

陕西略阳核矿业有限公司
略阳县白石沟钼钒矿区生态修复方案
(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
略阳县白石沟钼钒矿区生态修复方案
(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：裴金良

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

总工程师：高政伟

高政伟

项目负责人：任文琴

任文琴

编写人员：任文琴、代韦熜、李沛华

任文琴 代韦熜 李沛华

制图人员：程芳芳

程芳芳

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	裘金良	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	略阳县白石沟钼钒矿		
	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
		任文琴	任文琴 项目负责	17791278756
		程芳芳	程芳芳 技术负责	13772809705
		代韦熜	代韦熜 报告编写 预算编制	19991618633
		李沛华	李沛华 资料整理 图件编绘	19116172239
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			

《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县白石沟钼钒矿区生态修复方案（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大队有限公司编制的《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县白石沟钼钒矿区生态修复方案(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11.57km²，评估区面积5.14km²，地质环境调查点41个、土地复垦调查点26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白石沟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18.35a。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，考虑后期闭坑期 2.65a，植被管护期 3.0a，《方案》规划服务年限为 30 年（2026 年-2055 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 $30.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，矿区范围由 16 个拐点圈定，矿区面积 1.6769km^2 ，开采标高由 1244m 至 550m，开采矿种为钒矿、钼矿、镍矿、铀矿。矿区土地利用现状类型为 10 个一级类和 14 个二级类，包括耕地、园地、林地、草地、仓储用地、住宅用地、公用设施用地、农业设施建设用地、水域及水利设施用地和其他土地。矿山属于地下开采，采矿方法漆树沟 I 号矿体采用分段空场法采矿，水家垭采用浅孔留矿法，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 $30.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，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 5.14km^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 个影响程度较轻区，面积 5.14km^2 ，

占评估区面积的 100%。预测评估将评估区划分为 3 级 5 个不同影响程度区，其中 3 个影响程度严重区，面积 0.0134km^2 ，占评估区面积的 0.26%；1 个影响程度较严重区，面积为 0.0043km^2 ，占评估区面积的 0.08%；1 个影响程度较轻区，面积 5.1223km^2 ，占评估区面积的 99.66%。

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 97.79hm^2 ，无已损毁土地，拟损毁土地面积 97.79hm^2 ，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 5 个防治区，其中重点防治区 3 个，面积 0.0134km^2 ，占评估区总面积的 0.26%；次重点防治区 1 个，总面积为 0.0043km^2 ，占防治区面积的 0.08%；一般防治区 1 个，面积 5.1223km^2 ，占防治区面积的 99.66%。

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 97.79hm^2 ，矿山闭坑后，矿山道路 (0.70hm^2) 留续使用，复垦责任范围面积为 97.09hm^2 。

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。矿山地质环境治理主要工程措施包括不稳定地质体 H01 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；土地复垦措施主要包括场地清理、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. 不稳定地质体 H01 监测 48 点次； 2. 设置警示牌 6 块； 3. 水质监测 44 组； 4. 地面塌陷监测 20 点次； 5. 含水层水位监测 64 次； 6. 含水层水质监测 19 组； 7. 地形地貌监测 40 次； 8. 水土环境影响监测 18 组； 9. 生态监测（无人机巡查）1 次。	1. 弃渣绿化强化播撒草籽。
第二年	1. 不稳定地质体 H01 监测 24 点次； 2. 水质监测 22 组； 3. 地面塌陷监测 20 点次； 4. 含水层水位监测 48 次； 5. 地形地貌监测 40 次；	1. 弃渣覆绿管护。

	6.水土环境影响监测 14 组; 7.生态监测（无人机巡查）1 次。	
第三年	1.不稳定地质体 H01 监测 48 点次; 2.水质监测 44 组; 3.地面塌陷监测 20 点次; 4.含水层水位监测 64 次; 5.含水层水质监测 19 组。	1.弃渣覆绿补种、管护。
第四年	1.不稳定地质体 H01 监测 24 点次; 2.水质监测 11 组; 3.地面塌陷监测 20 点次; 4.含水层水位监测 48 次; 5.地形地貌监测 40 次; 6.水土环境影响监测 14 组; 7.生态监测（无人机巡查）1 次。	1.弃渣覆绿管护。
第五年	1.不稳定地质体 H01 监测 36 点次; 2.水质监测 11 组; 3.地面塌陷监测 20 点次; 4.含水层水位监测 33 次; 5.地形地貌监测 40 次; 6.水土环境影响监测 14 组; 7.生态监测（无人机巡查）1 次。	1.弃渣覆绿管护。

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 1481.30 万元、2403.90 万元，总费用为 3885.20 万元，吨矿投资 7.07 元（剩余可采矿石量 ，静态亩均投资 16506.33 元（复

垦责任范围 97.09hm²），经费估算合理。《方案》适用期 5 年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为 16.55 万元、0.12 万元，总费用 16.67 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	4.37	0.03	4.40
第二年	2.40	0.02	2.42
第三年	4.12	0.03	4.15
第四年	2.40	0.02	2.42
第五年	3.26	0.02	3.28
合计	16.55	0.12	16.67

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，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白石沟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
苏生瑞	长春大学	教授	地质	同意	苏生瑞
王鹏飞	西北有色金属工程有限公司	高工	环境地质	同意	王鹏飞
王建生	西安科技大学	教授	环境地质	同意	王建生
孙树魁	西安科技大学	教授	地质工程	同意	孙树魁
孙永卫	陕西理工大学	教授	土地复垦	同意	孙永卫
李海霞	汉中大学	教授	地质工程	同意	李海霞
胡波	陕西有色地质勘查有限公司	高工	环境地质	同意	胡波

目 录

前 言	1
一、任务的由来	1
二、编制目的	1
三、编制依据	1
四、方案适用年限	8
五、编制工作概况	9
六、工作质量综述	11
七、质量承诺	12
第一章 矿山基本情况	13
一、矿山简介	13
二、矿区范围及拐点坐标	15
三、矿山开采历史及现状	15
四、矿山开发利用方案概述	17
第二章 矿区基础信息	33
一、矿区自然地理	33
二、矿区地质环境背景	42
三、矿区社会经济概况	55
四、矿区土地利用现状	59
五、矿山及周边其他人类重大工程活动	64
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析	67
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估	72
一、矿山地质环境与土地资源调查概述	72
二、矿山地质环境影响评估	72
三、矿山土地损毁预测与评估	95
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	103
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	111
一、矿山地质环境治理可行性分析	111
二、矿区土地复垦可行性分析	113
第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	132

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	132
二、矿山不稳定地质体治理.....	136
三、土地复垦.....	149
四、含水层破坏修复.....	176
五、水土环境影响修复.....	177
六、矿山地质环境监测.....	178
七、土地复垦监测和管护.....	188
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....	194
一、总体工作部署.....	194
二、阶段实施计划.....	195
三、近期年度工作安排.....	199
第七章 经费估算与进度安排.....	201
一、经费估算依据.....	201
二、矿山地质环境恢复治理经费估算.....	202
三、土地复垦工程经费估算.....	212
四、总经费汇总.....	220
第八章 保障措施与效益分析.....	223
一、组织保障.....	223
二、技术保障.....	224
三、资金保障.....	225
四、监管保障.....	227
五、效益分析.....	228
六、公众参与.....	230
第九章 结论与建议.....	232
一、结论.....	232
二、建议.....	235

附图:

- 1、陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿矿区地质环境问题现状图
(1:10000)
- 2、陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿矿区地质环境影响预测图
(1:10000)
- 3、陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿矿区环境治理工程部署图
(1:10000)
- 4、陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿矿区土地利用现状图(1:10000)
- 5、陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿矿区土地损毁预测图(1:10000)
- 6、陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿矿区土地复垦规划图(1:10000)

附表:

- 1、矿山地质环境现状调查表
- 2、矿山地质环境动态监测调查表
- 3、公众参与调查表

附件:

- 1、方案编制委托书
- 2、采矿许可证副本复印件
- 3、营业执照副本复印件
- 4、《核实报告》储量备案证明
- 5、《开发利用》审查意见
- 6、两案专家组意见
- 7、《关于陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿、两河口钼钒矿矿区生态修复方案有关情况的说明》
- 8、矿区与保护区位置关系说明
- 9、专家现场踏勘意见及修改说明对照表
- 10、市县踏勘意见表
- 11、编制单位承诺书
- 12、矿山企业承诺书
- 13、《关于略阳县白石沟和两河口两个钼钒矿预计未来五年内无法开工建设

的情况说明》

14、基金三方监管协议

15、基金账户对账单

16、签订基金三方监管协议以来各年度基金的提取和使用情

17、水源地县政府、省厅调整的函

前 言

一、任务的由来

陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县白石沟钼钒矿（以下简称“白石沟钼钒矿”）位于略阳县城北东约 11km 处，行政区划属于陕西省汉中市略阳县兴州街道办事处安坪沟村及两河口镇唐家沟村。矿山现有采矿许可证证编号：C6100002017062210144597，开采矿种为钒矿、钼矿、镍矿、铀矿，生产规模 30 万吨/年，矿区范围 1.6769km²，开采标高+1244m 至+550m，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。

2013 年 7 月，陕西略阳龙核矿业有限公司委托西安有色冶金设计研究院编制了《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿开发利用方案》，并通过评审。

2019 年，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白石沟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 8 月 6 日予以公告。

由于 2019 年 10 月编制的《原方案》适用年限到期，矿山一直未开采，地质环境维持原貌，所以《原方案》未实施。根据新的《中华人民共和国矿产资源法》（2025 年 7 月 1 日实施），以及原国土资源部《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委托中陕核工业集团二一四大队有限公司对《略阳县白石沟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》）。

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12月)。

(二) 法律法规

- 1、《中华人民共和国矿产资源法》,(全国人大常务委员会, 2024年11月修订, 2025年7月1日实施);
- 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》(全国人大常务委员会, 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、《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);
- 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205号, 2018年1月1日实施);
- 15、《地质灾害防治条例》(国务院令第394号), 2004年3月1日起实施。

（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/T 43933-2024);
- 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、《陕西省略阳县地质隐患调查与区划报告》（长安大学地质工程勘察研究院，2002年）；
- 2、《汶川地震陕西受灾地区略阳县地质隐患详细调查报告》（长安大学工程设计研究院，2010年1月）；
- 3、《陕西省略阳县沙坪坝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（陕国资储备[2011]5号）；
- 4、《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（陕国资储备[2012]108号）；
- 5、《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟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（陕国资研报[2013]84号）（后文简称开发利用方案）；
- 6、《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿（采矿工程）可行性研究》（西安有色冶金设计研究院，2013年10月）；
- 7、《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿矿山地质环境保护与恢复治理方案》（西北有色勘测工程公司，2014年1月）；
- 8、《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿采矿工程水土保持方案报告书》（陕西水土保持科技开发有限公司，2014年3月）及陕西省水土保持局批复文件（陕水保函[2014]39号）；
- 9、《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿（漆树沟及水家垭西段）21万吨/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）；
- 10、《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿（水家垭东段）9万吨/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）；
- 11、《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟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]691号）；
- 12、《陕西省略阳县“十四五”地质隐患防治规划》（略阳县人民政府，2023

年 12 月);

13、《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、汉中西北有色七一总队有限公司, 2017 年 12 月);

14、《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县白石沟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 8 月) 及陕西省自然资源厅批复文件(陕自然资公告[2019]25 号);

15、《略阳县水利局关于陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县白石沟钼钒矿涉及略阳县应急水源保护区事项的复函》(略水涵[2017]112 号)。

16、《略阳县“十四五”生态环境保护规划》(略阳县人民政府, 2022 年 11 月);

17、《略阳县国土空间生态修复规划(2021-2035 年)》(略阳县人民政府, 2023 年 12 月);

18、《略阳县国土空间总体规划 2021-2035 年》(略阳县人民政府, 2025 年 1 月)。

四、方案适用年限

根据《陕西省略阳县沙坝坪地区钼钒矿详查地质报告》资源储量评审备案证明(陕国上资储备[2012]108 号)和《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿开发利用方案》, 本矿山开采钼钒矿, 可采储量 万吨, 生产规模为 30 万吨/年, 矿山设计服务年限 18.35 年。矿山在 2012 年 9 月向陕西省国土资源厅进行了矿产资源储量备案。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。根据矿山目前实际生产建设情况及开发利用方案及《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 5 年, 矿山建设期 1 年, 矿山设计生产服务年限仍按 18.35 年考虑; 考虑后期闭坑期 2.65 年; 本项目处于陕南地区, 考虑 3.0 年的植被管护期; 由此确定本方案规划期为 30.0 年(监测期 5a+建设期 1a+生产期 18.35a+稳沉治理期 2.65a+管护期 3.0a=30.0a)。

依据相关政策要求, 根据企业生产规划和土地损毁情况等因素变化, 以 2024 年为方案编制基准年, 适用年限为 5a, 具体以相关部门批准该方案之日算起。

若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, 应当重新编制或修订矿区生态修复方案(矿山地质环境保护与土地复垦方案)。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案是按照《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第四部分金属矿》（TD/T1031.4-2011）和《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的要求编制的，具体工作程序详见图 0.1-1。

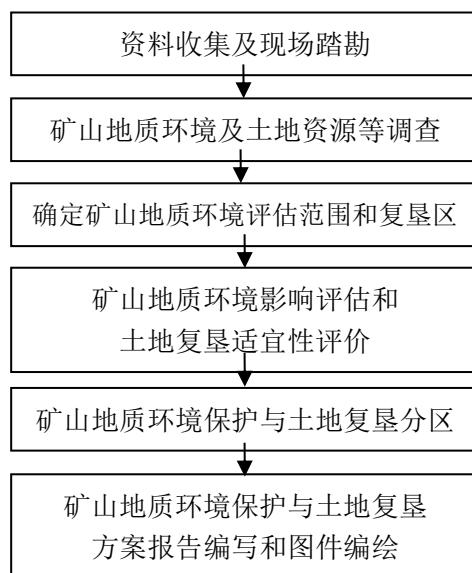


图 0.1-1 工作程序框图

（二）工作方法

1、资料收集

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

2、野外调查

野外调查工作主要侧重于不稳定地质体、地质环境、土地占用及损毁方面，采取路线调查和重点区段进行追索相结合的方法展开。调查点类型主要为不稳定地质体、环境地质点、土地损毁现状等。野外测量工具有手持式 GPS 卫星定位

仪、无人机、地质罗盘、皮尺和数码照相机、数码录像机等，用以不稳定地质体、环境地质点的定位、测量和拍照记录。调查比例尺和成图比例尺均采用 1:10000，主要采用以下方法进行野外调查工作：

（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、土地利用现状、土壤植被、人类工程活动、地质界线、构造线、岩层产状、不良地质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，以便为方案编制提供可靠依据。

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

（3）采访调查法：以采访矿区、不稳定地质体附近居民为主，详细了解工作区地质环境的变化情况、不稳定地质体的活动现状及矿区各类土地的占用损毁情况等。

3、资料综合整理与研究

综合研究贯穿于方案编制的整个工作中。通过对收集资料的综合研究和野外的现场调查研究，针对存在的矿山地质环境问题以及矿山土地损毁情况，按照规范要求进行矿山地质环境影响评估及土地损毁现状分析评估及动态预测评估，并在评估的基础上进行矿山地质环境保护与恢复治理分区以及土地复垦规划分区，进而制定防治工程措施和工作部署。

4、方案编制

方案编制是在野外调查及综合研究和上期方案适用期总结情况的基础上，严格按照各项规程、规定对本矿山地质环境复杂程度作出判别，并进行不稳定地质体危险性评估、含水层破坏、地形地貌景观破坏、矿区水土环境等影响矿山地质环境的因素进行现状评估和预测评估，并进行地质环境影响与土地复垦可行性分析。结合矿区地质环境条件，对已发生或可能发生的灾种、灾点提出相应的防治措施和建议，对已损毁、拟损毁的土地资源进行修复，从而制定防治工程措施和工作部署，并根据工程量进行经费估算，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）和治理工程经费估算书。最后提交相关部门和专家进行评

审，并根据专家组意见修改完善后印刷装订，送交主管部门登记备案。

（三）完成工作量

中陕核工业集团二一四大队有限公司接受任务后，即组织人员开展工作；2024年12月10日~12月30日搜集资料、编写工作计划；2025年1月6日~2月15日进行现场地质环境与土地利用情况调查，2025年3月16日~2025年5月20日进行资料整理、报告编制及内审工作。

本项目投入的技术人员共计9名，其中项目负责1人，技术负责1人，技术人员3人，制图1人，预算1人，审核1人，审定1人，其中高级工程师3人，工程师5人，助理工程师1人。

其中水工环地质专业4人，土地整理方向4人，造价专业1人，主要人员均具有多年矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）编制工作的经验，满足工作要求。编制本方案的完成的工作量详见表0.5-1。

表0.5-1 完成工作量一览表

名称		单位	工程量	备注
调查面积		km ²	11.5744	评估范围基础上延伸至第一斜坡带、分水岭或沟谷全流域
评估面积		km ²	5.1470	矿山开采影响范围、隐患全流域
调查线路		km	16.52	沿流域调查，重点区域采用穿插法调查
矿山地质环境调查点	地质环境点	个	28	包括地层岩性、地质构造及其他地质现象
	地形地貌点	个	6	区内主要地貌类型调查
	不稳定地质体	处	1	H01 不稳定地质体
	含水层调查点	个	4	白石沟沟道、水井
	水土样	个	2	安坪沟村、唐家沟村
土地复垦工作调查点	矿山地面工程调查点	个	6	拟布设工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、矿山道路、平硐等工程建设地点
	村庄调查点	个	2	安坪沟村、唐家沟村
	土地类型调查点	个	4	评估区内所有土地类型
	土壤剖面开挖点	个	2	林地、耕地
	公众参与调查访问	人	12	评估区所有自然村
数码照片		张	54	所有调查点配套照片
无人机录像		min	18	拟建工程地点、地形地貌等
室内收集（整理）资料		份	12	开发利用方案、地质报告等相关资料
土地利用现状图		幅	2	1:1万标准图幅
基本农田分布图		幅	1	白石沟钼钒矿基本农田分布图
确定复垦责任面积		hm ²	97.09	拟压占损毁、沉拟沉陷损毁

六、工作质量综述

本次《方案》编制工作主要采用了资料收集、野外调查、室内资料整理及综

合分析等手段，工作做到了精心组织、精心实施及严格的质量管理程序。公司成立了《方案》编制项目组和全面质量管理小组。

项目实施过程中，建立健全项目工作质量管理和三级检查验收制度，严格执行质量检查制度：野外原始资料、中间性成果必须做到自检、互检、组长检查 100%，项目负责人抽查资料不少于 30%，公司抽查资料不低于 10%，对项目成果和图件要 100%进行审查，野外资料准确度不低于 95%，发现问题及时解决，并形成文字记录，原始资料及中间成果合格率不低于 85%，对公司质量管理体系要求 100%执行。

在《方案》编制工作开展过程中，项目组对工作的质量进行了严格的要求，按照有关规程、规范严把质量关。野外调查资料详实，数据准确可靠，所获资料完整、准确，为成果报告的编制打下了坚实的基础。工作程序及工作方法符合规范要求。

七、质量承诺

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开展的《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县白石沟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）》编制工作，提供了《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：我公司收据的资料及数据主要来源于矿山企业，野外调查数据及资料来自于项目组实地外业调查。我公司承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性及结论的可靠性负责，并承诺对报告中涉及内容负法律责任。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

矿山名称：白石沟钼钒矿

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：略阳县白石沟安坪沟村

采矿许可证：C6100002017062210144597

矿区面积：1.6769km²（由 16 个拐点圈定）

开采矿种：钼钒矿（B09 有色金属矿采选业），主矿种为钒矿，伴生矿产为钼矿

开采方式：地下开采

建设规模：30 万吨/年

开采标高：+1244～+550m

产品方案：片钒（V₂O₅ 98%）、氧化钼（Mo 57%）、重铀酸钠（U 62%）

（一）矿山地理位置

白石沟钼钒矿位于略阳县中东部，县城北东约 11km 处的白石沟一带，行政区划隶属陕西省略阳县兴州街道办事处安坪沟村及两河口镇唐家沟村。矿区范围属嘉陵江水系，西起漆树沟，东至桂花沟；北界限于刘家湾-漆树湾一线，南止黑湾里-潘家大湾-歪子沟一线以北。地理坐标介于北纬 、东经 之间。

（二）交通位置

白石沟钼钒矿位于略阳县城 60°方向直线距离约 11km 处。矿区至略阳县城有县级公路相通，G309 国道通过略阳县城后自矿区西侧通过；“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；矿区至两河口钼钒矿直线距离约 7Km，其间有简易乡村公路连通；矿区交通较为便利（图 1.1-1）。

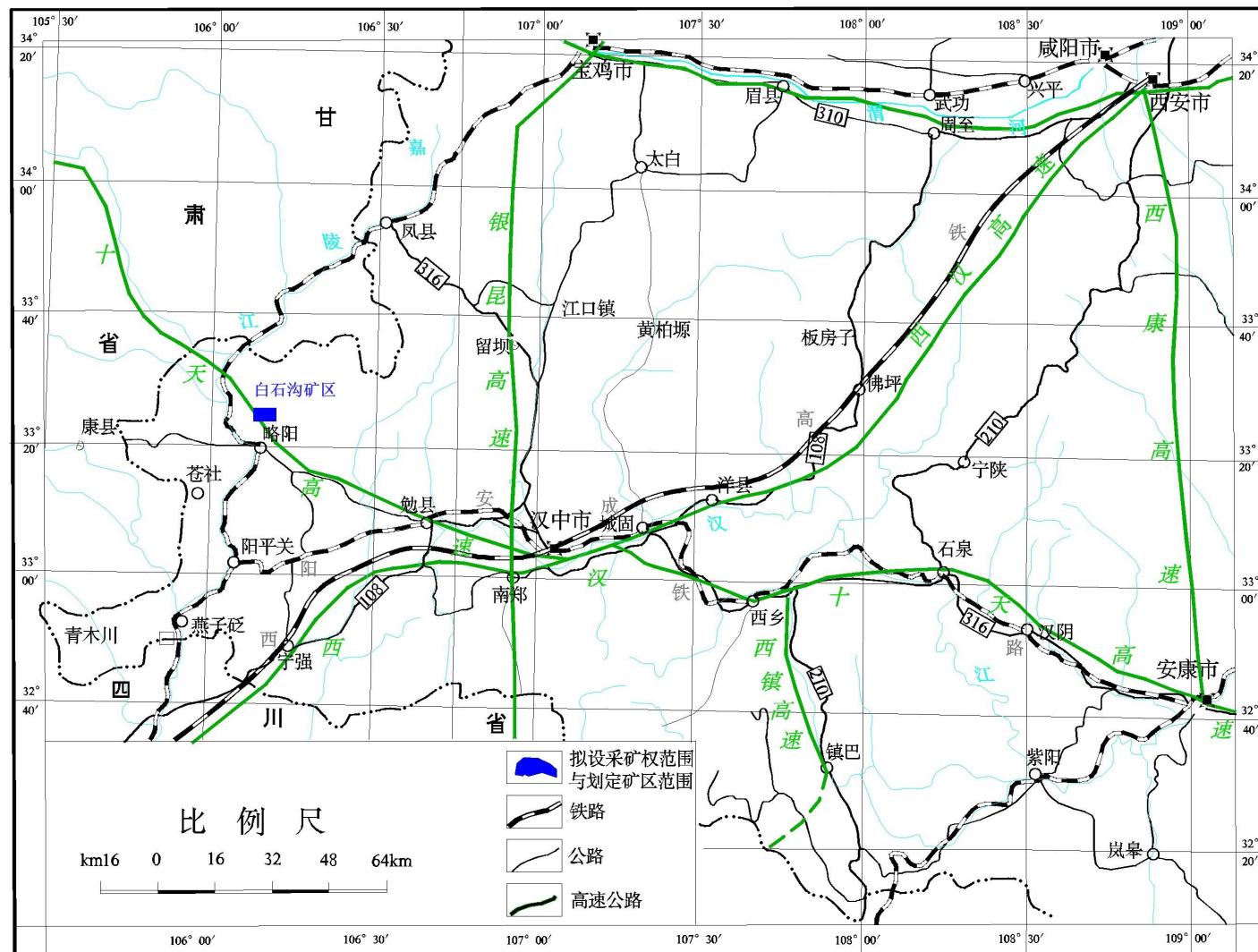


图 1.1-1 交通位置示意图

二、矿区范围及拐点坐标

(一) 矿区范围

根据批复的陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿采矿许可证：C6100002017062210144597，矿区面积 1.6769km^2 ，矿区范围由十六个拐点圈定，拐点坐标见表 1.2-2 及图 1.3-1，2000 坐标为国家测绘地理信息局转换而来（附件八）。该矿区范围包括沙坝坪钼钒勘查区中的漆树沟及水家垭（拐点编号 6-16）、关帝沟（拐点编号 1-5）三个矿段。

表 1.2-1 白石沟钼钒矿区范围拐点坐标表（采矿许可证）

（二）周边矿权设置情况

陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿东边为该公司的两河口钼矾矿，本矿区及周边临近范围内无其他矿权设置。

三、矿山开采历史及现状

（一）开采历史情况简介

陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿为一新建矿山企业，自 2010 年至今，矿山一直处于用地手续等前期手续办理阶段，矿区及周边无历史采矿权和采矿活动分布。

2017 年 6 月 9 日，陕西省国土资源厅以《关于颁发陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县白石沟钼钒矿采矿许可证的通知》(陕国土资矿采字[2017]120 号)颁发了采矿许可证，证号：C6100002017062210144597；有效期：2017 年 6 月 9 日-2027 年 6 月 9 日。

探矿工程主要以钻探和地面调查为主。开挖形成的弃渣一般就近堆放后，回填至探槽，多余部分选择周边地形低洼地带集中堆放，未发现弃渣大面积裸露，破坏地形地貌景观或引发不稳定地质体等问题。根据本次现场调查，矿区前期探矿硐口 1 个，已封堵。形成少量弃渣堆 1 处，位于探矿硐口附近，约 12m³，亦基本自然复绿，未见明显的前期探矿活动遗迹，影响较小。

（二）矿山现状

1、矿山开采及资源量现状

目前，矿区详查地质探矿及资源储量评审备案等工作现已完成，矿山、选治厂等设施尚在筹划当中，尚未进行矿山基础设施建设，至今尚未建设及开采，尚未消耗地质资源储量。根据《关于略阳县白石沟和两河口两个钼钒矿预计未来五年内无法开工建设的情况说明》，可知矿山未来五年不能进行开采，所以近五年无基建和开采计划。前期勘查、探矿活动区域也已基本自然复绿，未见矿业活动遗迹。

2、矿山资源及储量

（1）详查报告及评审备案证明储量

根据《陕西省略阳县沙坪坝地区钼钒矿详查地质报告》及矿产资源储量评审备案证明（陕国资储备[2012]108 号），陕西略阳龙核矿业有限公司沙坪坝地区钼钒矿区经详查共获得矿石量 ，V₂O₅ 资源量 ，V₂O₅ 平均品位 0.92%，共（伴）生钼资源量 ，平均品位 0.054%。

（2）开发利用方案设计开采储量

依据《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿开发利用方案》可知，本矿山开采钼钒矿，钼为伴生矿石，采用地下开采，矿区面积 1.6769km²，漆树沟、水家垭、关帝沟三个矿段保有资源储量 万吨，漆树沟、水家垭两个矿段设计利用资源量 万吨，可采储量 万吨，生产规模为 30 万吨/年，设计服务年限为 18.35 年。关帝沟矿段 XV 号矿体暂不开发利用。

四、矿山开发利用方案概述

因矿山至今尚未建设及开采，尚未消耗地质资源储量。根据《关于略阳县白石沟和两河口两个钼钒矿预计未来五年内无法开工建设的情况说明》，可知矿山未来五年不进行开采。所以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白石沟钼钒矿开发利用方案》（西安有色冶金设计研究院，2013年7月）的基础上编制而成，该方案已通过评审并获得陕西省国土资源资产利用研究中心的审查意见（陕国资研报[2013]84号）。具体内容简述如下：

（一）开发利用方案执行情况

由西安有色冶金设计研究院于2013年7月编制的《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿开发利用方案》（备案：陕国资研报[2013]84号），因矿山一直未建设，所以该方案并未实施。

（二）建设规模及产品方案

白石沟钼钒矿生产规模30万吨/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）开采设计简述

1、开采方式：地下开采。

2、开拓运输系统

矿山初步拟设出露地表的平硐四个，分别为1#915m平硐、2#915m平硐、3#915m平硐及1105m平硐，回风竖井1个。

①漆树沟I、II、III号矿体和水家垭VIII-1、VIII-2号矿体开拓运输系统

采用罐笼盲竖井开拓运输方案，开拓系统见图1.3-3。

罐笼盲竖井布置在漆树沟I号矿体下盘23线岩石移动范围以外。竖井断面为圆形，Φ净=5.5M，井深390m（940-550m），提升高度350m（915-565m）。矿山正常生产时，865、815、765、715、665、615、565中段采下的矿石、废石均经罐笼竖井提升至915中段，再由电机车牵引至地表，最后装入自卸汽车分别运往选冶厂或临时弃渣场。

②水家垭VI、VII-1、VII-2、XIV号矿体开拓运输系统

水家垭VI、VII-1、VII-2、XIV号矿体上部1165、1115、1065、1015中段采用平硐—溜井开拓方案；深部965、915、865、815、765、715中段采用盲斜井开拓方案。开拓系统见图1.3-4。

1165、1115、1065、1015 中段生产时，各中段采下的矿石经矿石溜井溜放至 1015 主平硐中段，装车编组后由电机车牵引至地表，再装入自卸汽车运往选治厂；各中段生产过程中产生的废石经废石溜井溜放至 1015 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弃渣场集中堆放。

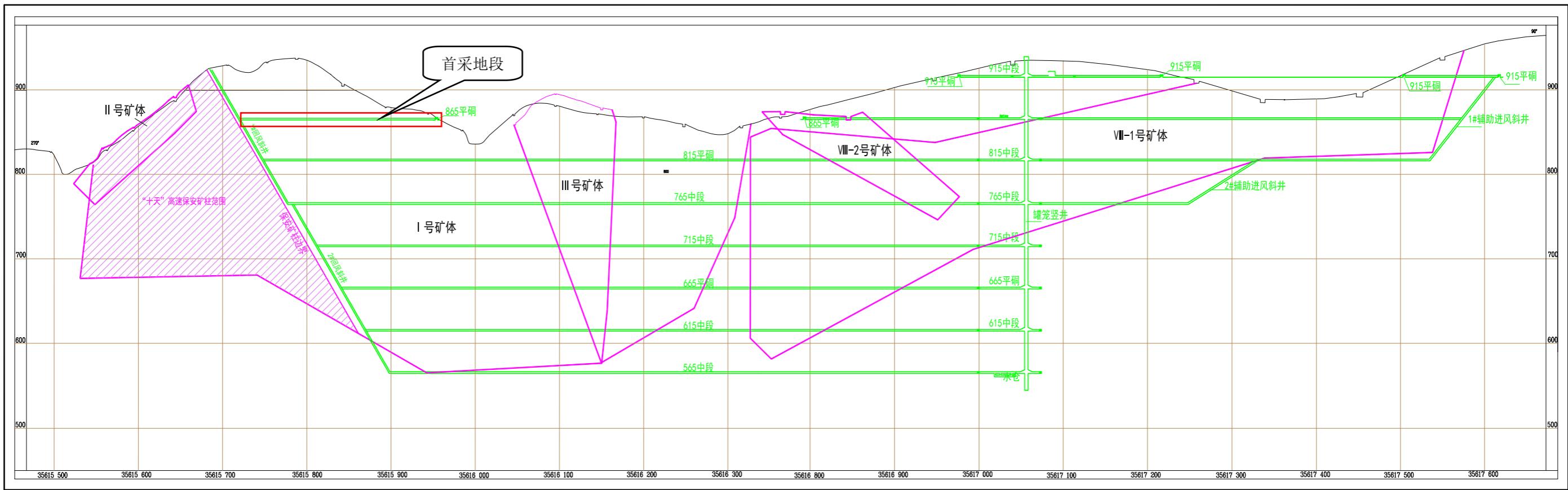


图 1.3-3 漆树沟I、II、III、VIII-1、VIII-2 矿体开拓系统纵投影图

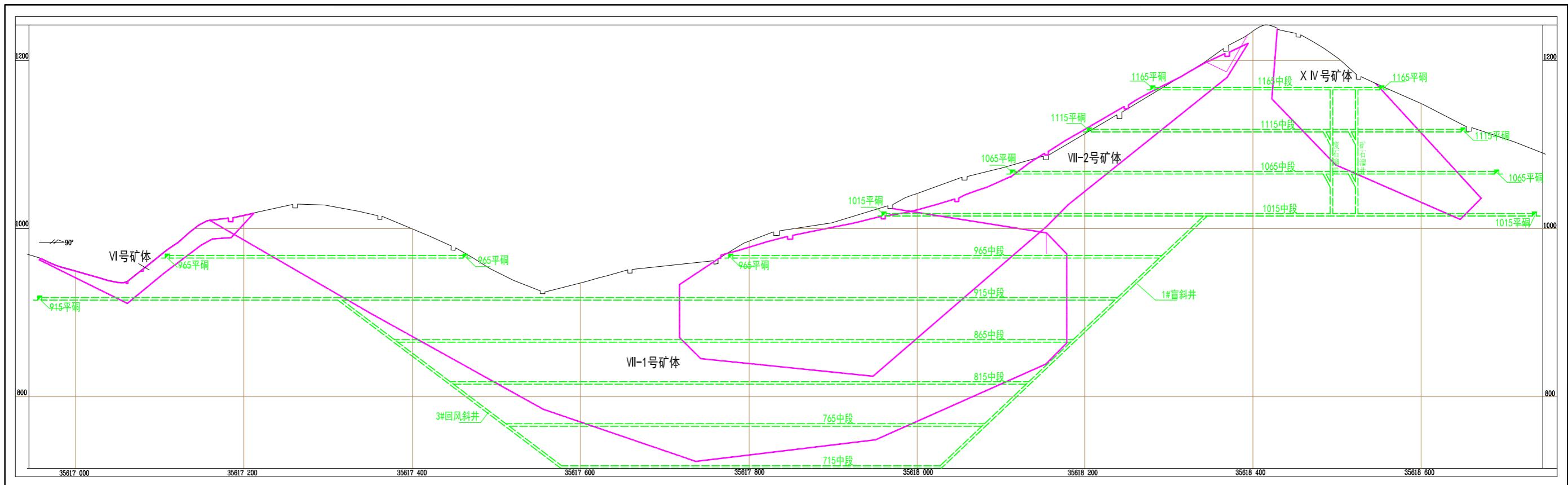


图 1.3-4 水家垭VI、VII-1、VII-2、XIV号矿体开拓系统纵投影图

3、开采方法

矿区内的钼钒矿体矿床水文地质、工程地质条件简单，矿山设计推荐采用地下开采方式；漆树沟I号矿体设计采用分段空场法采矿（见图1.3-5）；漆树沟II、III号矿体和水家垭（VI、VII-1、VII-2、VIII-1、VIII-2、XIV）矿体设计采用浅孔留矿法（见图1.3-6）。

（1）分段空场采矿方法

①矿块构成要素

矿块沿走向布置，阶段高度50m，矿块长度50m，宽度等于矿体厚度，顶柱高度8.0m，间柱宽度8.0m，底柱高度10.0m，漏斗间距8.0m，分段高度10.0m。

②采准工作

沿矿体走向掘进脉内运输巷道，该巷道同时起探矿作用，在运输巷道中每隔50m掘进天井，天井布置在脉内，沿矿体下盘，在天井中每隔10.0m掘进分段凿岩巷道。

③切割工作

在运输巷道底板上10.0m处掘进切割巷道，在底柱中掘进间距8m的普通漏斗，直通切割平巷。

④回采工作

沿矿房长度从矿房中央向两侧后退式回采，形成两个采矿工作面。沿矿房高度，自上而下分段回采，采矿工作线呈直线形。

（2）浅孔留矿采矿法

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

阶段运输巷道采用脉外巷道，利用穿脉控制矿体。主要采准工作有：沿矿体走向在矿体下盘掘进脉外运输平巷，每隔50m想矿体掘进穿脉巷道，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，天井两侧联络道对称布置。

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。

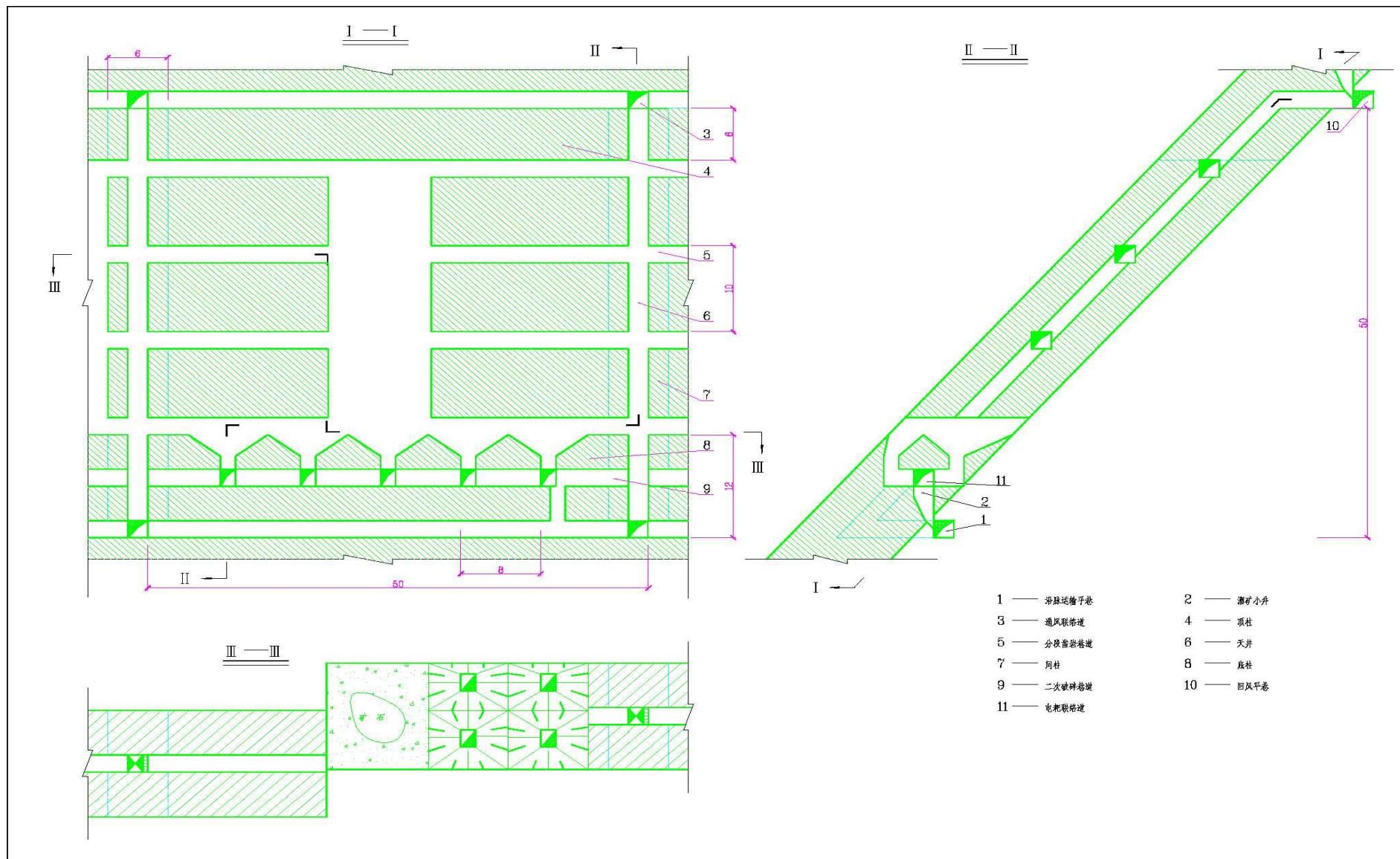


图 1.3-5 分段空场法采矿示意图

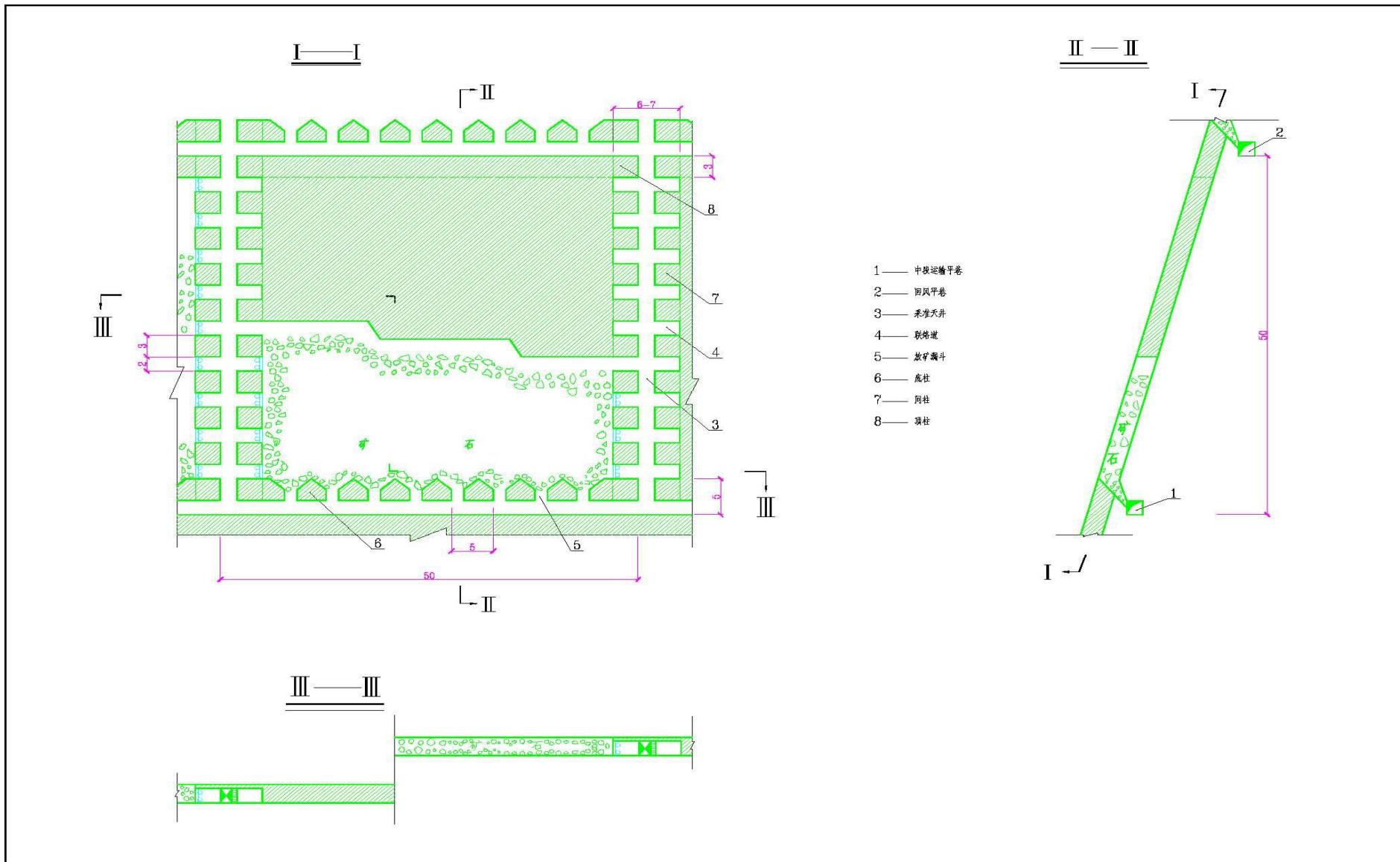


图 1.3-6 浅孔留矿采矿示意图

4、开采顺序

白石沟钼钒矿漆树沟矿段I、II、III号矿体与水家垭矿段VIII-1、VIII-2号矿体设计采用一套开拓运输系统；水家垭矿段VI、VII-1、VII-2、XIV号矿体采用另一套开拓运输系统；矿山总的回采顺序如下：

(1) 安排漆树沟矿段及水家垭西段和水家垭东段同时进行回采；其中漆树沟矿段及水家垭西段包括I、II、III、VIII-1、VIII-2号矿体，自上而下依次设有915、865、815、765、715、665、615、565等中段，生产能力700t/d；水家垭东段包括VI、VII-1、VII-2、XIV号矿体，自上而下依次设有1165、1115、1065、1015、965、915、865、815、765、715等中段，生产能力300t/d。

(2) 矿段内，按照自上而下的顺序逐中段依次回采；

(3) 同一中段内，沿矿体走向自西侧回风斜井向东侧坑口方向后退式回采；垂直矿体走向，先采上盘、后采下盘矿体，上盘矿体回采应超前下盘矿体一个完整矿块。

依据开发利用方案，首采地段选择在漆树沟矿段865中段，可采资源储量 万吨，可服务4年（图1.3-3），水家垭东段1165中段，可采资源储量 万吨，可服务1年。

5、开采移动范围的确定

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》GB50218-94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，质量等級分类为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。

根据该矿矿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°，下盘岩石移动角取65°（当矿体倾角小于65°时，下盘岩石移动角为矿体倾角），侧翼岩石移动角65°。据此圈定出矿床开采时每个中段移动带的范围和地表岩石移动范围。

（三）矿山建设及地面工程布局

白石沟钼钒矿与其东侧的两河口钼钒矿的采矿权人均为陕西略阳龙核矿业有限公司，两矿区相距约7km，公路运输距离约10km。因两处采矿权距离较近，为节省投资，

开发利用方案设计共用选治系统及尾矿设施，由两河口钼钒矿进行建设，将选治厂布置在两河口钼钒矿区青山沟矿段IV号矿体南侧 0.6km 处的白河西侧山坡上，尾矿库布置在两河口钼钒矿区选矿厂南侧 0.5km 处的康家沟内。白石沟钼钒矿区所采矿石集中运至两河口矿区选厂，选治厂和尾矿库已在两河口方案中布设了治理工程及土地复垦工作，因此本方案对两河口选治厂和尾矿库不予以评述和评估。

陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县白石沟钼钒矿现状尚未开展基建工作，根据开发利用方案，白石沟钼钒矿拟建工程主要有工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、爆破材料库、矿山道路、供电线路及塔基、供水管线、供水工程泵房、采矿平硐及回风斜井等（平面布置见图 1.3-1），分述如下：

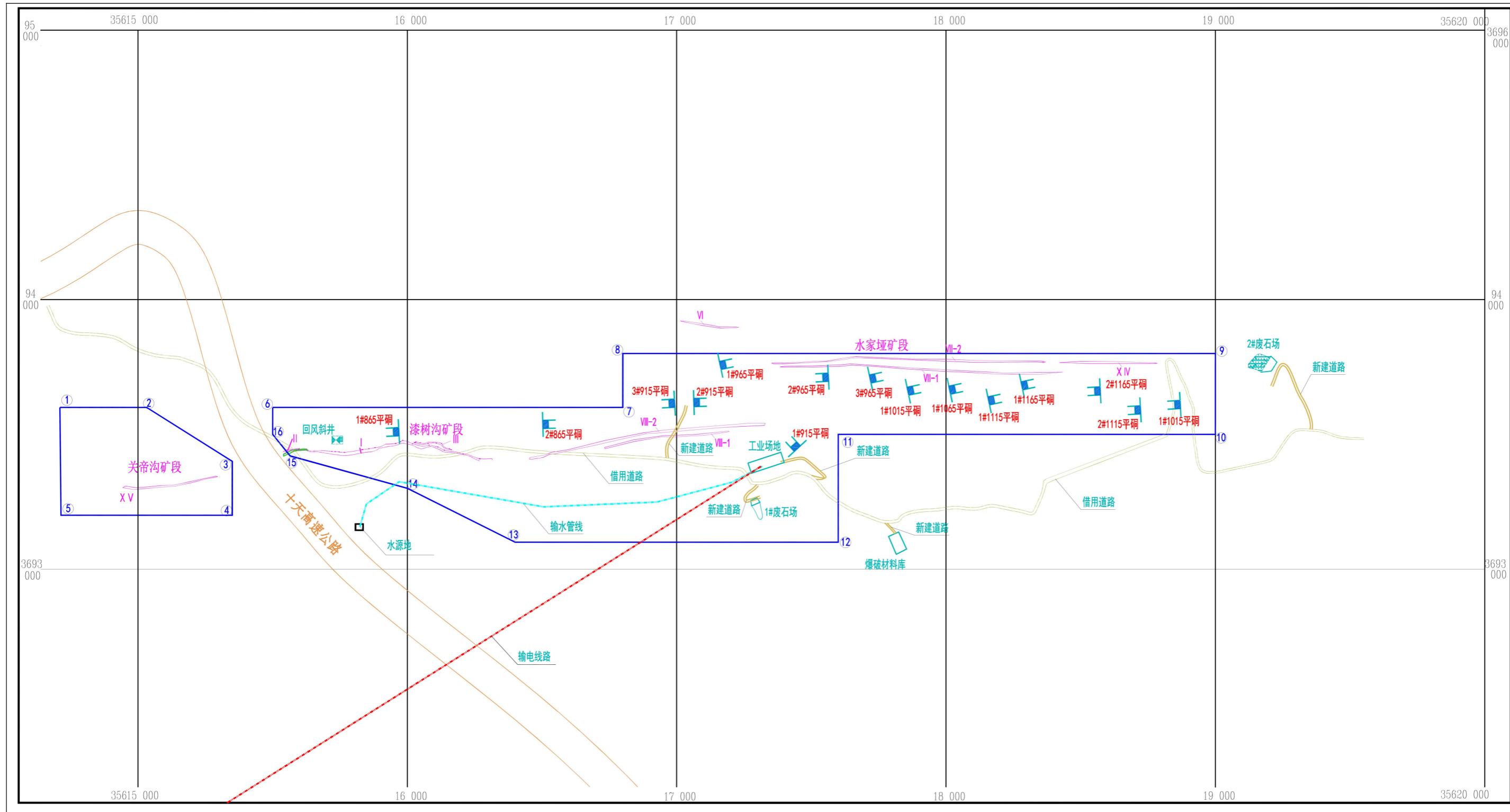


图 1.3-1 白石沟钼钒矿地面地面工程布局图

1、工业场地

在东 915 主平硐口边侧设采矿工业场地，采矿工业场地内布置有井口车场及转运场地、坑口值班室、空压机站、配电室、电机车及矿车维修间、仓库等，占地面积 1.0hm^2 (图 1.3-2)。

工业场地采用台阶式布置形式，工业场地井口车场设计标高 915m，矿石转运场地设计标高 900m。工业场地条形布置，开挖山体而成，东侧沿等高线布置进场道路与矿区道路相接（照片 1.3-1、照片 1.3-2）。



照片 1.3-1 工业场地-白石沟右岸 (镜像 230°)

照片 1.3-2 工业场地东侧（镜像 180°）

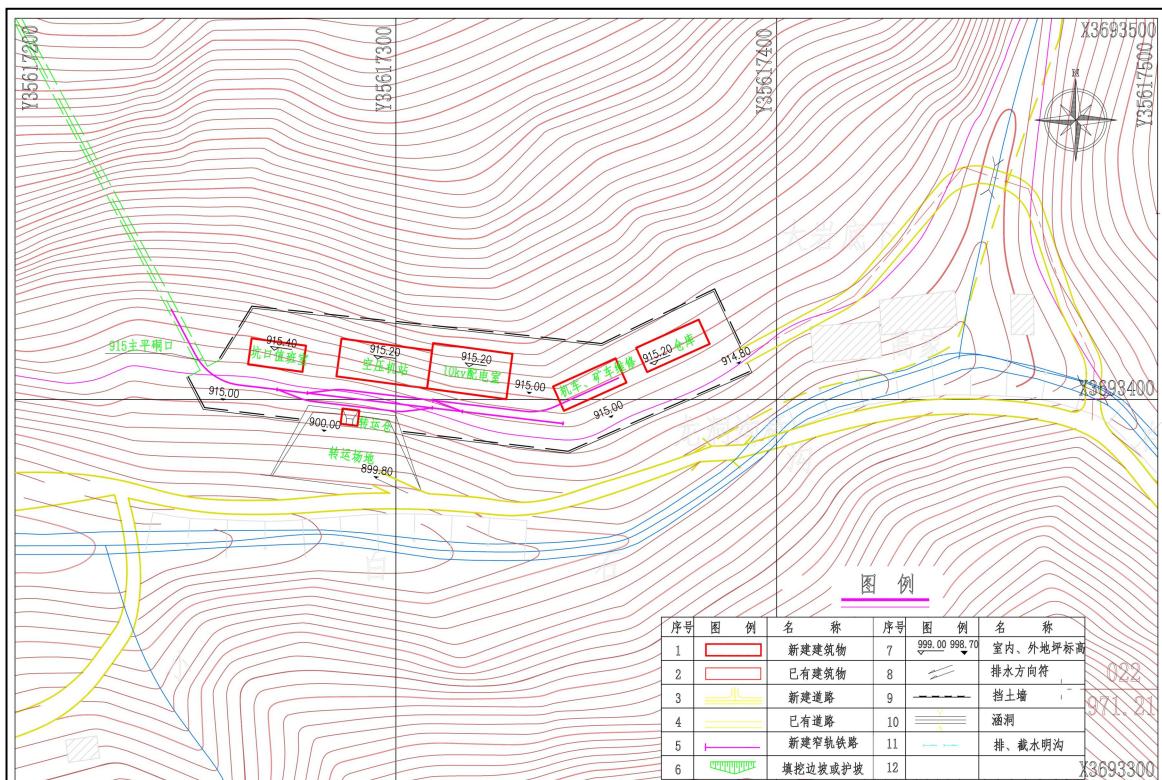


图 1.3-2 白石沟钼钒矿工业场地规划图

2、临时弃渣场

1#临时弃渣场: 位于东 915 平硐口南侧支沟近沟口处, 采用车辆直接运至临时弃渣场, 单台阶堆放, 最大堆高 40m, 用于堆存漆树沟矿段及水家垭西段采出废石, 其中陕核工业集团二一四大队有限公司 28

占地面积 1.6hm^2 (含拦渣墙等占地面积), (照片 1.3-3、照片 1.3-4)。

2#临时弃渣场: 位于 1015 平洞附近, 采用汽车运输, 单台阶高度 20m, 最终平台宽度 10m, 总堆置高度 40m, 用于堆存水家垭东段开采废石, 占地面积 2.9hm^2 (含拦渣墙等占地面积), (照片 1.3-5、照片 1.3-6)。

依据开发利用方案, 临时弃渣场上部修筑截水沟, 防止废石流滚和被地表水冲失。在废石堆场下方设置废石挡墙, 起截流、防洪、排水设施的作用。

临时弃渣场容量复核: 该矿基建期废石量约 67531m^3 , 矿区服务年限内, 漆树沟矿段需临时弃渣场容积 24.9 万 m^3 , 水家垭矿段需临时弃渣场容积 34 万 m^3 。

根据弃渣场堆高库容曲线可知, 1#弃渣场库容 34.9 万 m^3 , 2#临时弃渣场库容 54.3 万 m^3 , 方案服务年限内排废石 19.60 万 m^3 , 弃渣场可以满足方案服务年限内基建期和生产期排废石需要。

依据开发利用方案, 关帝沟段矿体暂不开发, 不考虑废石排放。



照片 1.3-3 1#临时弃渣场 (后沟) (镜像 160°)



照片 1.3-4 1#临时弃渣场下游 (后沟沟口) (镜像 100°)



照片 1.3-5 2#临时弃渣场 (高家沟) (镜像 230°)



照片 1.3-6 2#临时弃渣场下游 (高家沟) (镜像 160°)

3、矿山爆破

矿山爆破拟采用服务外包，所以本矿没有设爆破材料库。

4、矿山道路

利用现有通村便道，作为矿石主要运输道路，平硐口、临时弃渣场及工业场地衔接村道段，沿沟侧斜坡平缓地带修建运输便道，根据开挖情况，局部不稳定地段设置拦挡措施。本矿山利用现有道路 4.11km。

新修矿山道路包括：①工业场地、1#915 平硐与借用道路连接路；②2#915、3#915 平硐与借用道路连接路；③回风斜井与借用道路连接路；④1#临时弃渣场与借用道路连接路；⑤2#临时弃渣场与借用道路连接路；⑥其余平硐连接道路。新建道路临时设施布设在拟建道路内，建设过程中逐步恢复。

矿山新建连接路线长度 1.0km，路面宽 7m，新建道路占地面积 0.7hm²。

5、供电线路

工程的 10kV 供电电源引自白石沟供电所，从该变电所引一路 10kV 电源，架空至采场，作为采矿主供电源，导线选用 LGJ-3×70mm² 型。供电线路长 5km，100 个水泥杆永久占地约 0.02hm²，架线施工临时占地 0.28hm²，共占地 0.30hm²。

6、供水工程

龙洞沟水源距工业场地 3.0km，通过取水泵房加压输送，输水管线长 3000m。泵房永久占地 0.08hm²，输水管线临时占地 1.2hm²（其中供水管线开挖宽度为 1.0m，占地 0.3hm²；管线两侧施工作业带宽 3.0m，占地 0.9hm²），供水工程总占地 1.28hm²。供水管线为单线，管材为 DN80 焊接钢管，直埋敷设，埋深为 1m。

