宝鸡市长乐透辉石矿有限公司

上刃集沟透辉石矿

矿区生态修复方案

宝鸡市长乐透辉石矿有限公司

2026 年 11 月

宝鸡市长乐透辉石矿有限公司
上刃集沟透辉石矿
矿区生态修复方案

编　制　单　位：陕西工程勘察研究院有限公司

法 定 代 表 人：黄立新

方案编制负责人：张　浩

主要编写人员：施　虎　闵瑶臻　全　岩　梁　晨

矿区生态修复方案编制信息表

<table>
<tr><td rowspan="8">采矿权人信息</td><td colspan="2">采矿权人名称</td><td colspan="4">宝鸡市长乐透辉石矿有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">统一社会信用代码</td><td colspan="2">916103046879895123</td><td>联系人</td><td>陈长城</td></tr>
<tr><td colspan="2">联系地址</td><td colspan="2">陕西省宝鸡市陈仓区拓石镇仙龙村</td><td>联系电话</td><td>13325375333</td></tr>
<tr><td colspan="2">采矿权证证号</td><td colspan="2">C6103042010097120083481</td><td>开采方式</td><td>露天开采</td></tr>
<tr><td>采矿权面积</td><td>0.2485 km²</td><td>采矿权拐点坐标</td><td colspan="3"></td></tr>
<tr><td colspan="2">采矿权有效期限</td><td colspan="4">自 2019 年 5 月 29 日起至 2026 年 5 月 29 日</td></tr>
<tr><td colspan="2">开采主矿种</td><td colspan="2">透辉石</td><td>其他矿种</td><td>/</td></tr>
<tr><td colspan="2">方案编制情形</td><td colspan="4">☐首次申请采矿许可 ☐扩大开采区域 ☐缩小开采区域
☐变更开采方式 ☐变更开采主矿种 ☐延续 ☑其他</td></tr>
<tr><td rowspan="15">方案编制单位</td><td colspan="2">单位名称</td><td colspan="4">陕西工程勘察研究院有限公司</td></tr>
<tr><td colspan="2">统一社会信用代码</td><td colspan="2">91610000435230438H</td><td>联系人</td><td>张　浩</td></tr>
<tr><td colspan="2">联系地址</td><td colspan="2">西安市碑林区含光路中段 19 号</td><td>联系电话</td><td>18302950056</td></tr>
<tr><td colspan="6">编制负责人</td></tr>
<tr><td>姓名</td><td>身份证号</td><td>专业</td><td>职务/职称</td><td>联系电话</td><td>签 名</td></tr>
<tr><td>张　浩</td><td></td><td>水工环地质</td><td>高级工程师</td><td>18302950056</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">主要编制人员</td></tr>
<tr><td>姓名</td><td>身份证号</td><td>专业</td><td>职务/职称</td><td>联系电话</td><td>签 名</td></tr>
<tr><td>施　虎</td><td></td><td>水工环地质</td><td>高级工程师</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>闵瑶臻</td><td></td><td>水工环地质</td><td>高级工程师</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>梁　晨</td><td></td><td>水工环地质</td><td>工程师</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>全　岩</td><td></td><td>水工环地质</td><td>助理工程师</td><td></td><td></td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

宝鸡市长乐透辉石矿有限公司

上刃集沟透辉石矿矿区生态修复方案

专家组评审意见

2026年10月20日，宝鸡市自然资源和规划局邀请有关专家（名单附后），在宝鸡市召开会议，对宝鸡市长乐透辉石矿有限公司委托陕西工程勘察研究院有限公司编制的《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区生态修复方案》（以下简称《方案》）进行了评审。会前部分专家到矿山进行了实地考察，专家组在听取编制单位汇报、审阅《方案》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16份，完成调查面积90.97hm^2，采矿活动影像范围面积26.33hm^2，地质环境调查点16个、土地复垦调查点22个、生态环境调查点9个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表等齐全，编制格式符合《矿区生态修复方案编制指南（临时）》要求。

二、《方案》编制依据充分，编制目的、服务年限明确，矿区生态修复部署合理。根据《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿开采方案（变更）》及《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿资源储量分割说明书》，截至2025年12月31日，矿山保有资源量　　万吨，生产规模15万吨/年，剩余可采储量　　万吨，剩余服务年限3.5年。考虑到闭坑施工期0.5年，监测与管护期3年，确定《方案》服务年限为7年（2027-2033年），方案适用期5年（2027-2031年），方案编制基准年为2025年，《方案》实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其他基础信息叙述较完整。矿山处于停产状态，生产规模15万吨/年，矿区面积0.2485km^2，开采透辉石，开采标高1486-1110m。土地利用现状叙述清晰，矿山属于露天开采，采用露天高边坡分层采矿法。根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为1.5%（建材非金属矿山），开采系数为3.0（露天高边坡采矿法，高差>15米），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基本正确，基本情况调查监测指标基本明确。综合采矿活动、土地损毁及其对生态服务功能影响范围，确定采矿活动影响范围26.33hm^{2}合理。

五、矿山地质环境现状问题识别与受损预测基本合理。现状问题诊断评价将采矿活动影响范围划分为2级5个区：2个严重区，面积2.36hm^2，占比8.96%，3个轻度受损区面23.97hm^2，占比91.04%；受损预测将采矿活动影响范围划分为2级5个区：3个严重区，面积3.23hm^2，占比12.27%，2个轻度受损区面23.10hm^2，占比87.73%。

六、矿山土地损毁问题识别和受损预测较为合理，土地损毁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。矿山共损毁土地5.59hm^2，其中已损毁土地2.36hm^2，均为挖损损毁，损毁程度为重度；拟损毁土地3.23hm^2，其中挖损损毁2.95hm^2，压占损毁0.28hm^2，损毁程度均为重度；无重复损毁土地。土地权属清晰，复垦区及复垦责任明确，复垦区范围由损毁土地构成，共计5.59hm^2，本期《方案》服务期结束后，矿山地面设施不留续使用，复垦责任范围面积5.59hm^2。

七、植被等损毁问题识别和受损预测较为合理。现状问题识别与受损预测结论基本正确，矿山露天开采挖损区域对植被损毁的程度为重度，面积为5.31hm^2，占比20.17%；地面工程压占区域对植被损毁的程度为重度，面积为0.28hm^2，占比1.06%，其他区域面积20.74hm^2，占比78.77%。

八、矿区生态修复分区合理。《方案》将采矿活动影响范围划分为生态重建区和自然恢复区2类6个区，其中生态重建区4个，面积5.59hm^2，占比21.33%；自然恢复区2个，面积20.74hm^2，占比78.77%。

九、矿区生态修复技术经济与目标方向可行，参照生态系统关键属性指标及标准合理，具备矿山边开采、边修复条件。

十、《方案》提出的矿区生态修复工程量明确，时序安排合理，具有可操作性。地貌重塑工程包括：截水沟、警示牌、护脚浆砌石挡墙、危岩清理、排水沟、土袋挡墙等；土壤重构工程包括：表土剥离、覆土、土地平整、土壤培肥；植被重建工程包括：林地恢复；监测工程包括：矿山地质环境、土地资源、生态系统监测；管护工程包括：生态

修复后林地管护。近期各年度矿区生态修复任务安排及工作量见表1。

表1　适用期各年度矿区生态修复任务表

年度	地质环境治理工程	土地复垦工程	监测及管护工程
第一年	（1）KT1东侧露天采场（1采区）设置警示牌3个，对BY不稳定地质体设置警示牌2个；（2）KT1东侧及KT2露天采场外围设置截水沟760m，其中C20砼250.04m³，碎石垫层107.92m³，土方开挖625.48m³，土方回填68.40m³，伸缩缝25.08m²；KT1西侧露天采场平台内侧设置排水沟385m，其中C20砼71.23m³，碎石垫层30.42m³，土方开挖180.95m³，土方回填26.95m³，伸缩缝7.12m²；（3）KT1西侧及KT1东侧露天采场下部一级斜坡坡脚设置护脚浆砌石挡墙235m，其中M7.5浆砌片石277.30m³，碎石垫层49.35m³，土方开挖420.65m³，土方回填233.25m³，伸缩缝27.73m²。	（1）对KT1西侧露天采场未复垦区0.97hm²进行复垦，其中复垦灌木林地0.28hm²，复垦乔木林地0.68hm²，复垦河流水面0.01hm²。具体工程量包括：表土剥离3266m³，覆土2880m³，土地平整480m³，土壤陪肥(有机肥)14400kg，土壤陪肥（化肥）1440kg，河道清理50m³，栽植乔木756株，穴状整地（50×50）756个，栽植灌木3468株，栽植爬山虎160株，穴状整地（30×30）3628个，散播草籽0.96hm²。（2）临时周转场表土剥离644m³，	（1）于KT1露天采场1采区边坡布置4个地面变形监测点并监测24次，并人工巡查12次；（2）无人机航拍监测地形地貌1次，人工巡查12次；（3）无人机航拍监测土地损毁1次，人工巡查12次；（4）土壤质量监测3点次；（5）进行水土环境监测，取水样2组，水质检测2组，取土样2组，土壤检测2组；（6）对生态环境进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次；
第二年	（1）KT1东侧露天采场（2采区）设置警示牌1个；（2）KT1东侧露天采场（1采区）边坡危岩清理600m³；（3）对KT1东侧露天采场(1采区)平台设置排水沟950m，其中C20砼175.75m³，碎石垫层75.05m³，土方开挖446.50m³，土方回填66.50m³，伸缩缝17.58m²;设置土袋挡墙720m，需堆砌432m²；	（1）对KT1东侧露天采场（1采区）进行复垦，其中复垦乔木林地1.02hm²，复垦其他林地0.27hm²，复垦河流水面0.10hm²。具体工程量包括：表土剥离4255m³，覆土3060m³，土地平整510m³，土壤陪肥（有机肥）15300kg，土壤陪肥（化肥）1530kg，河道清理500m³，栽植乔木1133株，穴状整地（50×50）1133个，栽植灌木3332株，栽植爬山虎860株，栽植迎春花821株，穴状整地（30×30）5013个，散播草籽1.02hm²。	（1）于KT1露天采场2采区边坡布置3个地面变形监测点，对已布设监测点进行监测，共监测42次，人工巡查12次；（2）对地形地貌进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次；（3）对土地损毁进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次；（4）土壤质量监测1点次，复垦植被监测2点次，配套实施监测1点次，农作物产量监测2点次；（5）进行水土环境监测，取水样2组，水质检测2组，取土样2组，土壤检测2组；（6）对生态环境进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次；（7）对第一年复垦区进行3年管护，其中林地管护0.96hm²。

第三年	（1）KT1 东侧露天采场（2 采区）边坡危岩清理 610m³；（2）对 KT1 东侧露天采场（2 采区）平台设置排水沟 1000m，其中 C20 砼 185.00m³，碎石垫层 79.00m³，土方开挖 470.00m³，土方回填 70.00m³，伸缩缝 18.50m²；设置土袋挡墙 595m，需堆砌 357.00m²；	（1）对 KT1 东侧露天采场（2 采区）进行复垦，其中复垦乔木林地 1.44hm²，复垦其他林地 0.43hm²。具体工程量包括：表土剥离 2461m³，覆土 4320m³，土地平整 720m³，土壤陪肥（有机肥）21600kg，土壤陪肥（化肥）2160kg，栽植乔木 1600 株，穴状整地（50×50）1600 个，栽植灌木 4704 株，栽植爬山虎 893 株，栽植迎春花 594 株，穴状整地（30×30）6191 个，散播草籽 1.44hm²。	（1）于 KT2 露天采场边坡布置 2 个地面变形监测点，对已布设监测点进行监测，共监测 54 次，人工巡查 12 次；（2）对地形地貌进行监测，无人机航拍监测 1 次，人工巡查 12 次；（3）对土地损毁进行监测，无人机航拍监测 1 次，人工巡查 12 次；（4）土壤质量监测 2 点次，复垦植被监测 4 点次，配套实施监测 1 点次，农作物产量监测 2 点次；（5）进行水土环境监测，取水样 2 组，水质检测 2 组，取土样 2 组，土壤检测 2 组；（6）对生态环境进行监测，无人机航拍监测 1 次，人工巡查 12 次；（7）对第二年复垦区进行 3 年管护，其中林地管护 1.02hm²。
第四年	（1）KT2 露天采场边坡危岩清理 290m³；（2）对 KT2 东侧露天采场平台设置排水沟 665m，其中 C20 砼 123.03m³，碎石垫层 52.54m³，土方开挖 312.55m³，土方回填 46.55m³，伸缩缝 12.30m²；设置土袋挡墙 535m，需堆砌 321m²；	（1）对 KT2 露天采场及临时周转场进行复垦，其中复垦乔木林地 0.92hm²，复垦其他林地 0.44hm²。具体工程量包括：客土购买 2394.00m³，覆土 2760m³，土地平整 460m³，土壤陪肥（有机肥）13800kg，土壤陪肥（化肥）1380kg，栽植乔木 1022 株，穴状整地（50×50）1022 个，栽植灌木 3066 株，栽植爬山虎 797 株，栽植迎春花 435 株，穴状整地（30×30）4238 个，散播草籽 0.64hm²。	（1）对已布设监测点进行监测，共监测 27 次，人工巡查 6 次；（2）对地形地貌进行监测，无人机航拍监测 1 次，人工巡查 6 次；（3）对土地损毁进行监测，无人机航拍监测 1 次，人工巡查 6 次；（4）土壤质量监测 3 点次，复垦植被监测 6 点次，配套实施监测 1 点次，农作物产量监测 2 点次；（5）进行水土环境监测，取水样 2 组，水质检测 2 组，取土样 2 组，土壤检测 2 组；（6）对生态环境进行监测，无人机航拍监测 1 次，人工巡查 6 次；（7）对第三年复垦区进行 3 年管护，其中林地管护 1.44hm²。
第五年	/	/	（1）土壤质量监测 3 点次，复垦植被监测 6 点次， （2）对第四年复垦区进行 3 年管护，其中林地管护 0.92hm²。

十一、矿区生态修复措施具有针对性，工程内容全面，保护与预防控制措施完善，监测与管护目标明确。

十二、根据矿区生态修复工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行经费估算，矿区生态修复静态费用为292.79万元，其中矿山地质环境治理费用为123.63万元、土地复垦费用为145.40万元，吨矿投资　　元（剩余可采储量　　万吨），亩均投资17340.49元（复垦责任范围5.59hm^2），经费估算合理。《方案》适用期内矿区生态修复静态费用为292.79万元，其中矿山地质环境治理费用123.63万元、土地复垦费用145.40万元、监测与管护费用23.76万元。适用期各年度矿区生态修复费用安排合理（表2）。

表2　适用期各年度矿区生态修复费用明细表

年度	矿山地质环境治理费用（万元）	土地复垦费用（万元）	监测与管护费用（万元）	小计（万元）
第一年	49.39	29.58	4.25	83.22
第二年	29.21	38.65	6.13	73.99
第三年	26.74	41.13	6.55	74.42
第四年	18.29	36.04	5.43	59.76
第五年	/	/	1.40	1.40
合计	123.63	145.40	23.76	292.79

十三、方案提出的各项保障措施和建议合理、可行，对治理效益的分析基本可信。

综上，专家组同意《方案》通过审查，陕西工程勘察研究院有限公司按专家组意见修改完善后，由宝鸡市长乐透辉石矿有限公司按程序上报。

专家组长：

2026年1月1日

《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区生态修复方案》
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
王程飞	西安北方调查中心	正高	水工环	同意	王程飞
郝鲁飞	西北有色勘测工程有限责任公司	正高	探矿/岩土	同意	郝鲁飞
刘孟民	陕西省宝鸡峡水电设计院	正高	土地整治	同意	刘孟民
翟非莉	宝鸡市地质灾害防治中心	高工	水工环	同意	翟非莉
赵四利	陕西省水利电力勘测设计研究院	高工	工程造价	同意	赵四利

目　录

前　言 1

一、编制目的、任务 1

二、方案服务年限 11

第一章 矿山基本情况 15

一、矿业权人基本情况 15

二、地理位置及区域概况 15

三、矿山开采历史及现状 17

第二章 矿区基础信息 27

一、矿区自然条件 27

二、社会经济概况 36

三、矿区地质环境背景 38

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况 48

五、矿区生态状况 51

六、矿区及周边人类重大工程活动 55

七、矿区生态修复工作情况 56

八、矿区基本情况调查指标 59

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析 63

一、问题识别与受损预测 63

二、生态修复可行性分析 79

三、生态修复分区及修复时序安排 97

四、采矿用地与复垦修复安排 99

第四章 生态修复措施与工程内容 101

一、保护与预防控制措施 101

二、修复措施 102

三、工程内容 104

第五章 监测与管护 117

一、监测目标与措施 117

二、管护目标与措施 126
三、工程量 128
第六章 工作部署与经费估算 129
一、总体部署 129
二、总体经费估算 131
三、阶段工作任务与经费估算 146
第七章 保障措施与公众参与 153
一、保障措施 153
二、公众参与 157
三、效益分析 160
第八章 结论 162
一、结论 162
二、建议 164

附表：

附表1：矿区土地利用现状表
附表2：矿区土地利用权属表
附表3：矿山采矿前复垦修复监测内容与监测指标表
附表4：矿山开采中复垦修复监测内容与监测指标表
附表5：矿区损毁程度综合评价表
附表6：矿区生态修复目标及土地利用变化表
附表7：矿区用地（含临时使用土地）与复垦修复计划表
附表8：表土处置工程汇总表
附表9：矿区生态修复投资估算总表
附表10：工程施工费单价估算表
附表11：工程施工费估算表
附表12：其他费用估算表
附表13：前三年度矿区生态修复工作计划表
附表14：矿区生态修复工程量与经费安排表
附表15：生态修复区块范围拐点坐标

附件：

附件1、委托书，2026年6月1日；

附件2：采矿许可证副本，宝鸡市国土资源局陈仓分局，有效期自2019年5月29日起至2026年5月26日；

附件3、关于《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿开采方案（变更）》审查意见的函，宝市自然资矿函〔2026〕3号，2026年5月7日；

附件4、《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿资源储量分割说明书》评审意见，2026年4月15日；

附件5、上期《方案》公告及专家评审意见，2019年1月20日；

附件6、基金计提使用情况及余额票据，2026年5月15日；

附件7、各年度验收专家组意见（2022年、2023年）；

附件8、适用期验收专家组意见及批复文件，2024年4月23日；

附件9、水土检测报告；

附件10、基金三方监管协议；

附件11、公众调查表，2026年7月；

附件12、房屋租赁协议（矿山辅助设施场地），2020年4月1日；

附件13、临时用地租赁协议（临时周转场），2025年9月1日；

附件14、开发透辉石协议书（运矿道路），2022年1月1日；

附件15、购土协议，2026年；

附件16、矿山地质环境恢复治理工程投资估算书；

附件17、土地复垦工程投资估算书；

附图：

附图1：宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区土地利用现状图；

附图2：宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区地质环境问题现状图；

附图3：宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区土地损毁现状图；

附图4：宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区地质环境问题预测图；

附图5：宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区土地损毁预测图；

附图6：宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区生态修复工程部署图。

前　言

一、编制目的

（一）任务由来

宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿（以下简称“上刃集沟透辉石矿”）位于宝鸡市陈仓区拓石镇仙龙村，东南距宝鸡市约50km，西南距拓石镇约8km，行政区划隶属宝鸡市陈仓区拓石镇管辖。

根据《中华人民共和国矿产资源法》（2025年7月1日起实施）以及《陕西省自然资源厅关于进一步加强和规范矿区生态修复工作的通知》（陕自然资规〔2025〕1741号）要求，采矿权人应当依照法律法规和国务院自然资源主管部门的规定编制矿区生态修复方案。宝鸡市长乐透辉石矿有限公司委托我公司编制《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区生态修复方案》。

（二）编制情形

2018年5月，矿山企业委托中国建筑材料工业地质勘查中心陕西总队编制了《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿（整合区）矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称“上期《方案》”）于2019年1月20日公告通过审查，方案规划服务年限为13年，即2019年1月～2031年12月，方案适用年限为5年（2019年至2023年），即上期《方案》已到期，上期《方案》适用期工作已于2024年4月已通过宝鸡市自然资源和规划局陈仓分局组织验收，2024年至今矿山停产，未动用资源储量。

2026年1月，矿山企业委托宝鸡市西北有色七一七总队有限公司编制《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿开采方案（变更）》，对上刃集沟透辉石矿东段的采矿方法、开采顺序进行变更，2026年5月18日宝鸡市自然资源和规划局公告开采方案（变更）通过审查。

根据宝鸡市国土资源局陈仓分局核发的采矿许可证（证号：C6103042010097120083481），上刃集沟透辉石矿矿区面积0.2485km^2，矿山生产规模15万吨/年，开采区内透辉石矿体，采矿证有效期限为七年，自2019年5月29日起至2026年5月29日，该采矿许可证已过期，需办理采矿许可证延续。

根据《中华人民共和国矿产资源法》（2025年7月1日起实施）以及《陕西省自然资源厅关于进一步加强和规范矿区生态修复工作的通知》（陕自然资规〔2025〕1741号）等有关政策、法规及文件要求，上刃集沟透辉石矿上期方案到期，并涉及采矿许可证延续申请及开采方案重大调整，矿山企业应当重新编制矿区生态修复方案。

（三）编制目的、任务

1、编制目的

通过对矿山地质环境问题、土地损毁问题、生态受损与退化问题的识别诊断，查明矿山地质环境问题、土地损毁和生态受损与退化问题的面积、形式、程度，在现状评估与预测评估的基础上，提出矿区生态修复方案，并建立矿区生态监测网，按照“谁开发，谁保护；谁破坏，谁治理”和“谁损毁、谁复垦”的原则，边开采、边修复，明确矿区生态修复目标、任务、措施和计划等，对矿区生态修复进行分区、分期修复，为矿山企业开展相关工作提供建议。保护矿山地质环境，恢复生态环境保护生物多样性，使已损毁的和拟损毁的土地达到综合效益最佳的状态，努力实现社会经济和生态环境的可持续发展。

2、编制任务

1、调查并查明矿区及周边不稳定地质体形成的自然地理条件、地质环境背景条件、矿区生态状况及矿区土地利用情况等信息；

2、基本查明因矿区以往开采对区内地质环境、土地资源及生态环境的破坏、采矿活动可能造成的地质环境、土地资源及生态环境破坏及影响现状；

3、对影响区生态问题进行现状评估与预测评估；

4、预测开采期间土地损毁的类型，以及各类土地的损毁范围和损毁程度，量算并统计各类被损毁土地的面积。

5、根据矿区所在地区国土空间总体规划、土地利用现状、损毁预测结果及待复垦土地适宜性评价，确定各类被损毁土地的应复垦面积，合理确定复垦后的土地利用方向，并根据矿山开采的服务年限、土地损毁时间、损毁性质和损毁程度，确定复垦时间和复垦措施等。

