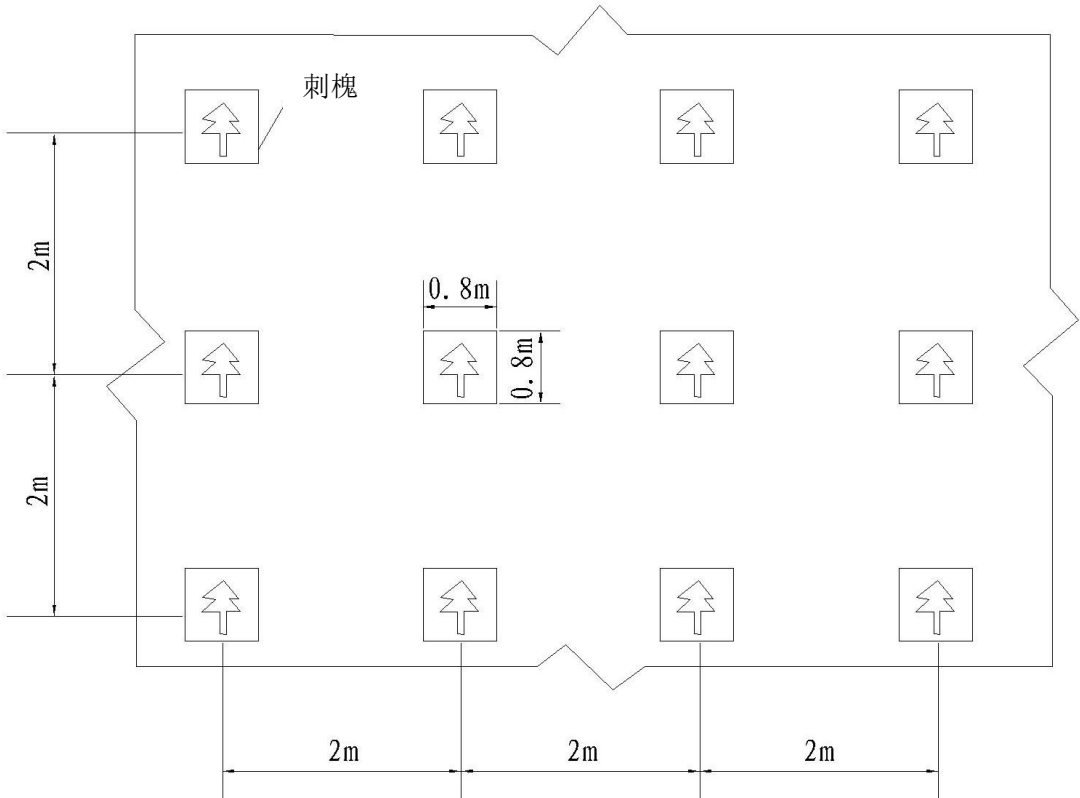


图 5-6 乔木林地种植规格平面图



## ②整地方式

种树季节在春季、夏季、秋季进行整地，乔木采用穴状整地 80\*80\*80cm。

带土球苗木的栽植方法：栽植时，要提包土球的草绳，将树苗放入坑内摆好位置，再放稳，固定和使它深浅合适之后，剪断草绳或草包，尽量将包装物取出，然后将挖坑时取的表土底土分层回填踏实。踏实坑土时，应尽量踩土球外环，不要擦土球踩破。栽植后填高约高于原土球 2~3cm，对栽好的较大常绿树和高大乔木，应在树干周围绑、埋三个支柱，以防树木倒伏。

裸根苗的栽植方法：栽植时要扶正苗木入坑，用表土填至坑 1/2 处，将苗木轻轻上提，保持树身垂直，树根舒展，使坑内的土与根系密接，随后再填刨坑时挖出的底土或稍次的土，并应随填土随用脚踏实，但不要踩坏树根。栽植后乔木填高约高于原土痕 10cm，然后将回填土壤踏实。栽好后用底土在树坑外围筑成灌水埂，即时浇灌，然后覆土，防止蒸发。将树型及长势较好的一面朝向主要观赏方向；如遇弯曲，应将变曲的一面朝向主风方向。栽植后行列保持整齐。

春季、夏季、秋季人工植苗造林：人工植苗造林，每穴栽植 1 株，苗木直立穴中，分层覆土、踏实，埋土至地径以上 2.00cm，栽后浇水。

## ③抚育管理

造林后及时灌水 2~3 次，一般为一周浇灌一次，成活后半个月浇灌一次。带土球的乔木，每次每穴浇水量 25kg，不带土球的乔木及花灌木浇水量 15kg。前三年每年穴内除草 2~3 次。另外，需定时整形休枝。

## （三）技术措施

土地复垦技术措施包括工程技术措施、生物化学措施和管护措施。

### 1、工程技术措施

工程技术措施是通过人工措施，使退化的土壤生态系统恢复到能进行自我维护的正常状态，确保矿区范围内土壤植被按照自然规律进行演替。采用以下原则进行复垦：①工程复垦与生态复垦相结合的原则；②农用地复垦与耕地建设相结合的原则；③林地、草地复垦与改善生态环境相结合的原则。

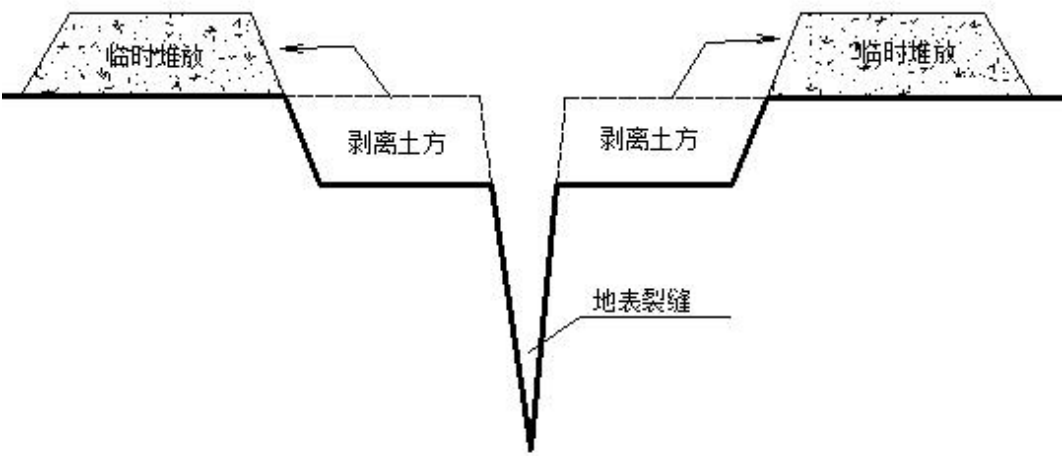
#### （1）塌陷损毁土地的复垦措施

沉陷损毁地拟采取的复垦工程技术措施：

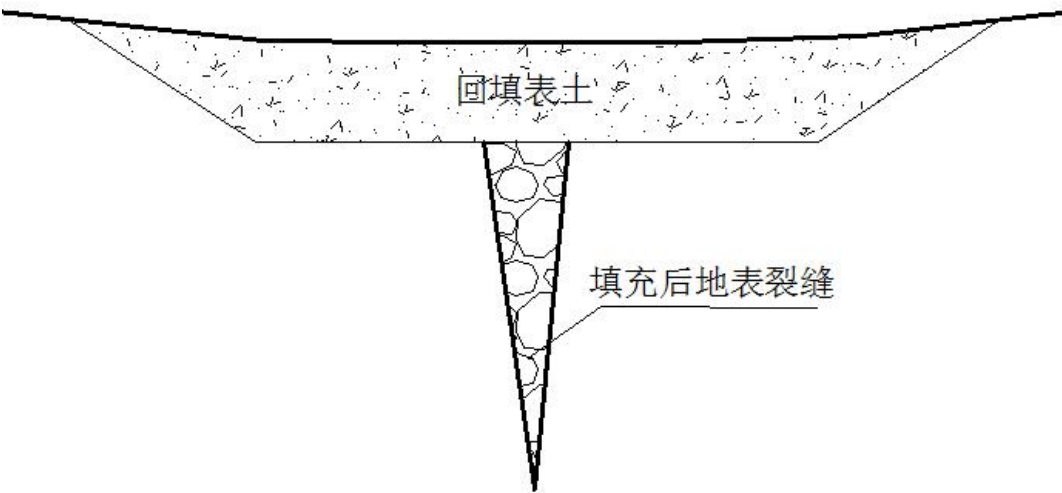
##### ①裂缝填堵法

矿区土壤较薄，对于裂缝没有贯穿土层的较轻、中度损毁的裂缝地，采用填堵裂

缝的方法进行整治。将裂缝地挖开，用黄土逐层夯实即可。对于稳定的沉陷地也可用填堵法暂时恢复土地的生产力，能够保证进行一定的农业生产或林草生长即可，待其稳定后再采取适当的复垦措施。裂缝充填方法见示意图 5-7。



A：裂缝两侧表土临时剥离堆放



B：裂缝充填表土回覆

图 5-7 裂缝充填示意图

②平整土地法

对于已稳定的、沉陷深度（裂缝深度） $\leq 2.0\text{m}$ 、本身坡度不大的地块，这些地块的损毁程度不大，对农业生产、林草生长的影响有限，因此采用机械或人工挖方取土，按照不同的机耕条件和灌排条件确定合适的标高和坡度，进行填挖平衡，使各地块的地面坡度保持在规定的标准。

