

陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

陕西佳成矿业有限公司

二零一九年七月



陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：陕西佳成矿业有限公司

法人代表：蔡丙国

总工程师：余磊

编制单位：西北有色勘测工程公司

法人代表：李忠民

总工程师：王一兵

项目负责人：陈俊

编写人员：张楚怡 陈晓鹏 魏荣誉 潘艺华

制图人员：陈晓鹏



《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案》专家评审意见

2018年7月1日，商洛市国土资源局邀请有关专家（名单附后）召开会议，对西北有色勘测工程公司编制、陕西佳成矿业有限公司提交的《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》）进行了审查，会前部分专家和山阳县国土资源局有关人员到矿山现场进行了实地考察，专家组在听取编制单位汇报、审阅《方案》报告文本、图件及附件、质询答辩的基础上，形成了专家组审查意见。2019年6月15日，部分专家对方案编制工作进行了现场再次复核，编制单位对方案进行了修订完善，形成如下审查意见：

一、《方案》编制工作收集各类技术资料9份，完成野外调查面积10.28km²，基础资料较扎实，完成工作量满足相关要求。《方案》附图、附表及附件完整，插图插表齐全，编制格式符合《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》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。确定方案规划总体部署年限为21a，方案适用年限5年，方案基准年为2019年度，方案实施基准期以商洛市自然资源局公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述完整，矿山位于商洛市山阳县王闫镇吕家坪村一带，为持有采矿许可证的矿山，采矿许可证证号：C6110002010122120101323，矿区范围由10个拐点圈定，面积3.4302km²，开采深度1222-878m，开采K1号钒矿体，产品方案为钒矿原矿，矿山设计可采资源矿石储量442.12×10⁴t，矿山设计开采能力为30×10⁴t/a，矿山服务年限16.4a。

矿区土地利用现状叙述清晰，主要为林地（有林地、灌木林地、其他林地）、耕地（旱地）；矿山属于地下开采，采用平硐溜井—盲斜井联合开拓，分段空场采矿法采矿，根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为 1.5%（金属矿产），开采系数为 1.0（允许塌陷），地区系数为 1.2（陕南）。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述正确。矿区处于岭山系鹮岭山脉中低山区及河流阶地区。出露地层主要以震旦系灯影组（ Z_2dn ）灰色中厚层白云岩、寒武系水沟口组（ C_1sh ）硅质岩、粘土岩、岳家坪组（ C_2y ）含碎石条带或团块细晶白云岩及第四系（ Q_4 ）沟谷冲积、残坡积层为主。矿区内主要发育有 F1、F2 两条断裂构造，地质构造简单。矿区内含水层主要为第四系松散岩类孔隙潜水、基岩裂隙水及碳酸盐岩裂隙溶洞水，水文地质条件简单，工程地质条件中等，人类活动较强烈，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，矿山规模属于大型矿山，确定矿山地质环境影响评估级别为一级正确，评估区面积 603.16 hm^2 适宜。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估合理正确。矿山地质环境现状评估：共划分地质环境影响程度分区 4 块，其中地质环境影响程度较严重区 3 处，面积 2.09 hm^2 ，占评估区面积的 0.35%；较轻区 1 处，面积 601.07 hm^2 ，占评估区面积的 99.65%。矿山地质环境预测评估：共划分地质环境影响程度分区 5 块，其中地质环境影响程度严重区 2 处，面积 3.53 hm^2 ，占评估区面积的 0.58%；较严重区 2 处，面积 17.01 hm^2 ，占评估区面积的 2.82%；较轻区 1 处，面积 582.62 hm^2 ，占评估区面积的 96.60%。

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，已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测基本正确。复垦区内土地损毁形式主要为压占损毁和沉陷损毁三种类型，压

占损毁、挖损损毁土地主要为工业场地、废石场、新建道路、废渣堆等，损毁程度为重度，沉陷损毁土地为轻度损毁。

七、矿山地质环境治理分区将全区分为 3 级 5 个区，其中：重点防治区 2 个，面积 3.53hm²，占评估区总面积的 0.56%；次重点防治区 2 个，面积 17.01hm²，占评估区总面积的 2.82%；一般防治区 1 个，面积 582.62hm²，占评估区总面积的 96.60%，分区结果基本合理。复垦责任范围划定基本合理，土地权属明确，土地复垦区总面积 31.10hm²，扣除留续使用面积，土地复垦责任范围总面积 30.77hm²。

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》提出的矿山环境保护与土地复垦目标与任务明确，对治理与复垦工程内容提出的技术方法正确可行，治理与复垦工程量明确，可操作性较强。

矿山环境工程治理：BT1 崩塌及 PD6、PD7 硐口锚杆挂网喷砼、北侧工业场地边坡挡土墙、BT2 和 BT3 崩塌及 PD2-PD5 硐口主动防护网、护坡挡墙、截排水沟、废弃硐口封堵、地面塌陷区刺丝围栏+警示牌、矿山地质环境监测。

土地复垦：将南侧工业场地、PD1 新建道路、水箱、废石场新建道路复垦为有林地，复垦工程设计主要包括表土剥离、表土堆存、清理工程、表土运输、表土覆土、场地平整，植被重建工程及配套工程；将废石场、堆渣 D1、堆渣 D2 复垦为灌木林地，复垦工程包括表土剥离、表土运输、表土覆土、场地平整，植被重建工程及配套工程；对复垦区进行原地表状况监测、土地损毁监测、复垦质量监测及 3 年管护。

近期矿山地质环境及土地复垦工程量见表 1。

表 1 近期 5 年矿山地质环境治理恢复及土地复垦任务表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	矿山土地复垦措施及工程量
第一年	1、BT1 崩塌及 PD6、PD7 硐口锚杆挂网喷砼工程：钢筋 21.89t，混凝土 806.4m ³ ，锚杆 1290 根，泄水孔 2304m； 2、挡土墙工程：石方开挖、外运 1870m ³ ，土方回填 1360m ³ ，M7.5 浆砌石 4464.20m ³ ； 3、截排水沟：石方开挖、外运 800m ³ ，M7.5 浆砌石 700m ³ ； 4、废弃硐口封堵 3.12m ³ ； 5、矿山地质环境监测 324 点次。	1、原地表状况监测 7 次。 2、表土剥离 4380m ³ 。 3、表土运输 1590m ³ 。 4、表土堆存 0.09hm ² 。 5、场地平整 0.12hm ² 。 6、表土覆土 360m ³ 。 7、灌木种植 401 株。 8、撒播草种 0.12hm ² 。 9、堆渣清理 1200m ³ ； 10、土地损毁监测 20 次； 11、复垦质量监测 8 次； 12、林地管护 0.12hm ² 。
第二年	1、BT2 崩塌：石方清理、外运 60m ³ ，主动防护网 300m ² ； 2、矿山地质环境监测 324 点次。	1、拦渣墙：石方开挖、外运 1750m ³ ，土方回填 1225m ³ ，M7.5 浆砌石 4595m ³ ； 2、截排水沟：石方开挖、外运 760m ³ ，M7.5 浆砌石 665m ³ ； 3、土地损毁监测 20 次。 4、复垦质量监测 8 次； 5、管护 0.12hm ² 。
第三年	1、BT3 崩塌、PD2-PD5 硐口：石方清理及外运 50m ³ ，主动防护网 1300m ² ； 2、地面塌陷：刺丝围栏 600m，警示牌 10 块 3、矿山地质环境监测 324 点次。	土地损毁监测 20 次。
第四年	矿山地质环境监测 324 点次。	土地损毁监测 20 次。
第五年	矿山地质环境监测 324 点次。	土地损毁监测 20 次。

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

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行了经费估算，矿山地质环境

治理工程经费估算、土地复垦工程经费估算分别为 686.15 万元、760.12 万元，总经费估算为 1446.27 万元，吨矿投资 3.27 元，亩均投资 16469 元。近期矿山地质环境治理与土地复垦估算静态费用 1159.46 万元，经费估算基本正确合理（表 2）。

表 2 矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用 (万元)	土地复垦费用 (万元)	合计 (万元)
第一年	532.80	155.90	688.70
第二年	18.21	365.32	383.53
第三年	76.36	1.68	78.04
第四年	3.22	1.48	4.70
第五年	3.22	1.27	4.49
合计(万元)	633.81	525.65	1159.46

十二、方案提出的各项保障措施和建议合理可行，对治理效益的分析可信。

十三、存在问题及建议

- 1、按照陕西省自然资源厅 2011 年第 60 号要求规范方案格式，补充完善附件内容（土地使用手续、用土购买协议等）；
- 2、细化矿山地质环境影响和土地损毁评估内容，复核矿山地质环境治理和土地复垦工程设计、工程量和工程造价；
- 3、加强文本校核；完善报告插图，简练文字

综上，专家组同意《方案》通过审查，编制单位按专家组意见修改完善后，由陕西佳成矿业有限公司按程序上报。

专家组长：

2019 年 6 月 20 日

《陕西佳成矿业有限责任公司水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》
评审专家责任表

姓名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 评审结论	签 字
金有生	陕西核工业工程勘察院有限公司	教授	水工环地质	同意	金有生
闫玉明	长安大学	教授	地质工程	同意	闫玉明
王振福	陕西地质集团有限公司	教授/工程师	探矿工程/探矿	同意	王振福
张子文	长安大学	教授	环境工程	同意	张子文
李建设	宝鸡市农工研究所	研究员	土地资源	同意	李建设

《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案》审查意见

2018年7月1日，商洛市国土资源局邀请有关专家（名单附后）召开会议，对西北有色勘测工程公司编制、陕西佳成矿业有限公司提交的《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》）进行了审查。会前部分专家和山阳县国土资源局有关人员到矿山进行了实地考察，专家组在听取编制单位汇报、审阅《方案》报告文本、图件及附件、质询答辩的基础上，形成如下意见：

一、《方案》编制工作收集各类资料9份，完成野外调查面积10.28km²，评估面积6.03km²，调查路线20km，调查地质环境点12个，拍摄照片170张，无人机拍摄视频5分钟，发放公众调查表20张，投入工作量基本满足方案编制需要。《方案》附图、附表及附件完整，插图插表较齐全，编制格式符合《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部，2016年12月）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，确定方案服务年限为21年，方案适用年限为5年（即2018年7月至2023年6月）正确，方案编制基准年为2018年。

三、矿山基本情况和其他基础信息叙述比较完整。矿山位于商洛市山阳县王闫镇吕家坪村一带，为持有采矿许可证的矿山，采矿许可证证号：C6110002010122120101323，矿区面积：3.4302km²，开采深度1222-878m，矿区范围由10个拐点设定，开采对象为采矿证范围内经核实备案的K1矿体，产品方案为钒矿原矿，矿山设计可采资源量矿石量为442.12×10⁴吨，生产规模为30万吨/年，设计服务年限为16.4年。矿区土地利用现状清楚，主要为耕地（旱地）、林地（有

林地、灌木林地、其他林地)、交通运输用地(农村道路)、水域及水利设施用地(水库水面)、城镇村及工矿用地(村庄)。矿山采用地下开采,平硐溜井-盲竖井联合开拓,分段空场采矿法采矿,根据矿山开采方式和采矿方法,确定矿山开采地质环境影响系数为1.0。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述清楚,内容正确。矿区处于岭山系鹤岭山脉中低山区及河流阶地区。出露地层主要以震旦系灯影组(Z_2dn)灰色中厚层白云岩,寒武系水沟口组(C_{1sh})硅质岩、粘土岩,寒武系岳家坪组(C_{2sh})含燧石条带或团块细晶白云岩及第四系(Q_4)沟、谷冲积、残积、坡积砂砾石为主。矿区内主要发育有F1、F2两条断裂构造,地质构造简单。矿区内含水层主要为第四系松散岩类孔隙潜水、基岩裂隙水及碳酸盐岩裂隙溶洞水,水文地质条件简单,工程地质条件中等,人类活动较强烈,矿山地质环境条件复杂程度为复杂类型。

五、评估区范围以采矿权范围及采矿活动影响范围为基础,适当外延50m,确定评估区面积为6.03km²,评估范围适宜。评估区重要程度为较重要区,矿山生产规模为大型,矿山地质环境条件复杂程度为复杂类型,确定矿山地质环境影响评估精度确定为一级是正确的。

矿山地质环境影响现状分析评估认为:现状条件下评估区内发现崩塌隐患3处(BT1、BT2、BT3),危险性中等;泥石流隐患2处(NY1、NY2),现状评估危险性小;未见滑坡、地面塌陷、地裂缝和地面沉降等其他地质灾害,现状条件下矿山采矿活动对矿区含水层、水土环境污染影响较轻,两处探矿堆渣对地形地貌景观破坏程度较严重。

矿山地质环境影响预测分析评估认为:未来矿山开采活动中PD1平硐口、南侧工业场地、PD1新建道路遭受崩塌隐患BT1灾害危险性大,其他工程建设可能遭受地质灾害危险性小;PD1平硐口、南侧工业场地加剧崩塌隐患BT1灾害危险性大,其他工程建设可能加剧

地质灾害危险性小。预测采矿平硐口可能引发地质灾害危险性中等，矿区北侧工业场地可能引发地质灾害危险性中等，矿山开采可能引发岩石移动范围地表变形危险性小。矿山采矿活动对含水层影响较轻，废石场及工业场地对水土环境污染影响较严重，废石场对矿区地形地貌景观的影响程度严重。

矿山地质环境影响程度现状评估共划分较严重区和较轻区 2 个等级、4 个区块。其中影响较严重区 (B_X) 面积 0.02km^2 ，占评估区面积的 0.35% ；较轻区 (C_X) 面积 6.01m^2 ，占评估区总面积的 99.65% 。矿山地质环境影响程度预测评估共划分严重区、较严重区和较轻区 3 个等级、5 个区块，其中矿山地质环境影响严重区 (A_Y) 面积 0.035m^2 ，占评估区总面积的 0.58% ；矿山地质环境影响较严重区 (B_Y) 面积 0.36m^2 ，占评估区总面积的 6.01% ；矿山地质环境影响较轻区 (C_Y) 面积 5.633km^2 ，占评估区总面积的 93.41% 。矿山地质环境现状评估和预测评估合理正确，评估结果符合实际。

六、矿山土地损毁预测与评估认为，矿山基建和生产期对矿区土地损毁的形式主要为压占、挖损和塌陷，土地损毁环节、时序叙述正确。现状条件下矿山活动对土地资源的损毁主要表现在两处堆渣，损毁面积 0.12hm^2 ；预测拟损毁土地主要为废石场、工业场地、水箱、新建道路及开采区，拟损毁土地预测为 30.98hm^2 ，预测与评估结论正确。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，划分为重点防治区、次重点防治区、一般防治区三级七个区块。其中重点防治区为废石场、PD1 平硐口及南侧工业场地，面积约 0.035km^2 ，占防治区面积的 0.58% ；次重点防治区为北侧工业场地、T2 平硐口及堆渣 D2、崩塌隐患 BT3、采矿平硐口及地表岩石移动影响范围，面积约 0.377km^2 ，占防治区面积的 6.25% ；一般防治区面积 5.618km^2 ，占防治区总面积

的 93.17%。防治分区划分合理。

复垦区确定为已损毁土地及拟损毁土地单元，面积 31.10hm²，复垦责任范围为土复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域，面积为 30.77hm²，包括废石场、废石场道路、矿山南侧工业场地、水箱、PD1 新建道路、堆渣 D1、D2，地表岩石移动影响范围等。复垦责任范围划定合理，土地权属分别为陕西省商洛市山阳县王闫镇吕家坪村、王闫镇夏家坪村、王闫镇龙泉村集体所有，土地权属清楚，无纠纷。

八、矿山地质环境治理技术可行性、经济可行性、生态环境协调性分析正确，土地复垦适宜性评价原则正确，将矿区损毁土地划分为 8 个评价单元，选定地形坡度、土层厚度、土壤质地、交通条件、堆积物毒性、土壤有机质含量等 6 个因子作为适宜性评价指标，划分为 9 个复垦单元，土地复垦适宜性评价指标体系、评价方法适宜，土地复垦适宜性结论正确。

九、《方案》提出的矿山地质环境治理与土地复垦预防、矿山地质灾害治理、矿区土地复垦、含水层破坏与水土污染修复、地形地貌景观恢复治理、矿山地质环境监测、矿区土地复垦监测和管护等目标任务明确，崩塌、泥石流、地裂缝地面塌陷防治等地质灾害防治工程、土壤重构及植被重建、地质环境监测等工程设计和技术措施基本可行，治理与复垦主要工程量安排基本合理。

十、矿山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，有一定的针对性。

十一、根据矿山地质环境治理与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行了经费估算，确定本方案服务年限 21 年内矿山地质环境保护治理工程经费估算为 776.45 万元，土地复垦工程经费估算为 760.12 万元，矿山地质环境治理与土地复垦总投

资为 1536.58 万元，吨矿投资 3.48 元，亩均土地复垦费用 16469 元，经费估算基本合理。

十二、《方案》提出的各项保障措施和建议合理可行，矿山地质环境治理与土地复垦工程效益分析可信。

十三、存在问题及建议

1、按照陕西省国土资源厅 2011 年 60 号要求规范方案格式，补充完善附件内容（土地使用手续、用土购买协议等）；

2、细化矿山地质环境影响和土地损毁评估内容，核实优化矿山地质环境治理和土地复垦工程内容、工程量和工程造价；

3、加强方案文本校核，避免小差错。

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

评审专家组组长签名：金有生

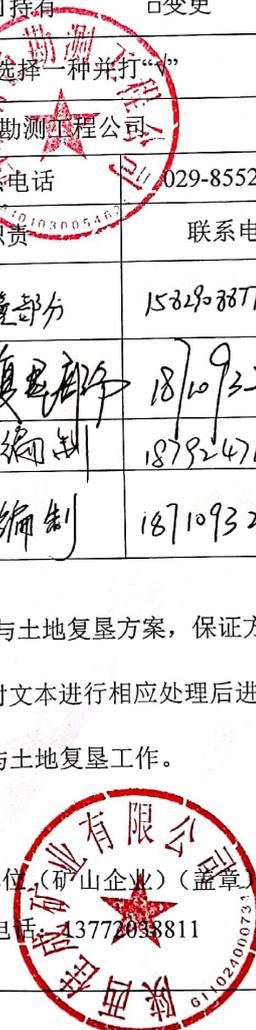
2018 年 7 月 23 日

《陕西佳成矿业有限责任公司水草坪钒矿矿山水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》
评审专家责任表

姓名	单 位	职务/职称	专 业	是否同意 评审结论	签 字
金有生	陕西核工业工程勘察院有限公司	教授	水工环地质	同意	金有生
闫玉明	长安大学	教授	地质工程	同意	闫玉明
王振福	陕西地质集团有限公司	教授/工程师	探矿工程/探矿	同意	王振福
张马交	长安大学	教授	环境工程	同意	张马交
李建设	宝鸡市农工部农工研究所	研究员	土地资源	同意	李建设

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	陕西佳成矿业有限公司		
	法人代表	蔡丙国	联系电话	13772038811
	单位地址	陕西省商洛市山阳县		
	矿山名称	陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿		
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申请 <input checked="" type="checkbox"/> 持有 <input type="checkbox"/> 变更 以上情况请选择一种并打“√”		
编 制 单 位	单位名称	西北有色勘测工程公司		
	法人代表	李忠民	联系电话	029-85524634
	主 要 编 制 人 员	姓名	职责	联系电话
		张建怡	地质环境部	15329038715
		魏萍蓉	土地复垦部	1810932002
		潘世华	地质编制	18792476488
陈晓鹏		图件编制	18710932819	
审 查 申 请	我单位已按要求编制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 联系人：陈总 申请单位：(矿山企业) (盖章) 联系电话：13772038811			



目 录

前 言.....	1
一、任务的由来.....	1
二、编制目的.....	1
三、编制依据.....	2
四、方案适用年限.....	5
五、编制工作概况.....	6
第一章 矿山基本情况.....	10
一、矿山简介.....	10
二、矿区范围及拐点坐标.....	12
三、矿山开发利用方案概述.....	13
四、矿山开采历史及现状.....	24
第二章 矿区基础信息.....	25
一、矿区自然地理.....	25
二、矿区地质环境背景.....	34
三、矿区社会经济概况.....	42
四、矿区土地利用现状.....	43
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	45
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	46
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	49
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	49
二、矿山地质环境影响评估.....	49
三、矿山土地损毁预测与评估.....	79
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	88
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	95
一、矿山地质环境治理可行性分析.....	95
二、矿区土地复垦可行性分析.....	97

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....	109
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防.....	109
二、矿山地质灾害治理.....	112
三、矿区土地复垦.....	122
四、含水层破坏修复.....	144
五、水土环境污染修复.....	144
六、矿山地质环境监测.....	145
七、矿区土地复垦监测和管护.....	152
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....	157
二、阶段实施计划.....	157
一、总体工作部署.....	157
三、近期年度工作安排.....	159
第七章 经费估算与进度安排.....	164
一、矿山地质环境治理工程经费估算.....	164
二、土地复垦工程经费估算.....	167
三、总费用汇总与年度安排.....	174
第八章 保障措施与效益分析.....	177
一、组织保障.....	177
二、技术保障.....	177
三、资金保障.....	177
四、监管保障.....	178
五、效益分析.....	179
六、公众参与.....	181
第九章 结论与建议.....	187
一、结论.....	187
二、建议.....	190

附图：

- 1、陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境问题现状图（1:10000）
- 2、陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿区土地利用现状图（1:10000）
- 3、陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境问题预测图（1:10000）
- 4、陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿区土地损毁预测图（1:10000）
- 5、陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿区土地复垦规划图（1:10000）
- 6、陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境治理工程部署图（1:10000）

附件：

- 1、方案编制委托书
- 2、矿山地质环境现状调查表
- 3、陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿公众参与调查表
- 4、现有采矿许可证副本
- 5、《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿产资源开发利用方案》批文
- 6、《陕西省山阳县水草坪钒矿详查地质报告》矿产资源储量备案证明，陕国土资储备[2006]41号。
- 7、编制人员培训证书
- 8、内审意见
- 9、专家现场考察意见
- 10、县局现场考察意见
- 11、土地复垦方案报告表
- 12、矿山地质环境保护与土地复垦方案估算书
- 13、矿山企业审查意见

前 言

一、任务的由来

陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿位于陕西省山阳县城东南，矿区面积 3.4302km²，开采矿种为钒矿，生产规模 30.00×10⁴t/a。水草坪钒矿现有采矿许可证由商洛市国土资源局颁发，有效期 2012 年 8 月 2 日~2017 年 8 月 2 日，根据陕西省国土资源厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国土资环发【2017】11 号）文）要求，矿山企业在办理采矿权延续时，矿山地质环境保护与土地复垦方案超过适用期或方案剩余服务期少于采矿权延续时间的，应当重新编制或修订。

为此，陕西佳成矿业有限公司于 2017 年 12 月委托我公司承担《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》）的编制工作。（附件 1：委托书）

二、编制目的

通过对矿山建设区及影响区地质环境、土地利用现状调查分析，查明矿区现存地质环境问题及土地资源利用的现状；针对矿山工程设计及其所处地质环境条件开展矿山地质环境影响评估及土地损毁预测评估；依据矿山现状及预测的地质环境问题、土地损毁状况，进行矿区地质环境治理分区和土地复垦区划，分析矿山地质环境治理及土地复垦的可行性，设计、编制矿区地质环境治理、土地复垦方案，估算投资经费。

具体任务是：

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、植被、土壤等地质环境条件。

2、查明矿山工程区社会环境条件，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的影响。

3、查明矿山工程区现状地质灾害的类型、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、水资源和土地资源的利用情况。

4、对矿山工程及影响区的地质环境影响、土地损毁进行现状评估、预测评估。

5、在现状评估和预测评估的基础上，对矿山工程区进行地质环境保护与治理恢复分区，划分土地复垦区与复垦责任范围。

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，分阶段部署必要的地质环境防护工程、土地复垦工程和监测措施，估算工程费用，为矿区地质环境保护与治理恢复、土地复垦再利用及政府监督提供依据。

三、编制依据

（一）法律法规

- 1、《中华人民共和国矿产资源法》，主席令第74号，1996年8月29日；
- 2、《中华人民共和国土地管理法》，主席令第28号，2004年8月28日；
- 3、《地质灾害防治条例》（国务院令第394号）；
- 4、《矿山地质环境保护规定》（中华人民共和国国土资源部令第44号令）；
- 5、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，1998年12月27日发布，2014年7月29日第二次修订；
- 6、《土地复垦条例》，国务院第592号令，2011年3月5日实施；
- 7、《土地复垦条例实施办法》（国土资源部第56号令，2013年3月1日实施）；
- 8、《基本农田保护条例》，国务院令第257号令，1998年12月27日；
- 9、《建设项目环境保护管理条例》（国务院令第682号，2017年7月16日）；
- 10、《中华人民共和国环境影响评价法》，主席令第48号，2016年7月2日；
- 11、《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国发[2011]20号）；
- 12、《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2017年3月1日起实施）；
- 13、《陕西省矿产资源管理条例》（1999年11月30日）；
- 14、《陕西省地质环境管理办法》（陕西省人民政府令第71号）；
- 15、《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》（陕西省人民政府令第173号，2013年12月1日施行）；
- 16、《陕西省工程建设活动引发地质灾害防治办法》（陕西省人民政府令第205号，2018年1月1日施行）；
- 17、《陕西省地质灾害防治条例》（2018年1月1日起实施）。

（二）规章制度

- 1、《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复治理保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》[2017]638号；
- 2、《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土

资源部办公厅，国土资规[2016]21号，2017年1月3日）；

3、《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）；

4、《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）；

5、国土资源部关于发布《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》等7项推荐性行业标准的公告（2011年5月4日）；

6、《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》（国土资发[2006]225号文）；

7、《中共中央、国务院关于进一步加强土地管理切实保护耕地的通知》（1999年4月）；

8、《关于切实做好耕地占补平衡工作的通知》（国土资发[1999]39号文）；

9、《关于进一步加强土地整理复垦开发工作的通知》（国土资发[2008]176号）；

10、《国务院关于全面整顿和规范矿产资源开发秩序的通知》（国发[2005]28号）；

11、“关于进一步加强地质灾害危险性评估管理工作的通知”（陕西省国土资源厅，陕国土资环发[2016]37号，2016年8月26日）；

12、《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）；

13、《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）；

14、“陕西省国土资源厅关于加快矿山地质环境保护与土地复垦工作的通知”（陕西省国土资源厅，陕国土资环发[2017]39号，2017年9月25日）。

15、国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》，2016年7月1日。

16、国土资源部、财政部、环境保护部、国家质检总局、银监会、证监会联合印发《关于加快建设绿色矿山的实施意见》，2017年5月11日。

（三）标准规范及规程

1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（国土资源部，2016.12）

2、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（中华人民共和国国土资源部 DZ/T0223—2011）；

3、《地质灾害危险性评估规范》（中华人民共和国国土资源部 DZ/T0286-2015）；

- 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、《矿山土地复垦基础信息调查规程》TDT1049-2016
- 7、《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T 192-2015）；
- 8、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）；
- 9、《土地利用现状分类》国家标准（GB/T21010—2007）；
- 10、《土地整治项目规划设计规范》（TD/T 1012-2016）；
- 11、《土壤环境质量标准》（GB 15618-1995）；
- 12、《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013) ；
- 13、《土壤环境监测技术标准》（HJ/T 166-2004）；
- 14、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T 32864-2016）；
- 15、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（TD/T0219—2006）；
- 16、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221—2006）；
- 17、《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；
- 18、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017 ）；
- 19、《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）；
- 20、《地表水和污水监测技术标准》（HJ/T 91-2002）；
- 21、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- 22、《工程岩体分级标准》（GB50218—2014）；
- 23、《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2003）；
- 24、《造林技术规程》（GB/T15776—2016）；
- 25、《岩土工程勘察规范》（GB50021—2017）；
- 26、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453-2008）；
- 27、《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634-2008）；
- 28、《陕西工矿废弃地复垦利用试点管理办法》（陕国土资发【2014】3号等；
- 29、《生产项目土地复垦验收规程》(TD T1044-2014) 。
- 30、《陕西省水利水电工程概（预）算编制办法及费用标准》（陕西省计委陕计项目【2000】1045号文）；
- 31、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源部财综[2011]128号文）；

- 32、《陕西省造林技术规程》（DB61/T 142-2003）；
- 33、《人工草地建设技术规程》（NYT1342-2007）；
- 34、《土地整治高标准农田建设 第 2 部分：土地平整》（DB 61/T991.2-2015）；
- 35、《耕作层土壤剥离利用技术规范》（TD/T 1048-2016）；
- 36、《农田土壤培肥技术规程》（DB61/T 966-2015）；
- 37、《人工草地建设技术规程》（NY/T 1342-2007）；
- 38、《连翘栽培技术规程》（LY/T 1827-2009）。
- 39、《工程勘察设计收费标准》（中国物价出版社 2002 年修订本）

（四）相关资料

- 1、《陕西省山阳县水草坪钒矿详查地质报告》（陕西省地质矿产勘查开发局综合地质大队，2006 年 04 月）；
- 2、《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿产资源开发利用方案》（陕西佳成矿业有限公司，2016 年 12 月）；
- 3、陕西省国土资源厅文件《陕西省山阳县水草坪钒矿详查地质报告》矿产资源储量备案证明，(陕国土资储备[2006]41 号)；
- 4、陕西省国土资源规划与评审中心《陕西省山阳县水草坪钒矿详查地质报告》评审意见书，（陕国土资评储发[2006]022 号）
- 5、《陕南山洪地质灾害受灾地区商洛市山阳县地质灾害详细调查报告》（陕西核工业工程勘察院，2012 年 1 月）；
- 6、《山阳县地质灾害防治“十三五”规划》（山阳县国土资源局，2016 年 12 月）
- 7、“山阳县土地利用现状图 1:10000”（山阳县国土资源局 2016 年）；
- 8、现场调查取得的相关资料；
- 9、陕西佳成矿业有限公司项目委托书。

四、方案适用年限

矿山自建矿至今，尚未进行基础建设及开采活动。根据开发利用方案，矿山基建时间约 6 个月，开采对象主要为划定矿区范围内 1222m~888m 标高经过评审备案的的钒矿 K1 号矿体，设计利用资源储量 $(332+333)502.41 \times 10^4\text{t}$ ，设计可采储量 $442.12 \times 10^4\text{t}$ ，服务年限 16.4 年，矿山开采结束后的地质环境治理及土地复垦期 1.1a，土地复垦后的管护抚育期为 3.0a，开采结束后地质环境恢复治理、土地复垦、管护期 4.1a。由此确

定本方案的规划部署年限为 21a（即 2019 年 6 月 20~2040 年 6 月 20）。

表 0-1 方案服务年限表

名称	服务期限	年限
基建期	2019 年 6 月 20-2019 年 6 月 20	0.5a
生产期	2020 年 6 月 20-2036 年 6 月 20	16.4a
治理期	2036 年 6 月 20-2037 年 6 月 20	1.1a
监测与管护期	2037 年 6 月 20-2040 年 6 月 20	3a
方案服务期	2019 年 6 月 20-2040 年 6 月 20	21a

按照国土资源部规定，矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程遵循“边开采，边治理”的原则，本《方案》适用年限为 5 年（即 2019 年 6 月 20~2024 年 6 月 20），在本《方案》服务年限内，当矿山企业扩大生产规模、变更矿区范围或者开采方式时，矿山企业应重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，并报相关部门审批、备案。本方案基准期以相关部门批准该方案之日算起。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案编制严格按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223—2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）进行，工作程序详见图 0-1。

我公司在接收业主委托后，立即组建了项目小组，在充分收集和利用已有资料的基础上，现场调查拟建矿区的自然地理、地质环境背景条件、社会经济状况、矿区及周边重大人类工程活动及矿区地质环境现状、土地利用现状、土地总体规划等；依据矿区基础信息及拟建矿产工程设计，评估矿山工程建设及开发活动对矿区地质环境及土地损毁的程度，探究矿山地质环境恢复治理、土地复垦的可行性，划分矿山地质环境保护与治理分区，确定土地复垦区；再根据工程建设方案及其对地质环境影响、破坏程度，对土地的损毁情况，分阶段部署地质环境治理、土地复垦及监测养护工程，估算工程费用，为矿山地质环境保护及土地复垦提供技术支持，为政府监督提供依据。

（二）工作方法

1、资料搜集

搜集有关工作区的自然地理、社会经济、矿区地质环境、水文气象、矿产勘查和地质灾害调查与区划、土地利用现状及规划、土壤、林草植被分布等基础资料，了解

建设工程区的地质环境条件、存在的地质环境问题、土地利用现状及建设工程规模等，开展综合研究，初步确定矿山地质环境影响评估的范围及评估级别、土地复垦区范围和调查区范围，明确本次工作的重点，以指导野外调查工作。

2、野外工作方法

野外调查采用 1:10000 地形图做底图，GPS 定位，数码拍照，地质调绘采用线路调查法、环境地质点调查法，采访调查法等方法开展。

①路线调查法：根据调查路线应基本垂直地貌单元、岩层走向、地质构造线走向这一原则，沿小沟、流水沟、周扒沟等布置调查线路，迅速了解和调查区内社会经济、人口分布、地形地貌、土壤植被、土地利用、人类工程活动、地质遗迹、地质界线、构造线、岩层产状和不良地质现象，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水工环地质条件等情况，编绘工作区地质环境和土地利用简图，以便为方案编制提供可靠依据。

②地质环境点及土地分布调查法：对调查区内地质灾害点、隐患点、拟建工程点等逐点调查，查明地质灾害（隐患）点的位置、规模、现状、危害对象及稳定性、损失程度、发灾原因等，查明工程占地类型、土地性质、损毁情况及权属关系，了解拟建工程区可能存在的地质环境问题。

③公众意见征询法：本着“贯穿项目始终，多方参与”的原则，在项目方案编制之前进行社会公众调查。以采访拟建工程区、地质灾害点附近的居民为主，详细了解工作区地质环境的变化情况、地质灾害的活动现状和土地利用现状等，发放“公众参与调查表”，充分了解矿区群众的意见；征询当地镇、县国土资源、环境保护主管部门就矿区地质环境和土地复垦的意见，为方案编制提供依据。

3、室内资料整理

在综合分析既有资料和实地调查资料的基础上，以《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223—2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）为依据，编制了“陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境问题现状图”、“陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿区土地利用现状图”、“陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境影响预测评估图”、“陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿区土地损毁预测图”、“陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿区土地复垦规划图”和“陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境治理工程部署图”。以图件形式反映各类地质灾害、土地损毁分布及其与地质环境的相互关系，开展地质环境影响程度及治理分区、土地复垦范围划定，初步确定矿山地质环境保护、土地复垦及监测工程方案及总体工

程部署，编制矿山地质环境保护与土地复垦方案和工程概算。

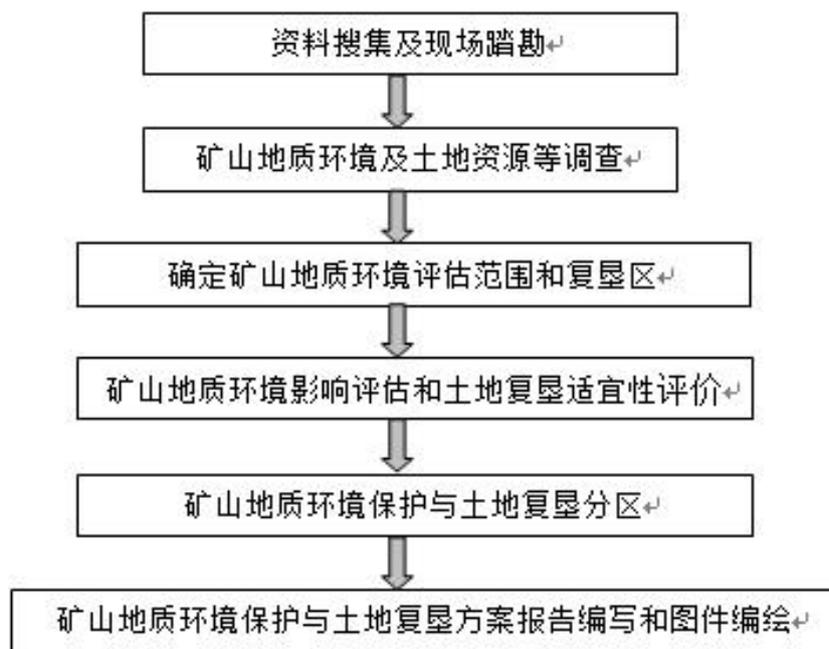


图 0-1 工作程序框图

(三) 工作说明

2017 年 12 月 10 日，我公司接受任务后，即组织人员开展工作；2017 年 12 月 15 日~12 月 30 日搜集资料、编写工作计划；于 2018 年 1 月 5~10 日组织人员进入矿山进行野外地质环境调查、访问工作，外业工作结束后，对资料进行了整理、综合分析研究，编制报告初步成果及图件；2018 年 5 月 31 日对矿区进行补充调查，去矿区当地国土部门对矿区区域情况进行补充了解，去矿区场地进行详细补充踏勘，对当地村民进行调查问卷，在此基础上补充编制方案。

本次工作主要完成工作量见表 0-2。

表 0-2 主要完成工作量一览表

序号	工作项目	完成工程量	说 明
1	调查区面积	1027.66hm ²	
2	评估区面积	603.16hm ²	
3	矿区土地利用现状	0.12hm ²	
4	矿区主要土壤类型	0.12hm ²	
5	调查点		
	地质环境调查点	12 个	地质灾害隐患点 3 个，地质环境调查点 9 个
	土地现状及植被调查点	6 个	土地利用现状调查点 2 个
	典型土壤剖面	4 个	林地土壤剖面 1 个，耕地土壤剖面 2 个

6	调查路线	20km	
7	公众调查表	20	走访当地村民、当地村镇管理部门
8	搜集资料	9份	
9	照片	170张	
10	拍摄录像	5分钟	
11	报告	1份	
12	附图	6张	

(四) 评估质量评述

本次调查与评估工作严格按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011)、《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T0286-2015)、《土地复垦方案编制规程 第1部分:通则》(TD/T 1031.1-2011)和《土地复垦方案编制规程 第4部分:金属矿》(TD/T 1031.4-2011)的要求组织实施的。野外调查工作是在广泛搜集工作区社会经济、自然地理、水文气象、矿产勘查、地质灾害调查、矿山开发利用方案、土地利用现状、土地权属信息等资料的基础上开展的,同时通过走访、调查形式广泛征集了县、镇、村政府部门及当地村民的意见和建议。现场调查和公众意见征询资料均由方案编制人员同矿山工作人员野外实测或搜集,保证了一手资料的准确性和可靠性;工作程序、方法、内容和工作程度,均满足相关技术规范、规定的要求。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

(一) 矿山企业基本概况

陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿位于陕西省商洛市山阳县。矿山未进行基础建设及开采活动，前期仅进行探矿活动。根据《陕西省山阳县水草坪钒矿详查地质报告》，矿山资源储量估算对象为矿区范围内 K1、K2、K3 (K₃₋₁、K₃₋₂)、K4 (K₄₋₁、K₄₋₂) 钒矿矿体，共求得 (332+333) 资源量总矿石量 830.88 万吨，V₂O₅ 总量 8.7284 万吨，V₂O₅ 平均品位 1.05%。根据 2016 年 12 月《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿产资源开发利用方案》，矿山开采对象为矿区内经过评审备案的钒矿 K1 矿体，矿石量 537.59 万吨，其中控制的内蕴经济资源量 (332) 矿石量为 338.98 万吨，V₂O₅ 量 37846 吨；推断的内蕴经济资源量 (333) 矿石量为 198.61 万吨，V₂O₅ 量 19398 吨，资源储量估算标高 1222m~878m，开采深度 1222-878m。本次方案编制主要依据开发利用方案内容将进行编制。矿山概况如下：

工程名称：陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿；

建设单位：陕西佳成矿业有限公司；

生产规模：生产规模 30.0×10⁴t/a；

开采对象：矿区内经过评审备案的钒矿 K1 矿体；

开采方式：地下开采；

开拓方案：总体上本矿山采用平硐溜井-盲竖井联合开拓方式，968m 以上采用平硐—溜井开拓，878m~968m 标高采用盲竖井开拓；

采矿方法：分段空场法；

产品方案：钒矿原矿石；

服务年限：服务年限 16.4 年；

矿区面积：3.4302km²；

财务分析：该项目总投资 1485.23 万元，其中工程建设费用 1414.23 万元，流动资金 71.00 万元。项目投入运营后，在达产年可实现年平均销售收入 1275.08 万元，年平均净利润总额 140.92 万元，投资利润率 12.65%，投资回收期（税后）7.98 年。项目投资回收期较短，风险较低，项目财务评价可行。

(二) 地理位置

矿区位于陕西省山阳县城东南王阎镇西南侧约 12 公里处吕家坪村、夏家坪村、龙泉村，距县城约 80 余公里，属陕西省山阳县王阎镇管辖。地理坐标：东经

（三）交通情况

矿区周边交通较为方便，山阳县至照川镇柏油公路从矿区东北侧通过，水草坪至矿区有简易公路相连（照片 1-1），道路宽约 4m，向东与天桥乡相连，矿区距山阳—商南县级公路约有 30 千米，山阳县至商州市、西安市均有二级公路，商州、商南、西安均有干线铁路通过（见交通位置图）（详见图 1-1）。



图 1-1 矿山位置交通示意图



照片 1-1 矿区内道路（镜向 280°）

二、矿区范围及拐点坐标

(一) 矿权设置

根据开发利用方案，陕西省钒矿资源主要分布在商洛地区洛南、商南一带，该区域内钒矿床走向及倾向延伸较长，资源储量较大，本采矿权东邻山阳县天泽工贸经营部财神庙钒矿，南侧为西安杰出投资有限责任公司山阳分公司吕东沟钒矿，矿山划定范围及外侧废石场、拟建工业场地与其他矿区范围无重叠，不存在矿权纠纷。



图 1-2 周边矿权分布图

(二) 矿区范围

根据采矿许可证，水草坪钒矿现持有采矿许可证范围由 10 个拐点圈定（表 1-1），矿区面积 3.4302km²，开采深度 1118~918m，依据最新矿山开发利用方案，K1 矿体赋存标高为 1222m-878m，开采深度 1222m-878m，开采对象为矿区划定范围内 K1 矿体，因此建议矿山企业换发采矿证时，开采深度调整为 1222-878m。

表 1-1 现持有采矿证范围拐点坐标一览表

拐点号	1980 西安坐标系		国家 2000 坐标	
	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)
1				
2				
3				
4				

5			
6			
7			
8			
9			
10			
备注	根据采矿证内容，矿区面积 3.4302 平方公里，开采标高 1118m-918m，1980 西安坐标系。根据最新矿山开发利用方案，矿体赋存标高为 1222m-878m，与采矿证开采深度不一致，建议矿山企业换发采矿证时，开采深度根据开发利用方案进行调整，后续报告中开采深度根据开发利用方案内容进行编制		

三、矿山开发利用方案概述

本次矿山地质环境保护与土地复垦方案是在《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿产资源开发利用方案》（2016.12）的基础上编制而成。具体内容简述如下：

（一）矿山建设及工程布局

陕西省山阳县水草坪钒矿目前尚未进行基建及开采活动，前期仅进行探矿活动，根据开发利用方案，本矿所需爆破器材均由当地民爆公司统一配送，故本矿不设置炸药库，矿山工程主要包括开采工程、工业场地、废石场及道路四部分。

1、开采工程

矿山前期进行探矿活动共形成探矿平硐口两处，分别为 T1 及 T2，均位于矿区北侧，现场调查中可见 T1 探矿硐口处形成一处堆渣，在后期矿山开采过程中，探矿硐口 T1 作为 K1 矿体采矿平硐口 PD1 继续使用，T2 探矿硐口位于矿区东北侧，硐口南侧可见一处堆渣，矿山后期开采过程中，硐口不再留续使用。

根据开发利用方案，矿山开采深度 1222-878m，开采对象为划定矿区范围内的 K1 矿体。矿山 968m 标高以上采用平硐开拓，878m~968m 标高采用盲竖井开拓，矿山共布置采矿平硐口 7 处，分别为 1168m 中段平硐口（PD7）、1128m 中段平硐口（PD6、）、1088m 中段平硐口（PD3、PD5）、1048m 中段平硐口（PD2、PD4）、968m 中段平硐口（PD1），其中 PD1 为主硐口，利用原有探矿硐口 T1，其中 PD1 位于矿区北侧山体坡脚处，其余硐口均位于矿区北侧沟道斜坡上，各平硐口具体位置见图 1-3。以上 7 处硐口均为 K1 矿体平硐口，在矿山后续开采过程中，K1 矿体开采结束后采矿平硐口不再留续使用。

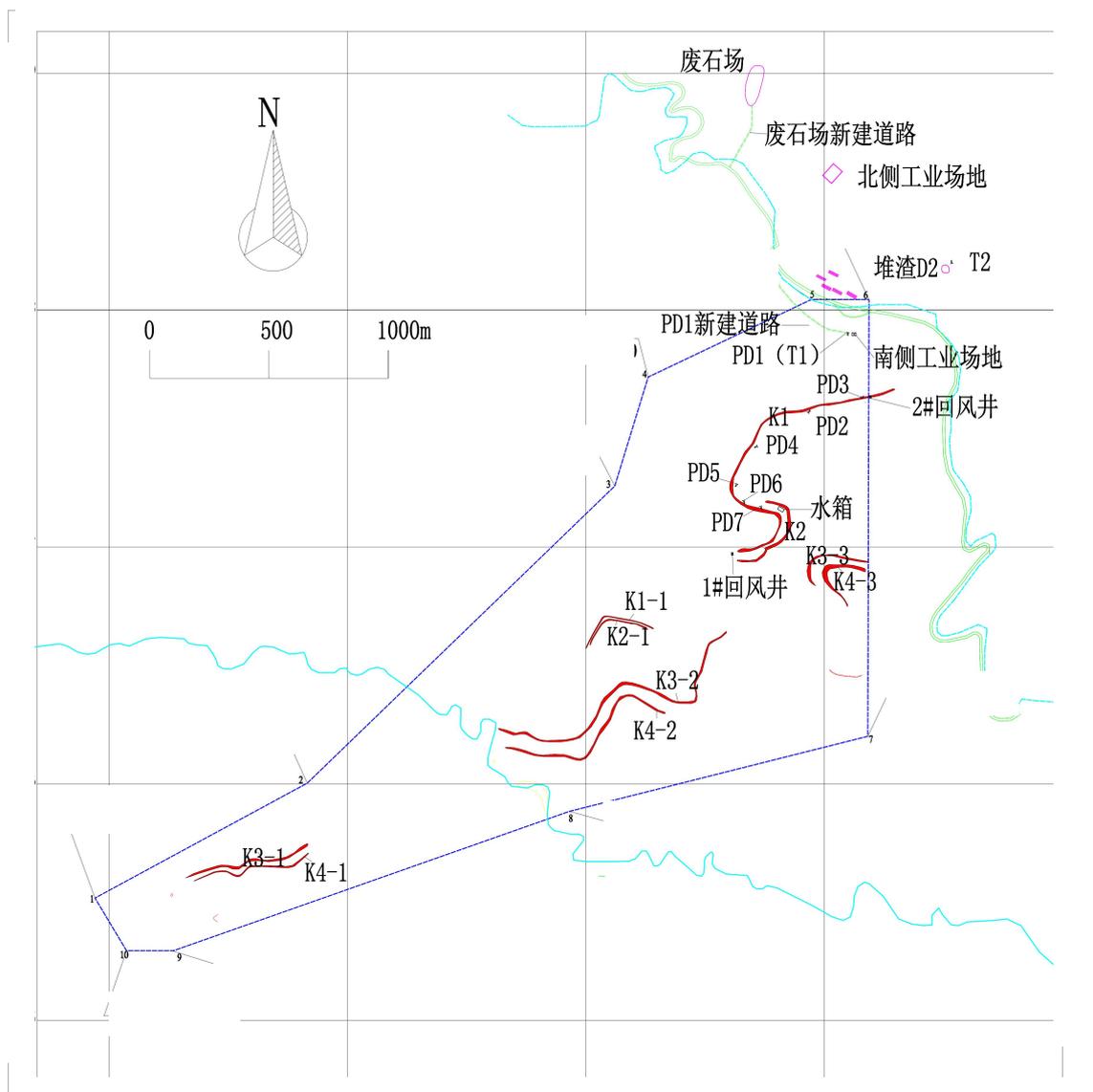


图 1-3 矿山工程平面布置图

表 1-2 矿山采矿工程一览表

工程名称	位置	状态	备注
PD1 (T1)	矿区北侧坡脚	已有	矿山开采结束后不再留续使用
PD2	矿区北侧坡体	新建	
PD3	矿区北侧坡体	新建	
PD4	矿区中部坡体	新建	
PD5	矿区中部坡体	新建	
PD6	矿区南侧坡体	新建	
PD7	矿区南侧坡体	新建	
T2	矿区东北侧坡体	已有	不再留续使用

2、工业场地

工业场地主要可分为两部分，其中北侧工业场地位于矿山 968m 主平硐硐口(PD1) 北侧约 600m 处的周扒沟沟口处，场地地势较为平坦，南侧即为运输道路，主要建筑包括办公室，材料库、修理间、配电室。



图 1-4 拟建工业场地位置图



照片 1-2 北侧工业场地拟建场地（镜向 30°）

南侧工业场地拟建场地位于 PD1 平硐口附近，距离平硐口约 20m，主要建筑包括空压机房及配电室。



照片 1-3 南侧工业场地拟建场地（镜向 160°）

矿区北侧工业场地（包括办公室，材料库、修理间、配电室）在 K1 矿体开采完后继续留续使用，用于后续矿体开采，矿区南侧工业场地（包括空压机房、配电室）主要用于 K1 矿体开采，K1 矿体开采完后不再留续使用。