6、在有关法律法规、政策的基础上，按照矿山开采工艺流程、生产安排及有关的行业标准和技术参数确定矿区生态修复方案、统计工程量、测算复垦工程的投资估算，使矿区生态修复资金落到实处。

7、落实习近平生态文明思想，发展绿色矿业，依照绿色矿山建设标准，通过设置合理有效的矿区生态修复工程，建设绿色矿山。

（四）编制依据

1、法律法规、规章

（1）《中华人民共和国矿产资源法》2024年11月8日修订，2025年7月1日起实施；

（2）《中华人民共和国土地管理法》全国人大常委会，实施时间为2020年1月1日；

（3）《中华人民共和国土地管理法实施细则》（国务院令第256号，2021年1月1日发布）；

（4）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021年7月2日第三次修订）；

（5）《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）；

（6）《土地复垦条例》（国务院令第592号，2019年8月14日修订）；

（7）《土地复垦条例实施办法》自然资源部5号令，2019年7月24日修订；

（8）《矿山地质环境保护规定》2009年3月2日国土资源部令第44号公布，2015年5月6日第一次修正，2016年1月5日第二次修正，2019年7月16日第三次修正；

（9）《陕西省地质灾害防治条例》2017年9月29日经陕西省第十二届人民代表大会常务委员会第三十七次会议通过，自2018年1月1日起实施；

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

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

（12）《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》陕西省人民政府第173号令，2013年11月29日；

（13）《基本农田保护条例》国务院令第257号，2011年1月8日修订。

2、政策文件

（1）《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7月1日；

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

（3）《陕西省自然资源厅关于进一步加强和规范矿区生态修复工作的通知》（陕自然资规〔2025〕1741号），2025年12月29日；

（4）《陕西省自然资源厅关于印发《矿区生态自然恢复工作指导意见》的通知》（陕自然资修复发〔2026〕224号），2026年2月14日；

（5）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），2024年12月31日；

（6）《关于持续推进绿色矿山建设的通知》（陕自然资规〔2024〕1740号，2024年12月27日）；

（7）《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号，2024年4月16日）；

（8）《陕西省绿色矿山建设管理办法》（陕自然资规〔2024〕3号，2024年3月29日）；

（9）《地质灾害防治单位资质管理办法》，中华人民共和国自然资源部令第8号，2022年11月11日。

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

（11）关于印发《全国重要生态系统保护和修复重大工程总体规划（2021—2035年）》的通知，（发改农经〔2020〕837号）；

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

（13）关于印发《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）；

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

（15）《陕西省国土资源厅关于规范矿业权人勘查开采信息公示异常名录管理的通知》，（陕国土资矿发〔2018〕15号），2018年4月11日；

（16）《陕西省首批矿山地下水监测井建设指导方案》，陕西省国土资源厅，2018年3月；

3、技术规范与标准

(1)《矿区生态修复方案编制指南（临时）》（自然资源部，2025年9月）；

(2)《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）；

(3)《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）；

(4)《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024）；

(5)《矿山生态修复技术规范第1部分：通则》（TD/T 1070.1-2022）；

(6)《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》（GBT 42362-2023）；

(7)《土地复垦方案编制规程》（TD/T 1031-2011）；

(8)《土地复垦方案编制规程第2部分：露天煤矿》（TD/T1031.2-2011）；

(9)《土地复垦方案编制规程第4部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）；

(10)《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；

(11)《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；

(12)《第三次全国土地调查技术规程》（TD/T 1055-2019）；

(13)《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）；

(14)《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；

(15)《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB/T 12719-2021）；

(16)《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

(17)《岩土工程勘察规范》〔2009年版〕（GB 50021-2001）；

(18)《建筑边坡工程技术规范》（GB 50330-2013）；

(19)《地下水质量标准》（GB/T 14848-2017）；

(20)《地表水环境质量标准》（GB 3838-2002）；

(21)《地表水环境质量监测技术规范》（HJ 91.2—2022）；

(22)《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 15618-2018）；

(23)《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB 36600-2018）；

(24)《生态公益林建设技术规程》（GB/T 18337.3-2001）；

(25)《土地基本术语》（GB/T 19231-2003）；

(26)《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；

(27)《地下水监测工程技术规范》（GB/T 51040-2014）；

(28)《地下水环境监测技术规范》（HJ 164-2020）；

(29)《土地整治项目规划设计规范》（TD/T 1012-2016）；

(30)《土壤环境监测技术规范》（HJ/T 166-2004）；

(31)《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2003）；

(32)《造林技术规程》（GB/T 15776—2023）；

(33)《耕地质量验收技术规范》（NY/T 1120-2006）；

(34)《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634-2008）；

(35)《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）；

(36)《农用地分等定级规程》（GB/T 28407-2012）；

(37)《基本农田划定技术规程》（TD/T1032-2011）；

(38)《区域地质图图例》（GB/T 958-2015）；

(39)《综合工程地质图图例及色标》（GB/T 12328-1990）；

(40)《1：50000地质图地理底图编绘规范》（DZ/T 0157-1995）；

(41)《地质图用色标准及用色原则（1：50000）》（DZ/T 0179-1997）；

(42)《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538-1993）；

(43)《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（2024 年修正）、《陕西省水利建筑工程概算定额》（陕水规计发〔2024〕107 号）；

(44)《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（陕水规计发〔2024〕107号）

(45)《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128号）；

(46)《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕10号）；

(47)《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB61/T 1455-2021）。

4、技术资料

(1)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿开采方案（变更）》，宝鸡市西北有色七一七总队公司，2026年4月；

(2)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿（整合区）矿山地质环境保护与土地复垦方案》，中国建筑材料工业地质勘查中心陕西总队，2018年12月；

(3)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿资源储量分割说明书》，宝鸡市长乐透辉石矿有限公司，2026年4月；

(4)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿（整合区）东侧露天采矿工程安全设计变更》，海湾工程有限公司，2025年9月；

(5)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司拓石镇仙龙村透辉石矿开采加工项目（二期）永久使用林地可行性研究报告》，西安康林林业有限责任公司，2025年5月；

(6)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿（整合区）露天采矿工程安全设施设计变更》，海湾工程有限公司，2021年5月；

(7)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿山地质环境治理恢复与土地复垦工作适用期工作总结报告》，陕西工程勘察研究院有限公司，2024年4月；

(8)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿2022年度实施计划》，陕西工程勘察研究院有限公司，2022年4月；

(9)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿2023年度实施计划》，陕西工程勘察研究院有限公司，2023年4月；

(10)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿2022年度总结报告》，陕西工程勘察研究院有限公司，2022年12月；

(11)《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿2023年度总结报告》，陕西工程勘察研究院有限公司，2023年12月；

(12)《宝鸡市陈仓区地质灾害风险调查评价》（1:50000），陕西地矿第三地质队有限公司，2022年。

(13)陈仓区地质灾害防治信息平台在册地质灾害点，截至2025年12月；

(14)上刃集沟透辉石矿第三次土地利用现状图两幅（I48G039076、I48G040076），宝鸡市自然资源和规划局陈仓分局，2024年变更调查数据。

(15)上刃集沟透辉石矿“三区三线”矢量数据，宝鸡市自然资源和规划局陈仓分局；

(16)矿山企业提供的其他协议等资料。

（五）工作内容

1、工作程序

我公司受委托后，依据《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》（自然资规〔2024〕1号）、《矿区生态修复方案编制指南（临时）》《矿山生态修复技术规范第 1 部分：通则》（TD/T1070.1-2022）及国土资规〔2016〕21号文核心精神，开展全面实地调查。结合审查通过的《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿开采方案（变更）》，分析矿山开采影响范围、矿体特征、开采规模与方式等，确定矿山地质环境条件复杂程度，完成影响区重要程度分级，明确评估级别、范围及工作重点。本次工作程序见图0-1。

2、工作方法

2.1、资料搜集

搜集工作区自然地理、水文气象、矿区地质环境、土地利用、林草植被等基础资料，掌握工程区地质环境条件、地质环境问题、土地利用现状及工程规模；在综合分析资料后，初步确定矿山地质环境影响评估的范围与级别、土地复垦区及调查区范围，明确工作重点，指导野外调查开展。

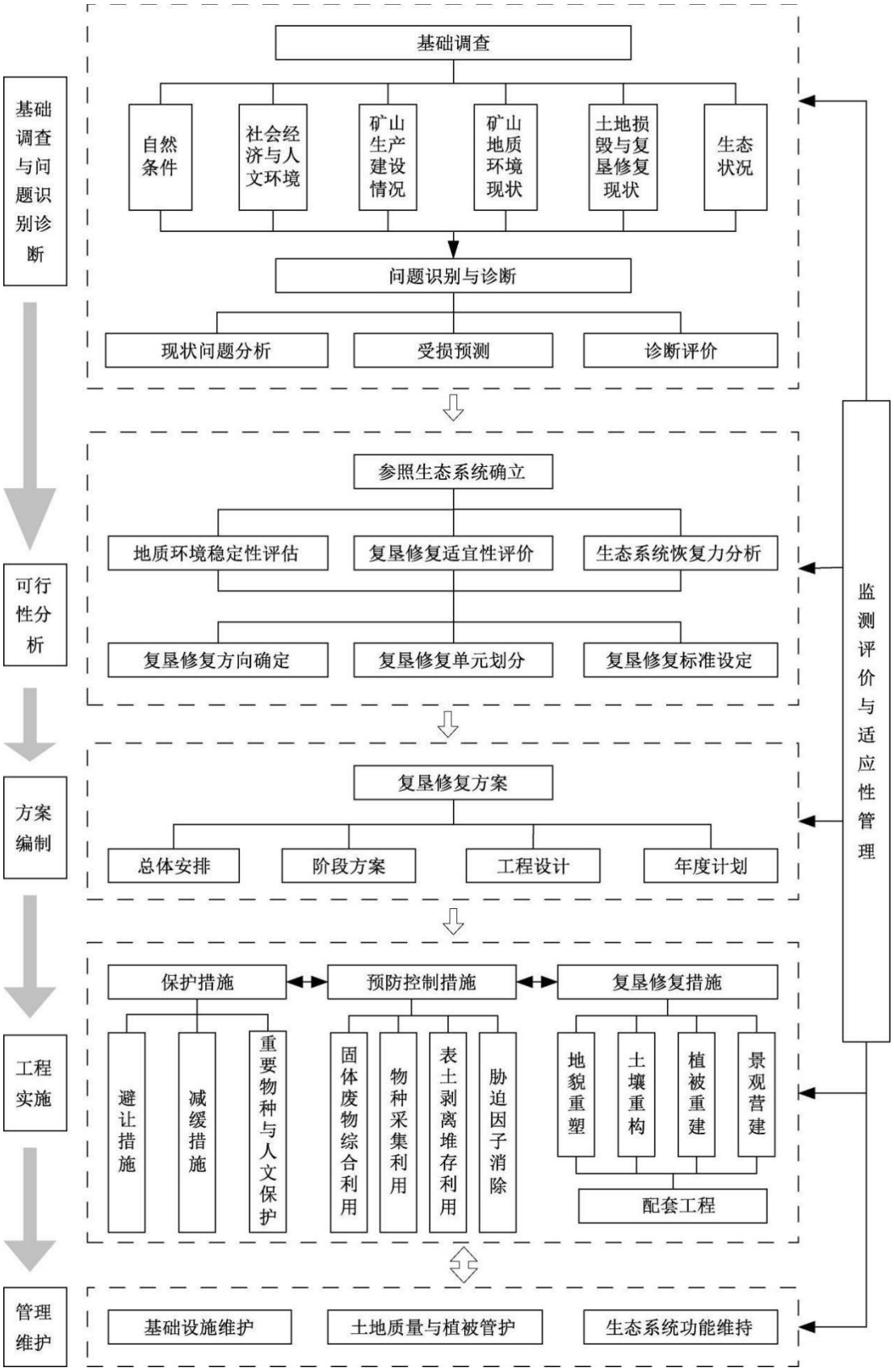


图0-1 矿区生态修复方案编制工作程序图

2.2、野外工作方法

野外调查中走访当地政府及村民，摸排地质环境问题发育分布、矿区土地损毁及拟开采区土地利用情况，据此调整优化调查线路与方法。调查采用线路穿越法+地质环境追索法，以1:2000地形地质图为底图，结合地形地质、水文地质、土地利用现状等图件，遵循“逢村必问、现场观测”原则，对地质环境问题点、地质现象点开展观测描述，记录其发生时间、特征及影响程度，并完成GPS定位、数码照相和无人机航拍；对不同土地利用类型区挖掘土壤剖面，同步采集影像资料，做好文字记录，确保矿区地质环境、土地利用及权属情况调查全面、准确、完整。

2.3矿山地质环境调查

野外矿山地质环境调查主要包括地质环境调查、矿山不稳定地质体调查、地形地貌景观调查、含水层调查等。

3、室内资料整理

在综合分析现有资料与现场调查结果的基础上，编制矿区土地利用现状、地质环境问题现状及预测、土地损毁现状及预测、土地复垦规划、地质环境治理及土地复垦工程部署等系列图件，以图件直观反映矿区地质环境问题、土地损毁的分布与影响程度，以及各类治理修复工程部署；同步编制《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区生态修复方案》。

4、完成工作量

我公司接受任务后，立即组织人员开展工作：2026年6月1日～2026年6月5日搜集资料、编制工作计划，在熟悉分析已有资料的基础上，于2026年6月6日～2026年6月10日进行野外调查，2026年6月11日—2026年8月10日进行资料整理和方案初稿编制。本项目投入的技术人员共计7名，其中项目负责1人，技术负责1人，技术人员3人，审核1人，审定1人；主要人员均具有多年参与矿区生态修复方案编制工作的经验，满足方案编制工作要求，完成工作量见表0-1。

5、工作质量评述

本次现场调查及方案编制以《矿区生态修复方案编制指南（临时）》（2025年9月）为依据，严格遵循矿山土地复垦、矿山生态修复监测、地质环境保护治理、不稳定地质体评估、土地复垦方案编制等国家及行业规范开展。野外调查在全面搜集工作区社会经济、自然地理、水文气象、矿产勘查、不稳定地质体、矿山开发利用、土地复垦工程等基础资料后实施，调查及公众意见征询相关资料均由编制人员与矿山工作人员实地获

取，确保第一手资料准确可靠；公众意见通过走访、座谈等形式征集村级部门及村民的意愿与建议，让方案设计更具实操性。

表0-1 工作量完成一览表

名称		单位	工程量		备注
调查及影响面积	调查面积	km^2	0.9097		在矿区及影响区的基础上适当外延
	影响面积	km^2	0.2633		包括矿区范围及采矿活动影响范围
	调查线路	km	3.5		沿流域调查，重点区域采用穿插法调查
资料收集	收集资料	份	16		上期《方案》、开发利用方案、土地利用现状图、永久基本农田分布图等相关资料
矿山地质环境调查点	地质环境点	个	6	16	包括地层岩性、地质构造及其他地质现象
	地形地貌点	个	2		区内主要地貌类型调查
	地质不稳定点	处	1		上期《方案》确定，影响区内无在册灾点
	水土环境点	个	5		采场、临时排矸场，地表水等
	人类工程活动调查点	个	2		乡村道路建设活动等
土地复垦工作调查点	土地利用现状调查点	个	7	22	影响区内所有二级地类
	矿山挖损、压占土地	个	3		采矿场、进场道路、临时排矸场
	土壤剖面开挖点	个	2		旱地、林地
	公众参与调查访问	份	10		影响区涉及的2个自然村
生态调查	植被样方调查	个	6	9	调查乔木、灌木、草本植被群落
	动物样方调查	个	3		调查动物种类
照片及录像	数码照片	张	136		采用43张
	无人机录像	分钟	2		采矿活动、道路建设活动，典型地貌等

6、承诺

矿山企业：我公司（宝鸡市长乐透辉石矿有限公司）委托陕西工程勘察研究院有限公司开展宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿区生态修复方案编制工作，提供了《开采方案（变更）》《露天采矿工程安全设施设计变更》等相关资料及数据，我公司承诺对方案编制所提供的资料及数据的真实性、科学性负责，并承诺对提供的资料负法律责任。

编制单位：我公司（陕西工程勘察研究院有限公司）收集的资料及数据主要来源于矿山企业（宝鸡市长乐透辉石矿有限公司），野外调查数据及资料来自项目组实地外业调查。我公司承诺对本方案中相关数据的真实性、科学性及结论的可靠性负责，并承诺对报告中相关内容负法律责任。

（六）《上期方案》落实情况

1、《上期方案》适用期验收情况

2018 年 5 月，中国建筑材料工业地质勘查中心陕西总队编制完成了《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿（整合区）矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称“上期《方案》”）该方案于 2019 年 1 月 20 日公告通过审查，方适用年限为 5 年（2019 年 1 月至 2023 年 12 月），上期《方案》适用期已于 2024 年 1 月已到期。

矿山企业根据上期《方案》结合矿山实际情况开展相关矿山地质环境治理与土地复垦工作，工作内容主要包括露天采场治理工程、临时排土场土地复垦工程、KT2 历史露天采场土地复垦工程、KT1 西侧露天采场土地复垦、矿山地质环境监测工程及矿区土地复垦监测与管护工程，治理效果良好，2024 年 4 月宝鸡市自然资源和规划局陈仓分局组织对上期方案适用期工作进行验收。

上期《方案》适用期工程部署共计 18 项，已完成 10 项，未完成 8 项，此外完成新增项目 2 项，根据矿山实际情况，首先前三年（2019 年 1 月至 2021 年 12 月），因矿山企业办理矿山整合相关事宜及疫情影响，期间矿山企业停产，未继续对矿山地质环境及土地资源造成影响，因此 2019 年～2021 年矿山地质环境监测及土地复垦监测共 6 项工作未实施；其次 2021 年矿山企业进行了开采设计变更，实际未建设运矿道路及排土场，导致此 2 项治理工程无法实施。除去客观因素影响未完成项目外，其余工程均已基本完成，工程基本合格，治理效果良好，通过验收，验收总金额 66.32 万元。

2、存在问题

上期《方案》实施过程中存在部分问题，具体主要问题为：

（1）个别治理项目中过程控制资料、竣工资料、决算资料等管理资料不够完善；

（2）管护工作不到位，未及时对枯死树木进行补栽；

（3）矿山地质环境监测及土地复垦监测管护资料，缺乏规范管理，人工巡查记录较简单，记录不规范；

3、取得经验

（1）矿山应与技术单位保持密切合作，重视年度计划与年度总结以及施工过程中质量管控和资料编制等内容，更好地完成矿区生态修复工作；

（2）土地复垦实际施工时覆土厚度较大时，采取覆土、整穴，人工播撒草籽加植树的方式可达到良好的复垦效果，覆土厚度不足时，效果较差，后续复垦时宜加大覆土厚度；

（3）对废渣及时清运，能减少对生态环境的影响。

（4）复垦时植被宜选取当地优势树种及草种，其中乔木以刺槐、栎类为主，复垦灌木以酸枣、连翘、胡枝子等灌木为主，复垦草种以铁杆蒿、白羊草、一年蓬等为主。

4、基金提取及使用情况

（1）基金提取

根据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施方法》（〔2018〕92号文），宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿在中国农业银行股份有限公司宝鸡陈仓区支行开设了土地复垦基金专户，用于计提基金的储存和支付管理。截至2026年8月，矿山企业应计提基金　　万元，实际计提　　万元，矿山企业足额计提基金，见附件6。

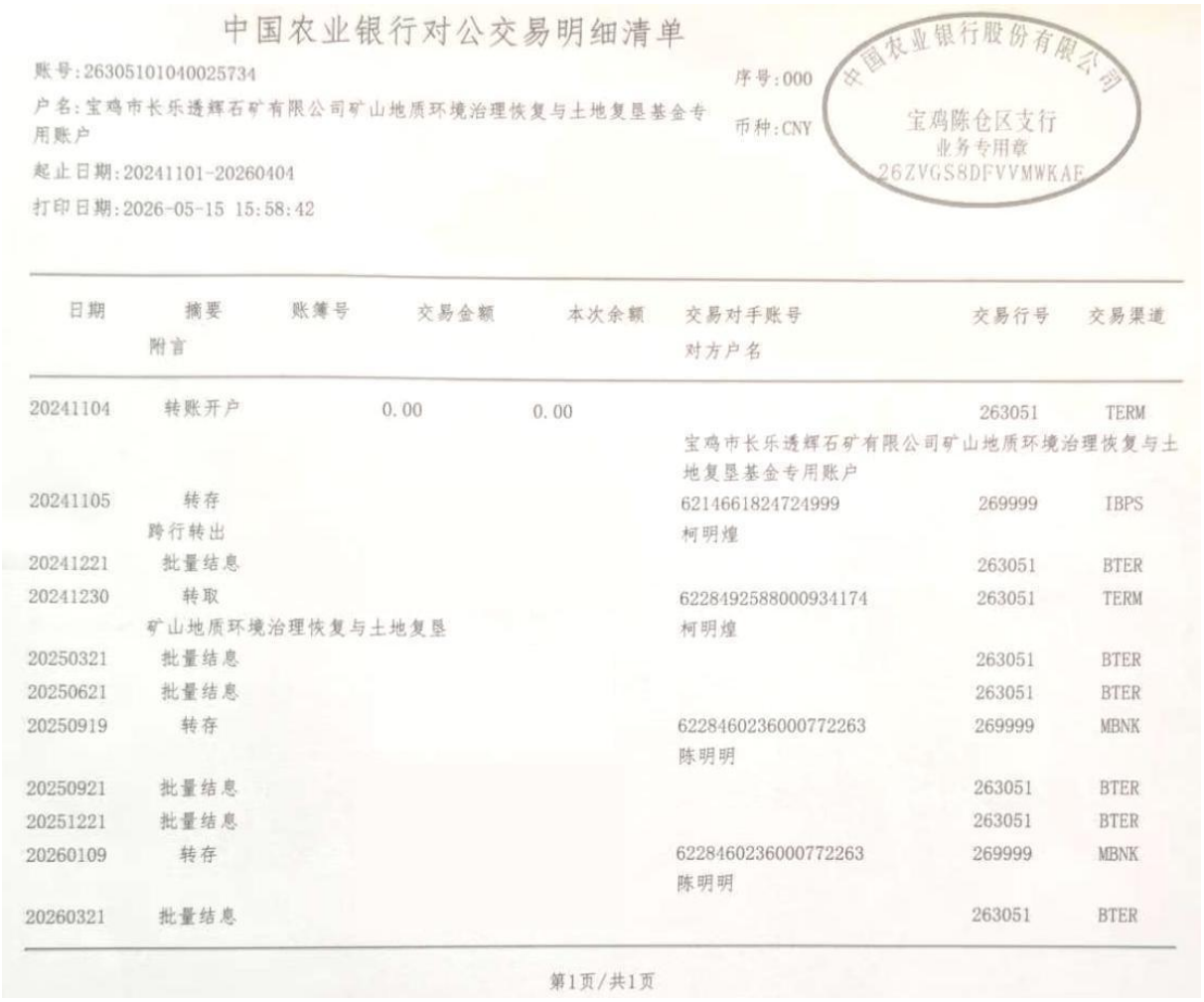
（2）基金使用

2024年12月30日，宝鸡市自然资源和规划局陈仓分局确认使用基金　万元。

上刃集沟透辉石矿基金缴存及使用情况详见表0-2。

表 0-2　上刃集沟透辉石矿各年基金缴存及使用情况统计表

序号	年度	应提取金额（万元）	实际提取金（万元）	使用金额（万元）	利息（万元）	剩余金额（万元）
1	2019年度	0.00				
2	2020年度	0.00				
3	2021年度	0.00				
4	2022年度	15.35				
5	2023年度	13.76				
6	2024年度	0.00				
7	2025年度	0.00				
8	2026年1-8月份	0.00				
累计		**29.11**				