③复垦工艺

适用于已稳定的、沉陷深度较大、本身坡度起伏较大，甚至呈台阶状的坡耕地。

由于本矿区地形以山地为主，因此原有耕地大部分具有一定的坡度，沉陷后可以使当地的地形坡度变化趋于平缓，但部分地区由于裂缝带的存在，坡度也可能陡增。沉陷后的地表坡度在 $2\sim 6^{\circ}$ 之间时，适用梯田复垦工艺可以沿地形等高线根据高低起伏状况就势修建台田，形成梯田景观，并略向内倾以便拦水保墒。同时要修筑适当的灌排水设施，防止水土流失，从而改善原有的农业生产布局。

## **2、生物化学措施**

### **(1) 土壤改良**

项目区覆盖的土层较薄，养分贫瘠，缺乏必要的营养元素和有机质，因此需要采取一系列措施改良土壤的理化性质，主要方法有：

#### **①人工施肥**

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

#### **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能很好地生长。常见的有沙打旺、紫花苜蓿、豆科等植物。

#### **③微生物技术**

主要是利用菌肥或微生物活化剂改善土壤和作物的生长营养条件，迅速熟化土壤，固定空气中的氮元素，参与养分的转化，促进作物对营养的吸收，分泌激素刺激作物的根系的发育，抑制有害生物的活动，提高植物抗逆性。结合矿区实际情况，本方案拟选施肥的方式进行土壤改良。

### **(2) 植物品种筛选**

筛选适当的先锋植物对复垦土地进行改良，同时要筛选适宜的适生植物作为土地复垦的物种。借鉴周边矿山的复垦经验，选择刺槐作为复垦的树种。

## **3、管护措施**

沉陷复垦工程结束后，对所栽植的林、草进行三年度的科学抚育管理，具体拟定抚育管理的措施设计。

一般抚育管理包括田间管理和植物抚育管理。田间管理包括林木浇水、施肥、锄草等，植物抚育管理包括病虫害防治、修剪、平茬和刈割等措施。

## **(四) 主要工程量**

## 1、工程量测算依据

- (1) 土地复垦工程设计要求；
- (2) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)。

沉陷区范围内存在重复损毁，土地复垦工程量计算时，考虑重复损毁土地面积。

## 2、工程量测算方法

### (1) 裂缝充填工程量测算方法

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 $C$ ，每亩的裂缝条数为 $n$ ，则每亩面积塌陷裂缝的长度 $U$ 可按下列经验公式计算：

$$U=\frac{666.7}{C}n \quad (\text{m})$$

设每亩沉陷地面裂缝的充填土方量为 $V$  ( $\text{m}^3$ )，则 $V$ 可按如下经验公式计算：

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

根据矿区周边矿山现场调查及当地土地复垦经验，确定各损毁程度的地面裂缝技术参数见表 5-4 和表 5-5。

表 5-4 不同损毁程度地面裂缝技术参数表

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

表 5-5 不同损毁程度地面裂缝充填土方量

损毁程度	每亩沉陷地面裂缝土方充填量 $V$ ( $\text{m}^3$ )	每公顷沉陷地面裂缝土方充填量 $V$ ( $\text{m}^3$ )
轻度	1.51	22.63
中度	19.87	298.05
重度	126.41	1896.15

### (2) 土壤剥覆工程量测算方法

#### ①裂缝充填区表土剥离工程量测算方法

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 $V_{\text{剥}}$  ( $\text{m}^3$ )，每公顷地面裂缝长度 $U$  ( $\text{m}$ )，剥覆表土厚度为 $h$  ( $\text{m}$ )，每侧剥离宽度为 $d$  ( $\text{m}$ )，则每公顷损毁土地剥覆土方量 $V_{\text{剥}}$ 的计算公式如下：

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

根据各损毁程度的地面裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥覆土方量，具体见表 5-6。

**表 5-6 不同损毁程度土壤剥覆工程量表**

损毁程度	每公顷地面裂缝长度 $U$ ( $\text{m}$ )	剥离厚度 $h$ ( $\text{m}$ )	每侧剥覆宽度 $d$ ( $\text{m}$ )	每公顷剥离土方总量 $V_{\text{剥}}$ ( $\text{m}^3$ )	每公顷覆土土方总量 $V_{\text{剥}}$ ( $\text{m}^3$ )
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

### ②工业场地等表土剥离工程量测算方法

工业场地等表土剥离厚度为 0.50m，表土剥离工程量为剥离厚度乘以剥离面积。

#### (3) 表土覆土工程量测算方法

旱地复垦方向表土覆土厚度为 0.60m，林地复垦方向表土覆土厚度为 0.5m，首先采用临时堆矿场堆放表土进行回覆，缺少土方采用外购土源。

#### (4) 平整土地工程量测算方法

平整土地是为了消除地表沉陷引起的附加坡度，同时消除地表原有坡度，使之尽量水平，提高耕地的标准。轻度区、中度区和重度区的附加坡度分别按照 1°、2°和 3°计算，同时原有地面坡度平均按照 3°计算。根据沉陷区不同损毁程度产生倾斜的附加坡度平均值及原始坡度，平整每公顷土地土方量 $V_1$ 可按照以下经验公式计算：

$$V_1 = 5000 \tan \alpha, \quad (\text{m}^3 / \text{hm}^2)$$

经计算，不同损毁程度每公顷沉陷地平整工程工程量见表 5-7。

**表 5-7 不同损毁程度平整土地工程量**

损毁程度	平均平整坡度 (°)	平整每公顷土地平整量 ( $\text{m}^3$ )
轻度	4	349.63
中度	5	437.44
重度	6	525.52

#### (5) 土壤培肥工程量测算方法

对于熟土，为提高耕地的耕种质量，对耕地进行土壤培肥，在 0~20cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地

产量打下基础。与平整工程同时进行。

对于生土，在 0~30cm 土层内，均匀撒施肥料，选用农家肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，为土地产量打下基础。与平整工程同时进行。

土壤培肥工程量标准见表 5-8。

**表 5-8 土壤培肥工程量标准一览表**

土类	肥料种类	每公顷土地施肥量 (kg/hm <sup>2</sup> )
熟土	农家肥	500.0
	无机肥	150.0
生土	农家肥	15000.0
	无机肥	5000.0

### (6) 土地翻耕工程量测算方法

土地翻耕主要设计在工业广场，在春、秋两季采用双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中耕机和浅耕机等对土地进行深耕。

工程量测算方法：土地翻耕工程量=土地翻耕面积。

### (7) 清理工程量测算方法

工业场地等占地的建筑一般为混凝土结构建筑，办公楼基础为桩基，其它建筑物基础一般为条基，埋深 1.5~2.5m；硬化地面结构一般为砂石地面和混凝土地面，厚度一般为 20cm。除办公楼外，需拆除的单位面积工程量约为 0.6m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>；区内的建筑一般为单层或多层砖混结构建筑，采用机械和人工拆除。

### (8) 生物措施工程量测算方法

生物措施工程量测算按照复垦面积×定植苗种量计算。

根据以上复垦工程量计算方法，分别测算统计各复垦单元的工程量。

**表 5-9 林地生物措施恢复技术指标表**

复垦区	树种	株行距 (m)	整地方式	苗木规格	定植苗量 (株/hm <sup>2</sup> )
乔木林地	刺槐	2×2	穴状整地 80×80×80cm	土球直 20~30cm	2500

**表 5-10 草地生物措施恢复技术指标表**

复垦区	损毁程度	种类	株行距 (m)	整地方式	苗木规格	定植苗量 (kg/hm <sup>2</sup> )
草地	轻度	羊胡草	带状撒播	播深 2~3cm	一级种	45
	中度	羊胡草	带状撒播	播深 2~3cm	一级种	60
	重度	羊胡草	带状撒播	播深 2~3cm	一级种	75

### 3、各复垦单元复垦工作量

各复垦单元复垦工程量见表5-11。

表 5-11 各复垦单元的工程工程量汇总表

复垦工程			土壤重构工程													化学工程		生物工程				
序号			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	1	2	1	2	3		
工程名称		复垦方向	复垦后面积	表土剥离	表土养护	砌体拆除	地表硬化及基础拆除	碎石清运	表土回覆	裂缝两侧土壤剥离	裂缝两侧覆土	裂缝充填	场地平整	土地翻耕	炉渣铺设	铺设秸秆	农家肥	化肥	刺槐	羊胡子草撒播	穴状整地80×80×80cm	
			hm²	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m³	m²	hm²	m³	kg	kg	kg	株	hm²	穴	
各复垦单元工程量	工业广场	乔木林地	0.21	840	840	1260	840	2100	630				2100	0.21	210	2100	3150	1050	350	0.21	350	
	临时堆矿场	乔木林地	0.17	680	680				510				1700	0.17	170	1700	2550	850	284	0.17	284	
	采矿平硐及风井	乔木林地	0.48	1920	1920	2880	1920	4800	1440				4800	0.48			7200	2400	800	0.48	800	
	矿山道路	乔木林地	0.23										2300	0.23			3450	1150	334	0.2	334	
	沉陷区	旱地	2.72								657.6	657.6	810.7					40800	13600		2.72	
		乔木林地	46.98								11078.4	11274.9	14002.39					704700	234900	77988	46.98	77988
		灌木林地	2.29								614.4	614.4	682.53					34350	11450		2.29	
总量			53.09	3440	3440	4140	2760	6900	2580	12350.4	12547.2	15495.62	1090	1.09	380	3800	796200	265400	79756	53.05	79756	