3、水箱

于采区上部山梁处（PD7 附近）设置 40m³ 高位水池，由无缝钢管供到各用水点。



照片 1-4 高位水池拟建场地（镜向 170°）

4、废石场

根据开发利用方案，设计矿山 K1 矿体废石场位于 968m 主平硐硐口（PD1）西北约 700m 处的流水沟内，用于堆置废石，采用汽车-装载机联合排废工艺。废石场容积

20 万 m³，废石场分台阶堆放，台阶高度 10m，留有安全平台，总坡角 35°，各平台实施 2%~3%的反坡，并在废石场平台上修筑排水沟，以拦截平台表面及坡面汇水，排废方式采用自下而上倾卸堆积。K1 矿体开采完后不再留续使用。



图 1-5 废石场拟建场地



照片 1-5 废石场拟建场地（镜向 345°）

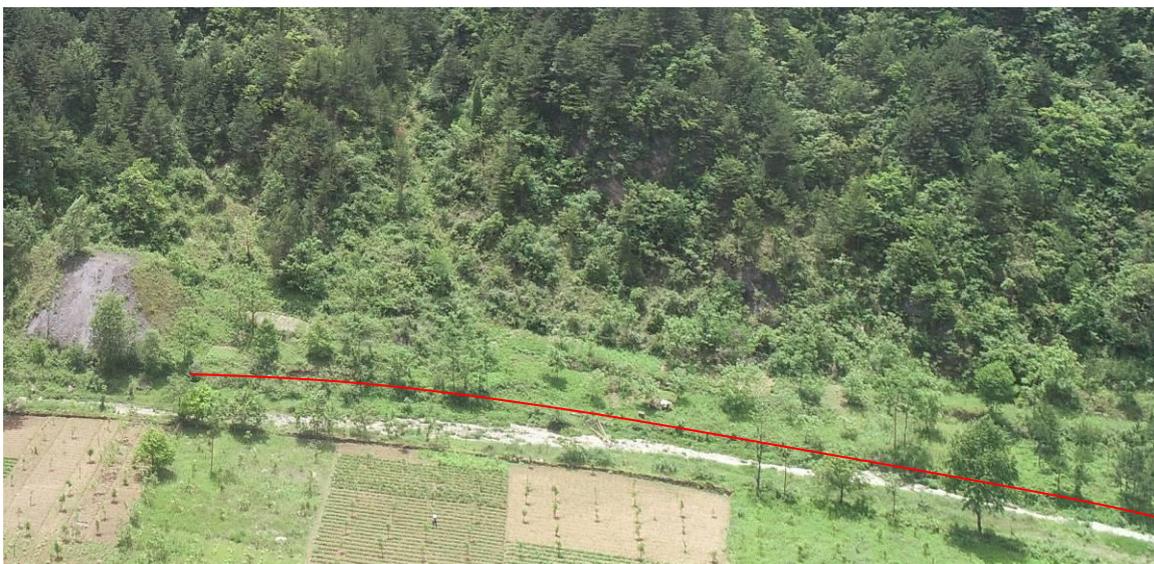
5、矿区道路

矿石主要由 968m 平硐口（PD1）出矿，矿山北侧为已有村庄道路，矿山现有外部

运输道路部分已修至探矿平硐 PD1 周围，后期建设过程中需在村庄道路基础上新建道路延伸至矿山主平硐口 PD1，道路长约 500m，宽约 4m，拟建道路主要沿 PD1 西侧坡脚平坦地带进行修建，场地平坦，建设过程中不需进行坡体开挖，直接利用原有地形，对道路路面进行简单碎石处理措施。

废石场位于矿区西北侧流水沟内，距离沟口约 190m，废石场建设、废石运输过程中需建设道路，道路长约 190m，宽约 4m，直接沿用原有沟道进行运输，不对坡体进行开挖，对道路路面进行简单碎石处理措施。

矿山新建道路 K1 矿体开采完后不再留续使用。



照片 1-6 PD1 新建道路（镜向 170°）



照片 1-7 废石场新建道路（镜向 350°）

（二）建设规模及产品方案

本矿山开采矿种为钒矿，开采对象为区内经过评审备案的的钒矿 K1 矿体，开采方式为地下开采，设计建设规模 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ ，属大型规模矿山。产品方案为钒矿原矿石，主要销往当地选矿厂，经加工后的成品主要销往商洛、汉中及周边省份炼钢企业

（三）资源储量

1、资源储量

根据开发利用方案，以 2016 年 12 月为估算基准日，矿山 K1 矿体经估算求得保有资源量为：矿石量 537.59 万吨， V_2O_5 量 57244 吨。其中控制的内蕴经济资源量(332)矿石量为 338.98 万吨， V_2O_5 量 37846 吨；推断的内蕴经济资源量(333)矿石量为 198.61 万吨， V_2O_5 量 19398 吨。资源储量估算标高 1222m~878m。

2、设计利用、可采储量

根据开发利用方案，矿山 K1 矿体设计利用资源储量（332+333） $502.41 \times 10^4 \text{t}$ ，设计可采储量 $442.12 \times 10^4 \text{t}$ ，设计资源利用率 82.24%，回采率 88%。

表 1-3 K1 矿体设计利用矿产资源储量计算表（单位： $\times 10^4 \text{t}$ ）

资源储量类别	K1 矿体备案的保有资源储量	地质影响系数	工业储量	设计损失量	设计利用储量	回采率	可采储量	矿物量(t)
332	338.98	1.0	338.98	0	338.98	88%	298.30	33144
333	198.61	0.9	178.75	15.32	163.43		143.82	14046
合计	537.59		234.90	15.32	502.41		442.12	47190
比例	100%		96.31%	2.8%	93.46%		82.24%	

3、服务年限

根据开发利用方案，矿山开采对象为区内经过评审备案的的钒矿 K1 矿体，设计利用储量为 $502.41 \times 10^4 \text{t}$ ，生产规模为 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ ，服务年限 16.4 年。

（四）开采设计简述

1、开采方式：地下开采。

2、开拓运输系统

根据开发利用方案，矿体 968m 标高以上采用平硐开拓，中段高度为 40m，878m~968m 标高采用盲竖井开拓，阶段运输巷采用脉外加穿脉的布置形式。

968m 以上从上至下依次设置 1168m 中段、1128m 中段、1088m 中段、1048m 中段、1008m 中段，在小西沟东西两侧设置溜井，西侧设置 1168m 中段到 968m 中段设

置溜井、东侧设置 1088m 中段到 968m 中段设置溜井。溜井均采用直溜井，布置于矿体下盘。在 K1 矿体东西两侧设置回风井，西翼回风井分别与 1128m、1088m、1048m、1008m、968m、928m 及 878m 中段相连。968m 以上各中段采用的矿石和废石均就近通过各自的溜井下放至 968m 主平硐，装入 YCC1.2-6 侧卸式矿车，编组后由 7t 电机车牵引运至地表硐口的各自矿仓卸载。

968m 以下采用盲竖井开拓，从上至下各中段分别为 968m、928m、878m 中段。在 968m 主平硐内布置一条盲罐笼井，采用 3 号双层单罐带平衡锤提升，井筒净直径 4.5m。罐笼井上口标高 968m，下口标高 888m，提升高度 80m。该罐笼井主要担负 968m 以下各中段矿石、废石、人员和材料设备的提升任务，提升能力按 50 万吨/年矿石及相应的废石、人员和材料设备的提升任务。同时也是 968m 以下各中段的主要进风井。在矿体东翼边界设置回风天井将各中段相连，与 968m 中段相连后污风利用两翼回风天井排出地表。

井下各中段平巷采用 7t 电机车牵引 YCC1.2-6 侧卸式矿车运输，上部走向较短的中段采用人推 YFC0.7 翻斗式矿车运输。

3、矿山给排水

矿山生产用水水源来自流经矿区的水草河，为一常年流水。生活用水来自周边山泉水。方案设计在 K1 采区上部山梁处设置 1 个 40m³ 高位水池，由无缝钢管供到各用水点。为井下采矿生产及消防供水；井下渗水经收集沉淀后作为生产用水循环利用。

本矿山采用地下开采方式，阶段平硐-盲竖井开拓方式，开采深度为 1222m~878m，该矿生产过程中的生产废水、坑内涌水，设计在各中段巷道旁边设置水沟，水沟坡度 3~5%。968m 以上各中段坑道涌水及生产废水通过硐口排出地表后，汇集于平硐口设置的沉淀池，作为生产用水循环利用。

968m—878m 中段为竖井开拓方式，采用集中排水方式，在竖井底部设置水仓，水仓容积应能容纳 8h 正常涌水量。井下设置水泵硐室，硐室设置三台水泵，正常情况下一工一备一检修，紧急情况下两工一备，沿竖井筒排出地表。

工业场地、运输道路、废石场设有截水沟，防止工业场地内积水、雨水冲刷路面而造成公路边坡坍塌等灾害。

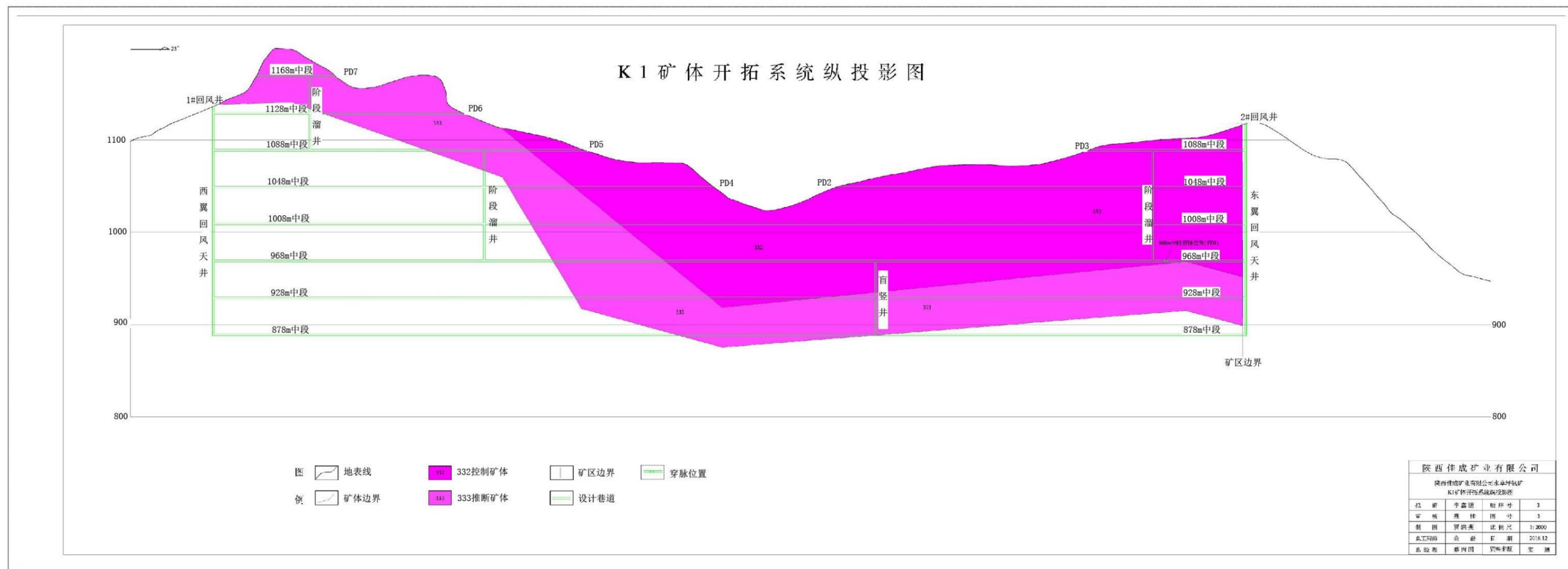


图 1-6 开拓系统纵投影图

4、采矿方法

根据矿体的赋存状况和开采技术条件，矿体和围岩稳固，矿石无结块自燃性等特征，该矿体产状变化较大，矿体为薄~中厚的倾斜、急倾斜矿体，采用分段空场法进行回采。

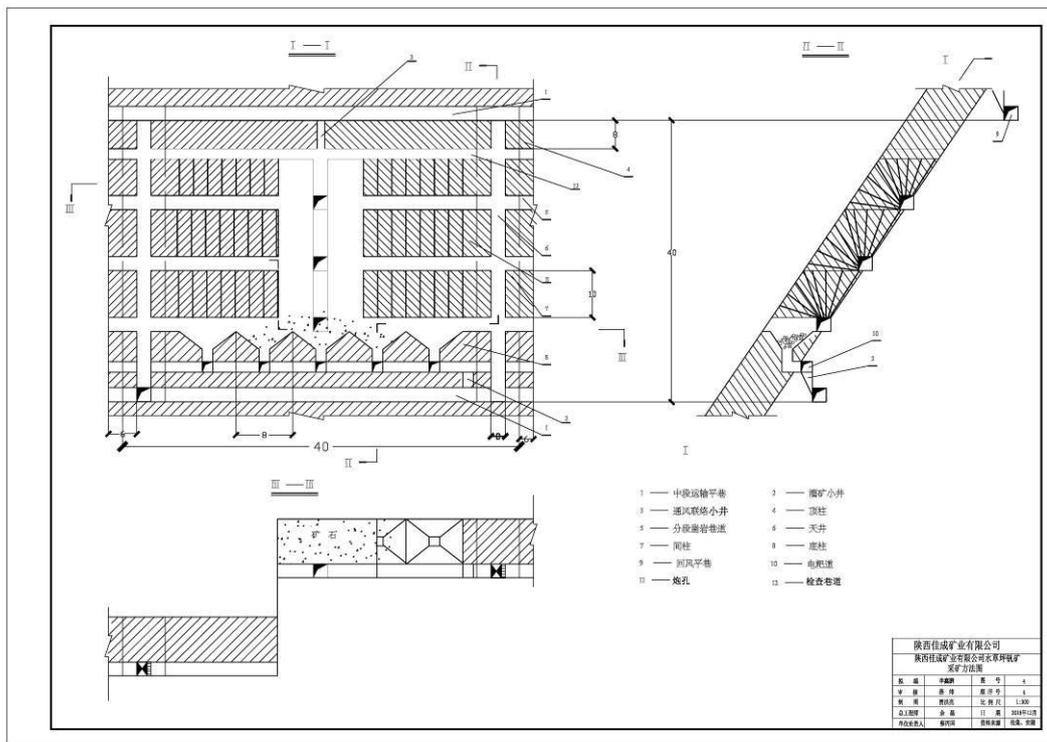


图 1-7 采矿方法图

(1) 采矿方法结构参数

矿山设计开采深度 1222m~878m，设计将矿体划分 8 个阶段，分别为 1168m、1128m、1088m、1048m、1008m、968m、928m、878m 中段。阶段内划分分段，分段高度 10m。采场沿矿体走向布置于装矿穿脉之间，装矿穿脉垂直矿体走向布置，间距 50-60m，采场长度等于穿脉间距，宽度为矿体厚度，高度为中段高度。矿房间柱宽度 6m，顶柱高 8m，底柱高 10m，漏斗间距 8.0m

(2) 采准和切割

采准工作：运输巷道一般沿矿脉靠下盘掘进，天井在矿脉中沿矿体下盘掘进，使矿脉位于天井断面的中央，一般不破坏上盘围岩的整体结构。在运输巷道中每隔 50m 掘进天井，在天井中每隔 10m 掘进分段凿岩巷道，分段凿岩巷道断面尺寸 2×2m。

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。拉底和辟漏工作同时进行，矿房下部的拉底和辟漏工程，不需要一次全部完成，而是随着工作面的向前推进逐步进行。在进行扩漏的同时将矿房底部

全部拉开，形成自由面，在矿房中央沿矿体倾斜方向掘进切割天井。

(3) 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。使用 YGZ-90 型凿岩机在分段凿岩巷道中打中深孔。炮眼采用垂直扇形排列，最小抵抗线 1.0~1.5m，孔底距 1.3~2.2m。凿岩台架选用 TJ25 型。单位炸药消耗量为 0.4kg/t，凿岩机台班效率 15-20m/台班。每次爆破后均要将槽内矿石基本出尽，爆破不允许下部分段超前于上部分段，而应保持上下分段工作面成一立面，或上分段超前下分段一排炮孔。

(4) 出矿

采下矿石利用自重落到矿房底部，经底部结构将矿石耙到溜矿小井，装入 YFC0.7-6 型翻斗式矿车。

(5) 矿柱回采

矿房用分段空场法回采完后，底柱用束状中深孔，顶柱用水平深孔，间柱用垂直向上扇形中深孔落矿。同次分段爆破，先爆间柱，后爆顶底柱。

(6) 顶板管理及采空区处理

分段空场采矿法，作业人员在分段巷道及电耙道中作业，不会暴露在空场之下，作业比较安全，生产中要严禁作业面形成倒梯形，同时做好电耙绞车硐室的支护工作。

由于矿区地表是荒野山林，允许崩落，回采工作结束以后，要立即封闭采空区。由于矿体近地表，采空区会随着时间的推移自然冒落，进行充填。

(7) 采空区处理

方案设计采用分段空场法，在矿柱回收完毕后，应及时处理采空区。方案采用封闭法进行处理采空区。由于矿区地表是荒野山林，允许崩落。由于矿体近地表，采空区会随着时间的推移自然冒落，进行充填。

(8) 采矿方法主要技术经济指标

①矿块回采率：88%；

②贫化率：10%；

③出矿块度：≤300mm

④V₂O₅ 平均品位：（332）为 1.03%；（333）为 1.08%

5、开采顺序及首采地段

根据开发利用方案，矿山总开采顺序为自上而下逐中段依次回采，中段内采用后退

式顺序回采。首采地段为1168m中段的矿块。

6、采空区处理

该矿山目前尚未进行开采，未形成采空区，根据开发利用方案，矿山采用分段空场法，在矿柱回收完毕后，应及时处理采空区。方案采用封闭法进行处理采空区。由于矿区地表是荒野山林，允许崩落。由于矿体近地表，采空区会随着时间的推移自然冒落，进行充填。同时，矿山开采期间，地表岩石移动区四周应设置栅栏或警示标志，以防人员及畜牲进入采空区。

7、地表岩石移动范围的确定

设计开采的 K1 钒矿矿体为薄~中厚的倾斜、急倾斜矿体，顶、底板岩石总体完整性及稳定性较好。设计采用分段矿房法进行回采，根据国内外同类型矿山岩移实测资料，参考设计手册，结合矿岩赋存特征，采用类比法，综合确定本矿岩石移动范围角如下表 5-3 所示。

表 1-4 岩石移动角一览表

名称	上盘	下盘	侧翼
岩石移动角	60°	50°	65°

8、废石处理

本矿山产生的废石主要为进行开拓系统布置所产生的底板围岩，经估算约为 13.5 万 m³，运至废石场。根据开发利用方案产生废石主要为寒武系水沟口组砂质板岩，建议对废石进行检验检测，若能满足建筑石料要求，可对其作为建筑石料进行销售，增加企业经济效益，避免资源浪费。

四、矿山开采历史及现状

该矿山于 1956 年中南地质局 437 队在进行 1:20 万区域地质测量时，以土壤金属量手段发现了该矿床，2004 年由原第十三地质队地调所对该区钒矿带进行了初步普查，发现了水草坪较好的矿化地段，1984-1985 年对中村钒矿床金狮剑沟—梅子沟矿段进行了普、详查工作，2005 年 7 月-2006 年 4 月在对矿区进行详查。矿山目前尚未进行基础建设和采矿活动。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一) 气象

评估区地处秦岭山区,属亚热带向暖温带过度的季风性半湿润山地气候,四季分明,冬季寒冷,夏季酷暑,春季温暖多风,秋季潮湿多雨。评估区年平均气温 13.1℃,极端最高气温 40.1℃,极端最低气温-16.4℃,年无霜期平均 205 天。年平均相对湿度 68%,月平均相对湿度最高 78%,最低 59%。年平均蒸发量 750~800mm。

区内降水量比较丰富,多年平均降水量 700~950mm,最大年降水量 1120.7mm(1983 年),最小年降水量 483.3mm(1997 年),最大日降水量 400mm,最大时降雨量 58.2mm。全年降水日平均 116.7 天,最多 168 天(1964 年),最少 81 天(1978 年)。本区的雨涝主要是大雨暴雨型和连阴雨型,据有关资料统计,22 年中,降大雨、暴雨 141 次,年平均 6.4 次,连阴雨 36 次,年平均 1.6 次,最多的 5 次(1964 年),最少的 0 次(1962、1977、1980 年),秋季连阴雨最多,共 27 次,占总次数的 75%,春季次之(资料来自山阳县气象站)。

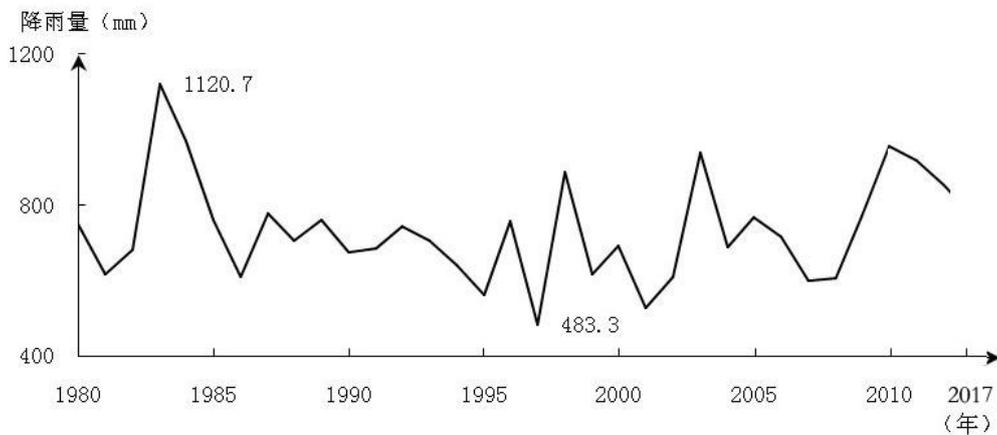


图 2-1 山阳县多年(1980-2016)降水量曲线图

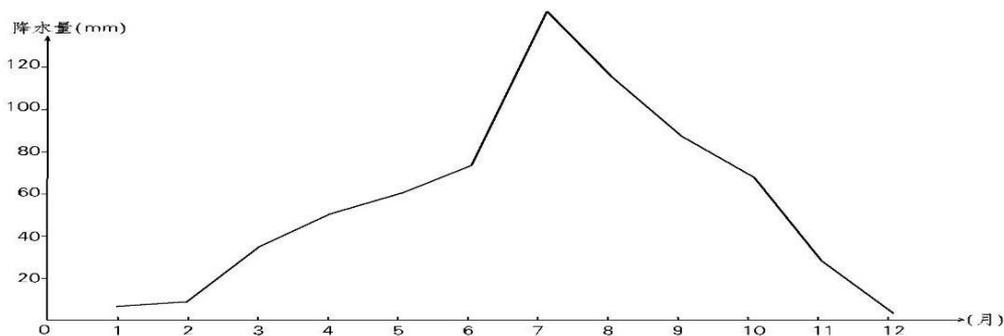


图 2-2 山阳县多年月平均降水量曲线图

(二) 水文

山阳县的河流均属长江流域的汉江水系，境内共有大小河流 7320 条，河流总长 5693.4km。其中 1km 以下的小河流 6594 条，3km 以上的支河 171 条。境内主要的河流有：乾佑河、金钱河、银花河等。

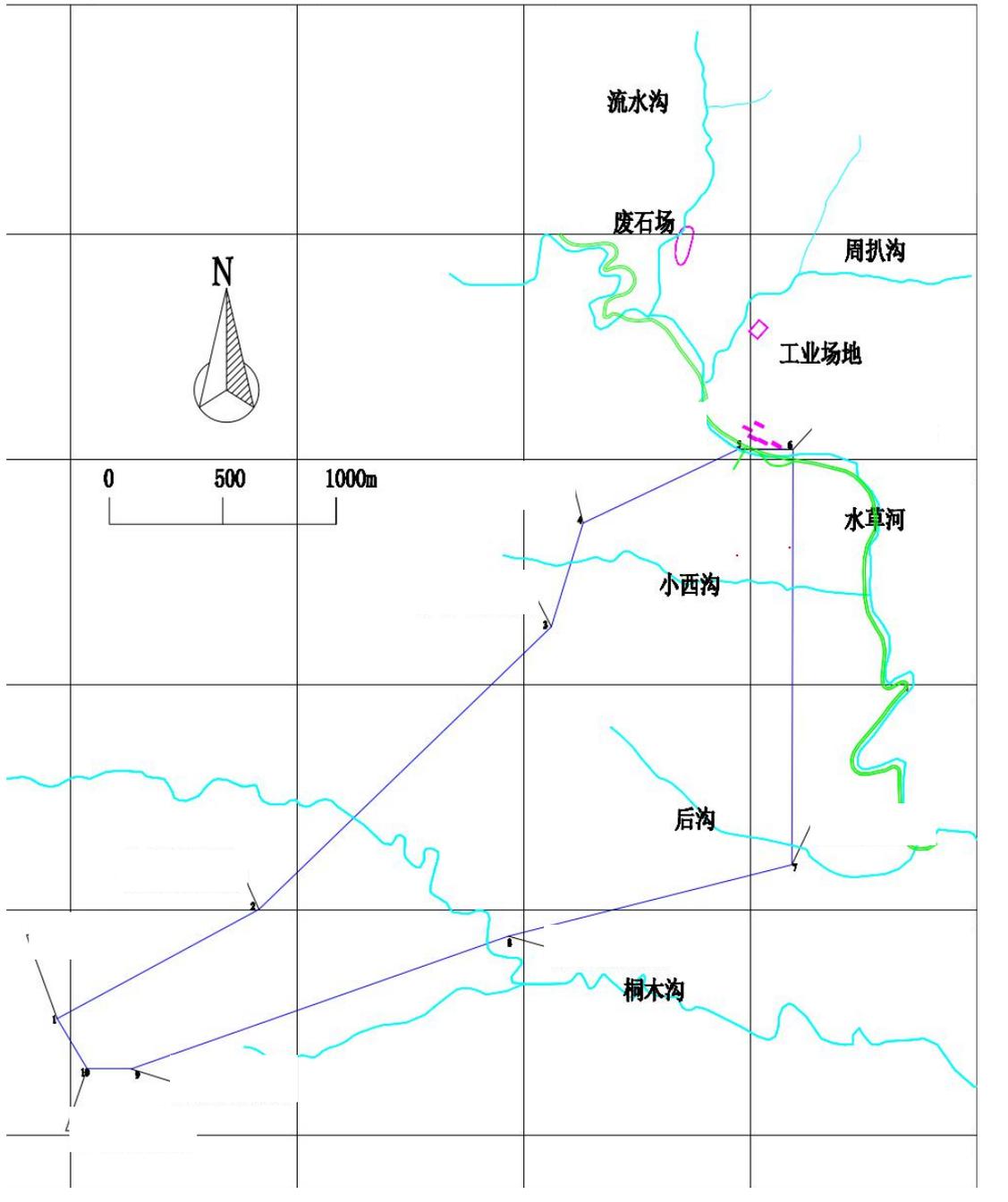


图 2-3 矿区水系分布图

评估区属秦岭山系鹫岭山脉，多“V”型谷，水系发育，沟谷发育，主要水系有水草河、桐木沟河为长年流水，经西河汇入汉水，属汉江水系。矿区北侧沟道多为水草河支

流，主要为流水沟、周扒沟及小西沟。

水草河常年流水，流量随季节变化，吕家坪段枯水期流量为 $157.92\text{m}^3/\text{d}$ ，现场调查中水草河可见明显水流，流量约 $345.6\text{m}^3/\text{d}$ ，拟建南侧工业场地、PD1 平硐口及堆渣 D1 均位于水草河南岸陡坎上，高出河床约 3m ，超过水草河最高洪水位，不受水草河流水影响。

矿区中部分布有桐木沟河，下游约 4 千米常年有水流，且在雨季流量大，流量仅小于水草河，自西向东流经矿区，长 9 公里，汇入水草河，上游为干沟，一般常年无水，仅在雨季洪水暴雨时短暂有水，过后几天便消失，矿区中部桐木沟河附近无拟建工程，矿山工程建设及开采不受桐木沟河影响。

区内较大沟谷主要为流水沟、周扒沟及小西沟，均为水草河支流沟道。

流水沟位于矿区西北侧，为废石场拟建场地，沟道为“V”型谷，两侧坡体坡度较陡，沟道整体较平直，沟道内有季节性水流，现场调查中沟道东侧坡脚处可见明显水流，水质良好，流量约 $172.8\text{m}^3/\text{d}$ ，拟建废石场位于流水沟沟道西侧，距离东侧河流约 10m ，废石场建设过程中不受流水沟水流影响。

周扒沟位于矿区北侧，该处沟口拟建一处工业场地，沟道内可见耕地分布，沟道整体平直，东侧坡体整体较平缓，西侧坡体坡度较陡，沟道内未见明显水流。

小西沟位于矿区北部，沟道内拟建矿山采矿平硐口，沟道为“V”型谷，两侧坡体坡度较陡，植被发育，沟道内草木茂盛，未见明显水流。

矿区河流水质良好，为良好的生活饮用水源，同时也适合各种工业、农业用水要求。



照片 2-1 水草河（镜向 260° ）



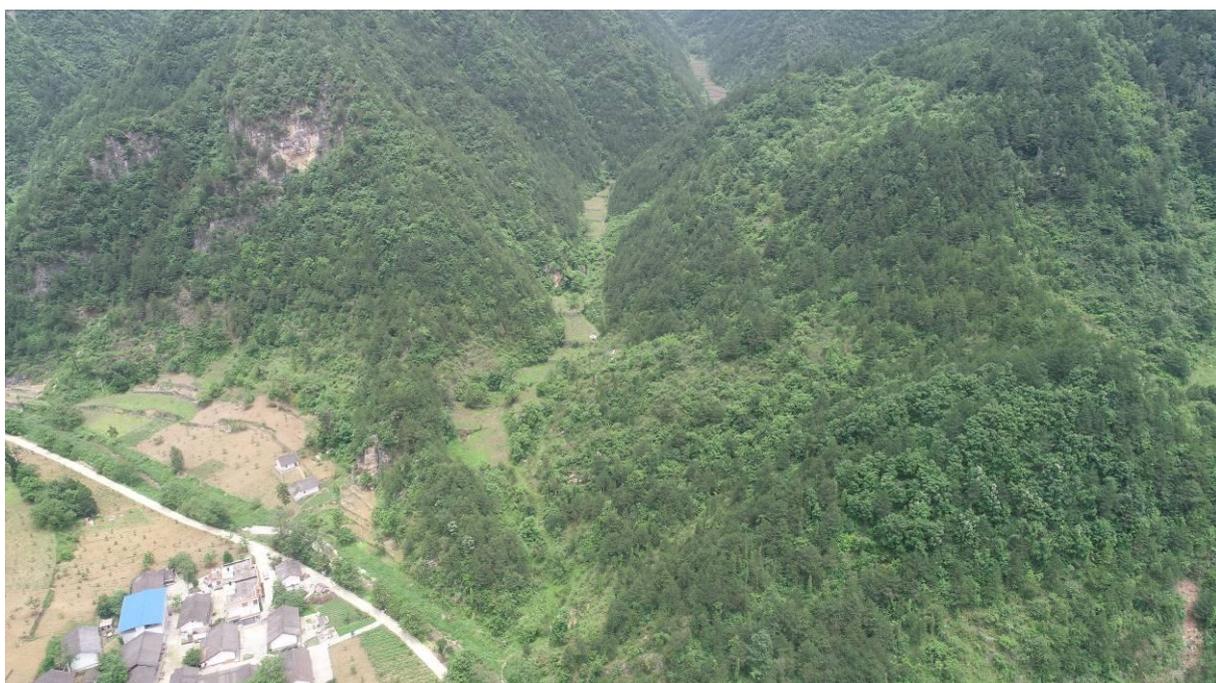
照片 2-2 流水沟



照片 2-3 流水沟沟道（镜向 10°）



照片 2-4 流水沟水流（镜向 10°）



照片 2-5 周扒沟



照片 2-6 小西沟

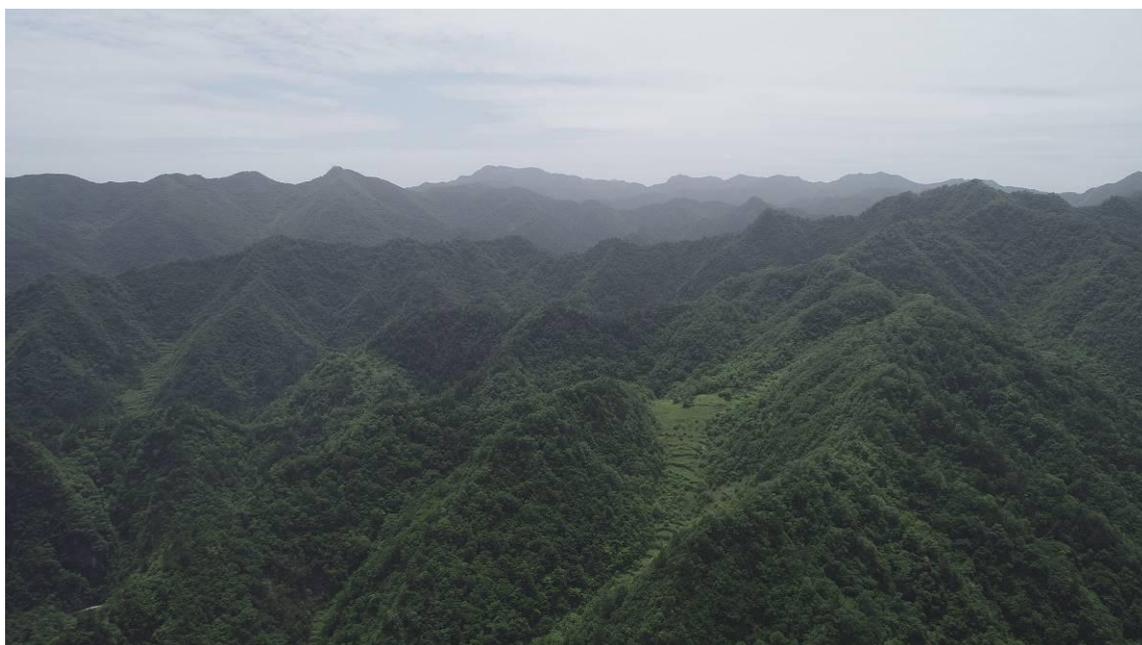
（三）地形地貌

评估区属秦岭山系鹞岭山脉，山势陡峭，地形起伏较大，属中低山地形。评估区微地貌可分为中低山区及河流阶地区，中低山区主要为矿区大部分区域及北侧流水沟、周扒沟，海拔一般 940-1300 米，相对高差 300-400 米，属中深切割区，多“V”型谷，地形北高南低，水系发育，坡陡沟狭，地形复杂，坡度一般 30-55°。

河流阶地区主要为矿物北侧水草河两岸，海拔在 960-970 米，整体地形平坦，多分布有耕地及民居。



图 2-4 矿区地形地貌卫星图



照片 2-7 矿区地形地貌图



照片 2-8 废石场地形地貌图(镜向 20°)照片 2-9 北侧工业场地地形地貌图(镜向 355°)



照片 2-10 矿区南侧工业场地地形地貌图(镜向 170°)



照片 2-11 矿区北侧水草河河谷阶地

（四）植被

矿区位于商洛市山阳县，山阳植物丰富。金钱河、银花河和谢家河谷地既生长着许多南方型植物，也间杂生长着许多北方型植物。流岭、鹤岭和郧岭山地的植物，既与秦岭以北的暖温带植物迥然不同，又与以南的亚热带植物也有差异，兼容暖温带与亚热带植被特征。禾类作物 10 科、30 属、424 个品种；主要树种 165 种；竹类 9 种。

根据商洛市山阳县土地资源类型区划图，调查区主要分布的是林地（有林地、灌木林地、其他林地），沟道及局部低洼地带分布有少量耕地（旱地）。区内土壤覆盖层薄厚不一，坡体上部土壤较薄，坡体植被主要为乔木，坡脚及沟谷、河道两侧土壤较厚，乔木、灌木及草本植物均较发育，其中乔木主要为松树、槐树、柳树、核桃树等，灌木主要为连翘、松花竹、野菊等，草本植物主要为蒿类、冰草、苧麻、毛苕子。矿区北侧为吕家坪村，水草河两侧耕地分布较广，当地经济作物主要为牡丹、核桃、连翘、土豆、大豆；粮食作物主要有玉米及小麦。

矿区内主要植被见照片 2-12~2-17。



照片 2-12 评估区乔木（镜向 220°）



照片 2-13 矿区乔木（镜向 230°）



照片 2-14 评估区灌木（镜向 260°）



照片 2-15 矿区草本植被



照片 2-16 评估区经济作物(镜向 70°) 照片 2-17 矿区经济作物(镜向 350°)

(五) 土壤

评估区位于陕西省商洛市东南，根据第二次土壤普查，商洛市土壤共分为新积土、潮土、水稻土、紫色土、褐土、黄褐土、棕壤、黄棕壤和山地草甸 9 个土类。

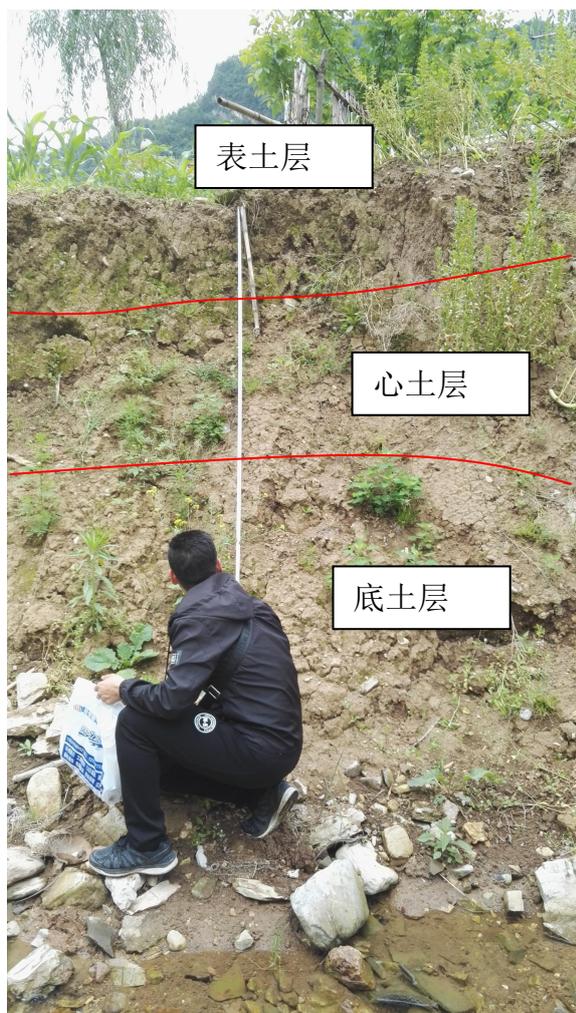
商洛市在水平方向上，形成地带性土壤，主要有褐土、黄棕壤。西起镇安东川，经镇安云镇—柞水凤镇—商州两岔河至商南富水连线为界，北部主要分布为褐土(11.0%)，南部主要分布为黄褐土、黄棕壤(53.91%)。在垂直方向上，商洛南部土壤垂直分布一般为海拔 900m 以下基带土壤为黄褐土，占 3.2%(5.85%)；900m-1300m 之间主要为黄棕壤，占 8.7%(16.18%)，及始成黄棕壤，占 42.0%(77.97%)；1300m-1500m 左右为始成黄棕壤(42.0%)向棕壤过渡带，始成黄棕壤与始成棕壤(54.14%)交错分布；1500m 以上为棕壤，占 12.2(45.86%)。

评估区位于商洛市东南侧，矿区范围内土壤主要为黄棕壤及棕壤土。

其中黄棕壤主要分布于矿区大部分区域，分布海拔为 900-1300m 之间，黄棕壤是在北亚热带生物气候条件下，在温度较高、雨量较多的常绿阔叶或针阔叶混交林下形成的土壤，生物循环比较强烈，具有暗或淡色腐殖质表层，其下有淀积粘化层或粘磐层或耕作淀积层，颗粒组成一般为壤土—粉沙粘壤土，但粘化层则多为壤质粘土—粉沙质粘土，土壤 pH5.0~6.7，盐基饱和度 30%~75%。黄棕壤自然肥力较高，适宜多种林木生长，为当地耕地主要土壤，沟谷及河道两侧土层较厚，约 1.3m。

棕壤主要分布于山体中上部海拔 1300m 以上部位，又名棕色森林土，为发育于暖温带湿润气候区中生型落叶林下的土壤，其主要特征是呈微酸性反应，质地多为壤土至壤粘土，多为砂质壤土，主要分布于矿区坡体上部，厚度较薄。

矿区内土壤剖面见照片 2-18、2-19。



照片 2-18 矿区耕地土壤剖面



照片 2-19 矿区林地土壤剖面

二、矿区地质环境背景

(一) 地层岩性

矿区出露地层主要有上元古界震旦系灯影组 (Z_2dn) 及下古生界寒武系水沟口组 (C_{1sh})、岳家坪组 (C_{2y}) 及第四系 (Q_4)，总体呈北东东—南西西向展布，以 F_1 为界，地层分南北两带出露 (附图 2)，现分述如下：

1、上元古界震旦系 (Z)

仅出露上统灯影组 (Z_2dn) 组，可分为三个岩性段：

(1) 第一岩性段 (Z_2dn^1) 以浅灰—灰白色厚层块状微晶白云岩为主夹有藻纹层白云岩偶见有栉壳构造或帐篷构造白云岩，未见底，出露于工作区东南角，产状 $330\sim 350^\circ \angle 35\sim 45^\circ$ ，厚度大于 175 米。

(2) 第二岩性段 (Z_2dn^2) 岩性为浅灰色厚层白云岩，以发育密集的藻纹层沉积构造为特征，其中以栉壳状构造发育最为突出，栉壳状构造多为串珠状、葡萄状平行层理

产出，常聚集成规模宏大的栉壳构造层，其岩石花纹色泽清晰，图案美观，可作建筑饰面板材，矿区南北均有出露，产状 $310\sim 350^\circ \angle 35\sim 50^\circ$ 。厚度 209—300 米。

(3) 第三岩性段 (Z_2dn^3) 岩性为灰色、深灰色厚层—巨厚层微晶、粉晶白云岩为主，藻纹层稀少，沉积构造单调，出露于工作区北部，产状 $310\sim 330^\circ \angle 45\sim 50^\circ$ ，厚度 18—71 米。

2、寒武系 (C)：

(1) 水沟口组 (C_{1sh})：为一套海相碎屑岩、生物碎屑岩、泥质（粘土）岩、碳酸盐岩沉积，厚度大于 192 米，为钒矿的赋矿层位，分布于工作区中部，南北两带均有出露，产状 $310\sim 15^\circ \angle 35\sim 55^\circ$ 。在矿区可细分为四个岩性段，六个岩性层。

第一岩性段 (C_{1sh}^1) 岩性为紫红色中厚层状硅质岩，该层颜色变化大，一般下部浅灰色为主夹肉红色条带，上部以肉红色为主夹浅灰色条带，单层厚 10—50cm。岩石色泽细腻美观，呈肉红、紫红色，致密坚硬，隐晶质—微晶质结构，层纹状、块状构造。岩石中矿物成分单一，石英含量 $>98\%$ ，粒径大多 $<0.02\text{mm}$ ，少量 $>0.02\text{mm}$ ，含少量次生的绢云母褐铁矿脉、石英细脉，绢云母为显微鳞片状。该层含五氧化二钒一般 0.038—0.39%。该层在横向上不大稳定，断续出现，厚度 0—5 米。

第二岩性段 (C_{1sh}^2) 可分为二个岩性层：第一岩性层 (C_{1sh}^{2-1}) 为深灰色、黑色中厚层状硅质岩，单层厚 10—30cm，区域上展布较为稳定，岩石致密坚硬，隐晶质结构，微晶结构，局部为显微鳞片—粒状结构，块状构造或细条纹(层纹状)构造，主要由石英 (75—95%) 组成，粒径多 $<0.02\text{mm}$ ，少数变质重结晶，在其晶粒间分布少量杂质，主要有碳酸盐、炭铁质、粘土质及有机质等，这些杂质多伴生一起呈细条纹状断续定向平行分布，形成细条纹状构造，另见有石英细脉、褐铁矿细脉沿裂隙分布。该层含五氧化二钒一般 0.1—0.3%，局部形成矿化体。该层除北带 TC12 以西缺失外，其余地段均连续出露，另外，当该层条纹状构造发育时，在野外与其上部层位不易划分，往往以硅质岩层变薄来划分。厚度 0—18 米。

第二岩性段第二岩性层 (C_{1sh}^{2-2}) 为薄层—中层状硅质岩夹微薄层粘土岩，粘土岩与薄层硅质岩互层，这两种岩石组合没有明确的分界线，另外矿体横向上在此层位上下有穿层特征，所以未进一步细分。总体上有前者在下，后者在上的规律性。该层是下钒矿层的赋矿层位。硅质岩呈灰黑色，薄层，单层厚 1—10cm，隐晶—微晶结构，平行—层纹构造，主要矿物：石英 90—95%，次为泥质、水云母、绿泥石、炭质、黄铁矿、赤铁矿等。粘土岩为灰色，浅灰白色、浅灰绿色、紫红色，隐晶质，泥质结构，层纹状构

造，互层平行产出，层间分布有大小不等的磷结核，磷结核一般在硅质岩薄层或条带中产出。另外该层还具有以下特征：一是层理、节理发育，沿层面具有网状石英脉，风化后岩石呈菱形碎块；二是硅质岩层间普遍夹微薄层粘土岩及豆状含磷、硅质结核，局部有含铁硅质结核；三是由下向上粘土层相对增多，厚度增大，直至两者互层，磷结核也随之增加。四是钒矿由下向上由贫变富，并形成工业矿体。受层间断裂挤压、剪切、牵引作用，粘土岩片理化发育，多为碎片状。该层厚 6—28 米。

第三岩性段 (C_{1sh}^3)，也可分为二个岩性层，第一岩性层 (C_{1sh}^{3-1}) 为粘土岩、炭质粘土岩夹薄层硅质岩，即上钒矿层的赋矿层。粘土岩为灰色、浅灰色，薄层状，单层厚度 0.05—0.30m，显微鳞片或泥质结构，平行层纹状构造。主要矿物有高岭石与水云母 (74—98%)，炭质 (2—15%)，次为石英、长石。层面夹大小不等的磷结核，直径一般为 1.2×2.2cm，最大为 30×85cm，最小为 0.5cm。该层下部局部含炭量较高 (30—40%)，当地群众用作烧石灰的燃料。薄层硅质岩一般呈夹层产出，局部呈条纹条带状产出，且磷结核多产于硅质岩石层中，一般有硅质岩夹层时，矿比较富，该层厚 2.5 米—40 米。

第二岩性层 (C_{1sh}^{3-2}) 为粉红色、褐黄色钙质、粉砂质粘土岩或板岩，偶见硅质岩薄层或条带。局部在底部夹有一层 0.5—5 米厚的深灰色粗晶臭灰岩。灰岩为粒状—显微鳞片变晶结构，变余粉砂状结构，平行构造，主要矿物方解石，95—98%。粉砂质板岩，显微鳞片或泥质结构，平行层纹状构造，主要矿物绢云母，75—85%，石英 10—15%，铁质 5—10%，岩石中矿物分布极不均匀，呈条带状集中分布。该层也有矿化，特别是硅质条带相对集中时。但相对于下部层位矿化弱，很少形成工业矿体。该层厚 2—43 米。

第四岩性段 (C_{1sh}^4) 为薄层泥质灰岩、细晶、粉晶灰岩，泥质白云岩夹粉红色、褐黄色钙质、粉砂质板岩。灰岩，单层厚度 0.25—0.60 米，多呈深灰色，细粉晶结构，块状构造，主要矿物为方解石 >98%，石英 <2%，方解石多数粒径 <0.05mm，在此粒级中多伴有铁质(或炭质)断续条纹，少量在 0.1—0.15mm 粒级中伴有方解石细脉，靠近脉壁的粒径大，与热液变质重结晶有关。岩石经化学分析和小样加工抛光，不但是石灰及水泥的优质原料，而且可作建筑饰面板材—墨玉，该层不含矿。层厚 22—58 米。