中国农业银行对公交易明细清单

账号:26305101040025734
户名:宝鸡市长乐透辉石矿有限公司矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金专用账户
起止日期:20241101-20260404
打印日期:2026-05-15 15:58:42
序号:000
币种:CNY
中国农业银行股份有限公司 宝鸡陈仓区支行 业务专用章 26ZVGS8DFVVMWKAE

日期	摘要	账簿号	交易金额	本次余额	交易对手账号	交易行号	交易渠道
	附言				对方户名		
20241104	转账开户		0.00	0.00		263051	TERM
					宝鸡市长乐透辉石矿有限公司矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金专用账户		
20241105	转存				6214661824724999	269999	IBPS
	跨行转出				柯明煌		
20241221	批量结息					263051	BTER
20241230	转取				6228492588000934174	263051	TERM
	矿山地质环境治理恢复与土地复垦				柯明煌		
20250321	批量结息					263051	BTER
20250621	批量结息					263051	BTER
20250919	转存				6228460236000772263	269999	MBNK
					陈明明		
20250921	批量结息					263051	BTER
20251221	批量结息					263051	BTER
20260109	转存				6228460236000772263	269999	MBNK
					陈明明		
20260321	批量结息					263051	BTER

第1页/共1页

图0-2　基金账户交易明细表

二、方案服务年限

根据《陕西省宝鸡市陈仓区上刃集沟透辉石矿资源储量核实报告》评审备案证明(陕矿产指储评发[2018】63 号)以及《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿资源储量分割说明书》评审意见，截至 2025 年 12 月 31 日，上刃集沟透辉石矿采矿证内共探获透辉石矿资源量　　吨（TD），其中上刃集沟西段累计查明透辉石矿资源量　　万吨，上刃集沟东段累计查明透辉石矿资源量　　万吨，动用矿石总量为　　万吨，保有矿石量为　　万吨（TD），矿物量为　　万吨。其中上刃集沟西段保有推断的矿石量为　　万吨，上刃集沟东段保有推断的矿石量为　　万吨。上刃集沟东段保有推断的矿　　万吨为下一步开发利用的资源量。

根据《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿开采方案(变更)》设计，上刃集沟东段保有推断矿石　　万吨(其中 KT1 矿　　万吨，KT2 矿体　　万吨)，矿山设计利用矿石　　万吨，矿石回采率 95%，计算矿山服务年限为 3.5a。矿山闭

坑后治理复垦施工期计 0.5 年；由于矿区地处秦岭北麓中山区，生态环境较好，根据以往土地复垦经验，土地复垦后的管护抚育期按 3.0 年考虑。综合确定本方案服务年限为 7 年（2027 年 1 月—2033 年 12 月）。

本方案基准年为2026年，适用年限为5年，方案实施基准期以自然资源主管部门将审查结果向社会公告之日算起。在方案年适用期内，若出现矿山开采规模、矿区范围或者开采方式等发生变化时，应当适时修编《方案》，并报相关部门审批、备案。

表 0-3　方案治理规划总体部署年限表

名称	治理规划总体部署年限	年限	备注
开采期	2027年1月—2030年6月	3.5年	实施基准期以自然资源主管部门将审查结果向社会公告之日算起
闭矿施工期	2030年7月—2030年12月	0.5年	
监测与管护期	2031年1月—2033年12月	3.0年	
方案服务期	2027年1月—2033年12月	7.0年	
方案适用期	2027 年 1 月—2031 年 12 月	5.0年	

第一章 矿山基本情况

一、矿业权人基本情况

宝鸡市长乐透辉石矿有限公司成立于2009年6月4日，注册资本为2000万元，经济类型为私营有限责任公司，经营范围为透辉石矿开采、加工、销售及石料加工、销售，其为宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿唯一合法矿权人。

上刃集沟透辉石矿采矿许可证编号为C6100002014091110135649，采矿证有效期限为2019年5月29日至2026年5月29日，开采矿种为透辉石，开采方式为露天开采，生产规模为15万吨/年，目前为停产状态，开采标高由1486至1110m，矿区面积为0.2485km^2。

二、地理位置及区域概况。

（一）矿山地理位置及交通

宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿位于宝鸡市西北280°方位直距50公里处拓石镇一带，地理坐标东 ，北 ，行政区划隶属宝鸡市陈仓区拓石镇管辖。矿区交通较为方便，矿区南部有G108国道及G30连霍高速通过，西南距陇海铁路东口站13公里，东口站距离宝鸡市62公里，距离天水市90公里。矿区南距310国道6公里，有简易道路相通，见图1-1。



图 1-1 矿区交通位置示意图

（二）矿区方位

根据2019年5月29日宝鸡市国土资源局陈仓分局核发的采矿许可证（证号：C6103042010097120083481），上刃集沟透辉石矿矿区范围形状不规则，由13个拐点圈定（见图1-2），矿区面积0.2485km^2，矿山开采标高为1486～1110m。矿区范围拐点坐标见表1-1。

表 1-1　上刃集沟透辉石矿矿区范围拐点坐标表

拐点序号	2000国家坐标系		拐点序号	2000国家坐标系	
	X坐标	Y坐标		X坐标	Y坐标
1			8		
2			9		
3			10		
4			11		
5			12		
6			13		
7			/		

（三）周边矿权设置

上刃集沟透辉石矿周边无探矿权和采矿权分布，矿权范围见图1-2。

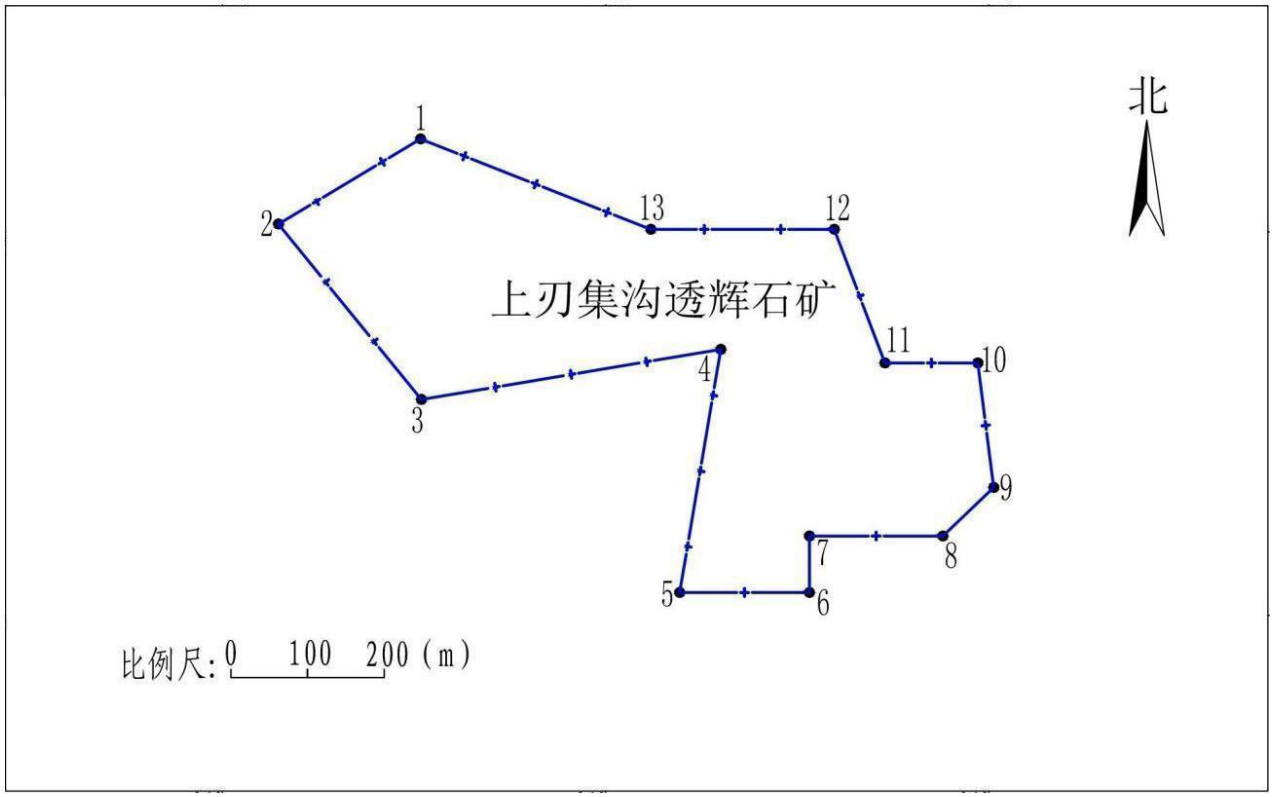


图 1-2　矿权范围示意图

三、矿山开采历史及现状

（一）矿山开采历史情况

1、开采历史

上刃集沟矿山始建于2004年，矿区面积0.0110km^2，采矿权人为宝鸡市颜林工贸有限公司，设计开采能力为1.5万吨/年，2014年4月宝鸡市长乐透辉石矿有限公司依法收购了上刃集沟透辉石矿采矿权，设计开采能力为4万吨/年。依据《陈仓区露天采石矿山整合实施方案》（宝陈政办发[2016]173号），2017年11月上刃集沟透辉石矿进行了整合扩大，重新划定了矿区范围，矿区面积0.2485km^2。

截至2025年12月底共形成2个露天采场，分别为KT2历史露天采场及KT1西侧露天采场。

KT2历史露天采场为整合前矿山2004年～2014年4月开采上刃集沟东段KT2矿体形成，采矿方法为露天高台段开采，斜坡溜矿，共消耗资源储量约　万吨，采场长约160m，宽约60m，采场面积约0.0068km^2，采场最大采高约40m，采场边坡一坡到顶，坡度约75°，2022年矿山在采场底部平台堆弃大量废渣并进行土地复垦，见照片1-1。

KT1西侧露天采场为2014年4月至2023年12月矿山开采上刃集沟西段KT1矿体形成，采矿方法为露天高台段开采，斜坡溜矿，开采深度为1486-1150m，采场长约220m，宽约160m，采场面积约0.0248km^2，共消耗资源储量约　　万吨，最大采高约65m，开采结束后，矿山企业对采场下部进行回填重塑，边坡现呈4级台阶状，下部一级及二级回填边坡坡度约45°，三级及四级露采终了边坡坡度约75°，见照片1-2。

矿山开采历史情况分布见图1-3。



照片1-1　KT2历史露天采场（镜向ES）



照片1-2　KT1西侧露天采场（镜向N）

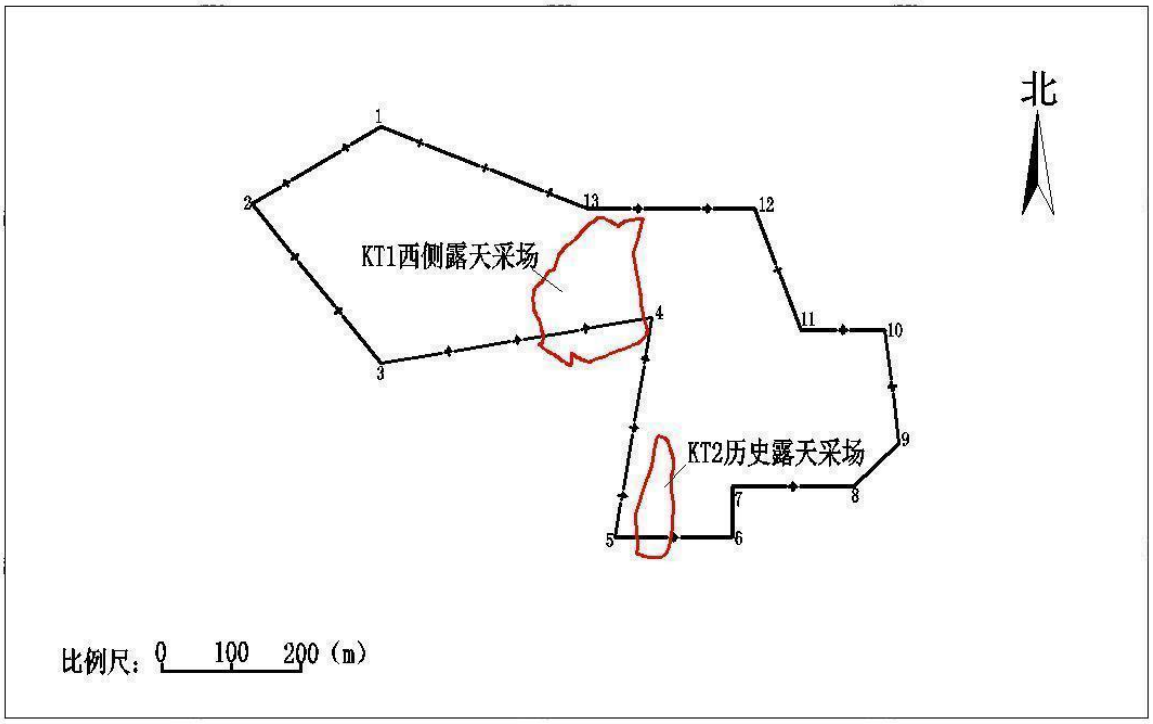


图1-3 矿山开采历史情况分布图

（二）矿山开采现状

1、矿山开采现状

矿山自2024年年初起停产，目前仍处于停产状态。

2、矿山采矿权有效期限

根据宝鸡市国土资源局陈仓分局核发的采矿许可证（证号：C6103042010097120083481），采矿证有效期限为七年，自2019年5月29日至2026年5月29日，该采矿许可证已过期，需办理采矿许可证延续。

3、矿山剩余储量及矿山服务年限

根据《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿开采方案(变更)》设计，上刃集沟透辉石矿设计生产规模为15万吨/年，截至2025年12月，上刃集沟东段保有推断矿石量 万吨（其中KT1矿 万吨，KT2矿体 万吨），矿山设计利用矿石量 万吨，矿石回采率95%，设计可采储量为 万吨（其中KT1矿 万吨，KT2矿体 万吨），矿山剩余服务年限为3.5a。

（三）矿山开采设计概述

1、矿山地面建设工程布局

根据开采设计《变更》及现状调查，上刃集沟透辉石矿无永久用地的地面设施，矿山地面建设工程包括矿山辅助设施场地、运矿道路、临时排土场、临时周转场，本矿不设炸药库，炸药按需由专业爆破公司专车配送至露天采场，矿山地面建设工程情况详见表1-2。

表1-2　地面建设工程情况一览表

序号	场地名称	单位	数量	状态	备注
1	矿山辅助设施场地	hm^2	0.14	已建	租赁村民已建民宅
2	运矿道路	hm^2	2.50	已建	利用已有乡村道路
3	临时排土场	hm^2	0.51	已建	2022 年已复垦并验收
4	临时周转场	hm^2	0.28	拟建	临时租用仙龙村土地
总计		hm^2	3.43	/	/

（1）矿山辅助设施场地

矿区及周边无理想加工厂厂址位置，矿山开采出的透辉石原矿直接进行出售，矿山办公场地位于矿区南侧距离约3.5km的当地村民已建民宅，矿山租赁当地村民宅基地，主要包括机修房、宿舍、办公室，面积约0.14hm^2，闭矿后移交村民。

（2）运矿道路

运矿道路连接露天采场及G310国道，其为现有乡村道路，道路总长约5km，路宽约5m，面积约2.5hm^2，矿山闭矿后移交村庄。



照片1-3　矿山辅助设施场地（镜向ES）



照片1-4　运矿道路（镜向N）

（3）临时排土场

临时排土场位于矿区南侧0.7km道路旁，用于堆放露天采区内未能及时综合利用的

废渣，面积约0.51hm^2，其已于上期方案适用期复垦，复垦效果良好，已通过验收。

（4）临时周转场

矿山拟建临时周转场位于矿区南侧300m道路旁，矿山企业和仙龙村签订有废渣销售协议，剥离物全部销售给仙龙村，仙龙村指定临时堆放废渣的场地，场内废渣由仙龙村及时拉运清理。



照片1-5　临时排土场（镜向N）



照片1-6　临时周转场（镜向ES）

2、矿山露天开采设计

2.1、开采矿体

本矿开采上刃集沟东侧KT1及KT2透辉石矿体。

2.2、开采顺序及首采地段

矿区东侧矿体开采顺序为先开采KT1矿体(1采区、2采区)，后开采KT2矿体(3采区)。各采区内部开采顺序为自上而下分层开采，根据矿区地形条件、圈定的露天开采境界及矿体赋存特征，方案变更设计基建期需完成KT1矿体1采区1170m装矿平台、1180m凿岩平台、1200m凿岩平台，首采地段布置在采场1200m平台，工作线近南北方向布置，向东进行推进至最终帮后再向北、向南靠帮，矿山采掘终了平面图见图1-4。

2.3、露天采场边坡参数

分层台阶边坡角为75°，矿山采用自上而下分层顺序开采方法，设计KT1矿体1采区开采标高1170m-1220m，KT1矿体2采区开采标高1205m-1265m，KT2矿体3采区开采标高1150m-1210m。最大高差60m，设计分层高度为20m，最小凿岩平台宽度为4m，超前剥离宽度为4m，为了便于恢复治理，到最终边帮时留设安全平台，宽度为5m。

1采区最终边坡角A-A`剖面：60°7'，2采区最终边坡角B-B`剖面：66°32'，3采区最终边坡角1-1`剖面：65°45`，矿山开采终了剖面见图1-5、1-6及1-7。