7、采矿平硐及回风斜井

由于矿山目前处于规划阶段，依据开拓系统投影图，出露地表的平硐 15 个，回风斜井 1 个。

漆树沟矿段、水家垭西段为一个生产系统，出露地面的平硐包括 1#915m 平硐、2#915 平硐、3#915 平硐、1#865 平硐、2#865 平硐、回风斜井。

水家垭东段为单独生产系统，出露地面的平硐包括 1#965 平硐、2#965 平硐、3#965 平硐、1#1015 平硐、2#1015 平硐、1#1065 平硐、1#1115 平硐、2#1115 平硐、1#1165 平硐、2#1165 平硐。

拟建 **1#865 平硐** 位于漆树沟沟道左岸，平硐口斜坡坡度约 15°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **2#865 平硐** 位于刘家山坡脚，平硐口斜坡坡度约 12°，平硐口不稳定地质体不

发育。

拟建 **1#915 平硐** 位于工业场地西侧，平硐口斜坡坡度约 25°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **2#915 平硐** 位于后沟沟道下游左岸，平硐口斜坡坡度约 23°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **3#915 平硐** 位于后沟沟道下游右岸，与拟建 1#平硐相对，平硐口斜坡坡度约 26°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **1#965 平硐** 位于后沟沟道左岸斜坡坡脚，平硐口斜坡坡度约 18°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **2#965 平硐** 位于玄麻湾沟道下游右岸，平硐口斜坡坡度约 20°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **3#965 平硐** 位于玄麻湾沟道下游左岸，与拟建 2#965 平硐相对，平硐口斜坡坡度约 22°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **1#1015 平硐** 位于玄麻湾沟道下游左岸坡体中部，平硐口斜坡坡度约 22°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **2#1015 平硐** 位于田家沟沟道下游右岸坡脚，平硐口斜坡坡度约 17°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **1#1065 平硐** 位于玄麻湾沟道下游左岸坡体中部，平硐口斜坡坡度约 13°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **1#1115 平硐** 位于玄麻湾沟道下游左岸坡体中上部，平硐口斜坡坡度约 16°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **2#1115 平硐** 位于田家沟沟道下游右岸坡体中部，平硐口斜坡坡度约 14°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **1#1165 平硐** 位于玄麻湾沟道下游左岸坡体上部，平硐口斜坡坡度约 10°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **2#1165 平硐** 位于田家沟沟道下游右岸坡体上部，平硐口斜坡坡度约 16°，平硐口不稳定地质体不发育。

拟建 **回风斜井** 位于漆树沟矿段西侧，洞口地形较为平坦，不稳定地质体不发育。

8、地面工程用地手续及占地面积

永久占地：白石沟钼钒矿工业场地、新建矿山道路、各个平硐口计划办理永久用

地，现阶段正在考察选择土地预审资料编制单位，逐步推进永久占地办理工作。

临时用地：供电线路、供水工程办理临时用地手续，现阶段正制定计划，后期在矿山建设前，将完成临时用地 1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、相关手续办理工作。

根据开发利用方案，矿山拟建地面工程占地面积见表 1.3-3。

表 1.3-3 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 ²	1.00	永久占地
2	1#临时弃渣场(含拦渣墙等占地面积)		hm ²	1.60	临时占地
3	2#临时弃渣场(含拦渣墙等占地面积)		hm ²	2.90	临时占地
4	新建矿山连接道路		hm ²	0.70	永久占地
5	供电线路	塔基	hm ²	0.02	永久占地
6		临时设施	hm ²	0.28	临时占地
7	供水工程	泵房	hm ²	0.08	永久占地
8		供水管线	hm ²	1.20	临时占地
9	平硐及回风斜井	1#865 平硐	hm ²	0.04	永久占地
10		2#865 平硐	hm ²	0.04	永久占地
11		1#915 平硐	hm ²	0.04	永久占地
12		2#915 平硐	hm ²	0.04	永久占地
13		3#915 平硐	hm ²	0.04	永久占地
14		1#965 平硐	hm ²	0.04	永久占地
15		2#965 平硐	hm ²	0.04	永久占地
16		3#965 平硐	hm ²	0.04	永久占地
17		1#1015 平硐	hm ²	0.04	永久占地
18		2#1015 平硐	hm ²	0.04	永久占地
19		1#1065 平硐	hm ²	0.04	永久占地
20		1#1115 平硐	hm ²	0.04	永久占地
21		2#1115 平硐	hm ²	0.04	永久占地
22		1#1165 平硐	hm ²	0.04	永久占地
23		2#1165 平硐	hm ²	0.04	永久占地
24		回风斜井	hm ²	0.05	永久占地
总计			hm ²	8.43	

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°C，极端最高温度为37.7°C，极端最低气温-11.2°C。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2.1-2），年平均蒸发量1104.4mm，从略阳县降水量等值线图（图2.1-1）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2.1-3）。

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。

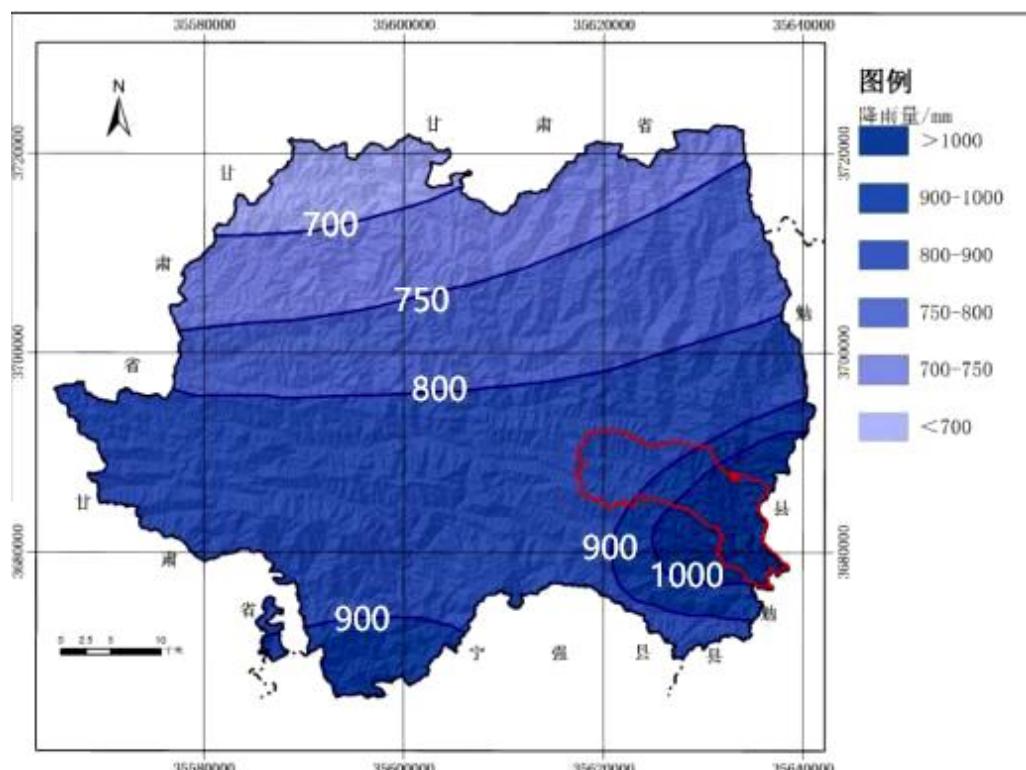


图 2.1-1 略阳县降水量等值线图

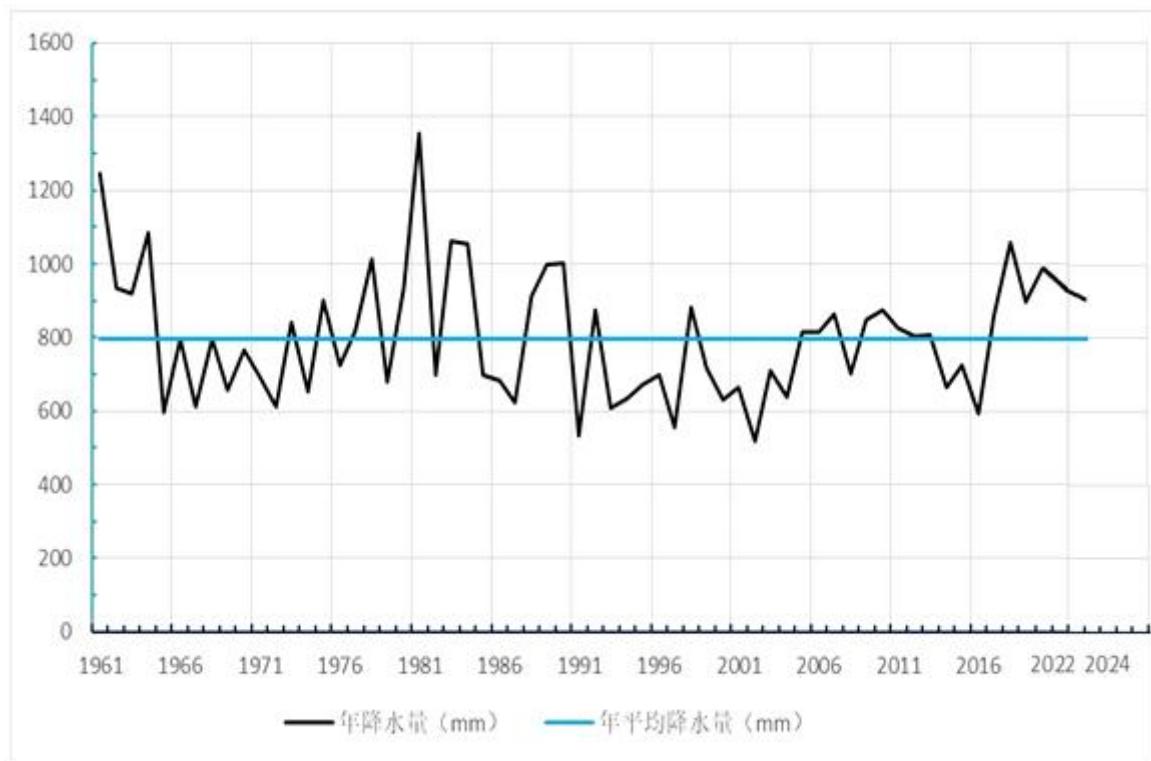


图 2.1-2 略阳县多年降雨量曲线图 (1961~2024 年)

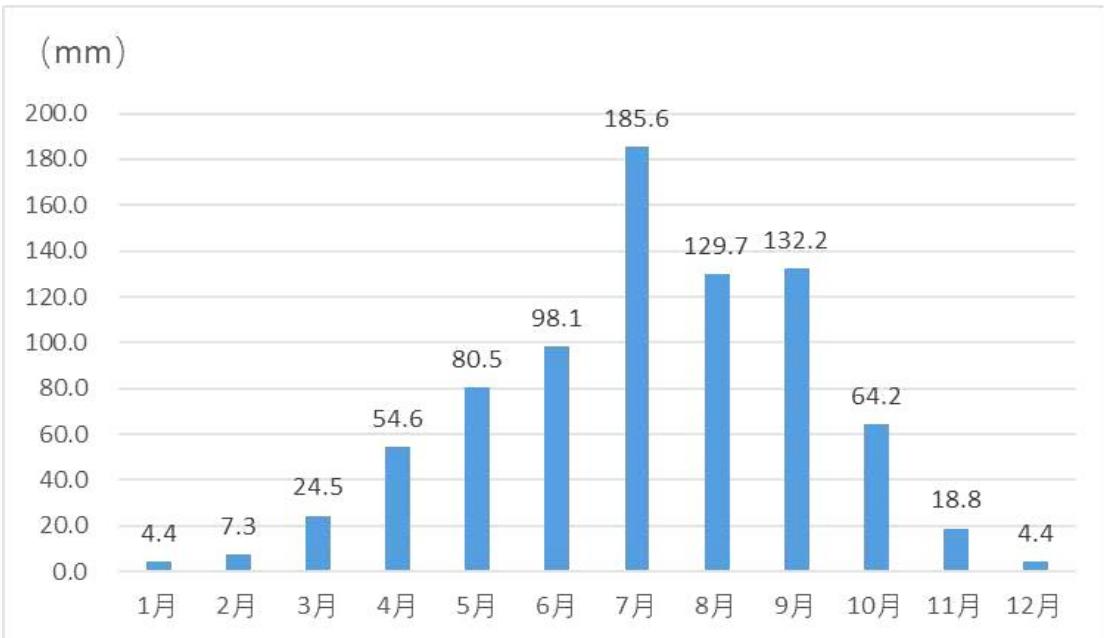


图 2.1-3 略阳县月平均降水量分布图

(二) 水文

矿区属嘉陵江水系，区内白石沟溪流源于水家垭，由东向西流过漆树沟矿段。白石沟水系属嘉陵江支流八渡河水系的次级水系，当地侵蚀面位于矿区西部白石沟溪流中游沟底，高程为 800m。

水家垭矿段属嘉陵江支流八渡河水系的次级水系—白石沟水系范围，最低侵蚀面为矿区西部白石沟溪流中游沟底，高程 800m。白石沟自西而东横贯矿区中部，入八渡

河，汇入嘉陵江，支沟有自南而北流向的龙洞沟、小龙洞沟，水家垭矿段常流水沟谷主要有白石沟、龙洞沟、小龙洞沟、后沟、阴坡沟、丁木树沟、瓦子山沟。

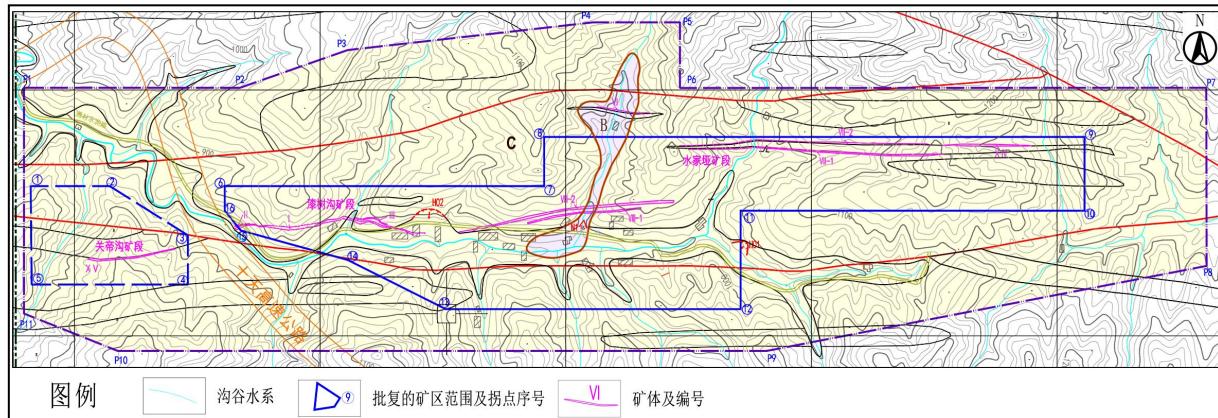


图 2.1-4 矿区水系示意图

(三) 地形地貌

矿区地貌属低中山侵蚀构造地貌，调查区地处秦岭腹地，群山林立，沟壑纵横，北部的流岭、中部的鹘岭和南部的郿岭构成“三山夹两川”的岭谷格局。本区位于鹘岭北坡，海拔一般为1000~1400m，最高1441.64m，最低971.10m，山坡坡度一般为35°~40°，山势结构纵横交错，地形陡峻、复杂，河沟切割强烈，“V”型沟谷发育，总体地势南高北低。坡面覆盖层一般小于2m，主要为坡积层，缓坡地带山脚处有洪积物堆积。

矿区地形总体中部高，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，一般相对高差420m，属低中山区。山脉走向呈EW向，山脊多呈SN向展布。白石沟沟长6km，沟谷上、下游较宽，约30-50m，呈较窄的“U”型谷，中游沟谷较窄，宽10-15m，呈“V”型，沟谷坡降10%。矿区地形地貌遥感影像特征见图2.1-5。



图 2-1-5 矿区区地形地貌遥感影像图

根据拟建矿山地面工程分布情况，各地段微地形地貌特征分述如下：

1、后沟段地形地貌特征

后沟处于漆树沟矿段东侧，该沟道总长 1.2km，汇水面积 0.68km²，主沟比降 160‰，沟谷呈“V”字型，西侧山坡平均坡度一般 30~40°，植被茂密，覆盖率约为 70%；东侧山坡平均坡度 20~30°，现被改造成阶梯状耕地。沟道宽度一般 2~3m，局部地形狭窄地段不足 1.5m，见照片 2.1-1。沿沟道下游对称布置 915 平硐口处，西侧基岩裸露，坡度 45°，东侧第四系松散层覆盖，地形坡度 30°，见照片 2.1-2。



照片 2.1-1 后沟沟道特征（镜向 170°）



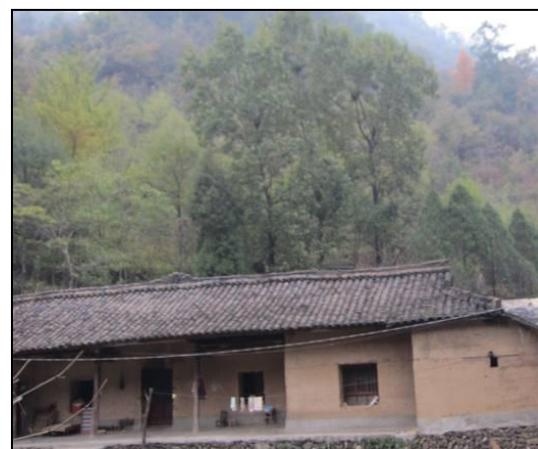
照片 2.1-2 后沟拟设 915 平硐口处地形特征（镜向 185°）

2、水家垭段地形地貌特征

水家垭属于白石沟沟脑支流段，沟道总长约 2.0km，沟谷呈“U”字型，两侧山坡平均坡度一般 35~45°，沟道宽度一般 10~15m，平均纵比降 15%，见照片 2.1-3。沿沟口左岸斜坡处布置 915 主平硐口处，北侧基岩裸露，地形坡度 70°，南侧紧邻白石沟沟道，见照片 2.1-4。



照片 2.1-3 水家垭沟道特征（镜向 100°）



照片 2.1-4 水家垭沟口左岸斜坡居民房后拟设 915 主平硐口处地形特征（镜向 240°）

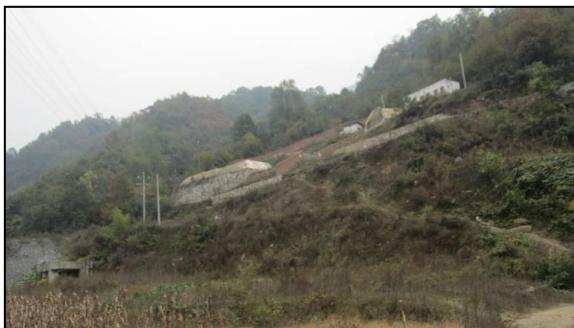
3、滚家沟段地形地貌特征

滚家沟处于白石沟沟脑分支南侧，该沟道总长约 1.0km，沟谷呈“V”字型，两侧

山坡平均坡度一般 $25\sim40^\circ$ ，植被茂密。沟道宽度一般 $5\sim8\text{m}$ ，平均纵比降 22%。沿沟道下游西侧布置炸药库处，平均地形坡度 30° ，基岩裸露，见照片 2.1-5。

4、岩湾段地形地貌特征

岩湾处于水家垭矿段东侧，该沟道总长约 1.1km，沟谷呈“V”字型，两侧山坡平均坡度一般 $25\sim30^\circ$ ，现被改造成阶梯状耕地。沟道宽度一般 $3\sim5\text{m}$ ，平均纵比降 25%。沿沟道下游西侧布置 1050 平硐口及临时弃渣场处，平均地形坡度 25° ，第四系松散层覆盖，见照片 2.1-6。



照片 2.1-5 滚家沟下游西侧炸药库地形特征
(镜向 130°)

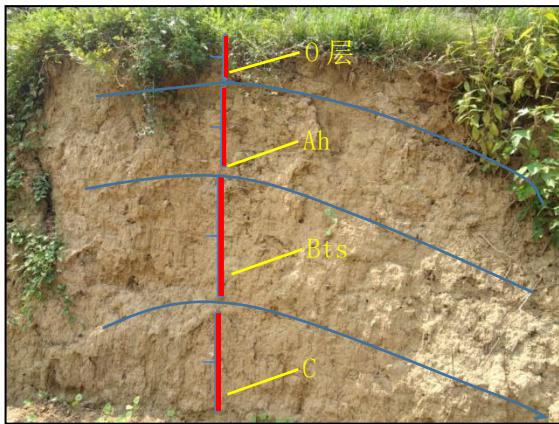


照片 2.1-6 岩湾下游西侧斜坡支沟侧拟设 1050
平硐及临时弃渣场地形特征 (镜向 190°)

(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。土壤有黄棕土、棕壤两大类。黄棕壤主要分布在海拔 1600m 或 1700m 以下的低山地区，是略阳发展农业、牧业、多种经营的主要土壤。

根据汉中市土壤普查和本次野外调查情况，矿区内土壤类型主要为山地黄棕壤，土壤剖面构型为 O—Ah—Bts—C 型。剖面通体呈不同程度的棕色。O 层 ($1\sim20\text{cm}$)，一般为壤土—粉砂粘壤土，但粘化层多为壤质粘土—粉砂质粘土；Ah 层呈红棕色或亮棕色。质地多壤质土，粒状或团块状结构。Bts 层，棕色心土层，多呈棱块状或块状结构，有棕色或暗棕色胶膜或有铁锰结核，质地一般较粘重，甚至形成粘磐层。腐殖质以富里酸为主。C 层，基岩上发育的黄棕壤，其母质仍带基岩本身的色泽；下蜀黄土母质发育的土壤，则呈大块状结构，结构面上有铁锰胶膜，并有少量的灰白色网纹。



照片 2-1-7 矿区土壤 (镜向 150°)



照片 2-1-8 土壤剖面 (镜向 260°)

1、耕地土壤理化特性

土壤质地：矿区范围内的耕地土壤质地多为壤质土，土壤结构上部为有机物残体，厚度小于 5cm，中部为黄棕壤，厚度大于 45cm，下面为底层土。见图 2-1-6，位置为矿区西部，坐标坐标为 X: ，Y: 。这种质地兼具砂质土和黏质土的优点，通气性和透水性良好，同时又有一定的保水保肥能力，有利于农作物根系的生长和对养分、水分的吸收。例如在种植小麦、玉米等粮食作物以及蔬菜等经济作物时，壤质土能为作物提供较为适宜的生长环境。

酸碱度：耕地土壤的 pH 值一般呈微酸性至中性，pH 值范围大致在 6.0-7.5 之间。这样的酸碱度条件有利于多种土壤微生物的活动，促进土壤中养分的转化和释放，使得土壤中的氮、磷、钾等大量元素以及铁、锰、锌等微量元素能够以植物可吸收的形态存在，从而满足农作物生长对养分的需求。

土壤养分：在长期的农业生产活动以及自然成土过程影响下，耕地土壤含有一定量的有机质，含量大约在 1.5%-3.0% 之间，这为土壤微生物提供了能源，也有助于改善土壤结构。全氮含量处于中等水平，大约为 0.1%-0.15%，碱解氮含量在 80-120mg/kg 左右，能够为农作物的生长提供持续的氮素供应。有效磷含量因长期施肥管理等因素有所差异，一般在 15-30mg/kg，钾含量较为丰富，速效钾含量通常在 100-200mg/kg，能较好地满足农作物对钾素的需求。



图 2-1-6 耕地土壤结构示意图 (矿区西部) (镜向 140°)

2、林地土壤理化特性

土壤质地：林地土壤质地相对较为复杂，在坡度较缓、堆积作用明显的区域，土壤质地多为壤质土；而在坡度较陡、侵蚀作用较强的地段，土壤质地则偏向砂质土。土壤结构上部为腐殖质，厚度约 30cm，下部黄棕壤，厚度大于 60cm。见图 2-1-7，位置为矿区西部，坐标坐标为 X: ， Y: 。总体而言，林地土壤具有较好的孔隙状况，通气性优良，有利于树木根系的呼吸作用以及土壤中气体的交换。

酸碱度：林地土壤 pH 值多呈酸性，一般在 5.0-6.5 之间。这主要是由于林地植被凋落物分解产生的有机酸以及降水淋溶作用等因素导致的。酸性土壤环境适合一些喜酸性树种如马尾松、杉木等的生长，同时也影响着土壤中养分的存在形态和有效性。

土壤养分：林地土壤有机质含量较高，通常在 3.0%-6.0% 之间，这得益于林地丰富的植被凋落物不断积累和分解。大量的有机质不仅提高了土壤的保肥保水能力，还为土壤微生物提供了丰富的营养来源，促进了土壤生态系统的物质循环和能量流动。全氮含量相对较高，大约在 0.15%-0.3%，碱解氮含量在 100-150mg/kg 左右，为树木生长提供充足的氮素。有效磷含量一般在 10-20mg/kg，由于酸性土壤条件下磷容易被固定，其有效性相对较低，但通过土壤微生物和树木根系的协同作用，仍能满足树木生长的基本需求。钾含量因母质和淋溶作用等因素有所不同，速效钾含量一般在

80-150mg/kg。



图 2-1-7 林地土壤结构示意图 (矿区西部) (镜向 170°)

3、草地土壤理化特性

土壤质地：草地土壤质地以壤质土和砂壤质土为主。土壤结构上部为有机物残体，厚度小于 5cm，中部为黄棕壤，厚度小于 50cm，下面为底层土。见图 2-1-8，位置为矿区西部，坐标坐标为 X: ， Y: 。在地势较为平坦、水分条件较好的区域，壤质土分布较多；而在靠近山坡、排水较快的地方，砂壤质土更为常见。这种质地的土壤有利于草本植物根系的穿插和扎根，同时在降水和灌溉时，能较好地保持土壤水分，防止水分过快流失。

酸碱度：草地土壤 pH 值多呈中性至微碱性，一般在 7.0-8.0 之间。相较于林地土壤，草地土壤受降水淋溶作用相对较弱，且草本植物的根系分泌物以及土壤微生物活动等因素使得土壤呈现出这样的酸碱度特征。中性至微碱性的土壤环境有利于一些草本植物如白羊草、长芒草等的生长。

土壤养分：草地土壤有机质含量中等，大约在 2.0%-4.0% 之间，其来源主要是草本植物的残体以及土壤微生物的代谢产物等。全氮含量在 0.12%-0.2% 左右，碱解氮含量为 90-130mg/kg，能为草本植物生长提供一定的氮素支持。有效磷含量因土壤母质和施肥管理等情况而有所变化，一般在 12-25mg/kg，钾含量相对较为丰富，速效钾含量在 100-180mg/kg，能满足草本植物对钾素的需求。

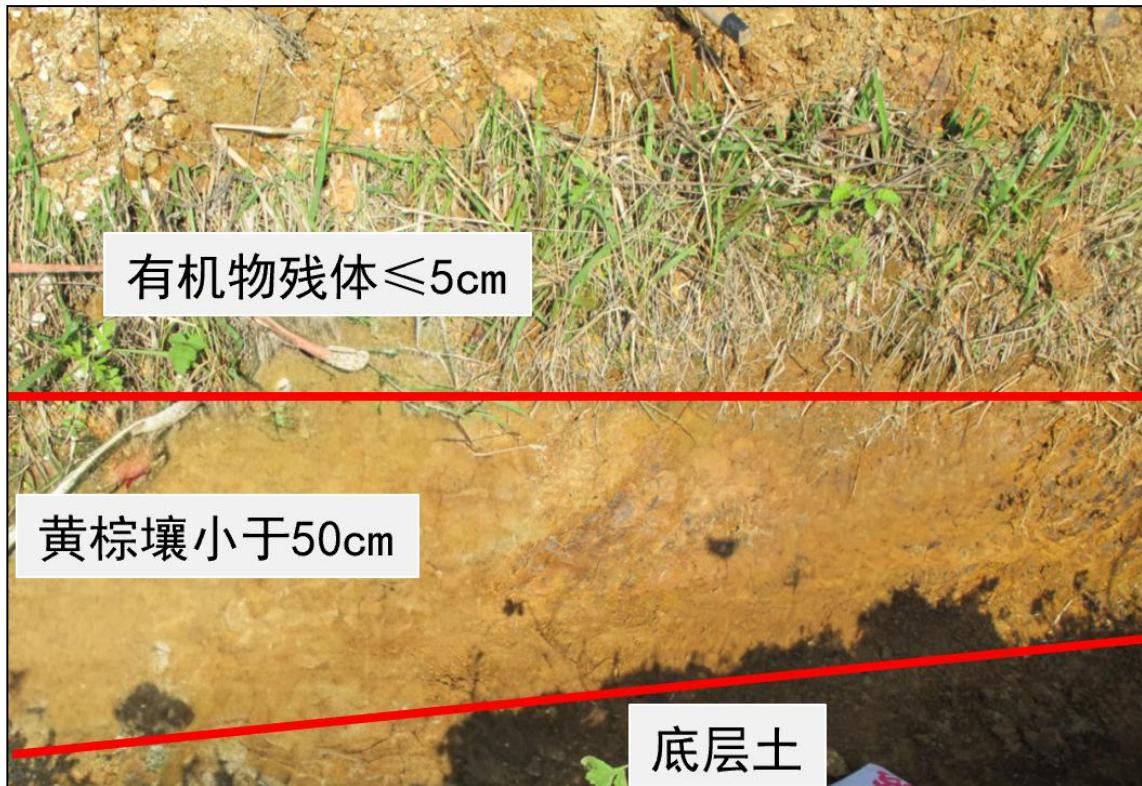


图 2-1-8 草地土壤结构图 (矿区南部) (镜向 260°)

(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扦、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 2.1-9、照片 2.1-10、照片 2.1-11）。

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。

矿区整体植被覆盖率较高，约为 54%。



照片 2.1-9 落叶栎林（镜向 170°）



照片 2.1-10 胡枝子（镜向 140°）



照片 2.1-11 白羊草（镜向 160°）

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。矿区地质图见图 2.2-1，综合地层柱状图见图 2.2-2。

（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（S₁d^c）

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%。榍石细小颗粒，常见。赤铁矿少见。

②下志留统迭部岩组中岩性段（S₁d^b）

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。

(2) 下志留统迭部岩组下岩性段 (S_{1d^a})

主要分布于老坟坡-付家山以南, F₃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。

(2) 中上泥盆统郭镇岩组 (D_{2+3g})

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 (Zmb)

状元碑大理岩分布在 F₁、F₂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 (Qh)

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 2~10m。由不同岩性的砂-砾石、砂、砂土、粉质粘土所组成。

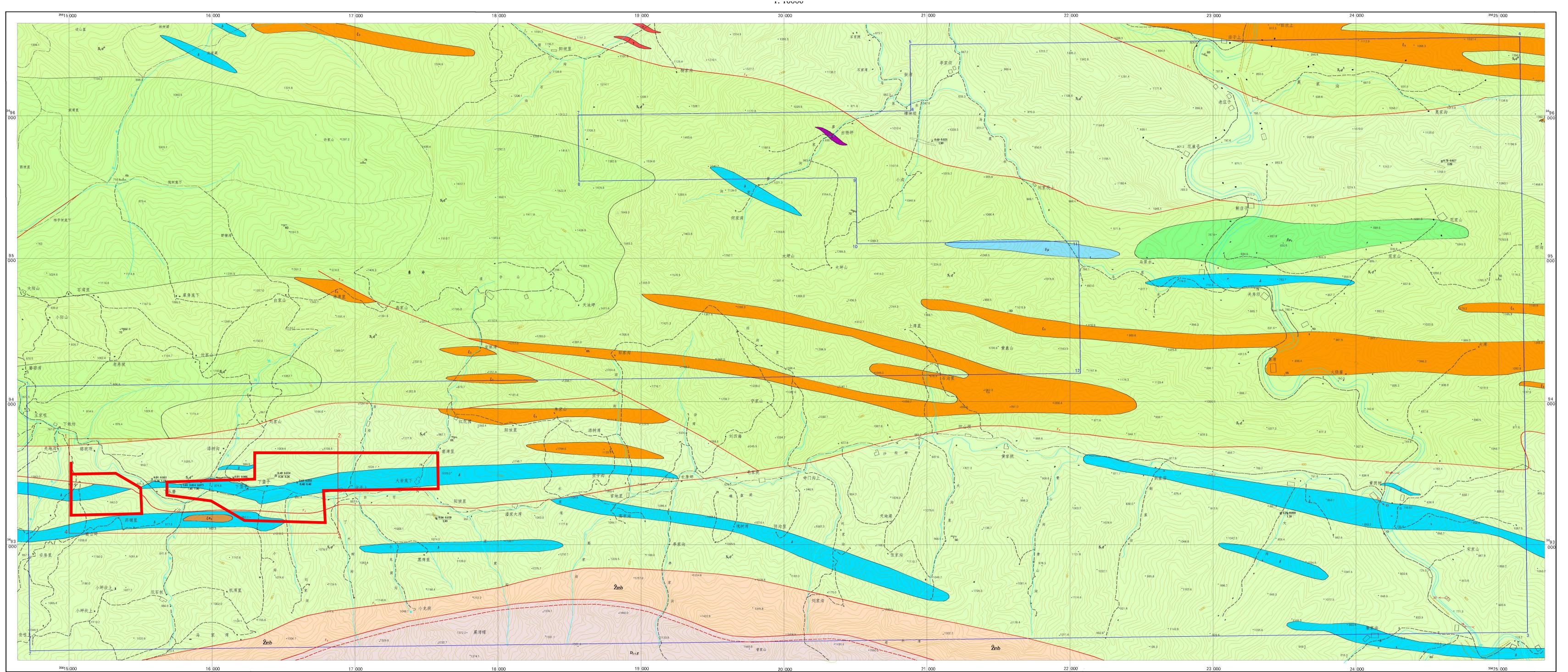


图 2.2-1 矿区地质图

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 4184 967.8	第四系 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 灰色粉砂质板岩夹薄层含钙长石英粉砂岩 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 灰黑色含黄铁矿化炭质板岩 深灰色含炭粉砂质板岩 黑灰色炭质板岩夹浅棕色钙质矽质条带(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 深灰色角华绢云千枚岩偶夹钙质条带 深灰色千枚岩泥质板岩偶夹矽质岩条带 灰色粉砂质板岩夹互薄层粉砂岩偶夹深灰色千枚岩 深灰色方解石黑云母石英片岩 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 深灰色绢云千枚岩夹深灰色板状矽质岩 绿灰色二云英片岩夹薄灰质粉砂岩
志留系	舟曲岩组	上段			4184	深灰色绢云粉砂质板岩夹互薄层粉晶灰岩	
古生界	舟曲岩组	下段			967.8	灰色粉砂质板岩夹薄层含钙长石英粉砂岩 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 灰黑色含黄铁矿化炭质板岩 深灰色含炭粉砂质板岩 黑灰色炭质板岩夹浅棕色钙质矽质条带(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 深灰色角华绢云千枚岩偶夹钙质条带 深灰色千枚岩泥质板岩偶夹矽质岩条带 灰色粉砂质板岩夹互薄层粉砂岩偶夹深灰色千枚岩 深灰色方解石黑云母石英片岩 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 深灰色绢云千枚岩夹深灰色板状矽质岩 绿灰色二云英片岩夹薄灰质粉砂岩	
奥陶系	迭部岩组	下统			1470 540 1320	灰黑色含黄铁矿化炭质板岩 深灰色含炭粉砂质板岩 黑灰色炭质板岩夹浅棕色钙质矽质条带(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 深灰色角华绢云千枚岩偶夹钙质条带 深灰色千枚岩泥质板岩偶夹矽质岩条带 灰色粉砂质板岩夹互薄层粉砂岩偶夹深灰色千枚岩 深灰色方解石黑云母石英片岩 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 深灰色绢云千枚岩夹深灰色板状矽质岩 绿灰色二云英片岩夹薄灰质粉砂岩	
	大堡岩组		Od		483.2	深灰色绢云千枚岩夹深灰色板状矽质岩 绿灰色二云英片岩夹薄灰质粉砂岩	

图 2.2-2 综合地质柱状图

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_2) 一致，形态以脉状为主，少量岩株产出，长短不一，成群分布，长 38-2300m 不等，宽 3-150m。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、围岩蚀变及分布

矿体围岩主要为闪长岩、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

1、地质构造

矿区位于白水江-光头山冲褶带之冲褶变形中部，区内断裂构造及褶皱构造均较发育。断裂构造主要有大湾里-三花石-大池坪深大断裂 F1（即沈家园-状元碑断裂）、白坎子上-青岗树次级断裂 F2、大湾里-漆树沟断裂（F3）、庙儿垭-范家山 F4、沙坪子沟-莫家沟断裂 F5 等断裂和顺层发育的层间挤压破碎带。褶皱构造主要有白石沟-黑湾背斜、安林沟-观音寺向斜、桃家磨-仙台坝背斜等。白石沟钼钒矿区所处区域地质构造分布见图 2.2-3。

受区域大断裂 F₁ 及白石沟-黑湾背斜的影响，矿区断裂构造发育，褶皱构造次之。褶皱构造主要有后沟背斜及岩层间的褶曲和层间小规模的背向斜；断裂构造主要有白坎子上-青岗树断裂（F₂）、大湾里-漆树沟断裂（F₃）、NNE-SSW 断裂组、NE-SW 断裂组、马尿水断裂（F₂₄）等。

（1）褶皱构造

后沟背斜：该背斜为白石沟-黑湾背斜的次级背斜，轴线近 EW 向。核部被第四系覆盖，南翼为下志留统迭部岩组上岩段含炭绢云母千枚岩、绿泥绢云母石英片岩，产状 $170-220^\circ \angle 50-80^\circ$ 。北翼发育大面积的加里东期的闪长岩和方解黑云母石英片岩、绿泥绢云母片岩，产状 $350-60^\circ \angle 42-80^\circ$ 。北翼方解黑云母石英片岩为钼钒矿赋矿岩性。是水家垭矿段的控矿褶皱构造。

受区域构造影响,矿区内地层间的褶曲和层间小规模的背向斜较发育,柔性岩性发生揉皱变形。

(2) 断裂构造

矿区断裂构造发育,以近东西向展布的压扭性断裂为主,次级断裂构造次之。压扭性断裂主要有白坎子上-青岗树断裂(F_2)、大湾里-漆树沟断裂(F_3)。

坎子上-青岗树断裂(F_2):出露于矿区关帝沟-漆树沟-水家垭-青岗树一带,长度约10km,为一脆-韧性断层。该断裂地表出露宽6-20m的断层破碎带,倾角70°以上。该断裂为漆树沟、水家垭及青山沟矿段的控矿构造,但对漆树沟-水家垭-青山沟钼钒矿带具有推覆破坏作用。

大湾里-漆树沟断裂(F_3):在漆树沟及水家垭矿段北部下纸坊-后沟-瓦子沟出露,以挤压为主,为一脆-韧性断层。该断裂出露长度约1200m,地表宽5~6m,最宽处约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,倾角大于65°。该断裂为漆树沟及水家垭矿段的控矿构造。

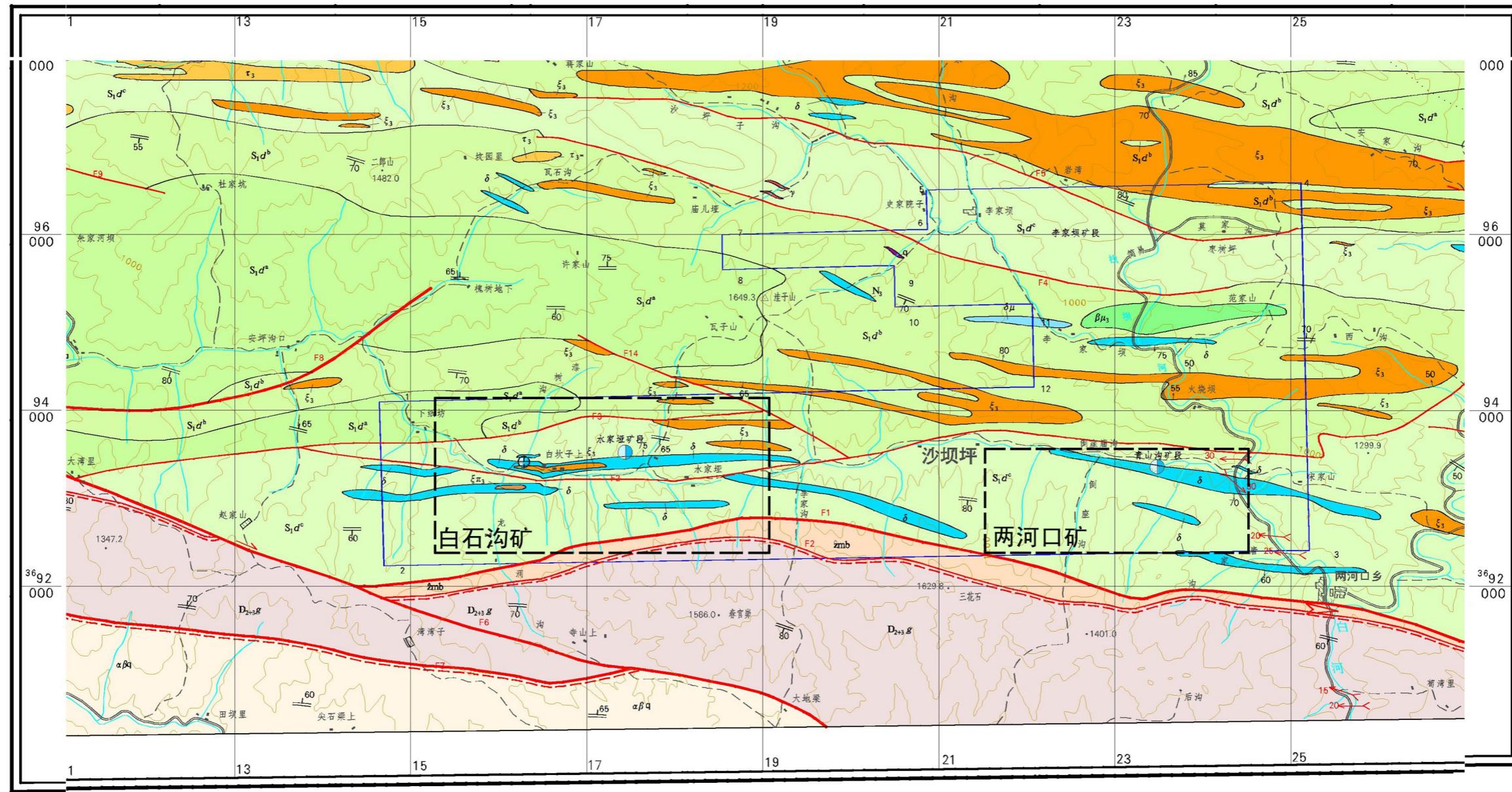
2、新构造运动

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。

3、地震

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不稳定地质体的发生现象。

根据国家地震局《中国地震反应普特征周期区划图》(GB18306-2015)和《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015),本区地震动峰值加速度0.15g,地震动反应谱特征周期为0.45s,相应的地震基本烈度为VII度。



图例

第四系

河流冲积物, 坡积物 (Qh)

舟曲岩组下岩段 (S_{2+3}^{21})

相公山白云岩 (Xiol)

闪长岩 (δ)

加里东期辉绿岩 (β u 3)

勘探权范 (勘探权范)

石炭系

状元碑大理岩 (2m)

迭部岩组上岩段 (S_1d^c)

大路坝石英闪长玢岩 (PD)

正长斑岩 ($\xi \pi_3$)

石英脉 (q)

泥盆系

朱家山岩组 (D_{2+3}^z)

迭部岩组中岩段 (S_1d^b)

柏果坝花岗闪长岩 (PB)

中细粒正长岩 (ξ_3)

矿体 (矿体)

推断断层 (推断断层)

二叠系

郭镇岩组 (D_{2+3}^g)

迭部岩组下岩段 (S_1d^d)

小河口石英闪长岩 (PX)

斜长花岗岩 (γ^0)

实测断层 (实测断层)

奥陶系

乔子沟岩组 (qd β)

大堡岩组 (Ox)

粗面岩 (τ_3)

花岗岩 (γ)

节理片理产状及要素 (// 51)

志留系

舟曲岩组上岩段 (S_{2+3}^{22})

金家河千枚岩 (Jph)

花岗闪长岩 ($\gamma\delta$)

二长花岗岩 ($\eta\gamma$)

实测地质界线 (实测地质界线)

图 2.2-3 区域地质构造纲要图

（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。

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。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=0.05437-0.06013m/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

矿区西部水家垭矿段最低侵蚀面为矿区西部白石沟溪流中游沟底，高程 800m，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。

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

该区域属凉亚热带气候，据略阳县气象站观测资料，年降水量 652.1-902.8mm，平均 799.2mm；年平均气温 13.4°C，降水多集中于 7-9 月，4-6 月也往往成为小雨季。

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、矿坑排水及涌水量预测

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，仅计算地下水位以下 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。依据详查报告计算，预测的矿床正常涌水量为 $0.42\text{m}^3/\text{d}$ 。

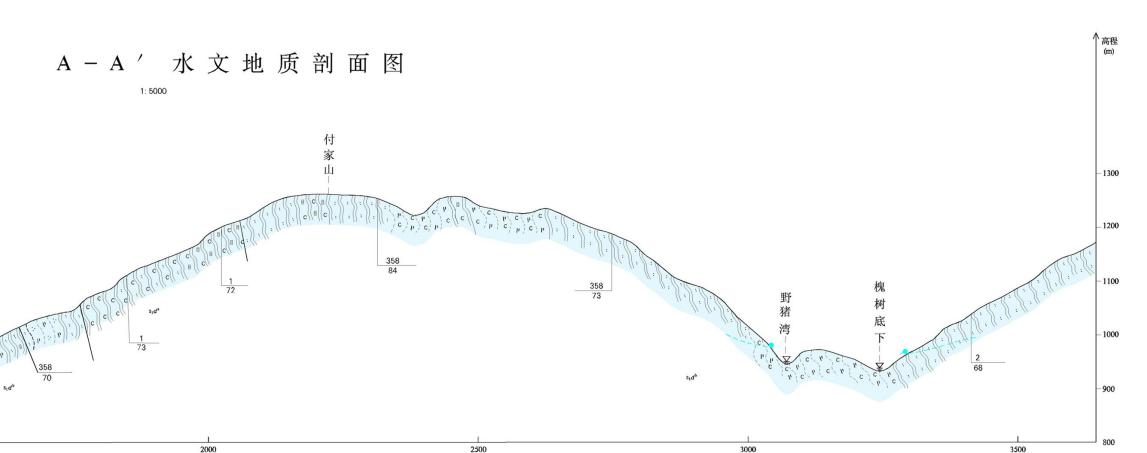
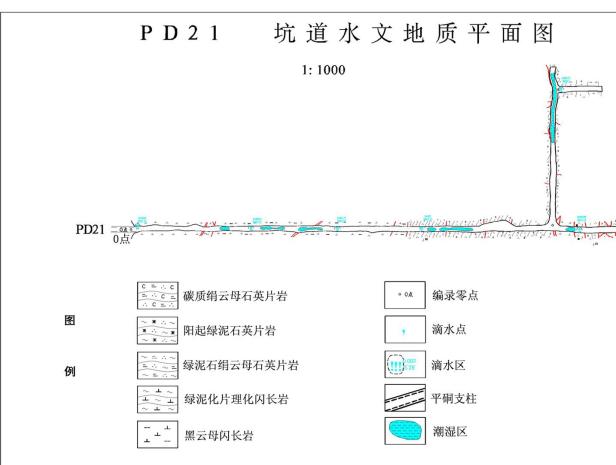
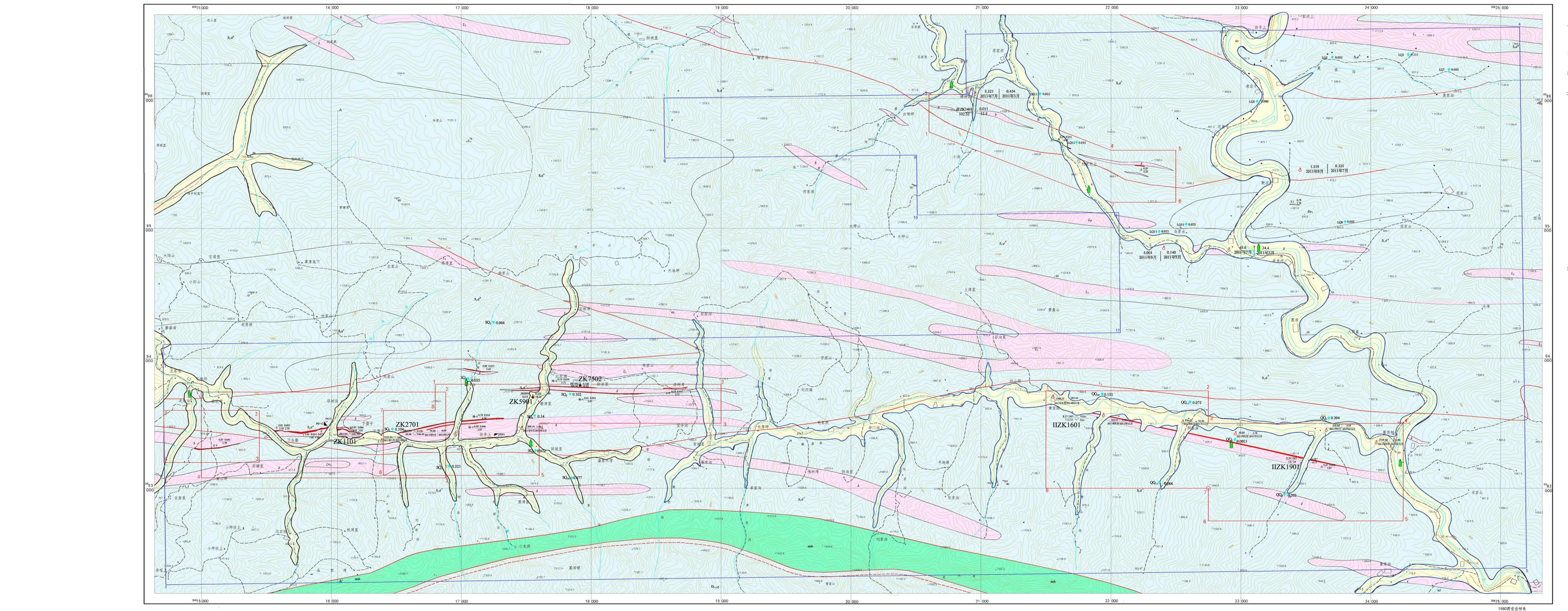


图 2.2-4 区域水文地质平面、剖面图

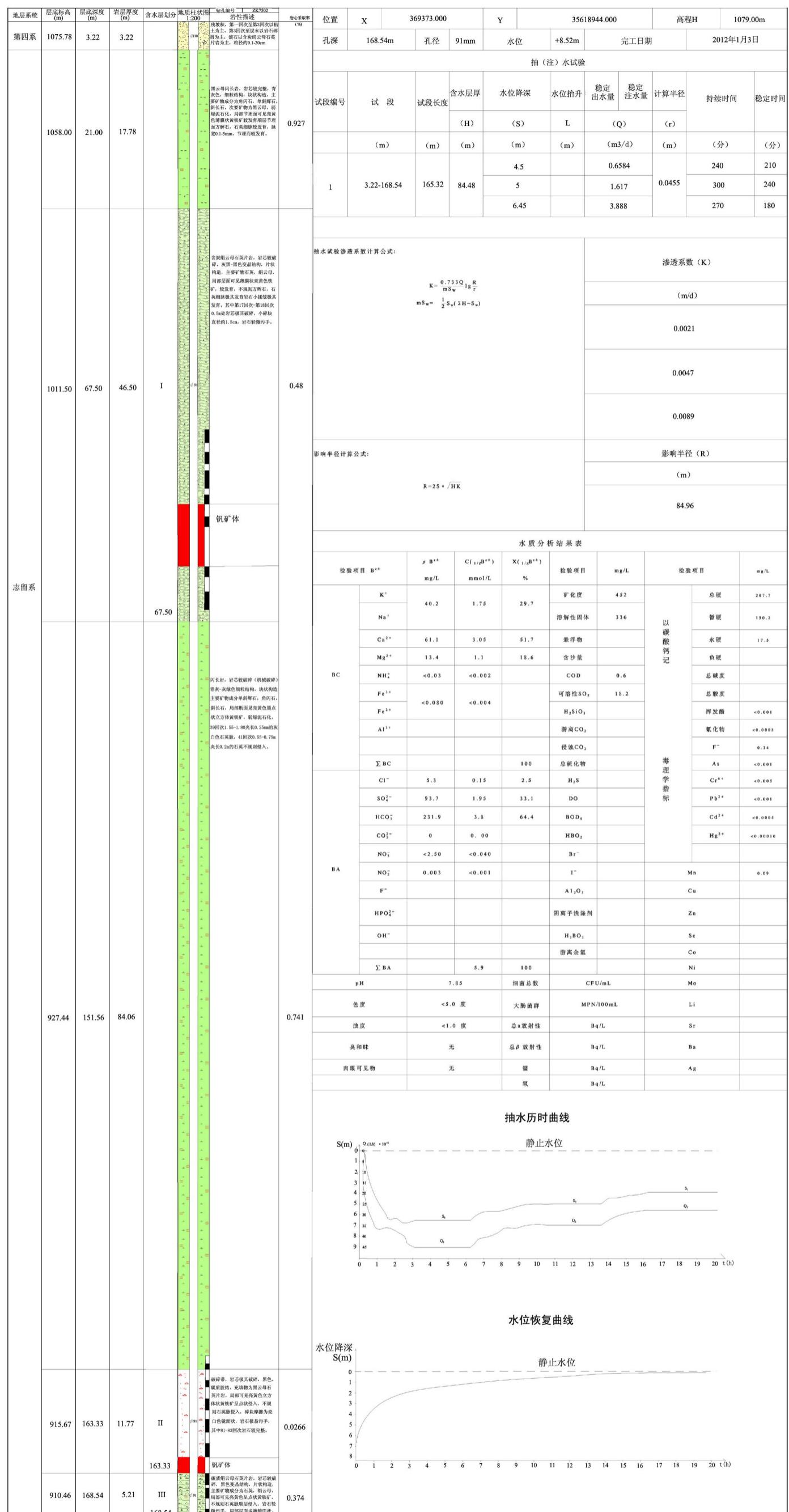


图 2.2-5 矿区水文地质柱状图

（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，工程强度好，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好，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，易形成不稳定地质体、泥石流等隐患。

综合上述所述，矿区工程地质类型为块状、层状岩类，属简单型工程地质环境。

（五）矿体地质特征

漆树沟 (I、II、III)、水家垭 (VI、VII-1、VII-2、VIII-1、VIII-2、XIV) 两个矿段 9 条矿体特征分述如下。

1、漆树沟矿段

漆树沟矿段钼钒矿体均产于迭部岩组上岩性段方解石黑云母石英片岩中，钒、钼矿体属于同一层位，且为同体共生。矿体西起漆树沟以西 400m，东至三洞沟西 80m，矿段东西向长度 850m，呈层状产出，矿体产状与围岩产状基本一致，共圈出钼钒同体

共生矿体3个(编号为I、II、III), 矿段特征见表2.2-1:

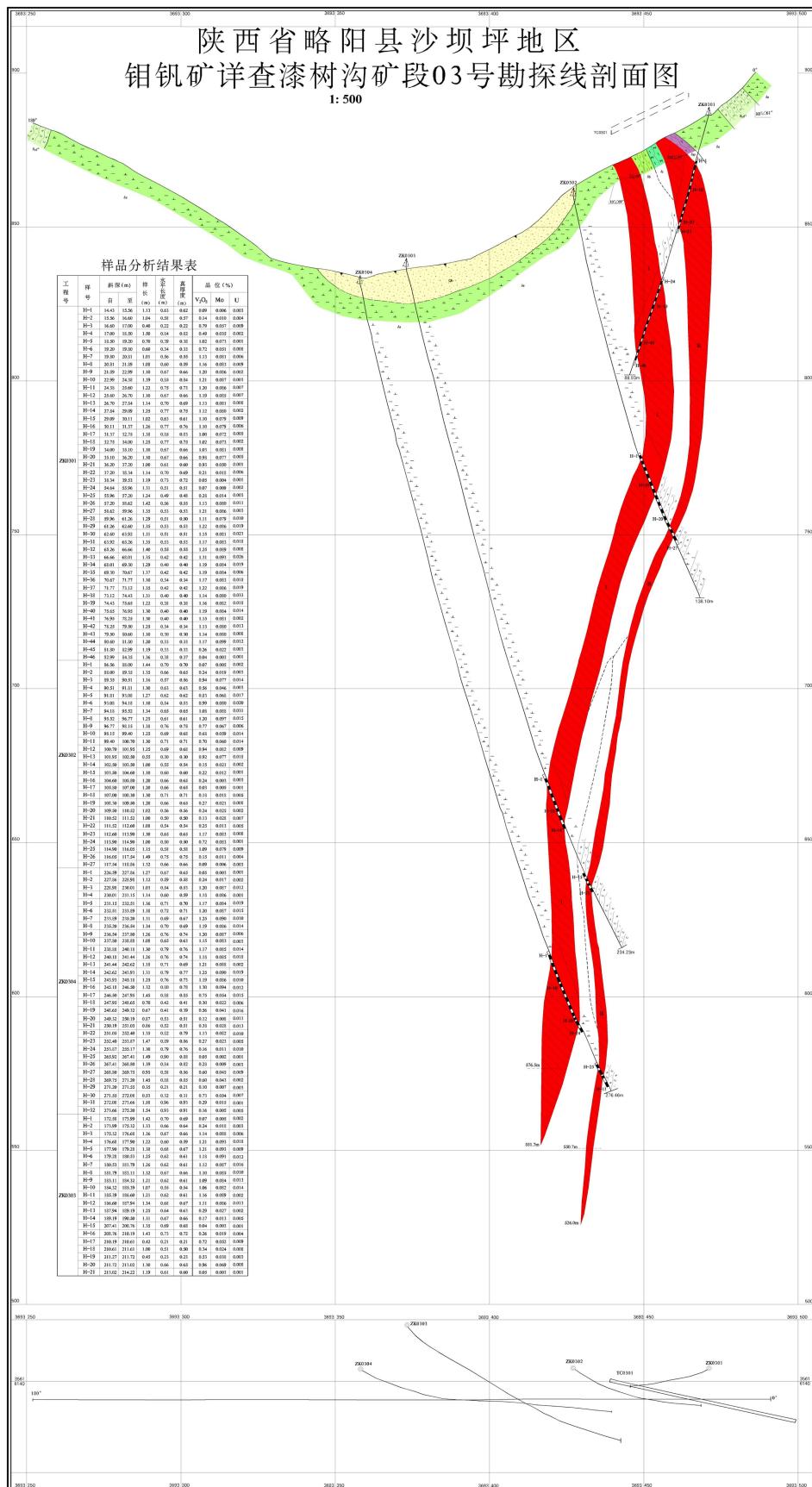


表 2.2-1 漆树沟矿段矿体特征一览表

矿体		控制矿体工程	矿体规模			总体产状	平均品位%				
			长度	厚度(m)	倾向延伸(m)		V ₂ O ₅	Mo	U	Ni	
			(m)	真	水平						
I	钒	18个探槽, 12个钻孔和11条穿脉	799.74	5.79	7.46	386.16	0°	1.01		0.014	0.117
	钼			5.9	7.5		∠75°		0.073		
II	钒	3个探槽, 1个钻孔和1个平硐	195.88	2.67	3.19	145.26	356°	0.91		<0.01	<0.1
	钼		145.63	2.67	3.19	144.84			0.053		
III	钒	3个探槽和4个钻孔	146.5	3.57	4.11	325.79	3°	0.91			
	钼		121.12	3.57	3.93	326.6			0.066		

2、水家垭矿段

水家垭矿段位于详查区中部, 西起下铺子, 东到田家沟, 东西长 2.6km, 南北宽 0.7km, 面积 1.17km²。在水家垭矿段圈出 6 个钒矿体(编号为VI、VII-1、VII-2、VIII-1、VIII-2、XIV), 钒矿体整体连续性较好, 但局部受构造及闪长岩体的影响, 导致矿体局部厚度变化较大, 具尖灭、再现现象。矿体均产于下志留统迭部岩组上岩性段方解石黑云母石英片岩中, 矿段特征见表 2.2-2。

表 2.2-2 水家垭矿段钼钒矿体特征一览表

矿体编号	形态	含矿岩性	矿体产状(°)		走向延伸(m)				倾向延深(m)			矿体真厚度(m)
			倾向	倾角	控制	东推	西推	合计	控制	推深	合计	
VI	似层状	方解黑云母石英片岩	302-31	26-86	114	25	25	164	0	25	25	1.36
VII-1	似层状	方解黑云母石英片岩、炭质黑云母石英片岩	135-33、347-27	21-79	1184	25	25	1234	250	25	275	1.94
VII-2	似层状	方解黑云母石英片岩、炭质黑云母石英片岩	185-211、357-17	61-81	604	25	25	654	162	25	187	1.59
VIII-1	似层状	方解黑云母石英片岩及炭质方解石英千枚岩	182-184、335-20	20-84	798	25	25	848	258	25	283	1.93
VIII-2	似层状	方解黑云母石英片岩	319-64	20-76	686	25	25	736	114	25	139	1.20
XIV	似层状	黑云母石英片岩	332-13、136-230	54-83	200	25	25	250	103	25	128	2.76

三、矿区社会经济概况

(一) 略阳县概况

略阳县位于陕西省西南部, 东、南与陕西勉县、宁强县接壤, 西、北与甘肃省康县、成县、徽县接壤。宝成铁路纵贯南北, 309 省道和十(堰)天(水)高速公路横穿东西, 是汉中的西大门和陕甘川三省重要的物资集散地。全县总面积 2831 平方公里,

辖 15 个镇 2 个街道办。有 145 个行政村 749 个村民小组和 20 个社区居委会, 截至 2024 年末, 略阳县常住人口 13.99 万人, 县政府驻兴州街道办。

2022 年, 略阳因疫情先后两次封城, 受疫情冲击影响, 市场低迷, 工业生产回落, 经济社会发展放缓。全年生产总值 77.41 亿元, 按可比价格计算, 同比增长 7.9%。其中, 第一产业增加值 11.78 亿元, 增长 4.2%; 第二产业增加值 32.69 亿元, 增长 19.4%; 第三产业增加值 32.94 亿元, 增长 0.7%。人均生产总值 55179 元。第一、第二和第三产业增加值占比分别为 15.2%、42.2% 和 42.6%。与 2021 年相比, 第一产业增加值占比下降 0.9 个百分点, 第二产业增加值占比提高 4 个百分点, 第三产业增加值占比下降 3.1 个百分点。非公有制经济增加值占生产总值比重为 55.41%, 工业增加值占生产总值的比重为 32.7%, 制造业增加值占生产总值比重为 14.2%。截至 2022 年末, 全县共有“五上”企业 135 户, 其中, 规模以上工业 29 户、规模以上服务业 13 户、限额以上批零住餐企业 74 户、资质等级以上建筑企业 14 户、房地产开发经营企业 5 户。

2023 年, 实现生产总值 82.53 亿元、增长 5.7%、增速全省排名前 20 位, 固定资产投资 36.6 亿元、增长 2.5%, 规上工业总产值 85.4 亿元、增长 7.5%, 实现地方财政收入 1.76 亿元、增长 8.1%, 全体居民人均可支配收入增长 7.4%, 城乡居民人均可支配收入增长 6% 和 8.5%, 社会消费品零售总额 30.93 亿元、增长 4.3%。获得中省政策性资金 8.8 亿元, 列全省前 20 位、全市第 3 位。主要经济指标增速中, 生产总值、规上工业总产值、固定资产投资三项指标排全市第 4 位, 二产增加值排全市第 3 位, 规上工业增加值、全体居民人均可支配收入排全市第 2 位, 一产增加值、农业总产值及增加值、城镇和农村居民人均可支配收入五项指标排全市第 1 位。

2024 年, 完成规模以上工业总产值 77.8 亿元, 规上工业增加值扭负转正。紧抓项目招商扩增量, 实施重点建设项目 48 个, 完成投资 27.7 亿元, 42 个新建项目全部开工, 31 个项目建成投用, 徐家坪水库、宝成铁路扩能改造、略康高速等项目前期加快推进。招商项目实际使用资金 10.2 亿元, 固投转化率 43.7%。外贸出口 234 万元, 实际使用外资 50 万美元。争取专项资金 7.2 亿元, 一般性转移支付同比净增 1.6 亿元。成功争取国家级食用菌特色优势产业集群、黑河镇产业强镇项目。全力推动省级经开区和省级特色园区创建。建成绿色食药科技产业园二期、乌鸡产业园二期、金远林麝养殖、略阳乌鸡产品供港基地和杜仲黄精生态功能产品研发项目, 引进入园企业 4 家, 中西部天麻贸易中心开市, 绿色食药首位产业产值达 41.8 亿元。完成全国第五次经济普查。科技数字赋能提质效, 科技研发投入 2310 万元, 完成技术合同成交额 1.23 亿元,

培育科技型中小企业 56 户、高新技术企业 17 户。投产生物基杜仲胶生产线，“略麻 1 号”入选全国 10 个农业植物新品种权运用典型，4 家企业参与全省趁鲜切制标准制定。新建 5G 基站 90 个，实施数字化项目 12 个，拓展数据应用场景 24 个。加快文旅融合，巩固国家级羌族文化生态保护区创建成果，打造旅游精品线路 3 条，灵岩寺 AAAA 级景区创建通过市级验收，徐家坪镇被命名为省级特色旅游名镇，仙台坝村荣膺首届陕西魅力休闲乡村。举办“略有”六大主题活动，发放消费券 90 余万元，带动消费 1000 余万元，消费品以旧换新销售 1029 万元。打造客货邮融合示范路线 10 条，培育寄递物流企业 16 家、电商网点 161 个。直播带货 1065 万元，网销农产品 6033 万元、增长 43.7%。

（二）兴州街道概况

兴州街道地处略阳县城，是全县政治、经济、文化中心，机构改革后，由原城关镇和原白石沟乡合并而成。北邻五龙洞镇、西接横现河镇、南壤白雀寺镇、东临接官亭镇。总面积 351km²，辖 1 个街道办事处 10 个社区居委会，19 个行政村 92 个村民小组，有城乡居民 25682 户 87733 人，辖区内交通发达，“十天”高速引线、309 省道连接线、略徽路、宝成铁路纵横交错，19 个村全部实现了村村通水泥路；电信、移动、联通、广电基站密布，实现了信号全覆盖，有公立医院 4 所，中、小学校 8 所，幼儿园 6 所，水电管网设施健全，并有灵岩寺、江神庙等著名景点和略阳钢铁有限公司、大唐略阳发电厂等中省厂矿企业。

2022 年，兴州街道在疫情冲击下，坚持统筹疫情防控与经济发展，以产业为核心，围绕全县“一县三品”布局，兴州街道大力发展特色农业。安坪沟村积极拓展产业版图，建成食用菌标准化大棚 82 个共 1.02 万平方米，天麻智能化、立体式大棚 3 个计 1 万平方米，年生产、销售食药用菌、天麻、猪苓 1000 余吨。采用“企业+基地+农户”模式发展平菇产业，村集体经济年收入达 12 万元。同时，官地山村计划打造象山枇杷采摘观光园，借助 2014 年以来栽植的近 400 亩、15000 余株枇杷树，发展乡村旅游业，以增加群众收入，逐步构建起多元化农业产业格局。全街道积极探索集体经济发展模式，152 个村（社区）集体经济组织经营性收益达 2514.42 万元，均超 10 万元。兴州街道同心村利用地处城区优势，通过物业租赁，年收取租金 30 余万元，为集体经济增收提供了新路径。

2023 年，兴州街道以乡村振兴为统领，加快产业升级，推动基础设施建设，促进经济社会全面发展。持续壮大优势产业。养殖林麝 330 余只，年产值 1200 万元以上，

初步形成育种、生产、初加工、销售一体的食药产业链，带动 160 余户群众户均年增收 3000 元以上。同时，积极开拓新产业，打造蟾蜍养殖项目，投放 30 万只蟾蜍，预计年产值 500 万元，带动 345 户均增收 3000 元以上。此外，全街道持续扶优扶强 3 户龙头企业，不断扩大产业规模，产业集聚效应逐步显现。

2024 年，兴州街道以天麻、杜仲、食用菌等绿色食药产业为核心，推动全产业链发展。大坝村作为林下天麻种植示范点，发展林下生态天麻 5 万窝，辐射带动全县种植 3 万亩，预计产值达 13.5 亿元。同时，街道积极推进香菇生产项目，磨坝村香菇生产建设项目预算 120 万元，进一步巩固了食用菌产业的增收效应。此外，安坪沟村实施的大健康四季养生面生产加工项目，预算 350 万元，推动了农产品深加工的升级。

表 2.3-1 兴州街道办 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	25682	1.80	0.7	4356	8786
2023 年	25602	1.80	0.7	4128	8634
2022 年	25648	1.80	0.7	3912	8108

（三）两河口镇概况

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 199.5km²。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 2-3）。

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 2.3-2 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）矿区及周围社会经济概况

白石沟钒钼矿区行政隶属略阳县兴州街道办事处及两河口镇，矿区内地内共有 2 个行政村（兴州街道办事处安坪沟村、两河口镇唐家沟村），共计 62 户，220 人。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。农民年人均纯收入 7438 元。

白石沟钒钼矿尚未形成实际产能，2022 年～2024 年未形成社会经济效益。

四、矿区土地利用现状

（一）矿区土地利用现状

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，将矿区土地利用现状分为 10 个一级地类型和 14 个二级地类型。

1.耕地是矿区主要的土地利用类型之一，主要为旱地，沿白石沟两岸及沟岸缓坡地带分布。农作物种类以玉米、谷子、豆类、土豆等为主（照片 2.4-1），面积 15.54hm²，占矿区面积的 9.27%。

2.园地（01）在矿区分布较少，二级地类主要为其他园地，园地类型以天麻、黄精等中药材，核桃、板栗等干杂果及食用菌为主。面积 0.30hm²，占矿区面积的 0.18%。

3.林地（02）广泛分布在矿区，包括有乔木林地（0301）、灌木林地（0305）及其他林地（0307），植被覆盖率高，主要种类有针叶林、落叶栎林、樟子松、刺槐等（照片 2.4-2、照片 2.4-3）。面积 142.49hm²，占矿区面积的 84.97%。其中乔木林地 139.83hm²，占矿区面积的 83.38%；灌木林地 2.03hm²，占矿区面积的 1.21%；其他林地 0.63hm²，占矿区面积的 0.38%。

4.草地（04）在矿区分布较少，二级地类主要为其他草地（0404），植被类型以狗尾草、白羊草、知风草、黄花苜蓿为主。面积 0.35hm²，占矿区面积的 0.21%（照片 2.4-4）。

5.仓储用地（06）面积很小，主要为物流仓储用地（0604），面积 0.06hm²，占矿区面积的 0.04%。

6.住宅用地（07），主要为农村宅基地（0702），面积 2.88hm²，占矿区面积的 1.72%。主要为安坪沟村及唐家沟村（照片 2.4-6）。

7.公用设施用地(08),面积0.31hm²,占矿区面积的0.18%。二级地类为公用设施用地(0809),面积0.31hm²,占矿区面积的0.08%;科教文卫用地(08H2),面积0.19hm²,占矿区面积的0.11%。

8.农业设施建设用地(10),主要为农村道路(1006),面积2.14hm²,占矿区面积的1.28%(照片2.4-5)。

9.水域及水利设施用地(11),面积1.91hm²,占矿区面积的1.14%。主要为河流水面(1101),面积1.89hm²,占矿区面积的1.13%;沟渠(1107),面积0.02hm²,占矿区面积的0.01%。

10.其他土地(12),主要为设施农用地(1202),面积1.71hm²,占矿区面积的1.02%。

矿区内土地利用现状类型面积统计表见2.4-1;土地利用现状图见附图2。

表2.4-1 矿区土地利用面积统计表

一级地类		面积 (公顷)	占比 (%)	二级地类		面积 (公顷)	占比 (%)
地类 编号	地类名称			地类编号	地类名称		
01	耕地	15.54	9.27	0103	旱地	15.54	9.27
02	园地	0.30	0.18	0204	其他园地	0.30	0.18
03	林地	142.49	84.97	0301	乔木林地	139.83	83.38
				0305	灌木林地	2.03	1.21
				0307	其他林地	0.63	0.38
04	草地	0.35	0.21	0404	其他草地	0.35	0.21
06	仓储用地	0.06	0.04	0604	物流仓储用地	0.06	0.04
07	住宅用地	2.88	1.72	0702	农村宅基地	2.88	1.72
08	公用设施用地	0.31	0.18	0809	公用设施用地	0.13	0.08
				08H2	科教文卫用地	0.19	0.11
10	农业设施建设用地	2.14	1.28	1006	农村道路	2.14	1.28
11	水域及水利设施用地	1.91	1.14	1101	河流水面	1.89	1.13
				1107	沟渠	0.02	0.01
12	其他土地	1.71	1.02	1202	设施农用地	1.71	1.02
合计		167.69	100	合 计		167.69	100.00



照片 2.4-1 耕地（镜像 170°）



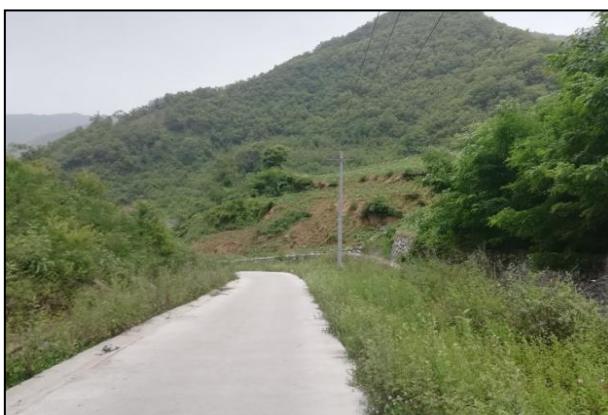
照片 2.4-2 林地（镜像 80°）



照片 2.4-3 灌木林地（镜像 130°）



照片 2.4-4 草地（镜像 70°）



照片 2.4-5 交通运输用地（镜像 120°）



照片 2.4-6 村庄（镜像 180°）

（二）矿山地面拟建工程土地利用类型

矿山地面拟建工程包括工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、矿山道路、供电线路塔基、临时设施、供水工程泵房、供水管线、平硐及回风斜井建等，建设期为1年。矿山地面建设工程占地见表 2.4-2。根据《关于略阳县白石沟和两河口两个钼钒矿预计未来五年内无法开工建设的情况说明》，矿建前的准备工作预计无法在未来5年内完成。因此，矿山在未来5年内仍将无法开工建设。本方案适用期内仅开展适量绿化管控、地质环境监测等工作，不涉及工程实施的内容。

其中，工业场地、1#临时弃渣场、部分矿山连接道路、部分供电线路塔基、局部

供水工程管线、部分供电线路塔基、平硐及回风井等位于矿区范围内，占地面积为4.90hm²。

2#临时弃渣场、1015平硐、供水工程泵房、局部供水工程管线、部分矿山道路、部分供电线路塔基位于矿区外，占地面积为3.53hm²。

表 2.4-2 矿山地面拟建工程土地利用类型一览表

土地利用现状			拟土地压占、挖损区 (hm ²)									合计 (hm ²)	
			1	2	3	5	6	7	8	9	10		
一级地类	二级地类	工业 场地	1#临 时弃 渣场	2#临 时弃 渣场	矿山 道路	供电线 路塔基	供电线 路临时 设施	供水工 程泵房	供水工 程管线	平硐及 回风斜 井			
01	耕地	0103	旱地							0.68		0.68	
03	林地	0301	乔木 林地	0.81	1.38	2.90	0.70	0.02	0.28	0.08	0.52	0.65	7.34
		0305	灌木 林地	0.19	0.22								0.41
合计			1.00	1.60	2.90	0.70	0.02	0.28	0.08	1.20	0.65		8.43

(三) 矿区基本农田

矿区内基本农田面积为1.12hm²，主要沿白石沟两岸分布，地面拟建工程用地不占用基本农田，但采矿活动引起的地面塌陷会对基本农田造成损毁，损毁面积为0.28hm²（图2.4-1）。

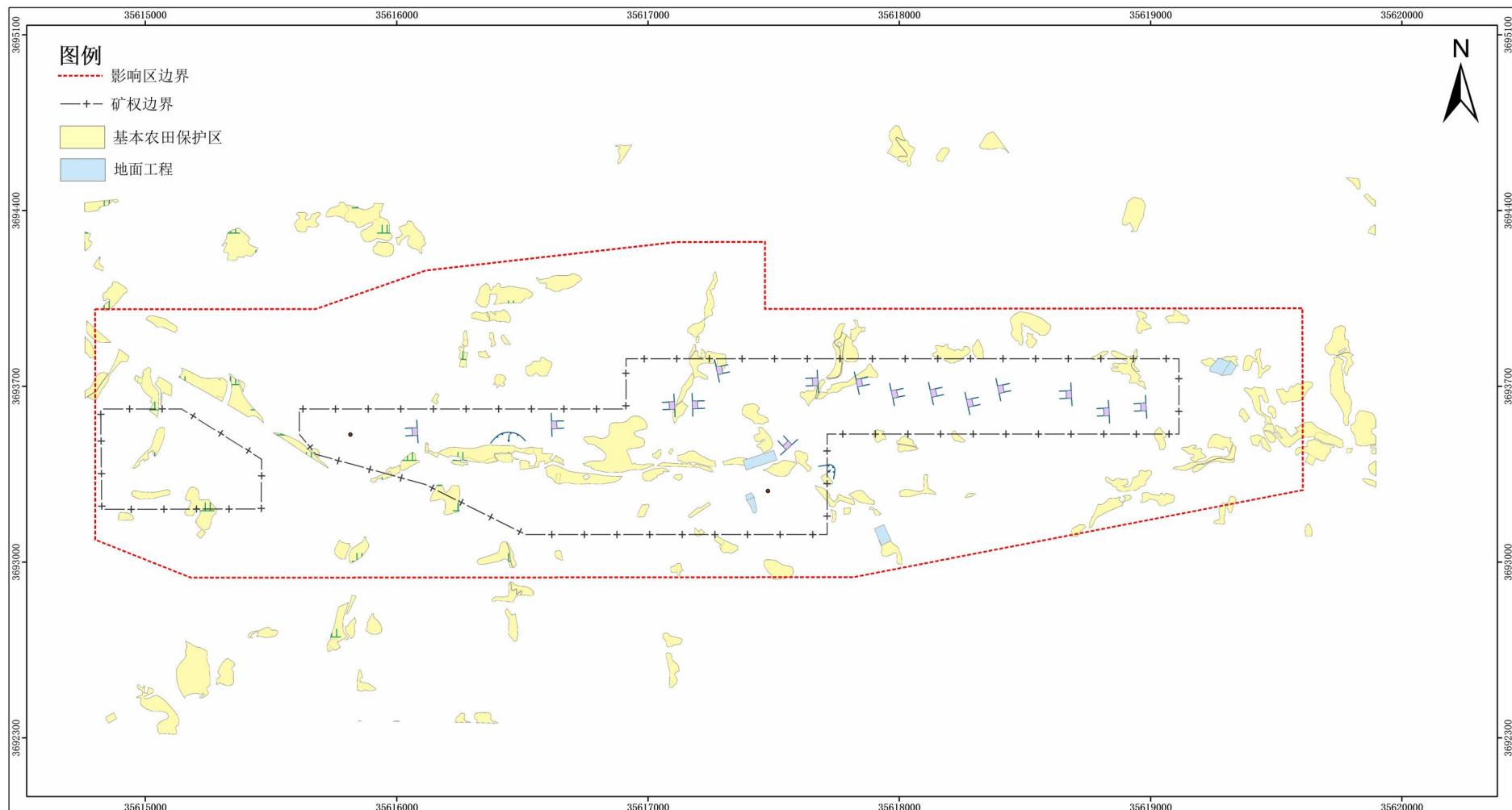


图 2.4-1 基本农田分布图

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

评估范围内人类工程活动主要为村庄村镇、十天高速公路、前期探矿活动及陡坡开垦农业生产活动等（图 2.5-1）。

（一）村庄村镇削坡建房

白石沟钒钼矿区行政隶属略阳县兴州街道办事处及两河口镇，矿区内共有 2 个行政村（兴州街道办事处安坪沟村、两河口镇唐家沟村），共计 62 户，220 人。居民一般沿白石沟沟道缓坡地带零星分布（照片 2.5-1、照片 2.5-2）。

受地形条件所限，矿区居民房屋主要分布白石沟北侧缓坡地带，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。

表 2.5-1 评估区内村庄一览表

乡镇	行政村	户数	人口	位置	村庄情况	保护措施
兴州街道办事处	安坪沟村	51	182	白石沟沟道两侧	集中居住	计划移民搬迁 25 户 125 人
两河口镇	唐家沟村	11	38		集中居住	计划移民搬迁 6 户 15 人
合计		62	220			



照片 2.5-1 矿区白石沟分布村落（镜向 170°）



照片 2.5-2 矿区沿白石沟分布村落（镜向 180°）

（二）公路修建边坡开挖

十天高速穿越从矿区中西部，修建期间隧道开拓形成的弃渣集中堆放于白石沟南侧小龙沟内，沟道前缘已修建分级拦挡措施（照片 2.5-3、照片 2.5-4），目前运行状态良好。矿区内还有通往各村庄的乡村道路（照片 2.5-5、照片 2.5-6）。

（三）前期探矿活动对地质环境影响

白石沟钒钼矿为新建矿山，尚未开展基础设施建设，矿区基本为原始地形地貌。矿山其他人类工程活动主要为矿区前期探矿工程。

探矿工程主要以钻探和地面调查为主。白石沟钒钼矿区分布漆树沟、水家垭、关帝沟三个矿段，前期探矿采用探槽、平硐大部分沿山梁或山体斜坡地带分布，开挖

形成的弃渣一般就近堆放后，回填至探槽，多余部分选择周边地形低洼地带集中堆放，未发现弃渣大面积裸露，破坏地形地貌景观或引发不稳定地质体等问题。

根据本次现场调查，矿区前期探矿硐口 1 个，已封堵（照片 2.5-7），但封堵效果一般，本方案对其设置宣传警示标志。形成少量弃渣堆 1 处，位于 1#915 探矿硐口附近，约 12m³，占地类型为草地，弃渣堆亦基本自然复绿（照片 2.5-8），本次不再进行复垦设计。



照片 2.5-3 十天高速（镜向 145°）



照片 2.5-4 十天高速弃渣场（镜向 190°）



照片 2.5-5 矿区内通村公路（镜向 170°）



照片 2.5-6 矿区内通村公路（素土路）（镜向 120°）

（四）陡坡开垦，加大水土流失

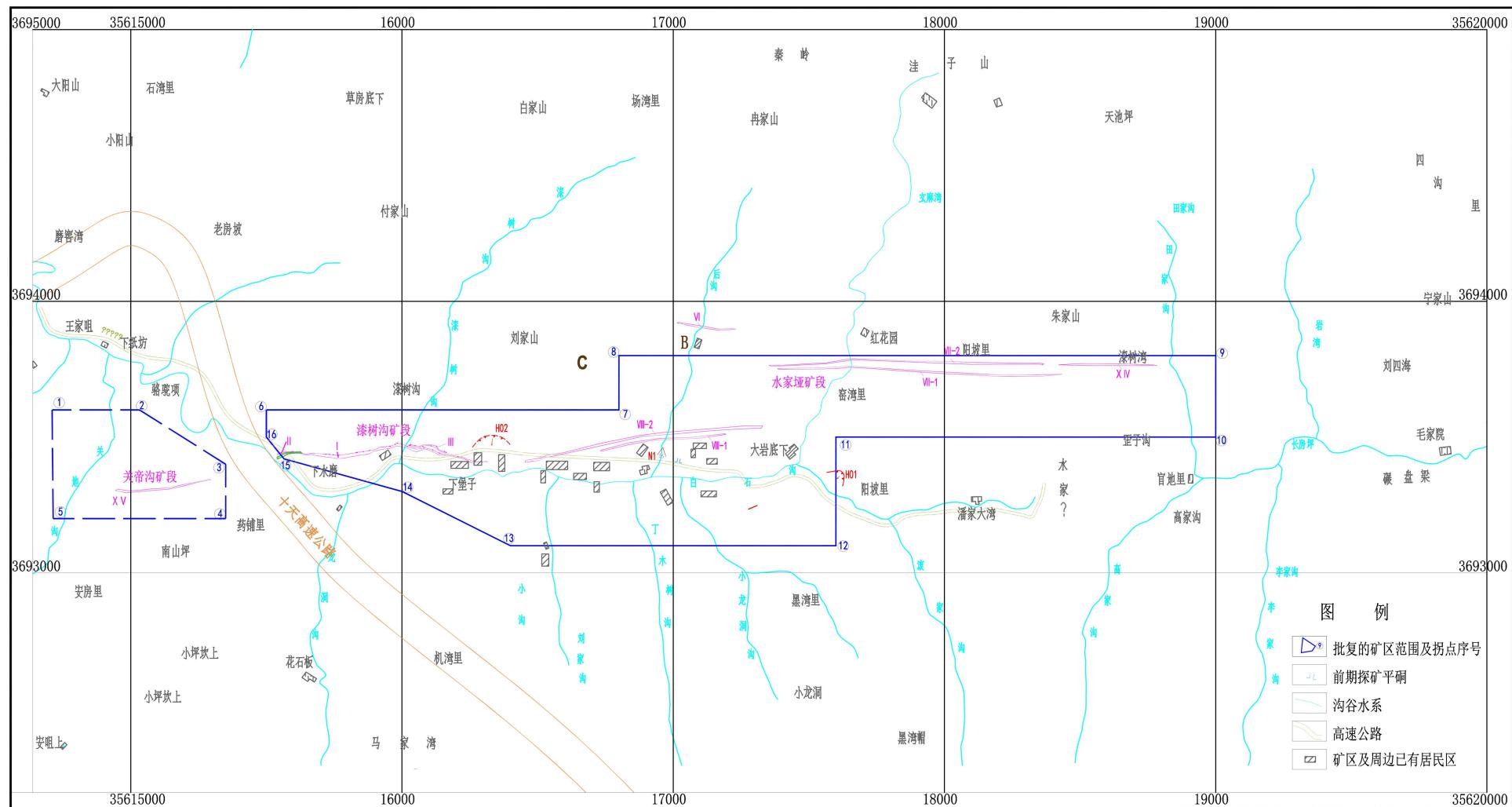
根据土地利用类型图，可知本矿区 60% 的耕地分布于沟道两侧缓坡地带，植被覆盖率高，不易形成不稳定地质体或泥石流。



照片 2.5-7 探矿洞口封堵（镜向 160°）



照片 2.5-8 探矿弃渣自然复绿（镜向 130°）



（五）地质遗迹、人文景观、自然保护区及旅游景点区

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

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

2019 年 3 月，西北有色勘测工程公司完成了《陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》，方案通过了相关部门审查，该方案适用期为 5 年，方案已达到适用年限。

（一）本矿山原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》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 3 月编制的《陕西略阳龙核矿业有限公司略阳县白石沟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静态总费用为 6889.32 万元，该方案于 2019 年 3 月 10 日通过了省厅组织的专家评审，并于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白石沟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（2019-2023 年度）费用合计 2526.59 万元，各年度工作计划及资金分配详见表 2.6-1、表 2.6-2。

表 2.6-1 适用期各年度工程部署

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	对工业场地边坡进行治理，布设监测见并实施监测工程： 1.修建挡土墙300m; 2.修建格构护坡3000m ² ; 3.修建截水渠400m; 4.修建排水渠550m; 5.布设不稳定地质体监测点12处; 6.布设含水层监测点4处; 7.布设水监测点1处; 8.水位监测48次，水质监测16次。	1.对两处探矿平硐口进行封闭; 2.输电线路临时设施损毁土地复垦; 3.供水忤线工程损毁土地复垦; 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.对土壤质债进行取样检测; 7.中要工程量为：表土剥离9600.00m ³ ,表土回覆9600.00m ³ ,田面平整1.2hm ² ,土地翻耕1.2hm ² ,有机肥施肥22200.00kg,化肥施肥7400.00kg,垃圾消运880hm ³ ,栽梢棉子松465株。

第二年	<p>对NI泥石流进行工程治理, 布设监测见并继续实施监测工程:</p> <p>1.修建拦挡坝1座, 主要工程量有: C25砼浇筑1160.0m³, 土方开挖485.0m³, 原土夯实320.0m³, 土方回填273.0m³, 三七灰土换填150.0m³, 钢筋制安90t;</p> <p>2.修建导流堤680m, 主要工程量有: M7.5浆砌片石1360.0m³, 土方开挖544.00m³, 原土夯实680.0m³, 土方回填218.0m³, 三七灰土换填204.0m³, M10砂浆抹面1360.0 m³;</p> <p>3.布水监测点2处;</p> <p>4.布设土监测点2处;</p> <p>5.不稳定地质体监测72次, 水位监测48次, 水质监测16次, 水监测12次, 土监测8次, 地形地貌监测48次;</p> <p>6.布设警示牌1处。</p>	<p>1.龙洞沟村异地搬迁农村宅基地复垦;</p> <p>2.漆树沟矿段865中段布设土地损毁监测点并进行监测;</p> <p>3.对土壤质品进行取样检测;</p> <p>4.复垦后的土地进行复垦效果监测;</p> <p>5.对上一年复垦的土地进行管护;</p> <p>6.表土养护;</p> <p>7.主要工程量为: 田面平整0.45hm² 土地翻耕0.45hm², 客土投土 2706m³, 有机肥施肥6765.0kg,</p> <p>8.化肥施肥2255.0kg, 建构筑物拆除81180m³, 垃圾消运8118.0m³</p>
第三年	<p>对H1不稳定地质体进行工程治理, 继续实施监测工程:</p> <p>1.修建挡土墙及排水渠55m, 主要工程量有: M7.5浆砌片石305.25m³, 土方开挖222.75m³, 原土夯实148.50m³, 土方回填11825m³, 三七灰土换填74.25m³, PVC管安装46.75m, M10砂浆抹面385.00 m³</p> <p>2.修建截水渠80m, 主要工程量有: C20砼浇筑49.60m³, 土方开挖124.80m³, 原土夯实96.00 m³, 土方回填36.80m³, 三七灰土换填28.80m³</p> <p>3.不稳定地质体监测72次, 水位监测48次, 水质监测 16次, 水监测12次, 土监测8次, 地形地貌监测48次;</p> <p>4布设警示牌2处。</p>	<p>1.唐家沟村异地搬迁农村宅基地复垦;</p> <p>2.漆树沟矿段865中段布设土地损毁监测点并进行监测;</p> <p>3.对土壤质丑进行取样检测;</p> <p>4.复垦后的土地进行复垦效果监测;</p> <p>5.对上一年复垦的土地进行管护;</p> <p>6.表土养护;</p> <p>7.主要工程量为: 田面平整0.65hm² 土地翻耕0.65hm², 客土筏土3894m³, 有机肥施肥9735.0kg, 化肥施肥3245.0kg, 建构筑物拆除11682.0m³礼垃圾洁运11682.0m³。</p>
第四年	<p>对H2不稳定地质体进行工程治理, 继续实施监视j工程, 实施监测井成井:</p> <p>1.修建挡土墙及排水渠90m, 主要工程量有: M7.5浆砌片石499.50m³, 土方开挖364.50m³, 原土夯实243.00m³, 土方回填193.80m³, 三七灰土换填121.50m³, PVC管安装76.50m, M10砂浆抹面630.00 m³;</p> <p>2.修建截水渠120m, 主要工程量有: C20砼浇筑74.40m³, 土方开挖187.20m³, 原土夯实144.0 m³, 土方回填55.20m³, 三七灰土换填43.20m³;</p> <p>3.不稳定地质体监测72次, 水位监测48次, 水质监测16次, 水监测12次, 土监测8次, 地形地貌监测48次;</p> <p>4.监测井成井47m;</p> <p>5.布设警示牌2处。</p>	<p>1.生产期第一年、第二年漆树沟矿段865中段开采沉陷损毁土地复垦;</p> <p>2.对土壤质衬进行取样检测;</p> <p>3.复垦后的土地进行复垦效果监测;</p> <p>4.对上一年复垦的土地进行管护;</p> <p>5.表土养护;</p> <p>6.主要工程量为: 塌陷裂缝充填483.13m³, 表土剥离1280.73m³, 表土回填1280.73m³, 出面平整3.42m³, 田埂修筑95.04m³, 土地翻耕3.42hm², 有机肥施肥5128.20kg, 化肥施肥1538.46 kg, 栽植樟子松8489株, 栽植紫穗槐621株, 撒播羊胡草0.3hm², 田间道路(泥洁碎石路面) 3418.80m², 生产道路(索土路面) 6837.60m², 路床碾压10256.40m²</p>

第五年	对塌陷区道路进行修复，继续实施监测工程：	1.生产期第三年、第四年漆树沟矿段865中段开采沉陷损毁土地复垦； 2.对土壤质量进行取样检测； 3.复垦后的土地进行复垦效果监测； 4.对上一年复垦的上地进行管护； 5.表土养护； 6.主要工程虽为：塌陷裂缝充填822.62m ³ ,表土剥离2180.69m ³ ,表土回授2180.69m ³ ,田面平整5.82 hm ² 气田埂修筑161.83m ³ ,土地翻耕5.82 hm ² 气有机肥施肥8731.80kg,化肥施肥2619.54kg,,栽植樟子松14455株,栽植紫穗槐1058株,撒播羊胡草0.51hm ² ,田间道路（泥洁碎石路面）5821.20m ² ,生产道路（素土路面）11642.40m ² ,路床碾压17463.60m ²
	1坏道路路面清理300m ³ ；	
	2洁运路面混凝土弃块300m ³ ；	
	3道路正修（C20砼）300m片；	
	4裂缝充填150m ³ ；	
	5.原土夯实1800m ³ ；	
	6.不稳定地质体监测72次，水位监测84次，水质监测28次，水监测 12次，土监测8次，地形地貌监测48次。	

表 2.6-2 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	375.5	77.21	452.71
第二年	367.33	436.43	803.76
第三年	52.03	627.15	679.18
第四年	87.76	164.91	252.67
第五年	58.34	279.93	338.27
合计	940.96	1585.63	2526.59

3、原《二合一方案》治理任务完成情况

矿山于 2019 年 3 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白石沟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。

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白石沟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，原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》中涉及两个不稳定地质体 H01、H02 和 N1 泥石流，其中 H02 不稳定地质体，在本次现场踏勘中，经现场确认，稳定、无威胁，因此取消该不稳定地质体；N1 泥石流所处沟里，植被茂密，发育良好，没有泥石流物源，不具备泥石流的形成的特征，因此取消该隐患。

（二）周边矿山案例分析

1、鱼洞子铁矿治理项目案例分析

在白石沟钼钒矿南侧约 6km 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、并积极开展了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) 对区内不稳定地质体采取了危岩清除、石渣外运、坡面整治等措施。
- (2) 对已经堆满的高涧槽临时弃渣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。
- (3) 按照闭库要求对青沟尾矿库坡面进行覆土修坡，植树绿化。
- (4) 对柴家沟临时弃渣场进行废石清理整合，在柴家沟下游修建拦挡坝，对已经整合临时弃渣场进行覆土绿化。

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，避免雨水对临时弃渣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 2.6-1 高洞槽临时弃渣场坡面 (镜向 130°) 照片 2.6-2 高洞槽临时弃渣场坡顶 (镜向 80°)



照片 2.6-3 柴家沟临时弃渣场 (镜向 70°)



照片 2.6-4 青沟尾矿库坡面 (镜向 150°)

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

项目组对白石沟钼钒矿进行矿山地质环境及土地资源情况调查，完成的工作量见前言表 0.5-1 部分，调查情况概述如下：

（一）矿山地质环境概述

矿区地貌属低中山侵蚀构造地貌，评估区地处秦岭腹地，群山林立，沟壑纵横，北部的流岭、中部的鹊岭和南部的郧岭构成“三山夹两川”的岭谷格局。

矿区地形总体中部高，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，一般相对高差 420m，属低中山区。山脉走向呈 EW 向，山脊多呈 SN 向展布。白石沟沟长 6km，沟谷上、下游较宽，约 30-50m，呈较窄的“U”型谷，中游沟谷较窄，宽 10-15m，呈“V”型，沟谷坡降 10%。

评估区主要有 1 处不稳定地质体（H01）；此外无其他地面塌陷、地裂缝、地面沉降等，不稳定地质体现状威胁对象主要为矿区内的地面已建工程及村道、附近的居民等。现状无采矿活动，未对含水层进行影响和破坏，未对水土环境进行影响和破坏，未对地形地貌景观进行影响和破坏。

H01 不稳定地质体表层残坡积层较厚，被村民开垦呈坡耕地，初步分析为坡体上方的松散的坡残积层在自重、降水等外营力综合作用下，土体饱和，降低土体抗剪强度，沿土岩结合面剪出，形成较大临空面，发生不稳定地质体隐患。

综上所述，H01 不稳定地质体为人类活动所形成的隐患，威胁矿区内地面工程。

（二）土地资源概述

白石沟钼钒矿矿山面积为 1.6769km²。根据矿区土地利用现状图，矿区的土地利用现状类型划分为 10 个一级地类和 14 个二级地类，包括耕地、园地、林地、草地、仓储用地、居住用地、公用设施用地、农业设施建设用地、陆地水域和其他土地。矿区内地旱地分布于矿区村庄周边；林、草地全区均有分布；住宅用地零星分布于矿区。现阶段矿山尚未建设，周边环境基本无影响，后期矿山建设及采矿活动对土地资源的影响主要表现在矿山地面建设对土地资源的压占和地面沉陷损毁。

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和级别

1、评估范围

白石沟钼钒矿面积 1.6769km^2 。在此基础上，根据矿区周边可能导致矿区遭受不稳定地质体的区域及矿区开采可能影响到的范围，同时考虑其它建设工程评估范围的外延，最后确定评估范围。

本次矿山地质环境影响评估的范围以工程建设场地和划定矿区边界，同时包含地表岩石移动范围及可能对矿区造成影响的地质环境范围，划定评估区边界。

地表岩石移动范围：漆树沟矿段开采境界可能形成的岩石移动范围近长方形，东西长 1500m，南北宽 180m~450m；开采水家垭矿段可能形成的岩石移动范围近椭圆形，东西长轴 1850m，南北短轴 150m~300m。岩石移动在地表分布总面积约 0.89km^2 ，

同时，考虑到地质环境的影响，评估区北侧延伸至山梁顶部斜坡影响范围，南侧至白石沟左岸第一斜坡带，东侧外延至岩湾沟左岸，西侧外延至大地沟左岸，本次评估区总面积 5.1470km^2 ，评估区范围拐点坐标见表 3.2-1。

为了全面掌握和了解评估区不稳定地质体发育情况,根据地形变化,斜坡地带调查范围延伸至分水岭,流域延伸至全流域,调查面积约 11.5744km^2 。

表 3.2-1 评估区范围拐点坐标

2、评估级别

（1）评估区重要程度

根据集镇与居民情况、建筑交通设施、各类保护区及旅游景点、水源地和土地情况，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列出评估区上述条件的重要程度，依据就高不就低的原则，确定评估区的重要程度为重

要区，评估区重要程度评定表见表 3.2-2。

表 3.2-2 评估区重要程度评定表

确定因素	重要区	较重要区	一般区	评估区	结论
集镇与居民	分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200~500 人以上的居民集中居住区	居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下	4 个自然村，共有共 62 户 220 人（较重要区）	重要区
建筑与交通	分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其它重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其它较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施	十天高速公路（重要区）	
各类保护区	矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景点	紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（点）	远离各级自然保护区及旅游景区（一般区）	
水源地	有重要水源地	有较重要水源地	无较重要水源地	无较重要水源地（一般区）	
土地资源	破坏耕地、园地。	破坏林地、草地	破坏其它类型土地	破坏耕地、园地、林地（重要区）	
注：评估区重要度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。					

（2）生产建设规模

白石沟钼钒矿设计生产能力 30 万吨/年，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 D，主采矿种为钒矿，钼为伴生矿，白石沟钼钒矿为地下开采的大型矿山。

（3）地质环境复杂程度

根据地下水、矿床围岩与工业场地、地质构造、不稳定地质体、采空区、地形地貌情况，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，评估区地质环境条件复杂程度评定表见表 3.2-3。

表 3.2-3 评估区地质环境条件复杂程度评定表

因素	复 杂	中 等	简 单	评估区	判定级 别
含水层	1.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，老窿水威胁大，矿坑正常用水量大于 $10000\text{m}^3/\text{d}$ ，地下水采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	1.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，矿坑正常用水量 $3000\text{--}10000\text{m}^3/\text{d}$ ，地下水采矿和疏干排水较容易造成周围主要充水含水层破坏。	1.主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水不密切，矿坑正常用水量小于 $3000\text{m}^3/\text{d}$ ，地下水采矿和疏干排水造成周围主要充水含水层破坏可能性较小。	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。预测的矿床正常涌水量为 $590.64\text{ m}^3/\text{d}$ ；最大涌水量： $2220.593\text{m}^3/\text{d}$ 。矿体及上下盘围岩裂隙连通性差，不利于地下水活动，在构造破碎带出现有沿结构面渗水、滴水现象，坑道岩体较完整，稳固，无掉快、坍塌及冒顶现象，地下水对采矿硐室稳定性影响较小。	简单

因素	复 杂	中 等	简 单	评估区	判定级 别
矿床围岩与工业场 地	2.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 隙发育,岩石风化强 烈,地表残坡积层、 基岩风化破碎带厚 度大于10m,矿层顶 底板和矿床周围稳 固性差,矿山工程场 地地基稳定性差。	2.矿床围岩岩体结 构以薄-厚层状结 构为主,蚀变带、岩 溶裂隙发育中等,岩 石风化中等,地表残 坡积层、基岩风化破 碎带厚度5-10m,矿 层(体)顶底板和矿 床周围稳固性中等, 矿山工程场地地基稳 定性中等。	2.矿床围岩岩体结 构以巨厚层状—块 状整体结构为主,蚀 变作用弱、岩溶裂隙 不发育,岩石风化弱, 地表残坡积层、基 岩风化破碎带厚度 小于5m,矿层(体) 顶底板和矿床周围 稳固性好,矿山工程 场地地基稳定性好。	沙坝坪矿区青山沟矿段岩 体质量等级为III-IV级,完整 -较完整,硐室调查稳定性较 好,力学测试工程强度较低, 在断裂带的局部可能发生掉 块。沙坝坪矿区水家垭矿段岩 体质量等级为III-IV级,完整 -较完整,硐室稳定性较好, 采矿硐室围岩在采矿期间可 基本稳定。矿山工程场地地基 稳定性中等。	中等
地质构造	3.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 响大。	3.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),导水性较 差,对井下采矿安全影 响大。	3.地质构造简 单,矿层(体)和矿 床围岩岩层产状变化 小,断裂构造不发 育,断裂未切割矿层 (体)围岩覆岩,断裂带对 井下采矿安全影 响小。	矿区位于白水江-光头山冲 褶带之冲褶变形中部,区内断 裂构造及褶皱构造均较发育。 对井下采矿安全影响大。	复杂
不稳 定地 质体	4.现状条件下矿 山不稳定地质体发 育,或矿山地质环 境问题的类型多, 危害大。	4.现状条件下矿山 地质环境问题的类型 较多,危害较大。	4.现状条件下矿 山地质环境问题的类型 少,危害小。	现状条件下评估区发育不 稳定地质体一处,危害较中 等。	中等
采空 区	5.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。	5.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。	5.采空区面积和 空间小,无重复开 采,采空区得到处 理,采动影响较轻	矿山开采结束后形成采空 区面积及空间较大,存在重 复开采,后期采动影响较强烈	复杂
地形 地貌	6.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。	6.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,地形坡度一般大 于20°-35°,相对高差较 大,地面倾向与岩层 倾向多为斜交。	6.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 一般大于20°,相 对高差小,地面倾 向与岩层倾向多 为反交。	评估区地貌属低中山侵 蚀构造地貌,调查区地处秦岭腹 地,群山林立,沟壑纵横,总 体中部高,东西两端低,切割 强烈,地势陡峭地形坡度一般 为大于35°,一般相对高差 420m。	复杂

注:采取就上原则,前6条中只有一条满足某一级别,应定为该级别。

(4) 地质环境影响评估分级

评估区重要程度属重要区,矿山生产建设规模属地下开采的大型矿山,矿山地质环境条件复杂程度属复杂类型。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确定,本建设工程矿山地质环境影响评估级别分级属一级。评估级别分级见表3.2-4。

表 3.2-4 评估分级表

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

（二）矿山不稳定地质体现状分析与预测

1、详查报告及原方案不稳定地质体分布情况

（1）详查报告中不稳定地质体分布情况

经整理分析《汶川地震陕西受灾地区略阳县地质隐患详细调查报告》（长安大学工程设计研究院，2010年1月）后可知：

- ①评估区为不稳定地质体中易发区；
- ②“详查报告”中本矿区范围不稳定地质体不发育。

（2）原《地质环境保护与土地复垦方案》中不稳定地质体分布情况

经整理分析，原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》评估区内发育有2处不稳定地质体（编号H01、H02）及1处泥石流隐患（编号N1），无其他地面塌陷、地裂缝、地面沉降等。

由于原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制至今矿山未进行建设，经本次调查，H02不稳定地质体，在本次现场踏勘中，经现场确认，该不稳定地质体稳定，无威胁；N1泥石流所处沟里，植被茂密，发育良好，没有泥石流物源，不具备泥石流的形成的特征。所以，本方案将去除H02不稳定地质体和N1泥石流，其余H01不稳定地质体继承原“方案”，对其进行工程治理设计。

（3）矿区在册点不稳定地质体分布情况

经核查《略阳县地质灾害风险调查报告》，矿区内无在册不稳定地质体。

（4）本次调查不稳定地质体分布情况

由于原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制至今矿山未进行建设，矿山地

质环境与原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制时基本一致，本次野外调查过程中未发现新的不稳定地质体。调查过程中对原《矿山地质环境保护与土地复垦方案》进行了核实并继承原方案不稳定地质体。

2、不稳定地质体危险性现状评估

依据前节所述，评估区发育1处不稳定地质体，现分别对其危险性进行现状评估。

（1）不稳定地质体危险性现状评估

①不稳定地质体的特征

评估区内发育不稳定地质体1处，评估区内隐患点空间形态特征、结构及物质组成特征、变形破坏特征及照片见图3.2-1、表3.2-4。

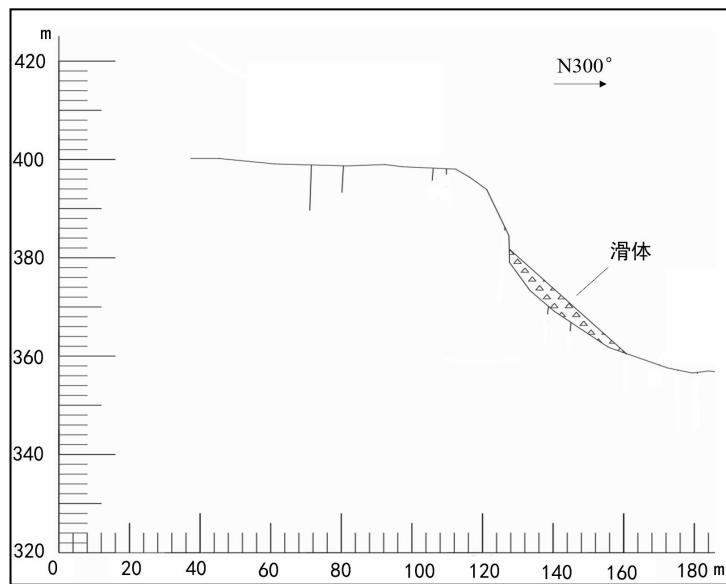


图3.2-1 H01 不稳定地质体剖面图

②不稳定地质体发育程度分级

依据《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）的要求，对评估区不稳定地质体发育程度进行分级，同时依据发育特征，对其稳定性进行评价。分级标准见表3.2-1，分级结果见表3.2-4。

依据评价结果可知，1处不稳定地质体处于欠稳定状态，发育程度均为中等发育。

表3.2-1 不稳定地质体稳定性（发育程度）分级表

不稳定地质体要素	稳定性（发育程度）分级表		
	稳定（弱发育）	欠稳定（中等发育）	不稳定（强发育）

发育特征	(不稳定地质体前缘斜坡较缓, 临空高差小, 无地表径流流经和继续变形的迹象, 岩土体干燥; (滑体平均坡度小于25°, 坡面上无裂缝发展, 其上建筑物、植被未有新的变形迹象; (后缘壁上无擦痕和明显位移迹象, 原有裂缝已充填	(不稳定地质体前缘临空, 有间断季节性地表径流流经, 岩土体较湿, 斜坡坡度为30°-45°; (不稳定地质体平均坡度为25°-40°, 坡面上局部有小的裂缝, 其上建筑物、植被无新的变形迹象; (后缘壁上有不明显变形迹象; 后缘有断续的小裂缝发育	(不稳定地质体前缘临空, 坡度较陡且常处于地表径流的冲刷之下, 有发展趋势并由季节性泉水出露, 岩土潮湿、饱和; (平均坡度大于40°, 坡面上有多条新发展的裂缝, 其上建筑物、植被有新的变形迹象; (后缘壁上可见擦痕或有明显位移迹象, 后缘有裂缝发育
稳定系数Fs	Fs>Fst	1.00<Fs≤Fst	Fs≤1.00
注: Fst 为不稳定地质体稳定安全系数			

③不稳定地质体危害程度分级

评估区不稳定地质体较为发育, 在不利工况下可能发生变形破坏, 对评估区内居民、建筑、机械、过往车辆等造成危害。根据危害对象、危害特征及损失情况, 按照不稳定地质体危害程度分级表(表3.2-2), 对评估区不稳定地质体及危害程度进行评估。评价结果见表3.2-4。

依据评价结果可知, 区内发育的1处不稳定地质体, 危害程度均为小。

表3.2-2 地不稳定地质体危害程度分级表

危害程度	灾情		险情	
	死亡人数/人	直接经济损失/万元	受威胁人数/人	可能直接经济损失/万元
大	>10	>500	>100	>500
中等	3~10	100~500	10~100	100~500
小	<3	<100	<10	<100

注1: 灾情: 指已发生的不稳定地质体, 采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价。
注2: 险情: 指可能发生的不稳定地质体, 采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。
注3: 危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。

④不稳定地质体危险性评价

结合不稳定地质体的发育程度和危害程度, 依据危险性分级表(表3.2-3)进行判定, 对区内1处不稳定地质体危险性进行评价。评价结果见表3.2-4。

依据评价结果可知, 区内发育的1处不稳定地质体, 危险性均为小。

表3.2-3 不稳定地质体危险性分级表

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

续表 3.2-4 评估区不稳定地质体特征、发育程度、危害程度、危险性一览表

编号	特征		发育程度		危害程度							危险性
	坐标	稳定性	发育程度分级	灾情			险情			危害程度分级		
H01				灾情	死亡人数(人)	直接经济损失(万元)	威胁对象	受威胁人数(人)	可能直接经济损失(万元)			
空间形态特征	欠稳定	中等发育	无	0	0	耕地、沟道、坡脚过往车辆	0	50	小	小	小	
	照片			平面图			剖面图			H01		
形成条件分析	该不稳定地质体表层残坡积层较厚, 被村民开垦呈坡耕地, 初步分析为坡体上方的松散的坡残积层在自重、降水等外营力综合作用下, 土体饱和, 降低土体抗剪强度, 沿土岩结合面剪出, 形成较大临空面。									H01		
	该不稳定地质体体前缘已发生滑塌, 后缘出现拉张裂缝, 前缘臌胀明显, 稳定性较差。											
变形破坏特征	该不稳定地质体体前缘已发生滑塌, 后缘出现拉张裂缝, 前缘臌胀明显, 稳定性较差。									H01		

照片 3.2-1 915 主平洞洞口东侧 H01 不稳定地质体

图 3.2-2 H01 不稳定地质体平面示意图

图 3.2-3 H01 不稳定地质体地质剖面图

2、地面建设工程不稳定地质体危险性预测评估

地面拟建工程有：工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、矿山道路、输电线、供水工程、1#915 平硐、2#915 平硐、3#915 平硐、1015 平硐、回风斜井。

（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

①拟建工业场地遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

在水家垭沟口西侧 915 主平硐口旁设采矿工业场地，工业场地内布置有井口车场及转运场地、坑口值班室、空压机站、配电室、电机车及矿车维修间、仓库等。现状调查，在 915 主平硐东侧斜坡上有一不稳定地质体（H01），现状评估该不稳定地质体危险性小。由于采矿工业场地距离 H01 不稳定地质体尚有 150m 间距，处于不稳定地质体影响范围外，因此采矿工业场地的工程建设活动可能遭受不稳定地质体（H01）的威胁较小，危险性小。

②拟建临时弃渣场遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

评估区拟建 2 处临时弃渣场，分别为 1#、2#临时弃渣场。据现场调查，临时弃渣场距已有不稳定地质体较远，现状不稳定地质体危险性小，因而临时弃渣场不易遭受不稳定地质体威胁，危险性小。

③拟建矿山道路遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

根据开发利用方案布置矿山道路情况，拟建 915 主平硐东侧沿 H01 不稳定地质体坡脚分布，现状评估该不稳定地质体稳定性差，后期道路施工过程中，可能遭受不稳定地质体（H01）威胁，危险性中等。

④拟建输电线路及塔基遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

输电线路无高的开挖边坡，动用的土方量较小。塔基及周边无影响场地稳定的不稳定地质体存在；预测输电线路遭受不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

⑤拟建供水工程遭受已有不稳定地质体危险性预测评估

龙洞沟水源距工业场地 3.0km，通过取水加压输送至泵房，输水管线长 3000m，再由泵房向各用水单元供水。供水管线为单线，直埋敷设，埋深为 1m。供水泵房及输水管线周边不稳定地质体不发育，预测评估其遭受不稳定地质体可能性小，危害程度小，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 3.2-8。

