旬阳市金鑫矿业有限公司

商南县水沟钒矿

矿区生态修复方案

（矿山地质环境保护与土地复垦方案）

旬阳市金鑫矿业有限公司

2026 年 1 月

旬阳市金鑫矿业有限公司
商南县水沟钒矿

矿区生态修复方案

（矿山地质环境保护与土地复垦方案）

申报单位：旬阳市金鑫矿业有限公司

法人代表：何明主

总工程师：李族文

编制单位：咸阳西北有色七一二总队有限公司

法人代表：曾小鹏

总工程师：袁海潮

项目负责：纪嘉博

编写人员：纪嘉博　祝　箫　刘锦宏　赵　赫

制图人员：赵非凡

矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）

信息表

<table>
<tr><td rowspan="6">矿山企业</td><td>企业名称</td><td colspan="3">旬阳市金鑫矿业有限公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>何明主</td><td>联系电话</td><td>18610811555</td></tr>
<tr><td>单位地址</td><td colspan="3">陕西省安康市旬阳市红军镇上码村</td></tr>
<tr><td>矿山名称</td><td colspan="3">商南县水沟钒矿</td></tr>
<tr><td rowspan="2">采矿许可证</td><td colspan="3">新申请　　持有　　变更
□　　☑　　□</td></tr>
<tr><td colspan="3">以上情况请选择一种并打“√”</td></tr>
<tr><td rowspan="8">编制单位</td><td>单位名称</td><td colspan="3">咸阳西北有色七一二总队有限公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>曾小鹏</td><td>联系电话</td><td>13909172962</td></tr>
<tr><td rowspan="6">主要编制人员</td><td>姓　名</td><td>职　责</td><td>联系电话</td></tr>
<tr><td>纪嘉博</td><td>项目负责</td><td>13152341867</td></tr>
<tr><td>祝　箫</td><td>预算编制</td><td>18091024167</td></tr>
<tr><td>刘锦宏</td><td>现场调查</td><td>13669286445</td></tr>
<tr><td>赵　赫</td><td>报告编写</td><td>18792913885</td></tr>
<tr><td>赵非凡</td><td>制　图</td><td>13669286445</td></tr>
<tr><td>审查申请</td><td colspan="4">我单位已按要求编制矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案），保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。
请予以审查。
申请单位（矿山企业）盖章
联系人：任奎　　联系电话：15191963615</td></tr>
</table>

《旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区生态修复方案(矿山地质环境保护与土地复垦方案)》专家组评审意见

2025年10月29日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对旬阳市金鑫矿业有限公司委托咸阳西北有色七一二总队有限公司编制的《旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行了评审。受陕西省自然资源厅委托，省地质环境监测总站组织召开本次会议，会前部分专家到矿山进行了实地踏勘，专家组在听取汇报、审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，形成如下意见:

一、《方案》完成的工作量满足编制要求。《方案》收集资料12份，完成调查面积10.44km²，评估区面积6.9868km²，地质环境调查点25个、土地复垦调查点5个；《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表齐全，编制格式符合要求。

二、《方案》编制依据充分，治理规划总体部署年限和适用年限合理。依据《矿山开发利用方案》和《2024年度基础表》，截止2024年12月31日，矿山剩余可采矿石量　　万吨，矿山剩余服务年限为70年，沉稳期1年，管护期4年，《方案》规划服务年限为75年，适用期为5年（2025年-2029年），《方案》编制基准年为2024年，《方案》实施基准期以自然资源部门

公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述完整。矿山采矿证号：C6100002011062110113346，矿区面积2.6711km²，开采矿种为钒矿，开采标高812-83m；生产规模33万吨/年。采矿证有效期为2024年1月29日至2026年1月29日，矿山目前处于停产状态。《方案》土地利用现状叙述清晰；矿山属于地下开采，采用分段空场法采矿法，允许地表塌落，根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为1.5%（金属矿产），开采影响系数为1.0（允许地表塌落等），地区系数为1.2（陕南秦巴山地区）。

四、矿区自然地理和地质环境背景叙述正确。评估区重要程度属较重要区，评估区地质环境条件复杂程度为复杂类型，矿山生产建设规模为大型矿山，确定评估级别为一级是正确的，评估区面积为698.68hm²，评估区范围适宜。

五、矿山地质环境现状评估和预测评估基本合理正确，评估结果符合实际。现状评估将评估区划分为2级5个区块，其中影响严重区4个，总面积29.55hm²，占评估区面积的4.23%，影响较轻区1个，面积669.13hm²，占评估区面积的95.77%；预测评估将评估区划分为2级5个区块，其中影响严重区4个，总面积103.41hm²，占评估区面积的14.80%，影响较轻区1个，面积595.27hm²，占评估区面积的85.20%。

六、矿山土地损毁预测与评估基本合理正确，土地损毁的环

节和时序叙述正确，已损毁土地现状明确，拟损毁土地预测正确。矿山共计损毁土地面积103.9903hm²，其中已损毁土地面积30.1248hm²，拟损毁土地面积73.8655hm²。

七、矿山地质环境保护与治理分区原则正确，分区结果基本合理。《方案》将评估区划分分为重点防治区和一般防治区2个级别5个区块。其中，重点防治区4个，总面积103.41hm²，占评估区面积的14.80%；一般防治区1个，面积595.27hm²，占评估区总面积的85.20%。复垦区范围划定与复垦责任范围划分基本合理，土地权属明确，复垦区范围由损毁土地组成，面积为103.9903hm²，矿山闭坑后，选厂二车间、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、炸药库、矿山道路留续使用，面积为13.4510hm²，复垦责任范围面积90.5393hm²。

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、矿山地质环境保护与土地复垦目标与任务明确；对治理与复垦工程内容提出的技术方法正确可行；治理与复垦工程量明确，方案可操作性较强。《方案》提出的矿山地质环境治理措施包括：不稳定地质体XP1治理、地面塌陷治理、地质环境监测、生态系统监测等；土地复垦措施包括：清理工程、平整工程、土壤培肥、植被恢复工程、监测管护工程等。近期矿山地质环境治理与土地复垦任务见表1。

表1　近期矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	1、地质环境监测工程：不稳定地质体XP1监测2点次；地表变形监测12点次；涌水量监测1点次；水质监测1点次；水量监测1点次；地貌监测1点次； 2、生态系统监测：哺乳动物监测1点次；鸟类监测1点次；两栖爬行类监测1点次；昆虫监测1点次；植物遥感监测1点次。	1、头道沟堆放场地复垦：表土回覆996.9m³；土地平整0.3323hm²；土壤培肥1.49t；种植侧柏531株；种植刺槐830株；种植铁扫帚6.6kg； 2、土地复垦监测工程：地表损毁监测10点次；土壤质量监测4点次；复垦植被监测4点次； 3、管护工程：已复垦林地管护1.2hm²。
第二年	1、不稳定地质体XP1治理工程：格宾笼石挡墙清方30m³；土方开挖78m³；格宾笼石135m³；设立警示牌2个； 2、地面塌陷治理工程：刺丝围栏400m；播撒草籽0.01hm²；植生袋绿化55m²；警示牌4个； 3、地质环境监测工程：不稳定地质体XP1监测10点次；地表变形监测60点次；涌水量监测3点次；水质监测2点次；水量监测3点次；地貌监测10点次； 4、生态系统监测：哺乳动物监测2	1、小凉水沟排渣场复垦：表土剥离148m³；表土回覆977m³；土地平整0.3753hm²；土壤培肥1.68t；种植刺槐600株； 2、8号硐口场地周边复垦：表土回覆438m³；土地平整0.1462hm²；土壤培肥0.66t；种植侧柏233株；种植刺槐365株；种植铁苜蓿2.92kg； 3、土地复垦监测工程：地表损毁监测25点次；土壤质量监测14点次；复垦植被监测8点次； 4、管护工程：已复垦林地管护1.5323hm²。

	点次；鸟类监测 2 点次；两栖爬行类监测 2 点次；昆虫监测 2 点次；植物遥感监测 2 点次。	
第三年	1、地质环境监测工程：不稳定地质体 XP1 监测 14 点次；地表变形监测 84 点次；涌水量监测 5 点次；水质监测 2 点次；水量监测 5 点次；地貌监测 14 点次； 2、生态系统监测：哺乳动物监测 3 点次；鸟类监测 3 点次；两栖爬行类监测 3 点次；昆虫监测 3 点次；植物遥感监测 3 点次。	1、小凉水沟排渣场复垦：表土剥离 157m^3；表土回覆 1032m^3；土地平整 0.3965hm^2；土壤培肥 1.78t；种植刺槐 634 株；小凉水沟截水沟基础开挖 246m^3；M7.5 浆砌片石 94m^3；伸缩缝 11m^2；模板 586m^2； 2、土地复垦监测工程：地表损毁监测 30 点次；土壤质量监测 14 点次；复垦植被监测 10 点次； 3、管护工程：已复垦林地管护 2.0538hm^2。
第四年	1、地质环境监测工程：不稳定地质体 XP1 监测 14 点次；地表变形监测 84 点次；涌水量监测 5 点次；水质监测 2 点次；水量监测 5 点次；地貌监测 14 点次； 2、生态系统监测：哺乳动物监测 3 点次；鸟类监测 3 点次；两栖爬行类监测 3 点次；昆虫监测 3 点次；植物遥感监测 3 点次。	1、小凉水沟排渣场复垦：表土剥离 163m^3；表土回覆 1076m^3；土地平整 0.4135hm^2；土壤培肥 1.86t；种植刺槐 661 株； 2、土地复垦监测工程：地表损毁监测 30 点次；土壤质量监测 14 点次；复垦植被监测 12 点次； 3、管护工程；已复垦林地管护 1.2503hm^2。
第五年	1、地质环境监测工程：不稳定地质	1、小凉水沟排渣场复垦：表土剥离

	体 XP1 监测 10 点次;地表变形监测 78 点次；涌水量监测 3 点次；水质监测 2 点次；水量监测 3 点次；地貌监测 13 点次； 2、生态系统监测：哺乳动物监测 2 点次；鸟类监测 2 点次；两栖爬行类监测 2 点次；昆虫监测 2 点次；植物遥感监测 2 点次。	172m³；表土回覆 1136m³；土地平整 0.4365hm²；土壤培肥 1.96t；种植刺槐 698 株；小凉水沟截水沟基础开挖 246m³；M7.5 浆砌片石 94m³；伸缩缝 11m²；模板 586m²； 2、土地复垦监测工程：地表损毁监测 30 点次；土壤质量监测 14 点次；复垦植被监测 8 点次； 3、管护工程；已复垦林地管护 1.3315hm²。

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基本合理、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，适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用安排合理。矿山地质环境治理工程、土地复垦工程静态费用分别为 1425.02 万元、750.93 万元，总费用为 2175.95 万元，吨矿投资　　元（矿山可采矿石量　　万吨），静态亩均投资 5529.31 元（复垦责任范围 90.5393hm²），经费估算合理。《方案》适用期 5 年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为 108.28 万元、131.15 万元，总费用 239.43 万元。近期矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用见表 2。

表2　近期矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用(万元)	土地复垦费用（万元）	小计（万元）
第一年	4.36	14.00	18.36
第二年	29.79	26.39	56.18
第三年	28.84	33.83	62.67
第四年	22.38	23.61	45.99
第五年	22.91	33.32	56.23
合计	108.28	131.15	239.43

十二、方案提出的各项保障措施和建议合理，对治理效益的分析基本可信。

十三、上一期方案适用期通过了由商南县自然资源局组织的2019-2020年度、2021年度、2022年度、2023年度及2024年度验收，于2024年12月12日通过商洛市自然资源局组织的适用期验收，验收公告文号（商自然资告字〔2025〕93号）。按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规〔2024〕1757号），经审核基金提取票据等相关资料，截止2025年8月30日，核定该企业应提取基金　　万元，实际提取基金　　万元，使用支取基金　　万元，账户剩余基金　　万元（含利息　　万元）。

十四、存在问题及建议

1、目前矿山处于停产状态，建议矿山依据实际核定生产计划，对应核定细化适用期矿区生态修复工程部署和工作安排，确保矿区生态修复工作落实到位；

2、绿色矿山建设建议明确实施方案、自评估编制及建设工程实施情况，加快绿色矿山建设步伐，全面建设绿色矿山；

3、建议结合生产实际和监测规范要求，对矿山地质环境保护和土地复垦的监测内容进一步细化，确保生态监测成效。

综上，专家组同意《方案》通过审查，咸阳西北有色七一二总队有限公司按专家组意见修改完善后由旬阳市金鑫矿业有限公司按程序上报。

专家组长：杨柳

2025年11月25日

《旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》评审专家责任表

姓　名	单　　位	职务/职称	专　业	是否同意评审结论	签　字
郭梅桂	西安科技大学	教授	地质工程	同意	郭梅桂
任志胜	中国煤炭地质总局西安研究院	研究员	环境地质	同意	任志胜
金有生	陕西核工业工程勘察院有限公司	正高	水工环地质	同意	金有生
刘彦民	陕西省宝鸡峡水电设计院	正高	土地整治	同意	刘彦民
黄国胜	长安大学	教授	土地复垦	同意	黄国胜
李敬民	中国能源建设集团西北勘测设计研究院有限公司	高工	采矿工程	同意	李敬民
史朝辛	宝鸡峡水利水电设计院	正高	造价咨询（投资）	同意	史朝辛

目录

前言 1

一、任务由来 1

二、编制目的 1

三、编制依据 2

四、方案适用年限 7

五、编制工作概况 7

六、工作质量综述 10

七、质量承诺 11

第一章 矿山基本情况 12

一、矿山企业简介 12

二、矿区范围及拐点坐标 13

三、矿山开发利用方案概述 14

四、 采空区历史及现状 30

五、绿色矿山建设 32

第二章 矿区基础信息 33

一、矿山自然地理 33

二、矿区地质环境背景 40

三、矿区社会经济概况 52

四、矿区土地利用现状 53

五、矿山及周边其他人类工程活动情况 56

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析 58

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估 70

一、矿山地质环境与土地资源调查概述 70

二、矿山地质环境影响评估 71

三、矿山土地损毁预测与评估 93

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 100

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 110

一、矿山地质环境治理可行性分析 110

二、矿区土地复垦可行性分析 113

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程 125

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防 125

二、矿山地质环境治理 130

三、矿区土地复垦 132

四、含水层破坏修复 143

五、水土环境问题修复 143

六、矿山地质环境监测 143

七、矿区土地复垦监测和管护 150

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署 160

一、总体工作部署 160

二、阶段实施计划 162

三、近期年度工作安排 165

第七章 经费估算与进度安排 170

一、矿山地质环境治理经费估算 170

二、土地复垦工程经费估算.....180

第八章 保障措施与效益分析.....194

一、组织保障.....194

二、技术保障.....195

三、资金保障.....195

四、监管保障.....199

五、效益分析.....200

六、公众参与.....201

第九章 结论与建议.....208

一、结论.....208

二、建议.....210

一、附 图

1、旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿山地质环境问题现状图（1:5000）

2、旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区土地利用现状图（1:5000）

3、旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿山地质环境问题预测图（1: 5000）

4、旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区土地损毁预测图（1: 5000）

5、旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区土地复垦规划图（1: 5000）

6、旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿山地质环境治理工程部署图（1: 5000）

二、附 表

1、矿山地质环境保护治理工程投资估算表

2、矿山土地复垦工程投资估算表

3、方案现场踏勘意见表

4、专家野外考察的意见及修改对照表

5、矿山地质环境现状调查表

6、公众参与调查表

三、附 件

1、合同书

2、采矿证

3、营业执照

4、陕西省商南县烟城沟钒矿东段开发利用方案及评审意见

5、陕西省商南县烟城沟钒矿东段详查地质报告

6、基金账户流水凭证

7、关于成立工作领导小组的通知

8、2019-2020 年度验收意见

9、上版方案的专家组意见及公告

10、2021 年度验收意见

11、2022 年度验收意见

12、2023 年度验收意见

13、2024 年度验收意见

14、上一版适用期验收公告

15、2024 年度矿产资源储量统计基础表

16、编制单位内审意见

17、矿山企业内审意见

18、关于转发《商洛市人民政府关于旬阳县金鑫矿业有限公司新建 1200 吨 V205 建设项目用地农用地转用的批复》的通知

19、商南县人民政府关于陕西福盛钒业科技有限公司挂牌受让 SNZR2216 号、SNZR2217 号国有建设用地使用权的批复

20、关于报送《陕西省商南县水沟钒矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审意见书的函

21、商南水沟钒矿生产情况说明

22、土方采购协议

23、关于旬阳市金鑫矿业有限公司商南水沟钒矿基金情况的说明

24、商洛市自然资源局关于 2023 年第一批市绿色矿山建设项目库入库名单的通知

25、水质监测报告

26、土壤和地下水监测报告

前言

一、任务由来

2019年，旬阳县金鑫矿业有限公司委托陕西矿业开发工贸有限公司编制了《旬阳县金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《原方案》），于2019年10月14日在陕西省自然资源厅官网进行公示（陕自然资公告〔2019〕33号）。方案适用年限为2019年10月至2024年9月。由于《原方案》适用年限到期，上一期方案适用期通过了2019-2020年度、2021年度、2022年度、2023年度及2024年度共五次年度验收，于2024年12月12日通过商洛市自然资源局组织的验收，验收公告文号（商自然资告字〔2025〕93号）。

为了预防和治理商南县水沟钒矿在建设和生产过程中产生的土地损毁，保护项目区地质生态环境，根据《土地复垦条例》和《矿山地质环境保护规定》，旬阳县金鑫矿业有限公司委托咸阳西北有色七一二总队有限公司编制《旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）， 对企业履行保护矿山环境和土地复垦责任、建设绿色矿山工作进行指导。

二、编制目的

（一）编制目的

1、为落实矿山地质环境保护与土地复垦工程提供技术依据，为矿山发展绿色矿业、建设生态秦岭和建设资源节约与环境友好型矿山企业提供技术支撑；

2、为矿山企业缴存和使用矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提供参考；

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

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

（二）主要任务

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

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

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

4、对矿山工程及影响区的地质环境、土地损毁进行现状及预测评估，对建设区的场地适宜性作出评价。

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

6、针对现存或预测评估的矿山地质环境问题及土地损毁情况，提出矿山地质环境治理与土地复垦的具体措施，编制工程设计及实施计划，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》，2024 年 11 月 8 日第三次修正，2025 年 7 月 1 日起施行；

2、《中华人民共和国土地管理法》，2019 年 8 月 26 日第三次修正，2020 年 1 月 1 日起施行；

3、《中华人民共和国土地管理法实施条例》，1998 年 12 月 27 日发布，2011 年 11 月 8 日第一次修订，2014 年 7 月 29 日第二次修订，2021 年 7 月 2 日第三次修订，2021 年 9 月 1 日起施行；

4、《地质灾害防治条例》，2003 年 11 月 19 日通过，2003 年 11 月 24 日发布，2004 年 3 月 1 日起施行；

5、《土地复垦条例》（中华人民共和国国务院令〔2011〕第 592 号），2011 年 3 月 5 日起施行；

6、《基本农田保护条例》，中华人民共和国国务院令第 257 号，2011 年 1 月 8 日修订；

7、《陕西省秦岭生态环境保护条例》，2019 年 12 月 1 日起实施；

8、《陕西省地质灾害防治条例》，2017 年 9 月 29 日通过，自 2018 年 1 月 1 日起施行；

9、陕西省实施《土地复垦条例》办法，陕西省政府 2013 年第 19 次常务会议通过，2013 年 11 月 29 日发布，2013 年 12 月 1 日起施行；

10、《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令〔2019〕5 号），2019 年 7 月 24 日起施行；

11、《土地复垦条例实施办法》，自然资源部令 2019 年第 5 号令修改通过，2019 年 7 月 24 日实施；

12、《地质环境监测管理办法》，2014 年 4 月 10 日通过，2014 年 4 月 29 日发布，2014 年 7 月 1 日起施行；

13、《陕西省工程建设活动引发地质灾害防治办法》，2017 年 11 月 22 日公布，自 2018 年 1 月 1 日起施行，2024 年 1 月 28 日第一次修正；

14、《陕西省矿产资源管理条例》，陕西省第十三届人民代表大会常务委员会，2020 年 6 月 11 日第三次修正；

15、《陕西省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》，（2022 年 9 月 29 日陕西省第十三届人民代表大会常务委员会第三十六次会议修订。

（二）政策文件

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

2、自然资源部、生态环境部、财政部、国家市场监督管理总局、国家金融监督管理总局、中国证券监督管理委员会、国家林业和草原局《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1 号）；

3、《自然资源部关于做好采矿用地保障的通知》（自然资发〔2022〕202 号）；

4、《自然资源部关于规范临时用地管理的8通知》（自然资规〔2021〕2号）；

5、《自然资源部办公厅关于开展全国采矿损毁土地状况调查试点工作的通知》（自然资办发〔2024〕34号）；

6、《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；

7、关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知》（陕自然资规〔2024〕1757号），陕西省自然资源厅、陕西省财政厅、陕西省生态环境厅、陕西省林业厅，2024年12月31日；

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

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

10、关于贯彻实施《陕西省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》的通知（陕自然资法发〔2022〕16号）；

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

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

13、《陕西省人民政府关于印发推进生态环境监测体系监测能力现代化实施意见和建立完善生态环境综合执法体系实施意见的通知》（陕政函〔2021〕80号），2021年6月29日）；

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

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

16、《陕西省人民政府办公厅关于印发秦岭生态环境保护总体规划的通知》（陕政办发〔2020〕13号）；

17、关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知（陕自然资规〔2024〕1757号）；

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

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

20、关于贯彻实施《陕西省实施〈中华人民共和国土地管理法〉办法》的通知（陕自然资法发〔2022〕16号）；

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

22、陕西省商南县国土空间总体规划（2021-2035年）。

（三）相关技术标准

1、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（DZ/T0223-2011）；

2、《矿山生态修复技术规范第1部分通则》（TDT 1070.1-2022）；

3、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

4、《土地利用现状分类》（GB/T 21010—2017）；

5、《水土保持综合治理技术规范》（GB/T 16453-2008）；

6、《矿山生态修复技术规范第3部分：金属矿山》（TDT 1070.3-2022）；

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

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

9、《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GBT 43933-2024）；

10、《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB61T 1455-2021）；

11、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GBT 43935-2024）；

12、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

13、《金属矿山土地复垦工程设计标准》（GB 51411-2020）；

14、《土壤环境监测技术标准》（HJ/T 166-2004）；

15、《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；

16、《矿区地下水监测规范》（DZ/T 0388-2021）；

17、《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）；

18、《矿山生态监测规范》（DB61_T 1741-2023）；

19、《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

20、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

21、《地表水环境质量监测技术规范》（HJ/T 91.2-2022）；

22、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；

23、《工程岩体分级标准》（GB50218－2014）；

24、《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2003）；

25、《造林技术规程》（GB/T15776-2006）；

26、《岩土工程勘察规范》（GB50021—2001）（2009 年版）；

27、《有色金属行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0320-2018）；

28、《陕西省“十四五”生态环境保护规划》（陕政办发〔2021〕25 号）；

29、《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）；

30、陕西省水利厅关于发布试行《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》、《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024 修正）等计价依据通知（陕水规计发〔2024〕107 号），2025 年 1 月 1 日试行。

（四）技术资料

1、《旬阳县金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案及专家组意见》，陕西矿业开发工贸有限公司，2019 年 10 月 14 日，陕自然资公告〔2019〕33 号；

2、《陕西省商南县烟城沟钒矿东段开发利用方案》审查意见，西安有色冶金设计研究院，2007 年 7 月，（陕国土资矿采审[2007]26 号）；

3、《陕西省商南县水沟钒矿 2022 年资源储量核实报告及备案文件》，商洛西北有色七一三总队有限公司，2023 年 3 月，（陕矿产资评储发[2023]36 号）；

4、《旬阳县金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿采矿工程初步设计》，陕西冶金设计研究院，2007 年 12 月；

5、《旬阳县金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿年产 1200 万吨五氧化二钒技术改造（工艺变更）项目环境影响报告书》，太原核清环境工程设计有限公司，2015 年 10 月；

6、适用期验收报告，2025 年 4 月，验收公告文号（商自然资告字〔2025〕93 号）。

四、方案适用年限

根据《2024 年度矿山资源储量统计基础表》，截止 2024 年 12 月底，全矿床累计保有钒矿石量　　万吨（其中控制资源量　　万吨，推断资源量　　万吨），参照开发利用方案，考虑到 0.85 控制资源量和 0.6 推断资源量的地质影响系数，计算矿山剩余可采矿石量　　万吨，按照 33 万吨/年生产规模，计算矿山剩余服务年限约为　　年，本《方案》按 70 年计。

矿山开采结束后的地质环境治理及土地复垦期 1 年，根据以往秦岭地区土地复垦经验，土地复垦后的管护抚育期 4 年，故开采结束后矿山地质环境恢复治理、土地复垦及管护期共计 5 年。由此确定本方案的规划部署年限 75 年（2025 年～2100 年）。本《方案》编制基准年为 2024 年，适用年限为 5 年（即 2025 年～2029 年）。

在《方案》的服务年限内，当矿山企业扩大生产规模、变更矿区范围或开采方式时，应当重新编制本方案，实施基准期以自然资源主管部门将审查结果公告之日起算。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案是按照《方案》的要求编制的，具体工作程序详见图 0-1。

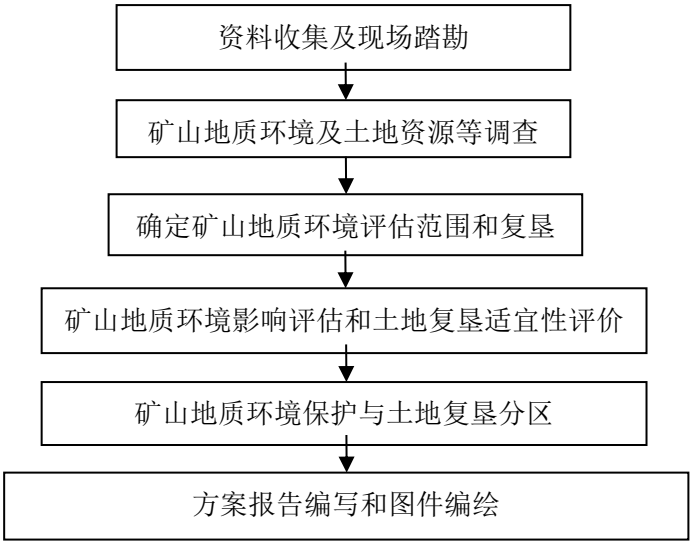


图 0-1 工作程序

（二）工作方法

1、收集资料

本方案是按照《方案》的要求编制的，具体工作程序详见图 0-1。搜集有关工作区的社会经济、自然地理、矿区地质环境、水文气象、矿产勘查和不稳定地质体调查与区划、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、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 1：5000 地形地质图做为底图，GPS 定位，数码拍照，地质调绘采用路线调查法、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岩层走向、地质构造线走向这一原则，沿干沟、头道沟等布置调查线路，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：对调查区内不稳定地质体、工程点等逐点调查，查明不稳定地质体的位置、规模、现状、危害对象、稳定性、损失

程度及致灾原因等，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。以采访工程区、不稳定地质体附近的居民为主，详细了解工作区地质环境的变化情况、不稳定地质体的活动现状和土地利用现状等，发放”公众参与调查表”，充分了解矿区群众的意见；征询当地乡、县自然资源主管部门就矿区地质环境恢复和土地复垦的意见，为方案编制提供依据。

3、室内资料整理

在综合分析已有资料和实地调查资料的基础上，以《方案》编制要求为依据，编制了“商南县水沟钒矿矿山地质环境问题现状图”、“商南县水沟钒矿矿区土地利用现状图”、“商南县水沟钒矿矿山地质环境问题预测图”、“商南县水沟钒矿矿区土地损毁预测图”、”商南县水沟钒矿矿区土地复垦规划图”、“商南县水沟钒矿矿山地质环境治理工程部署图”。以图件形式反映各类不稳定地质体、土地损毁分布及其与地质环境的互相关系，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、总体工程部署，编制《方案》概算。

4、方案编制

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

（三）完成工作量

表 0-1 完成实物工作量统计表

序号	工作项目		单位	工程量	备注
1	收集、整理资料		份	6	以往矿山相关资料
2	调查区面积		km^2	10.44	评估区外延 300-400m
3	评估区面积		km^2	6.9868	
4	调查路线		km	9.3	
5	矿山地质环境调查	不稳定地质体	处	5	
		地形地貌点	处	10	
		地下水调查、取样	处	2	
		地表水调查、取样	处	3	
		土壤调查、取样	处	5	
6	土地资源调查	矿山地面工程调查点	处	13	
		人类工程活动调查	处	6	矿山周边自然村及附近住户
		土地利用现状调查点	处	10	
		已损毁土地调查点	处	10	
		复垦区域调查	处	5	已完成复垦的区域
		土壤剖面调查	处	2	典型耕地、林地
7	公众问卷调查		份	30	发放 30 份，回收 30 份
8	照 片		张	60/166	累计拍摄 166 张，使用 60 张
9	录 像		分钟	20	现场录像 20 分钟，剪辑 4 分钟

六、工作质量综述

本次《方案》编制工作主要采用了资料收集、野外调查、室内资料整理及综合分析等手段，工作做到了精心组织、精心实施及严格的质量管理程序。公司成立了《方案》编制项目组和全面质量管理小组。

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

在《方案》编制工作开展过程中，项目组对工作的质量进行了严格的要求，按照有关规程、规范严把质量关。野外调查资料详实，数据准确可靠，所获资

料完整、准确，为成果报告的编制打下了坚实的基础。工作程序及工作方法符合规范要求。

七、质量承诺

矿山企业：我公司委托咸阳西北有色七一二总队有限公司开展《旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》编制工作，提供了《开发利用方案》《地质报告》《储量年报》《环评报告》等相关资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、科学性负责，并承诺对提供的资料负法律责任。

编制单位：我编制单位承诺，我公司提供《方案》内容、资料、数据、技术方案真实可靠、无伪造、编造、篡改等虚假信息，同时对评估结论负责。如有虚假，对其后果负完全责任。

第一章 矿山基本情况

一、矿山企业简介

企业名称：旬阳县金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿，是一个集采、选、运、销一体化的民营矿山生产企业。经国务院批准，民政部于 2021 年 1 月 20 日批复同意陕西省撤销旬阳县、设立县级旬阳市，故矿山后续名称也改为旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿。2024 年 1 月，商南县水沟钒矿办理了采矿权延续，陕西省自然资源厅于 2024 年 1 月 29 日颁发了新的采矿许可证，所划定的矿区范围由 7 个拐点圈定，矿区面积 2.6711hm^2，开采矿种为钒矿，开采标高 812-83m。生产规模 33 万吨/年。采矿证有效期为：2024 年 1 月 29 日至 2026 年 1 月 29 日，矿山目前处于停产状态。

（一）矿山地理位置

矿山位于陕西省商南县城西南 200°方位，直距商南县城 21 公里，行政区划属商南县过风楼镇管辖。矿区东起桐树沟，西至水沟脑，其地理坐标：东经 ，北纬 ，面积 2.6711km^2。

（二）交通位置

矿区向北 500m 处有一乡间便道通向过风楼镇，再沿 25km 的水沟—过风楼简易公路到过风楼镇，有沪陕高速 G40 入口。沿 G40 向西 116km 到商洛市，向东 11km 有商南县高速公路出口，与商南县迎宾大道相接，向北 6km 到县城并与 G312 国道相通。西（安）－南（京）铁路呈北西—南东向在商南县城北侧通过，商南县火车站位于县城东部，距县城不到 1km。交通便利（见交通位置图 1-1）。

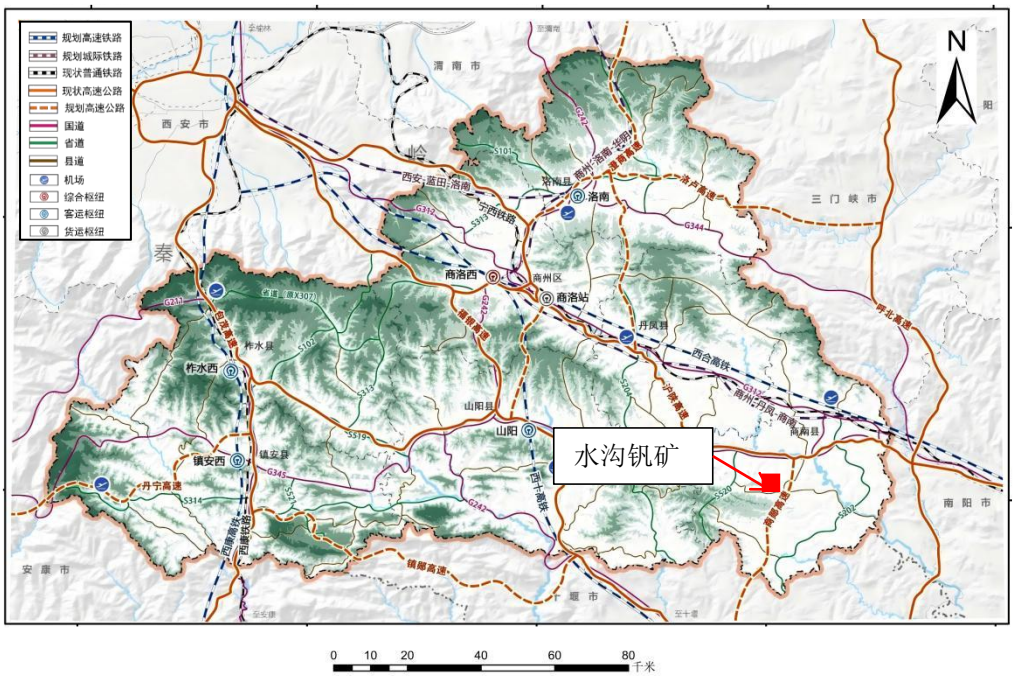


图 1-1 交通位置图

二、矿区范围及拐点坐标

（一）矿区范围

矿山现有采矿许可证编号：C6100002011062110113346，所划定的矿区范围由 7 个拐点圈定，矿区面积 2.6711km^2，开采标高 812-83m，现持有采矿证范围拐点坐标见表 1-1。

表 1-1 采矿证范围拐点坐标一览表

拐点编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		

（二）周边矿权设置情况

该采矿权东侧区块为《耀岭河钒矿》采矿权证；西侧区块为《烟城沟钒矿西段勘探》探矿权证，同属旬阳市金鑫矿业有限公司持有，再向西区块为《千家坪钒矿》采矿权证，南北两侧均无矿权设置。与其它矿权无争议重叠。周边矿权设置分布见图 1-2。

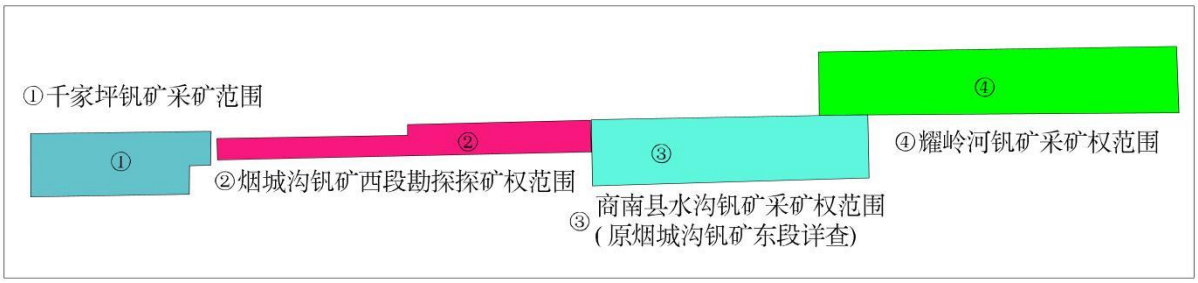


图 1-2 采矿区及周边矿权设置情况示意图

三、矿山开发利用方案概述

本《方案》是在《陕西省商南县烟城沟钒矿东段开发利用方案》（2007 年 5 月）的基础上编制而成，烟城沟钒矿为原矿山名称，该方案已通过评审并获得陕西省国土资源厅批复（陕国土资矿采审〔2007〕26 号）。具体内容简述如下：

（一）矿山开采对象及资源储量

1、开采对象

划定矿区范围的 K1 号矿体。

2、资源储量

截止 2006 年底，据陕国土资储备[2006]32 号文，烟城沟钒矿东段详查探矿权范围内资源储量总量为钒矿石量　　万吨，VOs　　万吨，V0s 平均品位 1.02%。

（二）设计利用资源储量及服务年限

1、设计利用资源量

根据《陕西省商南县烟城沟钒矿东段开发利用方案》，设计利用资源储量为：122b+333 矿石量　　t，V_2O_5 资源量　　t，V_2O_5 平均品位 1.03%。

2、服务年限

一期工程矿山服务年限 19 年。

3、剩余储量及服务年限

根据《商南县水沟钒矿 2024 年度矿产资源储量统计基础表》，截止 2024 年 12 月底，全矿床累计保有钒矿石量　　万吨（其中控制资源量　　万吨，推断资源量　　万吨），参照开发利用方案，考虑到 0.85 控制资源量和

0.6 推断资源量的地质影响系数，计算矿山剩余可采矿石量　　万吨，按照 33 万吨/年生产规模，计算矿山剩余服务年限约为　　年，本《方案》按 70 年计。

目前企业等待市场的回温转暖，待后期市场好转正常开工生产后，年计划采矿量预估每年约为 25 万吨，采矿位置为原采矿区域 505 中段和 545 中段，该两个中段的储量满足未来五年开采量需求，未来五年不计划增加及扩大新的采矿区域，采矿活动维持原有采矿范围。

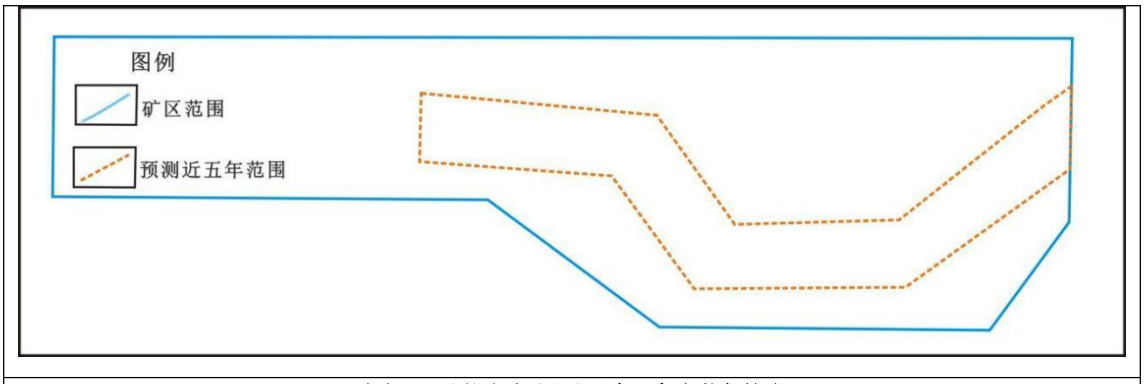


图 1-3 预测矿山近五年采矿范围图

（三）开采设计简述

1、开采方式

矿山采用地下开采方式。

2、开拓运输方式

矿山采用平硐-溜井开拓。主平硐为 465m 水平主运输巷道。

3、矿山开采历史及现状

（1）普-详查阶段

该矿权于 2004 年 12 月以申请在先的方式通过陕西省国土资源厅依法首次取得陕西省商南县烟城沟钒矿普查探矿权，2005 年 7 月完成本区普查地质工作，2006 年转入详查后，经陕西省自然资源厅审核同意将详查探矿区域分设为东、西两段详查探矿证，并提交了东段详查报告，取得备案证明，矿权范围内备案资源总量：（122b+333）矿石总量为　　万吨，V_2O_5　　万吨，平均品位 1.02%，详见表 1-3。

（2）取得采矿证—2017 年 6 月 30 日矿山基建期及试生产阶段

水沟钒矿于 2007 年 9 月 24 日首次申请取得了采矿证。2024 年采矿证经延续，有效期 2024 年 1 月 29 日至 2026 年 1 月 29 日。

2009 年 1 月进入试生产阶段，同年 12 月通过矿山安全设施建设竣工验收取得《安全生产许可证》。

（3）2017 年 6 月 30 日-2024 年 12 月 31 日之间开采阶段

2017 年 6 月 30 日之后矿山开采情况：主要开采区域为 3～0 勘探线之间及 14 线～16 勘探线间的小部分区域、465～655m 标高。

4、矿井通风

矿山采用对角式、机械通风系统，设有两处通风井，分别位于采区的东西两端。新风从 2 处通风井进入井下，风流经过采场清洗工作面后，污风从采区风井排出地表。

5、矿井排水

465m 以上地下水通过平硐水沟排出地表。465m 以下采用竖井开拓，井下废水用水泵通过竖井扬至 465m 主平硐水沟排出地表。

6、采矿方法

矿山采用分段空场法。

7、矿柱回采和采空区处理

（1）矿柱回采

上中段底柱和下中段顶柱同时回采。在正式开采下中段之前，先在上中段底柱中掘进一条凿岩巷道，巷道规格 2.5×2.8m，向上中段底柱和下中段顶柱打中深孔，一次装药，一次爆破。

（2）采空区处理

采空区利用冒落的围岩充填采空区。如果采空区围岩不能自行冒落，可在上阶段中段巷道中打中深孔，崩落围岩，充填采空区。

8、岩石圈移动范围

根据矿体及其顶底扳围岩性质和所选用的采矿方法，结合类似矿山的经验数据，取上盘岩石陷落角 58°，下盘岩石陷落角 54°，走向方向岩石陷落角为 65°。据此可圈定出地表岩石圈移动范围。

9、选矿工艺

根据《开发利用方案》，产品方案为 V_2O_5 精粉，所生产原矿运往矿区东北处的钒矿选厂进行选冶，选矿工艺采用空白制粒焙烧—酸浸工艺。选冶指标见表 1-2。产品方案为 V_2O_5（98%）精钒。

表 1-2 选冶指标一览表

序号	选冶指标	指标含量（%）
1	原矿入选品位（V_2O_5）	0.84
2	煅烧率	98
3	浸出率	80
4	洗涤率	98
5	萃取率	97
6	反萃取率	99
7	沉钒率	98
8	总回收率	72

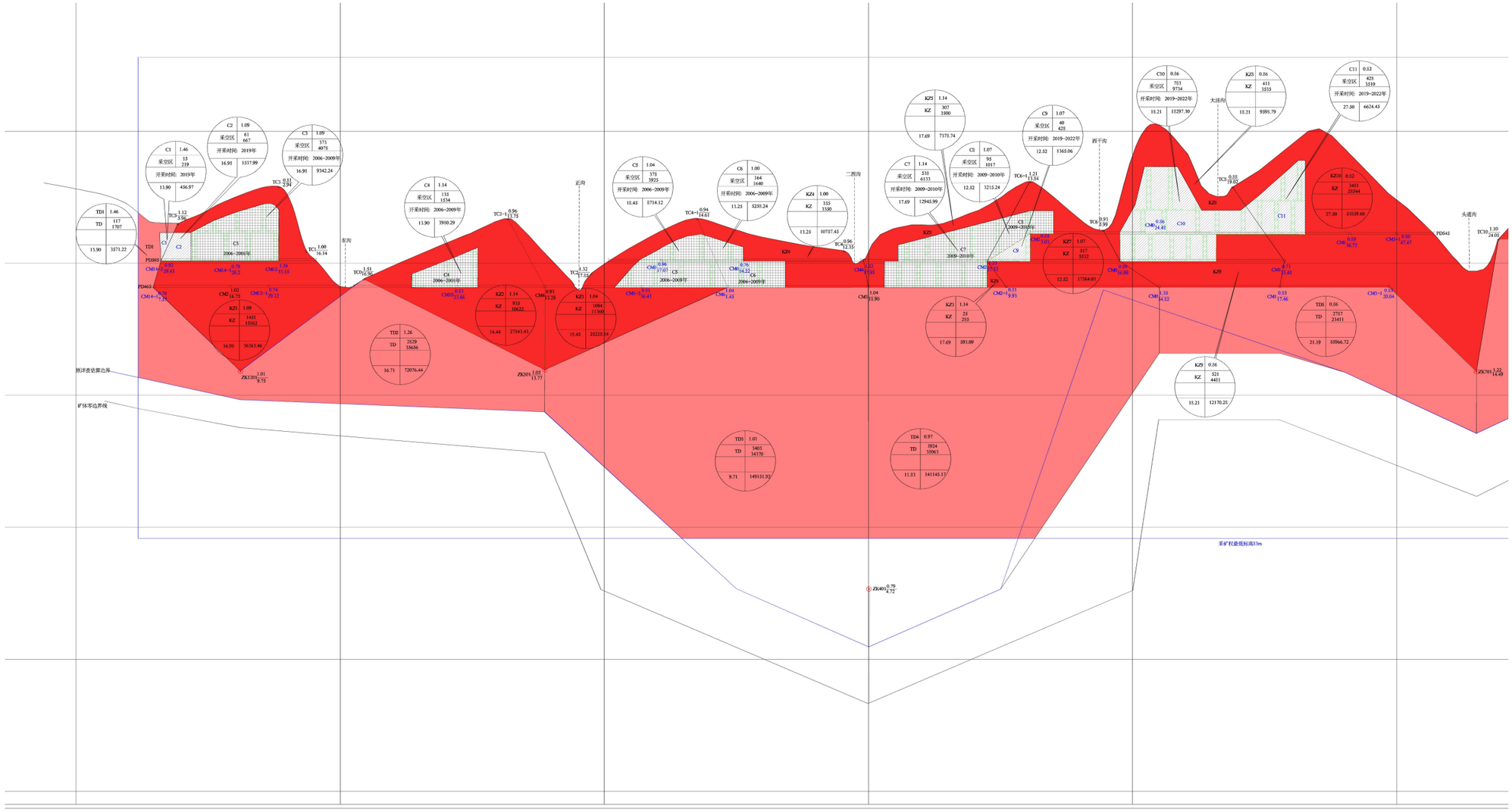


图 1-4 矿区东段开拓系统垂直纵投影图一

比例尺1: 2000

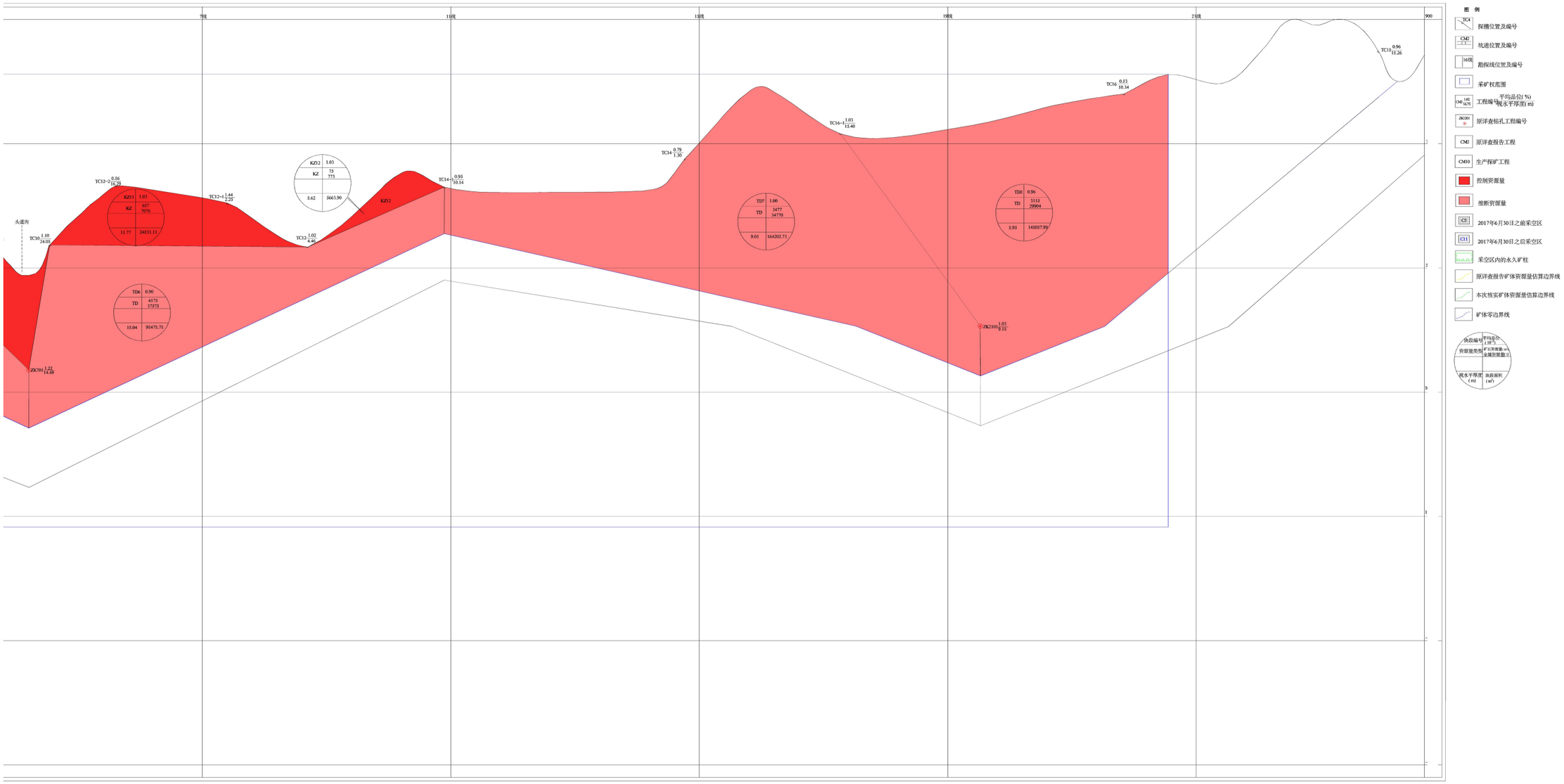


图 1-4（续）矿区西段开拓系统垂直纵投影图二

（四）地面工程布局

矿山现有的主要地面工程包括尾矿库、选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、头道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区大门场地、矿区道路等（图 1-5），占地面积见表 1-3，总占地面积为 30.7756hm^2，其中已办理土地手续面积为 12.6032hm^2，其余矿山正在办理。