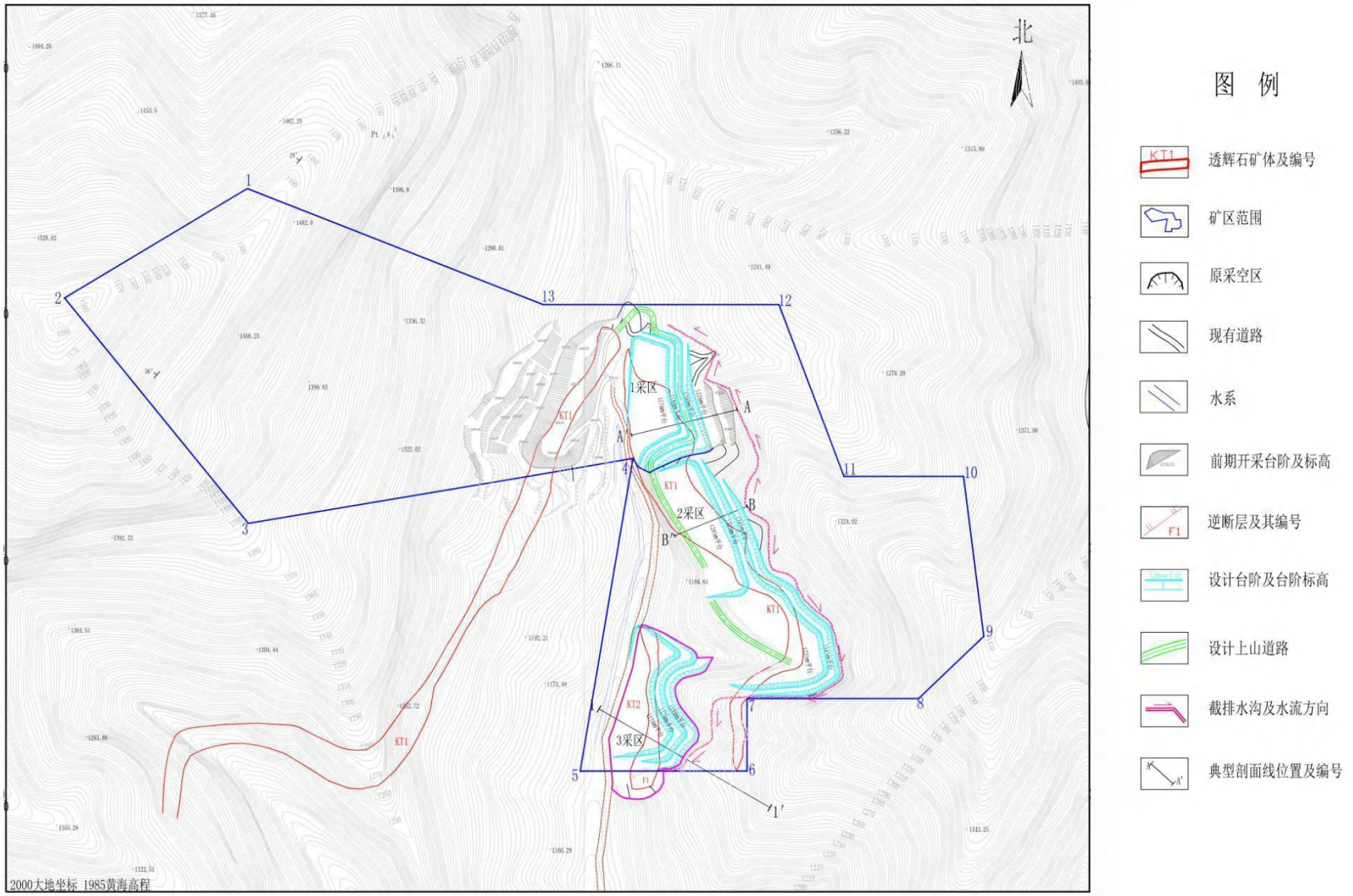


图1-4　矿山露天开采终了平面图

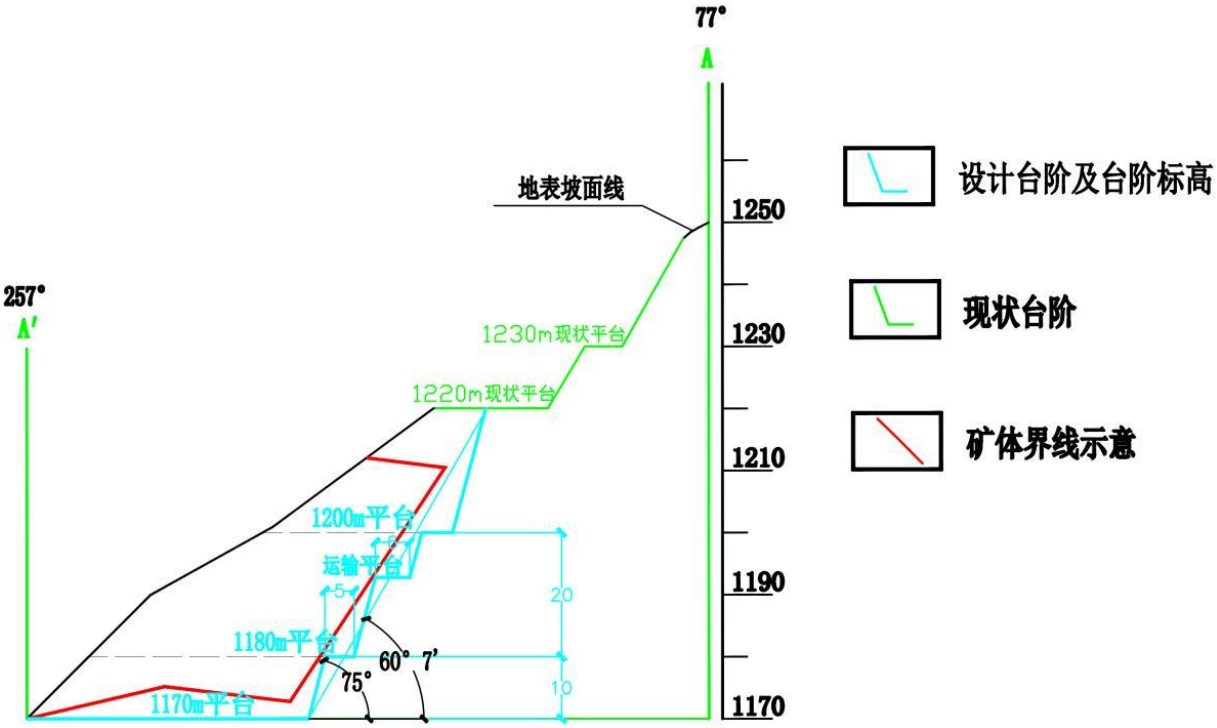


图1-5　1采区A-A`矿山开采终了剖面图

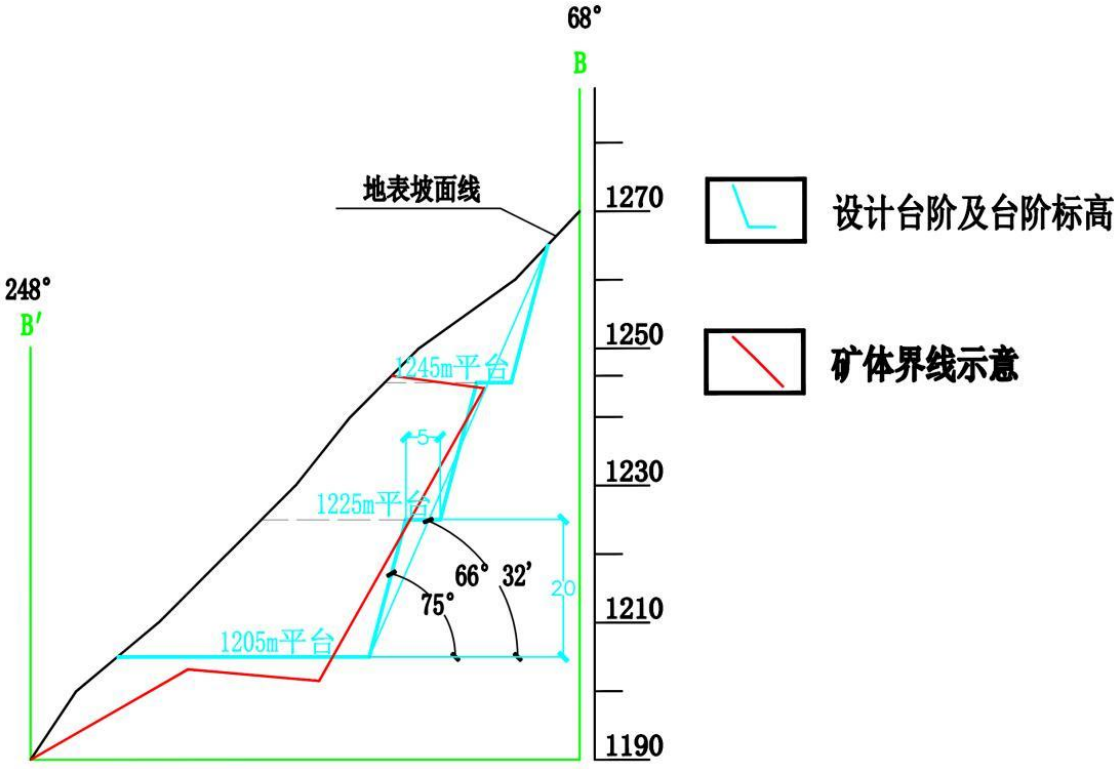


图1-6　2采区B-B`矿山开采终了剖面图

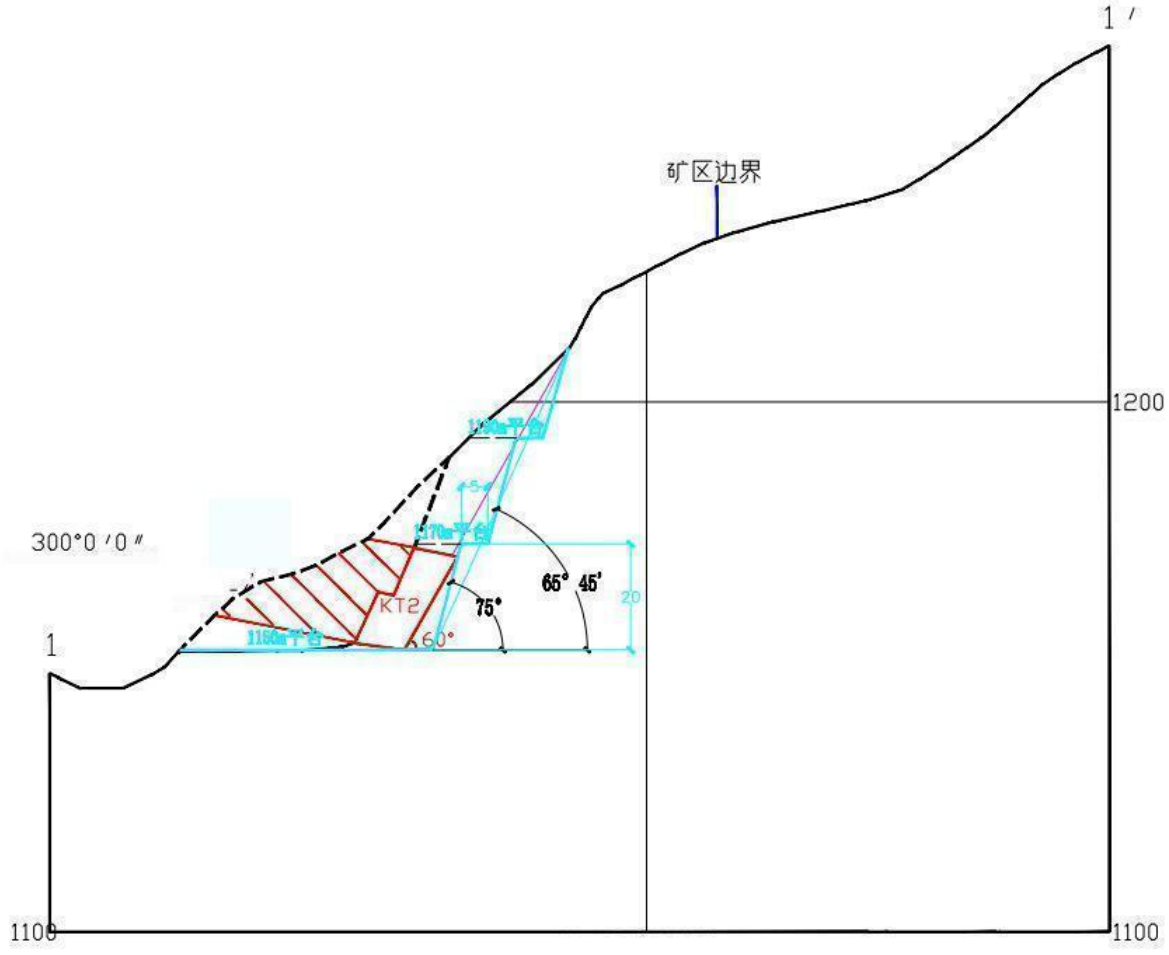


图1-7　3采区1-1`矿山开采终了剖面图

2.4、露天境界参数

（1）矿山开采境界的圈定

露天境界时最小底宽取30m，设计KT1开采标高1170m-1265m(其中1采区开采标高为1170m-1220m，2采区开采标高为1205m-1265m)，KT2开采标高1150m-1210m，根据圈定的露天境界范围，露天境界内各矿体设计利用资源量见表1-3及表1-4。

表1-3　KT1矿体分层矿岩量计算表

采区	台阶标高	设计利用矿石量（×10^4t）	剥离量（×10^4m^3）	剥采比（m^3/m^3）
1 采区	1200-1220m	3.67	1.19	0.91
	1180-1200m	8.62	0.76	0.25
	1170-1180m	3.36	1.57	1.31
	小计	**15.65**	**3.52**	**0.63**
2 采区	1245m-1265m	0.57	4.34	21.70
	1225m-1245m	15.81	2.76	0.48
	1205-1225m	13.15	2.65	0.56
	小计	**29.53**	**9.75**	**0.92**
合计	合计	**45.18**	**13.27**	**0.82**

表1-4　KT2矿体分层矿岩量计算表

采区	台阶标高	设计利用矿石量（×10^4t）	剥离量（×10^4m^3）	剥采比（m^3/m^3）
3 采区	1200-1220m	/	0.84	/
	1180-1200m	/	2.51	/
	1170-1180m	9.80	0.60	0.17
	小计	**9.80**	**3.95**	**1.13**

（2）境界圈定参数

开采境界主要圈定参数见下表1-5。

表1-5　圈定露天境界的主要参数表

序号	项目名称		单位	KTI 矿体		KT2 矿体
				1 采区参数	2 采区参数	3 采区参数
1	最高开采标高		m	1220	1265	1210
2	露天底标高			1170	1205	1150
3	最大垂高			50	60	60
4	境界尺寸	顶部：长×宽		140×70	200×60	140×60
		底部：长×宽		100×40	140×40	120×30
5	台阶坡面角		度	75	75	75
6	最终边坡角		/	A-A`剖面 60°7'	B-B`剖面 66°32'	1-1`剖面 65°45'
7	台阶高度		m	20	20	20
8	安全平台宽度		m	5	5	5
9	运输平台宽度		m	6	/	/
10	最小底盘宽度		m	30	30	30

（3）采矿方法

本矿山为山坡露天开采矿山，为减少开采时剥离量和减少地表损毁面积，采用分层开采方法。分层台阶高度20m，运输汽车不上山，仅修挖掘机简易上山道路至各分层作业平台，分层平台不装车，利用挖掘机和装载机在装矿平台向汽车装矿。倾斜分层角度75°，最小凿岩平台宽度为4m，剥离超前宽度为4m，装矿平台宽度30m，按照①→②→③→④的自上而下的分层顺序开采，详见图1-8采矿方法图。

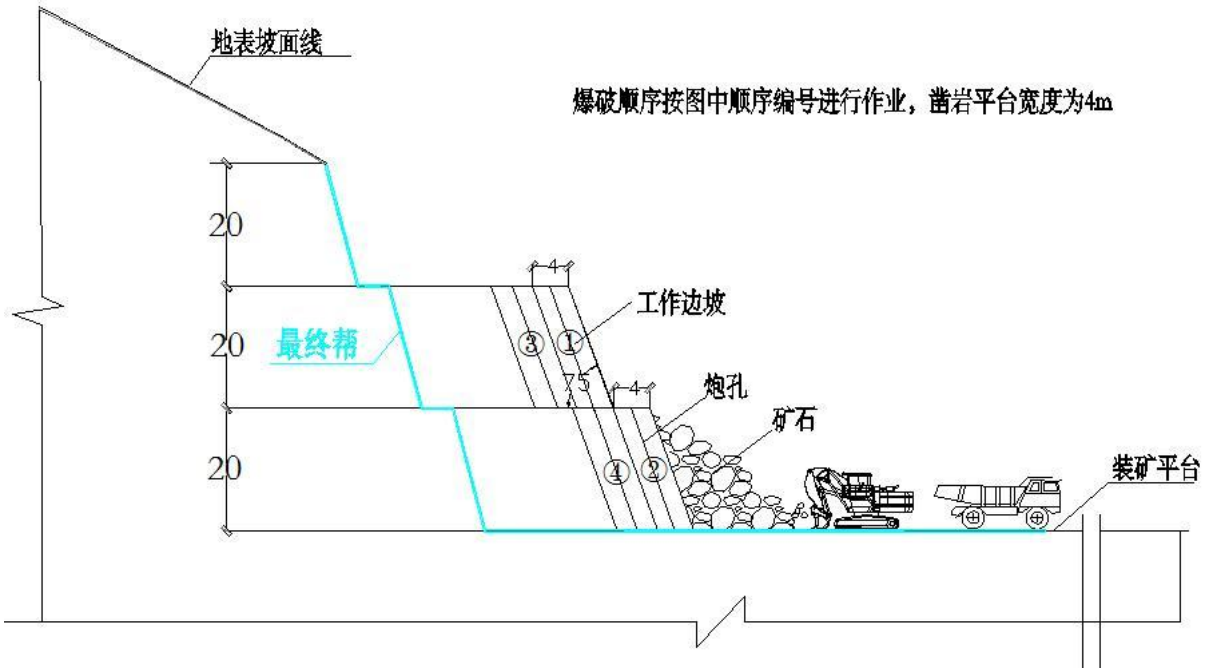


图1-8　采矿方法图

（4）开拓运输方案

1）开拓运输方法

本矿采用公路开拓汽车运输方式。

2）开拓系统布置

矿区中部沟底矿山现有运矿道路已至1采区底部，路面宽度约5m，最大纵坡度不大于8%，平均约5%，可满足矿山车辆运输要求。1采区现有的挖掘机道路简易上山道路长度约160m，宽度约4m，道路平均坡度约25%(约14°)，能满足挖掘机上山要求。

2采区开采时，方案变更设计运输道路由矿区北部现有道路接线在平缓处回转后经过1采区开采结束后预留的运输平台(宽度6m，长170m，坡度约为5.8%)至1200m高程然后沿矿区东侧中部平缓地形爬升至2采区1215m装矿平台，道路总长约480m，宽度为6m，平均坡度约为7.2%。

3采区开采时，由现有矿区中部沟底运矿道路1155m标高处接线修建挖掘机简易上山道路至顶部凿岩平台，长度约170m，宽度4m，道路平均坡度约20%(约11°)，能满足挖掘机上山要求。

矿山各采区通过支架式潜孔钻机在凿岩平台向下钻凿炮孔，爆破的矿石直接落至采场底部装矿平台，经由挖掘机、装载机倒运到自卸汽车后运出矿区外。

（5）废渣综合利用

矿山剥离物主要为上覆第四系、底板黑云钾长石英片岩，服务年限内矿区东侧剥离总量约为17.22×10^4 m^3(其中上覆第四系约3.45×10^4 m^3，黑云钾长石英片岩约13.77×10^4m^3)。

根据黑云钾长石英片岩物化性质(抗压强度为11.46-27.69MP，抗剪强度为8-10KP)以及企业近些年的生产实际经验，剥离的大部分废石(围岩)可综合利用为机制砂而被直接买走，目前矿山和仙龙村签订有废渣销售协议，剥离物全部销售给仙龙村，开采时剥离的第四系可作为恢复治理时的土原料，方案变更设计上覆第四系剥离后集中堆放于辅助场地一侧临时堆场，实际生产中当采场上部形成终了边坡时剥离的第四系会被及时地进行恢复治理而利用，矿山废渣综合利用率可达到100%。

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然条件

（一）水文气象条件

1、气象

宝鸡市陈仓区，地处中纬度地带，属于暖温带大陆性季风气候，冬冷夏热，春干燥秋潮湿，四季分明，季风明显，冬季干旱多西北风，夏季炎热多东南风，雨量较多，年平均气温10.9℃，一月平均气温-2.4℃，七月平均气温23℃，无霜期160天左右，年平均降水量700mm，雨量充沛。年平均气温12.9℃，年平均最高气温18.3℃，年平均最低气温8.5℃，平均年较差26.3℃，平均日较差9.8℃。地表历年平均地温14.9℃；地表地温的年际变化不大。平均冻土日数37天，最多68天，最少11天，冻土间隔日数59天。

根据1995—2025年资料统计，陈仓区降雨量在404.1-951.1mm之间（图2-1），多年平均降雨量为627.2mm，近30年最大降雨量为943mm（2003年），最小降雨量为404.1mm（1997年），盛夏至初秋是全年降水高峰期，降雨主要集中在每年的7-9月份（图2-2），占全年降水量63.7%。以8月份降水量最多，常以暴雨、雷阵雨形式出现。

陈仓区大气降水有明显的地区差异，各地雨量不均，东北部黄土塬区雨量较少，为600mm，西部山区为750mm，南部秦岭山区雨量最大，局部可达1000mm（图2-3）。陈仓区大部分降水以暴雨及连阴雨降落。

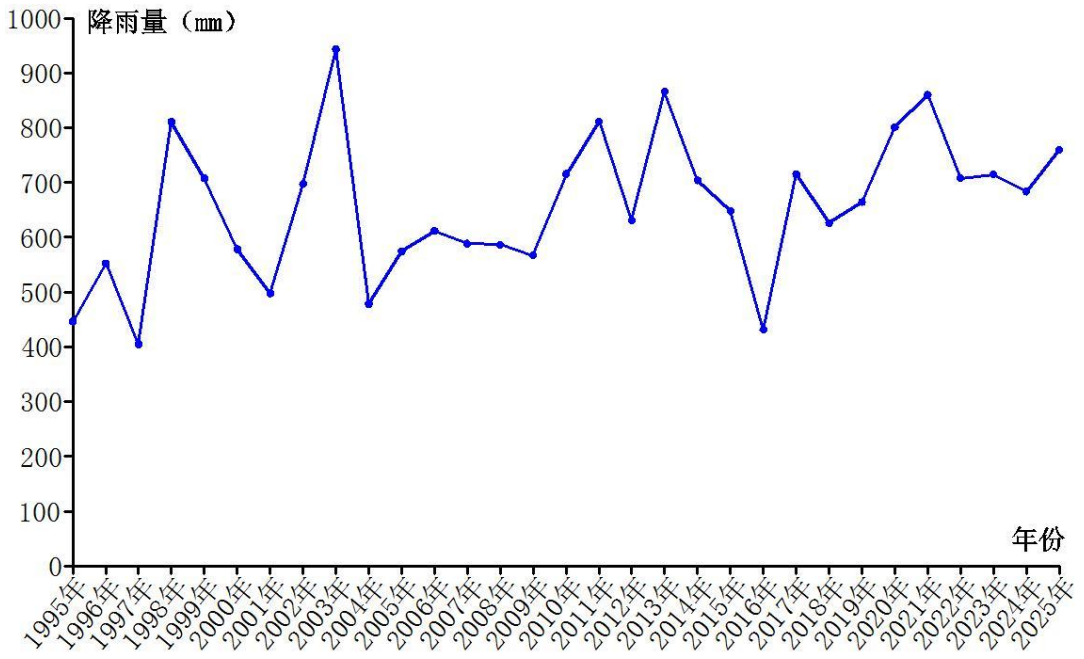


图2-1　宝鸡市陈仓区（1995-2025年）降水量分布图

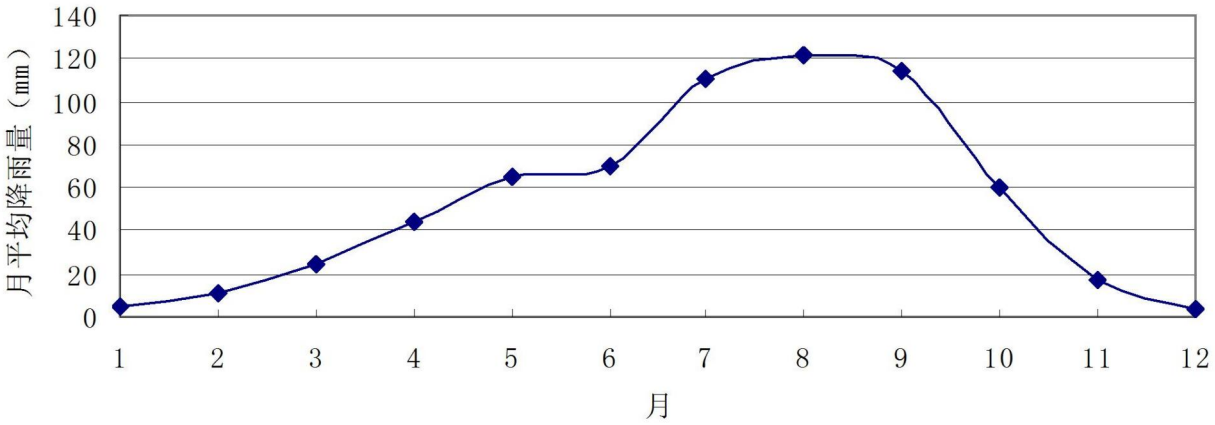


图2-2　宝鸡市陈仓区月降水量折线图



图2-3　宝鸡市年平均降水量等值线图

2、水文

（1）地表水功能区划

本项目地表水系上刃集沟为渭河一级支流。根据《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)，陕西省水利厅2004年9月编制《陕西省水功能区划》(陕西省人民政府以