## 四、含水层保护修复措施

现状及预测评估认为矿山开采后含水层影响程度轻，对地下水位影响较轻。本方案针对破坏的含水层提出的措施主要为避免和减缓矿山开采后形成的导水裂隙对各含水层结构的破坏，减少地下水漏失量，对含水层的恢复治理工程以监测为主，保障其自然恢复，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、水土环境影响修复

### （一）目标任务

矿山的建设和生产可能造成地表土体和水资源的影响，使得区域生态环境趋于恶化。该矿山的开采对水土环境影响程度较轻，矿山在后期开采过程中，应严格按照《开发利用方案》进行矿山生产，始终贯彻“预防为主、防治结合”的原则，维护和治理矿区及周围地区生态环境，建设绿色矿区。

### （二）工程设计

地表工业场地设置污水管道和污水处理池，生产生活污水集中处理，并达标后，充分回水利用，减少外排。在地表采矿各中段坑口设置集水池，对井下涌水及其污水进行沉淀，简单的处理后全部接入矿山回水系统。

采矿废渣集中运至临时堆矿场，按照开发利用要求采用分层堆积、碾平压实，做好相关防护工程。

### （三）技术措施

对水土环境有影响的治理首先应减少影响源的排放，后期采矿废渣集中运至废石场，可采取多种途径减少堆存，并进行无害化处理，在废石场设置水质监测点，定期进行废渣浸出液水质化验分析，发现异常及时处理。

### （四）主要工程量

两河口钼钒矿设置沉淀池，废水经沉淀池处理后内部使用不外排。固体废弃物统一收集堆放，定期由环卫部门统一清运。两河口钼钒矿水土影响程度较轻，因此水土环境影响治理措施以预防和监测为主，无其它工程量。水土环境影响监测工作量详见下一小节。

## 六、矿山地质环境监测

矿山地质环境监测是从降低和避免不稳定地质体的风险、保持水土、减缓地质环

境影响程度为出发点，运用多种手段和办法，对地质环境影响破坏的成因、数量、强度、范围和后果进行监测，是准确掌握矿山地质环境动态变化基础性工作，是矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）的重要组成部分，是全力贯彻相关法律、法规，落实矿山地质环境保护与恢复治理的重要手段。

本矿山地质环境监测工程主要包括不稳定地质体、含水层、水土环境、地形地貌景观和生态系统的监测，由陕西略阳龙核矿业有限公司负责实施完成，地方自然资源管理部门负责监测工作的指导监督。

本方案矿山地质环境监测范围即为方案评估范围，略阳县两河口钼钒矿地质环境监测技术路线见图 5-8。

### （一）目标任务

1、掌握矿山开采对矿区及周边地质环境的影响程度及发展变化，为矿区地质环境治理提供依据。

2、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。

3、为政府管理部门检查、监督和兑现保证金制度提供依据。

4、为竣工验收提供专项报告。

5、为同类工程提供可对比资料。

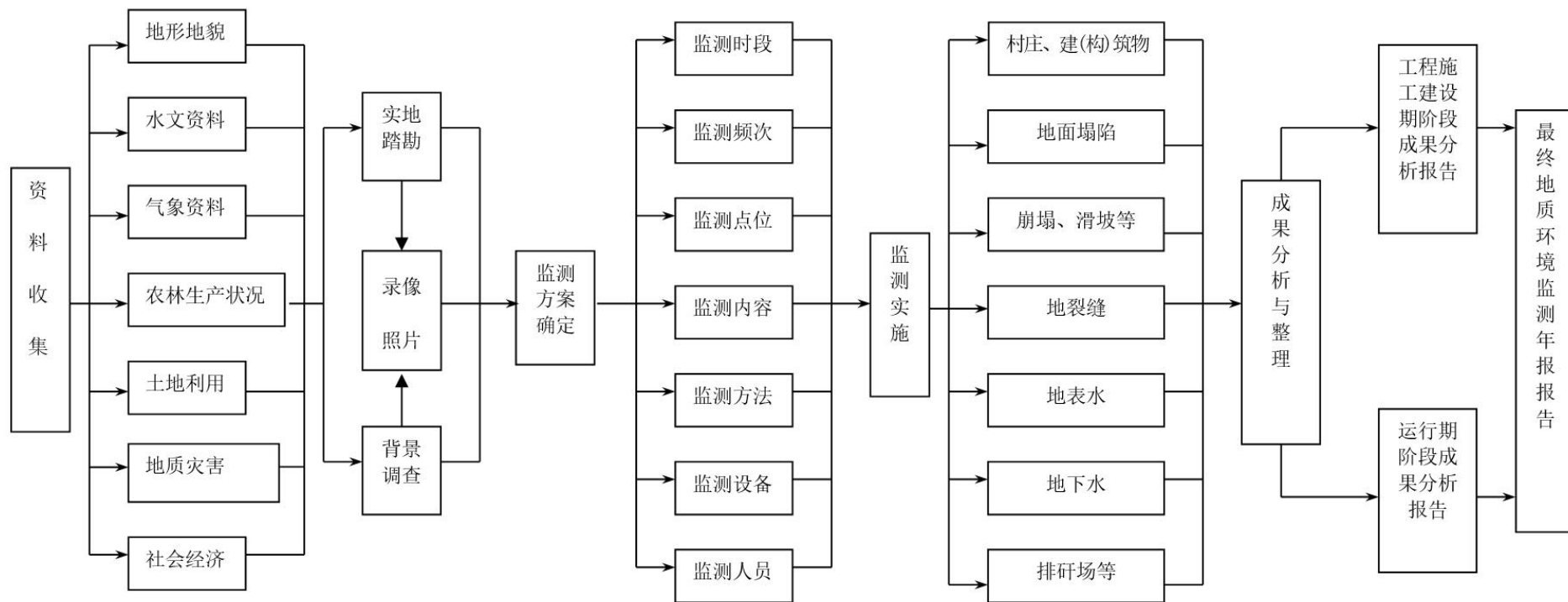


图 5-8 地质环境监测技术路线图

## （二）监测设计

### 1、监测范围

#### （1）不稳定地质体

不稳定地质体的监测范围为其影响、威胁及波及范围；地面塌陷、地面裂缝监测范围为矿山开采对地表岩石的扰动和影响范围。

#### （2）含水层

含水层影响监测范围为矿坑疏干排水对地下水影响范围、矿区排污口、矿区附近地表水体。

#### （3）地形地貌景观及土地资源

监测范围为本次矿山地质环境评估范围，包括矿山工程及影响区。

#### （4）生态系统

监测范围为采矿影响范围和评估范围，包括矿山工程及影响区。

### 2、监测内容

（1）不稳定地质体的监测，主要为年发生次数、造成的危害、不稳定地质体隐患点（区）分布及数量、已得到治理的隐患点（区）分布及数量、稳定性、降雨量等。

（2）采空区地面塌陷移动变形监测，主要为塌陷区数量、面积、塌陷坑深度、积水深度，以及地面塌陷破坏程度等。

（3）地裂缝监测：地裂缝数量、最大地裂缝长度、宽度、深度走向等，破坏程度。

（4）含水层水量监测，主要为矿坑涌水量、矿坑疏干排水对地下含水层结构破坏程度、含水层疏干面积、地下水降落漏斗面积、地下水水位变化以及地下疏干排水对地表水体影响。

（5）地表水质监测，主要包括污废水类型、年产出量、年排放量、年处理量、排放去向、年循环利用量和污废水、固体废弃物堆放对水体影响源程度及造成的危害。

（6）地形地貌景观及土地资源监测，主要为矿山活动对矿区地形地貌景观、土地资源的破坏面积和程度、挖填方数量及占地面积、废渣弃土规模及占地面积、地表植被覆盖程度、土壤影响和微量元素等。

（7）生态系统的监测，在矿区范围内地形地貌高分遥感数据的基础上，每年解译分析，根据解译出的信息，结合人工生态环境调查，完成每年度生态系统监测工程。

### 3、监测方法

（1）崩塌监测，主要采用人工调查、量测监测。

(2) 采空区地面塌陷、地面裂缝监测，以围岩稳定性监测和人工现场调查的方法进行。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、地下岩层跨落声、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，采用人工现场调查合；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，如设置刺丝围栏和警示牌等。

(3) 含水层的监测，结合矿区实际，主要是对矿井水和张家坝河、青岗树沟的河水进行水量分析，对排放水、张家坝河河水和固体废弃物浸出液进行水质分析。可采用布点量测和取样分析方法，水质监测应定期采集水样送至专门的水质化验分析中心进行。

(4) 地形地貌景观及土地资源的监测，矿区工程建设对地形地貌景观影响较严重，据此，应通过人工巡查、目视监测，结合钢尺量测、GPS 定位，监测矿山工程建设情况、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。

(5) 生态系统的监测，在地形地貌高分遥感数据基础上，每年做植被指数解译，根据解译出的信息，结合人工生态环境调查，完成每年度生态系统监测工程，建议矿山企业购买 2015、2020、2025~2029 年矿区遥感数据做为比对，为后期生态系统监测提供对比数据。

#### 4、监测点布设及频次

不稳定地质体的监测：根据上述监测内容和工作方法安排，确定在 1 处崩塌有利位置设置监测点，根据现场地势及实际需要设置监测点 1 个（D1），监测频率为 1 次/月，同时根据防治工程的集中治理期或强降雨期应进行加密监测；在采空区地面塌陷影响范围布设 14 处监测点（D2~D15）。