表 1-3 矿山建设工程占地面积一览表

序号	场地名称	单位	面积
1	尾矿库	hm^2	3.6853
2	选厂二车间	hm^2	6.0802
3	堆矿场	hm^2	1.1431
4	选厂生活区	hm^2	0.3621
5	选厂一车间	hm^2	4.8456
6	矿山生活区	hm^2	0.7112
7	小凉水沟渣场	hm^2	8.1805
8	炸药库	hm^2	0.2745
9	头道沟场地	hm^2	2.9265
10	采矿平硐工业场地	hm^2	0.4596
11	矿区道路	hm^2	1.1774
12	矿区大门场地	hm^2	0.9296
总计		hm^2	30.7756

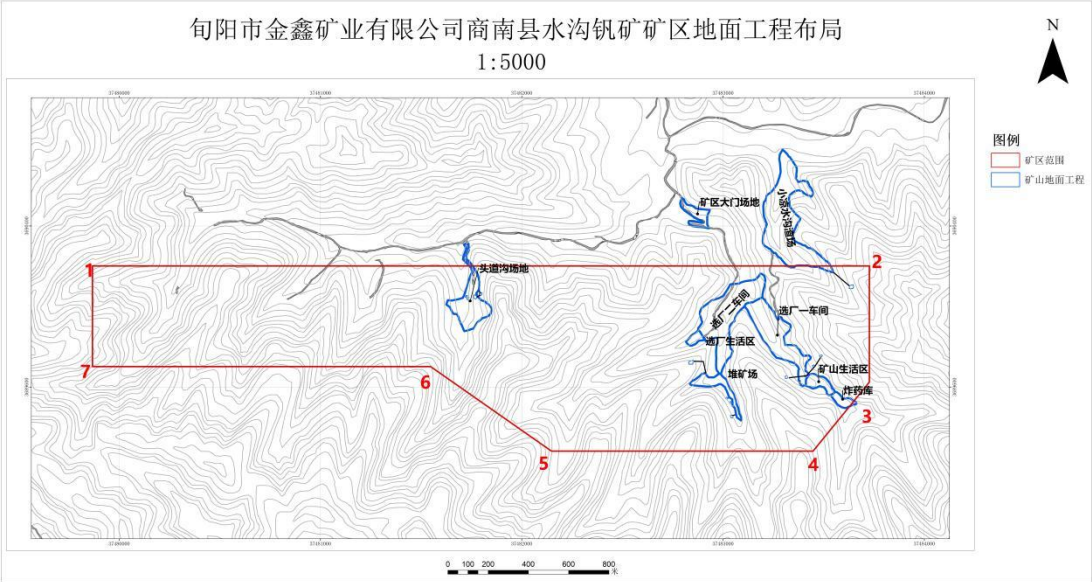


图 1-5 矿山现有工程相对关系平面图

1、尾矿库

尾矿库位于干沟下游方向 650m 左右处，尾矿库区地形呈“V”字型，沟谷两侧植被良好，地势总体南高北低（图 1-6）。尾矿库采用常规的上游法筑坝堆存。选矿后的尾砂采用干排法，经选矿分离车间分离后，污水运输至污水处理厂，然后通过管道输送至尾矿库，尾砂直接堆放至小凉水沟渣场。尾矿坝初期坝采用土石混合坝型，坝顶标高 395.7m，坝顶宽 4m，上游坡比 1：1.75，下游坡比 1：2，下游坝面为干砌毛石护坡，上游面设土工织物反滤层。后期坝采用上游法堆筑。后期坝充填标高 415m，冲筑外坡 1：4，采用单面充填，马道宽 2m。初期坝库容为 $15\times10^4m^3$，堆积至标高 415m 时可提供有效库容 $50\times10^4m^3$ 左右，占地面积 $3.68hm^2$。初期坝高 395.7m，现堆积坝标高 408m，现剩余库容为 $18\times10^4m^3$，根据矿山近年来具体数据并结合当前实际数据，预计每年堆积 $3\times10^4m^3$，计算剩余服务年限为 6 年，近期不复垦，故本《方案》不涉及。

图 1-6 尾矿库现状

2、选厂二车间

选厂二车间位于矿区偏东部位北侧的二西干沟上游。主要设施包括堆浸场、堆浸池、堆渣场、压滤机、压滤车间、反水槽、配电室、萃取反萃取槽、萃取槽、有机相储槽、萃原液储槽、分离斗、化验室、片钒楼、沉钒楼、还原中和楼、还原槽、浸出槽、办公楼、液氨罐、硫酸罐、洗钒池、真空泵房、浸出车间、球磨机、污水处理池、药剂库、锅炉房等，年处理矿石量 33 万吨，规模中型。占地面积 6.0802hm^2，主要结构类型为彩钢房。

图 1-7 选厂二车间现状

3、堆矿场

根据矿山生产需要，在矿区内设置堆矿场 1 处，位于二西沟沟口处（图 1-8），现占地面积为 1.1431hm^2，采取动态堆放模式，边堆放、边清理，最多能堆容量约 30000 方，现堆存约 6000 方。

图 1-8 堆矿场现状

4、选厂生活区

选厂生活区位于选厂二车间西南部。主要为选厂二车间的工人生活区。为一栋 5 层高建筑物，占地面积为 0.3621hm^2。

图 1-9 选厂生活区现状

5、选厂一车间

选厂一车间位于矿区偏东部位北侧的二西干沟上游，选厂二车间东侧。主要设施包括浸出罐、节能窑、回转窑、立窑、制球、烘干线、煤气站等。主要房屋结构类型为彩钢房，占地面积为 4.8456hm^2。

图 1-10 选厂一车间现状

6、矿山生活区

矿山生活区位于东沟内，主要为选厂一车间的工人生活区。包括一层彩钢房以及一栋 2 层高砖混住宿楼，占地面积为 0.7112hm^2。

图 1-12 矿山生活区现状

7、小凉水沟渣场

小凉水沟渣场，位于小凉水沟内，目前已经建成使用，矿山开采过程中的废石、废渣经堆矿场转运后，运往渣场进行台阶堆放并及时复垦，该渣场已修建拦渣坝及截、排水设施（照片 1-11）。弃渣场设计可容量 110.31 万 m^3，总占地面积为 8.1805hm^2，现已按设计堆筑至五级，排渣场现在堆积最高 410m，堆存量约 25 万 m^3。根据现场调查，渣场北侧已进行部分复垦，复垦面积 0.6hm^2。

图 1-11 小凉水沟渣场现状

8、炸药库

矿山设置炸药库一座，位于 PD1 平硐口左侧荒沟（见照片 1-12）。炸药定量 4t，雷管定量 3000 发，炸药库周围 1km 范围内没有居民，炸药库占地面积为 0.2745hm^2，炸药库目前是空的，矿山后续生产后正常使用。

图 1-12 炸药库现状

9、头道沟场地

位于头道沟沟内，有采矿平硐，堆放一些设施物品以及一处渣场，占地面积为 2.9265hm^2。

图 1-13 头道沟场地现状

10、采矿平硐工业场地

矿山采矿平硐 15 个，已封堵的 5 个，暂时停止使用的 6 个，正在使用的 4 个。采矿平硐工业场地用地面积包括各硐口以及工业场地，5 处已封堵、复垦硐口不再计算占地面积，未封堵以及未复垦硐口工业场地（含前往硐口场地道路）总面积为 0.4596hm²。

表 1-4 矿山采矿硐口使用情况一览表

硐口编号	断面（m²）	开采中段	目前使用情况	后续使用情况
PD1	2.4×2.2	465m 中段	2022 年暂时关闭	矿山生产后使用
PD2 东	2.4×2.2	465m 中段	正在使用	使用
PD2 西	2.4×2.2	465m 中段	正在使用	使用
PD3	2.2×2.2	505 中段	2022 年暂时关闭	矿山生产后使用
PD5	2.2×2.2	505 中段	2020 年封堵	不使用
PD6 东	2.2×2.2	545 中段	2020 年封堵	不使用
PD6 西	2.2×2.2	545 中段	2020 年封堵	不使用
PD8	2.2×2.2	465m 中段	正在使用	使用
PD9	2.2×2.2	505 中段	2020 年封堵	不使用
PD10	2.2×2.2	545 中段	2022 年暂时关闭	矿山生产后使用
PD11	2.2×2.2	505 中段	正在使用	使用
PD12	2.2×2.2	545 中段	2020 年封堵	不使用
PD15	2.2×2.2	545 中段	2022 年暂时关闭	矿山生产后使用
PD16	2.2×2.2	505 中段	2022 年暂时关闭	矿山生产后使用
PD18	2.2×2.2	545 中段	2022 年暂时关闭	矿山生产后使用

图 1-14 PD2 东（使用）

图 1-15 PD5（封堵）

图 1-16 PD10（暂时关闭）

图 1-17 PD8（使用）

11、矿区道路

矿区道路包括农村道路、矿山道路，农村道路道路平均宽 4m，合计长 2.9km，占地面积为 1.774hm^2，其余为矿山道路，位于在各个场地内。

图 1-18 矿区道路

12、矿区大门场地

矿区大门场地包括矿区的大门、矿区道路以及所包含的场地，占地面积为 0.9296hm^2。

四、采空区历史及现状

根据矿山所提供的井下采空区和井巷工程复合图以及相关资料，采空区历史及现状如下：

545 中段 PD15 巷道于 2010 年与 2019 年开拓形成，2020 年、2021 年、2022 年矿山开采期在分别东侧、西侧采场开采钒矿石，2020 年、2022 年 6 月东、西侧采场采矿工程结束形成了东侧、西侧采空区；1#采空区面积 9673.0m^2，跨度 8.6～43.7m，开采高度 40.0m。采空区体积 386920.0m^3；采空区呈长条状多边形。

2009 年 7 月矿山开采期在 545 中段 PD12 平硐 2#采场开采钒矿石，2010 年年底采场采矿工程结束形成了采空区；2#采空区面积 2631.2m^2，跨 28.4m，开采高度 40.0m。采空区体积 105248.0m^3；该采空区呈长条状梯形。

545 中段 PD12 巷道于 2008 年矿山基建期开拓形成，2009 年年初矿山试采在 1#采场开采钒矿石，2010 年 6 月采场采矿工程结束形成了 1#采空区；1#采空区面积 2195.6m^2，跨度 22.7～30.8m，开采高度 40.0m。采空区体积 87824.0m^3；该采空区呈五边形。

545 中段 PD6 平硐巷道于 2007 年开拓形成，2008 年在试产开采期在 PD6 平硐采场开采钒矿石，2008 年采场采矿工程结束形成了 1#采空区；PD6 平硐 1#采空区面积 1624.0m^2，跨度 17.8～26.4m，开采高度 40.0m。采空区体积 64960.0m^3；该采空区呈长条状五边形。

585 中段 PD17 巷道于 2010 年开拓形成，2019 年、2020 年矿山开采期该平硐采场开采钒矿石，2020 年年底采场采矿工程结束形成了采空区；该采空区分布地段现地面已坍陷；原 PD17 平硐采空区面积 5138.8m^2，跨度 30.3～40.7m，开采高度 40.0m。采空区体积 205552.0m^3；该采空区呈长条状多边形。

采空分布情况见下图 1-19。

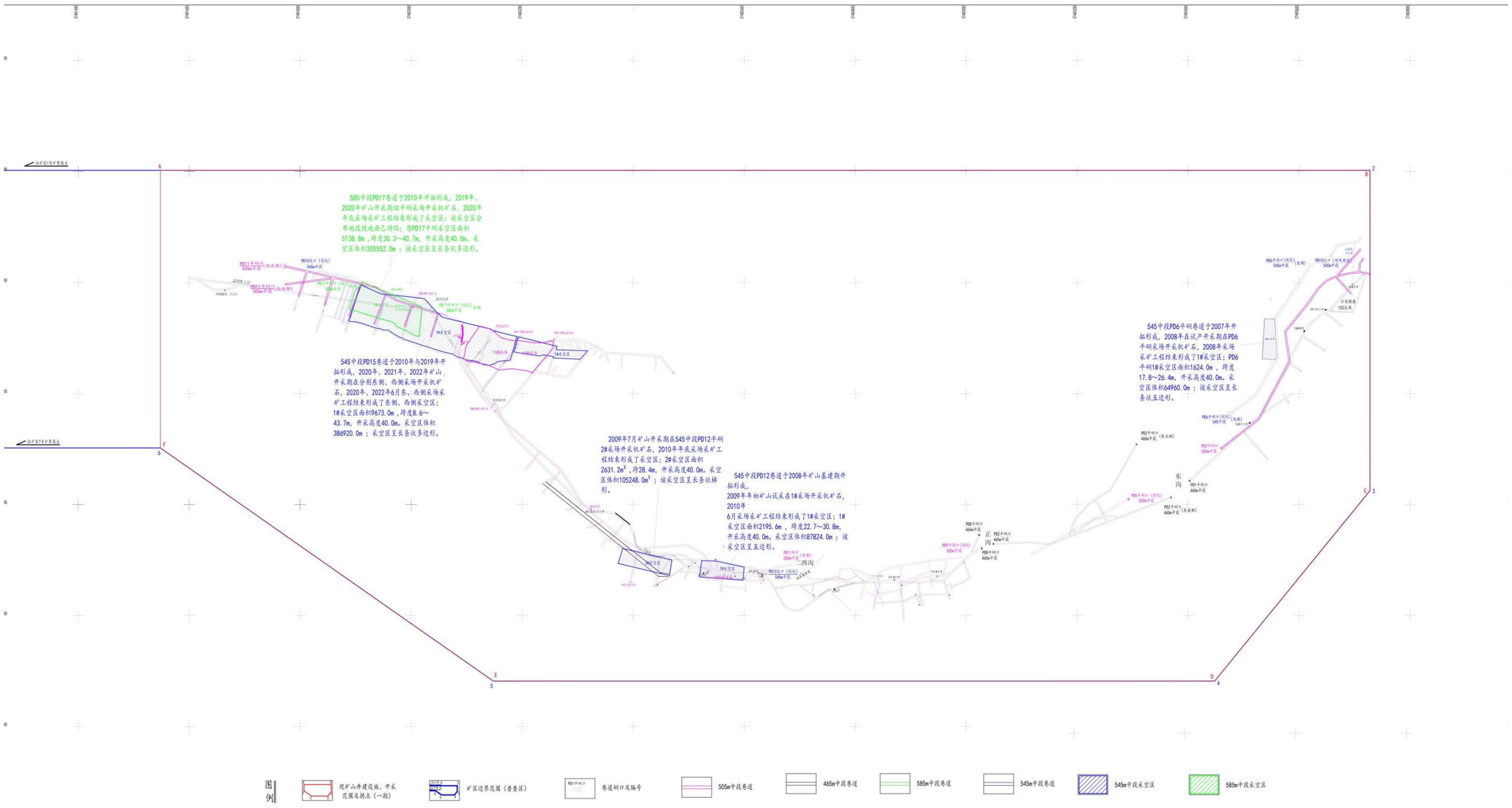

商南县水沟钒矿井下采空区和井巷工程复合图
1：2000
585中段PD17巷道于2010年开拓形成，2019年、2020年矿山开采期间本平硐采场开采钒矿石，2020年年底采场采矿工程结束形成了采空区；该采空区分布地段现地面已坍陷；原PD17平硐采空区面积5138.0m，跨度30.3~40.7m，开采高度40.0m。采空区体积205552.0m；该采空区呈长条状多边形。
545中段PD15巷道于2010年与2019年开拓形成，2020年、2021年、2022年矿山开采期在分别东侧、西侧采场开采钒矿石，2020年、2022年6月东、西侧采场采矿工程结束形成了东侧、西侧采空区；1#采空区面积9673.0m，跨度8.6~43.7m，开采高度40.0m。采空区体积386920.0m；采空区呈长条状多边形。
2009年7月矿山开采期在545中段PD12平硐2#采场开采钒矿石，2010年年底采场采矿工程结束形成了采空区；2#采空区面积2631.2m²，跨28.4m，开采高度40.0m。采空区体积105248.0m³；该采空区呈长条状梯形。
545中段PD12巷道于2008年矿山基建期开拓形成，2009年年初矿山试采在1#采场开采钒矿石，2010年6月采场采矿工程结束形成了1#采空区；1#采空区面积2195.6m，跨度22.7~30.8m，开采高度40.0m。采空区体积87824.0m；该采空区呈五边形。
545中段PD6平硐巷道于2007年开拓形成，2008年在试产开采期在PD6平硐采场开采钒矿石，2008年采场采矿工程结束形成了1#采空区；PD6平硐1#采空区面积1624.0m，跨度17.8~26.4m，开采高度40.0m。采空区体积64960.0m；该采空区呈长条状五边形。
东沟
正沟
二西沟
图例
现矿山井建设施、开采范围及场底（一期）
矿区边界范围（普查区）
PD1平硐口
巷道硐口及编号
505m中段巷道
465m中段巷道
585m中段巷道
545m中段巷道
545m中段采空区
585m中段采空区

图 1-19 采空区分布图

五、绿色矿山建设

为加强绿色矿山建设，加快矿业转型与绿色发展，我公司积极落实省部、市、县有关绿色矿山建设相关政策要求，于 2020 年 7 月，公司编制完成了《旬阳县金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿绿色矿山建设实施方案》，全面开启了绿色矿山创建。并于 2023 年 12 月 29 日纳入商洛市绿色矿山建设项目库。

本矿山进行绿色矿山建设，需严格遵守国家相关法律、法规，符合矿产资源规划、产业政策和绿色矿山基本条件进行建设，具体任务如下：

（1）持续提升矿区生态环境质量

公司将在巩固现有矿区环境基础上，以优化选矿区工业布局、运矿公路修缮等环境绿化美化工程为抓手，深入推进公司区域定制化管理工作，强化日常考核，落实改进措施，不断改善和提升矿区环境为职工营造良好的工作、生活环境，全面提升职工幸福感和获得感。

（2）加强矿山地质环境治理与保护

①加强生态修复成效监测

为提高矿山绿化覆盖率，提升生态修复效果，矿山严格按照《旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》任务安排惊工程治理并通过验收提取基金，保证施工质量。按照公司地质环境动态监测方案，持续开展动态监测，建立健全监测制度，密切关注变化情况，及时采集、分析和处理监测数据，编制地质环境动态监测阶段报告，为地质环境治理提供基础数据支撑。

②长效化开展地质环境治理与土地复垦工作

根据《旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》，落实矿山治理与复垦主体责任，每年开展地质环境治理与土地复垦工作，按年度计划或提前进行工程实施，确保完成年度治理和复垦工作任务。做到“边施工、边保护”“谁破坏、谁治理”，负责到人，管护到位，既要金山银山，又要绿水青山。

第二章 矿区基础信息

一、矿山自然地理

（一）气象

矿区位于商南县南部，地处北亚热带向暖温带的过渡地带，气候温暖、降水充沛、四季分明、冬无严寒、夏无酷暑。年日照时数 1811.8 小时，日照百分率 45％，太阳年辐射总量每平方厘米为 121.7 千卡。年平均气温 14.6℃，最热月 7 月平均气温 26.0℃，最冷月 1 月平均气温 1.5℃。极端最高气温为 41.3℃（2006 年 6 月 17 日），极端最低气温为-13.1℃（1991 年 12 月 28 日）。全年无霜期平均为 216 天。

商南县地处中纬度偏南地带，属于北亚热带气候区，气候温暖，雨量充沛，四季分明，冬无严寒，夏无酷暑。年平均降水量 803.2 mm，单日最大降水量 152.4 mm，降水主要集中在 7 ～9 月，以 7 月为最多，年平均相对湿度为 68%。年平均风速 1.7 米/秒（相当于 1 级风力），年平均日照时数 1973.5 小时，占应照时数的 45%，无霜期 216 天，亚热带大陆性季风气候明显，四季分明。

区内年际降水量变化大（图 2-1），平均年降雨日为 137 天。降雨多集中在 7、8、9 月，降水量占年总降水量的 52%左右（图 2-2）；其中以 7 月份为最多，降水量达 179.7mm。

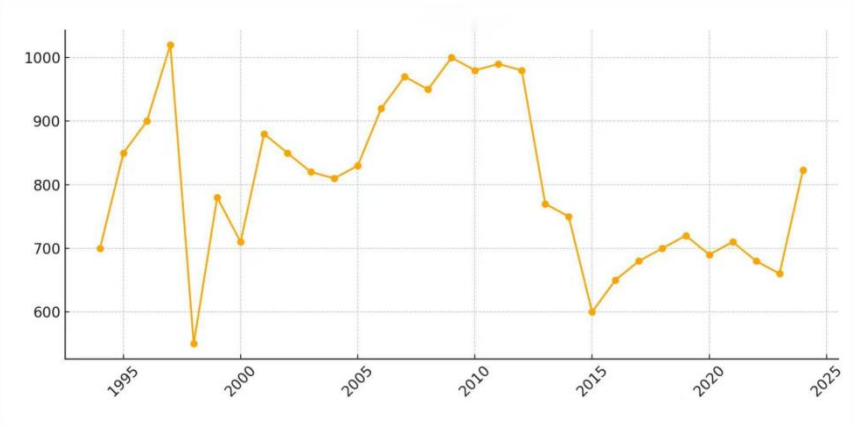


图 2-1 商南县历年降水量历史曲线图（1994～2024）

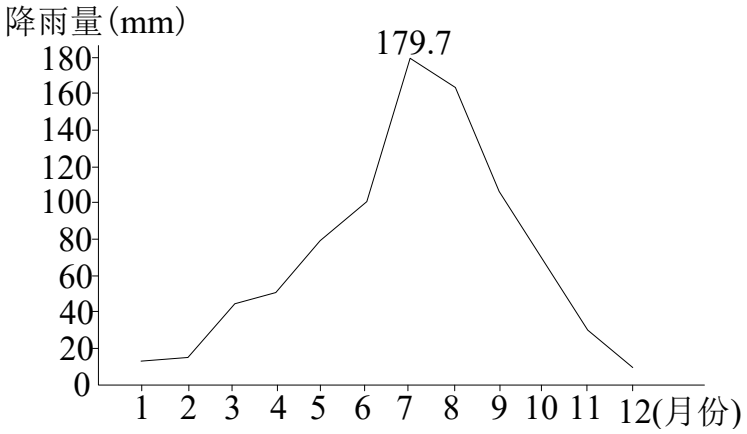


图 2-2 商南县多年月平均降水量曲线图

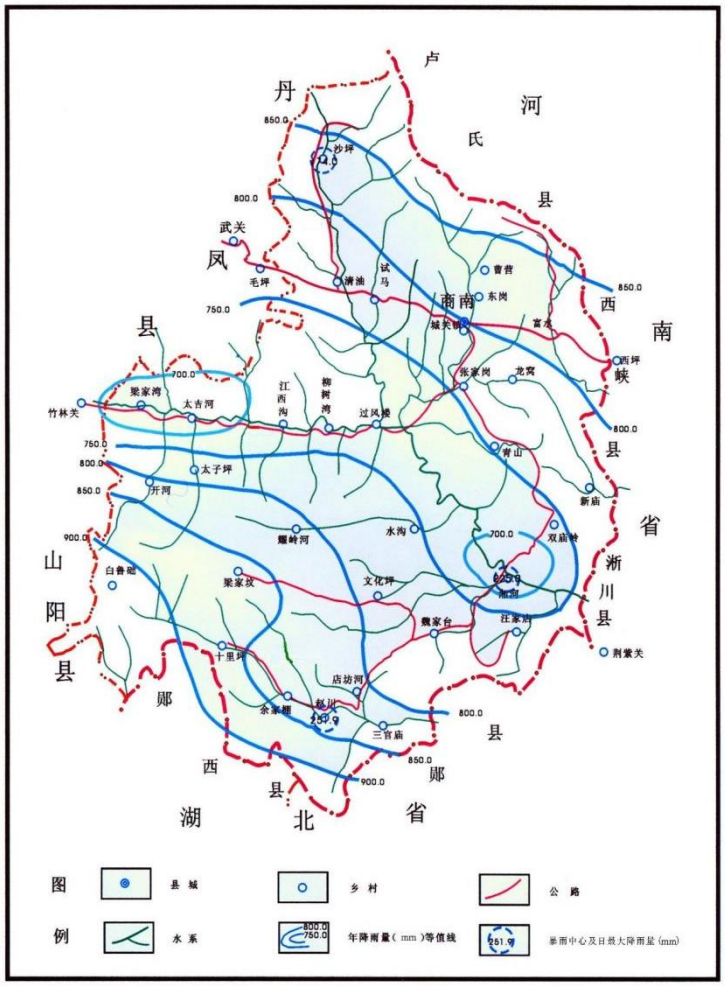


图 2-3 商南县平均降水量等值线图

（二）水文

矿区地表径流属长江水系，耀岭河、冷水河、青山河由西向东注入丹江。次级沟溪发育，并呈南北向树枝状伸展，水沟和二道沟为长年流水（图 2-4），流量稳定，其他水系水量较小，多为季节性流水沟谷，在矿段东北角汇入耀岭

河，再经耀岭河汇入丹江，属汉江水系。水沟流量为 51.895～62.046L/s，耀岭河全长 37.7km，流域面积 119.6km^2，河谷宽度 120m 左右，常流量为 40L/s。小凉水沟流域面积 0.265km^2，为季节性流水，流量为 0～16.28L/s。矿区范围距丹江直线距离约 5km。

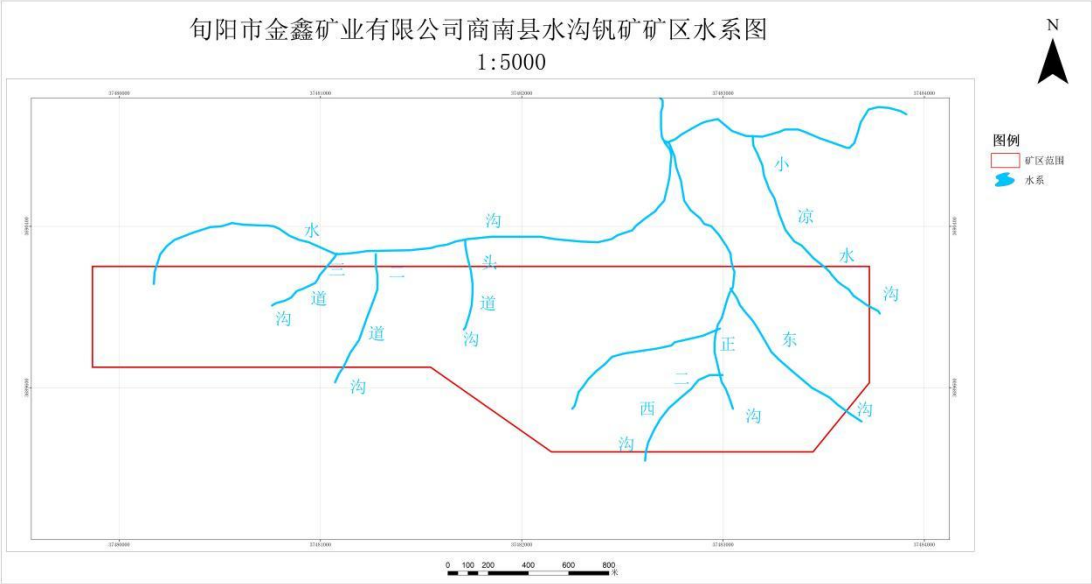


图 2-4 矿区及周边水系图

（三）地形地貌

商南县属东秦岭地区的山岳地形。北部和西南部较高，中部和东南部较低，山脉走向多呈东西或北西西向，为中等切割的侵蚀中低山。北部地区为中高山区，山高林密，植被发育；中南部为新开岭中低山区；中东部为断陷盆地。县城海拔 687m；县内最低点位于湘河镇梳洗楼附近的丹江河谷，海拔 216.4m；最高处为北部的玉皇尖，海拔 2058m。县内按地貌形态可划分为三个地貌单元：河谷丘陵区、低山区和中山区（图 2-5）。

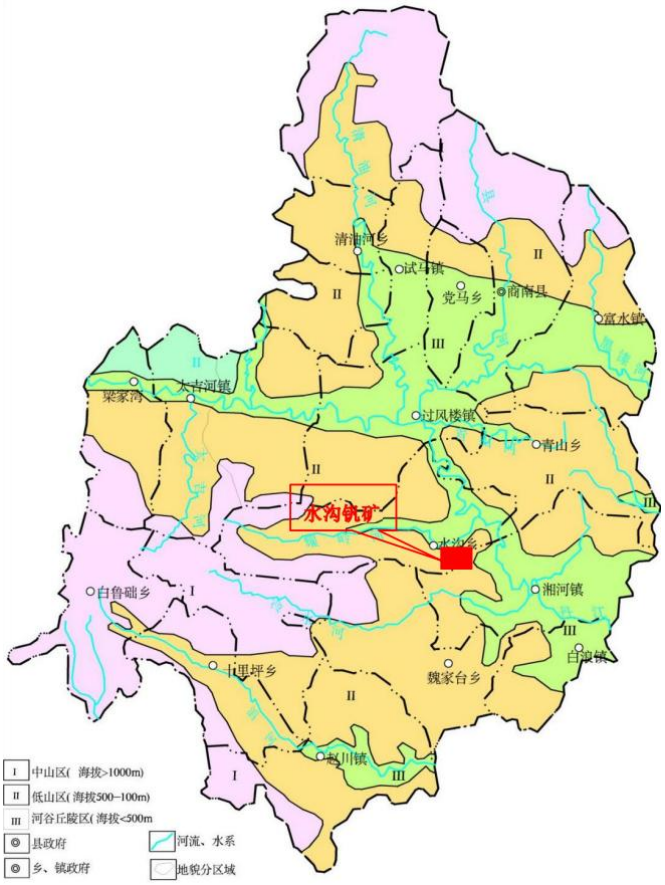


图 2-5 商南县地貌略图

矿区地处秦岭东段南坡，属低山区（图 2-6～2-7），地形切割较强烈，地势南高北低，区内最高海拔 840m，最低（矿区东北部干沟沟口）360m，相对高差 480m，地形坡度多为 30°～40°，局部陡立，区内植被及坡积物覆盖面积较大。东部的干沟为区内主要沟道，其上游分为东、西两条支沟。东侧支沟长约 910m，纵坡降约 132‰；西侧支沟长约 780m，纵坡降约 128‰。两条支沟在主沟中下游交汇，整个沟道汇水面积 0.47km^2。上游两条支沟沟道较窄，两侧山坡较陡，坡度 30°～50°，灌木、荒草丛生，植被较为发育。第四系覆盖层在陡坡地段相对较薄，一般 0.2～1.0m，在缓坡和沟谷地段相对较厚，一般 1.5～5.0m。沟道和缓坡地段多为荒地。汇合后沟谷宽度 50～100m，沟心排洪较畅通。该沟为季节性流水沟，最高洪水位约 0.3m，沟口未见扇形堆积区。

图 2-6 矿区地貌遥感影像图

图 2-7 矿区地形地貌

综上所述，矿区属低山区，地形切割较强烈，相对高差大，地形坡度较陡，自然条件下排水通畅，地形地貌条件复杂。

（四）土壤

据野外调查及查阅《商南县志》，矿区的土壤类型主要为黄棕壤、棕壤两大类（图 2-8）。但由于地形多变，土壤分布呈现出垂直地带性和水平地带性互相交错的特点，垂直地带性表现的较为强烈。其分布规律是：沿河沟低阶地及浅山丘陵区以黄棕壤为主；中高山地区以棕壤土为主，局部出现明显交错。

（1）黄棕壤

黄棕壤是北亚热带的地带性土壤，是棕壤、褐土与黄壤之间的过渡类型，在矿区广泛分布。其中耀岭河、干沟、正沟等河沟两岸阶地主要是黄褐土；浅山丘陵则以始成黄褐土为主；中高山地极少分布有少量的山地黄棕壤和始成黄

棕壤。区内黄棕壤因母质的差异，其理化性状亦有明显的不同，但均粘粒含量较高。

（2）棕壤

该类土也是商南县地带性土壤之一。主要分布于矿区的中高山地带，多发育在温暖湿润的气候条件下，在雨量较多的条件下，淋溶作用强，土壤中的易溶盐类和碳酸盐均被淋失，故土体中无碳酸盐反应，粘化作用明显，土壤质地相当粘重，该类土土层较为浅薄，且砾石含量较多，但表层有机质含量高，而下层急剧降低，土壤表层呈灰棕色，下层为棕色，pH 值 6.5-7.0，团粒结构。

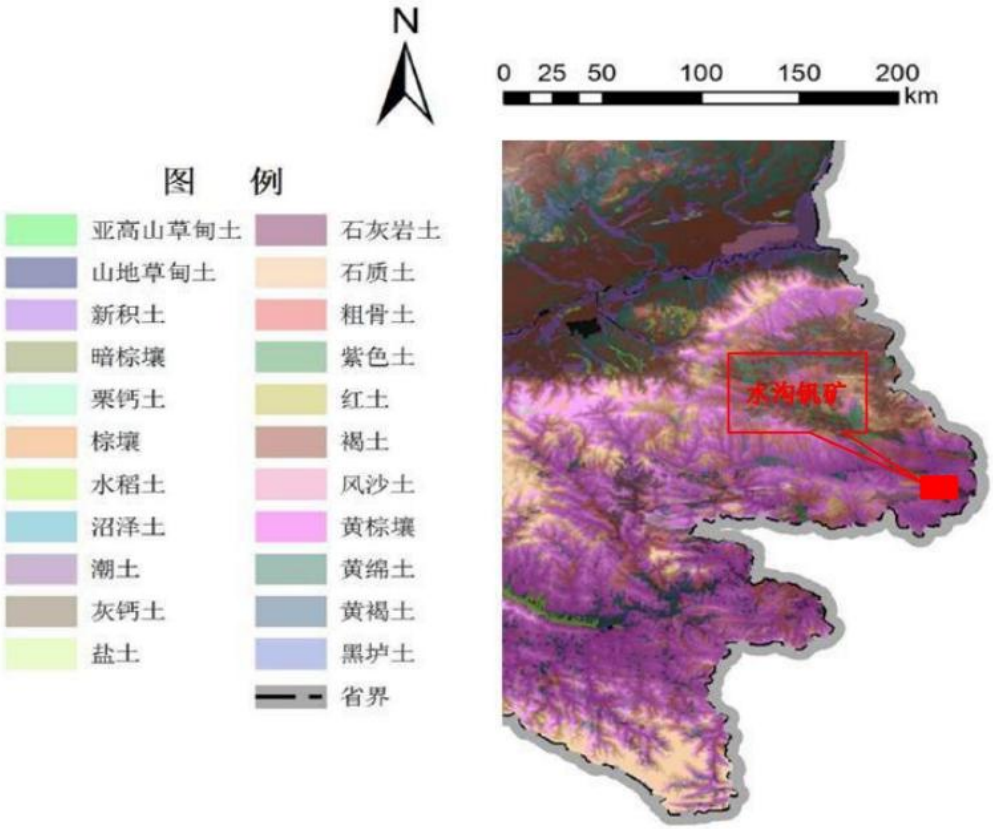
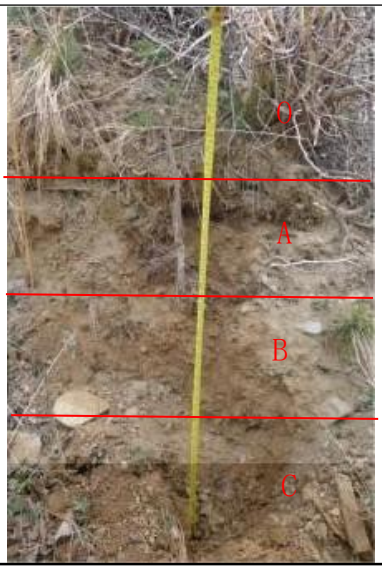


图 2- 8 评估区周边土壤类型图

表2-1 区内典型土壤剖面

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

（五）植被

矿区地处秦岭山区，区内植被较为发育，草木生长旺盛，植被覆盖率达85%，植物类型具有明显的亚热带与暖温带过渡成份，植被类型主要为灌丛及栽培植被。

（1）灌丛植被区内的灌丛植被广泛分布，受北亚热带气候影响明显，以暖性落叶阔叶灌丛为主，主要有油松、华山松、红椿、杉木、马尾松、麻栎、刺槐、竹子等；其林分结构特点为：纯林多、混交林少；单层林多，复层林少；油松、竹子多，其它树种少；中幼林多，成熟林少；林相较为整齐，林下分布有百草、菅草、蒿类、禾草、苔类等草本植物，总覆盖率为85%。

（2）栽培植被区内居民主要沿耀岭河两岸居住，相对集中，长期的生产生活及开垦耕种，创造出各种各样的栽培植物群落。可分为旱地农作物、蔬菜作物、经济林等。其中区内以旱地农作物栽培植被为主。旱地农田作物以冬小麦、春玉米为主，油菜、马铃薯、大豆、芸豆次之，其它有小豆、绿豆、豌豆、扁豆、黑豆、芝麻等，大部一年一熟，以冬小麦、春玉米为主组合。矿区内主要植被见以下照片。

照片 2-1 刺槐

照片 2-2 侧柏

照片 2-3 苜蓿草

照片 2-4 铁扫帚

照片 2-5 矿区栽培植被

照片 2-6 矿区开垦耕种

（六）国土空间总体规划

根据《国土空间总体规划 2021-2035 年》，规划坚持生态优先、底线管控，全域统筹、城乡融合，以人为本、提升品质因地制宜、突出特色的原则，是过风楼镇国土空间开发、保护、利用和修复的总纲，具有战略性、综合性和约束性。

矿区所处的用途分区为林业发展区、城镇集中建设区以及矿产能源发展区。是落实国土空间总体规划“三线”划定成果，强化国土空间底线管控，将“三

线”作为调整经济结构、规划产业发展、推进城镇化不可逾越的红线，锚定国土空间总体规划开发保护的基本格局。

矿区所处的“三线”的区域为城镇开发边界。是在国土空间总体规划中划定的，一定时期内因城镇发展需要可以集中进行城镇开发建设，完善城镇功能、提升空间品质的区域边界涉及城市、建制镇以及各类开发区等。

根据产业规划图，矿区位于水沟钒产业园，无保护类物种。

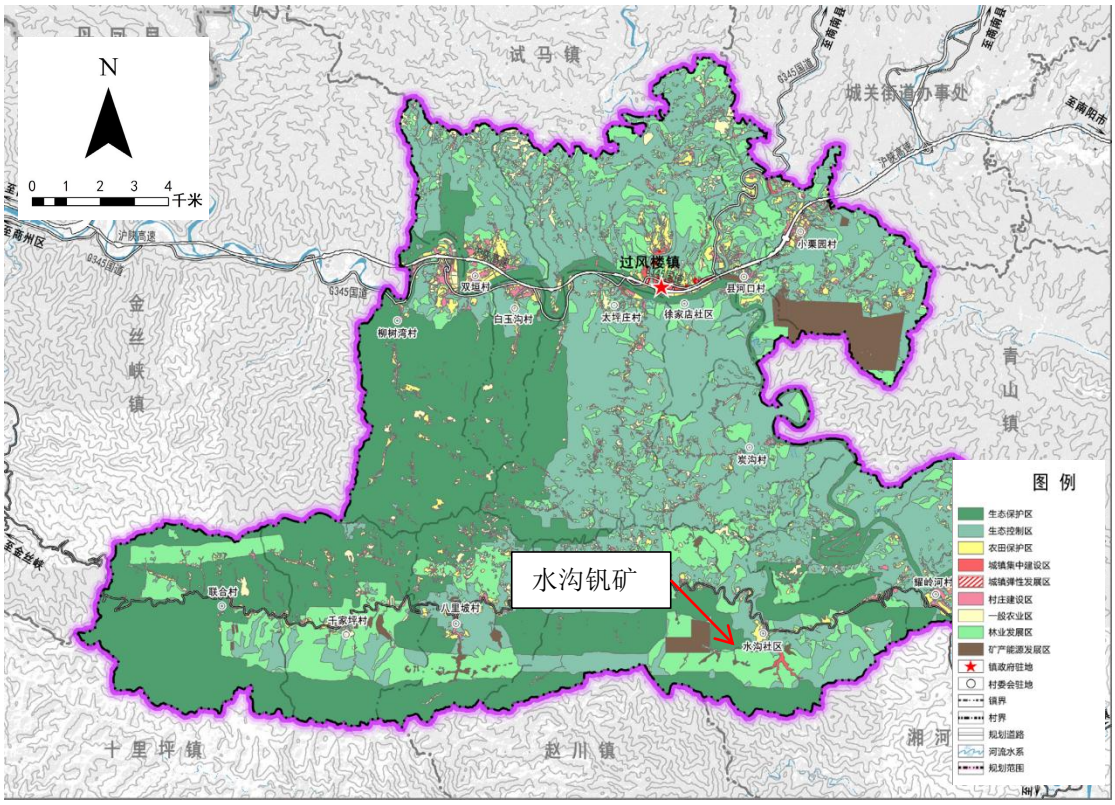


图 2-9 用途分区规划图

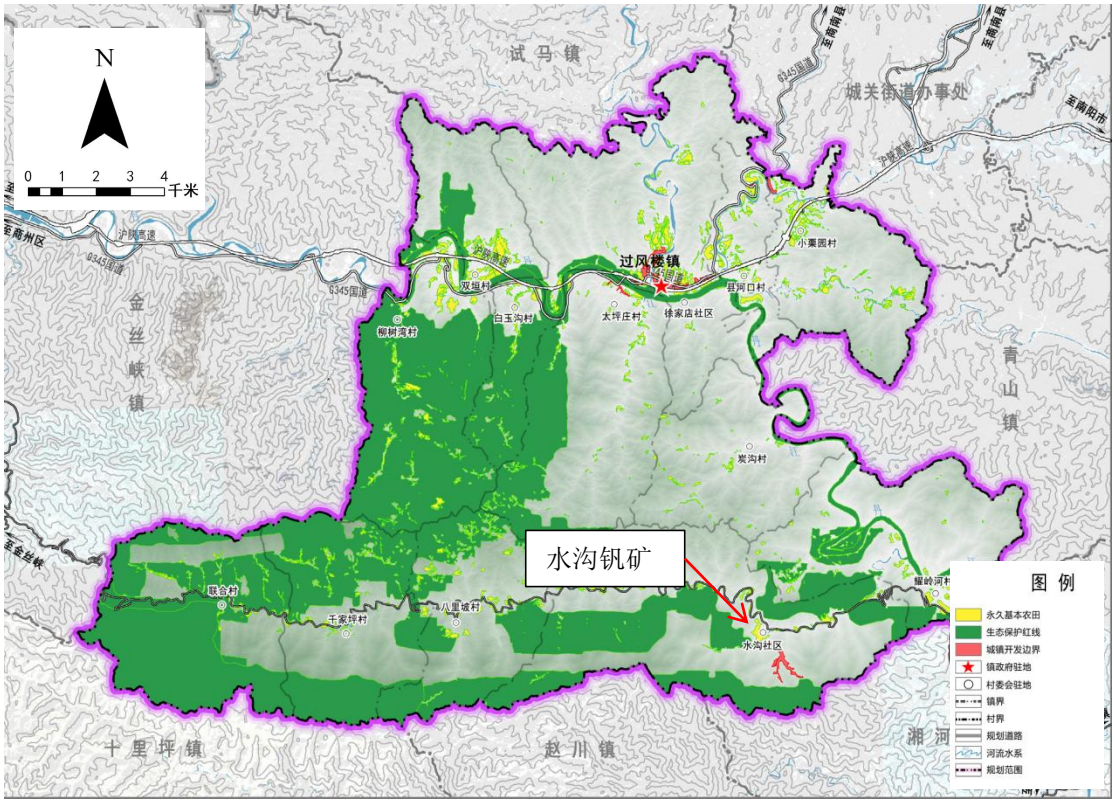


图 2-10 “三线”规划图

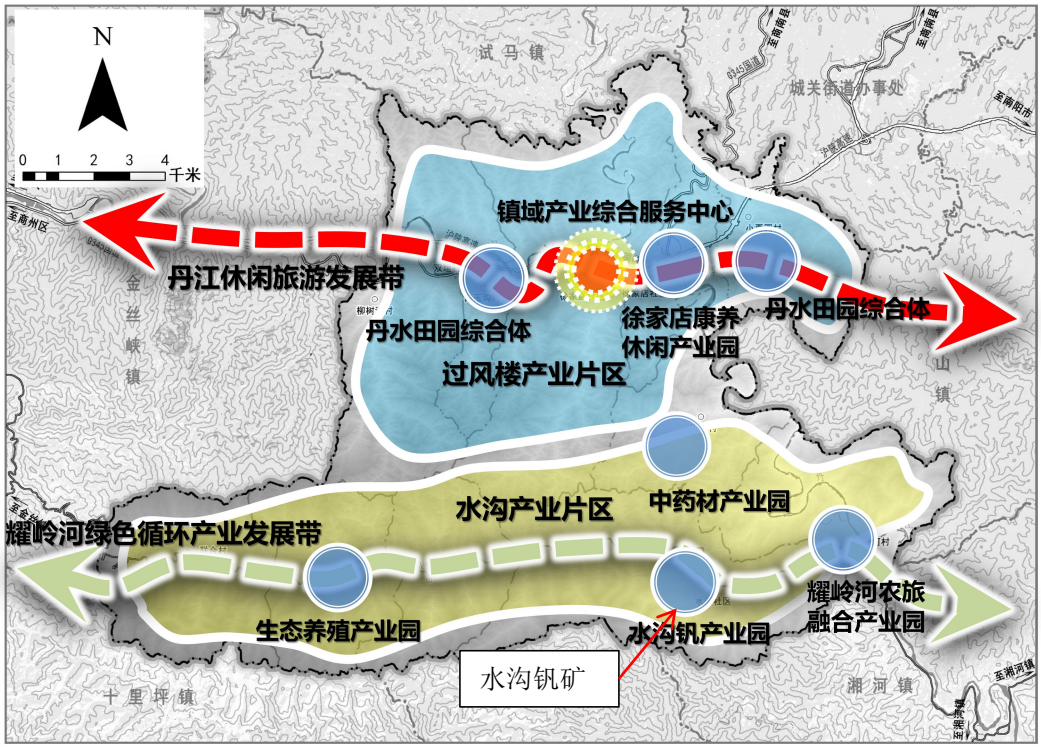


图 2-11 村庄产业布局规划图

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

矿区地层分区属华南地层大区、南秦岭-大别山地层区、徽县-旬阳地层分区。出露地层有下元古界陡岭岩群湘河片麻岩（Pt_1xgn）、上元古界震旦系灯影组（Z_2dn），以及下古生界寒武系水沟口组（$\in_1sg$）、岳家坪组（$\in_2y$）、上寒武-中奥陶统（未分）石翁子组（$\in_3$-O_2）s、新生界第四系（Q）。其中，寒武系水沟口组（$\in_1sg$）为区内主要的含矿地层。总体呈近东西向展布，现将出露地层由老至新分述如下：