水沟口组 (C_{1sh}) 与下伏灯影组 (Z_2dn) 接触关系在多数地段被构造破坏，仅个别地段残留平行不整合接触关系。

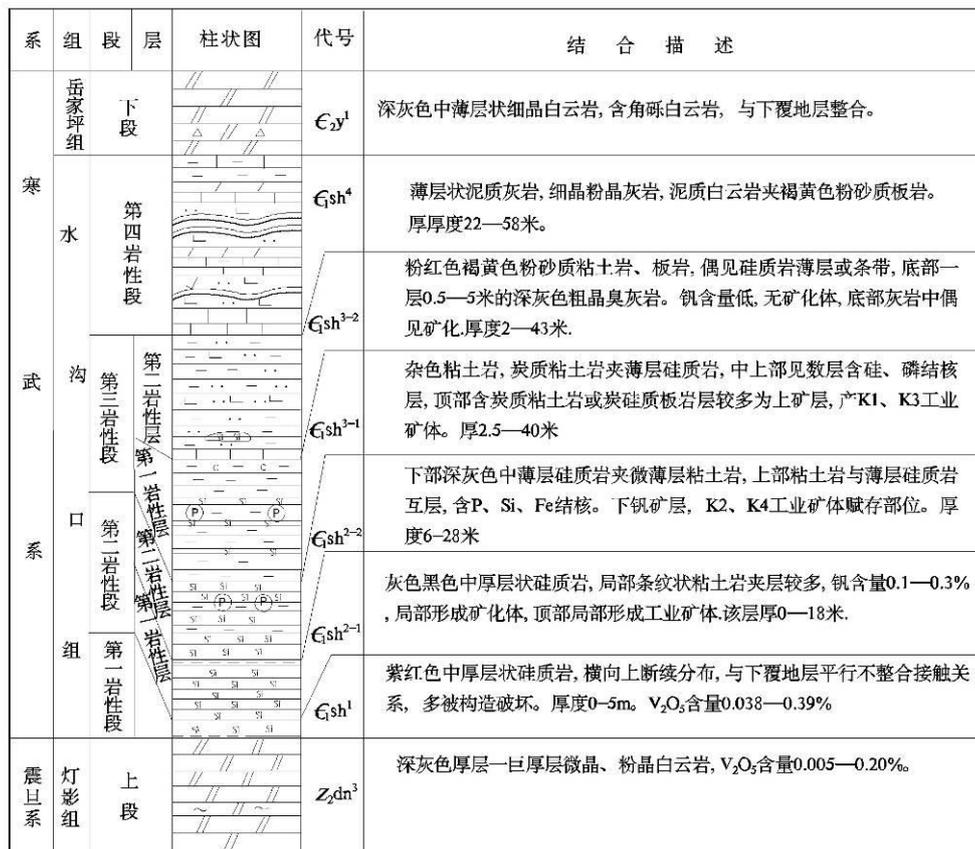


图 2-5 水沟口组地层柱状图

(2) 岳家坪组 (E_{2y}) :

与水沟口组相依分布在其北侧, 区内可分为两个岩性段:

下段 (E_{2y^1}) 深灰色中薄层含燧石条带或团块细晶白云岩, 灰色深灰色中厚层状含角砾细晶白云岩; 上段 (E_{2y^2}) 为灰色、深灰色厚层亮晶细晶白云岩, 夹薄层紫红色泥质白云岩, 含藻纹层, 偶见栉壳构造, 各层间及与上下地层均呈整合接触关系, 总厚度 323 米。

3、第四系 (Q_4), 为沟、谷冲积、残积、坡积砂砾石、沙土地堆积, 厚度 3.5-5.3m。

(二) 地质构造

在区域东西向大的构造背景影响下, 区内构造线呈北东东—南西西向展布。区域上古生代隆升滑脱形成的各种微观 (露头尺度) 构造形迹和中生代碰撞造山南北挤压形成的宏观构造形迹在工作区都有充分的表现。

1、褶皱构造:

评估区位于区域上的桐木沟—两岔复式背斜的东端, 该背斜东端被推覆断层 (相当于区内 F_2 断层) 切割而仅出露其北翼, 因此区内地层呈向北倾斜的单斜层, 褶皱构造发

育不全，而在评估区以西的区域上，该背斜的北翼发育数个次级背向斜构造。

2、断裂构造：

区内断裂以北东东—南西西向为主，规模较大的 F₁ 断裂呈北东东—南西西向横贯矿区中部，西端上盘(北盘)地层出露水沟口组及岳家坪组，下盘(南盘)出露岳家坪组地层，向西在桐木沟一带形迹消失；东端上盘出露灯影组地层，下盘出露岳家坪地层。北盘上升，南盘下降，表现为逆断层特征，向东延出图外与区域上的天桥断裂交汇。破碎带宽 5—30m，产状 350°∠70°。其间填充物为碎裂岩、角砾岩、原岩碎块及碳酸岩盐脉等，以碎裂岩为主，局部夹持较大规模的原岩岩块，在西部缺失较多的地层。

区内另一规模较大的 F₂ 断裂，出露于工作区中南部横贯全区。该断裂西端上下盘出露在灯影组地层中，向西在吊庄一带伸出工作区，工作区中部为水沟口组与灯影组的分界断裂，上盘（北盘）为水沟口组地层，下盘（南盘）为灯影组地层，东端该断裂与地层展布方向相交，穿在不同地层中，断裂带中更多的是发育断层角砾岩，岩粉。角砾成份为上下地层岩石，角砾呈棱角状、次棱角状，且有再破碎现象。走向与 F₁ 相近，倾角较陡。区内局部表现为正断层性质，该断层向东沿至区域上的天桥以东的椿树沟与天桥断裂交汇，区域上多表现为逆冲推覆断层性质，且具多期活动特点。

3、节理

矿区的节理在震旦系灯影组与寒武系水沟口组平行不整合面附近较为发育，主要表现为水沟口组的硅质岩被切割成四边形、三角形等多种形态。硅质岩中张性裂隙发育，并被方解石、铁质充填。它们的生成与平行不整合面后期滑动密切相关。

3、地震

山阳县地处秦岭褶皱系，发育有两条区域性大断裂，有孕育地震的条件。根据《中国地震动峰值加速度区划图》，该地区地震动峰值加速度为 0.05g，地震动反应谱特征周期为 0.45s。

（三）水文地质

1、地下水类型与富水性

区内地下水类型，按赋存条件可以划分为第四系松散岩类孔隙潜水、层状基岩裂隙水和碳酸岩类裂隙溶洞水三种类型。

（1）第四系松散岩类孔隙潜水

主要分布于沟谷及两岸斜坡地带，含水层岩性为坡积、洪积砂砾卵石，厚度较小，主要接受大气降水渗入补给，与沟谷两侧基岩裂隙水和岩溶裂隙水互为转化，向河谷排

泄，转化为地表水。由于含水层薄，分布局限，补给源不足，因此，水量贫乏，属极弱富水区。

(2) 基岩裂隙水

主要分布于区内寒武系水沟口组 (C_{1sh}) 岩层分布区，构造以层间滑动形成的层间褶皱为主要特征，裂隙的闭合性较好，地下水贫乏，形成震旦系白云岩与寒武系、奥陶系碳酸盐岩的相对隔水层，地下水接受降水补给、运移和储集的条件极差，据区域资料，泉流量 0.1—1.0L/S，属弱到极弱富水区。

(3) 碳酸盐岩裂隙溶洞水

主要分布于评估区东侧及南侧，含水岩层由震旦系、寒武系—奥陶系组成，岩性为碳酸盐岩。

该区岩溶地下水，按富水性大小和补给条件的差异，可分为弱至中等和中等至强富水两个亚区。其中震旦系白云岩分布区为弱至中等富水亚区，由于受地貌、地层岩性和节理裂隙发育程度的限制，地下水接受降水渗入补给及垂向和水平方向的运移和富集条件差，因此，地下水较贫乏，泉水流量 0.5 l/s—3.5 l/s。寒武—奥陶系碳酸盐岩地层分布区为中等至强富水亚区，主要分布于矿区中南侧，构造裂隙发育， HCO_3-Ca 的含量较震旦系白云岩高，溶解性强。可直接接受降水、沟谷水补给，故富水性相对较好，区域泉水涌水量为 3.05 l/s~18.03 l/s。

2、地下水补、径、排条件

区内大气降水比较充沛，沟谷发育，大气降水是矿区第四系松散岩类孔隙潜水和基岩裂隙水的主要补给来源。在斜坡地段随地形由高到低径流运动，排泄于沟谷，转化成地表水。在碳酸盐岩裂隙溶洞水分布地区，地下水主要补给来源为大气降水和河流渗漏。地下水主要沿碳酸盐岩构造裂隙及溶洞由高而低径流运动。形成地下岩溶通道，在适当的地方以岩溶泉的形式排泄，转化成地表水。

矿区矿体控制最低标高 990m 左右，推断圈定最低标高 878m 左右。位于当地侵蚀基准面（标高约 840m）以上。

总之，矿区含水层极弱富水—中等富水性区，地形有利于自然排水。

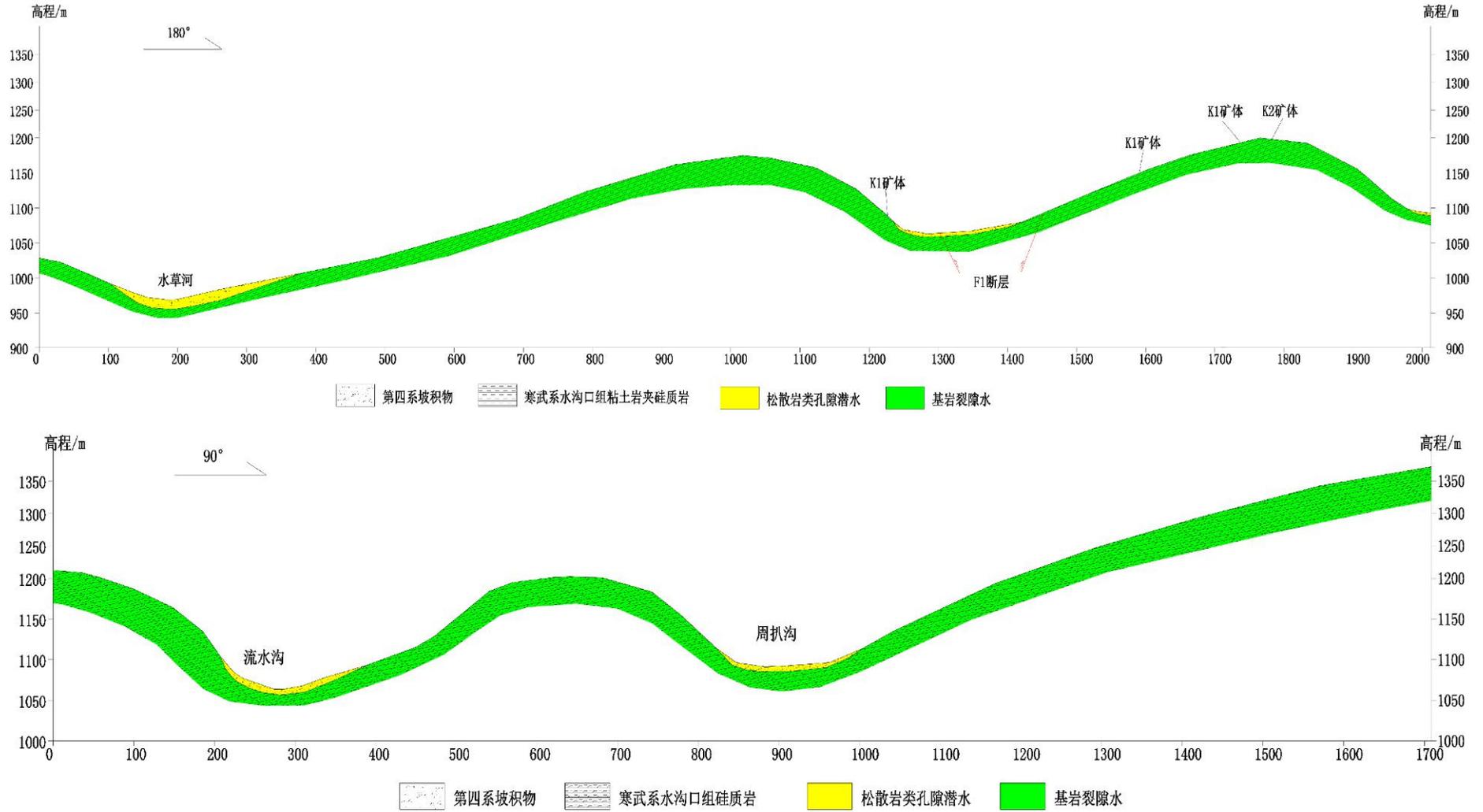


图 2-6 评估区含水层剖面图

3、矿区供水及质量评价

区内各种类型的水质良好，矿化度 625.6-449.5mg/L，总硬度 210.2-270.2mg/L，PH7.6-7.9，为低矿化淡水，适合饮用和各种工业、农业用水。

4、矿床充水主要影响因素分析

矿区降水量较充沛，年内降水分配不均，降水多集中在 7-9 月份。以暴雨形式居多，多形成地表径流，由于该区岩石裂隙连通性差，降水渗入补给地下水的量有限，虽对矿坑充水有影响，但影响较小。

水草坪钒矿含矿地层为寒武系水沟口组（C₁sh），岩性为一套海相碎屑岩、硅质岩、泥岩组合，水量贫乏，形成与上覆地层岳家坪组、下伏地层灯影组的阻水地层，有利于矿坑排水。

构造断裂一般影响深度较大，它可以串通不同深度的含水层，成为不同深度含水层的联系通道，为矿床充水提供更为有利的条件。区内构造以层间滑动形成的阻水构造为主，各层地下水的连通性差。对矿坑充水影响较小。受构造影响，层间裂隙发育，有利于地下水的富集，对矿坑充水有一定影响。

5、矿井涌水量

根据《陕西省山阳县水草坪钒矿详查地质报告》中对矿坑疏干排水量的计算，矿坑疏干排水量 0.777m³/d，可视为矿区正常矿坑涌水量，到了雨季，受降水变异系数影响，矿坑涌水量需在正常涌水量的基础上再乘以 2.31 倍的降水变异系数，作为矿坑最大涌水量。开采矿体周边未见充水岩溶分布，矿区含水层极弱富水—中等富水性区，地形有利于自然排水，已有采矿坑硐均无涌水历史。属以裂隙充水为主的矿床，水文地质条件简单。水草河吕家坪段枯水期流量为 157.92m³/d，可视为矿区地下水排泄量，进行矿坑最大可能涌水量预测。

矿坑单位涌水量为：0.777m³/d 或 0.032 m³/h；

最大矿坑单位涌水量为：1.795 m³/d 或 0.082 m³/h；

最大可能瞬间涌水量预测：157.92 m³/d 或 6.58 m³/h。

（四）工程地质

1、岩土体工程地质类型

依据岩石颗粒间有无牢固联结将区内岩土介质划分为岩体和土体，按岩性结构和强度成因类型，岩体进一步划分为中厚层状坚硬碳酸盐岩类，硬质岩石与软弱岩石互层状软弱基岩类。土体类型可划分为碎石粉土、粉土类。

(1) 中厚层状坚硬碳酸盐岩类

以震旦、寒武—奥陶系白云岩、碳酸盐岩为主，呈中厚层状结构，致密坚硬，受地下水溶蚀作用，有岩溶发育。

(2) 硬质岩石与软弱岩石互层状软弱基岩类

以寒武系水沟口组 (C_{1sh}) 为主，岩石组合为硅质岩夹泥岩、泥岩夹硅质岩和薄层灰岩，呈层状、薄层状，抗风化能力低，易风化破碎，稳定性较差，工程强度低，易产生顺层溜滑。

(3) 碎石粉土类

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，以残坡积物，冲洪积物，河流堆积物为主，岩性为砂砾，碎石及粉土，杂乱组成，厚度一般为 3—5m，最厚为 6—8m，结构松散，透水性强，稳定性差，工程地质特性差异较大，其与下伏基岩接触带遇水易形成软弱面，易形成崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害。

2、矿体顶、底板围岩特征

矿体顶、底板岩性为中薄层灰岩、硅质岩、泥灰岩、泥岩，为硬质岩石与软弱岩石互层，层理发育，节理一般为两组。矿层内有层间滑动，整体层间结合较好。泥岩抗压强度 20~40 mpa，灰岩抗压强度 25~55 mpa。岩体基本质量等级分类为 II 级。

(五) 矿体地质特征

K1 矿体：是水草坪矿床的主矿体，K1 矿体主体产出于北矿带水沟口组第三岩性段的第一岩性层 (C_{1sh}^{3-1}) 中，岩性为浅黄、灰、浅紫红色粘土岩夹硅质岩条纹条带，局部进入第二岩性段的第二岩性层 (C_{1sh}^{2-2}) 之上部地层中，岩性为薄层硅质岩或夹互粘土岩。矿体呈层状，似层状的板状体，矿体延伸稳定，连续性较好，控制长度约 1108 米。矿体厚度 1.68—20.04m，平均 10.68m，厚度变化系数为 54.53%。矿体 V_2O_5 品位一般 0.68—1.49%，最高可达 6.90%，单工程矿体平均 V_2O_5 品位 0.83—1.57%，矿体平均 V_2O_5 品位 1.06%，品位变化系数 22.99%。

表 2-1 矾矿矿体特征表

矿体编号	矿体长度 (m)	地表出露标高(m)	赋存标高(m)	平均厚度(m)	总体产状	矿体形态
K1	1108	1222~1036	1222~878	10.68	292°∠51°	似层状

三、矿区社会经济概况

山阳位于陕西东南部，与湖北十堰市郧西县接壤，属长江流域汉江水系，县域面积

3535 平方公里，辖 18 个镇（办）239 个村（居）46 万人。山阳县是一个农业县，粮食作物以小麦、玉米为主，洋芋、红薯、水稻及豆类次之。经济作物有荞麦、芝麻、花生、莲藕、魔芋等。境内有林地面积 373 万亩，森林覆盖率 62.9%。用材林以油松为主，经济林以板栗、核桃、茶叶、蜜桔、油桐、柿子、漆为主。畜牧业处于粮食生产的从属地位，主要品种有牛、羊、猪、鸡等。山阳县工业经过近 20 年的努力，已初步建成冶金、建材、化工、医药、食品等工业体系。主要工业产品有铜精粉、精钒、电炉锌粉、硅酸盐水泥、皂素、核桃饮糖中西药品等。

本项目所在地属于山阳县王阎镇天桥乡，位于山阳县城东南，地处山阳、丹凤、商南三县交界。东与商南县为邻，西与银花镇交界，南与延坪镇、照川镇毗邻，北与丹凤县接壤，距山阳县城 95 公里，镇政府驻双河村，辖大坪、龙洞川、蜡烛山、靳家河、吕家坪、双河、口头坪、冻子沟 8 个村委会和天桥社区居委会，面积 248 平方公里。区内居民主要居住于河流两岸，粮食作物以玉米、小麦、豆类及洋芋为主，基本可以自给。地区经济以农业、林果、药材种植为主。地方工业以矿业为主，主要有铜、铅锌、重晶石、钒及建材用料，矿业开发已在地方经济发展中占据较为重要的地位，且显示出较强的增长势头，受到当地政府的支持和重视。剩余劳动力较多，多外出打工，经济尚不富裕。当地电力较充足，但目前矿区只供照明，动力用电、工业用电从矿区东侧的天桥镇经过，距矿区仅 3 千米。当地通讯发展较快，无绳通讯电话随时可以开通。评估区植被覆盖较好，且以天然林为主。本区经济结构以农林特产业为主导，没有工业布局，现场调查到项目区及周边无企事业单位。项目建设对于带动当地经济发展有巨大作用。王阎镇 2014 年~2016 年社会经济概况见表 2-2。

表 2-2 王阎镇 2014 年~2016 年社会经济概况表

年份	非农人口（人）	农业人口（人）	耕地面积（亩）	人均耕地（亩）	农业总产值（万元）	财政收入（万元）	农村居民人均纯收入（元）
2016 年	7194	33806	27578	0.67	7174	3691	8971
2015 年	8709	33506	27578	0.65	7959	5084	9769
2014 年	40215		27578	0.68	8651	6295	10550

四、矿区土地利用现状

1、划定的矿区面积

依据采矿许可证，陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿区范围由 10 个拐点圈定，矿区划定范围土地总面积 343.02hm²，矿区采矿平硐口、南侧工业场地（空压机房及配电室）、堆渣 D1、水箱均位于矿区划定范围内，部分 PD1 新建道路位于矿区划定范围

内。矿区所在的 1:1 万土地利用现状图幅号为 I49G065037 及 I49G065036。根据从山阳县国土局收集的 2016 年 1:1 万土地利用现状图“I49G065037、I49G065036 图幅”以及国家质量监督检验检疫总局 2007 年 8 月颁布的《土地利用现状分类标准》(GB/T201010-2007)，经查询统计可知，矿区土地利用涉及耕地、林地、草地、交通运输用地、水域及水利设施用地、城镇村及工矿用地 5 个一级类型和旱地、有林地、灌木林地、其他林地、其他草地、农村道路、水库水面、村庄、8 个二级类型。

2、划定矿区范围外面积

划定矿区范围外占地面积为 1.48hm²，占地单元分别为废石场、北侧工业场地、废石场道路及部分约 150m 长 PD1 新建道路、堆渣 D2。涉及林地 1 个一级类型和有林地、其他林地 2 个二级类型。

3、矿区土地利用现状

矿区土地利用面积=划定的矿区范围+划定矿区范围外建设用地面积=343.02+1.48=344.50hm²。本矿区共涉及山阳县 1:1 万土地利用标准分幅图 2 幅，图幅号分别为 I49G065037、I49G065036。矿区土地利用现状分布见表 2-4。

矿区土地总面积为 344.50hm²，其中耕地面积 16.23hm²，占矿区土地总面积的 4.71%；林地面积 324.39hm²，占矿区土地总面积的 94.16%；草地面积 0.9hm²，占矿区土地总面积的 0.26%；交通运输用地面积 0.71 hm²，占矿区土地总面积的 0.21%；水域及水利设施用地面积 0.82hm²，占矿区土地总面积的 0.24%；城镇村及工矿用地面积 1.46hm²，占矿区土地总面积的 0.42%。矿区土地利用以林地为主。

耕地主要沿矿区范围内沟道呈线状分布，主要分布于矿区北侧水草河两岸及矿区南侧桐木沟两侧。主要经济作物为土豆、玉米、核桃、牡丹、大豆等。

林地在矿区范围内分布较为广泛，主要分布于矿区中低山坡面。植被种类主要为乔木有松树、核桃树、柳树、榆树。

草地在矿区分布较少，主要位于矿区西南侧岔湾一带，主要为其他草地类型。植被主要为蒿类、冰草、荨麻等。

交通运输用地主要为农村道路，矿区范围内道路总长约 1770m，道路宽约 4m。

水域及水利设施用地主要为水草河，用地类型为水库水面。

城镇村及工矿用地主要分布于矿区北侧吕家坪村，主要土地类型为村庄。

表 2-3 矿区土地利用现状表

序号	矿山工程	占地类型
----	------	------

		一级地类			二级地类		
1	废石场	03	林地	0.93	031	有林地	0.91
					033	其他林地	0.02
2	北侧工业场地	03	林地	0.33	031	有林地	0.33
3	废石场道路	03	林地	0.08	031	有林地	0.08
4	部分约 150m 长 PD1 新建道路	03	林地	0.06	033	其他林地	0.06
5	堆渣 D2	03	林地	0.09	033	其他林地	0.09
4	划定矿区范围	01	耕地	16.23	013	旱地	16.23
		03	林地	322.90	031	有林地	287.50
					032	灌木林地	30.35
					033	其他林地	5.05
		04	草地	0.90	043	其他草地	0.90
		10	交通运输用地	0.71	104	农村道路	0.71
		11	水域及水利设施用地	0.82	113	水库水面	0.82
20	城镇村及工矿用地	1.46	203	村庄	1.46		
总计				344.50			344.50

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿山及周边属于秦岭腹地，评估区及附近 1km 范围内无大中型水利、电力工程，无铁路、公路交通干线和通讯线路等通过，无国家重点保护的历史文物和名胜古迹。人类工程活动主要为周边村民生产生活及道路通行。

矿区周边主要村庄居民集中居住区一处，位于矿区北侧吕家坪村，居住人数约 200-300 人，村庄周边分布较多耕地，整体较集中（照片 2-20）。

矿区北侧及东侧为当地村道，道路宽约 4m，为当地村民通行主要道路，后期可作为矿山开采主要道路（照片 2-21）。



照片 2-20 矿区北侧居民集中居住区



照片 2-21 矿区周边道路

综上所述，矿区人类工程活动较强烈。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

1、矿区周边地质环境治理案例

2009年9月，陕西省山阳县国土资源局委托机械工业勘察设计研究院申报了陕西省山阳县中村钒矿区矿山地质环境治理项目，对中村钒矿区内的采空区塌陷、泥石流和滑坡进行治理。工程2012年3月竣工，陕西省国土资源厅于2017年4月12日邀请省级

专家，组织商洛市国土局、财政局、山阳县国土局、财政局以及施工单位、监理单位对该工程进行了检查验收。目前，竣工验收资料正在整理中。

对金狮剑沟 ZK3、KZ6 号矿渣进行工程治理，在 KZ6 上游修建拦洪坝 B1，KZ6 下游修建拦渣坝 B2，KZ3 下缘修建挡渣墙 D1，沟道右岸修建隧洞、涵洞，原有水渠维修、明渠，在地表塌陷处设立防护栏、警示牌，地形地貌整治，覆土绿化等。



照片 2-22 拦洪坝 B1



照片 2-23 拦渣坝 B2

对中村选厂原有挡墙进行加固，挡渣墙加固 D6，地形地貌整治，覆土绿化。经现场核实，挡墙未见变形，基本达到了治理目的。

对万佛山矿渣进行治理，设置挡渣墙 D7，进行地形地貌整治，覆土绿化。



照片 2-24 挡渣墙



照片 2-25 挡渣墙

通过以上工程措施，治理效果良好，基本消除了矿山地质灾害对矿区周边居民及施工作业人员的威胁，水草坪钒矿与中村钒矿矿体类型一致，采矿方法相同，地质环境背景类似，水草坪钒矿建设过程中，对工业场地及堆渣的治理措施可作为本方案参考进行借鉴。

2、矿区周边土地复垦案例

矿区西北侧约 3km 处为一土地复垦治理区，根据现场调查，栽种树苗多为椿树及松树，栽种密度 $2.5 \times 2m$ ，栽种树苗现状较好，生长良好，成活率较高，该处距离矿区较近，气象、水土环境一致，植被种类相同，该处复垦树种及复垦方式可作为本方案复垦工程进行借鉴。



照片 2-26 矿区西北侧复垦区现状



照片 2-27 复垦区树种

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

西北有色勘测工程公司接受本次工作任务后，于 2017 年 12 月 15 日成立了项目组，12 月 15 日~30 日搜集资料、编写工作计划，2018 年 1 月 5~10 日，项目组赴野外现场进行调查和搜集相关资料，实际调查了矿区自然地理、社会经济、土壤、生物资源多样性以及地质灾害分布特征、地形地貌景观、地下水污染、土地利用、土地损毁等情况，挖掘了土壤剖面。对矿区地质环境存在问题逐点调查、分析，了解其现状，预测发展趋势及结果。2018 年 5 月 30 日，对矿区进行补充调查，去矿山所在地国土部门对矿区区域地质资料及土地现状资料进行补充收集，对矿区周边村民进行走访调查，对矿区工程进行补充调查，对附近村民进行了走访调查（照片 3-1），发放了调查问卷，详细了解各类公众（包括矿山企业）对矿山地质环境恢复治理、土地复垦利用意愿及意见，对矿区及周边近年实施的矿山地质环境保护及土地复垦工程案例进行搜集及了解。



照片 3-1 前期矿山公众走访调查



照片 3-2 矿山补充调查

二、矿山地质环境影响评估

（一）评估范围和评估级别

1、评估范围

评估区范围确定：按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）之规定，矿山地质环境影响评估的范围应包括采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围，调查区范围包括可能导致矿区遭受地质灾害的区域及矿区开采可能影响到的范围。具体应包括如下地段：

- ①划定矿区范围；
- ②矿山工程建设场地，如废石场和工业场地等；
- ③矿山地面工程活动可能造成的地形地貌景观、地质遗迹、人文景观破坏和土地资源压占、破坏范围及其影响区；
- ④矿山地下开采可能造成的地面变形范围（根据地面移动变形范围确定），地下含水层破坏、疏干、水位下降、水质变化范围及其影响区；
- ⑤矿山工程活动引发滑坡、塌陷、泥石流等地质灾害的发育区和影响区。

根据以上原则，综合本区地形地貌、建设工程布局、矿体特征及矿山开采方式等因素，确定本次矿山地质环境影响评估范围为：矿权范围内全部，工业场地、废石场、堆渣、新建道路及开采 K1 矿体地表岩石移动范围。其中评估区东侧边界以矿区东侧道路为界，西侧、南侧以矿区边界为基准向外扩 50m，北侧以废石场边界向外扩展 50m。评估区面积约 603.16hm²，评估区拐点坐标见表 3-1。

调查区的范围确定：矿山地质环境影响调查区的范围包括矿山地质环境影响区和对矿区地质环境可能造成破坏或影响的外围区域，本次矿山地质环境调查区范围是在评估区的基础上适当外扩划定，对斜坡地带，调查界线扩展至第一分水岭；对流水沟及周扒沟调查边界扩至沟谷的整个上游流域范围；对矿区东侧以评估区边界向东扩展 80m；调查区总面积 1027.66hm²，见图 3-1。

表 3-1 评估区范围拐点坐标表

西安 80 坐标			国家 2000 坐标		
拐点号	X 坐标	Y 坐标	拐点号	X 坐标	Y 坐标
1			1		
2			2		
3			3		
4			4		
5			5		
6			6		

7			7		
8			8		
9			9		
备注	评估区总面积 603.16hm ² ;				

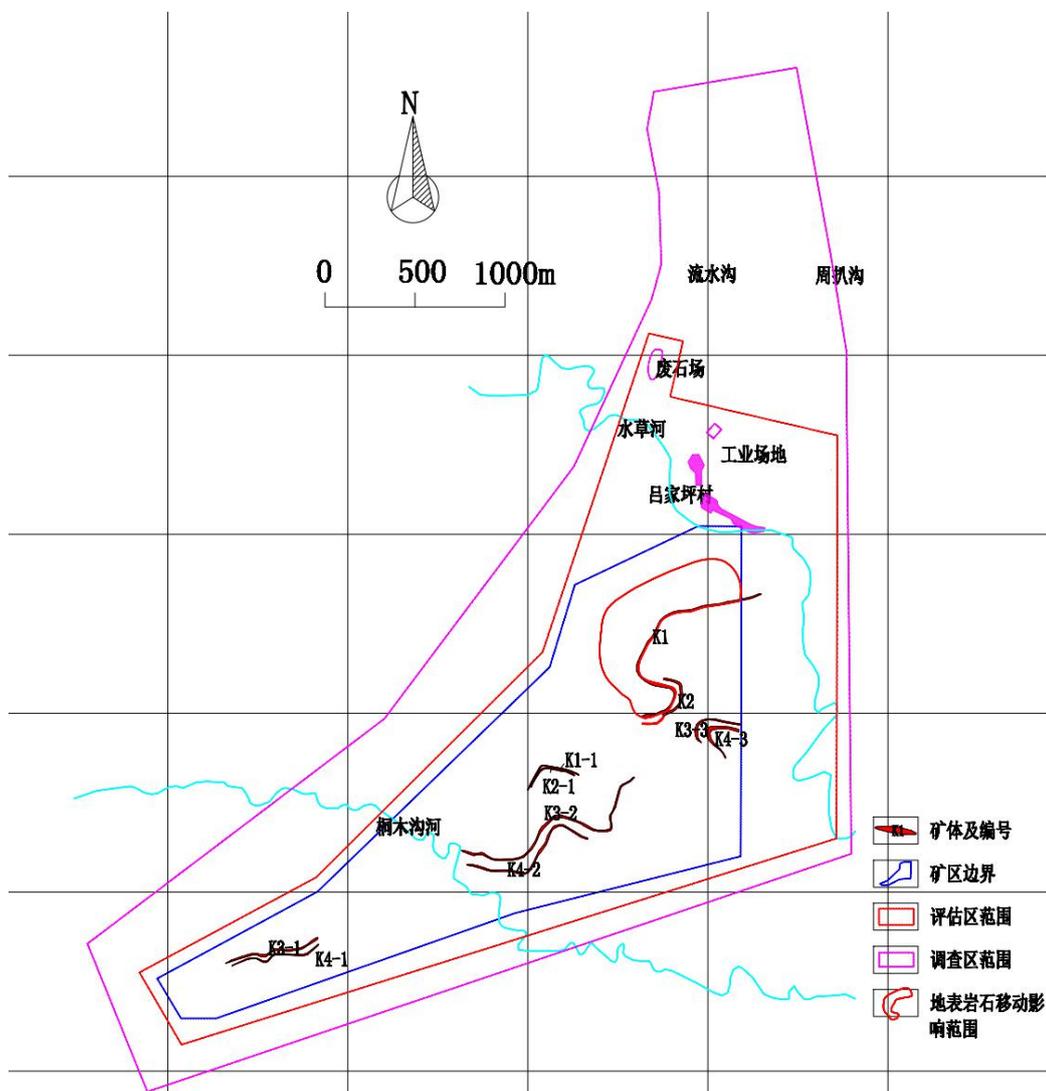


图 3-1 评估区、调查区范围

2、评估级别

(1) 评估区重要程度分级

经现场调查，矿区边界北侧紧邻吕家坪村，居民居住较集中，位于评估区内的人口约 200-300 人；周边无永久性建构筑物、风景区及文物保护区等限制矿床开采区域；废石场及工业场地建设占用地类为林地。按照《编制规范》附录表 B 评估区重要程度分级表，将该区域划分为较重要区。

(2) 矿山生产建设规模分类

水草坪钒矿采用地下开采方式，设计生产能力为 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ ，矿山生产建设规模属于大型。

表 3-2 评估区重要程度分级表

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

表 3-3 评估区重要程度结论表

确定因素	评估区情况	重要程度	结论
居民集中居住情况	居民集中居住在 200-500 人之间	较重要区	较重要区
重要工程设施	矿区境内无重要交通要道或建筑设施	一般区	
自然保护区分布情况	无自然保护区分布	一般区	
重要水源地情况	无较重要水源地	一般区	
土地资源	主要破坏类型为林地	较重要区	

(3) 矿山地质环境条件复杂程度分级

矿床水文地质勘探类型为以裂隙充水为主的水文地质条件简单型矿床，矿区内矿体位于当地侵蚀基准面（840m）以上，矿坑进水边界条件简单，地形条件有利于自然排水，充水含水层极弱富水性，补给条件差，区内构造以层间滑动形成的阻水构造为主，各层地下水连通性差。矿坑正常单位涌水量 $0.777 \text{m}^3/\text{d}$ 。地下采矿和疏干排水不会导致矿区周围主要充水含水层破坏。评估区水文地质条件简单。

矿体顶、底板岩性为中薄层灰岩、硅质岩、泥灰岩、泥岩、砂质板岩，为硬质岩与软弱岩石互层，矿体顶、底板岩石总体完整性、稳定性较好，工程地质类型为坚硬—半坚硬岩层为主的层状矿床，工程地质条件中等。总体，评估区的工程地质条件中等。

评估区内无岩浆岩活动，评估区位于区域上的桐木沟—两岔复式背斜的东端，评估区发育两条较大断裂，分别为 F1 及 F2 断裂，未发现有利的储水构造，构造裂隙水对井下采矿安全影响较小。评估区构造条件较复杂。

经现场调查，评估区内共发现 3 处地质灾害，现状条件下矿山地质环境问题危害较严重。

矿山目前仍未进行开采，未形成采空区及地表变形。

评估区属于中低山区，地形起伏变化大，相对高差 300-400m，属中深切割区；地形北高南低，水系发育，坡陡沟狭，地形坡度一般为 30~55°，地形复杂，矿山拟建采矿平硐口部分斜坡与岩层倾向接近，坡体为顺层坡。

综合评定该矿山地质环境条件复杂程度为**复杂**。

表 3-4 评估区地质环境复杂程度结论表

确定因素	评估区情况	复杂程度
地下水	矿床水文地质条件简单，矿体资源储量均在当地侵蚀基准面以上，充水含水层弱富水性，矿坑正常单位涌水量 0.777m ³ /d	简单
矿床围岩与工业场地	矿体顶、底板岩石总体完整性、稳定性较好，工程地质类型为坚硬—半坚硬岩层为主的层状矿床，工程地质条件中等。总体，评估区的工程地质条件中等。	中等
地质构造	工作区位于区域上的桐木沟—两岔复式背斜的东端，评估区发育 F1、F2 两条较大断裂	较复杂
地质灾害	现状条件地质灾害较严重	较复杂
采空区	矿山尚未开采，现状条件下不存在采空区。	简单
地形地貌	评估区地貌类型主要为低中山区，相对高差约 300-400m，地形复杂，山体坡度在 30~55°间，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向	复杂

(4) 矿山地质环境影响评估分级

水草坪钒矿评估区重要程度属较重要区，矿山生产建设规模属大型，地质环境复杂程度属复杂，综合确定矿山地质环境影响评估分级属**一级**（表 3-5）。

表 3-5 矿山地质环境影响评估分级表

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

	小型	一级	一级	二级
较重要区	大型	一级	一级	一级
	中型	一级	二级	二级
	小型	一级	二级	三级
一般区	大型	一级	二级	二级
	中型	一级	二级	三级
	小型	二级	三级	三级

(二) 矿山地质灾害现状分析与预测

1、矿山地质灾害现状分析

根据国务院颁发的《地质灾害防治条例》，地质灾害是指由于自然产生和人为引发的对人民生命和财产安全造成危害的地质现象，主要包括崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝和地面沉降等。

矿区位于陕西省商洛市山阳县王阎镇吕家坪村、夏家坪村、龙泉村境内，据《山阳县地质灾害防治“十三五”规划》（山阳县国土资源局，2016年12月），评估区属于地质灾害低易发区，根据《陕南山洪地质灾害受灾地区商洛市山阳县地质灾害详细调查报告》（陕西核工业工程勘察院，2012年1月），水草坪钒矿矿区范围内不存在在册灾点。

据本次现场调查，评估区共发现有两处堆渣，分别为PD1平硐口堆渣D1及探矿平硐口T2堆渣D2，两处堆渣均位于山前斜坡地带。其中堆渣D1堆渣体高约6m，宽约25m，长约12m，堆渣沿坡面堆放，方量约500m³，为探矿期间产生废石，堆渣体北侧为水草河，为季节性流水，河流整体水流较小，堆渣距离水草河水平距离约4m，堆渣所处平台高出河床约3m，坡体植被发育较好，多为草本植物及灌木，水草河对堆渣影响较小，根据现场调查结果认为堆渣D1不会引发泥石流。堆渣D2位于矿区北侧山体斜坡地带，堆渣体高约15m，宽约20m，长约30m，堆渣沿坡面堆放，方量约700m³，为探矿期间产生废石，堆渣体周边未见明显水流，周边分布有少量耕地，坡体植被发育较好，多为草本植物及灌木，根据现场调查结果认为堆渣矿区两处堆渣整体方量较小，地形条件较好，周边水流影响较小，不会引发泥石流。两处堆渣后期可进行清理及复垦措施进行治理。

评估区现状条件下存在崩塌隐患3处，分别为探矿平硐口（PD1即T1、T2）开挖形成，一处为矿区东侧道路修建开挖坡体形成。灾害点特征如下：

(1) PD1 硐口崩塌（BT1）

崩塌隐患 BT1 位于评估区 PD1 硐口，坐标：北纬
，坡脚高程 960m。

坡体坡向北，坡体高约 150m，坡度约 40°，为岩质边坡，坡体下部可见基岩出露，地层岩性主要为水沟口组浅灰色薄层状粘土岩、炭质粘土岩夹薄层硅质岩，平行层纹状构造，坡体表层强风化岩层较破碎，节理裂隙发育，岩层倾向北，倾角约 43°，坡体为顺层坡，坡体表面覆盖较薄第四系坡积物（Q₄^{dl}）。坡体表面植被发育较好，主要为乔木，坡脚处为水草河，河道北侧分布有大量耕地。

崩塌隐患 BT1 为探矿期间修建平硐口开挖坡体形成，硐口高约 2.5m，宽约 2.5m，崩向 10°，坡体为顺层坡，岩性为水沟口组粘土岩、炭质粘土岩夹薄层硅质岩，表层岩体破碎，呈强风化~中风化。坡体周边沟道内局部可见坡体掉落碎石，坡脚处为水草河及大量耕地，坡脚距离北侧居民居住区约 180m。



照片 3-3 PD1 (T1) 平硐口 (镜向 190°)



照片 3-4 PD1 (T1) 平硐口 (镜向 180°)



照片 3-5 坡体岩层 (镜向 120°)



照片 3-6 硐口周边坡体落石 (镜向 100°)

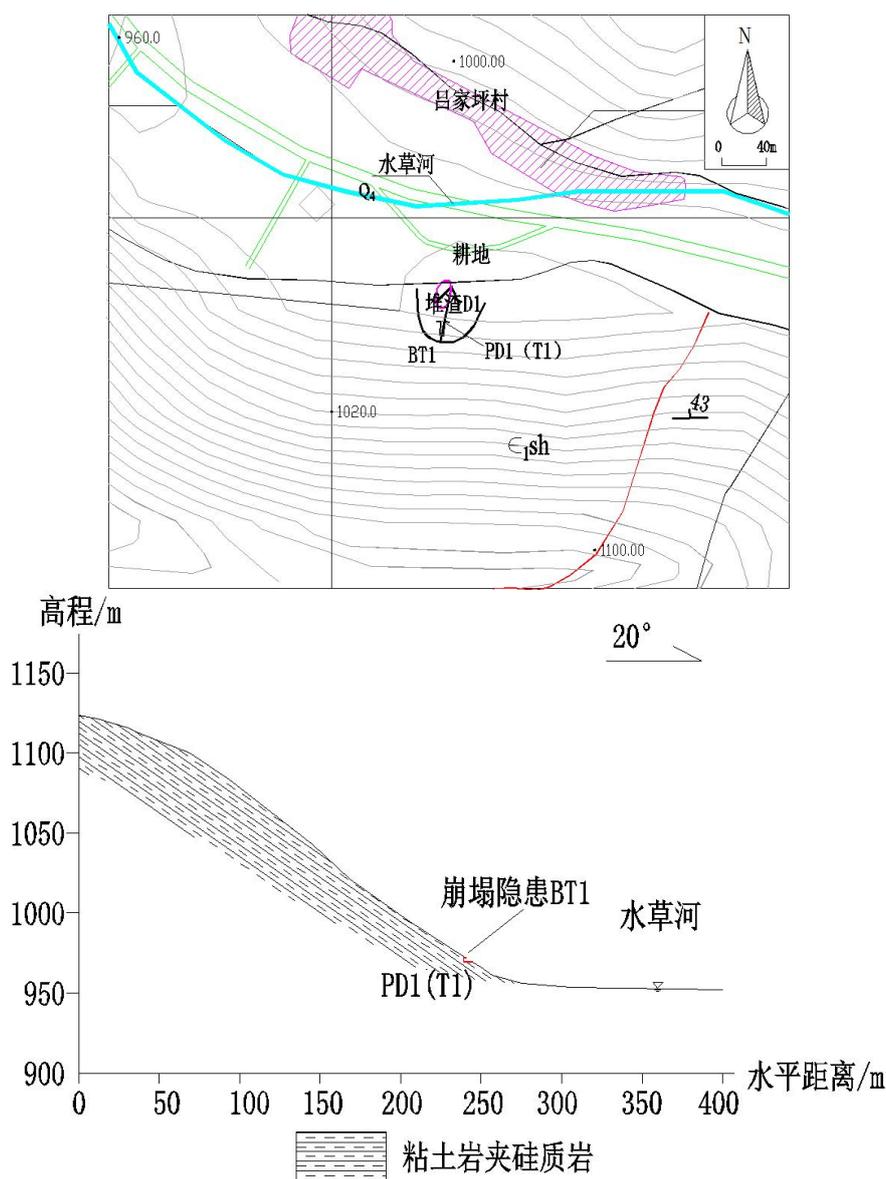


图 3-2 崩塌隐患 BT1 平、剖面图

②形成条件分析:

该崩塌隐患主要形成因素为人为因素、地形地貌因素、地层岩性因素及降雨因素。

人为因素：主要为探矿期间硐口开挖形成。

地形地貌因素：坡体前缘临空，存在崩塌空间。

地层岩性因素：坡体地层岩性主要为水沟口组浅灰色薄层状粘土岩、炭质粘土岩夹薄层硅质岩，平行层纹状构造，表层强风化岩层较破碎，节理裂隙发育，岩层倾向与坡体一致，倾角与坡体坡度相近，坡体为顺层坡，在外界条件作用下极易引发地质灾害。

降雨因素：在强降雨时，降水沿节理、裂隙入渗，加剧崩塌的发生。

③活动现状及危害对象

根据现场调查，坡体节理裂隙发育，坡体植被发育较好，周边局部可见少量碎石

掉落，坡体现状条件下处于欠稳定状态。

该处平硐口后续矿山开采过程中作为矿山采矿平硐口继续使用，主要威胁对象为硐口施工作业人员及坡脚处耕地及过往人员。

④危险性评估

崩塌隐患 BT1 现状条件下处于欠稳定状态，发育程度中等，主要威胁对象为坡脚处施工作业人员、耕地及过往人员，危害程度中等，地质灾害危险性中等。

(2) T2 硐口崩塌 (BT2)

崩塌隐患 BT2 位于评估区北侧坡体，坐标：

，坡脚高程 1036m。

坡体坡向西南，坡体高约 70m，坡度约 50° ，坡脚处由于硐口开挖坡体较陡，坡体为岩质边坡，坡体下部公路坡脚处可见基岩出露，地层岩性主要为水沟口组硅质岩，坡体整体岩体完整性较好，表层岩体节理裂隙较发育，岩层倾向南，倾角约 80° ，坡体上部表面覆盖较薄第四系坡积物 (Q_4^{dl})。坡体表面植被发育较好，主要为乔木，坡体西侧分布少量耕地。

崩塌隐患 BT2 为探矿期间修建平硐口开挖坡体形成，硐口距离坡脚公路约 40m，西侧约 7m 处为少量耕地。硐口朝向西南，硐口高约 2.5m，宽约 2.5m，崩向 220° ，硐口所在坡体坡向西南，坡度约 50° ，坡脚处较陡，坡体近直立，坡体岩性为水沟口组硅质岩，表层岩体破碎，呈强风化~中风化，岩层倾向南，倾角约 80° ，坡体为顺层坡，根据现场调查，硐口内部岩体整体稳定性较好，内部未见有落石现象，硐口上部坡体岩层节理裂隙较发育，周边未见明显落石现象，坡体表层岩体较破碎，在降雨及人类活动影响下可能发生局部崩塌，崩塌危岩体长约 10m，厚约 0.3m，高约 15m，属于小型岩质崩塌。



照片 3-7 T2 平硐口（镜向 5° ）



照片 3-8 T2 硐口及坡脚堆渣



照片 3-9 崩塌隐患 BT2 坡体

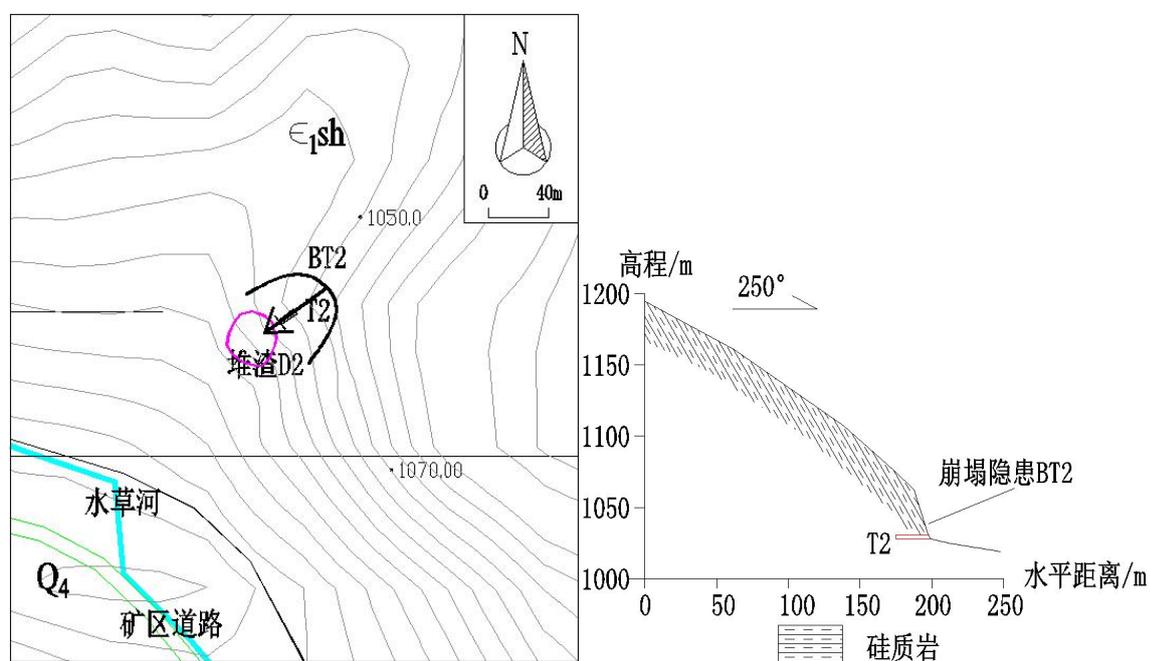


图 3-3 崩塌隐患 BT2 平、剖面图

②形成条件分析：

该崩塌隐患主要形成因素为人为因素、地形地貌因素、地层岩性因素及降雨因素。

人为因素：主要为探矿期间硐口开挖形成。

地形地貌因素：坡体前缘临空，存在崩塌空间。

地层岩性因素：坡体地层岩性主要为水沟口组硅质岩，坡体表层强风化岩层节理裂隙较发育，在外界条件作用下可能发生掉块。

降雨因素：在强降雨时，降水沿节理、裂隙入渗，加剧崩塌的发生。

③活动现状及危害对象

根据现场调查，坡体表层岩体节理裂隙较发育，坡体上部植被发育较好，硐口内部及周边未见明显落石，坡体现状条件下处于欠稳定状态。

该处平硐口后续矿山开采过程中不再继续使用，坡体西侧分布有少量耕地，距离硐口约 7m，坡脚距离矿区北侧公路约 40m。

④危险性评估

崩塌隐患 BT2 现状条件下处于欠稳定状态，发育程度中等，主要威胁对象为坡脚处耕地及过往人员，危害程度小，地质灾害危险性中等。

(3) 公路坡体开挖崩塌 (BT3)