含水层破坏及水土环境影响监测：南侧沟谷居民水井处布设水位监测点，青岗沟和张家坝河上、下游 200m 处布设水量、水质监测点 4 个，3 个硐口矿井水水量监测点各 1 个，临时堆矿场下游设置废渣渗滤液监测点 1 个。其中水（土）质监测 4 次/年（每季度各一次），丰、枯水期做水质全分析，贫水期做水质简分析。水位、水量监测 1 次/月，各监测点位置可见附图 6，监测量见表 5-12。

#### 5、监测队伍及成果

监测队伍可由矿企技术负责人作为总负责，由监测技术人员不少于 1 人组成矿山

专职监测部门或监测作业组，负责矿山地质环境监测工作；并对监测成果进行汇总填表，调查表应按省级自然资源厅行政主管部门要求，定期向县级自然资源主管部门提交监测数据和成果。

### （三）技术措施

#### 1、不稳定地质体、地形地貌景观监测

在隐患体周边有利位置设置变形监测仪，并安排专人定期巡查其坡表变形情况；地表沉陷范围内的变形破坏监测，可采用大范围的人工巡查结合局部钢尺量测的方法；地形地貌景观监测采用无人机和遥感。

#### 2、水文、水（土）质监测

主要利用矿区内的钻孔或布置地下水动态监测点。水位、水量监测分枯水期和丰水期分别进行，矿井涌水量监测可采用流量表或堰板法。水（土）质监测应定期采集样品送至专门的化验分析中心进行。

### （四）主要工程量

矿山地质环境监测点布设情况及监测工程量见表 5-12。

表 5-12 矿山地质环境监测点及工程量一览表

项目	监测点 编号	位置	监测内容	监测方法	监测频 次	前 5 年监 测次数 (次)		中后期监 测次数 (次)	
不稳定地 质体	D1	不稳定地质 体影响范围	坡体位移监测 (溜土、滑移、 树木歪斜)	GPS 监测、钢 卷尺测量	每月监 测一次	24		316	
	D2-D15	地面塌陷影 响范围	采区地面塌陷、 裂缝、通村道路 和素土路	钢卷尺测量、 人工观测	每月巡 查一次	0		3696	
含水层监 测	S1-S6	青岗沟、张 家坝沟、平 硐口	含水层水位、水 质、涌水量	水位监测仪结 合测绳测量、 筒分析、全分 析	水位:每 月一次 水质:每 季度一 次	水位	水质	水位	水质
						360	120	1584	528
水环 境影 响	M1-M6	水井、张家 坝沟道、青 岗沟沟道和 硐口	水质	全分析	每季度 一次	140		616	
土壤 影响	W1	临时堆矿场	物理破坏和土 壤元素的变化	影响性监测	每季度 一次	20		88	
地形 地貌		全区	地形地貌	无人机监测	每月一 次	10		52	
生态 系统				遥感信息解译	每年一 次	5		26	

### 七、矿区土地复垦监测和管护

土地复垦监测是督促落实土地复垦责任的重要途径，是保障复垦能够按时、保质、保量完成的重要措施，是调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排的重要依据，同时也是预防发生重大事故和减少土地造成损毁的重要手段之一。

本方案的监测措施主要为土地损毁监测和复垦效果监测，以此来验证、完善沉陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。管护措施是复垦工程的最后程序，主要包括林地管护。

## （一）目标任务

矿区处于陕南地区，雨水较为丰富，植被成活率相对较高。为保证实施植被恢复的复垦单元的新植植被有较高的成活率，针对受沉陷影响的土地实施土地损毁监测方案；针对复垦责任范围内的复垦后的土地等实施复垦效果监测方案；针对复垦后的林地进行管护，确定的复垦管护时间为3年。

## （二）措施和内容

### 1、矿区土地复垦监测内容

#### （1）地貌监测

1）原始地形信息。采矿引起了地形变化，而且采矿的进行是不断变化的，为了更好地与原始地形进行对比，需要在开采前对原始地形进行检测。

2）土地利用状况。要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行追踪对比研究。主要是土地利用数据。

3）土壤信息。包括土壤类型，以及土壤的各种理化性质等信息。

4）耕地权属信息。采集复垦区占用的耕地和地籍信息，为占补平衡提供依据。

#### （2）土地损毁监测

对挖损、塌陷、压占等土地损毁的情况进行监测。

1）监测方法：采用水准测量对地表移动进行测量，作业前对仪器和标尺进行检查和测定。测量采用中丝法读数，直读数据，观测采用后-后-前-前顺序，精度达到三等，观测中误差 $\leq 25\text{mm/km}$ 。

2）水准基准点的布设和建立：水准基准点是进行地面变形监测的起算基准点。设计在矿区外部的公路上设一两个水准基准点，采用二等水准基准测定其高程，对控制点应定期检测其稳定性。

3）地表变形基准点的布置：沉陷区内设置观测点，变形观测点与基准点构成沉降监测网，按四等水准测量的要求进行测量。



4) 监测人员及频率：委托有资质的单位专业人员及时监测。水准基准点监测频率为两个月一次，地表变形监测频率为两个月一次；地表变形监测点监测频率为每月一次。观测记录要准确可靠，并及时整理观测资料，并与预测结果进行对比分析。

### **(3) 复垦效果监测**

#### **1) 土壤质量监测**

土地质量监测也是土地复垦效果监测的重要方面。监测复垦地土壤的物理性状变化，包括地形坡度、有效土层厚度、有机质含量、土壤容重、酸碱度、土壤侵蚀模数；监测土壤养分含量的变化，包括有机质含量、有效磷含量、有效钾含量、全氮含量等。

#### **2) 植被生长监测**

土地复垦中植被的成活率及其生长状况。土地复垦中的监测首先要保证工程的标准要达到预期目的，对复垦土地的植被进行监测，复垦为林地的植被监测内容为种植密度、高度、成活率、郁闭度；复垦为草地的植被监测内容主要为高度、覆盖度、成活率、产草量。对未成活的树种进行补种。

#### **3) 配套设施监测**

项目区内土地复垦的辅助设施为生产路和排水设施。配套设施的监测以本复垦方案的设计标准为准，监测主要内容是配套设施的稳定性、完好性和运行情况。

## **2、矿区土地复垦监测措施**

### **(1) 塌陷区耕地复垦区监测措施**

主要是对土地损毁情况、土壤质量、农田防护林状况、田间道和生产路进行监测。土地损毁情况监测采取建立地表沉陷观测系统及实地踏勘记录的方式；土壤质量监测采用现场取样化验的方式；植被生长监测、田间道和生产路主要采用踏勘记录的方式。

### **(2) 塌陷区林地复垦区监测措施**

主要是对土地损毁情况、林地生长状况进行监测。土地损毁情况监测采取建立地表沉陷观测系统及实地踏勘记录的方式；植被生长监测主要采用踏勘记录的方式。

### **(3) 工业场地、临时堆矿场、平硐及回风斜井复垦区监测措施**

主要是对土地损毁情况、土壤质量、防护林状况和生产路进行监测。土地损毁情况监测主要采取建立地表沉陷观测系统及实地踏勘记录的方式；土壤质量监测采用现场取样化验的方式；生产路主要采用踏勘记录的方式。

## **3、矿区土地复垦管护措施及内容**

由于本项目区生态环境相对脆弱，受人工干扰程度较大，因此土地复垦能否达到

预期效果的保障在于管护，即通过合理管护，提高植物成活率，达到预期复垦效果。

### （1）林地管护措施

#### 1) 水分管理

苗木栽植后，可通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期遇干旱天气。项目区年均降雨量 799.2mm，雨水较为丰富，能够保证植树自然成活，因此仅在苗木栽植时，进行水分管理。

#### 2) 修枝与剪伐

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，提高林木的干材质量。剪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。

#### 3) 林木病虫害防治

对于林带中出现各类树木的病、虫、害等要及时进行管护。对于病株要及时砍伐防治扩散，对于虫害要及时地施用药品来控制虫害的发生。要定期对林草病虫害及缺肥症状进行观察、记录，一旦发现，立即采取喷药或施肥等相应措施进行防治。同时做好林木抚育，搞好护林防火等工作。

### （三）主要工程量

各复垦单元监测工程量汇总见表 5-13，各复垦单元管护工程量见表 5-14，两河口钼钒矿拟损毁区复垦规划图见附图五。

#### 1、土地复垦监测工程量

表 5-13 各复垦单元监测工程量汇总表

复垦单元	一级项目	二级项目	三级项目	监测频次 (次/年)	监测点个数 (个)	监测持续时 间(年)	工程量 (次)
耕地复垦单元	监测与管 护工程	监测工程	地表变形监测	12	15	2	360
			土壤质量检测	1	8	2	16
			复垦效果监测	6	6	2	72
		管护工程	复垦成果管护	6	6	3	108
			管护期满后移交当地土地权属单位或相关政府部门				
林地复垦单元	监测与管 护工程	监测工程	地表变形监测	12	28	2	672
			复垦效果监测	6	28	2	336
		管护工程	植被抚育和场 地管理	6	15	3	270

其他用地	监测工程	监测工程	地表变形监测	12	20	2	480
			复垦效果监测	6	10	2	120

备注：地面变形监测点个数为相应图斑合计总数。

## 2、土地复垦管护工程量

表 5-14 管护工程量表

管护区域	管护方法	管护面积 (hm <sup>2</sup> )	管护次数
林地	喷药、施肥、平岔、收割	50.37	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。每年冬季应施一次有机肥,每年 5-7 月应追施一次复合肥。