1、下元古界陡岭岩群湘河片麻岩（Pt_1xgn）

分布于矿区外寺沟东侧韩家台子，呈南北向展布，由黑云斜长麻岩、云母石英片岩、石英片岩夹长石石英片岩、炭质片岩组成，倾向 NE，倾角 46°～77°，厚度＞210m。

2、震旦系灯影组（Z_2dn）

依据岩性组合，本区灯影组可划分为四段。岩性主要为紫红色厚层块状大理岩，其间夹黄灰色中薄层状大理岩。倾向 SE，倾角 30°～73°，厚度最大 433m。

3、寒武系

依据岩性组合，本区灯影组可划分为四段。岩性主要为紫红色厚层块状大理岩，其间夹黄灰色中薄层状大理岩。倾向 SE，倾角 30°～73°，厚度最大 433m。

①下寒武统水沟口组平行不整合于灯影组第四岩性段之上，总体展布于矿区中北部，走向近东西向。中部较薄，厚度约 8～20m，东、西两侧逐渐变厚，厚度大于 50m，倾向 SW 或 SE，倾角 35°～65°。

②中寒武统岳家坪组（$\in_2y$）岳家坪组主要分布于水沟口组的南部，与下部水沟口组为整合接触，下部出露不稳定的白云质灰岩，上部由灰-浅灰色中薄-中厚层白云岩组成，间夹肉红色、土黄色、紫色白云质页岩或薄层。倾向 SW 或 SE，倾角 45°-65°，厚度 110m。

③上寒武-中奥陶统石瓮子组（$\in_3$-O_2）s 石瓮子组分布于矿区南部，与岳家坪组为整合接触。岩性以白云岩为主，下部为深灰色厚层状硅质白云岩，可

见黑色燧石条带，偶见燧石团块，较坚硬；中部为灰白色粗晶白云质灰岩夹薄层白云岩；上部以纹层状粉晶白云岩为主，纹层中可见燧石条带。倾向 SW 或 SE，倾角 40°～67°，厚 164～460m。

4、第四系（Q）

主要为残积、坡积覆盖层，分布在缓坡及山间低洼处、沟谷地段、坡脚处，由碎石土组成，厚 2～10m。

表 2-2 水沟矿区地层简表

地层时代	地层名称	岩性特征	其它
Q	第四系	主要为残积、坡积覆盖层	黄土层
$\in_3$-O_2	石瓮子组	灰白色中厚层状白云岩夹薄层状白云质灰岩	偶夹硅质条带
$\in_2$	岳家坪组	中薄层白云岩夹米黄色-灰白色泥质白云岩	纹层非常发育
$\in_1$	水沟口组	下部为硅质岩、薄层泥岩、炭质泥岩、杂色泥岩夹砂岩透镜体；中部为薄层状硅质岩夹泥岩、泥岩夹硅质岩。局部地段含炭质泥岩、含炭硅质岩、薄层磷结核；上部为杂色泥岩、泥岩、硅质岩、夹砂岩透镜体	主要含钒矿层位
Z	灯影组	下部为灰-灰白色厚层状藻屑白云岩；上部为灰色厚层硅质白云岩，顶面为古风化剥蚀面，凹凸不平	主要为紫红色厚层块状大理岩
pt_1	陡岭岩群	以黑云斜长麻岩、云母石英片岩、石英片岩夹长石石英片岩、炭质片岩，有长石石英脉和石英脉贯入	分布于矿区外寺沟东侧韩家台子

（二）地层构造

矿区位于冷水河-白浪镇向斜的北翼，褶皱构造以次级褶皱和由层间滑动而形成的层间褶皱为主要特征；矿区未见断裂活动迹象。节理主要为震旦系灯影组与寒武系水沟口组不整合面后期滑动时产生的伴生节理。

1、褶皱

包括两类：一类为与冷水河-白浪镇向斜同期形成的次级或更次级褶皱；另一类为震旦系灯影组和寒武系水沟口组不整合面后期层间滑动有关的层间褶皱。

（1）冷水河向斜

横跨商南县境，为一规模较大的长轴向斜（长逾 50km）。轴向近东西，轴面北倾。两翼基本对称，南翼略陡（55°），北翼略缓（50°）。该向斜为区内大型控矿构造，钒矿带赋存于该构造南北两翼寒武系下统水沟口组第一岩性段，

分别称北矿带和南矿带。向斜北翼为一南倾复式单斜构造（两侧局部倒转），是直接控制水沟钒矿产出的次级构造。

（2）次级褶皱

次级褶皱只在局部地层出露，如大流水沟岳家坪组白云岩夹泥岩发生了褶曲，形成次级背斜、向斜，局部地层发生了倒转，轴面劈理产状 193°∠70°，褶皱两翼产状 170°∠67°、25°∠42°、265°∠13°、15°∠85°。次级小褶皱为水平挤压形成的纵弯褶皱，在水沟口组地层中，既有泥岩透镜体，又有泥岩夹薄层硅质岩构造透镜体。

（3）层间褶皱

层间褶皱主要发育于水沟口组与灯影组平行不整合面附近的水沟口组硅质岩夹泥岩或泥岩夹硅质岩中。由于不整合面及结晶灰岩与泥岩之间的层间滑动而形成。震旦系灯影组顶部的白云岩硅化较为强烈，硬度较大。水沟口组上部厚层泥灰岩（灰岩）与下部泥岩及硅质岩相比，能干性较强。二者之间所夹的泥岩及硅质岩夹泥岩、薄层灰岩（泥灰岩）夹泥岩以及泥岩夹硅质岩和灰岩、泥灰岩能干性较弱。在冷水河-白浪镇向斜形成时，由于不整合面的重新活动，致使能干层之间的软弱层间发生了强烈的褶皱作用，由于褶皱规模较小，使含矿地层破碎，但对含矿地层厚度变化影响较小。

2、断层

矿区范围内未见断层，仅在东南角见到上寒武-中奥陶统（未分）石翁子组（$\in_3$-O_2）s 与下元古界陡岭岩群湘河片麻岩（pt_1xgn）接触，性质为逆断层。其它地段未发现断裂活动迹象，在地表工程、平硐内及钻孔中均未见断裂构造，仅在矿区中部见到薄层白云岩较破碎，其性质不明。本区断裂活动微弱，对矿体未构成影响。

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。

4、新构造运动与地震

矿区内新构造运动活跃，第四纪以来地壳整体强烈上升并发生差异性断块运动。河流主要表现为下切侵蚀，形成深切的“V”形谷。矿区位于构造隆起区，区域上具有发生地震的条件，据 1486 年有地震记载以来至 1976 年的 490 年间，商南县共发生有感地震 7 次。1964 年 5 月赵川一带发生了 4.7 级地震，震中位于 E110°08'、N33°03'的赵川镇三岔镇，震源深度 5～7km，地震烈度小于VI度。2008 年 5 月 12 日汶川 8 级地震，区内有明显震感，未造成山体垮塌、房屋开裂等破坏。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），本区地震动反应谱特征周期为 0.35s，地震动峰值加速度为 0.05g，抗震设防烈为VI度。综上所述，矿区构造以次级褶皱和层间褶皱为主，断裂构造不发育，地质构造简单。

（三）水文地质

1、地下水类型划分及富水性

矿区内地下水类型，按赋存条件可划分为第四系松散层孔隙潜水、基岩裂隙水和碳酸盐岩类裂隙岩溶水三种类型（图 2-10）。

（1）第四系松散层孔隙水主要分布于沟谷及两岸斜坡地带，含水层岩性为坡、洪积碎石土，与下伏基岩无隔水层存在，厚度较小，与沟谷两侧基岩裂隙水和岩溶裂隙水互为转化，主要接受大气降水渗入补给，向河谷排泄，转化为地表水。由于含水层薄，形成透水层，储水性能差，雨季在岩土结合面可形成小股溪流，涌水量一般＜0.1L/s，且分布有限，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下寒武统水沟口组（$\in_1$sg）含炭硅质岩夹泥岩、泥岩分布区，岩石组合为含炭硅质岩、硅质岩夹泥岩、泥岩、含碳灰岩，节理裂隙发育，但裂隙的闭合性较好，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，据区域资料显示，流量 0.1～1.0L/s，属弱-极弱富水区。

（3）碳酸盐岩裂隙岩溶水广泛分布于工作区，含水岩层由震旦系、寒武系-奥陶系组成，岩性为碳酸盐岩，碳酸盐岩裂隙岩溶水是区内地下水的主要类型。区内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。

2、矿床水文地质特征

通过矿床的开采条件及矿床充水影响因素分析，含矿地层与上部碳酸盐岩接触部位，岩溶水受阻，形成富水地段，为矿床充水的主要影响因素。

矿区矿体最大出露标高 812m，控制最低标高 2m 左右，推断圈定最低标高-82m 左右。本次开采的主矿体（465m 标高以上）全部位于当地侵蚀基准面（标高约 360m）以上。坑道平均涌水量为 4.850m^3/d，最大涌水量为 668.218m^3/d。采矿活动主要含水层结构和富水性影响较小。综上所述，矿区含水层极弱富水-中等富水，地形有利于自然排水，已有各采矿坑硐均无涌水历史，属以孔隙、裂隙充水为主的水文地质条件简单型矿床。

陕西省商南县水沟钒矿水文地质图

比例尺 1: 10000

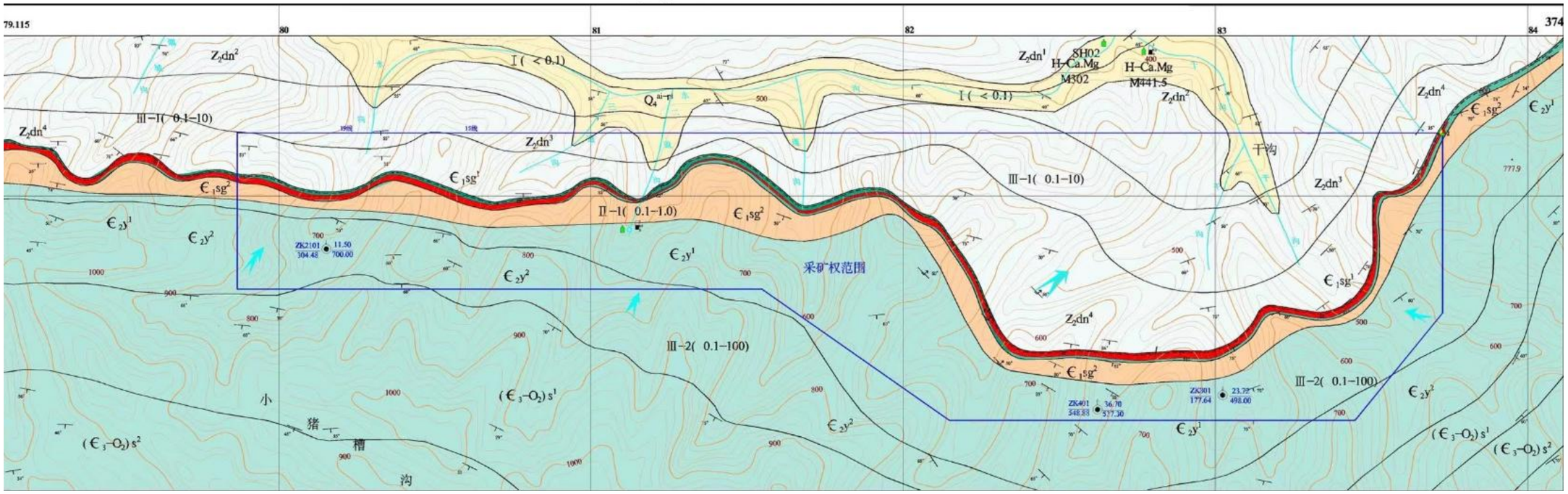
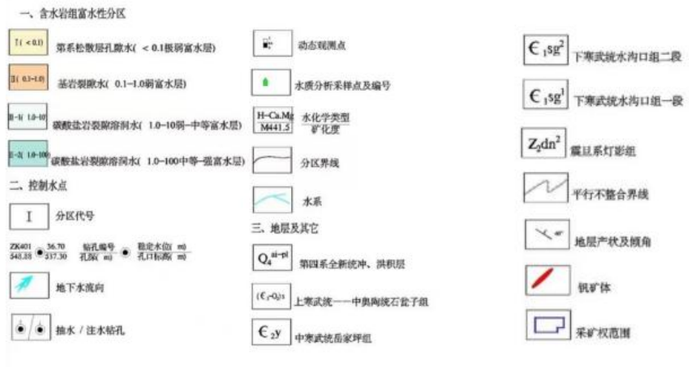


图 例



商南县烟城沟钒矿富水性分区表

富水程度	极强	强	中等	弱
单位涌水量(l/日.米)	> 5	1—5	0.1—1	< 0.1
常见泉水涌水量(l/日)	>50	10—50	1.0—10	< 1

图 2-12 矿区水文地质图

（四）工程地质

1、岩（土）体工程地质类型及特征

依据评估区的地层岩性特征，将区内岩土体划分为岩体和土体两大类。将岩体进一步划分为中厚层状坚硬碳酸盐岩、硬质岩破碎带、软弱岩互层状软弱基岩。

（1）土体

由砂砾、碎石及粉土混合组成，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，结构松散，透水性强，稳定性差，厚度为 3～5m。

（2）岩体

①中厚层状坚硬碳酸盐岩

以震旦、寒武系白云岩、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，局部岩溶发育，矿体顶板的厚层白云岩、底板含炭灰岩、白云岩等以硬质岩石为主，岩体完整、钻探岩芯呈长柱状，质量指标（RQD）大于 80%。在无外力作用强扰动时稳定性较好，岩体较完整。岩体结构分类属II类（表 6-9）。岩石抗压强度 40～120MPa。

②硬质岩破碎带

震旦系灯影组厚层状白云岩破碎带。矿体顶板受构造影响的白云岩抗风化能力低，易风化破碎，稳定性较差，工程地质强度低，易产生顺层溜滑。矿体底板岩性为中薄层灰岩、泥灰岩、泥岩，为硬质岩与软弱岩石互层，层理发育，节理一般为两组。岩体破碎，钻探岩芯呈碎块状、少量短柱状，质量指标（RQD）小于 20%。矿层内有层间滑动，整体层间结合较好。岩体破碎，岩体结构分类属III类。灰岩抗压强度 25～55MPa。

③软弱岩互层状软弱基岩

以寒武系水沟口组为主，岩石组合为含炭硅质板岩、含炭板岩、泥岩。岩体软硬薄层相间，为硬质岩与软弱岩石互层，层理发育，节理一般为两组。岩体破碎，钻探岩芯呈碎块状、少量短柱状，质量指标（RQD）小于 20%。矿层内有层间滑动，整体层间结合较差。岩体完整性差，结构分类属IV-V 类。泥岩抗压强度 20～40MPa。薄层状较软弱岩类以寒武系水沟口组（$\in_1$sg）为主，岩石组合为硅质岩夹泥岩、泥岩夹硅质岩和泥灰岩、薄层灰岩，呈层状、薄层状

产出，厚度 5～66m，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。矿体直接顶板岩性为中薄层灰岩、泥灰岩、泥岩，为硬质岩与软弱岩石互层，层理发育，节理一般为两组。矿体完整性差，结构分类属IV-V 类。泥岩抗压强度 20～40Mpa，灰岩抗压强度 25～55Mpa。

表 2-2 矿区工程地质岩组划分表

工程地质岩组	地层岩性	坚硬程度	完整程度	质量分级
中厚层状坚硬碳酸盐岩	灯影组、岳家坪组和石瓮子组中厚层状白云岩、灰岩	较硬岩	完整	II
硬质岩破碎带	灯影组厚层状白云岩破碎带	较硬岩	较破碎	III
软弱岩互层状软弱基	水沟口组硅质岩夹互泥岩层、含核碳硅质岩夹泥岩、杂色泥岩	较软岩	较破碎	IV-V

2、矿体顶、底板岩体特征及稳定性分析

根据开发利用方案，矿体顶板岩性由中薄层灰岩、泥灰岩构成，为硬质岩石，层理发育，基岩裂隙不发育，且矿体围岩裂隙、节理多被胶结、充填、固化，裂隙连通性差，裂隙水富水性较差。地下水对采矿洞室稳定性影响较小。矿山采用硐采方法进行，依照《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB/T 12719-2021）标准划分，围岩岩体质量分级为Ⅱ～Ⅲ级，基本稳定，属不易冒顶围岩。矿体质量分级为Ⅳ级，硐采工程施工中，会出现掉块、坍塌现象，以拱部松动破坏为主，埋深大时，有明显塑性流动变形的挤压破坏，会出现有渗水、滴水现象，需进行局部支护，以免形成累进性破坏，影响整体围岩的稳定性。矿体底板岩性为厚层白云岩，以硬质岩石为主，不易产生底鼓现象。

矿区井巷围岩由坚硬-半坚硬岩石为主的层状岩体构成，井巷围岩质量为Ⅱ～Ⅲ级。含矿地层水沟口组为一套变质中基性火山岩组合，主要为绿泥绢云母钠长片岩等，风化后的岩石较破碎，但调查中未发现边坡失稳现象，矿体质量Ⅳ级。

综上所述，矿区岩土体稳定性良好，工程地质条件中等。

（五）矿体地质特征

采矿权范围内共圈定 1 个钒矿体，即 K1 号钒矿体，具体特征如下：

分布于 23～16 号勘探线之间，总体趋势西高东低，该矿体地表由 18 个探槽控制（TC5～TC16）、浅部由 PD465、PD505、PD545 三排坑道 25 个穿脉工程和深部 5 个钻孔（ZK1201、ZK801、ZK401、ZK701、ZK2101）控制。矿体地表出露高程为 464.0～812.0m，矿体赋存标高-2.6～812m（矿体深部延伸至采

矿权外），工程控制最低标高-2.60m，倾向上延深 230.0～560.0m。矿体长度 3.85km，厚度 2.32～39.95m，平均 12.74m，厚度变化系数 52.46%，厚度较稳定。钒单样品位 0.52%～2.24%，平均 0.98%，品位变化系数为 20.14%，有用组分分布较均匀。

矿层比较稳定，矿体分带特征明显，含矿层位分布于水沟口组一段（$\in_1sg_1$）三个岩性层中（即 a、b、c 层），但以第二岩性层（$\in_1sg_{1\text{-}b}$）为主，含矿岩性主要为薄层硅质岩夹泥岩、泥岩夹硅质岩、泥岩、含炭泥岩组成。

矿体产状与地层一致，一般在 126°～217°之间，倾角 49°～67°之间，平均 56°。矿体形态较为简单，呈似层状，矿体整体连续性较好，无分支复合现象，仅少数地段有薄层夹石，未发现矿体被断裂破坏的迹象，在平面上成蛇曲形东西向条带状产出。

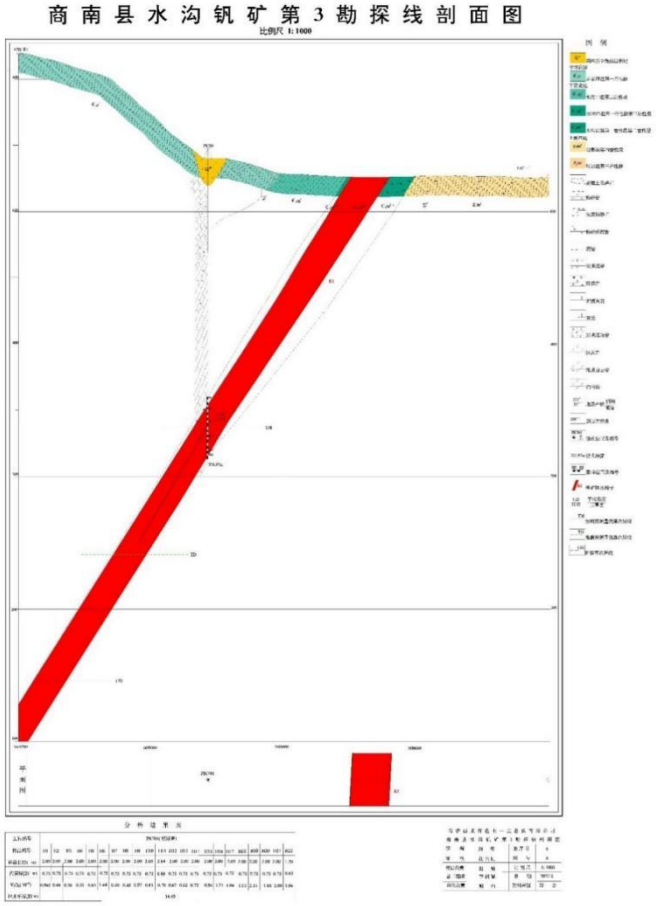


图 2-13 矿区典型勘探线剖面图（1：1000）

三、矿区社会经济概况

商南县，又名“鹿城”，隶属于陕西省商洛市，位于商洛市东南部，东与西峡县、淅川县接壤，南同郧阳区、郧西县相望，西与丹凤县、山阳县相连，北同卢氏县毗邻，总面积 2307hm^2。截至 2022 年 10 月，商南县辖 1 个街道、9 个镇。2022 年，商南县户籍人口 24.76 万人，常住人口 20.17 万人。

商南，因地处商山之南而得名。夏（约前 21 世纪—前 16 世纪），隶属梁州地域。宋，隶属永兴军路商州商洛县。金，为上洛县地。明成化十二年（1476 年），设商南县，隶属陕西西安府商州。民国二年（1913 年），隶属汉中道。1949 年，隶属陕南行政公署第二分区。2001 年，隶属商洛市。2020 年 07 月，被小康杂志评为 2020 中国最具安全感百佳县市。

商南县 2024 年经济社会发展画卷，起笔不凡，落笔精彩，处处彰显着无限活力、释放着巨大魅力、涌动着澎湃动力。年度 64 个重点项目全部开工建设，完成投资 39.39 亿元，全县生产总值增长 6.8%，规上工业增加值增长 14.1%，限上消费品零售总额增长 8.3%，固定资产投资增长 21.8%。

商南县生态保护扎实推进，绿色本底持续夯实。建立秦岭生态保护联合执法检查督察工作机制，重拳整治秦岭“五乱”，完成营造林 12.35 万亩，全县森林覆盖率 65.8%，林长制工作受到省政府激励表扬，商南被评为省耕地保护先进县。持续打好“三大保卫战”，全年空气优良天数 341 天，丹江等主要河流出境断面水质稳定达标，商南连续 13 年被生态环境部评为生态环境质量保持稳定县。扎实推进 VEP 试点，组建生态产品价值转化金融 e 站，富水茶海公园、试马红庙纳入全市首批 VEP 试点项目，完成 VEP 核算 29.9 亿元、占全市核算总价值的 49%。

矿区地处商南县西南部，位于商南县过风楼镇。过风楼镇镇政府距县城 26 公里。全镇北与试马镇交界，东与城关镇、青山乡比邻，南与湘河镇相望，西与金丝峡镇接壤。过风楼镇位于商南县西南部，距县城 18 公里的丹江河畔，素有”丹阳古城”之称，总面积 239hm^2。全镇下辖 12 个村、2 个社区，总人口 22855 人。

过风楼镇历史悠久，交通便利，沪陕高速、郭山公路、试过路穿境而过；这里自然资源富饶，境内钒矿、硫铁矿、钾长石、黄姜石、金矿等矿产储量丰

富；这里山水环绕，美丽如画，丹江莲花湖水面宽阔，是一道靓丽的风景线。近年来，过风楼镇以茶、菌、果、畜、游“5+N”产业体系为支撑，先后发展茶叶 9450 亩，食用菌 1000 万袋，猕猴桃 1200 亩，水杂果 1027 亩，中药材 2.4 万亩，畜禽养殖 6 万头（只），花椒 1000 亩，蜂蜜 2000 箱。同时，以打造 30 公里“丹江画廊”为纽带，突出生态美、产业美、人文美，建设丹江流域文化名镇、商贸重镇、生态要镇，未来将连接国家 5A 级景区金丝峡和莲花湖景区，旅游潜力巨大。2018 年被省政府办公厅发文表彰为市级重点镇建设先进镇。

表 2-3 商南县过风楼镇近三年社会经济概况统计表

年份	总人口（人）	农业人口（人）	耕地面积（亩）	人均耕地（亩）	农业总产值（万元）	镇财政总收入（万元）	农村居民人均可支配收入（元）	城镇居民人均可支配收入（元）
2022 年	23171	22852	28978	1.27	15912.46	56503684.16	11129	28871
2023 年	23031	22585	28978	1.28	17771.37	69125510.75	12058	30517
2024 年	22916	22463	28963	1.29	19831.54	83453412.63	12783	31963

四、矿区土地利用现状

依据从商南县自然资源局收集的最新土地利用现状图，将矿区土地利用现状分为 6 个一级类型和 7 个二级类型，矿区土地利用类型主要为旱地、其他园地、乔木林地、灌木林地、采矿用地、农村宅基地、农村道路。各类土地利用面积见表 2-4。

表 2-4 矿山土地利用现状表

	一级地类		二级地类		面积（hm^2）		占总面积比例（%）	
	编码	地类	编码	地类	分项	合计	分项	合计
矿区范围内	01	耕地	0103	旱地	1.22	1.22	0.46	0.46
	02	园地	0204	其他园地	0.15	0.15	0.06	0.06
	03	林地	0301	乔木林地	244.43	244.78	91.5	91.63
			0305	灌木林地	0.35		0.13	
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	20.09	20.09	7.52	7.52
	07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.07	0.07	0.03	0.03
	10	交通运输用地	1006	农村道路	0.80	0.80	0.30	0.30
小计					267.11		100.00	
矿区范围外	03	林地	0301	乔木林地	1.72	1.72		
	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	7.39	7.39		

小计	9.11	
合计	276.22	

1、矿区范围内土地利用现状

耕地：主要分布于矿区西北，面积 1.22hm^2，占矿区总面积的 0.46%；全部为旱地，无基本农田；

园地：分布在矿区南部，面积 0.15hm^2，占矿区总面积的 0.06%，全部为其他园地；

林地：分布在矿区大部分区域，主要为乔木林地和灌木林地，总面积 244.78hm^2，占矿区总面积的 91.63%；

工矿仓储用地：主要为采矿用地，分布于矿区东部，面积 20.09hm^2，占矿区总面积的 7.52%；

住宅用地：主要为农村宅基地，分布于矿区西北，面积 0.07hm^2，占矿区总面积的 0.03%；

交通运输用地：全部为农村道路，面积 0.80hm^2，占矿区总面积的 0.30%。

2、矿区范围外土地利用现状

小凉水沟渣场、矿区大门场地部分位于矿区外，占地类型主要为采矿用地，占地面积为 7.39hm^2，其次为林地，占地面积为 1.72hm^2。

3、基本农田分布情况

矿区内没有分布永久基本农田，矿区外主要分布在矿区北部。矿区地面工程不占用永久基本农田。

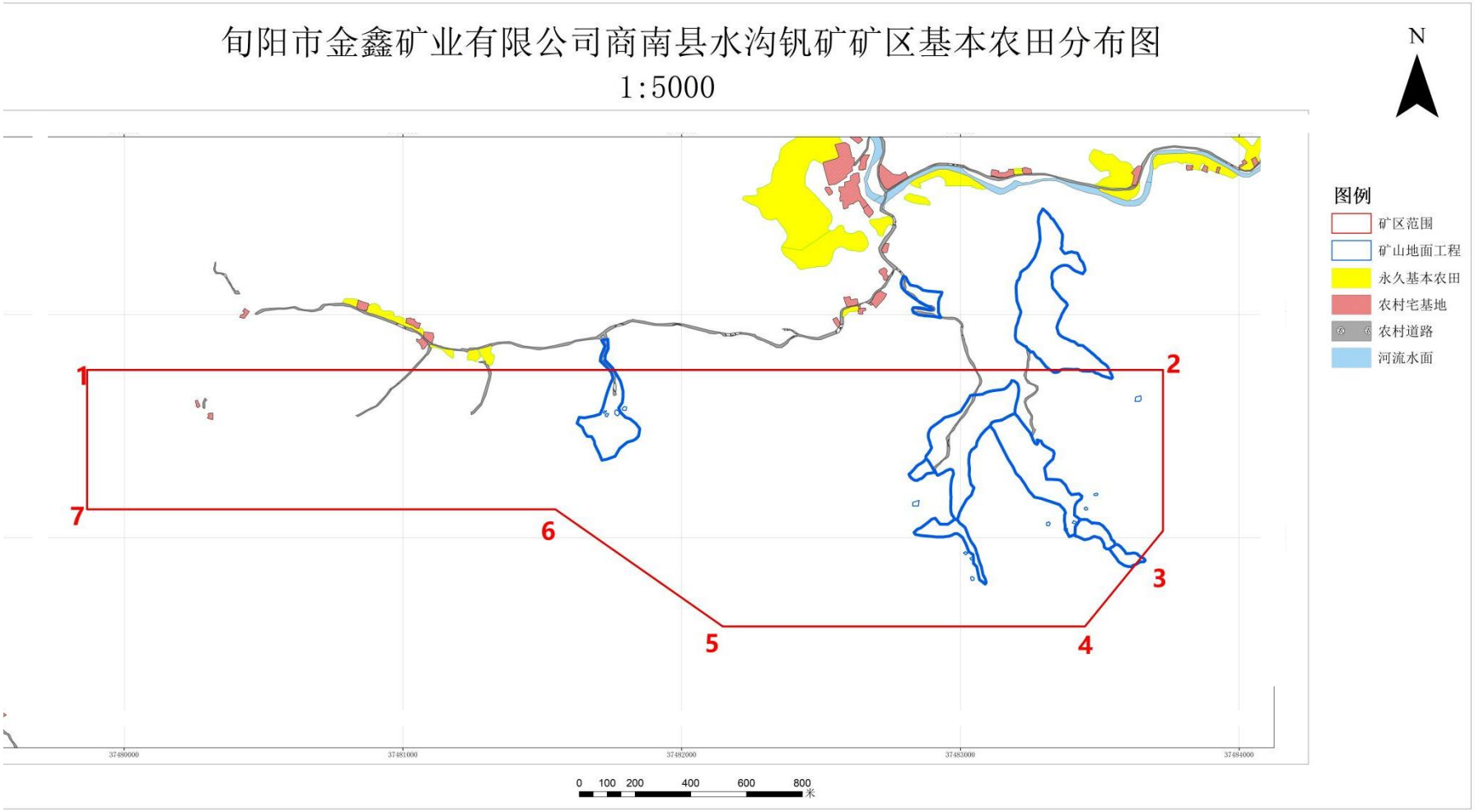


图 2-14 矿区永久基本农田分布图

五、矿山及周边其他人类工程活动情况

矿山及周边无重要的电力工程、铁路干线、二级以上交通干线、地质遗迹、人文景观，也非国家重点保护的历史文物和名胜古迹所在地等。矿区周边有原政府所在地，现被矿山租用作办公楼，有湘水路经过矿区门口，宽 7m。矿区内临时居住主要为矿山开采工人及办公人员，居住地为选厂生活区。区内的人类工程活动主要有切坡修路、采矿工程和地面建设工程。人类工程活动是引发不稳定地质体的主要因素之一，本区与不稳定地质体关系密切的人类工程建设活动主要有：

1、采矿废渣堆放

评估区活动频繁，产生的废渣、废石沿沟道、坡面堆积边坡见照片（2-7～2-8），影响地貌景观，给汛期泄洪造成严重障碍，在暴雨发生时，易阻塞行洪通道，使排洪能力下降。

照片 2-7 正沟堆矿场照片（镜向 NW）

照片 2-8 ZD3 渣堆（镜向 N）

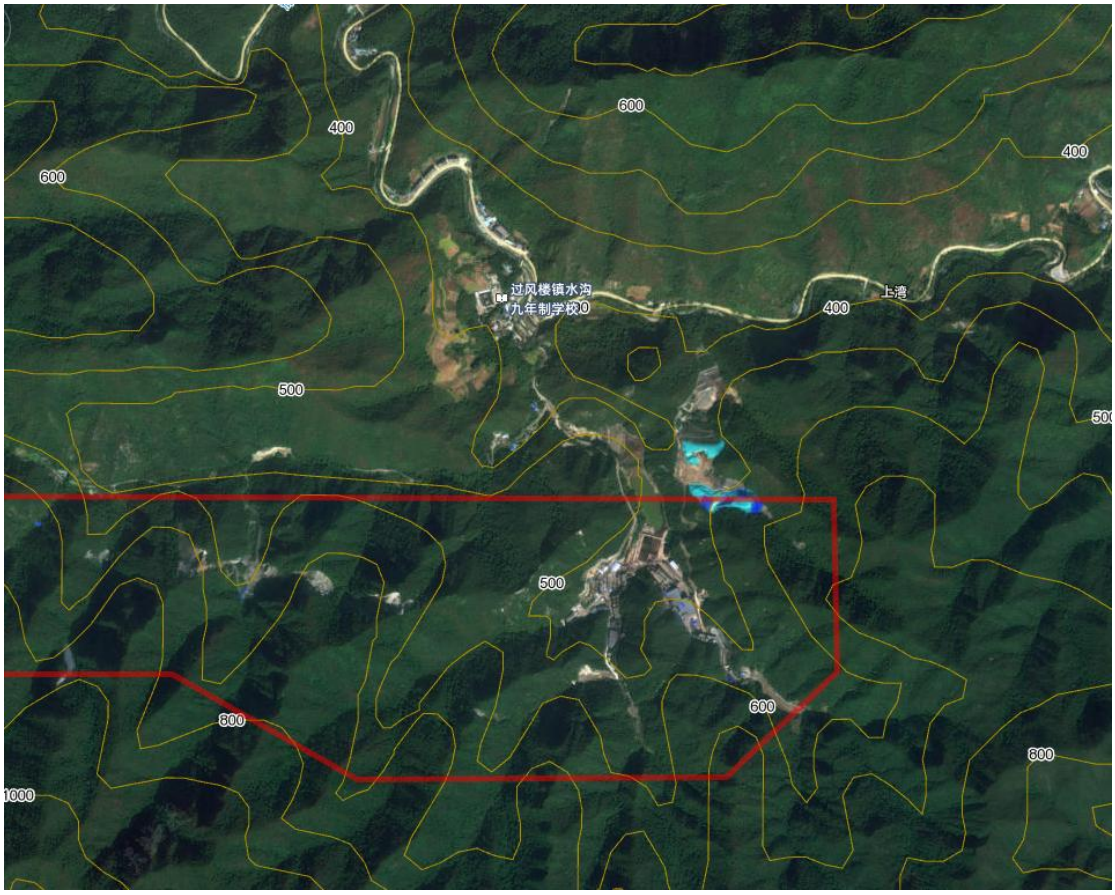
2、切坡修路、建房形成不稳定边坡

区内的切坡修路、建房主要为矿区周边村民及矿山企业基建时的工程活动，目前大部分村民房屋、通村公路、矿区基建工程已基本修建完善，且运行多年，经过长期自然修复及工程维护大部分修路、建房产生的边坡已基本稳定，但根据现状调查，发现个别路段仍存在因道路、工程建设切坡所引发的地质环境问题（照片 2-9）。

照片 2-9 道路切坡形成不稳定边坡（镜像 NW）

3、建设工程破坏周边环境，影响地貌景观

选厂一车间、矿山道路等建设工程破坏了矿区的地形地貌景观，压占、损毁林地，对矿区地质环境和林地资源破坏较严重。



照片 2-9 矿区及周边人类活动分布图

综上所述，矿区人类工程活动较强烈，对矿区地质环境及土地资源的破坏较严重。

4、修路、建房、耕种活动

矿区所在耀岭河沟谷宽阔，沟道排水通畅，坡面的植被发育，因此农业耕作、园地种植引发水土流失或不稳定地质体的现象十分少见。修路、建房活动也主要在沟谷地貌，一般在耀岭河河道平坦地带进行，极少产生切坡，未见造成不稳定地质体。因此，区内修路、建房、耕种活动受矿山地质环境影响较轻。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）《原方案》执行情况

1、《原方案》适用期治理工程部署

《原方案》的主要工程内容：不稳定地质体 B1 修建浆砌石挡墙，塌陷区刺丝围栏，DZ1 渣堆及 TX1 塌陷区表土回覆平整植树，不稳定地质体 B2 防治浆砌石护脚墙，头道沟拦渣浆砌石坝，二西沟堆矿场防治工程毛石混凝土挡墙，排水渠建设，DZ4 渣堆复垦绿化；干沟尾矿库补植绿化，小凉水沟排渣场防洪

治理修建截排水沟；正沟防渣治理修建钢筋笼干砌石坝，DZ5（头道沟）渣堆复垦；干沟尾矿库堆积坝补充复垦；小凉水沟排渣场一级坝复垦，投资估算222.58万元。

矿山在2024年新发现可治理场地，为及时进行生态修复工作，故2024年年度计划新增以下部署：小凉水沟排渣场复垦，厂区门口复垦绿化治理，炸药库周边复垦。

2、《原方案》适用期的完成情况

2019-2024年，在政府相关部门的正确引导及公司领导的高度重视下，各部门都能积极配合，切实领会此项工作开展的重要性和必要性，积极开展了各项地质环境保护与恢复治理工作，保证了工作落实到位、资金落实到位，措施管理到位，基本按计划完成了治理工作。《原方案》2019-2024年治理工作基本完成，共平整培肥复垦面积44.2hm^2，工程质量基本合格，绿化管护效果较好，过程资料基本满足验收需要，符合适用期验收要求。《原方案》适用期内实施情况见表2-5和图2-14，具体实施情况如下：

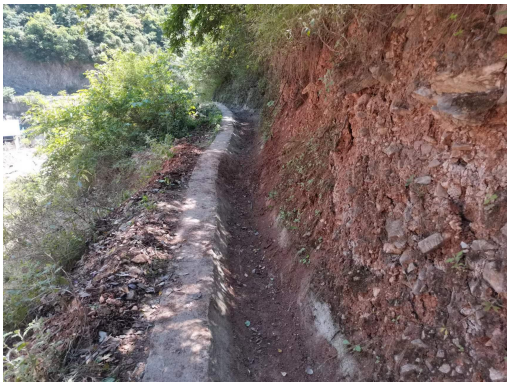
（1）矿山地质环境保护工程

累计完成地灾治理工程浆砌石用材2158.42m^3，封堵废弃硐口5个，塌陷区刺丝围栏300m，毛石混凝土挡墙370.92m^3，混凝土（含支模）175m^3，浆砌石（挡墙+拦渣坝+排洪渠）1175.06m^3，危岩清理915m^3，基础开挖286.16m^3，基础清理389.55m^3，渣石清理1298m^3，清理水沟4m^3，钢筋（含制安）7.52t，预埋涵管9m，警示牌6个。

（2）土地复垦工程

照片2-10 DZ1下部挡墙

照片2-11 DZ1下部拦挡坝



照片 2-12 沟道截水沟

照片 2-13 场地排水渠及拦挡工程

照片 2-14 不稳定地质体治理及牌照

照片 2-15 凉水沟截排水沟

照片 2-16 凉水沟排渣场平台及坡面复垦

照片 2-17 场地复垦

累计完成覆土 9946.75m^3，平整培肥 44.2hm^2，植树 17380 株，种草 22.2 亩，树下及厂区闲散空地种植三叶草种 120 斤，警示牌 4 个（含管护工程）。

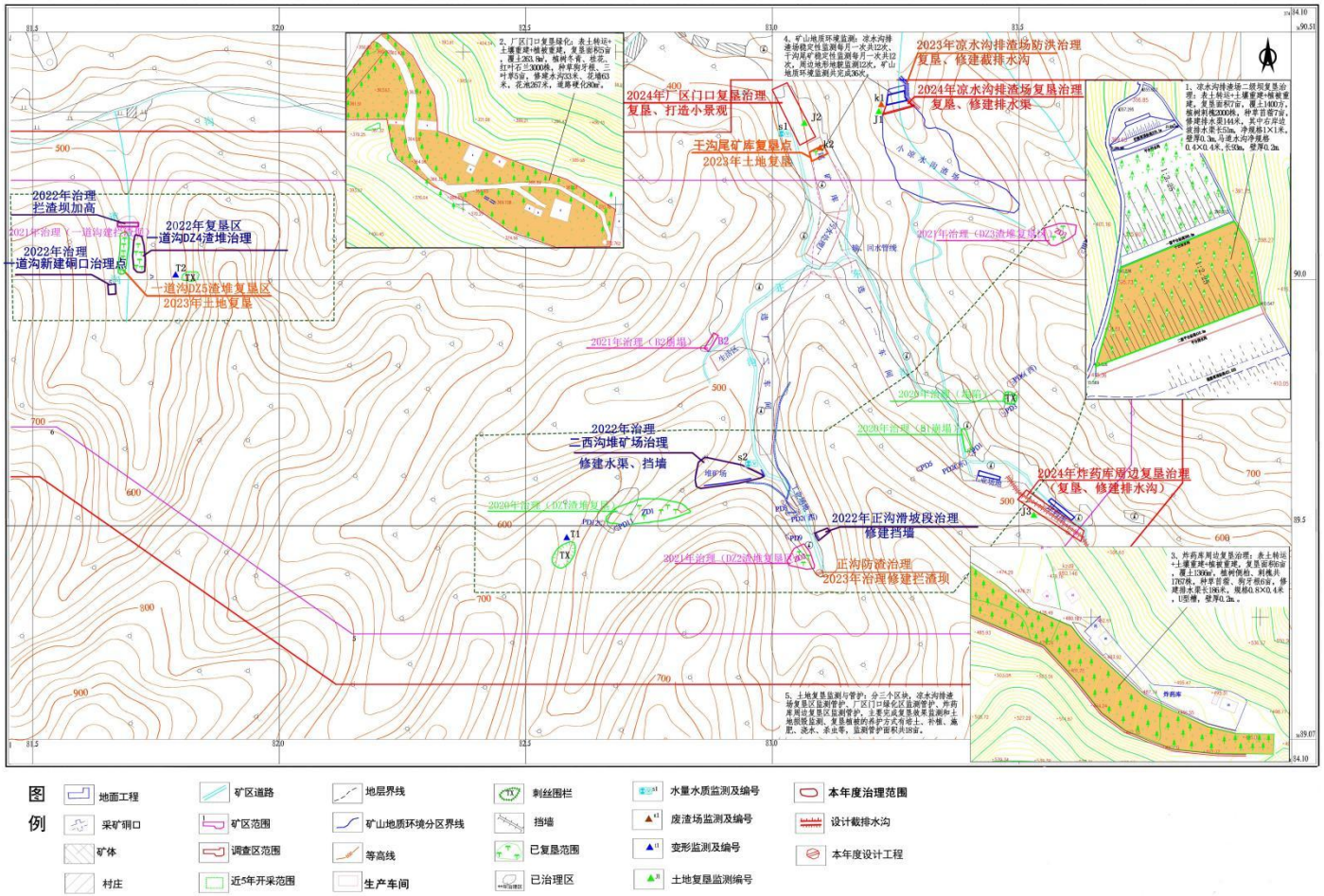


图 2-15 适用期水沟钒矿矿山地质环境保护与土地复垦工程平面竣工图

表 2-5《原方案》任务完成情况对照表

规划年度	地质环境恢复治理与土地复垦工程	主要工程量	完成情况	验收情况
2019 年度	矿山地质环境治理措施及工程量	1、不稳定地质体 B1 治理：危岩清理 100m^3，基础开挖 600m^3，M7.5 浆砌块石 950m^3，砂浆抹面 300m^2； 2、塌陷区治理：刺死围栏 78m，警示牌 1 块； 3、监测：不稳定地质体 24 次，地面塌陷 120 次，渣场 72 次，水量 72 次，水质 24 次，矿坑涌水量 24 次。	1、已完成 2、已完成 3、已完成	已完成工程已通过年度阶段性验收
	土地复垦措施及工程量	1、尾矿库拟损毁区表土剥离 1350m^3； 2、DZ1 渣堆和 TX1 塌陷区：表土回覆 2460m^3，土地平整、培肥 0.79hm^2，穴植紫穗槐 1896 株； 3、监测：原始地貌 30 次，损毁监测 124 次，土壤质量、复垦效果 4 次，管护面积 0.82hm^2。	1、未完成 2、已完成 3、已完成	
2020 年度	矿山地质环境治理措施及工程量	1、不稳定地质体 B2 治理：危岩清理 120m^3； 2、硐口封堵：5 处，浆砌石 62.5m^3，彩钢房 120m^2； 3、监测：不稳定地质体 24 次，地面塌陷 120 次，渣场 72 次，水量 72 次，水质 24 次，矿坑涌水量 24 次。	1、已完成 2、已完成 3、已完成	已完成工程已通过年度阶段性验收
	土地复垦措施及工程量	1、新建硐口：表土剥离 120m^3； 2、DZ2、DZ3 渣堆：废渣清理 1200m^3，表土回覆 2070m^3，土地平	1、已完成 2、已完成	

规划年度	地质环境恢复治理与土地复垦工程	主要工程量	完成情况	验收情况
		整、培肥 0.69hm^2，穴植紫穗槐 720 株； 3、监测：损毁 124 次，土壤质量、复垦效果 8 次，管护面积 1.51hm^2。	3、已完成	
2021 年度	矿山地质环境治理措施及工程量	1、堆矿场治理；截排水沟基础开挖 353.8m^3，浆砌片石 323.3m^3，挡墙基础开挖 400m^3，混凝土浇筑 300m^3，砂浆抹面 400m^2； 2、监测：不稳定地质体 24 次，地面塌陷 120 次，渣场 72 次，水量 72 次，水质 24 次，矿坑涌水量 24 次	1、已完成 2、已完成	已完成工程已通过年度阶段性验收
	土地复垦措施及工程量	1、DZ3 渣堆复垦：废石清理 1200m^3，表土回覆 450m^3，土地平整、培肥 0.15hm^2，穴植紫穗槐 360 株； 2、监测：原始地貌 30 次，损毁 124 次，土壤质量、复垦效果 12 次，管护面积 1.66hm^2。	1、已完成 2、已完成	
2022 年度	矿山地质环境治理措施及工程量	1、监测：不稳定地质体 24 次，地面塌陷 120 次，渣场 72 次，水量 72 次，水质 24 次，矿坑涌水量 24 次。	1、已完成	已完成工程已通过年度阶段性验收
	土地复垦措施及工程量	1、DZ5 渣堆：废渣清理 1600m^3，表土回覆 720m^3，土地平整、培肥 0.24hm^2，穴植紫穗槐 576 株；2、监测：损毁 124 次，土壤质量、复垦效果 12 次，管护面积 1.08hm^2。	1、已完成 2、已完成	
2023 年度	矿山地质环境治理措施及工程量	1、监测：不稳定地质体 24 次，地面塌陷 120 次，渣场 72 次，水量 72 次，水质 24 次，矿坑涌水量 24 次。	1、已完成	已完成工程已通过年度