“陕政办发(2004)100号”文件予以批准执行)，本项目所在区域地表水属于III类水域，水质目标为《地表水环境质量标准》中III类水域。

（2）地表水系

矿区范围仅有渭河支流上刃集沟一条地表水系（图2-4），上刃集沟由北向南在矿区以南约5公里处汇入渭河，水量受季节性降雨影响较大，丰水季节，沟水暴涨暴落，平水季节溪水清澈见底，流量变化悬殊，经调查河道水流平均流量约为0.02m^3/s，年最大可供水量630720m^3。



照片2-1　渭河（镜向S）



照片2-2　上刃集沟（镜向N）

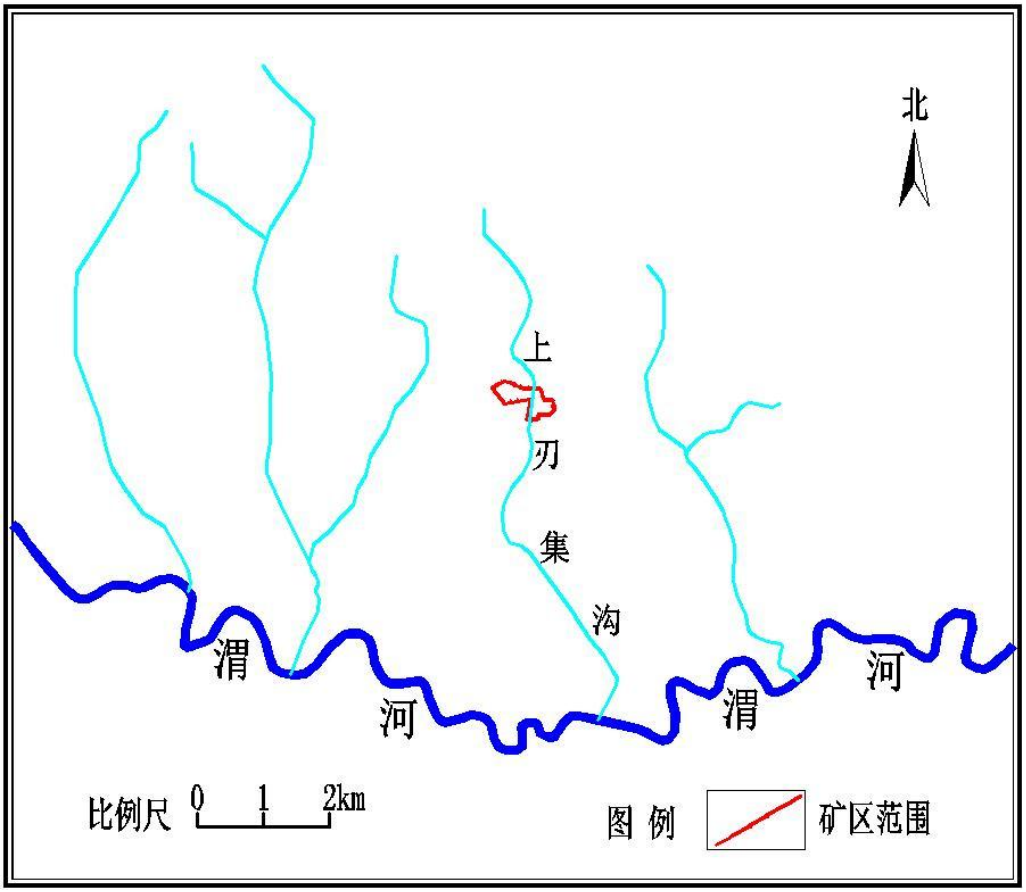


图 2-4　矿区周边地表水系分布图

（二）地形地貌

矿区位于宝鸡市陈仓区西山低中山区，沟壑发育，山坡陡峻，切割强烈，两侧山坡整体坡度约35°～40°，局部较陡，坡度约70°，坡面凹凸不平，浅切沟较发育，在东侧斜坡发育相对较大的冲沟。区内地势总体呈东、西部高，中间低，北高南低。区内最高高程1580.5米，最低高程1145.0米，相对高差434.5米。



照片2-3　低中山地貌（镜向S）



照片2-4　低中山地貌（镜向N）

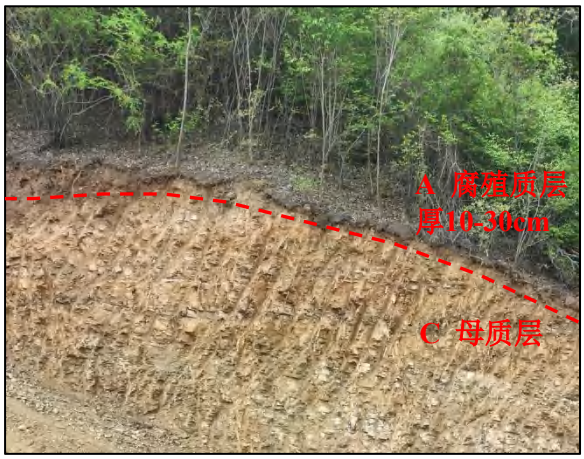


图2-5　矿区地形地貌遥感影像图

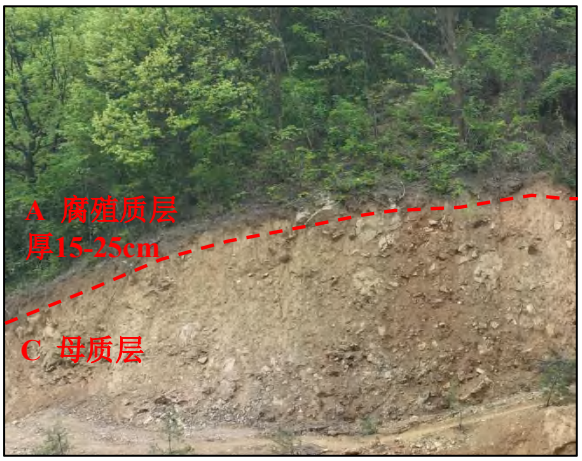
（三）土壤

根据现场调查及资料收集，矿区土壤主要为粗骨褐土，属褐土类下粗骨型亚类，母质为灰岩、砂岩风化残坡积物，土层发育程度低，俗称石渣土、石骨子土，其土体结构呈简化 A-C 结构，无完整粘化 B 层与钙积层，成土作用微弱，A 腐殖质层厚度 15～30cm，陡坡处不足 15cm；颜色灰棕至暗棕色，粒状、小块状松散结构，混杂大量棱角碎石，C 母质层为半风化基岩，砾石占比骤增，基岩裸露区域裸岩占比可达 30%；粗骨褐土表层砾石体积分数 30%～50%，下层可超 60%；细土以砂壤、轻砂壤为主，粘粒匮乏。

粗骨褐土为砂砾质轻壤土，砂粒占比高；大孔隙丰富，通气透水极强，保水储肥能力差，雨后快速下渗，无雨极易干旱。表层容重 1.35～1.50g/cm³，砾石层空隙大但细土紧实，坡面径流冲刷下极易发生水土流失。pH 值 7.3～7.8，中性至微碱性，盐基饱和度高于 80%，盐基离子以钙、镁为主；有机质含量差异显著，天然林地 20～40g/kg；开垦坡耕地仅 8～12g/kg，整体肥力中等偏下；碱解氮、有效磷普遍偏低，耕地有效磷常低于 10mg/kg，速效钾储量充足，平均速效钾 150mg/kg 以上，为优势养分，阳离子交换量低（10～15cmol/kg），缓冲能力弱，施肥后养分易随水淋失。



照片 2-5　林地（粗骨褐土）土壤剖面



照片 2-6　林地（粗骨褐土）土壤剖面

（四）地下水状况

1、地下水功能区划

根据《地下水质量标准》（GB/T14848-2017），影响区主要适用于集中生活饮水水源及工农业用水，执行地下水功能属III类区标准。

2、地下水类型

井田地下水划分为三种类型，分别为第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、构造裂隙水，各含水层详细特征及水文地质条件详见本章第三节。

（五）植被

1、调查方法

1.1野外样方点设置

项目组按“整体性+典型性”原则，采用整体普查与典型样方调查相结合的方式，重点调查影响区植被生长分布及群落类型特征。普查覆盖所有地貌与群落类型，样方调查沿路线穿插选点，涵盖主要地貌及群落类型，兼具典型性与代表性。

1.2样方调查方法

按群落类型设置样方：乔木10m×10m、灌丛5m×5m、草本2m×2m。乔木、灌木调查种类组成、冠幅、高度、多度、盖度等；草本记录高度、盖度，生物量采用0.2m×0.2m小样方（5—10个/样方）全株称重法测定；灌丛用平均标准木法，分器官称鲜重；乔木生物量结合基径、胸径、冠幅及文献估算。所有样品取300g左右烘干至恒重，换算单位面积生物量。

2、调查结果

本次调查根据收集到的《陕西省植被志》（雷明德主编，2011年）、《宝鸡市“十四五”生态环境保护规划》（2021）、《陈仓区国土空间总体规划》（2021-2035）相关资料，结合野外实地路线调查及样方调查，最终得到了影响区常见植物名录和主要群落类型结果。

2.1影响区常见植物群落总体特征

调查区属低中山针阔混交林群系，植被类型主要为乔木植被、灌木植被、草本植物。区内植物种类繁多，乔木有栓皮栎、杨树阔叶林，油松、侧柏针叶林；灌木丛有连翘、酸枣灌丛，马桑、虎榛子灌丛；草丛有青蒿、一年蓬杂类草丛、针茅、铁杆蒿草丛等。

矿区未发现有国家级和省级重点保护植物。

2.2主要植被群落类型及特征

（1）乔木群落

矿区乔木群落分布广泛占矿区总面积41%，该区域乔木群落多层结构，伴生灌木与草本，整体郁闭度较高，以栓皮栎、杨树阔叶林群落为核心类型，植被样方调查基本状况见表2-1。

分布：在矿区内广泛分布，主要分布于两侧山坡上，共设置2个样地。

1）物种组成

栓皮栎、山杨（小叶杨），二者共同构建群落上层骨架；栓皮栎广布全坡向，杨树集中在沟谷、溪流两侧湿润区域；伴生漆树、野胡桃、青榨槭，零散分布于林间湿润洼

地；局部混生少量油松、锐齿栎，为周边针阔混交林渗透物种。亚乔木千金榆、湖北山楂、四照花，居于乔木下层，无法进入林冠顶层。

2）植株高度

顶层优势乔木（成年栓皮栎、山杨）13～18m主干挺拔，构成主要林冠；中层乔木（幼龄栓皮栎、中小型杨树、漆树、野胡桃）6～12m，填充林冠空隙；亚乔木层3～5m处于乔木层最底部。

3）郁闭度

保存完整的次生林段：0.60～0.72，林冠衔接紧密。

4）优势度

栓皮栎优势度43%～49%，山杨、小叶杨优势度21%～27%，漆树、野胡桃、青榨槭等伴生树种优势度7%～11%，油松、锐齿栎外来渗透树种优势度不足5%，无竞争优势；亚乔木千金榆、山楂、四照花优势度低于4%。

表 2-1　栓皮栎、杨树阔叶林群落被样方调查基本状况表

<table>
<tr><td>样方编号</td><td>样方01</td><td>群落类型</td><td colspan="2">栓皮栎、杨树阔叶林群落</td><td>样方大小</td><td>10×10m</td></tr>
<tr><td>调查地点</td><td colspan="6">陕西省宝鸡市陈仓区拓石镇</td></tr>
<tr><td colspan="7">KT1西侧露天采场旁</td></tr>
<tr><td>纬度</td><td>106°44'16.65"</td><td>地貌</td><td colspan="4">（√）山地 （）低洼地 （）平原 （）丘陵 （）高原</td></tr>
<tr><td>经度</td><td>34°24'27.76"</td><td>坡位</td><td colspan="4">（）平地 （√）下部 （）中部 （）上部 （）梁顶</td></tr>
<tr><td>每拔（m）</td><td>1200</td><td>植被起源</td><td colspan="4">（√）原生 （）次生 （）人工</td></tr>
<tr><td>坡向</td><td>99°</td><td>干扰程度</td><td colspan="4">（）无干扰 （√）轻微 （）中度 （）强烈</td></tr>
<tr><td>坡度（°）</td><td>35°</td><td>土壤类型</td><td>粗骨褐土</td><td>周围植被</td><td colspan="2">栓皮栎、山杨、刺槐等</td></tr>
<tr><td>垂直结构</td><td>层高（m）</td><td>盖度（%）</td><td>优势种</td><td colspan="3" rowspan="5"></td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>6-18</td><td>85</td><td>栓皮栎</td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>1~2</td><td>/</td><td>酸枣</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>0.1~0.4</td><td>30~40</td><td>针茅</td></tr>
<tr><td>饱和度（种）</td><td>9</td><td>生物量 (t.hm^{-2})</td><td>143.66</td></tr>
<tr><td>调查人</td><td colspan="5">张浩、闵瑶臻、全岩</td></tr>
<tr><td>记录人</td><td>全岩</td><td colspan="2">调查日期</td><td>2026.6.6</td><td colspan="2"></td></tr>
</table>

（2）灌丛群落

灌木群落在矿区广泛分布，占比43%，是维系区域生态稳定的核心群落。该群落与草本组成灌草双层结构，整体郁闭度较高，以连翘、酸枣灌丛群落为核心类型，植被样方调查基本状况见表2-2。

分布：在矿区广泛分布，是区内面积最大的灌木群落之一，共设2个样地。

1）物种组成

以连翘、酸枣为核心优势种，伴生荆条、狼牙刺、多花绣线菊、黄蔷薇、小叶鼠李、胡枝子，物种丰富度较高。

2）植株高度

连翘株高1.5～2.6m，酸枣株高0.6～1.4m，中型伴生灌木（绣线菊、黄蔷薇、胡枝子）1.0～2.0m，矮生耐旱灌木（荆条、狼牙刺、小叶鼠李）0.5～1.1m，草本层平均0.3m。

3）郁闭度

完整连片灌丛（远离农田、扰动轻微坡面）郁闭度0.45～0.60。

4）优势度

酸枣优势度38%～45%，连翘22%～28%，荆条、狼牙刺、多花绣线菊、黄蔷薇、小叶鼠李、胡枝子等27%～40%。

表 2-2　连翘、酸枣灌丛群落植被样方调查基本状况表

<table>
<tr><td>样方编号</td><td>样方 03</td><td>群落类型</td><td colspan="2">连翘、酸枣灌丛</td><td>样方大小</td><td>5×5m</td></tr>
<tr><td>调查地点</td><td colspan="6">陕西省宝鸡市陈仓区拓石镇</td></tr>
<tr><td colspan="7">具体位置描述：矿区南侧边界附近</td></tr>
<tr><td>纬度</td><td>106°44'17.84"</td><td>地貌</td><td colspan="4">（√）山地 （）低洼地 （）平原 （）丘陵 （）高原</td></tr>
<tr><td>经度</td><td>34°24'19.53"</td><td>坡位</td><td colspan="4">（）谷地 （√）下部 （）中部 （）上部 （）梁顶</td></tr>
<tr><td>海拔（m）</td><td>1155</td><td>植被起源</td><td colspan="4">（√）原生 （）次生 （）人工</td></tr>
<tr><td>坡向</td><td>94</td><td>干扰程度</td><td colspan="4">（）无干扰 （√）轻微 （）中度 （）强烈</td></tr>
<tr><td>坡度（°）</td><td>25</td><td>土壤类型</td><td>粗骨褐土</td><td>周围植被</td><td colspan="2">酸枣、连翘、荆条、狼牙刺、</td></tr>
<tr><td>垂直结构</td><td>层高（m）</td><td>盖度（%）</td><td>优势种</td><td colspan="3" rowspan="6"></td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td>/</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td>0.5~2.5</td><td>75~85</td><td>酸枣</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td>0.1-0.4</td><td>30~40</td><td>针茅</td></tr>
<tr><td>饱和度（种）</td><td>7</td><td>生物量 (t.hm^{-2})</td><td>52.46</td></tr>
<tr><td>调查人</td><td colspan="3">张浩、闵瑶臻、全岩</td></tr>
<tr><td>记录人</td><td>全岩</td><td colspan="2">调查日期</td><td>2026.6.6</td></tr>
</table>

（3）草本群落

草本群落是乔木群落及灌木群落的下层群落，广泛分布于矿区，以青蒿、一年蓬草丛群落为核心类型，植被样方调查基本状况见表2-3。

分布：林缘空地、采伐迹地、灌丛空隙、经济林交界带、山间道路两侧，仅在人为干扰较强区域集中发育，共设置2个样地。

1）物种组成

以青蒿、一年蓬为优势种，伴生长芒草、白羊草、狗尾草、藜、苦苣菜、小飞蓬等物种丰富度较高，平均每样地8-12种。

2）植株高度

青蒿株高40～90cm，分枝多、株型高大，占据草丛顶层；一年蓬株高30～60cm，成片丛生，构成群落基础；下层伴生杂草：狗尾草、藜、苦苣菜等，高度5～25cm，填充底层空隙。

3）覆盖度

弃耕荒地覆盖度45%～60%；灌丛缝隙、阔叶林林窗：覆盖度30%～42%。

4）优势度

偏干石质坡地一年蓬耐旱性更强，优势度33%～40%，青蒿30%～35%；近沟谷轻度湿润区域青蒿长势更好，优势值45%，一年蓬25%；其余杂类草单种优势度均低于8%。

表 2-3　青蒿、一年蓬草丛植被样方调查基本状况表

<table>
<tr><td>样方编号</td><td colspan="2">样方 05</td><td>群落类型</td><td colspan="2">青蒿、一年蓬草丛</td><td>样方大小</td><td>2×2m</td></tr>
<tr><td>调查地点</td><td colspan="7">陕西省宝鸡市陈仓区拓石镇</td></tr>
<tr><td colspan="8">具体位置描述：矿区北侧边界</td></tr>
<tr><td>纬度</td><td colspan="2">106°44'23.16"</td><td>地貌</td><td colspan="4">（√）山地（）低洼地（）平原（）丘陵（）高原</td></tr>
<tr><td>经度</td><td colspan="2">34°24'35.51"</td><td>坡位</td><td colspan="4">（）谷地（√）下部（）中部（）上部（）梁顶</td></tr>
<tr><td>海拔（m）</td><td colspan="2">1220</td><td>植被起源</td><td colspan="4">（）原生（√）次生（）人工</td></tr>
<tr><td>坡向</td><td colspan="2">270</td><td>干扰程度</td><td colspan="4">（）无干扰（）轻微（√）中度（）强烈</td></tr>
<tr><td>坡度（°）</td><td colspan="2">30</td><td>土壤类型</td><td>粗骨褐土</td><td>周围植被</td><td colspan="2">蒿类、针茅类</td></tr>
<tr><td>垂直结构</td><td colspan="2">层高（m）</td><td>盖度（%）</td><td>优势种</td><td colspan="3" rowspan="7"></td></tr>
<tr><td>乔木层</td><td colspan="2">/</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>灌木层</td><td colspan="2">/</td><td>/</td><td>/</td></tr>
<tr><td>草本层</td><td colspan="2">0.20-0.90</td><td>55</td><td>蒿类</td></tr>
<tr><td>饱和度（种）</td><td colspan="2">8</td><td>生物量 (t.hm^{-2})</td><td>5.40</td></tr>
<tr><td>调查人</td><td colspan="4">张浩、闵瑶臻、全岩</td></tr>
<tr><td>记录人</td><td colspan="2">全岩</td><td>调查日期</td><td>2026.6.6</td></tr>
</table>

二、社会经济概况

（一）宝鸡市

宝鸡市地处陕西省关中西部，东连咸阳和杨凌示范区，南接汉中，西北与甘肃省的天水和平凉毗邻，全市国土总面积约18117km^2，下辖4区8县，户籍总户数1170326户，总人口369.68万人，是关天经济区副中心城市、陕西省第二大城市。

宝鸡市矿产资源丰富，境内已发现矿产地190处，发现各类矿种资源45种，有铁、铜、铅锌、镍、金、银、钨、钼、汞、黄铁等金属矿产，石灰石、电石灰石、大理石、白云石、硅石、耐火黏土、萤石、磷块岩、石英岩等非金属矿产。其中列入陕西省矿产资源储量表的矿种29种，矿区94处。已探明矿产储备资源/储量潜在价值在全市前三位的矿种有：水泥用灰岩、磷、煤。宝鸡地区煤矿主要集中在凤县有草滩沟、罗钵庵、扈家窑等煤矿，陇县娘娘庙、麟游北马坊也有分布。境内地热资源比较丰富，主要分布在渭河谷地、渭河北岸断裂带和秦岭山前断裂带上，眉县汤峪是陕西省内著名的温泉疗养地。

宝鸡市位于关中平原西部，地处陕、甘、宁、川四省区接合部，处于西安、兰州、银川、成都四个省会城市（自治区首府）的中心位置；宝鸡是全国性综合交通枢纽，大陆桥走廊和西部陆海走廊在此交会，是通往中国西北、西南铁路交通的主要咽喉通道。为陇海铁路、宝成铁路、宝中铁路、西宝客运专线(西宝高铁)、宝麟铁路、宝鸡至兰州高铁(宝兰客运专线)交会点；宝鸡高速公路是以G30连霍高速、G85银昆高速为主轴的“十字加外环”放射状，公路交通四通八达。

2023年宝鸡市全市实现地区生产总值2405.32亿元，比上年增长3.3%。分三次产业看，第一产业240.81亿元，增长4.1%；第二产业1027.39亿元，增长3.1%；第三产业1137.13亿元，增长3.3%。全年城镇居民人均可支配收入42448元，增长5.1%。全年农村居民人均可支配收入18184元，增长8.3%。全年全体居民人均可支配收入30270元，增长6.8%。

2024年宝鸡市全市实现地区生产总值2548.02亿元，比上年增长5.6%。分三次产业看，第一产业增加值232.02亿元，增长3.4%；第二产业增加值1066.23亿元，增长5.5%；第三产业增加值1249.77亿元，增长6.1%。全年城镇居民人均可支配收入44520元，增长4.9%。全年农村居民人均可支配收入19431元，增长6.9%。全年全体居民人均可支配收入32013元，增长5.8％。

2025年宝鸡市全市实现地区生产总值2648.87亿元，比上年增长6.0%。分三次产业看，第一产业244.45亿元，增长3.7%；第二产业1093.17亿元，增长6.8%；第三产业1311.25

亿元，增长5.8%。全年城镇居民人均可支配收入46553元，增长4.6%。全年全体居民人均可支配收入33796元，增长5.6%。

表2-4　宝鸡市社会经济概况表

年份	GDP（亿元）	第一产业（亿元）	第二产业（亿元）	第三产业（亿元）	城镇居民可支配收入（元）	农村居民人均收入（元）
2023	2405.32	240.81	1027.39	1137.13	42448	18184
2024	2548.02	232.02	1066.23	1249.77	44520	19431
2025	2648.87	244.45	1093.17	1311.25	46553	23972