## 第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

### 一、总体工作部署

根据矿山地质环境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。

根据矿山目前实际生产建设情况，本矿山为新建矿山，尚未进行矿山建设。按 2026 年 1 月起计，生产服务年限 19.3 年，预备期为 5 年，考虑基建期 1.0 年、地表沉陷稳定及闭坑恢复治理期 2.7 年，考虑 3 年的植被管护期；由此确定本方案服务年限为 31.0 年。

鉴于本方案年限偏长，本次将总体部署划分 3 个防治阶段，分别为近期、中期、远期阶段，其中：近期为本方案适用期（2026 年 1 月～2030 年 12 月），主要恢复治理工作为现状不稳定地质体治理及矿山建设前的监测，中期为边开采边治理期（2031 年 1 月～2053 年 12 月），远期为闭坑恢复治理期（2054 年 1 月～2056 年 12 月）。

### 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》和本方案服务年限，结合矿山企业的实际计划，矿山地质环境治理与土地复垦分为近期（2026 年 1 月～2030 年 12 月）、中期（2031 年 1 月～2053 年 12 月）、后期（2054 年 1 月～2056 年 12 月）三个阶段，采取近细远粗的原则部署治理及复垦措施。方案针对矿山地质环境治理提出了实施计划，内容如下：

表 6-1 工作分阶段实施计划

阶段	地质环境问题	防治对象	防治工程
近期 (2026 年 1 月～2030 年 12 月)	不稳定地质体	BT01 不稳定地质体	危岩清理、警示牌
		不稳定地质体监测	D1 监测点布设并实施监测
	地表水、含水层	监测点布设及监测	S1～S6 含水层结构、水质、水量监测，自然恢复为主
	土地资源	土地利用类型	耕地面积及基本农田面积
		土影响监测点	土壤质量

		土地复垦监测和管护	监测和管护
	地形地貌景观	矿区全区	无人机、人工巡查
	生态系统监测	矿区全区	遥感解译
中期 (2031年1月~2053年12月)	不稳定地质体	临时堆矿场治理	修建挡墙和截排水沟
		地面塌陷	布设刺丝围栏、设置警示牌
		不稳定地质体监测	D2~D15 监测点布设并实施监测
	含水层	监测点监测	S1~S6 含水层结构、水质、水量监测，自然恢复为主
	土地资源	拟沉陷区	填堵裂缝+土壤剥覆+土地平整+生态修复+化学复垦
		水影响监测点	M1~M6 布设并实施监测
		土影响监测点	W1 布设并实施监测
		土地复垦监测和管护	监测和管护
	地形地貌景观	全矿区	无人机、人工巡查
	生态系统监测	矿区全区	遥感解译
后期 (2054年1月~2056年12月)	不稳定地质体	地面塌陷	布设刺丝围栏、界桩、设置警示牌
		不稳定地质体监测	D2~D15 继续实施监测
	含水层	监测点监测	S1~S3 含水层结构、水质、水量监测，自然恢复为主
	土地资源	拟沉陷区	填堵裂缝+土壤剥覆+土地平整+生态修复+化学复垦
		矿山建(构)筑物压占、损毁的土地资源	地面建筑拆除清理+垃圾清运+土壤重构+生物工程
		水影响监测点	M1~M6 布设并实施监测
		土影响监测点	W1 布设并实施监测
		土地复垦监测和管护	监测和管护
	地形地貌景观	全矿区	无人机和人工巡查
	生态系统监测	矿区全区	遥感解译

### 三、近期年度工作安排

根据矿山地质环境问题类型、矿山地质治理分区和矿山土地复垦部署结果以及矿山企业的实际计划，按照轻重缓急、分阶段实施原则，提出近期（前5年）内的详细分年度实施计划。确定本方案近期年度工作安排时限为2026年1月-2030年12月。

#### （一）近期工作部署

针对方案适用期提出方案适用期年度实施计划，各年度矿山地质环境治理与土地复垦工作内容如下：

##### 1、第一年

##### （1）不稳定地质体治理工程

对 BT01 不稳定地质体进行治理。

## **(2) 矿山地质环境监测工程**

① 布设 D1 监测点；

② 布设含水层监测点 S1~S6，形成含水层监测网。水位采用自动水位监测仪，水质采取人工送样送检；

③ 对矿区内地形地貌和植被的多样性进行监测。

## **(3) 矿区土地资源监测和管护**

① 监测并记录矿区原始地形信息、土地利用状况、土壤信息和耕地权属等信息。

② 对耕地和基本农田的面积进行记录。

③ 对区内的土壤质量、植被生长状况进行监测和记录。

④ 对区内林地进行合理管护。林地管护内容包括：水分管理、修枝与剪伐、林木病虫害防治。

# **2、第二年**

## **(1) 矿山地质环境监测工程**

① 布设 D1 监测点；

② 布设含水层监测点 S1~S6，形成含水层监测网。水位采用自动水位监测仪，水质采取人工送样送检，记录水质的背景值；

③ 对矿区内植被的多样性进行监测。

## **(2) 矿区土地资源监测和管护**

① 监测并记录矿区原始地形信息、土地利用状况、土壤信息和耕地权属等信息。

② 对耕地和基本农田的面积进行记录。

③ 对区内的土壤质量、植被生长状况进行监测和记录。

④ 对区内林地进行合理管护。林地管护内容包括：水分管理、修枝与剪伐、林木病虫害防治。

# **3、第三年**

## **(1) 矿山地质环境监测工程**

① 布设含水层监测点 S1~S6，形成含水层监测网。水位采用自动水位监测仪，水质采取人工送样送检，记录水质的背景值；

② 对矿区内植被的多样性进行监测。

## **(2) 矿区土地资源监测和管护**

①监测并记录矿区原始地形信息、土地利用状况、土壤信息和耕地权属等信息。

②对耕地和基本农田的面积进行记录。

③对区内的土壤质量、植被生长状况进行监测和记录。

④对区内林地进行合理管护。林地管护内容包括：水分管理、修枝与剪伐、林木病虫害防治。

#### **4、第四年**

##### **(1) 矿山地质环境监测工程**

①布设含水层监测点 S1~S6，形成含水层监测网。水位采用自动水位监测仪，水质采取人工送样送检；

②对矿区内植被的多样性进行监测。

##### **(2) 矿区土地资源监测和管护**

①监测并记录矿区原始地形信息、土地利用状况、土壤信息和耕地权属等信息。

②对耕地和基本农田的面积进行记录。

③对区内的土壤质量、植被生长状况进行监测和记录。

④对区内林地进行合理管护。林地管护内容包括：水分管理、修枝与剪伐、林木病虫害防治。

#### **5、第五年**

##### **(1) 矿山地质环境监测工程**

①布设含水层监测点 S1~S6，形成含水层监测网。水位采用自动水位监测仪，水质采取人工送样送检；

②对矿区内植被的多样性进行监测。

##### **(2) 矿区土地资源监测和管护**

①监测并记录矿区原始地形信息、土地利用状况、土壤信息和耕地权属等信息。

②对耕地和基本农田的面积进行记录。

③对区内的土壤质量、植被生长状况进行监测和记录。

④对区内林地进行合理管护。林地管护内容包括：水分管理、修枝与剪伐、林木病虫害防治。

#### **(二) 近期治理工程内容**

##### **1、矿山地质环境治理**

根据近期矿山环境恢复治理工程具体安排，各年度矿山环境恢复治理及监测工程



量见表 6-2。

表 6-2 各年度矿区生态修复治理工程量

治理时间	编号	工程名称	单位	工程量
第一年	一	不稳定地质体治理工程		
	1	BT01 危岩清理	m <sup>3</sup>	120
	2	警示牌	处	2
	二	矿山地质环境监测		
	1	不稳定地质体监测 (D1)		
	1.1	地表变形监测	点次	12
	2	水环境监测 (S1~S6)		
	2.1	含水层水位监测	点次	12
	2.2	含水层水质监测	点次	4
	3	地形地貌和生态系统监测		
	3.1	地形地貌监测	点次	2
	3.2	生态系统监测	点次	1
第二年	一	矿山地质环境监测		
	1	不稳定地质体监测 (D1)		
	1.1	地表变形监测	点次	12
	2	含水层监测 (S1~S6)		
	2.1	含水层水位监测	点次	12
	2.2	含水层水质监测	点次	4
	3	地形地貌和生态系统监测		
	3.1	地形地貌监测	点次	1
	3.2	生态系统监测	点次	1
第三年	一	矿山地质环境监测		
	1	含水层监测 (S1~S6)		
	1.1	含水层水位监测	点次	12
	1.2	含水层水质监测	点次	4
	2	水土环境影响监测 (M1~M6, W1)		
	2.1	水质影响全分析	点次	4
	2.2	土影响监测	点次	4
第四年	一	矿山地质环境监测		
	1	含水层监测 (S1~S6)		
	1.1	含水层水位监测	点次	12
	1.2	含水层水质监测	点次	4

	2	地形地貌和生态系统监测		
	2.1	地形地貌监测	点次	1
	2.3	生态系统监测	点次	1
第五年	一	<b>矿山地质环境监测</b>		
	1	含水层监测（S1~S6）		
	1.1	含水层水位监测	点次	12
	1.2	含水层水质监测	点次	4
	2	地形地貌和生态系统监测		
	2.1	地形地貌监测	点次	2
	2.2	生态系统监测	点次	1