规划年度	地质环境恢复治理与土地复垦工程	主要工程量	完成情况	验收情况
	土地复垦措施及工程量	1、监测：损毁 124 次，土壤质量、复垦效果 12 次，管护面积 0.39hm^2。	1、已完成	阶段性验收
2024 年度	矿山地质环境治理措施及工程量	1、监测：不稳定地质体监测 36 次，地形地貌景观监测 12 次。	1、已完成	已完成工程已通过年度阶段性验收
	土地复垦措施及工程量	1、小凉水沟排渣场：复垦 7 亩，覆土 1400m^3，平整土地 7 亩，植树 1200 棵，种草 7 亩；2、修建排水渠：清基 282m^3，混凝土 102m^3，钢筋 1.65 吨；3、厂区门口复垦绿化治理：覆土 263.8m^3，平整、培肥 5 亩，植树 1000 棵，种草 5 亩，警示牌 1 个，水沟制作 33m，花墙制作 63m，花池制作 267m，道路硬化 80m^2，废渣清理（人工）4 个；4、炸药库周边复垦：覆土 1366m^3，平整、培肥 6 亩，植树 1767 棵，种草 6 亩，排水渠清基 164.8m^3，混凝土 75.9m^3，警示牌一个；5、监测：损毁 12 次，土壤质量、复垦效果 12 次，管护面积 12 次。	1、已完成 2、已完成	

3、《原方案》未完成情况

《原方案》的尾矿库设计工程，由于拟损毁区未损毁，故表土剥离未实施。因本《方案》适用年限中尾矿库不进行闭库，故不安排相应的复垦工程。

4、基金执行情况

适用期期间矿山根据实际生产情况和基金办法要求，具体计算如下：

基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数

根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为 1.5%，开采影响系数为 1.0，地区系数为 1.2，占销售收入 1.8%，计算应提取金额　　万元。

表 2-6 矿山应提取基金计算表

时间	销售收入（万元）	矿种系数	开采系数	地区系数	占销售收入	应提取金额（万元）

2019 年 1 月～2025 年 10 月实际提取基金　　万元，截止 2025 年 10 月底，共使用基金　　万元。截至 2025 年 10 月底账户余额　　万元（含利息）。

表 2-7 基金执行情况说明总表

序号	年度	应提取金额（万元）	实际提取金额（万元）	使用金额（万元）	剩余金额（含利息）（万元）

5、取得的经验及教训

对于经过塌陷区的排水沟采用了钢结构排洪斜槽，随着塌陷区的变化，方便维护；如采用刺槐绿化，有效地降低了对覆土土质和养护用水的需求，降低了成本；部分废渣坡体采用了植生袋绿化，治理后与周边环境协调；对采空区及时采用废石充填，即减轻了地面塌陷，又减少了废石的排放。

对于地形地貌监测，应当加强对地面塌陷区域的监测，建议使用无人机拍摄进行频繁监测记录。

（二）《原方案》与本方案的衔接

本《方案》是在《原方案》的基础上编写完成，在编写本方案之前，首先对《原方案》进行了全面了解，部分应用了上期方案对于矿山建设工程以及矿区基础信息的介绍，其次，针对《原两案》所涉及的不稳定地质体发育情况以及地形地貌、含水层、土地资源的破坏情况再次进行深入调查、分析及预测，最后，针对上次方案所设计的治理监测工程、工程量统计以及资金预算等内容进行分析，将部分成果部分应用于本期方案中，最终完成本《方案》编写。

（三）周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

本方案调查期间收集了《商南县千家坪钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》的有关资料，为水沟钒矿生态修复工程提供参照依据。

1、矿山地质环境问题方面治理工程

由于千家坪钒矿矿山已建的一期工业场地大部分地处撞子沟沟道，工程建设大面积的开挖了坡脚，引发了个别的不稳定地质体，据收集资料和现场调查，矿山自 2010-2014 年，共治理区内不稳定地质体 3 处，分别为试化楼西侧高边坡治理、锅炉房不稳定地质体治理、生活区不稳定地质体治理，共计修建重力

式挡墙 6391m^3，修建排水沟长 200m，锚杆+喷混、锚杆框架梁等防护边坡面积 45810m^2，上述治理工程共计投入资金 3906.94 万元，均取得了良好的治理效果（照片 2-18～2-20）。

照片 2-18 生活区不稳定地质体治理效果照片

照片 2-19 锅炉房不稳定地质体治理效果

照片 2-20 试化楼不稳定地质体治理效果

2、土地复垦方面治理工程

近年来千家坪钒矿主要完成的土地复垦工作为生活区的裸露边坡覆绿和部分渣堆的复垦（照片 2-21～2-22），其中生活区的边坡覆土厚度约 20cm，面积约 3500m^2，种植的白三叶；渣堆整平复垦为耕地，覆土厚度约 30cm，面积 3000m^2，总计覆土 1000m^3，并涉及相关的挡墙、排水、整平、开挖等相关工程，上述工程共计投资 28 万元，整体复垦效果良好。

照片 2-21 生活区复垦工程效果照片

2-22 堆渣区复垦工程效果

3、已有治理及复垦工程借鉴

千家坪矿区和商南县水沟钒矿同属于一个矿段，该矿山的恢复治理和复垦工程可为水沟钒矿的治理、复垦工程提供很好的借鉴。矿山主要的矿山地质环境问题为采矿废渣压占土地，建设工程压占、挖损土地，形成部分不稳定边坡，通过借鉴上述治理工程基本可消除矿区内的不稳定地质现象，减少可能发生的各种损失，保障了矿区人员、工业场地、设备和附近村民的生命财产安全，缓解了矿山企业与周围农民的矛盾，增加社会就业机会，密切矿农关系，有利于社会稳定和区域经济持续发展，社会效益明显。通过林草恢复工程直接改善了区内的生态环境和地貌景观，增加土地面积，降低了矿业开发对地质环境的负面影响，有效防止了矿山岩土侵蚀和水土流失，减轻了环境影响，环境效益可见。

上述治理工程基本消除了地质环境问题，减少可能发生的各种损失，治理工程使用了挡墙、排水、分级削坡复垦等常见的工程治理措施，较好的防治了区内的废渣堆，治理后效果较好，有效的治理了不稳定地质体，保障了人员安全以及减少了财产损失。对矿山本期治理不稳定地质体有很大的借鉴和学习的经验与意义。

但从案例的治理整体效果看，植被覆盖率均一般，经走访调查，植被覆盖率低主要原因是覆土厚度及表土的土质未达到要求，人工后期管护不到位造成。特别是千家坪矿废石场表土覆盖量过少，覆土较少且较薄，使得植被难以存活，加之后期人工疏于施肥和浇灌，故此植被生长和覆盖率较低，这应作为本期规划复垦工程的教训予以避除这类问题。

综上，上述治理工程能因地制宜，选择的环境治理和土地复垦方式在该区切实可行，完成实施的效果良好，其社会效益、环境效益、经济效益均明显可见，故对本次矿山设计的矿山地质环境治理工程和土地复垦方向具有很好的参考和借鉴价值。

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

2024 年 9 月 11 日～16 日、2024 年 10 月 17 日-19 日、2025 年 4 月 11 日-12 日、2025 年 6 月 6 日-8 日，项目组先后四次赴现场进行矿山地质环境调查和土地资源调查。

（一）矿山地质环境调查概述

本次调查采取现场调查与访问相结合的形式，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不稳定地质体分布特征、地形地貌景观、地下水破坏、土地利用、土地损毁等情况，挖掘了土壤 剖面，采集了土壤样品，填写了地质环境现状调查表。调查过程中，实地测量、定位拍 照和记录，走访矿区周边村庄，发放公众参与调查表，并进行了房屋、人口等情况的统 计。

（二）土地资源调查概述

现场调查主要收集了项目区基本自然概况资料、社会经济状况资料，对矿山已损毁土地、已复垦土地和拟损毁土地的土地利用现状、植被生长状况进行了调查，并在现场 调查中采集了调查区典型地形地貌、不同植被类型、基础设施、土壤剖面等影像、照片 资料。通过走访村民、发放了调查问卷等形式，广泛征集矿区受众（包括矿山企业）对 矿山地质环境治理、土地复垦利用意愿及建议。

2025 年 6 月 20 日，完成了室内资料整理和方案编制工作，编制《旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方 案》）1 份，附图 6 张。本次野外调查工作共完成地质路线调查 9.3km，地质环境调查点 25 处，土壤剖面 2 处，发放公众调查表 30 份，搜集各类资料 10 份，拍摄照片 166 张，影像 20 分钟。

通过对矿区及附近居民、工作人员进行了走访，发放公众参与调查表，以保证本次调查全面、结果真实客观。项目调查工作的相关图如下照片 3-1 所示。

照片 3-1 现场调查工作

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

评估范围的确定主要依据矿区地质环境条件和矿山生产活动对地质环境的影响。

评估区范围确定：主要考虑矿山生产建设活动范围、采矿引发不稳定地质体及其影响范围、采矿活动对含水层的影响破坏以及对地形地貌景观和土地资源的影响等因素综合确定。具体应包括如下地段：

（1）矿区范围；

（2）矿山工程建设场地，如堆矿场、小凉水沟渣场等；

（3）矿山地面工程活动可能造成的地形地貌景观、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），采空塌陷区、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）矿山工程活动可能形成不稳定地质体的区域及其威胁和影响区域。

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：矿权范围内全部，矿山工程设施建设范围以及矿山运输公路、选厂、矿部办公大楼等范围，评估区界限根据采矿活动影响范围确定，评估区总面积约 698.68hm^2。

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确定。

矿山采矿活动区地质环境调查区范围是在评估区的基础上向外围扩展30～300m为界，调查区面积1044hm^2。

2、评估级别的确定

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）之规定，矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

（1）评估区重要程度

根据集镇与居民情况、建筑交通设施、各类保护区、秦岭一般保护区及旅游景点、水源地和土地情况，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 B 列出评估区上述条件的重要程度，依据就高不就低的原则，确定评估区重要程度为较重要区，见表 3-1。

表 3-1 评估区重要程度分级一览表

<table>
<tr><th>重要区</th><th>较重要区</th><th>较轻区</th><th>评估区现状</th><th>重要程度</th><th>结论</th></tr>
<tr><td>1.分布有 500 人以上的居民集中居住区；</td><td>1.分布有 200～500 人以上的居民集中居住区</td><td>1.居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下；</td><td>矿区范围内无定居人口</td><td>较重要区</td><td rowspan="2">较重要区</td></tr>
<tr><td>2.分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程及其它重要建筑</td><td>2.分布有二级公路、小型水利、电力工程或其它较重要建筑设施；</td><td>2.无重要交通要道或建筑设施；</td><td>分布有县道以及乡镇村级公路</td><td>较重要区</td></tr>
</table>

设施；					
3.矿区紧邻国家自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景点；	**3.紧邻省级、县级自然保护区或重要旅游景区（点）；**	3.远离各级自然保护区及旅游景区（点）；	不属于国家自然保护区，附近无各类保护区	较重要区	
4.有重要水源地；	**4.有较重要水源地；**	4.无较重要水源地	无较重要水源	较重要区	
5.破坏林地、旱地。	**5.破坏林地、草地。**	5.破坏其他类型土地。	破坏林地、采矿用地及其他土地	较重要区	
注：评估区重要度分级确定采取上一级别优先原则，只有一条符合者即为该级别。					

（2）矿山地质环境条件复杂程度

根据地下水、矿床围岩、地质构造、地质环境问题、采空区和地貌单元情况，根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》（DZ/T 0223—2011）附表 C.1 的规定，列出评估区的地质环境条件复杂程度，评估区地质环境条件复杂程度评定见表 3-2。

表 3-2 评估区地质环境条件复杂程度

确定因素	评估区情况	复杂程度	结论
地下水	主要矿体位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域含水层及地表水联系不密切，矿坑平均涌水 4.850m^3/d，最大涌水量 668.218m^3/d，地下采矿和疏干排水对周围主要含水层破坏可能性小	简单	复杂
矿床围岩与工业场地	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育不发育，基本质量等级分类II-IV级，岩体完整-较完整，局部有软弱岩层，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 2～10m，矿体顶底板和矿床围岩稳固性中等	中等	
地质构造	矿区位于冷水河-白浪镇向斜的北翼，褶皱构造以次级褶皱和由层间滑动而形成的层间褶皱为主要特征；矿区未见断裂活动迹象；矿体和矿床围岩岩层产状变化小，地质构造简单	简单	
地质环境问题	本次现状调查不稳定地质体 1 处，地面塌陷 1 处	复杂	
采空区	采空区引起地面塌陷，对环境破坏严重	复杂	
地貌单元	矿区地处秦岭东段南坡，属低山区，地形切割较强烈，相对高差较大；区内植被及坡积物覆盖面积较大；地面倾向与岩层倾向多为斜交。	复杂	

依据就高不就低的原则，“六大因素”中只要有其中一条达到某复杂程度，则评估区复杂程度就为该种程度，根据表 3-2，对照《矿山地质环境保护与土地

复垦方案编制规范》（DZ/T 0223—2011）“地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表”，判定本评估区地质环境条件复杂程度应为“复杂”类型。

（3）矿山生产规模

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223—2011）附录 D，矿山生产建设规模分类一览表（表 3-3）进行比对，设计年生产量 33 万吨，属大型钒矿。

表 3-3 矿山生产建设规模分类

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
钒（地下开采）	万吨	≥10	10～5	<5	钒矿石

（4）评估级别确定

经综合评定，评估区重要程度为较重要区，矿山建设规模为大型，矿山地质环境条件复杂程度为中等。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223—2011）附录 A.1 矿山地质环境影响评估分级表，确定该矿山地质环境影响评估级别为一级（见表 3-4）。

表 3-4 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
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

（二）矿山不稳定地质体现状分析与预测

1、矿山地质环境问题现状评估

（1）矿区内在册点分布情况

评估区属低易发区，无在册点。

（2）《原方案》中地质环境问题现状

《原方案》在评估区内存在 2 处不稳定地质体、1 处地面塌陷隐患。

①不稳定地质体 B1

该点位于 PD1 硐口北侧，因废渣堆放及工程开挖形成，原《方案》对该点的评估结论为稳定性较差，危害程度中等，危险性中等。经过矿山企业采取修建浆砌石护脚墙措施；以及封堵废弃硐口 4 个等措施，本次调查时，调查其治理效果较好，现状稳定，危害程度小，危险性小，因此本次不再进行评价。

②不稳定地质体 B2

该点位于选厂生活区道路外侧，由于矿山生活区、选厂二车间、道路等建设工程切坡、削坡形成，原方案对该点的评估结论为稳定性较差，危害程度中等，危险性中等。经过矿山企业采取修建浆砌石护脚墙措施，本次调查时，调查其治理效果较好，现状稳定，危害程度小，危险性小，因此本次不再进行评价。

③地表塌陷 TX1

矿山在开采过程中形成地面塌陷区 0.03hm^2，塌陷区位于矿区东段 PD6 硐口下方，该处矿体埋藏深度浅，厚度较大，倾角较陡，地形坡度较缓，矿体开采后采用分段崩落，导致该塌陷形成，深度 1-3m，本次调查发现现状仍不稳定，危险性高。矿山企业采取刺丝围挡+警示牌，刺丝围栏 300m；设立警示牌 4 个等预防措施；目前处于不稳定状态，危害程度大，危险性大，故本次重新进行评估。

照片 3-2 B1 场地复垦

照片 3-3 不稳定地质体 B1 治理及牌照

照片 3-4 不稳定地质体 B2 治理及牌照

照片 3-5TX1 围栏及牌照

（3）本次现场调查新发现地质环境问题现状评估

本次野外调查共发现不稳定地质体 1 处：XP1，以及地面塌陷 1 处，现对各地质环境问题评估如下：

（1）不稳定地质体 XP1

①发育特征

该不稳定地质体位于头道沟场地的道路边，因 505 中段平硐采矿堆渣而致，中心点坐标 X：37481760.96，Y：3689984.42。

粒径 0.1-10cm 不等，上部粒径较小，中下部粒径较大，方向 264°，长约 60m，宽约 20m，平均厚度约 0.2m，平面面积约 1375m^2，体积约 275m^3。在降雨条件下，雨水冲蚀致使崩落。

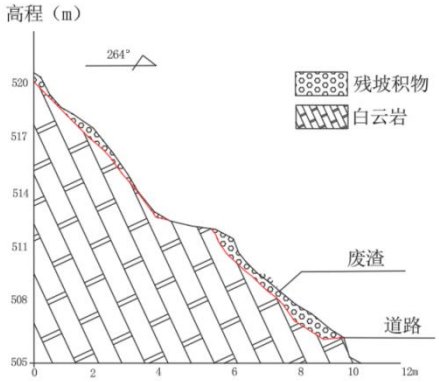


图 3-1 XP1 现状

②诱发因素

该不稳定地质体发生的主要因素为自然因素和人为因素。

自然因素：在降雨条件下，雨水冲蚀致使表层堆积体失稳。

人为因素：矿山底下工程开采影响。

③危害对象及危害程度

经现场调查，威胁过往行人和头道沟场地内道路安全，稳定性差，危害程度中等，危险性中等故现状评估危险性中等。

④危险性分析

综合分析，该不稳定地质体现状条件下稳定性较差，危害程度中等，危险性中等。

（2）地面塌陷 T1

①发育特征

该地面塌陷 T1 范围位于头道沟采区山顶，505 中段平硐上方，扩大形成于 2022 年，塌陷面积随着时间不断变大，发生前无明显征兆。

矿体产状与地层产状基本一致，倾向除 TC6 为 63°以外，一般在 133°—190°之间，倾角 33°—78°之间，呈层状产出。矿体厚度 1.30m（TC14）—24.08m（TC10），平均厚度 11.51m。距离地表最近距离为 15m，后续随着开采的继续进行会持续扩张。

该点位于头道沟场地的道路边，目前塌陷面积 3.6345hm^2。塌陷直接导致坡顶植被破坏，基岩裸露，且局部产生溜滑，塌陷区地层分布自上而下依次为第四系含碎石粉质粘土与寒武系白云岩。该不稳定地质体直接威胁后期东区地下采矿活动的安全。该塌陷发生的主要原因是由于矿体出露地表，且厚度较大，头道沟采区 505 采矿中段的采空区距离地表较近，加之顶板围岩较破碎，故发生了塌陷。

图 3-2 地面塌陷现状

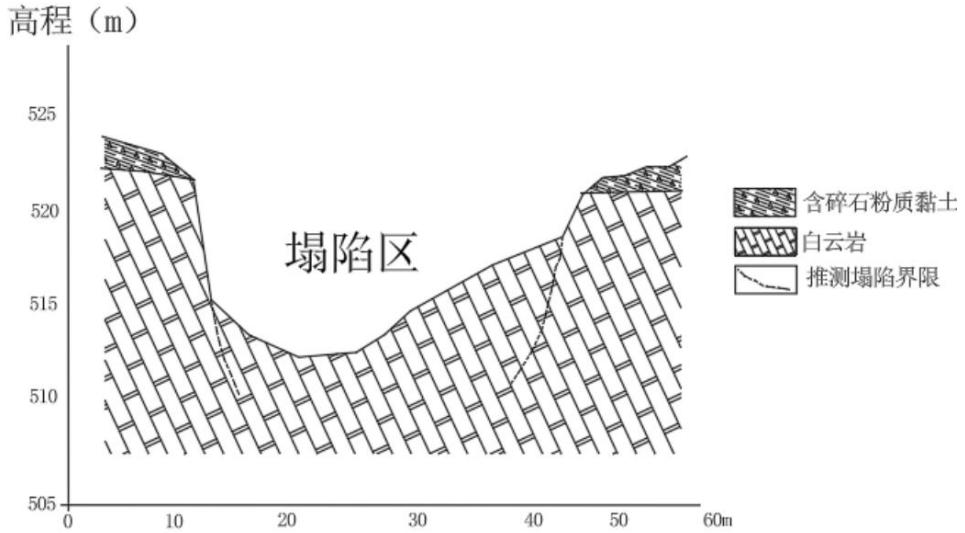


图 3-3 地面塌陷剖面示意图

②诱发因素

该地面塌陷发生的主要因素为自然因素和人为因素。

自然因素：在降雨条件下，雨水冲蚀。

人为因素：采矿活动以及矿体厚、大、陡，容易塌陷。

③危害对象及危害程度

根据现场实地调查，预测后期地下开采影响仍有可能发生局部或更大面积的塌陷，直接威胁后期的采矿活动安全。

④危险性分析

综合评定该地面塌陷现状条件下不稳定，发育程度中等，后期地下开采仍会引发地面塌陷、直接威胁井下开采安全，破坏地形地貌，危害程度大，故现状评估危险性大。

2、矿区不稳定地质体预测评估

根据工程建设的整体布局和地质环境条件特征，地质不稳定体危险性预测评估按照工程建设区块分别评估，即选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、头道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区大门场地以及矿区道路。

（1）采矿活动可能遭受不稳定地质体的危险性预测评估

①选厂二车间：选厂二车间已修建多年，属于采矿地区，工程建设时对沟口及沟内部分坡体进行了开挖、切坡、平场，《原方案》对区域内不稳定地质体进行了工程治理，预测遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

②堆矿场：矿石临时堆积，属于动态管理，预测遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

③选厂生活区：选厂生活区已修建多年，属于采矿地区，工程建设时对沟口及沟内部分坡体进行了开挖、切坡、平场，预测遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

④选厂一车间：选厂一车间已修建多年，属于采矿地区，工程建设时对沟口及沟内部分坡体进行了开挖、切坡、平场，《原方案》对区域内不稳定地质体进行工程治理，预测遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

⑤矿山生活区：矿山生活区已修建多年，属于采矿地区，工程建设时对沟口及沟内部分坡体进行了开挖、切坡、平场，预测遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

⑥炸药库：炸药库位已修建多年，位于矿区南侧的沟谷中，占地面积小，建设过程中很少对坡体进行开挖，对原始地形地貌破坏小，预测遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

⑦小凉水沟渣场：占用林地，大废渣堆积改变了原有的地形地貌景观，预测遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

⑧头道沟场地：矿山建设头道沟场地，建设过程中对原始地形地貌改变大，后续会继续使用，工业活动较多，预测遭受不稳定地质体的 XP1 可能性中，危险性中，地面塌陷可能性中，危险性中。

⑨矿区道路：矿区道路已修建多年，在建设过程中部分路段对两侧坡体进行了局部削坡，矿区道路沿线无定居人口，预测遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

⑩矿区大门场地：矿区大门场地已修建多年，属于采矿地区，工程建设时对沟口及沟内部分坡体进行了开挖、切坡、平场，预测遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

（2）采矿活动引发不稳定地质体的危险性预测评估

根据《开发利用方案》及现场实际调查，水沟钒矿目前正在开采 465m 标高的矿体，未来主要开采 465m 标高以上二西沟以西的全部矿体，目前的采空区距离地表最近距离为 15m，最远距离为 103m，随着采空活动的不断进行，采空区距离地表会越来越远，对地表的影响也会越来越弱，而矿山是否会发生塌陷，取决于围岩的稳定性，根据《陕西省商南县烟城沟钒矿东段详查地质报告》，矿体顶板岩性为厚层白云岩、硅质岩夹泥岩，以硬质岩石为主，构造影响较轻，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，呈四边形、三角形等多种形态，在无外力作用强扰动时稳定性较好。岩石抗压强度 80.9～102.6Mpa。矿体底板岩性为中薄层灰岩、泥灰岩、泥岩，矿层内有层间滑动，整体层间结合较好。灰岩抗压强度 27.3～77.6Mpa。依照《岩土工程勘察规范》确定，顶板围岩为Ⅱ-Ⅲ级，底板围岩为Ⅱ级，工程地质类型以坚硬-半坚硬岩层为主，工程地质条件中等。另外，根据《工程岩体分级标准》（GB50218-2014）地下工程岩体自稳能力的判别标准附录 E“岩体质量Ⅱ，硐径 10～20m，可基本稳定，局部可发生掉块或小塌方；硐径<10m，可长期稳定，

偶有掉块，无塌方；岩体质量Ⅲ，跨度 10～20m，可稳定数日～1 月，可发生小～中塌方；跨度 5～10m，可稳定数月，可发生局部块体拉移及小～中塌方；跨度＜5m，可基本稳定”，故结合水沟钒矿实际情况，分析认为：本矿山设计采用分段崩落采矿法，根据矿块的布置参数，开采形成的采空区跨度一般均在 10m 以上，矿体倾角在 60°左右，倾角较陡峭，且开发利用方案设计采矿废石全部外运，不回填采空区，要求已结束回采的采场、井下采空区、废弃巷道必须及时封闭，应设置栅栏和警示牌，禁止人员入内。

因而，在开采区深部，矿体顶底板围岩工程地质性质虽然良好，但综合上述情况及现状调查，后期开采活动引发地面塌陷和地面裂缝的可能性中等。

根据该矿岩体性质及所采用的采矿方法，并同类似矿山进行比较，取上盘岩石移动角 58°，下盘岩石移动角为矿体倾角 64°，侧翼岩石移动角 65°。据此并结合矿体的赋存深度、矿体厚度、地形起伏变化、矿体顶底板围岩岩体结构等，综合圈定矿区内地面塌陷范围。

综上，调查区内现状发现区内地面塌陷范围 1 处，未来矿区地面塌陷发生大面积塌陷的可能性中等，但很可能会在出现地表裂缝或地面下沉，会对采矿工程、采矿活动构成威胁，破坏林地，故综合预测开采区采矿活动引发地面塌陷、地面沉降、地裂缝的可能性中等，危害程度中，危险性中。

矿区内矿山道路及选厂一车间、选厂二车间内的工人宿舍、炸药库、机修间等设施已经基本修建完善，后期基建和采矿活动不涉及矿山道路及采矿工业设施增加等工程，故矿山道路及采矿工业场地工程建设引发不稳定地质体的可能性小，危险性小。

堆矿场可以满足矿山生产需求，在矿山开采及生产中，由于矿渣堆积量较大，预测引发不稳定地质体的可能性较中等，危险性中等。

（三）矿区含水层破坏现状分析与预测

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

1、矿区含水层破坏现状评估

通过矿床的开采条件及矿床充水影响因素分析，区内地下水富水性较弱，矿床充水条件较差。目前开采矿体全部位于当地侵蚀基准面（标高约 360m）以上，实际开采过程中，坑道平均涌水量为 4.850m^3/d，最大涌水量 668.218m^3/d。因此矿山开采不会造成矿区及周围主要含水层水位较大幅度下降；矿区及周围地表水体较少，未见漏失现象，未影响到矿区及周围生产生活用水。

矿体的充水水源主要为大气降水，其次为地下水及地表水。依据多年资料统计，年平均降水量 803.2 mm，单日最大降水量 152.4 mm，降水主要集中在 7 ～9 月，以 7 月为最多，年平均相对湿度为 68%。工作区主要水系有水沟，长年流水，在矿段东北角汇入耀岭河再注入丹江，其他水系均为季节性水系，水沟流量为 51.895—62.046L/S，2022 年 7 月 9 日监测流量 30L/S；耀岭河流量为 1640—62208m3/d，河流水量大小与降雨关系最为密切。矿区内各含水层富水性均弱，尤其矿体所处当地侵蚀基准面以上时，基本无水。

PD8 平硐（465 中段）坑内基本干燥，坑口无涌水现象，坑道沿脉部分见钒矿体部位一般都砼护，局部潮湿。距坑口 508m 左邦见岩溶裂隙，宽度 0.5m，高度 1.2m，深度约 5m，干燥无涌水现象。565m 处水仓上部采空区涌水，流量 0.1-0.2L/s，经调查水量稳定，未流出坑口。

现状评估认为矿山开采对含水层破坏的影响程度较轻。

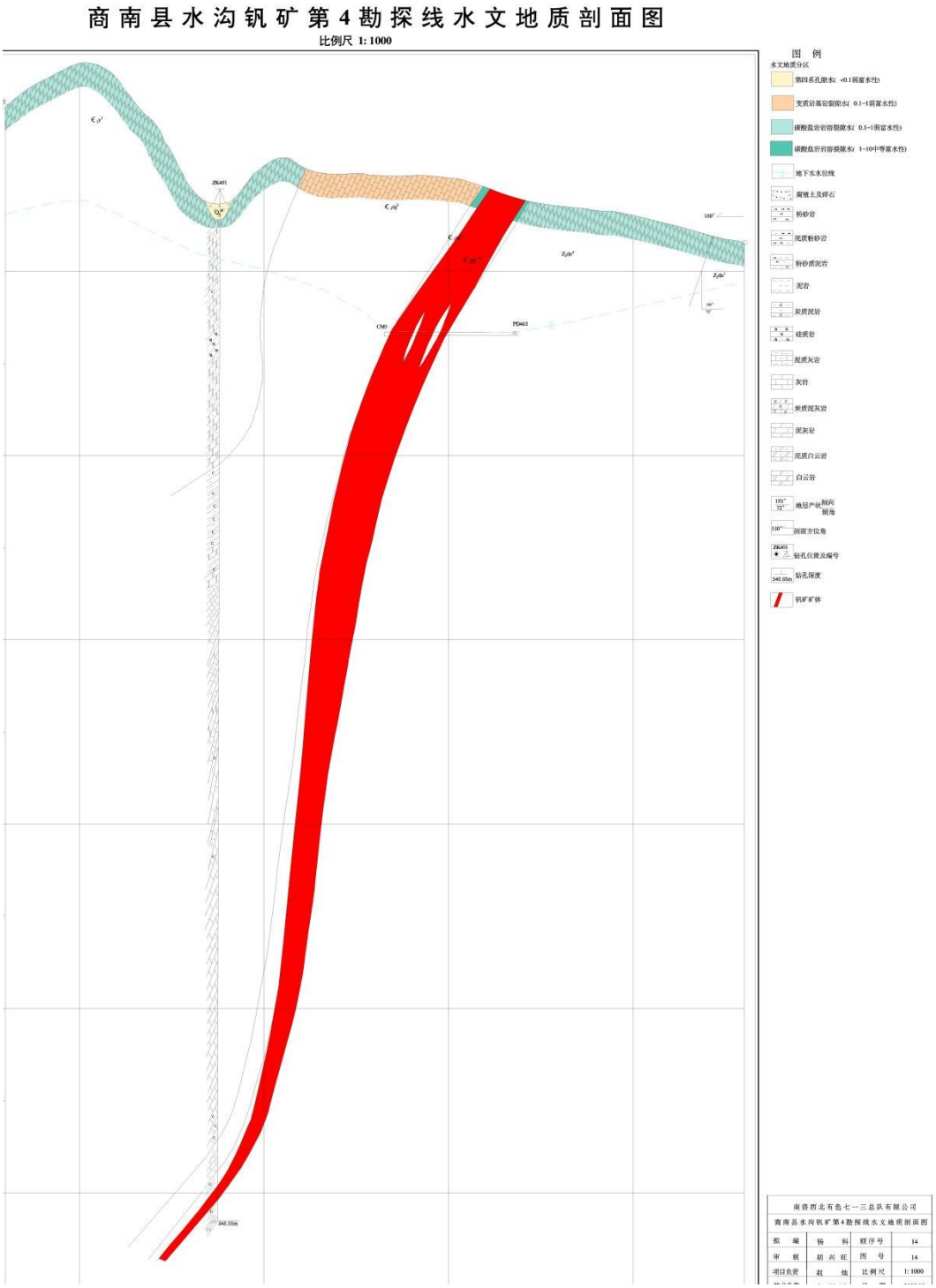

商南县水沟钒矿第4勘探线水文地质剖面图
比例尺 1:1000
图 例
水文地质分区
第四系孔隙水(<0.1弱富水性)
变质岩基岩裂隙水(0.1~1弱富水性)
碳酸盐岩岩溶裂隙水(0.3~1弱富水性)
碳酸盐岩岩溶裂隙水(1~10中等富水性)
地下水水位线
腐植土及碎石
粉砂岩
泥质粉砂岩
粉砂质泥岩
泥岩
炭质泥岩
硅质岩
泥质灰岩
灰岩
炭质泥灰岩
泥灰岩
泥质白云岩
白云岩
地层产状
剖面方位角
钻孔位置及编号
钻孔深度
钒矿矿体
ZK401
CM1
PD465
348.51m
南洛西北有色七一三总队有限公司
商南县水沟钒矿第4勘探线水文地质剖面图
拟编
杨科
顺序号
14
审核
胡兴旺
图号
14
项目负责
赵地
比例尺
1:1000

图 3-4 典型水文剖面图

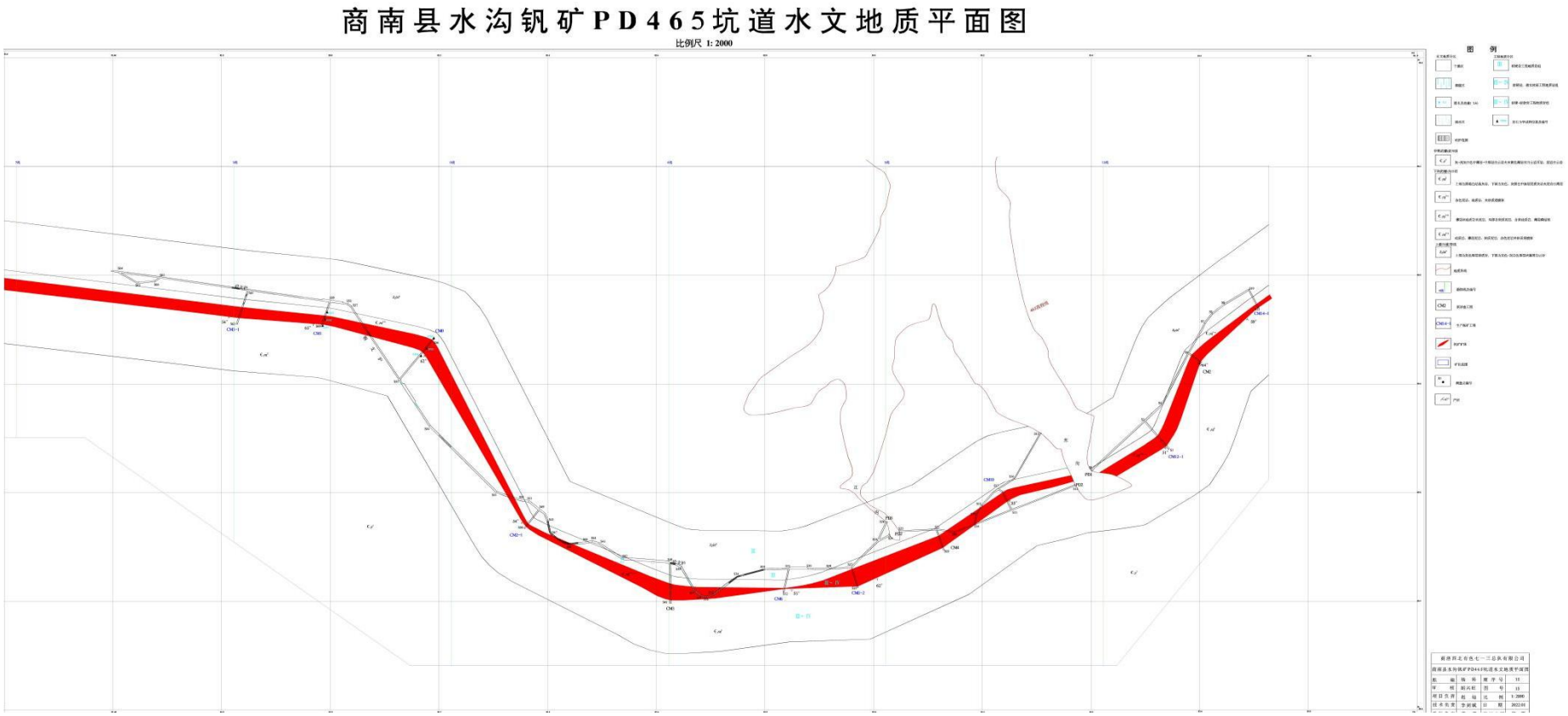


图 3-5 矿坑典型水文平面图

2、采矿活动对含水层影响预测评估

从矿山的生产现状来看，矿山运行过程中的生产生活废水、坑内涌水全部经水处理达标后自然排放或循环使用，对矿山地下水水质影响较轻。因而可以预测，只要坚持规范操作，矿山活动仍可维持对地下水水质的影响较轻的现状。即预测条件下，矿山活动对地下水水质的影响较轻。

综上所述，预测评估采矿活动对含水层的影响程度较轻。

（四）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、矿区地形地貌景观影响和破坏现状分析

（1）矿区及周边 1km 范围内没有登记注册的地质遗迹、人文景观，不会对地质遗迹、人文景观等产生影响和破坏。

（2）矿山为生产矿山，矿区及周边以往采矿活动强烈。各类地面工程建设对地形地貌产生一定影响，具体分析如下：

①选厂二车间：占地面积 6.0802hm^2，选厂二车间等均已修建多年，属于采矿地区，工程建设时对沟口及沟内部分坡体进行了开挖、切坡、平场，在较大程度上改变了原有的地形地貌景观，现状评估认为选厂二车间建设对地形地貌景观的破坏程度严重。

②堆矿场：占地面积 1.1431hm^2，废渣、矿石大量堆积，改变原有的地形地貌景观，对地形地貌景观的破坏程度严重。

③选厂生活区：占地面积 0.3621hm^2，选厂生活区等均已修建多年，属于采矿地区，工程建设时对沟口及沟内部分坡体进行了开挖、切坡、平场，在较大程度上改变了原有的地形地貌景观，现状评估认为选厂生活区建设对地形地貌景观的破坏程度严重。

④选厂一车间：占地面积 4.8456hm^2，选厂一车间等均已修建多年，属于采矿地区，工程建设时对沟口及沟内部分坡体进行了开挖、切坡、平场，在较大程度上改变了原有的地形地貌景观，现状评估认为选厂一车间建设对地形地貌景观的破坏程度严重。

⑤矿山生活区：占地面积 0.7112hm^2，矿山生活区等均已修建多年，属于采矿地区，工程建设时对沟口及沟内部分坡体进行了开挖、切坡、平场，在较大

程度上改变了原有的地形地貌景观，现状评估认为矿山生活区建设对地形地貌景观的破坏程度严重。

⑥炸药库：占地面积 0.2745hm^2，炸药库位已修建多年，位于矿区南侧的沟谷中，占地面积小，炸药库在一定程度上改变了原有的地形地貌景观，现状评估认为炸药库对地形地貌景观的影响程度严重。

⑦小凉水沟渣场：占地面积 8.1805hm^2，大量废渣堆积改变了原有的地形地貌景观，小凉水沟渣场对地形地貌景观的破坏程度严重。

⑧头道沟场地：矿山建设头道沟场地，占地面积 2.9265hm^2，建设过程中对原始地形地貌改变大，现状评估认为头道沟场地建设对地形地貌景观的影破坏程度严重。

⑨矿区道路：矿区道路已修建多年，在建设过程中部分路段对两侧坡体进行了局部削坡，矿区道路沿线无定居人口，现状评估认为矿区道路建设对地形地貌景观的破坏程度严重。

⑩采矿硐口工业场地：矿山建设矿区大门场地，占地面积 0.4596hm^2，建设过程中对原始地形地貌改变大，现状评估认为采矿硐口工业场地建设对地形地貌景观的影破坏程度严重。

⑪矿区大门场地：矿山建设矿区大门场地，占地面积 0.9296hm^2，建设过程中对原始地形地貌改变大，现状评估认为矿区大门场地建设对地形地貌景观的影破坏程度严重。

⑫地面塌陷：矿山地下开采过程中对原始地形地貌改变大。现状评估认为地面塌陷对地形地貌景观的影破坏程度严重。

2、矿区地形地貌景观影响和破坏预测分析

评估区内现有设施基本可以满足矿山正常生产的需要，后期基本不在进行地表工程建设，现有对地形地貌影响严重区域近期不进行复垦，故预测依旧是影响严重，预测地面塌陷后期会扩大破坏地形地貌的影响程度，预测评估认为地面塌陷对地形地貌景观的影破坏程度严重。

3、小结

综上所述，选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、头道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区大门场地、矿区道路对地形地貌景观破坏严重；其他区域对地形地貌景观影响较轻。

（五）矿区水土环境问题现状分析与预测

矿区水土环境问题主要由生产废水和固体废弃物堆积引起。生产废水主要包括采矿废水、选厂废水等。固体废弃物主要包括废渣和生活垃圾。

1、矿山水土环境问题现状分析

根据最新水质监测资料，矿区范围内地表水水质均能满足《地表水环境质量标准》（GB/T 3838-2002）Ⅱ类水质标准：地下水水质均能达到《地表水质量标准》（GB/T 14848-2017）中的Ⅲ类水质标准：

现状条件下采矿活动对水土环境影响较轻。

表 3-5 地下水质监测结果

检测结果				
分析项目	单位	样品编号		
		S20231204-03(W1 二西沟渣场地下水监测点)	S20231204-04(W3 门房值班室地下水监测点)	标准限值
氨氮	mg/L	0.196	0.238	<0.50
镉	mg/L	0.001ND	0.001ND	<0.005
铅	mg/L	0.01ND	0.01ND	<0.01
铜	mg/L	0.05ND	0.05ND	<1.00
锌	mg/L	0.02ND	0.02ND	<1.00
铁	mg/L	0.03ND	0.03ND	<0.3
锰	mg/L	0.03	0.04	<0.10
硝酸盐氮	mg/L	2.06	2.24	<20.0
亚硝酸盐氮	mg/L	0.042	0.047	<1.00
氯化物	mg/L	73	86	<250
汞	mg/L	0.00004ND	0.00004ND	<0.001
砷	mg/L	0.0003ND	0.0003ND	<0.01
氟化物	mg/L	0.30	0.28	<1.0
质量控制	mg/L	本次分析人员均持证上岗，仪器检定/校准均在有效期内，实验室空白样品 13 个，平行样品 13 个，质控样品 11 个，加标回收样品 2 个，均符合相关标准规范要求。		
检测结论	mg/L	本次检测项目结果符合《地下水质量标准》GBIT14848-2017I 类标准。		
备注	mg/L	“ND”表示未检出，“ND”前值为该分析方法最低检出限值。		

表 3-6 地表水水质监测分析方法

分析项目	分析方法/依据	检出限	分析仪器名称	仪器固定资产编号

分析项目	分析方法/依据	检出限	分析仪器名称	仪器固定资产编号
钒(mg/L)	水质 钒的测定石墨炉原子吸收分光光度法 HJ 673-2013	0.003	AA-7020原子吸收分光光度计	LB-045
钼(mg/L)	水质 钼和钛的测定石墨炉原子吸收分光光度法 HJ 807-2016	0.0006		
锰(mg/L)	水质 铁、锰的测定火焰原子吸收分光光度法 GB/T 11911-1989	0.01		

表 3-7 地表水环境现状监测断面

监测结果					
分析项目	单位	样品编号			
		S20230821-03（#公司出口与小沟交汇处)	**S20230821-04(4#小沟与河道交汇处)**	**S20230821-05(5#下游200m 河道)**	标准限值
钒	mg/L	0.026	0.003ND	0.042	0.05
钼	mg/L	0.0006ND	0.0016	0.0018	0.07
锰	mg/L	0.01	0.01ND	0.01ND	0.1

表 3-8 土壤现状监测断面

监测结果				
分析项目	单位	样品编号		
		T20231110-01（二西沟沟内）	**T20231110-02（炸药库处）**	**T20231110-03（头道沟处）**
六价铬	mg/kg	0.5	0.5	0.5
铜	mg/kg	12	30	22
铅	mg/kg	38	66	55
镉	mg/kg	0.50	0.56	0.71
锌	mg/kg	94	99	98
镍	mg/kg	37	61	31
铬	mg/kg	92	207	206
汞	mg/kg	0.609	0.761	0.650
砷	mg/kg	7.17	5.93	4.01
干物质	%	97.6	97.1	97.3
水分	%	2.5	3.0	2.7

2、矿区水土环境问题预测

生产废水主要包括采矿废水、选厂废水及生活废水。

①采矿废水

矿区采矿废水以矿坑涌水为主。矿区多数探采矿坑道无涌水现象，坑道平均涌水量仅为 4.850m^3/d，不足井下生产用水，因而矿区基本无外排矿坑涌水。从以上影响因素可以预测，矿山采矿废水对矿区地表水、地下水、土壤影响的可能性小，预测采矿废水对水土环境影响程度较轻。

②选厂废水

根据《商南县水沟钒矿矿产资源开发利用方案》，矿区选厂生产废水、矿浆水通过尾矿输送系统排放，经过沉淀、澄清后，通过污水处理厂处理后，供生产循环使用，不外排。预测选厂废水对水土环境影响程度较轻。

3、小结

综上所述，现状条件下，矿山活动对矿区水土环境影响较轻。预测后续矿山生产期间，对矿区水土环境的问题程度影响较轻。

（六）地质环境影响程度分级分区评估

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及预测评估的结果，“以人为本，以矿山地质环境为本”，根据“区内相似，区际相异”原则，按照影响矿山地质环境的地质环境条件、地质环境问题的发育程度、对含水层、地形地貌景观及水土环境问题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及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《编制规范》附录表 E“矿山地质环境影响程度分级表”（见表 3-9），矿山地质环境影响程度现状与预测评估分区主要选取采矿活动遭受、引发地质环境问题的程度、对含水层、地形地貌景观影响和破坏程度及水土环境影响情况等 4 个差异性因子做为评价指标，共划分了严重、较严重、较轻 3 个评价标准。

表 3-9 地质环境影响程度评价分级标准表

评价因子	地质环境影响分级		
	严重	较严重	较轻
不稳定地质体	不稳定地质体规模大，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。	不稳定地质体规模中等，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。	不稳定地质体规模小，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 m3/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 3000～10000m^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 3000m^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	生产过程中的排放物，造成水体、土壤原有理化性状恶化，全部丧失原有功能。	生产过程中的排放物，造成水体、土壤原有理化性状变化较大，使其丧失部分原有功能。	生产过程中的排放物，未造成水体、土壤原有理化性状变化，或有轻微变化，对水体、土壤原有功能影响较小。

（2）矿山地质环境影响程度综合评估分区

根据表 3-9 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，每个区块的影响程度取值按“就高不就低”原则，只要有一项要素符合某一级别，就判定为该级别。然后，依据“区内相似、区际相异”的原则，对各工程区块进行合并，并根据合并后的区块影响程度进行地质环境影响程度分级。

3、矿山地质环境影响程度现状评估分区

通过对各因子现状调查结果进行叠加分析，再结合评估区的地质环境条件对各区块界限进行必要修整后，得到评估区地质环境影响程度现状评估综合分区。本次共划分地质环境影响程度分区 2 个级别 5 个区块（表 3-10），其中地质环境影响程度严重区（XA1～XA4）4 块，较轻区（XC）1 块。

表 3-10 矿山地质环境影响现状评估分级表

影响程度分级	分区位置及面积			单因子影响程度现状评估				现状评估
编号	位置		面积（hm^2）/比例（%）	不稳定地质体	含水层	地形地貌	水土环境	
严重区	XA1	小凉水沟渣场	8.18/1.17	较轻	较轻	严重	较轻	小凉水沟渣场废渣堆放对地形地貌景观影响程度严重
	XA2	头道沟场地及塌陷范围	6.56/0.94	严重	较轻	严重	较轻	地面塌陷、XP1 威胁采矿工作人员，危险性中等，对地形地貌景观影响程度严重
	XA3	选厂一车间等	13.88/1.99	较轻	较轻	严重	较轻	对地形地貌景观影响程度严重
	XA4	矿区大门场地	0.93/0.13	较轻	较轻	严重	较轻	对地形地貌景观影响程度严重
较轻区	XC	其它区域	669.13/95.77	较轻	较轻	较轻	较轻	采矿工程对地质环境影响程度较小，地质环境问题少