（二）陈仓区

陈仓区位于陕西省关中平原最西端，位于陕西省关中平原西端。南依秦岭与太白、凤县毗邻，北靠陇山余脉与陇县、千阳、凤翔县接壤，西沿渭水与甘肃省天水市麦积区、清水县隔河相望，东与岐山县相连全区辖12个镇、3个街道办事处，户籍总户数170063户，总人口59.17万人。陈仓区境内陇海铁路横贯东西，宝成、宝中铁路通往南北，310国道和西宝高速公路、西宝北、中、南线穿境而过，距咸阳国际机场130千米、省城西安150千米，城内路网呈现“七纵五横”框架，交通便利。

陈仓区有矿点10处，矿藏6种，拓石望家坡硫铁矿，品位较好的（含硫量9%—15%）藏量约150万吨，品位差的（含硫5%—6%）藏量约226万吨；大理石藏量约20余万吨，铜、铅、锌、铁、白云母、石英石、石灰石等均有一定藏量。砂、石子等建筑材料，分布极广，藏量很大，年开采量约60万立方米。

2023年陈仓区实现地区生产总值271.04亿元，比上年增长5.3%。分三次产业看，第一产业29.61亿元，增长4.2%；第二产业118.83亿元，增长6.2%；第三产业122.60亿元，增长4.3%。全年城镇居民人均可支配收入41104元，增长4.7%。全年农村居民人均可支配收入18326元，增长8.1%。

2024年陈仓区实现地区生产总值284.43亿元，比上年增长6.0%。分三次产业看，第一产业增加值30.47亿元，增长2.9%；第二产业增加值124.74亿元，增长7.5%；第三产业增加值129.22亿元，增长5.4%。全年城镇居民人均可支配收入43309元，增长4.6%。全年农村居民人均可支配收入19645元，增长7.2%。

2025年陈仓区实现地区生产总值297.46亿元，比上年增长6.5%。分三次产业看，第一产业31.64亿元，增长3.6%；第二产业128.73亿元，增长6.9%；第三产业137.09亿元，增长7.0%。全年城镇居民人均可支配收入46553元，增长4.9%。全年农村居民人均可支配收入20745元，增长5.6%。

表2-5 陈仓区社会经济概况表

年份	GDP（亿元）	第一产业（亿元）	第二产业（亿元）	第三产业（亿元）	城镇居民可支配收入（元）	农村居民人均收入（元）
2023	271.04	29.61	118.83	122.60	41404	18326
2024	284.43	30.47	127.74	129.22	43309	19645
2025	297.46	31.64	128.73	137.09	46553	20745

（三）拓石镇

拓石镇地域广袤，物产富集，区位优势显著，东邻陈仓区坪头镇，西接陈仓区凤阁岭镇，南与甘肃省天水市麦积区三岔、东岔两镇毗邻，北靠陇县天城镇，镇域总面积397km^2，辖12个行政村，99个村民小组，4309户，总人口1.71万人，全镇耕地保有量3.13万亩，林地面积11.85万亩，境内特色中药材种植产业规模庞大，是区域知名的柴胡产业重镇。拓石镇12个行政村已全部实现道路硬化通畅，310国道、陇海铁路、千北公路穿境而过，交通出行便捷高效，镇域内历史文脉厚重，拥有关道塬仰韶文化遗址、三国古栈道等人文古迹，留存多处田野文物，出土的中国第一骨刀极具考古价值，同时坐拥原生态山林田园风光，农旅融合发展潜力突出。2025年拓石镇农村居民人均可支配收入20745元，增速5.6%。

三、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

调查区除冲沟和山体坡脚处见第四系分布外，各山梁上主要出露的地层有中元古界宽坪群四岔口岩组（Pt_2s），矿区地形地质平面图见图2-6，矿区地形地质剖面图见图2-7，地层岩性柱状图见图2-8，区内地层老到新分述如下：

1、中元古界宽坪群四岔口岩组（Pt_2s）

原岩为一套浅海相碎屑岩、泥岩和碳酸岩。局部夹浅变质火山岩，呈夹层产出，岩石类型有绿泥钠长片岩，斜长角闪片岩、钠长阳起绿泥片岩和少量（黑云）角闪斜长片麻岩。厚度大于1600米。该层为本次工作的主要对象。

本次工作按岩性特征等分为九个岩性层，由老到新依次编号为$Pt_2s_1^a$、$Pt_2s_1^b$、$Pt_2s_1^c$、$Pt_2s_1^d$、$Pt_2s_1^e$、$Pt_2s_1^f$、$Pt_2s_1^g$、$Pt_2s_1^h$、$Pt_2s_1^i$。各岩性层之间呈整合接触。

四岔口岩组下段a岩性层（$Pt_2s_1^a$）：该岩性层出露于矿区东南沟谷内，岩性为灰色、深灰色黑云石英片岩，岩层产状为107°-135°∠15°-32°。控制厚度>26.47m，未见底。

四岔口岩组下段b岩性层（$Pt_2s_1^b$）：该岩性层出露于矿区东南沟谷底部陡坡地带，岩性为灰白色石英透辉（闪）岩，控制厚度11.37-32.95m，为矿体赋存层位。

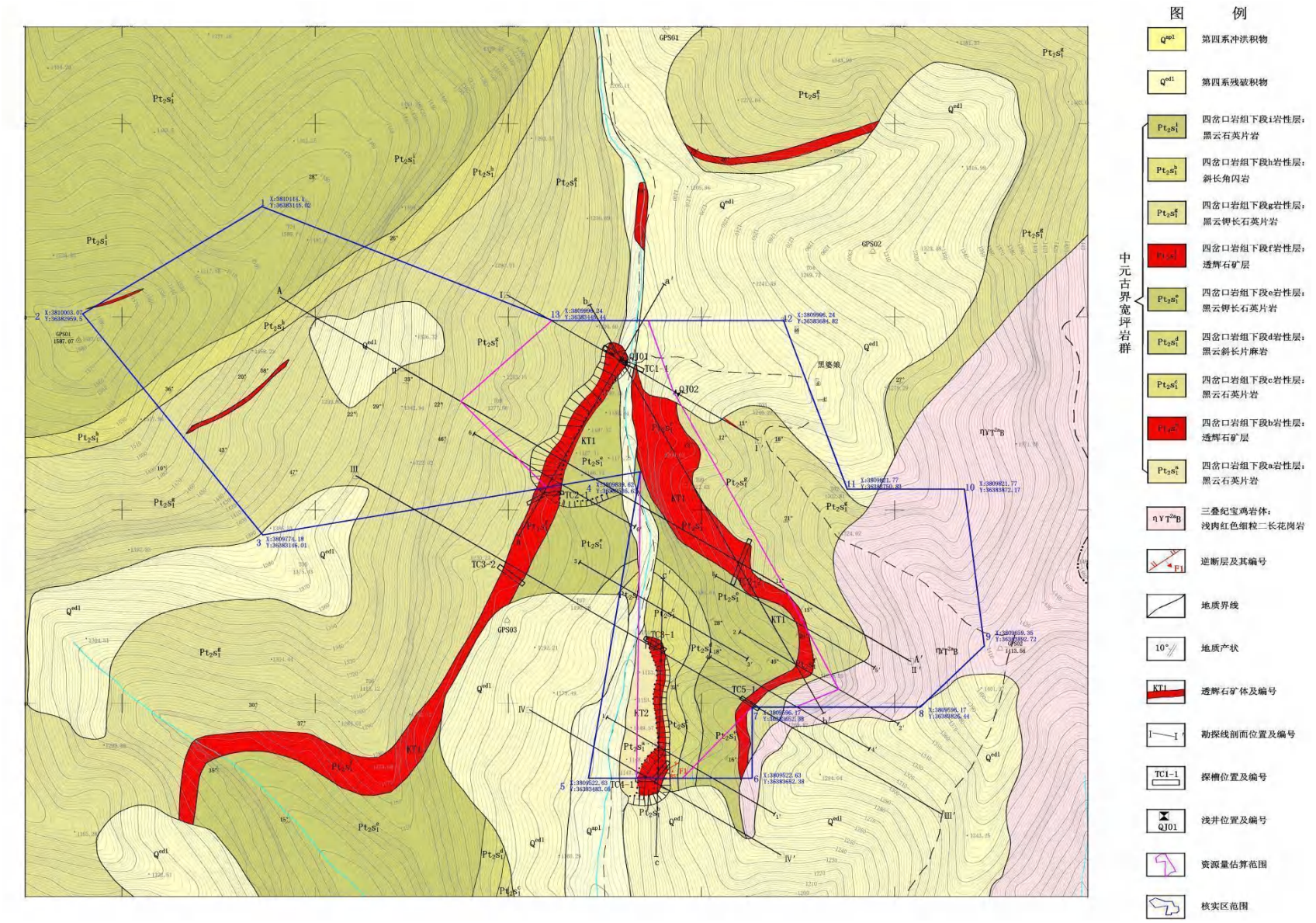


图2-6　矿区地形地质平面图

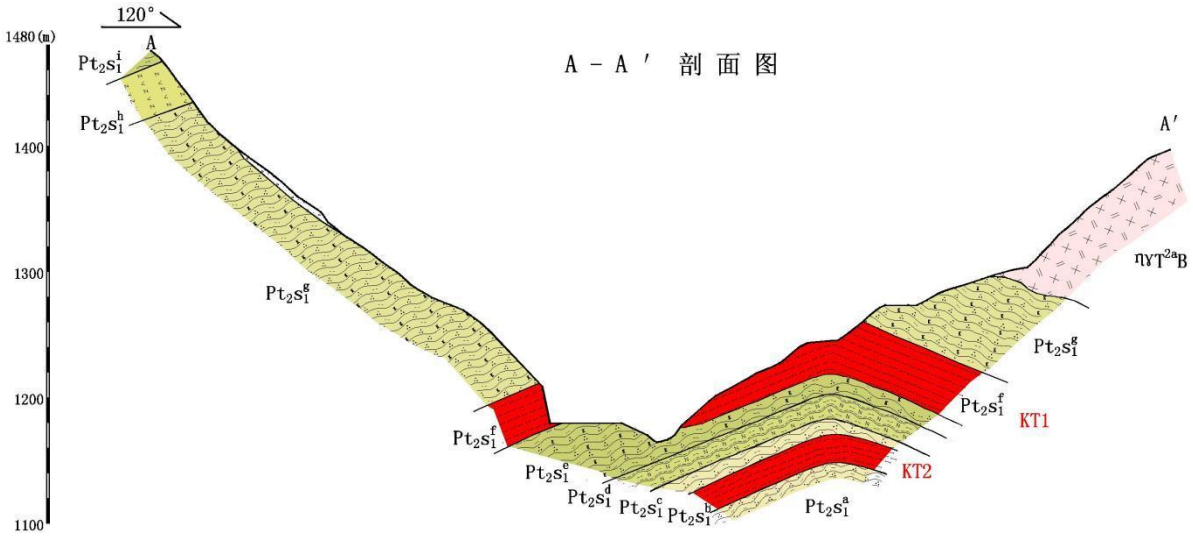


图2-7　矿区A-A`地形地质剖面图

年代地层			构造	岩石地层			代号	柱状图	叠加厚度	岩石组合特征
界	系	统	岩群	岩组	岩段	层				
中元古界			宽坪岩群	四岔口岩组	下段	i	$Pt_2s_1^i$		>46.39m	浅灰色、灰黑色黑云石英片岩。
						h	$Pt_2s_1^h$		15.5-47.38m	灰色、深灰色斜长角闪岩。
						g	$Pt_2s_1^g$		32.39-266.66m	浅红色黑云钾长石英片岩。
						f	$Pt_2s_1^f$		8.38-32.88m	透辉石矿层
						e	$Pt_2s_1^e$		24.68-64.66m	浅红色黑云钾长石英片岩。
						d	$Pt_2s_1^d$		9.12-15.13m	深灰色黑云斜长片麻岩。
						c	$Pt_2s_1^c$		4.07-33.80m	黑云石英片岩
						b	$Pt_2s_1^b$		11.37-32.95m	透辉石矿层
						a	$Pt_2s_1^a$		>26.47m	灰色、深灰色黑云石英片岩

图2-8　矿区地层柱状图

四岔口岩组下段c岩性层（$Pt_2s_1^c$）：该岩性层位于矿区基岩出露中部稍缓坡地带，呈裙带状分布，岩性为灰色、深灰色黑云石英片岩，控制厚度4.07-33.80m。

四岔口岩组下段d岩性层（$Pt_2s_1^d$）：该岩性层出露于矿区基岩出露中部稍缓坡地带，呈裙带状分布，岩性为深灰色黑云斜长片麻岩，控制厚度9.12-15.13m。

四岔口岩组下段e岩性层（$Pt_2s_1^e$）：该岩性层出露于矿区沟谷地带，呈群带状分布，岩性为浅红色黑云钾长石英片岩，控制厚度24.68-64.66m。

四岔口岩组下段f岩性层$Pt_2s_1^f$）：该岩性层出露于矿区东南沟谷底部陡坡地带，岩性为灰白色石英透辉（闪）岩，控制厚度8.38-32.88m，为矿体赋存层位。

四岔口岩组下段g岩性层（$Pt_2s_1^g$）：该岩性层出露于矿区沟谷地带，呈群带状分布，岩性为浅红色黑云钾长石英片岩，控制厚度32.39-266.66m。

四岔口岩组下段h岩性层（$Pt_2s_1^h$）：该岩性层出露于矿区山顶下部地带。岩性为灰色、深灰色斜长角闪岩，控制厚度15.50-47.38m。

四岔口岩组下段i岩性层（$Pt_2s_1^i$）：该岩性出露于沟谷西侧山顶一带，岩性为灰色、深灰色黑云石英片岩，控制厚度＞46.39m。

2、第四系（Q）

矿区内第四系主要为全新统残坡积物（Q_h^{edl}）与洪冲积物（Q_h^{apl}）。

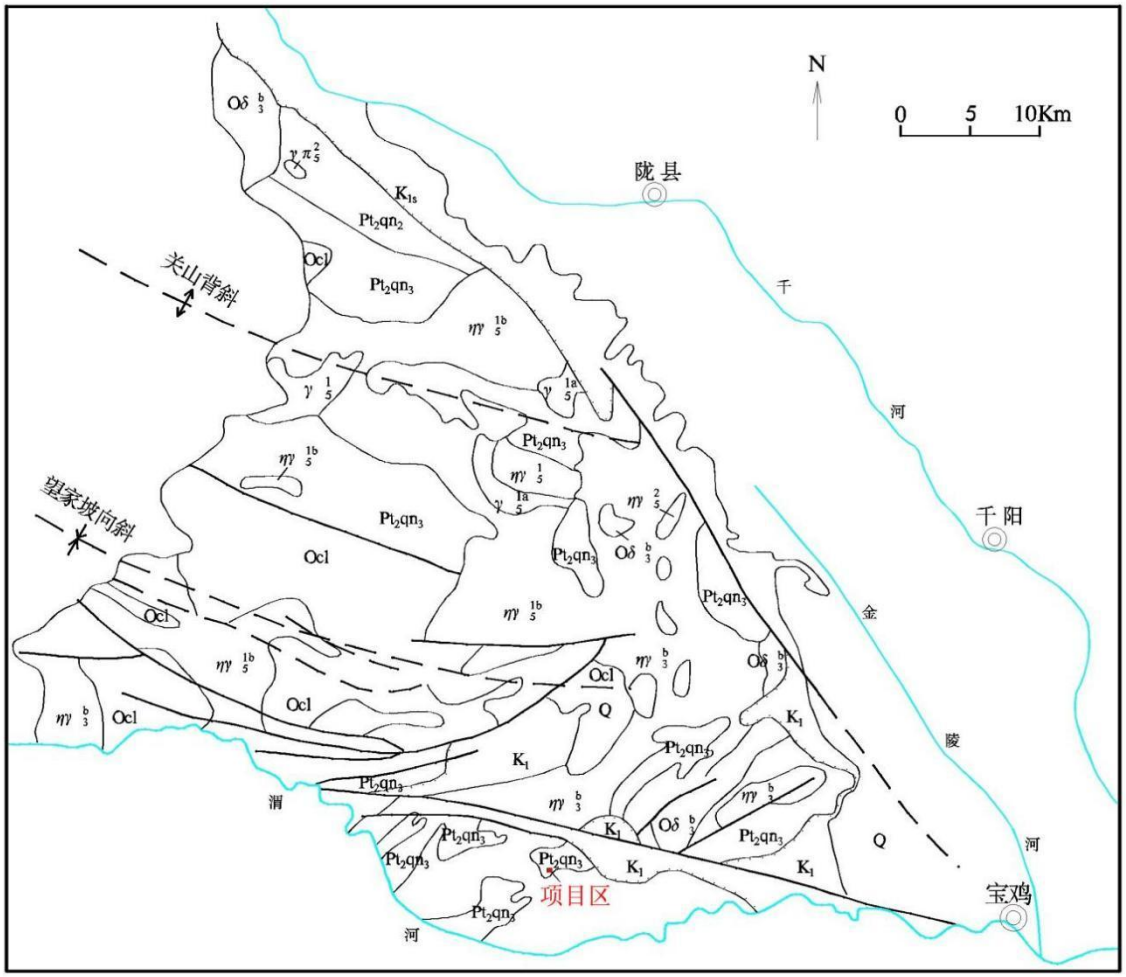
残坡积物（Q_h^{edl}）：广泛分布于山体缓坡及山顶地带，主要为岩石碎块及粘土组成。控制最大厚度为 12.35m，一般厚度为 0.3～1.5m。

洪冲积物（Q_h^{apl}）：主要分布于沟底河谷附近，为粘土、砂、砾等组成。控制最大厚度。

（二）地质构造

1、构造

矿区地处北祁连造山带、北秦岭构造带、鄂尔多斯地块三者交汇的陇山构造复合带，位于拓石-宝鸡断裂和陇县-宝鸡断裂夹持而成构造三角地带（图 2-9），区内分布一褶皱及断裂，无岩浆活动痕迹，地质构造较简单。



Q–第四系；K_1–下白垩统；K_{1s}–六盘山群三桥组；Ocl–草滩群；Pt_2qn2–秦岭群；Pt_2qn3–宽坪群;$O\delta_3^b$–石英闪长岩；γ_5^1–花岗岩(印支期)
$\eta\gamma_5^{1a}$–花岗岩(印支期第一次)；$\eta\gamma_5^{1b}$–二长花岗岩(印支期第二次)；$\gamma\pi_5^2$次粗面岩

图 2-9　宝鸡市西北部地区构造纲要图

（1）褶皱

区内地质构造较简单，构造线总体方向呈北东向，区内地层整体呈一背斜构造，背斜核部位于沟谷中心附近，核部走向为 40°，其中北翼地层倾向主要为西～北西向，产状较为平缓，南翼地层总体倾向主要为南东向，相对平缓，局部具有隆起或凹陷变形。

（2）断裂

F1断层：出露于KT2矿体南端，地表出露长度约50m，宽0.3-0.8m的挤压破碎带，断面南倾，倾角陡，总体产状：151° ∠85°。逆断层，具左型走滑性质。此外矿区内可见有次级断裂及小型断裂构造活动，对矿层稳定性影响较小。

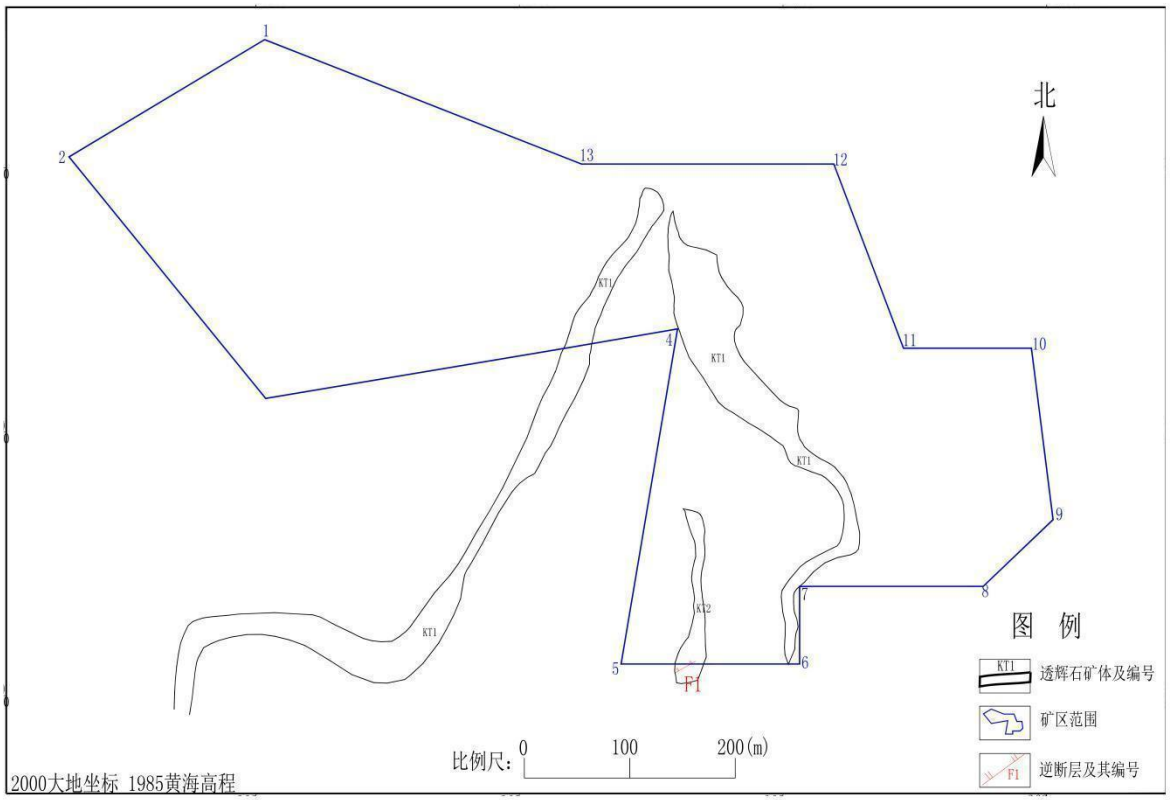


图 2-10　矿区地质构造图

2、地震

宝鸡市地壳活动中等偏强，境内有史记载有感地震 50 余次，其中 4 级以上地震 24 次，6 级以上地震 2 次（公元前 780 年岐山 6-7 级地震、1704 年 9 月 16 日陇县 6 级地震）。本区极少发生 7 级以上特大地震，但多次遭受外围强震严重影响，1556 年华县 8 级地震、1654 年甘肃天水 8 级地震和 1920 年宁夏海原 8.5 级地震、2008 年汶川 8 级地震均在宝鸡造成Ⅵ～Ⅶ度破坏烈度。现今本区地震活动以 2-4.7 级弱震为主，无 5 级以上中强震记录；近年仅扶风、陇县、太白零星发生 1.5～2.8 级无感/弱有感地震，地震频次低、震级偏小，日常地壳形变以缓慢蠕滑为主。