## 2、土地复垦

根据近期土地复垦工程具体安排，工程量见表 6-3。

**表 6-3 近期土地复垦各年度工程量一览表**

序号	名称	工程量						
		工程内容	单位	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
1	土地资源监测	定点调查	点次	12	12	12	12	12
		土壤质量	点次	8	4	6	3	5

## 第七章 经费估算与进度安排

### 一、经费估算依据

#### (一) 矿山地质环境恢复治理工程估算编制依据

- 1、《陕西省水利工程概（估）算编制规定》、《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024年修正）（陕水规计发〔2024〕107号）；
- 2、《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（陕水规计发〔2024〕107号）；
- 3、《测绘生产成本费用定额计算细则（2009版）》（财建〔2009〕17号）；
- 4、《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）；
- 5、《财政部、税务总局、海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号；
- 6、《水利部调整水利工程计价依据增值税计算标准》（办财务函〔2019〕448号）；
- 7、《陕西水利水电工程营业税改增值税计价依据调整办法》（陕水规计发〔2016〕353号）；
- 8、《汉中市工程造价管理信息》（2025年第5月）；
- 9、中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准（2021）》；
- 10、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格〔2007〕670号）。

#### (二) 土地复垦工程估算编制依据

- 1、中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准（2021）》；
- 2、《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T 1031.1—2011）；
- 3、《土地复垦方案编制规程 第4部分：金属矿》（TD/T 1031.4—2011）；
- 4、《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128号）；
- 5、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128号）；
- 6、《土地开发整理项目预算定额》（财综〔2011〕128号）；
- 7、《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〕169号）；
- 8、陕西省住房和城乡建设厅《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2021〕1097号）；
- 9、《水土保持工程概算定额》（水总〔2024〕323号）；

10、《陕西省土地开发整理项目预算定额》（2004 年）；

11、《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980 号）；

12、《财政部、税务总局、海关总署关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号。

## 二、矿山地质环境恢复治理经费估算

根据上述矿山地质环境治理工程量、单价和其他费用标准，计算略阳县两河口钼钒矿方案总服务期矿山地质环境保护与恢复治理工程估算总投资为 267.67 万元，其中建筑工程 207.49 万元，独立费用工程 39.53 万元，预备费 25.32 万元，（见表 7-1，详见估算书）。

表 7-1 矿区生态修复工程投资估算总表（万元）

序号	投资或费用项目名称	建筑和安装工程投资	设备费	临时工程费	独立费用	合计	占工程部分总投资 (%)
1	工程部分投资	207.49				207.49	77.52%
1.1	建筑工程投资	207.49				207.49	77.52%
1.1.1	第一阶段（近期）治理工程	1.42				1.42	0.53%
1.1.2	第二阶段（中期）治理工程	26.47				26.47	9.89%
1.1.3	第三阶段（后期）治理工程	43.34				43.34	16.19%
1.1.4	矿山地质环境监测	136.26				136.26	50.91%
2	临时工程费			11.41		11.41	4.26%
3	独立费用				39.53	39.53	14.77%
3.1	建设管理费				22.93	22.93	8.57%
3.2	生产准备费					0	
3.3	科研勘察设计费				16.6	16.6	6.20%
3.4	其他						
4	预备费				25.84	25.84	9.65%
4.1	基本预备费				25.84	25.84	9.65%
4.2	价差预备费						
5	建设期融资利息						
	工程部分静态投资					267.67	100.00%
	工程部分总投资					267.67	100.00%

## 三、土地复垦工程经费估算

本项目根据土地复垦总工程量，测算复垦静态、动态总投资额。本项目土地复垦静态投资总额 903.75 万元，其中工程施工费 713.62 万元；其他费用 107.97 万元；基本预

备费 82.16 万元。复垦土地总面积为 53.09hm<sup>2</sup>，复垦土地亩均静态投资为 11348.65 元/亩。

表 7-2 土地复垦工程投资估算总表

序号	工程或费用名称	预算金额（万元）	各项费用占总费用的比例(%)
	-1	-2	-3
1	工程施工费	713.62	78.96%
2	设备费	0	0.00%
3	其他费用	107.97	11.95%
4	预备费	82.16	9.09%
	总投资	903.75	100.00%

#### 四、总经费汇总

##### （一）总费用构成与汇总

本方案矿区生态修复总经费估算 1171.42 万元，其中：矿山地质环境治理工程经费估算为 267.67 万元；土地复垦工程经费估算为 903.75 万元；矿山可采储量为 万吨，吨矿投资 4.50 元；土地复垦面积 53.09hm<sup>2</sup>，亩均投资 11348.65 元，其中，估算汇总表见表 7-3。

表 7-3 本方案总经费估算表

序号	费用名称	费用（万元）	比例（%）	吨矿平均费用（元）	亩均费用（元）
一	矿山地质环境治理	267.67	22.85%	4.50	
二	土地复垦	903.75	77.15%		11348.65
合计		1171.42	100%		

##### （二）近期年度经费安排

近期矿山地质环境治理与土地复垦费用合计为 8.04 万元。其中，地质环境保护总费用为 6.62 万元，土地复垦总费用为 1.42 万元。近期各年度费用合计见表 7-4。

表 7-4 近期各年度治理费用合计表

序号	名称	年度费用（万元）					合计（万元）
		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	
一	矿山地质环境治理	2.9	0.97	0.54	0.85	1.36	6.62
二	土地复垦	0.34	0.26	0.3	0.24	0.28	1.42
三	总费用	3.24	1.23	0.84	1.09	1.64	8.04

##### 1、近期矿山地质环境治理

近期地质环境治理工程进度安排为 2026 年～2030 年。近期矿山地质环境恢复治理

分年度工程费用计算表见表 7-5。

表 7-5 近期（前 5 年）矿区生态修复费用分年度估算详表

治理时间	编号	工程名称	单位	工程量	单价(元)	合计(万元)
第一年	一	不稳定地质体治理工程				1.42
	1	BT01 危岩清理	m <sup>3</sup>	120	109.76	1.32
	2	警示牌	处	2	500	0.10
	二	矿山地质环境监测				1.48
	1	不稳定地质体监测（D1）				0.12
	1.1	地表变形监测	点次	12	100	0.12
	2	含水层监测（S1~S6）				0.20
	2.1	含水层水位监测	点次	12	50	0.06
	2.2	含水层水质监测	点次	4	350	0.14
	3	地形地貌和生态系统监测				1.16
	3.1	地形地貌监测	点次	2	5156	1.03
	3.2	生态系统监测	点次	1	1323	0.13
	合计					2.90
第二年	一	矿山地质环境监测				0.97
	1	不稳定地质体监测（D1）				0.12
	1.1	地表变形监测	点次	12	100	0.12
	2	含水层监测（S1~S6）				0.20
	2.1	含水层水位监测	点次	12	50	0.06
	2.2	含水层水质监测	点次	4	350	0.14
	3	地形地貌和生态系统监测				0.65
	3.1	地形地貌监测	点次	1	5156	0.52
	3.2	生态系统监测	点次	1	1323	0.13
	合计					0.97
第三年	一	矿山地质环境监测				0.54
	1	含水层监测（S1~S6）				0.20
	1.1	含水层水位监测	点次	12	50	0.06
	1.2	含水层水质监测	点次	4	350	0.14
	2	水土环境监测（M1~M7, W1）				0.34
	2.1	水质影响全分析	点次	4	350	0.14
	2.2	土影响监测	点次	4	500	0.20
	合计					0.54
第四年	一	矿山地质环境监测				0.85
	1	含水层监测（S1~S6）				0.20
	1.1	含水层水位监测	点次	12	50	0.06
	1.2	含水层水质监测	点次	4	350	0.14
	2	地形地貌和生态系统监测				0.65

	2.1	地形地貌监测	点次	1	5156	0.52
	2.2	生态系统监测	点次	1	1323	0.13
	合计					0.85
第五年	一	矿山地质环境监测				1.36
	1	含水层监测 (S1~S6)				0.20
	1.1	含水层水位监测	点次	12	50	0.06
	1.2	含水层水质监测	点次	4	350	0.14
	2	地形地貌和生态系统监测				1.16
	2.1	地形地貌监测	点次	2	5156	1.03
	2.2	生态系统监测	点次	1	1323	0.13
	合计					1.36

## 2、近期土地复垦工程

近期土地复垦工程进度安排为 2026 年~2030 年。近期矿山土地复垦分年度工程费用计算表见表 7-6。

表 7-6 近期（前 5 年）土地复垦费用分年度估算详表

序号	名称	工程内容	单位	单价	第一年		第二年		第三年		第四年		第五年	
					工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)	工程量	费用(万元)
1	土地资源监测	定点调查	点次	150	12	0.18	12	0.18	12	0.18	12	0.18	12	0.18
		土壤质量	点次	200	8	0.16	4	0.08	6	0.12	3	0.06	5	0.10
合计						0.34		0.46		0.30		0.24		0.28



## 第八章 保障措施与效益分析

### 一、组织保障

强有力的组织机构，是落实完成方案的保证。本方案由陕西略阳龙核矿业有限公司组织实施。矿山企业应把矿山地质环境保护与恢复治理列为矿山日常管理工作的重点，严格按照有关法律法规、相关标准及方案设计开展各项工作，不得随意调整和变更；自然资源主管部门负责项目实施的指导、监督、管理。为保证全面完成各项治理措施，必须重视并完成以下工作：