表 3.2-8 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
1#865 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
2#865 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
1#915 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
2#915 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
3#915 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
1#965 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
2#965 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
3#965 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
1#1015 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
2#1015 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
1#1065 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
1#1115 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
2#1115 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
1#1165 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
2#1165 平硐	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小
回风斜井	距已有 H01 不稳定地质体较远	遭受 H01 不稳定地质体威胁的可能性小	危害程度小, 危险性小

(3) 地面拟建工程引发新不稳定地质体危险性预测评估

①拟建工业场地引发新不稳定地质体危险性预测评估

位置: 其拟建于在 1#915 主平硐口附近。按照规划平面布置情况, 结合所处地形条件, 可知工程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北侧, 宽约 280m, 长约 30m, 坡向 175°, 坡度约 60°。

危险性: 同时据现场调查, 该陡立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建设方案, 后期切坡开挖, 增加坡体临空面高度, 加剧结构面发育, 岩层倾向于开挖边坡坡向呈斜交状, 预测其在开挖边坡后有引发新的不稳定地质体的可能, 可能引发不稳定地质体位于工业场地北侧, 危害程度

中等，预测评估危险性中等。

②拟建临时弃渣场引发新不稳定地质体危险性预测评估

1#临时弃渣场：其拟建于 915 平硐口附近，单台阶排土，根据开发利用方案设计剥采比情况，设计最大堆高 40m，呈阶梯放坡式堆放。

2#临时弃渣场：其拟建于 1015 平硐口附近，根据开发利用方案设计剥采比情况，设计单台阶高度 20m，最终平台宽度 10m，总堆置高度 40m，呈阶梯放坡式堆放。

由于两处临时弃渣场开发利用方案均提出了布设拦渣墙、截排水等措施，预产引发新的不稳定地质体可能性较小，危害程度小，预测评估危险性小。

③拟建矿山道路引发新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 2#915、3#915 平硐与借用道路连接路修建过程中存在边坡开发，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：2#915、3#915 平硐与借用道路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支护等措施，预测评估危险性小。

④拟建输电线路及塔基引发新不稳定地质体危险性预测评估

输电线路无高的开挖边坡，动用的土方量较小。预测输电线路引发新的不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

⑤拟建供水工程引发新不稳定地质体危险性预测评估

供水泵房及输水管线无高的开挖边坡，动用的土方量较小，预测评估其引发新的不稳定地质体可能性小，危害程度小，危险性小。

（6）拟建采矿工程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 3.2-9。

表 3.2-9 采矿工程引发新不稳定地质体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
1#865 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, 硐脸开挖引发松散层不稳定地质体可能性小, 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
2#865 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
1#915 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
2#915 平硐	140°/23°	粉砂质板岩	32°∠47°	完整—较完整	0.5—1.3	发育乔木、灌木林		危险性小
3#915 平硐	175°/26°	粉砂质板岩	25°∠35°	完整—较完整	1.1—2.0	发育乔木、灌木林		危险性小
1#965 平硐	265°/18°	粉砂质板岩	20°∠41°	完整—较完整	0.8—1.3	发育乔木、灌木林		危险性小
2#965 平硐	275°/20°	粉砂质板岩	21°∠37°	完整—较完整	0.7—1.5	发育乔木、灌木林		危险性小
3#965 平硐	268°/22°	粉砂质板岩	23°∠38°	完整—较完整	0.8—1.2	发育乔木、灌木林		危险性小
1#1015 平硐	255°/22°	粉砂质板岩	31°∠42°	完整—较完整	0.5—1.4	发育乔木、灌木林		危险性小
2#1015 平硐	75°/17°	粉砂质板岩	21°∠33°	完整—较完整	1.0—2.0	发育乔木、灌木林		危险性小
1#1065 平硐	245°/13°	粉砂质板岩	15°∠40°	完整—较完整	0.7—1.5	发育乔木、灌木林		危险性小
1#1115 平硐	250°/16°	粉砂质板岩	25°∠39°	完整—较完整	0.6—1.3	发育乔木、灌木林		危险性小
2#1115 平硐	80°/14°	粉砂质板岩	24°∠32°	完整—较完整	1.0—2.0	发育乔木、灌木林		危险性小
1#1165 平硐	242°/10°	粉砂质板岩	38°∠42°	完整—较完整	0.9—1.3	发育乔木、灌木林		危险性小
2#1165 平硐	82°/16°	粉砂质板岩	28°∠33°	完整—较完整	0.8—1.5	发育乔木、灌木林		危险性小
回风斜井	35°/5°	粉砂质板岩	20°∠35°	完整—较完整	0.7—1.2	发育乔木、灌木林		危险性小

3、采矿活动引发不稳定地质体预测

矿山开采引发地面塌陷原因是：随着采动工作推进，地表岩石移动引发地面塌陷。《矿山土地复垦理论与方法》（方星编著，2015年8月，地质出版社出版）提出：“在井采金属及非金属矿塌陷损毁土地复垦时，一般引用该矿山开发利用方案中预测的地表移动带和塌陷深度，由于矿体多呈脉状和带状产出，地表塌陷地形不规则，故一般不要求准确的圈出塌陷等值线”。

（1）矿体规模特征、采矿方法及采空区处理措施

①矿体特征

漆树沟矿段钼钒矿体均产于迭部岩组上岩性段方解石黑云母石英片岩中，钒、钼矿体属于同一层位，且为同体共生。矿体西起漆树沟以西400m，东至三洞沟西80m，矿段东西向长度850m，呈层状产出，矿体产状与围岩产状基本一致。

水家垭矿段位于详查区中部，西起下铺子，东到田家沟，东西长2.6km，南北宽0.7km，面积1.17km²。在水家垭矿段圈出6个钒矿体（编号为VI、VII-1、VII-2、VIII-1、VIII-2、XIV），钒矿体整体连续性较好，但局部受构造及闪长岩体的影响，导致矿体局部厚度变化较大，具尖灭、再现现象。矿体均产于下志留统迭部岩组上岩性段方解石黑云母石英片岩中。

②采矿方法

矿山设计采用地下开采方式；漆树沟I号矿体设计采用分段空场法；漆树沟II、III号矿体和水家垭（VI、VII-1、VII-2、VIII-1、VIII-2、XIV矿体）设计采用浅孔留矿法。

③采空区处理措施

矿区主要工程岩体以闪长岩为主，局部为炭质绢云母石英片岩，围岩稳定性较好，因此当矿柱崩掉后，顶板不会立即塌落，但随着暴露面积的增大和时间的推移，围岩会发生变形和坍塌，充填采空区，一般不专门崩落围岩。矿块回采结束以后，要立即封闭采空区，部分采空区可利用井下产生的废石进行充填。

（2）地面塌陷范围

根据矿体分布实际情况、矿岩性质及所采用的采矿方法，选取的上盘岩石移动角为60°，下盘岩石移动角取65°（当矿体倾角小于65°时，下盘岩石移动角为矿体倾角），侧翼岩石移动角65°。据此圈定出矿床开采时每个中段移动带的范围和地表岩石移动范围。其中漆树沟矿段开采境界可能形成的岩石移动范围近长方形，东西长1500m，南北宽180m~450m；开采水家垭矿段可能形成的岩石移动范围近椭圆形，东西长轴

1850m, 南北短轴 150m~300m。岩石移动在地表分布总面积约 0.89km², 见附图 2。

(3) 地表塌陷地表最大变形值预测

矿床地下开采常见的一大地质问题是对地下采空区的处理, 随着矿山向深部开采, 地压增大, 地下空区在强大的地压下, 容易发生坍塌事故, 即采空区塌陷。由于金属矿山矿体赋存条件的复杂性, 目前井采金属矿山的开采沉陷预测尚无精确的定量计算方法, 本方案参照秦岭山区金属矿山以往中硬岩层倾斜矿体塌陷预测方法, 参考相关规程, 计算矿体开采后引起地表塌陷如下:

$$\text{最大下沉值: } W_{\max} = qm \cos \alpha \sqrt{n_1 n_2}$$

$$n_1 = K_1 \frac{D_1}{H_0}, \quad n_2 = K_2 \frac{D_2}{H_0}$$

式中:

K1, K2 系数, 顶板为坚硬岩层时取 0.7, 中硬岩层时取 0.8, 软岩 0.9, 本矿山矿体顶板均为中硬岩层, 取值 0.8;

n1, n2 为倾向和走向的采动系数, 大于 1 时。则取 1;

D1, D2 分别为采空区倾斜长度、走向长度;

H0 为平均开采深度;

q 值是充分采动条件下的下沉系数, 取 0.5;

m 为矿体法线采厚;

α 为矿体倾角;

$$\text{最大倾斜: } i_m = \frac{w_m}{r}$$

$$\text{最大曲率: } k_m = 1.52 \frac{w_m}{r^2}$$

$$\text{最大水平移动: } u_m = b w_m$$

$$\text{最大水平变形: } \delta_m = 1.52 b \frac{w_m}{r}$$

式中, b 为水平移动系数, 此处取值为 0.3; r 为主要影响半径, 根据矿体特征, 开采条件及预计参数, 计算的矿体开采的地表移动变形特征见下表:

表 3.2-11 最大、平均变形值计算结果一览表

矿体	下沉(mm)	倾斜 (mm/m)	水平移动 (mm)	曲率 (10 ⁻³ /m)	水平变形 (mm/m)	影响半径 (m)
矿体开采叠加	465 716	1.35 1.58	99.3 214.8	0.003 0.018	0.39 0.72	175 450

依据《地质灾害危险性评估规范》(GB/T40112-2021) 的要求, 对评估区采矿活动

引发地面塌陷发育程度进行分级。分级标准见表 3.2-12。

表 3.2-12 采空区塌陷发育程度分级表

发育程度	参考指标							发育特征	
	地表移动变形值				开采深厚比	采空区及其影响占建设场地面积/%	治理工程面积占建设场地面积/%		
	下沉量 (mm/a)	倾斜 (mm/a)	水平变形 (mm/m)	地形曲率 (mm/m ²)					
强	>60	>6	>4	>0.3	<80	>10	>10	地表存在塌陷和裂缝，地表建(构)筑物变形开裂明显	
中等	20-60	3-6	2-4	0.2-0.3	80-120	3-10	3-10	地表存在变形和地裂缝，地表建(构)筑物有开裂现象	
弱	<20	<3	<2	<0.2	>120	<3	<3	地表无变形及地裂缝，地表建(构)筑物无开裂现象	

(4) 地面塌陷影像对象危险性分析

地面塌陷影响范围内主要有 915 主平硐、后沟道路、矿山借用道路、输电线路等。

根据《陕西省略阳县沙坪坝地区钼钒矿详查地质报告》，可知白石沟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。依据《工程岩体分级标准》GB50218-94 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；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，但开采矿体在地表的投影范围内下沉或出现地表裂缝的可能性较大，但地面塌陷影响范围内的 915 主平硐、后沟道路、矿山借用道路、输电线路等影响较小，危害程度小，危险性小。

(5) 地面塌陷链生不稳定地质体危险性评估

采矿活动引发地面塌陷，可能进一步引发链生不稳定地质体，同时对 H01 不稳定地质体有一定影响，但影响程度较小；同时，可能引发斜坡体中下部第四系覆盖层发生不稳定地质体或基岩裸露地带发生不稳定地质体，由于采矿活动引发地面塌陷危险性小，地面沉降及水平位移均较小，因此预测评估地面塌陷链生不稳定地质体的可能性较小，发育程度弱，危险性小。

5、场地适宜性评估

依据《不稳定地质体危险性评估规范》(GB/T40112-2021) 的要求，确定工程建设用地适宜性分级见表 3.2-13，依据适宜性分级表对工程建设用地的适宜性作出评价。

表 3.2-13 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,引发加剧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、加剧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、加剧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、临时弃渣场、爆破材料库、矿山道路、输电线路及塔基、供水工程、采矿硐口所在建设场地现状不稳定地质体不发育,现状评估地质遭受不稳定地质体危险性小~中;预测评估引发或加剧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) 矿山含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层破坏现状评估

白石沟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,现状评估采矿活动对含水层影响较轻。

2、矿区含水层破坏预测评估

(1) 含水层结构

矿区地下水类型以基岩裂隙水为主,水位标高一般在 825~995m 之间,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。矿坑地下水位以下 100m 埋深的疏干排水量影响半径为 98~189m。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)附录 E,导水裂隙带之上为弯曲下沉带,弯曲下沉带的岩层产生一定的变形,预测评估矿山开采对含水层结构影响程度较轻。

(2) 矿井涌水量

矿坑地下水位以下 100m 埋深的疏干排水量影响半径为 98~189m,评估区围岩多为完整性较好的较坚硬岩。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《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)附录E,预测评估矿山开采对矿井涌水量影响程度较轻。

(3) 生产生活供水

矿山规划设置严格的矿坑涌水、生产废水及选矿厂废水处理措施,待悬浮物达标后循环使用,向外排放前必须在各项指标均达标后,用作生产用水或场地洒水。矿区居民生产生活供水主要为地表水,矿山开采对其影响较小。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)附录E,预测评估矿山开采对生产生活供水影响程度较轻。

(4) 对含水层水质

①采矿工业场地可能对地下水造成影响预测

采矿工业场地对地下水影响主要包括矿坑排水、生活污水在各处理设施中下渗影响地下水及矿石堆放因降雨产生的淋溶水下渗造成地下水影响。一般情况下,上述影响途径对地下水影响的主要是由于影响物迁移穿过包气带进入含水层造成。采矿场地下部地层以基岩为主,且分布连续、稳定,说明浅层地下水不容易受到影响。若发生废水或废液渗漏,影响物穿过包气带进入浅层地下水较少,对浅层地下水的影响小。预测采矿工业场地对地下水水质影响较轻。

②临时弃渣场对地下水水质的影响预测

本项目废石进入临时弃渣场堆放,本区降雨量小、蒸发量大,废石降雨淋溶水量小,受充分淋溶和浸泡的条件和机会少,实际有毒有害元素浓度比试验条件下的浓度要小的多。因此,可以认为废石淋溶液对地下水水质的影响轻微。

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)附录E,预测评估矿山开采对水质的影响程度较轻。

(5) 对地表水影响

矿区地表水以沟谷季节性溪流为主,主要补给来源为大气降水,流量受降雨影响呈季节性变化,枯水期流量小甚至断流,且矿床附近无较大地表水体分布。地下开采可能引发地表塌陷及裂隙发育,潜在影响途径主要为塌陷导致地形坡度改变、地表裂隙沟通,进而影响地表水流向、汇流范围,或造成局部地表水渗漏。但矿区主要矿体位于当地侵蚀基准面以上,地形天然排水条件良好,预测开采引发的地表塌陷以浅部弯曲下沉为主,塌陷影响半径与矿坑疏干影响半径相近(约98~189m),且塌陷区岩层裂隙多含粘土质充填物,透水性差。同时,本区降雨量小、蒸发量大,地表水径流

量有限，即便发生局部裂隙渗漏，渗漏量亦较小，难以对区域地表水系的整体径流特征造成显著改变。综上，结合矿区地质条件与开采特征，参照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011)附录E，预测评估矿山开采塌陷对地表水的汇流路径、水量及整体水环境功能影响程度较轻。

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、地形地貌景观破坏现状评估

白石沟钼钒矿为新建矿山，采矿工业场地、临时弃渣场、爆破材料库、矿山道路、输电线路及塔基、供水工程、采矿平硐等设施尚在规划阶段，尚未进行任何工程活动。从十天高速可视范围内，未发现矿山地形地貌景观破坏现象，因此，采矿活动对土地资源影响和破坏程度较轻。

2、地形地貌景观破坏预测评估

①地面拟建工程对地形地貌景观破坏预测评估

工业场地拟建于在915主平硐口附近。按照规划平面布置情况，结合所处地形条件，可知工程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。同在场地建设过程中开挖、填方量较大，工业场地建设对原有地形地貌景观改变较大。

1#临时弃渣场拟建于3#915平硐口附近，单台阶排土，根据开发利用方案设计剥采比情况，设计最大堆高40米，呈阶梯放坡式堆放，临时弃渣场建设对原有地形地貌景观改变较大，面积1.6hm²。2#临时弃渣场拟建于1#1015平硐口附近，根据开发利用方案设计剥采比情况，设计单台阶高度20米，最终平台宽度10米，总堆置高度40米，呈阶梯放坡式堆放，临时弃渣场建设对原有地形地貌景观改变较大，面积2.9hm²。

矿山连接道路建设过程中挖、填方量较小，选择线路大多沿原有乡间道路修建，工程建设对原有地形地貌景观改变较小，面积0.7hm²。

输电线路无高的开挖边坡，动用的土方量较小，占地面积小，工程建设对原有地形地貌景观改变较小，面积0.28hm²。

供水泵房及输水管线无高的开挖边坡，动用的土方量较小，同时输水管线采用地埋式，工程建设对原有地形地貌景观改变较小，面积1.28hm²。

矿山拟设平硐及回风斜井洞口地形较为平坦，回风斜井开拓过程中，主要为地下开拓，地表露头较小，工程建设对原有地形地貌景观改变较小，面积0.65hm²。

矿山地面建设工程大多位于支沟内，从十天高速可视范围内，仅能看见输电线路等，未发现其他矿山地形地貌景观破坏现象。

总体评估：预测评估地面拟建工程对原有地形地貌景观改变较大，影响程度**严重**。

②采矿活动（地表岩移）对地形地貌景观破坏预测评估

矿床开采时，漆树沟矿段开采境界可能形成的岩石移动范围近长方形，东西长1500m，南北宽180m~450m；开采水家垭矿段可能形成的岩石移动范围近椭圆形，东西长轴1850m，南北短轴150m~300m。

根据《陕西省略阳县沙坪坝地区钼钒矿详查地质报告》，可知白石沟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。依据《工程岩体分级标准》GB50218-94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；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**。

综上，对照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录E，预测评估矿山开采对地形地貌景观的影响程度**严重**。

（五）矿区水土环境现状分析与预测

1、水土环境现状分析

（1）水环境现状分析

白石沟钼钒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，现状评水环境影响**较轻**。

（2）土环境现状分析

白石沟钼钒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、水土环境预测分析

（1）水环境预测评估

施工期污、废水主要来自建筑施工作业废水、施工人员生活污水和井巷掘进涌水。

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2m³/d，主要影响物SS（主要含有砂石、硅酸盐等），浓度为800~1200mg/L。设计要求在施工场地设临时沉砂池，在结构阶段必须对混凝土养护废水、砂石冲洗水等进行回用，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 1165、1115、1065、1015、965、915 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，待各项指标均达标后，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临时弃渣场淋溶水

废石贮存于临时弃渣场。临时弃渣场采用干渣堆放，一般无废水产生，仅在雨季会有产生一定量淋溶液。考虑到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。要求在临时弃渣场拦渣坝下部设排水暗管，坝下并布置淋溶水收集池，进入场内的废石淋溶水通过地势高差自流汇入收集池内。收集的临时弃渣场淋溶水全部回用于选冶厂生产用水，可采用水车输送。预测临时弃渣场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破坏程度较轻。

（2）土环境影响预测分析

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约 6.75 万 m³，全部运往 1#临时弃渣场；基建产生的废石量约 67531.53m³，副产矿石量 36698.80t。基建废石可用作堆筑坝体、修筑截排水沟、地基、修路等进行综合利用，其余全部运往临时弃渣场贮存。副产矿石全部堆存于选冶厂原矿堆场，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、焚烧或堆入临时弃渣场，预测评估其对环境的影响较轻。

③废石

拟建两处临时弃渣场，其中 1#临时弃渣场位于 915 废石平硐口附近，采用窄轨车辆直接运至临时弃渣场，单台阶堆放，最大堆高 40m，约可以堆 25 万 m³废石，用于堆存漆树沟矿段及水家垭西段采出废石。2#临时弃渣场位于 1015 平硐口南侧沟道内，采用汽车运输，推土机配合的排土方式，单台阶高度 20m，最终平台宽度 10m，总堆置高度 40m，约可以堆存 35 万 m³废石，用于堆存水家垭东段开采废石。临时弃渣场上部要砌好截水沟，防止废石流滚和被地表水冲失。在废石堆场下方设置可靠的废石挡墙，起截流、防洪、排水设施的作用。临时弃渣场服务期满后，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。

总体上，预测评估水土环境影响程度较轻。

（六）评估分级与分区

1、现状评估分级

根据不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土影响破坏的情况，依据就高不就低的原则，按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》

(DZ/T0223-2011) 附录 E “矿山地质环境影响程度分级表”，评估区地质环境影响程度分为较轻级别。评估区地质环境影响程度见表 3.2-14。

表 3.2-14 矿山地质环境影响程度分级表

地质环境问题		评估区情况	影响程度	小结	结论
地质环境	不稳定地质体 (共 1 处)	规模和危险性	规模小型, 危险性小	较轻	较轻
		影响对象	耕地、沟道、坡脚过往车辆	较轻	
		直接经济损失	可能造成经济损失 50 万元	较轻	
		受威胁人数	受威胁 0 人	较轻	
含水层	含水层结构破坏		未建设, 无影响	较轻	较轻
	矿井正常涌水量		未建设, 无影响	较轻	
	区域地下水位下降		未建设, 无影响	较轻	
	矿区地下水位下降、地表水体漏失		未建设, 无影响	较轻	
	地下水水质变化		未建设, 无影响	较轻	
	生产生活供水		未建设, 无影响	较轻	
地形地貌	工业场地原生地形地貌景观		未建设, 无影响	较轻	较轻
	临时弃渣场		未建设, 无影响	较轻	
	矿山道路、输电线路、供水关系		未建设, 无影响		
	各类自然保护区、人文景观、风景旅游区等		未建设, 无影响	较轻	
水土环境	水环境影响		未建设, 无影响	较轻	较轻
	土地环境影响		未建设, 无影响	较轻	

2、现状评估分区

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, 根据不稳定地质体威胁对象、危害程度以及矿业活动对含水层、地形地貌景观和水土环境影响的影响程度等评估要素, 对评估区矿山开采进行地质环境影响程度分级分区。评估区影响程度分为较轻级别 (见表 3.2-15, 附图 1), 现分述如下:

(1) 矿山地质环境影响程度较轻区 (C)

矿山地质环境影响程度较轻区 (C) 1 个, 面积 5.14km², 占评估面积的 100%。区内发育 H01 不稳定地质体, 危险性小, 矿山尚未进行工程建设及采矿活动, 对含水层、地形地貌、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。

表 3.2-15 矿山地质环境现状评估影响程度分区表

影响程度分区及编号	面积 km ²	百分比 %	矿山地质环境问题及其危险性或影响程度				影响程度分级
			不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境影响	
较轻区 (C)	5.14	100	发育 H01 不稳定地质体危险性小	较轻	未进行工程建设, 较轻	较轻	较轻
合计	5.14	100					

3、预测评估分级

根据不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境影响的情况, 依据就高不就低的原则, 按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》

(DZ/T0223-2011) 附录 E “矿山地质环境影响程度分级表”, 评估区地质环境影响程度分为严重、较轻二个级别。评估区地质环境影响程度分级见表 3.2-16。

表 3.2-16 矿山地质环境影响程度分级表

地质环境问题		评估区情况	影响程度	小结	结论
不稳定地质体	不稳定地质体 (共 1 处)	规模和危险性	规模小型, 危险性小	较轻	较轻
		影响对象	耕地、沟道、坡脚过往车辆	较轻	
		直接经济损失	可能造成经济损失 50 万元	较轻	
		受威胁人数	受威胁 0 人	较轻	
	地面塌陷 (地表岩移 2 处)	规模和危险性	规模中型, 危险性小	较轻	较轻
		影响对象	居民、耕地、沟道	较轻	
		直接经济损失	可能造成经济损失 80 万元	较轻	
		受威胁人数	受威胁 8 人	较轻	
含水层	含水层结构破坏	较轻	较轻	较轻	严重
	区域地下水位下降	较轻	较轻		
	矿区地下水位下降、地表水体漏失	较轻	较轻		
	地下水水质变化	较轻	较轻		
	生产生活供水	较轻	较轻		
地形地貌	工业场地原生地形地貌景观	改变原有地形地貌景观	严重	严重	
	临时弃渣场	改变原有地形地貌景观	严重		
	矿山道路、输电线路、供水关系	影响较小	较轻		
	各类自然保护区、人文景观、风景旅游区等	无影响	较轻		
水土环境	水环境影响	较轻	较轻	较轻	
	土地环境影响	较轻	较轻		

4、预测评估分区

矿山地质环境影响程度分级分区与现状评估分级分区的原则相同, 矿山地质环境影响程度分区根据不稳定地质体影响对象、危害程度以及矿业活动影响的地形地貌景观、含水层、水土环境影响程度为评估要素, 对区内进行矿山地质环境影响程度分区。评估区影响程度分为严重、较严重和较轻 3 个级别, (见表 3.2-17、附图 3), 现分述如下:

(1) 矿山地质环境影响程度严重区 (A)

矿山地质环境影响程度严重区 (A₁-A₃) 3 个, 总面积 0.0134km², 占评估区总面积的 0.26%。分述如下:

A₁ 严重区: 面积 0.0032km², 占评估区总面积的 0.06%, 分布在拟建工业场地, 预测评估引发不稳定地质体危险性中等, 采矿活动对含水层结构影响较轻, 工程建设对地形地貌影响严重, 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严重区。

A₂ 严重区: 面积 0.0030km², 占评估区总面积的 0.06%, 分布在拟建 1#临时弃渣

场, 预测评估引发不稳定地质体危险性中等, 采矿活动对含水层结构影响较轻, 工程建设对地形地貌影响严重, 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严重区。

A₃严重区: 面积 0.0072km², 占评估区总面积的 0.14%, 分布在拟建 2#临时弃渣场, 预测评估引发不稳定地质体危险性中等, 采矿活动对含水层结构影响较轻, 工程建设对地形地貌影响严重, 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严重区。

(2) 矿山地质环境影响程度较严重区 (B)

矿山地质环境影响程度较严重区 (B₁) 1 个, 总面积 0.0043km², 占评估区总面积的 0.08%。分述如下:

B₁较严重区: 面积 0.0043km², 占评估区总面积的 0.08%, 分布在 H01 不稳定地质体影响范围, 预测评估危险性中等, 采矿活动对含水层结构影响较轻, 工程建设对地形地貌影响较轻, 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严重区。

(3) 矿山地质环境影响程度较轻区 (C)

矿山地质环境影响程度较轻区 (C) 1 个, 面积 5.1223km², 占评估面积的 99.66%。区内不稳定地质体弱发育, 矿山开采对地形地貌景观和水土环境影响的影响程度较轻。据此将该区划为矿山地质环境影响程度较轻区。

表 3.2-17 矿山地质环境预测评估分级分区表

影响程度分区及编号	面积 km ²	百分比 %	预测评估矿山地质环境问题及其危险性或影响程度				影响程度分级
			不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土环境影响	
严重区 (A)	0.0134	A ₁ 0.0032	0.06	预测评估工业场地建设引发不稳定地质体危险性中等	较轻	预测评估工业场地建设对地形地貌景观影响严重	影响程度较轻
		A ₂ 0.0030	0.06	预测评估 1#临时弃渣场建设引发不稳定地质体危险性中等	较轻	预测评估 1#临时弃渣场建设对地形地貌景观影响严重	影响程度较轻
		A ₃ 0.0072	0.14	预测评估 2#临时弃渣场建设引发不稳定地质体危险性中等	较轻	预测评估 2#临时弃渣场建设对地形地貌景观影响严重	影响程度较轻
较严重区 (B)	0.0043	B ₁ 0.0043	0.08	预测评估遭受 H01 不稳定地质体危险性中等	较轻	影响程度较轻	较严重
较轻区 (C)	5.1223	99.66		引发或遭受不稳定地质体危险性小	较轻	影响程度较轻	较轻
合计	5.14	100					

三、矿山土地损毁预测与评估

本项目对土地的损毁主要分为建设期对土地的损毁和采矿生产过程中对土地的

损毁。损毁形式为压占、挖损损毁和沉陷损毁。

（一）土地损毁环节与时序

根据矿山建设内容及开采工艺分析，白石沟钼钒矿造成土地损毁的形式主要为矿山地面建筑压占、挖损和地面塌陷损毁。开采形成的采空区地面塌陷以地裂隙、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，其中，地面塌陷损毁土地是本项目最主要的土地损毁形式。开采工艺与土地损毁的关系见图 3.3-1。

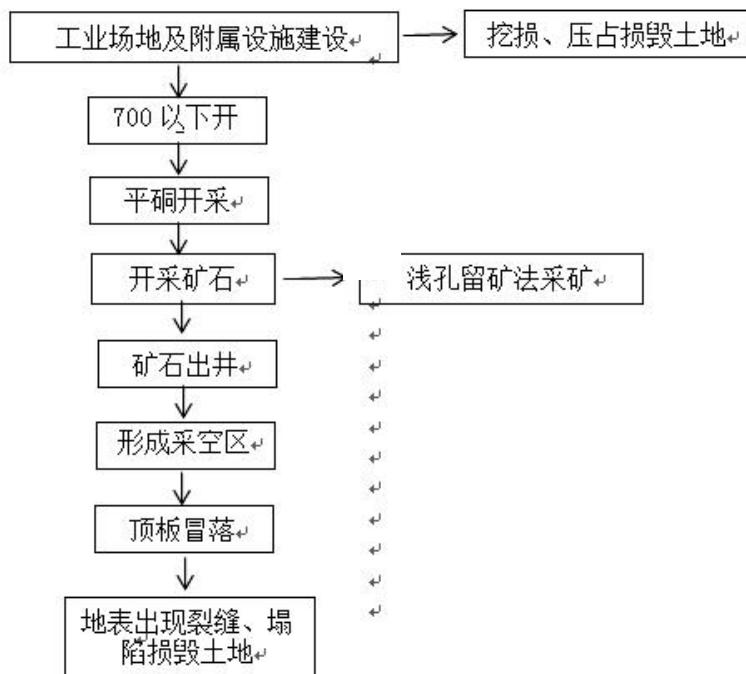


图 3.3-1 开采工艺流程与土地损毁关系图

1、建设期

①造成土地损毁的环节

探矿期间 1 处探矿平硐挖损造成土地损毁，探矿弃渣压占造成土地损毁。建设期土地损毁过程主要表现在工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、矿山道路、供电线路塔基、临时设施、供水工程泵房、供水管线、平硐及回风斜井建设对土地的挖损、压占所造成土地的损毁，建设期为 1 年。

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、供电线路的建设；②辅助工程施工阶段：平硐掘进废石等固体废弃物临时弃渣场；③主体工程施工阶段：工业场地等工程的建设。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

矿山建设期分为地面建设和井下建设两部分，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土地原有的地形地貌和原有的土地利用类型，使之变为工业用地。井下工程建设主要包括平硐及回风斜井的建设，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和挖损。此外，临时弃渣场建设临时占地会压占部分土地，对土地造成一定程度的损毁，建设完成后，可复垦恢复。

2、生产期

根据矿山开采工艺及土地复垦经验，矿山开采期间形成的采出废石将堆放于1#、2#临时弃渣场，对土地造成压占损毁，临时弃渣场压占损毁在1#、2#临时弃渣场建设期间评价。

同时，生产期矿山开采将会造成地表塌陷、地表裂缝等，损毁土地。地表塌陷过程也产生地表裂缝，两者的损毁形式为沉陷损毁。

（1）损毁形式

地表裂缝损毁土地：本项目沉陷损毁主要为地表裂缝，白石沟钼钒矿资源的开采，地表局部可能出现地面裂缝，并可能出现地面台阶，从而影响土壤水分。影响地表植被生长，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缝，地表裂缝将局部改变项目区的地形地貌，改变土壤结构，改变地表土壤水分，地面建（构）筑物、植被、交通、电力等工农业生产设施也因此受到不同程度的损毁，对植被生长有一定的影响，可以采取一定的措施对其进行治理。

（2）地表裂缝产生时序

白石沟钼钒矿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。在地表移动的过程也是地表裂缝产生的过程，从而造成地表土地受到损毁，影响到土壤水分等土壤理化性质，对地表植被造成损害。

采空区沉陷损毁主要体现在矿山生产期，本矿区面积较小，分白石沟和下白石沟两个独立采区，分5~8个中段开采。由于开采方式为从上向下开采，地表损毁顺序与

开采工作面接续时间关联，到第三年沉陷趋于稳定。

（3）地表裂缝造成土地损毁程度分析

复垦区拟沉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，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有密切关系。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。

（二）已损毁各类土地现状

白石沟钼钒矿前期探矿期间形成了1处探矿平硐，硐口进行了封堵，封堵效果良好，本次对其进行警示牌等宣传警示。

由于探矿平硐硐口近似点状工程，面积约4m²，面积较小不计入复垦责任区面积，不对其进行单独划分评价单元，但对其进行复垦工程设计，并纳入第一年复垦工作计划。

白石沟钼钒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，因此暂未造成土地损毁。

（三）拟损毁各类土地现状

1、压占、挖损拟损毁土地预测（建设期）

压占、挖损拟损毁土地包括拟建工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、矿山道路、供电线路塔基、供水工程泵房及压占土地。根据第二次全国土地调查资料，压占土地类型为旱地、乔木林地、灌木林地、农村道路，损毁时段为建设期（建设期1年）。

同时，工业场地等建设过程中，需进行表土剥覆，因此本方案布设表土堆放场一处，位于1#临时弃渣场东侧。

拟压占土地损毁程度评价因素见表3.3-1，拟挖损损毁土地程度评价因素见表3.3-2。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3.3-3。

①工业场地：压占土地面积约 1.00hm²，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**。

②1#临时弃渣场：压占土地面积约 1.60hm²（含拦渣墙等附属工程占地面积），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**。

③2#临时弃渣场：压占土地面积约 2.90hm²（含拦渣墙等附属工程占地面积），为永久占用，地类为乔木林地和灌木林地，预测压占造成的土地损毁程度为**重度损毁**。

④矿山道路：压占土地面积约 0.70hm²，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**。

⑤**供电线路塔基**：压占土地面积约 0.02hm^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**。

⑥**供电线路临时设施**：压占土地面积约 0.28hm^2 ，占用土地类型为临时占用，地类为乔木林地，预测压占造成的土地损毁程度为**轻度损毁**。

⑦**泵房**：压占土地面积约 0.08hm^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**。

⑧**供水管线**：挖损土地面积约 1.20hm^2 （其中供水管线开挖宽度为 1.0m ，占地 0.3hm^2 ；管线两侧施工作业带宽 3.0m ，占地 0.9hm^2 ）占用土地类型为临时占用，地类为旱地、乔木林地，预测挖损造成的土地损毁程度为**重度损毁**（图 3.3-2）。

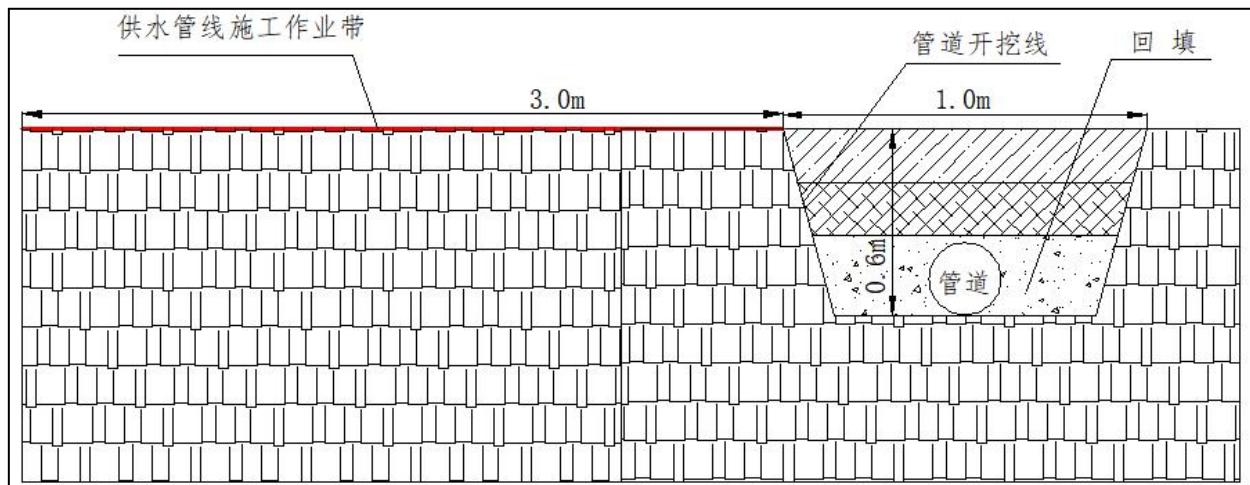


图 3.3-2 供水管线横断面示意图

⑨**平硐场地及回风斜井场地**：挖损和压占土地面积约 0.65hm^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**。

⑩**表土堆放场**：压占土地面积为 0.20hm^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**。

表 3.3-1 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	$\leq 5\text{m}$	$5\sim 20\text{m}$	$>20\text{m}$
	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	$\leq 10\%$	$10\sim 30\%$	$>30\%$
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 3.3-2 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	$\leq 0.5\text{m}$	$0.5\sim 2\text{m}$	$>2\text{m}$
挖掘面积	$\leq 0.5\text{hm}^2$	$0.5\sim 1\text{ hm}^2$	$>1\text{ hm}^2$
挖损土层厚度	$\leq 0.2\text{m}$	$0.2\sim 0.5\text{m}$	$>0.5\text{m}$
生产和生态功能	轻度降低	中度降低	丧失

表 3.3-3 拟压占、挖损土地损毁面积统计表

土地利用现状		拟土地压占、挖损区 (hm^2)										合计 (hm^2)		
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
一级地类	二级地类	工业 场地	1#临 时弃 渣场	2#临 时弃 渣场	矿山 道路	供电线路 塔基	供电线路 临时设施	供水工 程泵房	供水工 程管线	平硐及 回风井	表土场			
01	耕地	0103	旱地							0.68		0.68		
03	林地	0301	乔木 林地	0.81	1.38	2.9	0.7	0.02	0.28	0.08	0.52	0.65	0.2	
		0305	灌木 林地	0.19	0.22								0.41	
合计			1.00	1.60	2.90	0.70	0.02	0.28	0.08	1.20	0.65	0.20	8.63	
损毁程度			重度	重度	重度	重度	重度	轻度	重度	重度	重度	重度		
占地类型			永久	临时	临时	永久	永久	临时	永久	临时	永久	永久		

2、沉陷拟损毁土地预测与评估（生产期）

沉陷土地损毁预测是根据矿区特定的自然、地理、地质、开采条件及开发方案进

行具体分析和推断的。土地破坏预测实际上是矿区开发活动引起的矿区土地地形与土地质量变化程度的预测，它表现在矿区开采活动引起的矿区地形变化、土地质量控制因素指标值在矿区原始土地质量背景值基础上不利于土地利用的“恶性”变化。

（1）沉陷拟损毁土地预测

白石沟钒钼矿矿山开采引起的地表塌陷范围和损毁程度可用地表塌陷引起的移动和变形值的大小来确定和评价。预测方法及模式见不稳定地质体影响预测章节。

①预测时段划分

白石沟钒钼矿剩余生产服务年限为 18.35 年，考虑土地复垦工程实施的可操作性，并保证工作面的完整性。在进行地表变形预测时按照 2 个时段进行划分。

第一时段（首采地段，前 4 年），开采年限 4 年，采区为漆树沟矿段 865 中段。

第二时段（5~18.35 年），年限为 14.35 年，开采区剩余服务年限内矿段。

②地表变形预测结果

目前对于金属类矿山开采过程中引起的地面塌陷没有成熟的预测计算方法，本次根据相似矿山开采沉陷经验及《开发利用方案》提供的岩石移动角进行预测。

根据以上时段划分，结合矿体分布的实际情况、矿岩性质及所采用的采矿方法，选取的上盘岩石移动角为 60°，下盘岩石移动角取 65°（当矿体倾角小于 65° 时，下盘岩石移动角为矿体倾角），侧翼岩石移动角 65°。据此圈定出矿床开采时每个中段移动带的范围和地表岩石移动范围。其中漆树沟矿段开采境界可能形成的岩石移动范围近长方形，东西长 1500m，南北宽 180m~450m；开采水家垭矿段可能形成的岩石移动范围近椭圆形，东西长轴 1850m，南北短轴 150m~300m。

主要基于概率积分法进行计算：

$$W(x) = 1/r \times \exp(-\pi x^2/r^2) H \times q$$

式中：W(x) 距离开采中心水平距离为 x 处的地表下沉值 (mm)；

r：主要影响半径 (m)， $r=H/\tan\beta$ ，H 为矿体埋深 (m)， $\tan\beta$ 为主要影响角正切；

q：下沉系数，无量纲，取值与采矿方法相关（崩落法 0.6~0.8，充填法 0.1~0.3）。

③地表移动变形持续时间分析

地表移动基本稳沉时间一般为地表移动的初始期和活跃期，为地表移动持续时间的 60~70%。白石沟钒钼矿开采后，地表移动变形持续时间按 2.0 年计。时间段分配

上, 初期剧烈变形, 中期缓慢变形, 晚期相对稳定。但是在出现地面裂缝的部位, 变形期相对要长, 其影响程度相对要严重。

(2) 沉陷土地损毁程度判定分析

① 土地损毁等级划分标准

复垦区拟沉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有密切关系。由于《土地复垦方案编制规程—金属矿》(TD/T 1031.3-2011) 中未给出土地损毁程度分级标准, 因此本次沉陷土地损毁程度参照《土地复垦方案编制规程—井工煤矿》(TD/T 1031.3-2011) 中推荐的土地损毁标准进行划分。

参考《土地复垦方案编制规程—井工煤矿》(TD/T 1031.3-2011) 推荐的土地损毁程度分级标准, 见表 3.3-4~表 3.3-5。

表 3.3-4 旱地损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形 (mm/m)	附加倾斜 (mm/m)	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	$8.0 \sim 16.0$	$20.0 \sim 40.0$	$2.0 \sim 5.0$	$0.5 \sim 1.5$	$20.0 \sim 60.0$
重度	> 16.0	> 40.0	> 5.0	< 0.5	> 60.0

表 3.3-5 林地、草地地损毁程度分级标准

损毁等级	水平变形 (mm/m)	附加倾斜 (mm/m)	下沉 (m)	沉陷后潜水 位埋深 (m)	生产力降低 (%)
轻度	≤ 10.0	≤ 20.0	≤ 2.0	≥ 1.0	≤ 20.0
中度	$10.0 \sim 20.0$	$20.0 \sim 50.0$	$2.0 \sim 6.0$	$0.3 \sim 1.0$	$20.0 \sim 60.0$
重度	> 20.0	> 50.0	> 6.0	< 0.3	> 60.0

注: 任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该等级; 其它土地损毁程度参考林地、草地。

② 土地损毁预测结果

土地损毁程度取决于矿山开采后地表下沉深度、地表裂缝的宽度和深度及生产力降低程度情况等。因此, 本次圈定的地表沉降范围分为两部分, 一部分位于基岩山区, 耕地资源较少, 预测地面变形不明显, 评价结果为轻度损毁。另一部分位于河谷阶地, 第四系地层发育, 耕地资源较多, 预测地面变形较明显, 评价结果为中度损毁。

第一阶段沉陷损毁土地面见表 3.3-6, 第二阶段沉陷损毁土地面见表 3.3-7, 其中第一阶段与第二阶段为完全重复沉陷损毁。

表 3.3-6 第一阶段沉陷损毁土地面积

一级地类		二级地类		第一阶段拟损毁土地面积 (hm ²)			
				轻度	中度	重度	合计
01	耕地	0103	旱地	2.24	/	/	2.24
03	林地	0301	乔木林地	6.89	/	/	6.89
		0305	灌木林地	0.44	/	/	0.44
		0307	其他林地	0.4	/	/	0.4
04	草地	0404	其他草地	0.81	/	/	0.81
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.92	/	/	0.92
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.15	/	/	0.15
合计				11.85	/	/	11.85

表 3.3-7 第二阶段沉陷损毁土地面积

一级地类		二级地类		第二阶段拟损毁土地面积 (hm ²)			
				轻度	中度	重度	合计
01	耕地	0103	旱地	7.81	7.83	/	15.64
03	林地	0301	乔木林地	57.26	11.61	/	68.87
		0305	灌木林地	0.11	0.60	/	0.71
		0307	其他林地	0.04	1.45	/	1.49
04	草地	0404	其他草地	0.02	0.16	/	0.18
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.19	2.18	/	2.37
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.15	0.10	/	0.25
合计				65.58	23.93	/	89.51

(3) 拟损毁土地重复损毁可能性分析

本方案中沉陷损毁土地压占、挖损重复损毁面积为：与后沟 915 平硐、部分矿山道路、输电线路、供水工程拟压占损毁土地存在重复损毁，其中与后沟 915 平硐重复损毁面积为 0.30hm²，地类为乔木林地。与矿山道路重复损毁面积为 0.45hm²，其中乔木林地 0.75hm²。重复损毁土地面积总计 0.75hm²。

第二阶段与第一阶段，重复损毁面积为 11.85hm²。地类与第一阶段损毁地类一致。

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与土地复垦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与土地复垦分区。

（2）分区方法

在不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响现状与预测评估的基础上，根据防治难易程度进行分区。选取不稳定地质体、含水层、地形地貌景观、水土环境影响现状与预测评估结果作为分区指标，利用叠加法进行分区。

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 3.4-1。

表 3.4-1 矿山地质环境治理分区表

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

注:现状评估与预测评估区域重叠部分采取就上原则进行分区

2、分区评述

根据矿山地质环境问题类型、分布特征及其危害性，矿山地质环境影响评估结果，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。根据《DZ/T0223-2011》标准附录 F，并遵循“就上原则”将评估区划分为重点防治区（I）3个、次重点防治区（II）1个和一般防治区1个，共5个区块（见附图6），各分区的具体详述见表 3.4-2。

（1）矿山地质环境重点防治区（I）

矿山地质环境影响程度严重区（I₁-I₃）3个，总面积 0.0134km²，占评估区总面积的 0.26%。分述如下：

I₁ 严重区：面积 0.0032km²，占评估区总面积的 0.06%，分布在拟建工业场地，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：不稳定地质体危险性小，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。据此将该区划为矿山地质环境重点防治区。

I₂ 严重区：面积 0.0030km²，占评估区总面积的 0.06%，分布在拟建 1#临时弃渣场，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：不稳定地质体危险性小，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。据此将该区划为矿山地质环境重点防治区。

I₃ 严重区：面积 0.0072km²，占评估区总面积的 0.14%，分布在拟建 2#临时弃渣场，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：不稳定地质体危险性小，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。据此将该区划为矿山地质环境重点防治区。

（2）矿山地质环境影次重点防治区（II）

矿山地质环境影响程度较严重区（II₁）1 个，总面积 0.0043km²，占评估区总面积的 0.08%。分述如下：

II₁ 较严重区：面积 0.0043km²，占评估区总面积的 0.08%，分布在 H01 不稳定地质体影响范围，现状评估：不稳定地质体危险性较轻，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：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。据此将该区划为矿山地质环境次重点防治区。

（3）矿山地质环境一般防治区（III）

矿山地质环境影响程度较轻区（III）1 个，面积 5.1223km²，占评估面积的 99.66%。区内不稳定地质体弱发育，矿山开采对地形地貌景观和水土环境影响的影响程度较轻。据此将该区划为矿山地质环境一般防治区。

表 3.4-2 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

防治分区	分区编号及面积 (km ²)	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)	0.0134	I ₁ 0.0032	0.06	较轻	严重	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： 不稳定地质体危险性小，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。	道路维修、对地面塌陷及地面裂缝填充、植被恢复，对工程建设引发的地表变形进行变形进行工程治理、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。
		I ₂ 0.0030	0.06	较轻	严重	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： 不稳定地质体危险性小，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。	
		I ₃ 0.0072	0.14	较轻	严重	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： 不稳定地质体危险性小，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。	
次重点防治区 (II)	0.0043	II ₁ 0.0043	0.08	较轻	较严重	现状评估： 不稳定地质体危险性较轻，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： 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。	不稳定地质体治理，道路维修、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)	5.1223	99.66	较轻	较轻	现状及预测评估不稳定地体现状危险性小；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。	
合计	5.14	100					

(二) 土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区范围确定

复垦区是指生产建设项目中损毁土地的面积。本方案中复垦区包括工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、矿山道路、供电线路塔基、供电线路临时设施、供水工程泵房、供水管线、平硐及回风斜井及地表变形拟损毁土地。复垦区面积关系见表3.4-3，复垦区面积统计见表3.4-4，复垦区范围见附图5，坐标见表3.4-5。

矿山自建道路主要是为矿山开采使用，但后期可用于当地林地管护、消防、巡查等通道，因此本方案设计留续使用。

表 3.4-3 复垦区范围面积关系

损毁形式	损毁类型	面积 hm^2	是否纳入复垦责任区	备注
拟压占、挖损损毁	工业场地	1.00	是	
	1#临时弃渣场	1.60	是	含拦渣墙等附属工程占地面积
	2#临时弃渣场	2.90	是	含拦渣墙等附属工程占地面积
	矿山道路	0.70	否	留续使用
	供电线路塔基	0.02	是	
	供电线路临时设施	0.28	是	
	供水工程泵房	0.08	是	
	供水管线	1.20	是	
	平硐场地及回风斜井	0.65	是	
拟沉陷损毁	表土场	0.20	是	
拟沉陷损毁	拟沉陷损毁	89.16	是	已扣除与建设期压占重复损毁面积 $0.75hm^2$
合计		97.79		

表 3.4-4 复垦区面积统计

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		占总面积比例 (%)
				小计	合计	
01	耕地	0103	旱地	16.32	16.32	16.69
03	林地	0301	乔木林地	76.07	78.67	80.45
		0305	灌木林地	1.12		
		0307	其他林地	1.48		
04	草地	0404	其他草地	0.18	0.18	0.18
07	住宅用地	0702	农村宅基地	2.37	2.37	2.42
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.25	0.25	0.26
合计				97.79	97.79	100.00

线性工程、点状工程或占地范围较小的场地（矿山道路、供电线路塔基、供电线路临时设施、供水工程泵房、供水管线、平硐及回风斜井）未单独列坐标，本方案仅给出这部分损毁土地的面积及位置。

表 3.4-5 复垦区拐点坐标表

复垦时段	编号	X	Y	复垦时段	编号	X	Y
中期				中期			

C2			后期			
C3						
C4						
C5						
C6						
C7						
C8						
C9						
C10						
D1						
D2						
D3						
D4						
D5						
E1				注：地表沉陷复垦区预测的范围是由光滑曲线圈定，实际的操作性不强，为了能够准确标识复垦区范围，把地表沉陷区划定曲线弧段近似取直，以拐点坐标的形式圈定复垦范围，拐点坐标划定的范围面积与预测的土地复垦区面积接近。		
E2						
E3						
E4						
E5						

2、复垦责任范围确定

在本方案复垦区中，矿山道路在矿山关闭后，仍可服务于当地村民农耕等活动，依据公众参与调查访问，村民大多希望将矿山道路留续使用，因此复垦方向仍为道路，仅在地质环境恢复治理中布设道路修复工程。本方案复垦责任范围的区域包括工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、供电线路塔基、供电线路临时设施、供水工程泵房、供水管线、平硐及回风斜井、表土场及及地表变形拟损毁土地，复垦责任面积为97.09hm²。

（三）土地类型与权属

1、土地类型

根据确定的土地复垦区范围和复垦责任范围，统计土地复垦区和复垦责任范围内土地利用类型。复垦责任范围与复垦区面积见表 3.4-6，复垦区土地权属见表 3.4-7，复垦责任区土地权属见表 3.4-8。

复垦区土地利用类型按照《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017)进行分类汇总。复垦区土地利用现状可分为 5 个一级地类 7 个二级地类。

表 3.4-6 复垦责任范围面积统计

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		占总面积比例 (%)
				小计	合计	
01	耕地	0103	旱地	16.32	16.32	17.08
03	林地	0301	乔木林地	75.36	77.96	80.00
		0305	灌木林地	1.12		
		0307	其他林地	1.48		
04	草地	0404	其他草地	0.18	0.18	0.18
07	住宅用地	0702	农村宅基地	2.37	2.37	2.38

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		占总面积比例 (%)
				小计	合计	
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.25	0.25	0.35
合计		97.09		97.09	97.09	100.00

表 3.4-7 复垦区土地权属表 (单位: hm²)

权属		01	03		04	07	10	小计	
		耕地	林地		草地	住宅用地	交通运输用地		
		0103	0301	0305	0307	0404	0702		
		旱地	乔木林地	灌木林地	其它林地	其它草地	农村宅基地		
略阳县	安坪沟村	16.15	66.98	1.12	1.49	0.18	2.37	0.25	88.54
	唐家沟村	0.17	6.98						7.15
合计		16.32	73.97	1.12	1.49	0.18	2.37	0.25	97.79

表 3.4-8 复垦责任区土地权属表 (单位: hm²)

权属		01	03		04	07	10	小计	
		耕地	林地		草地	住宅用地	交通运输用地		
		0103	0301	0305	0307	0404	0702		
		旱地	乔木林地	灌木林地	其它林地	其它草地	农村宅基地		
略阳县	安坪沟村	16.15	66.78	1.12	1.49	0.18	2.37	0.25	88.34
	唐家沟村	0.17	6.48						6.65
合计		16.32	73.27	1.12	1.49	0.18	2.37	0.25	97.09

2、基本农田

矿区内基本农田面积为 1.12hm², 主要沿白石沟两岸分布, 地面拟建工程用地不占用基本农田, 但采矿活动引起的地面塌陷会对基本农田造成损毁, 损毁面积为 0.28hm²。

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

通过现状与预测分析，评估区矿山地质环境问题主要集中在不稳定地质体引发的地面建构筑物破坏、含水层结构破坏、地形地貌景观和水土影响方面。针对矿山建设以及采矿活动所导致的一系列矿山地质环境问题，可采用不同的技术方法对其实施预防和治理。

（1）不稳定地质体：评估区发育不稳定地质体隐患 1 处 H01。依据不稳定地质体发育特征及危害对象，治理措施包括：挡土墙、截排水渠、裂缝夯填等工程，这些工程都是在不稳定地质体治理过程中常用的方法，技术成熟，经验丰富，在不稳定地质体治理中取得了良好的实践效果，可运用于评估区的不稳定地质体治理。

（2）含水层：评估区内矿山开采对含水层影响较轻。对含水层的恢复治理以监测与土地复垦（填堵裂缝、绿化等）相结合的方式实施，保障其自然恢复。以上工程易于实施，技术上可行。

（3）地形地貌：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、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、矿山道路、供电线路塔基、供水工程、平硐及回风斜井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。同时，矿山开采及地面建设工程损毁土地，造成地表裸露，破坏植被。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。

（4）水土环境影响：依据现状评估及预测评估，水土影响对矿山地质环境影响较轻，因此以监测为主。

总之，对不稳定地质体、含水层、地形地貌、水土影响监测均有相对成熟的技术支撑，并适合评估区矿山地质环境治理工程。本方案按照治理分区，以近期矿山地质环境保护和恢复治理工作为重点，重点防治区为工程治理重点，坚持“预防为主、防治结合、在保护中开发、在开发中保护；因地制宜、边开采边治理”的原则。

综上所述，针对矿山建设以及采矿活动所导致的一系列矿山地质环境问题，综合分析其预防治理措施，技术上可行。

（二）经济可行性分析

本方案矿山地质环境治理工程主要包括不稳定地质体防治工程、含水层破坏防治工程、地形地貌景观破坏恢复治理工程、水土环境影响问题以及地质环境监测工程。对于矿山地质环境问题进行综合分析预算。

白石沟钼钒矿生产规模为 30 万吨/年，根据开发利用方案设计的最终产品平衡表，结合当地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 800 元/吨计算，本次矿山环境恢复治理与土地复垦吨矿费用为 12.54 元/吨，约为吨矿坑口价格的 1.13%。

白石沟钼钒矿矿种系数取 1.5%（有色金属），开采系数取 1.0%（空场法），地区系数取 1.2%（陕南地区），白石沟钼钒矿吨矿计提基金费用为 14.4 元/吨。因此本方案估算吨矿投资小于计提费用。预算金额范围在矿山可承受范围之内。因此，白石沟钼钒矿实施矿山地质环境治理与土地复垦工程其在经济上可行。

表 4.1-1 白石沟钼钒矿提取基金一览表

销售价（元/吨）	矿种系数	开采系数	地区系数	元/吨
800	1.5%	1.0	1.2	14.4

（三）生态环境协调性分析

白石沟钼钒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、电力通信设施倾倒、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、水井、道路、输电线路等的威胁，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，白石沟钼钒矿暂未造成土地损毁，拟损毁土地主要有以下 10 个方面（矿山道路留续使用，不纳入复垦区）：

- (1) 工业场地建设压占损毁的土地；
- (2) 1#临时弃渣场压占损毁的土地；
- (3) 2#临时弃渣场压占损毁的土地；
- (4) 供电线路塔基压占损毁的土地；
- (5) 供电线路临时设施压占损毁的土地；
- (6) 供水工程泵房压占损毁的土地；
- (7) 供水管线挖损损毁的土地；
- (8) 平硐及回风斜井建设对土地压占挖损的土地；
- (9) 表土场压占的土地；
- (10) 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 97.09hm²。