崩塌隐患 BT3 位于评估区东侧公路边坡处，坐标：

，坡脚高程 990m。

崩塌隐患所在山体坡体坡向东，坡体高约 100m，坡度约 40°，为岩质边坡，坡体下部由于道路开挖，坡体近直立，坡体下部可见基岩出露，地层岩性主要为水沟口组硅质岩，裸露表层岩体节理裂隙较发育，坡体上部表面覆盖较薄第四系坡积物 (Q₄^{dl})，坡体表面植被发育较好，主要为灌木、乔木，坡脚处为村道，道路宽约 4m，道路东侧为水草河。

崩塌隐患 BT3 为道路修建坡体开挖形成，在坡脚处形成高约 30m 的直立边坡，坡体岩层出露，岩性主要为水沟口组硅质岩，岩体节理裂隙发育，坡脚处可见少量碎石掉落，周边未见明显崩塌现象，坡脚处为村道。



照片 3-10 道路开挖崩塌隐患 BT3(镜向 310°) 照片 3-11 道路开挖崩塌隐患 BT3(镜向 30°)

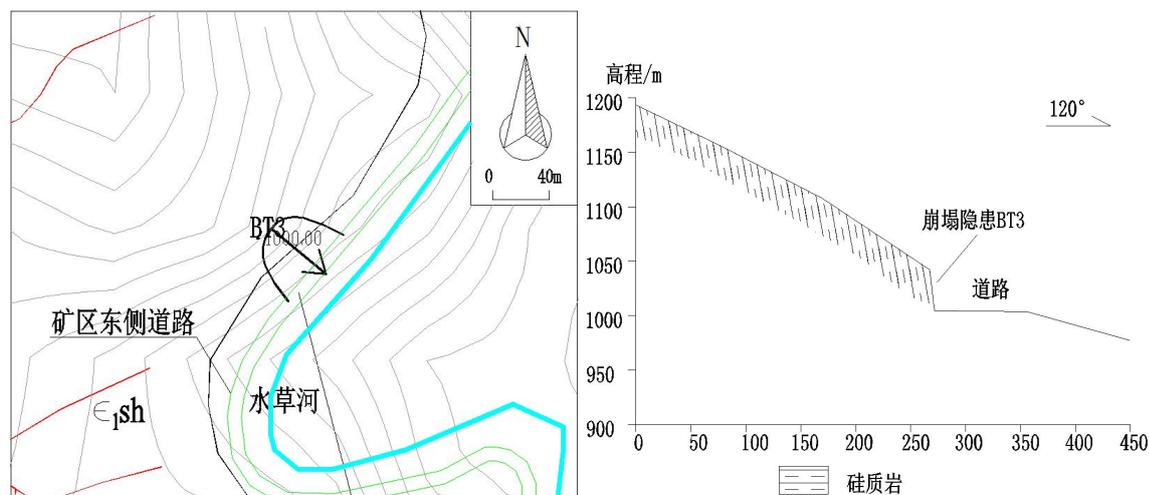


图 3-4 道路开挖崩塌隐患 BT3 平、剖面图

②形成条件分析:

该崩塌隐患主要形成因素为人为因素、地形地貌因素、地层岩性因素及降雨因素。

人为因素：主要为道路修建开挖坡体形成。

地形地貌因素：坡体前缘临空，存在崩塌空间。

地层岩性因素：坡体地层岩性主要为水沟口组硅质岩，表层岩层较破碎，节理裂隙发育，在外界条件作用下可能发生掉块。

降雨因素：在强降雨时，降水沿节理、裂隙入渗，加剧崩塌的发生。

③活动现状及危害对象

根据现场调查，坡体表层岩体节理裂隙发育，坡体上部岩体节理较发育，坡脚处可见少量碎石，坡体现状欠稳定，该处崩塌隐患坡脚处为村道，道路宽约 4m，坡脚碎石掉落可能会对道路及过往车辆行人产生威胁。

④危险性评估

崩塌隐患 BT3 现状条件下处于欠稳定状态，发育程度中等，主要威胁对象为坡脚处道路及过往车辆行人，危害程度中等，地质灾害危险性中等。

矿山尚未进行基础建设及开采活动，不存在采空区及采矿活动引起的地表变形。

2、矿山地质灾害预测分析

(1) 采矿活动及建设工程可能遭受地质灾害的危险性预测评估

矿山采矿平硐口 PD1 使用原有探矿平硐口 T1，为后期矿山开采过程中主硐口，硐口东侧约 20m 处拟建一处工业场地，PD1 西侧为新建道路，该处发育一处崩塌隐患 BT1，该处坡体为顺层坡，地层岩性为水沟口组粘土岩夹硅质岩，表层岩体节理发育，坡体表层覆盖较薄第四系松散坡积物，植被发育较好，在降雨及人类活动影响下，坡体极易发生崩塌或上部松散堆积物滑塌，对坡脚处施工作业人员及拟建工程造成威胁，预测评估 PD1 平硐口、南侧工业场地及 PD1 平硐口附近运输道路遭受崩塌地质灾害可能性中等，危害程度大，危险性大。

其余矿山拟建工程不在矿山已有灾点影响范围内，预测评估矿山其他拟建工程可能遭受地质灾害危险性小。矿山开采主要为地下开采，遭受地质灾害危险性小。

(2) 采矿活动及建设工程可能加剧地质灾害危险性预测评估

矿区北侧主平硐口 PD1 采用原有探矿平硐口 PD1，该处发育一处崩塌隐患 BT1，坡体现状欠稳定，矿山后期开采过程中将 PD1 作为出矿主硐口，且 PD1 平硐口东侧约 20m 处拟建一处工业场地，包括空压机房及配电室，工业场地建设过程中需对坡体进行开挖，对坡体扰动较大，可能造成坡体失稳或表层岩土体滑塌，对坡脚处施工作业人员及拟建工程产生威胁，预测评估 PD1 平硐口及矿山南侧工业场地加剧地质灾害可能性中等，危害程度大，危险性大。

PD1 新建道路位于矿区北侧山体坡脚处，靠近 PD1 硐口段位于崩塌隐患 BT1 影响范围内，道路修建过程中不对坡体进行开挖，沿用原有沟道及坡脚处平地直接通行，整体对坡体扰动较小，预测评估 PD1 新建道路靠近 PD1 硐口段加剧崩塌隐患 BT1 可能性小，危险性小。其余 PD1 新建道路部位位于矿山现有地质灾害隐患影响范围外，预测评

估加剧地质灾害危险性小。

其他矿山拟建工程不处于矿山已有地质灾害点影响范围内，预测评估加剧地质灾害危险性小。

根据开发利用方案，水草坪钒矿为地下开采，采矿方法采用分段空场法，采矿方法相对较成熟，且现有地质灾害均位于采矿影响范围之外，因此预测评估采矿活动家具地质灾害可能性小，危险性小。

(3) 采矿活动及建设工程可能引发地质灾害危险性预测评估

① 采矿平硐口

矿山共新建 6 处平硐口，分别为 PD2、PD3、PD4、PD5、PD6、PD7，均位于矿区北侧 K1 矿体周边山体斜坡处，为 K1 矿体开采平硐口。

PD2、PD3 位于矿区北侧山体南侧坡面处，坡向南，坡度约 50° ，坡体为岩质边坡，地层岩性主要为寒武系水沟口组浅灰色薄层状炭质粘土岩夹薄层硅质岩，平行层纹状构造，表层强风化岩层较破碎，节理裂隙发育，岩层倾向北，倾角约 43° ，坡体表面覆盖较薄第四系坡积物 (Q_4^{dl})。坡体表面植被发育较好，主要为乔木，硐口朝向及坡向与岩层倾向相反，对硐口开挖较为有利，但坡体表层岩体较破碎，节理发育，坡体上覆较薄第四系覆盖物，在人类活动及降雨条件的影响下，易发生坡体表层碎石崩落或引发表层第四系坡积物滑塌，对硐口及施工作业人员产生威胁。预测评估 PD2、PD3 引发地质灾害可能性小，危害程度中等，危险性中等。

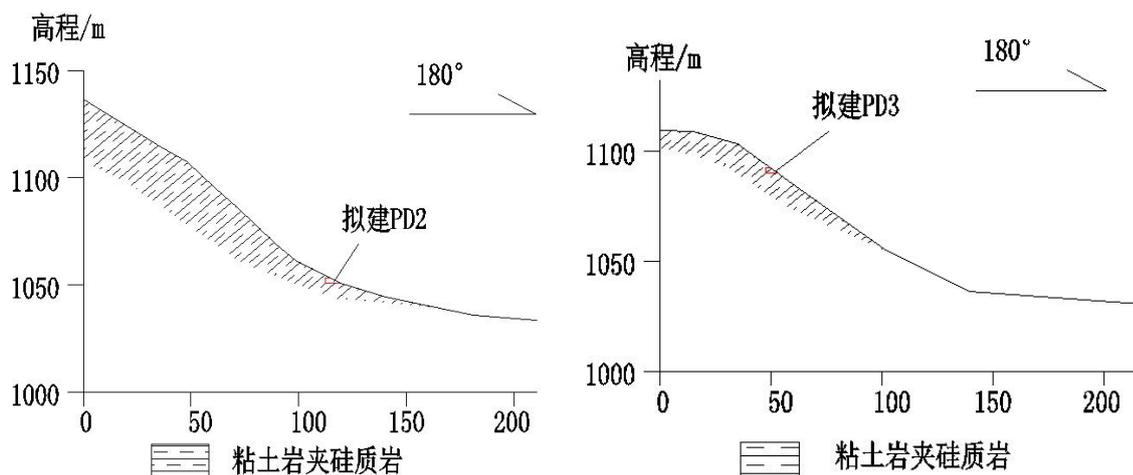
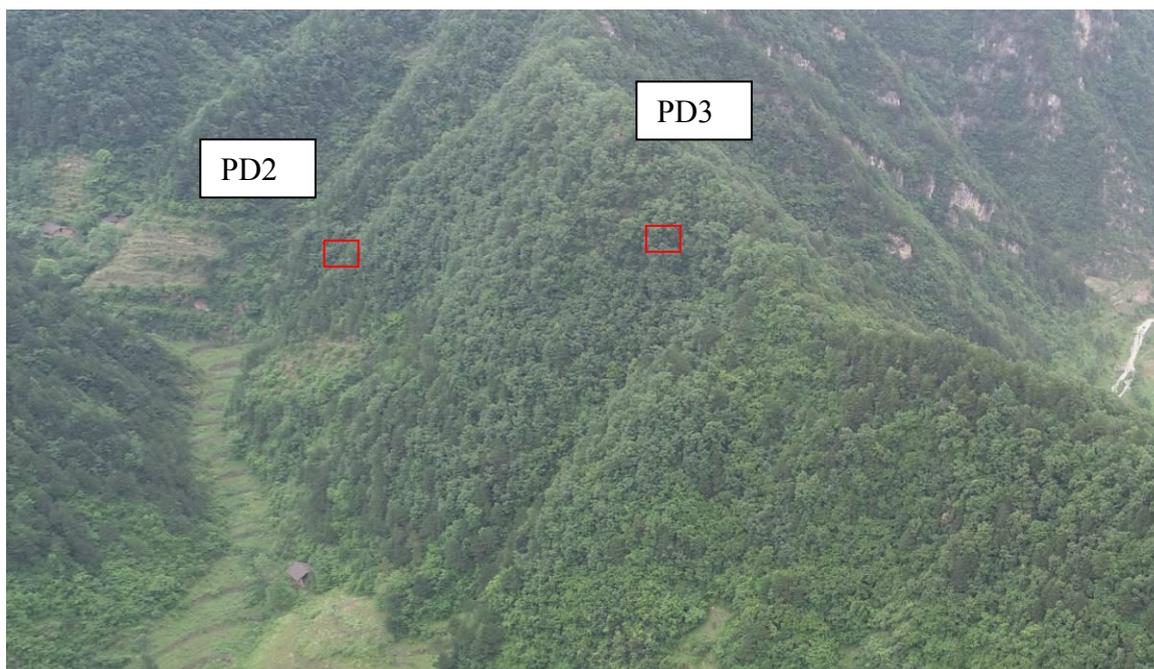


图 3-5 PD2、PD3 拟建硐口剖面图



照片 3-12 PD2、PD3 拟建场地（镜像 260°）



照片 3-13 小西沟沟道北侧山体岩层（镜像 20°）

拟建采矿平硐口 PD4 位于矿区北侧山体东侧坡体处，坡向东，坡度约 40° ，坡体为岩质边坡，地层岩性主要为寒武系水沟口组浅灰色薄层状粘土岩、炭质粘土岩夹薄层硅质岩，平行层纹状构造，岩层倾向西北，倾角约 43° ，坡体表面覆盖较薄第四系坡积物（ Q_4^{dl} ）。坡体表面植被发育较好，主要为乔木，硐口朝向东，与坡向一致，硐口朝向及坡向与岩层呈斜交，对硐口开挖较为有利。但坡体上覆较薄第四系覆盖物，在人类活动及降雨条件的影响下，易发生坡体表层碎石崩落或引发表层第四系坡积物滑塌，对

硐口及施工作业人员产生威胁。预测评估 PD4 引发地质灾害可能性小，危害程度中等，危险性中等。



照片 3-14 PD4 拟建场地（镜像 260°）

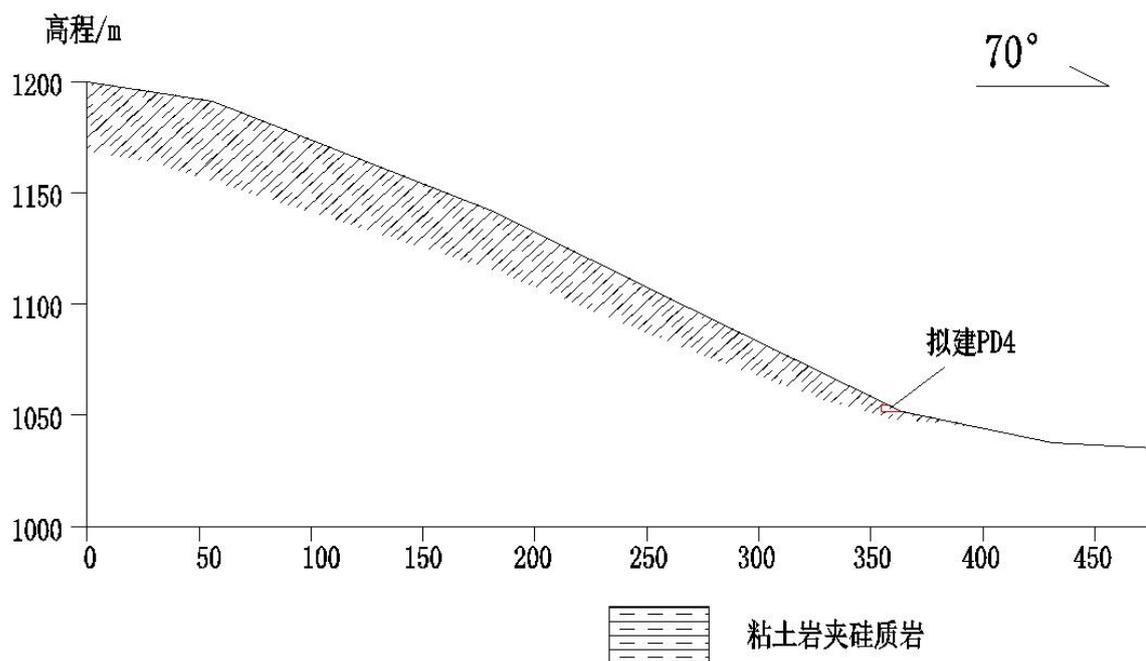
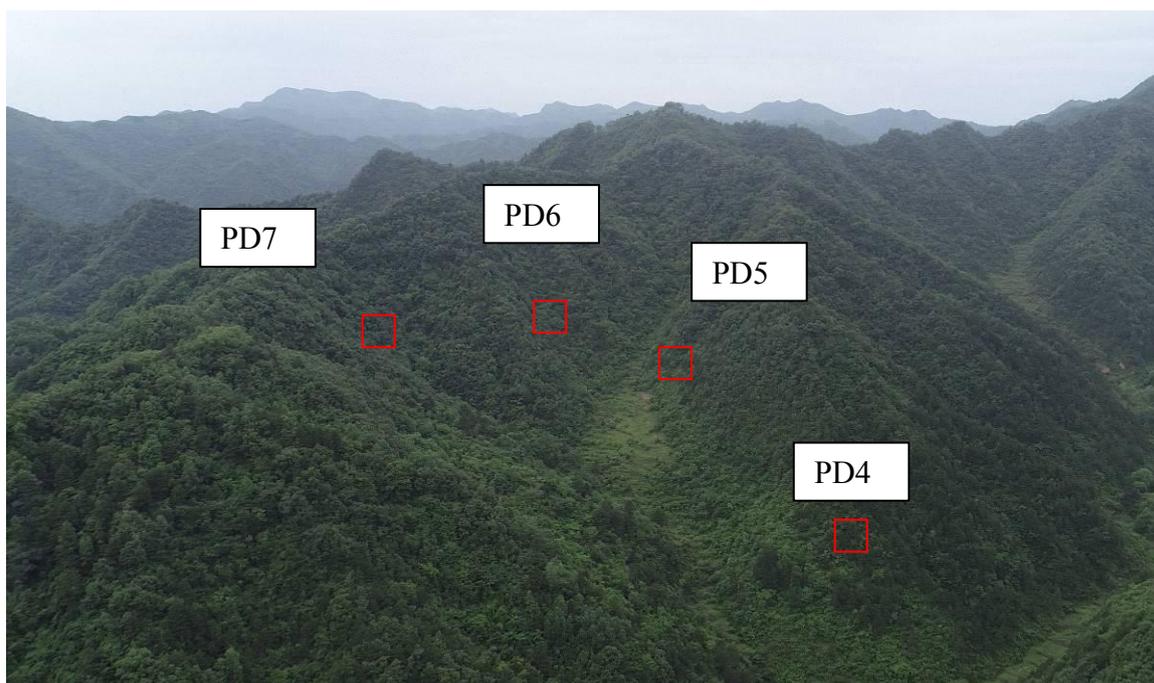


图 3-6 PD4 拟建硐口剖面图

拟建采矿平硐口 PD5 位于矿区北侧山体沟道内，坡向东北，坡度约 40°，坡体为岩质边坡，地层岩性主要为寒武系水沟口组浅灰色薄层状粘土岩、炭质粘土岩夹薄层硅质岩，平行层纹状构造，表层强风化岩层较破碎，节理裂隙发育，岩层倾向西北，倾角约 43°，坡体表面覆盖较薄第四系坡积物（ Q_4^{dl} ），坡体表面植被发育较好，主要为乔木，PD5 硐口朝向东北，与坡向斜交，坡向及硐口朝向均与岩层倾向斜交，对硐口开

挖较为有利，PD6 硐口朝向西北，与坡向斜交，硐口朝向及坡向均与岩层倾向斜交，对硐口开挖较为有利，但坡体表层岩体较破碎，上覆较薄第四系覆盖物，在人类活动及降雨条件的影响下，易发生坡体表层碎石崩落或引发表层第四系坡积物滑塌，对硐口及施工作业人员产生威胁。预测评估 PD5 引发地质灾害可能性小，危害程度中等，危险性中等。

拟建采矿平硐口 PD6、PD7 位于矿区北侧山体北侧坡体上，坡向北，坡度约 30° ，坡体为岩质边坡，地层岩性主要为寒武系水沟口组浅灰色薄层状粘土岩、炭质粘土岩夹薄层硅质岩，平行层纹状构造，表层强风化岩层较破碎，节理裂隙发育，岩层倾向西北，倾角约 38° ，坡体表面覆盖较薄第四系坡积物 (Q_4^{dl})。坡体表面植被发育较好，主要为乔木，PD6、PD7 硐口朝向西北，与坡向斜交，坡向与岩层倾向几乎一致，坡体为顺层坡，现状条件下硐口周边未见坡体明显崩塌迹象，坡体现状较稳定，在降雨及人类活动影响下，极易引发滑塌，对硐口及施工作业人员产生威胁，预测评估 PD6、PD7 平硐口开挖引发地质灾害可能性中等，危害程度中等，危险性中等。



照片 3-15 PD5、PD6、PD7 拟建场地（镜像 260° ）

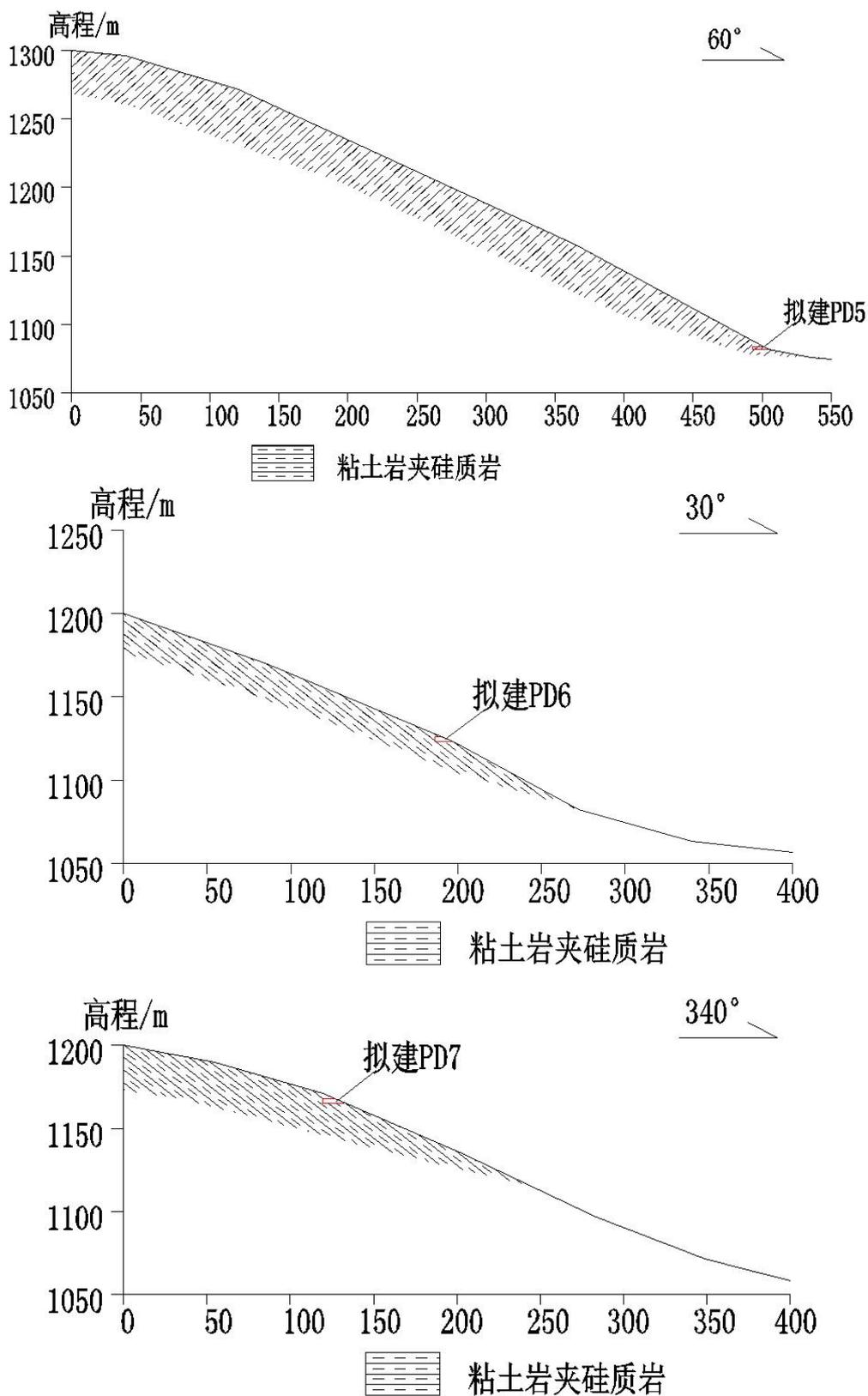


图 3-7 PD5、PD6、PD7 拟建硐口剖面图

综上所述，预测评估矿山 PD2、PD3、PD4、PD5 采矿平硐口开挖可能引发地质灾害可能性小，危害程度中等，危险性中等，PD6、PD7 采矿平硐口开挖可能引发地质灾

害可能性大，危害程度中等，危险性大。

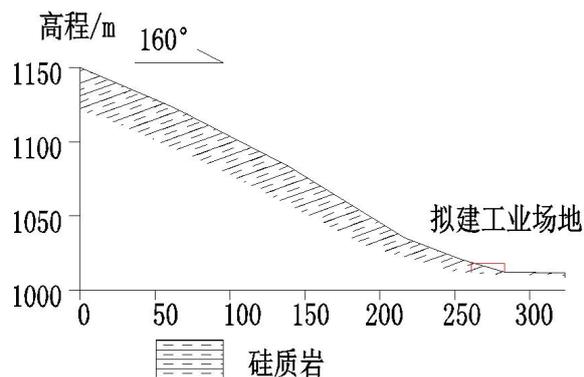
② 工业场地

工业场地可分为北侧及南侧工业场地两部分。

北侧工业场地拟建场地位于矿区北侧968m主平硐硐口北侧约600m处的周扒沟内，靠近运输道路，拟建工程主要包括办公室，材料库、修理间、配电室等。拟建场地地势较平坦，坡度约25°，厂房建设过程中需对周边坡体进行开挖，形成高约6m的边坡。该处坡体地层岩性主要为寒武系水沟口组中厚层状硅质岩，属于硬质岩石与软弱岩石互层状软弱基岩类，岩体抗风化能力低，易风化破碎，表层岩体较破碎，岩体稳定性较差，工程强度低，岩层倾向西，倾角约25°，坡体坡向东，坡度约40°，坡向与岩层倾向相反，坡体现状较稳定，坡脚处未见明显落石，坡体上覆较薄第四系坡积物，坡体植被发育较好，主要为乔木及草本植物。工业场地建设过程中对西侧坡体进行较大规模开挖，形成高约6m的陡坎，坡体开挖改变坡体原有应力平衡条件，对坡体产生扰动，可能引发坡体失稳或上部第四系松散坡积物滑塌，对下方施工作业人员产生威胁。



照片 3-16 北侧工业场地拟建场地



照片 3-17 北侧工业场地南侧坡脚岩层（镜向 10°）图 3-8 北侧工业场地剖面图

综上所述，预测评估北侧工业场地建设过程中可能引发坡体失稳可能性中等，危害程度中等，危险性中等。

③ 新建道路

PD1 新建道路位于矿区北侧山体坡脚处，拟建道路宽约 4m，拟建场地地形平坦，道路建设过程中不需进行大规模开挖；废石场道路位于矿区西北侧流水沟沟道，场地整体平坦，废石场建设及废石运输过程中直接利用原有地形、沟道进行运输，不对坡体进行开挖，对沟道两侧坡体影响较小。预测评估新建道路可能引发地质灾害危险性小。



照片 3-18 PD1 新建道路



照片 3-19 废石场新建道路拟建场地



照片 3-20 废石场新建道路拟建沟道

④ 采矿活动引发采空区岩石移动范围地面变形的预测评估

矿山回采结束后若采空区未及时处理，形成大面积的空区顶板悬而未垮，有可能发生大面积相邻采空区顶板瞬间整体性垮落，形成巨大的冲击波，从而造成严重的矿山灾害，如破坏井巷设施、设备、人员伤亡及地表塌陷等。

根据开发利用方案，开采对象为区内经过评审备案的的钒矿 K1 矿体。K1 矿体产于矿区北部，矿体地表出露标高 1220m~1036m，矿体平均厚度 10.68m，矿体产状 $292^{\circ} \angle 51^{\circ}$ ，水草坪钒矿含矿地层为寒武系水沟口组 (C_{1sh})，岩体基本质量等级分类为 III—V 级。

矿体顶、底板岩性为中薄层灰岩、硅质岩、泥灰岩、泥岩，为硬质岩石与软弱岩石

互层，矿层内有层间滑动，整体层间结合较好，矿体顶、底板岩石总体完整性、稳定性较好，岩体基本质量等级分类为Ⅱ级，工程地质类型为坚硬—半坚硬岩层为主的层状矿床，工程地质条件中等。

整体上水草坪钒矿属于薄~中厚的倾斜、急倾斜矿体，矿体平均埋深较大，矿体开采深厚比较大，矿山采用分段空场法进行开采，采矿方法相对成熟，采空区面积不会太大，且矿体及其顶底板围岩较坚硬，围岩稳固性较好，参考周边类似矿山地表变形情况，未见明显地面塌陷及地面裂缝现场，因此预测评估矿山开采引发采空区大范围地面塌陷、地面裂缝的可能性较小，可能会在局部地势低洼地段及矿体浅表地带出现地表裂缝或地面下沉，矿体开采引起的地表岩体变形量较小。根据该矿床围岩性质，构造特征，矿体的倾角、厚度、长度及矿床的埋深和选用的采矿方法，结合类似矿山的生产经验；取上盘岩石移动角 60° ，下盘岩石移动角 50° ，侧翼岩石移动角 65° ，据此圈定矿床开采的地表岩石移动范围，K1 矿体影响范围 0.29km^2 ，以此划定的地表岩石移动范围内未见明显人类活动，距离居民集中居住区较远矿区拟建工程均位于地表岩石移动影响范围之外，因此预测评估采矿工程可能引发地质灾害可能性小，危害程度小，危险性小。

3、地质灾害现状与预测评估小结

(1) 现状条件下，评估区发育 3 处崩塌隐患，其中 BT1 现状评估发育程度中度，危害程度中等，危险性中等；BT2 现状评估发育程度中等，危害程度小，危险性中等，BT3 现状评估发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

(2) 预测评估，矿区采矿平硐口 PD1、南侧工业场地、局部 PD1 新建道路可能遭受地质灾害危险性大；PD1、矿区南侧工业场地加剧地质灾害危险性大；PD2、PD3、PD4、PD5、PD6、PD7 平硐口及矿区北侧工业场地可能引发地质灾害危险性中等。

(3) 矿山开采可能引发岩石移动范围地表变形危险性小。

(三) 矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层破坏现状分析

矿区内地表水主要为水草河及桐木沟，矿区内较大沟道主要为流水沟、周扒沟及小西沟，流水沟内可见常年水流，周扒沟、小西沟为季节性水流，现场调查中未见明显水流。矿区内各种类型水质良好，适合饮用和各种工业、农业用水。矿山目前尚未进行基础建设及开采活动，现状评估采矿活动对含水层影响程度较轻。

2、矿区含水层破坏预测分析

(1) 矿山开采对地下含水层结构破坏的预测评估

矿区含水层极弱富水—中等富水性区，地形有利于自然排水，属以裂隙充水为主的矿床，水文地质条件简单，且水草坪钒矿开采矿体均位于侵蚀基准面之上，含矿地层为寒武系水沟口组（ $\in 1sh$ ），岩性为一套海相碎屑岩、硅质岩、泥岩组合，水量贫乏，形成与上覆地层岳家坪组、下伏地层灯影组的阻水地层，有利于矿坑排水，矿山开采过程中采用分段空场法，开采过程中可能形成采空区面积不会太大，可能会在局部地势低洼地段及矿体浅表地带出现地表裂缝或地面下沉，不会造成矿体顶底板围岩整体结构破坏，也不会形成矿体、地表水体、区域供水含水层之间的导水构造和联络通道。预测评估后期矿山开采活动对矿区及周边地下含水层结构破坏影响较轻。

(2) 矿山开采对地下水水位影响的预测评估

水草坪钒矿开采矿体出露部位较高，均位于当地侵蚀基准面之上，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，地下水补给条件差，地形有利于自然排水，根据《陕西省山阳县水草坪钒矿详查地质报告》中涌水量计算结果，矿坑正常涌水量 $0.777m^3/d$ ，最大矿坑单位涌水量为 $1.975m^3/d$ ，最大可能瞬间涌水量预测 $157.92 m^3/d$ ，区内构造以层间滑动形成的阻水构造为主，各层地下水的连通性差，因此预测评估矿山开采对地下水水位影响较轻。

(3) 矿山开采对地下水水质影响的预测评估

矿体开采后，造成开采矿体局部地下水被疏干，其周围水位不同程度下降，地下水天然流场被改变，处在疏干影响半径内的地下水都由四周向疏干中心运动。地下水流场的改变，可能导致地层中原本处于稳定的一些元素重新溶解在地下水中，从而导致地下水水质发生变化。水草坪钒矿开采矿体采用地下开采方式，矿体均位于侵蚀基准面以上，开采过程中对地下水水位影响较小，可能导致的地下水流场改变较小，对地下水水质影响较小。

3、矿区含水层破坏现状及预测评估小结

综上所述，现状条件下，矿区含水层结构完整，地下水水位正常，地表水水质良好。现状人类工程活动对矿区地下含水层结构、水位和水质的影响较轻。

预测条件下，矿床开采对矿区及周边含水层结构破坏较轻，对地下水水位及水质的影响较轻。

(四) 矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、矿区地形地貌景观破坏现状分析

评估区内无自然保护区、人文景观等，距离较近的风景区为天竺山及漫川古镇，分别位于评估区西北及西南侧 20km 处，距离较远。

现状条件下，矿山尚未进行基础建设及开采活动，前期仅进行探矿活动，现状条件下矿山共形成两处探矿平硐口及两处堆渣。其中探矿平硐口 T1 (PD1) 位于矿区北侧山体北坡脚下，硐口开挖约 $2.5 \times 2.5\text{m}$ ，硐口周边植被发育良好，主要为灌木，硐口北侧可见一处堆渣 D1，堆渣体高约 6m，宽约 25m，长约 12m，主要为探矿期间产生废石；探矿平硐口 T2 尾矿矿区北侧坡体，硐口开挖约 $2.5 \times 2.5\text{m}$ ，坡体现状植被发育较好，硐口南侧为探矿期间产生的堆渣，堆渣体高约 15m，长约 30m，宽约 20m。

现状评估探矿平硐口 T1、T2 及堆渣 D1、D2 对地形地貌影响较严重。



照片 3-21 T1 平硐口



照片 3-22 堆渣 D1



照片 3-23 T2 探矿平硐口及堆渣 D2

2、矿区地形地貌景观破坏预测分析

矿山后期新建工程主要包括采矿平硐口、工业场地、废石场及新建道路。

矿山新建采矿平硐口主要为 PD2、PD3、PD4、PD5、PD6、PD7 共 6 处平硐口，平硐口建设过程中对原始坡体进行切割，毁坏林地，硐口开挖范围较小，预测评估对地形地貌景观影响和破坏程度较严重

矿山南侧工业场地位于 PD1 平硐口北侧约 600m 处的周扒沟内，拟建建筑主要包括办公室，材料库、修理间、配电室等，矿区北侧工业场地位于 PD1 平硐口东侧，拟建一处空压机房及配电室。于 PD7 东侧山梁处设置一处 40m³ 高位水池。场地地形整体较平坦，建设过程中需对拟建场地周边坡体进行开挖，预测评估采矿工业场地及水池对地形地貌影响较严重。

废石场位于 K1 矿体废石场位于 PD1 主平硐硐口西北约 700m 处的流水沟内，本矿山产生的废石主要为进行开拓系统布置所产生的围岩废石，根据开发利用方案估算量约为 13.5 万 m³，预测评估废石场对地形地貌影响严重。

矿山开采过程中，矿区岩石移动范围内发生大面积塌陷的可能性较小，可能会在局部地势低洼地段及矿体浅表地带出现地表裂缝或地面下沉，对采矿影响范围内地形地貌影响较轻。

矿山新建道路拟建场地地形平坦，道路建设过程中不进行大规模开挖，对地形地貌影响较轻。

3、小节

现状评估矿山目前未进行基础建设及开采活动，现状条件下 T1、T2 及堆渣 D1、D2 对地形地貌影响较严重。

预测评估采矿平硐口、工业场地对地形地貌影响较轻，废石场对地形地貌影响严重。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

矿区水土环境污染主要由矿山生产废水排放及固体废弃物淋滤水引起，主要包括废石场淋滤水、坑道涌水等。

1、矿区水土环境污染现状分析

（1）水环境质量现状评价

根据《陕西省山阳县水草坪钒矿详查地质报告》，评估区内地表水主要为水草河及桐木沟河，地下水主要为第四系松散岩类孔隙潜水、层状基岩裂隙水和碳酸岩类裂隙溶洞水，根据对其水质化验资料水质化验资料表明，矿区内各种类型水质良好，为

$\text{HCO}_3\text{—Ca}\cdot\text{Mg}$ 或 $\text{HCO}_3\text{—Mg}\cdot\text{Ca}$ 型水，矿化度 325.6—449.5mg/L，总硬度 210.2—270.2 mg/L， Ph 7.6—7.9，为低矿化淡水。适合饮用和各种工业、农业用水。矿区水环境质量较好。

(2) 土壤环境质量现状评价

矿山尚未进行基础建设及采矿活动，评估区范围内多为林地，河谷区多为旱地，植被发育较好，评估区范围土壤主要为黄棕壤及棕壤，矿区土壤环境质量较好。

综上，矿区水土环境污染程度现状较轻。

2、矿区水土环境污染预测分析

矿山尚未进行基础建设及开采活动，后续矿山开采中，可能造成矿区地表水、地下水及土壤污染的污染源主要有采矿废水、废石场淋滤水及生活垃圾。

(1) 建设期

①建设期废水

施工产生少量砂石冲洗水、砼养护水、设备冲洗水等，主要污染物 SS（主要含有砂石、硅酸盐等），矿山建设期间施工作业废水整体产生量较小，由于矿山工业场地及废石场紧邻水草河，水草河流量总体偏低，自然净化能力差，矿山基建过程中废水可能会对水草河产生影响，预测评估建设期工业场地及废石场对水土环境污染影响较严重。

②建设期固体废弃物

建设期固体废弃物主要为坑道掘进废石，主要岩性为砂质板岩，废石堆放于废石场，对水土环境影响较严重。

生活垃圾由垃圾箱统一收集后，定期运往当地环卫部门制定的生活垃圾处置场，对水土环境影响较轻。

(2) 生产期

①生产期废水

采矿废水：

本矿山采用地下开采方式，阶段平硐-盲竖井开拓方式，开采深度为 1222m~888m，该矿生产过程中的坑内涌水，汇集于平硐口设置的沉淀池，作为生产用水循环利用。

矿山开采过程中可能局部发生渗漏，采矿废水沿地下水通道对地下含水层产生影响。矿山开采矿体均位于侵蚀基准面之上，且矿体岩层为寒武系水沟口组（C1sh），水量贫乏，形成与上覆地层岳家坪组、下伏地层灯影组的阻水地层，矿区内各层地下水的连通性差，矿山开采过程中对地下含水层结构、水位影响较小，地下水流通性较差，且

矿坑涌水渗透量较小，因此预测评估采矿废水对水土污染影响较轻。

废石场淋滤水：

根据开发利用方案，废石场堆放废石主要为进行开拓系统布置所产生的围岩废石，岩性主要为砂质板岩，降雨条件下雨水入渗可能导致废石中污染元素进入地下水及水草河，水草河流量总体偏低，自然净化能力差，一旦污染较难恢复。整体上废石场废石污染量较小，对水土环境影响较严重。

②生产期固体废弃物

生产期固体废弃物主要为巷道掘进废石及生活垃圾。巷道掘进废石主要堆放于废石场，岩性为寒武系水沟口组。生活垃圾由垃圾箱统一收集后，定期运往当地环卫部门制定的生活垃圾处置场，对水土环境影响较轻。

3、小节

现状评估矿山水土污染影响较轻。

预测评估业场地、废石场对水土环境污染影响较严重。

（六）评估分级与分区

1、评估分级分区的原则

根据项目建设的工程类型、规模、区段特点，结合矿山环境影响程度现状、预测评估的结果，“以人为本，以矿山地质环境为本”，根据“区内相似、区际相异”原则，按照影响矿山地质环境的地质环境条件、地质灾害的发育程度、对含水层、地形地貌景观及水土环境污染的影响程度等因素进行综合评估，划分矿山地质环境影响程度评估分级和分区。具体采用因子叠加（半定量）方法进行分区。

2、评估分级分区方法

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

①评估因子的选取及评价标准

根据工程建设影响、破坏地质环境的情况，结合评估区地质环境条件、人类工程活动强弱等因素的具体特点，矿山地质环境影响程度现状/预测评估主要选择工程建设遭受、引发、加剧地质灾害的程度、工程建设对含水层、地形地貌景观和水土环境污染的影响和破坏（污染）程度四个差异性因子为评价指标，不同评价指标的影响程度判别标准见表 3-6。

②矿山地质环境影响程度综合评估分区

根据表 3-6 的标准，对矿山建设不同工程区块进行地质环境影响程度综合评判，每个工程区块的影响程度取值“就高不就低”，即该区块的影响程度值取 4 个判别因子中最高者。然后，依据“区内相似、区际相异”的原则，对各工程区块进行合并，并根据合并后的区块影响程度进行地质环境影响程度分级。

表 3-6 地质环境影响程度评价分级标准表

评价因子	地质环境影响程度		
	严重	较严重	较轻
地质灾害	地质灾害规模大，发生的可能性大；影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全；造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元，受威胁人数大于 100 人。	地质灾害规模中等，发生的可能性较大；影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全；造成或可能造成直接经济损失 100~500 万元，受威胁人数 10~100 人。	地质灾害规模小，发生的可能性小；影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施；造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元，受威胁人数小于 10 人。
含水层	矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道；矿井正常涌水量大于 10000 m ³ /d；区域地下水水位下降；矿区周围主要含水层（带）水位大幅下降，或呈疏干状态，地表水体漏失严重；不同含水层（组）串通水质恶化；影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难。	矿井正常涌水量 3000~10000 m ³ /d；矿区及周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈半疏干状态；矿区及周围地表水体漏失较严重影响矿区及周围部分生产生活供水。	矿井正常涌水量小于 3000 m ³ /d；矿区及周围主要含水层水位下降幅度小；矿区及周围地表水体未漏失；未影响到矿区及周围生产生活供水。
地形地貌景观	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大；对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大；对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小；对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。
水土环境	生产过程中排放污染物，造成水体、土壤原有理化性状恶化，全部丧失原有功能。	生产过程中排放污染物，造成水体、土壤原有理化性状变化较大，使其丧失部分原有功能。	生产过程中排放污染物，未造成水体、土壤原有理化性状变化，或有轻微变化，对水体、土壤原有功能影响较小。

3、现状评估分级与分区

(1) 分级

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

矿山目前尚未进行基础建设及开采活动，矿区处于原始地形地貌状态，现场调查中未见明显地质灾害发育，现状评估评估区范围内地质灾害危险性小，对含水层破坏影响轻，对地形地貌景观影响轻，对水土环境污染影响轻。

(2) 分区

通过对各因子预测评估结果进行叠加分析，再结合评估区的地质环境条件对各区块界线进行必要修整后，现状评估评估区内可分为 2 个级别 4 个区块，分别为影响较严重区、较轻区。

矿山地质环境影响较严重区：分 3 个区块，分别为探矿平硐口 T1（PD1）、T2 及矿区东侧道路开挖崩塌隐患 BT3，总面积 2.09hm²，占评估区总面积的 0.35%。

B_{X1}：主要为 PD1 平硐口（A_{X1}），该处为前期探矿期间开挖形成崩塌隐患，坡体现状欠稳定，现状评估可能发生崩塌可能性中等，危害程度中等，危险性中等，该处可见一处堆渣，对地形地貌影响较严重。

B_{X2}：主要为探矿平硐口 T2 及堆渣 D2，该处发育崩塌隐患 BT2，发育程度中等，危害程度小，危险性中等，平硐口及堆渣对地形地貌影响较严重。

B_{X3}：主要为矿区东侧道路开挖形成崩塌隐患 BT3，坡体现状欠稳定，发育程度中等，危害程度中等，危险性中等。

矿山地质环境影响较轻区：分 1 个区块，为矿山其他区域，总面积 601.07m²，占评估区总面积的 99.65%。

表 3-7 矿山地质环境影响现状评估分区表

预测评估分区	编号	位置	面积 (hm ²)	面积占比 (%)	单因子影响程度现状评估				影响程度分级	现存的地质环境问题
					地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境		
较严重区	B _{X1}	PD1 平硐口 (T1) 及堆渣 D1	0.61	0.10	较严重	较轻	较严重	较轻	较严重	该处发育崩塌隐患 BT1，对坡脚下方平硐口、农田及过往居民产生威胁，危险性中等，平硐口及堆渣对地形地貌影响较严重。
	B _{X2}	T2 平硐口及堆渣 D2	0.51	0.09	较严重	较轻	较严重	较轻	较严重	该处发育崩塌隐患 BT2，现状评估危险性中等，平硐口及堆渣对地形地貌影响较严重
	B _{X3}	崩塌隐患 BT3	0.97	0.16	较严重	较轻	较严重	较轻	较严重	该处发育崩塌隐患 BT3，现状评估危险性中等
较轻区	C _{X1}	评估区全部范围	601.07	99.65	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	矿山工程对地质环境影响程度较小，存在的地质环境问题少，工程活动对矿山地质环境的影响较轻。

4、预测评估分级与分区

(1) 分级

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

评估区 PD1、南侧工业场地及部分 PD1 新建道路可能遭受地质灾害危险性大，PD1、南侧工业场地可能加剧地质灾害危险性大，PD2、PD3、PD4、PD5、PD6、PD7 采矿平硐口、矿山北侧工业场地建设可能引发地质灾害危险性中等；采矿平硐口开挖、工业场地建设及采矿活动对地形地貌影响较严重，废石场废石堆放对地形地貌影响严重；工业场地生产废水及废石场淋滤水对水土环境污染影响较严重。

(2) 分区

通过对各因子预测评估结果进行叠加分析，再结合评估区的地质环境条件对各区块界线进行必要修整后，预测评估分区可分为 3 个级别 5 个区块，其中影响严重区 2 个区块，较严重区 2 个区块，影响较轻区 1 个区块，见表 3-8。

表 3-8 矿山地质环境影响预测评估分区表

分区	编号	位置	面积 hm ²	面积占比 %	单因子影响程度 预测评估				影响程度 分级	预测存在的地质环境问题
					地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境		
严重区	A _{Y1}	废石场	2.72	0.45	较轻	较轻	严重	较严重	严重	对地形地貌景观破坏严重，对水土环境污染影响较严重
	A _{Y2}	PD1 平硐口、南侧工业场地局部 PD1 新建道路	0.81	0.13	严重	较轻	较严重	较严重	严重	该处发育崩塌隐患 BT1，PD1、新建道路、南侧工业场地可能遭受、加剧地质灾害危险性大。工业场地建设对地形地貌影响较严重；工业场地生产废水对水土环境污染影响较严重。
较严重区	B _{Y1}	矿区北侧工业场地	1.56	0.26	较严重	较轻	较严重	较严重	较严重	工业场地建设可能引发地质灾害危险性中等，对地形地貌影响较严重，对水土环境污染影响较严重
	B _{Y2}	地表岩石移动影响范围、PD2、PD3、PD4、PD5、PD6、PD7 采矿平硐口	15.45	2.56	较严重	较轻	较严重	较严重	较严重	采矿平硐口建设可能引发地质灾害危险性中等；采矿平硐口建设及采矿活动对地形地貌影响较严重

较轻区	C _{Y1}	其他区域	582.62	96.60	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	较轻	矿山工程对地质环境影响程度较小，存在的地质环境问题少，工程活动对矿山地质环境的影响较轻。
-----	-----------------	------	--------	-------	----	----	----	----	----	----	--

根据上表，将不同影响程度区简述如下：

①矿山地质环境影响严重区：分2个区块，总面积3.53hm²，占评估区总面积的0.58%。包括废石场、PD1平硐口、矿山北侧工业场地、部分新建道路。

A_{Y1}：位于废石场，废石场建设过程中对地形地貌影响严重。

A_{Y2}：位于PD1、矿区南侧工业场地及部分新建道路，PD1、南侧工业场地、部分新建道路可能遭受、加剧地质灾害危险性大，工业场地建设对地形地貌影响较严重，对水土污染影响较严重。

②矿山地质环境影响较严重区：分2个区块，总面积17.01hm²，占评估区总面积的2.82%。包括矿山北侧工业场地、采矿平硐口及地表岩石移动影响范围。

B_{Y1}：位于矿山北侧工业场地，场地建设过程中可能引发地质灾害危险性中等，对地形地貌影响较严重，对水土环境污染影响较严重。

B_{Y2}：位于PD、PD3、PD4、PD5、PD6、PD7采矿平硐口及地表岩石移动影响范围，采矿平硐口建设过程中可能引发地质灾害危险性中等，采矿平硐口建设及采矿活动对地形地貌影响较严重。

③矿山地质环境影响较轻区：分1个区块，总面积582.62hm²，评估区总面积的96.60%。该区遭受、加剧、引发地质灾害危险性小，预测采矿活动对含水层、地形地貌景观及水土环境影响较轻。

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

1、矿山开采与生产工艺

开采方式：地下开采。

矿山工程布置：废石场、工业场地、新建道路。

开拓运输方案：主平硐以上采用平硐—溜井开拓运输系统，各中段采用的矿石和废石均就近通过各自的溜井下放至968m主平硐，运至地表硐口的各自矿仓卸载；968m以下采用平硐—盲竖井开拓方案，在968m主平硐内布置一条盲罐笼井，担负968m以下各中段矿石、废石、人员和材料设备的提升任务。矿石及废石出地表后，通过矿区新建道路及已有村庄道路，废石运至废石场，矿石运至厂区。

采矿方法：分段空场法。

废石弃渣处置：运至废石场。

项目生产流程：矿山基建工程施工→废石运输至废石场→矿体回采→矿石运至厂区→矿石外销。

矿体开采顺序：自上而下逐中段依次回采，中段内采用后退式顺序回采。

首采地段：首采地段为 1168m 中段的矿块。

2、土地损毁的环节与时序

根据水草坪钒矿基建、生产工艺流程，结合矿山地质环境现状调查、预测评估的成果，综合分析认为：水草坪钒矿矿山基建、生产活动对矿区土地损毁的形式有挖损、压占、塌陷，其土地损毁的时序、环节、损毁方式详见表3-9。