1、建立健全的组织机构及管理制度。矿山企业应建立健全的矿山地质环境保护与土地复垦工作组织机构，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，制定严格的管理制度，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、成立略阳县两河口钼钒矿矿山地质环境保护和土地复垦项目领导机构，负责该矿山地质环境保护和土地复垦组织和实施领导小组组成如下：

第一责任人：陕西略阳龙核矿业有限公司，法人代表：裘金良

组长：总经理

副组长：副总经理、总工程师

其他成员因矿山基建目前还未开始，需待定，初步计划如下：

主管部门：矿山环保部

组员有：行政办公室主任（负责招标）、工程技术部经理（负责技术及施工）、财务总监（负责费用提取及下拨）、物资能源部经理（负责物资供应）、安全员、环保员、矿山地质环境监测专员等。

3、矿山安全环保部为矿山地质环境保护、土地复工作的职能部门，具体负责矿山地质环境保护与土地复垦管理体系的建立，制定矿山地质环境保护与土地复垦的管理办法、地质环境事故的应急处理预案、工程措施的组织实施和相关制度知识、管理办法的宣传、培训工作等。

4、接受行政主管部门的监督、管理，陕西略阳龙核矿业有限公司应了解在工程项目建设及运行期间，各级自然资源行政主管部门的主要职责，加强同省、市、县自然资源主管部门的沟通、联系、做好企业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。

5、矿山企业在实施矿山地质环境保护与土地复垦措施时，建议聘请矿山地质环境、

土地复垦方面专家进行指导工作，加强矿山地质环境保护工作，促进矿山可持续发展。

## 二、技术保障

1、根据项目工作要求，选派有经验的技术人员组成施工部，按照指挥部的统一部署和设计要求开展工作。

2、在实施过程中加强与方案编制技术人员的沟通，对治理与复垦过程中出现的问题及时解决，及时与方案编制人员沟通，对复垦报告进行修改或重新编制；

3、配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其他生产设备，分析测试任务由具有相关资质的实验室承担，图件制作采用先进的数字化处理系统及机助成图系统，确保工程质量。

4、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导，不断改进复垦方法、提高复垦技术水平；

5、生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检），确保工程质量，争创优质工程。

6、在项目实施过程中，严格按照技术规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料、中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。

7、制定《质量责任制考核办法》，并依据《办法》对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。

8、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

## 三、资金保障

根据“谁损毁谁复垦”及“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矿山企业自筹。

根据陕西省自然资源厅、陕西省财政厅、陕西省生态环境厅 2024 年 12 月 31 日印发的《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知（陕自然资规【2024】1757 号），矿山企业应在银行设立专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金科目，每月按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等综合提取基金。

基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数，略阳县两河口钼钒矿开采矿种为钼钒矿（金属矿产），根据通知要求，各系数取值如下：

矿种系数取 1.5%（钼钒），开采系数取 1.0%（空场法），地区系数取 1.2%（陕南地区）。

根据开发利用方案设计的最终产品平衡表，结合当地钼钒矿供需情况及对未来钼钒市场需求的预测分析，按照原矿石售价 900 元/吨计算，两河口钼钒矿近期各年提取基金数额见表 8-1。

**表 8-1 两河口钼钒矿提取基金一览表**

原矿石销售价（元/吨）	矿种系数	开采系数	地区系数	元/吨
900	1.5%	1.0	1.2	16.20

即每年吨矿提取基金量为 16.20 元，大于本方案计算的吨矿投资 4.50 元，因此按照基金方案提取。

该矿山近期无生产计划，故近五年的资金由企业自筹，后期矿山正常生产时可纳入基金使用。

#### **四、监管保障**

1、落实阶段治理与复垦费用，严格按照方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤的安排治理与复垦项目资金的预算支出，定期向项目所在地县级以上自然资源主管部门报告当年治理复垦情况，接受县级以上自然资源主管部对工程实施情况的监督检查，接受社会监督。

2、加强对未利用土地的管理，严格执行《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。

3、土地复垦前，自然资源管理部门组织进行项目区内土地权属调查确认和登记，土地复垦后再进行土地权属调整和分配，确保土地复垦工作的顺利进行。按照方案确定的年度进度安排逐地块、逐区域落实，对土地开发复垦实行统一管理。

4、土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度，施工中应进行工程监理，同时，如果工程有重大变更，应进行变更报批，严格审核；实行严格的工程验收制度；地质环境保护与复垦工程严格按照"复垦方案"的技术要求执行，制定严格的工程考核制度。

5、坚持全面规划，综合治理，要治理一片见效一片。在工程建设中严格实行招标制，按照公开、公正、公平的原则，择优选择施工队伍以确保工程质量，降低工程成本，加快工程进度。

6、自然资源管理部门建立企业信誉档案，全面记录矿山企业资金提取使用、矿山地质环境保护与土地复垦施工单位工程施工情况等信息，为以后进行土地复垦有效管理提供依据。

## 五、效益分析

略阳县两河口钼钒矿地质环境保护与土地复垦实施后，将形成综合防护体系，降低因钼钒矿开采引发的不稳定地质体、地形地貌景观破坏以及压占土地资源等矿山地质环境问题造成的经济损失，尽量恢复被破坏的植被，有效地治理土地资源破坏，遏制矿山生态环境的日趋恶化，改善开采区及其周边地区生产和生活环境，打造绿色矿业，并促进当地的社会经济发展。

矿山地质环境保护与土地复垦效益包括社会效益、生态效益和经济效益。

### （一）社会效益

略阳县两河口钼钒矿开采过程中不可避免的对矿山地质环境造成一定影响或破坏，同时压占部分土地资源，因此本方案实施后具有很明显的社会效益。

1、降低了因矿产资源开采引发的矿山地质环境问题所造成的人民群众生命财产损失。

2、矿山地质环境保护与土地复垦工程实施过程中，可以解决当地部分群众的就业问题，促进了当地经济的发展。

3、方案实施使压占土地得以恢复利用，土地复垦率为 100.00%，体现了国家提倡的节约、集约用地要求。

4、美化了矿区的景观，改善项目区社会环境，土地复垦的实施特别是林木的种植，大大改善项目区及周边的生态环境，减少因工程建设对环境的影响，提高周边环境质量，为创建绿色安全环保的工程奠定基础；

5、促进地区的稳定和发展，矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）的实施，可有效缓解当地人地矛盾，促进当地土地产业结构调整，土地资源的利用保持良性的可持续利用与发展状态。

### （二）生态效益

方案中的工程措施、植物措施将通过改变微地形、增加地表植被，可减轻项目区的水土流失，使受损植被得到恢复，区内的土地破坏得到抑制，改善矿区地质环境和生态环境。在该地区进行土地复垦与生态重建，对建设过程中造成的土地损毁进行治

理，其生态意义巨大。

### （1）防治土壤性状恶化导致植株死亡

本项目区土地损毁的主要表现形式为沉陷区地表裂缝以及临时工程压占土地，通过沉陷区裂缝及时治理，防治了土壤漏水漏肥、土壤板结以及贫瘠化、植株根系生长困难或因缺水导致植株死亡。

### （2）防治植被覆盖度降低导致土壤沙化

通过植被建设，防风固沙，提高植被覆盖率，通过植物固沙保持土壤，防止风蚀沙化。

### （3）增加植被覆盖度，改善空气质量和局部小气候

借土地复垦契机，增加植被覆盖度，从一定程度上改善林地土壤水文特性、改良林地土壤，调节小气候、净化空气。对局部环境空气和小气候产生正面和长效影响。

方案实施后，土地合理利用、协调发展，水土流失得到有效的控制，农作物种植结构将得到改善，项目区的生态系统得到保护。通过综合措施恢复土地的可利用性，改善略阳县两河口钼钒矿的生态环境；植物防护措施可增加林地和草地面积，提高林草覆盖率，美化环境，促进生态文明建设；土壤有机质含量、土壤养分不平衡状况可以通过增施有机肥和土壤培肥得到缓解。

通过对项目区生态环境的恢复与建设，使压占和损毁的土地得到恢复，最终恢复土地的生产力，建立成人工与自然复合的生态系统，形成新的人工和自然景观，将工程对生态环境影响减少到最低，改善生物圈的生态环境，因此，生态效益显著。

## （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不稳定地质体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、略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）的实施，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、略阳县两河口钼钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）的实施，可减少不稳定地质体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助。

## 六、公众参与

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

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

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

### (1) 方案编制前公众参与

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

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对土地复垦及该矿山建设项目有一定的了解。通过散发公众参与调查表的形式，向项目区各方及矿区内村落发放调查表 20 份，收回有效问卷 18 份，回收率 89%。问卷调查对象包括项目影响区的工、农、商等各界公众，其中接受高等教育者 2 人；接受中等教育者 4 人；接受初等及以下教育者 12 人。工作人员在发放公众参与调查表时向居民简要介绍了项目情况及拟采取的复垦措施，征求居民对本项目的意见。

被调查人群中对该项目均有一定的了解，92%支持该工程建设，8%的公众持无所谓态度，无不支持者。

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

- 1、土地复垦以恢复原有土地利用现状为主，特别是要恢复旱地耕种功能；
- 2、植被恢复选择当地物种；
- 3、建议钼钒矿投产后招工尽量照顾当地居民，促进当地经济发展。

## **(2) 方案编制期间公众参与**

方案编制期间：业主单位委托我公司编制土地复垦方案时表示，在保证复垦目标完整、复垦效果理想的前提下，兼顾企业生产成本，尽可能减轻企业负担。为此，方案编制人员在编制过程中不断地与业主交换意见，并在方案初稿编制完成后交于业主单位审阅。