（1）地质环境影响程度严重区（XA）

地质环境影响程度严重区 4 处（XA），面积约 29.55hm^2，占评估区面积的 4.23%。

XA1 区：面积 8.18hm^2，占评估区 1.17%。该区分布小凉水沟渣场，现状条件下较稳定，危险性小；区内废渣堆放未造成主要含层结构破坏、含水层疏干及地下水位下降，对含水层破坏程度较轻；废渣大量放改变原有地形地貌，对地形地貌景观的破坏程度严重；废渣堆放对水土环境染影响较轻。该区影响地

质环境的主要影响因素为地形地貌景观。现状评估该区对矿山地质环境影响严重。

XA2 区：面积 6.56hm^2，占评估区 0.94%。区内分布有头道沟场地以及地面塌陷区。区内有地面塌陷点 1 处、不稳定地质体 1 处，威胁场地人员安全，危险性较大；工程建设未造成主要含水层结构破坏、含水层疏干及地下水位下降，对含水层破坏程度较轻；工程建设时对两侧坡体进行开挖切坡，影响该区的主要因素为不稳定地质体。现状评估该区对矿山地质环境影响较严重。

XA3 区：面积 13.88hm^2，占评估区 1.99%。区内分布有选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间等。工程建设未造成主要含水层结构破坏、含水层疏干及地下水位下降，对含水层破坏程度较轻；工程建设对地形地貌景观破坏严重；对水土环境影响较轻。该区影响地质环境的主要影响因素为地形地貌景观及不稳定地质体。现状评估该区对矿山地质环境影响严重。

XA4 区：面积 0.93hm^2，占评估区 0.13%。区内分布有矿区大门场地。工程建设未造成主要含水层结构破坏、含水层疏干及地下水位下降，对含水层破坏程度较轻；工程建设对地形地貌景观破坏严重；对水土环境影响较轻。该区影响地质环境的主要影响因素为地形地貌景观及不稳定地质体。现状评估该区对矿山地质环境影响严重。

（2）地质环境影响程度较轻区（XC）

评估区内其他区域，面积约 699.13hm^2，占评估区面积的 95.77%。该些区域内矿山活动对地质环境影响程度较轻，存在的地质环境问题少，危害程度较轻。现状评估该区对矿山地质环境影响较轻。

4、矿山地质环境影响程度预测评估分区

通过对各因子预测评估结果进行叠加分析，得到评估区地质环境影响程度预测评估综合分区。本次共划分地质环境影响程度分区 5 个（表 3-11），其中地质环境影响程度严重区（YA）4 个，较轻区（YC）1 个。

表 3-11 矿山地质环境影响预测评估分级表

影响程度分级	分区位置及面积		单因子影响程度预测评估				预测评估
编号	位置	面积（hm^2）/比例（%）	不稳定地质体	含水层	地形地貌	水土环境	

影响程度分级	分区位置及面积			单因子影响程度预测评估				预测评估
编号	位置		面积（hm^2）/比例（%）	不稳定地质体	含水层	地形地貌	水土环境	
严重区	YA1	小凉水沟渣场	8.18/1.17	较轻	较轻	严重	较轻	小凉水沟渣场废渣堆放对地形地貌景观影响程度严重
	YA2	头道沟场地、地面塌陷	80.42/11.51	严重	较轻	严重	较轻	地面塌陷、XP1 威胁采矿工作人员，危险性中等，对地形地貌景观影响程度严重
	YA3	选厂一车间等	13.88/1.99	较轻	较轻	严重	较轻	对地形地貌景观影响程度严重
	YA4	矿区大门场地	0.93/0.13	较轻	较轻	严重	较轻	对地形地貌景观影响程度严重
较轻区	YC	其它区域	595.27/85.20	较轻	较轻	较轻	较轻	采矿工程对地质环境影响程度较小，地质环境问题少

（1）地质环境影响程度预测严重区（YA）

地质环境影响程度严重区 4 处（YA），面积约 103.41hm^2，占评估区面积的 14.80%。

YA1 区：面积 8.18hm^2，占评估区 1.17%。该区分布小凉水沟渣场，现状条件下较稳定，危险性小；区内废渣堆放未造成主要含层结构破坏、含水层疏干及地下水位下降，对含水层破坏程度较轻；废渣大量放改变原有地形地貌，对地形地貌景观的破坏程度严重；废渣堆放对水土环境染影响较轻。该区影响地质环境的主要影响因素为地形地貌景观。预测评估该区对矿山地质环境影响严重。

YA2 区：面积 80.43hm^2，占评估区 11.51%。内有地面塌陷点 1 处、不稳定地质体 1 处，威胁场地人员安全，危险性较大；工程建设未造成主要含水层结构破坏、含水层疏干及地下水位下降，对含水层破坏程度较轻；工程建设时对

两侧坡体进行开挖切坡，影响该区的主要因素为不稳定地质体。预测评估该区对矿山地质环境影响较严重。

YA3 区：面积 13.88hm^2，占评估区 0.99%。区内分布有选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间等。工程建设未造成主要含水层结构破坏、含水层疏干及地下水位下降，对含水层破坏程度较轻；工程建设时对两侧坡体进行开挖切坡，工程建设对地形地貌景观破坏严重；对水土环境影响较轻。该区影响地质环境的主要影响因素为地形地貌景观及不稳定地质体。预测评估该区对矿山地质环境影响严重。

YA4 区：面积 0.93hm^2，占评估区 0.13%。区内分布有矿区大门场地。工程建设未造成主要含水层结构破坏、含水层疏干及地下水位下降，对含水层破坏程度较轻；工程建设对地形地貌景观破坏严重；对水土环境问题影响较轻。该区影响地质环境的主要影响因素为地形地貌景观及不稳定地质体。预测评估该区对矿山地质环境影响严重。

（2）地质环境影响程度预测较轻区（YC）

评估区内大部分地段，面积约 595.27hm^2，占评估区面积的 85.20%。该区域内矿山活动对地质环境影响程度较轻，存在的地质环境问题少，危害程度较轻。预测评估该区对矿山地质环境影响较轻。

三、矿山土地损毁预测与评估

（一）土地损毁环节与时序

矿山活动对矿区土地资源的损毁包含挖损、塌陷、压占三类，发生在矿山基建、生产、闭坑等阶段和生产环节中，如硐口开挖造成的土地挖损，平硐掘进废渣排放造成的土地压占损毁等。

1、损毁环节

根据水沟钒矿的采选工艺可知，该矿山对土地造成破坏的环节为：地面建设工程对地面造成的压占损毁、地下采空区引起的塌陷损毁等。损毁形式如图 3-6 所示。

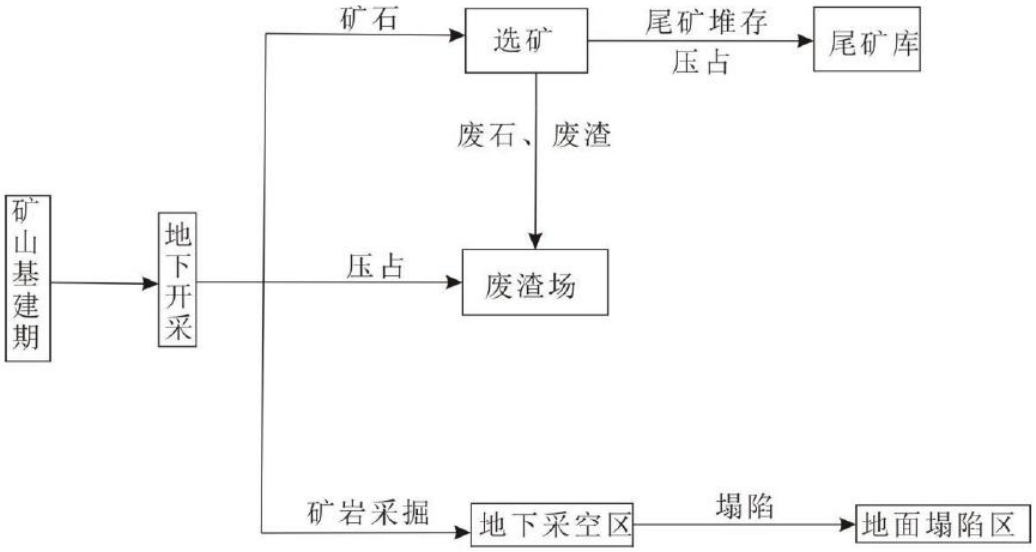


图 3-6 地下开采损毁环节示意图

2、土地损毁环节及时序

矿山为生产矿山，对土地的损毁环节主要集中在钒矿前期建设期及生产期两个阶段。根据基建、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：矿山基建、生产对矿区土地损毁的形式有挖损、压占及塌陷 3 种，其土地损毁的时序、环节、损毁方式详见表 3-12。

表 3-12 矿区土地损毁环节、方式及时序表

阶段	矿山工程	损毁时节	损毁方式	损毁时序
矿山基建期	选厂二车间	基建、使用	压占	已损毁，后期一直使用
	堆矿场	基建、使用	压占	
	选厂生活区	基建、使用	压占	
	选厂一车间	基建、使用	压占	
	矿山生活区	基建、使用	压占	
	小凉水沟渣场	基建、使用	压占	
	炸药库	基建、使用	压占	
	矿区大门场地	基建、使用	压占	
	PD5、PD6 等 10 个采矿平硐	基建	挖损	已损毁，停止使用
	PD2 东、PD2 西、PD8、PD11	基建、使用	挖损	已损毁，后期一直使用
生产期	头道沟场地	使用	压占	生产阶段
	矿山道路	使用	压占	
	地面塌陷	开采	塌陷	

（二）已损毁各类土地现状

依据工程类型、位置及相互关系，将项目区已损毁土地划分为 12 个单元，即选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣

场、炸药库、头道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区道路、矿区大门场地及地面塌陷范围，共损毁土地 30.1248hm^2（表 3-13）。

1、选厂二车间

选厂二车间位于矿区偏东部位北侧的二西干沟上游，损毁类型为压占，主要地类为乔木林地、农村道路及采矿用地，损毁面积 6.0802hm^2，损毁程度为重度。

2、堆矿场

堆矿场位于选厂二车间南侧，损毁类型为压占，主要地类为乔木林地及采矿用地，损毁面积 1.1431hm^2，损毁程度为重度。

3、选厂生活区

选厂生活区位于选厂二车间西南侧，损毁类型为压占，主要地类为乔木林地及采矿用地，损毁面积 0.3621hm^2，损毁程度为重度。

4、选厂一车间

选厂一车间位于选厂二车间东侧，损毁类型为压占，主要地类为乔木林地及采矿用地，损毁面积 4.8456hm^2，损毁程度为重度。

5、矿山生活区

矿山生活区位于选厂一车间南侧，损毁类型为压占，主要地类为乔木林地及采矿用地，损毁面积 0.7112hm^2，损毁程度为重度。

6、小凉水沟渣场

小凉水沟渣场，位于小凉水沟内，损毁类型为压占，主要地类为乔木林地及采矿用地，共占地面积 8.1805hm^2，由于渣场北侧已进行部分复垦，复垦面积 0.6hm^2，故损毁面积为 7.5805hm^2，损毁程度为重度。

7、炸药库

炸药库位于河沟上游沟谷内，损毁类型为压占，主要地类为乔木林地及采矿用地，损毁面积 0.2745hm^2，损毁程度为重度。

8、头道沟场地

位于头道沟沟内，损毁类型为压占、塌陷，主要地类为乔木林地、农村道路及采矿用地，损毁面积 2.9265hm^2，损毁程度为重度。

9、采矿平硐工业场地

矿山采矿平硐共计 15 个，已完成封堵的硐口 5 个，暂停生产的硐口 6 个，目前正在使用的硐口 4 个，为 465 中段 PD2 东、PD2 西，505 中段的 11 号。其中采矿平硐工业场地以及进出道路压占土地面积 0.4596hm²，对土地产生挖损、压占损毁，破坏程度为重度。

10、矿区道路

矿区道路包括农村道路、矿山道路，农村道路道路平均宽 4m，合计长 2.9km，损毁面积为 1.1774hm²，损毁类型为压占，损毁程度为中度。

11、矿区大门场地

位于矿区大门处，占地面积为 0.9296hm²，损毁类型为压占，主要地类为乔木林地及采矿用地，损毁面积 0.9296hm²，损毁程度为重度。

12、地面塌陷

地面塌陷区域目前主要位于头道沟场地两侧，损毁类型为塌陷，主要地类为乔木林地及采矿用地，损毁面积 3.63hm²，损毁程度为重度。

表 3-13 已损毁土地面积现状表

工程名称	损毁类型	已损毁地类				损毁面积		损毁程度
		一级地类		二级地类		单项 hm²	合计 hm²	
		编码	名称	编码	名称			
选厂二车间	压占	03	林地	0301	乔木林地	0.7112	6.0802	重度
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	5.1460		
		10	交通运输用地	1006	农村道路	0.2230		
堆矿场	压占	03	林地	0301	乔木林地	0.6421	1.1431	重度
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.5010		
选厂生活区	压占	03	林地	0301	乔木林地	0.0221	0.3621	重度
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.3400		
选厂一车间	压占	03	林地	0301	乔木林地	1.2253	4.8456	重度
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	3.6203		
矿山生活区	压占	03	林地	0301	乔木林地	0.0296	0.7112	重度
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.6816		
小凉水沟渣场	压占	03	林地	0301	乔木林地	0.9712	7.5805	重度
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	6.6093		
炸药库	压占	03	林地	0301	乔木林地	0.0267	0.2745	轻度
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.2478		
头道沟场地	压占	03	林地	0301	乔木林地	0.9453	2.9265	重度
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	1.9157		
		10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0655		

工程名称	损毁类型	已损毁地类				损毁面积		损毁程度
		一级地类		二级地类		单项 hm^2	合计 hm^2	
		编码	名称	编码	名称			
采矿平硐工业场地	挖损、压占	03	林地	0301	乔木林地	0.4596	0.4596	重度
矿区道路	压占	10	交通运输用地	1006	农村道路	1.1774	1.1774	中度
矿区大门场地	压占	06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.9296	0.9296	重度
地面塌陷	塌陷	03	林地	0301	乔木林地	2.7723	3.6345	重度
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.8622		
合计						30.1248		

（三）拟损毁土地预测与评估

本矿山在开采过程中对土地损毁的方式包括：采矿活动引起的地面塌陷。预测土地损毁情况主要为塌陷。

1、预测时段划分

本着“远粗近细”的原则，根据水沟钒矿采区接续计划，考虑采区开采的完整性和土地复垦工程的可操作性，将预测划分为 2 个时段。

近期（2025—2029 年），年限为 5 年；

中远期（2030—2100 年）。

2、预测单元

根据矿山的开采生产方式，并结合当地自然环境概况，将矿区依据以下原则划分为若干预测单元：

（1）地形地貌及土地利用现状相似原则；

（2）工程损毁、压占土地方式一致性原则；

（3）原始土地立地条件相似性原则；

（4）复垦方向一致性原则；

（5）便于复垦措施统筹安排，分区整体性原则。

据此，将拟损毁矿区土地划分为塌陷区 1 个预测单元。

3、预测方法

土地损毁预测采用定量统计与定性描述相结合的方法进行。

（1）土地损毁方式预测方法：根据矿山开采特点，土地损毁方式表现为多样性，除矿区生产建设引起的挖损和压占两种显而易见的方式外，还有由于矿山开采造成的地面塌陷等，预测方法采用定性描述的方法。

（2）损毁土地的面积预测方法：通过对预测单元占地的分析和统计，结合土地损毁方式采用定量统计的方法。

（3）损毁土地类型预测方法：根据《全国采矿损毁土地状况调查实施方案（试行）》，结合现场实际情况，确定矿区各预测单元造成损毁的土地类型。

（4）土地损毁程度预测方法：在分析统计的基础上，定性的描述其损毁程度。

4、土地损毁等级划分标准

根据开采工艺及矿山开拓方式、开采顺序，矿区生产建设对土地利用的影响从大方面分为土地压占、挖损及土地塌陷三种损毁方式。

（1）土地损毁程度预测等级标准

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。

（2）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）。

（3）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、砾石含量、是否固化处理、土壤耕作能力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 3-14。

表 3-14 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因子	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表变形	压占面积	≤1km^2	1～10km^2	>10km^2
	排土高度	≤5m	5～20m	>20m
	边坡度数	≤15°	15°～35°	≥35°
压占性质	砾石含量的增加	≤10%	10～30%	>30%
地表形态	是否固化处理	未处理、轻微践踏	条石基垫支起	混凝土固化
生产和功能	土壤耕作能力	轻度降低	中度降低	丧失
稳定性	稳定性	稳定	较稳定	不稳定

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 3-15。

表 3-15 挖损土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因子	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	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：1、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地面塌陷预测

矿山开采造成地面塌陷主要表现在以下几个方面：

a、地表下沉是逐步形成的，要经历 1～3 年的时间；

b、开采下沉造成地形坡度变化一般发生在采空区边界上方，只是局部区域；

c、地表沉陷发生在坡度较大区域时，对坡面自然植被产生严重影响，也会对该区地形地貌和自然景观产生较大影响；地表沉陷发生在地形较平坦区时，对地表地形地貌影响相对较轻。

目前对于金属类矿山开采过程中引起的地面塌陷没有成熟的预测计算方法，本次根据相似矿山开采沉陷经验，结合不稳定地质体危险性评估小节的预测评

估结果，采矿活动在岩石移动范围内发生大面积采空区地面塌陷的可能性中等，可能引发近地表局部岩层变形，引起地表土层错动、形成裂缝，对土地资源造成破坏。总体来说，塌陷对地表植被影响程度中等，对土地损毁程度为中度。

5、矿山拟损毁土地程度预测分析

在矿山生产过程中，可能会造成地面塌陷的扩大等问题。

根据《开发利用方案》提供的岩石移动角，圈定出矿床开采时每个中段在地面塌陷范围内局部地段可能出现地表裂缝或地面下沉的区域，预测最终可能形成的地面塌陷面积为 77.5hm^2，目前现状塌陷已损毁土地面积 3.6345hm^2，故预测拟损毁土地面积 73.8655hm^2，损毁类型为塌陷，损毁程度为重度。

拟损毁单元具体拟损毁面积见表 3-16。

表 3-16 拟损毁土地面积预测统计表

工程名称	损毁类型	损毁地类				拟损毁面积		损毁程度
		一级地类		二级地类		单项 /hm^2	合计 /hm^2	
		编码	名称	编码	名称			
地面塌陷	塌陷	03	林地	0301	乔木林地	58.9934	73.8655	重度
		06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	14.8721		

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.1（表 3-17）中的标准，根据矿山地质环境影响现状及预测评估结果，对商南县水沟钒矿矿山地质环境治理进行分级分区。

表 3-17 矿山地质环境保护与治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

（2）分区级别：商南县水沟钒矿矿山地质环境治理分区划分为重点防治区、一般防治区二级，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

根据矿山地质环境治理分区的标准和分区原则，结合矿区地质环境条件、地质环境现状和预测矿区可能出现的地质环境问题将矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为重点防治区（AH）、一般防治区（CH）2 个级别 5 个区块，其中重点防治区（AH）4 块，一般防治区（CH）1 块，各分区的具体详述见表 3-18。

（1）重点防治区

重点防治区位于评估区东部的干沟中下游、小凉水沟渣场、头道沟场地、地面塌陷范围，总面积 103.41hm^2，占评估区面积的 14.80%，选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、头道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区大门场地、矿区道路以及地面塌陷对原有的地形地貌破坏程度严重，为矿山地质环境重点防治区。

主要治理内容为对区内不稳定地质体采取工程支挡防护措施；对地面工程破坏的地形地貌景观，及时进行处理并采取相应的植被恢复措施，尽最大可能恢复原有的地形地貌和土地的使用功能；同时开展地质环境监测工程。

（2）一般防治区

一般防治区涵盖除重点防治区外的其它区域，总面积 595.27hm^2，占评估区总面积的 85.20%。该区内不稳定地质体不发育，采矿活动对地下含水层、及水土环境影响的影响程度较轻，为矿山地质环境一般治理区。因此主要以矿山地质环境监测工程。

表 3-18 矿山地质环境保护与恢复治理分区说明表

分区编号	包括范围	面积（hm^2）	现状影响程度	预测影响程度	防治分区	防治措施
A_{H1}	小凉水沟渣场	8.18	严重	严重	重点防治区	复垦、监测
A_{H2}	头道沟场地、地面塌陷区	80.42	严重	严重	重点防治区	工程治理、复垦、监测
A_{H3}	选厂一车间、堆矿场等	13.88	严重	严重	重点防治区	工程治理、复垦、监测
A_{H4}	矿区大门场地	0.93	严重	严重	重点防治区	复垦、监测
C_H	其它区域	595.27	较轻	较轻	一般防治区	自然恢复

（二）土地复垦区与复垦责任范围

1、复垦区

根据土地复垦编制规程，土地复垦区包括生产建设项目损毁土地和永久性用地构成的区域，根据矿区范围内现有土地利用现状以及拟损毁土地分析与预测结果，其中生产项目损毁土地包括选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、头道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区大门场地、矿区道路以及地面塌陷。各土地复垦、监测单元特征及拐点坐标见下表。

表 3-19 复垦区面积表（hm²）

一级地类		二级地类		选厂二车间	堆矿场	选厂生活区	选厂一车间	矿山生活区	小凉水沟渣场	炸药库	头道沟场地	采矿平硐	矿区大门场地	地面塌陷	矿区道路	合计
03	林地	0301	乔木林地	0.7112	0.6421	0.0221	1.2253	0.0296	0.9712	0.0267	0.9453	0.4596		59.0000		64.0331
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	5.1460	0.5010	0.3400	3.6203	0.6816	6.6093	0.2478	1.9157		0.9296	18.5000		38.4913
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.2230							0.0655				1.1774	1.4659
总计				6.0802	1.1431	0.3621	4.8456	0.7112	7.5805	0.2745	2.9265	0.4596	0.9296	77.5000	1.1774	103.9903

表 3-20 各土地复垦、监测单元拐点坐标

复垦区名称	拐点坐标（2000 国家坐标系）					
	点号	X 坐标	Y 坐标	点号	X 坐标	Y 坐标
选厂二车间						
堆矿场						
选厂生活区						
选厂一车间						

复垦区名称	拐点坐标（2000 国家坐标系）					
	点号	X 坐标	Y 坐标	点号	X 坐标	Y 坐标
矿山生活区						
小凉水沟渣场						
头道沟场地						

复垦区名称		拐点坐标（2000 国家坐标系）					
		点号	X 坐标	Y 坐标	点号	X 坐标	Y 坐标
炸药库							
地面塌陷							
采矿平硐工业场地	PD1						
	PD2 东						
	PD2 西						
	PD3						
	PD5						
	PD6						
	PD8						

复垦区名称		拐点坐标（2000 国家坐标系）					
		点号	X 坐标	Y 坐标	点号	X 坐标	Y 坐标
	PD0						
	PD10						
	PD11						
	PD12						
	PD15						
	PD16						
	PD18						
矿区大门场地							

2、复垦区责任范围

矿区的土地类型为乔木林地、采矿用地，除此之外无其他用地类型。本次复垦责任范围主要涉及采矿平硐工业场地、小凉水沟渣场、矿区大门场地、头道沟场地及地面塌陷区域。

综上，根据矿区范围内现有土地利用现状以及拟损毁土地分析与预测结果，确定复垦区面积 103.9903hm^2，选厂二车间、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、炸药库、矿山道路留续使用，面积为 13.4510hm^2。复垦责任范围内的小

凉水沟渣场、头道沟场地、堆矿场、矿区大门场地、采矿平硐工业场地及塌陷区，面积总计 90.5393hm²（表 3-21），复垦责任主体为旬阳市金鑫矿业有限公司。

表 3-21 复垦责任范围详情表

场地名称	面积（hm²）	后续使用情况
选厂二车间	6.0802	留续使用
堆矿场	1.1431	复垦
选厂生活区	0.3621	留续使用
选厂一车间	4.8456	留续使用
矿山生活区	0.7112	留续使用
炸药库	0.2745	留续使用
小凉水沟渣场	7.5805	复垦
头道沟场地	2.9265	复垦
采矿平硐工业场地	0.4596	复垦
矿区道路	1.1774	留续使用
矿区大门场地	0.9296	复垦
地面塌陷	77.5000	复垦
复垦区面积	103.9903	
留续使用面积	13.4510	
复垦责任范围合计	90.5393	

（三）土地类型与权属

1、复垦区土地利用类型

根据所收集项目区土地利用现状图，按照《土地利用现状分类》进行统计，矿区复垦区及复垦责任区的土地利用结构（损毁地类、损毁方式、损毁程度及面积等）详见表 3-13。矿山复垦责任范围面积 90.5393hm²。矿区损毁区土地利用类型有乔木林地、采矿用地。

2、土地权属

复垦区土地利用现状类型以二级地类划分为乔木林地、采矿用地。详情见表 3-22。

表 3-22 复垦责任范围土地利用权属表

一级地类		二级地类		过风楼镇水沟社区	商南县水沟钒矿
编码	名称	编码	名称		
03	林地	0301	乔木林地	62.0182	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	15.8524	12.6032
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.0655	
合计				77.9361	12.6032
总计				90.5393	

旬阳市金鑫矿业有限公司商南县水沟钒矿位于陕西商南县过风楼镇。该矿所占用土地属过风楼镇所有，旬阳市金鑫矿业有限公司通过土地租赁方式获得土地使用权。整个生产项目区土地权属清楚，无土地权属纠纷。

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

根据本方案第三章第二节中矿山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：不稳定地质体 XP1、地面塌陷，矿山地面工程对地形地貌影响及破坏。治理方法可选基本的不稳定地质体治理措施，即可消除区内灾点危害，且该区处于秦岭山区，植被自然恢复容易，故综合分析治理技术成熟可行。

对区内不稳定地质体 XP1 的治理，主要采用清理堆渣+坡脚挡墙的方式进行治理，该治理方法简单可行，施工方便，采用该方法可消除不稳定地质体 XP1 的威胁。

对地面塌陷的治理，主要为设置刺丝围栏、设置植生袋、设立警示标牌等方式减少危害，采用该方法可减少 T1 地面塌陷造成的危害。

矿山开采活动对矿区含水层影响及破坏较轻，对矿区水土环境影响较轻，只需按照设计生产方案，规范生产，就可保证矿区含水层结构、水位、水质不受破坏，使矿区水土环境安全达标。

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

（二）经济可行性分析

矿山地质环境治理费用由矿山筹措，并列入生产成本总投资中，采取从钒矿销售收入中提成的方法解决。该费用应由矿方专款专用，由领导和财务监督部门共同制定使用计划，由环保科组织实施，由矿财务部分负责本资金的财务监督工作。矿方应完善矿山地质环境管理办法，确保治理资金足额到位、安全有效，设立专门账户，专款专用。

矿山地质环境恢复治理工程既是防灾工程，同时又具有一定的经济效益。经济效益主要由减灾效益和增值效益两部分组成，并以减灾效益为主，增值效益为辅。减灾效益主要表现在控制不稳定地质体发生的环节，增值效益主要表

现在植被恢复带来的长远收益。无疑，项目实施将给矿区带来可观的综合经济效益。

根据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》，矿种系数为 1.5%；本矿为地下开采，开采系数为 1.0；地区系数为 1.2。

基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数

本矿吨矿石计提基金费用约为　　元/吨，在经济上对矿山企业来说是可承受的，也是可行的。

矿山已按规定建立了矿山环境治理与土地复垦基金制度，并且本方案治理项目启动后，矿山地质环境治理工程实施和后期维护都需要相当大量的机械设备和劳动力，可在一段时间内解决当地的部分劳动力就业问题，增加当地居民收入。因此，综合分析其在经济上可行。

二、生态环境协调性分析

1、环境质量现状

矿区整体地貌为山林地形，未发现不稳定地质体，无珍稀动物，无珍贵植物。

矿区依山而建，未大范围改变原始自然地貌。

开采产生的废渣排放至小凉水沟渣场，随堆放台阶进行复垦。矿石开采结束后，进行地面硬化、回填井口，采取绿化、植树等复绿措施，可一定程度恢复地形地貌及生态植被。

预测矿山后续开采不会出现不稳定地质体，矿山开采结束后对采区进行环境治理，未来该地区地质环境不会产生明显的影响。

2、生态环境影响分析

（1）矿山开采对土地资源造成的影响

本工程土地损毁类型主要为压占、挖损、采空区地面塌陷，根据矿山生产的特点，主要包括选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、一道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区大门场地、矿区道路、采空塌陷区等。

矿山正式开采前，各场地以乔木林地为主，植被多以乔木、杂木为主，周边不存在规模化的耕地。采空塌陷区主要以乔木林地。

矿山生产建设后，选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、一道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区大门场地、矿区道路直接导致项目内植被破坏并消失，土层被压占、局部产生水土流失，地表失去了植被赖以生存的土壤层，但因其压占面积较小，故对土地及植被的影响一般。采空塌陷区破坏土地资源，影响生产作业。

（2）矿山开采对动物造成的影响

矿山在开采过程中，不可避免地损毁动植物的生存环境，使生态系统的组成和结构发生改变。在施工期，场地建设、开挖动土等施工活动损毁一定数量的林地；在矿山运营期，人员的进出、机械的施工也会对动物的生存环境产生一定的影响。但在矿山生产结束后，对原有损毁土地进行复垦，可有效地提高植被覆盖率。且矿区周边动物适生环境较多，在矿山生产期间，动物可以迁移至矿区周边的环境中生存，等到矿山复垦结束环境恢复后，野生动物又可逐渐迁移过来。根据以上分析，矿山开采对动植物的影响较小。

（3）矿山开采对水体造成的影响

矿山开采对水环境的影响主要分为生活污水和矿坑涌水两大类。根据矿山拟采用的污水处理措施：生活污水进入污水处理厂处理后用于绿化或直接外排；对采场废水采用沉淀处理后泵至污水处理厂中。生活污水和采矿渗滤水经处理后排放，不会对周边的水资源和水环境造成较大的影响。

（4）矿山开采对植被的影响

本工程土地损毁范围内植被主要为乔木林地，土地压占造成地表植被的完全破坏，直接影响项目区植被分布数量和质量，使区域内植被覆盖度降低，植物物种多样性减少。

（5）对土壤资源的影响分析

压占损毁范围内的土壤资源质量和生产力都将发生变化，地表土壤结构和肥力都会不同形式、不同程度地遭到损毁，表现为地表有机质含量较高的土壤被压埋，使得土地生产力迅速衰减或丧失，其诱发的加速侵蚀又使周边土地的可利用性严重下降。

3、综合分析

随矿山开采的进行，将扰动原地貌，破坏地表植被，损毁区域内植被基本被全部清除，使矿区的部分区域地表裸露，直至矿山复垦后，植被才得以慢慢恢复。但矿山为地下开采，地表直接扰动区域较小，根据实地调查，矿区雨水丰富、植被茂盛，物种多样性丰富，由此可见，矿山活动不会对植被的多样性产生威胁，影响较轻。

矿山地质环境保护与治理措施实施后，矿区不稳定地质现象、水土流失和水土环境影响得到一定程度地控制，矿山开采过程中造成的生态景观破坏逐渐恢复。由于矿山所在区域水热条件比较好，在不稳定地质体、水土流失和水土环境得到一定控制的情况下，通过生态恢复措施，可以使生态景观向好的方面演替，一段时间之后生态环境的破坏可以得到不同程度的恢复。

土地复垦类型，在适宜性评价的基础上，考虑周边生态类型和适宜物种等因素，矿区生态景观恢复选用本地先锋物种，不会引起外来物种的入侵，同时考虑与周边景观生态相协调。当地光热条件充足，随着生态演替，整治区域大量本地物种出现，植被群落稳定性加强，与区域植被类型基本一致，生态环境协调性较好。

三、矿区土地复垦可行性分析

土地复垦可行性分析研究是土地复垦的重要内容，即对土地复垦项目进行全面、深入、细致地分析，确认项目在经济、技术、社会和生态环境方面是否合理可行，为土地复垦项目决策提供科学依据。

（一）复垦区土地利用现状

复垦责任面积为 90.5393hm^2，其中，所损毁地类：林地 62.0182hm^2、工矿仓储用地 28.4556hm^2，交通运输用地 0.0655hm^2。

（二）土地复垦适宜性评价

1、土地复垦适宜性评价原则

（1）符合国土空间总体规划，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相关规划安排，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）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、工矿仓储用地为主，因此确定矿区土地复垦方向以林地优先，其次以耕地为主。

（3）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，选择最佳利用方案。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。

（4）主导性限制因素与综合平衡原则

在充分分析、研究工程区土壤、气候、地形地貌、植被群落等多种自然因素和经济条件、种植习惯等社会因素的基础上，同时根据土地损毁类型、程度等，找出主导性限制因素，综合平衡后再确定待恢复土地的科学、合理的复垦方向。

（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，复垦后的土地即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）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。

2、评价依据

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

（1）相关法律法规和规划：包括国家与陕西省有关土地复垦的法律法规，如《中华人民共和国土地管理法》《土地复垦条例》、土地管理的相关法律法规和国土空间总体规划等。

（2）相关规程和标准：包括国家和地方的相关规程、标准等，如《土地复垦质量控制标准》（TDT1036-2013）、《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011-2000）等。

（3）其他：包括项目区及复垦责任范围内自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况、损毁土地资源复垦的客观条件以及公众参与意见等。

3、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；综合考虑复垦区的国土空间总体规划、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全部单元，土地适宜性评价对象面积为90.28hm^2。

（2）评价单元的划分

根据矿区实际情况，本方案适宜性评价划分为堆矿场、小凉水沟渣场、头道沟场地、采矿平硐工业场地和地面塌陷区，6个参评单元进行评价。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	损毁程度	评价面积（hm^2）
1	堆矿场	采矿用地、乔木林地	压占	1.1431
2	小凉水沟渣场	采矿用地、乔木林地	压占	7.5805
3	头道沟场地	采矿用地、乔木林地	压占	2.9265
4	矿区大门场地	采矿用地	压占	0.9296
5	采矿平硐工业场地	乔木林地	挖损、压占	0.4596
6	地面塌陷区	采矿用地、乔木林地	地面塌陷	77.5000

4、初步复垦方向的确定

本方案根据复垦区的自然概况、社会经济状况、土地损毁程度、损毁前后的土地利用状况、与周边土地的相适应性、相关规划及土地权利人公意愿、周边同类型项目的类比分析等方面进行分析，初步确定复垦区各单元的复垦方向。

（1）土地复垦相关因素分析

①自然和社会因素分析

项目区位于陕西省商洛市商南县水沟社区，属秦岭北坡东段低中山地貌区，区内海拔高度 360～840m，气候属亚热带湿润季风气候，多年平均降水量 830.4mm。区内斜坡坡度 20°～50°，坡面植被发育，以有林地为主，郁闭度 0.8 以上区域占矿区面积 70%以上；其次为灌木林地、采矿用地，有少量旱地。矿区地表土壤以少砾、多砾质砂壤土为主，砾径一般 1～15mm，含砾量 5～15%。项目区土地复垦类型区划属黄土高原区，按照黄土高原区土地复垦质量控制标准和项目区自然条件分析认为：项目区山高坡陡，土质质地以多砾质砂壤土为主，砾石含量高，不宜复垦成标准化农田，但可复垦为旱地、林地和草地。

②政策因素分析

根据《国土空间总体规划》，项目区土地类型较单一，规划以林地为主。结合矿区开采活动预测造成的土地损毁状况及特征，认为矿区土地复垦的方向以旱地优先，次为林地、草地。

③公众意见分析

为了使商南县水沟钒矿项目土地复垦评价工作更具民主化、公众化，在方案编制过程中，遵循公众广泛参与的原则，向广大公众征求意见。

④项目区内村民和村集体意见

矿山企业及方案编制人员张贴告示，召集项目区土地权属人及使用人座谈，征询关于矿区土地复垦的诉求、意见和建议。参会村民一致建议企业应该做好土地复垦工作，80%的村民认为当地生活、生产条件相对较差，土地资源稀缺，建议矿山开采服务年限到期后，需要留续使用的留续使用，无法利用的设施应重点考虑生态恢复，复垦方向最好为耕地，至少应复垦为原有地类—林地、草地。

⑤商洛市商南县相关政府部门参与情况

商南县自然资源局、过风楼镇政府等部门在听取业主及编制单位汇报后，提出以下几点要求及建议：

要求项目区确定的复垦土地用途须符合国土空间总体规划。

根据项目区实际情况，建议复垦方向为旱地、林地或草地。

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

（2）土地复垦初步方向的确定

复垦责任范围原土地利用类型单一，在详细调查项目区土地资源特性的基础上，结合公众意见和当地的国土空间总体规划，按照土地拟损毁程度和对土地利用的限制因素，初步确定矿区土地复垦方向以耕地、林地优先为原则，确保复垦后农用地总量平衡，不减少。

5、评价体系和评价方法的选择

（1）评价体系确定

由于矿区地形地貌、土地类型、土地质量总体比较单一，土地利用以林地（灌木林地）为主，边部有少量旱地。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二级评价体系，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，暂不适宜类和不适宜类一般不续分，统一标注为 N。

（2）评价方法选择

矿区损毁土地适应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相结合等。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：

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

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。

6、适宜性评价指标体系和标准的建立

根据初步调查确定的土地复垦方向、矿山复垦区特点，参照黄土高原区土壤质量控制标准要求，选取影响项目区损毁土地复垦利用方向的主要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。

商南县水沟钒矿土地损毁类型以压占为主，其次为采矿平硐工业场地的挖损损毁和地面塌陷的塌陷损毁，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）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）中相关土地限制因子指标阈值，确定各评定指标的分级或评判标准（见表 4-2）。

表 4-2 矿区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）地坡度（°）	<6	1	1	1
	6～15	2	1	1
	15～25	3	2	2
	>25	N	N 或 3	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
	砂壤质、粘土质、砾质土（含砾小于等于 15%）	2 或 3	1 或 2	2 或 3
	砂土或砾质土（含砾小于等于 25%）	N	2 或 3	N 或 3

限制因素及分级指标		耕地等级	林地等级	草地等级
	石质或砾质土（含砾>25%）	N	N	N
排灌条件	排灌条件好	1	1	1
	排灌条件一般	2	1	1
	排灌条件不好	3	2 或 3	2 或 3
	无灌或排条件，对植物成活、生长影响大	N	N	N
堆积物毒性	无化学有害物质	1	1	1
	有少量化学有害物质，造成产量下降<20%，农副产品达食用标准	2	1	1
	有化学有害物质，造成产量下降20%～40%，农副产品达食用标准	3	2	2
	有化学有害物质，造成产量下降>40%，或农副产品不能食用	N	3	3
土源保证率（%）	100	1	1	1
	80～100	1 或 2	1	2
	50～80	3	2 或 3	2 或 3
	<50	N	N	N

7、适宜性等级的评定

依据商南县水沟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，对矿区处土地复垦适宜性评价单元进行综合评判（表 4-3），结果认为小凉水沟渣场及采矿平硐工业场地复垦为 3 等林地或 3 等草地；堆矿场适宜复垦为 2 等林地或 3 等草地；矿区大门场地、地表塌陷适宜复垦为 3 等林地。

表 4-3 复垦区土地复垦适宜性评价等级评定一览表

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	交通条件	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		
采矿平硐工业场地	15-25	0.5	多砂质砂土壤，含砾石 10-20%	交通便利	好	无	100	不适宜	3 等	2 或 3 等	覆土厚度	通过表层覆土，引水灌溉，可达复垦目的。
堆矿场	10～25	0.3-0.5	多砂质砂土壤，含砾石 15-20%	交通一般	不好	无	100	不适宜	2 等	3 等	砾石含量地面坡度	通过穴状土地整地，栽植灌木可达到土地复垦目的
小凉水沟渣场	＜6	0.3	砂壤质含砾 2-10%	交通一般	一般	无	100	不适宜	3 等	3 等	砾石含量地面坡度	通过表层覆土，引水灌溉，可达复垦目的。
头道沟场地	＜6	0.3	砂壤质含砾 2-10%	交通一般	一般	无	100	不适宜	3 等	3 等	砾石含量地面坡度	通过表层覆土，引水灌溉，可达复垦目的。
矿区大门场地	＜6	0.3	砂壤质含砾 2-10%	交通一般	一般	无	100	不适宜	3 等	3 等	砾石含量地面坡度	通过表层覆土，引水灌溉，可达复垦目的。
地表塌陷区	5~50	0.5	粘土质含砾 8-25%	交通不便	不好	无	100	不适宜	3 等	3 等	地面坡度土壤质地	通过塌陷区裂缝充填工程，栽植灌木可达复垦目的

8、最终复垦方向的确定

结合表 4-3 中土地复垦适宜性等级评定结果，编制人员在广泛征询复垦责任人（矿山企业）、商南县、过风楼镇自然资源管理部门、土地权益人-水沟村村民委员会及村民意见后，最终确定土地复垦方向，根据工程施工计划安排、复垦标准和措施一致性特点，将复垦区划分为 6 个复垦单元。具体复垦方向如下：

（1）小凉水沟渣场分布小凉水沟内，根据渣场的设计方案坡度、高度以及已复垦地类植被生产情况来看，后期复垦设计为林地，复垦任务主要安排在矿山生产过程中。

（2）堆矿场及其它渣堆，主要分布于矿山开采硐口附近，多数堆积于沟谷内，在后期逐渐清运的基础上，损毁的场地复垦为林地，考虑与原有地类的协调性，后期复垦设计为林地，复垦任务主要安排在矿山生产过程中。

（3）头道沟场地：主要分布于头道沟内，损毁的场地复垦为林地，复垦任务主要安排在矿山结束开采后进行。

（4）矿区大门场地：主要分布于矿区大门处，损毁的场地复垦为林地，复垦任务主要安排在矿山结束开采后进行。

（5）采矿平硐工业场地多位于山梁或山脊上，损毁的场地复垦为林地，考虑与原有地类的协调性，后期复垦设计为林地，复垦任务主要安排在矿山生产过程中。

（6）地面塌陷区，设计复垦为原地类，损毁的场地复垦为林地地，复垦任务主要安排在矿山结束开采后进行。

表 4-4 复垦单元划分表

复垦单元划分	复垦面积（hm^2）	复垦方向	复垦措施
小凉水沟渣场	7.5805	乔木林地	土壤重构 生物化学 植被重建
堆矿场	1.1431	乔木林地	
头道沟场地	2.9265	乔木林地	
矿区大门场地	0.9296	乔木林地	
采矿平硐工业场地	0.4596	乔木林地	
地面塌陷区	77.5	乔木林地	播撒草籽、自然恢复

（三）水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

（1）需水量估算

评估区位于秦岭南麓，地处北亚热带向暖温带的过渡地带，气候温暖，雨量充沛，四季分明，矿区年平均降雨量 760mm 左右，降水总体较丰沛。区内植被以落叶阔叶、常绿阔叶混交林为主。地表覆盖层较厚，土壤中有机质含量较高，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。结合矿区周边以往复垦经验，自然条件下苗木有较高的成活率，因此矿区植被栽植、养护需水量总体较小。

复垦管护需水量：根据《陕西省行业用水定额》（DB61/7943-2014），项目区属于低中山区，水文年按照中等年考虑，林、草地灌溉定额每年为 60m^3/亩，项目区复垦林、草地面积共 90.5393hm^2。项目土地复垦年用水量为 8.04 万 m^3，平均每天用水量为 220m^3。

（2）水量供给分析

矿区位于秦岭北坡东段，气候属温带大陆性季风半湿润半干旱型气候，具有山地气候特征，年平均降水量 830.4mm，降水总体较丰沛。另按照《陕西省生态功能区划》中分区方案，矿区属于秦岭山地水源涵养与生物多样性保育生态功能区之秦岭北坡东段土壤侵蚀控制区，区内植被以落叶阔叶、常绿阔叶混交林为主，郁闭度多在 0.7 以上。地表覆盖层较厚，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。

本方案复垦区主要位于干沟，因此，林草种植、养护用水可分别取自复垦单元附近的沟河或泉水。耀岭河为常流水，干沟为季节性流水，紧邻复垦区，无需人工灌溉即可满足后期管护要求，复垦区及周边水资源可利用量完全能够保证后期耕作的需求。

因此，无需修建蓄水池，仅修建必要的排水沟即可满足后期管护要求。能够满足项目区土地复垦供水需求。

2、土方平衡分析

矿山工业场地已修建完毕，经现场调查，建矿初期的表土未安排专门的临时弃土场，目前无法再次利用。复产方案实施后，矿山无新建、改扩建工程，仅有后期的尾砂堆放、临时渣堆可进行表土剥离。矿山土地复垦需外购土源。

3、土源平衡分析

（1）表土需求量分析

本项目需要进行覆土复垦的区域主要为堆矿场、小凉水沟渣场、采矿平硐工业场地等 6 个单元，其中地面塌陷区域以自然恢复为主，不做副图，其余覆土厚度均为 0.3m。本方案的表土需求量为 58742.00m^3，表土需求量见表 4-5。

表 4-5 土方需求分析表

复垦区域	复垦方向	覆土面积（hm^2）	覆土厚度（m）	表土需求量（m^3）
堆矿场	林地	1.1431	0.3	3429.3
小凉水沟渣场	林地	7.5805	0.3	22741.5
头道沟场地	林地	2.9265	0.3	8779.5
矿区大门场地	林地	0.9296	0.3	2788.8
采矿平硐工业场地	林地	0.4596	0.3	1378.8
合计		13.0393		39117.9

（2）表土供给量分析

矿山工业场地已形成多年，未安排专门的临时弃土场，仅有后期的小凉水沟渣场可进行表土剥离，其它需求土方进行外购，企业已与水沟社区水沟村民（购土协议见附件 25）达成取土协议，具体取土量根据实际复垦的需求进行购买。取土场复垦责任人为水沟村民。

（四）土地复垦质量要求

1、总则

（1）制定依据

根据《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），《土地开发整理规划编制规程》（TD/T1011-2000），《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1020-2000），《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T991.1-991.7-2015）、《陕西省土地开发整理工程建设标准》，结合本项目自身特点，制定本方案土地复垦质量要求。

（2）土地复垦技术质量控制基本原则

①与国家土地资源保护与利用的相关政策相协调；

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

③重建后的地形地貌、生物群落与当地自然环境、景观相协调

④保护生态环境质量，防止次生不稳定地质体、水土流失、土壤二次影响等；

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

⑥经济效益、生态效益和社会效益相统一的原则。

⑦坚持“边损毁，边复垦”原则；

2、生态恢复通则

（1）用于农业种植

①选择适应性、抗逆性强的优良品种；

②灌溉水源水质符合《农田灌溉水质标准（GB5084-85）》；

③农作物无不良生长反映，有持续生长能力；

④粮食及作物中有害成分含量符合《粮食卫生标准（GB2715-81）》；

⑤三年后复垦区单位面积经济学产量不低于当地中等产量水平。

（2）用于林业

①选择适合于当地种植的乡土树种和抗逆性能好的树种；

②实行草、灌、乔套种混播；

③三年后植树成活率 70%以上，郁闭度 30%以上。

3、林地复垦标准

（1）土壤质量：有效土层厚度≥30cm，土壤容重≤1.50g/cm3，砾石含量≤25%，土壤 pH 为 6.0～8.5，有机质含量≥0.5%；

（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≥0.30。

4、其他用地方向土地复垦质量要求

加强本复垦单元的监测，确保损毁土地能够满足当地人民的正常生产生活需求。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

（一）目标任务

1、矿山地质环境保护目标任务

（1）避免和减缓不稳定地质体造成的损失，对威胁村庄、工业场地、农田等的不稳定地质体进行治理，保障矿业活动安全进行。

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

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

（4）对固体废弃物进行综合整治，减缓对地形地貌影响和土地资源的破坏。

（5）维护和治理矿区及周围地区生态环境，建设绿色矿区。

2、土地复垦目标任务

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

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

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

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

（二）主要技术措施

（1）对地面塌陷和地面裂缝预防措施

1、地质环境问题

本矿山所处秦岭山区，沟谷发育，地形地貌较为复杂，且区内降雨频发，不稳定地质体发生率高，区内现有不稳定地质体 1 处，地面塌陷 1 处，故矿山生产过程中，应加强对不稳定地质体及高陡边坡的巡查监测，严格按照《开发利用方案》进行采选工作，并遵循以下防治措施。