3-9 水草坪钒矿土地损毁环节及时序表

阶段	矿山工程/生产工艺流程	损毁环节	损毁方式	损毁时序
矿山 基建 期	废石场	基建	压占	拟损毁时段：近期
	工业场地	基建	挖损	
	水箱	基建	挖损	
	平硐口道路	基建	压占	
	废石场道路	基建	压占	
	堆渣 D1、D2	基建	压占	已损毁
矿山 生产 期	开采区/矿体回采	矿山开采	塌陷	拟损毁时段：方案服务年 息
	废石场/废石排放	使用	压占	
	工业场地	运行	占用	
	水箱	运行	占用	
	PD1 平硐口道路	使用	压占	
	废石场道路	使用	压占	
闭坑期	矿山闭坑工程	土地复垦，表土 回覆	——	拟损毁时段：中远期

3、土地损毁的重复性分析

根据矿床赋存情况、开采技术条件以及矿区地形地貌，本矿产主要开采矿体为划定矿区范围内的K1矿体，矿山代表工程（工业场地、废石场、新建道路）均位于矿体采矿影响范围之外，不存在土地损毁重复。

（二）已损毁各类土地现状

矿山目前尚未进行基础建设及开采活动，前期仅进行探矿活动，根据现场调查，评估区范围内共有两处堆渣。

其中堆渣 D1 高约 3m，宽约 25m，长约 10m(见照片 3-22)，主要为探矿期间产生废石，堆渣沿坡面覆盖，占地类型主要为有林地，损毁形式为压占，损毁面积为 0.03 hm²。

堆渣 D2 位于矿区北侧道路北侧坡体，堆渣体高约 10m，长约 30m，宽约 30m（见照片 3-23），主要为探矿期间产生废石，堆渣沿坡面覆盖，占地类型主要为有林地，损毁形式为压占，损毁面积为 0.09 hm²。

表 3-10 水草坪钒矿已损毁土地特征一览表

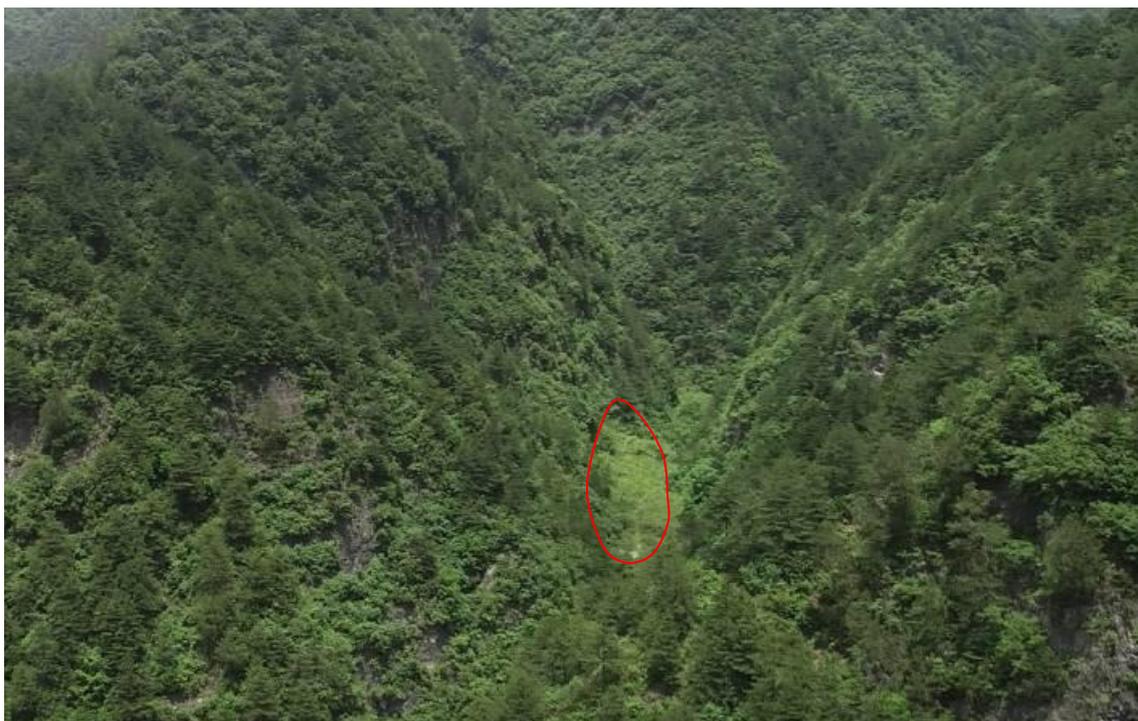
工程名称	损毁类型	损毁地类				拟损毁面积	
		一级地类		二级地类		单项	合计
		编码	名称	编码	名称	hm ²	hm ²
堆渣 D1	压占	03	林地	031	有林地	0.03	0.03
堆渣 D2	压占	03	林地	031	有林地	0.09	0.09

（三）拟损毁各类土地预测

根据矿山的后期建设方案和生产规划，预测随着矿业活动的进一步推进，加剧土地损毁主要表现为工业场地建设挖损及占用、废石场废石堆积及新建道路压占、采矿地表岩石移动范围塌陷。根据矿山的开采生产方式，结合当地自然环境概况、社会经济概况，将项目区分为废石场、工业场地、水箱、新建道路、地表岩石移动范围5个预测单元。

1、废石场

拟建废石场位于矿区西北侧流水沟沟道内，总库容约 20×10⁴m³，主要用于堆放开拓系统布置巷道掘进产生的废石。废石场占地面积约 0.93hm²，占地类型主要为有林地及其他林地，其中有林地面积 0.91hm²，其他林地面积 0.02hm²，土壤类型主要为黄棕壤，土地损毁形式为压占。



照片 3-24 废石场拟建场地

2、工业场地

矿山工业场地主要分为两部分，北侧工业场地位于矿区主平硐口 PD1 北侧约 600m 处周扒沟内，主要建筑包括办公室，材料库、修理间、配电室等，占地面积 0.33hm^2 ，占地类型主要为有林地。

南侧工业场地位于 PD1 东侧约 20m 处，布置一处空压机房及配电室，工业场地总占地面积 0.09hm^2 ，占地类型主要为有林地。工业场地拟建场地土壤类型主要为黄棕壤，对土地的损毁形式主要为建设期的挖损及生产期的占用。



照片 3-25 北侧工业场地拟建场地



照片 3-26 南侧工业场地拟建场地

3、水箱

PD7 平硐口东侧约 75m 处坡体布置一处 40m^3 高位水池，总占地面积 0.03hm^2 ，占地类型主要为林地，其中有林地面积约 0.03hm^2 。水箱拟建场地土壤类型主要为棕壤，

对土地的损毁形式主要为建设期的挖损及生产期的占用。

4、新建道路

矿山新建道路主要为村庄道路至 PD1 平硐口道路及废石场道路。PD1 新建道路长约 500m，宽约 4m，占地面积 0.2 hm²，占用土地类型主要为有林地及其他林地，拟建场地地形平坦，矿石运输过程中直接利用原有地形，不对场地进行大规模开挖，土地损毁形式为压占。

废石场道路位于流水沟沟道，总长约 190m，道路宽约 4m，占地面积约 0.08hm²，占地类型为有林地，拟建场地地形平坦，矿石运输过程中直接利用原有地形，不对场地进行大规模开挖，对土地损毁形式主要为压占。



照片 3-27 PD1 新建道路拟建场地



照片 3-28 废石场新建道路

5、开采区塌陷损毁土地预测

评估区属秦岭山系鹞岭山脉，属中低山地貌，水草坪钒矿整体上属于于薄~中厚的倾斜、急倾斜矿体，矿体平均埋深较大，矿山采用分段空场法进行开采，且矿体顶、底板岩石总体完整性、稳定性较好，岩体基本质量等级分类为 II 级，工程地质类型为坚硬—半坚硬岩层为主的层状矿床，参考周边类似矿山地表变形情况，预测评估认为矿山开采引发采空区大范围地面塌陷、地面裂缝的可能性较小，仅可能会在局部地势低洼地段出现凹陷，由此可造成采空区围岩的局部松动，可能会形成小范围地表裂缝。根据该矿床围岩性质，构造特征，矿体的倾角、厚度、长度及矿床的埋深和选用的采矿方法，结合类似矿山的生产经验，矿山开采矿体 K1 矿体地表岩石移动范围 29.33hm²，影响范围内土地类型主要为林地及耕地，其中耕地（旱地）面积 0.68hm²，林地（有林地、其他林地）面积 28.65hm²。损毁形式为塌陷。

6、拟损毁土地情况汇总

根据以上分析：拟损毁土地面积为 30.98hm²，包括废石场损毁土地 0.93hm²，北侧工业场地拟损毁土地 0.33hm²，南侧工业场地 0.09hm²，水箱拟损毁土地 0.03 hm²，PD1

新建道路拟损毁土地 0.20hm²，废石场新建道路拟损毁土地 0.07hm²，地表岩石移动影响范围 29.33hm²。

拟损毁土地情况见表 3-11。

3-11 水草坪钒矿拟损毁土地特征一览表

工程名称	损毁类型	损毁地类				拟损毁面积	
		一级地类		二级地类		单项	合计
		编码	名称	编码	名称	hm ²	hm ²
废石场	压占	03	林地	031	有林地	0.91	0.93
				033	其他林地	0.02	
北侧工业场地	挖损、占用	03	林地	031	有林地	0.33	0.33
南侧工业场地	挖损、占用	03	林地	031	有林地	0.09	0.09
水箱	挖损、占用	03	林地	031	有林地	0.03	0.03
PD1 新建道路	压占	03	林地	031	有林地	0.12	0.20
				033	其他林地	0.08	
废石场新建道路	压占	03	林地	031	有林地	0.07	0.07
地表岩石移动影响范围	塌陷	01	耕地	013	旱地	0.68	29.33
		03	林地	031	有林地	27.32	
				033	其他林地	1.33	
合 计						30.98	30.98

6、损毁土地程度预测分析

土地损毁程度评价方法有综合指数法、模糊综合评判法、极限条件法等，本项目采用极限条件法分析，即根据不同项目损毁类型特点，选取多个土地损毁评价因子进行综合分析，取单个评价因子达到的最高土地损毁等级作为该工程对土地损毁程度等级。

(1) 评价等级

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

(2) 评价指标及评价标准

本方案针对不同土地损毁类型选择不同的评价指标进行土地损毁程度分析评价，评价因子包括损毁面积、损毁特征及复垦难度等，各评价因子的等级限值主要参考《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》

(TD/T-1007-2003)等技术规程中的土地损毁程度分级标准取值,具体如下:

①压占损毁等级标准:选择压占面积、压占区边坡坡度、重金属元素污染、砾石含量、复垦容易程度五项指标作为压占损毁土地的评价因子,各因子损毁程度分级标准见表3-12。

表3-12 压占损毁程度分级标准

损毁等级	压占面积 (hm ²)	边坡坡度 (°)	重金属元素污染 (m)	砾石含量 (%)	复垦难易程度
I级(轻度损毁)	≤1.0	≤25°	≤Co	≤10	容易
II级(中度损毁)	1.0~5.0	25°~35°	Co~2Co	10~30	中等
III级(重度损毁)	>5.0	>35°	>2Co	>30	困难
III级(重度损毁)	>5.0	>35°	>2Co	>30	困难

②挖损损毁等级标准:挖损损毁程度主要与挖损深度、挖损面积、挖损区坡度和原始土层厚度有关。本方案选择挖损深度、挖损面积、挖损区坡度和原始土层厚度四项指标作为评判土地挖损损毁的评价因子,各因子损毁程度分级标准见表3-13。

表3-13 挖损损毁程度分级标准

评价因子		评价等级		
		I级(轻度损毁)	II级(中度损毁)	III级(重度损毁)
地表变形	挖损深度	<1.0m	1.0~3.0m	>3.0m
	挖损面积	<0.10hm ²	0.10~1.0hm ²	>1.0hm ²
	挖损坡度	<25°	25~35°	>35°
土体剖面	挖损土层厚度	<0.20m	0.20~0.50m	>0.50m

注:任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级。

(3) 土地损毁程度分析

矿区损毁土地总面积31.10hm²,包括已损毁土地(堆渣D1、D2)0.12hm²,及拟损毁土地(矿山工业场地、水箱、新建道路、废石场及地表岩石移动影响范围)30.98hm²。

根据矿山工程类型、功能及土地损毁特征,将矿区划分为9个土地损毁程度评价单元,即废石场、北侧矿山工业场地、南侧矿山工业场地、水箱、PD1新建道路、废石场新建道路、堆渣D1、D2及地表岩石移动影响范围。按极限条件法对各单元土地损毁程度逐一评价,结果见下表。

(4) 评价结果

根据评价结果,废石场、南侧工业场地、北侧工业场地、水箱为重度损毁;PD1新建道路、废石场新建道路、堆渣D1、D2为中度损毁。根据矿山地质环境影响评估中有

关地表岩石移动影响范围评估内容，认为矿山开采引发采空区大范围地面塌陷、地面裂缝的可能性较小，仅可能会在局部地势低洼地段出现凹陷，由此可造成采空区围岩的局部松动，可能会形成小范围地表裂缝，因此认为采矿地表岩石移动影响范围为轻度损毁。

表3-14 矿区压占损毁程度分级统计表

损毁单元	单评价因子损毁等级										综合土地损毁等级
	压占面积 (hm ²)	单因子损毁等级	边坡坡度 (°)	单因子损毁等级	有毒元素污染 (s)	单因子损毁等级	砾石含量 (%)	单因子损毁等级	复垦难易程度	单因子损毁等级	
废石场	0.93	I 级	25° -35°	II 级	--	I 级	>35	III 级	中等	II 级	III 级重度
PD1 新建道路	0.20	I 级	≤25°	I 级	--	I 级	10~30	II 级	容易	I 级	II 级中度
废石场新建道路	0.07	I 级	≤25°	I 级	--	I 级	10~30	II 级	容易	I 级	II 级中度
堆渣 D1	0.03	I 级	25° -35°	II 级	--	I 级	10~30	II 级	容易	I 级	II 级中度
堆渣 D2	0.09	I 级	25° -35°	II 级	--	I 级	10~30	II 级	容易	I 级	II 级中度
合 计	1.32										

表3-15 矿区挖损损毁程度分级统计表

损毁单元	单评价因子损毁等级								综合土地损毁等级
	挖损面积 hm ²	单因子损毁等级	挖损深度 m	单因子损毁等级	挖损坡度	单因子损毁等级	挖损土层厚度 m	单因子损毁等级	
北侧工业场地	0.33	I 级	1.0~3.0m	II 级	25° -35°	II 级	>0.50m	III 级	III 级重度
南侧工业场地	0.09	I 级	1.0~3.0m	II 级	25° -35°	II 级	>0.50m	III 级	III 级重度
水箱	0.03	I 级	1.0~3.0m	II 级	<25°	I 级	>0.50m	III 级	III 级重度
合 计	0.45								

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

(一) 矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则

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

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

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

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

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

2、分区方法

(1) 分区方法：依据矿山地质环境治理分区原则，本方案依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T223—2011)附录F(表3-25)中的标准，根据矿山地质环境影响现状及预测评估结果，对水草坪钒矿矿山地质环境治理进行分级分区。

表 3-16 矿山地质环境保护与治理分区标准表

分区域别	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	一般	一般
注:现状评估与预测评估区域重叠部分采取就上原则进行分区。		

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

3、分区评述

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

据此，本矿山地质环境保护与恢复治理区域可分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区 3 个级别 7 个区块。其中，重点防治区 2 个，次重点防治区 4 个，一般防治区 1 个。

各区块的平面分布见附图 6（矿山地质环境治理工程部署图），分区特征及防治措施见表 3-17。

表 3-17 矿山地质环境治理分区一览表

防治分区	编号	位置	面积 (hm ²)	面积占比 (%)	现状地质环境影响程度	预测地质环境影响程度	存在的地质环境问题
重点防治区	A _{H1}	废石场	2.72	0.58	轻	严重	对地形地貌景观破坏严重，对水土环境污染影响较严重
	A _{H2}	PD1 平硐口及南侧工业场地	0.81		较严重	严重	现状评估地质灾害危险性中等，预测评估可能遭受、加剧地质灾害危险性大。
次重点防治区	B _{H1}	矿山北侧工业场地	1.56	3.07	较轻	较严重	工业场地可能引发地质灾害危险性中等，对地形地貌影响较严重，对水土环境污染影响较严重
	B _{H2}	探矿平硐口 T2 及堆渣 D2	0.51		较严重	较轻	该处发育崩塌隐患 BT2，现状评估地质灾害危险性中等，堆渣 D2 对地形地貌影响较严重
	B _{H3}	崩塌隐患 BT3	0.97		较严重	较轻	该处发育崩塌隐患 BT3，现状评估地质灾害危险性中等
	B _{H4}	PD2、PD3、PD4、PD5、PD6、PD7 采矿平硐口及地表岩石移动影响范围	15.45		较轻	较严重	采矿平硐口开挖可能引发地质灾害危险性中等；采矿平硐口建设及地表岩石移动影响范围对地形地貌影响较严重
一般防治区	C _{H1}	其余区域	581.14	96.35	较轻	较轻	矿山工程对地质环境影响程度较小，存在的地质环境问题少，工程活动对矿山地质环境的影响较轻。

(二) 土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区面积

根据《土地复垦方案编制实务》（国土资源部土地整理中心编著）复垦区指生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域。本项目损毁土地面积为 31.10hm²（包括废石场 0.93hm²，北侧工业场地 0.33hm²，南侧工业场地 0.09hm²，水箱 0.03hm²，PD1 新建道路 0.20hm²，废石场新建道路 0.07hm²，堆渣 0.03hm²，地表岩石移动影响范围 29.33hm²）。

2、复垦责任范围面积

根据《土地复垦方案编制实务》（国土资源部土地整理中心编著 中国大地出版社），土地复垦责任范围指复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。

本项目矿山北侧工业场地（包括办公室，材料库、修理间、配电室）在 K1 矿体开采完后留续使用，可作为后续 K2、K3、K4 等矿体开采工业场地，矿山北侧工业场地总占地面积 0.33hm²，其中旱地 0.09hm²，有林地 0.24hm²，矿山采矿影响范围主要因此本方案复垦责任范围包括废石场、废石场道路、矿山南侧工业场地、水箱、PD1 新建道路、堆渣 D1、D2，地表岩石移动影响范围，总面积为 30.77hm²。复垦的责任主体为陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿。

表3-18 矿区复垦区、复垦责任范围统计表

一级地类		二级地类		损毁类型	合计面积 (hm ²)	留续使用 (hm ²)	复垦责任范围	
编码	名称	编码	名称				面积(hm ²)	占比%
01	耕地	013	旱地	塌陷	0.68		0.68	2.21
03	林地	031	有林地	压占	1.22		1.22	3.96
				挖损、占用	0.45	0.33	0.12	0.39
				塌陷	27.32		27.32	88.79
		033	其他林地	压占	0.1		0.1	0.32
				塌陷	1.33		1.33	4.32
合计					31.10	0.33	30.77	100

表 3.19 土地复垦责任范围拐点坐标表

矿山正在进行征地手续及租地手续办理，复垦区土地涉及陕西省商洛市山阳县吕家坪村、夏家坪村及龙泉村，土地归当地村庄集体所有。复垦区土地总面积31.10hm²，其中10.53hm²属于吕家坪村集体所有，16.37hm²属于夏家坪村所有，4.20hm²属于龙泉村所有。通过对复垦区土地权属情况分析，复垦区土地权属状况清晰，不存在产权纠纷。

矿区周边基本农田分布较多，矿区北侧、南侧及中部均有分布，耕地质量良好，矿山拟建工业设施位于周扒沟、流水沟沟道及矿区北侧坡脚处，占用土地类型主要为林地，场地未占用基本农田。

水草坪钒矿复垦区土地权属情况见表3-20。

表3-20 复垦区土地权属表

权 属		土地类型及面积 (hm ²)			合计 (hm ²)
		01 耕地	03 林地		
		013	031	033	
		旱地	有林地	其他林地	
陕西省商洛市山阳县	吕家坪村	0	10.43	0.1	10.53
	夏家坪村	0.59	14.45	1.33	16.37
	龙泉村	0.09	4.11		4.2
合 计		0.68	28.99	1.43	31.1

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

矿山地质环境治理主要是对评估区内的地质灾害及采矿活动对含水层、地形地貌景观的破坏和对水土环境污染进行治理。矿山地质环境治理应以“预防为主、防治结合”的原则进行。据前述地质环境影响评估结果，矿区内现存及预测的地质环境问题主要有：矿山探矿平硐口崩塌隐患 BT1、BT2、矿山东侧道路崩塌隐患 BT3、矿山开采平硐口坡体开挖崩塌隐患、矿山工业场地边坡开挖、矿山开采可能形成的地表岩石移动范围地表变形；地面建设工程（堆渣 D1、D2、矿山工业场地、采矿平硐口、废石场）对地形地貌景观的影响和破坏；采矿活动、工业场地、废石场对水土环境可能产生的影响。

崩塌隐患 BT1 为探矿期间探矿平硐口开挖形成，探矿硐口后期作为矿山主硐口 PD1 继续使用，坡脚处为拟建南侧工业场地及新建道路。坡体为顺层坡，表层岩体节理裂隙发育，硐口周边局部可见掉块现场，坡体现状欠稳定，在降雨及人类活动影响下可能发生崩塌或表层松散堆积物滑塌，对拟建工程、施工作业人员及坡脚处农田、过往车辆行人产生威胁，可对其采取锚杆挂网喷砼+护坡挡墙+截排水进行治理，技术上可行。

崩塌隐患 BT2 位于矿区北侧坡体，为探矿期间探矿硐口 T2 开挖形成，后期矿山开采过程中 T2 平硐口不再留续使用，坡体坡度较陡，地层主要为寒武系硅质岩，坡体上部节理较发育，可能局部发生掉块对坡脚处耕地及过往居民产生威胁，由于该处硐口不再继续使用，对对其采取硐口封堵、清理石方、主动防护网进行治理，技术上可行。

崩塌隐患 BT3 位于矿区东侧道路边坡处，为道路修建坡体开挖形成，坡脚处坡体较陡，地层岩性主要为寒武系硅质岩，坡体表层岩体节理裂隙发育，坡脚处可见掉落碎石，在降雨及人类活动影响下可能继续发生掉块对过往车辆行人产生威胁，可对其采取清理石方、主动防护网进行治理，技术上可行。

采矿平硐口建设过程中需对坡体进行开挖，坡体坡度约 30-55°。硐口地层岩性主要为浅灰色薄层状粘土岩、炭质粘土岩夹薄层硅质岩，表层岩体较破碎，硐口开挖过程中对坡体产生扰动可能引发硐口岩体崩塌或上部松散第四系坡体物滑塌，对下方施

工作人员产生威胁。采矿平硐口开挖整体开挖面积较小，根据以往矿山开采经验，可对其采取适当的硐口支护措施，坡体上部采用主动防护网防止碎石掉落威胁施工人员，其中 PD6、PD7 坡体为顺层坡，可对其采取锚杆挂网喷砼进行支护，其余采矿平硐口可采取主动防护网对硐口上部碎石掉块进行防护，技术上可行。

北侧工业场地建设过程中需对周边坡体进行开挖，拟建场地整体较平坦，两侧坡体坡度约 40°，坡体岩性为寒武系硅质岩，表层覆盖第四系坡积物，坡体植被发育较好。工业场地建设过程中对坡体进行开挖，形成高约 6m 的陡坎，对坡体产生扰动，在降雨及人类活动影响下，可能造成坡体失稳或上部松散堆积物滑塌，对坡脚处施工作业人员产生威胁。工业场地开挖形成坡体整体较低，场地地形整体较开阔，有利于施工，可对其采取重力式挡土墙+截排水措施进行支护，技术上可行。

地面建设工程及废石场对地形地貌景观的影响可以通过土地复垦进行修复。

岩石移动范围内引发的地面塌陷及地裂缝，对其主要采取监测措施，同时在岩石移动范围周边布置刺丝围栏及警示牌。

矿山开采活动总体对矿区含水层影响及破坏较轻，工业场地及废石场对矿区水土环境污染较严重，对矿区水土环境污染主要采取预防措施，严格按照设计生产方案，规范生产，做好生产生活废水收集处理工作，保证矿区含水层结构、水位、水质不受破坏和污染，使矿区水土环境安全达标。

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

（二）经济可行性分析

本方案矿山地质环境治理工程主要包括地质灾害防治工程，含水层破坏防治工程，地形地貌景观破坏恢复治理工程，水土环境污染问题以及矿质环境监测工程，对于矿山地质环境问题进行分析预算，本《方案》矿山地质环境治理及土地复垦费用静态总投资 1446.27 万元，其中矿山地质环境保护与恢复治理工程估算总投资为 686.15 万元，复垦静态投资总额 760.12 万元。按照可采资源储量矿石量 442.1 万吨计算，投资经费折合吨矿石价格为 3.27 元，复垦土地总面积为 30.77hm²，复垦土地亩均静态投资为 16469 元/亩。预算金额范围在矿山可承受范围，因此，在经济上可行。

（三）生态环境协调性分析

1、对水资源影响分析

矿山建设期对水资源的影响主要为施工废水、生活废水及井下初期涌水，对施工作业废水、生活污水、井下初期涌水可采取收集沉淀后回收利用，不外排。

矿山生产期对水资源的影响主要为井下废水及废石场淋溶水，可对井下废水及生产生活废水进行回收循环利用，做到零排放，废石场废石淋溶水来自废石场内的降水，废石场废石主要为矿体围岩砂质板岩，废石场淋滤水整体污染性较小，可对其进行截排水措施防止对水草河的污染。

因此，矿区开采对水资源的影响主要可通过事前预防的方式达到预防目的

2、对土壤资源影响分析

在矿山基建生产过程中，废石场、采矿工业场地对土地资源造成挖损、压占破坏。

矿山地面工业场地内的土壤长期受到机械设备和建筑物的压占，土壤空隙会变小，饱和含水量下降，土壤保水保肥性能减弱，同时也将影响生物与土壤间的物质交换，破坏土壤中的有机质，使土壤的生产能力降低。可通过土壤重构、植被重建等复垦，有效恢复这些受损土地的功能，减少水土流失，美化矿区生态环境。

3、对生物资源影响分析

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

矿山开采完毕后，矿区土地不同程度地遭到损毁，生态环境处于受损状态。通过矿山地质环境治理首先保障了地质灾害点所在山体、冲沟的稳定、安全；在此基础上，通过种植当地适宜生长的植被等生态恢复措施的多种途径和方法，最终使治理工程和矿山建设与当地地形地貌景观相适应，矿山生态系统达到平衡，受损的土地得到重新利用，水土流失得到抑制，总体与周边生态环境相协调。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

本项目复垦区面积为31.10hm²，其中有旱地0.68hm²、有林地28.99hm²、其他林地1.43hm²；复垦区土地涉及陕西省商洛市山阳县吕家坪村、夏家坪村、龙泉村，其中

10.53hm²属于吕家坪村集体所有，16.37hm²属于夏家坪村所有，4.20hm²属于龙泉村所有。

矿区目前已损毁土地主要为两处堆渣对土地产生的压占，其中堆渣D1占地面积0.03hm²，损毁土地类型为有林地，损毁程度为中度，堆渣D2占地面积0.09hm²，损毁土地类型为有林地，损毁程度为中度。其他复垦区尚未进行工程建设，未进行土地损毁。

（二）土地复垦适宜性评价

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

1、土地适宜性评价原则

（1）符合乡镇土地利用总体规划，并与农业规划等其他规划相协调

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

（2）主导性限制因素与综合平衡原则

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

（3）因地制宜，耕地优先的原则

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

（4）自然因素和社会因素相结合原则

在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），同时还应类比周边同类项目复垦经验，确保复垦方向的合理性、有效性及可操作性。

（5）可持续土地利用开发和生态多样化原则

土地复垦适宜性评价应考虑矿区工农业发展的前景以及村民生产、生活水平提高所带来的社会需求变化，复垦后的土地应既能满足生态环境保护及生物多样性发展的需要，又能满足人类对土地的需求，保证生态安全和人类社会可持续发展。

（6）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。

（7）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，选择最佳利用方向。在保证复垦目标实现的前提下，兼顾土地复垦成本，尽可能减轻企业负担。以最小的复垦投入从备复垦土地中获取最佳的经济效益、生态效益和社会效益。

2、土地复垦适宜性评价流程

土地复垦适宜性评价的步骤包括：在已损毁土地和损毁程度分析的基础上，确定评价对象和范围；综合考虑复垦区的土地利用总体规划、公众参与意见以及其它社会经济政策因素，建立评价指标体系和标准，划定评价单元，确定初步的复垦方向；针对不同的评价单元，建立适宜性评价方法和评价指标体系；评定各评价单元的土地适宜性等级，明确其限制因素；确定各评价单元损毁土地的复垦方向，明确土地复垦单元，完成评价结果汇总表。

（1）评价对象的确定

根据矿山已损毁土地现状调查和拟损毁土地预测，确定评价范围为复垦责任范围，评价对象为复垦责任范围内的废石场 0.93hm²，矿山南侧工业场地 0.09hm²，水箱 0.03 hm²，PD1 新建道路 0.20 hm²，废石场新建道路 0.07 hm²，堆渣 D1 0.03 hm²，堆渣 D2 0.09hm²，地表岩石移动影响范围 29.33 hm²，不存在重叠面积，土地适宜性评价对象面积为 30.77hm²

（2）评价单元的划分

评价单元是土地的自然属性和社会经济属性基本一致的空间客体，是具有专门特征的土地单位并用于制图的基本区域。划分的基本要求如下：

- 1) 单元内部性质相对均一或相近;
- 2) 单元之间具有差异性, 能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异;
- 3) 具有一定的可比性。

水草坪钒矿开采生产造成的土地损毁类型主要是废石场、新建道路的压占, 工业场地的挖损、占用, 地表岩石移动影响范围的塌陷。根据已损毁待复垦土地和拟损毁待复垦土地的损毁类型和损毁程度, 以及损毁前的土地利用情况合理划分待复垦土地的评价单元, 并对各单元的损毁情况进行描述。根据矿区实际情况, 本复垦方案土地复垦适宜性评价划分为废石场、矿区南侧工业场地、水箱、PD1 新建道路、废石场新建道路、堆渣 7 个参评单元进行评价。

水草坪钒矿土地复垦适宜性评价单元划分见表 4-1。

表 4-1 土地复垦适宜性评价单元划分表

序号	参评单元	原地类	损毁形式	损毁程度	评价面积 (hm ²)
1	废石场	林地	压占	重度	0.93
2	南侧工业场地	林地	挖损、占用	重度	0.09
3	水箱	林地	挖损、占用	重度	0.03
4	PD1 新建道路	林地	压占	中度	0.20
5	废石场新建道路	林地	压占	中度	0.07
6	堆渣 D1	林地	压占	中度	0.03
7	堆渣 D2	林地	压占	中度	0.09
8	地表岩石移动影响范围	林地、耕地	塌陷	轻度	29.33

(3) 复垦方向的初步确定

按照所遵循的评价原则和依据, 对各评价单元的适宜性进行初步分析, 并充分考虑评价单元损毁前土地利用类型, 依据复垦区的自然概况、社会经济概况、相关规划和土地权利人的意愿, 初步确定复垦区各评价单元的复垦方向。

1) 复垦方向因素分析

① 自然条件分析

评估区属秦岭山系鹫岭山脉中低山区, 山势陡峭, 地形起伏较大, 属中深切割区, 多“V”型谷, 地形北高南低, 水系发育, 坡陡沟狭。区内山体冲沟发育, 植被较为茂盛。矿区属亚热带向暖温带过度的季风性半湿润山地气候, 区内降水量比较丰富, 主要集中在秋季。评估区土壤主要为黄棕壤, 土地利用现状以有林地、灌木林地、旱地为主, 项目区土地复垦类型区域属西南山地丘陵区, 据自然和社会经济因素分析, 损毁

土地以恢复耕地（旱地）及改善项目区生态环境（林草地）为主，注重防止水土流失。

② 社会经济条件分析

矿区所在村经济以农业生产为主，工业发展相对较弱。本项目的建设将促进该地区经济结构的调整，改变单一的农业生产模式，提高农民生活水平。本项目的建设得到了当地政府的大力支持，同时也受到了当地居民的欢迎，项目前期工作开展顺利。建设单位在本项目的运行过程中可以提取足够的资金用于损毁土地的复垦，提高当地居民经济收入水平，完全有能力实现该项目的建设和农业生产的协调发展。

③ 公众意愿分析

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

2) 土地复垦方向的初步确定

初步确定：南侧工业场地、PD1 新建道路、废石场道路、水箱初步复垦方向为有林地；废石场、堆渣 D1、D2 初步复垦方向为灌木林地，地表岩石移动影响范围复垦为原地类。具体见表 4-2。

表 4-2 待复垦土地初步复垦方向分析表

评价对象	损毁类型	损毁等级	土地利用现状	复垦初步方向
PD1 新建道路	压占	中度	林地	有林地
南侧工业场地	挖损、占用	重度	有林地	有林地
水箱	挖损、占用	重度	有林地	有林地
废石场道路	压占	中度	有林地	有林地
废石场	压占	重度	有林地、其他林地	灌木林地
堆渣 D1	压占	中度	有林地	灌木林地
堆渣 D2	压占	中度	有林地	灌木林地
地表岩石移动影响范围	塌陷	轻度	有林地、其他林地、旱地	原地类

(4) 评价方法及过程

1) 评价体系确定

由于矿区地形地貌、土地类型、土地质量总体比较单一，土地利用以林地（有林地）为主。区内基本不存在土地质量下的细分土地限制型，因此本方案土地适宜性评价采用三级评价体系，即土地适宜类分为适宜、暂不适宜和不适宜三类，类别下再续

分土地质量等级，其中适宜类下分土地质量等级为 1 等地、2 等地、3 等地，暂不适宜类和不宜类一般不续分，统一标注为 N。

2) 评价方法选择

矿区损毁土地适宜性评价属于预测性适宜性评价，常用的定量方法有极限条件法、类比分析法与极限条件法结合等。本方案采用极限条件法，即在有关评价指标的分级中，以分级最低评价因子的分级作为该评价单元的等级。

极限条件法的计算公式：

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

式中：

Y_i —第 i 个评价单元的最终分值；

Y_{ij} —第 i 个评价单元中第 j 参评因子的分值。

(5) 适宜性评价指标体系和标准的建立

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

水草坪钒矿土地损毁类型以挖损、压占为主，其次为塌陷损毁，本方案根据矿区土地损毁特点及复垦目标，选定地形坡度、土壤厚度、土壤质地、排灌条件、堆积物毒性、土源保证率 6 个因子作为适宜性评价指标。

评价等级标准：本方案参考《土壤复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)、《土壤环境质量标准》(GB15618-1995) 中相关土地限制因子指标值，确定各评定指标的分级或评判标准（见表 4-3）。

表 4-3 水草坪钒矿土地复垦主导限制因素的农林牧等级标准

限制因素及分级指标		耕地等级	林地等级	草地等级
(堆积)地面坡度(°)	<6	1	1	1
	6~15	2	1	1
	15~25	3	2	2
	>25	N	3 或 N	2 或 3
覆盖/压覆土层厚度(cm)	>80	1	1	1
	50~80	2	2	1
	30~50	3	3	2 或 3
	<30	N	N	N
土壤质地	壤质及粘土质	1	1	1

限制因素及分级指标		耕地等级	林地等级	草地等级
	砂壤质、粘土质、砾质土（含砾≤15%）	2 或 3	1 或 2	2 或 3
	砂土或砾质土（含砾≤25%）	N	2 或 3	3 或 N
	石质或砾质土（含砾>25%）	N	N	N
交通条件	交通便利，在道路旁边（好）	1	—	—
	交通便利，但距离道路有一定距离（较好）	2	—	—
	交通不便，周边无道路相通（不好）	3	—	—
堆积物毒性	无化学有害物质	1	1	1
	有少量化学有害物质，造成产量下降<20%，农副产品达食用标准	2	1	1
	有化学有害物质，造成产量下降20%~40%，农副产品达食用标准	3	2	2
	有化学有害物质，造成产量下降>40%，或农副产品不能食用	N	3	3
有机质含量(%)	>1.0	1	—	—
	0.6~1.0	2	—	—
	0.4~0.6	3	—	—
	<0.4	N	—	—

（6）适宜性等级的评定

依据水草坪钒矿土地损毁现状及预测评估，参照表 4-3 中土地复垦主要限制因素的农林牧等级标准，对矿区土地复垦适宜性评价单元进行综合评判，结果为：南侧工业场地、PD1 新建道路、废石场道路、水箱复垦为有林地，废石场、堆渣 D1、D2 复垦为灌木林地。适宜性等级评定结果见表 4-4。

表 4-4 复垦责任范围内土地复垦适宜性等级评定一览表

评价单元	土地质量状况						适宜性评价			主要限制因子	备注
	地面坡度 (°)	土层厚度 (m)	土壤质地	排灌条件	堆积物毒性	土源保证率 (%)	耕地方向	林地方向	草地方向		
南侧工业场地	>25	30~50	砂壤质、粘土质、砾质土 (含砾≤15%)	一般	无	100	N	3 等	2 或 3 等	地面坡度	通过场地平整、植被恢复等措施复垦为有林地
PD1 新建道路	>25	30~50	砂壤质、粘土质、砾质土 (含砾≤15%)	一般	无	100	N	3 等	2 或 3 等	地面坡度	通过场地平整、植被恢复等措施复垦为有林地
水箱	15° -25	30~50	砂土或砾质土 (含砾≤25%)	一般	无	100	N	2 或 3 等	3 等	砾石含量	通过场地平整、植被恢复等措施复垦为有林地
废石场道路	>25	30~50	砂壤质、粘土质、砾质土 (含砾≤15%)	一般	无	100	N	3 等	2 或 3 等	地面坡度	通过场地平整、植被恢复等措施复垦为有林地
废石场	>25	30~50	砂壤质、粘土质、砾质土 (含砾≤15%)	一般	无	100	N	3 等	2 或 3 等	地面坡度	通过场地平整、植被恢复等措施复垦为灌木林地
堆渣 D1	>25	30~50	砂壤质、粘土质、砾质土 (含砾≤15%)	一般	无	100	N	3 等	2 或 3 等	地面坡度	通过场地平整、植被恢复等措施复垦为灌木林地
堆渣 D2	>25	30~50	砂壤质、粘土质、砾质土 (含砾≤15%)	一般	无	100	N	3 等	2 或 3 等	地面坡度	通过场地平整、植被恢复等措施复垦为灌木林地

水草坪钒矿土地复垦适宜性评价结果见表 4-5。

表 4-5 土地复垦适宜性评价结果表

序号	评价单元	复垦利用方向	土地面积 (hm ²)		复垦单元
			分项	小计	
1	南侧工业场地	有林地	0.09	0.09	南侧工业场地
2	PD1 新建道路	有林地	0.20	0.20	PD1 新建道路
3	水箱	有林地	0.03	0.03	水箱
4	废石场道路	有林地	0.07	0.07	废石场道路
5	废石场	灌木林地	0.93	0.93	废石场
6	堆渣 D1	灌木林地	0.03	0.03	堆渣
7	堆渣 D2	灌木林地	0.09	0.09	堆渣
8	地表岩石移动影响范围	旱地	0.68	39.33	地表岩石移动影响范围耕地
		有林地	28.65		地表岩石移动影响范围林地
合计			30.77	30.77	—

4、确定最终复垦方向和划分复垦单元

根据土地适宜性评价结果：本方案共分为 9 个复垦单元，分别为： PD1 新建道路、南侧工业场地、水箱、废石场道路、废石场、堆渣 D1、堆渣 D2、地表岩石移动影响范围林地、地表岩石移动影响范围耕地。其中 PD1 新建道路、南侧工业场地、水箱、废石场道路最终复垦方向为有林地，废石场、堆渣 D1、D2 最终复垦方向为灌木林地，地表岩石移动影响范围复垦为原地类。根据最终复垦方向可以看出，复垦后，复垦责任范围内耕地面积不变，有林地、灌木林地较之前有所增加，其他林地较之前有所减少。

表 4-6 复垦责任范围复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)		占比变化幅度
编码	名称	编码	名称	复垦前	复垦后	%
1	耕地	13	旱地	0.68	0.68	0
3	林地	31	有林地	28.66	29.04	1.2349691
		32	灌木林地	0	1.05	3.4124147
		33	其他林地	1.43	0	-4.647384
合计				30.77	30.77	0

(三) 水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

评估区位于秦岭山区，属亚热带向暖温带过度的季风性半湿润山地气候，具有山地气候特征，年平均降水量 700~950mm，降水总体较丰沛，基本满足植被生长需求，地表覆盖层较薄，土壤中有机质含量高，覆盖层和土壤的涵水能力和涵养性好，有利于生态系统自然恢复。从矿区周边以往复垦经验看，只要选择合适的时机种植林草，基本不需要人工浇水也可保证苗木成活率，因此矿区植被栽植、养护需水量总体较小。

本方案复垦区大部分位于沟谷区，整体需水量较少，林草种植、养护用水可取自矿区北侧水草河及流水沟，能够满足项目区土地复垦供水需求。

2、土资源平衡分析

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

2、土资源平衡分析

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

1) 表土需求量计算

本项目需要进行覆土复垦的区域为南侧工业场地、PD1 新建道路、水箱、废石场新建道路、废石场及堆渣 D1、D2，其中矿区南侧工业场地、PD1 新建道路、水箱、废石场新建道路复垦方向为有林地，废石场、堆渣 D1、D2 复垦方向为灌木林地，覆土厚度为 0.3m。本方案的表土需求量为 4320m³，表土需求量见下表 4-7。

表 4-7 表土需求量计算表

序号	复垦评价单元	复垦利用方向	面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土量 (m ³)
1	南侧工业场地	有林地	0.09	0.3	270
2	PD1 新建道路	有林地	0.2	0.3	600
3	水箱	有林地	0.03	0.3	90
4	废石场新建道路	有林地	0.07	0.3	210
5	废石场	灌木林地	0.93	0.3	2790
6	堆渣 D1	灌木林地	0.03	0.3	90
7	堆渣 D2	灌木林地	0.09	0.3	270
5	合计		1.44	—	4320

2) 表土供给量计算

根据调查：矿区目前处于原始地形地貌，其中矿区北侧工业场地、废石场及 PD1

新建道路位于沟道内，土层相对较厚，本方案表土供给主要采用矿区北侧工业场地、废石场及 PD1 新建道路。矿区北侧工业场地位于矿区北侧周扒沟沟口，土地类型主要为林地，土壤质量较好，表土土层较厚，剥离厚度 0.3m，废石场位于矿区西北侧流水沟内，沟道地形整体较平坦，土地类型主要为林地，土壤质量较好，表土厚度可以满足剥离需求，拟剥离厚度 0.3m，PD1 新建道路位于矿区北侧山体坡脚处，该处植被较发育，土壤相对较厚，能够满足表土剥离需求，剥离厚度 0.3m，总计表土剥离 4380m³，剥离表土可堆放于废石场内，废石场容积约为 20 万 m³，主要用于堆放矿山开拓系统布置所产生的废石，根据开发利用方案废石估算量约 13.5 万 m³，废石场可满足表土堆放需求。

具体表土剥离量见下表 4-8。

表 4-8 表土剥离量表

表土剥离区域	面积 (hm ²)	剥离厚度 (m)	供土量 (m ³)
北侧工业场地	0.33	0.3	990
废石场	0.93	0.3	2790
PD1 新建道路	0.2	0.3	600
合计			4380

3) 表土供需平衡计算

根据以上分析，表土需求量为 4320m³，剥离量为 4380m³，剥离表土可以满足覆土需求，剩余表土约 60 m³，可用于矿区内部绿化。

(四) 土地复垦质量要求

1、制定依据

根据中华人民共和国国务院《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日起实施）、《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013) 中部山地丘陵区土地复垦质量控制标准、《土壤环境质量标准》（GB15618-1995），结合本项目自身特点，制定本方案土地复垦质量要求。

2、旱地复垦标准

地表岩石移动影响范围耕地复垦方向为旱地。

(1) 地形：保障复垦面坡度不超过 25°；

(2) 土壤质量：有效土层厚度≥40cm，土壤容重≤1.40g/cm³，砾石含量≤15%，土壤 pH 为 5.5~8.5，有机质含量≥1.5%；

(3) 配套设施：道路达到当地各行业工程建设标准要求；

(4) 生产力水平：四年后达到周边地区同等土地利用类型水平。

2、有林地复垦标准

矿区南侧工业场地、PD1 新建道路、水箱、废石场新建道路、地表岩石移动影响范围林地复垦方向为有林地。

(1) 土壤质量：有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.50\text{g/cm}^3$ ，砾石含量 $\leq 30\%$ ，土壤 pH 为 5.5~8.5，有机质含量 $\geq 1.0\%$ ；

(2) 配套设施：达到当地各行业工程建设标准要求；

(3) 生产力水平：定植密度（株/ hm^2 ）满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求；郁闭度 ≥ 0.35 。

4、灌木林地复垦标准

堆渣 D1、D2、废石场复垦方向为灌木林地。

(1) 土壤质量：有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.50\text{g/cm}^3$ ，砾石含量 $\leq 30\%$ ，土壤 pH 为 5.5~8.5，有机质含量 $\geq 1\%$ ；

(2) 配套设施：道路达到当地各行业工程建设标准要求；

(3) 生产力水平：定植密度（株/ hm^2 ）满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求；郁闭度 ≥ 0.35 。

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

以“矿山开发与矿山地质环境保护协调发展”为目标，以达到保护地质环境，避免和减少矿山开发建设引起的地质环境问题的危害和损失为目的。根据矿山开发建设工程的特点、针对矿山地质环境现状和预测可能存在的地质环境问题，提出具体、实用、可操作的防治措施建议。具体如下：

(1) 对建设工程运行过程中可能遭受、引发的地质灾害进行综合治理，治理率100%，彻底消除地质灾害隐患，有效保护建设工程的安全运行，确保人民生命财产不受损失。

(2) 对废石场应加强监测和防护，对发现的安全隐患应及时治理，以免形成地质灾害，威胁道路及过往车辆行人，破坏下游生态环境；矿山闭坑后，废石场综合整治率100%，植被恢复绿化率100%。

(3) 对矿山及周边的水资源、土地资源和地形地貌景观的破坏情况进行监测，对水资源污染及时治理，对破坏的土地资源及地貌景观及时恢复。矿山地质环境问题监测覆盖率100%，土地资源复垦率100%，地貌景观整治率90%。

(4) 矿山闭坑后，对矿山废弃建筑物进行拆除、填埋、平整、土地复垦、生态修复等，建立与区位条件相适应的环境功能，使矿山地质环境与周边生态环境相协调。

(5) 建立矿山环境监测系统，对矿山地质环境问题与地质灾害进行监测和预警。

(二) 主要技术措施

1、地质灾害

(1) 对地面塌陷和地面塌陷裂缝预防措施

①严格按矿山开采设计和采矿安全规程要求开展井下作业，在采用分段空场法进行矿体回采时，留足安全矿柱；

②在矿柱回收完毕后，应及时对采空区进行处理，利用矿山开采期间产生的废石进行填充，对废旧巷道进行永久性封闭。

③将采空区的管理工作纳入矿山档案管理和规范化管理。

④采矿工作中要绘制采空区观测图和观测记录，派专业人员负责采空区观测工作，定期巡查采动影响范围是否有地面塌陷的出现，做好巡查记录。生产单位每半年做一次

塌陷区平断面图，预测塌陷深度及范围，及时掌握塌陷区的发展情况，做好地表变形预测预报工作。

⑤负责矿山安全的人员应在预测地表移动范围布观测点进行定期地表变形观测。对地表的变形地段及时设置围栏，并竖立安全警示标志，严禁在塌陷区内放牧、种地和机械作业等。以免人畜误入造成伤害事故；在开采区地面移动影响范围各道路入口设置警示牌，提示注意安全。

(2) 对地质灾害隐患的预防措施

①在存在崩塌隐患地段开展工程施工，尽可能先治理后施工；若不能及时治理，又无法采取避让措施时，应设立警示牌、监督预警岗；

②各硐口地段由于对原始地形切割，有可能引发局部的崩塌，矿山建设期间应严格按照设计规范，对使用硐口做好硐口的支护及硐口周边的山体斜坡的支护，并做好硐口周边的截排水沟工作，对停用硐口及时封闭；

③采矿废石及剥离表土要有序、合理堆放。废石场周边要设截排水、拦渣墙，废石及表土要按设计稳定边坡角堆放，禁止废石场超量堆存。

④工程施工尽量减少对坡体的扰动，无法避让时，应做好工程设计及预防措施。

⑤严格依照废石场相关设计文件做好废石场拦挡设施，废石堆放严格依照设计进行堆放，禁止过量堆放。

⑥矿区北侧山体北侧为顺层坡，坡体坡度与岩层倾角相近，该处采矿活动注意坡体变形迹象，尽量减少对坡体的扰动，以免坡体发生大规模滑塌。

(3) 对泥石流灾害的预防措施

①避免将建设工程场地选址选建在泥石流隐患的流通区、堆积区。

2、含水层

对含水层破坏宜采用保护性措施具体如下：

(1) 采矿影响范围要防止地表水、雨水灌入矿坑形成矿坑涌水。由于矿区岩石移动范围内发生大面积塌陷的可能性较小，可能会在局部地势低洼地段及矿体浅表地带出现地表裂缝或地面下沉，由此可造成采空区围岩的局部松动，且采矿影响单位海拔均相对较高，雨水不易灌入塌陷裂缝区，暂不布设防护工程，生产中应根据实地情况进行调整。