## **(3) 复垦实施期间公众参与**

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

### **1、组织人员**

方案编制技术人员应与矿方技术人员进行长期的、积极有效的合作，在复垦实施过程中和管护期间，建立相应的公众参与机制，积极调动公众的参与热情。

### **2、参与方式**

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，需要制定多样化的参与形式，如张贴公告、散发传单、走访手段，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。

### **3、参与人员**

在群众方面，除继续对方案编制前参与过的群众进行宣传，鼓励他们继续以更大的热情关注土地复垦外，还要对前期未参与到复垦中的群众（如外出务工人员）加大宣传力度，让更广泛的群众加入到公众参与中来。

在政府相关职能部门方面，除继续走访方案编制前参与过的职能部门外，还应加大和扩大重点职能部门的参与力度，如自然资源局、环保局和审计局等。

在媒体监督方面，应加强与当地电视台、网站、报社等媒体的沟通，邀请他们积极参与进来，加大对复垦措施落实情况的报道（如落实不到位更应坚决予以曝光），形成全社会共同监督参与的机制。

#### **（4）参与时间和内容**

##### **1、复垦实施前**

根据本方案确定的复垦时序安排，在每次制订复垦实施方案时进行一次参与式公众调查，主要是对损毁土地面积、损毁程度和临时土地保护措施（如表土堆放场）实施效果进行调查。

##### **2、复垦实施中和管护期**

复垦实施中每年进行一次参与式公众调查，主要是对复垦进度、复垦措施落实和资金落实情况、复垦实施效果进行调查。管护期应每季度进行一次公众调查，主要是对复垦效果、管护措施和管护资金落实情况进行调查。如遇大雨等特殊情况应增加调查次数。

##### **3、复垦监测与竣工验收**

复垦监测结果应每年向公众公布一次，对公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。县自然资源局进行验收时，除组织相关专家外，也应邀请部分群众代表参加，确保验收工作公平、公正和公开。

##### **4、复垦后的土地利用权属分配**

对于征用的土地，复垦结束后应及时归还土地权利人。对于征收的土地，希望复垦后归还原土地权利人或租给当地农牧民耕种（永久建设用地除外）。



## 第九章 结论与建议

### 一、结论

#### (一) 矿山地质环境影响评估

##### 1、评估级别

两河口钨钒矿采用浅孔留矿法开采，设计生产规模 15 万吨/年，矿山生产建设规模属大型矿山，评估区重要程度属重要区，矿山地质环境条件复杂程度属复杂类型，评估级别为一级评估。

##### 2、现状评估

(1) 不稳定地质体：评估共发育有 1 处不稳定地质体，现状评估 BT01 不稳定地质体危险性小。

(2) 含水层：现状评估矿山开采对含水层结构、含水层水位、含水层水质及周围生产生活供水影响程度轻。

(3) 地形地貌景观：矿山未进行地面工程建设，现状评估对地形地貌影响较轻。

(4) 水土环境影响：矿山未进行地面工程建设及生，现状条件下对水土环境影响较轻。

(5) 分级与分区：现状评估将全区共划分为较轻区 1 个区，面积约 1.87km<sup>2</sup>，占评估面积的 100.0%。

##### 3、预测评估

(1) 不稳定地质体：随着矿山地面工程建设及矿山开采，基建期可能引发工业场地边坡失稳，预测评估危险性中等，矿山开采可能引发地面塌陷，预测评估危险性中等。

(2) 含水层：预测评估矿山开采对含水层结构影响程度较轻；对含水层水位影响较轻，对矿井涌水量影响程度为较轻；对周围生产生活供水的影响程度较轻；对水质基本无影响。

(3) 地形地貌景观：后期矿山地面建设工程，预测评估对地形地貌景观影响程度严重；矿山开采形成的采空区地面塌陷地面裂缝不明显，对地形地貌影响程度较轻。

(4) 水土环境影响：两河口钨钒水环境影响源主要为矿井地面的生活污水和井下排水，固体废弃物主要包括废石及生活垃圾，预测评估对水土环境影响较轻。

(5) 分级与分区：预测评估影响程度分为严重、较严重和较轻 3 个级别 3 个区，其中严重区 1 个，总面积 0.05km<sup>2</sup>，占评估区总面积的 2.67%；较严重区 1 个，总面积 0.52km<sup>2</sup>，占评估区总面积的 27.81%；较轻区 1 个，面积 1.30km<sup>2</sup>，占评估面积的 69.52%。

## (二) 矿山土地损毁预测与评估

### 1、已损毁土地

两河口钼钒矿未进行工程建设及采矿活动，未造成土地损毁。

### 2、拟损毁土地

矿山拟损毁土地主要为拟压占、挖损及拟沉陷损毁土地。拟压占损毁土地面积 1.09hm<sup>2</sup>；拟沉陷损毁土地面积为 52.00hm<sup>2</sup>，沉陷损毁程度中度。

## (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

评估区划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区 3 个级别，共 3 个区块，其中重点防治区 4 个，总面积 0.05km<sup>2</sup>，占评估区总面积的 2.03%；次重点防治区 1 个，总面积 0.52km<sup>2</sup>，占评估区总面积的 21.05%；一般防治区 1 个，面积 1.90km<sup>2</sup>，占评估面积的 76.92%。

### 2、土地复垦责任范围

纳入本方案复垦责任范围的区域包括工业场地、临时堆矿场、矿山道路及采矿平硐等地面工程占用土地和沉陷损毁土地，矿山道路留续使用，故复垦责任范围的面积为 53.09hm<sup>2</sup>。

## (四) 矿山地质环境治理与土地复垦工程

### 1、矿山地质环境治理工程

本方案部署了矿山地质环境治理与土地复垦分为近期（共 5 年，为预备期），中期（包括基建期和生产期及稳沉治理期 23.0 年）和远期（共 3.0 年，管护期 3.0 年）三个阶段，矿山地质环境治理工程如下：

近期治理工程包括：对 BT01 不稳定地质体进行工程治理；D<sub>1</sub> 监测点的设置及监测、S<sub>1</sub>~S<sub>6</sub> 监测点水位、水质监测，M<sub>1</sub>~M<sub>6</sub> 水体影响监测点布设及监测、W<sub>1</sub> 土壤影响监测点布设及监测，地形地貌无人机监测以及生态系统的遥感监测。

中期治理工程包括：对临时堆矿场进行工程治理，对地面塌陷和中期开采塌陷区损坏道路进行维修，对塌陷区布设刺丝围栏；继续实施监测点监测和地形地貌无人机

监测以及生态系统的遥感监测。

后期治理工程包括：对损坏道路进行维修；封闭工业场地平硐及回风斜井；拆除工业场地不留用的建构筑物并清理等，继续对地形地貌无人机监测以及生态系统的遥感监测。

## **2、矿区土地复垦**

部署了近期（共 5 年，为预备期），中期（包括基建期和生产期及稳沉治理期 23.0 年）和远期（共 3.0 年，管护期 3.0 年）三个阶段矿山土地复垦工程。

近期土地复垦任务为：监测并记录矿区原始地形信息、土地利用状况、土壤信息和耕地权属等信息；对耕地和基本农田的面积进行记录；对区内的土壤质量、植被生长状况进行监测和记录；对区内林地进行合理管护。林地管护内容包括：水分管理、修枝与剪伐、林木病虫害防治。

中期土地复垦任务为：对临时堆矿场复垦、沉陷损毁土地进行复垦；对沉陷土地进行土地损毁监测，对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护。

后期土地复垦任务为：后期主要对工业场地、临时堆矿场、矿山道路及采矿平硐等地进行复垦；对沉陷土地进行土地损毁监测，对复垦后的土地进行复垦效果监测，并进行管护。

工程措施：裂缝填充、表土剥覆、表土回覆、土地平整、田埂修筑。

生物化学措施：土壤培肥、林草恢复。

## **3、矿山地质环境监测工程**

编制了矿山地质环境监测方案，部署了地面变形监测点 14 个，不稳定地质体监测点 1 个；含水层监测点 6 个，水环境影响监测点 6 个，土壤影响监测点 1 个，地形地貌进行全区巡查，对区内的生态系统进行遥感监测。

## **4、矿区土地复垦监测和管护**

土地复垦监测包括地表变形监测、土壤质量监测和土地复垦效果监测。对复垦后耕地、林地进行管护，管护期为 3 年。

## **（五）矿山地质环境治理工程经费估算**

本方案矿山地质环境保护与土地复垦总经费估算 1171.42 万元，其中：矿山地质环境治理工程经费估算为 267.67 万元；土地复垦工程经费估算为 903.75 万元；矿山可采储量为       万吨，吨矿投资 4.50 元；土地复垦面积 53.09hm<sup>2</sup>，亩均投资 11348.65 元。

近期矿山地质环境治理与土地复垦费用合计为 8.04 万元。其中，地质环境保护总费用为 6.62 万元，土地复垦总费用为 1.42 万元。

## 二、建议

1、略阳县两河口钼钒矿矿区东侧部分区域涉及略阳县已划定的农村集中式饮用水水源地二级保护范围和秦岭重点保护区，建议在延续采矿许可证时，根据相关政策调整矿区范围，编写开发利用方案和开采设计，在此基础上重新修编矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）。

2、实施矿山地质环境保护与土地复垦工程意义重大，建议自然资源主管部门加强指导矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作。

3、两河口钼钒矿基建期，部分建设工程需占用当地居民宅基地，需进行异地搬迁，建议政府部门予以协助。