（二）土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人的意愿的前提下，根据土地利用类型、土地损毁程度、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土

地复垦单元。土地复垦适宜性评价是确定损毁土地复垦方向的前提和基础，为复垦技术的选择提供参考，指导土地复垦工程的设计。

1、评价的原则

（1）符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

土地复垦适宜性评价应符合土地利用总体规划，同时也应与其他规划（略阳县矿山生态环境治理规划、农业区划、农业生产远景规划、城乡规划等）相协调。

（2）因地制宜，农用地优先的原则

土地的利用受周围环境条件制约，土地利用方式必须与环境特征相适应。根据被损毁土地前后拥有的基础设施，因地制宜，扬长避短，发挥优势，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧。《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，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

相关法律法规和规划：包括国家与陕西省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》、土地管理的相关法律法规和略阳县国土空间规划等。

(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

包括项目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、损毁土地资源复垦的客观条件以及公众参与意见等。

3、评价范围的确定与评价单元的划分

(1) 评价范围

本方案的评价范围与复垦责任范围一致，包括拟建工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、供电线路塔基、供电线路临时设施、供水工程泵房、供水管线、平硐及回风斜井压占土地及地表变形损毁土地，面积为 97.09hm²。

(2) 评价单元划分

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以行政区划图为基础确定评价单元；

④采用网格方法作为土地评价单元

在详细调查矿区土地资源的特性基础上，结合矿山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、农村宅基地等复垦单元。综上所述，本方案将待复垦划分为 26 个评价单元，见表 4.2-1。

表 4.2-1 复垦责任区土地评价单元划分表

编号	损毁区域	损毁形式	损毁面积 (hm ²)	损毁特点	评价单元
1	工业场地	长期占压	1.00	压占土地，地表硬化，有 构建筑物长期压占	工业场地
2	1#临时弃渣场台面	临时占地	1.00	压占土地	临时弃渣场台面
3	2#临时弃渣场台面	临时占地	2.00	压占土地	
4	1#临时弃渣场坡面	临时占地	0.60	压占土地	临时弃渣场坡面
5	2#临时弃渣场坡面	临时占地	0.90	压占土地	
6	供电线路塔基	长期占压	0.02	压占土地，有构建筑物长 期压占	供电线路塔基
7	供电线路临时设施	临时占地	0.28	临时压占	供电线路临时设施
8	供水工程泵房	永久占地	0.08	压占土地，地表硬化，有 构建筑物长期压占	供水工程泵房
9	供水管线	临时占地	1.20	临时压占、挖损	供水管线
10	平硐场地及回风斜井 场地	永久占地	0.65	压占土地，地表硬化，有 构建筑物长期压占	平硐场地
11	表土场	永久占地	0.20	长期压占	表土场
12	采矿影响范围	沉陷损毁	7.81	沉陷损毁	轻度沉陷损毁旱地
13			7.83		中度沉陷损毁旱地
14			56.51		轻度沉陷损毁乔木林地
15			11.61		中度沉陷损毁乔木林地
16			0.52		轻度沉陷损毁灌木林地
17			0.60		中度沉陷损毁灌木林地
18			0.04		轻度沉陷损毁其他林地
19			1.45		中度沉陷损毁其他林地
20			0.02		轻度沉陷损毁其他草地
21			0.16		中度沉陷损毁其他草地
22			0.15		轻度沉陷损毁农村道路
23			0.10		中度沉陷损毁农村道路

编号	损毁区域	损毁形式	损毁面积 (hm ²)	损毁特点	评价单元
24			0.19		轻度沉陷损毁农村宅基地
25			1.08		中度沉陷损毁农村宅基地
26	异地搬迁	宅基地	1.10	沉陷损毁、异地搬迁宅基地	沉陷（搬迁）损毁宅基地
	合计		97.09		

4、损毁土地适宜性定性评价

本方案主要依据地表损毁程度、土地损毁前的土地利用状况及生产水平和被损毁土地复垦资源的客观条件三个方面，选取损毁程度、地面坡度、土壤质地、土层厚度作为评价的参评因素。根据以上参评因素，本方案首先对损毁土地复垦适宜性作定性评价。

（1）工业场地

拟建工业场地地面硬化程度高，地表有大量砖石、混凝土结构的建筑物及硬化地表，在不进行地表清理的前提下，不适宜耕作及林草地恢复。

建筑物拆除、客土覆土、平整培肥后复垦方向为乔木林地。

（2）临时弃渣场台面

1#临时弃渣场台面、2#临时弃渣场台面由于废石的压占，地表无土层，在其不覆土的情况下，表面有效土层厚度为0，无植物生长必需的土壤条件，不适宜耕作及林草恢复。

客土覆土、平整培肥后，临时弃渣场台面复垦为乔木林地。

（3）临时弃渣场坡面

1#临时弃渣场坡面、2#临时弃渣场坡面由于废石的压占，地表无土层，在其不覆土的情况下，表面有效土层厚度为0，无植物生长必需的土壤条件，不适宜耕作及林草恢复。

客土覆土、平整培肥后，临时弃渣场坡面复垦为灌木林地。

（4）供电线路塔基

拟建供电线路塔基地表压占土地、在不进行地表供电线路塔基清理的前提下，不适宜耕作及林草地恢复。

建筑物拆除、客土覆土、平整培肥后复垦方向为乔木林地。

（5）供电线路临时设施

拟建供电线路临时设施临时压占土地、在工程施工完毕后即可进行复垦，复垦为

原地类乔木林地。

(6) 供水管线泵房

拟建供水管线泵房地面硬化程度高，地表有大量砖石、混凝土结构的构建筑物及硬化地表，在不进行地表清理的前提下，不适宜耕作及林草地恢复。

建筑物拆除、客土覆土、平整培肥后复垦方向为乔木林地。

(7) 供水管线

拟建供水管线将会对土地造成挖损，在工程施工完毕后即可进行复垦，复垦为原地类耕地及乔木林地。

(8) 平硐场地及回风井场地

拟建平硐场地及回风井地面硬化程度高，地表有大量砖石、混凝土结构的构建筑物及硬化地表，在不进行地表清理的前提下，不适宜耕作及林草地恢复。

建筑物拆除、客土覆土、平整培肥后复垦方向为乔木林地。

(9) 表土场

表土场用于堆放剥离的表土资源，后期作为客土用于土地复垦中客土覆土，表土场经多年压占，地表较为坚硬，不适宜耕作及林草地恢复。

土壤翻耕、平整培肥后复垦方向为乔木林地。

(10) 塌陷损毁土地

该部分土地损毁方式为塌陷损毁，损毁程度分为轻度损毁、中度损毁。该区域损毁表现在地表形态主要为地表裂缝及塌陷坑。

损毁耕地区域原有土层厚度可满足复垦为耕地要求，区位条件较好，旱地灌溉水源主要靠大气降水。但由于地面裂缝或塌陷坑会造成农业生产诸多不便，无法顺利耕作，需要对地面裂缝及塌陷坑进行修复平整，因此在实施复垦措施后方可复垦为旱地。

损毁林地区域可以保证其所需要的土壤厚度要求，但沉陷会使树木受损，出现歪斜或死亡现象。因此需及时扶正树体，填补裂缝，保证其正常生长，并且根据坡度、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。

损毁草地区域土层厚度可满足植被种植需要，但大面积裂缝和塌陷会使得草木失去立地条件，出现枯萎和死亡现象，需要及时填补裂缝，修复局部地形，选择适宜的草籽补充撒播，恢复原有生态。

综上所述，矿山开采结束后，沉陷区土地均会遭到不同程度的损毁，在不对其进

行资源配置的情况下，大部分无法直接种植农作物或发展成为林业或人工草地，土地自我恢复生产可能性也相对较低。因此，要恢复损毁土地的生产或生态功能，达到复垦的目的，必须对其进行资源配置，再采取相应的措施。

(11) 异地搬迁宅基地

异地搬迁宅基地地面硬化程度高，地表有大量砖石、混凝土结构的构建筑物及硬化地表，但一般场地较为平整，通过进行地表清理，适宜耕作及林草地恢复。

建筑物拆除、客土覆土、平整培肥后复垦方向为耕地。

5、损毁土地初步复垦方向的确定

复垦区与生态环境保护规划相衔接，从矿区实际出发，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

矿区属北亚热带润湿气候区，四季分明，温暖湿润，雨量充沛，因地势高差大，立体性气候明显。

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（1955~2024年），年平均气温为13.2°C，极端最高温度为37.7°C，极端最低气温-11.2°C。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831mm，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187.3mm，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。历史上不稳定地质体、泥石流隐患等，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、硖口驿镇、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。

矿区常年充沛的降雨量可有效保证矿山后期土地复垦工程栽种的植物不需人工灌水即可成活，为矿山土地复垦提供了便利的自然条件。

（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，矿区及周边村庄较多。矿区地下水富水中等区农业发展较好，亩产较高。经济主要以农业经济为主，项目所在区域复垦方向以不减少耕地，恢复生态为主。

（4）公众参与意见

通过走访当地村委会及土地权属人，在介绍复垦项目内容后，相关权利人建议在经济合理的情况下优先复垦为耕地，将损毁土地尽量恢复其原有功能，在不能恢复为耕地时再恢复为林地和草地。

通过上述分析，结合复垦区的自然、社会经济特点，充分考虑政策因素和公众意见，本着农用地优先的原则，复垦主导方向为原地类复垦，恢复原土地功能。

6、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4.2-2。

表4.2-2 各单元评价因子选择情况表

序号	评价单元	主要因子	一般因子
1	工业场地	有效土层厚度、有机质、地形坡度	地表构建筑物形式、有机质、土壤类型
2	临时弃渣场台面	有效土层厚度、有机质、地形坡度	地表构建筑物形式、有机质、土壤类型
3	临时弃渣场坡面	有效土层厚度、有机质、地形坡度	地表构建筑物形式、有机质、土壤类型
4	供电线路塔基	有效土层厚度、有机质、地形坡度	地表构建筑物形式、有机质、土壤类型
5	供电线路临时设施	有效土层厚度、有机质、地形坡度	地表构建筑物形式、有机质、土壤类型
6	供水工程泵房	地形坡度、有效土层厚度、有机质	原土地利用类型、地表构建筑物形式
7	供水管线	地形坡度、有效土层厚度、有机质	原土地利用类型、地表构建筑物形式
8	平硐场地及回风斜井 场地	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

序号	评价单元	主要因子	一般因子
9	表土场	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
10	沉陷损毁土地	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
11	异地搬迁宅基地	有效土层厚度、有机质、地形坡度	地表构筑物形式、有机质、土壤类型

（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 4.2-1）。

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。

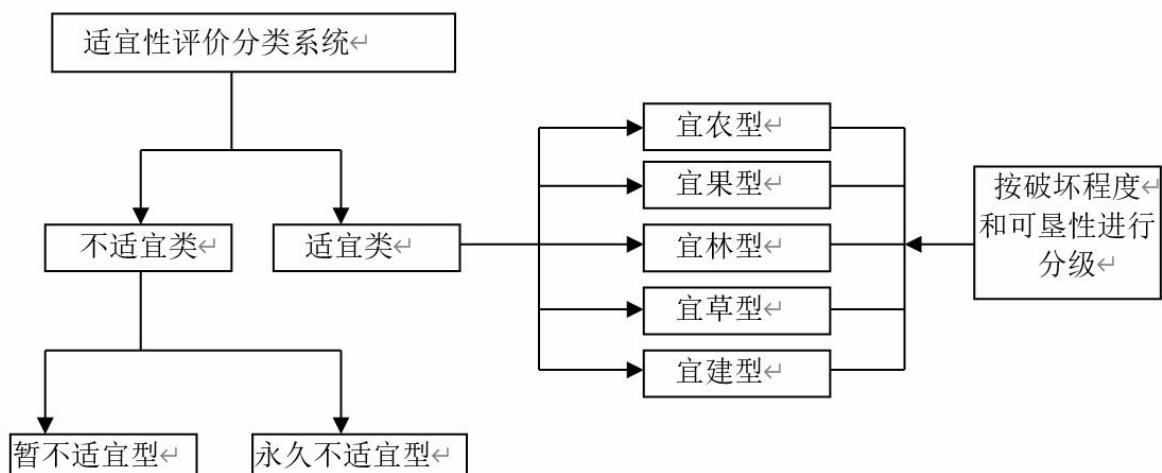


图 4.2-1 白石沟钼钒矿损毁土地适宜性评价系统

②宜园、林土地

I等地：适于果木、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：比较适于果木、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：果木、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等的评价。

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压占土地适宜性评价

拟建工程工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、供电线路塔基、供电线路临时设施、供水工程泵房、供水线路、平硐及回风斜井场地评价单元性质相近，均是地表存在构（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、配套设施、郁闭度，评价标准体系具体见表 4.2-3。

表 4.2-3 拟建工程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	$\leq 2^\circ$	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
配套设施	农用车可直达	100
	人行道可直达	80
	简易道路	60
郁闭度	乔木林地 >0.3	100
	灌木林地 >0.3	100
	其他林地 >0.2	100

根据该方法，计算出工业场地、供电线路塔基、供电线路临时设施、供水工程泵

房、供水线路、平硐及回风斜井场地评价单元林地适宜性评价结果见表 4.2-4。从表 4.2-4 可以看出，工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、供电线路塔基、供电线路临时设施、供水工程泵房、供水线路、平硐及回风斜井场适宜复垦为林地。

表 4.2-4 拟建工程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	工业场地	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	临时弃渣场台面	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	临时弃渣场坡面	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		
4	供电线路塔基	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		
5	供电线路临时设施	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		
6	供水工程泵房	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		
7	供水管线	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		
8	平硐及回风斜井	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		
9	表土场	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沉陷损毁土地适宜性评价

沉陷损毁土地中的耕地、园地、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 4.2-5。适宜性评价结果具体见表 4.2-6。

表 4.2-5 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	$\leq 5^\circ$	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	$5^\circ \sim 15^\circ$	80	不稳定 (没有灌溉设施, 有一定的灌溉水源)	80	$80 \sim 100$	80	粘土	80	中度	60	$79 \sim 60$	
	III类	$15^\circ \sim 25^\circ$	60	一般 (没有灌溉设施, 水源保障一般)	60	$50 \sim 80$	60	砂壤土	60	重度	20	$59 \sim 40$	
	N	$\geq 25^\circ$	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	$\leq 15^\circ$	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	$15^\circ \sim 25^\circ$	80	不稳定 (没有灌溉设施, 有一定的灌溉水源)	80	$60 \sim 80$	80	粘土	80	中度	60	$79 \sim 60$	
	III类	$25^\circ \sim 35^\circ$	60	一般 (没有灌溉设施, 水源保障一般)	60	$40 \sim 60$	60	砂壤土	60	重度	20	$59 \sim 40$	
	N	$\geq 35^\circ$	40	困难 (没有灌溉设施, 水源保障较差)	40	≤ 40	40	砂土	40	/	/	≤ 39	
草地	I类	$\leq 15^\circ$	100	有保证 (有灌溉设施, 同时水源有一定保障)	100	≥ 25	100	壤土	100	轻度	100	≥ 80	
	II类	$15^\circ \sim 25^\circ$	80	不稳定 (没有灌溉设施, 有一定的灌溉水源)	80	$20 \sim 25$	80	粘土	80	中度	60	$79 \sim 60$	
	III类	$25^\circ \sim 40^\circ$	60	一般 (没有灌溉设施, 水源保障一般)	60	$10 \sim 20$	60	砂壤土	60	重度	20	$59 \sim 40$	
	N	$\geq 40^\circ$	40	困难 (没有灌溉设施, 水源保障较差)	40	≤ 10	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 4.2-6 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	限制因子
		(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	分级	分级
轻度损毁耕地	旱地	≤5°	100	不稳定	80	50~80	60	砂壤土	60	轻度	100	84	I
中度损毁耕地	旱地	≤5°	100	不稳定	80	50~80	60	砂壤土	60	中度	60	76	II
轻度损毁林地	乔木林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	轻度	100	84	I
	灌木林地	≤15°	100	一般	60	40~60	60	砂壤土	60	轻度	100	80	I
	其他林地	≤15°	100	一般	60	40~60	60	砂壤土	60	轻度	100	80	I
中度损毁林地	乔木林地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	中度	60	76	II
	灌木林地	≤15°	100	一般	60	40~60	60	砂壤土	60	中度	60	72	II
	其他林地	≤15°	100	一般	60	40~60	60	砂壤土	60	中度	60	72	II
轻度损毁草地	其他草地	≤15°	100	一般	60	60~80	80	砂壤土	60	轻度	100	84	I
中度损毁草地	其他草地	≤15°	100	一般	60	40~60	60	砂壤土	60	中度	60	72	II

(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工业场地最终复垦方向为乔木林地；
- ②1#临时弃渣场台面、2#临时弃渣场台面最终复垦方向为乔木林地；
- ③1#临时弃渣场坡面、2#临时弃渣场坡面最终复垦方向为灌木林地；
- ④供电线路塔基最终复垦方向为乔木林地；
- ⑤供电线路临时设施最终复垦方向为乔木林地；
- ⑥供水管线泵房最终复垦方向为乔木林地；
- ⑦供水管线最终复垦方向为原地类（旱地及乔木林地）；
- ⑧平硐场地及回风井最终复垦方向为乔木林地；
- ⑨表土场最终复垦方向为乔木林地；
- ⑩沉陷土地耕地最终复垦方向为耕地；沉陷土地林地最终复垦方向为林地；沉陷土地草地最终复垦方向为草地；
- ⑪异地搬迁宅基地最终复垦方向为旱地。

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 16 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 4.2-7。

7、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 4.2-8。

表 4.2-7 土地复垦单元划分表

编号	评价单元	原地类	原地类面积 (hm ²)	复垦利用方向	复垦面积 (hm ²)	复垦单元
1	工业场地	乔木林地	0.81	乔木林地	1.00	①工业场地复垦单元
		灌木林地	0.19			
2	1#临时弃渣场台面	乔木林地	0.78	乔木林地	1.00	②1#临时弃渣场复垦单元
		灌木林地	0.22			
3	1#临时弃渣场坡面	乔木林地	0.60	乔木林地	0.60	③2#临时弃渣场复垦单元
4	2#临时弃渣场台面	乔木林地	2.00		2.00	
5	2#临时弃渣场坡面	乔木林地	0.90		0.90	

6	供电线路塔基	乔木林地	0.02	乔木林地	0.02	⑤供电线路塔基复垦单元	
7	供电线路临时设施	乔木林地	0.28	乔木林地	0.28	⑥供电线路临时设施复垦单元	
8	供水工程泵房	乔木林地	0.08	乔木林地	0.08	⑦供水工程泵房复垦单元	
9	供水管线	旱地	0.68	旱地	0.68	⑧供水管线复垦单元	
		乔木林地	0.52	乔木林地	0.52		
10	平硐场地及回风斜井场地	乔木林地	0.65	乔木林地	0.65	⑨平硐及回风斜井场地	
11	表土场	乔木林地	0.20	乔木林地	0.20	⑩表土场复垦单元	
12	轻度损毁耕地	旱地	7.81	旱地	7.81	⑪耕地复垦单元	
13	中度损毁耕地	旱地	7.83	旱地	7.83		
14	轻度损毁林地	乔木林地	56.71	乔木林地	56.96	⑫林地复垦单元	
15		灌木林地	0.52	灌木林地	0.11		
16		其他林地	0.04	其他林地	0.04		
17	中度损毁林地	乔木林地	11.41	乔木林地	11.41		
18		灌木林地	0.6	灌木林地	0.6		
19		其他林地	1.45	其他林地	1.45		
20	轻度损毁草地	其他草地	0.02	其他草地	0.02	⑬草地复垦单元	
21	中度损毁草地	其他草地	0.16	其他草地	0.16		
22	轻度损毁农村道路	农村道路	0.15	农村道路	0.15	⑭农村道路复垦单元	
23	中度损毁农村道路	农村道路	0.10	农村道路	0.10		
24	农村宅基地	轻度沉陷损毁农村宅基地	农村宅基地	0.19	农村宅基地	0.19	⑮农村宅基地复垦单元
		中度沉陷损毁农村宅基地	农村宅基地	1.08	农村宅基地	1.08	
25	异地搬迁农村宅基地	农村宅基地	1.10	旱地	1.10	⑯异地搬迁农村宅基地复垦单元	
合计			97.09		97.09		

备注：合计中已减除重复统计的面积。

表 4.2-8 复垦区责任范围面积变化统计

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		变动面积 (hm ²)
				复垦前	复垦后	
01	耕地	0103	旱地	16.32	17.43	1.10
03	林地	0301	乔木林地	75.36	75.36	0
		0305	灌木林地	1.12	1.12	0
		0307	其他林地	1.48	1.48	0
04	草地	0404	其他草地	0.18	0.18	0
07	住宅用地	0702	农村宅基地	2.37	1.27	-1.10
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.25	0.25	0
合计				97.09	97.09	0.00

(三) 土地复垦质量要求

1、总则

(1) 制定依据

根据项目区所在地的地形地貌、土壤条件等自然地理环境，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》，并结合当地实际情况分别制定各个复垦单元复垦质量要求。

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影响措施；
- (6) 复垦场地的道路、交通干线布置合理。

(2) 适用范围

本标准适用于本矿井开采所形成的沉陷地、裂缝地以及地面建设工程活动所占用的土地。

(3) 土地复垦技术质量控制基本原则

- ①与国家土地资源保护与利用的相关政策相协调，与略阳县城市发展规划相结合；参照略阳县矿区生态恢复与整治经验，确定本项目复垦目标；
- ②企业应按照发展循环经济的要求，对矿山排弃物（废渣、废石、废气）进行无害化处理；
- ③重建后的地形地貌、生物群落与当地自然环境、景观相协调；
- ④保护生态环境质量，防止次生不稳定地质体、水土流失、土壤二次影响等；
- ⑤兼顾自然、经济社会条件，选择复垦土地的用途，综合治理，宜农则农，宜林则林，宜牧则牧，宜建则建，条件允许的地方，优先复垦为农用地；
- ⑥经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

2、复垦工程标准

(1) 旱地复垦标准

- a) 旱地平整后的地面坡度不超过 25°，田坎高度和田面宽度符合相关规定；

- b) 复垦后有效土层厚度 $\geq 80\text{cm}$, 土壤容重 $\leq 1.45\text{g/cm}^2$, PH 值 6.0~8.5 之间, 土壤有机质含量大于 0.5%;
- c) 复垦后排水、道路要按照各行业的工程假设标准进行建设, 并有完整的排灌、防洪系统, 防洪标准不低于 10 年一遇, 排涝标准不低于 5 年一遇;
- d) 复垦后种植农作物无不良生长反应, 复垦后五年粮食产量不低于当地中等产量水平。

(2) 林地复垦标准

- a) 复垦后有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$, 土壤容重 $\leq 1.5\text{g/cm}^2$, PH 值 6.0~8.5 之间, 土壤有机质含量大于 0.5%;
- b) 因地表沉陷受损的苗木要及时扶正;
- c) 选择适合于当地种植的乡土树种和抗逆性能较好的树种, 选择樟子松等;
- d) 在沟坡补植树种后, 同时补撒草种, 减少地表裸露面积, 减少水土流失;
- e) 林木补植前穴状整地, 树坑大小根据所选树种的立地要求进行整地, 坑口反向倾斜, 以便保蓄水土, 植树穴切忌挖成锅底形或无规则形, 使根系无法自然伸展;
- f) 及时进行补植, 确保郁闭度不低于 0.3。

(3) 草地复垦标准

- a) 对于形成地表裂缝的草地, 及时进行填充夯实, 防止水土流失, 同时撒播草籽或铺设草皮防水固土;
- b) 在草种选择上要选取当地的优势草种, 同时进行不同草种混播, 提高防病虫害能力和防止草地品质退化;
- c) 种草后, 确保一定量的灌溉, 保证草地植被覆盖度不低于 30%;
- d) 五年后产量达到周边地区草地水平。

主要包括设施农用地及裸地, 维持原土地使用功能不变。

(4) 住宅用地复垦单元

住宅用地维持原土地使用功能不变。

(5) 交通运输用地复垦单元

交通运输用地维持原土地使用功能不变。

(四) 水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

项目区位于北温带湿润气候区, 复垦方向为林地和草地, 降雨量较为充沛, 且本

次无新增水浇地，因此无需修建蓄水池等灌排蓄水设施，仅修建必要的排水沟即可满足后期管护要求。

根据《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，林地灌溉用水定额为 $110\text{m}^3/\text{亩}$ ，据此推算项目区林草地复垦年需水总量为 125499m^3 。

白石沟及其支流流经矿区，白石沟年径流总量 $3.8 \times 10^6\text{m}^3$ ，同时，矿山生产的废水经过处理可以达到灌溉标准，为项目区土地复垦实施提供了充足的水源。

2、土壤资源平衡分析

①沉陷区表土剥覆、裂缝回填土壤资源平衡分析

复垦区沉陷土地裂缝充填土方采用裂缝两侧剥离表土进行夯填，表土剥离工程量为 22706.48m^3 ，裂缝充填工程量为 22706.48m^3 ，无需新增取土场。

②工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、土壤资源平衡分析

工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场在建设前需进行表土剥离，剥离厚度为 0.5m ，剥离土方量为 29500.00m^3 。

工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场后期覆土厚度为 0.5m ，覆土土方量为 29600.00m^3 。

因此，利用表土剥离土方刚好进行客土回覆。因此不需要单独布设取土场。

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

1、矿山地质环境保护目标任务

（1）避免和减缓不稳定地质体造成的损失，对H01不稳定地质体进行治理，保障矿业活动安全进行。

（2）避免和减缓对土地资源的影响和破坏，采取有效的工程措施，对受影响和破坏的土地资源进行恢复治理，使其恢复原貌或适宜用途；对乡村道路采取修复措施，保证交通畅通。

（3）避免和减缓主要含水层受影响或破坏、地下水水位下降、地表水体流量减少，维持矿区及周围生产、生活供水。

（4）减缓对地形地貌影响和土地资源的破坏。

（5）维护和治理矿区及周围地区生态环境，建设绿色矿区。

2、土地复垦目标任务

（1）贯彻落实“谁破坏、谁复垦”的原则，明确矿山企业土地复垦的目标、任务、措施和实施计划等，为土地复垦工程实施、土地复垦管理、监督检查、验收以及土地复垦费用的征收提供依据，确保土地复垦落到实处。

（2）预测矿山在生产期间对土地损毁的类型、范围和程度，量算并统计各类型损毁土地的面积；在对土地复垦可行性分析的基础上，提出预防控制和复垦措施，防止水土流失和生态环境恶化；制定合理可行的复垦方案，切实保护土地，恢复生态环境。

（3）根据调查和预测结果，分别统计各类被损毁土地面积，确定各类被损毁土地的应复垦面积和应复垦土地的总面积，并根据各类土地的损毁时间、损毁性质和损毁程度，合理确定复垦时间和复垦利用类型等。

（4）按各类土地复垦技术要求设计复垦方案、复垦工艺，明确要求达到的技术标准和技术参数，计算复垦工程量，提出复垦工程的投资估算。

（二）主要技术措施

结合白石沟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。目前白石沟钼钒矿开发利用方案已完

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

白石沟钼钒矿建设过程中，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规划并治理；
- ③对于矿区现状条件下存在的不稳定地质体，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。

（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，其预防控制措施主要包括：

- 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

白石沟钼钒矿生产过程中，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，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

白石沟钼钒矿在开采中，在适宜的地段预留可用于填废石的回采区，将生产中排出的掘进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) 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

白石沟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，其预防控制措施主要包括：

①建立监测站：对地表破坏情况进行监测，包括破坏范围、程度、时间等多个因子的监测，建立地表破坏程度与地表变形移动特征参数、采矿工艺参数之间的相关关系，以减缓地表土地破坏为原则，及时调整采矿工艺参数。为全面掌握当地的地表移动规律、土地破坏情况，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及时推平沉陷盆地边缘沉陷台阶，填充裂缝。在沉陷盆地基本恢复以后，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种，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

矿山地质环境保护与土地复垦预防措施主要以监测为手段，预防监测工程量见监测工程设计。

1、监测范围

开采区地面变形范围为矿山开采对地表岩体的扰动和影响范围。本方案以白石沟钼钒矿开采区地表岩石移动范围为矿区地面塌陷、地面裂缝监测范围。

2、监测内容

①采空区地面塌陷监测：塌陷区数量，塌陷面积，塌陷坑深度，塌陷破坏程度等；塌陷坑变形监测和临灾预警。

②地面裂缝监测：地面裂缝数量、最大地面裂缝长度、宽度、深度走向及破坏程度。

③固体废弃物及其综合利用监测：固体废弃物的种类、年排放量、累计积存量、年综合利用量、固体废弃物堆的隐患、压占土地面积等。

④水质监测：矿山排出废水废液类型、年产出量、年排放量、年处理量、排放去向、年循环利用量、年处理量；矿山废水废液对地表水体影响源程度及造成的危害。

⑤降水量监测：气象降水信息收集及降水强度监测，主要监测大于 50mm 以上降水的雨强。

3、监测方法

矿山地质环境监测应采用定期现场调查并填表的方法，应固定专业监测点进行

监测。

①采空区地面塌陷、地面裂缝监测：以人工现场调查、量测监测的方法进行监测预警。

②地面变形的监测，用人工现场调查、简单仪器量测、遥感解译等方法。

③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、植物变态、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。

④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，如裂缝填埋、预警、在裂缝区设置刺丝围墙和警示牌。

二、矿山不稳定地质体治理

（一）目标任务

1、治理目标

①消除矿区 H01 不稳定地质体。

②对 H01 不稳定地质体的治理，达到减少、减轻地灾的破坏程度，确保矿区及周边安全，直至消除不稳定地质体，避免伤人毁财。

③对临时弃渣场进行全面治理，防止不稳定地质体的发生。

2、治理任务

①对 H01 不稳定地质体进行治理，减少或者避免由于不稳定地质体造成人员和财产损失。

②加强废石综合利用的研究，减少废石堆放量；按相关技术要求修筑挡墙，废石、废渣分层堆放，避免其发生不稳定地质体。

③开展不稳定地质体预警监测工程，包括不稳定地质体隐患点的监测、采场边坡变形监测、水环境、水量的动态监测等内容。

（二）工程设计与技术措施

白石沟钼钒矿评估区内主要不稳定地质体为不稳定地质体、工业场地建设引发的不稳定边坡、临时弃渣场及采矿引起的地面塌陷。

1、第一阶段治理工程

根据《关于略阳县白石沟和两河口两个钼钒矿预计未来五年内无法开工建设的情况说明》，因涉及略阳县应急水源保护区，导致两个矿山至今未开工建设，亦未对周

边环境与地形地貌造成损毁。2024年12月26日，汉中市自然资源局、略阳县自然资源局组织进行现场核查，确认略阳县两河口钼钒矿、白石沟钼钒矿2个矿山均未进行基建及开采作业，目前矿山地质环境保持原貌。矿建前的准备工作预计无法在未来5年内完成。因此，矿山在未来5年内仍将无法开工建设。

2、第二阶段治理工程

（1）H01 不稳定地质体治理工程设计

①H01 不稳定地质体主要特征

H01 不稳定地质体位于评估区内 915 平硐东侧斜坡，坡体由第四系坡残积组成，厚度 2-5m。斜坡坡度约 30°，坡向 225°。不稳定地质体坡脚海拔 915m，后缘海拔 945m，高 30m，影响宽度 50m，坡体斜长 30m，面积 1200m²，体积 3600m³，为小型堆积层不稳定地质体。

②H01 不稳定地质体治理工程设计

依据 H01 不稳定地质体发育特征及危害特征，确定治理工程措施为：在不稳定地质体体前缘设置拦挡墙及排水渠，在不稳定地质体周界范围布置截水沟，沿道路两侧布设警示牌。

i挡土墙及排水渠设计： 拦挡墙设计技术参数：挡墙长 55m，墙高 5m，顶宽 1.5m，底宽 2.5-4.5m，挡墙胸坡比 1: 0.5，挡墙墙背直立，坡脚修建排水沟，侧壁厚 40cm，过水断面 60×100cm，呈倒梯形布置（图 5.2-1），采用 M7.5 浆砌片石修筑，块石要求强度在 MU30 以上，块度不小于 30cm，挡土墙基础埋置于地表以下不小于 1.0m。挡土墙每 10m 设置一道沉降缝（伸缩缝），缝内填塞沥青麻筋或杉木板，填塞深度 15cm。墙后排水孔拟设 30cm 反滤层。挡墙内修建仰斜排水孔，排水口之间水平距离 2m，垂直距离 1.5m，梅花形交错布置，坡率 5%，排水孔孔径 110mm，采用 UPVC 材料制成。

ii截水渠设计： 在不稳定地质体后缘布设截水渠，共计 80m，截水渠为矩形截面，截面外侧宽 0.7m，深 0.3m；排水渠壁为 0.2m，底厚 0.2m，采用 C20 混凝土浇筑，每隔 15m 设一道伸缩缝，缝宽 2cm，缝内填塞聚乙烯型闭孔泡沫板。基础处理为对原土夯实处理后采用 30cm 厚三七灰土换填，压实系数≥0.95，大样图见图 5.2-2。

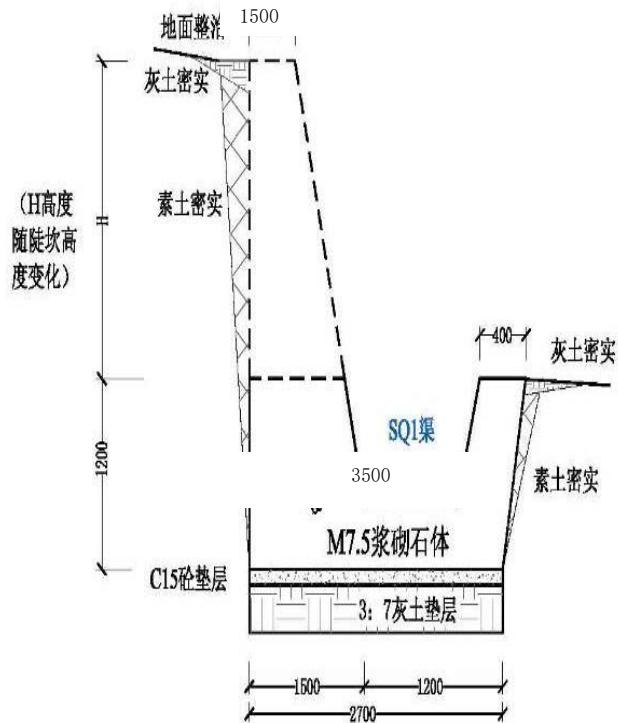


图 5.2-1 拦挡墙及排水渠设计大样图
(图中尺寸单位为 mm)

(2) 工业场地边坡治理工程设计

①工业场地边坡特征

在东 915 主平硐口边侧设采矿工业场地，采矿工业场地内布置有井口车场及转运场地、坑口值班室、空压机站、配电室、电机车及矿车维修间、仓库等，工业场地采用台阶式布置形式，工业场地条形布置，开挖山体而成，开挖边坡高约 5-15m，东侧沿等高线布置进场道路与矿区道路相接。

②工业场地边坡治理工程设计

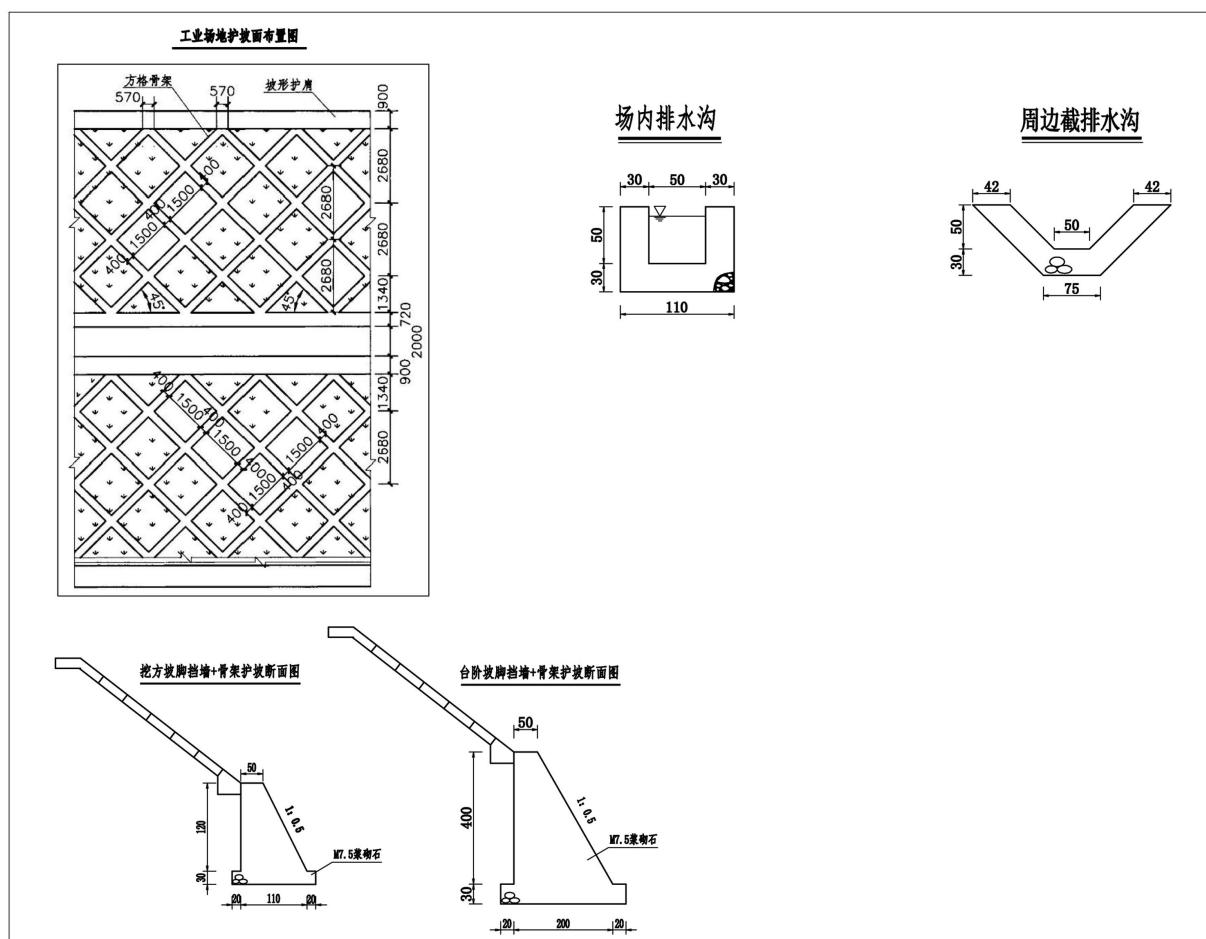
依据工业场地边坡特征及危害特征，确定治理工程措施为：在坡脚布设挡土墙，坡体中部布设骨架护坡，坡顶后缘布设截水渠，坡脚及场地内布设排水渠，设计工程大样图见图 5.2-5。

i挡土墙设计： 拦挡墙设计长 300m，依据坡形变化，挡墙墙高 1.2-4m，顶宽 0.5m，底宽 1.1-2.0m，挡墙胸坡比 1: 0.5，挡墙墙背直立，采用 M7.5 浆砌片石修筑，块石要求强度在 MU30 以上，块度不小于 30cm，挡土墙基础埋置于地表以下不小于 1.0m。挡土墙每 10m 设置一道沉降缝(伸缩缝)，缝内填塞沥青麻筋或杉木板，填塞深度 15cm。墙后排水孔拟设 30cm 反滤层。挡墙内修建仰斜排水孔，排水口之间水平距离 2m，垂直距离 1.5m，梅花形交错布置，坡率 5%，排水孔孔径 110mm，采用 UPVC 材料制成。

ii格构护坡设计：格构护坡布置于挡土墙顶部，共布设 3000 m²，格构间距为 1.5×0.4m，截面尺寸为 0.4×0.4m，采用 C20 钢筋混凝土浇筑，每片框架整体浇筑，一次完成。框架梁嵌入土层深度不小于 2/3 框架梁高度，每两片之间设置 2cm 伸缩缝，深度 20cm，框架间撒播草籽。

iii 截水渠设计：在坡体中上部格构护坡后缘布设截水渠，截水渠共计 400m，截水渠为梯形截面，截面外侧底宽 0.75m，深 0.5m；排水渠壁为 0.4m，坡比为 1:1，内侧底宽 0.5m，底厚 0.3m，采用 C20 混凝土浇筑，每隔 15m 设一道伸缩缝，缝宽 2cm，缝内填塞聚乙烯型闭孔泡沫板。基础处理为对原土夯实处理后采用 30cm 厚三七灰土换填，压实系数 ≥ 0.95 。

iv 排水渠设计：在挡土墙坡脚及场内布设排水渠，排水渠共计 550m，排水渠为矩形截面，截面外侧宽 1.1m，深 0.5m；排水渠壁为 0.3m，底厚 0.3m，采用 C20 混凝土浇筑，每隔 15m 设一道伸缩缝，缝宽 2cm，缝内填塞聚乙烯型闭孔泡沫板。基础处理为对原土夯实处理后采用 30cm 厚三七灰土换填，压实系数 ≥ 0.95 。



(3) 道路修复治理工程设计

近期开采范围小，主要可能损毁矿区道路，因此对矿区道路进行修复。裂缝充填工程在土地复垦工程中设计。

第一阶段损毁道路主要为农村道路。村间道路一般为水泥路。村间道路以裂缝回填与综合管理为主，对于公路采取补修的方式进行治理。

5年开采范围内道路长度约0.3km，宽度平均为5.0m，面积为1500.0m²，为中度损毁，损毁时段为第二年-第五年，维修面积按照受损面积的50%进行估算，补修长度约0.15km，面积为750m²，宽度不变，道路标准执行原标准。

表 5.2-1 近期受损道路治理一览表

治理对象	工程内容	单位	每平方米工程量	工程量 (m ³)
农村道路	拟破坏道路路面清理	m ³	0.2	300
	清运路面混凝土弃块	m ³	0.2	300
	道路重修 (C20 砼)	m ³	0.2	300
	裂缝充填	m ³	0.1	150
	夯实	m ²	1.2	1800

(4) 临时弃渣场治理工程设计

①临时弃渣场主要特征

1#临时弃渣场：位于东915平硐口南侧支沟近沟口处，单台阶堆放，最大堆高40m，用于堆存漆树沟矿段及水家垭西段采出废石，其占地面积1.6hm²。

2#临时弃渣场：位于1015平洞附近，单台阶高度20m，最终平台宽度10m，总堆置高度40米，约可以堆存35万m³废石，用于堆存水家垭东段开采废石，占地面积2.9hm²。

②临时弃渣场治理工程设计

依据两处临时弃渣场设计特征及危害特征，确定治理工程措施为：坡脚布设拦渣坝，沟道布设渗水盲沟，渣顶及周边布设截排水沟，渣堆上布设横向排水沟，拦渣墙底部布设陡坡明渠。治理工程平面布置示意图见图5.2-6，剖面示意图见图5.2-7。

i拦渣坝设计：设计临时弃渣场下方设浆砌石拦渣坝，1#临时弃渣场设置拦渣坝长60m，2#临时弃渣场设置拦渣坝长5010m；顶宽度1.5m；拦渣坝迎渣面垂直于地面，背渣面坡比1:0.5，坝体底宽5.5m，地面以上坝体高度5.0m，地下埋深1.0m，基础加宽0.5m（图5.2-8）。

ii沟底渗水盲沟设计：临时弃渣场场内沟底设置排水盲沟，1#临时弃渣场渗水盲沟长450m，2#临时弃渣场渗水盲沟长420m；渗水盲沟设计采用底宽0.6m，高0.4m的矩形沟道，沟道内部填弃碎（砾）石（图5.2-8）。

iii渣顶及周边截排水沟设计：设计在最终堆渣标高沿山坡坡面布设截排水沟，1#临时

弃渣场截排水沟长 1250m, 2#临时弃渣场截排水沟长 1180m; 引向挡渣墙下游沟道底部, 为避免沟底冲刷, 加设消力池。截排水沟初步统一采用底宽 0.80m, 高 0.80m 的梯形沟道, 截水沟采用 M7.5 浆砌片石衬砌, 沟底比降 1%, 过水流量 $2.86\text{m}^3/\text{s}$, 两侧截水沟排水流量合计 $5.72\text{m}^3/\text{s}$, 大于洪峰流量 $5.44\text{m}^3/\text{s}$, 满足排洪要求 (图 5.2-8)。

iv 横向排水沟设计: 台阶内侧布设横向排水沟, 1#临时弃渣场横向排水沟长 240m, 2#临时弃渣场横向排水沟长 210m; 排水沟断面为梯形, 底宽 0.3m, 沟深 0.3m, 沟底比降 0.5%, 采用 M7.5 浆砌石衬砌 (图 5.2-8)。

v 陡坡明渠设计: 根据地形条件, 在临时弃渣场拦渣墙后端沿沟底布设陡坡明渠, 陡坡明渠设计纵比降为 15%, 1#临时弃渣场陡坡明渠长 110m, 2#临时弃渣场陡坡明渠长 90m; 明渠断面设计为梯形, 边坡比 1:1, 底宽 0.8m, 高 0.5m, 过水流量 $5.51\text{m}^3/\text{s}$, 满足排洪要求。陡坡明渠后接排水沟, 将洪水排入下游沟道 (图 5.2-8)。

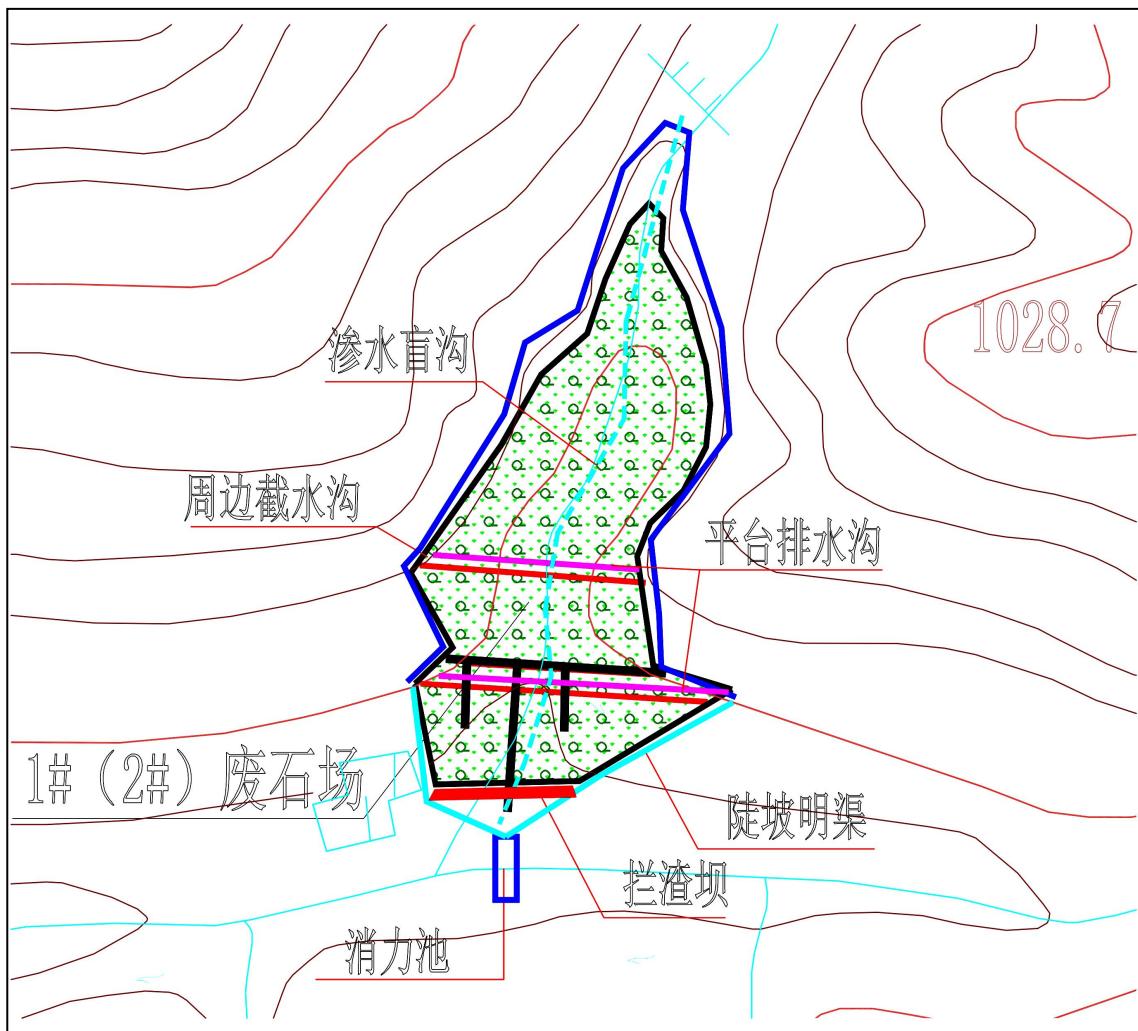


图 5.2-6 1# (2#) 临时弃渣场治理工程设计平面示意图

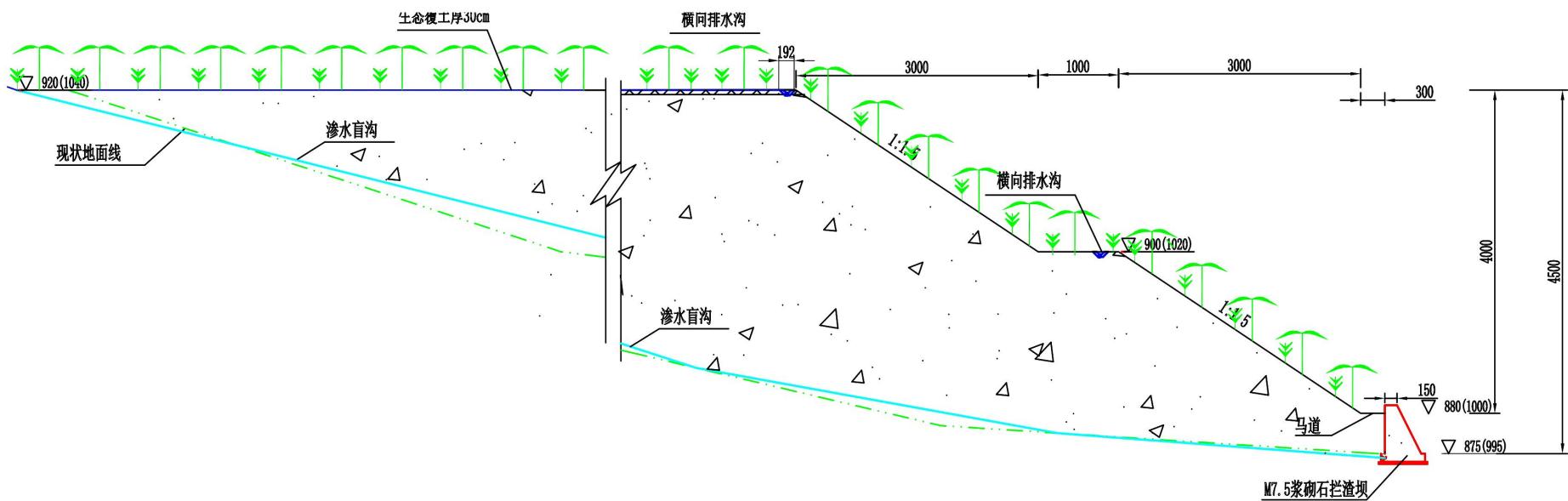


图 5.2-7 1# (2#) 临时弃渣场治理工程设计剖面示意图

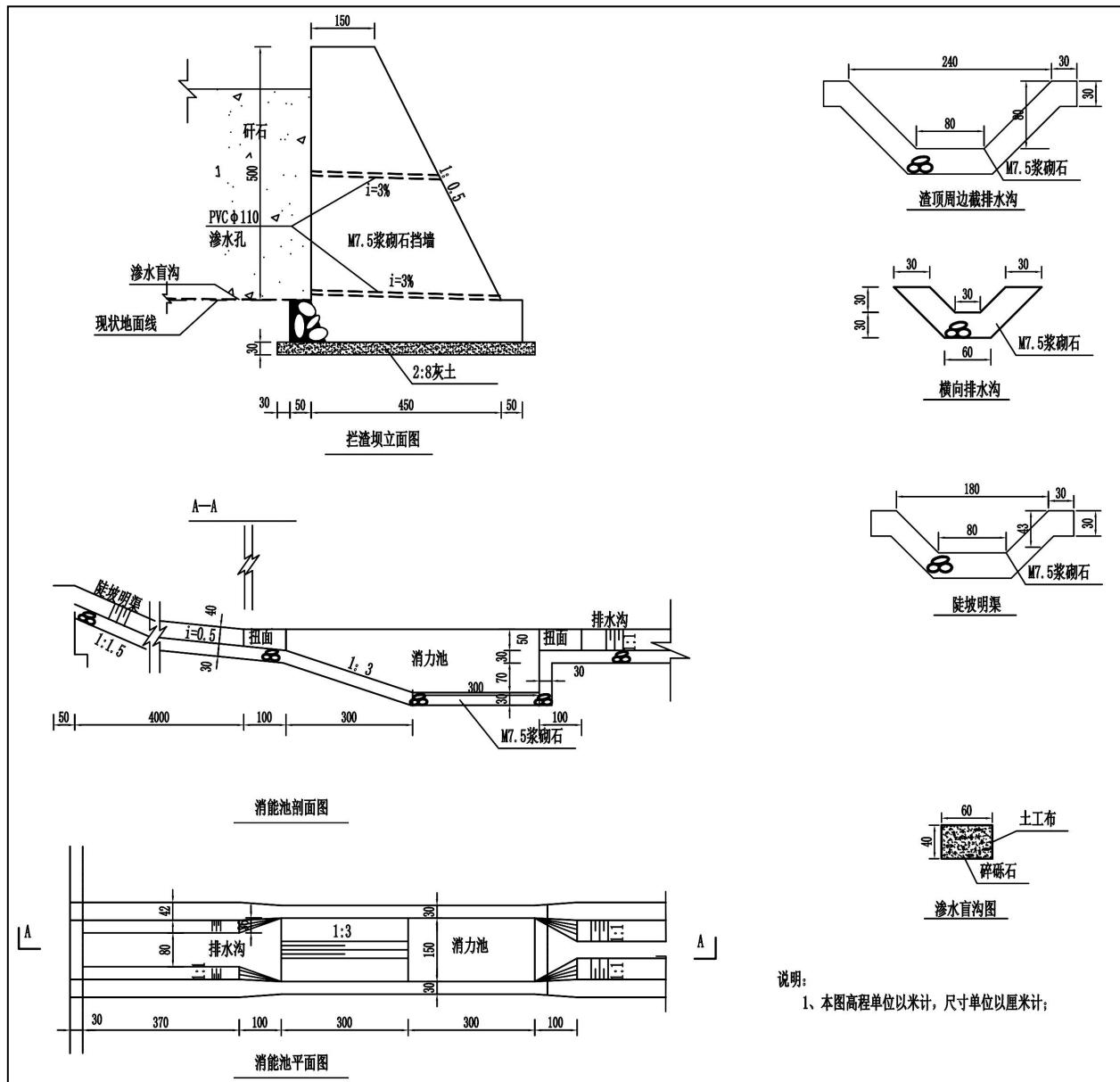


图 5.2-8 1# (2#) 临时弃渣场治理工程设计大样图

(5) 地面塌陷治理工程设计

地面塌陷区主要工程治理为道路维修及塌陷区外围刺丝围栏围护。

①道路维修

塌陷区内受影响道路为公路及农村道路，对道路造成不同程度的破坏，路面为混凝土，因此为保证道路交通不受影响，须对破坏的道路及时进行维修。

受损路段公路累计长约 0.4km，平均宽 10m，面积 4000m²，农村道路累计长约 0.6km，平均宽 4m，面积 2400m²，维修长度按照受损长度的 50%进行估算，宽度不变，道路标准执行原标准。

表 5.2-2 中期受损道路治理一览表

治理对象	工程内容	单位	每平方米工程量	工程量 (m ³)
公路	已破坏道路路面清理	m ³	0.4	1600
	清运路面混凝土弃块	m ³	0.4	1600
	道路重修 (C20 砼)	m ³	0.4	1600
	裂缝充填	m ³	0.2	800
	夯实	m ²	1.2	4800
农村道路	已破坏道路路面清理	m ³	0.2	480
	清运路面混凝土弃块	m ³	0.2	480
	道路重修 (C20 砼)	m ³	0.2	480
	裂缝充填	m ³	0.1	240
	夯实	m ²	1.2	2880

②刺丝围栏

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。刺丝围栏规格：角柱与门柱采用 9cm×9cm×9mm×220cm 热扎等边角铁，小柱采用 4cm×4cm×4mm×190cm 等边角铁，用于网格围栏需设 8 个挂网孔，自顶端而下间距分别为 20cm、22cm、22cm、18cm、18cm、15cm、15cm，加强柱材料规格 7cm×7cm×7mm×220cm 热扎等边角铁，挂网线孔同上。地锚铁质加强桩材料规格 4cm×4cm×4mm×40cm×60 热扎等边角铁，高度 1.2 米，立柱间距依据地形布设，一般 5-10m。