①定期组织对矿区范围内的各高陡边坡、平硐口、采空区等不稳定地质体高发位置进行排查，对新发现的不稳定地质体应及时做出避让或进行治理，消除安全隐患；

②特别在采空区等存在不稳定地质体区域开展矿业活动的，尽可能先治理后施工；若不能及时治理，应采取避让措施，且应设立警示牌、监督预警岗；

③矿山新建工程施工避免大面积开挖坡脚、加载不稳定坡体而引发不稳定地质体，无法避让时，应做好工程设计及预防措施；

④加强区内所有高陡边坡（例如：选厂生活区后边坡、选厂一车间高边坡等）巡查与监测，发现情况及时处理，定期定时对可能发生不稳定的区域进行巡查监测，特别雨季应加大频率，若发现异常应及时上报；

⑤定期清理矿区堆渣，做好相应的护坡、排水、绿化措施，避免引发不稳定地质体；

⑥定期疏通干沟及各支沟内的排水，清除沟谷堆渣，消除诱发不稳定地质体的物源、水源条件；

⑦做好全矿区的不稳定地质体监测预警工作，定期组织开展不稳定地质体知识培训和演练工作，发现灾情应及时撤离受威胁的人群；

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

⑨做好地下采空区范围及变形状况的实时监测，及时划定采空区危险范围并设立警示警戒提醒标志；

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

2、含水层保护的措施

矿区内地表水水量不大，虽然采矿标高大部分位于当地侵蚀基准面以上，地下水与地表水相关性不大，不受地侵蚀基准面的控制，采矿活动仅消耗深部

地下水静储量，而地表水体排泄条件良好，故采矿活动对地下水位及地下含水层的影响较小。采矿活动不会对周边生活、生产用水造成影响。

虽然采矿活动对含水层基本无影响，但在矿山开采、生产过程中，仍应坚持绿色矿山开发理念，加大环保管理、宣传教育、落实力度，注重对水资源的珍惜、合理利用，合理设置截排水沟和沉淀池，加强污废水和固体废弃物综合利用，保证废水不外排，间接保护地下水资源。另外，在区内大力开展植树种草活动，增加植被覆盖，净化空气，涵养水源，保护水资源。

3、地形地貌景观保护的措施

采矿活动对地质环境的主要影响之一就是破坏了区内的地形地貌景观。因此，在矿山开采过程中，应严格按照《开发利用方案》开展采矿活动，减缓采矿活动影响范围，综合利用固体废弃物，设置合理有效的防护措施，以减少对原生地形地貌景观的影响。

①优化开采方案，按生态保护条例要求，合理布置新增开硐口，尽量避免或少破坏原有坡面植被。在矿山生产过程中，尽可能利用综合利用采矿废石。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浪费和破坏；

②合理堆放固体废弃物，综合利用采矿废石铺设道路、回填采空区等，减少废石排放量，降低对地形地貌景观的破坏；

③边开采边治理，及时恢复植被。综合利用清运废石、封闭废弃硐口，减少废渣及矿山建设造成的裸露区，在植被破损区植树种草恢复生态景观。

4、土地资源保护的措施

土壤结构和地表植被破坏是采矿对土地资源破坏的重要表现，从而破坏土地资源具有的生产、生态功能，同时也加剧了区域水土流失程度。在开采过程中，应严格按照划定区域开采，避免大规模堆积固体废物，减少临时占用破坏土地范围，在开采区及周边大力开展植树种草活动，减缓水土流失，涵养土壤养分。以预防为主，采用合理有效的治理措施，对开采过程中造成的土地资源破坏进行及时修复，以达到对矿山地质环境保护的目的。

5、对生态环境的保护性措施

矿区以灌木生态系统为主，遍布整个调查区。植被覆盖度以中低覆盖为主，在开采过程中，应及时在可能塌陷的采空区范围外围布设刺丝围栏，围栏高1.8m，每500m左右布置1块警示牌，矿山开采期可防止周围人员误入，另外可以防止区内野生动物误入采区，后期治理恢复期，在刺丝围栏的护栏下，短期内封闭采场周边复垦区，有利于保护新种植树木草种，对复垦工作起到促进作用。

6、土地复垦预防措施

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

（1）建设阶段预防控制措施

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

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

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

③废石场地应先行修建拦渣坝、排水沟等设施，防止新增水土流失的发生。

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

（2）运行阶段预防控制措施

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

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

②及时进行裂缝充填。恢复土地功能。

③运营期采矿过程中产生的废石量及时进行综合利用，以减少压占土地。

④为防止在陡坡区域采矿而导致不稳定地质体，建立动态监测制度，在观测有发生不稳定地质体时，应立即启动应急防治机制，对可能发生的区域进行居民临时搬迁、边坡治理等措施，防止采矿引起的不稳定地质体造成耕地损坏、摧毁居民建筑等事件的发生。

7、对自然保护区的保护措施

由于矿山所处位置特殊，故保护好新开岭自然保护区生态系统是矿业开发的同时不可忽视的生态环境问题，这就要求矿山企业更应该做好自然保护区的生态保护和修复工作，具体措施如下：

①定期调查评估，定期调查评估矿业开发对保护区的影响，逐步掌握矿业开发可能影响范围内自然保护区生态系统的演变规律，科学合理确定需要重点保护与修复的区域。

②采取自然恢复为主、人工修复为辅的方式，有针对性的对矿业开发影响的自然保护区区域实施保护与修复工作，促进自然保护区生态系统的健康发展。建议矿山企业放弃靠近自然保护区或采矿后可能会对自然保护区造成影响的矿业开发和矿业活动。

③矿山企业要注重日常的监测和巡查，不间断的开展对岩石移动范围和自然保护区重叠区段的巡查与监测。设置防治应急预案，一旦该区域内发生塌陷等损害保护区自然生态的事件，应立即作出相应行动。

④矿山企业应严格遵守承诺，依法履行对自然保护区的保护义务，不在重叠区内进行矿业活动，认真履行采矿权人的权利和义务，遵守国家相关法律法规各生态环境政策。

⑤矿山企业应和商南县林业局、环保局等主管单位，加强沟通、联系和学习，应用新手段和新方法，开展对自然保护区的监测工作。按照主管部门指引，因地制宜，逐步建立适合新开岭自然保护区生态特点的保护技术方法。

二、矿山地质环境治理

（一）目标任务

依靠科技手段、发展循环经济、建设绿色矿山。在矿山开采过程中，始终贯彻”预防为主、防治结合”的原则，对出现的矿山地质环境问题及时进行有效防治；矿山开采结束后，对遗留的矿山地质环境问题进行具有全面性、针对性、可行性、实用性的恢复治理。确保区内人民群众生命财产安全，达到矿区地质环境与周边环境相协调统一；矿山不稳定地质体得到有效防治，治理率达到 100%，减少经济损失，避免人员伤亡。

（二）工程设计

1、XP1 治理

（1）治理方案

XP1 治理方案为：清方+格宾挡墙+警示牌。

（2）工程设计

①清方：清除坡脚堆积物，整平坡面，减轻坡顶荷载。

②格宾挡墙：在清除底部堆积体的基础上修建格宾挡墙，墙顶宽 1m，墙高 3m，具体设计示意图见图 5-1。

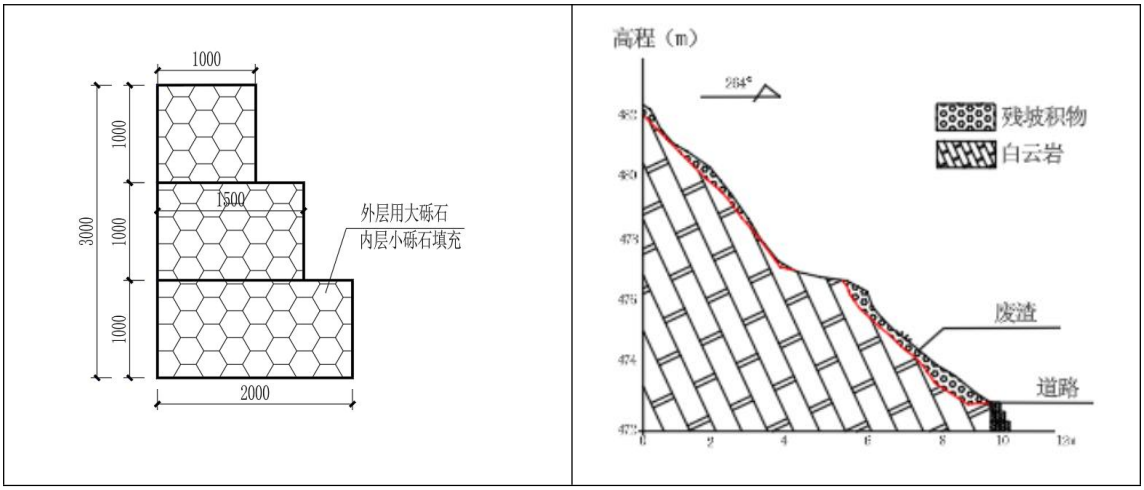


图 5-1 挡墙断面示意图

（3）设计工程量

具体工作量见表 5-1：

表 5-1 XP1 治理设计工程量统计表

工程或费用名称		单位	工程量	备注
格宾挡墙护坡工程	清方	m^3	30	长度 30m
	土方开挖	m^3	78.00	
	格宾笼石	m^3	135	
	设置警示牌	处	2	

2、地面塌陷 T1 防治工程

治理方案为植生袋+播撒草籽+刺丝围挡+警示牌。

植生袋放置于 XP1 顶端道路上，防治底部的硐口，于头道沟场地西侧山坡上播撒草籽，刺丝围栏设置主要位于沟口地段，采用刺丝+混凝土桩柱制成，高度 1.8m，需要长度 400m，警示牌 4 个。

表 5-2 地面塌陷范围治理设计工程量统计表

工程或费用名称		单位	工程量	备注
防护工程	警示牌	块	4	
	刺丝围栏	m	400	
	播撒草籽	m^2	110	
	植生袋绿化	m^2	55	

3、预测地面塌陷移动范围治理

对预测地面塌陷范围的治理，预防工程主要进行警示牌及刺丝围栏的布设，对后期预测发生的地面塌陷范围，主要治理方法为塌陷区域修复，裂缝回填，为便于后期复垦工程，地面塌陷范围部分治理与复垦工程一并进行，具体设计及相关工作量见土地复垦章节。

4、硐口封堵工程

硐口封堵采用废石回填+浆砌石挡墙，即首先由洞内 20m 处向硐口回填废石，回填高度为人不能爬行进入硐内为准，再对硐口进行浆砌片石封堵，硐口封堵采用 M7.5 浆砌石，深 2.0m。硐口封堵设计大样图。

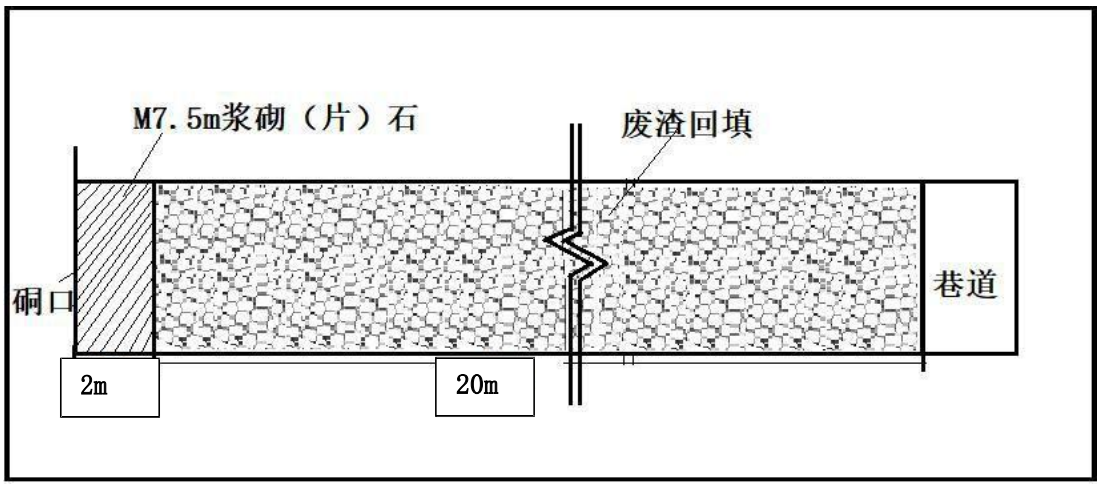


图 5-2 硐口封堵设计大样图

表 5-3 硐口封堵工程量统计表

位置	措施	单位	工程量		时间
			浆砌石（m^3）	废渣（m^3）	
10 处未封堵硐口	浆砌石封堵	m^3	102.32	1023.2	中远期

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

1、矿山项目复垦责任范围土地面积为 90.5393hm^2，土地复垦率为 100%。

2、复垦土地质量通过自然资源主管部门组织的土地复垦验收；

3、通过土地复垦的实施，恢复土地期望的利用价值，提高土地利用率、恢复 土地的生产能力。保护生态环境，建设一个生态矿区，增加耕地和绿地面积，美化矿区环境，提升生态环境质量。

表 5-4 复垦前后地类调查表

一级地类		二级地类		复垦前							复垦后							
				堆矿场	小凉水沟渣场	头道沟场地	矿区大门场地	采矿平硐工业场地	地面塌陷范围	小计	堆矿场	小凉水沟渣场	头道沟场地	矿区大门场地	采矿平硐工业场地	地面塌陷范围	小计	变化值
03	林地	0301	乔木林地	0.6421	0.9712	0.9453		0.4596	59	62.0182	1.1431	7.5805	2.9265	0.9296	0.4596	77.5	90.5393	+28.5211
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.501	6.6093	1.9157	0.9296		18.5	28.4556								-28.4556
10	交通运输用地	1006	农村道路			0.0655				0.0655								-0.0655
总计				1.1431	7.5805	2.9265	0.9296	0.4596	77.5	90.5393	1.1431	7.5805	2.9265	0.9296	0.4596	77.5	90.5393	

（二）工程设计

土地复垦工程设计原则：

（1）生态优先，社会、经济效益综合考虑

首先进行植被重建工程，在保证重建生态系统不退化的前提下，根据地区经济发展模式及主要农业结构，选择合理的生态系统结构，实现生态、经济、社会效益综合最优。

（2）采取工程复垦工艺和生物措施相结合

土地复垦与生态重建是相辅相成的统一结合体。前者是后者的基础，后者是前者的保障。所以，将土地复垦与生态重建密切结合，统筹规划，最终实现恢复生态系统的可持续发展。

（3）以生态学中的生态演替原理为指导

因地制宜，因害设防，宜林则林，宜草则草，合理地选择树种，优化配置复垦土地，保护和改善生态环境，形成草灌乔、带片网相结合的植物生态结构。

（4）保证”农业用地总量动态平衡”，

提高土地质量在保证”农业用地总量动态平衡”前提下，尽可能地增加园、林、牧用地面积。基本消除荒地和其他未利用地。重建后的生态系统要明显好于原生态系统。

本方案将复垦区划分为六个复垦单元：①堆矿场、②小凉水沟渣场、③头道沟场地、④矿区大门场地、⑤采矿平硐工业场地、⑥地面塌陷区。对于以上复垦单元，相关工程设计如下：

1、堆矿场复垦单元复垦设计

复垦对象：堆矿场

复垦方向：乔木林地。

复垦面积：1.1443hm^2

（1）土壤重构工程

①土壤剥覆工程

将购置的客土对场地进行覆土，覆土采用覆土厚度 30cm。

特别说明：该复垦单元的表土来自客土场土源（购土协议中已明确剥离、运输工序为售土方负责）。

②平整工程

矿山服务年限到期后，对场地上的废石及时清理，为便后续复垦工作进行，土地平整时利用平地机、推土机等机械进行平整，必要时人工进行平整。

③覆土防护工程

对该单元覆土平整时，为防止坡面雨水冲刷导致的土壤流失，覆土时保留堆矿场原有排水沟及坡脚底部挡墙，保证覆土稳固有效。

④土壤培肥工程

购置来的客土表土较贫瘠，需对其进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施商品有机肥，每公顷 4.5t，连续三年。

（2）植被重建工程

该区域复垦方向为乔木林地，树种选择侧柏、刺槐、铁扫帚。根据区域内林木生长情况调查，本方案确定侧柏采用挖坑种植，栽植株行距为 2.5m×2.5m（见图 5-3）。补种种植量按照 20%计算。

（3）工程量

依据工程设计，计算相关工作量如下：

表 5-5 堆矿场复垦工程量

土壤重构工程		生物化学工程	植被重建工程		
表土回覆（m^3）	平整工程（hm^2）	培肥工程（hm^2）	侧柏（株）	刺槐（株）	铁扫帚（kg）
3429.3	1.1443	1.1443	1829	2858	22.862

2、小凉水沟渣场复垦单元复垦设计

复垦对象：小凉水沟渣场

复垦方向：乔木林地。

复垦面积：7.5805hm^2

（1）土壤重构工程

①土壤剥覆工程

将小凉水沟剥离的土壤以及购置的客土对场地进行覆土，覆土厚度 30cm。

特别说明：该复垦单元的部分表土来自客土场土源（购土协议中已明确剥离、运输工序为售土方负责）。

②平整工程

土地平整时利用平地机、推土机等机械进行平整，必要时应采用人工进行平整，平整后的台阶面坡度 2%-3%，坡面坡度按照设计的 30°（图 5-3）。

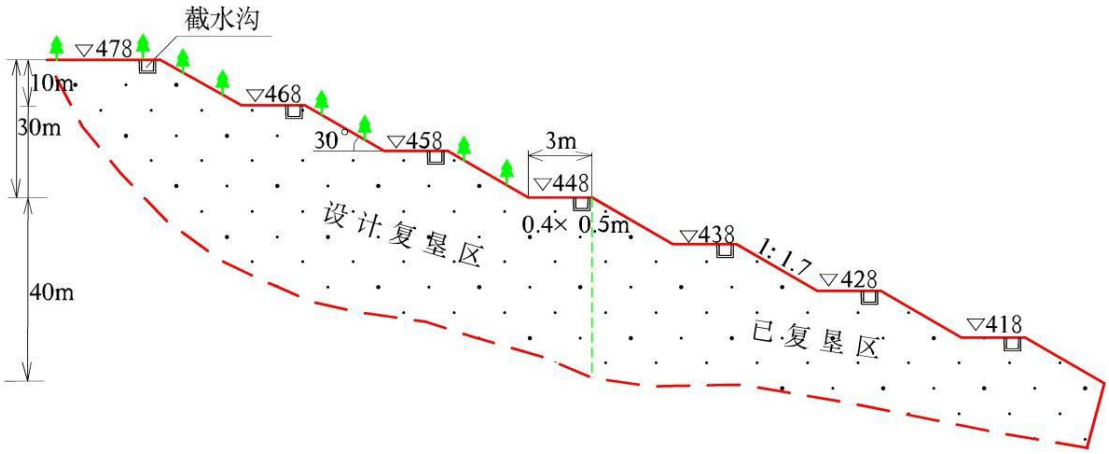


图 5-3 小凉水沟渣场复垦剖面结构图

③土壤培肥工程

购置来的客土表土较贫瘠，需对其进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施商品有机肥，每公顷 4.5t，连续三年。

（2）植被重建工程

该区域复垦方向为乔木林地，树种选择侧柏。根据区域内林木生长情况调查，本方案确定侧柏采用挖坑种植，栽植株行距为 2.5m×2.5m（图 5-5）。补种种植量按照 20%计算。

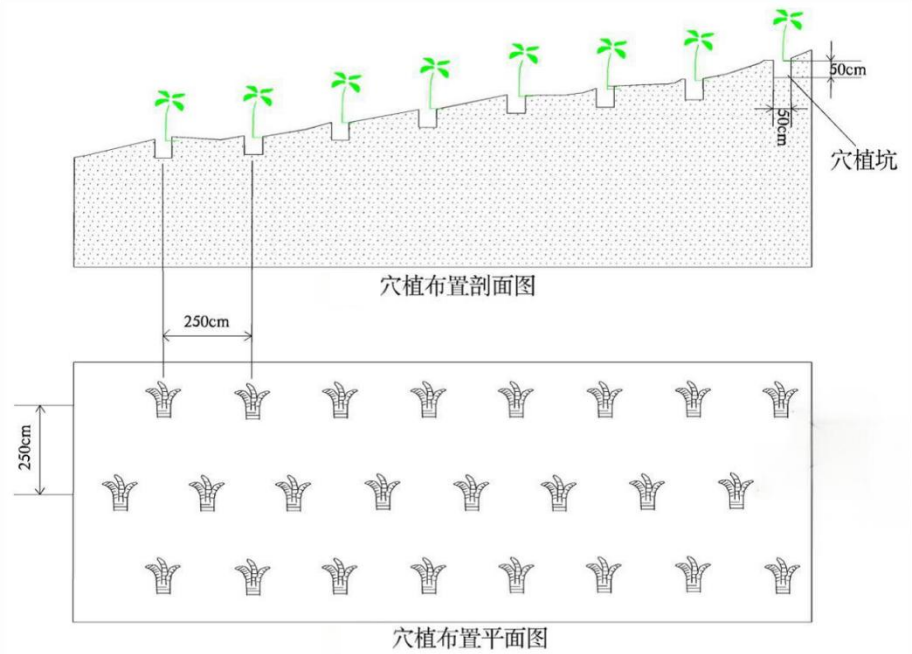


图 5-4 乔木种植典型设计图

（3）配套工程

为了降低暴雨对废石的冲蚀作用，防止废石成为不稳定地质体的物源，为满足复垦地块的排洪防涝需求，设计在渣场坡面及平台处修建截水沟，截水沟长 800m。

（4）工程量

依据工程设计，计算相关工作量如下：

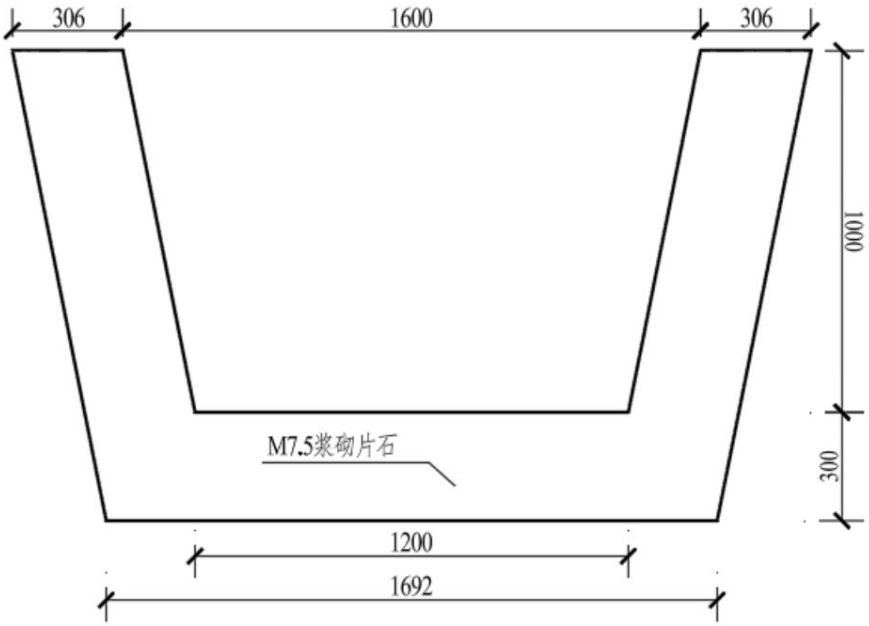


图 5-5 截水沟大样图

表 5-6 小凉水沟渣场复垦工程量

土壤重构工程	表土剥离（m^3）	3000		
	表土回覆（m^3）	19741.5		
	平整工程（hm^2）	7.5805		
生物化学工程	培肥工程（hm^2）	7.5805		
配套工程	截水沟工程	基础开挖 m^3	2030	800m
		M7.5 浆砌片石 m^3	780	
		伸缩缝 m^2	91	
		模板 m^2	4831	
植被重建工程	刺槐（株）	12129		

3、头道沟场地复垦单元复垦设计

复垦对象：头道沟场地。

复垦方向：乔木林地。

复垦面积：2.9265hm^2

（1）土壤重构工程

①土壤剥覆工程

将购置的客土对场地进行覆土，覆土采用覆土厚度 30cm。

特别说明：该复垦单元的表土来自客土场土源（购土协议中已明确剥离、运输工序为售土方负责）。

②平整工程

矿山服务年限到期后，对场地上的废石及时清理，为便后续复垦工作进行，土地平整时利用平地机、推土机等机械进行平整，必要时人工进行平整。

③土壤培肥工程

购置来的客土表土较贫瘠，需对其进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施商品有机肥，每公顷 4.5t，连续三年。

（2）植被重建工程

该区域复垦方向为乔木林地，树种选择侧柏、刺槐、铁扫帚。根据区域内林木生长情况调查，本方案确定侧柏采用挖坑种植，栽植株行距为 2.5m×2.5m（见图 5-3）。补种种植量按照 20%计算，撒播铁扫帚为每公顷 20kg。

（3）工程量

依据工程设计，计算相关工作量如下：

表 5-7 头道沟场地复垦工程量

土壤重构工程		生物化学工程	植被重建工程		
表土回覆（m^3）	平整工程（hm^2）	培肥工程（hm^2）	侧柏（株）	刺槐（株）	铁扫帚（kg）
8779.5	2.9265	2.9265	4682	7316	58.53

4、矿区大门场地复垦单元复垦设计

复垦对象：矿区大门场地。

复垦方向：乔木林地。

复垦面积：0.9296hm^2

（1）土壤重构工程

①土壤剥覆工程

将购置的客土对场地进行覆土，覆土采用覆土厚度 30cm。

特别说明：该复垦单元的表土来自客土场土源（购土协议中已明确剥离、运输工序为售土方负责）。

②平整工程

矿山服务年限到期后，对场地上的废石及时清理，为便后续复垦工作进行，土地平整时利用平地机、推土机等机械进行平整，必要时人工进行平整。

③土壤培肥工程

购置来的客土表土较贫瘠，需对其进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施商品有机肥，每公顷 4.5t，连续三年。

（2）植被重建工程

该区域复垦方向为乔木林地，树种选择侧柏、刺槐、铁扫帚。根据区域内林木生长情况调查，本方案确定侧柏采用挖坑种植，栽植株行距为 2.5m×2.5m（见图 5-3）。补种种植量按照 20%计算，撒播铁扫帚为每公顷 20kg。

（3）工程量

依据工程设计，计算相关工作量如下：

表 5-8 矿区大门场地复垦工程量

土壤重构工程		生物化学工程	植被重建工程		
表土回覆（m^3）	平整工程（hm^2）	培肥工程（hm^2）	侧柏（株）	刺槐（株）	铁扫帚（kg）
2788.8	0.9296	0.9296	1487	2324	18.592

5、采矿平硐工业场地复垦单元复垦设计

复垦对象：10 处未封堵采矿平硐工业场地。

复垦方向及面积：原地类类型为乔木林地，采矿硐口工业场地场地损毁形式为压占，损毁程度为重度损毁，采矿平硐工业场地拟复垦为乔木林地，面积 0.4596hm^2。

（1）土壤重构工程

①土壤剥覆工程

将购置的客土对场地进行覆土，覆土采用覆土厚度 30cm。

特别说明：该复垦单元的表土来自客土场土源（购土协议中已明确剥离、运输工序为售土方负责）。

②平整工程

矿山服务年限到期后，对场地上的废石及时清理，为便后续复垦工作进行，土地平整时利用平地机、推土机等机械进行平整，必要时人工进行平整。

③土壤培肥工程

购置来的客土表土较贫瘠，需对其进行土壤改良，以提高土壤的质量。改良的方法为施商品有机肥，每公顷 4.5t，连续三年。

（2）植被重建工程

该区域复垦方向为乔木林地，树种选择侧柏、刺槐、苜蓿。根据区域内林木生长情况调查，本方案确定侧柏采用挖坑种植，栽植株行距为 2.5m×2.5m（见图 5-3）。补种种植量按照 20%计算，撒播苜蓿为每公顷 20kg。

（3）工程量

依据工程设计，计算相关工作量如下：

表 5-9 采矿平硐工业场地复垦单元复垦工程量

土壤重构工程		生物化学工程	植被重建工程		
表土回覆（m^3）	平整工程（hm^2）	培肥工程（hm^2）	侧柏（株）	刺槐（株）	苜蓿（kg）
1378.8	0.4596	0.4596	735	1149	9.192

6、地面塌陷范围单元复垦设计

复垦对象：地表塌陷区。

复垦方向：乔木林地

复垦面积：77.5hm^2

①植被重建工程设计

本复垦单元的设计复垦原则为复垦方向与损毁前地类保持一致，因后期矿山仍开采，主要以自然恢复为主，设计为撒播草籽。

②抚育管理措施

本复垦单元复垦区域可能较大，管护难度较大，复垦过程中封闭管理的可能性较差，建议后期在灌溉及病虫害防治过程中，充分考虑周围环境，避免灌溉及播撒农药对周围区域人员、设施、植被造成影响。

表 5-10 地面塌陷范围复垦工程量表

土壤重构工程	草籽(kg)
面积(hm^2)	
77.5	2400

（三）技术措施

项目区土地损毁以矿山工程、塌陷区等对土地的压占、塌陷损毁为主，复垦的方向主要为林地，采取的工程措施主要有土壤重构及植被重建工程。

1、土壤重构工程措施

（1）表土剥覆措施

本方案复垦用土为购买水沟村客土，覆土厚度按各复垦单元设计覆土厚度进行。客土在剥离时要考虑取土场表土状态，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，剥离工作应分层进行。

（2）场地平整措施

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 40cm 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。

（3）生物和化学措施

生物复垦是通过生物改良措施，改善土壤环境，恢复土壤肥力与生物生产能力的活动。利用生物化学措施恢复土壤有机肥力及生物生产能力的技术措施，对复垦后的贫瘠土地进行熟化，以恢复和增加土地的肥力和活性。土壤施肥根据复垦选用的林种、树种、草种和土壤营养条件，采取配方施肥，做到适时、适度、适量。肥料类型包括有机肥和无机化肥法。施肥方式包括基肥和追肥。对于土壤贫瘠地块，可施用基肥，基肥要采用充分腐熟的有机肥，基肥要一次施足，穴播基肥在栽植前结合整地施于穴底。追肥宜采用商品有机肥，一般在栽植后 1 年～3 年施用。

2、植被重建工程措施

（1）植物的筛选

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，矿区植被重建树种选择为侧柏，刺槐，草本选择紫花苜蓿、黑麦草、白草、铁扫帚。

表 5-11 复垦植物品种习性特征表

植被品种		品种习性
乔木	侧柏	侧柏是柏科侧柏属乔木。其鳞叶交互对生，排成一平面，小枝扁平；孢子叶球单性同株，球果当年成熟，开裂，种子卵圆形或近椭圆形，顶端微尖，灰褐色或紫褐色，长 6-8 毫米，稍有棱脊，无翅或有极窄之翅。抗风力弱，在迎风地生长不良，能耐干旱贫瘠的环境，可生长于一般树种难以生存的陡坡石缝中。
灌木	紫穗槐	紫穗槐喜欢干冷气候，在年均气温 10℃至 16℃，年降水量 500 至 700mm 的华北地区生长最好。耐寒性强 5 月-7 月，耐干旱能力也很强，能在降水量 200mm 左右地区生长。也具有一定的耐淹能力，虽浸水 1 个月也不至死亡。对光线要求充足。对土壤要求不严。
草种	苜蓿	豆科、苜蓿属多年生草本，根粗壮，深入土层，根颈发达。茎直立、丛生以至平卧，四棱形，无毛或微被柔毛，枝叶茂盛。种子卵形，长 1~2.5mm，平滑，黄色或棕色。花期，果期 6-8 月。生于田边、路旁、旷野、草原、河岸及沟谷等地，广泛种植为饲料与牧草。
	黑麦草	株高 70～100cm，有时可达 1m 以上。茎秆丛生，质地较软。叶在芽中呈折叠状，叶鞘光滑，叶耳细小，叶舌短而不明显。穗状花序，小穗含小花 6～11 朵，无外颖。无芒，内稃与外稃等长。种子千粒重 1.5～2.0g。植株较粗壮，叶较阔而长，在芽中成卷曲状，叶耳大而明显，小穗含小花较多，有芒。
	白草	多年生草本，高 35~55m，具横走根茎。秆直立，单生或疏丛生。叶鞘无毛或鞘口及边缘具纤毛；叶舌膜质，顶端具纤毛，长 1～1．5（3）mm；叶片平展，条形，长 6～24cm，宽 3~8mm，宽 1～2cm；小穗长 4~7mm，含 1~2 小花，单生或 2～3 枚簇生，围以由刚毛（不孕小枝）形成的总苞，连同刚毛一起脱落；第一颖微小，第二颖长 2.5~4mm；第一外稃与小穗等长，内稃膜质或退化，第二外稃具芒尖。花果期 7～9 月。
	铁扫帚	铁扫帚，原名：长冬草，别名：棉花子花、野棉花，是毛茛目毛茛科铁线莲属植物。铁扫帚为直立草本，高 30~100 多 m；根淡红褐色；枝条细，有纵棱和短柔毛；叶互生，羽状 3 小叶，叶柄短，总花梗极短；9~10 月结果，果为荚果，宽卵形或近球形，长约 3.5 毫米，宽 2.5 毫米，果皮有伏贴柔毛。

（2）播种技术

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

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

撒播技术：直接用种子繁殖，生命力强，根系扎入土层较深，地下部根系的伸长经常高于地上部的生长量，适用于草本植物。

（3）植苗造林时间

一般春季、雨季适合造林、种草。植苗前掌握好雨情，以下过一两场透雨，出现连阴天时为最好时机。种植时间定为每年的 3～4 月份。

四、含水层破坏修复

根据现状及预测矿山工程对含水层破坏的影响程度较轻，项目区矿山工程活动对矿区地下含水结构、水位、及水土环境状况影响较轻，不易造成矿区及周边地下含水层结构破坏、水位下降、水土环境影响，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、水土环境问题修复

根据现状及预测矿山工程对水土环境的影响程度较轻，不预留修复工程。但应按照绿色矿山建设和相关部门要求，定期定时定点做好水土环境的监测工作。

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

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

（2）了解以往地质环境恢复治理工程的有效性和安全性，查漏补缺，及时修正、完善矿山地质环境保护与治理工程方案。

（3）为政府管理部门检查、监督和兑现恢复治理基金提供依据。

（4）为竣工验收提供专项报告。

（5）为同类工程提供可比资料。

（二）监测设计

1、监测范围

（1）不稳定地质体的监测范围

①地面塌陷监测的范围为塌陷区中心、过渡区、边缘地带。

②存在不稳定地质体发生可能的位置，位于 XP1 位置。

（2）含水层影响监测范围为矿坑疏干排水对地下水影响范围、矿区附近地表水体。

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

2、监测内容

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

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

（3）废渣堆拦渣墙变形监测。

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

（5）含水层监测：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、地下水水质以及地下疏干排水对地表水体影响。

（6）水质、土壤监测：矿山排出废水废液类型、年产出量、年排放量、年处理量、排放去向、年循环利用量、年处理量；矿山废水废液对地表水体破坏程度及造成的危害。

（7）降水量监测：气象降水信息收集及降水强度监测，主要监测大于 50mm 以上降水的雨强，为不稳定地质体防治提供依据。

（8）地形地貌景观监测：矿山活动对矿区地形地貌景观的破坏程度和扰动面积、土石方挖方、填方数量及占地面积，弃土（石、渣）量级及占地面积等。

3、监测方法

矿山地质环境监测应采用定期现场调查并填表的方法进行，而对一些威胁大、危害大的点（如地面塌陷、地裂缝等）应固定专业监测点进行监测。

（1）地面塌陷监测

采空区地面塌陷、地面裂缝监测：以仪器测量和人工现场调查、量测监测的方法进行监测预警。

1）地面变形的监测，用无人机监测为主和人工现场调查。

2）地面塌陷前兆的监测有人工蓄水（渗漏）引起的地面冒气泡或水泡、植物变态、建筑作响或倾斜、地面环形开裂、地下岩层跨落声、水点的水量、水位突变以及动物的惊恐异常现象等。

3）地面裂缝监测主要采用人工巡查监测，对裂缝变形趋势分析，并采取相应的预防措施，如裂缝填埋、在裂缝区设置警示牌。

（2）不稳定地质体可能发生区监测

采用人工监测为主，并结合无人机等先进监测设备，定期安排专人沿高陡边坡边界、平硐口位置、采空区边界等不稳定地质体易发高发区进行巡查和航拍比对，全面掌握上述区域内的不稳定地质体情况。

（3）含水层的监测

结合矿区实际，主要是对矿井水进行水量分析。对排放水，可采用布点量测和取样分析方法，水质监测应定期采集水样送至专门的水质化验分析中心进行。

（4）地形地貌景观监测

矿区工程建设对地形地貌景观影响严重，据此，应通过人工巡查、目视监测，结合钢尺量测、GPS 定位，监测矿山工程设施建设情况、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。

4、监测点布设

按照《矿山地质环境监测技术规程》（DZT0287-2015）相关要求，结合商南县水沟钒矿矿山地质环境问题的特点，全区共布设地质环境监测点 12 处，其中不稳定地质体监测点 1 处，地面塌陷监测点 6 处，含水层监测点 2 处，水质监测点 2，地形地貌监测点 1 处，布设情况见表 5-12。

（1）不稳定地质体监测点：共设置监测点 7 处，包括现有 1 处不稳定地质体设 1 个，地面塌陷设 2 个，预测采空塌陷区范围设置 4 处。

（2）含水层监测：在矿区范围及主要沟谷出口设置 2 处水质监测点，分别布置在矿区所辖堆矿场 1 处、矿区大门出口 1 处。取地表水送有分析资质单位进行分析。

（3）水质监测点：在矿区范围及主要沟谷出口设置 2 处水质监测点，分别布置在公司出口与水沟交汇处 1 处、水沟与河道交汇处 1 处。取地表水送有分析资质单位进行分析。

（4）地形地貌景观观测点：共设置监测点 1 处。

表 5-12 商南县水沟钒矿矿山地质环境监测布置表

监测区域	监测点号	监测对象	监测内容	监测方法	监测频率	
					近期（2025 年-2029 年）	中远期（2030 年-2100 年）
不稳定地质体 XP1	J1	XP1	地表变形、地形地貌破坏、降雨量监测	测缝法 人工巡查	1 次/月，工程施工及暴雨期间适当加密观测次数 彻底治理后，不监测	不监测
地面塌陷范围	J2～J3	地面塌陷范围	地表变形	测缝法（人工巡查） GPS 定位法	1 次/月	1 次/月
预测采空塌陷区	J4～J7	预测地面塌陷区	地表变形	无人机航拍比对	1 次/月	1 次/月
公司出口与小沟交汇处	J8	地表水	流量	简易监测	2 次/年	2 次/年
小沟与河道交汇处	J9		水质	取样分析	水质分析 2 次/年	水质分析 1 次/年
堆矿场	J10	含水层	涌水量	简易监测	4 次/年	2 次/年
矿区大门出口	J11		水质	取样分析	水质分析 2 次/年	水质分析 1 次/年
全矿区	J12	地形地貌景观	地貌景观破坏情况	无人机航拍	1 次/月	1 次/月

表 5-13 年度矿山地质环境动态监测调查表

<table>
<tr><td colspan="3">矿山名称：</td><td colspan="4">采矿许可证证号：</td></tr>
<tr><td colspan="2">采矿权人名称：</td><td colspan="2">开采矿种：</td><td colspan="3">矿区面积：___（平方公里）</td></tr>
<tr><td colspan="3">开采方式：□ 地下开采 □ 露天开采 □ 露天/地下开采</td><td colspan="4">矿山规模：□ 大型 □ 中型 □ 小型</td></tr>
<tr><td colspan="2">矿山中心位置坐标</td><td colspan="5">东经：____度____分___秒 北纬：___度____分____秒</td></tr>
<tr><td colspan="2">矿山生产状态</td><td colspan="5">□生产矿山 建矿时间：___年__月 □关闭矿山 关闭时间：___年__月</td></tr>
<tr><td colspan="3">保证金建立时间： 年 月</td><td colspan="4">矿山企业保证金帐户金额： （万元）</td></tr>
<tr><td colspan="3">本年度采出矿石量： ($\times10^4$t)</td><td colspan="4">累计已采出的矿石量： ($\times10^4$t)</td></tr>
<tr><td colspan="2">矿区总降水量</td><td colspan="2">（mm）</td><td colspan="2">矿区本年度最大降雨量</td><td colspan="2">（mm/d）</td></tr>
<tr><td colspan="7">采矿活动累计损毁土地面积：
累计总面积： （公顷)； 其中地面塌陷累计损毁土地面积： (公顷)，固体废弃物堆放累计压占损毁土地面积： (公顷)</td></tr>
<tr><td colspan="3">固体废弃物累计积存量： （$\times10^4$t）</td><td colspan="4">其中废石（土）累计积存量： ($\times10^4$t)</td></tr>
<tr><td colspan="3">其中煤矸石累计积存量： ($\times10^4$t)</td><td colspan="4">其中尾矿累计积存量： ($\times10^4$t)</td></tr>
<tr><td colspan="3">本年度矿坑排水量： （$\times10^4$t）</td><td colspan="4">累计已排出的矿坑水量： （$\times10^4$t）</td></tr>
<tr><td colspan="3">矿坑排水点最低水位埋深： （米）</td><td colspan="4">矿区地下水位下降区面积： (公顷)</td></tr>
<tr><td rowspan="3">本年度不稳定地质体情况</td><td>类型</td><td>发生次数（次）</td><td>直接经济损失（万元）</td><td>死亡人数（人）</td><td>影响面积（公顷）</td><td>岩土方量（万方）</td></tr>
<tr><td>地面塌陷</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>不稳定地质体</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">矿山地质环境恢复治理情况</td><td>投入资金类型</td><td>中央投入资金（万元）</td><td colspan="2">地方投入资金（万元）</td><td colspan="2">企业自筹资金（万元）</td></tr>
<tr><td>本年度投入</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>累计投入</td><td></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td rowspan="2">治理工程完成情况</td><td colspan="2">应恢复治理的面积(公顷)</td><td colspan="2">本年度已恢复治理的面积(公顷)</td><td colspan="2">累计已恢复治理的面积(公顷)</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td colspan="3">填表日期： 年 月 日</td><td colspan="4">填表单位： （签章）</td></tr>
</table>

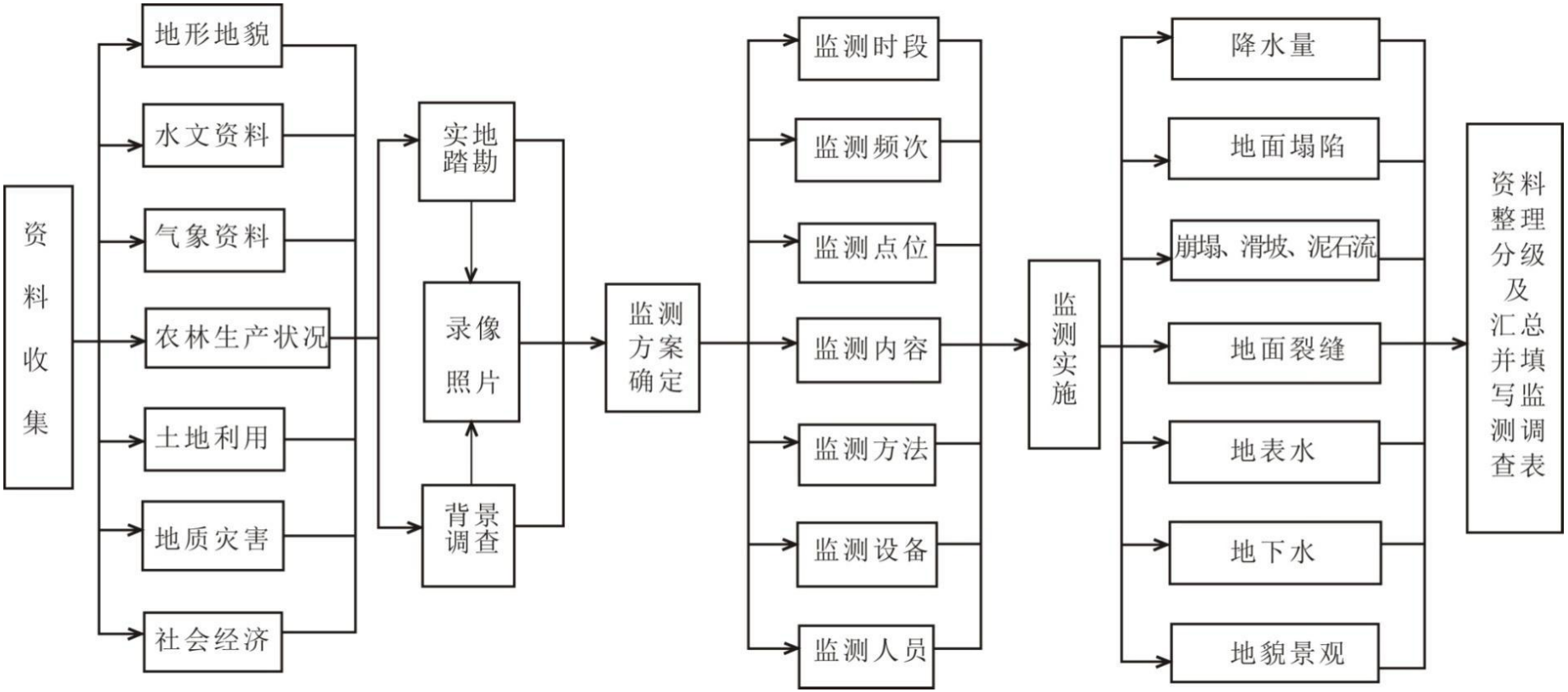


图 5-6 矿山地质环境监测技术路线图

（三）技术措施

对不稳定地质体主要采取人工巡视、测距、测缝等方法进行监测，对地形地貌景观及土地资源采用 GPS 定位及无人机航拍航拍摄影、摄像等方法进行监测，含水层系统监测采用手动监测和采样送检等方法，按期进行测量、取样、送检，对地表水质的监测采用采样送检方法，及时发现问题。矿山地质环境监测技术路线见图 5-6。

（四）主要工程量

表 5-14 主要工程量表

序号	监测工程	监测措施	监测点数	单位	监测工程量		合计
					近期（2025 年-2029 年）	中远期（2030 年-2100 年）	
1	地质环境	人工观测 仪器监测	7	点次	420	4200	4620
2	含水层	人工监测 采样送检	2	点次	40（人工、水位） 20（仪器、水质）	280（人工、水位） 140（仪器、水质）	480
3	地表水	采样送检	2	点次	20（人工、水位） 20（仪器、水质）	280（人工、水位） 140（仪器、水质）	460
4	地形地貌	仪器监测	1	点次	60	840	900
合　计			12	点次	580	5880	6460

注：该表主要以监测工程种类为个体，监测工程量采用单点单次叠加的方法统计。
①该表工程量统计不包括加密观测次数；② 矿坑涌水监测纳入矿山生产管理，不计入工程量；③ 彻底恢复治理的项目不在做监测工作量统计。

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

1、监测措施

土地复垦后需要对复垦效果进行监测，复垦效果监测包括土壤质量监测、复垦植被监测、复垦配套设施监测等三方面内容。

（1）复垦区原地表状况监测

①土地利用状况：要保留原始的土地利用状况信息，以便对后期的变化进行跟踪对比分析。本方案主要是收集区内土地利用现状图以此获得区内土地利用/覆盖数据。

②土壤信息：要收集损毁前土壤类型、土壤的各种理化性质等信息。通过查阅当地土壤志、挖掘土壤剖面和土壤分析，以此获得准确的复垦区损毁前土壤类型及其各种理化性质等信息。