根据《中国地震动参数区划图》（GB18306—2015），矿区反应谱特征周期为 0.45s，地震动峰值加速度 0.20g，抗震设防烈度为Ⅷ度区。

表2-6　宝鸡市地区地震状况一览表

序号	发震时间	参考震中			震级	震中烈度
		位置	纬度	经度		
1	公元前780年	岐山	34.5°N	107.8°E	≥7级	≥Ⅸ度
2	1654.07	宝鸡渭河川道	34.5°N	107°E	5.5	Ⅶ度
3	1655.03	凤翔区	/	/	5.25	Ⅶ度
4	1704.09	陇县	/	/	6	Ⅷ度

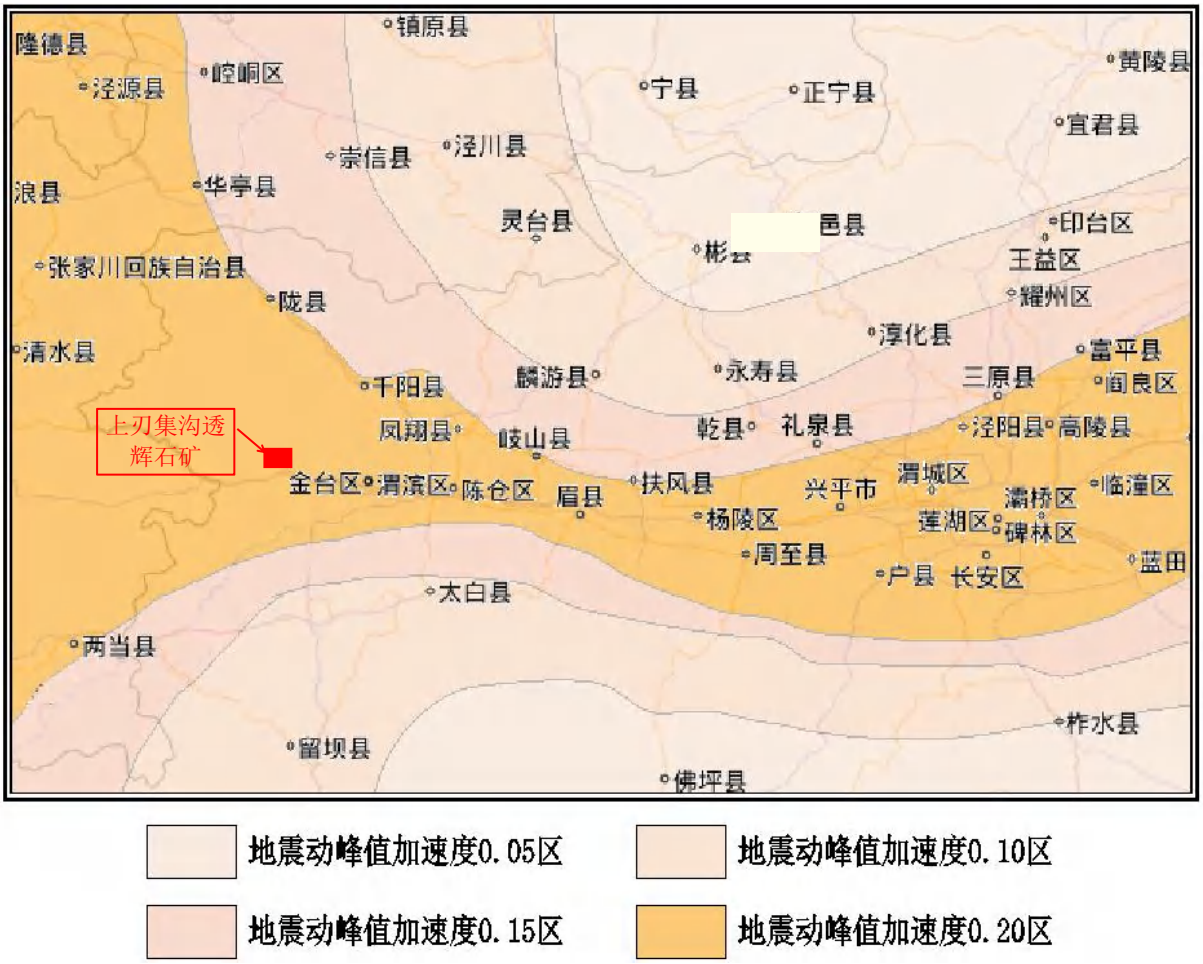


图 2-11　矿区地震动峰值加速区划图

（三）水文地质

1、含水层特征

根据矿区地下水埋藏条件和含水层性质，将区内地下水划分为三种类型，分别为第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、构造裂隙水，现将矿区主要含水层特征叙述如下：

（1）第四系松散岩类孔隙水

1）第四系冲洪积（Q_4^{apl}）含水层

分布于区内河床、河漫滩及阶地，主要为杂岩砾石等，厚度0～1.2m，透水性好，一般富含孔隙潜水，含水层具有一定的连续性，除接受河水的渗入补给外，还接受两侧基岩潜水的侧向补给，与地表水有密切的水力联系，局部地段因地形切割侵蚀，可见季节性渗水点，冲洪积层结构松散，含水性好，但因厚度薄，地下水赋存空间小，所以富水性弱，属于弱富水性含水层；

2）第四系残坡积（Q_4^{edl}）含水层

该层覆盖于区内大部分山体沟谷，主要为含碎石粘土、含粘土砂砾石层、砂砾碎石

层组成，粘土层一般分布于该层上部，对降雨入渗起到阻止作用，另外，该含水层分布位置较高且不连续，不利于大气降水的补给和储存，故富水性极弱，地下水以孔隙水为主，但多呈疏干状态。故该含水层富水性极弱，对矿床充水影响不大，残坡积含碎石粘土、含粘土砂砾石层、砂砾碎石层，含水性差，富水性极弱，属极弱富水含水层。

（2）基岩裂隙水

主要分布于第四系松散岩类孔隙潜水含水层下部，分为节理裂隙、风化裂隙和构造裂隙水三类，为宽坪岩群四岔口组（Pt_2s）的云母石英片岩、石英透辉石岩、云母石英片麻岩组成，属极弱～弱富水含水层。

（3）构造裂隙水

区内小构造多，沿断裂带发育有一系列破碎带，断层破碎带具有一定的宽度和深度，是理想的储水空间，另外，断层破碎带影响范围内岩体的节理裂隙相对发育，它们不但增加了断层破碎带的储水空间，同时也可以形成新的导水通道。但由于围岩为云母石英片岩，致使其储水空间受到压缩，各储水段之间水力联系变缓，构造破碎带导水充水性变差，富水性变弱。

2、地下水补给、径流、排泄条件

矿区地下水主要接受大气降水补给，因各含水层所处层位和地貌单元不同而各有差异。第四系孔隙、裂隙潜水含水层广泛分布于梁峁地带，大气降水是唯一的补给来源。地下水自分水岭处沿地形坡降向沟谷方向径流，多于沟脑部位及沟底沟床附近以面状渗出呈滴水的形式排出地表，部分渗入基岩裂隙。

3、水文地质类型

本区以基岩裂隙充水为主，区内含水层富水性差，地表无大的水体或地表径流，各矿段矿体均位于侵蚀基准面以上。地形条件有利于大气降水的自然排泄。本区水文地质勘查类型属Ⅱ类Ⅰ型，即水文地质条件简单类型。

4、采场涌水分析

矿体出露于山梁之上，矿体开采最低标高 1150m 位于矿区侵蚀基准面（1146m）以上，地形条件及岩体不利于地下水聚集，区内矿体构造简单，含矿岩层岩性相对单一，区域风化岩石裂隙发育不发达，渗入性较差，此外，矿区无大的储水构造，矿区地表水体不发育，地下水主要接受大气降水补给，沿地表沟谷自然排出，排水条件较好，开采过程中，保持矿山排水通道的畅通，发生采场涌水的可能性较小。

（四）工程地质

1、岩土体工程地质特征

根据《工程岩体分级标准》（GB/T 50218-2014），按岩土成因类型、颗粒结构物理力学性能，将区内岩（土）体分为三大岩类。现分述如下：

（1）第四系残坡积物层

主要分布于全区基岩之上的梁峁地带，厚度 0.3～1.5m，土质疏松，颗粒不均匀，厚度较薄，可以直接剥离。

（2）半坚硬岩类

主要为片岩组。片岩组以黑云钾长片岩和黑云钾长石英片岩为主，成分由石英、钾长石和黑云母组成。结构面以片理、垂直裂隙为主，岩石质量中等硬（Ⅴ级），岩体中等完整。

（3）坚硬岩类

主要为花岗岩类。以二长花岗岩为主，成分由石英、钾长石、斜长石和黑云母等组成，块状构造。结构面以垂直裂隙为主，岩石质量硬（Ⅶ级），岩体较完整。

2、岩（土）体结构类型

根据组成岩体的结构面和岩石性质，将区内岩体划分为散体结构、碎裂结构、片状结构和块状结构四大岩体结构类型。

（1）散体结构

主要是土层，岩性为粘质砂土，孔隙率大，土质疏松，厚度较薄。

（2）碎裂结构

指强风化岩体，岩质疏松，原生结构面（层理）离析。次生结构面风化裂隙较为发育，常含裂隙水。

（3）片状结构

片状结构主要指区内四岔口组钾长石英片岩，该岩体结构特点是岩体分层多，软硬相间。易受地下水的软化、崩解、离析等。

（4）块状结构

主要指宝鸡岩体二长花岗岩。岩体为致密块状。结构面较片状结构岩体少，是区内各种结构中完整性和稳定性最好的。

（五）矿体地质特征

1、含矿地层

区内透辉石矿体主要呈层状、似层状赋存于四岔口岩组下段 b 岩性层（Pt_2s_1b）和四岔口岩组下段 f 层（Pt_2s_1f）中，区内共圈定出 KT1、KT2 两个透辉石矿体。

2、矿体特征

区内可采矿体共2层，分别为KT1矿体及KT2矿体。

（1）KT1矿体

KT1矿体产于四岔口岩组f岩性段（$Pt_2s_1^f$）灰白色石英透辉（闪）岩中，呈似层状产出，由于沟谷的切割使矿体形成了东西两部分，矿体南北控制出露长度400m，探矿工程见矿厚度最大为32.87m，最小为8.40m，平均厚度20.64m，矿体厚度变化系数为53.81%，属厚度较稳定矿层；北西部倾向291°-350°，倾角19°-26°，南东部倾向118°-203°，倾角11°-28°。矿体出露标高为1168m-1264m，赋存高程1156～1264m。工程控制矿体均位于最低排泄基准面（1145m）以上。

（2）KT2矿体

KT2矿体产于四岔口岩组b岩性段（$Pt_2s_1^b$）灰白色石英透辉（闪）岩中，呈似层状产出，矿体控制长度约150m，探矿工程见矿厚度最大为31.72m，最小为11.40m，平均厚度21.56m，矿体厚度变化系数为68.86%，属厚度较稳定矿层；倾向87°-101°，倾角19°-23°。矿体出露标高为1158m-1196m，赋存高程1150～1196m。工程控制矿体均位于最低排泄基准面（1145m）以上。

（3）矿体工程地质特征

矿体属变质型矿床，产状平缓，地质构造简单，矿体总体呈似层状延伸，形态规则；主矿体走向长度为150-400m，矿体规模为小-中型；矿体为层状，边界规则，不含连续夹石，形态规则；矿体厚度变化系数为53.81-68.86%，矿体厚度较稳定；矿石含矿率变化系数为2.14-5.75%，矿石质量稳定；矿体呈开阔的背斜产出，内部不发育岩溶、岩浆岩，受轻微构造影响。矿体抗压强度为45.82Mpa，属于坚硬岩石，力学稳定性较高。

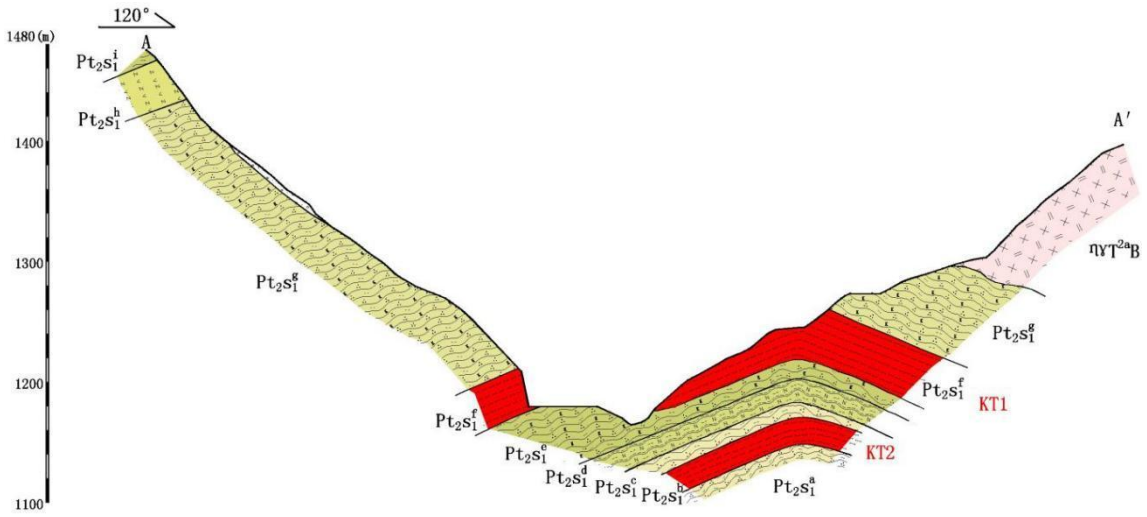


图 2-12　矿体分布特征剖面图

3、矿体上下盘围岩工程地质特征

矿区内透辉石矿体上下盘近矿围岩较为稳定，其中 KT1 矿体上下盘围岩为中元古界四岔口组下段 e 层（$Pt_2s_1^e$）和 g 层（$Pt_2s_1^g$）黑云钾长石英片岩，KT2 矿体上下盘围岩为中元古界四岔口组下段 a 层（$Pt_2s_1^a$）和 c 层（$Pt_2s_1^c$）黑云石英片岩，围岩抗压强度为 11.46-27.69MP，力学性质良好。

四、矿区土地利用现状及采矿用地审批情况

（一）矿区土地利用类型

1、采矿权范围土地利用类型

上刃集沟透辉石矿划定的矿权范围面积0.2485km^2，根据宝鸡市自然资源和规划局陈仓分局收集2024年更新的第三次土地利用现状图（图幅编号：I48G039076）及“三区三线”永久基本农田，矿区土地利用涉及5个一级类型和7个二级类型，矿区土地利用类型以乔木林地为主，占矿区面积的90%以上，其他林地及采矿用地次之，河流水面、水工建筑、农村道路、其他园地面积很小。土地利用类型及面积统计结果见表2-7，土地利用现状见附图1。

表 2-7　矿权范围土地利用类型及面积统计表

一级地类		二级地类		面积hm^2	比重%	
				二级地类	二级地类	一级地类
02	园地	0204	其他园地	0.02	0.08	0.08
03	林地	0301	乔木林地	21.41	86.16	90.47
		0307	其他林地	1.07	4.31	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	1.73	6.96	6.96
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.10	0.40	0.40
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.40	1.61	1.61
		1109	水工建筑	0.12	0.48	0.48
总计				24.85	100.00	100.00

2、采矿区范围外土地利用类型

在矿区范围外上刃集沟透辉石矿KT1西侧露天采场南部、KT2历史露天采场南部、临时排土场及拟建临时周转场分布于矿区范围外，总面积约1.48hm^2，矿区外土地利用类型面积统计见表2-8。

表 2-8　矿权范围外土地利用类型及面积统计表

一级地类		二级地类		面积hm^2	比重%	
				二级地类	二级地类	一级地类
01	耕地	0103	旱地	0.12	8.11	8.11
03	林地	0301	乔木林地	0.48	32.43	54.05
		0307	其他林地	0.32	21.62	
04	草地	0.404	其他草地	0.06	4.05	4.05
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.43	29.05	29.05
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.01	0.68	0.68
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.03	2.03	4.06
		1109	水工建筑	0.03	2.03	
总计				1.48	100.00	100.00

3、矿区土地利用现状及权属

矿区土地利用现状由划定矿区面积（0.2485km^2）及划定矿区范围外面积（0.0148km^2）组成，涉及7个一级类型和9个二级类型，矿区土地利用类型以乔木林地为主，占该区面积的88.42%，采矿用地、其他林地及河流水面次之，占比大于1%。矿区土地利用类型面积统计见表2-9，矿区土地利用现状图见图2-13。

表 2-9　矿区土地利用类型及面积统计表

一级地类		二级地类		面积hm^2	比重%	
				二级地类	二级地类	一级地类
01	耕地	0103	旱地	0.12	0.45	0.45
02	园地	0204	其他园地	0.02	0.08	0.08
03	林地	0301	乔木林地	21.89	83.14	88.42
		0307	其他林地	1.39	5.28	
04	草地	0404	其他草地	0.06	0.23	0.23
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	2.16	8.20	8.20
10	交通运输用地	1006	农村道路	0.11	0.42	0.42
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.43	1.63	2.20
		1109	水工建筑	0.15	0.57	
总计				26.33	100	100.00

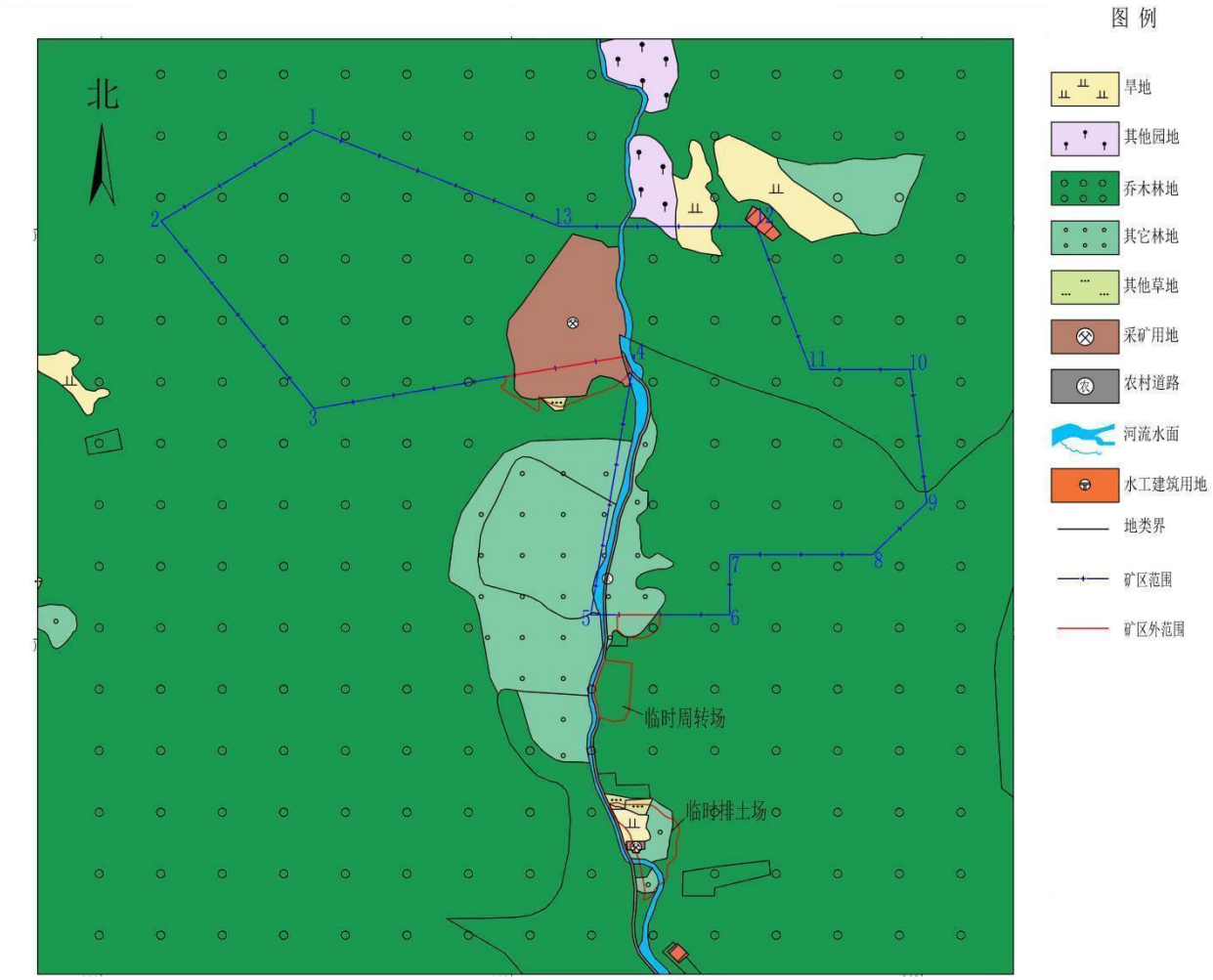


图 2-13　矿区土地利用现状图

根据土地利用现状及实地调查证实，上刃集沟透辉石矿矿区土地权属清晰，无土地权属纠纷，该区土地权属涉及宝鸡市陈仓区拓石镇东口村、仙龙村及陈仓区水利局。

表 2-10　矿区土地利用权属统计表

权属				宝鸡市陈仓区拓石镇		陈仓区水利局	合计
一级地类		二级地类		东口村	仙龙村		
01	耕地	0103	旱地	/	0.12	/	0.12
02	园地	0204	其他园地	0.02	/	/	0.02
03	林地	0301	乔木林地	14.81	7.08	/	21.89
		0307	其他林地	0.24	1.15	/	1.39
04	草地	0.404	其他草地	0.03	0.03	/	0.06
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	2.14	0.02	/	2.16
10	交通运输用地	1006	农村道路	/	0.11	/	0.11
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	/	/	0.43	0.43
		1109	水工建筑	0.15	/	/	0.15
总计				17.39	8.51	0.43	26.33