3、第三阶段工程治理

后期矿山地质环境治理工程主要为平硐封闭。

矿井生产结束后，要对平硐、回风斜井进行封闭（图 5.2-1），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，墙体内外加铁丝网和钢筋。

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 的间距

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。

⑤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。

⑥平硐上方不准负载重物。

⑦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、回风斜井设立安全警示标志。

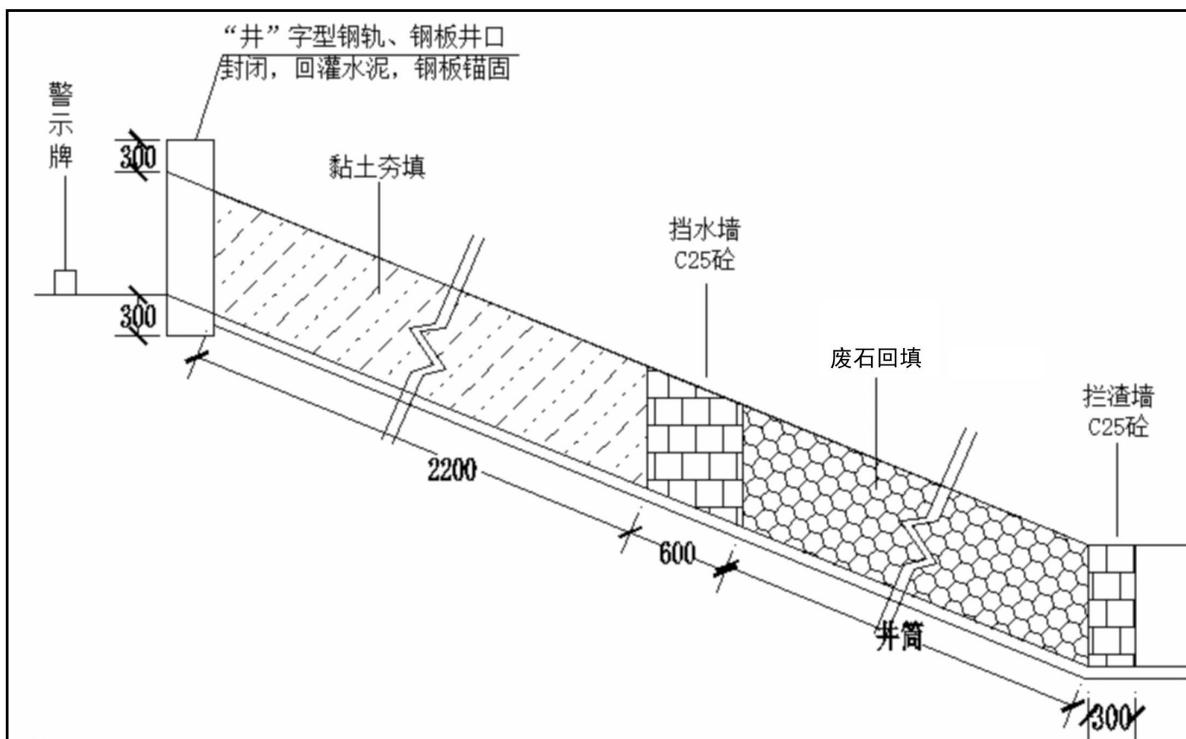


图 5.2-9 平硐、回风斜井封闭设计大样图 (图中尺寸单位为 cm)

(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 5.2-5。

表 5.2-5 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) 第一阶段治理工程			
一	H01 不稳定地质体治理工程		
1	挡土墙及排水渠 (55m)		
1.1	M7.5 浆砌片石	m ³	305.25
1.2	土方开挖	m ³	222.75
1.3	原土夯实	m ²	148.5
1.4	PVC 管安装 (Φ100)	m	46.75
1.5	伸缩缝	m ²	30.8
1.6	土方回填	m ³	118.25
1.7	三七灰土换填	m ³	74.25

编号	项目名称	单位	工程量
1.8	M10 砂浆抹面	m ²	385
2	截水渠 (80m)	m ³	20
2.1	C20 砼浇筑	m ³	49.6
2.2	土方开挖 (机械)	m ³	124.8
2.3	原土夯实	m ²	96
2.4	伸缩缝	m ²	36
2.5	土方回填	m ³	36.8
2.6	三七灰土换填	m ³	28.8
2.7	警示牌	处	2
二	工业场地边坡治理工程		
1	挡土墙 (300m)		
1.1	M7.5 浆砌片石	m ³	1498.5
1.2	土方开挖	m ³	1093.5
1.3	原土夯实	m ²	729
1.4	PVC 管安装 (Φ100)	m	229.5
1.5	伸缩缝	m ²	151.2
1.6	土方回填	m ³	580.5
1.7	三七灰土换填	m ³	364.5
1.8	M10 砂浆抹面	m ²	1890
2	格构护坡 (3000m²)		
2.1	土方开挖	m ³	825
2.2	C20 砼浇筑	m ³	385
2.3	钢筋制安	t	48
2.4	伸缩缝	m ²	81.7
2.5	土方回填	m ³	233.3
3	截水渠 (400m)		
3.1	C20 砼浇筑	m ³	297.6
3.2	土方开挖 (机械)	m ³	748.8
3.3	原土夯实	m ²	576
3.4	伸缩缝	m ²	216
3.5	土方回填	m ³	220.8
3.6	三七灰土换填	m ³	172.8
4	排水渠 (550m)		
4.1	C20 砼浇筑	m ³	372
4.2	土方开挖 (机械)	m ³	936
4.3	原土夯实	m ²	720
4.4	伸缩缝	m ²	270
4.5	土方回填	m ³	276
4.6	三七灰土换填	m ³	216
四	道路维修		
1	道路修复		
1.1	拟破坏道路路面清理	m ³	300

编号	项目名称	单位	工程量
1.2	清运路面混凝土弃块	m ³	300
1.3	道路重修 (C20 砼)	m ³	300
1.4	裂缝充填	m ³	150
1.5	夯实	m ²	1800
五	监测井成井		
1	S5 监测井成井	m	15
2	S6 监测井成井	m	16
3	S7 监测井成井	m	16
六	1#临时弃渣场治理工程		
1	1#拦渣坝 (60m)		
1.1	M7.5 浆砌片石	m ³	1267
1.2	土方开挖	m ³	453
1.3	原土夯实	m ²	360
1.4	PVC 管安装 (Φ100)	m	155
1.5	伸缩缝	m ²	125
1.6	土方回填	m ³	245
1.7	三七灰土换填	m ³	38
2	渗水盲沟 (450m)		
2.1	土方开挖	m ³	108
2.2	卵 (砾) 石回填	m ³	108
2.3	土工布	m ²	900
3	渣顶及周边截排水渠 (1250m)		
3.1	M7.5 浆砌片石	m ³	892.8
3.2	土方开挖 (机械)	m ³	2246.4
3.3	原土夯实	m ²	1728
3.4	伸缩缝	m ²	648
3.5	土方回填	m ³	662.4
3.6	三七灰土换填	m ³	518.4
4	横向截排水渠 (240m)		
4.1	M7.5 浆砌片石	m ³	186
4.2	土方开挖 (机械)	m ³	468
4.3	原土夯实	m ²	360
4.4	伸缩缝	m ²	135
4.5	土方回填	m ³	138
4.6	三七灰土换填	m ³	108
5	陡坡明渠 (110m)		
5.1	M7.5 浆砌片石	m ³	111.6
5.2	土方开挖 (机械)	m ³	280.8
5.3	原土夯实	m ²	216
5.4	伸缩缝	m ²	81
5.5	土方回填	m ³	82.8
5.6	三七灰土换填	m ³	64.8

编号	项目名称	单位	工程量
七	2#临时弃渣场治理工程		
1	2#拦渣坝 (50m)		
1.1	M7.5 浆砌片石	m ³	1065
1.2	土方开挖	m ³	432
1.3	原土夯实	m ²	150
1.4	PVC 管安装 (Φ100)	m	142
1.5	伸缩缝	m ²	118
1.6	土方回填	m ³	235
1.7	三七灰土换填	m ³	33
2	渗水盲沟 (420m)		
2.1	土方开挖	m ³	101
2.2	卵 (砾) 石回填	m ³	101
2.3	土工布	m ²	840
3	渣顶及周边截排水渠 (1180m)		
3.1	M7.5 浆砌片石	m ³	818.4
3.2	土方开挖 (机械)	m ³	2059.2
3.3	原土夯实	m ²	1584
3.4	伸缩缝	m ²	594
3.5	土方回填	m ³	607.2
3.6	三七灰土换填	m ³	475.2
4	横向截排水渠 (210m)		
4.1	M7.5 浆砌片石	m ³	171.12
4.2	土方开挖 (机械)	m ³	430.56
4.3	原土夯实	m ²	331.2
4.4	伸缩缝	m ²	124.2
4.5	土方回填	m ³	126.96
4.6	三七灰土换填	m ³	99.36
5	陡坡明渠 (90m)		
5.1	M7.5 浆砌片石	m ³	96.72
5.2	土方开挖 (机械)	m ³	243.36
5.3	原土夯实	m ²	187.2
5.4	伸缩缝	m ²	70.2
5.5	土方回填	m ³	71.76
5.6	三七灰土换填	m ³	56.16
八	地面塌陷		
1	公路修复		
1.1	拟破坏道路路面清理	m ³	1600
1.2	清运路面混凝土弃块	m ³	1600
1.3	道路重修 (C20 砼)	m ³	1600
1.4	裂缝充填	m ³	800
1.5	夯实	m ²	4800
2	农村道路维修		

编号	项目名称	单位	工程量
2.1	拟破坏道路路面清理	m^3	480
2.2	清运路面混凝土弃块	m^3	480
2.3	道路重修 (C20 砼)	m^3	480
2.4	裂缝充填	m^3	240
2.5	夯实	m^2	2880
3	刺丝围栏 (420m)		
3.1	刺丝围栏制安	m	8260
3.2	界桩	根	826
3.3	警示牌	处	10
(三)	第二阶段治理工程		
一	平硐、回风斜井封闭		
1.1	C25 砼浇筑	m^3	176.4
1.2	废石回填	m^3	16214.1
1.3	黏土回填	m^3	323.4
1.4	井口岩土体剥离	m^3	144
1.5	型钢制安	t	1
1.6	锚杆 (6m)	根	16
1.7	警示牌	处	4

三、土地复垦

(一) 目标任务

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。

(二) 工程设计

1、土地复垦对象设计范围与类型

白石沟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、天然牧草地等，矿区复垦责任总面积为 $97.09hm^2$ 。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及土地适宜性评价，规划复垦为旱地、乔木林地、灌木林地和人工牧草地。

(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；

- ②1#临时弃渣场台面最终复垦方向为乔木林地；
- ③1#临时弃渣场坡面最终复垦方向为灌木林地；
- ④2#临时弃渣场台面最终复垦方向为乔木林地；
- ⑤2#临时弃渣场坡面最终复垦方向为灌木林地；
- ⑥供电线路塔基最终复垦方向为乔木林地；
- ⑦供电线路临时设施最终复垦方向为乔木林地；
- ⑧供水管线泵房最终复垦方向为乔木林地；
- ⑨供水管线最终复垦方向为原地类（旱地及乔木林地）；
- ⑩平硐场地及回风井最终复垦方向为乔木林地；
- ⑪表土场最终复垦方向为乔木林地；
- ⑫沉陷土地耕地最终复垦方向为耕地；沉陷土地林地最终复垦方向为林地；沉陷土地草地最终复垦方向为草地；
- ⑬异地搬迁宅基地最终复垦方向为旱地。

（2）复垦植被选择

树种优先选择当地适种树种，因矿区内地块内村庄、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。复垦后土地利用状况见附图五白石沟钼钒矿土地复垦规划图。

3、复垦工程设计

白石沟钼钒矿土地复垦工程以土地适宜性评价中划分的复垦单元为单位进行设计，按复垦单元进行复垦施工设计。

根据矿区土地损毁程度预测分析结果，结合矿山具体情况并借鉴其它矿井开采损毁区土地的复垦情况，对白石沟钼钒矿损毁土地提出如下的土地复垦方案（复垦单元设计对应第四章土地复垦评价单元划分表）。

（1）工业场地复垦单元工程设计

针对工业场地乔木林地复垦方向的工程设计。首先应将场地上的废弃建筑物拆除、挖除地基、剥离硬化地面，然后对场地进行平整，然后进行土地翻耕；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，包括清理工程、土地平整、客土覆土、土壤培肥、植被恢复等。

矿山开采结束后，地面将形成矿渣垫层及地面硬化以及有大量建（构）筑物残留的状态，不具备立地条件。根据适宜性分析的结果，按照一定的标准对其进行清理，压实平整，翻耕、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 50cm。

2) 表土堆存

表土运输堆放于表土场内，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 5.3-1）。

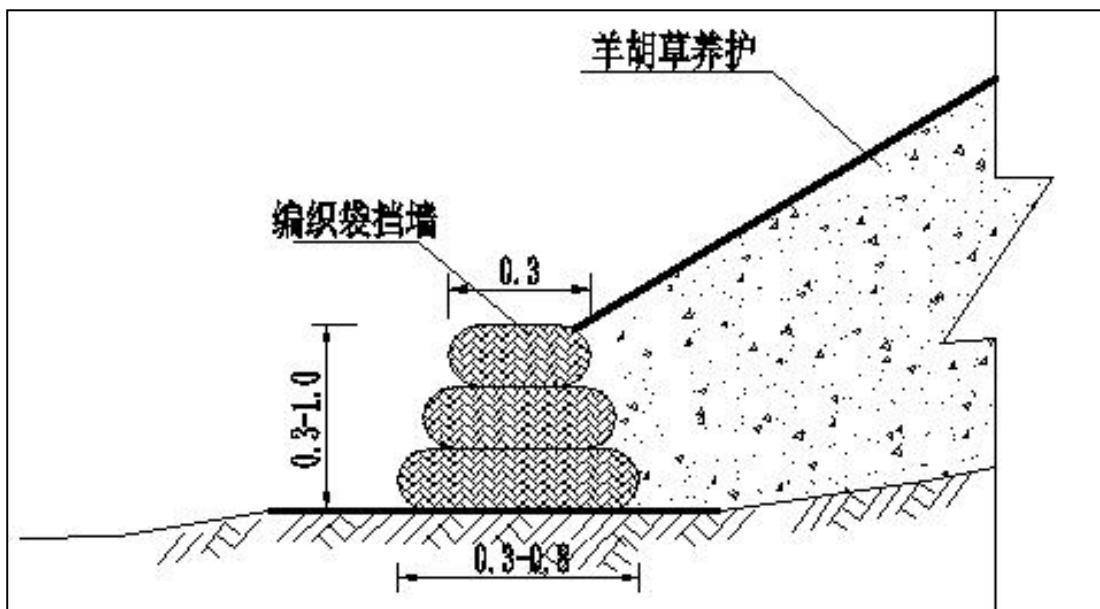


图 5.3-1 表土堆放示意图

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（图 5.3-2）。

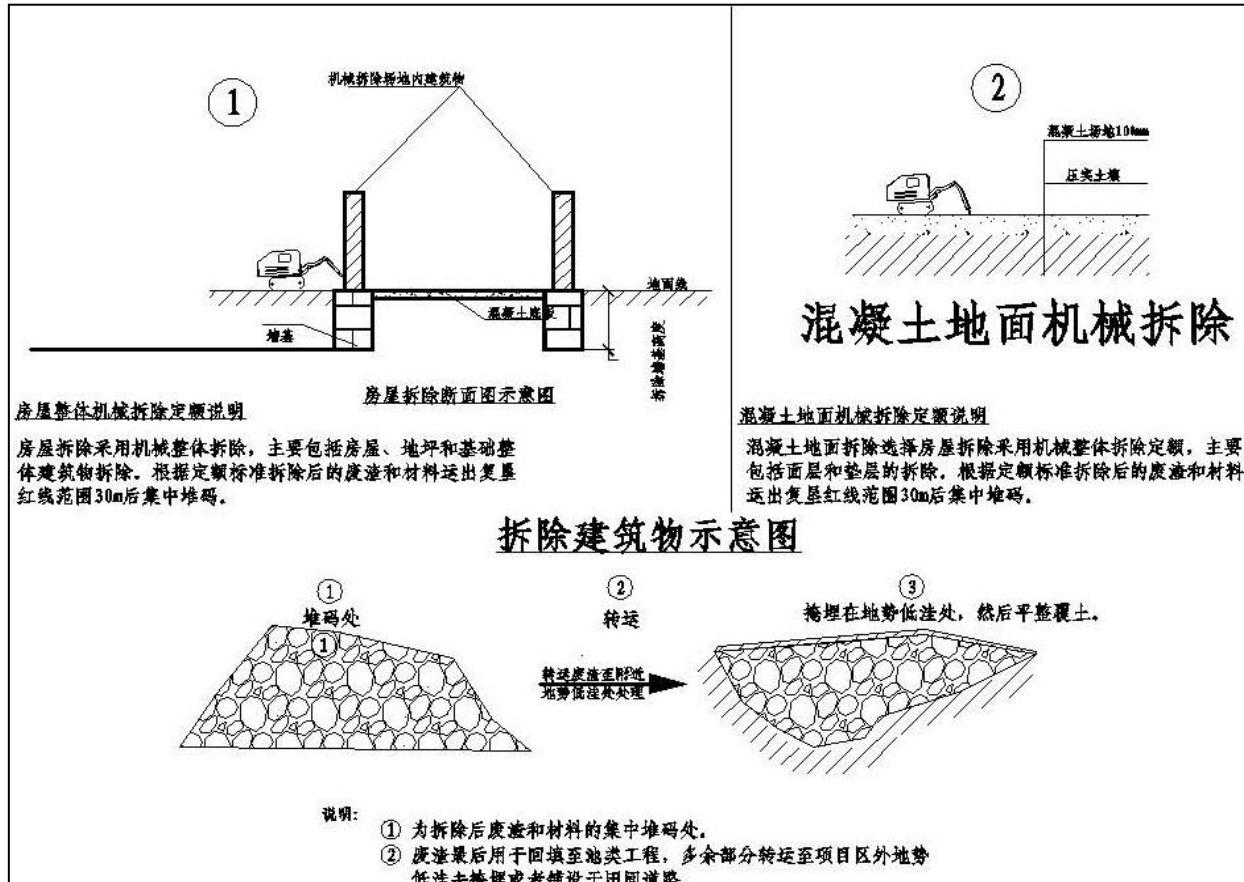


图 5.3-2 建筑物拆除示意图

③土地平整

利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度。

④客土覆土

场地平整后，利用表土场的表土对该复垦单元进行客土覆土，覆土厚度 20cm。

⑤土壤培肥

矿区范围内土地资源较少，因此在工业场地拆除后采用客土覆土，土源采用外购土源，然后的生土熟化，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。

⑥植被恢复

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

造林技术指标参见表 5.3-1。乔木林地种植规格平面图见图 5.3-3。

表 5.3-1 沉陷区造林技术指标表

复垦区域	树草种	株行距 (m)	播种方式	苗木规格	定植苗量 株/公顷
乔木	樟子松	2×3	播种、扦插法	D0.8~1.5cm	1660

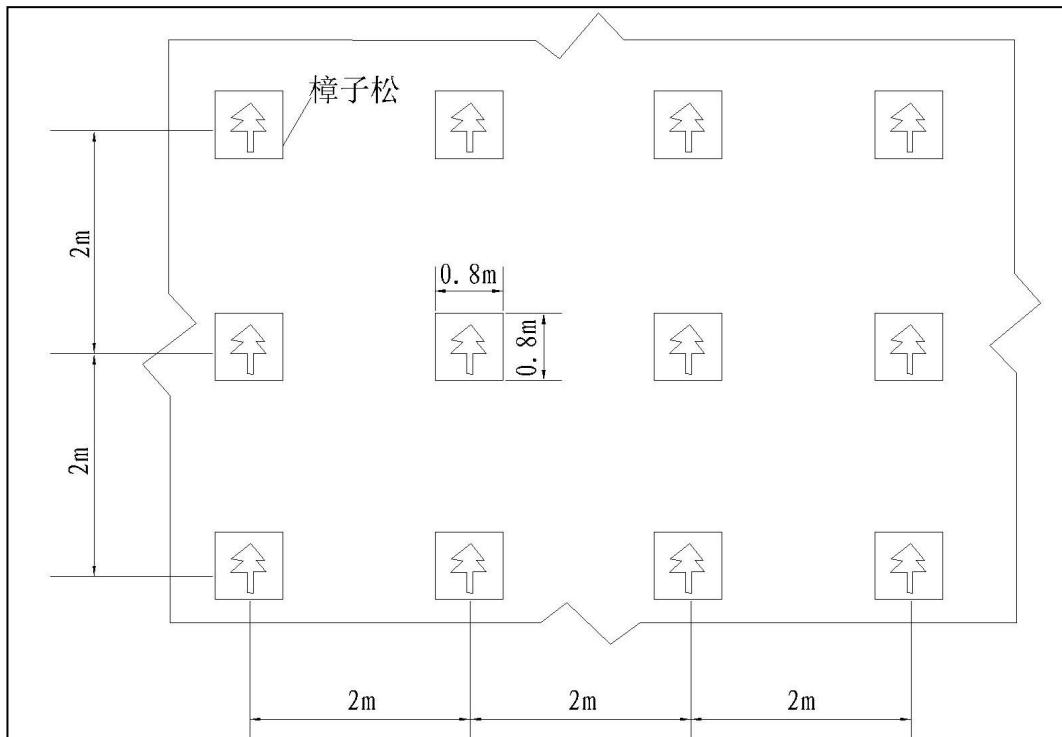


图 5.3-3 樟子松种植规格平面图

（2）1#临时弃渣场复垦单元工程设计

针对 1#临时弃渣场复垦方向的工程设计。首先应对场地进行平整，然后进行客土覆土；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，包括客土覆土、土壤培肥等。进行人工生态系统的建设工作。

①客土覆土

废石排放完毕后，对该复垦单元进行客土覆土，覆土厚度 20cm。

②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客土覆土，土源采用外购土源，然后的生土熟化，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。

③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。

造林技术指标参见表 5.3-2。乔木林地种植规格平面图见图 5.3-4。

表 5.3-2 沉陷区造林技术指标表

复垦区域	树草种	株行距 (m)	播种方式	苗木规格	定植苗量 株/公顷
1#临时弃渣场	乔灌木	1.5×2	扦插法	D0.5~1.0cm	3330

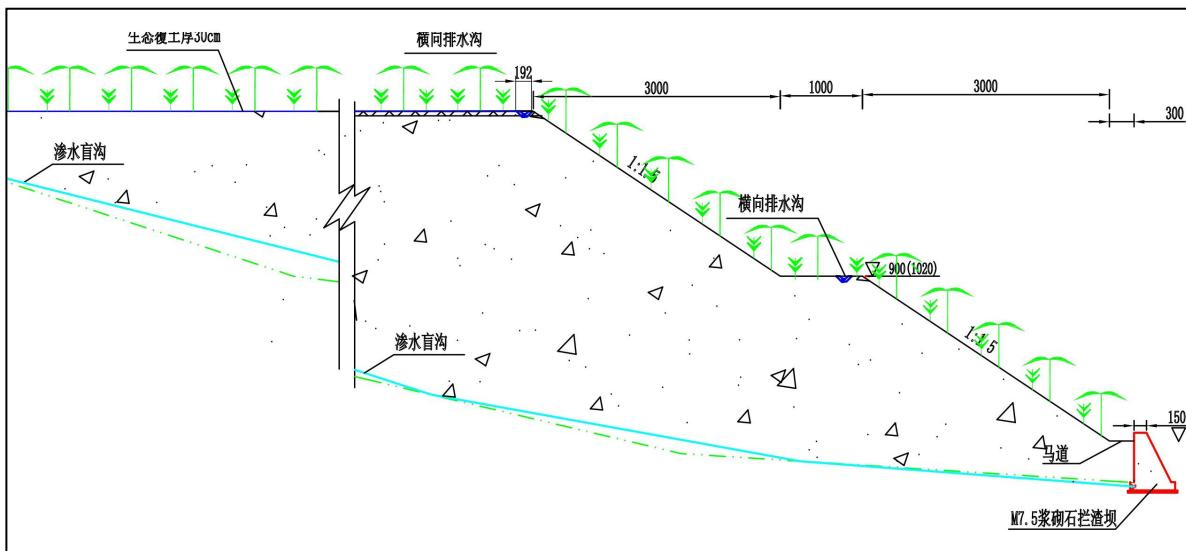


图 5.3-4 临时弃渣场复垦单元设计示意图（工程措施设计详见地质环境恢复治理部分）

（3）2#临时弃渣场复垦单元工程设计

2#临时弃渣场与1#临时弃渣场特征一致，因此复垦设计一致。本复垦单元的复垦工程措施主要为土壤重构工程，包括客土覆土、土壤培肥、植被恢复等。进行人工生态系统的建设工作。复垦设计详见1#临时弃渣场复垦工程设计。

（4）供电线路塔基复垦单元工程设计

供电线路塔基乔木林地复垦方向的工程设计与工业场地一致。首先应将场地上的输电线路塔基拆除、挖除地基、剥离硬化地面，然后对场地进行平整，然后进行客土覆土；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，包括清理工程、土地平整、客土覆土、土壤培肥、植被恢复等。

详见工业场地复垦单元工程设计。

（5）供电线路临时设施复垦单元工程设计

供电线路临时设施乔木林地复垦方向的工程设计，主要为植被恢复工程。输电线路工程施工完毕后，进行场地清理，然后进行植被恢复即可。

详见工业场地复垦单元植被恢复工程设计。

(6) 供水工程泵房复垦单元工程设计

供水工程泵房乔木林地复垦方向的工程设计与工业场地一致。首先应将场地上的供水工程泵房拆除、挖除地基、剥离硬化地面，然后对场地进行平整，然后进行客土覆土；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，包括清理工程、土地平整、客土覆土、土壤培肥、植被恢复等。

详见工业场地复垦单元工程设计。

(7) 供水管线复垦单元工程设计

供水管线工程为临时挖损损毁土地，在施工完毕后进行土地复垦，主要措施包括表土剥离、土地平整、表土回覆、翻耕与土壤培肥。

①表土剥离

供水管线敷设前，施工单位应对损毁土地范围内占用的耕地和乔木林地进行了表土剥离。管道敷设挖出土方堆放次序见图 5.3-5。

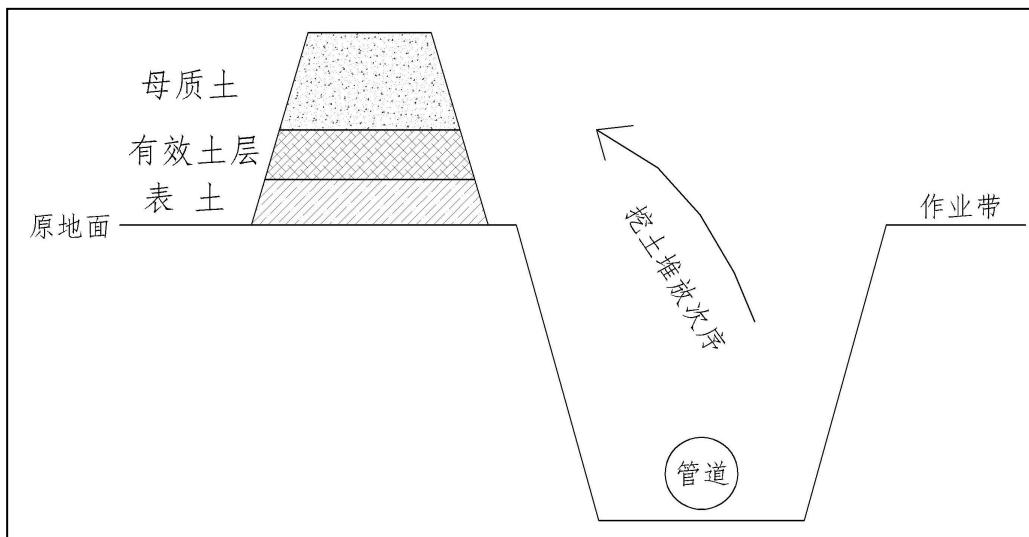


图 5.3-5 管道敷设挖出土方堆放次序图

②土地平整

工程完工后将管线开挖后挖出的土方进行压实回填，回填过程中先将生土埋在下面，然后对复垦为旱地区域根据原地形进行平整、覆土。地类性质不发生改变。

③覆土工程

工程施工开挖前前，施工单位应对管线中心作业带内土地进行表土剥离，待场地平整结束后，对复垦区域进行表土敷设，覆土厚度为 0.20m。供水管线复垦覆土次序示意图见图 5.3-6。

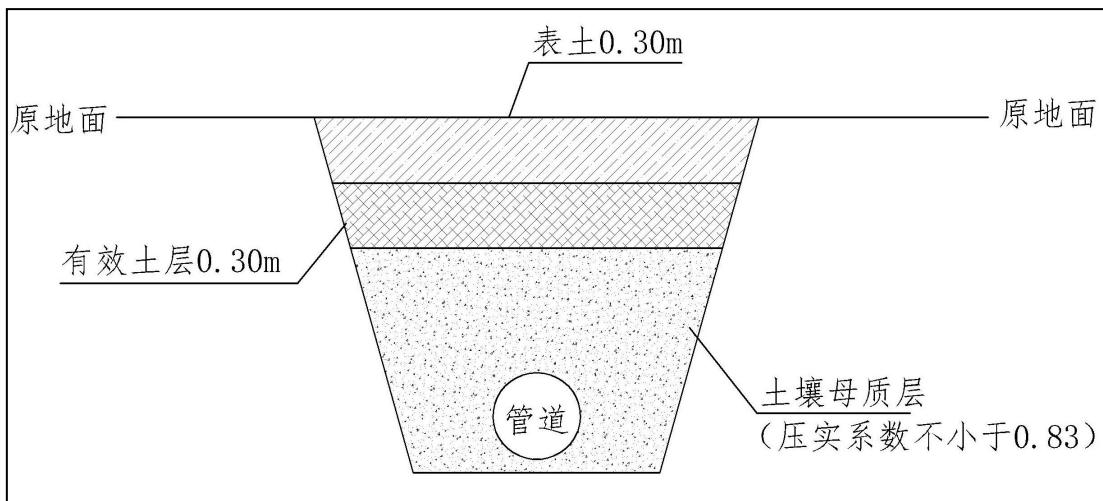


图 5.3-6 复垦覆土次序示意图

④土地翻耕

待项目区复垦土地覆土结束后, 为保证作物正常生长, 对复垦为旱地区域进行翻耕, 翻耕深度 0.30m。

⑤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客土覆土, 土源采用外购土源, 然后的生土熟化, 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。

供水工程土地复垦示意图见图 5.3-7。

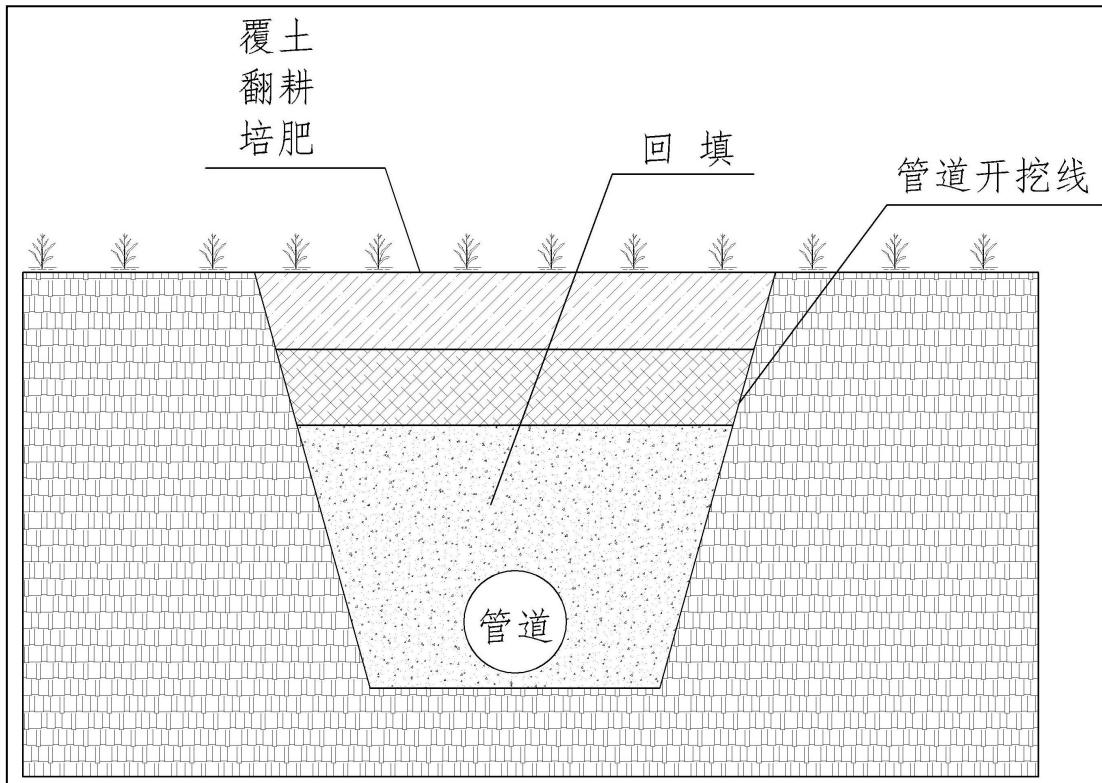


图 5.3-7 供水管线土地复垦示意图

(9) 平硐及回风斜井场地复垦单元工程设计

①平硐及回风斜井场地复垦单元工程设计

平硐及回风斜井乔木林地复垦方向的工程设计与工业场地一致。首先应将场地上建筑物拆除、挖除地基、剥离硬化地面，然后对场地进行平整，然后进行客土覆土；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，包括清理工程、土地平整、客土覆土、土壤培肥、植被恢复等。

详见工业场地复垦单元工程设计。

②探矿平硐口封闭工程设计

白石沟钼钒矿详查探矿共实施 1 个探矿平硐口，封堵良好，本次增加安全警示标志。

(10) 表土场复垦单元工程设计

表土场表土利用完毕后，首先进行场地平整，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，包括土地平整、土壤培肥、植被恢复等。

(11) 沉陷区耕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 0.3-0.4m（图 5.3-7）。

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 1.40t/m^3 以上。用于构筑防渗层的粘土，其渗透系数小于 0.001m/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。

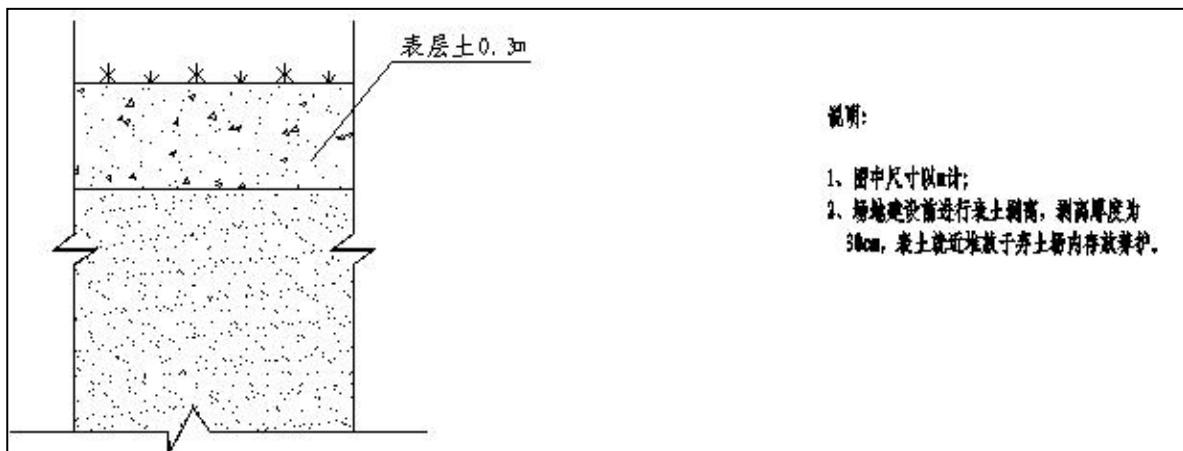


图 5.3-7 典型土壤剥覆剖面示意图

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黄土覆盖层，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、将废石或排弃岩、土、渣填充在底部并填平压实，表层覆盖山地黄棕土壤。

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，再将挖出的山地黄棕土壤和耕作层土覆于表面。防渗层及山地黄棕土

壤、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5.3-8及相关指标见表5.3-3。

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1.4t/m³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40-60cm内的土壤干容重达到1.4t/m³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1~3°；并于棱坎项部筑一拦水埂，田埂密实度要求≥0.85，田埂高30cm，顶宽30cm，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0.5m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。

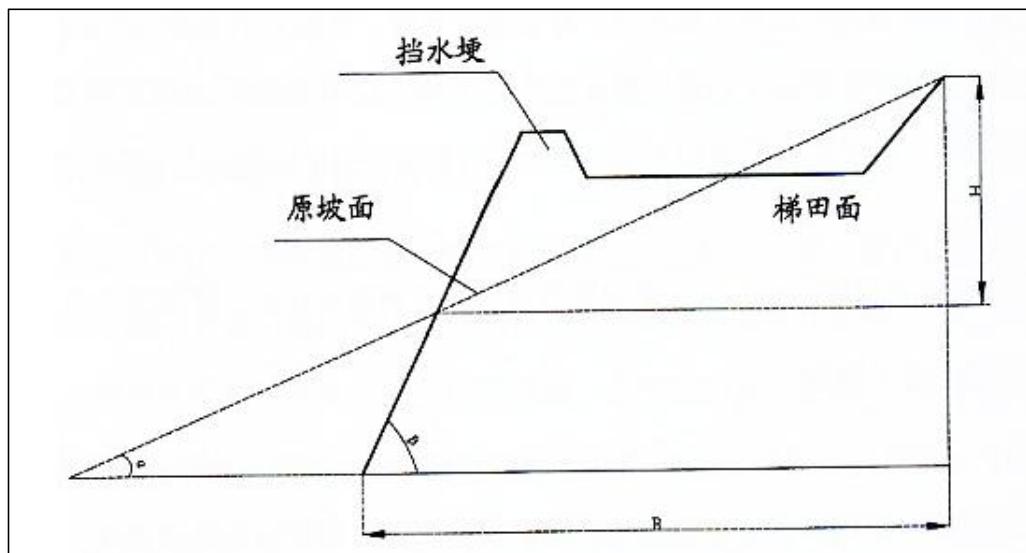


图 5.3-8 水平梯田设计图
表 5.3-3 梯田断面设计要素表

地面坡角 α (°)	坡高 H (m)	坎坡角 β (°)	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

⑤配套工程设计

a、道路修复

为保证道路畅通及当地居民的生产生活需求，需要对造成损毁的现有及新修道路进行修复，修复标准按照原有的道路规格进行修复。

b、新修田间路和生产路

田间路设计可通行农用车即可，连接公路与耕地或耕地与耕地之间，沉稳后对道路进行修筑，并根据耕地分布情况新修田间道路，路基宽度 4.0m，泥结石路面，路面宽度 3.0m。应尽量利用原有合格的道路系统，或在原有道路系统的基础上改建，并与现有道路系统连接，新修田间道路生产道路设计路宽为 1.0-2.0m，采用 30cm 的素土压实（图 5.3-9）。

c、灌溉设施

旱地为无灌溉设施的耕地，主要依靠自然降水。

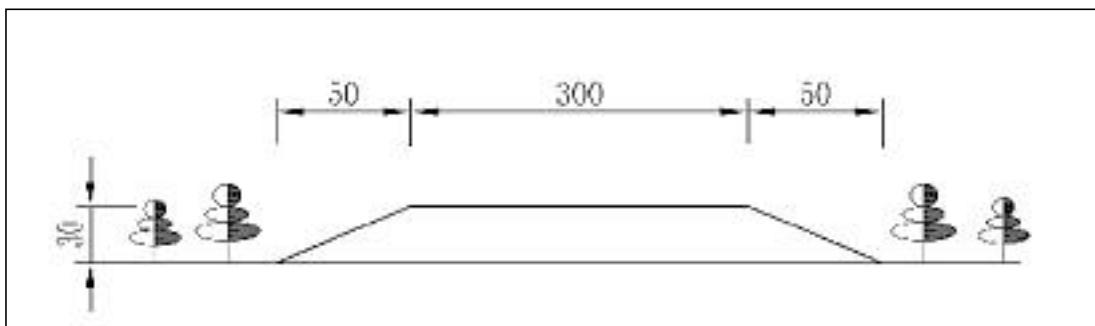


图 5.3-9 田间道路典型设计示意图

⑥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。白石沟钼钒矿区耕地土壤以山地黄棕土壤为主，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。根据本矿区内地质情况，适宜当地农作物高产的有机肥施入量为 $4500\text{kg}/\text{hm}^2$ ，增施化肥 $500\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

(12) 沉陷区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 $0.5\text{-}1.5\text{m}$ ，阶长依地形而定，阶间距 $1.5\text{-}2.0\text{m}$ ，有埂或无埂。

4) 坡度较陡区整地。一般多采用鱼鳞坑。坡土面半圆形，坑面低于坡面，呈水平

或稍向内倾斜凹入，有时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 5.3-4。乔木林地、灌木林地种植规格平面图见图 5.3-10、图 5.3-11。

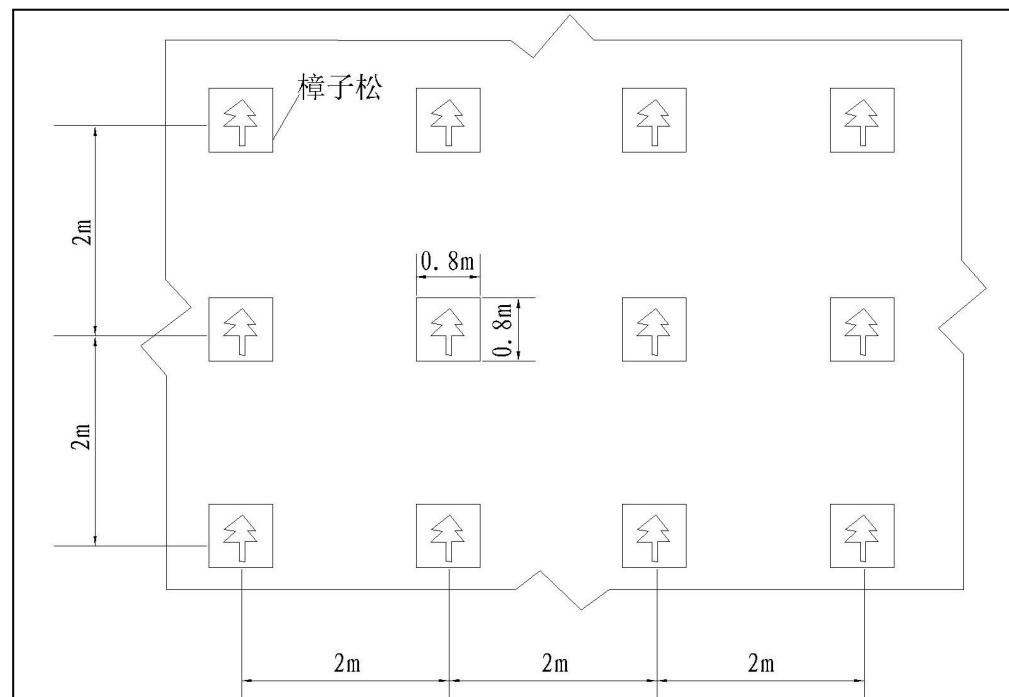


图 5.3-10 樟子松种植规格平面图

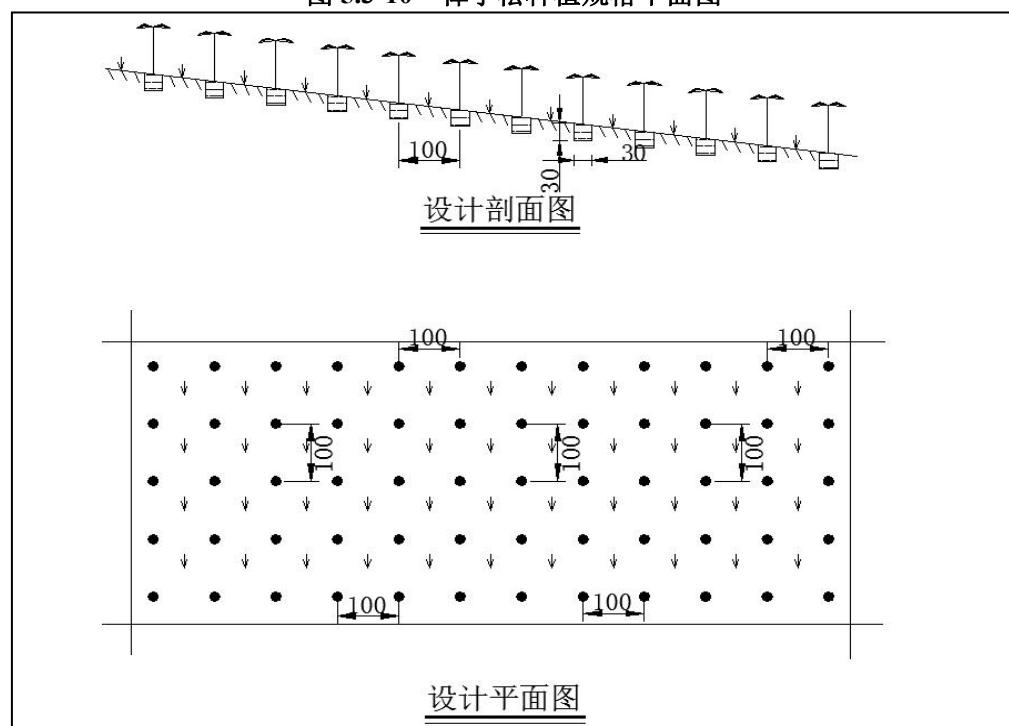


图 5.3-11 紫穗槐种植规格设计图

表 5.3-4 沉陷区造林技术指标表

复垦区域	树草种	株行距 (m)	播种 方式	苗木规格	定植苗量 株/公顷
乔木	樟子松	2×3	播种、扦插法	D0.8~1.5cm	1660
灌木	紫穗槐	1.5×2	扦插法	D0.5~1.0cm	3330

②整地方式

种树季节在春季、夏季、秋季进行整地，灌木采用穴状整地 30*30*30cm。

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，灌木填高约高于原土痕 5cm，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。

(13) 沉陷区草地复垦单元工程设计

①草地工程复垦技术要求

矿山开采沉陷影响区内草地面积较大，沉陷对草原生态系统的影响较大，使生长量、生物量、物种量、草地景观等都发生了变化，具体复垦方法如下：

- 1) 裂缝处理是沉陷草地整理最主要的方式。
- 2) 沉陷严重的草坡地，根据黄土层的厚度，选择不同的整地方式。充填裂缝后对整治区进行封育。在永久裂缝过度带区应根据实际情况修筑水平梯田。
- 3) 土地整理后，选择优良草种，进行草地改良，发展畜牧业。

- 4) 严禁复垦恢复过渡阶段放牧, 对复垦后的草地应设置围栏进行封育管理。
 5) 有条件的块地, 可根据要求改变土地用途, 或用作耕地, 或用作经济林地。

②补播草籽技术模式

地面处理: 对补播地段进行松土, 清除有毒有害杂草, 待雨季补播草籽。

③补播设计

为改良沉陷区牧草地, 进行人工补播, 选用草籽为紫花苜蓿等, 补播技术指标参见表 5.3-5, 典型设计见图 5.3-12。

表 5.3-5 沉陷区补播草籽技术指标值

树种	播深 (m)	种子规格	定植苗量 (Kg/公顷)
羊胡草	2~3cm	一级种	20.00

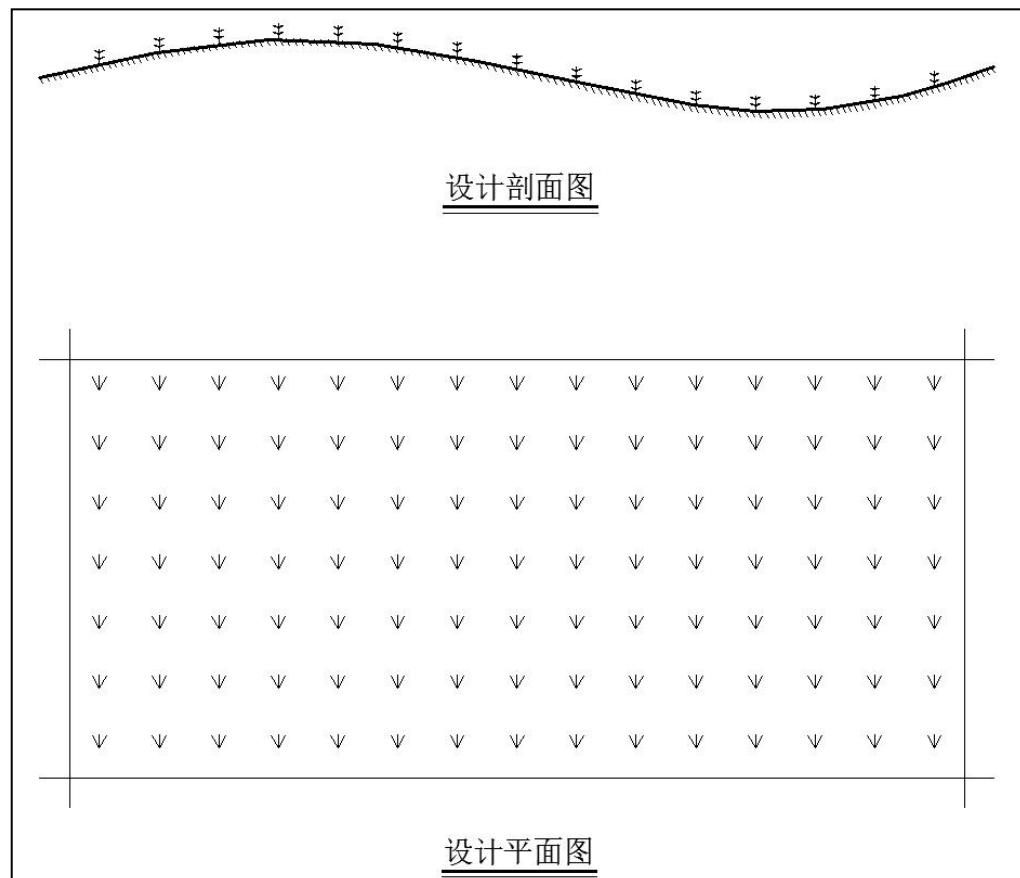


图 5.3-12 草地复垦设计图

④管理和利用

补播地段进行封育管理、禁止放牧, 禁牧期间可以刈割利用, 刈割最佳期为初花期, 留茬高度为 5~7cm。

(14) 农村宅基地复垦单元工程设计

农村宅基地主要为房屋修复, 复垦方向保持原地类不变, 详见地质环境恢复治理工

程中设计。

(15) 异地搬迁农村宅基地复垦单元工程设计

异地搬迁农村宅基地旱地复垦方向的工程设计与工业场地基本一致。首先应将宅基地上的废弃建筑物拆除、挖除地基、剥离硬化地面，然后对场地进行平整，然后进行客土覆土；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。

①清理工程

异地搬迁后，对废弃宅基地进行拆除，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。

经调查，农村宅基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 $0.6m^3/m^2$ 。

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。

②土地平整

利用平地机、推土机等机械进行平整，消除地表附加坡度。

③客土覆土

场地平整后，对该复垦单元进行客土覆土，覆土厚度 60cm。

④土壤培肥

矿区范围内土地资源较少，因此在工业场地拆除后采用客土覆土，土源采用外购土源，然后的生土熟化，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。

(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

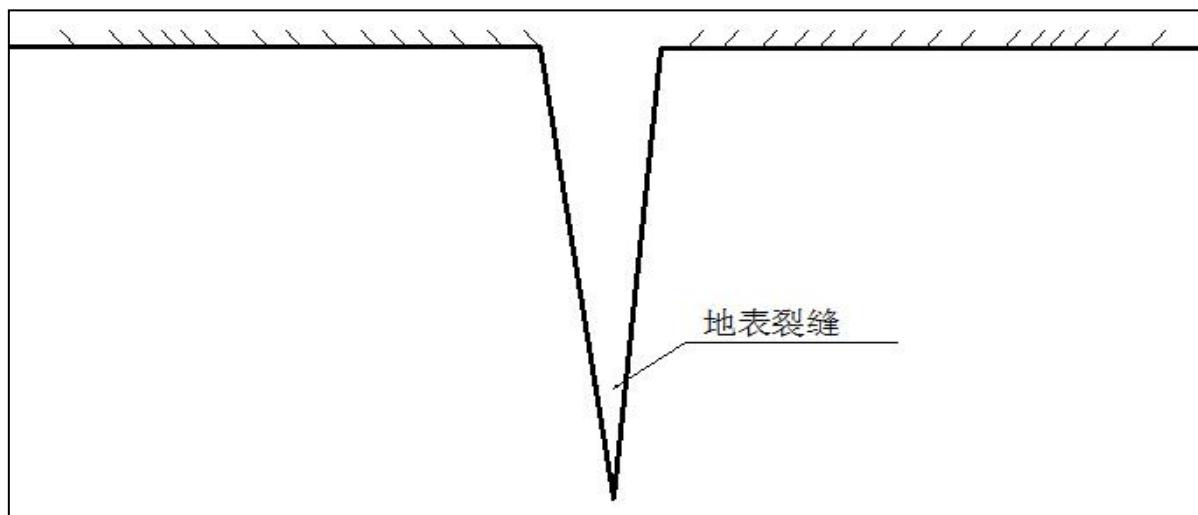
矿区土壤较薄，对于裂缝没有贯穿土层的较轻、中度损毁的裂缝地，采用填堵裂缝的方法进行整治。将裂缝地挖开，用黄土逐层夯实即可。对于稳定的沉陷地也可用填堵法暂时恢复土地的生产力，能够保证进行一定的农业生产或林草生长即可，待其稳定后再采取适当的复垦措施。裂缝充填方法见示意图 5.3-13。

②平整土地法

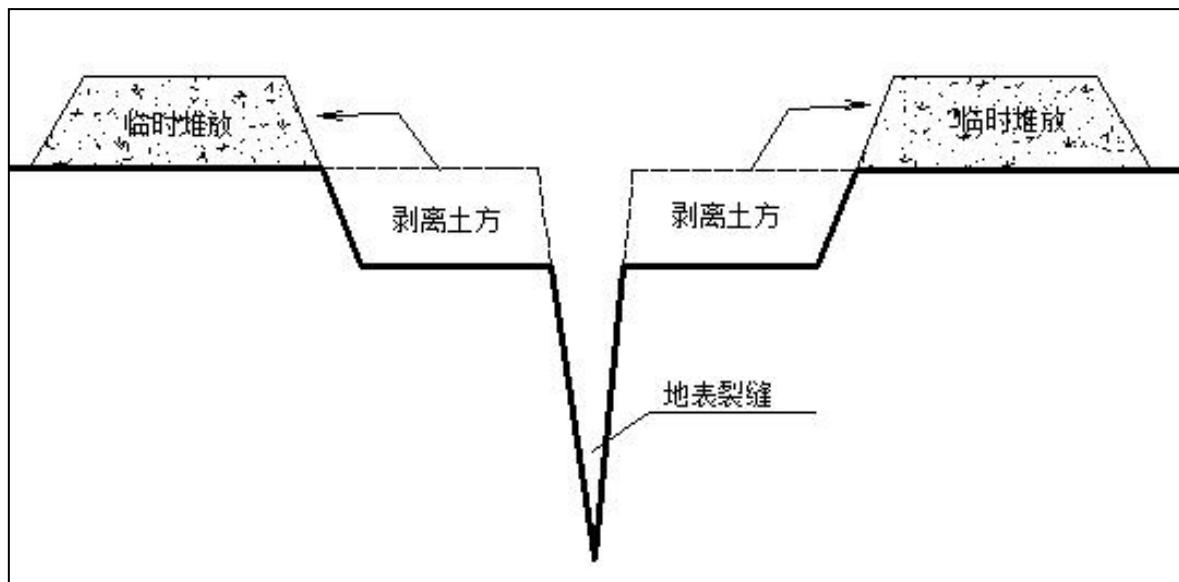
对于已稳定的、沉陷深度（裂缝深度） $\leq 2.0m$ 、本身坡度不大的地块，这些地块的损毁程度不大，对农业生产、林草生长的影响有限，因此采用机械或人工挖方取土，按照不同的机耕条件和灌排条件确定合适的标高和坡度，进行填挖平衡，使各地块的地面坡度保持在规定的标准。