(2) 对矿坑疏干排水引发的矿区地下水位下降、流量减少，宜采用保护性措施进行防治，即在矿山生产阶段采取供排结合，最大限度的节约和循环利用矿坑排水，降低

矿区地下水静储量消耗，减少矿坑抽排水对地下水水位的影响。

(3) 地下水污染的防治措施：做好矿山开采期间矿坑涌水、采矿工业废水及废石场防渗、排水工作，严格按照相关标准对生产废水进行收集、处理，水质达标后方可继续利用或排放。

3、地形地貌景观

①优化开采方案，尽量避免或少破坏耕地、园地。在矿山生产过程中，尽可能利用采矿废石充填采空区，剩余废石运至废石场。根据开发利用方案，矿山开采产生废石为砂质板岩，建议对废石进行检验检测，若能满足建筑石料要求，可对其作为建筑石料进行销售，增加企业经济效益，避免资源浪费。尽可能避免建设不必要的工程设施，充分利用矿区闲置工程场地及设施、废弃地作为后期新增生产用地，避免重复建设造成对土地资源的破坏。

②边开采边治理，及时恢复植被。

4、水土环境污染

矿山建设期对水资源的影响主要为施工废水、生活废水及井下初期涌水，对施工作业废水、生活污水、井下初期涌水可采取收集沉淀后回收利用，不外排。

矿山生产期对水资源的影响主要为井下废水及废石场淋溶水，可对井下废水进行回收循环利用，做到零排放，废石场废石淋溶水来自废石场内的降水，可采取截排水措施减少对地表水的影响。

严格依照开发利用方案及相关规范进行建设，做好矿区截、排水及防渗工作，防止废水下渗对地下水产生影响。

对巷道开挖产生的废石建议进行检验检测，若能满足建筑石料要求，可对其作为建筑石料进行销售，增加企业经济效益，避免资源浪费。

5、土地复垦

(1) 预防控制原则

1) 土地复垦与生产建设统一规划，开采与土地复垦同步进行的原则

在矿山开采之前，将土地复垦方案纳入生产建设计划，土地复垦要与开采同时进行，使矿山开采对当地的环境影响降到最低。

2) 源头控制、防复结合的原则

找出所要开采矿区的污染和损毁源，从源头采取预防、控制措施，尽量减少对土地不必要的破坏。坚持预防为主、防治结合、节约用地的原则，使土地资源破坏面积和程

度控制在最小范围和最低限度。

3) 因地制宜，综合利用的原则

土地复垦要结合矿区所处地理位置以及自然条件，按照土地利用总体规划，参照当地的社会经济条件，合理确定复垦土地的用途，宜农则农，宜林则林，使复垦后的土地得到综合、有效、合理的利用。

4) 采取先进的生产及复垦工艺原则

生产及复垦工艺的先进与否，是减少损毁土地、降低复垦投资的关键因素，要认真总结临近矿区的复垦经验，提出本矿区的复垦措施。

(2) 建设阶段预防控制措施

水草坪钒矿目前尚未进行基础建设及矿山开采活动，本方案建设阶段预防控制措施主要包括：

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

2) 废石场及工业场地使用前，应对其表土进行剥离，并做好表土的堆存与养护。

3) 废石场应先行修建拦渣墙、排水沟等设施，防止新增水土流失的发生。

(3) 运行阶段预防控制措施

在矿山开采的过程中，对土地损毁的方式主要是新建道路、废石场压占土地，导致地表植被死亡退化，运行阶段的预防控制措施主要包括：

1) 建立监测站：对地表破坏情况进行监测，包括破坏范围、程度、时间等多个因子的监测。在废石场废石堆放的过程中，为全面掌握采矿过程中土地破坏情况及可能的自然灾害发生情况，为土地复垦工程进度及计划安排等提供参考，对废石堆放过程中进行土地损毁监测，从而指导后期土地复垦工作。同时建立监测系统，对项目区内的植被生长状况进行监测，以便及时采取措施。

2) 废石场堆放的废石，应及时推平、碾压、覆土复垦。建议矿方积极寻求废石的利用途径，以减少压占土地。

(三) 主要工程量

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

二、矿山地质灾害治理

（一）目标任务

根据现有地质灾害发育特征，结合后期采矿活动影响程度，本次矿山地质灾害治理主要针对崩塌隐患 BT1、BT2、BT3、采矿平硐口、工业场地建设可能引发的地质灾害隐患进行治理，在地下采矿后的地表岩石移动范围内，还应加强巡查、监测，警示，发现问题及时处理。通过相应的工程治理，消除地质灾害隐患，确保区内居民和采矿人员的生命财产安全。

（二）工程设计

1、崩塌隐患 BT1 治理工程

（1）防治方案

崩塌隐患 BT1 位于矿区北侧探矿平硐口 T1 (PD1) 处，为探矿期间硐口开挖形成，该处坡体顺层，坡度约 40° ，地层岩性为寒武系水沟口组粘土岩夹硅质岩，岩层倾角 43° ，表层岩体节理裂隙发育，坡体表层覆盖较薄第四系坡积物，后期该处探矿平硐口作为矿山主平硐口继续使用，且坡脚处拟建一处工业场地，西侧为新建道路，因此本次对崩塌隐患 BT1 治理工程治理范围包括 PD1 平硐口、东侧工业场地及西侧崩塌隐患影响范围内 PD1 新建道路。

拟对崩塌隐患 BT1 采取锚杆挂网喷砼+护坡挡墙+截排水进行治理。

在 PD1 平硐口及部分 PD1 新建道路上方坡体进行锚杆喷砼支护，锚杆间距 $2.5 \times 2.5\text{m}$ ，坡面挂设钢筋网，喷射混凝土 10cm ，锚杆之间设置泄水孔。矿山闭坑后，对停用 PD1 平硐口及时进行封堵，该项工程量统一进行计算。

在东侧工业场地处采用浆砌石护面墙+锚杆喷砼+截排水措施进行防护，即在工业场地开挖形成坡脚处修建一道浆砌石护面墙，护面墙高 6m ，埋深 1.5m ，墙顶宽 1m ，挡墙墙胸坡度为 $1:0.3$ 、墙背坡度 $1:0.1$ ，墙身采用 M7.5 浆砌片石，挡墙每 15m 设置一道沉降缝，泄水孔采用 $\phi 100\text{PVC}$ 管，泄水孔距地面 0.3m ；在墙顶处坡体采用锚杆喷砼，锚杆间距 $2.5 \times 2.5\text{m}$ ，坡面挂设钢筋网，喷射混凝土 10cm ，锚杆之间设置泄水孔；在护面墙脚处及新建道路南侧坡脚处墙角下修建一道截排水沟，断面宽 0.4m ，高 0.4m ，砌筑厚度 0.3m ，采用 M7.5 浆砌石砌筑。

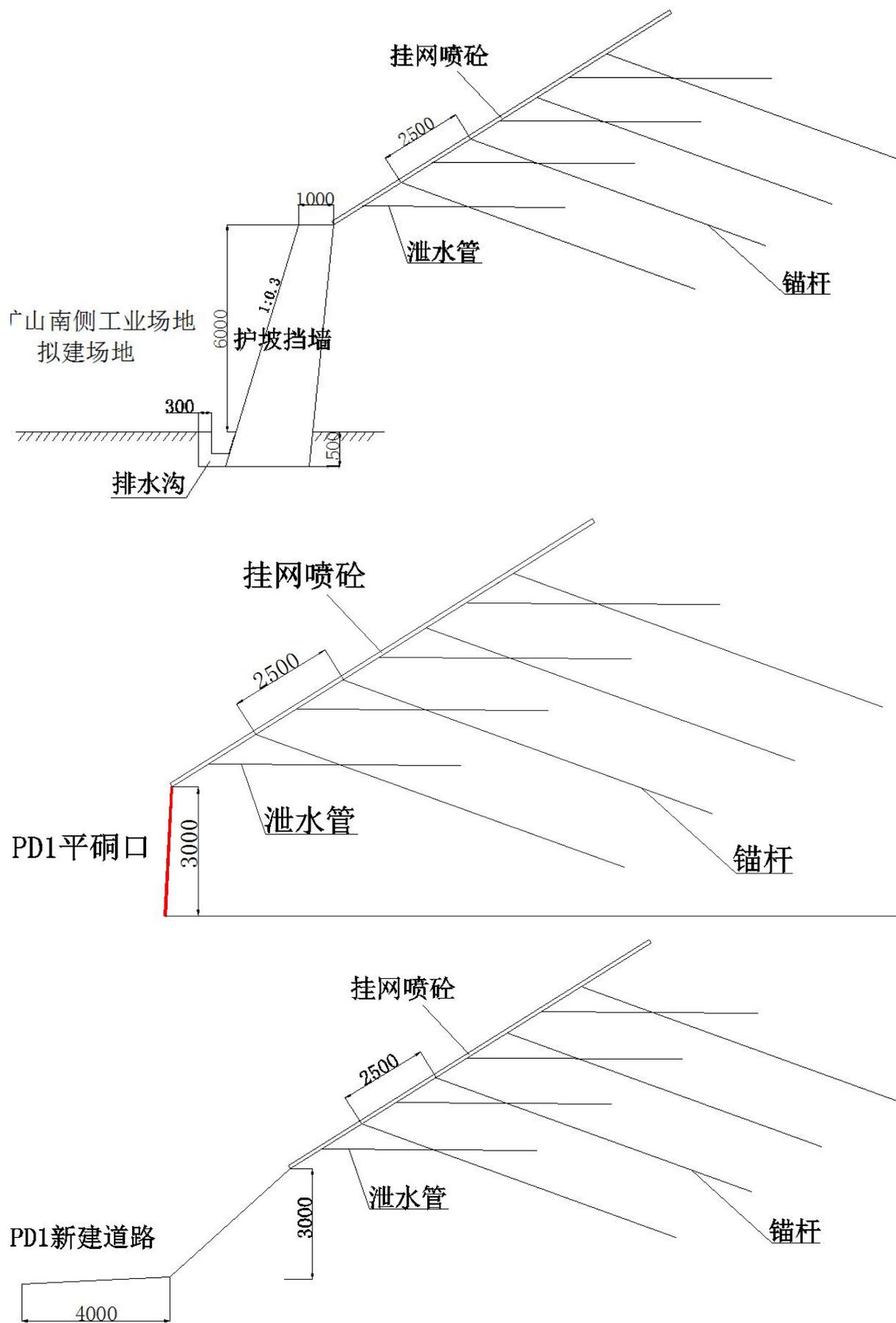


图 5-1 工程布置剖面图

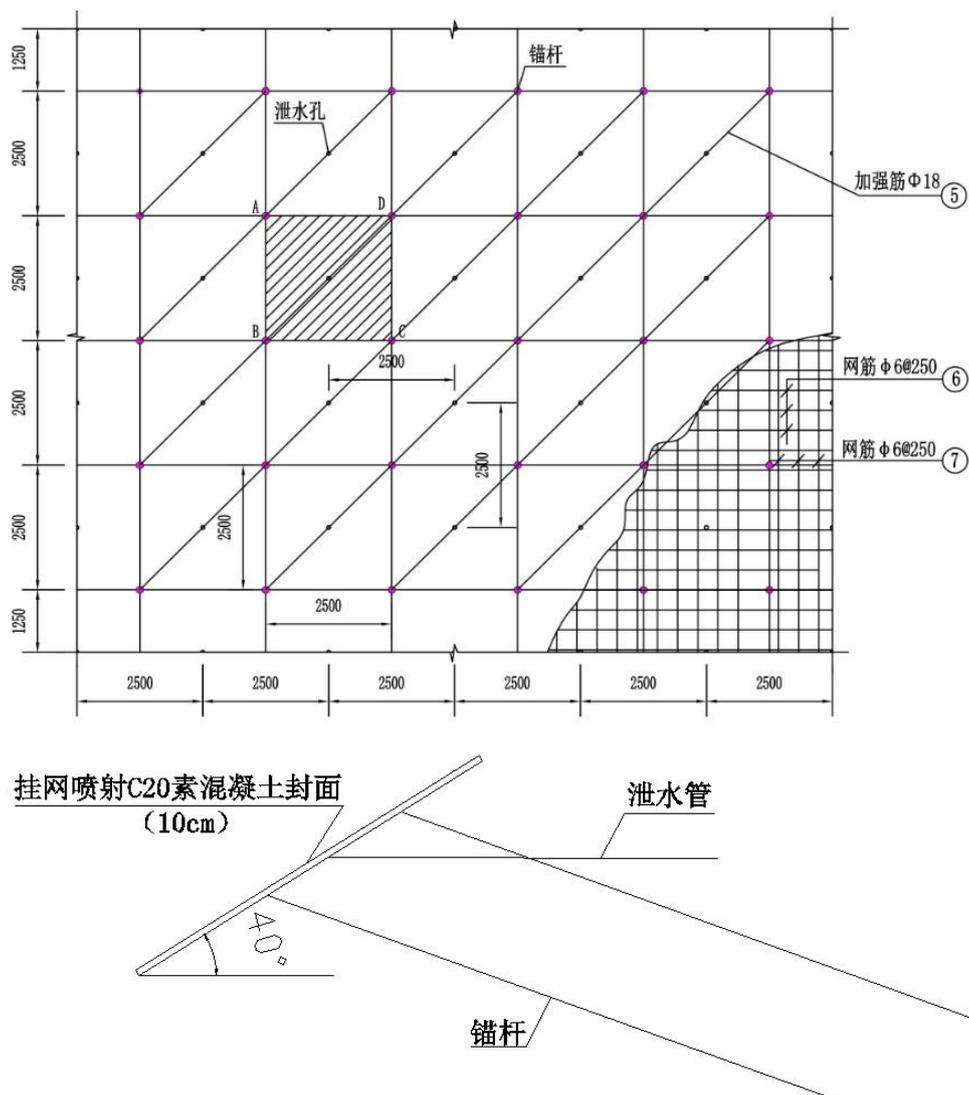


图 5-2 锚杆挂网喷砼示意图

(2) 设计工作量

表 5-1 崩塌隐患 BT1 治理工程量

项目	单位	数量
锚杆挂网喷砼		
钢筋	t	9.73
混凝土	m ³	358.40
锚杆	根	561.00
泄水孔	m	1024.00
护面墙		
石方开挖	m ³	440.00
石方外运	m ³	440.00
土方回填	m ³	320.00

M7.5 挡墙	m ³	1050.40
水泥砂浆抹面	m ²	80.00
反滤层	m ³	360.00
PVC 管	m	42.67
伸缩缝	m ²	70.03
截排水沟		
M7.5 截水沟	m ³	420.00
石方开挖	m ³	480.00
石方外运	m ³	480.00

(3) 治理期为近期 2019 年 6 月 20-2020 年 6 月 20。

2、崩塌隐患 BT2 治理工程

(1) 防治方案

崩塌隐患 BT2 位于矿区北侧探矿平硐口 T2 处，为探矿期间硐口开挖形成，坡体坡度约 40°，地层岩性为寒武系水沟口组硅质岩，表层岩体节理裂隙发育，坡体表层覆盖较薄第四系坡积物，后期该处探矿平硐口不再继续使用，硐口西侧为少量农田。

拟对崩塌隐患 BT2 采取硐口封堵+石方清理+主动防护网进行治理，其中硐口封堵工程统一进行计算。

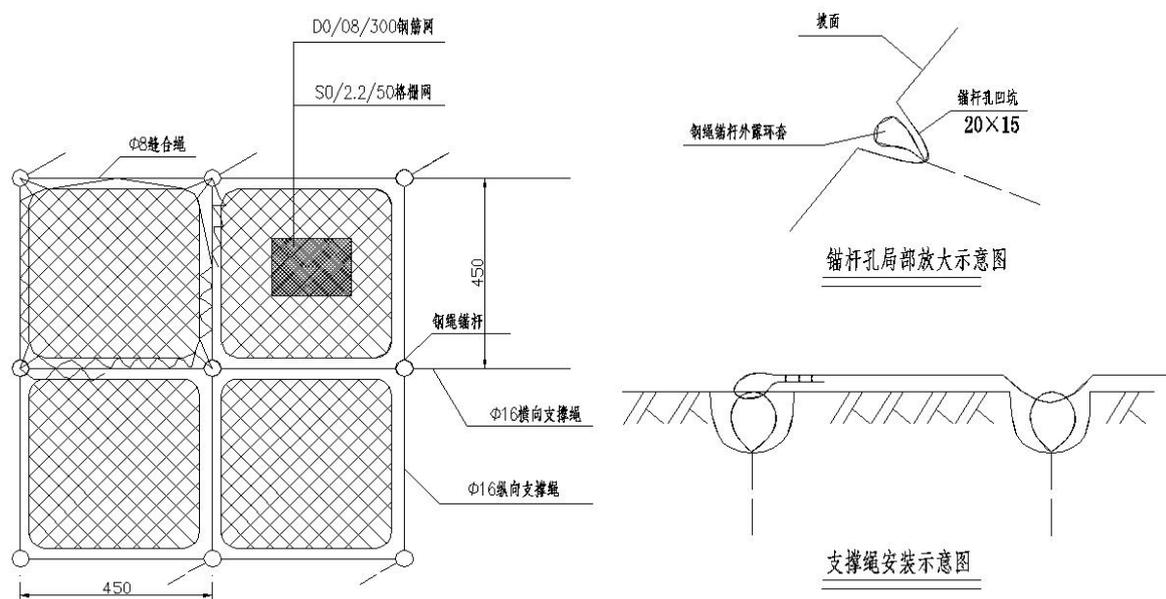


图 5-3 主动防御网系统标准布置及缝合示意图

(2) 设计工作量

表 5-2 崩塌隐患 BT2 治理工程量

项目	单位	数量
----	----	----

石方清理	m ³	60
石方外运	m ³	60
主动防护网	m ²	300

(3) 治理期为近期（2020年6月20-2021年6月20）。

3、崩塌隐患 BT3 治理工程

(1) 防治方案

崩塌隐患 BT3 位于矿区东侧道路边坡，为道路修建开挖坡体形成，坡体坡度较陡，地层岩性为寒武系水沟口组硅质岩，表层岩体节理裂隙发育，坡脚处岩层裸露，坡体上部覆盖较薄第四系覆盖物，根据开发利用方案开采矿体 K1 矿体开采过程中对该处崩塌隐患未涉及，矿山后期其余矿体开采过程中通过道路时可能会受到该处崩塌隐患影响，因此建议对该处崩塌采取石方清理+主动防护网进行治理。

拟对崩塌隐患 BT3 采取石方清理+主动防护网进行治理。

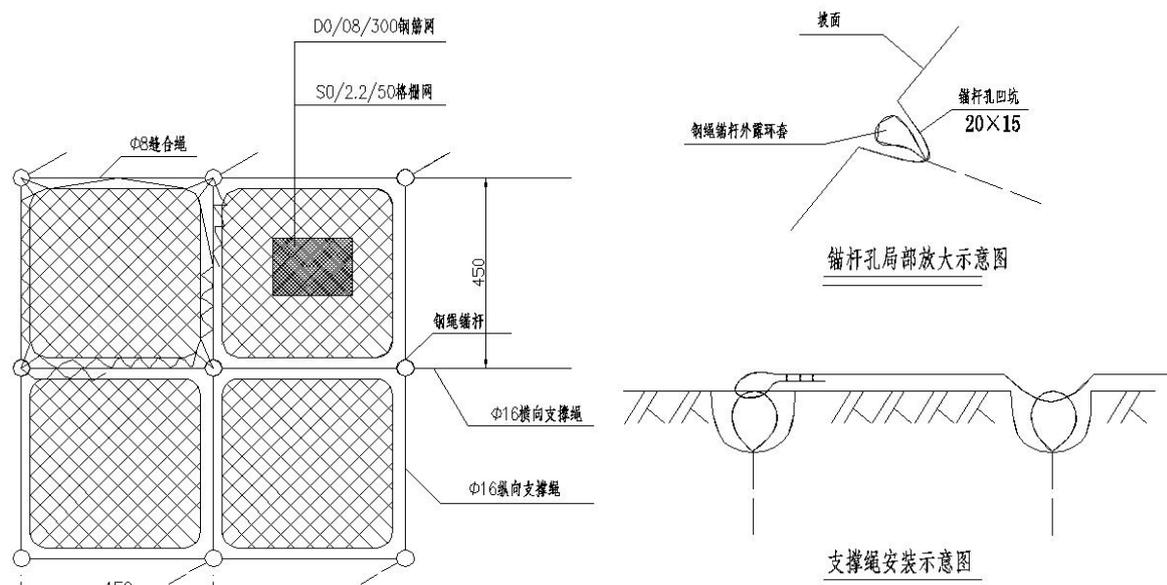


图 5-4 主动防御网系统标准布置及缝合示意图

(2) 设计工作量

表 5-3 崩塌隐患 BT3 治理工程量

项目	单位	数量
石方清理	m ³	50
石方外运	m ³	50
主动防护网	m ²	400

(3) 治理期为近期（2021年6月20-2022年6月20）。

4、北侧工业场地边坡防护工程

(1) 防治方案

北侧工业场地位于 PD1 平硐口北侧约 600m 处周扒沟沟口，工业场地建设过程中对坡体进行开挖，形成高约 6m 的陡坎，场地开挖对坡体产生扰动，在降雨及人类活动影响下可能造成坡体失稳或上部松散堆积物滑塌，对施工作业人员产生威胁。拟对工业场地坡体采取挡土墙+截排水措施进行防治。

在矿区北侧工业场地周边布置一道挡墙，墙高 6m，埋深 1.5m，挡墙墙胸坡度为 1：0.3、墙背坡度 1：0.1，墙顶宽 1.0m，底宽 2.5m，挡墙墙身采用 M7.5 浆砌片石，挡墙每 15m 设置一道沉降缝，泄水孔采用φ100PVC 管，泄水孔距地面 0.3m。

在坡脚处布置一道截水沟，接入工业场地南侧沟道，断面宽 0.4m，高 0.4m，砌筑厚度 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。

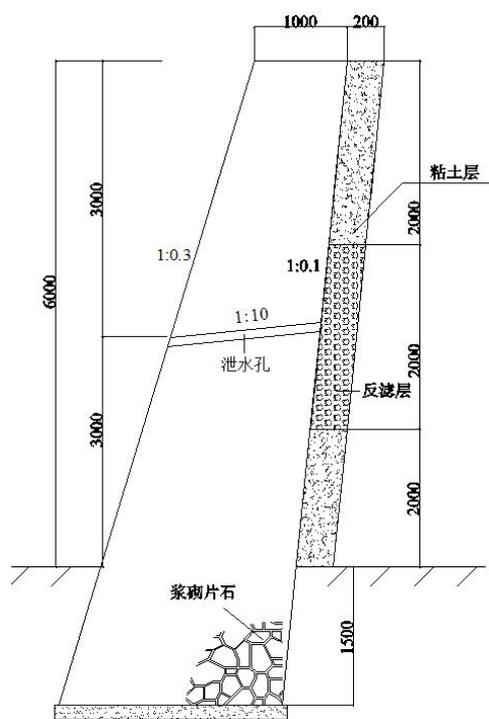


图 5-5 设计挡墙断面图

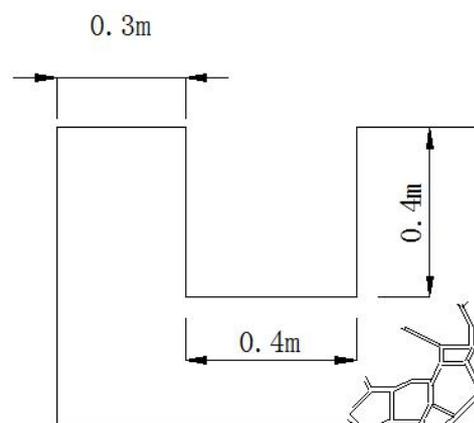


图 5-6 设计截排水断面图

(2) 设计工作量

表 5-4 北侧工业场地坡体防治工程量表

项目	单位	数量
挡土墙		
石方开挖	m ³	1430.00
石方外运	m ³	1430.00
土方回填	m ³	1040.00
M7.5 挡墙	m ³	3413.80

水泥砂浆抹面	m ²	260.00
反滤层	m ³	1170.00
PVC 管	m	138.67
伸缩缝	m ²	227.59
截排水沟		
截水沟	m ³	280.00
石方开挖	m ³	320.00
石方外运	m ³	320.00

(3) 治理期为近期 (2019 年 6 月 20-2020 年 6 月 20)。

5、采矿平硐口 PD6、PD7 防治工程

(1) 防治方案

拟建采矿平硐口 PD6、PD7 位于矿山 K1 矿体南侧坡体处，且矿山首采地段为 1168m 中段，为 PD7 采矿平硐口水平高度，该处坡体顺层，坡度约 30°，地层岩性为寒武系水沟口组粘土岩夹硅质岩，岩层倾角约 38°，在降雨及人类活动影响下，坡体上部可能发生崩塌或表层松散堆积物滑塌，对下方施工作业人员产生威胁。

拟对崩塌隐患 BT1 采取锚杆挂网喷砼进行治理，锚杆间距 2.5×2.5m，坡面挂设钢筋网，喷射混凝土 10cm。

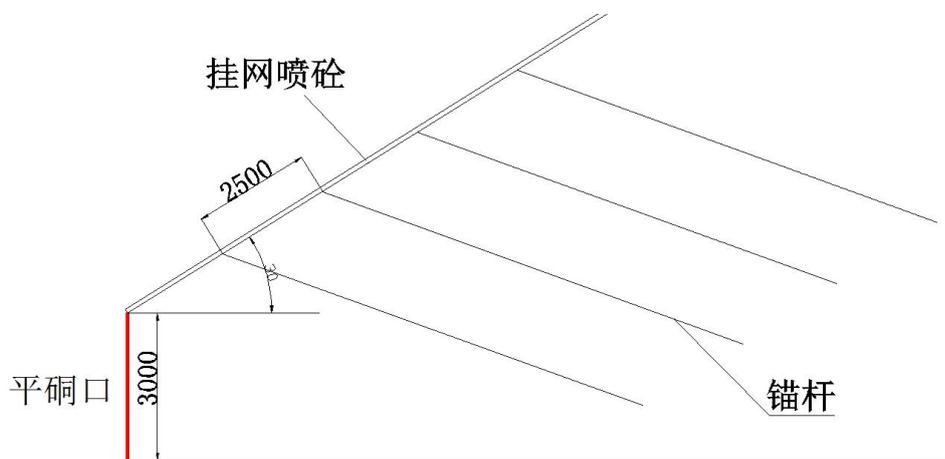


图 5-7 工程布置剖面图

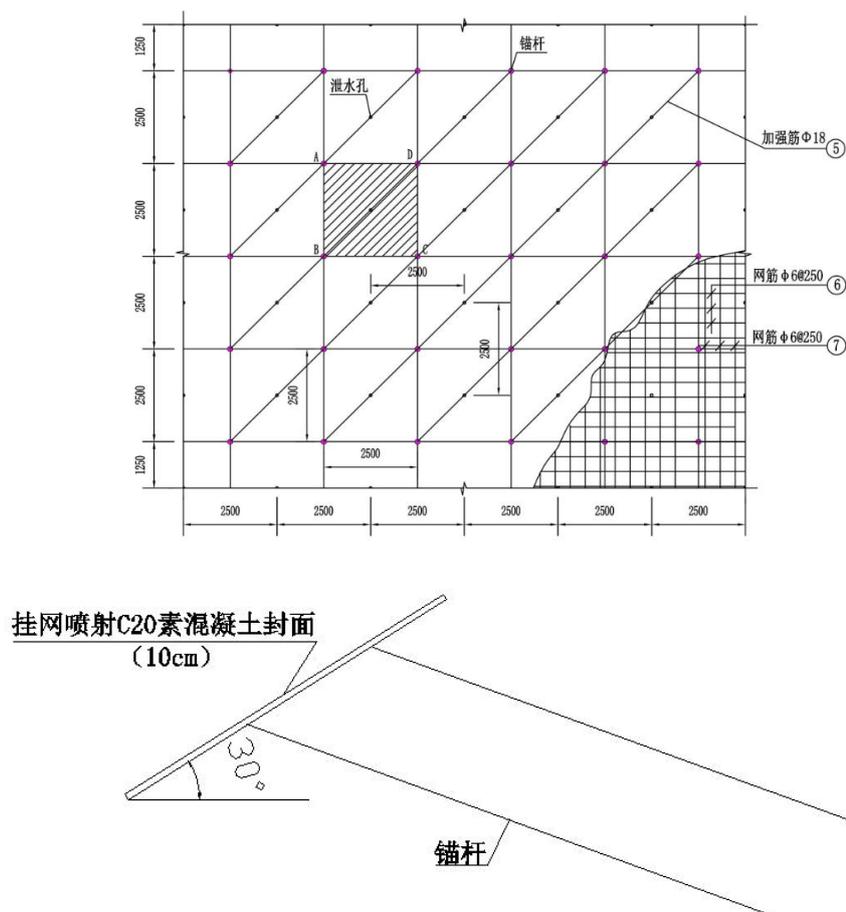


图 5-8 锚杆挂网喷砼示意图

(2) 设计工作量

表 5-5 PD6、PD7 坡体防治工程量表

项目	单位	数量
锚杆挂网喷砼		
钢筋	t	12.16
混凝土	m ³	448.00
锚杆	根	729.00

(3) 治理期为近期（2019 年 6 月 20-2020 年 6 月 20）。

6、采矿平硐口 PD2、PD3、PD4、PD5 防治工程

(1) 防治方案

拟建采矿平硐口 PD2、PD3、PD4、PD5 位于矿山 K1 矿体中部坡体处，该处坡体坡度约 40°，地层岩性为寒武系水沟口组粘土岩夹硅质岩，硐口与坡体及岩层均斜交，对硐口开挖较为有利，坡体表层岩体较破碎，上覆较薄第四系松散堆积物，在降雨及人

类活动影响下，坡体上部可能发生崩塌或表层松散堆积物滑塌，对下方施工作业人员产生威胁。

拟对 PD2、PD3、PD4、PD5 采取主动防护网进行防治。

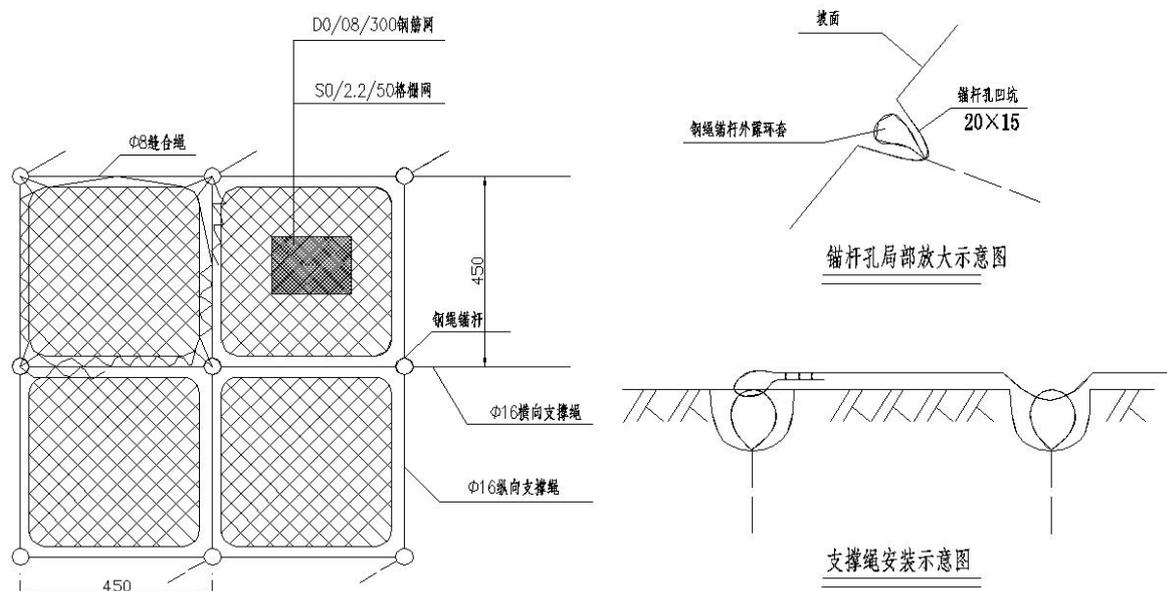


图 5-9 主动防御网系统标准布置及缝合示意图

(2) 设计工作量

表 5-6 PD2、PD3、PD4、PD5 坡体防治工程量表

项目	单位	数量
主动防护网	m ²	900

(3) 治理期为近期（2021 年 6 月 20-2022 年 6 月 20）。

7、地下采矿引发地面塌陷和地面裂缝防治工程

(1) 防治方案

矿体地下开采区易引发地面塌陷和地面裂缝。

地面塌陷和地面裂缝治理方案：在人类活动区域地面塌陷区外围用刺丝围栏进行围挡，在周边醒目位置设置明显警示牌。

(2) 设计工作量

表 5-7 地下采矿引发地面塌陷和地面裂缝防治工程量表

项目	单位	数量
刺丝围栏	m	600
警示牌	个	3

(3) 治理期为近期（2021 年 6 月 20-2022 年 6 月 20）。

8、硐口封堵工程

硐口封堵工程包括探矿平硐口、采矿平硐口及回风井封堵，其中探矿平硐口 T1 在后期采矿过程中作为主硐口 PD1 继续使用，因此前期仅对探矿平硐口 T2 进行封堵，闭坑后对采矿平硐口 PD1-PD7 及两处回风井进行封堵，封堵采用浆砌片石封堵，硐口面积按 2.5m×2.5m 计，封堵墙厚按 0.5m 计。工程量见下表。

表 5-8 硐口封堵工程量表

项目	单位	数量
探矿平硐口 T2 封堵	m ³	3.13
采矿平硐口 PD1-PD7 及两处回风井封堵	m ³	28.13

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

1、本项目复垦责任范围内的土地全部复垦，复垦责任范围面积为 30.77hm²，复垦责任范围内损毁土地复垦率的 100%，

2、复垦为旱地 0.68 hm²，有林地 29.04hm²，灌木林地 1.05hm²。

3、复垦土地质量满足本方案制订“土地复垦质量要求”，通过国土资源部门组织的土地复垦验收。

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

水草坪钒矿土地复垦前后结构调整情况见表 5-9。

表 5-9 水草坪钒矿土地复垦前后结构调整

单位：hm²

一级编码	地类名称	二级编码	地类名称	复垦前 (hm ²)									复垦后									变幅		
				PD1 新建道路	南侧 工业场地	水箱	废石场 道路	废石场	堆渣 D1	堆渣 D2	地表 岩石 移动 影响 范围 林地	地表 岩石 移动 影响 范围 耕地	小计	PD1 新建道路	南侧 工业场地	水箱	废石场 道路	废石场	堆渣 D1	堆渣 D2	地表 岩石 移动 影响 范围 林地	地表 岩石 移动 影响 范围 耕地	小计	%
01	耕地	013	旱地									0.68	0.68									0.68	0.68	0
03	林地	031	有林地	0.12	0.09	0.03	0.07	0.91	0.03	0.09	27.32		28.66	0.2	0.09	0.03	0.07				28.65		29.04	1.23
		032	灌木林地										0					0.93	0.03	0.09			1.05	3.41
		033	其他林地	0.08				0.02				1.33		1.43									0	-4.65
合计				0.2	0.09	0.03	0.07	0.93	0.03	0.09	28.65	0.68	30.77	0.2	0.09	0.03	0.07	0.93	0.03	0.09	28.65	0.68	30.77	0.00

（二）工程设计

根据土地复垦质量要求，遵守工程设计相似性原则，将复垦单元分为 9 个综合单元进行工程设计，分别为：（1）南侧工业场地；（2）PD1 新建道路；（3）废石场新建道路；（4）水箱；（5）废石场；（6）堆渣 D1、（7）堆渣 D2、（8）地表岩石移动影响范围林地、（9）地表岩石移动影响范围耕地。

1、南侧工业场地复垦工程设计

复垦对象：矿区南侧工业场地（PD1 平硐口东侧约 20m 处空压机房及配电室）。

复垦方向及面积：原地类类型为有林地，损毁形式为挖损、占用，损毁程度为重度损毁，复垦方向为有林地，总面积为 0.09hm²。

复垦时期：中远期。

复垦工程设计：主要包括土壤重构工程（表土剥离、表土堆存、清理工程、场地平整、表土运输、表土覆土），植被重建工程（乔木种植，撒播草种），配套工程（护面墙、截排水沟）。

（1）土壤重构工程

①表土剥离

工业场地使用前对地表表土进行剥离，剥离厚度 0.3m。

②表土堆存

剥离下的表土堆放于废石场，表土表层撒播草种进行养护。

① 清理工程

采矿结束后彻底拆除地表建筑物、场地硬化层、附属设施和各种杂物，清除渣堆，将废弃物充填采空区或转运至采石场。

④场地平整

清除采矿工业场地中残留的油迹、杂物等，削放边坡，找平复垦场地，场地平整面积 0.09hm²。

⑤表土运输

将剥离表土由废石场运至矿区南侧工业场地处。

⑤ 表土覆土

对平整后的区域进行表土覆土，覆土厚度 30cm。

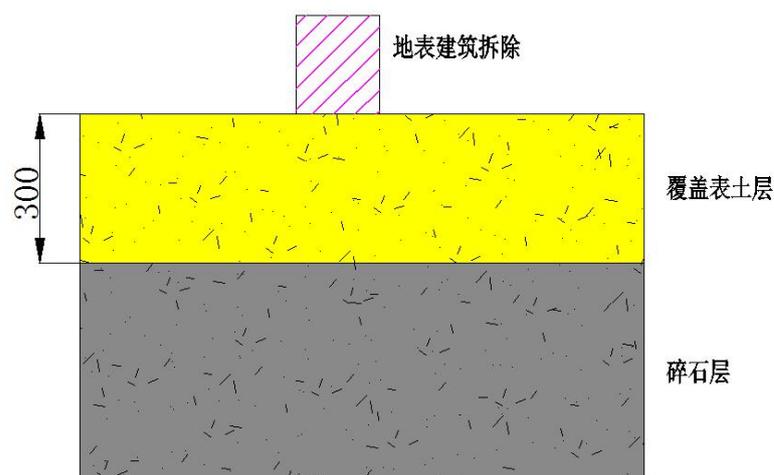


图 5-10 土壤重构工程设计图

(2) 植被重建工程

矿区南侧工业场地复垦方向为有林地，植被重建工程采用林草结合的方式，种植乔木，林下撒播草种。乔木树种选择油松，株行距 $1.5 \times 2.0\text{m}$ ，种植密度 $3350 \text{株}/\text{hm}^2$ ，采用带土球穴植，土球直径 40cm ，栽植穴规格为 $60\text{cm} \times 60\text{cm} \times 60\text{cm}$ 。

林间撒播草种，草种选择为毛苕子，撒播密度 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

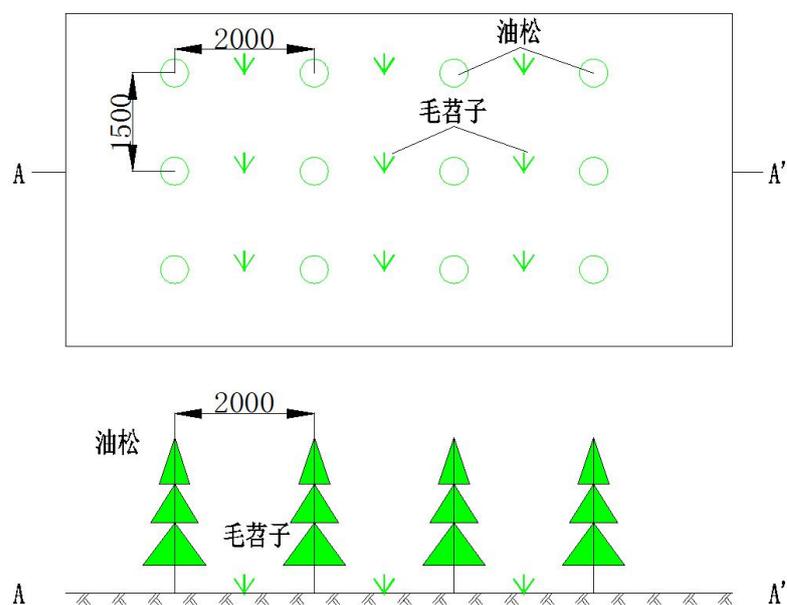


图 5-11 植被重建剖面图

(3) 配套工程

主要包括护面墙及截排水沟，该部分在地质环境治理中已进行说明，详细介绍见矿山地质灾害治理中内容。

2、PD1 新建道路

复垦对象：PD1 新建道路。

复垦方向及面积：原地类类型为有林地，损毁形式为压占，损毁程度为中度损毁，复垦方向为有林地，总面积为 0.20hm²。

复垦时期：中远期

复垦工程设计：主要包括土壤重构工程（表土剥离、表土堆存、清理工程、场地平整、表土运输、表土覆土），植被重建工程（乔木种植、撒播草种）。

（1）土壤重构工程：

①表土剥离

工业场地使用前对地表表土进行剥离，剥离厚度 0.3m。

②表土堆存

剥离下的表土堆放于废石场，表土表层撒播草种进行养护。

③清理工程

采矿结束后彻底拆除地表硬化层，将废弃物充填采空区或转运至采石场。

④场地平整

矿山开采结束后，找平复垦场地，场地平整面积。场地平整面积 0.20hm²。

⑤表土运输

将剥离表土由废石场运至 PD1 新建道路处。

⑥表土覆土

对平整后的区域进行表土覆土，覆土厚度 30cm。

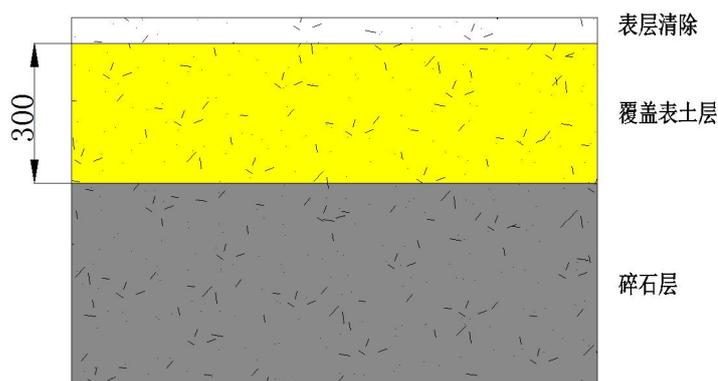


图 5-12 土壤重构工程设计图

（2）植被重建工程：

PD1 新建道路复垦方向为有林地，植被重建工程采用林草结合的方式，种植乔木，林下撒播草种。乔木树种选择油松，株行距 1.5×2.0m，种植密度 3350 株/hm²，采用带土球穴植，土球直径 40cm，栽植穴规格为 60cm×60cm×60cm。

林间撒播草种，草种选择为毛苕子，撒播密度 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

具体植被重建工程设计图见图 5-11。

3、废石场道路复垦工程设计

复垦对象：废石场道路。

复垦方向及面积：原地类类型为有林地，损毁形式为压占，损毁程度为中度损毁，复垦方向为有林地，总面积为 0.07hm^2 。

复垦时期：中远期。

复垦工程设计：主要包括土壤重构工程（清理工程、场地平整、表土运输、表土覆土），植被重建工程（乔木种植、撒播草种）。

（1）土壤重构工程：

①清理工程

采矿结束后彻底拆除地表硬化层，将废弃物充填采空区或转运至采石场。

②场地平整

矿山开采结束后，找平复垦场地，场地平整面积 0.07hm^2 。

③表土运输

将剥离表土由废石场运至废石场新建道路处。

④表土覆土

对平整后的区域进行表土覆土，覆土厚度 30cm 。

具体土壤重构工程设计图见图 5-12。

（2）植被重建工程：

废石场新建道路复垦方向为有林地，植被重建工程采用林草结合的方式，种植乔木，林下撒播草种。乔木树种选择油松，株行距 $1.5\times 2.0\text{m}$ ，种植密度 $3350\text{株}/\text{hm}^2$ ，采用带土球穴植，土球直径 40cm ，栽植穴规格为 $60\text{cm}\times 60\text{cm}\times 60\text{cm}$ 。

林间撒播草种，草种选择为毛苕子，撒播密度 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

具体植被重建工程设计图见图 5-11。

4、水箱复垦工程设计

复垦对象：水箱。

复垦方向及面积：原地类类型为有林地，损毁形式为压占，损毁程度为重度损毁，复垦方向为有林地，总面积为 0.03hm^2 。

复垦时期：中远期。

复垦工程设计：主要包括土壤重构工程（清理工程、场地平整、表土运输、表土覆土），植被重建工程（乔木种植、撒播草种）。

（1）土壤重构工程：

①清理工程

采矿结束后彻底拆除地表建筑物、场地硬化层、附属设施和各种杂物，清除渣堆，将废弃物充填采空区或转运至采石场。

②场地平整

矿山开采结束后，找平复垦场地，场地平整面积。场地平整面积 0.03hm^2 。

③表土运输

将剥离表土由废石场运至水箱处。

⑤ 表土覆土

对平整后的区域进行表土覆土，覆土厚度 30cm 。

具体土壤重构工程设计图见图 5-10。

（2）植被重建工程：

水箱复垦方向为有林地，植被重建工程采用林草结合的方式，种植乔木，林下撒播草种。乔木树种选择油松，株行距 $1.5\times 2.0\text{m}$ ，种植密度 $3350\text{株}/\text{hm}^2$ ，采用带土球穴植，土球直径 40cm ，栽植穴规格为 $60\text{cm}\times 60\text{cm}\times 60\text{cm}$ 。

林间撒播草种，草种选择为毛苕子，撒播密度 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

具体植被重建工程设计图见图 5-11。

5、废石场复垦工程设计

复垦对象：废石场。

复垦方向及面积：原地类类型为有林地、其他林地，损毁形式为压占，损毁程度为重度损毁，复垦方向为灌木林地，总面积为 0.93hm^2 。

复垦时期：中远期，其中配套工程近期第二年 2020 年 6 月 20-2021 年 6 月 20。

复垦工程设计：主要包括土壤重构工程（表土剥离、表土堆存、场地平整、表土覆土），植被重建工程（灌木种植、撒播草种），配套工程（拦渣墙、截排水沟）。

（1）土壤重构工程：

①表土剥离

废石场建设前进行场地表土剥离，剥离厚度 0.3m ，剥离表土就近堆放在废石场内。

②表土堆存

剥离下的表土堆放于废石场，表土表层撒播草种进行养护。

③场地平整

废石场使用结束后，找平复垦场地，场地平整面积。场地平整面积 0.93hm^2 。

④表土覆土

对平整后的区域进行表土覆土，覆土厚度 30cm 。

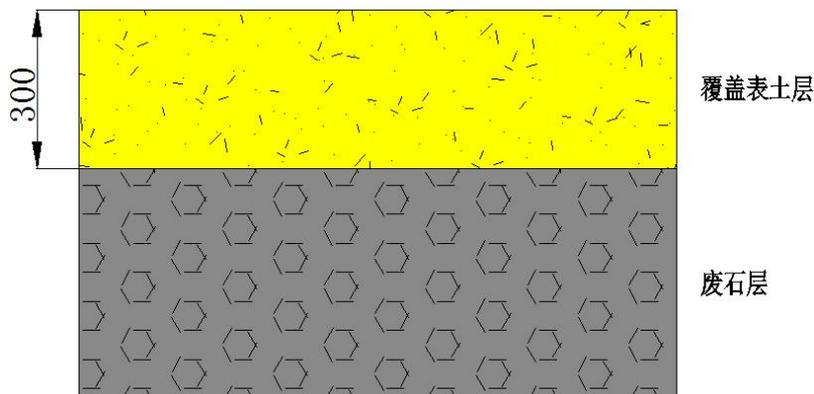


图 5-13 土壤重构工程设计图

(2) 植被重建工程:

废石场复垦方向为灌木林地，植被重建工程采用灌草结合的方式，种植灌木，林下撒播草种。灌木树种选择连翘，株行距 $1.5 \times 2.0\text{m}$ ，种植密度 $3350\text{株}/\text{hm}^2$ ，采用带土球穴植，土球直径 40cm ，栽植穴规格为 $60\text{cm} \times 60\text{cm} \times 60\text{cm}$ 。

林间撒播草种，草种选择为毛苕子，撒播密度 $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。

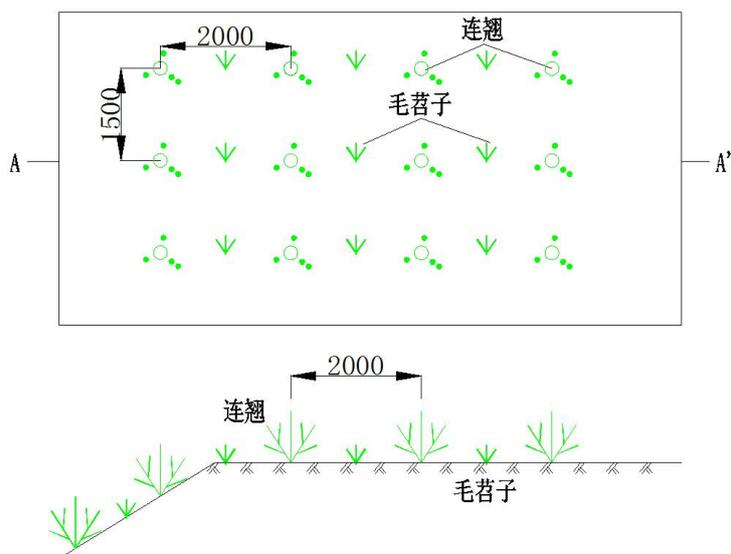


图 5-14 植被重建工程设计图

配套工程:

(1) 拦渣墙

沿废石场周边布置一道拦渣墙，总长约 350m，墙高 6m，埋深 1.5m，墙胸坡度为 1：0.3、墙背坡度 1：0.1，墙顶宽 1.0m，挡墙墙身采用 M7.5 浆砌片石，每 15m 设置一道沉降缝，泄水孔采用 $\phi 100$ PVC 管，泄水孔距地面 0.25m。

(2) 截排水沟

在坡顶及坡脚处各布置一道截水沟，沿两侧沟道引下，接入坡脚处沟道，截水沟总长约 950m，断面宽 0.4m，高 0.4m，浆砌石厚 0.3m，采用 M7.5 浆砌石砌筑。

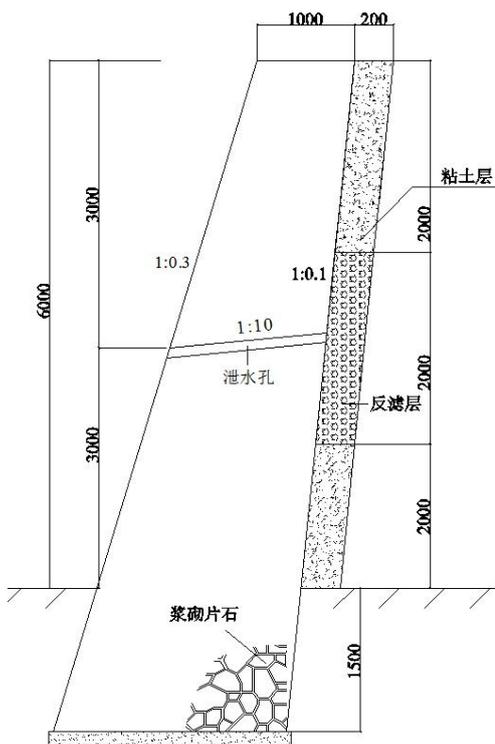


图 5-15 设计拦渣墙断面图

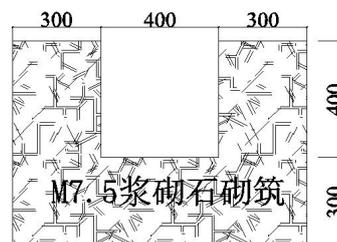


图 5-16 设计截排水断面图

6、堆渣 D1

复垦对象：堆渣 D1。

复垦方向及面积：原地类类型为有林地，损毁形式为压占，损毁程度为中度损毁，复垦方向为灌木林地，总面积为 0.03hm²。

复垦时期：近期 2019 年 6 月 20-2020 年 6 月 20。

复垦工程设计：主要包括土壤重构工程（清理工程、场地平整、表土覆土），植被重建工程（灌木种植、撒播草种）。

(1) 土壤重构工程：

①清理工程

堆渣复垦区将堆渣体进行清理，运至废石场内。

②场地平整

堆渣复垦区，找平复垦场地，场地平整面积。场地平整面积 0.03hm²。

③表土覆土

对平整后的区域进行表土覆土，覆土厚度 30cm。

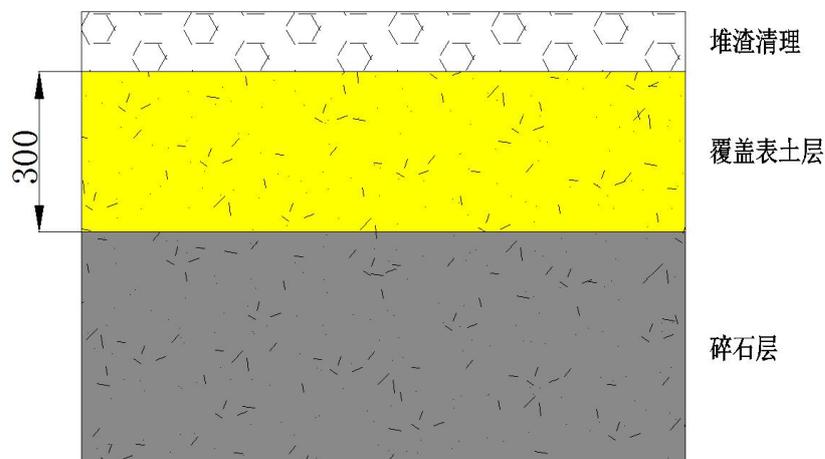


图 5-17 土壤重构工程设计图

(2) 植被重建工程:

堆渣 D1 复垦方向为灌木林地，植被重建工程采用灌草结合的方式，种植灌木，林下撒播草种。灌木树种选择连翘，株行距 1.5×2.0m，种植密度 3350 株/hm²，采用带土球穴植，土球直径 40cm，栽植穴规格为 60cm×60cm×60cm。

林间撒播草种，草种选择为毛苕子，撒播密度 20kg/hm²。

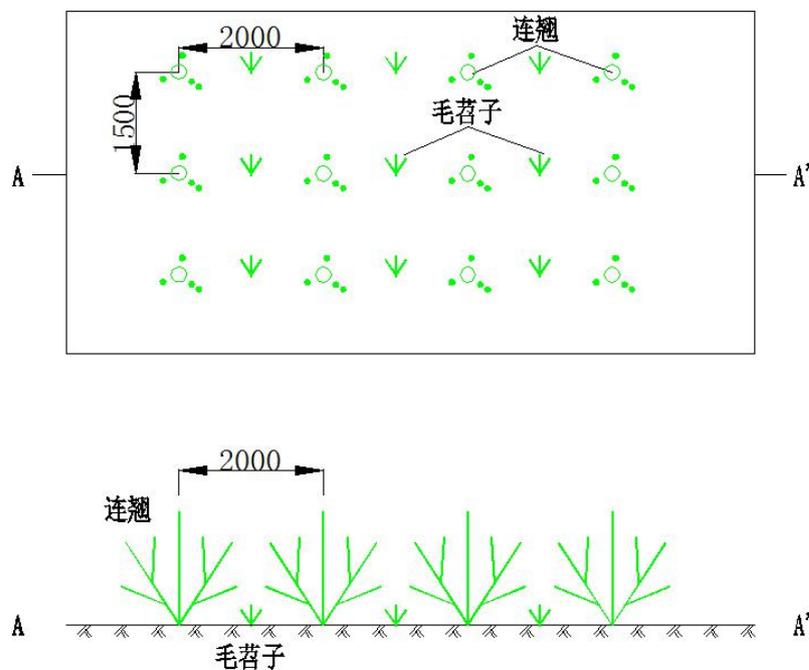


图 5-18 植被重建工程设计图

7、堆渣 D2

复垦对象：堆渣 D2。

复垦方向及面积：原地类类型为有林地，损毁形式为压占，损毁程度为中度损毁，复垦方向为灌木林地，总面积为 0.09hm²。

复垦时期：近期 2019 年 6 月 20-2020 年 6 月 20。

复垦工程设计：主要包括土壤重构工程（清理工程、场地平整、表土覆土），植被重建工程（灌木种植、撒播草种）。

（1）土壤重构工程：

①清理工程

堆渣复垦区将堆渣体进行清理，运至废石场内。

②场地平整

堆渣复垦区，找平复垦场地，场地平整面积。场地平整面积 0.09hm²。

② 表土覆土

对平整后的区域进行表土覆土，覆土厚度 30cm。

具体土壤重构工程设计图见图 5-17。

（2）植被重建工程：

堆渣 D2 复垦方向为灌木林地，植被重建工程采用灌草结合的方式，种植灌木，林下撒播草种。灌木树种选择连翘，株行距 1.5×2.0m，种植密度 3350 株/hm²，采用带土球穴植，土球直径 40cm，栽植穴规格为 60cm×60cm×60cm。

林间撒播草种，草种选择为毛苕子，撒播密度 20kg/hm²。

具体植被重建工程设计图见图 5-18。

8、地表岩石移动影响范围林地

复垦对象：地表岩石移动影响范围林地。

复垦方向及面积：原地类类型为有林地、其他林地，损毁形式为塌陷，损毁程度为中度损毁，复垦方向为有林地，总面积为 28.65hm²。

复垦时期：中远期。

复垦工程设计：主要包括土壤重构工程（裂缝充填、表土剥离、场地平整、表土覆土），植被重建工程（乔木种植、撒播草种）。

（1）土壤重构工程：

①充填工程（地面塌陷裂缝填充）

轻度裂缝区就地平整，对裂缝发生的小范围内土地进行直接人工平地。中度裂缝区，

预测出现的裂缝宽度大于 100mm，最宽的可达 300mm 以上，充填过程中应该将全部裂缝、裂深分段开挖，依据土地复垦质量控制标准，表土回覆的厚度平均不低于 0.20m，因此本方案设计中剥离厚度平均按照 0.30m 实施。另取上坡方向土源分段进行回填夯实，表土层以下裂缝回填要求夯实到干容重 1.40t/m³。

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：

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

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

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

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

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

根据现场调查及当地土地复垦经验，确定各损毁程度的地裂缝技术参数见表 5-10 和表 5-11。

表 5-10 不同损毁程度地面塌陷裂缝技术参数表

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 5-11 不同损毁程度地面塌陷裂缝充填土方量

损毁程度	每亩沉陷地裂缝土方充填量 V (m ³)	每公顷沉陷地裂缝土方充填量 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

剥覆对象：本方案确定剥离的表土是林地、草地的腐殖质层。

剥离区域：损毁土地裂缝的两侧。

覆盖区域：填充后的裂缝及剥离区域。

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

剥离方式：人工剥离。

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

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

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

根据各损毁程度的地裂缝长度及剥离宽度确定表土剥离土方量，具体见表 5-12。

表 5-12 不同损毁程度表土剥离工程量表

损毁程度	每公顷裂缝长度 $U (m)$	剥离厚度 $h (m)$	每侧剥离宽度 $d (m)$	每公顷剥离土方总量 $V_{\text{剥}} (m^3)$	每公顷覆土土方总量 $V_{\text{剥}} (m^3)$
轻度	199.95	0.30	0.50	59.99	59.99
中度	666.75	0.30	0.60	240.03	240.03
重度	1500.15	0.30	0.80	720.07	720.07

(2) 植被恢复工程

本方案设计对地表岩石移动影响区域受损的树木，及时扶正树体，填补裂缝，按照 20%进行补植，保证正常生长。

选苗：遵循良种壮苗的原则，按立地条件选配的树种，从育苗单位选购良种壮苗，确保造林质量。

植苗：苗木要随起随栽，防止风吹日晒，做到起苗不伤根，运苗有包装，苗根不离水。当天不能栽植的苗木，应在阴凉背风处开沟，按疏排、埋实的方法，进行假植。

浇水：每当植树时常常天气干旱，必须补充坑内水份，才能保证苗木成活，苗木栽植后应立即浇水。

沉陷区林地采用乔草结合的方式进行植被恢复。乔木选择松树，草本选择毛苕子，采用 $20kg/hm^2$ 种植密度进行种植

9、地表岩石移动影响范围耕地

复垦对象：地表岩石移动影响范围耕地。

复垦方向及面积：原地类类型为旱地，损毁形式为塌陷，损毁程度为中度损毁，复

垦方向为旱地，总面积为 0.68hm²。

复垦时期：中远期。

复垦工程设计：主要包括土壤重构工程（表土剥离、场地平整、表土覆土、土壤培肥）。

地表岩石移动影响范围耕地主要分布在沟道中，塌陷后对原地貌影响不是太大，土地平整只是对于有必要的地块，如地表倾斜或塌陷严重、需要整平时。土地平整通过推高填低的方法，首先将表土剥离，剥离厚度一般 0.3m 左右，选择合适地点统一堆放，将地表整平，最后回覆表土，对土壤进行培肥即可。

（三）技术措施

项目区土地损毁以矿山工程对土地的挖损、压占损毁及开采区沉陷为主，复垦的方向主要为有林地、灌木林地，采取的工程措施主要有表土剥离、场地平整、表土覆土及植被重建工程。

1、土壤重构工程措施

（1）场地整理措施

场地平整的目的是通过平整土地、推高填低，达到种植植被的要求。应根据矿区地形条件、土地利用方向、种植植被以及防治水土流失等要求选择整地方式及整地规格。在整地前注意清除地表有害植物，除适宜于全面整地造林地，整地时应尽可能地保留造林地上的原有植被。林地整地方式包括穴状整地、鱼鳞坑整地、全面整地，草地需要全面整理或带状整理。本方案林地采用全面整地。

全面整地：适用地势较平坦处的林地和林农间作地。全面整地连片面积不能过大，深度 30 cm 以上。整地时间一般子在造林一个月前或上年秋、冬季进行整地。干旱、半干旱地区造林整地，应在雨季前或雨季进行，也可随整随造。

（2）表土剥离

本方案复垦用土为矿区北侧工业场地、废石场及 PD1 新建道路耕地建设使用前的剥离表土，集中堆存在废石场内。表土剥离时要考虑表土状态，为减少土壤肥力的损失，表土的剥离工作严禁在雨天条件下进行，剥离工作分层进行，分区堆放，为复垦用土利用方便。

2、生物和化学措施

生物工程措施是恢复土壤肥力与生物生产活力的活动，是实现土地复垦的关键环节，是在土地复垦利用类型、土壤、当地气候和水文等的前提下进行的。生物工程措施

的关键技术在于解决土壤系统修复问题及植被的培植问题，采取各种物理、化学措施，加速复垦地稳定的过程。

本方案生物和化学措施包括复垦土地植被的恢复。

复垦土地植被的恢复包括3个方面：植物品种的筛选、植物的配置、植物的栽培与管理。

1) 植物品种筛选

植物品种选择过程中，尽量遵循以下原则：

①植物措施的选择本着“适地、适树、适草、因害设防”的原则，根据工程自身特点和所处地区气候特点，结合项目工程工艺选择抗污染能力强与净化能力强的树种，以乡土植物为主，适当引进适宜本地区生长的优良植物。

②播种栽培较容易，成活率高。种源丰富，若采用播种则要求种子发芽力强，繁殖量大，苗期抗逆性强，易成活。

③具有优良的水土保持作用的植物种属，能减少地表径流、涵养水源，阻挡泥沙流失和固持土壤。

④具有较强的适应脆弱环境和抗逆境的能力，对于风害、冻害、瘠薄、盐碱等不良立地因子有较强的忍耐性和适宜性。

根据现场调查矿区主要植物品种有：

乔木：主要有松树、槐树、柳树、核桃树；

灌木：主要有连翘、松花竹、野菊等；

草本：主要有蒿类、冰草、苜蓿等。

根据项目区地形、降雨、植被情况，综合考虑植被存活率、复垦质量要求及经济性，矿区植被重建乔木树种选择油松，灌木树种选择连翘，草本选择毛苕子。

表 5-13 复垦植物品种习性特征表

植被品种		品种习性
乔木	油松	常绿乔木，为阳性树，幼树耐侧阴，抗寒能力强，喜微酸及中性土壤，不耐盐碱。为深根性树种，主根发达，垂直深入地下；侧根也很发达，向四周水平伸展，多集中于土壤表层。油松对土壤养分和水分的要求并不严格，但要求土壤通气状况良好，故在松质土壤里生长较好。
灌木	连翘	连翘喜光，有一定程度的耐阴性；喜温暖、湿润气候，也很耐寒，经抗寒锻炼后，可耐受-50℃低温；耐干旱瘠薄，怕涝；不择土壤，在中性、微酸或碱性土壤均能正常生长。在干旱阳坡或有土的石缝，甚至在基岩或紫色沙页岩的风化母质上都能生长。连翘根系发达，虽主根不太显著，但其侧根都较粗而长，须根众多，广泛伸展于主根周围，大大增强了吸收和固土能力；连翘萌发力强、发丛快，可很快扩大其分布面，连翘生命力和适应性都非常强。

草种	毛苕子	毛苕子是豆科野豌豆属一年生或越年生草本植物，营养价值很高。毛苕子播种后子叶不出土，茎叶由胚芽发育而成。根系发达，主根明显，入土深1~2米；侧根分枝多，密集分布在20~30厘米深土层中。
----	-----	--

2) 植物的种植密度

依据《陕西省造林技术规程》（DB61/T 142-2003），同时参考《陕西省土地开发整理工程建设标准》，本方案最终确定复垦植被具体种植密度，详见表5-13。

表 5-14 复垦选择植被种植密度表

树种/草种	种植密度	
	株行距 (m)	株/hm ² (kg/hm ²)
油松	1.5×2.0	3350
连翘	1.5×2.0	3350
毛苕子	-	20

3) 植物的配置

植物措施布设的主要原则有：

①保持植物措施与原地貌景观相协调的原则，提高标准，确定新的用地类型。临时占用草地的地区应种植灌、草恢复植被，占用林地的造林恢复植被；

②复垦植被选择乔、灌、草相结合，深根性植物与浅根性植物相结合，乔本科草种与豆科牧草相结合，以充分利用光热资源和水资源；

③在复垦林种选择上初考虑其综合防护作用外，还应符合防尘抗噪、美观大方和经济适用的要求。

结合复垦区自然特征和土地利用状况，本复垦方案植物的配置方式为：

应遵循因地制宜的原则，根据原有用地类型及现状，土壤有机质含量高、土层厚、坡度缓的区域可采用乔草结合的配置方式，土壤有机质含量较低、土层较薄、坡度较陡的区域采用灌草结合的配置方式。

结合周边土地利用状况，合理确定复垦方向，遵循因地制宜原则，结合项目区实际，确保复垦后的用地类型不低于原用地类型，有条件的复垦区，还应提高标准，确定新的用地类型。

4) 植物的栽培与管理

①造林方法：选择健壮并有较多侧根的大苗，苗木主干圆满、通直健壮、无病虫害、

无机械损伤；苗木直立穴中，扶正调直，不窝根、浇水至淹没根系，回填表土，注意慢慢往坑的四周填，把水挤向树的根部，保持水面一直高于土层，填到大半坑水时稍停止填土，把树苗向上略提，待渗好后填平陷坑，踩实扶正。

②种草方法：在种草前耙耱平整土地，为了防治病虫害，种子在播种前应进行消毒或晒种并用农药包衣拌种。干旱季节用晒水车浇水。第二年，缺苗断垄处适时进行补播，并加强后期管护。

草种尽量选择当地常见草种，用当年收获且籽粒饱满、发芽率在 80%以上的种子。草种撒播后洒水，保持土壤湿润至全部出苗。

4) 播种技术

本方案中乔木选用 1-2 年生幼苗，带土球穴植，土球直径 40cm，栽植穴规格为 60cm×60cm×60cm，灌木采用带土球穴植，土球直径 40cm，栽植穴规格为 60cm×60cm×60cm，草种采用撒播。

(4) 植苗造林时间

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

(四) 主要工程量

根据土地复垦工程设计，计算各损毁单元复垦工程量。

1、南侧工业场地复垦工程量

根据南侧工业场地复垦工程设计，复垦方向为有林地，复垦工程主要包括土壤重构工程（表土剥离、表土堆存、清理工程、场地平整、表土运输、表土覆土），植被重建工程（乔木种植，撒播草种），配套工程（挡土墙、截排水沟），配套工程计入矿山地质灾害治理工程量中，表土剥离及表土堆存统一进行计算，清理工程统一进行计算。计算得南侧工业场地复垦工程量见表 5-15。

表 5-15 南侧工业场地土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.09
2	表土运输	m ³	270.00
3	表土覆土	m ³	270.00
二	植被重建工程		

1	乔木种植	株	301.00
2	撒播草种	hm ²	0.09

2、PD1 新建道路土地复垦工程量

根据 PD1 新建道路复垦工程设计，复垦方向为有林地，复垦工程主要包括土壤重构工程（表土剥离、表土堆存、清理工程、场地平整、表土运输、表土覆土），植被重建工程（乔木种植、撒播草种），表土剥离及表土堆存统一进行计算，清理工程统一进行计算，得出 PD1 新建道路林地土地复垦工程量见表 5-16。

表 5-16 PD1 新建道路林地土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.20
2	表土运输	m ³	600.00
3	表土覆土	m ³	600.00
二	植被重建工程		
1	乔木种植	株	670.00
2	撒播草种	hm ²	0.20

3、废石场道路土地复垦工程量

根据废石场道路工程设计，复垦方向为有林地，复垦工程主要包括土壤重构工程（清理工程、场地平整、表土运输、表土覆土），植被重建工程（乔木种植、撒播草种），表土剥离及表土堆存统一进行计算，清理工程统一进行计算，得出废石场道路土地复垦工程量见表 5-17。

表 5-17 废石场道路土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.07
2	表土运输	m ³	210.00
3	表土覆土	m ³	210.00
二	植被重建工程		
1	乔木种植	株	234.00
2	撒播草种	hm ²	0.07

4、水箱

根据水箱复垦工程设计，复垦方向为有林地，复垦工程主要包括土壤重构工程（清

理工程、场地平整、表土运输、表土覆土），植被重建工程（乔木种植、撒播草种），其中，清理工程统一进行计算，得出水箱土地复垦工程量见表 5-18。

表 5-18 水箱土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.03
2	表土运输	m ³	90.00
3	表土覆土	m ³	90.00
二	植被重建工程		
1	乔木种植	株	100.00
2	撒播草种	hm ²	0.03

5、废石场土地复垦工程量。

根据废石场复垦工程设计，复垦方向为灌木林地，复垦工程主要包括土壤重构工程（表土剥离、表土堆存、场地平整、表土覆土），植被重建工程（灌木种植、撒播草种），配套工程（拦渣墙、截排水沟），表土剥离及表土堆存统一进行计算，计算得出废石场土地复垦工程量见表 5-19。

表 5-19 废石场土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.93
2	表土覆土	m ³	2790.00
二	植被重建工程		
1	灌木种植	株	3115
2	撒播草种	hm ²	0.93
三	配套工程		
1	拦渣墙		
	石方开挖	m ³	1750.00
	石方外运	m ³	1750.00
	土方回填	m ³	1225.00
	M7.5 浆砌石	m ³	4595.50
	PVC 管	m	186.67
	伸缩缝	m ²	306.37

2	截排水沟		
	M7.5 截水沟	m ³	665.00
	石方开挖	m ³	760.00
	石方外运	m ³	760.00

6、堆渣 D1 土地复垦工程量。

根据堆渣复垦工程设计,复垦方向为灌木林地,复垦工程主要包括土壤重构工程(清理工程、场地平整、表土覆土),植被重建工程(灌木种植、撒播草种),清理工程统一进行计算,计算得出堆渣土地复垦工程量见表 5-20。

表 5-20 堆渣 D1 土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.03
2	表土覆土	m ³	90.00
二	植被重建工程		
1	灌木种植	株	100.00
2	撒播草种	hm ²	0.03

7、堆渣 D2 土地复垦工程量。

根据堆渣复垦工程设计,复垦方向为灌木林地,复垦工程主要包括土壤重构工程(清理工程、场地平整、表土覆土),植被重建工程(灌木种植、撒播草种),清理工程统一进行计算,计算得出堆渣土地复垦工程量见表 5-21。

表 5-21 堆渣 D2 土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.09
2	表土覆土	m ³	270.00
二	植被重建工程		
1	灌木种植	株	301.00
2	撒播草种	hm ²	0.09

8、地表岩石移动影响范围林地复垦工程量

根据地表岩石移动影响范围林地复垦工程设计,主要包括土壤重构工程(裂缝充填、表土剥离、场地平整、表土覆土),植被重建工程(乔木种植、撒播草种),地表岩石移动影响范围损毁程度为轻度,计算得出地表岩石移动影响范围林地土地复垦工程量见

表 5-22。

表 5-22 地表岩石移动影响范围林地土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	裂缝充填	hm ²	648.35
2	表土剥离	m ³	859.21
3	表土覆土	m ³	859.21
二	植被重建工程		
1	乔木种植	株	19195.00
2	撒播草种	hm ²	28.65

9、地表岩石移动影响范围耕地复垦工程量

根据地表岩石移动影响范围耕地复垦工程设计，主要包括土壤重构工程（表土剥离、场地平整、表土覆土、土壤培肥），计算得出地表岩石移动影响范围耕地土地复垦工程量见表 5-23。

表 5-23 地表岩石移动影响范围耕地土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	表土剥离	m ³	2040
2	场地平整	hm ²	0.68
4	表土覆土	m ³	2040
5	土壤培肥	hm ²	0.68

10、表土剥离工程

根据水土平衡资源分析中表土平衡分析，项目表土来源主要为矿山北侧工业场地、废石场及 PD1 新建道路耕地建设使用前剥离表土，剥离厚度 0.3m，总剥离量 4380m³，剥离表土堆放于废石场内，堆放高度 5m，占地面积 0.088hm²，表土堆放过程中进行表土堆存养护。

表 5-24 表土剥离工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	表土剥离	m ³	4380
2	表土运输	m ³	1590

3	表土堆存	hm ²	0.088
---	------	-----------------	-------

11、清理工程

清理工程主要包括对矿山现有堆渣的清理，矿山闭坑后对南侧工业场地、两处新建道路、水箱进行拆除，主要工程量见下表。

表 5-25 清理工程量表

序号	工程名称	单位	工程量	时期
一	砌体拆除			
1	废弃建筑物拆除	m ³	1000	后期
2	道路表层拆除	m ³	560	
3	堆渣清理	m ³	1200	前期

12、矿山土地复垦总工程量表

根据矿山土地复垦工程设计内容及上述各分项工程量计算，得出矿山土地复垦总工程量表。

表 5-25 矿山土地复垦总工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
一	土壤重构工程		
1	表土剥离	m ³	4380
2	表土运输	m ³	1590
3	表土堆存	hm ²	0.088
4	场地平整	hm ²	2.12
5	表土运输	m ³	1170.00
6	表土覆土	m ³	7219.21
7	土壤培肥	hm ²	0.68
8	裂缝填充	m ³	648.35
9	清理堆渣	m ³	1200
10	废弃建筑物拆除	m ³	1000
11	道路表层拆除	m ³	560
二	植被重建工程		
1	乔木种植	株	20500.50
2	灌木种植	株	3516.00
3	撒播草种	hm ²	30.77
三	配套工程		
1	拦渣墙		

1.1	石方开挖	m ³	1750.00
1.2	石方外运	m ³	1750.00
1.3	土方回填	m ³	1225.00
1.4	M7.5 浆砌石	m ³	4595.50
1.5	PVC 管	m	186.67
1.6	伸缩缝	m ²	306.37
2	截排水沟		
2.1	M7.5 截水沟	m ³	665.00
2.2	石方开挖	m ³	760.00
2.3	石方外运	m ³	760.00

四、含水层破坏修复

根据矿山地质环境保护现状调查及预测评估结论。认为：项目区矿山工程活动对矿区地下含水结构、水位、及水质影响较轻，不易造成矿区及周边地下含水层结构破坏、水位下降、水质破坏，因而对地下含水层及水土环境的保护以预防和监测为主，不预留修复治理工程量。

五、水土环境污染修复

（一）目标任务

现状条件下该矿山的开采对水土环境污染程度较轻，后期开采过程中，工业场地及废石场可能对水土环境污染影响较严重，后期矿山建设开采过程中应严格按照《开发利用方案》进行矿山生产，始终贯彻“预防为主、防治结合”的原则，维护和治理矿区及周围地区生态环境，建设绿色矿区。

（二）工程设计

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

采矿废石集中运至废石场，按照开发利用要求采用分层堆积、碾平压实，做好相关防护工程，同时积极寻求废石利用渠道，若能满足建筑石料要求，避免资源浪费。

（三）技术措施

对水土环境污染的治理首先应减少污染物的排放，后期采矿废渣集中运至废石场，

可采取多种途径减少堆存，并进行无害化处理，在废石场设置水质监测点，定期进行废渣浸出液水质化验分析，发现异常及时处理。

（四）主要工程量

井下涌水处理后介入回水系统，需定期采取水草河水样进行水质化验分析；废渣排放需定期采取浸出液进行水质化验分析。

六、矿山地质环境监测

矿山地质环境监测是从降低和避免地质灾害风险、保持水土、减缓地质环境影响程度为出发点，运用多种手段和办法，对地质环境影响破坏的成因、数量、强度、范围和后果进行监测，是准确掌握矿山地质环境动态变化基础性工作，是矿山地质环境保护与土地复垦方案的重要组成部分，是全力贯彻相关法律、法规，落实矿山地质环境保护与恢复治理的重要手段。

本矿山地质环境监测工程主要包括地质灾害、含水层、地形地貌景观及土地资源的监测任务，由陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿负责实施完成，地方国土资源管理部门负责监测工作的指导监督。

本方案矿山地质环境监测范围即为方案评估范围，监测技术路线见图 5-19。

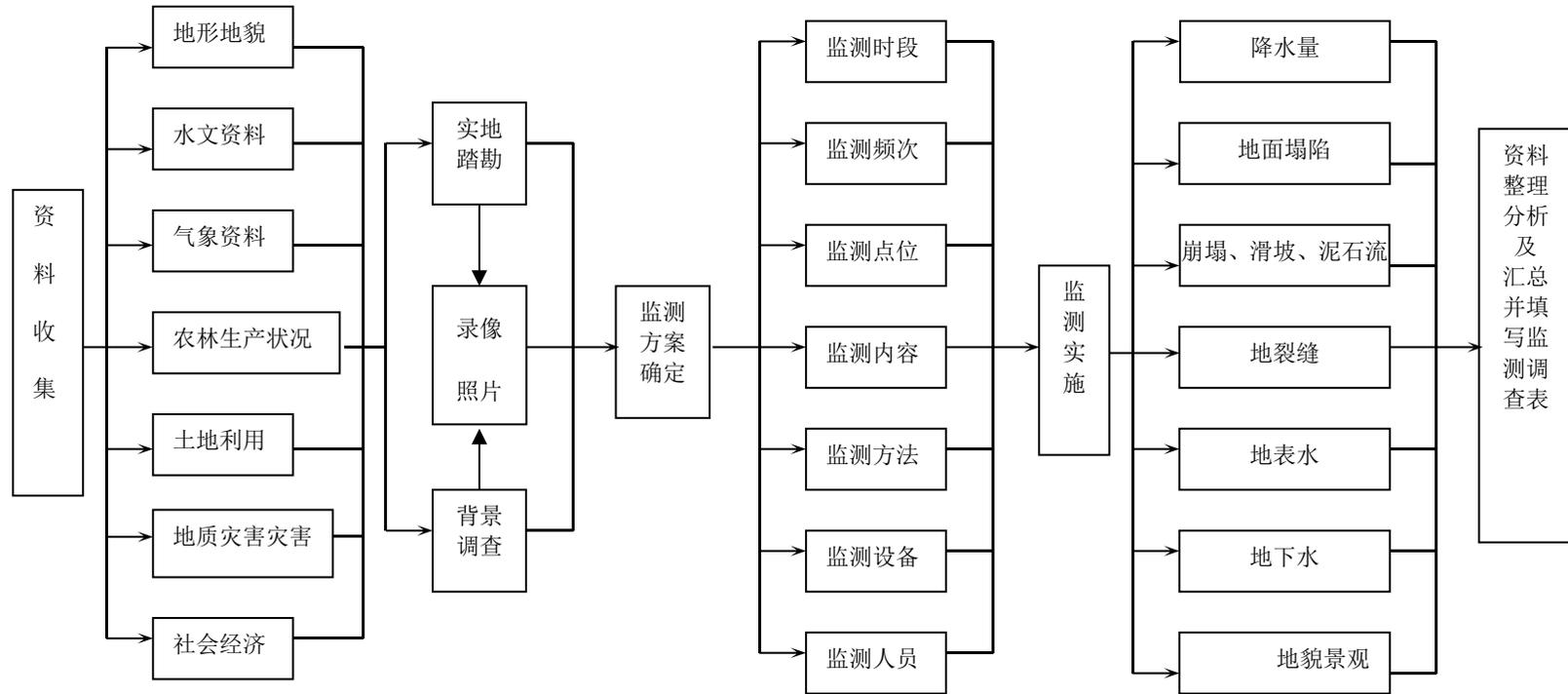


图 5-19 矿山地质环境监测技术路线图

（一）目标任务

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

2、了解以往地质环境治理工程的有效性和安全性，查漏补缺，及时修正、完善矿山地质环境治理措施。

3、为政府管理部门检查、监督和兑现保证金制度提供依据。

4、为竣工验收提供专项报告。

5、为同类工程提供可对比资料。

（二）监测设计

1、监测范围

（1）地质灾害

①崩塌、滑坡的监测范围为其灾害体及其影响、威胁区；

②开采区地面塌陷、地面裂缝监测范围，为矿山开采对地表岩石的扰动和影响范围。

（2）含水层

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

（3）地形地貌景观及土地资源

监测范围为本次矿山地质环境评估范围，包括矿山工程及影响区。

2、监测内容

（1）滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的监测，主要为年发生次数、造成的危害、地质灾害隐患点（区）分布及数量、已得到治理的隐患点（区）分布及数量、灾害点稳定性、降雨量等。

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

（3）地面裂缝监测：地裂缝数量、最大地裂缝长度、宽度、深度走向等，破坏程度。

（4）挡土墙、拦渣挡墙稳定性及变形监测。

（5）固体废弃物监测，主要包括种类、年排放量、累计积存量、年综合利用量、固体废弃物堆的隐患、破坏地貌范围、压占土地面积等。

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

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

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

3、监测方法

(1) 崩塌监测，主要采用人工调查、量测监测。

(2) 采空区地面塌陷、地面裂缝监测，以围岩稳定性监测和人工现场调查的方法进行。地面塌陷前兆的监测有人工蓄水（渗漏）引起的地面冒气泡或水泡、植物变形、建筑作响或倾斜、地面环形开裂、地下岩层跨落声、水点的水量、水位突变以及动物的惊恐异常现象等；地面变形监测，采用人工现场调查合；地面裂缝监测主要采用人工巡查监测，对裂缝变形趋势分析，并采取相应的预防措施，如设置刺丝围栏和警示牌等。

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

(4) 矿区工程建设对地形地貌景观影响较严重，据此，应通过人工巡查、目视监测，结合钢尺量测、GPS 定位，监测矿山工程建设情况、固体废弃物堆放情况及地表植被破坏情况等，为了分析评价区内植被自然恢复能力，还需对植被进行覆盖度、成活率进行检查，监测其发展变化情况。

(5) 固体废弃物监测：主要采用人工调查的方法对废石场废石堆放情况进行监测。

4、监测点布设

根据上述监测内容和工作方法安排，确定在矿山工业场地及废石场周边有利位置设置监测点，根据现场地势及实际需要设置监测点 3 个（D1~D3）；在采空区地面塌陷影响范围设置两处监测点（D4、D5），采矿平硐口布设 7 个（D6-D12），探矿平硐口 T2 处崩塌隐患 BT2 布设一处监测点（D13），矿区东侧道路崩塌隐患 BT3 处布设一处监测点（D14）；沿采矿工作面布设矿井涌水量监测点 2 个（S1、S2）；在废石场及沿

水草河上下游布设水文监测点监测水质变化情况（S3、S4、S5）。即共布设监测点 19 个，各监测点位置可见附图 6，监测量见表 5-25。

5、监测队伍及成果

监测队伍可由矿企技术负责人作为总负责，由监测技术人员不少于 1 人组成矿山专职监测部门或监测作业组，负责矿山地质环境监测工作；并对监测成果进行汇总填表（见表 5-27：矿山地质环境保护与治理动态监测调查表），调查表应按省级国土资源厅行政主管部门要求，定期向县级国土资源主管部门提交监测数据和成果。

（三）主要工程量

矿山地质环境监测主要工程量及监测频次见表 5-26。

表 5-26 监测点布置和监测量一览表

监测区域	编号	监测对象	监测方法	监测频次	监测量（点次）		
					前期	中期	远期
					2019年6月 20-2024年6 月20	2024年6月 20-2036年6 月20	2036年6月 20-2040年6月 20
废石场	D1	坡体稳定性	人工巡视 简易量测	每月1次	60	144	36
	S3	废石场淋滤水	取样分析	4次/年	20	48	12
矿区北侧工业场地	D2	坡体稳定性	人工巡视 简易量测	每月1次	60	144	36
矿区南侧工业场地	D3	坡体稳定性	人工巡视 简易量测	每月1次	60	144	36
地表移动变形影响区域	D4	K1 矿体岩石移动范围内地面变形情况	人工巡视 简易量测	人工巡查每月4次。	120	288	72
	D5						
采矿平硐口	D6-D12	硐口坡体稳定性	人工巡视 简易量测	人工巡查每月4次。	360	864	216
探矿平硐口 T2	D13	硐口坡体稳定性	人工巡视 简易量测	人工巡查每月4次。	360	864	216
矿区东侧道路	D14	道路坡体稳定性	人工巡视 简易量测	人工巡查每月4次。	360	864	216
采矿工作面	S1	地下水	简易量测	涌水量观测 1次/天；地下水位 1次/月	120	288	72
	S2						
水草河	S4	地表水	取样分析	4次/年	40	96	24
	S5						
全矿区		地形地貌景观	人工巡查	每月1次	60	144	36
合计					1620	3888	972

表 5-27 _____年度矿山地质环境动态监测调查表

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

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

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原地表监测、土地损毁监测、复垦效果监测。依此来验证、完善沉陷预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。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，本项目区的管护时间定为 3a。

（二）措施和内容

1、监测措施和内容

本项目复垦监测对象为矿山南侧工业场地、PD1 新建道路、水箱、废石场、废石场新建道路、堆渣 D1、D2 及地表岩石移动影响范围。监测内容包括原地貌地表状况监测、土地损毁情况监测及复垦效果监测，其中复垦效果监测主要指复垦土地质量监测以及复垦植被监测。

1) 原地貌地表状况监测

（1）监测内容

①原始地形信息：由于开采导致地形地貌发生变化，为了更好地与原始地形进行对比，需要在建设前对原始地形进行监测。

②土地利用现状：要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行跟踪对比研究。主要是土地利用/覆盖数据。

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。

（2）监测频率

矿山南侧工业场地、PD1 新建道路、废石场、废石场新建道路、水箱、堆渣 D1、D2、地表岩石移动影响范围各设 1 个监测点，共设 8 个监测点。原地貌地表状况监测频率为 1 次。

2) 土地损毁监测

（1）监测内容

针对本项目建设的特点，土地损毁监测主要是对建设挖损、压占土地损毁和开采沉

陷的时间、面积、位置及程度进行监测。

(2) 监测人员及频率

项目配备监测人员 2 人，监测频率为 4 次/年。

(3) 监测期限

包括开采期 8.5 年、闭坑期 2.5 年，共 11 年。

3) 复垦效果监测

(1) 土壤质量监测

土壤质量监测内容包括地形坡度、有效土层厚度、土壤容重、酸碱度 (pH)、有机质含量、有效磷含量、全氮含量、土壤侵蚀模数等；监测频率为每年 4 次，土壤质量监测方案详见表 5-23。

(2) 复垦植被监测

复垦为林地的植被监测内容包括植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等；复垦为牧草地的植被监测内容包括植物生长势、高度、覆盖度、产草量等。监测方法为样方随机调查法，监测频次为每年 4 次，复垦植被监测方案详见表 5-28、5-29。

表 5-28 复垦土壤质量监测方案

监测内容	监测频次 (次/年)	监测点数量 (个)	样点持续监测时间 (年)
地面坡度	4	8	3
覆土厚度	4	8	3
pH	4	8	3
重金属含量	4	8	3
有效土层含量	4	8	3
土壤容重 (压实)	4	8	3
有机质	4	8	3
全氮	4	8	3
有效磷	4	8	3
土壤盐分含量	4	8	3
土壤侵蚀	4	8	3

表 5-29 植被恢复监测方案表

监测内容	监测频次 (次/年)	监测点数量 (个)	样点持续监测时间 (年)
成活率	4	8	3
郁闭度	4	8	3
单位面积蓄积量	4	8	3

2、管护措施和内容

1) 管护对象

本复垦方案管护对象为林地区。

2) 管护方法

本方案林草管护方法采用复垦后林草地专人看护的管护模式。

3) 管护时间

确定复垦区植被管护时间为3年，具体实施时，应在每年（或每个阶段）复垦工作结束后即时管护，不能将管护工作集中到整个复垦工程结束后进行。

4) 管护措施

(1) 抚育

②幼林抚育：包括补植、松土、除草、灌水、修枝和平茬。

复垦区有林地树种选择油松，每年夏季进行松土、除草，深度约10cm，前两年每年2~3次，需苗木扶正，适当培土，第三年抚育1~2次；植株抚育面积要逐年扩大。松土不可损伤植株和根系，松土深度宜浅，不超过10cm。当林木郁闭度达0.9以上，被压木占总株数的20-30%时，即可进行间伐。干旱严重，影响树木生长或导致死亡时，要及时浇水，每年1~2次。对于成活率低于85%的林地要进行苗木补植，同时要禁止放牧和人为破坏，做好病虫害防治工作。

复垦区有林地树种选择为油松，油松塔状的树形属性一般来说适当保证中心领导干的顶端优势较低为合适，一般都离不开去除冗枝、病虫枝、疏除生长方向不合适的旺长枝。

复垦区灌木林地树种选择为连翘，连翘苗木定植后，及时对主枝进行重短截，以促使其生发分枝，冬剪时，应将细弱枝及根蘖苗疏除，同时应在修剪口涂抹愈伤防腐膜，防病菌感染侵袭。

(2) 灌溉

在幼苗的保苗期和干旱、高温季节尤其重要，造林时应浇透定根水；造林后根据天气、土壤墒情、苗木生长发育状况等进行浇水。按照《陕西省造林技术规程》（DB61/T142—2003），成林以后，每年每公顷林、草地需浇水10次，每次浇水60m³，根据矿区将降水气候特征及植被生长现状，植被可自然生长，如遇干旱气候情况下，可利用矿坑排水、水草河、流水沟水灌溉。

应根据连翘生长特点需要合理浇水、追肥、中耕除草，一般在连翘开花前、幼果期、

果实膨大期喷洒菜果壮蒂灵增强花粉受精质量，提高循环坐果率，促进果实发育，使连翘连连丰收。

(3) 病虫害防治

病虫害防治以预防为主，针对不同植物易染病虫害种类，掌握病虫害发生规律，及时采取适宜的药物进行预防治疗，保持植被良好的生长状态。

油松常见害病为腐烂病，主要为害中心干及主枝下部皮层，应加强栽培管理，清洁果园，药剂防治，刮净病皮，涂抹 1~2 次杀菌剂，药剂可用 40%福美砷、退菌特、石硫合剂、843 康复剂、腐烂灵等。

连翘的常见病害为叶斑病，防治叶斑病一是要注意修剪，疏除冗杂枝和过密枝，使植株保持通风透光，二是要加强水肥管理，注意营养平衡，不可偏施氮肥。如有发生可喷施 75%百菌清可湿性颗粒 1200 倍液或 50%多菌灵可湿性颗粒 800 倍液进行防治，每 10 天一次，连续喷 3~4 次可有效控制住病情。

(4) 兽害防治

可在苗木基干部涂（刷）白，涂抹泥沙等材料进行防护；可对苗木进行预防性处理，施用防啃剂、趋避剂浸蘸根、茎等。

(5) 植被补种

在植被种植的前两个月内对缺苗的区域可以适当进行补种，保证复垦区域植被的成活率，管护期内每年的 4-6 月为苗木和草种的补种期，尽可能快速恢复地表植被，可以防止地面水土流失和滑坡等次生灾害的发生。

(三) 主要工程量

1、监测工程量

本方案设置 8 个监测点，配置监测人员 2 人。具体监测工程量详见表 5-30。

表 5-30 监测工程量表

监测内容	具体监测内容	监测位置	监测点数量	监测方法	监测频次	监测期限 a	总监测次数
原地貌 地表 状况	原始地形信息	复垦责任 范围	8	取样监测	1 次	—	8
	土地利用现状						
	土壤信息						
	居民点信息						
	耕地权属信息						

监测内容	具体监测内容	监测位置	监测点数量	监测方法	监测频次	监测期限 a	总监测 次数
土地损毁监测	土地损毁形式、位置、面积及程度	复垦责任范围	8	全站仪和GPS进行监测、定期巡查	4次/年	17	408
复垦效果监测	土壤质量监测	复垦区	8	取样监测	4次/年	3	96
	复垦植被监测		8	定期巡查	4次/年	3	96

管护措施主要是对复垦责任范围内复垦的林地进行管护，其管护措施工程量详见表5-31。

表 5-31 项目土地复垦管护措施工程量表

管护对象	管护面积 (hm ²)	管护方法	管护年限 (年)	管护次数
林地	30.09	浇水、喷药	3	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
		施肥		每年冬季应施一次有机肥，每年 5-6 月应追施一次复合肥
		平岔		每年冬季进行一次平岔处理
小计	30.09	—	—	—

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

二、阶段实施计划

一、总体工作部署

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

矿山基建期 0.5a，开采年限为 16.4a，考虑后关闭坑治理期 1.1a，植被管护期 3a，因此，矿山地质环境保护与土地复垦服务年限为 21a。可分为划分为近期（2019 年 6 月 20~2024 年 6 月 20）、中期（2024 年 6 月 20~2036 年 6 月 20）、远期（2036 年 6 月 20~2040 年 6 月 20）三个阶段进行。

（一）近期（2019 年 6 月 20~2024 年 6 月 20）

主要针对现有地质灾害点和损毁土地，结合未来 5 年采矿过程中可能出现的矿山地质环境问题及土地损毁情况，具体工作部署包括以下几方面内容：

1、矿山环境恢复治理

（1）地质灾害治理

对崩塌隐患 BT1、BT2、BT3 进行治理。

对矿区北侧工业场地、采矿平硐口可能引发的崩塌地质灾害隐患进行相应的地质灾害防治工程。

（2）岩石移动范围地面塌陷治理

对后期岩石移动范围内地面塌陷隐患治理时以监测和警示为主，结合人工巡查和植被自然恢复。

（3）矿山地质环境监测

开展矿区地表水和地下水水位、水质定时、定点监测，开采区地形地貌景观监测、采空区地表变形监测

2、土地复垦

（1）矿区北侧工业场地、废石场、PD1 新建道路表土剥离。

矿区北侧工业场地、废石场、PD1 新建道路使用前进行场地表土剥离，运至废石场内堆存。

(2) 配套工程

废石场配套工程包括拦渣墙及截排水沟。

(3) 对堆渣 D1、D2 进行复垦工程实施

(4) 监测与管护

对各复垦单元原始地表状况进行监测，对矿山建设、开采过程中土地损毁情况进行监测。

(二) 中期 (2024 年 6 月 20~2036 年 6 月 20)

1、矿山环境恢复治理

针对后期地下采矿活动造成岩石移动范围内的地面变形及废石场废石量增大对地形地貌景观和土地资源的破坏，该阶段要做好剩余矿山生产期和闭坑期间的地质环境保护与监测预警工作，并恢复地形地貌景观和土地资源，具体措施如下：

(1) 加强前期开采区范围内崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷等地质灾害隐患的地表变形监测，根据矿区实际情况，可以人工巡查为主进行监测；

(2) 在岩石移动范围内，针对地表可能出现塌陷坑及裂缝进行动态监测，发现裂缝后采取有效治理措施，充填地表裂缝；

(3) 完善矿山地质灾害与矿山环境监测网络，优化地质灾害预警预报体系，建立完善的监测网络、信息系统和预警体系。

2、土地复垦

对矿山开采过程中各土地复垦单元土地损毁情况进行监测。

(三) 远期 (2036 年 6 月 20~2040 年 6 月 20)

1、矿山地质环境治理

对矿区内发现的新的地质灾害点进行治理恢复工程；对废弃建筑设施拆除、硐口封堵工程；矿区地表水水质和地下水水位、水质定时、定点监测，开采区地形地貌景观监测、地表变形监测。完善矿山地质灾害与矿山环境监测网络，优化地质灾害预警预报体系，建立完善的监测网络、信息系统和预警体系。同时注意对前期已实施的治理工程进行养护。主要工程有建筑物拆除、硐口封堵。

2、土地复垦

对矿区内南侧工业场地、PD1 新建道路、废石场新建道路、水箱、废石场、地表岩石移动影响范围进行土地复垦、监测与管护。主要工程有场地平整、表土运输、表土覆土及植被重建工程；监测与管护工程主要包括土地损毁监测、复垦效果监测及林地管护。

矿山地质环境保护与土地工程实施总体规划见表 6-1。

三、近期年度工作安排

该方案的适用年限为5年，主要完成矿山现状地质灾害隐患的治理及各复垦单元表土剥离、配套工程实施。近期阶段实施的矿山地质环境治理与土地复垦工程分年度工作计划见表6-2。

阶段	地质环境恢复治理与土地复垦工程		主要工程量
近期 (第一阶段)	<p>矿山地质环境治理工程</p>	<p>1、崩塌隐患 BT1、BT2、BT3 治理工程； 2、矿区北侧工业场地坡体防护 3、采矿平硐口坡体防护工程 5、地表岩石移动影响范围防治工程 6、废石场拦挡工程 7、矿山地质环境监测点布置及矿山地质环境监测。</p>	<p>1、锚杆挂网喷砼：钢筋 21.89t，混凝土 806.4m³，锚杆 1290 根，泄水孔 2304m； 2、挡土墙：石方开挖 1870m³，石方外运 1870m³，土方回填 1360m³，M7.5 浆砌石挡墙 4464.20m³，水泥砂浆抹面 340 m²，反滤层 1530m³，PVC 管 181.33m，伸缩缝 297.61 m²； 3、截排水沟：石方开挖 800m³，石方外运 800m³，M7.5 截水沟 700m³； 4、石方清理 110 m³，石方外运 110 m³； 5、主动防护网：1600m²； 6、废弃硐口封堵：3.12 m³； 7、地表岩石移动影响范围预防工程：刺丝围栏 600m，警示牌 3 个； 8、地质环境监测 1620 次；</p>
	<p>土地复垦工程</p>	<p>1、矿区北侧工业场地、废石场、PD1 新建道路耕地拟建场地表土剥离； 2、废石场配套工程实施； 3、堆渣 D1、D2 复垦工程； 4、矿区南侧工业场地、PD1 新建道路耕、水箱、废石场新建道路、废石场、堆渣 D1、D2 原地表状况监测及土地损毁监测。</p>	<p>1、表土剥离 4380m³； 2、表土运输 1590m³； 3、表土堆存 0.09hm²； 4、拦渣墙：石方开挖 1750m³，石方外运 1750m³，土方回填 1225m³，M7.5 浆砌石挡墙 4595m³，PVC 管 186m，伸缩缝 306.37m²； 5、截排水沟：石方开挖 760m³，石方外运 760m³，M7.5 浆砌石截水沟 665m³； 6、场地平整：0.12 hm²； 7、表土覆土 360 m³； 8、灌木种植 401 株； 9、撒播草种 0.12 hm²； 10、清理工程：废渣清运 1200 m³； 11、原地表监测 8 次； 12、复垦质量监测 24 次； 13、管护 0.12 hm²；</p>