（2）土地损毁监测

对土地损毁情况监测，主要是对土地损毁的形式、面积、位置进行监测，用以指导复垦措施的实施。监测方法主要是采用巡查法和定点观测法进行监测，不定期地对临时占地进行适时监测。

（3）复垦效果监测

①土壤质量监测

监测复垦区土壤的物理性状变化：包括土壤容重与总孔隙度，田间含水量、毛管孔隙度、非毛管空隙度及土壤团聚体有机碳含量等指标的变化。

监测复垦区土壤养分含量的变化：包括土壤有机质演变、土壤氮的演变、土壤速效磷的演变、土壤速效钾的演变、土壤 pH 值的演变等。

复垦土地质量的检验，分为两个阶段进行：第一阶段检验在工程复垦完成后实施。工程复垦检验合格后，方可进行生物复垦阶段；第二阶段检验包括种植质量检验和种植效果检验。一般情况下，在种植当年进行种植质量检验，第三年进行种植效果检验。

②复垦植被监测

复垦为林地的植被监测内容为植物生长试、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等，复垦为草地的植被监测内容为生长试、高度、种植密度、覆盖率、产草量等。复垦为耕地的植被监测内容为生长试、高度、成活率、生长量、产量等。

2、管护措施

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

（1）管护主体及人员要求

本复垦工程管护主体为旬阳市金鑫矿业有限公司，复垦工程竣工后，要落实专职监测和护林员，并实行合同管护制，监测和管护人员对土地复垦工作要充分的认识，明确土地复垦的意义，具有林木、草木管护的相关经验。严格执

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

（2）林地管护

为了提高树木的成活率，保存率，村委会、业主和管护人员三方相互协调，落实好管护责任制，对苗木死亡的进行填补，对倾倒苗木进行扶正等。夏收夏种及秋收秋种期间严禁秸秆焚烧树木，要求各个农户要爱护、保护树木，以提高树木的保存率，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。

①抚育

复垦区树木栽植当年抚育 1-2 次或 2 次以上，需苗木扶正，适当培土。第 2、3 年每年抚育 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。

②灌溉

植树后及时灌水 2-3 次，第一次灌浇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。

③施肥

复垦土地主要靠施撒有机肥增加土壤营养物质，每年 5-6 月应追施一次复合肥，采用穴施或环施法。

④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。

⑤冻害防治

在适宜季节修枝抚育，增强树势，提高林木自身抗御病虫害的能力，同时采用人工物理方法主要是给树木涂白来防治病虫。

⑥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不稳定地质体的发生。

（3）草地管护

①施肥：前期主要靠有机肥来增加土壤有机质含量，后期待成长稳定后依靠植物落叶等维持有机质。

②浇水：对新播种草，应适时的在干旱季节进行灌溉，灌溉水量应有所控制，保证渗水对安全无影响，同时进行必要的除杂草等措施，为牧草种子成熟和营养繁殖创造条件。

③越冬与返青期管护：冬季低温应防止发生冻害而不能安全越冬返青，因此，须重视越冬与返青期管护。

（二）措施和内容

1、监测措施设计

本方案待复垦土地主要进行原地貌地表状况监测、土地损毁情况监测及复垦效果监测 3 个方面。

（1）复垦区原地貌地表状况监测

①监测内容

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

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

土壤信息：包括土壤类型，以及土壤的各种理化性质等信息。

②监测方法及监测点位布设

根据项目自身特点，监测方法及点位布置采用前面地质环境监测中的地形地貌监测点一并进行，此部分不在单独设计工程量。

③监测人员及频率：项目配备的监测人员及监测频次为地质环境监测中设置的人员及频率。

（2）土地损毁监测

①监测内容：主要是对采矿活动挖损、压占土地的时间、面积、位置、程度等进行监测。监测点位布设详见下表。

表 5-15 土地损毁监测点布设表

监测内容	监测时段	监测点	监测位置	监测频率
挖损、压占面积及损毁程度	2025 年-2100 年	5 个	选厂生活区 1 个，头道沟场地一个，采矿硐口 2 个，矿区大门场地 1 个	1 次/两个月

②监测方法

对土地损毁的监测方法主要是采用现场巡查进行观察记录。

③监测人员及频率

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

（3）复垦效果监测

①土壤质量监测

复垦为林、农用地的土地自然特征监测内容，为复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度（pH）、有机质含量、土壤侵蚀模数等；监测频率为每年 1 次，土壤质量监测方案详见下表。

表 5-16 土壤质量监测方案表

监测内容	监测频次（次/年）	监测点数量（个）	样点持续监测时（年）	备注
地面坡度	1	14	5	每个复垦单元设置两个点，监测时间为复垦其前两年至管护期结束
覆土厚度	1	14	5	
pH	1	14	5	
重金属含量	1	14	5	
有效土层厚度	1	14	5	
土壤质地	1	14	5	
土壤砾石含量	1	14	5	
土壤容重（压实）	1	14	5	
有机质	1	14	5	
土壤盐分含量	1	14	5	
土壤侵蚀	1	14	5	

②复垦植被监测

复垦为林草地的植被监测内容，为植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、生长量等；复垦为草地的植被监测内容，为植物生长势、高度、覆盖度、产草量等，复垦为耕地的植被监测内容为生长试、高度、成活率、生长量、产量等。监测方法为样方随机调查法。监测频次为每年春秋季各 1 次。复垦植被监测方案详见下表。

表 5-17 林、草、耕地复垦植被恢复效果监测方案表

监测内容	监测频次（次/年）	监测点数量（个）	样点持续监测时间（年）	备注
成活率	2	14	5	每个复垦单元设置两个点，监测时间为复垦至管护期结束
郁闭度	2	14	5	
单位面积蓄积量	2	14	5	
复垦成效监测	2	14	5	

2、管护措施设计

（1）管护对象

本项目复垦管护对象为复垦为林、草地的区域，面积为共 90.5393hm^2。

（2）管护时间与管护频率

本方案植被管护期设计为 3 年，管护次数为每年管护 2 次，春秋季各一次。

（3）管护方法

本方案林、草地管护方法采用复垦后林、草地专人看护的管护模式。建议矿山企业设置绿化专职管理机构，配备相关管理干部及绿化工人，派专人负责苗木看护、施肥、补植、扶管等日常管理。

（4）管护措施

①灌溉

为保证复垦植被的正常生长，本方案在植物栽植的前 3 年需要对其进行人工灌溉，灌溉方式主要为浇灌，以保证植被的成活率。

②施肥

为了保障植被生长需要，植被种植前可以适当施以一定量的有机肥，才能够满足植物生长需要。本方案确定项目区域在对林、草地进行灌溉的时候同时施肥。

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。

④补种加种

植被种植的前两个月内对缺苗区域适当进行补种，保证项目区域植被的成活率，尽可能快速恢复地表植被，可以防止地面水土流失和不稳定地质体的发生。

（三）主要工程量

1、监测措施工程量

根据本项目特点，本项目复垦监测设置土地损毁情况监测点 5 个，复垦效果监测点位 28 个。其中包括土壤质量监测点 14 个、复垦植被监测点根据复垦年限来定，共计设监测点位 33 个。具体监测工程量见下表：

另外原地貌地表状况监测布置于矿山地质环境地形地貌监测中，该部分工程量见地质环境监测工程量统计。

表 5-18 监测措施工程量表

<table>
<tr><th colspan="2">监测内容</th><th>监测点数量(个)</th><th>土地损毁监测</th><th>监测方法</th><th>监测频率</th><th>监测年限</th><th>监测次数(次)</th></tr>
<tr><td colspan="2">土地损毁监测</td><td>5</td><td rowspan="3">复垦区</td><td>GPS 监测、定期巡查</td><td>1 次/2 个月</td><td>75</td><td>2250</td></tr>
<tr><td rowspan="2">复垦效果监测</td><td>土壤质量监测</td><td>14</td><td>取样测试</td><td>1 次/年</td><td>10</td><td>140</td></tr>
<tr><td>复垦植被监测</td><td>14</td><td>定期巡查航拍</td><td>2 次/年</td><td>10</td><td>280</td></tr>
<tr><td colspan="2">合计</td><td>33</td><td></td><td></td><td></td><td></td><td>2220</td></tr>
</table>

2、管护措施工程量

管护措施主要是对灌木林地和草地的管护，面积为共 91.7393hm^2，其中为 90.5393hm^2，以及 2024 年所复垦的场地 1.2hm^2，管护措施工程量见下表：

表 5-19 管护工程量汇总

<table>
<tr><th>管护对象</th><th>管护面积（hm^2）</th><th>管护方法</th><th>管护年限（年）</th><th>管护次数</th></tr>
<tr><td rowspan="2">林地</td><td rowspan="2">91.7393</td><td>浇水、喷药</td><td rowspan="2">3</td><td>植树后及时灌水 2～3 次，第一次灌浇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</td></tr>
<tr><td>平岔</td><td>每年冬季进行一次平岔处理</td></tr>
<tr><td>小计</td><td>91.7393</td><td>—</td><td>—</td><td>—</td></tr>
</table>

八、矿区生态系统监测

（一）目标任务

生态系统监测旨在通过系统化的数据采集和分析，全面掌握矿山活动对生态系统的动态影响，为生态修复工程的科学实施提供依据。具体监测目标包括：

生物群落监测目标：掌握动植物群落物种组成及特征变化规律，追踪地带性植被建群物种、先锋物种、本地关键物种的恢复状况，监测指示物种、外来

入侵物种的动态变化，记录国家及地方重点保护野生动植物、古树名木的保护效果。

生态系统功能目标：评估植被重建效果及生态系统自我维持能力，监测生物多样性恢复状况和生态系统稳定性，分析生态系统服务功能的恢复进程。

监测原则：将矿区及其所处的流域、山脉等地貌单元作为整体监测单元，涵盖水文单元、生态单元等不同尺度，确保监测的全面性和系统性。动态性原则：建立从矿山建设、生产运营到闭矿及生态修复全过程的动态监测体系，实现监测数据的连续性和可比性。适应性原则：基于监测结果及时调整生态修复措施，形成"监测-评估-优化"的闭环管理机制。

1、生物群落详细监测内容

植物群落监测指标：物种组成：记录植物种类、数量、分布格局，群落结构：分层特征、垂直结构、水平格局，动态变化：季相变化、年际变化、演替趋势，特殊监测：珍稀濒危植物、古树名木的保护状况。

动物群落监测指标：兽类：种类、数量、活动规律、栖息地利用；鸟类：种群数量、繁殖状况、迁徙规律；两栖爬行类：种类组成、分布特征；昆虫及其他无脊椎动物：生物多样性指数。

2、生态系统功能监测体系

生产力监测指标：初级生产力：植被生物量、净初级生、产力；次级生产力：动物生物量、能量流动效率；物质循环：养分循环速率、能量转化效率生物多样性监测指标：α多样性：物种丰富度、Shannon-Wiener 指数；β多样性：物种更替速率、群落相似性；γ多样性：区域物种库完整性生态系统稳定性指标：抵抗力：对外界干扰的抵抗能力、恢复力：受损后的自我修复能力，持久性：生态系统功能的持续稳定性。

（二）监测方法与技术体系

1、野外调查详细方法，植被监测标准化流程

①样方设置：每个复垦单元设置 2 个标准监测点；

②调查时间：每年春秋季各开展 1 次系统调查；

③监测周期：从复垦开始至管护期结束；

④数据记录：采用统一规范的调查表格。哺乳动物监测：红外相机陷阱法、足迹识别法；鸟类监测：样线法、定点观测法、鸣声识别技术；两栖爬行类：样带法、陷阱法、人工庇护所调查；昆虫监测：扫网法、灯诱法、性诱剂法。

⑤先进技术应用方案遥感监测技术体系：多光谱遥感：植被指数计算、覆盖度反演；高光谱遥感：物种识别、生理状态监测；热红外遥感：动物活动热源探测；雷达遥感：地形变化、植被结构分析自动化监测网络：野生动物自动监测：红外相机网络、声学记录仪；微环境监测：自动气象站、土壤温湿度传感器；视频监控系统：重点区域实时监控；人机巡护：定期航拍监测。

2、监测频率与周期安排

专项监测安排重要物候期监测：萌芽期：记录植物物候起始时间，开花期：监测传粉昆虫活动；结果期：记录种子传播规律；休眠期：评估越冬生存状况特殊天气响应监测：暴雨后：水土流失、植被受损评估，干旱期：植物抗旱性、水分利用监测，极端温度：耐寒耐热性评估。

3、监测点位布设方案

布设原则与标准科学性原则：代表性：覆盖所有生态系统类型，随机性：避免主观选择偏差，重复性：确保数据可靠性实用性原则：可达性：便于定期监测操作，安全性：避开危险区域，持续性：长期固定监测点位。

具体布设方案植被监测网络：基准点：每个复垦单元设置 2 个标准监测点辅助点：特殊生境增设补充监测点、对照点：参照生态系统设置对比监测点动物监测网络：固定样线：沿生态廊道设置标准调查路线。观测站点：重要栖息地建立固定观测点、自动监测点：布设红外相机等自动化设备。

4、数据管理与分析系统

数据分析方法体系统计分析：描述性统计：均值、方差、频次分析，推断统计：相关性分析、回归分析多元分析：主成分分析、聚类分析模型模拟：生态系统模型：物质循环、能量流动模拟，预测模型：生态系统演替趋势预测，决策模型：修复措施效果评估。

5、质量保证与控制体系

质量控制措施：标准操作：制定详细监测操作规程，现场监督：实行监测过程全程监督，质量检查：建立三级质量检查制度设备管理：定期校准：监测

仪器设备定期检定。维护保养：建立设备维护档案，更新换代：及时更新老旧设备。

6、监测点布设

全区共布设生态系统监测点 5 处，其中动物监测点 4 处，植物监测点 1 处，布设情况见表 5-20。

表 5-20 生态系统监测点布设表

监测内容	监测时段	监测点	监测位置	监测频率
动物监测	2025 年-2100 年	4 处	头道沟场地、矿区大门处、小凉水沟渣场	2 次/1 年
植物监测	2025 年-2100 年	1 处	全矿区	2 次/1 年

表 5-21 生态系统监测工程量表

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（次）
动物	哺乳动物	头道沟场地	1	红外相机法	2 次	75	150
	鸟类	矿区大门处	1	定点观测法	2 次	75	150
	两栖爬行类	小凉水沟渣场	1	样带法	2 次	75	150
	昆虫		1	灯诱法	2 次	75	150
植物	植物抗旱性	全矿区	1	遥感、人工巡护	2 次	5	150
	传粉昆虫活动						
	种子传播规律						
	越冬生存状况						

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

（一）矿山地质环境保护与土地复垦的原则

（1）以”谁开发，谁保护，谁破坏，谁治理”、”谁损毁，谁复垦”以及”依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山”为原则，在广泛收集资料及现场踏勘的基础上，利用已有的相关资料，结合本项目工程的特点，合理界定矿山地质环境保护与土地复垦责任范围，合理划分矿山恢复治理区域以及土地复垦单元。

（2）《方案》要结合工程开发建设的特点，并根据当地的自然、社会环境及地质环境现状，因地制宜地布设各项防治措施，建立技术先进、经济合理，适用可靠、效果显著的矿山地质环境保护与土地复垦体系。

（3）注重生态保护、预防优先、优化施工组织设计结构。矿山地质环境保护和土地复垦措施与主体工程建设运营同步。应先考虑植物措施，工程措施与植物措施相结合。

（4）坚持矿山开发与矿山地质环境保护和土地复垦并重的原则，开发与保护治理同等重要。在矿山设计建设、生产运行和关闭过程中，矿山环境恢复治理、土地复垦工作必须与主体工程同时设计、同时施工、同时使用，确保矿山不稳定地质体及时、彻底消除，损毁土地及时复垦，矿山运行与环境同步协调发展。

（5）坚持从实际出发的原则。本项目各项矿山地质环境保护和土地复垦按照”合理布局、因地制宜、宜农则农、宜林则林”的原则进行规划，使该矿山地质环境保护与土地方案具有较强的针对性和可操作性。

（6）坚持”以人为本”的原则，确保人居环境、生产资源的安全。

（7）搞好矿山地质环境保护和土地复垦的监测和管理工作，保证工程质量，确保项目达到矿山地质环境保护和土地复垦效益。

（二）总体目标任务

1、总体目标

矿山地质环境保护与土地复垦工作的总体目标任务：通过矿山地质环境治理消除或最大限度的减少矿区内不稳定地质体，保证矿区采矿活动顺利进行，

确保矿区附近人民生命财产安全和社会稳定；减轻或消除采矿活动对生态环境的影响；通过土地复垦工作，达到恢复地貌植被，改善生态环境的目的，确保土地资源重新利用，预防土地资源浪费，发挥土地效益。

（1）对工程建设、运行过程中可能遭受、引发的不稳定地质体进行综合防治，治理率 100%，有效保护建设工程的安全运行，确保人民生命财产不受损失。

（2）对矿区现状损毁土地和预测拟损毁土地合理规划，统筹安排土地复垦工程，土地复垦率 87.05%。使复垦后矿区的地形、地貌与当地自然环境和地理景观相协调，矿区的生态环境相对于损毁前得到明显改善。

（3）对矿山及周边的不稳定地质体、土地资源、含水层、水土影响和地形地貌景观的破坏情况进行全面监测，对土地损毁及时复垦，水土影响及时治理，对土地资源及地貌景观破坏及时恢复。矿山地质环境问题监测覆盖率 100%，综合整治率 95%以上。

2、基本任务

（1）地面塌陷隐患区进行工程治理，主要包括设置警示牌、导水槽维修与维护；

（2）在矿山闭坑后，对破坏矿区地形地貌景观的矿山工程进行地质生态环境恢复；

（3）对矿区内复垦责任区的损毁土地实施土地复垦、复垦监测与管护；

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

（三）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。

矿山开采结束后的地质环境治理及土地复垦期 1 年，根据以往秦岭地区土地复垦经验，土地复垦后的管护抚育期 4 年，故开采结束后矿山地质环境恢复

治理、土地复垦及管护期共计 5 年。由此确定本方案的规划部署年限为 60 年。可分为划分为近期（2025 年～2029 年）、中远期（2030 年～2100 年）两个阶段进行。

近期：主要解决现阶段存在的地质环境问题及后期生产过程中形成的地质环境问题。对地面塌陷设置警示牌、植生带、刺丝围栏，XP1 清理、修建挡墙。开展矿山地质环境和土地损毁监测工作。对损毁土地可复垦区域进行复垦、监测及管护。

中远期：其中 2030 年～2080 年为矿山开采期，主要进行矿山地质环境以及土地损毁监测。对损毁土地可复垦区域进行复垦、监测及管护；2081 年为矿山闭坑期，主要进行矿山建设用建筑物拆除及复垦、平硐硐口封堵；2081 年～2100 年为复垦后土地监测与管护期，主要对复垦后土地单元进行土壤监测以及植被管护。

二、阶段实施计划

根据前述总体工作部署和方案适用年限、矿山建设、开采规划，确定矿山地质环境保护与治理恢复工程阶段实施规划具体如下：

（一）近期（2025 年～2029 年）

地质环境保护方面：近期主要对矿区现存 XP1、地面塌陷范围进行治理，开展矿区地表水和地下水水位、水质、矿区地形地貌景观等的监测工作，对矿山废弃渣堆进行清运。

土地复垦方面：近期主要开展对 8 号采矿平硐场地、头道沟场地的复垦工作，对已完成的复垦工程进行管护，开展复垦单元水土环境监测工作。

具体的近期规划见表 6-1。

表 6-1 近期矿山地质环境保护与土地复垦工程实施总体规划

实施年度	工程类别	工作任务	主要工作措施及工程量
2025 年	矿山地质环境保护工程	1、矿山地质环境监测； 2、生态系统监测；	1、不稳定地质体 XP1 监测 2 点次； 2、地表变形监测 12 点次； 3、涌水量监测 1 点次 4、水质监测 1 点次； 5、水量监测 1 次； 6、地貌监测 2 点次； 7、哺乳动物监测 1 次； 8、鸟类监测 1 次； 9、两栖爬行类监测 1 次；

实施年度	工程类别	工作任务	主要工作措施及工程量
			10、昆虫监测 1 次； 11、植物遥感监测 1 次。
	土地复垦工程	1、头道沟场地复垦； 2、已复垦草地管护； 3、土地复垦监测；	1、头道沟场地表土回覆 996.9m^3； 2、头道沟场地土地平整 0.3323hm^2； 3、头道沟场地土壤培肥 1.49 吨； 4、头道沟场地种植侧柏 531 株； 5、头道沟场地种植刺槐 830 株； 6、头道沟场地种植铁扫帚 6.65kg； 7、地表损毁监测 10 点次； 8、土壤质量监测 4 点次； 9、复垦植被监测 4 点次； 10、复垦管护 1.2hm^2。
2026 年	矿山地质环境保护工程	1、不稳定地质体 XP1 治理（格宾挡墙护坡工程 30m）； 2、 地面塌陷范围治理； 3、矿山地质环境监测； 4、生态系统监测；	1、清方 30m^3； 2、土方开挖 78m^3； 3、格宾笼石 135m^3； 4、设立警示牌 2 处； 5、刺丝围栏 400m； 6、播撒草籽 110m^2； 7、植生袋绿化 55m^2； 8、警示牌 4 处； 9、不稳定地质体 XP1 监测 10 次； 10、地表变形监测 60 次； 11、涌水量监测 3 点次 12、水质监测 2 点次； 13、水量监测 3 次； 14、地貌监测 10 点次； 15、哺乳动物监测 2 次； 16、鸟类监测 2 次； 17、两栖爬行类监测 2 次； 18、昆虫监测 2 次； 19、植物遥感监测 2 次。
	土地复垦工程	1、凉水沟排渣场复垦； 2、8 号硐口场地周边复垦； 3、已复垦草地管护； 4、复垦单元监测；	1、小凉水沟排渣场表土剥离 148m^3； 2、小凉水沟排渣场表土回覆 977m^3； 3、小凉水沟排渣场土地平整 0.3753hm^2； 4、小凉水沟排渣场土壤培肥 1.68 吨； 5、小凉水沟排渣场种植刺槐 600 株； 6、8 号硐口场地周边表土回覆 438m^3； 7、8 号硐口场地周边平整工程 0.1462m^2； 8、8 号硐口场地周边培肥工程 0.66 吨； 9、8 号硐口场地周边侧柏 233 株； 10、8 号硐口场地周边刺槐 365 株； 11、8 号硐口场地周边苜蓿 2.92kg； 12、地表损毁监测 25 点次； 13、土壤质量监测 14 点次； 14、复垦植被监测 8 点次。 15、复垦管护 1.5323hm^2。
2027 年	矿山地质环境保护	1、矿山地质环境监测；	1、不稳定地质体 XP1 监测 14 点次； 2、地表变形监测 84 点次；

实施年度	工程类别	工作任务	主要工作措施及工程量
	工程	2、生态系统监测；	3、涌水量监测 5 点次 4、水质监测 2 点次； 5、水量监测 5 次； 6、地貌监测 14 点次； 7、哺乳动物监测 3 次； 8、鸟类监测 3 次； 9、两栖爬行类监测 3 次； 10、昆虫监测 3 次； 11、植物遥感监测 3 次。
	土地复垦工程	1、凉水沟排渣场复垦； 2、已复垦林草地管护； 3、复垦单元监测；	1、小凉水沟排渣场表土剥离 157m^3； 2、小凉水沟排渣场表土回覆 1032m^3； 3、小凉水沟排渣场土地平整 0.3965hm^2； 4、小凉水沟排渣场土壤培肥 1.78 吨； 5、小凉水沟排渣场种植刺槐 634 株； 6、小凉水沟排渣场截水沟基础开挖 246m^3； 7、小凉水沟排渣场截水沟 M7.5 浆砌片石 94m^3； 8、小凉水沟排渣场截水沟伸缩缝 11m^2； 9、小凉水沟排渣场截水沟模板 586m^2； 10、地表损毁监测 30 点次； 11、土壤质量监测 14 点次； 12、复垦植被监测 10 点次。 13、复垦管护 2.0538hm^2。
2028 年	矿山地质环境保护工程	1、矿山地质环境监测； 2、生态系统监测；	1、不稳定地质体 XP1 监测 11 点次； 2、地表变形监测 66 次； 3、涌水量监测 3 点次 4、水质监测 2 点次； 5、水量监测 3 次； 6、地貌监测 11 点次； 7、哺乳动物监测 2 次； 8、鸟类监测 2 次； 9、两栖爬行类监测 2 次； 10、昆虫监测 2 次； 11、植物遥感监测 2 次。
	土地复垦工程	1、小凉水沟渣场复垦； 2、已复垦林草地管护； 3、复垦单元监测；	1、小凉水沟排渣场表土剥离 163m^3； 2、小凉水沟排渣场表土回覆 1076m^3； 3、小凉水沟排渣场土地平整 0.4135hm^2； 4、小凉水沟排渣场土壤培肥 1.86 吨； 5、小凉水沟排渣场种植刺槐 661 株； 6、地表损毁监测 30 点次； 7、土壤质量监测 14 点次； 8、复垦植被监测 12 点次。 9、复垦管护 1.2503hm^2。
2029 年	矿山地质环境保护工程	1、矿山地质环境监测； 2、生态系统监测；	1、不稳定地质体 XP1 监测 10 点次； 2、地表变形监测 78 次； 3、涌水量监测 3 点次 4、水质监测 2 点次； 5、水量监测 3 次；

实施年度	工程类别	工作任务	主要工作措施及工程量
			6、地貌监测 13 点次； 7、哺乳动物监测 2 次； 8、鸟类监测 2 次； 9、两栖爬行类监测 2 次； 10、昆虫监测 2 次； 11、植物遥感监测 2 次。
	土地复垦工程	1、小凉水沟渣场复垦； 2、已复垦草地管护； 3、复垦单元监测；	1、小凉水沟排渣场表土剥离 172m^3； 2、小凉水沟排渣场表土回覆 1136m^3； 3、小凉水沟排渣场土地平整 0.4365hm^2； 4、小凉水沟排渣场土壤培肥 1.96 吨； 5、小凉水沟排渣场种植刺槐 698 株； 6、小凉水沟排渣场截水沟基础开挖 246m^3； 7、小凉水沟排渣场截水沟 M7.5 浆砌片石 94m^3； 8、小凉水沟排渣场截水沟伸缩缝 11m^2； 9、小凉水沟排渣场截水沟模板 586m^2； 10、地表损毁监测 30 点次； 11、土壤质量监测 14 点次； 12、复垦植被监测 8 点次。 13、复垦管护 1.3315hm^2。

（二）中远期计划（2030 年至 2100 年）

地质环境保护方面：主要包含对闭坑期内因停止开采的硐口、地面塌陷区等引发的不稳定地质体治理工作；矿区不稳定地质体、地面塌陷变形、渣场稳定性、地表水水质和地下水水质、水量等监测。

土地复垦方面：主要对矿区堆矿场等实施土地复垦工程，并进行土地复垦质量、植被恢复生长情况进行监测和管护。

具体的中远期规划见表 6-2。

表 6-2 矿山中远期地质环境保护与土地复垦工程规划表

实施年度	矿山地质环境治理与土地复垦工程			
	分项工程	治理、复垦对象及内容	项目名称	工程量
	矿山地质环境保护工程	监测工程	地表变形监测	2640 点次
			涌水量监测	110 点次
			水质监测	110 点次
			水量监测	110 点次
			地形地貌监测	660 点次
		生态系统监测	哺乳动物监测	110 点次
			鸟类监测	110 点次
			两栖爬行类监测	110 点次
			昆虫监测	110 点次
			植物遥感监测	110 点次
	土地复	1、复垦对象：采	堆矿场表土回覆	3429.3m^3

	垦工程	矿平硐工业场地、头道沟场地、小凉水沟渣场、堆矿场及地面塌陷范围等，复垦面积90.28m² 2、工作内容：废渣充填、培肥、覆土种树、撒播草籽等	堆矿场平整工程	1.1443hm²
			堆矿场培肥工程	5.15 吨
			堆矿场植被重建工程	1829 株侧柏
				2858 株刺槐
				22.8kg 铁扫帚
			小凉水沟渣场表土剥离	2358m³
			小凉水沟渣场表土回覆	15517m³
			小凉水沟渣场平整工程	5.9587hm²
			小凉水沟渣场培肥工程	26.81 吨
			小凉水沟渣场截水沟工程	基础开挖 1414m³
				模板 3365m²
				M7.5 浆砌片石 543m³
				伸缩缝 63m²
			小凉水沟渣场植被重建工程	9534 株刺槐
			头道沟场地表土回覆	7782.6m³
			头道沟场地平整工程	2.5942hm²
			头道沟场地培肥工程	11.67 吨
			头道沟场地植被重建工程	4150 株侧柏
				6485 株刺槐
				51.89kg 铁扫帚
			矿区大门场地表土回覆	2789m³
			矿区大门场地平整工程	0.9296hm²
			矿区大门场地培肥工程	4.1832t
			矿区大门场地植被重建工程	1487 株侧柏
				2324 株刺槐
				18.59kg 铁扫帚
			采矿平硐工业场地表土回覆	940.8m³
			采矿平硐工业场地平整工程	0.3134hm²
			采矿平硐工业场地培肥工程	1.4103t
			采矿平硐工业场地植被重建工程	502 株侧柏
				784 株刺槐
				6.27kg 苜蓿
			地面塌陷范围植被重建工程	2400kg 草籽
	复垦监测管护	1、对土地损毁监测 2、对复垦土地实施监测管护	损毁监测	1650 次
			质量、复垦效果监测	2310 次
			管护面积	89.2890m²

三、近期年度工作安排

本方案的适用年限为 5 年，目标重在对近期矿山地质环境保护与土地复垦工程具体规划的实施。近期阶段主要完成矿山现状不稳定地质体的治理、各场

地的复垦，建立并开展矿山地质环境监测及土地复垦监测工作。具体的工作安排如下。

表 6-3 矿山近期地质环境保护与土地复垦工作安排

实施年度	工作任务	主要工程措施
第一年	1、不稳定地质体 XP1 治理； 2、矿山地质环境监测； 3、生态系统监测； 4、头道沟已堆放场地复垦； 5、已复垦草地管护； 6、土地复垦监测。	1、设立警示牌，清理危岩体； 2、动物、植物监测； 3、头道沟场地复垦； 4、人工巡查、仪器测量、取样分析、无人机遥感监测。 4、土地复垦检测与管护。
第二年	1、不稳定地质体 XP1 治理； 2、地面塌陷范围治理； 3、矿山地质环境监测； 4、生态系统监测； 5、小凉水沟排渣场复垦； 6、8 号硐口场地周边复垦； 7、已复垦草地管护； 8、复垦单元监测；	1、设立警示牌，清方，刺丝围栏，播散草籽，植生袋绿化； 2、动物、植物监测； 3、小凉水沟排渣场复垦； 4、8 号硐口场地周边复垦； 5、人工巡查、仪器测量、取样分析、无人机遥感监测。 6、土地复垦检测与管护。
第三年	1、矿山地质环境监测； 2、生态系统监测； 3、凉水沟排渣场复垦； 4、已复垦林草地管护； 5、复垦单元监测；	1、动物、植物监测； 2、小凉水沟排渣场复垦； 3、人工巡查、仪器测量、取样分析、无人机遥感监测。 4、土地复垦检测与管护。
第四年	1、矿山地质环境监测； 2、生态系统监测； 3、小凉水沟排渣场复垦； 4、已复垦林草地管护； 5、复垦单元监测；	1、动物、植物监测； 2、小凉水沟排渣场复垦； 3、人工巡查、仪器测量、取样分析、无人机遥感监测。 4、土地复垦检测与管护。
第五年	1、矿山地质环境监测； 2、生态系统监测； 3、小凉水沟排渣场复垦； 4、已复垦林草地管护； 5、复垦单元监测；	1、动物、植物监测； 2、小凉水沟排渣场复垦； 3、人工巡查、仪器测量、取样分析、无人机遥感监测。 4、土地复垦检测与管护。

表 6-4 矿山近期地质环境保护与土地复垦实施计划

年度	矿山地质环境治理措施及工程量	土地复垦措施及工程量
第一年	1、地质环境监测工程：不稳定地质体 XP1 监测 2 点次；地表变形监测 12 点次；涌水量监测 1 点次；水质监测 1 点次；水量监测 1 点次；地貌监测 1 点次； 2、生态系统监测：哺乳动物监测 1	1、头道沟已堆放场地复垦：表土回覆 996.9m^3；土地平整 0.3323hm^2；土壤培肥 1.49t；种植侧柏 531 株；种植刺槐 830 株；种植铁扫帚 6.6kg； 2、土地复垦监测工程：地表损毁监测 10 点次；土壤质量监测 4 点次；复垦植被监

	点次；鸟类监测 1 点次；两栖爬行类监测 1 点次；昆虫监测 1 点次；植物遥感监测 1 点次。	测 4 点次； 3、管护工程；已复垦林地管护 1.2hm^2。
第二年	1、不稳定地质体 XP1 治理工程：格宾笼石挡墙清方 30m^3；土方开挖 78m^3；格宾笼石 135m^3；设立警示牌 2 个； 2、地面塌陷治理工程；刺丝围栏 400m；播撒草籽 0.01hm^2；植生袋绿化 55m^2；警示牌 4 个； 3、地质环境监测工程：不稳定地质体 XP1 监测 10 点次；地表变形监测 60 点次；涌水量监测 3 点次；水质监测 2 点次；水量监测 3 点次；地貌监测 10 点次； 4、生态系统监测：哺乳动物监测 2 点次；鸟类监测 2 点次；两栖爬行类监测 2 点次；昆虫监测 2 点次；植物遥感监测 2 点次。	1、小凉水沟排渣场复垦：表土西剥离 148m^3；表土回覆 977m^3；土地平整 0.3753hm^2；土壤培肥 1.68t；种植刺槐 600 株； 2、8 号硐口场地周边复垦：表土回覆 438m^3；土地平整 0.1462hm^2；土壤培肥 0.66t；种植侧柏 233 株；种植刺槐 365 株；种植铁苜蓿 2.92kg； 3、土地复垦监测工程：地表损毁监测 25 点次；土壤质量监测 14 点次；复垦植被监测 8 点次； 4、管护工程；已复垦林地管护 1.5323hm^2。
第三年	1、地质环境监测工程：不稳定地质体 XP1 监测 14 点次；地表变形监测 84 点次；涌水量监测 5 点次；水质监测 2 点次；水量监测 5 点次；地貌监测 14 点次； 2、生态系统监测：哺乳动物监测 3 点次；鸟类监测 3 点次；两栖爬行类监测 3 点次；昆虫监测 3 点次；植物遥感监测 3 点次。	1、小凉水沟排渣场复垦：表土西剥离 157m^3；表土回覆 1032m^3；土地平整 0.3965hm^2；土壤培肥 1.78t；种植刺槐 634 株；小凉水沟截水沟基础开挖 246m^3；M7.5 浆砌片石 94m3；伸缩缝 11m^2；模板 586m^2； 2、土地复垦监测工程：地表损毁监测 30 点次；土壤质量监测 14 点次；复垦植被监测 10 点次； 3、管护工程；已复垦林地管护 2.0538hm^2。
第四年	1、地质环境监测工程：不稳定地质体 XP1 监测 14 点次；地表变形监测 84 点次；涌水量监测 5 点次；水质监测 2 点次；水量监测 5 点	1、小凉水沟排渣场复垦：表土西剥离 163m^3；表土回覆 1076m^3；土地平整 0.4135hm^2；土壤培肥 1.86t；种植刺槐 661 株；

	次；地貌监测 14 点次； 2、生态系统监测：哺乳动物监测 3 点次；鸟类监测 3 点次；两栖爬行类监测 3 点次；昆虫监测 3 点次；植物遥感监测 3 点次。	2、土地复垦监测工程：地表损毁监测 30 点次；土壤质量监测 14 点次；复垦植被监测 12 点次； 3、管护工程；已复垦林地管护 1.2503hm^2。
第五年	1、地质环境监测工程：不稳定地质体 XP1 监测 10 点次；地表变形监测 78 点次；涌水量监测 3 点次；水质监测 2 点次；水量监测 3 点次；地貌监测 13 点次； 2、生态系统监测：哺乳动物监测 2 点次；鸟类监测 2 点次；两栖爬行类监测 2 点次；昆虫监测 2 点次；植物遥感监测 2 点次。	1、小凉水沟排渣场复垦：表土西剥离 172m^3；表土回覆 1136m^3；土地平整 0.4365hm^2；土壤培肥 1.96t；种植刺槐 698 株；小凉水沟截水沟基础开挖 246m^3；M7.5 浆砌片石 94m3；伸缩缝 11m^2；模板 586m^2； 2、土地复垦监测工程：地表损毁监测 30 点次；土壤质量监测 14 点次；复垦植被监测 8 点次； 3、管护工程；已复垦林地管护 1.3315hm^2。

第七章 经费估算与进度安排

一、矿山地质环境治理经费估算

1、编制原则

本预算根据国家和主管部门颁发的有关法令、制度、规程及陕水规计发［2024］107号文颁发的“关于《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024年修正）等计价依据的通知”，及财政部税务总局海关总署2019年第39号文《关于深化增值税改革有关政策的公告》进行编制。

2、编制依据

1）关于《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，《陕西省水利建筑工程预算定额》等计价依据的批复（陕发改项目［2024］107号）；

2）《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024年）；

3）《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024年修正）；

4）《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（2024年）；

5）《陕西省工程造价信息》（2025年2月）；

6）《商洛市工程造价管理信息》（2025年第3期）；

7）《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格[2007]670号）；

8）国家计划委员会《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格[2002]1980号）；

9）国家发展改革委《关于降低部分建设项目收费标准规范收费行为等有关问题的通知》（发改价格[2011]534号）；

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

11）《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局海关总署2019年第39号文）；

12）陕西省国土资源厅《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）；

13）国家计委、建设部发布的《工程勘察设计收费标准（2002年修订本）》；

14）本方案设计的矿山地质环境治理恢复工程量；

15）建设单位提供的有关资料。

3、基础价格

基础价格编制按照《陕西省水利水电工程营业税改增值税计价依据调整办法》（陕发改投资[2016]1303 号）中相关规定编制，其中具体如下：

（1）人工预算单价

人工预算单价：陕西省发展和改革委员会关于《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》《陕西省水利建筑工程概算定额》等计价依据的批复文件规定，技工工资为 75 元/工日，普工工资为 50 元/工日。

（2）主要材料预算价格

按照财税〔2019〕39 号文及陕发改投资[2016]1303 号文，材料预算价格中的材料原价、运杂费等分别按不含相应增值税进项税额的价格计算。现价含增值税进项税额价格时，按以下公式调整：

预算材料单价=材料原价（含增值税进项税额）÷调整系数。

表 7-1 含增值税进项税额材料价格调整系数表

类 型	内　容	调整系数
材料原价	主要材料：包括水泥、钢筋、柴油、汽油、炸药、木材、引水管道、安装用电缆、轨道、钢板等，其它占工程造价比例高的材料	1.17
	次要材料	1.03
	外购砂、石料、土料	1.02
	商品混凝土	1.03
运杂费	运杂费	1.03

材料单价：主要材料价格参照《商洛市建筑动态与价格信息》（2025 年第 2 期）中含税市场价取值（见下表），次要材料以市场价为准。由于本方案工程所需材料可就近在商南县县城采购，运距短，且随需随买，因而材料预算单价按照不含增值税（可抵扣进项税款）材料原价计算，不计材料包装费、运输保险费、运杂费及采购保管费。其中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油以规定价进单价，预算价与规定价之差在计取税金后列入单价中。

表 7-2 主要材料估算价格汇总表

序号	名称	计量单位	预算价格（金额元）
1	砂	m^3	116
2	柴油	kg	7.5
3	块石	m^3	107
4	雷诺网 网目 6X8mm	m^2	18
5	草籽	kg	55
6	普通硅酸盐水泥 42.5	kg	0.35

（3）施工用风、水、电价格

按照施工组织设计确定的方案进行计算。电价为 1 元/kwh，风价为 0.12 元/m^3，水价取费为 3 元/m^3。

（4）机械台班价格

施工机械费计算公式：施工机械费=工程量×定额施工机械使用费。

（5）次要材料预算价：直接采用市场调查价格。

4、工程单价构成及取费标准

工程单价（建筑工程单价）是指以价格形式表示的完成单位工程量（如 1m^3、1 套）所耗用的全部费用，由直接费、间接费、利润、税金和扩大五部分组成，取费标准如下：

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

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

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

其他直接费费率=其他直接费基准费率×工程类别调整系数。

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

本项目施工工程按照枢纽工程考虑，本项目位于商洛市商南县，按照关中地区。因此，工程类别调整系数为 1，因此本方案建筑工程按基本直接费的 7%计算。

表 7-3　其他直接费费率表

序号	费 率 名 称	关 中	
		建筑工程	安全工程
1	冬雨季施工增加费费率	2	2.5
2	夜间施工增加费费率	0.5	0.7
3	安全文明施工措施费费率	0.5	0.5
4	小型临时设施摊销费费率	3	3
5	其他费率	1	1.5
合计		7	7.7

表 7-4 间接费取费标准表

序号	项目类别	计算基数	间接费费率（%）
1	土方工程	直接费	8.5
2	石方工程	直接费	12.5
3	砂石备料工程	直接费	5
4	模板工程	直接费	9.5
5	混凝土工程	直接费	9.5
6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5
7	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	10.5
8	疏浚工程	直接费	7.5
9	其他	直接费	10.5
10	设备安装工程	人工费	75

（2）间接费：间接费=直接费×间接费费率；间接费费率按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 版）执行，间接费费率详见表 7-4。

（3）企业利润：按规定应计入工程措施及植物措施的利润。本项目利润取 7%。

（4）价差：是指按概算编制年要素价格与概算编制规定中给定的要素价格差额计算的建筑及安装工程费用变化。一般包括人工价差和材料价差，本项目只存在材料价差。

材料价差=∑〔定额各类主要材料消耗量×（概算编制年各类主要材料预算执行单价-本规定各类主要材料预算单价）〕

（5）税金：按照《关于深化增值税改革有关政策的公告》，本项目税金取 9%。

税金=（直接费+间接费+利润）×税率。

（6）扩大：投资估算编制时将概算工程单价扩大 10%。

扩大=（直接费+间接费+利润+税金）×10%

（7）特殊工程取费标准

变形监测点设置、变形监测依据《测绘生产成本费用定额》（2009 年）；水位测量、取水样依据《工程勘察设计收费标准》（2002 年）。

5、施工安全生产专项

施工安全生产专项投资＝（建筑工程投资+安装工程投资-设备费+施工导流工程投资+施工交通工程投资）×（1+其他施工临时工程费率）×2.5%。其他临时工程费率标准参照《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》确定为 5%。

6、其它费用

（1）建设管理费

（1） 建设单位开办费：无。

（2） 建设单位人员管理费：依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修订）表 1-5-7 计取。

（3） 建设经常管理费：依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修订）表 1-5-8 计取。

（4）建设监理费：按“发改价格〔2007〕670 号”和“发改价格〔2015〕299 号”规定进行计算。

（5）工程质量检测费：按建安工程费的 0.9%计取。

（6）咨询评审服务费：按建安工程费的 0.8%计取；

（7）工程验收费：依据《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 年修订）表 1-5-9 计取

（2）生产准备费

本项目不涉及。

（3）科研勘察设计费

勘察设计费：勘察费费率为 4.5%，设计费费率取 3.5%；前期工作阶段系数取 0.7，则勘察设计费按工程措施投资的 5.6%计取。

（4）矿山地质环境监测费

矿山设置有专职矿山地质环境监测科室（安环科、生产技术部、化验室）

对矿山地质环境进行全方位监测，监测费用全部由矿方负责，在管理费和安措费中提取和摊销。根据《工程勘察设计收费标准（2002 年修订本）》，结合矿山当地市场调查价格和设计工程量进行估算，本项目地质环境监测费为 985.07 万元（详见表 7-5）。计算在独立费用中。

表 7-5 地质环境监测费估算明细表

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标（金额元）	合计/元
1	第一年				30714
1.1	不稳定地质体 XP1 监测	点次	2	550	1100
1.2	地表变形监测	点次	12	550	6600
1.3	涌水量监测	点次	1	340	340
1.4	水质监测	点次	1	4230	4230
1.5	水量监测	点次	1	340	340
1.6	地貌监测	点次	2	7362	14724
1.7	哺乳动物监测	点次	1	580	580
1.8	鸟类监测	点次	1	400	400
1.9	两栖爬行类监测	点次	1	400	400
1.10	昆虫监测	点次	1	500	500
1.11	植物遥感监测	点次	1	1500	1500
2	第二年				129380
2.1	不稳定地质体 XP1 监测	点次	10	550	5500
2.2	地表变形监测	点次	60	550	33000
2.3	涌水量监测	点次	3	340	1020
2.4	水质监测	点次	2	4230	8460
2.5	水量监测	点次	3	340	1020
2.6	地貌监测	点次	10	7362	73620
2.7	哺乳动物监测	点次	2	580	1160
2.8	鸟类监测	点次	2	400	800
2.9	两栖爬行类监测	点次	2	400	800
2.10	昆虫监测	点次	2	500	1000
2.11	植物遥感监测	点次	2	1500	3000
3	第三年				178968
3.1	不稳定地质体 XP1 监测	点次	14	550	7700

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标（金额元）	合计/元
3.2	地表变形监测	点次	84	550	46200
3.3	涌水量监测	点次	5	340	1700
3.4	水质监测	点次	2	4230	8460
3.5	水量监测	点次	5	340	1700
3.6	地貌监测	点次	14	7362	103068
3.7	哺乳动物监测	点次	3	580	1740
3.8	鸟类监测	点次	3	400	1200
3.9	两栖爬行类监测	点次	3	400	1200
3.10	昆虫监测	点次	3	500	1500
3.11	植物遥感监测	点次	3	1500	4500
4	第四年				157592
4.1	不稳定地质体 XP1 监测	点次	11	550	6050
4.2	地表变形监测	点次	66	550	36300
4.3	涌水量监测	点次	3	340	1020
4.4	水质监测	点次	2	4230	8460
4.5	水量监测	点次	53	340	18020
4.6	地貌监测	点次	11	7362	80982
4.7	哺乳动物监测	点次	2	580	1160
4.8	鸟类监测	点次	2	400	800
4.9	两栖爬行类监测	点次	2	400	800
4.10	昆虫监测	点次	2	500	1000
4.11	植物遥感监测	点次	2	1500	3000
5	第五年				161366
5.1	不稳定地质体 XP1 监测	点次	10	550	5500
5.2	地表变形监测	点次	78	550	42900
5.3	涌水量监测	点次	3	340	1020
5.4	水质监测	点次	2	4230	8460
5.5	水量监测	点次	3	340	1020
5.6	地貌监测	点次	13	7362	95706
5.7	哺乳动物监测	点次	2	580	1160
5.8	鸟类监测	点次	2	400	800
5.9	两栖爬行类监测	点次	2	400	800
5.10	昆虫监测	点次	2	500	1000

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标（金额元）	合计/元
5.11	植物遥感监测	点次	2	1500	3000
6	中远期				9192680
6.1	地表变形监测	点次	3360	550	1848000
6.2	涌水量监测	点次	140	340	47600
6.3	水质监测	点次	140	4230	592200
6.4	水量监测	点次	140	340	47600
6.5	地形地貌监测	点次	840	7362	6184080
6.6	哺乳动物监测	点次	140	580	81200
6.7	鸟类监测	点次	140	400	56000
6.8	两栖爬行类监测	点次	140	400	56000
6.9	昆虫监测	点次	140	500	70000
6.1	植物遥感监测	点次	140	1500	210000
	合计				9850700