③梯田复垦工艺

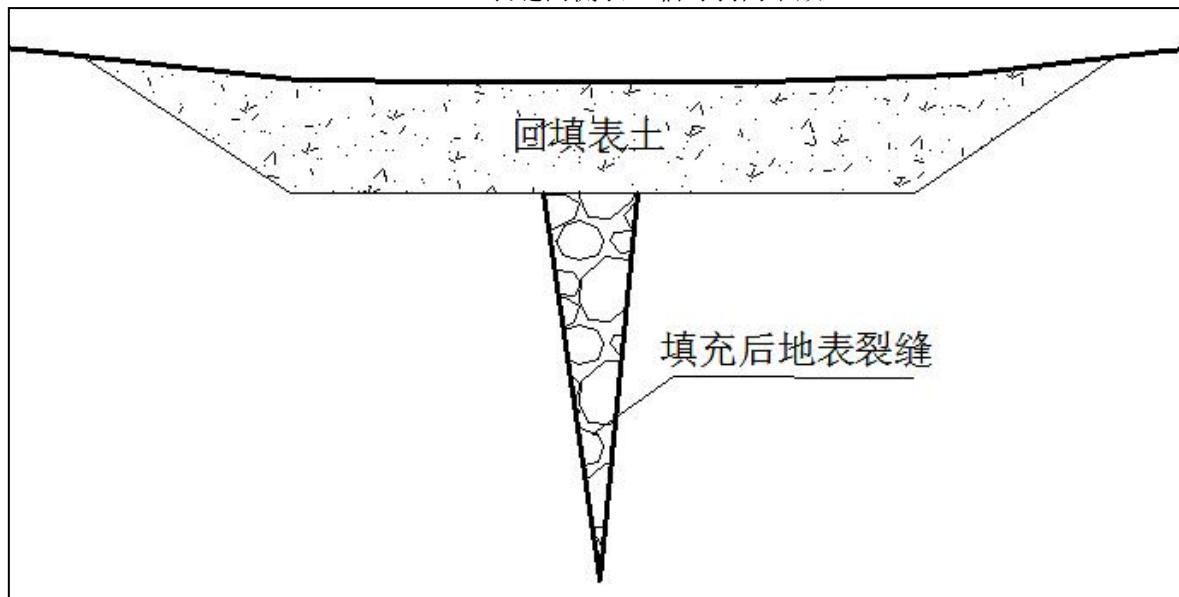
适用于已稳定的、沉陷深度较大、本身坡度起伏较大，甚至呈台阶状的坡耕地。由于本矿区地形以山地为主，因此原有耕地大部分具有一定的坡度，沉陷后可以使当地的地形坡度变化趋于平缓，但部分地区由于裂缝带的存在，坡度也可能陡增。沉陷后的地表坡度在 $2\sim 6^\circ$ 之间时，适用梯田复垦工艺可以沿地形等高线根据高低起伏状况就势修建台田，形成梯田景观，并略向内倾以便拦水保墒。同时要修筑适当的灌排水设施，防止水土流失，从而改善原有的农业生产布局。



A: 地表裂缝形成



B: 裂缝两侧表土临时堆放



C: 裂缝充填表土回覆

图 5.3-13 裂缝充填示意图

(2) 建设挖损、压占损毁区复垦工程措施

采矿活动结束后，及时对工业地场地等地面建（构）筑物进行拆除、清理、平整，然后翻耕恢复为旱地。

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。适合矿区生长的植物见表5.3-6。

表 5.3-6 项目区内适宜生长备选绿化植物一览表

类型	名称	类型	生态习性	栽植特点
乔木	樟子松	常绿乔木	极喜光、根系发达，耐干旱严寒，耐瘠薄土壤	宜移栽大苗，密度 3330 株 / hm ² ，株行距为 1.5m×2m
灌木	紫穗槐	落叶灌木	喜干冷气候，耐寒性强，耐旱能力强亦能耐一定程度水淹，对土壤要求不严，生长迅速，萌芽力强	可用播种、扦插法及分株法繁殖，密度 3330 株 / hm ² ，株行距为 1.5m×2m
草本植物	羊胡子草	草本植物	耐寒冷，耐干旱，深根耐割	撒播，播种量 20kg / hm ²

矿山内村庄、道路、农田周边种植大量樟子松，根据表5.3-6以及矿区环境条件，为使绿化植被协调、统一，乔木林地植被选择乔木樟子松，灌木林地、其他林地选择紫穗槐，草地选择乡土植物胡杨草。

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）。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:

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

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:

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

设每亩沉陷地面裂缝的充填土方量为 V (m³), 则 V 可按如下经验公式计算:

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

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 5.3-7 和表 5.3-8。

表 5.3-7 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 5.3-8 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 (m ³)	每公顷沉陷地面裂缝土方充填量 V (m ³)
轻度	1.51	22.63
中度	19.87	298.05
重度	126.41	1896.15

(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 $V_{剥}$ (m³), 每公顷地面裂缝长度 U (m), 剥离表土厚度为 h (m), 每侧剥离宽度为 d (m), 则每公顷损毁土地剥离土方量 $V_{剥}$ 的计算公式如下:

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

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 5.3-9。

表 5.3-9 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 (m)	剥离厚度 h (m)	每侧剥覆宽度 d (m)	每公顷剥离土方总量 $V_{剥}$ (m ³)	每公顷覆土土方总量 $V_{剥}$ (m ³)
轻度	199.95	0.30	0.50	59.99	59.99
中度	666.75	0.30	0.60	240.03	240.03
重度	1500.15	0.30	0.80	720.07	720.07

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) 客土覆土工程量测算方法

客土覆土厚度为 0.20m，采用表土场堆放表土进行回覆。

(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 5.3-10。

表 5.3-10 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 (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，为提高耕地及园地的耕种质量，对耕地及园地进行土壤培肥，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，工业场地翻耕后，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。

土壤培肥工程量标准见表 5.3-11。

表 5.3-11 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 ²)
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) 田埂修筑工程量测算方法

经现场勘查，复垦区耕地田块宽度一般在 150~200m，平均按照 180m 计，按照耕地面积/田块宽度，可以得知土埂的长度。土埂断面面积为 0.28m²。每公顷修筑田埂工程量为 27.78m³。

工程量测算方法：耕地田埂土方量=土埂断面面积×土埂长度计算。

(8) 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 0.6m³/m²；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。

(9) 道路工程量测算方法

道路工程包括田间道路及生产道路，田间道路路基宽度 4.0m，泥结石路面，路面宽度 3.0m，高出地面 0.4 米，新修生产道路路宽为 1.0-2.0m，采用 30cm 的素土压实。

工程量测算方法：田间道路按照 0.1km/hm² 密度修筑。生产道路按照 0.2km/hm² 密度修筑。田间道路及生产道路每延米工程量见表 5.3-12。

表 5.3-12 田间道路及生产道路每延米工程量表

道路类型	工程要素	每延米工程量 (m ²)
田间道路	泥结碎石路面	4.15
	路床压实	4.80
生产道路	素土路面	2.15
	路床压实	2.75

(10) 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 5.3-13 园地、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 ²)
乔木林地	樟子松	2×2	穴状整地 80×80×80cm	土球直 20~30cm	2500
灌木林地	紫穗槐	1×1	穴状整地 30×30×30cm	土球直 20~30cm	10000

表 5.3-14 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 ²)
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、复垦工程量

(1) 压占及挖损复垦工程量测算

①工业场地复垦单元工程量测算

表 5.3-15 工业场地复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	工程量								
		砌体拆除 (m ³)	硬化地面和基础拆除 (m ³)	垃圾清运 (m ³)	客土覆土 (m ³)	土地平整 (hm ²)	土壤培肥 (kg)		樟子松 (棵)	穴状整地 40*40cm
							有机肥	化肥		
后期	1.00	7250.0	6780.0	14030.0	6000.0	1.00	15000.0	5000.0	1660	1660

②1#临时弃渣场复垦单元工程量测算

表 5.3-16 1#临时弃渣场复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	工程量				
		客土覆土 (m ³)	土壤培肥 (kg)		樟子松种植 (棵)	穴状整地 40*40cm
			有机肥	化肥		
中后期	1.60	9600.0	24000.0	8000.0	5328	5320

③2#临时弃渣场复垦单元工程量测算

表 5.3-17 2#临时弃渣场复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	工程量				
		客土覆土 (m ³)	土壤培肥 (kg)		樟子松种植 (棵)	穴状整地 40*40cm
			有机肥	化肥		
中后期	2.90	17400.0	43500.0	14500.0	9657	9657

④供电线路塔基复垦单元工程量测算

表 5.3-18 供电线路塔基复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	工程量								
		砌体拆除 (m ³)	硬化地面和基础拆除 (m ³)	垃圾清运 (m ³)	客土覆土 (m ³)	土地平整 (hm ²)	土壤培肥 (kg)		樟子松 (棵)	穴状整地 40*40cm
							有机肥	化肥		
中期	0.02	60	120.0	180.0	120.0	0.02	300.0	100.0	33	33

⑤供电线路临时设施复垦单元工程量测算

表 5.3-19 供电线路临时设施复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	工程量					
		垃圾清运 (m ³)	土壤培肥 (kg)		樟子松 (棵)	穴状整地 40*40cm	
			有机肥	化肥			

后期	0.28	880.0	4200.0	1400.0	465	465
----	------	-------	--------	--------	-----	-----

⑥供水工程泵房复垦单元工程量测算

表 5.3-20 供水工程泵房复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	工程量						
		砌体拆除 (m ³)	硬化地面和基础拆除 (m ³)	垃圾清运 (m ³)	客土覆土 (m ³)	土地平整 (hm ²)	土壤培肥 (kg)	
							有机肥	化肥
后期	0.08	400.0	480.0	880.0	480.0	0.08	1200.0	400.0
							133	133

⑦供水管线复垦单元工程量测算

表 5.3-21 供水管线复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	工程量					土壤培肥 (kg)	
		表土剥覆 (m ³)	土地平整 (hm ²)	表土回覆 (m ³)	土壤培肥 (kg)		有机肥	化肥
					有机肥	化肥		
中期	1.20	9600.0	1.20	9600.0			18000.0	6000.0

⑧平硐及回风斜井场地复垦单元工程量测算

表 5.3-22 平硐及回风斜井场地复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	工程量						
		砌体拆除 (m ³)	硬化地面和基础拆除 (m ³)	垃圾清运 (m ³)	客土覆土 (m ³)	土地平整 (hm ²)	土壤培肥 (kg)	
							有机肥	化肥
后期	0.65	900.0	2700.0	3600.0	2700.0	0.45	6750.0	2250.0
							747	747

⑨异地搬迁宅基地复垦单元工程量测算

表 5.3-23 异地搬迁宅基地复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	工程量						
		砌体拆除 (m ³)	硬化地面和基础拆除 (m ³)	垃圾清运 (m ³)	客土覆土 (m ³)	土地平整 (hm ²)	土壤培肥 (kg)	
							有机肥	化肥
中期	1.10	13200.0	6600.0	19800.0	6600.0	1.10	1.10	16500.0
								5500.0

⑩表土场复垦单元工程量测算

表 5.3-24 表土场复垦工程量汇总表

复垦阶段	复垦面积 (hm ²)	工程量						
		工业场地等表土剥离 (m ³)	土地平整 (hm ²)	土地翻耕 (hm ²)	土壤培肥 (kg)		有机肥	化肥
					有机肥	化肥		
后期	0.20	29500.00	0.20	0.20			300.0	100.0

(2) 沉陷损毁复垦工程量测算

①裂缝充填工程量测算

方案中后期裂缝充填工程量见表 5.3-25。

表 5.3-25 中后期裂缝充填工程量表

损毁程度	复垦工程量	0103	0301	0305	0307	0404	0702	合计
		旱地	乔木林地	灌木林地	其他林地	其他草地	农村宅基地	
轻度	面积 (hm ²)	10.05	64.15	0.55	0.44	0.83	1.11	77.13
	填堵夯实土方 (m ³)	176.74	1295.79	2.49	0.91	0.45	4.30	1480.68

中度	面积 (hm ²)	7.83	11.61	0.60	1.45	0.16	2.18	23.83
	填堵夯实土方 (m ³)	2333.73	3460.36	178.83	432.17	47.69	649.75	7102.53
合计	面积 (hm ²)	15.64	68.87	0.71	1.49	0.18	2.37	89.26
	填堵夯实土方 (m ³)	2510.47	4756.15	181.32	433.08	48.14	654.05	8583.21

②土壤剥覆工程量测算

方案中后期工程量见表 5.3-26。

表 5.3-26 中后期表土剥覆工程量表

损毁程度	复垦工程量	0103	0301	0305	0307	0404	0702	合计
		旱地	乔木林地	灌木林地	其他林地	其他草地	农村宅基地	
轻度	面积 (hm ²)	10.05	64.15	0.55	0.44	0.83	1.11	77.13
	表土剥离量 (m ³)	1022.83	6187.97	33	26.4	49.79	66.59	7386.57
	表土覆土量 (m ³)	1022.83	6187.97	33	26.4	49.79	66.59	7386.57
中度	面积 (hm ²)	7.83	11.61	0.60	1.45	0.16	2.18	23.83
	表土剥离量 (m ³)	1879.43	2786.75	144.02	348.04	38.40	523.27	5719.91
	表土覆土量 (m ³)	1879.43	2786.75	144.02	348.04	38.40	523.27	5719.91
合计	面积 (hm ²)	15.64	68.87	0.71	1.49	0.18	2.37	89.26
	表土剥离量 (m ³)	2347.96	6221.78	150.62	350.44	39.60	534.66	9645.06
	表土覆土量 (m ³)	2347.96	6221.78	150.62	350.44	39.60	534.66	9645.06

③土地平整工程量测算

矿区大部分位于山区，林地和草地不适合大规模的土地平整，在耕地复垦区适合土地平整。方案中后期土地平整工程量见表 5.3-29。

表 5.3-27 中后期土地平整工程量表

损毁程度	复垦工程量	013 旱地	合计
轻度	面积 (hm ²)	10.05	10.05
	表土剥离量 (m ³)	1022.83	1022.83
	表土覆土量 (m ³)	1022.83	1022.83
中度	面积 (hm ²)	7.83	7.83
	表土剥离量 (m ³)	1879.43	1879.43
	表土覆土量 (m ³)	1879.43	1879.43
合计	面积 (hm ²)	15.64	15.64
	表土剥离量 (m ³)	2347.96	2347.96
	表土覆土量 (m ³)	2347.96	2347.96

④土壤培肥工程量测算

根据本矿山内农用地调查和对当地农民咨询，熟土适宜当地农作物高产的有机肥施入量为每年 500kg/hm²，化肥施用量为 150kg/hm²，本方案设计对土壤培肥 3 年。在耕地和园地复垦区进行土壤培肥。方案中后期土壤培肥工程量见表 5.3-28。

表 5.3-28 中后期土壤培肥工程量表

损毁程度	复垦工程量	0103 旱地	合计
轻度	面积 (hm ²)	10.05	10.05
	农家肥 (kg)	25575.00	25575.00
	无机肥 (kg)	7672.00	7672.00
中度	面积 (hm ²)	7.83	7.83
	农家肥 (kg)	11745.00	11745.00
	无机肥 (kg)	3523.50	3523.50
合计	面积 (hm ²)	15.64	15.64
	农家肥 (kg)	23460.00	23460.00
	无机肥 (kg)	7038.00	7038.00

⑤田埂修筑工程量测算

在耕地复垦区进行田埂修筑工程, 方案适用期(近期)土壤培肥工程量见表 5.3-32, 中后期土壤培肥工程量见表 5.3-29。

表 5.3-29 中后期田埂修筑工程量表

损毁程度	复垦工程量	0103	合计
		旱地	
轻度	面积 (hm ²)	10.05	10.05
	田埂修筑 (m ³)	473.99	473.99
中度	面积 (hm ²)	7.83	7.83
	田埂修筑 (m ³)	217.67	217.67
合计	面积 (hm ²)	15.64	15.64
	田埂修筑 (m ³)	434.79	434.79

⑥道路工程量测算

道路工程在耕地修筑, 田间道路按照 0.1km/hm² 密度修筑。生产道路按照 0.2km/hm² 密度修筑。方案中后期土壤培肥工程量见表 5.3-30。

表 5.3-30 中后期道路工程量一览表

道路类型	复垦工程量	0103	每公顷工程量	合计
		旱地	(hm ²)	
田间道路	泥结碎石路面	17.88	8300	103252
	路床压实	17.88	9600	119424
生产道路	素土路面	17.88	8600	106984
	路床压实	17.88	11000	136840

⑧生物措施工程量测算

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。方案中后期土壤培肥工程量见表 5.3-31。

表 5.3-31 中后期复垦植被工程量汇总表

复垦阶段	损毁程度	一级地类	二级地类	土地面积 (hm ²)	树种	植播方式	单位面积数量 (/ hm ²)	单位	工程量 (棵)
中期	轻度	林地	乔木林地	57.26	樟子松	穴状整地	2500	株	14315
			灌木林地	0.11	紫穗槐		10000		110

		其他林地	0.04					40
	草地	其他草地	0.02	羊胡草	撒播	45	kg	0.18
中度	林地	乔木林地	11.61	樟子松	穴状整地	2500	株	5805
		灌木林地	0.6	10000		1200		
		其他林地	1.45			紫穗槐		2900
		其他草地	0.16	羊胡草	撒播	45	kg	2.88
合计	樟子松 (不含近期补种树木)						株	8648
	紫穗槐 (不含近期补种树木)						株	3410
	羊胡草						kg	3.06
	穴状整地 80*80cm (不含近期补种树木整地)						穴	8648
	穴状整地 30*30cm (不含近期补种树木整地)						穴	3410

注：1、对于沉陷已损毁及沉陷拟损毁区生态恢复中补植工程量计算中，轻度损毁区、中度损毁区、重度损毁区分别按照原有损毁面积的10%、20%、30%进行统计，中期樟子松、紫穗槐数量已减掉近期补种数量。

四、含水层破坏修复

(一) 目标任务

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。

(二) 工程设计与技术措施

考虑到含水层自身的特性，本方案不分期对其进行治理，以下几点减缓措施在矿山开采的全期都应积极地采取，以减轻含水层受到开采的影响。

1、加强废水资源化利用

矿山生产期产生的污废水均应实现资源化，不外排，基本做到工业生产不抽采新鲜地下水。应严格落实生活污水、矿井水影响防护及回用措施，加大环保管理力度，确保项目污废水达标处理，生活污水全部回用，矿井水大部分回用。

2、排供结合

此方式不但可以使有限的地下水资源充分利用，服务于评估区工农业生产，而且为后期矿山也提供了良好的开采技术条件，减少涌水的隐患，提高矿山开采效率。

3、加强管理

矿山应加强对矿区及周边地区地下水位动态监测，制定供水应急方案，发现地下水位下降，及时解决因矿山开采导致居民生产、生活用水困难问题。

4、加强监测

监测工程详见矿山地质环境监测工程中地下水监测工程布置。

(三) 主要工程量

监测井及监测工程量详见矿山地质环境监测工程中地下水监测工程布置。

五、水土环境影响修复

(一) 目标任务

本方案提出的水土环境影响修复措施主要是为了减缓矿山开采后地面塌陷对土壤理化性质的破坏，减轻污水排放对地下水的影响。

(二) 工程设计与技术措施

本方案不分阶段对其进行治理，以下几点减缓措施在矿山开采的全过程都应积极地采取。

1、加强管理

- (1) 建立设备管理责任制，落实设备管理责任人，管理人应定期巡查污水设备运行情况，发现异常尽快处理，避免造成水处理系统事故；
- (2) 定期对处理、储存污水的相关设施、设备等进行检修，确保设施的正常运行，减少故障率；
- (3) 定期对各类水池进行清淤，保证储水容量，增加存水缓冲能力；
- (4) 定期对回用水管线进行巡查和检修，保证管道的畅通和完好；
- (5) 加强消防水收集，确保消防污水收集进入矿井水处理站；

2、矿井水在线监测

对矿井水外排口安装在线监测系统（联网），进行实时监控矿井水位、水质，以便尽早发现设备运行异常，及时治理。

3、土壤监测和人工巡查

矿山应加强对塌陷区土壤定期进行重金属离子、PH值等项目的监测和人工巡查，发现异常，加密观测，并确定影响范围，及时通过生物、化学、物理等联合修复方式进行土壤置换、改良，减缓对土壤理化性质的破坏和土体的影响。

水土影响物处理方式见表 5.5-1。

表 5.5-1 水土影响物处理方式

影响物类别	处理工艺
矿井水	采用混凝、沉淀、过滤、消毒处理工艺
工业场地生活污水	采用综合埋地污水处理设备及消毒、过滤等水处理工艺
废石	运营期废石回填井下或者堆放于废石
废机油	专人管理，分类存放，并设置警示标志

其他固体废物	生活垃圾送环卫部门统一处理
--------	---------------

(三) 主要工程量

白石沟钼钒矿设置沉淀池，废水经沉淀池处理后内部使用不外排。固体废弃物影响统一收集堆放，定期由环卫部门统一清运。白石沟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。水土影响监测工作量详见下一小节。

六、矿山地质环境监测

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

矿山生产产生的主要地质环境问题为：地面塌陷及伴生地面裂缝等不稳定地质体，含水层、地形地貌景观和水土影响的影响和破坏。因而，矿山地质环境监测包括不稳定地质体、含水层、水土影响与地形地貌景观的监测。监测工作由白石沟钼钒矿负责并组织实施，加强对本方案实施的组织管理和行政管理，自然资源管理部门负责监督管理。

(一) 目标任务

针对受塌陷影响的区域，对地面塌陷、道路以及村庄等实施不稳定地质体监测方案；针对受影响村庄民井、基岩水文井等实施含水层监测方案；针对采空区和各阶段开采区土壤实施水土影响监测方案。

具体监测目的任务如下：

(1) 地面塌陷监测目的一方面是要抓住地面塌陷的前兆现象；另一方面是取得这些前兆现象变化过程资料，以便分析判断其发展趋势，为及时采取应急措施提供依据。

(2) 掌握矿山工程建设及运行对矿山及其周边地质环境的影响程度及发展变化，为矿区地质环境恢复治理提供依据，为矿区不稳定地质体防治提供依据。

(3) 了解以往矿山地质环境治理工程的有效性和安全性，查漏补缺，及时修正、完善矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）。

(4) 为政府管理部门检查、监督和兑现保证金制度提供依据。

(5) 为竣工验收提供专项报告;

(6) 为同类工程提供可比资料。

矿地质环境监测技术路线见图 5.6-1。

1、监测目标

(1) 不稳定地质体

根据工作面布置，在矿山开采的同时，对位于开采区内和保安矿柱边界处的重要建（构）筑物部署专门的监测点进行监测，尤其是采矿活动随即引发的不稳定地质体进行监测，随时掌握建（构）筑物受影响程度，出现异常情况时，对遭到损坏的地面上建（构）筑物及时进行加固、维修，及时组织受威胁人员安全转移，及时调整开采方案，在不稳定地质体危险段设置防护栏和警示牌，确保人民生命财产和重要建（构）筑物的安全。

(2) 含水层

根据工作面布置，在矿山开采的同时，选取评估区内水井、基岩水文井，监测评估区内含水层，随时掌握水井水位、水量、水质变化，当出现异常情况时，及时调整井下回采方案或其它措施，减缓对含水层的影响。

(3) 地形地貌景观

通过地面巡查，掌握本矿山生产引发地面塌陷等不稳定地质体对地形地貌景观产生影响或破坏，分析矿山地质环境总体变化趋势。

(4) 水土影响

根据各工业场地污水处理方法、位置，选取监测点，监测水体流量、水质，并设置地表水监测点，当出现异常情况时，及时调整污水处理方案或其它措施，减缓其影响。在近期和中期布设壤影响元素监测点。

根据工作面布置，在矿山开采的同时，选取各阶段开采区土壤受影响区，监测土壤理化性质。

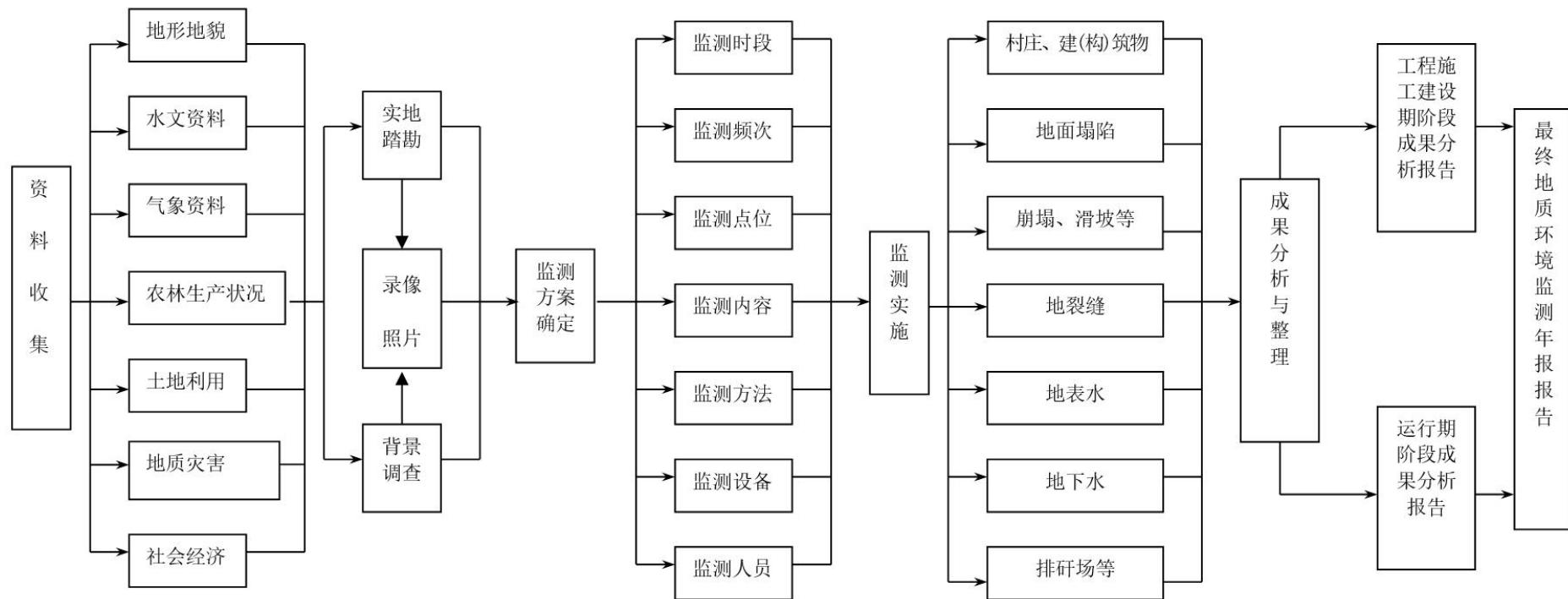


图 5.6-1 地质环境监测技术路线图

2、监测任务

（1）不稳定地质体

- ①对区内不稳定地质体布设监测点，重点监测不稳定地质体变形迹象及雨情；
- ②对区内地面塌陷或塌陷隐患区域设置不稳定地质体位移监测点，重点监测受地面塌陷损坏位移变化；
- ③对区内 2 个村庄分别设置监测点，重点监测房屋裂缝情况；
- ④对区内受影响的道路设置监测点，重点监测地面塌陷、地面裂缝对道路损坏情况；
- ⑤对区内受影响的输电线路等重要基础设施设置监测点，重点监测地面塌陷、地面裂缝对塔基等损坏情况。

（2）含水层

水量、水位监测：村庄水井、工业场地水井、基岩水文孔；

水质监测：为简分析、全分析所检测的项目。

（3）地形地貌景观

监测内容主要为地表高程、地形坡度的变化和较大裂缝对地形地貌景观、植被生长的影响情况等。

（4）水土影响

水体监测：污水处理站水质；

土壤监测：土壤理化性质。

（二）监测设计与技术措施

本次监测范围为地质环境治理评估范围，考虑到治理工程划分为 3 个阶段，因此，监测工作以近期为主，兼顾中后期各阶段监测工作。

1、不稳定地质体监测

（1）监测点部署

全区不稳定地质体监测点布设 23 处，监测点位置见附图 6。

①不稳定地质体监测

不稳定地质体监测点：**D₁**、**D₂**、**D₃**，对区内 H01 不稳定地质体及工业场地边坡进行监测，监测不稳定地质体所在坡体的稳定性，通过水准测量手段对其水

平位移和垂直位移进行监测。

地面沉陷监测点 D₄~D₂₃：对区内矿山开采可能引发的地面塌陷及链生不稳定地质体进行监测，尤其是采矿活动随即引发的不稳定地质体进行监测。

②房屋、道路、供水管线、输电线路监测

对评估区进行全区监测，通过人员巡查的方式，对区内的房屋、道路、供水管线、输电线路等进行监测。

③监测频率及时间

监测频率：每月1次，雨季及发现变形异常时须加密观测。

监测次数：根据监测点处地表移动延续时间长短分别确定，矿山开采后地面塌陷延续时间为2年。

由白石沟钼钒矿专人或委托有资质的单位定时监测，记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，接受地质环境管理部门负责监督。

（2）监测设计

①不稳定地质体监测设计

不稳定地质体监测点：D₁、D₂、D₃，监测内容及方法如下：

1) 监测内容：重点监测边坡变形部位，如裂缝、滑面（带）等两侧点与点之间的相对位移量，测量出变形量及变形速率。包括不稳定地质体体的体积，边坡的高度，不稳定地质体裂缝、不稳定地质体鼓丘的变化，滑动带部位、滑痕指向、倾角，滑带的组成和岩土状态，裂缝的位置、方向、深度、宽度，滑带水和地下水的情况，泉水出露地点及流量，地表水体、湿地分布及变迁情况，不稳定地质体带内外建筑物、树木等的变形、位移情况。

2) 测点布设：可在不稳定地质体和塌陷变形体前缘或后缘处设置骑缝式简易观测标志，如打入木桩、钉拉绳、画线、贴纸条，或水泥砂浆贴片等观测坡体滑移变化情况。

3) 监测方法：主要采用钢尺、水泥砂浆片等。在不稳定地质体裂缝、崩滑面、软弱带上贴水泥砂浆片等，用钢尺定时测量其变化（张开、闭合、位错、下沉等）。同时，采用常规的变形追踪地质调查法，进行人工巡查，定期监测不稳定地质体出现的各种细微变化，调查路线应穿越、控制整个不稳定区。

②地面塌陷监测设计

地面沉陷监测点 D₄~D₂₃，监测内容及方法如下：

1) 监测内容: 地表变形监测内容主要包括: 地表下沉量、塌陷区数量, 塌陷面积, 塌陷坑深度、积水深度, 塌陷破坏程度、塌陷速度、建(构)筑物开裂破坏程度等; 地裂缝数量、最大地裂缝长度、宽度、深度走向等。分析塌陷趋势, 做好塌陷坑变形监测和临灾预警。重点监测受地面塌陷损坏位移变化; 地面塌陷、地裂缝对建构筑物、道路的损坏情况。

2) 监测点布设: 结合圈定的两个地表岩石移动范围, 布置 20 个地面塌陷、地裂缝。

3) 监测方法: 一般采空区塌陷的监测采用仪器测量和人工观测相结合的方式监测。本区矿体薄, 矿体顶底板围岩坚固, 以往未发现采空区地表塌陷、裂隙现象, 因此本方案建议对采空区地表岩石移动范围内进行人工观测为主, 仪器观测为辅的方式开展。

人工观测地表变形迹象: 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、植物变态、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。观测地面裂隙变形特征, 分析变形趋势, 并采取相应的预防措施, 如裂隙填埋、预警、在裂隙区设置刺丝围墙和警示牌。

仪器观测采用图根水准测量对地面建(构)筑物和地表开裂进行监测。测量仪器采用 S3 型水准仪配合区格木质双面标尺。观测误差应 $<25\text{mm}/\text{km}$ 。

③房屋、道路、供水管线、输电线路监测设计

全区巡查: 通过人员巡查的方式, 对区内房屋、输电线路、通村公路、山间土路进行巡查, 监测区内地面塌陷及伴生裂隙的发育, 监测不稳定地质体对管线、道路的受破坏程度, 地面裂隙变形采用地面观察及钢尺丈量等方法。

(3) 技术要求

①全面观测

包括各工作测点平面坐标和高程测量, 各测点间的距离测量和支距测量。水准观测: 主要是工作测点的高程测量。

要求: 同一点高程差不得大于 10mm, 支距差不得大于 30cm, 同一边的长度差不大于 4mm 时, 取平均值作为观测的原始数据。

②地表破坏的测定和编录

记录和描述地表出现的地面裂缝，地面塌陷等的几何尺寸、形态和时间；房屋裂缝的几何尺寸、形态和时间。

要求：在采动过程中，不仅要及时地记录和描述地表出现的裂缝，塌陷的形态和时间，还要记载每次观测时的相应工作面位置、采厚、推进速度、顶板陷落情况等有关情况。

为了保证所获得观测资料的准确性，每次观测应在尽量短的时间内完成，特别是在移动活跃阶段，水准测量必须在一天内完成，并力争做到高程测量和平面测量同时进行。

③人工巡查

人工巡查按照3人一组，每月至少巡查1次，并及时记录巡查结果。

2、含水层监测

（1）监测点部署

拟在矿区内布设7个监测点，编号为S1~S7 监测点主要为泉、河流、矿坑排水、涌水监测，监测点位置附图6。

监测点位置如下：

S1：白石沟上游点测点，监测水量、水质（利用白石沟沟道布设）；

S2：白石沟中游点测点，监测水量、水质（利用白石沟沟道布设）；

S3：白石沟下游点测点，监测水量、水质（利用白石沟沟道布设）；

S4：井下涌水量监测点，监测水量、水质（利用矿山平硐布设）；

①S5 钻孔设计

S5 钻孔为水文长观孔，钻孔施工工序为：

1、开孔Φ133mm 钻进至基岩 5m，约 15m 深；

2、扩孔之后，下入Φ219mm 套管（过滤管孔隙率 25%以上，滤孔直径 15--20mm，砾石直径 2-3mm）；

3、进行抽水试验；

4、抽水试验完成后，水位恢复稳定后，下入水位监测仪；

5、观测第四系更新统含水层水位。

6、根据采掘进度，当开采至本钻孔附近时，应对观测孔进行全孔封闭。

②S6 钻孔施工设计

S6 钻孔为水文长观孔，钻孔施工工序为：

- 1、开孔Φ133mm 钻进至基岩 5m, 约 16m 深;
- 2、扩孔之后, 下入Φ219mm 套管 (过滤管孔隙率 25%以上, 滤孔直径 15--20mm, 砾石直径 2-3mm);
- 3、进行抽水试验;
- 4、抽水试验完成后, 水位恢复稳定后, 下入水位监测仪;
- 5、观测第四系更新统含水层水位。
- 6、根据采掘进度, 当开采至本钻孔附近时, 应对观测孔进行全孔封闭。

③S7 钻孔施工设计

S7 钻孔为水文长观孔, 钻孔施工工序为:

- 1、开孔Φ133mm 钻进至基岩 5m, 约 16m 深;
- 2、扩孔之后, 下入Φ219mm 套管 (过滤管孔隙率 25%以上, 滤孔直径 15--20mm, 砾石直径 2-3mm);
- 3、进行抽水试验;
- 4、抽水试验完成后, 水位恢复稳定后, 下入水位监测仪;
- 5、观测第四系更新统含水层水位。
- 6、根据采掘进度, 当开采至本钻孔附近时, 应对观测孔进行全孔封闭。

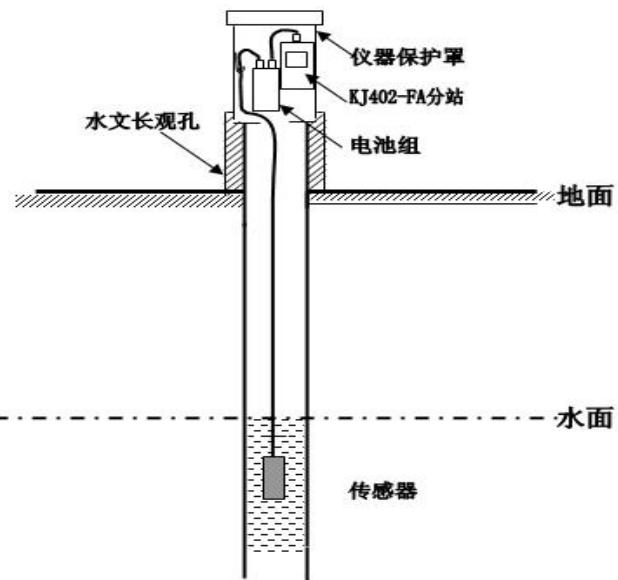


图 5.6-2 含水层监测井示意图

(2) 监测频率及时间

监测频率: 水量、水位每月监测 1 次, 测量水井和基岩水文孔水位。含水层水质每季度监测 1 次, 取 1 组水样进行分析, 平水期进行简分析, 丰水期和枯水

期进行全分析。发现变化异常情况时须加密观测。

监测时间：监测点水位、水质监测时间为长期监测。

含水层监测应由矿山企业负责或委托具有资质的单位进行监测。

(3) 监测方法

①流量大小，选择容积法、堰测法或流速仪法测量。必须按其测量方法要求进行操作。

②水位应测量静水位、稳定动水位埋藏深度与高程，可选择电测水位计、自计水位仪或测绳测量。

③矿井涌水量，采用水泵排量法进行测量。

④水质分析方法采用原国家环保局《水和废水监测分析方法》(第四版)。

(4) 技术要求

①做好观测点的管理工作，使观测位置在同一个点上。

②含水层监测的方法和精度满足《地下水监测规范》(SL/T183—2005)。

3、地形地貌景观监测

(1) 监测频率及时间

共布设 20 个人工巡查点 (P1-P20)，每点每月 1 次。

(2) 监测方法

矿山生产对地形地貌景观的影响主要反映在地面的形变上，方案选择人工巡查。

4、水土影响监测

(1) 监测点部署

监测点布设：在工业场地生活污水处理站、五处平硐口沉淀池、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场共设置 8 个水影响监测点，在 1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、白石沟沟道附近共布设 4 个土壤影响元素监测点。监测点位置见附图 6。

①水影响监测

M₁：布设于工业场地生活污水处理站处理出水口处；

M₂-M₆：布设于五处平硐口沉淀池；

M₇：布设于 1#临时弃渣场；

M₈：布设于 2#临时弃渣场。

②土壤影响元素监测

N₁: 布设于白石沟中游耕地;

N₂: 布设于白石沟下游耕地;

N₃: 布设于 1#临时弃渣场;

N₄: 布设于 2#临时弃渣场。

(2) 监测内容及时间

①监测内容

物理破坏情况以及 pH、镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌共 8 项。

②监测频率及时间

水质每季度监测 1 次，取 1 组水样进行分析，平水期进行简分析，丰水期和枯水期进行全分析。

土壤环境质量每季度监测 1 次，取 1 组土壤进行分析，未发现超标，可中止监测。

(3) 采样及分析方法

①水样同含水层监测；

②本区为一般农作物用地，采集 5-20cm 土样，按《土壤环境质量标准》规定进行。

5、矿山地质环境综合管理

对每次的监测结果进行认真地记录，确保监测数据的真实性。定期对检测进行整理分析，整理分析周期不大于一年。由专业技术人员按年度将所监测的资料结合气象、水文进行汇总、分析、总结。对监测点可能出现的情况，及时进行评估与预测，发现问题及时上报解决，确保生命、财产安全。预警可由矿方通过设警示牌、告示、广播、电话通知等形式。

(三) 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 5.6-1 和附图 6。

表 5.6-1 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	D1-D3	不稳定地 质体影响	不稳定地质体隐患 点坡体位移监测(地 裂缝、溜土、滑移、	全站仪、GPS 监 测、钢卷尺测量、 人工观测	每点每月 监测一次	180	612

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)
质体	D4-D2 3	范围	树木歪斜)				
		地面塌陷 影响范围	采区地面塌陷、裂 缝、通村道路和素土 路	全站仪、GPS 监 测、钢卷尺测量、 人工观测	每点每年 巡查一次	100	4080
含水 层监 测	S1-S7	白石沟、安 坪沟村、唐 家沟村、工 业场地	含水层水位、水质	自动水位监测仪 结合测绳测量、 简分析、全分析 所检测的项目	水位：每 月一次	水 位	水 质
					水质：每 季度一次	276	92
水影 响	M1-M 8	工业场地、 平硐口、临 时弃渣场	水质	全分析	每季度一 次	52	544
土壤 影响	N1-N4	临时弃渣 场、白石沟 沟道	物理破坏和 pH、镉、 汞、砷、铜、铅、铬、 锌含量	影响性检测	每季度一 次	32	272
地形 地貌	P1-P20	全区	地形地貌	人工巡查	每月一次	192	4080

七、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，主要包括林地管护和草地管护。

(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；针对复垦后的林地和草地进行管护，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，利用 1980 年黄海高程系，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 $25\text{mm}/\text{km}$ 。
 - 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 20 个，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）塌陷区草地复垦区监测措施

主要是对土地损毁情况、草地生长状况进行检测。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。

（4）工业场地、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、供电线路塔基、供电线路临时设施、供水工程泵房、供水管线、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，防止幼树成长期干旱。项目区雨水较为丰富，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。

(2) 草地管护措施

1) 破除土表板结

草籽在播种后出苗前，如遇雨，特别是中到大雨，然后连续晴天，土表蒸发失水后经常会形成板结层，妨碍种子顶土出苗，如不采取处理措施，严重时可能造成缺苗。可轻度耙地破除板结，亦可采取灌溉措施破除板结。

2) 间苗、补苗与定苗

出苗后发现缺苗严重时，须采取补种或移栽等措施补苗。为加速出苗，补种可进行浸种催芽，补苗时须保证土壤水分充足。当出苗密度过大时，需要进行间苗，间苗的原则是保证全苗、去弱留壮。

3) 灌溉与施肥

项目区雨水较为丰富，能够保证草籽自然成活，不需进行灌溉。草本植物在苗期对肥力的需求量不多，一般不需要施肥，当出现明显的缺素症状时，应及时追肥。

4) 病虫害与杂草管理

病虫草害是草地建植与管理的大敌。多年生草种苗期生长缓慢，极易遭受病虫草害的侵袭，因此，苗期须十分重视病虫害与杂草控制。

5) 越冬与返青期管护

越冬与返青期管护可采取以下管护措施：一是冬前最后一次刈割应避开秋季割敏感期，因为敏感期内草根、根茎、茎基等营养物质贮藏器官中贮藏的营养物质较少，不利于安全越冬和第二年返青生长；二是冬前最后一次割留茬宜高，至少在5cm以上；三是冬前施用草木灰、马粪等，有助于牧草安全越冬；四是返青期禁牧，否则将导致草地退化，严重影响产草量。

（三）主要工程量

各复垦单元监测工程量汇总见表5.7-1，各复垦单元管护工程量见表5.7-2，白石沟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5.7-1 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	10	2	240
			土壤质量检测	1	5	2	10
			复垦效果监测	6	5	2	60
	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	20	2	480
			复垦效果监测	6	10	2	120
	管护工程	植被抚育和场地管理	6	3	3	54	
草地复垦单元	监测与管护工程	监测工程	地表变形监测	12	5	2	120
			复垦效果监测	6	3	2	36
	管护工程	植被抚育和场地管理	6	3	3	54	
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5.7-2 管护工程量表

管护区域	管护方法	管护面积(hm ²)	管护次数
------	------	------------------------	------

林地	喷药、施肥、平 岔、收割	75.88	植树后及时灌水2~3次，第一次浇灌应确保水能渗透根部，一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌；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。
草地		0.18	出苗后发现缺苗严重时，须采取补种或移栽等措施补苗；保苗期和干旱、高温季节要注意灌溉；出现明显的缺素症状时，应及时追肥；重视病虫害与杂草控制。

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

（一）部署原则

（1）以“谁开发，谁保护，谁破坏，谁治理”为原则，在广泛收集资料及现场踏勘的基础上，利用已有的相关经验，结合本工程的特点，合理界定地质环境保护与土地复垦责任范围。

（2）坚持本方案设计符合汉中市和略阳县白石沟钼钒矿的发展规划、土地总体利用规划、环境影响规划及水土保持规划的要求。

（3）本方案结合工程开发建设的特点，并根据当地的自然、社会环境及地质环境现状，因地制宜的布设各项防治措施，建立技术先进、经济合理，适用可靠、效果显著的矿山地质环境治理与土地复垦体系。

（4）注重生态保护、预防优先、优化施工组织设计，先保护后挖填，先拦挡后弃渣，地质环境保护与恢复治理措施与主体工程建设运营同步。优先考虑植物措施，工程措施与植物措施相结合。

（5）坚持矿山开发和地质环境保护与土地复垦并重的原则，开发与保护治理同等重要。通过地质环境保护与土地复垦，保护自然生态环境。

（6）坚持从实际出发的原则。本项目各项地质环境保护与土地复垦治理规划布设应从工程实际出发，因地制宜，因害设防，力求定性准确，定量合理，使本项目地质环境保护与恢复治理方案具有较强的针对性和可操作性。

（7）本项目必须做好地质环境保护与土地复垦招投标和监理工作，保证工程质量。搞好地质环境保护与土地复垦监测和管理，确保达到地质环境保护与恢复治理效益。

（二）目标任务

1、总体目标

矿山地质环境治理与土地复垦工作部署总体目标是为明确本《方案》治理复垦任务，并按阶段将治理复垦工作任务落实到各个阶段及年度，使得工程措施更具可实用性和操作性。

2、总体任务

（1）分析设计工程措施的工序及安排

- (2) 明确总体工程量的构成
- (3) 确定治理复垦工作的阶段
- (4) 按年度分配工程量

(三) 总体部署

针对不同治理区的地质环境问题及土地损毁的形式、强度及其影响程度，按照轻重缓急、分阶段实施的原则合理布设防治措施，建立工程、生物化学、监测与管护的地质环境治理与土地复垦体系。部署了不稳定地质体治理工程、含水层影响减缓措施、地形地貌景观影响治理、水土影响、土地损毁的减缓措施。

矿山地质环境治理总体工作部署见表 6.1-1，土地复垦总体工作部署见表 6.1-2。

表 6.1-1 矿山地质环境治理总体部署

防治对象	不稳定地质体	含水层	地形地貌景观	水土影响
工程措施	治理不稳定地质体、地面塌陷、工业场地、临时弃渣场、维修受损道路、平硐封闭、不稳定地质体监测	加强废水资源化利用、排供结合、恢复水位、含水层监测	地面巡查	水土影响监测

表 6.1-2 土地复垦总体部署

复垦对象	工程措施	生物化学措施	监测与管护措施
沉陷土地	填充工程、土壤剥覆工程、土地平整、土地翻耕、道路工程、田埂修筑	土壤培肥、耕地、园林恢复	土地损毁监测、复垦效果监测、管护
永久用地、临时用地	清理工程、土地平整、土地翻耕	土壤培肥、耕地恢复、园林恢复	复垦效果监测、管护

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

二、阶段实施计划

根据《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，矿山地质环境治理与土地复垦分为近期（共 5 年，其中监测期 5 年：2026 年 1 月 1 日-2030 年 12 月 31 日）；中期（建设期 1 年，剩余生产期 18.35 年：2031 年 1 月 1 日-2050 年 4 月 30 日）和后期（共 5.70 年，其中稳沉治理期 2.65 年，管护期 3.0 年：2050 年 4 月 1 日-2055 年 12 月 31 日）三个阶段（共 30 年），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：

(一) 近期（2026 年 1 月 1 日-2030 年 12 月 31 日）工作安排

矿山因涉及略阳县应急水源保护区，矿山预计未来五年内无法开工建设。所以近 5

年无治理工程。只对 H01 不稳定地质体进行监测，以及前期的弃渣堆进行复绿，撒播草种即可，进行 5 年管护。

表 6.2-3 弃渣堆复绿计划表

序号	项目				
	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
一	撒播草籽				
二	管护	管护	管护	管护	管护

(二) 中期 (2031 年 1 月 1 日-2050 年 4 月 30 日) 工作安排

1、矿山地质环境治理

- (1) 对不稳定地质体进行工程治理。
- (2) 对工业场地边坡进行工程治理。
- (3) 对近期开采形成的地面塌陷和近期开采塌陷区损坏道路进行维修。
- (4) 对 1#临时弃渣场进行工程治理；
- (5) 对 2#临时弃渣场进行工程治理；
- (6) 对开采形成的地面塌陷损坏道路进行维修；
- (7) 对开采形成的地面塌陷布设刺丝围栏；
- (8) 继续实施近期不稳定地质体监测，对中期各采区设置监测点，并进行监测。
- (9) 继续实施含水层监测。
- (10) 布设 M₄、M₅、M₆、M₇、M₈ 水影响监测点，继续实施水影响监测。
- (11) 布设 N₃、N₄ 土壤质量监测点，继续对土壤质量进行定期监测。
- (12) 继续监测不稳定地质体、地形地貌景观影响与破坏情况。
- (13) 出现安全隐患区域及时设立警示标志，发现地质环境问题及时处理。

表 6.2-4 中期治理部署计划表

地质环境问题	防治对象	防治工程	防治时间	防治等级
不稳定地质体	工业场地边坡	挡土墙、护坡格构、截排水渠修建、监测预警	2031 年 1 月 1 日-2050 年 4 月 30 日	次重点防治
	H01 不稳定地质体	挡土墙、截排水渠修建、警示牌布设、监测预警	2031 年 1 月 1 日-2050 年 4 月 30 日	
	1#临时弃渣场	拦渣坝、渗水盲沟、截排水、横向排水、陡坡明渠、监测预警	2031 年 1 月 1 日-2050 年 4 月 30 日	重点防治
	2#临时弃渣场		2031 年 1 月 1 日-2050 年 4 月 30 日	
	道路维修	道路维修	2031 年 1 月 1 日-2050 年 4 月 30 日	一般防治
	地面塌陷	刺丝围栏布设、道路维修、监测	2031 年 1 月 1 日-2050 年 4 月 30 日	次重点防治

含水层	含水层	自然恢复、监测为主	2031年1月1日-2050年4月30日	一般防治
地形地貌景观	全区	地面巡查	2031年1月1日-2050年4月30日	重点防治
水土影响监测	工业场地、临时弃渣场、平硐口、白石沟	监测	2031年1月1日-2050年4月30日	次重点防治

2、土地复垦

- (1) 对1处探矿平硐进行封闭完善;
- (2) 对建设期输电线路临时设施损毁土地进行复垦;
- (3) 对供水管线临时损毁土地进行复垦;
- (4) 对前4年开采区损毁后土地进行复垦;
- (5) 对异地搬迁宅基地进行复垦;
- (6) 对沉陷土地进行土地损毁监测;
- (7) 对工业场地等进行表土剥离、养护;
- (8) 对复垦后的土地进行复垦效果监测并管护。
- (9) 实施开发式治理,对1#临时弃渣场进行复垦;
- (10) 实施开发式治理,对2#临时弃渣场进行复垦;
- (11) 对沉陷土地进行土地损毁监测;
- (12) 对复垦后的土地进行复垦效果监测并管护;
- (13) 表土养护;
- (14) 继续对近期复垦土地效果监测管护,对中期全部开采损毁的土地进行复垦。

中期复垦面积108.29hm²;复垦地类及面积详见表6.2-5。

表6.2-5 中期土地复垦计划表

损毁方式	一级地类	二级地类	中期复垦土地面积(hm ²)				
			轻度	中度	重度	合计	
中期拟沉陷损毁	01	耕地	0103	旱地	10.05	7.83	/ 17.88
	03	林地	0301	乔木林地	64.15	11.61	/ 75.76
			0305	灌木林地	0.55	0.6	/ 1.15
			0307	其他林地	0.44	1.45	/ 1.89
	04	草地	0404	其他草地	0.83	0.16	/ 0.99
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	1.11	2.18	/ 3.29
	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.15	0.10	/ 0.25
	小计				77.28	23.93	/ 101.21
压占、1#临时弃	03	林地	0301	乔木林地	/	/	1.38 1.38

挖损 损毁	渣场			0305	灌木林地	/	/	0.22	0.22
	2#临时弃渣场	03	林地	0301	乔木林地	/	/	2.90	2.90
	供水管线	01	耕地	0103	旱地	0.68	/	/	0.68
		03	林地	0301	乔木林地	0.52	/	/	0.52
	供电线路临时设施	03	林地	0301	乔木林地	0.28	/	/	0.28
	异地搬迁宅基地	07	住宅用地	0702	农村宅基地	1.1	/	/	1.1
					小计	2.58	/	4.50	7.08
					合计	79.86	23.93	4.50	108.29

(三) 后期(2050年5月1日-2055年12月31日)工作安排

1、矿山地质环境治理

- (1) 继续实施对不稳定地质体的监测；
- (2) 继续实施含水层监测点水位、水质、水量监测；
- (3) 继续实施水土影响监测点的监测；
- (4) 封闭各平硐、回风斜井；
- (5) 拆除工业场地不留用的建构筑物并清理；
- (6) 继续实施人工巡查，监测不稳定地质体、地形地貌景观影响与破坏情况，对于出现安全隐患区域及时设立防护围栏和警示标志，发现地质环境问题及时处理。

表 6.2-6 后期治理工程计划表

地质环境问题	防治对象	防治工程	防治时间	防治等级
不稳定地质体	平硐、回风斜井	平硐封闭、回填、监测预警	2050年5月1日-2055年12月31日	重点防治
	工业场地边坡	监测预警	2050年5月1日-2055年12月31日	次重点防治
	H01 不稳定地质体	监测预警	2050年5月1日-2055年12月31日	
	1#临时弃渣场	监测预警	2050年5月1日-2055年12月31日	
	2#临时弃渣场	监测预警	2050年5月1日-2055年12月31日	
	地面塌陷	监测预警	2050年5月1日-2055年12月31日	
含水层	含水层	自然恢复、监测为主	2050年5月1日-2055年12月31日	一般防治
地形地貌景观	全区	地面巡查	2050年5月1日-2055年12月31日	重点防治
水土影响监测	工业场地、临时弃渣场、平硐口、白石沟	监测	2050年5月1日-2055年12月31日	次重点防治

2、土地复垦

- (1) 对工业场地进行复垦；
- (2) 对供电线路塔基进行复垦；

- (3) 对供水工程泵房进行复垦;
- (4) 对平硐及回风斜井场地进行复垦;
- (5) 对表土场进行复垦;
- (6) 对复垦对中期开采后进行地表变形监测及土壤质量监测;
- (7) 并对复垦后效果进行监测和管护。

后期复垦面积 1.95hm²。

表 6.2-7 后期土地复垦计划表

土地利用现状			后期土地复垦面积 (hm ²)					合计 (hm ²)	
一级地类		二级地类	工业场地	供电线路塔基	供水工程泵房	平硐及回风斜井	表土场		
03	林地	0301	乔木林地	0.81	0.02	0.08	0.65	0.20	1.76
		0305	灌木林地	0.19					0.19
合计			1.00	0.02	0.08	0.65	0.20	1.95	
损毁程度			重度						

三、近期年度工作安排

根据《关于略阳县白石沟和两河口两个钼钒矿预计未来五年内无法开工建设的情况说明》，矿建前的准备工作预计无法在未来 5 年内完成。因此，矿山在未来 5 年内仍将无法开工建设。本方案适用期内仅开展适量绿化管控、地质环境监测等工作，不涉及工程实施的内容。

1、详查探矿期间坑道封堵完善

对详查期间实施的坑道，检查封堵情况，封堵口设立警示标牌 2 块。

2、矿山地质环境治理

近期，矿山地质环境治理工程量见表 6.2-8。

表 6.2-8 弃渣堆复绿任务表

序号	项目				
	第一年	第二年	第三年	第四年	第五年
一	撒播草籽				
二	管护	管护	管护	管护	管护

3、矿山地质环境监测

近期，各年度矿山环境监测工程量见表 6.2-9。

表 6.2-9 近期矿山地质环境各年度监测工程量一览表

工程名称	编号	监测对象	监测量(次)								
			第一年		第二年		第三年		第四年		第五年
不稳定地质体监测	D1-D3	不稳定地质体隐患	36		36		36		36		36
含水层监测	编号	地下水水位、水质	水位	水质	水位	水质	水位	水质	水位	水质	水位
	S1		8	2	8	2	8	2	8	2	2
	S2		8	3	8	3	8	3	8	3	3
	S3		8	3	8	3	8	3	8	3	3
	S4		8	2	8	2	8	2	8	2	2
	S5		8	2	8	2	8	2	8	2	2
	S6		8	3	8	3	8	3	8	3	3
	S7		8	3	8	3	8	3	8	3	3
水影响	编号	位置	水质监测								
	M1	工业场地	11		11		11		11		11
	M2	平硐口沉淀池	11		11		11		11		11
	M3	平硐口沉淀池	11		11		11		11		11
土壤影响	N1	白石沟沟岸	7		7		7		7		7
	N2		7		7		7		7		7
地貌、生态监测	无人机监测		1		1		1		1		1

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、《国家发展改革委员会关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号）；
- 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、投资估算编制原则

- (1) 符合国家有关的法律、法规规定；
- (2) 土地复垦投资纳入工程总估算；
- (3) 以土地复垦设计方案为基础的原则；
- (4) 矿山开采与复垦措施同步设计、同步投资建设；
- (5) 依据参照预算定额与经济合理相结合的原则；
- (6) 指导价与市场价相结合的原则；
- (7) 科学、合理、高效的原则。

2、投资估算编制依据

- 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。

（三）经费来源

根据“谁损毁、谁治理”及“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，在未建设、开采前，本矿山地质环境治理与土地复垦经费由白石沟钼钒矿自筹，从生产费用中列支，作为地质环境恢复治理与土地复垦基金。依据基金提取计算（详见第八章资金保障措施），本矿计提基金满足本方案治理矿山地质环境保护与土地复垦费用要求。