阶段	地质环境恢复治理与土地复垦工程		主要工程量
			14、土地损毁监测 120 次；
中期 (第二阶段)	矿山地质环境治理工程	以矿山地质环境监测为主。	地质环境监测 3888 点次。
	土地复垦工程	以土地损毁监测为主	土地损毁监测 288 次。
远期(第三 阶段)	矿山地质环境治理工程	1、废弃洞口封堵； 2、矿山地质环境监测。	1、废弃硐口封堵 28.13m ³ ； 2、地质环境监测 972 点次。
	土地复垦工程	1、矿区南侧工业场地土地复垦工程； 2、PD1 新建道路土地复垦工程； 3、废石场新建道路土地复垦工程； 4、水箱土地复垦工程； 5、废石场土地复垦工程； 6、清理工程 7、各复垦单元复垦效果监测与管护。	1、表土运输 1170m ³ ； 2、场地平整 2.00hm ² ； 3、表土覆土 6589.2m ³ ； 4、裂缝充填 648.35 m ³ ； 5、表土剥离 2899.21 m ³ ； 6、乔木种植 20500 株； 7、撒播草种 30.65hm ² ； 8、灌木种植 3115 株； 9、土壤培肥 0.68 hm ² ； 7、复垦质量监测 72 次； 8、林地管护 29.97hm ² ；

表 6-2 近期年度工作计划简表

年度	主要治理内容		主要工程量
2019年6月20-2020年6月20	矿山地质环境治理工程	1、BT1 治理工程 2、矿区北侧工业场地坡体防治治理。 3、PD6、PD7 硐口坡体防护工程 4、废弃硐口封堵 5、地质环境监测点布置及地质环境监测。	1、锚杆挂网喷砼：锚杆挂网喷砼：钢筋 21.89t，混凝土 806.4m ³ ，锚杆 1290 根，泄水孔 2304m； 2、挡土墙：石方开挖 1870m ³ ，石方外运 1870m ³ ，土方回填 1360m ³ ，M7.5 浆砌石挡墙 4464.20m ³ ，水泥砂浆抹面 340 m ² ，反滤层 1530m ³ ，PVC 管 181.33m，伸缩缝 297.61 m ² ； 3、截排水沟：石方开挖 800m ³ ，石方外运 800m ³ ，M7.5 截水沟 700m ³ ； 4、废弃硐口封堵 3.12 m ³ ； 5、矿山地质环境监测 324 点次。
	土地复垦工程	1、原地表状况监测。 2、矿区工业场地、新建道路废石场表土剥离。 3、堆渣 D1、D2 复垦工程实施 4、废石场配套工程实施。 5、堆渣清理 6、土地损毁监测。	1、原地表状况监测 7 次。 2、表土剥离 4380 m ³ 。 3、表土运输 1590m ³ 。 4、表土堆存 0.09 hm ² 。 5、场地平整 0.12 hm ² 。 6、表土覆土 360 m ³ 。 7、灌木种植 401 株。 8、撒播草种 0.12hm ² 。 9、堆渣清理 1200 m ³ ； 10、土地损毁监测 20 次； 11、复垦质量监测 8 次； 12、林地管护 0.12 hm ² 。
2020年6月20-2021年6月20	矿山地质环境治理工程	1、BT2 治理工程。 2、矿山地质环境监测。	1、石方清理 60 m ³ 。 2、石方外运 60m ³ 。 3、主动防护网 300m ² ； 5、矿山地质环境监测 324 点次。
	土地复垦工程	1、废石场配套工程实施 2、土地损毁监测	1、拦渣墙：拦渣墙：石方开挖 1750m ³ ，石方外运 1750m ³ ，土方回填 1225m ³ ，M7.5 浆砌石挡墙 4595m ³ ，PVC 管 186m，伸缩缝 306.37m ² ； 2、截排水沟：石方开挖 760m ³ ，石方外运 760m ³ ，M7.5 浆砌石

年度	主要治理内容		主要工程量
			截水沟 665m ³ ; 3、土地损毁监测 20 次。 4、复垦质量监测 8 次; 5、管护 0.12 hm ² 。
2021 年 6 月 20-2022 年 6 月 20	矿山地质环境治理工程	1、BT3 治理工程 2、PD2、PD3、PD4、PD5 硐口边坡防护工程 3、地表岩石移动影响范围防护工程 4、矿山地质环境监测	1、石方清理 50 m ³ 。 2、石方外运 50m ³ 。 3、主动防护网 1300m ² ; 4、刺丝围栏 600m 5、警示牌 10 块 6、矿山地质环境监测 324 点次。
	土地复垦工程	土地损毁监测	土地损毁监测 20 次。
2022 年 6 月 20-2023 年 6 月 20	矿山地质环境治理工程	矿山地质环境监测	矿山地质环境监测 324 点次。
	土地复垦工程	土地损毁监测	土地损毁监测 20 次。
2023 年 6 月 20-2024 年 6 月 20	矿山地质环境治理工程	矿山地质环境监测	矿山地质环境监测 324 点次。
	土地复垦工程	土地损毁监测	土地损毁监测 20 次。

第七章 经费估算与进度安排

一、矿山地质环境治理工程经费估算

(一) 估算依据

- 1、《陕西省水利水电工程概预算编制办法及费用标准》（2000年）；
- 2、《陕西省水利水电建筑工程预算定额》（2000年）；
- 3、《陕西省水利水电工程施工机械台班费定额》（1996年）；
- 4、《陕西省工程造价管理信息（2019年第一季度材料信息价）》；
- 5、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格【2007】670号）；
- 6、《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格【2002】1980号）；
- 7、《关于陕西省水利水电工程概预算编制办法及费用标准（2000版）调整意见的批复》陕发改项目[2009]821号文；
- 8、《工程勘察设计收费管理规定》的通知（计价格[2002]10号）；
- 9、根据《陕西省水利水电工程概预算编制办法及费用标准》（2000年）总则第五条规定，估算单价采用预算定额计算时乘以15.5%的扩大系数；
- 10、陕西省发改委关于《陕西省水利水电工程营业税改增值税计价依据调整办法》的批复（陕发改投资[2016]1303号文）。

- 11、《工程勘察设计收费标准》（中国物价出版社 2002年修订本）

(二) 矿山地质环境治理工程量

根据第五章矿山地质环境治理工程设计内容，矿山地质环境治理工程量主要包括崩塌隐患 BT1 治理工程、崩塌隐患 BT2 治理工程、崩塌隐患 BT3 治理工程、矿山北侧工业场地坡体防护工程、矿山采矿平硐口防护工程、堆渣清理工程、地下采矿引发地面塌陷和地面裂缝防治工程及采矿结束后地面建筑、道路拆除、清理工程，工程量主要见下表。

表 7-1 矿山地质环境治理工程量表、

治理阶段	治理内容	工程或费用名称	单位	工程量
近期	崩塌隐患 BT1 治理工程	锚杆挂网喷砼		
		钢筋	t	9.73
		混凝土	m ³	358.40
		锚杆	根	561.00

		泄水孔	m	1024.00
		护面墙		
		石方开挖	m ³	440.00
		石方外运	m ³	440.00
		土方回填	m ³	320.00
		M7.5 挡墙	m ³	1050.40
		水泥砂浆抹面	m ²	80.00
		反滤层	m ³	360.00
		PVC 管	m	42.67
		伸缩缝	m ²	70.03
		截排水沟		
		M7.5 截水沟	m ³	420.00
		石方开挖	m ³	480.00
		石方外运	m ³	480.00
	崩塌隐患 BT2 治理工程	石方清理	m ³	60
		石方外运	m ³	60
		主动防护网	m ²	300
	崩塌隐患 BT3 治理工程	石方清理	m ³	50
		石方外运	m ³	50
		主动防护网	m ²	400
	矿山北侧工业场地边坡防护工程	挡土墙		
		石方开挖	m ³	1430.00
		石方外运	m ³	1430.00
		土方回填	m ³	1040.00
		M7.5 挡墙	m ³	3413.80
		水泥砂浆抹面	m ²	260.00
		反滤层	m ³	1170.00
		PVC 管	m	138.67
		伸缩缝	m ²	227.59
		截排水沟		
		M7.5 截水沟	m ³	280.00
		石方开挖	m ³	320.00
		石方外运	m ³	320.00
	PD6、PD7 硐口防护工程	锚杆挂网喷砼		

		钢筋	t	12.16
		混凝土	m ³	448.00
		锚杆	根	729.00
		泄水孔	m	1280.00
	PD2、PD3、PD4、PD5 硐口防护工程	主动防护网	m ²	900.00
	堆渣清理工程	废渣清运	m ³	1200
	废弃硐口封堵工程	T2 封堵	m ³	3.12
	地下采矿引发地面塌陷和地面裂缝防治工程量	刺丝围栏	m	600.00
		警示牌	个	3.00
	矿山地质环境监测	地质环境监测	点次	1440
水位监测		点次	120	
水质监测		点次	60	
中期	矿山地质环境监测	地质环境监测	点次	3456
		水位监测	点次	288
		水质监测	点次	144
远期	废弃硐口封堵工程	废弃硐口封堵	m ³	28.13
	矿山地质环境监测	地质环境监测	点次	864
		水位监测	点次	72
		水质监测	点次	36

(三) 矿山地质环境治理工程经费估算结果

根据上述矿山地质环境治理工程量、单价和其他费用标准，计算水草坪钒矿方案总服务期矿山地质环境保护与恢复治理工程估算总投资为 686.15 万元，其中建筑工程 490.15 万元，临时工程费为 14.70 万元，独立费用工程 118.92 万元，预备费 62.38 万元。（见表 7-2，详见估算书）。

适用期矿山地质环境保护与恢复治理工程估算总投资为 633.81 万元，中远期投资 52.34 万元。

水草坪钒矿采用地下开采方式，分段空场法采矿。根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿山开采地质环境影响系数为 1.0。

表 7-2 矿山地质环境治理工程投资总估算表

单位：万元

编号	工程或费用名称	建安工程费	设备购置费	费用	合计	占一至五部分投资
1	建筑工程	490.15			490.15	78.58
2	机电设备及安装					

3	金属结构设备及安装					
4	临时工程	14.7			14.7	2.36
4.1	其他临时工程	14.7			14.7	2.36
5	费用			118.92	118.92	19.06
5.1	建设管理费			34.07	34.07	5.46
5.2	生产准备费					
5.3	科研勘察设计费			27.76	27.76	4.45
5.4	建设及施工场地征用费					
5.5	其他			0.46	0.46	0.07
5.6	矿山地质环境监测费			56.63	56.63	9.08
	基本费用(一至五部分合计)	504.85		118.92	623.77	100
6	预备费				62.38	10
6.1	基本预备费				62.38	10
6.2	价差预备费					
7	建设期还贷利息					
8	静态总投资	504.85		118.92	686.15	110
9	总投资	504.85		118.92	686.15	110

二、土地复垦工程经费估算

(一) 估算依据

- 1、《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）；
- 2、财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算定额标准》（2011）；
- 3、财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（2011）；
- 4、《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19号）；
- 5、《土地复垦方案编制规程-通则》（TD/T1031.1-2011）；
- 6、主要材料原价按2019年第1季度实际调查的市场价确定。

(二) 矿山土地复垦工程量

根据第五章矿山土地复垦工程设计内容,矿山土地复垦主要包括南侧工业场地、PD1新建道路、废石场新建道路、水箱、废石场、堆渣 D1、D2、地表岩石移动影响范围林地及地表岩石移动影响范围耕地土地复垦工程。

表 7-3 矿山土地复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量
----	------	----	-----

表土剥离工程			
一	土壤重构工程		
1	表土剥离	m ³	4380.00
2	表土运输	m ³	1590.00
3	表土堆存	hm ²	0.09
清理工程			
1	清理堆渣	m ³	1200
2	废弃建筑物拆除	m ³	1000
3	道路表层拆除	m ³	560
废石场土地复垦工程（配套工程）			
一	配套工程		
1	拦渣墙		
	石方开挖	m ³	1750.00
	石方外运	m ³	1750.00
	土方回填	m ³	1225.00
	M7.5 浆砌石	m ³	4595.50
	PVC 管	m	186.67
	伸缩缝	m ²	306.37
2	截排水沟		
	M7.5 截水沟	m ³	665.00
	石方开挖	m ³	760.00
	石方外运	m ³	760.00
堆渣 D1 土地复垦工程			
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.03
2	表土覆土	m ³	90.00
二	植被重建工程		
1	灌木种植	株	100.00
2	撒播草种	hm ²	0.03
三	监测与管护		
1	监测		
	原地貌地表状况监测	点次	1
	复垦质量监测	点次	12
2	管护	hm ²	0.03

堆渣 D2 土地复垦工程			
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.09
2	表土覆土	m ³	270.00
二	植被重建工程		
1	灌木种植	株	301.00
2	撒播草种	hm ²	0.09
三	监测与管护		
1	监测		
	原地貌地表状况监测	点次	1
	复垦质量监测	点次	12
2	管护	hm ²	0.09
南侧工业场地土地复垦工程			
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.09
2	表土运输	m ³	270.00
3	表土覆土	m ³	270.00
二	植被重建工程		
1	乔木种植	株	301.00
2	撒播草种	hm ²	0.09
三	监测与管护		
1	监测		
	原地貌地表状况监测	点次	1
	土地损毁监测	点次	68
	复垦质量监测	点次	12
2	管护	hm ²	0.09
PD1 新建道路土地复垦工程			
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.20
2	表土运输	m ³	600.00
3	表土覆土	m ³	600.00
二	植被重建工程		
1	乔木种植	株	670.00
2	撒播草种	hm ²	0.20

三	监测与管护		
1	监测		
	原地貌地表状况监测	点次	1
	土地损毁监测	点次	68
	复垦质量监测	点次	12
2	管护	hm ²	0.20
废石场道路土地复垦工程			
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.07
2	表土运输	m ³	210.00
3	表土覆土	m ³	210.00
二	植被重建工程		
1	乔木种植	株	234.00
2	撒播草种	hm ²	0.07
三	监测与管护		
1	监测		
	原地貌地表状况监测	点次	1
	土地损毁监测	点次	68
	复垦质量监测	点次	12
2	管护	hm ²	0.07
水箱土地复垦工程			
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.03
2	表土运输	m ³	90.00
3	表土覆土	m ³	90.00
二	植被重建工程		
1	乔木种植	株	100.00
2	撒播草种	hm ²	0.03
三	监测与管护		
1	监测		
	原地貌地表状况监测	点次	1
	土地损毁监测	点次	68
	复垦质量监测	点次	12
2	管护	hm ²	0.03

废石场土地复垦工程			
一	土壤重构工程		
1	场地平整	hm ²	0.93
2	表土覆土	m ³	2790.00
二	植被重建工程		
1	灌木种植	株	3115.00
2	撒播草种	hm ²	0.93
三	监测与管护		
1	监测		
	原地貌地表状况监测	点次	1
	土地损毁监测	点次	68
	复垦质量监测	点次	12
2	管护	hm ²	0.93
地表岩石移动影响范围林地复垦工程			
一	土壤重构工程		
1	裂缝充填	hm ²	648.35
2	表土剥离	m ³	859.21
3	表土覆土	m ³	859.21
二	植被重建工程		
1	乔木种植	株	19195.50
2	撒播草种	hm ²	28.65
三	监测与管护		
1	监测		
	原地貌地表状况监测	点次	1
	土地损毁监测	点次	34
	复垦质量监测	点次	6
2	管护	hm ²	28.65
地表岩石移动影响范围耕地复垦工程			
一	土壤重构工程		
1	表土剥离	m ³	2040
2	场地平整	hm ²	0.68
4	表土覆土	m ³	2040
5	土壤培肥	hm ²	0.68
二	监测与管护		

1	监测		
	原地貌地表状况监测	点次	1
	土地损毁监测	点次	34
	复垦质量监测	点次	6

(三) 矿山土地复垦工程经费估算结果

本项目根据土地复垦总工程量，测算复垦静态、动态总投资额。本项目复垦静态投资总额 760.12 万元，其中工程施工费 527.23 万元；其他费用 81.29 万元；监测与管护费 90.76 万元，基本预备费 60.85 万元。复垦土地总面积为 30.77hm²，复垦土地亩均静态投资为 16469 元/亩。土地复垦投资估算总表见 7-4。

表 7-4 土地复垦投资估算总表

序号	费用名称	费用（万元）	占静态投资总额比例（%）
一	工程施工费	527.23	69.361
二	设备费	0.00	0.000
三	其他费用	81.29	10.694
四	监测与管护费	90.76	11.940
(一)	复垦检测费	25.78	3.392
(二)	管护费	64.97	8.548
五	预备费	617.16	
(一)	基本预备费	60.85	8.005
(三)	风险金		0.000
六	静态总投资	760.12	100.000
八	静态亩均投资（元）	16469	--
九	动态亩均投资（元）	28522	--

表 7-5 水草坪钒矿土地复垦年度投资估算表

序号	年份	工程施工费 (万元)	其他费用 (万元)	监测管护费		基本预备 费(元)	风险金 (元)	静态投资(万 元)	价差预备费 (万元)	复垦阶 段	静态阶段投资 (万元)
				监测费(万元)	管护费(元)						
1	2019年	12.63	81.29	1.12	0.02	60.85	0.00	155.91	0.00	近期复 垦阶段	525.65
2	2020年	363.48	0.00	1.59	0.09	0.00	0.00	365.32	25.57		
3	2021年	0.00	0.00	1.59	0.09	0.00	0.00	1.68	0.24		
4	2022年	0.00	0.00	1.43	0.04	0.00	0.00	1.48	0.33		
5	2023年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	0.40		
6	2024年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	0.51	中期复 垦阶段	15.26
7	2025年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	0.64		
8	2026年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	0.77		
9	2027年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	0.91		
10	2028年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	1.07		
11	2029年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	1.23		
12	2030年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	1.41		
13	2031年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	1.59		
14	2032年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	1.79		
15	2033年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	2.01		
16	2034年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	2.24	远期复 垦阶段	219.21
17	2035年	0.00	0.00	1.27	0.00	0.00	0.00	1.27	2.48		
18	2036年	150.96	0.00	0.64	0.00	0.00	0.00	151.59	327.26		
19	2037年	0.00	0.00	0.48	10.79	0.00	0.00	11.27	26.82		
20	2038年	0.00	0.00	0.96	21.58	0.00	0.00	22.54	58.97		
21	2039年	0.00	0.00	0.96	21.58	0.00	0.00	22.54	64.68		
22	2040年	0.00	0.00	0.48	10.79	0.00	0.00	11.27	35.39		
合计		527.23	81.29	25.78	64.97	60.85	0.00	760.12	556.31		760.12

三、总费用汇总与年度安排

(一) 总费用构成与汇总

本《方案》矿山地质环境治理及土地复垦费用静态总投资 1446.27 万元，按照可采资源储量矿石量 442.12 万吨计算，投资经费折合吨矿石价格为 3.27 元，其中：

1、矿山地质环境保护与恢复治理工程估算总投资为 686.15 万元，方案适用期矿山地质环境保护与恢复治理工程估算总投资为 633.81 万元。

2、本项目复垦静态投资总额 760.12 万元，方案适用期复垦静态总投资 525.65 万元。复垦土地总面积为 30.77hm²，复垦土地亩均静态投资为 16469 元/亩。

(二) 近期年度经费安排

近期矿山地质环境治理与土地复垦工作安排及经费安排见表 7-9。

7-9 近期矿山地质环境保护与土地复垦工作安排及投资计划表

实施年度	工作任务		主要工作措施及工程量	工程静态投资 (万元)	
				分项	合计
2019年6月20-2020年6月20	矿山地质环境治理工程	1、BT1 治理工程 2、矿区北侧工业场地坡体防治治理。 3、PD6、PD7 硐口坡体防护工程 4、废弃硐口封堵 5、地质环境监测点布置及地质环境监测。	1、锚杆挂网喷砼：锚杆挂网喷砼：钢筋 21.89t，混凝土 806.4m ³ ，锚杆 1290 根，泄水孔 2304m； 2、挡土墙：石方开挖 1870m ³ ，石方外运 1870m ³ ，土方回填 1360m ³ ，M7.5 浆砌石挡墙 4464.20m ³ ，水泥砂浆抹面 340 m ² ，反滤层 1530m ³ ，PVC 管 181.33m，伸缩缝 297.61 m ² ； 3、截排水沟：石方开挖 800m ³ ，石方外运 800m ³ ，M7.5 截水沟 700m ³ ； 4、废弃硐口封堵 3.12 m ³ ； 5、矿山地质环境监测 324 点次。	532.80	688.70
	土地复垦工程	1、原地表状况监测。 2、矿区工业场地、新建道路废石场表土剥离。 3、堆渣 D1、D2 复垦工程实施 4、废石场配套工程实施。 5、堆渣清理 6、土地损毁监测。	1、原地表状况监测 7 次。 2、表土剥离 4380 m ³ 。 3、表土运输 1590m ³ 。 4、表土堆存 0.09 hm ² 。 5、场地平整 0.12 hm ² 。 6、表土覆土 360 m ³ 。 7、灌木种植 401 株。 8、撒播草种 0.12hm ² 。 9、堆渣清理 1200 m ³ ； 10、土地损毁监测 20 次； 11、复垦质量监测 8 次； 12、林地管护 0.12 hm ² 。	155.90	
2020年6月20-2021年6月20	矿山地质环境治理工程	1、BT2 治理工程。 2、矿山地质环境监测。	1、石方清理 60 m ³ 。 2、石方外运 60m ³ 。 3、主动防护网 300m ² ； 5、矿山地质环境监测 324 点次。	18.21	383.53

实施年度	工作任务		主要工作措施及工程量	工程静态投资 (万元)	
				分项	合计
	土地复垦工程	1、废石场配套工程实施 2、土地损毁监测	1、拦渣墙：拦渣墙：石方开挖 1750m ³ ，石方外运 1750m ³ ，土方回填 1225m ³ ，M7.5 浆砌石挡墙 4595m ³ ，PVC 管 186m，伸缩缝 306.37m ² ； 2、截排水沟：石方开挖 760m ³ ，石方外运 760m ³ ，M7.5 浆砌石截水沟 665m ³ ； 3、土地损毁监测 20 次。 4、复垦质量监测 8 次； 5、管护 0.12 hm ² 。	365.32	
2021 年 6 月 20-2022 年 6 月 20	矿山地质环境治理工程	1、BT3 治理工程 2、PD2、PD3、PD4、PD5 硐口边坡防护工程 3、地表岩石移动影响范围防护工程 4、矿山地质环境监测	1、石方清理 50 m ³ 。 2、石方外运 50m ³ 。 3、主动防护网 1300m ² ； 4、刺丝围栏 600m 5、警示牌 10 块 6、矿山地质环境监测 324 点次。	76.36	78.04
	土地复垦工程	土地损毁监测	土地损毁监测 20 次。	1.68	
2022 年 6 月 20-2023 年 6 月 20	矿山地质环境治理工程	矿山地质环境监测	矿山地质环境监测 324 点次。	3.22	4.70
	土地复垦工程	土地损毁监测	土地损毁监测 20 次。	1.48	
2023 年 6 月 20-2024 年 6 月 20	矿山地质环境治理工程	矿山地质环境监测	矿山地质环境监测 324 点次。	3.22	4.49
	土地复垦工程	土地损毁监测	土地损毁监测 20 次。	1.27	
合 计				1159.46	1159.46

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

- 1、矿山企业把矿山地质环境保护和恢复治理工作列为矿山管理工作的重点。
- 2、矿山企业确定矿山环境保护工作行政领导机构，矿山环境保护工作行政领导机构要求是企业内独立的、行政管理能力强的机构，对矿山环境保护工作行使行政权利。
- 3、加强职能部门的管理，根据各职能部门的工作内容，按照矿山环境保护与恢复治理要求，明确各职能部门在矿山生产过程中的职责和工作指标。
- 4、根据实际需要，设立主管矿山环境保护工作的职能部门，对矿山环境保护与治理工作进行宣传，对员工进行培训、教育，负责具体创建措施的落实工作。
- 5、坚持“以人为本”的管理理念，在创建管理工作中突出人的要素，通过对矿山企业人的管理来建设好绿色矿山，走出矿山开发与生态环境保护的新路子。

二、技术保障

- 1、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；
- 2、配备性能良好的交通运输工具、通讯工具、测量仪器及其他生产设备，分析测试任务由具有相关资质的实验室承担，图件制作采用先进的数字化处理系统及机助成图系统，确保工程质量；
- 3、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导，不断改进复垦方法、提高复垦技术水平；
- 4、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；
- 5、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；
- 6、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；
- 7、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

为了保证本方案的顺利实施，还必须加强对资金的管理。

根据“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁受益谁出资”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦的资金筹措方式为矿山企业自筹。矿山企业应在银行设立对公专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金科目，反映基金的提取与使用情况。

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

主管部门应对土地复垦专项资金进行监督，严格按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》定期对复垦资金进行检查验收，确保每笔资金落到实处，真正用在矿山地质环境恢复与土地复垦工程上。杜绝滥用、挪用专项资金，并追究当事人及责任人的责任。

土地复垦资金严格按照专款专用、单独核算的方法进行管理，按照规定的开支范围支出，实行专管，严格财务制度，规范财务手续，注明每一笔款项的使用情况。资金拨付由施工单位按照工程进度提出申请，经主管部门审查签字后，报财务审批，在拨付资金之前，必须对上期资金使用情况验收，合格后资金才予以拨付。方案计提表见表8-1。

表 8-1 陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿提取基金一览表

按月提取基金	月销售(吨)	销售价(元/吨)	矿种系数	开采系数	地区系数	月提取基金(万元)	占销售收入	元/吨
	2500	150	1.5%	1.0	1.2	0.68	1.8%	2.7

计提基金(2.7元/吨)低于本方案估算费用(3.27元/吨)，企业应在治理时按照实际投资补齐，本矿山地质环境保护与土地复垦经费估算较为合理。根据矿山地质环境保护与土地复垦工程阶段实施计划，按照工程的轻重缓急，对本项目的经费进行分配。

四、监管保障

1、落实阶段治理与复垦费用，严格按照方案的年度工程实施计划安排，分阶段有步骤的安排矿山地质环境治理恢复基金的预算支出，定期向项目所在地县级以上国土资源主管部门报告当年治理复垦情况，接受县级以上国土资源主管部对工程实施情况的监督检查，接受社会监督。

2、加强对未利用土地的管理，严格执行《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

3、土地复垦前，国土资源管理部门组织进行项目区内土地权属调查确认和登记，土地

复垦后再进行土地权属调整和分配，确保土地复垦工作的顺利进行。按照方案确定的年度进度安排逐地块、逐区域落实，对土地开发复垦实行统一管理。

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

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

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

五、效益分析

1、环境效益

(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，保护土地，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。

(4) 通过矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施，原有地质灾害隐患得到治理，矿区林地得到恢复，保证矿区生态协调性。

2、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地质灾害对人民生命财产的威胁，达到防灾减灾的目的；另一方面随着对矿山地质环境保护与恢复治理，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地质灾害对人民生命财产的威胁，这对当地实施防灾减灾工作有一定的推动作用。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

(5) 本工程土地复垦项目实施后，通过恢复林草植被面积，对改善项目区建设影响范围及周边地区的土地利用结构起到良好的促进作用，从而促进当地林、牧业协调发展。综合可见，本复垦项目对当地社会发展会有较大的促进作用，具有较好的社会可行性。

3、经济效益

矿山地质环境保护与土地复垦方案切实预防和减少地质灾害对人民生命财产的损失，同时具有一定的经济效益。具体表现在以下方面：

(1) 水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦的实施，需要人力、物力，一定程度上可以增加部分当地居民就业，增加当地农民收入。

(2) 水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦的实施，可减少地质灾害对人民生命财产的威胁，也就减少了损失。

(3) 土地复垦工程的经济效益体现在直接经济效益以及间接经济效益两个方面。其中，直接经济效益是指通过土地复垦工程对土地的再利用带来的农业产值，通过土地复垦工程的实施，复垦耕地面积为 0.68hm²，参考当地经济作物的产值，耕地效益按照每年 1000 元/亩计算，复垦土地每年可产生经济效益 1.2 万元，通过矿山土地复垦方案的实施，矿山总计复垦林地 30.09 hm²，其中有林地 29.04 hm²，灌木林地 1.05hm²，较复垦前均有所增加，其中灌木林地选择的灌木树种为连翘，共种植连翘 3516 株，可作

为经济作物，为当地村民增加收入。间接经济效益是通过土地复垦工程实施而减少的对环境破坏。

六、公众参与

本着“贯穿项目始终，多方参与”的原则，要求矿山地质环境保护与土地复垦工程在方案调研、编制、实施及验收阶段均要广泛的征求相关政府、工程技术人员及项目土地权属区公众意见，确保项目实施的公开、公正，技术合理，公众满意，效果明显。

1、项目编制前期公众参与

(1) 做好公众参与的宣传和动员工作

为了广泛征询群众意见，项目编制单位在对矿山资料收集、现场调查的基础上，整理了矿山存在的环境问题，及其对当地民众的生产生活的影响及伤害，有针对性的和矿业权人、当地政府、村委会成员进行沟通，动员广大群众积极参与。

(2) 公众意见征询

本次公众意见征询采用走访、集体座谈会的形式开展。主要有以下几项：

①征询王阎镇国土所、商洛市国土局相关管理人员的意见，认真听取了国土部门对矿区地质环境保护与土地复垦提出的要求及建议，包括：第一，土地复垦尽量不要造成新的土地损毁；第二，损毁的土地要得到切实的复垦，复垦工程种植的植被要完全符合当地的生态环境等；第三，复垦设计要通过政府部门审批。

②征询王阎镇政府及环境保护部门的意见，了解了废石场复垦后对环境改善要求的最低限度，要求矿山环境保护与土地复垦的同时不要造成新的生态环境破坏问题等。

③由矿山企业、吕家坪、夏家坪、龙泉村村村委会组织当地群众，召开了座谈会，详细介绍钒矿开发利用土地复垦项目的基本情况、工程规模、对当地可能带来的有利和不利影响等，广泛征询群众对矿山地质环境的影响的意见和看法，同时发放公众参与调查表。

“公众参与调查表”是方案编制单位根据《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿产资源开发利用方案》，结合项目土地复垦的要求，编制了《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表》，以全面了解矿区公众对地质环境与土地复垦的详细意见，土地复垦方案公众参与调查表样式见表 8-1。

(3) 调查结果及统计分析

在调查过程中，共发放《陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表》20份，收回20份，回收率达到100%。

调查结果分析：

①认为矿山所在地现阶段环境较好的为 11 人，占 55%；认为矿山所在地现阶段环境良好的为 9 人，占 45%。

②认为矿山建设产生地质灾害的为 0 人，占 0%；认为矿山建设对当地环境造成水污染的为 0 人，占 0%；认为矿山建设对当地造成土地污染的为 0 人，占 0%；认为矿山建设造成当地生态损毁的为 13 人，占 65%；认为矿山建设没有产生环境问题的为 7 人，占 35%。

③矿山开采运营期间，觉得土地损毁对生活产生影响的有 14 人，占 70%，认为施工扬尘对生产产生影响的有 3 人，占 15%，认为增加工作机会有 3 人，占 15%。

④认为矿山开采运营期间，农田耕种林业栽植对生活有影响的为 13 人，占 65%；林业栽植受影响的为 2 人，占 10%；居住环境方面对生活有影响的为 5 人，占 25%。

⑤对于采矿带来的土地资源减少，17 人认为采取复垦造地的措施缓解，占 85%；3 人认为采取企业赔偿的措施缓解，占 15%。

⑥认为矿山的建设及开发对区域生态环境有影响，影响较大的为 2 人，占 10%；有影响，影响较小的为 15 人，占 75%；无影响的为 3 人，占 15%。

⑦认为土地压占或损毁后逐年赔偿损失的为 5 人，占 25%，一次性赔偿损失的为 2 人，占 10%，复垦并补偿的为 13 人，占 65%。

⑧在复垦资金有保障的情况下，认为由农民自己负责复垦的为 3 人，占 15%；由建设单位负责复垦的为 17 人，占 85%。

⑨对该土地复垦项目坚决支持的为 17 人，占 85%，有条件赞成的为 3 人，占 15%。

⑩认为损毁土地由损毁单位租用，复垦达标后返还原土地所有人的为 2 人，占 10%，以上 3 种方式均可以接受的为 8 人，占 40%，由损毁单位出资，聘请专业复垦公司复垦，出资单位与土地部门共同验收的为 10 人，占 50%

从调查情况可以看出：

(1) 公众参与调查表回收率达到 100%，表明评价区域公众对项目非常关心，公众环境保护意识很强。

(2) 公众支持项目建设，项目建设的必要性、迫切性和意义得到公众的普遍认可，支持率较高。

(3) 项目建设得到周边公众的普遍关心，关心的问题涉及了该项目建设可能带来的不利影响的主要方面，也是该项目建设过程中设计、施工以及环境保护中的核心问题。

(4) 获得公众意见和建议

在公众调查中，公众对本项目的期望值很高，希望项目建设的同时，保护好当地环境。主要内容有：

- 1) 对损毁了的土地要补偿，并复垦到原来状态；
- 2) 损毁单位出资，聘请专业复垦公司复垦，出资单位与土地部门共同验收；
- 3) 被调查人员基本都赞成该土地复垦项目建设；
- 4) 对选冶排弃尾矿进行处理，要求尾矿库覆土绿化；
- 5) 在复垦资金有保障的情况下，由土地部门复垦更好。

表 8-1 陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表

姓 名		性别	男 <input type="checkbox"/> 女 <input type="checkbox"/>	民族		年龄	
家庭住址					联系方式		
文化程度	小学 <input type="checkbox"/> 初中 <input type="checkbox"/> 高中 <input type="checkbox"/> 中专 <input type="checkbox"/> 大学 <input type="checkbox"/> 硕士以上 <input type="checkbox"/>						
职 业	农民 <input type="checkbox"/> 工人 <input type="checkbox"/> 职员 <input type="checkbox"/> 干部 <input type="checkbox"/> 教师 <input type="checkbox"/> 学生 <input type="checkbox"/> 科技人员 <input type="checkbox"/>						
<p>1 目前您认为项目区环境质量如何？</p> <p><input type="checkbox"/> 环境质量良好 <input type="checkbox"/> 环境质量较好 <input type="checkbox"/> 环境质量一般 <input type="checkbox"/> 环境质量较差</p> <p>2 矿山开采后，您认为区域存在的主要环境问题：</p> <p><input type="checkbox"/> 地质灾害 <input type="checkbox"/> 水污染 <input type="checkbox"/> 土地污染 <input type="checkbox"/> 生态损毁 <input type="checkbox"/> 无环境问题</p> <p>3 矿山开采运营期间，您觉得下列哪些问题对您的生活有影响：</p> <p><input type="checkbox"/> 土地损毁 <input type="checkbox"/> 施工扬尘 <input type="checkbox"/> 施工废水 <input type="checkbox"/> 施工期的安全问题 <input type="checkbox"/> 施工车辆造成现有道路拥挤 <input type="checkbox"/> 增加工作机会 <input type="checkbox"/> 其它</p> <p>4 土地损毁后，您认为下列哪些方面对您的生活有影响：</p> <p><input type="checkbox"/> 农田耕种 <input type="checkbox"/> 林业栽植 <input type="checkbox"/> 安全方面 <input type="checkbox"/> 居住环境方面</p> <p>5 对于采矿带来的土地资源减少，您希望采取以下哪种措施予以缓解：</p> <p><input type="checkbox"/> 复垦造地 <input type="checkbox"/> 企业赔偿 <input type="checkbox"/> 政府补偿 <input type="checkbox"/> 其它</p> <p>6 矿山的建设及开发是否对区域生态环境造成影响：</p> <p><input type="checkbox"/> 有影响，影响较大 <input type="checkbox"/> 有影响，影响较小 <input type="checkbox"/> 无影响</p> <p>7 您认为土地压占或损毁后应如何处理？ <input type="checkbox"/> 逐年赔偿损失 <input type="checkbox"/> 一次性赔偿损失 <input type="checkbox"/> 复垦并补偿 <input type="checkbox"/> 补偿并安置生产</p> <p>8 您认为在复垦资金有保障的情况下，由谁负责进行复垦更好？ <input type="checkbox"/> 农民自己 <input type="checkbox"/> 土地部门 <input type="checkbox"/> 建设单位</p> <p>9 您对该项目土地复垦持何种态度：</p> <p><input type="checkbox"/> 坚决支持 <input type="checkbox"/> 有条件赞成 <input type="checkbox"/> 无所谓 <input type="checkbox"/> 反对</p> <p>10 您认为何种复垦方式可行？</p> <p>(1) 损毁土地由损毁单位租用，复垦达标后返还原土地所有人； <input type="checkbox"/></p> <p>(2) 损毁单位出资，农民复垦，出资单位与土地部门共同验收； <input type="checkbox"/></p> <p>(3) 损毁单位出资，聘请专业复垦公司复垦，出资单位与土地部门共同验收； <input type="checkbox"/></p> <p>(4) 以上三种方式，根据实际情况均可以接受。 <input type="checkbox"/></p> <p>11 您对该项目土地复垦有何建议和要求：</p>							

调查人：

联系方式：

调查时间：

2、项目实施阶段公众参与建议

(1) 公众参与方式

项目实施过程中公众的参与是至关重要的，项目建设单位应组织当地人员进行土地复垦的施工。施工期间可能会出现一些表土剥离与保护问题、灌排设施布设问题等，因此采用公众进入监理小组方式进行公众参与活动，主要是通过组织当地环境部门、林业部门、国土部门和当地农民代表组成施工监理小组。通过自愿参加的方式组织村民、村集体代表等组成公众代表小组，参与到具体的实施过程中，以更好的监督复垦工作能按方案执行，维护公众利益。

另外，在方案实施过程中，每年进行一次公众调查，调查对象包括项目区村民、村集体和政府相关部门工作人员，主要是对损毁土地情况、复垦进度、复垦措施落实、资金落实情况进行调查。对已完成的土地复垦工作，通过村民满意度调查进行评估，对出现的问题及时处理，将合理的建议引入下一步复垦工作中。

1) 按季度公告工程进度和工程内容

施工人员按季度向公众公告工程的进度和工程的内容，并且公告期限不能少于 10 日，保证监理小组人员和广大群众能够及时了解施工进度情况和工程内容，为定期现场监督检查做准备。

2) 对公众意见的采纳结果及时公告

监理小组定期对土地复垦工程进行检查，对比土地复垦报告，看是否按照报告中的复垦标准进行施工，并对不符合当地的复垦措施提出改正意见。公众向监理方和业主反映工程中的意见及采纳情况也应及时公告。

(2) 公众参与的意义

采用各部门代表专家和当地农民监督方式符合土地复垦施工期间公众参与调查的实际，土地复垦施工期间能够切实做到实事求是的施工工艺和施工方法；组织当地人员进行土地复垦施工，增加了当地农民的收入；环境部门的监督解决了施工期间造成的环境问题，实施具体的、行之有效的举措，强调环保达标、环保负责的理念，提高了施工的环境质量；国土部门和当地农民代表的参与对施工期间的非法占地具有有效的抑制作用；通过当地农民对复垦区域的了解情况和当地植被的生长种植情况的熟悉以及当地林业部门专家的现场指导，对植被的种植方式起到很大的指导意义。

因此在施工期间进行公众参与是非常重要的。

3、项目竣工验收阶段公众参与建议

项目竣工验收阶段公众的参与方式主要是组织当地国土部门、环境部门、林业部门、农业部门和当地农民组成验收小组，将公众参与机制引入生产项目竣工验收工作中。并且提高土地复垦建设单位委托的建设施工人员在土地复垦项目中的参与积极性。

1) 公众参与验收小组

在验收过程农民代表与验收小组一同查看现场、了解钒矿生产工艺及损毁土地复垦措施落实情况，听取项目建设单位关于项目土地复垦情况及复垦标准要求介绍和县国土部门关于该项目验收监测结果报告，同时提出自己的意见和建议。

2) 施工信息向公众公开

对于完工的工程建设单位、承担工程项目和投入资金均向公众公开。复垦工程施工期间，按照分组分区复垦，对各复垦区承担施工任务的单位、复垦的工程项目和复垦资金进行公开，这样广大公众可以对各复垦区土地复

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

水草坪钒矿为地下开采的大型矿山,设计生产能力为 $30 \times 10^4 \text{t/a}$,评估区为较重要区,地质环境条件复杂,评估级别为一级。

2、现状评估

(1) 现状评估

据本次现场调查,矿山尚未进行基础建设及开采活动,前期仅进行探矿活动,矿区处于原始地形地貌状态,现场调查中共发现3处地质灾害隐患,其中崩塌隐患BT1、BT2、BT3现状评估地质灾害危险性中等。现状条件下评估区共存在两处堆渣,对地形地貌影响较严重。

(2) 现状评估分级及分区

评估区地质环境影响程度现状评估分区可分为2个级别4个区块,其中影响较严重区3个(BX1、BX2、BX3),总面积 2.09hm^2 ,占评估区总面积的0.35%;影响较轻区1个区块(C_{X1}),总面积 601.07m^2 ,占评估区总面积的99.65%。

3、预测评估

(1) 预测评估

PD1采矿平硐口、南侧工业场地、PD1新建道路可能遭受地质灾害危险性大,PD1采矿平硐口、南侧工业场地可能加剧地质灾害危险性大,北侧工业场地、PD2、PD3、PD4、PD5、PD6、PD7采矿平硐口可能引发地质灾害危险性中等,工业场地、采矿平硐口建设及地表岩石移动影响范围对地形地貌影响较严重,废石场对地形地貌影响严重,工业场地及废石场对水土环境污染影响较严重。

(2) 预测评估分级及分区

评估区地质环境影响程度预测评估分区可分为3个级别5个区块,其中影响严重区2个区块(A_{Y1}、A_{Y2}),总面积 3.53hm^2 ,占评估区总面积的0.58%;影响较严重区2个(B_{Y1}、B_{Y2}),总面积 17.01hm^2 ,占评估区总面积的2.82%;影响较轻区1个区块(C_{Y1}),总面积 582.62hm^2 ,评估区总面积的96.60%。

(二) 矿山土地损毁预测与评估

1、已损毁土地面积

根据已有资料和现场调查：评估区存在两处探矿堆渣，分别占地面积 0.03、0.09 hm²，占地类型均为有林地，损毁形式为压占，损毁程度为重度损毁。

2、拟损毁土地面积

根据土地损毁预测：拟损毁土地总面积为 30.98hm²。

具体包括：沉陷区 29.33hm²，损毁形式为沉陷，损毁程度为中度；废石场拟损毁面积为 0.93hm²，损毁形式为压占，损毁程度为重度；北侧工业场地拟损毁土地 0.33hm²，损毁形式为挖损、占用，损毁程度为重度；南侧工业场地拟损毁土地 0.09hm²，损毁形式为挖损、占用，损毁程度为重度；水箱拟损毁土地 0.03hm²，损毁形式为挖损、占用，损毁程度为重度；PD1 新建道路拟损毁土地 0.09hm²，损毁形式为压占，损毁程度为中度；废石场新建道路拟损毁土地 0.07hm²，损毁形式为压占，损毁程度为中度。

3、损毁土地面积汇总

根据对已损毁土地和拟损毁土地面积并扣除重叠区域分析得出，水草坪钒矿损毁土地面积为 30.98hm²。

（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

按照现状、预测评估结论，本矿山地质环境保护与恢复治理区域可分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区 3 个级别 7 个区块。其中，重点防治区 2 个（A_{H1}、A_{H2}），占比 0.58%；次重点防治区 4 个（B_{H1}、B_{H2}、B_{H3}、B_{H4}），占比 3.07%；一般防治区 1 个（C_{H1}），占比 96.35%。

2、土地复垦责任范围

复垦责任范围为不留续使用的永久性建设用地和损毁土地之和扣除重叠部分构成的区域。本项目矿山北侧工业场地留续使用，本方案复垦责任范围面积为 30.77hm²。复垦的责任主体为陕西佳成矿业有限公司水草坪钒矿。

（四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

1、矿山地质环境保护与土地复垦预防措施

（1）在后期生产期内应严格按照《开发利用方案》合理堆放矿石及废渣，合理处置采空区，并加强矿区内的巡查、监测，发现问题及时处理，预防新的地质灾害的产生。

（2）加大含水层保护力度，注重对水资源的珍惜、合理利用。

(3) 做好废石场的防护工程，集中、合理堆放废渣；禁止乱采滥挖，减少地表岩石移动影响范围；

(4) 加强污废水和固体废弃物的综合利用，减少外排

(5) 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。在尾矿及废渣堆放的过程中，为全面掌握采矿过程中土地破坏情况及可能的自然灾害发生情况，为土地复垦工程进度及计划安排等提供参考，对尾矿、废渣堆放过程中进行土地损毁监测，从而指导后期土地复垦工作。同时建立监测系统，对项目区内的植被生长状况进行监测，以便及时采取措施。

(6) 及时推平废渣表面，及时进行复垦，恢复土地功能。

(7) 废石场堆放的废石，应及时推平、碾压、覆土复垦。建议矿方积极寻求废石的利用途径，以减少压占土地。

2、矿山地质环境治理工程

根据矿山地质环境问题，部署了近期（2019年6月20~2024年6月20）、中远期（2024年6月20~2040年6月20）矿山地质环境治理工程。

近期矿山地质环境治理工程措施：崩塌隐患 BT1、BT2、BT3 治理工程，北侧工业场地、采矿平硐口边坡防护工程、堆渣清理工程、废弃硐口封堵工程、对地表岩石移动影响范围周边布置刺丝围栏，并设置警示牌；矿山地质环境监测点布置并进行矿山地质环境问题监测、巡查。

中远期矿山地质环境治理工程：地质环境问题的监测、巡查，闭坑后废弃建筑物拆除及硐口封堵工程。

3、矿山土地复垦

本项目复垦责任范围内的土地全部复垦，复垦责任范围面积为 30.77hm²，土地复垦率为 100%。通过复垦工程实施，土地复垦的目标任务为：复垦旱地 0.68hm²，有林地 29.04hm²，灌木林地 1.05hm²。

4、矿山地质环境监测工程

矿山共布置监测点 19 个，在矿山南侧、北侧工业场地及废石场周边设置监测点 3 个（D1~D3）；在采空区地面塌陷影响范围设置两处监测点（D4、D5），采矿平硐口布设 7 个（D6-D12），探矿平硐口 T2 处崩塌隐患 BT2 布设一处监测点（D13），矿区东侧道路崩塌隐患 BT3 处布设一处监测点（D14）；沿采矿工作面布设矿井涌水量监测点 2 个（S1、S2）；在废石场及沿水草河上下游布设水文监测点监测水质变化情况（S3、

S4、S5)。

5、矿区土地复垦监测和管护

本项目复垦监测对象为南侧工业产地、PD1 新建道路、废石场新建道路、水箱、废石场、堆渣 D1、D2 及地表岩石移动影响范围。监测内容包括原地貌地表状况监测、土地损毁情况监测及复垦效果监测，其中复垦效果监测主要指复垦土地质量监测以及复垦植被监测。

矿山南侧工业场地、PD1 新建道路、废石场新建道路、水箱、废石场、堆渣 D1、D2、地表岩石移动影响范围各设 1 个监测点，共 8 个监测点。原地貌地表状况监测频率为 1 次。

管护措施主要是对复垦责任范围内复垦的林地进行管护，管护面积 30.09hm²。

(五) 矿山地质环境治理工程经费估算

本《方案》矿山地质环境治理及土地复垦费用静态总投资 1446.27 万元，按照可采资源储量矿石量 442.12 万吨计算，投资经费折合吨矿石价格为 3.27 元，其中：

2、矿山地质环境保护与恢复治理工程估算总投资为 686.15 万元，方案适用期矿山地质环境保护与恢复治理工程估算总投资为 633.81 万元。

2、本项目复垦静态投资总额 760.12 万元，方案适用期复垦静态总投资 525.65 万元。复垦土地总面积为 30.77hm²，复垦土地亩均静态投资为 16469 元/亩。

二、建议

(1) 建议矿山管理部门与矿方进行积极沟通，协同矿方按照《方案》开展相关地质环境治理和土地复垦工作。

(2) 矿山主管部门应定期检查、督促矿山企业工作落实情况，严格按照绿色矿山标准进行矿山开采，杜绝以开采浪费和大面积破坏地质环境为代价进行采矿活动。

(3) 在矿方进行采矿活动中可能遇到一些与村民利益冲突的情况，建议相关政府部门出面进行调节。

(4) 对于国家、省、市级政府机关出台相关矿山政策，建议管理部门组织矿山企业进行学习活动，为政策进一步落实提供前提保证。

(5) 矿区范围内山体多为顺层坡，矿山开挖过程中注意坡体变形迹象，做好硐口支护工作。