（5）建设及施工场地征用费

①永久占地：未计；

②临时占地：未计。

（6）其他

①定额编制管理费：未计。

②工程质量监督费：不予计列。

③工程保险费：未计。

④其它税费：未计。

（7）基本预备费

本方案预备费仅包括基本预备费。

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

7、投资估算

地质环境工程总投资估算表由建安工程费、临时工程费、费用（其他独立费用）、预备费等部分组成。计算公式如下：

工程总投资=建安工程费+临时工程费+费用（其他独立费用）+预备费；

（二）矿山地质环境治理工程经费估算

1、总工程量

矿山地质环境保护与恢表复治理工程量见表 7-6。

表 7-6 商南县水沟钒矿矿山地质环境保护与治理工程量估算表

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标（金额元）	合计/元
1	第二年不稳定地质体 XP1 治理				80434.99
1.1	清方	m^3	30	16.83	504.9
1.2	土方开挖	m^3	78	27.23	2123.94
1.3	格宾笼石	m^3	135	564.49	76206.15
1.4	设置警示牌	处	2	800	1600
2	第三年地面塌陷范围治理				24191.74
2.1	刺丝围栏	m	400	47.55	19020
2.2	播撒草籽	hm^2	0.01	3574.27	35.74
2.3	植生袋绿化	m^2	55	35.2	1936
2.4	警示牌	个	4	800	3200
3	中远期地面塌陷范围治理				44599.35
3.1	刺丝围栏	m	837	47.55	39799.35
3.2	警示牌	个	6	800	4800
4	中远期硐口封堵工程				65762.09
4.1	浆砌石	m^3	102.32	417.71	42740.09
4.2	废渣	m^3	1023.2	22.5	23022
	合计				280750.26

2、投资估算

根据以上原则和计算方法，估算商南县水沟钒矿矿山地质环境保护与恢复治理工程总费用及分期费用，计算过程详见附表（矿山地质环境保护与治理工程投资估算表）。

表 7-7 矿山地质环境保护工程建筑工程单价汇总表

序号	工程项目名称	单位	单价（金额元）	其中（金额元）								
				人工费	材料费	机械使用费	其他直接费	间接费	利润	价差	税金	扩大
1	清方	m^3	16.83	5.9	0.65	3.41	0.7	0.91	0.81	1.66	1.26	1.53
2	土方开挖	m^3	27.23	18.1	0.18		1.28	1.66	1.49		2.04	2.48
3	废渣	m^3	22.5	6.48	1.25	7.38	1.06	1.37	1.23		1.69	2.05
4	格宾笼石	m^3	564.49	76.58	242.48	0.78	22.39	42.78	26.95	58.85	42.37	51.32
5	浆砌石	m^3	417.71	96.15	97.76	2.28	13.73	26.24	16.53	95.69	31.35	37.97
6	刺丝围栏	m	47.55	4.1	27.25		2.19	3.52	2.59		3.57	4.32
7	播撒草籽	hm^2	3574.27	400			28	44.94	33.11		268.29	324.93
8	植生袋绿化	m^2	35.2	3.23	18.92	0.51	1.59	2.54	1.87	0.23	2.64	3.2

通过矿山地质环境治理投资估算，本矿山总服务年限内的矿山地质环境治理工程总投资为 1425.02 万元，其中工程部分投资费用 1006.57 万元，临时工程费用 78.07 万元，独立费用 210.83 万元，预备费 129.55 万元，具体见表 7-8。

表 7-8 矿山地质环境保护工程静态投资总估算表

序号	投资或费用项目名称	建筑和安装工程投资	设备费	费用	合计	占工程总投资%
1	工程部分投资	1084.64		340.38	1425.02	100
1.1	建筑工程	1006.57			1006.57	70.43
1.2	机电设备及安装工程					-
1.3	金属结构设备及安装工程					-
1.4	施工临时工程	78.07			78.07	5.46
1.5	独立费用			210.83	210.83	15.01
	基本预备费			129.55	129.55	9.09
	工程部分静态投资				1425.02	100
	静态总投资（1+2）				1425.02	100
	工程总投资（3+4+5）				1425.02	100

经估算，矿山地质环境保护与恢复治理近期投资为 107.19 万元，中远期投资为 1316.74 万元，具体估算费用及恢复治理工程详见表 7-9。

表 7-9 地质环境保护与恢复治理工程投资计划表

编号	项目	建设工期（年）						合计
		近期（2025 年-2029 年）					中远期（2030 年-2100 年）	
		1	2	3	4	5	6	
1	建筑工程投资	3.07	20.98	20.31	15.76	16.14	930.31	1006.57
2	临时工程费	0.24	1.63	1.58	1.22	1.25	72.15	78.07
3	独立费用	0.65	4.47	4.33	3.36	3.44	194.57	210.82
4	基本预备费	0.4	2.71	2.62	2.04	2.08	119.71	129.56
5	静态总投资	4.36	29.79	28.84	22.38	22.91	1316.74	1425.02

二、土地复垦工程经费估算

（一）估算说明

1、编制原则

1）符合国家有关的法律、法规规定；

2）土地复垦投资纳入工程总估算；

3）以土地复垦设计方案为基础的原则；

4）工程建设与复垦措施同步设计、同步投资建设；

5）依据参照预算定额与经济合理相结合的原则；

6）指导价与市场价相结合的原则；

7）科学、合理、高效的原则。

2、编制依据

1）《商洛市工程造价管理信息》（2025年第3期）；

2）《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》（财综〔2011〕128号），自2011年12月31日发布之日起执行；

4）《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128号）；

5）《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128号）；

6）《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128号）；

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

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

9）国土资源部关于印发《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，2017年4月6日；

10）《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发（2021）1097号文）；

11）《水土保持工程概算定额》（水总〔2003〕67号）；

12）《土地开发整理项目预算编制实务》（2012年国土资源土地整治中心）；

13）《土地复垦方案编制实务》（2011年国土资源部土地整理中心）；

14）《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T1031.12011）；

15）《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国土资发〔2004〕22号）；

16、本方案设计的矿山土地复垦工程量。

3、取费标准和计算方法

根据《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》和《土地开发整理项目预算定额标准》（2012年），项目预算总投资由工程施工费、其他费用（包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费等）、复垦监测与管护费和预备费五个部分组成。

（1）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润、价差、税金和扩大费用组成。

①直接费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费和其他费用组成。依据财政部、国土资源部2011年颁发的《土地开发整理项目预算编制规定》及项目所在区域（本项目处于六类工资区，工资系数为1.0261），本方案的人工预算单价费用为甲类工取51.04元/工日、乙类工取38.84元/工日。按现行人工价与定额人工价之间差进行补差，进行价差补差后，人工估算单价为甲类146元/工日，乙类136元/工日。

人工费计算公式：人工费=工程量×定额人工费

材料费：主要材料参照《陕西省工程造价管理信息（2025年2月）》公布的材料价格（不含税）作为材料原价。次要材料预算价以当地市场调查价（不含税）为准。由于本方案工程所需材料都可就近在采购，运距短，且随需随买，因而材料预单价算价按照材料原价计算，不计材料包装费、运输保险费、运杂费及采购保管费。

其中主要材料如水泥、原木、炸药、汽油、柴油、砂子、碎石、块石以规定价进单价，预算价与规定价之差列入工程单价表中“价差”部分。

表7-10 主要材料估算价格汇总表

序号	名称	计量单位	预算价格（金额元）
1	商品有机肥	kg	1.00
2	树苗侧柏	株	8.00
3	树苗刺槐	株	9.50
4	草籽苜蓿	kg	28.00
5	柴油	kg	7.50
6	粗砂	m^3	116.00

7	块石	m^3	107.00
8	沥青	t	5000.00
9	板枋材	m^3	2000.00
10	水泥 42.5	t	350.00

机械台班费：依据财政部、国土资源部2011年颁发的《土地开发整理项目施工机械台班费定额》规定计算，施工机械使用费中耗用油料的费用，限价以内作为台班费定额，超出限价部分作为台班费差价列于相应部分。

电价为1元/kwh，风价为0.12元/m^3，水价取费为3.0元/m^3。柴油、汽油价按照规定价进施工机械台班费定额，预算价与规定价相差部分按价差处理，列入单价计算表中的“价差”部分。

施工机械费计算公式：施工机械费=工程量×定额施工机械使用费

措施费=直接工程费×措施费率

本项目措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费，项目区各费率标准详见表7-11。本项目不含混凝土及安装工程，不在夜间施工和特殊地区施工。因而，本项目措施费综合费率为3.6%。

表 7-11 措施费率表

工程类别		土方工程	石方工程	砌体工程	其他工程
计算基础		直接工程费	直接工程费	直接工程费	直接工程费
临时设施费	费率（%）	2	2	2	2
冬雨季施工增加费		0.7	0.7	0.7	0.7
施工辅助费		0.7	0.7	0.7	0.7
安全施工措施费		0.2	0.2	0.2	0.2

②间接费

间接费=直接费（人工费）×间接费率

本项目工程类别包含混凝土、石方、砌体三项，间接费率取值见表7-12。

表 7-12 间接费费率表

序号	项目类别	计算基础	间接费率
1	土方工程	直接费	5
2	石方工程	直接费	6
3	砌体工程	直接费	5
4	混凝土工程	直接费	6
5	农用井工程	直接费	8
6	其他工程	直接费	5
7	安装工程	人工费	6.5

③利润

按直接工程费与间接费之和乘以利润率计算，利润率为3%。

④ 差价

将项目主材按照预算价格与规定价格之差按价差处理，列入“价差”部分；台班费中汽油、柴油预算价与规定价之差列入“价差”部分

⑤ 税金

按照财政部、税务总局、海关总署《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部税务总局 海关总署公告〔2019〕39 号）增值税率调整为 9%，本方案按照税率 9%计算。

税金=（直接费+间接费+利润+价差）×9.0%。

⑥ 扩大费

依据《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》（陕国土资发〔2004〕22 号）规定，估算单价采用预算定额计算时乘以 1.155 的扩大系数。

（2）设备费

本项目不涉及设备的购置。

（3）其他费用

其他费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等组成。

①前期工作费

前期工作费指项目在工程施工前所发生的各项支出，包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费和项目招标代理费五项组成。

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

项目可行性研究费：按工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

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

项目设计与预算编制费：指项目承担单位委托具有资质的单位对土地复垦

工程进行分阶段的规划，编制阶段性实施方案及阶段预算书应支付的费用。按工程施工费与设备购置备之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算（项目地貌类型为丘陵/山区的可乘以1.1的调整系数），各区间按内插法确定。

项目招标代理费：以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

②工程监理费

指工程承担单位委托具有工程监理资质的单位，按国家有关规定对工程质量、进度、安全和投资进行全过程的监督与管理所发生的费用。以工程施工费与设备费之和为计算基础，采用分档定额计费方式计算，各区间按内系数。

③拆迁补偿费

项目不涉及拆迁补偿，故不计拆迁补偿费。

④竣工验收费

指工程完工后，因工程竣工验收、决算、成果管理等发生的各项费用。主要包括：工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费以及标识设定费。

工程复核费：工程承担单位完成土地复垦实施任务并向当地自然资源管理部门提出验收申请后，管理部门委托专业机构（第三方）对工程任务的完成情况，如净增耕地面积、工程数量、质量等，进行复核并编制相应报告所发生的费用。

工程验收费：指项目中间验收及竣工验收所发生的会议费、资料整理费、印刷费等。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

项目决算编制与审计费：指按相关管理办法及竣工验收规范要求编制竣工报告、决算以及审计所发生的费用。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

复垦后土地重估与登记费：指复垦完成后，主管部门对土地的重新评估与登记所发生的费用。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

标识设定费：指设立土地复垦标识牌及标识水利设施等所发生的费用。以

工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定律累进法计算。

⑤业主管理费

指业主单位在土地复垦工程立项、筹建、建设等过程中所发生的费用，包括工作人员的工资、工资性补贴、施工现场津贴、社会保障费用、住房公积金、职工福利费、工会经费、劳动保护费；办公费、会议费、差旅交通费、工具用具使用费、固定资产使用费、零星购置费；宣传费、培训费、咨询费、业主招待费、技术资料费、印花税和其他管理性开支等。业主管理费以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为基数，采用差额定律累进法计算。

（4）监测费与管护费

①复垦监测费

本工程监测费用由土地损毁情况监测费、土壤质量监测费和复垦植被监测费构成。监测单价计算取值详见表 7-13。

表 7-13 监测单价计算表

监测项目	单位	单价	备注
土地损毁监测	元/次	550	费用单价参照矿山当地市场价及执行价，具体见单价分析表
土壤质量监测	元/次	6361	费用单价参照矿山当地市场价及 21 预算标准，具体见单价分析表
复垦植被监测	元/次	550	费用单价参照矿山当地市场价及执行价，具体见单价分析表

表 7-14 土地复垦监测费估算明细表

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标（金额元）	合计/元
1	第一年				33144
1.1	地表损毁监测	点次	10	550	5500
1.2	土壤质量监测	点次	4	6361	25444
1.3	复垦植被监测	点次	4	550	2200
2	第二年				107204
2.1	地表损毁监测	点次	25	550	13750
2.2	土壤质量监测	点次	14	6361	89054

序号	项目名称	计量单位	工程量或设计参数	工程单价或单位投资扩大指标（金额元）	合计/元
2.3	复垦植被监测	点次	8	550	4400
3	第三年				111054
3.1	地表损毁监测	点次	30	550	16500
3.2	土壤质量监测	点次	14	6361	89054
3.3	复垦植被监测	点次	10	550	5500
4	第四年				112154
4.1	地表损毁监测	点次	30	550	16500
4.2	土壤质量监测	点次	14	6361	89054
4.3	复垦植被监测	点次	12	550	6600
5	第五年				109954
5.1	地表损毁监测	点次	30	550	16500
5.2	土壤质量监测	点次	14	6361	89054
5.3	复垦植被监测	点次	8	550	4400
6	中远期				1489362
6.1	地表损毁监测	点次	2100	550	1155000
6.2	土壤质量	点次	42	6361	267162
6.3	效果监测	点次	84	800	67200
	合计				1962872

②复垦管护费

管护工作包括除草、修枝、施肥、浇水、喷药、平岔、刷白等，浇水采用洒水车运水软管浇灌。具体费用计算可根据项目管护内容、管护时间和工程量测算。

管护工程量与最短管护时间随复垦区位条件、植被种类差异较大，对于一般地区管护时间为 3-5 年，本项目处于关中地区，按经验取 3 年。结合当地农业、林业管护工作的经验和当地的物价，林地管护综合单价 4119.14 元/hm^2（具体见单价分析表）。

（5）预备费

预备费是指考虑了矿山地质环境治理与土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致费用增加的一项费用。本方案基本预备费按工程施工费、设备费与其

他费用之和的 10%计取。

（二）矿山土地复垦工程经费估算

1、总工程量

土地复垦相关工程量见下表：

表7-15 商南县水沟钒矿土地复垦估算表

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
第一年					74936.63
1	第一年头道沟已堆放场地复垦				74936.63
1.1	头道沟已堆放场地表土回覆	m^3	996.9	40.15	40025.54
1.2	头道沟已堆放场地土地平整	hm^2	0.3332	21416.00	7135.81
1.3	头道沟已堆放场地土壤培肥	hm^2	0.3332	19928.59	6640.21
1.4	头道沟已堆放场地种植侧柏	株	531	13.90	7380.9
1.5	头道沟已堆放场地种植刺槐	株	830	15.82	13130.6
1.6	头道沟已堆放场地种植铁扫帚	hm^2	0.3332	1871.47	623.57
第二年					97772.22
2	第二年小凉水沟排渣场复垦				64955.93
2.1	小凉水沟排渣场表土剥离	m^3	148	4.87	720.76
2.2	小凉水沟排渣场表土回覆	m^3	977	40.15	39226.55
2.3	小凉水沟排渣场土地平整	hm^2	0.3753	21416.00	8037.42
2.4	小凉水沟排渣场土壤培肥	hm^2	0.3753	19928.59	7479.2
2.5	小凉水沟排渣场种植刺槐	株	600	15.82	9492
3	第二年 8 号硐口场地周边复垦				32816.29
3.1	8 号硐口场地周边表土回覆	m^3	438	40.15	17585.7
3.2	8 号硐口场地周边平整工程	hm^2	0.1462	21416.00	3131.02
3.3	8 号硐口场地周边培肥工程	hm^2	0.1462	19928.59	2913.56
3.4	8 号硐口场地周边侧柏	株	233	13.90	3238.7
3.5	8 号硐口场地周边刺槐	株	365	15.82	5774.3
3.6	8 号硐口场地周边苜蓿	hm^2	0.1462	1183.37	173.01
第三年					151676.15
4	第三年小凉水沟排渣场复垦				151676.15
4.1	小凉水沟排渣场表土剥离	m^3	157	4.87	764.59

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
4.2	小凉水沟排渣场表土回覆	m^3	1032	40.15	41434.8
4.3	小凉水沟排渣场土地平整	hm^2	0.3965	21416.00	8491.44
4.4	小凉水沟排渣场土壤培肥	hm^2	0.3965	19928.59	7901.69
4.5	小凉水沟排渣场种植刺槐	株	634	15.82	10029.88
4.6	截水沟基础开挖	m^3	246	103.53	25468.38
4.7	截水沟 M7.5 浆砌片石	m^3	94	587.26	55202.44
4.8	截水沟伸缩缝	m^2	11	216.63	2382.93
第四年					71548.22
5	第四年小凉水沟排渣场复垦				71548.22
5.1	小凉水沟排渣场表土剥离	m^3	163	4.87	793.81
5.2	小凉水沟排渣场表土回覆	m^3	1076	40.15	43201.4
5.3	小凉水沟排渣场土地平整	hm^2	0.4135	21416.00	8855.52
5.4	小凉水沟排渣场土壤培肥	hm^2	0.4135	19928.59	8240.47
5.5	小凉水沟排渣场种植刺槐	株	661	15.82	10457.02
第五年					150059.88
6	第五年小凉水沟排渣场复垦				150059.88
6.1	小凉水沟排渣场表土剥离	m^3	172	4.87	837.64
6.2	小凉水沟排渣场表土回覆	m^3	1136	40.15	45610.40
6.3	小凉水沟排渣场土地平整	hm^2	0.4365	1871.47	816.90
6.4	小凉水沟排渣场土壤培肥	hm^2	0.4365	19928.59	8698.83
6.5	小凉水沟排渣场种植刺槐	株	698	15.82	11042.36
6.6	截水沟基础开挖	m^3	246	103.53	25468.38
6.7	截水沟 M7.5 浆砌片石	m^3	94	587.26	55202.44
6.8	截水沟伸缩缝	m^2	11	216.63	2382.93
中远期					3025934.92
7	中远期堆矿场复垦				465393.68
7.1	堆矿场表土回覆	m^3	3429.3	40.15	137686.4
7.2	堆矿场平整工程	hm^2	1.1443	21416.00	24506.33
7.3	堆矿场培肥工程	hm^2	1.1443	19928.59	22804.29
7.4	侧柏	株	2358	13.90	32776.2
7.5	刺槐	株	15517	15.82	245478.94
7.6	铁扫帚	hm^2	1.1443	1871.47	2141.52

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
8	中远期小凉水沟渣场复垦	hm²			1569326.19
8.1	小凉水沟排渣场表土剥离	m³	2358	4.87	11483.46
8.2	小凉水沟排渣场表土回覆	m³	15517	40.15	623007.55
8.3	小凉水沟排渣场土地平整	hm²	5.9587	21416.00	127611.52
8.4	小凉水沟排渣场土壤培肥	hm²	5.9587	19928.59	118748.49
8.5	小凉水沟排渣场种植刺槐	株	9534	15.82	150827.88
8.6	截水沟基础开挖	m³	1414	103.53	146391.42
8.7	截水沟 M7.5 浆砌片石	m³	643	587.26	377608.18
8.8	截水沟伸缩缝	m²	63	216.63	13647.69
9	中远期头道沟后期堆放场地复垦				584855.88
9.1	头道沟场地后期堆放表土回覆	m³	7782.6	40.15	312471.39
9.2	头道沟场地后期堆放平整工程	hm²	2.5941	21416.00	55555.25
9.3	头道沟场地后期堆放培肥工程	hm²	2.5941	19928.59	51696.76
9.4	侧柏	株	4150	13.90	57685
9.5	刺槐	株	6485	15.82	102592.7
9.6	铁扫帚	hm²	2.5941	1871.47	4854.78
10	中远期矿区大门场地复垦				209586.98
10.1	矿区大门场地表土回覆	m³	2789	40.15	111978.35
10.2	矿区大门场地平整工程	hm²	0.9296	21416.00	19908.31
10.3	矿区大门场地培肥工程	hm²	0.9296	19928.59	18525.62
10.4	侧柏	株	1487	13.90	20669.3
10.5	刺槐	株	2324	15.82	36765.68
10.6	铁扫帚	hm²	0.9296	1871.47	1739.72
11	中远期采矿平硐周边场地复垦				70482.06
11.1	采矿平硐周边场地表土回覆	m³	940.8	40.15	37773.12
11.2	采矿平硐周边场地平整工程	hm²	0.3134	21416.00	6711.77
11.3	采矿平硐周边场地培肥工程	hm²	0.3134	19928.59	6245.62
11.4	侧柏	株	502	13.90	6977.8
11.5	刺槐	株	784	15.82	12402.88
11.6	苜蓿	hm²	0.3134	1183.37	370.87
12	中远期地面塌陷范围复垦				126290.13

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
12.1	播撒草籽	hm²	77.5	1629.55	126290.13
总 计		-	-	-	**3571928.02**

表7-16商南县水沟钒矿管护估算表

序号	单项名称	单位	工程量	综合单价（元）	合计（元）
1	第一年管护	hm²	1.2	1766.31	2119.57
2	第二年管护	hm²	1.5323	1766.31	2706.52
3	第三年管护	hm²	2.0538	1766.31	3627.65
4	第四年管护	hm²	1.2503	1766.31	2208.42
5	第五年管护	hm²	1.3315	1766.31	2351.84
6	中远期管护	hm²	89.289	4119.14	367793.89
合计					380807.89

2、投资估算

根据以上原则和计算方法，估算商南县水沟钒矿土地复垦工程总费用及分期费用，计算过程详见附表（土地复垦工程投资估算表）。本方案矿山土地复垦工程费用汇总表详见表 7-13。

通过复垦投资估算，矿山总服务年限内的土地复垦工程及监测工程投资估算费用静态总投资为750.93万元。其中，工程施工费591.56万元，其他费用91.10万元，预备费68.27万元。

表 7-17 土地复垦投资估算总表

编号	工程或费用名称	费用（万元）
一	工程施工费	591.56
二	设备费	
三	其他费用	91.10
四	监测与管护费	
（一）	复垦监测费	
（二）	管护费	
五	预备费	68.27
（一）	基本预备费	68.27
（二）	价差预备费	
（三）	风险金	
六	静态总投资	750.93

表 7-18 土地复垦投资计划表

编号	项目	建设工期（年）						合计
		近期（2025 年-2029 年）					中远期（2030 年-2100 年）	
		1	2	3	4	5	6	
1	工程施工费	11.02	20.78	26.63	18.59	26.23	488.31	591.56
2	其他费用	1.71	3.21	4.12	2.88	4.06	75.12	91.1
3	基本预备费	1.27	2.40	3.08	2.14	3.03	56.35	68.27
4	静态总投资	14.00	26.39	33.83	23.61	33.32	619.78	750.93

三、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

将矿山地质环境恢复治理估算经费和土地复垦估算经费汇总得到本方案的**静态总费用为2175.95万元**。

土地复垦静态总费用750.93万元，复垦土地静**态亩均投资5529.31元/亩。**

表 7-19 各阶段矿山地质环境治理与土地复垦投资估算统计表

阶段	规划年度	估算经费（万元）		
		地质环境恢复治理	土地复垦	合计
近期	2025 年～2029 年	108.28	131.15	239.43
中远期	2030 年～2100 年	1316.74	619.78	1936.52
合计		1425.02	750.93	2175.95

（二）近期年度经费安排

该项目全部恢复治理与土地复垦费用由旬阳市金鑫矿业有限公司负责筹资并实施，各年度工作安排及投资计划详见表7-20。

表 7-20 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	治理工程类别	年度投资（万元）	总计（万元）
第一年	矿山地质环境保护工程	4.36	18.36
	土地复垦工程	14.00	
第二年	矿山地质环境保护工程	29.79	56.18
	土地复垦工程	26.39	
第三年	矿山地质环境保护工程	28.84	62.67
	土地复垦工程	33.83	
第四年	矿山地质环境保护工程	22.38	45.99
	土地复垦工程	23.61	
第五年	矿山地质环境保护工程	22.91	56.23

	土地复垦工程	33.32	
合计	矿山地质环境保护工程	108.28	239.43
	土地复垦工程	131.15	

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

（一）管理机构的主要任务

按照”谁开发，谁保护、谁破坏，谁治理”和”谁损毁，谁复垦”原则，旬阳市金鑫矿业有限公司为商南县水沟钒矿地质环境保护与土地复垦义务人，矿山地质环境保护与土地复垦工作实施由复垦义务人自行复垦方式，并具体负责组织协调勘察、设计、施工等方面的相互配合，保质、保量、按期完成治理工程的施工任务，规范化矿山地质环境治理与土地复垦资料，包括勘察、设计、施工日志、竣工验收资料，以及治理过程工程量及经费要及时整理、归档，便于后期国土资源主管部门核查。做到以下几点：

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，实行法人负责制，矿山企业法人是矿山地质环境保护与土复垦的第一责任人。

2、矿山企业建立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）管理机构的分工

1、小组成员及任命

组长：何毅

副组长：彭军锋、时协勇、周锡城

成员：张新、朱开科、翁新建、程良广、任奎、韩耀峰

2、职责

组长：

由总经理何毅担任矿山地质环境恢复治理领导小组组长，全面负责矿山地质环境恢复境治理的建设工作，对矿山地质环境总体工作进行监督、检查、调研和指导。副组长：

副总经理彭军锋负责矿山地质环境恢复治理的工作方针、政策、法律法规、规章制度、措施的研究、制定以及推进矿山地质环境建设的全面实施。

副总经理时协勇负责选冶厂生产范围内地质环境建设要求的实施，管理以及建设方案的制定与优化。

副总经理周锡城负责生活、办公、供销工作区域范围内的地质环境建设工程的实施管理及建设方案的制定与优化同时负责地质环境保护方面的宣传和后勤保障工作。

成员：

张新负责尾矿库、排渣场地质环境建设的管理与实施同时有效落实安全管理，环保制度的修定、宣传。

朱开科主要负责选冶厂地质环境建设要求的具体实施。翁新建主要负责办公生活区地质环境要求的具体实施同时负责了解相关政策、规定的学习与宣传，相关资料档案的建设及相关工程建设完成后的申报。

程良广、任奎负责矿山范围内地质环境治理要求的具体实施。

韩耀峰负责矿山地质环境治理方面费用的保障工作以及相关财务资料的收集与建档。

二、技术保障

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

2、制定各工作阶段具体实施计划方案，做到工作前技术准备充分，工作中技术落实准确，工作后技术总结全面。工作过程及总结工作中出现的技术问题，及时向上级咨询改进，制定改进工作方法及手段，保证各项工作技术可行可靠。

3、技术人员配备到位，严格按照设计制定的技术人员实施，确保人员技术水平；技术设备配备、管理到位，配备充足的技术及施工等设备和满足本项目精度要求的信息设备，保障其正常运行，确保工作进度和数据资料的准确可靠。

4、实施过程中严格按照项目合同、项目设计书和有关规范、标准执行，技术管理到位，认真、及时、全面地检查、验收，发现技术质量问题严格按照有关技术要求及时纠正；在自检自查的同时进行互查互检，及时解决难点及技术问题。资料整理过程中，严格执行校对、审核制度，做到质量层层把关。

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

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

7、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。

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

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

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

11、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

三、资金保障

依据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》，矿山企业按规定计提基金。基金按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理。

基金使用范围如下：

1、因矿山建设和开采引发的矿山不稳定地质体、地面塌陷及裂缝、地形地貌景观与含水层破坏、地表建构筑物与植被损毁等保护和治理恢复的支出；

2、因矿山建设和开采造成的土地资源损毁等复垦的支出；

3、矿山地质环境与土地复垦监测和管护工程的支出；

4、矿山进行开发式治理的支出；

5、矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程勘查、设计、竣工验收等的支出。

（一）资金来源

本项目资金全部由旬阳市金鑫矿业有限公司提供，旬阳市金鑫矿业有限公司根据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规〔2024〕1757 号）要求建立了”矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金（以下简称基金）”账户，把矿山地质环境保护与土地复垦费用纳入生产建设成本，按月计提基金费用，专项用于该工作的实施。

（二）资金计提

1.规定基金计提系数

按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕自然资规〔2024〕1757 号）第八条要求：“销售原矿的每月按照实际计提基数、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等核算提取基金”，本项目属陕南地区，开采矿种为金，开采方式为地下开采，其矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金计提系数为：地区系数为 1.2，矿种系数为 1.5%，开采系数为 1.0。

2.按原矿销售计提费用测算

根据陕西省自然资源厅、财政厅、生态环境厅、林业局关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》的通知（陕自然资规〔2024〕1757号），结合商南县水沟钒矿矿山实际情况具体计提恢复治理基金计算如下：

基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数

矿山生产规模为33万吨/年计算，年计提基金费用见表8-1。

表 8-1 文件规定计提基金费用估算表

月销售（t）	销售价（元/t）	矿种系数	开采系数	地区系数	月提取基金（元）	占销售收入	元/t
		1.5%	1.0	1.2			

3.基金计提计划

根据矿山地质环境治理工程投资，矿山地质环境治理及土地复垦费用静态总投资 2175.95 万元，剩余可采矿石量　　万吨，投资经费折合吨矿石价格　　元/t，低于　　元/t，但是考虑到矿山近期停产，后续复产后按照月销售额进行基金的计提。

（三）资金提取及存储

旬阳市金鑫矿业有限公司已在银行设立对公专用账户-矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金账户，用于计提基金的存储和支付管理。

矿山财务部门已按照会计准则，单独设置”矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金”会计科目，单独反映基金的提取与使用情况。财务部门应在年度财务预算中编制基金年度提取和使用计划。

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

（四）资金管理及使用

（1）矿山地质环境治理与土地复垦费用专用账户应按照”企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理，并建立了规范有效的专项费用使用财务管理制度，规范基金管理，明确基金提取和使用的程序、职责及权限，按规定提取和使用基金。制定专项资金使用”五专”（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制。

（2）矿山地质环境治理与土地复垦基金专项用于矿山地质环境治理与土地复垦开发式治理等工程，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用。

（3）矿山企业应根据自然资源主管部门公告的本方案编制年度实施方案并明确基金使用计划，年度实施方案内容包括本年度矿山地质环境治理与土地复垦基金提取，使用情况，下一年度实施方案和基金使用计划。

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

（5）完成矿山地质环境治理与土地复垦工程后，应及时向自然资源主管部门提出验收申请。验收合格后，可取得工程质量验收合格确认书，据此可核算基金使用情况。

（6）为使广大群众真正了解参与到复垦工作中，商南县水沟钒矿将对各土地复垦阶段实施计划及资金使用情况进行公示，并在方案实施阶段招募当地群众参加复垦工作，让公众切身了解复垦资金的使用是否真正落到实处。如发现

资金的使用与实际复垦有重大不符情况，公众可向相关主管部门反映，发挥监督作用，确保复垦资金合理有效利用。

（五）费用审计

商南县水沟钒矿将按年度对矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提取、使用情况进行内部审计，将审计结果于每年的 12 月 31 日前报送商南县自然资源局主管部门审计或复核。

四、监管保障

1、矿方将委托有资质的单位进行矿山地质环境治理工程与土地复垦规划设计、工程监理。

2、土地复垦前，邀请自然资源管理部门组织进行矿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。

3、实行工程监测制度

本方案实施严格的监测制度，并按方案中的监测要求编制监测计划并实施；监测成果应进行统计和对比分析，作出简要评价，并定期报送当地土地行政主管部门；在土地复垦工程竣工验收时，监测单位应提交竣工验收监测专题报告。

4、实行工程监理制度

土地复垦工程实施严格的招投标与目标责任制度。施工中进行工程监理，按监理的工作程序、工作标准和监理工作规定开展本方案土地复垦监理工作，对工程的进度、质量、投资实时控制，负责土地复垦工程施工的安全监理。

5、验收制度

实行严格的工程验收制度，复垦工程将严格按照”复垦方案”的技术要求执行，制定严格的工程考核制度。在验收中，应严格验收制度，验收人员对照复垦单元措施逐项核实工程量，鉴定工程质量，填报验收表，写出验收总结，验收不合格，应限期整改。定期向自然资源主管部门报告土地复垦工程的实施进展情况、存在的问题，结合工程进度提出具体的改进和补救措施，确保复垦工程的全面完成。

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

7、旬阳市金鑫矿业有限公司作为采矿权人，需认真履行相关责任，积极做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。若未按矿山地质环境保护与土地复垦方案要求履行矿山环境治理和土地复垦义务的，或对地形地貌、植被景观等自然环境造成较大破坏而未及时治理恢复，将进入异常名录。

五、效益分析

（一）社会效益

矿区地质环境保护与土地复垦工程实施的社会效益包括以下三方面：

（1）消除、预防矿山工程建设及运行期间不稳定地质体发生，确保人民生命财产的安全。

（2）确保矿区水土资源不受矿山活动影响，及时恢复矿区地形地貌景观

（3）通过地质环境治理、土地复垦，缓解矿山企业与周围民众的矛盾，密切矿农关系，同时促进了矿区及商南县水沟钒矿经济持续发展。

（二）环境效益

“绿水青山，就是金山银山”，项目区属秦岭南麓，生态环境保护任务尤为重要采取治理措施后，压占损毁的土地得到复垦，林地、旱地面积增加，地表植被覆盖率得到了提高，有利于水土保持及生态环境的改善。

（1）通过土地复垦和地质环境治理，完成生态重建任务，提高矿区植被覆盖度美化矿区环境，降低了矿业开发对环境的负面影响。

（2）复垦后这废弃的采矿用地完成了复绿，改善了矿区生态环境同时，提高了当地的经济保障水平。

（3）有效防止矿山岩土侵蚀和水土流失，减轻水体影响程度，保护周围群众的饮水和粮食安全。

（4）土地复垦通过对生态系统的重建，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。

（三）经济效益

本方案充分考虑了矿山现状及可能发生的地质环境与土地损毁问题，因地制宜地部署了矿山地质环境治理与土地复垦工程，既保证了高质量的治理效果，又可以很好地节约治理费用。具体表现在以下方面：

1、商南县水沟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、商南县水沟钒矿矿山地质环境保护与土地复垦的实施，可减少不稳定地质体对人民生命财产的威胁，也就减少了损失。

3、土地复垦工程的经济效益体现在直接经济效益以及间接经济效益两个方面。其中，直接经济效益是指通过土地复垦工程对土地的再利用带来的农业产值。间接经济效益是通过土地复垦工程实施而减少的对环境破坏等需要的生态补偿。

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地征求相关政府、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。

（一）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，以便为公众调查做好动员和准备，动员广大群众积极参与。

2、公众意见征询

本次公众意见征询采用走访、集体座谈会的形式开展。主要有以下几项：

（1）征询过凤楼镇自然资源所、商南县自然资源局相关管理人员的意见，认真听取了相关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：①土地复垦尽量不要造成新的土地损毁；②损毁的土地要得到切实的复垦，复

垦工程种植的植被要完全符合当地的生态环境等；③复垦设计要通过政府部门审批。

（2）征询过凤楼镇政府及环境保护部门的意见，了解了矿区土地复垦后对环境改善要求的最低限度，要求企业开展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、坪坎镇碾子坝村委会组织当地群众，召开了座谈会，详细介绍商南县水沟钒矿矿山地质环境保护与土地复垦项目的基本情况、工程规模、对当地可能带来的有利和不利影响等，广泛征询群众对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项目土地复垦的要求，编制了《旬阳市商南县水沟钒矿土地复垦方案公众参与调查表》，以全面了解矿区公众对地质环境与土地复垦的详细意见，土地复垦方案公众参与调查表样式见表8-2。

3、调查结果及统计分析

在调查过程中，共发放《商南县水沟钒矿矿山地质环境保护与土地复垦方案公众参与调查表》25份，收回25份，回收率达到100%。被调查对象主要为留凤关镇寺沟村村民、村干部及矿山职工等（见附件）。调查对象普遍认为矿区环境质量相对较好；存在的环境问题为植被破坏、土地损毁对生活造成影响的主要为土地损毁、植被破坏、安全问题、道路拥挤；对复垦工作100%支持。

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）被调查人员全部赞成该土地复垦项目建设；

（3）土地复垦工作最好由当地村民委员会和村民组织实施，或者委托专业复垦公司实施。

（4）复垦质量验收必须做到矿山企业、政府部门与村民共同参与。

（5）矿山企业出资复垦，资金要有保证。

5、公众参与调查结论

本次公众参与调查范围广，方法适当，调查对象基本覆盖了该项目主要影响的村镇村民、地方自然资源部门和环境部门等，调查人群代表性强，公众参与调查表回收率高，调查结果是客观公开的。通过公众参与调查，可以认为：

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

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

（3）项目建设得到周边公众的普遍关心，关心的问题涉及了该项目建设可能带来的不利影响的主要方面，也是该项目建设过程中设计、施工以及环境保护中的核心问题。通过调查及座谈了解到，矿区及周边民众对商南县水沟钒矿的生产建设比较关注，普遍认为矿山建设促进了本地区经济的发展，给周边群众提供一定的工作机会，支持矿山生产建设。但也明确提出了矿山开采会带来一系列问题，他们比较关注的问题主要是矿山可能引发的不稳定地质体、对水土环境造成影响和对土地造成损毁。对关注的问题，他们给出了一些重要的意见和建议，希望工程实施过程中要充分考虑周边群众的切身利益，避免给群众的生命和财产造成损失。经统计，大多数被调查者愿意对矿山地质环境保护与土地复垦工作进行监督。

表 8-2 商南县水沟钒矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）

公众参与调查表

姓　名		性别	男□女□	民族		年龄	
家庭住址							
联系方式			文化程度			工种	

1 目前您认为项目区环境质量如何？

□ 环境质量良好　□ 环境质量较好　□ 环境质量一般　□ 环境质量较差

2 矿山开采后，您认为区域存在的主要环境问题：

□ 不稳定地质体　□ 水影响　□ 土地影响　□ 生态损毁 □ 无环境问题

3 您是否了解该项目土地复垦的相关政策及有关复垦措施：

□ 了解　　□ 了解一些　　□ 不了解

4 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：

□ 土地损毁 □ 施工扬尘 □ 施工废水 □ 施工期的安全问题 □ 施工车辆造成现有道路拥挤

□ 增加工作机会　□ 其它

5 土地损毁后，您认为下列哪些方面对您的生活有影响：

□ 农田耕种　□ 林业栽植　□ 安全方面　□ 居住环境方面

6 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：

□ 复垦造地　□ 企业赔偿　□ 政府补偿　□ 其它

7 矿山的建设及开发是否对区域生态环境造成影响：

□ 有影响，影响较大　□ 有影响，影响较小　□ 无影响

8 您认为土地压占或损毁后应如何处理？

□逐年赔偿损失 □一次性赔偿损失 □复垦并补偿 □补偿并安置生产

9 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？

□ 农民自己 □土地部门　□ 建设单位

10 您对该项目土地复垦持何种态度：

□ 坚决支持　□ 有条件赞成　□ 无所谓　□ 反对

11 您认认为何种复垦方式可行？

(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；□

(2) 损毁单位出资，农民复垦，出资单位与土地部门共同验收；□

(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；□

(4) 以上三种方式，根据实际情况均可以接受。□

12 您对该项目土地复垦有何建议和要求：

调查单位：咸阳西北有色七一二总队有限公司　　调查日期：

调查人：　　联系电话：

（二）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环境治理与土地复垦的施工。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、自然资源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，以更好地监督工作能按方案执行，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、不稳定地质体、工程进度、工程措施落实、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恢复治理工作中。

（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

监理小组定期对恢复治理工程进行检查，对比报告，看是否按照报告中的复垦和治理标准进行施工，并对不符合当地的复垦治理措施提出改正意见。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恢复治理施工期间公众参与调查的实际，土地复垦与治理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；自然资源部门和当地农民代表的参与对施工期间的非法用地具有有效的抑制作用：通过当地农民对复垦区域与治理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。

（三）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自然资源部门、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。并且提高地质环境保护与土地复垦建设单位委托的建设施工人员在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、了解金矿生产工艺及损毁土地复垦措施落实情况，听取项目建设单位关于项目地质环境恢复治理、土地复垦情况及治理标准要求介绍和县自然资源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。工程施工期间，按照分组分区复垦治理，对各区承担施工任务的单位、工程项目和资金进行公开，这样大公众可以对各区土地复垦治理效果评出优劣，对于工程质量好，进度快的施工单位，下期任务中优先考虑。

（四）复垦土地权属调整方案建议

1、权属调整的原则

以有关法律法规和有关权属文件精神为依据；必须兼顾国家、集体、农民的根本利益；公平、公正、公开、充分保障广大农民的利益；尊重农民意愿，确保农村土地家庭联产承包责任制；坚持集体土地总面积不变；保障复垦治理后土地的设计质量；尊重历史、尊重传统和习惯：有利于土地规模化、集约化经营。

2、权属调整的依据和程序

根据自然资源部资发（1999）358 号文件精神，土地复垦工作中，一定要注意保护土地产权人的合法权益。在土地复垦之前，核实集体所有土地及土地使用者使用的土地的数量、质量、用途、位置，查清土地使用者的权属状况及证件，对土地复垦区的土地登记做到必要的限制，非特殊情况不允许进行变更

登记。土地复垦后要确保土地承包人的合法权益，以土地复垦前后土地评估结果为依据进行再分配，保证数量有增加、质量有提高。

3、权属调整方法

矿区复垦后土地权属调整，根据土地管理有关政策、文件，拟采用以下措施：

（1）由土地复垦工作领导小组负责矿区土地权属调整的组织协调工作。

（2）土地复垦后的农用地分配，坚持参与土地复垦各方土地总面积不变和集中连片、便于利用的原则，参照土地综合评价结果，按矿区内各组织的原有土地比例，根据路、沟等线状地物重新调整权属界线，确立边界四至，埋设界。

（3）涉及农民承包调整的，由乡村集体经济组织依据复垦前与承包人签订的协议重新调整并登记造册。

4、土地调整的方案

项目区土地权属界址清楚，无权属争议土地，复垦后，土地权属仍然归项目区所在的村组集体所有。其权属调整具体方案如下：

（1）土地复垦项目工程进行时，县自然资源管理部门应对复垦前后的土地进行综合评价，作为实施复垦后土地分配方案的参考或修正依据

（2）土地复垦后的农用地分配，坚持参与复垦各方土地总面积不变和集中连片、便于利用的原则。

（3）以上的土地权属调整方案应征得三分之二以上村民代表或村民会议三分之二以上成员讨论并由村（居委会）组集体决定。

第九章 结论与建议

一、结论

（一）矿山地质环境影响评估

1、评估级别

商南县水沟钒矿为一地下开采的大型矿山，矿山剩余可采矿石量 万吨，考虑地质影响系数以及开采损失，按照 33 万吨/年生产规模，计算矿山剩余服务年限，按 70 年计，评估区为较重要区，矿区地质环境条件复杂，评估级别为一级。评估区总面积为 698.68hm^2。

2、现状评估

评估区地质环境影响程度现状评估分区可分为 2 个级别 5 个区块，其中影响严重区 4 个区块（XA1～XA4）总面积 29.55hm^2，占评估区面积的 4.23%，位于矿山的选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、头道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区道路、矿区大门场地、地面塌陷区；影响较轻区 1 个区块（XC1），总面积 669.13hm^2，占评估区面积的 95.77%，为矿山其它区域。

3、预测评估

评估区地质环境影响程度预测评估分区可分为 2 个级别 5 个区块，其中影响严重区 4 个区块（YA1～YA4），总面积 103.41hm^2，占评估区面积的 14.80%，位于矿山的选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、头道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区道路、矿区大门场地、地面塌陷区；影响较轻区 1 个区块（YC1），总面积 595.27hm^2，占评估区面积的 85.20%。

（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：已损毁土地面积为 30.1248hm^2，其中选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、头道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区大门场地、地面塌陷区损毁程度为重度，矿区道路损毁程度为中度。

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73.8655hm²，损毁类型主要为塌陷，损毁地类为林地，损毁程度为重度。

（三）矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

1、矿山地质环境治理分区

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2个级别5个区块。其中，重点防治区4个（AH1～AH4），总面积103.41hm²，占评估区面积的14.80%，位于选厂二车间、堆矿场、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、小凉水沟渣场、炸药库、头道沟场地、采矿平硐工业场地、矿区道路、矿区大门场地、地面塌陷区：一般防治区1个（CH1），总面积595.27hm²，占评估区总面积的85.20%。

2、土地复垦责任范围

复垦责任范围内的小凉水沟渣场、头道沟场地、堆矿场、矿区大门场地、采矿平硐工业场地及塌陷区，面积总计90.5393hm²，复垦责任主体为旬阳市金鑫矿业有限公司。

（四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

1、矿山地质环境治理工程

根据矿山地质环境问题，部署了近期（2025～2029年）、中远期（2030～2100）矿山地质环境治理工程。

近期矿山地质环境治理工程措施：对不稳定地质体XP1进行格宾挡墙护坡工程+设立警示牌，在开采区地面移动影响范围各道路入口设置安全警示牌、刺丝围栏、播撒草籽、植生袋绿化。

中远期矿山地质环境治理工程：地质环境问题的监测、巡查，矿山地面工程的拆除。

2、矿山土地复垦

根据矿区范围内现有土地利用现状以及拟损毁土地分析与预测结果，确定复垦区面积103.9903hm²，去除办选厂二车间、选厂生活区、选厂一车间、矿山生活区、头道沟场地、矿山道路、已复垦的小凉水沟渣场，复垦责任范围内的小凉水沟渣场、头道沟场地、堆矿场、采矿平硐工业场地、矿区大门场地及地

面塌陷范围总计 90.5393hm^2，复垦责任主体为商南县水沟钒矿，复垦责任范围内损毁土地复垦率为 100%。

3、矿山地质环境监测工程

全区共布设地质环境监测点 12 处，其中不稳定地质体监测点 7 处，含水层监测点 2 处，水质监测点 2 处，地形地貌监测点 1 处。

4、矿区土地复垦监测和管护

本项目复垦监测对象为采矿平硐工业场地、小凉水沟渣场、临时渣堆及地面塌陷范围及影响区。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。

管护措施主要是对乔木林地和草地的管护，面积为共 91.7393hm^2。

（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 **2175.95** 万元，剩余可采矿石量　　万吨，投资经费折合吨矿石价格　　元/t。其中：

1、矿山地质环境治理工程总投资为 1425.02 万元，其中工程部分投资费用 1006.57 万元，临时工程费用 78.07 万元，独立费用 210.83 万元，预备费 129.55 万元。

2、土地复垦工程总投资费用为750.93万元。其中，工程施工费591.56万元，其他费用91.10万元，预备费68.27万元。复垦土地总面积为90.5393hm^2。复垦费用为750.93万元，复垦土地**静态亩均投资5529.31元/亩。**

二、建议

1、矿山地质环境治理与土地复垦是一项长期工作，实施过程中难免对周边村民的生产生活产生影响，工程实施前，建议企业管理人员及时与当地村民处理好相应关系确保矿山地质环境治理和土地复工作顺利实施。

2、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。

3、应加强矿区地质环境管理，严格规划、规范人类工程活动。把地质环境问题的防治与矿区发展建设协调统一起来，使资源开发、地质环境保护及人类工程活动三者达到动态平衡，促进矿区生态环境向良性转化。

4、本方案不代替相关工程勘查、治理设计。矿山企业应邀请有资质的相关单位开展区内地质灾害专项勘察设计工作，在实施过程中，要根据有关规程规范开展进一步工作，加强地质环境监测 工作，并经行政主管部门审查通过后方可进行。

5、在《方案》适用期内，若矿山范围变更、矿山开采规模及开采方式有变动时，应重新编写本方案。