二、矿山地质环境恢复治理经费估算

（一）估算方法

本方案矿山地质环境治理工程费用估算主要采用《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，由建安工程费、设备费、独立费用及预备费等4部分组成，估算费用为静态费用。地质环境监测工程费用估算主要采用《工程勘察设计收费管理规定》及《测绘生产成本费用定额》。

1、基础单价

（1）人工预算单价

人工预算单价根据其费用构成，陕西省劳动力市场价格水平、陕西省人力资源和

社会保障部门发布的有关工资标准，结合水利建设实际综合分析确定。

根据《关于发布〈陕西省水利工程设计概（估）算编制规定〉〈陕西省水利建筑工程概算定额〉（2024年修正）等计价依据的通知》（陕水规计发〔2024〕107号），陕西省水利工程人工预算单价执行技工75元/工日，普工50元/工日。

（2）材料预算价格

按照陕水规计发〔2024〕107号文，材料预算价格中的材料原价、运杂费，运输保险费、采购及保管费等分别按不含相应增值税进项税额的价格计算。

材料单价：主要材料价格参照《汉中市建设工程造价信息》（2025年第5期）中不含税市场价取值，次要材料以当地市场调查价为准。

其中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油以规定价进单价，预算价与规定价之差在计取税金后列入单价中；次要材料以当地市场价为准。

（3）施工用风、水、电预算价格

按照施工组织设计确定的方案进行计算。电价为1.5元/kwh，风价为0.26元/m³，水价取费为3.0元/m³。

2、工程单价构成及取费标准

建筑工程单价是指以价格形式表示的完成单位工程量所耗用的全部费用，本项目工程单价由直接费、间接费、利润、价差、税金、扩大六部分组成，取费标准如下：

①直接费

是指工程施工过程中直接消耗在建筑及安装工程项目上的活劳动和物化劳动的费用。由基本直接费、其它直接费组成。

基本直接费包括人工费、材料费、施工机械使用费。材料费及施工机械使用费均不含增值税进项税额的基础单价计算。

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

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数

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

本项目施工工程为建筑工程，属陕南地区。因此，按《关于发布〈陕西省水利工程设计概（估）算编制规定〉〈陕西省水利建筑工程概算定额〉（2024年修正）等计价依据的通知》（陕水规计发〔2024〕107号）项目其他直接费基准费率为7%。工程措

施调整系数取 1.0。

表 1-2 其他直接费基准费率表 (%)

序号	名称	地区	计算基础	建筑工程费率 (%)
1	冬雨季施工增加费	陕南地区	基本直接费	2.0%
2	夜间施工增加费	陕南地区	基本直接费	0.5%
3	小型临时设施摊销费	陕南地区	基本直接费	3.0%
4	文明施工措施费	陕南地区	基本直接费	0.5%
5	其他费用	陕南地区	基本直接费	1.0%

(2) 间接费: 间接费=直接费 (或人工费) ×间接费费率

间接费费率参照《关于发布〈陕西省水利工程设计概(估)算编制规定〉〈陕西省水利建筑工程概算定额〉(2024 年修正)等计价依据的通知》(陕水规计发〔2024〕107 号) 中枢纽工程取值。间接费费率详见表 1-3。

表 1-3 间接费收费标准表

序号	工程类别	取费基础	间接费率 (%)				
			枢纽工程	引水工程	河道工程	水土保持生态建设工程	其他工程
1	建筑工程	直接费					
1.1	土方工程	直接费	8.5	5	5	3.5	4
1.2	石方工程	直接费	12.5	10.5	8.5	5	6
1.3	砂石备料工程	直接费	5	5	5		
1.4	模板工程	直接费	9.5	7	6	4	5
1.5	混凝土工程	直接费	9.5	8.5	7	4.5	6
1.6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5	5	5	5	5
1.7	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	10.5	9.5	9.5		9
1.8	疏浚工程	直接费	7.5	7.5	6.5		6
1.9	其他	直接费	10.5	8.5	7.5	4.5	6
2	设备安装工程	人工费	75	70	70	40	60

(3) 企业利润: 是指按规定应计入工程措施及植物措施的利润。企业利润按直接工程费与间接费之和的 7%计算。

(4) 税金

税金: 税金=增值税销项税额+附加税费

税金= (直接费+间接费+利润) × (增值税销项税率) 增值税销项税率为 9%。

(5) 扩大系数

扩大系数采用《陕西省水利建筑工程概算定额》《陕西省水利安装工程概算定额》《陕西省水利工程施工机械台班费定额》和设计概算有关费用标准计算，但考虑到编制投资估算时前期工作深度和精度较编制设计概算时低，投资估算工程单价相应扩大10%。

3、临时工程费

临时工程：包括临时施工交通工程、临时房屋建筑工程和其它临时工程。其费用标准按《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（陕水规计发〔2024〕107号）计算；其它临时工程费用标准按照临时防护工程投资的3%计算。

4、地质环境监测费

（1）地质环境监测由矿山企业专职地质环境监测科室（安环科、生产技术科）对不稳定地质体进行监测，监测费用按照每次100元计。

（2）地形地貌景观监测采用无人机固定影像法，无人机由矿山企业配置，监测费用按照每次200元计。

（3）水样、土样委托具有资质的单位测试分析，费用按照《地质调查项目预算标准（2021）》标准取费，水质全分析单位预算标准为350元/件，土壤质量分析单位预算标准为500元/件。

5、独立费用

包括建设管理费、生产准备费、科研勘测设计费、其他等。费用标准按《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（2024年修订）（陕水规计发〔2024〕107号）计算。

①建设管理费包括建设单位开办费、建设管理经常费、招标业务费、建设监理费、咨询评审服务费、工程验收费、工程保险费。

建设单位开办费：不计列。

建设单位人员费：不计列。

建设管理经常费：按《关于发布〈陕西省水利工程建设概（估）算编制规定〉〈陕西省水利建筑工程概算定额〉（2024年修正）等计价依据的通知》（陕水规计发〔2024〕107号）表I.5-8累进加价计算。

招标业务费：根据国家发展改革委《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），原国家计委《关于印发〈招标代理服务收费管理暂行办法〉的通知》（计价格〔2002〕1980号）、国家发展改革委办公厅《关于招标代理服务收费有关问题的通知》（发改办价格〔2003〕857号）确定的收费标准已实行市场调

节价。和表 1.5-9 所列的招标业务费区间费率，累进加价计算。

建设监理费：建设监理费：取 5%；

咨询评审服务费：按陕水规计发〔2024〕107 号文件规定取 0.8%；

工程保险费：按陕水规计发〔2024〕107 号文件规定取 0.5%。

②生产准备费

不计列。

③科研勘察设计费

科学研究试验费：不计列；

勘察设计费：8%（勘察 4.5%、设计 3.5%）。

④其它

专项报告编制费、其他生产物资购置费、其他税费均不计列。

6、基本预备费

根据陕水规计发〔2024〕107 号

基本预备费=（工程部分投资+工程部分独立费用）*基本预备费费率

工程部分概算基本预备费费率为 10%。

（二）估算表的编制方法

地质环境监测工程静态总投资估算表由建安工程费、临时工程费、独立费用及基本预备费四部分组成。各部分费用估算的计算公式如下：

建安工程费=估算工程量×工程单价（建安工程单价）；

临时工程费=估算临时工程量×工程单价+其它临时工程费；

独立费用=建设管理费+场地征用费+生产准备费用+科研勘测设计费+其他费用；

基本预备费=（建安工程费+临时工程费+独立费用）×4%；

工程静态总费用=建安工程费+临时工程费+独立费用+基本预备费。

（三）矿山地质环境保护与治理工程量

根据《关于略阳县白石沟和两河口两个钼钒矿预计未来五年内无法开工建设的情况说明》，矿建前的准备工作预计无法在未来 5 年内完成。因此，矿山在未来 5 年内仍将无法开工建设。本方案适用期内仅开展适量绿化管控、地质环境监测等工作，不涉及工程实施的内容。矿山中长期地质环境保护与治理工程量已在第五章、第六章列出。

（四）矿山地质环境保护与治理工程经费估算

1、工程费用及监测费用估算

根据矿山地质环境治理经费估算方法, 本方案对矿区矿山地质环境治理工程施工费、监测费用分别进行估算, 详见表 7.2-3、7.2-4。

表 7.2-3 不稳定地质体工程治理估算表

序号	工程或费用名称	单位	数量	工程单价或单位投资指标/元	合计/万元
编号	项目名称	单位			
(一)	第一阶段(近期: 2019年8月6日-2024年8月5日)治理工程				0.3
1	警示牌	处	6	500	0.3
(二)	第二阶段(中期: 2024年8月6日-2040年12月11日)治理工程				
一	H01 不稳定地质体治理工程				25
1	挡土墙及排水渠(55m)				18.01
1.1	M7.5 浆砌片石	m ³	305.25	458.83	14.01
1.2	土方开挖	m ³	222.75	3.71	0.08
1.3	原土夯实	m ²	148.5	12.74	0.19
1.4	PVC 管安装(Φ100)	m	46.75	33.93	0.16
1.5	伸缩缝	m ²	30.8	100	0.31
1.6	土方回填	m ³	118.25	41.25	0.49
1.7	三七灰土换填	m ³	74.25	287.61	2.14
1.8	M10 砂浆抹面	m ²	385	16.56	0.64
2	截水渠(80m)				7
2.1	C20 砼浇筑	m ³	49.6	793.81	3.94
2.2	土方开挖(机械)	m ³	124.8	3.71	0.05
2.3	原土夯实	m ²	96	12.74	0.12
2.4	伸缩缝	m ²	36	100	0.36
2.5	土方回填	m ³	36.8	41.25	0.15
2.6	模板	m ²	248	62.46	1.55
2.7	三七灰土换填	m ³	28.8	287.61	0.83
二	工业场地边坡治理工程				269.17
1	挡土墙(300m)				88.39
1.1	M7.5 浆砌片石	m ³	1498.5	458.83	68.76
1.2	土方开挖	m ³	1093.5	3.71	0.41
1.3	原土夯实	m ²	729	12.74	0.93
1.4	PVC 管安装(Φ100)	m	229.5	33.93	0.78
1.5	伸缩缝	m ²	151.2	100	1.51
1.6	土方回填	m ³	580.5	41.25	2.39
1.7	三七灰土换填	m ³	364.5	287.61	10.48
1.8	M10 砂浆抹面	m ²	1890	16.56	3.13
2	格构护坡(3000m ²)				76.37
2.1	土方开挖	m ³	825	3.71	0.31
2.2	C20 砼浇筑	m ³	385	793.81	30.56
2.3	模板	m ²	3849	62.46	24.04
2.4	钢筋制安	t	48	4100	19.68
2.5	伸缩缝	m ²	81.7	100	0.82
2.6	土方回填	m ³	233.3	41.25	0.96
3	截水渠(400m)				47.08

3.1	C20 砼浇筑	m ³	297.6	793.81	23.62
3.2	模板	m ²	2306.56	62.46	14.41
3.3	土方开挖 (机械)	m ³	748.8	3.71	0.28
3.4	原土夯实	m ²	576	12.74	0.73
3.5	伸缩缝	m ²	216	100	2.16
3.6	土方回填	m ³	220.8	41.25	0.91
3.7	三七灰土换填	m ³	172.8	287.61	4.97
4	排水渠 (550m)				57.33
4.1	C20 砼浇筑	m ³	372	793.81	29.53
4.2	模板	m ²	2640	62.46	16.49
4.3	土方开挖 (机械)	m ³	936	3.71	0.35
4.4	原土夯实	m ²	720	12.74	0.92
4.5	伸缩缝	m ²	270	100	2.7
4.6	土方回填	m ³	276	41.25	1.14
4.7	三七灰土换填	m ³	216	287.61	6.21
三	1#废石场治理工程				154.86
1	1#拦渣坝 (60m)				62.64
1.1	M7.5 浆砌片石	m ³	1267	458.83	58.13
1.2	土方开挖	m ³	453	3.71	0.17
1.3	原土夯实	m ²	360	12.74	0.46
1.4	PVC 管安装 (Φ100)	m	155	33.93	0.53
1.5	伸缩缝	m ²	125	100	1.25
1.6	土方回填	m ³	245	41.25	1.01
1.7	三七灰土换填	m ³	38	287.61	1.09
2	渗水盲沟 (450m)				1.4
2.1	土方开挖	m ³	108	3.71	0.04
2.2	碎 (砾) 石回填	m ³	108	32.92	0.36
2.3	土工布	m ²	900	11.12	1
3	渣顶及周边截排水渠 (1250m)				68.12
3.1	M7.5 浆砌片石	m ³	892.8	458.83	40.96
3.2	土方开挖 (机械)	m ³	2246.4	3.71	0.83
3.3	原土夯实	m ²	1728	12.74	2.2
3.4	伸缩缝	m ²	648	100	6.48
3.5	土方回填	m ³	662.4	41.25	2.73
3.6	三七灰土换填	m ³	518.4	287.61	14.91
4	横向截排水渠 (240m)				14.19
4.1	M7.5 浆砌片石	m ³	186	458.83	8.53
4.2	土方开挖 (机械)	m ³	468	3.71	0.17
4.3	原土夯实	m ²	360	12.74	0.46
4.4	伸缩缝	m ²	135	100	1.35
4.5	土方回填	m ³	138	41.25	0.57
4.6	三七灰土换填	m ³	108	287.61	3.11
5	陡坡明渠 (110m)				8.52
5.1	M7.5 浆砌片石	m ³	111.6	458.83	5.12
5.2	土方开挖 (机械)	m ³	280.8	3.71	0.1
5.3	原土夯实	m ²	216	12.74	0.28
5.4	伸缩缝	m ²	81	100	0.81
5.5	土方回填	m ³	82.8	41.25	0.34
5.6	三七灰土换填	m ³	64.8	287.61	1.86
四	2#废石场治理工程				137
1	2#拦渣坝 (50m)				52.8

1. 1	M7.5 浆砌片石	m ³	1065	458.83	48.87
1. 2	土方开挖	m ³	432	3.71	0.16
1. 3	原土夯实	m ²	150	12.74	0.19
1. 4	PVC 管安装 (Φ100)	m	142	33.93	0.48
1. 5	伸缩缝	m ²	118	100	1.18
1. 6	土方回填	m ³	235	41.25	0.97
1. 7	三七灰土换填	m ³	33	287.61	0.95
2	渗水盲沟 (420m)				1.32
2. 1	土方开挖	m ³	101	3.71	0.04
2. 2	卵 (砾) 石回填	m ³	101	34.51	0.35
2. 3	土工布	m ²	840	11.12	0.93
3	渣顶及周边截排水渠 (1180m)				62.44
3. 1	M7.5 浆砌片石	m ³	818.4	458.83	37.55
3. 2	土方开挖 (机械)	m ³	2059.2	3.71	0.76
3. 3	原土夯实	m ²	1584	12.74	2.02
3. 4	伸缩缝	m ²	594	100	5.94
3. 5	土方回填	m ³	607.2	41.25	2.5
3. 6	三七灰土换填	m ³	475.2	287.61	13.67
4	横向截排水渠 (210m)				13.06
4. 1	M7.5 浆砌片石	m ³	171.12	458.83	7.85
4. 2	土方开挖 (机械)	m ³	430.56	3.71	0.16
4. 3	原土夯实	m ²	331.2	12.74	0.42
4. 4	伸缩缝	m ²	124.2	100	1.24
4. 5	土方回填	m ³	126.96	41.25	0.52
4. 6	三七灰土换填	m ³	99.36	287.61	2.86
5	陡坡明渠 (90m)				7.38
5. 1	M7.5 浆砌片石	m ³	96.72	458.83	4.44
5. 2	土方开挖 (机械)	m ³	243.36	3.71	0.09
5. 3	原土夯实	m ²	187.2	12.74	0.24
5. 4	伸缩缝	m ²	70.2	100	0.7
5. 5	土方回填	m ³	71.76	41.25	0.3
5. 6	三七灰土换填	m ³	56.16	287.61	1.62
五	地面塌陷				349.05
1	道路修复				21.01
1. 1	拟破坏道路路面清理	m ³	300	16.73	0.5
1. 2	清运路面混凝土弃块	m ³	300	26.19	0.79
1. 3	道路重修 (C20 砼)	m ³	300	605.4	18.16
1. 4	模板	m ²	120	62.46	0.75
1. 5	裂缝充填	m ³	150	34.51	0.52
1. 6	夯实	m ²	1800	1.63	0.29
2	公路修复				108.27
2. 1	拟破坏道路路面清理	m ³	1600	16.73	2.68
2. 2	清运路面混凝土弃块	m ³	1600	26.19	4.19
2. 3	道路重修 (C20 砼)	m ³	1600	605.4	96.86
2. 4	模板	m ²	160	62.46	1
2. 5	裂缝充填	m ³	800	34.51	2.76
2. 6	夯实	m ²	4800	1.63	0.78
3	农村道路维修				33.92
3. 1	拟破坏道路路面清理	m ³	480	16.73	0.8
3. 2	清运路面混凝土弃块	m ³	480	26.19	1.26
3. 3	道路重修 (C20 砼)	m ³	480	605.4	29.06

3.4	模板	m ²	240	62.46	1.5
3.5	裂缝充填	m ³	240	34.51	0.83
3.6	夯实	m ²	2880	1.63	0.47
4	刺丝围栏 (420m)				185.85
4.1	刺丝围栏制安	m	8260	174.39	144.05
4.2	界桩	根	826	500	41.3
4.3	警示牌	处	10	500	0.5
七	监测井成井				4.45
1	S5 监测井成井	m	15	947.7	1.42
2	S6 监测井成井	m	16	947.7	1.52
3	S7 监测井成井	m	16	947.7	1.52
(三)	第三阶段 (后期: 2040 年 12 月 12 日-2045 年 8 月 5 日) 治理工程				
一	平硐、回风斜井封闭				66.14
1.1	C25 砼浇筑	m ³	176.4	831.86	14.67
1.2	模板	m ²	253.25	62.46	1.58
1.3	矸石回填	m ³	16214.1	28.49	46.19
1.4	黏土回填	m ³	323.4	16.54	0.53
1.5	井口岩土体剥离	m ³	144	150.18	2.16
1.6	钢筋制安	t	1	4100	0.41
1.7	锚杆 (6m)	根	16	240.59	0.38
1.8	警示牌	处	4	500	0.2
	合计				1005.98

表 7.2-4 施工临时工程预算表

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标 (金额元)	合计/万元
1	临时工程费	%	3	1005.98	30.18
2	安全生产专项投资	%	2.5	1036.16	25.90
	合计				56.08

表 7.2-5 独立部分工程预算表

序号	代号	费用项目名称	费率	计算式	合计/万元
1	F1	建设管理费		F11+F12+F13+F14+F15+F16+F17	88.93
1.1	F11	建设管理经常费		400000+ (Σ建筑费+Σ安装费-10000000) *2.8%	40.17
1.2	F12	招标业务费		F121+F122	
1.2.1	F121	服务招标		15000+ (F15+F32-1000000) *0.8%	1.53
1.2.2	F122	工程招标		65500+ (Σ建筑费+Σ安装费-10000000) *0.35%	6.57
1.3	F13	建设监理费			23.14
1.4	F14	工程质量检测费	0.3%	Σ建筑费+Σ安装费	3.02
1.5	F15	咨询评审服务费	0.8%	Σ建筑费+Σ安装费+Σ设备费	8.05
1.6	F16	工程验收费		100000+ (Σ建筑费+Σ安装费+Σ设备费-10000000) *0.5%	10.03

1.7	F17	工程保险费	0.45%	Σ 建筑费+ Σ 安装费+ Σ 设备费	4.53
2	F2	科研勘察设计费		F21+F22	80.48
2.1	F21	科学研究试验费		Σ 建筑费+ Σ 安装费	
2.2	F22	勘察设计费		F221+F222	80.48
2.2.1	F221	勘察费	3.5%	Σ 建筑费+ Σ 安装费	35.21
2.2.2	F222	设计费	4.5%	Σ 建筑费+ Σ 安装费	45.27
		合计			169.40

表 7.2-6 矿山地质环境治理工程监测费估算表

序号	项目名称	单位	工程量	综合单价(元)	费用(万元)
(一)	近期监测工程				8.69
一	地质监测				6.19
1	不稳定地质体监测				1.59
1.1	不稳定地质体监测点布置	个	3	500	0.15
1.2	监测次数	点·次	180	80	1.44
二	水质监测				4.60
1	取样	组	92	50	0.46
2	水位测量	次	276	50	1.38
3	水质分析	组	92	300	2.76
(二)	中后期监测工程				106.49
一	地质监测				25.30
1	不稳定地质体监测				4.90
1.1	监测次数	点·次	612	80	4.90
2	地面塌陷监测				20.40
2.1	监测次数	点·次	4080	50	20.40
二	含水层监测				23.80
1	取样	组	476	50	2.38
2	水位测量	次	1428	50	7.14
3	水质分析	组	476	300	14.28
三	地形地貌监测				20.40
1	人工巡查	次	4080	50	20.40
四	水土影响监测				36.99
1	水影响监测				23.39
1.1	取样	组	544	50	2.72
1.2	流量测量	次	2176	20	4.35
1.3	水质分析	组	544	300	16.32
2	土影响监测				13.60
2.1	取样	组	272	50	1.36
2.2	土质分析	组	272	450	12.24
	合计				115.18

表 7.2-7 矿山地质环境治理基本预备费估算表

序号	费用名称	工程施工费	临时工程费	独立费用	监测与管护费	小计	费率(%)	合计
1	基本预备费	1005.98	56.08	169.40	115.18	1346.64	10.00	134.66

2、总投资估算

矿山总服务年限内的恢复治理费用为 1481.30 万元,其中建安工程费 1005.98 万元,临时工程费 56.08 万元,独立费用 169.40 万元,基本预备费 134.66 万元。详见表 7.2-8。

表 7.2-8 矿山地质环境治理工程投资估算总表

序号	工程或费用名称	估算费用(万元)	占静态总投资的比例/%
一	工程施工费	1005.98	67.91
二	临时工程费	56.08	3.79
三	独立费用	169.40	11.43
四	监测费	115.18	7.78
五	基本预备费	134.66	9.09
七	静态总投资	1481.30	100.00

三、土地复垦工程经费估算

(一) 取费标准及计算方法

土地复垦费用由工程施工费、设备费、其他费用(前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费)、监测与管护费以及预备费(基本预备费、价差预备费和风险金)构成。

1、工程施工费

工程施工费由直接工程费、间接费、利润和税金组成。

(1) 直接费

直接费=直接工程费+措施费。

1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

① 人工费

依据《土地开发整理项目预算编制规定》等文件确定人工单价的限价,略阳县为六类工资区,甲类工为 51.04 元,乙类工为 38.84 元。

本方案中人工单价依据陕西省住建厅印发的《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)进行调整根据文件中要求,建筑工程、安装工程、市政工程、园林绿化工程由原 120.0 元/工日调整为

136.0 元/工日;装饰工程由原 130.00 元/工日调整为 146.00 元/工日,因此本项目确定甲类工为 146.0 元/工日、乙类工 136.0 元/工日。陕建发〔2021〕1097 号文件中明确综合人工单价调整后,调增部分计入差价。

② 材料费

计算公式: 材料费=工程量×定额材料费

材料费按完成单位合格产品所需消耗的材料数量乘以材料预算价格进行计算。材料用量按照《土地开发整理项目预算定额》(2011 年) 编制,本次复垦估算主要材料原价按 2025 年第 5 期实际调查的市场价确定,估算编制材料价格全部以材料到工地实际价格计算。

③ 施工机械使用费

定额施工机械使用费=定额台班数×定额施工机械台班费

施工机械费=工程量×定额施工机械使用费

施工机械使用费以不含增值税款的价格计算,安装拆卸费、台班人工费不做调整。

定额施工机械台班数依据《土地开发整理项目预算定额》计取,定额台班费根据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》计算。

2) 措施费

措施费计算主要依据《土地开发整理项目预算编制规定》,并结合当地的实际情况,参照《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》(陕建发〔2017〕270 号) 进行调整。措施费=直接工程费×措施费率,主要包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费、特殊地区施工增加费和安全施工措施费,计算基础为直接工程费。

——临时设施费

不同工程类别的临时设施费费率见表 1-6。

——冬雨季施工增加费

按直接工程费的百分率计算,费率为 0.7~1.5%,本项目取小值 0.7%。

——夜间施工增加费

本项目不计取。

——施工辅助费

按直接工程费的百分率计算:安装工程为 1.0%,建筑工程为 0.7%。

表 7.3-1 临时设施费费率表

序号	工程类别	计算基础	临时设施费费率
1	土方工程	直接工程费	2
2	石方工程	直接工程费	2
3	砌体工程	直接工程费	2
4	混凝土工程	直接工程费	3
5	其他工程	直接工程费	2
6	安装工程	直接工程费	3

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

——特殊地区施工增加费

高海拔地区的高程增加费，按规定直接计入定额；其他特殊增加费（如酷热、风沙等），按工程所在地区规定的标准计算，地方没有规定的不得计算此项费用。

——安全施工措施费

安全文明施工措施费参照《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》（陕建发〔2017〕270号）进行调整。调整后措施费费率见表 1-7。

表 7.3-2 措施费费率表

单位：%

序号	工程类别	计费基础	临时 设施费	冬雨季 施工	夜间 施工	施工 辅助	特殊 地区	安全文 明施工	合计
1	土方工程	直接工程费	2	0.7	0	0.7	0	3.4	6.8
2	石方工程	直接工程费	2	0.7	0	0.7	0	3.4	6.8
3	砌体工程	直接工程费	2	0.7	0	0.7	0	3.4	6.8
4	混凝土工程	直接工程费	3	0.7	0	0.7	0	3.4	7.8
5	其他工程	直接工程费	2	0.7	0	0.7	0	3.4	7.6
6	安装工程	直接工程费	3	0.7	0	1.0	0	3.2	7.9

（2）间接费

间接费=直接费×间接费率

本项目工程类别包含土方、砌体及其他项目三类，间接费费率取值 5%，见表 7.3-2。间接费中的相关费用项目，如属于增值税应税项目的，均按不含增值税的价格计算。

表 7.3-3 间接费费率表

序号	项目类别	计算基础	间接费费率
1	土方项目	直接费	5
2	石方项目	直接费	6
3	砌体项目	直接费	5
4	混凝土项目	直接费	6
5	其他项目	直接费	5
6	安装项目	人工费	65

(3) 利润

按直接工程费与间接费之和计算，利润率取 3%。

计算公式：利润=（直接费+间接费）×3%。

(4) 税金

按照《关于深化增值税改革有关政策的公告》，本项目税金取 9%。

(5) 扩大费用

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

2、设备费

本复垦方案无设备费。

3、其它费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。

1) 前期工作费

前期工作费指项目在工程施工前所发生的各项支出，包括土地清查费、土地利用与生态现状调查费、土地勘测费、土地复垦方案编制费、阶段性实施方案编制费、科研实验费和工程招标代理费。

前期工作费指项目在工程施工前所发生的各项支出，包括土地清查费、项目可行性研究费、土地勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费。结合生产建设项目土地复垦特点。参照《土地开发整理项目预算定额标准》，各项目费用采用分档定额计费方式或采用差额定律累进法计算。

①土地清查费

指对复垦区土地进行权属调查。地籍测绘、土地利用类型、数量、质量调查、生态破坏情况和破坏程度调查等所发生的费用。按照工程施工费的 0.5% 计算；

②项目可行性研究费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间采用内插法确定。

③土地勘测费

指对复垦区土地进行地形测量、施工补测、工程勘察所产生的费用，按照工程施工费的 1.5% 计算。

④项目设计与预算编制费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间采用内插法确定。

⑤招标代理费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

2) 工程监理费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间采用内插法确定。

3) 竣工验收费

竣工验收费指土地复垦工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、复垦后土地重估与登记费以及标识设定费等费用。

①工程复核费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

②工程验收费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

③项目决算编制与审计

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

④复垦后土地重估与登记费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

⑤标识设定费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

4) 业主要求管理费

业主要求管理费指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。按工程施工费、前期工作费、工程监理费、竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

4、复垦监测与管护费

(1) 监测费

本项目规划设计的土地损毁监测、土壤质量监测、复垦效果的监测费用均按参照白石沟钼钒矿复垦取费标准计算，每点次监测费用如下表 7.3-3 所示。

表 7.3-3 每点次监测费用表

项目	土地损毁监测	土壤质量监测	复垦效果监测
费用(元)	200	500	150

(2) 管护费

主要是植被的管护，包含管护人员工资、补植和浇灌工作。每公顷的管护费用为4156.56元。

5、预备费

预备费是只指考虑了土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用。预备费主要为基本预备费。

指为了解决在工程施工过程中因自然因素、设计变更等所增加的费用。可结合实际情况，本项目基本预备费按工程施工费与其他费用之和的10%计取。

(二) 土地复垦工程量

土地复垦工程量已在第五章、第六章列出。

(三) 土地复垦工程经费估算

1、经费估算结果

根据土地复垦工程经费估算方法，本方案对复垦责任区工程施工费、监测与管护工程经费分别进行估算，详见表 7.3-4~7.3-6。

表 7.3-4 土地复垦工程施工费

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价(元)	合计(万元)
一	土壤重构工程				1400.80
1	充填工程				12.85
1.1	塌陷裂缝充填	m ³	9888.96	12.99	12.85
2	土壤剥覆工程				17.44
2.1	表土剥离	m ³	22706.48	3.91	8.88
2.2	表土回覆	m ³	22706.48	3.77	8.56
3	平整工程				125.69
3.1	田面平整	hm ²	29.13	23015.00	67.04
3.2	田埂修筑	m ³	691.66	93.69	6.48
3.3	土壤翻耕	hm ²	29.13	3459.03	10.08
3.4	客土覆土	m ³	45300	7.04	31.89
3.5	客土购买	m ³	17000	6.00	10.20
4	生物化学工程				64.02

4.1	有机肥	kg	172770	2.45	42.33
4.2	化肥	kg	56346	3.85	21.69
5	清理工程				1180.81
5.1	场地建筑砌体拆除	m ³	23160	122.79	284.38
5.2	硬化地面和基础拆除	m ³	20680	336.12	695.10
5.3	垃圾清运	m ³	44720	45.02	201.33
二	植被重建工程				186.10
1	园、林、草恢复工程				186.10
1.1	植树（樟子松）	株	23823	65.02	154.90
1.2	植树（紫穗槐）	株	19235	13.40	25.77
1.3	穴状整地 40*40	个	23823	1.68	4.00
1.4	穴状整地 30*30	个	19227	0.52	1.00
1.5	种草				0.43
1.5.1	撒播	hm ²	0.81	5317.39	0.43
三	配套工程				221.11
1	道路工程				221.11
1.1	田间道路				206.83
1.1.1	泥结碎石路面	m ²	24880	80.35	199.91
1.1.2	路床压实	m ²	24880	2.78	6.92
1.2	生产道路				14.28
1.2.1	素土路面	m ²	49760	0.09	0.45
1.2.2	路床压实	m ²	49760	2.78	13.83
总计		-	-	-	1808.02

表 7.3-5 土地复垦监测与管护工程费用表

序号	项目名称	单位	工程量	年限	综合单价（元）	费用（万元）
一	监测工程					43.22
1	土地损毁监测	人·次	1320	3	200	26.40
2	土壤质量监测	人·次	286	3	500	14.30
3	复垦效果监测	人·次	168	3	150	2.52
二	管护工程					94.84
1	林地管护	hm ²	75.88	3	4156.56	94.62
2	草地管护	hm ²	0.18	3	4156.56	0.22
合计						138.06

表 7.3-6 土地复垦其他费用表

单位：万元

序号	费用名称	计算式	金额	各项费用占其他费用的比例 (%)
				(4)
一	前期工作费	$9.04+9.13+27.12+36.7+7.42$	89.41	37.36
(1)	土地清查费	$(1808.02) * 0.5\%$	9.04	3.78
(2)	项目可行性研究费	$6.5+ (13-6.5) * (1808.02+0-1000) / (3000-1000)$	9.13	3.81
(3)	项目勘测费	$(1808.02) * 1.5\%$	27.12	11.33
(4)	项目设计及预算编制费	$27+ (51-27) * (1808.02+0-1000) / (3000-1000)$	36.70	15.34
(5)	项目招标代理费	$5+ (1808.02+0-1000) * 0.3\%$	7.42	3.10
二	工程监理费	$22+ (56-22) * (1808.02+0-1000) / (3000-1000)$	35.74	14.93
三	拆迁补偿费			
四	竣工验收费	$11.6+23.2+15.96+10.69+1.78$	63.23	26.42
(1)	工程复核费	$6.75+ (1808.02+0-1000) * 0.60\%$	11.60	4.85
(2)	工程验收费	$13.5+ (1808.02+0-1000) * 1.2\%$	23.20	9.69
(3)	项目决算编制及审计费	$9.5+ (1808.02+0-1000) * 0.8\%$	15.96	6.67
(4)	整理后土地重估与登记费	$6.25+ (1808.02+0-1000) * 0.55\%$	10.69	4.47
(5)	标识设定费	$1.05+ (1808.02+0-1000) * 0.09\%$	1.78	0.74
五	业主管理费	$27+ ((1808.02+0+89.41+35.74+0+63.23)-1000) * 2.4\%$	50.91	21.28
总计			239.29	100%

表 7.3-6 基本预备费预算表

单位：万元

序号	费用名称	工程施工费	其他费用	监测与管护费	小计	费率 (%)	合计
	1	2	3	4	5	6	7
1	基本预备费	1808.02	239.29	138.06	2185.37	10.00	218.54

2、总投资估算

白石沟钼钒矿土地复垦项目静态总投资见表 7.3-7。从表中可见，矿区土地复垦静态总投资经费为 2403.90 万元，亩均投资 16506.33 元。其中工程施工费 1808.02 万元，其他费用 239.29 万元，监测与管护费 138.06 万元，基本预备费 218.54 万元。

表 7.3-7 矿山土地复垦投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用 (万元)	费率 (%)
一	工程施工费	1808.02	75.21%
二	设备费		
三	其他费用	239.29	9.95%
四	监测与管护费	138.06	5.74%
(一)	复垦监测费	43.22	1.80%
(二)	管护费	94.84	3.95%
五	基本预备费	218.54	9.09%
六	静态总投资	2403.90	100.00%

四、总经费汇总

（一）总费用构成与汇总

本方案矿山地质环境保护与土地复垦总经费估算 3885.20 万元，其中：矿山地质环境治理工程经费估算为 1481.30 万元；土地复垦工程经费估算为 2403.90 万元；矿山可采储量为 万吨，吨矿投资 7.07 元；土地复垦面积 97.09hm²，亩均投资 16506.33 元，其中，估算汇总表见表 7.4-1。

表 7.4-1 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）
	①	②	③	⑤	⑥
	合计	3885.20	100.00%	7.07	16506.33
一	矿山地质环境治理	1481.30	38.13%		
二	土地复垦	2403.90	61.87%		

（二）近期年度经费安排

1、矿山地质环境治理

近期白石沟钼钒矿山地质环境治理工程进度安排为近五年。根据工程年度实施计划，编制近期（前 5 年：2026 年 1 月 1 日-2030 年 12 月 31 日）的治理工程及治理工程经费分年度安排表（表 7.4-2）。

2、土地复垦工程

近期白石沟钼钒土地复垦工程进度安排为近五年。根据工程年度实施计划，编制近期（前 5 年：2026 年 1 月 1 日-2030 年 12 月 31 日）的土地复垦工程及其经费分年度安排表（表 7.4-3）。

近期矿山地质环境保护与土地复垦总经费估算 16.67 万元，白石沟钼钒矿山地质环境保护总费用为 16.55 万元，土地复垦总费用为 0.12 万元。

表 7.4-2 近期（前 5 年）地质环境治理经费分年度安排表

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	地质监测				
	1	不稳定地质体监测点布置	个	3	500	0.15
	2	监测次数	点·次	36	80	0.29
	二	水质监测				
	1	水质分析	组	33	350	1.16
	三	含水层监测	点次			
	1	水位测量	次	56	50	0.28
	2	水质分析	组	18	350	0.63
	四	土影响监测				
	2	土质分析	组	14	500	0.7
	五	生态监测				
	1	无人机监测	次	1	2000	0.2
	六	警示牌	个	2	500	0.1
	合计					3.51
第二年	一	地质监测				
	1	监测次数	点·次	36	80	0.29
	二	水质监测				
	1	水质分析	组	33	350	1.16
	三	含水层监测	点次			
	1	水位测量	次	56	50	0.28
	2	水质分析	组	18	350	0.63
	四	土影响监测				
	2	土质分析	组	14	500	0.7
	五	生态监测				
	1	无人机监测	次	1	2000	0.2
	合计					3.26
第三年	一	地质监测				
	1	监测次数	点·次	36	80	0.29
	二	水质监测				
	1	水质分析	组	33	350	1.16
	三	含水层监测	点次			
	1	水位测量	次	56	50	0.28
	2	水质分析	组	18	350	0.63
	四	土影响监测				
	2	土质分析	组	14	500	0.7
	五	生态监测				
	1	无人机监测	次	1	2000	0.2
	合计					3.26
第三年	一	地质监测				
	1	监测次数	点·次	36	80	0.29
	二	水质监测				
	1	水质分析	组	33	350	1.16

第五年	三	含水层监测	点次			
	1	水位测量	次	56	50	0.28
	2	水质分析	组	18	350	0.63
	四	土影响监测				
	2	土质分析	组	14	500	0.7
	五	生态监测				
	1	无人机监测	次	1	2000	0.2
	合计					3.26
	一	地质监测				
	1	监测次数	点·次	36	80	0.29
	二	水质监测				
	1	水质分析	组	33	350	1.16
合计						

表 7.4-3 近期（前 5 年）土地复垦经费分年度安排表

序号	名称	费用（万元）					合计（万元）
		第一年	第二年	第三年	第四年	第五年	
一	撒播草籽	0.001					0.001
二	管护费	0.024	0.024	0.024	0.024	0.024	0.12
合计							0.12

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

1、经营管理形式

白石沟钼钒矿地质环境保护与土地复垦工作由陕西略阳龙核矿业有限公司全权负责并组织实施，第一责任人为企业法人裘金良，具体实施部门为白石沟钼钒矿生产管理部，负责人实行目标责任制，进行目标管理。

白石沟钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦项目组织机构图如下：

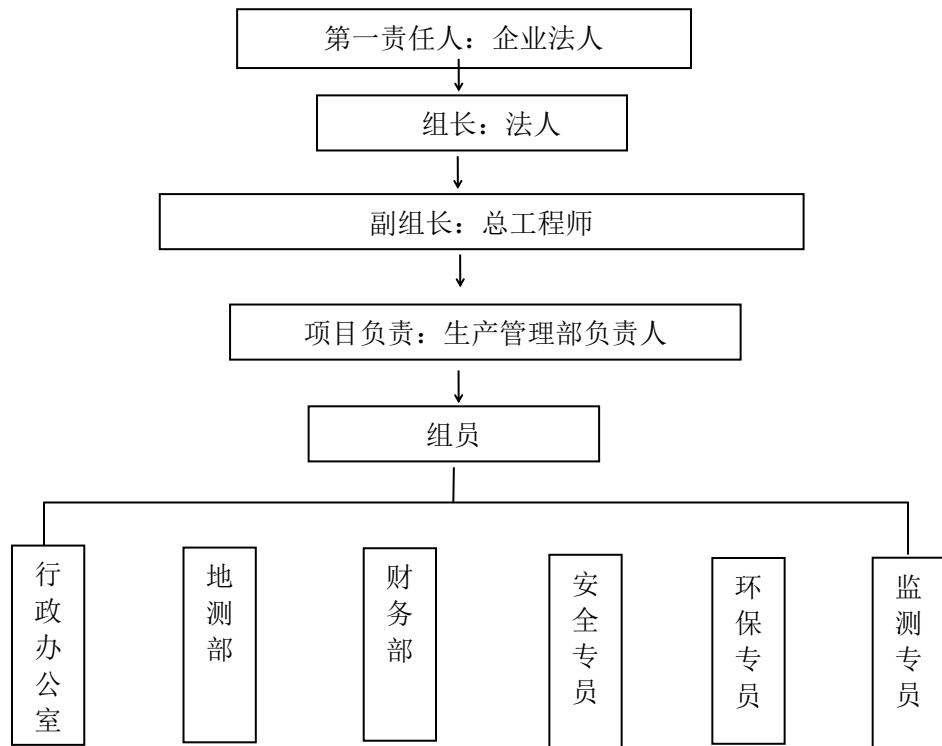


图 8-1 白石沟钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦项目组织机构图

表 8-1 白石沟钼钒矿矿山地质环境保护与土地复垦项目组成人员及职责表

职务	职责	
第一责任人（法人）	项目管理活动的决策人	
组长（矿长）	组织、管理、领导本项目的具体执行	
副组长（总工、副矿长）	协助组长管理项目，负责本项目的执行标准及项目质量	
项目负责（生产管理部）	统筹项目执行中的具体事宜，安排项目具体工作	
组员	行政办公室	负责项目招标管理
	地测部	负责项目施工技术管理
	财务部	负责项目费用的提取及下拨
	安全员	负责项目实施中的安全管理

	环保员	负责项目实施中的环保管理
	监测专员	负责矿山地质环境的监测、巡查工作

2、项目管理

按工程计划统筹安排，编制年度计划，将任务分项分解，落实到各地块，各作业队按计划和作业设计组织施工。对建设所需购买的设备由矿方按计划统一购置。

3、工程管理

实施单位要按省自然资源厅的统一要求编制初步设计，初步设计批准后编制施工图设计。施工严格实行先设计、后施工，并实行施工员追踪负责制。参与人的经济利益与治理质量挂钩，确保工程质量，严格检查验收制度，坚持一个工序检查合格后再进入下一个工序。

4、资金管理

环境治理工程建设是一项集经济、生态和社会效益为一体的项目。财务室必须确定具有一定业务水平的财会人员管理项目资金，要单独建立项目帐户，建设资金必须做到合理分配，专款专用，实行“追溯”报帐制，即先验收后报帐、拔付。按规定下级单位向上级项目管理部门提交财务报表，同时接受财政、审计部门的检受监督。

5、信息管理

治理工程建设必须配备必要的信息工具，对施工进度、质量、植被生长、资金使用等动态情况进行监测并及时对各类信息进行汇总、上报、分析和反馈。建设档案全部实行微机管理，建立工程治理资料及资金使用情况档案。同时，积极开展信息交流，及时进行各类信息收集、整理、分析和发布，总结、推广并应用先进经验，保证项目取得最满意的效果。

6、安全管理

认真贯彻“安全第一，预防为主”的安全方针，严格执行国家有关安全生产的各项法规，法令和规定。

建立健全各级安全责任制，安全检查制，安全交接班制，安全教育和事故追查等报告制度。

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、制定各工作阶段具体实施计划方案，做到工作前技术准备充分，工作中技术落

实准确，工作后技术总结全面。工作过程及总结工作中出现的技术问题，及时向上级咨询改进，制定改进工作方法及手段，保证各项工作技术可行可靠。

3、技术人员配备到位，严格按照设计制定的技术人员实施，确保人员技术水平；技术设备配备、管理到位，配备充足的技术及施工等设备和满足本项目精度要求的信息设备，保障其正常运行，确保工作进度和数据资料的准确可靠。

4、实施过程中严格按照项目合同、项目设计书和有关规范、标准执行，技术管理到位，认真、及时、全面地检查、验收，发现技术质量问题严格按照有关技术要求及时纠正；在自检自查的同时进行互查互检，及时解决难点及技术问题。资料整理过程中，严格执行校对、审核制度，做到质量层层把关。

5、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；

6、配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其它生产设备，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。

7、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

8、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。

9、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。

10、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。

11、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

（一）资金来源

本项目资金全部由陕西略阳龙核矿业有限公司提供，根据《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）要求，建立了“矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金（以下简称基金）”账户，把矿山地质环境保护与土地复垦费用纳入生产建设成本，按月计提基金费用，专项用于该工作的实施。在无生

产时期，资金使用情况由矿山企业自筹解决，后期纳入基金使用。

（二）资金计提

依据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》，矿山企业按规定计提基金。基金按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理。

据《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）的要求，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

陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿开采矿种为钼钒（金属矿产），开采工艺为井下开采允许塌落空场法，矿山位于陕南地区，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%（允许塌落，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800元/吨计算，白石沟钼钒矿近期各年提取基金数额见表8.1-1。

表8.1-1 白石沟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
800	1.5%	1.0	1.2	14.4

即每年吨矿提取基金量为14.4元，大于本方案计算的吨矿投资12.54元，因此按照基金方案提取。

（三）资金提取及存储

陕西略阳龙核矿业有限公司将在银行设立对公专用账户—矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金账户，用于计提基金的存储和支付管理。

矿山财务部门已按照会计准则，单独设置“矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金”会计科目，单独反映基金的提取与使用情况。财务部门应在年度财务预算中编制基金年度提取和使用计划。

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

（四）资金管理及使用

1、矿山地质环境治理与土地复垦费用专用账户应按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理，并建立了规范有效的专项费用使用财管理制度，规范基金管理，明确基金提取和使用的程序、职责及权限，按规定提取和使用基金。制定专项资金使用“五专”（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制。

2、矿山地质环境治理与土地复垦基金专项用于矿山地质环境治理与土地复垦，开发式治理等工程，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用。

3、矿山企业应根据自然资源主管部门公告的本方案编制年度实施方案并明确基金使用计划，年度实施方案内容包括本年度矿山地质环境治理与土地复垦基金提取，使用情况，下一年度实施方案和基金使用计划。

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

5、完成矿山地质环境治理与土地复垦工程后，应及时向自然资源主管部门提出验收申请。验收合格后，可取得工程质量验收合格确认书，据此可核算基金使用情况。

6、为使广大群众真正了解参与到复垦工作中，鱼洞子铁矿将对各土地复垦阶段实施计划及资金使用情况进行公示，并在方案实施阶段招募当地群众参加复垦工作，让公众切身了解复垦资金的使用是否真正落到实处。如发现资金的使用与实际复垦有重大不符情况，公众可向相关主管部门反映，发挥监督作用，确保复垦资金合理有效利用。

基金实施过程中，白石沟钼钒矿将按严格按规定提取基金和使用基金，制定年度基金提取和使用计划，专项用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦、开发式治理等工程。

按照本方案的实施进度计划、资金的年度计划安排、工程的实际进度情况，基金提取后及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，使矿山地质环境保护与土地复垦工程保质保量如期完成。

（五）费用审计

陕西略阳龙核矿业有限公司白石沟钼钒矿将按年度对矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提取、使用情况进行内部审计，将审计结果于每年的12月31日前报送略阳县自然资源局主管部门审计或复核。

四、监管保障

白石沟钼钒矿将委托有规划设计资质的单位进行矿山地质环境治理工程与土地复垦规划设计，监理由自然资源部门委托有资质的监理单位承担。

土地复垦前，邀请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。

本方案实施严格的监测制度，监测机构应具有乙级以上监测资质，并按方案中的监测要求编制监测计划并实施；监测成果应进行统计和对比分析，作出简要评价，并定期报送当地土地行政主管部门；在土地复垦工程竣工验收时，监测单位应提交竣工验收监测专题报告。

土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度。施工中进行工程监理，按监理的工作程序、工作标准和监理工作规定开展本方案土地复垦监理工作，对工程的进度、质量、投资实行控制，负责土地复垦工程施工的安全监理。

实行严格的工程验收制度，复垦工程将严格按照“复垦方案”的技术要求执行，制定严格的工程考核制度。在验收中，应严格验收制度，验收人员对照复垦单元措施逐项核实工程量，鉴定工程质量，填报验收表，写出验收总结，验收不合格，应限期整改。

定期向自然资源主管部门报告土地复垦工程的实施进展情况、存在的问题，结合工程进度提出具体的改进和补救措施，确保复垦工程的全面完成。

五、效益分析

（一）社会效益

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

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

2、“为政之要，首在足食”这是中国历代治国安邦的经验。粮食是我国经济发展和社会稳定的重要基石。保护耕地就确保了粮食，耕地是粮食生产的载体，是粮食安全的根本保障。耕地总量动态平衡目标是在我国人多地少、用地需要居高不下、耕地资源又相对不足且急剧减少，给经济社会的发展带来巨大压力的局面下提出的，是促进土地资源的可持续利用，实现可持续发展战略的一项具体目标。对矿区地质环境保护与恢复治理，也就可防止和减轻水土流失，从而保护了耕地，促进耕地保护战略目标的实现。

3、矿山地质环境保护与恢复治理，可增加部分当地居民就业，从而增加农民的收入，加快当地农村现代化进程，缩小了城乡差距，有利于社会的团结和稳定，促进社会进步。

4、本项目土地复垦方案实施后，可以减少矿区开采工程带来的新增水土流失，减轻所造成的损失和危害，能够确保矿山的安全生产。

5、矿区复垦能够减少生态环境破坏，为工程建设区的绿化创造了良好的生态环境，有利于矿区职工以及附近居民的身心健康，从而能够提高劳动生产率。

6、土地复垦方向主要为耕地，恢复耕地面积，对复垦后土地经营管理需要较多的工作人员，因此也能够为矿区人民提供更多的就业机会，对于维护社会安定起到了积极的促进作用。

7、本工程土地复垦项目实施后，通过建设人工林地以及草地，恢复林草植被面积，对改善项目区建设影响范围及周边地区的土地利用结构起到良好的促进作用，从而促进当地林、牧业协调发展。综合可见，本复垦项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

（二）环境效益

通过复垦治理土地，保护含水层，将使区内土地资源得到良好利用，植被得到恢复、增加，经过植被恢复、绿化，改善矿区地质环境和生态环境，加上后期合理适当的监测、管护措施，吸引周边动物群落的回迁，增加动植物群落多样性，实现动植物生态系统的多样性和稳定性。具有良好的、长远的环境效益，能够促进经济和社会的可持续发展。

1、矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施可以促进矿区生态环境建设和生态环境的改善，保护耕地，防止土地生态条件恶化，促进农业良性循环。

2、对生物多样性的影响复垦项目实施之后较实施之前植被覆盖率得到明显提高，

将有效遏制项目区及周边环境的恶化，在合理管护的基础上最终实现植物生态系统的多样性与稳定性。吸引周边动物群落的回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

3、对空气质量和局部小气候的影响土地复垦通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正面与长效影响。具体来讲，防护林建设、植树、种草工程不仅可以防风固沙，还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。用置换成本法来计算防护林净化空气的生态服务价值。

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，改善矿区的生态环境；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。

（三）经济效益

本方案充分考虑了矿山现状及可能发生的地质环境与土地损毁问题，因地制宜地部署了矿山地质环境治理与土地复垦工程，既保证了高质量的治理效果，又可以很好的节约治理费用，经济上可行。同时，矿山地质环境恢复治理及土地复垦项目的实施，可以有效的促进当地经济的发展，提高当地村民的收入。

1、防灾减灾，保护群众：通过矿山环境恢复治理工程的实施，可以对区内的不稳定地质体进行有效的治理，减轻区内不稳定地质体对矿区工作人员及周边居民生命财产的威胁，防灾减灾效益显著，经济效益巨大。

2、恢复土地，增产增收：通过裂缝填充、表土剥覆、土地平整、田埂修筑、道路工程、土壤培肥、林草恢复等工程的实施，可以有效地恢复已损毁的土地，恢复其生产能力，增加土壤肥力，提高产量，达到增收的目的，进而带动当地农民收入的增加。

3、增加就业，提高收入：本方案投资估算达 3879.70 万元，一方面，工程实施过程中普工、技工等人工需求量大，用工可以从当地居民中雇工，从而增加当地居民的收入；另一方面，土地复垦过程中，需要大量的樟子松、紫穗槐树苗等，当地居民可通过培育种植苗木，成为土地复垦所需苗木的供应商，进而增加收入。

六、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看法，本方案在编制之前进行了

公众参与调查，在矿方的支持与配合下，编制单位走访了项目区内涉及到的两个村，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、规模及以国家相关矿山地质环境与土地复垦政策，如实向公众阐明本项目可能产生的地表塌陷、不稳定地质体及土地损毁；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，征求了当地各方对土地复垦的意见。

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 2 个村落发放调查表 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。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。



照片 8.5-1 公众调查



照片 8.5-2 公众调查

周围民众大多认为白石沟钼钒矿的建设能促进当地经济的发展，但同时对当地生态环境造成一定影响，希望采取相关措施进行矿山地质环境保护与土地复垦：

- 1、及时排查并监测不稳定地质体；
- 2、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；
- 3、植被恢复选择当地物种；
- 4、建议矿山投产后招工尽量照顾当地居民，促进当地经济发展。

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

白石沟钼钒矿采用井下空场法开采，设计生产规模 30 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：评估发育不稳定地质体 1 处，现状评估 H01 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：现状评估全区划分较轻 1 个级别分区，较轻区面积 5.14km²，占评估面积的 100%。

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，可能引发工业场地边坡失稳，预测评估危险性中等，可能加剧 H01 不稳定地质体，预测评估危险性中等，矿山开采可能引发地面塌陷，预测评估危险性小。

（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：白石沟钼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 5 个区，其中严重区 3 个，总面积 0.0134km^2 ，占评估区总面积的 0.26%；较严重区 1 个，总面积 0.0043km^2 ，占评估区总面积的 0.08%；较轻区 1 个，面积 5.1223km^2 ，占评估面积的 99.66%。

(二) 矿山土地损毁预测与评估

1、已损毁土地

白石沟钼钒暂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

本方案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 0.0883km^2 ；拟沉陷损毁土地面积为 0.8951km^2 。其中拟沉陷轻度损毁面积为 0.6558km^2 ，拟沉陷中度损毁面积为 0.2393km^2 。

(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，共 5 个区块，其中重点防治区 3 个，总面积 0.00134km^2 ，占评估区总面积的 0.26%；次重点防治区 1 个，总面积 0.0043km^2 ，占评估区总面积的 0.08%；一般防治区 1 个，面积 5.1223km^2 ，占评估面积的 99.66%。

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、1#临时弃渣场、2#临时弃渣场、供电线路塔基、供电线路临时设施、供水工程泵房、供水管线、平硐及回风斜井场地、地表变形拟损毁土地，复垦责任面积为 0.9709km^2 。

(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，监测期 5 年)，中期（其中建设期 1 年，生产期 18.35 年，）和后期（共 5.65 年，其中稳沉治理

期 2.65 年, 管护期 3.0 年) 三个阶段, 矿山地质环境治理工程如下:

近期监测工程包括: D₁ 监测点的设置及地表变形监测、S1、S2、S3、S4、S5、S5、S6、S7 监测点水位、水质监测, M1-M3 水体影响监测点布设及监测、N1-N2 土壤影响监测点布设及监测等。

中期治理工程包括: 对 H01 不稳定地质体进行治理; 对工业场地边坡进行治理; 对地面塌陷和近期开采塌陷区损坏道路进行维修; S5、S6、S7 水文监测井施工、D₁-D₁₂ 监测点的设置及地表变形监测、S1、S2、S3、S4、S5、S5、S6、S7 监测点水位、水质监测, M1-M3 水体影响监测点布设及监测、N1-N2 土壤影响监测点布设及监测等。对 1#临时弃渣场、2#临时弃渣场进行工程治理, 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等。

后期治理工程包括: 对损坏道路进行维修; 封闭各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。

2、矿区土地复垦

部署了近期 (共 5 年, 监测期 5 年, 2026 年 1 月 1 日-2030 年 12 月 1 日), 中期 (其中建设期 1 年, 生产期 18.35 年, 2031 年 1 月 1 日-2050 年 4 月 30 日) 和后期 (共 5.65 年, 其中稳沉治理期 2.65 年, 管护期 3.0 年, 2050 年 5 月 1 日-2055 年 12 月 31 日) 三个阶段矿山土地复垦工程。

近期无土地复垦任务。中期土地复垦任务为: 对建设期输电线路临时设施损毁土地、供水管线损毁土地、村庄异地搬迁后宅基地及前四年矿山开采损毁土地进行复垦。复垦面积 14.28hm²; 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, 实施沙漠水稻工程。对 1#临时弃渣场、2#临时弃渣场复垦、沉陷损毁土地进行复垦, 复垦面积 0.9401km²; 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、供电线路塔基、供水工程泵房、平硐及回风斜井场地进行复垦, 复垦面积 1.95hm²; 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、客土回覆、土地平整、田埂修筑、道路工程。

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 20 个，不稳定地质体监测点 3 个；含水层监测点 7 个，水环境影响监测点 3 个，地形地貌、生态环境监无人机监测。

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、草地进行管护，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 3885.20 万元，矿山地质环境治理工程经费估算为 1481.30 万元，土地复垦工程经费估算为 2403.90 万元，储量为 ，吨矿投资 7.07 元，垦面积 97.09hm²，亩均投资 16506.33 元。

近期矿山地质环境保护与土地复垦总经费估算 16.67 万元，白石沟钼钒矿山地质环境保护总费用为 16.55 万元，土地复垦总费用为 0.12 万元。

二、建议

1、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。

2、白石沟钼钒矿基建期，部分基建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。

3、矿山开发利用方案修编或范围发生变化提前开工建设需修编生态修复方案。