4、永久基本农田

根据宝鸡市自然资源和规划局陈仓分局“三区三线”永久基本农田，矿区范围内无基本农田分布，矿山临时排土场、临时周转场等设施不占用永久基本农田。

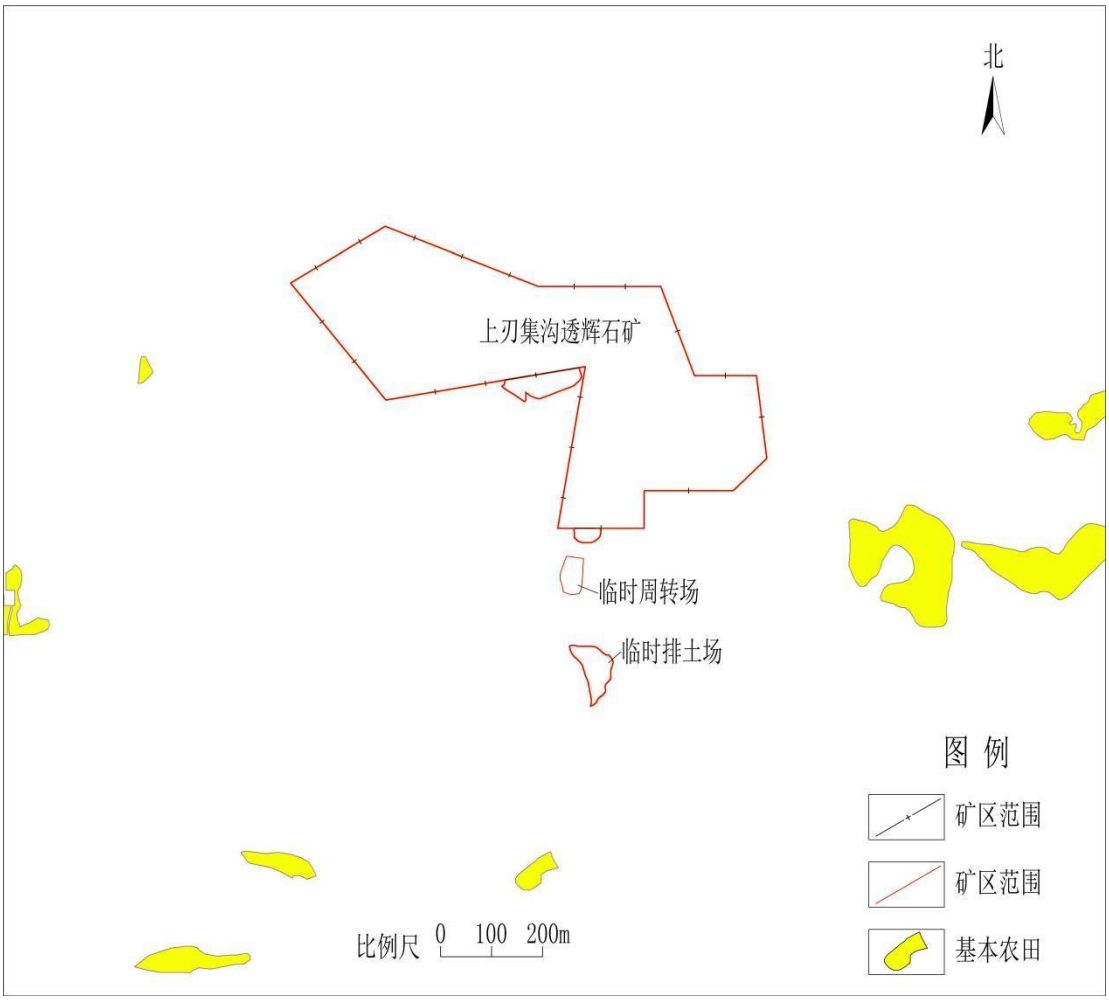


图 2-14　矿区及周边基本农田分布图

（二）采矿用地申请批准情况

矿山地面建设工程包括矿山辅助设施场地、运矿道路、临时排土场、临时周转场，总用地面积约3.43hm^2，其中矿山辅助设施场地租赁村民宅基地，运矿道路利用村庄已建乡村道路，临时排土场已复垦并于2024年通过验收，临时周转场租用仙龙村土地，相关租用地协议见附件12～附件14。

五、矿区生态状况

上刃集沟透辉石矿地处渭河谷地农业生态区，生态本底以林草为主，核心生态功能为水源涵养及水土保持，区域内无国家及地方重点保护野生动植物，也未发现外来物种入侵。

（一）生态本底调查

1、生态系统状况

矿区位于北祁连造山带、北秦岭构造带、鄂尔多斯地块三者交汇的陇山构造复合带，属渭河谷地农业生态区，矿区生态系统划分为农业、森林、草地、湿地四大类，其中，森林生态系统为矿区第一大生态类型。矿区内生态系统的整体分布特征为坡面森林连片主导、草地及农业零散镶嵌、水系湿地线性点缀、采矿裸地斑块集中。

各生态系统面积、空间分布及特征等情况详见表2-11

表2-11　矿区生态系统类型、占比及核心特征一览表

生态系统类型	面积（hm^2）	占比	核心定位与功能	空间分布及核心特征
农业生态系统	0.12	0.45	核心功能为农产品供给	分布于矿区北部山坡下部
森林生态系统	23.28	88.42	生态防护核心载体，承担水土保持、水源涵养保护功能	连片大型林斑，片状分布于沟道两侧山坡
草地生态系统	0.06	0.23		分布于矿山地面设施及采场周边，呈零散斑块状，无大面积连片草地
湿地系统	0.43	1.63	水文调节与生态支撑，功能有限	线性分布于中部上刃集沟
合计	23.89	90.73	/	/

2、生态系统格局

矿区生态系统格局呈现梯度连续型格局：沿山体海拔、坡向自然过渡，沟谷湿地生态-缓坡阔叶林—陡坡灌丛—山脊草丛有序衔接，斑块边界平滑，景观整体性强。

3、生态保护相关区域状况

（1）生态保护红线

矿区不涉及陈仓区生态保护红线，距矿区最近的生态保护红线为渭河流域黄土台塬水土保持生态保护红线，矿区紧邻该生态保护红线，开采活动不会对红线区造成直接扰动。

（2）饮用水水源保护区

矿区不属于任何集中式饮用水水源一、二级保护区，下游村级分散取水点距离矿区2.1km。

（3）永久基本农田

矿区无基本农田分布，无基本农田占用、损毁情况。

（4）自然保护地等重点生态区域情况

矿区距离安平沟森林公园 6.2km，距陕西吴山省级森林公园 22.8 公里，距陕西省雪山洞森林公园 55.6 公里；矿区距陕西渭河省级重要湿地 4.4 公里，距陕西省千河省级重要湿地 42.7 公里；矿区距陕西干渭之会国家湿地公园 44.3 公里，距陕西省陈仓九龙山省级地质公园 4.2 公里，矿区周边没有国家公园、风景名胜区、地质遗迹等其他重点生态区域，因此不涉及国家公园、自然保护区、森林公园、湿地公园、风景名胜区、地质公园、重要湿地等重点生态区域。

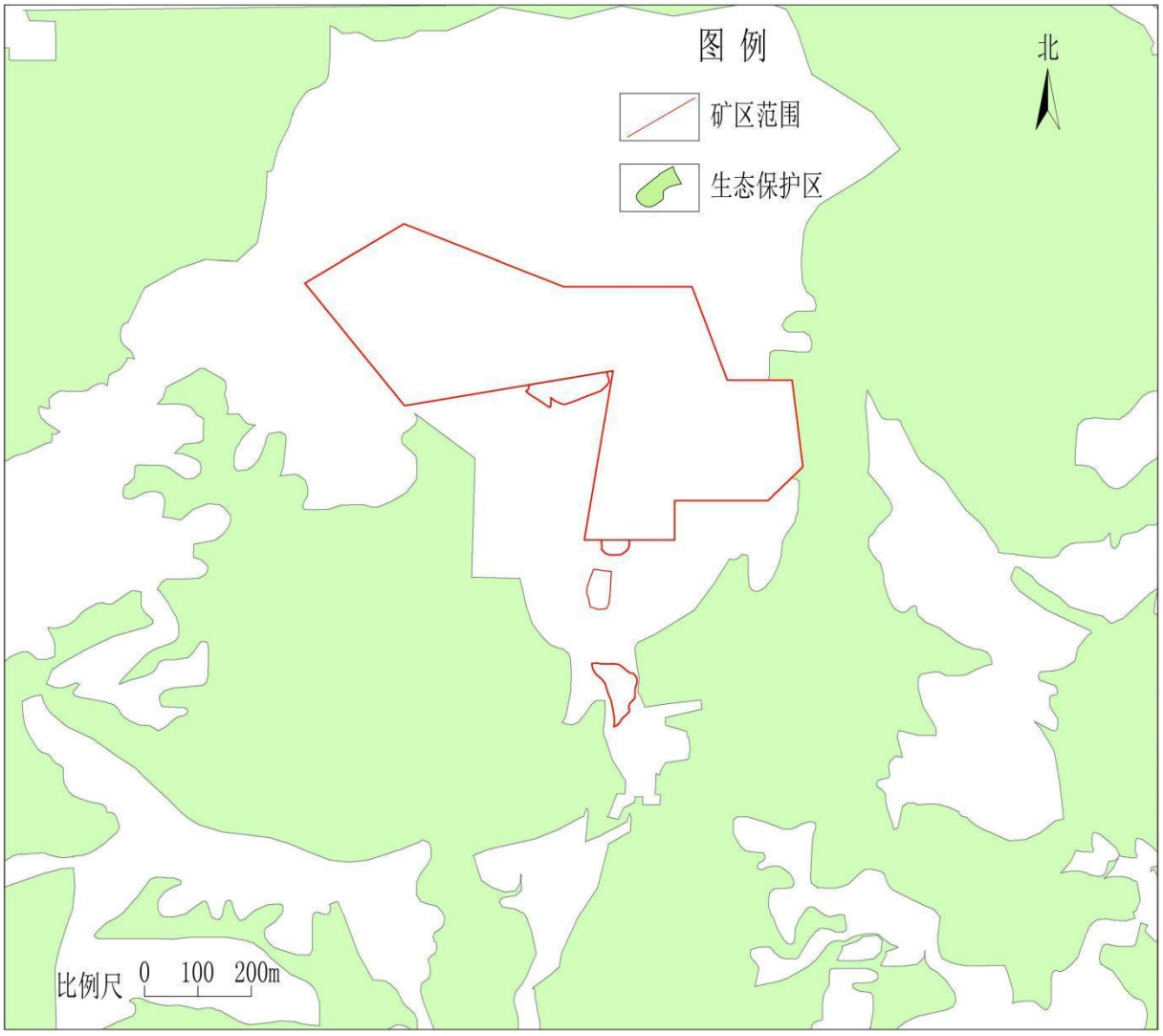


图 2-15　矿区周边生态保护区分布图

4、生态功能定位

（1）陕西省生态定位

根据《陕西省生态功能划分》、陕西省国土空间规划（2021-2035 年）及宝鸡市“三区三线”划定成果，本矿区生态功能区划如下：

一级分区：渭河谷地农业生态区；

二级分区：渭河两侧黄土台塬农业亚区；

三级分区：麟陇北山水源涵养与土壤保持区。

该区的发展方向是系统治理水土流失，提升水源涵养能力，管控人为侵蚀。

（2）宝鸡市级生态定位

根据《宝鸡市国土空间总体规划（2021—2035年）》及《宝鸡市秦岭生态环境保护规划》，宝鸡市全市构建 “一屏、二区、三带、多点”生态安全格局，秦岭北麓为核心生态屏障，矿区所在的陈仓西山划入渭河上游水源涵养与水土保持管控单元。

（3）陈仓区生态定位

根据《陈仓区国土空间总体规划（2021—2035）》及拓石镇镇域生态管控要求，陈仓区分“一城两区”空间格局，拓石镇全域划入西山绿色发展区，核心定位为水源涵养、水土保持、林下特色产业协同发展示范区。

（二）生物多样性调查

1、植物多样性调查

本次调查记录到的维管植物全部为区域乡土物种，按群落层划分为：

乔木22种：优势种栓皮栎、山杨，伴生油松、锐齿栎、漆树、野胡桃、青榨槭等；

灌木16种：巴山木竹、多花绣线菊、中国旌节花、连翘、酸枣、胡枝子、黄蔷薇等；

草本37种：大披针苔草、鹿蹄草、麦冬、长芒草、铁杆蒿、北苍术、野生柴胡，少量天麻零星分布于阴湿林下；

栽培物种：刺槐、紫穗槐、核桃等。

所有物种均未列入《国家重点保护野生植物名录》。

2、动物多样性调查

哺乳类：草兔、岩松鼠、花鼠，小型野猪零散活动，栖息于阔叶林地，以草本种子、茎叶为食；

鸟类：环颈雉、画眉、大山雀、柳莺、灰喜鹊等20余种留鸟、候鸟，以昆虫植物种子为食；

昆虫：凤蝶、粉蝶、步甲、蜜蜂等大量传粉、腐生昆虫，是食物链重要环节，林下土壤微生物群落完整；

爬行类：白条锦蛇、山地麻蜥等乡土爬行动物。

调查记录到的陆生脊椎动物均为区域常见广布种，无《国家重点保护野生动物名录》《陕西省重点保护野生动物名录》收录物种。受矿山采矿活动影响，矿区大中型野生哺乳动物完全规避，仅存广适性物种麻雀、蝗虫、蚂蚁等。

3、外来物种入侵情况

经野外踏勘及样方调查，矿区内未发现外来入侵植物物种。区域植被均为本土原生或人工栽培乡土物种，生态系统对外来物种抵御能力强，且矿区远离人口密集区，人为引入外来物种概率低，未出现外来物种挤占本土物种生存空间的情况。

（三）主要生态系统生态状况调查

矿区生态系统包含农业生态系统、森林生态系统，草地生态系统、湿地生态系统等四个方面。生态系统状况见表2-12。

表2-12　生态系统状况一览表

生态系统类型	面积（hm^2）	面积占比	核心生态功能	现存主要生态问题
农业生态系统	0.12	0.45	核心功能为农产品供给，兼具水土保持、水源涵养、碳汇功能，	群落结构单一，生物多样性低；化肥农药常规使用对局部土壤、水环境有轻微影响
森林生态系统	23.28	88.42	核心功能为水土保持、水源涵养、碳汇固定、生物多样性保护，为矿区单位面积碳汇能力最强的系统及生物多样性最丰富的系统，承载90%以上野生植物物种，为小型野生动物核心栖息生境	群落结构稳定，盖度较高，无大面积病虫害；水土保持、水源涵养功能突出，生态功能稳定
草地生态系统	0.06	0.23	核心功能为水土保持、水源涵养	斑块碎片化严重，空间连通性差，难以形成连续生态防护带；植被覆盖度整体偏低
湿地系统	0.43	1.63	核心功能为水文调节、水质净化、小型水生生物栖息地维护	面积极小，线性分布，水系连续性较差，水生植被发育不良，生态功能极弱；河流流量受降水影响波动极大

六、矿区及周边人类重大工程活动

经调查，矿山及周边仅有上刃集沟透辉石矿，无其他矿权，无重要地质遗迹、人文景观，不涉及自然保护区等重要生态区域，无村庄分布，直距最近的村庄约 3km，矿区北侧原有旱地分布于沟谷谷地及沟坡下部，现均已荒废，矿区及周边人类工程活动仅有乡村道路建设，其分布于中部沟谷谷地，道路宽约 3.0m，采用泥结碎石路面，总长约 5km，连接沟口国道，该路亦是矿山的运矿道路。综上所述矿区及周边人类工程活动弱。



照片 2-7　撂荒旱地（镜向 NE）



照片 2-8　乡村道路（镜向 S）

七、矿区生态修复工作情况

2018 年 12 月由中国建筑材料工业地质勘察中心陕西总队编制了《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《上期两案》）（2019 年 1 月 20 日宝鸡国土资源局陈仓分局发布关于方案通过审查结果的公告），《上期两案》适用期为 5 年，即 2019 年 1 月至 2023 年 12 月。上期《方案》适用期部署工程量及执行、验收情况见表 2-13。

表2-13　上期《方案》适用期部署工程量及执行验收情况一览表

年度	项目类别	治理措施		执行情况	验收情况
2019年度	露天采场治理工程	采场外围防护	刺丝围栏	已实施	列入2022年年度计划，2022年验收
			警示牌	已实施	
			截排水沟	已实施	
	矿山地质环境监测工程	边坡变形监测	设置监测点3个，监测45次	未实施	办理矿山整合相关手续及新冠疫情影响，矿山停产
		地形地貌监测	人工巡视4次，无人机摄影1次，遥感解译1次	未实施	
		水流监测	水量监测12次，水质监测4次	未实施	
		土壤环境质量监测	土壤检测4次	未实施	
	土地复垦监测与管护工程	监测工程	土地损毁监测1次	未实施	
2020年度	运矿道路及排土场治理工程	绿化	路边植树	已实施	列入2022年年度计划，2022年验收
		截水沟	修建截水沟1466m	未实施	矿山开采设计变更，无法按方案执行
	矿山地质环境监测工程	边坡变形监测	设置监测点3个，监测45次	未实施	办理矿山整合相关手续及新冠疫情影响，矿山停产
		地形地貌监测	人工巡视4次，无人机摄影1次，遥感解译1次	未实施	
		水流监测	水量监测12次，水质监测4次	未实施	
		土壤环境质量监测	土壤检测4次	未实施	

年度	项目类别	治理措施		执行情况	验收情况
	土地复垦监测与管护工程	监测工程	土地损毁监测1次	未实施	
2021年度	露天采场治理工程	边坡治理	清理危岩	已实施	列入2022年年度计划，2022年验收
	运矿道路及排土场治理工程	截水沟	修建截水沟1170m	未实施	矿山开采设计变更，无法按方案执行
	矿山地质环境监测工程	边坡变形监测	设置监测点3个，监测45次	未实施	办理矿山整合相关手续及新冠疫情影响，矿山停产
		地形地貌监测	人工巡视4次，无人机摄影1次，遥感解译1次	未实施	
		水流监测	水量监测12次，水质监测4次	未实施	
		土壤环境质量监测	土壤检测4次	未实施	
	土地复垦监测与管护工程	监测工程	土地损毁监测1次	未实施	
2022年度	露天采场治理工程	采场平台及基底绿化工程	平台外侧修建干砌石挡墙	已实施	列入2023年年度计划，2023年验收
			平台内侧修筑排水沟	已实施	
			种植爬山虎	已实施	
		边坡治理	清理危岩	已实施	《2022年度工程验收报告》已验收
	矿山地质环境监测工程	边坡变形监测	设置监测点4个，监测60次	已实施	《2022年度工程验收报告》已验收，自行对变更后新增临时排土场进行土地复垦，对KT2历史露天采场底部进行土地复垦
		地形地貌监测	人工巡视4次，无人机摄影1次，遥感解译1次	已实施	
		水流监测	水量监测12次，水质监测4次	已实施	
		土壤环境质量监测	土壤检测4次	已实施	
	土地复垦工程	KT1西侧露天采场平台复垦	复垦0.3442hm^2	已实施	
	土地复垦监测与管护工程	监测工程	土地损毁监测1次	已实施	
2023年度	露天采场治理工程	采场平台及基底绿化工程	平台外侧修建干砌石挡墙	已实施	列入2023年年度计划，2023年年底验收
			平台内侧修筑排水沟	已实施	
			种植爬山虎	已实施	
		边坡治理	清理危岩	已实施	
	矿山地质环境监测工程	边坡变形监测	设置监测点4个，监测60次	已实施	
		地形地貌监测	人工巡视4次，无人机摄影1次，遥感解译1次	已实施	
		水流监测	水量监测12次，水质监测4次	已实施	
		土壤环境质量监测	土壤检测4次	已实施	
	土地复垦工程	KT1西侧露天采场平台复垦	复垦0.4189hm^2	已实施	
	土地复垦监测与管护工程	监测工程	土地损毁监测1次，土壤质量监测2次，复垦植被监测12次，配套设施监测1次	已实施	

上期《方案》在适用期内（2019年1月至2023年12月）计划完成KT1西侧露天采场防治工程、运矿道路及排土场治理工程、矿山地质环境监测工程、KT1西侧露天采场复垦工程，土地复垦监测与管护工程等项目。

2019 年～2021 年（第一年度～第三年度），上刃集沟透辉石矿因矿山企业办理矿山整合相关事宜及疫情影响，期间矿山停采，未继续对矿山地质环境及土地资源造成影响，生态环境与开采前保持一致，因此矿山期间未开展矿山地质环境治理与土地复垦工作。

2022年矿山企业开展露天采场治理工程、矿山地质环境监测工程、临时排土场土地复垦工程、KT2历史露天采场土地复垦工程、KT1西侧露天采场土地复垦以及矿区土地复垦监测与管护工程，工程基本合格，治理效果良好，2022年12月宝鸡市自然资源局和规划局陈仓分局组织相关专家和部门代表对2022年度工程进行了验收，最终验收通过项目6项，验收总金额47.22万元，验收意见见附件7。

2023年矿山企业开展露天采场治理工程、矿山地质环境监测工程、KT1西侧露天采场北部土地复垦、矿区土地复垦监测与管护工程，工程基本合格，治理效果良好，2023年12月，宝鸡市自然资源局和规划局陈仓分局组织相关专家和部门代表，对2023年度工程进行了验收，最终验收通过项目6项，验收总金额19.10万元，验收意见见附件7。

2024年4月6日宝鸡市自然资源和规划局陈仓分局组织对上期《方案》适用期工作进行验收，工程基本合格，治理效果良好，资料齐全，通过验收，验收意见见附件8。

1、未完成情况原因及与本期方案的衔接

（1）2019年度～2021年度矿山地质环境监测工程及土地复垦监测工程

原因分析：2019年～2021年（第一年度～第三年度）上刃集沟透辉石矿因办理整合相关手续及新冠疫情影响，矿山停采，未继续对矿山地质环境及土地资源造成影响，生态环境与开采前保持一致，因此矿山期间未开展矿山地质环境治理与土地复垦工作。

（2）2020年度及2021年度运矿道路及排土场治理工程

原因分析：2021年5月上刃集沟透辉石矿委托海湾工程有限公司编制《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿（整合区）露天采矿工程安全设施设计变更》对KT1西侧矿体开采设计、排土场进行变更，变更后矿山已无排土场，改为在矿区下游设置1座临时排土场，变更后KT1西侧露天采场已无运矿道路，2项工程均已无法实施。

综上所述，因整合相关手续办理、新冠疫情影响及开采设计变更等客观因素，以上未完成项目已不具备实施条件，因此不再纳入本期方案执行。

2、经验教训总结

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

（2）矿山企业应与技术单位保持密切合作，重视年度计划与年度总结以及施工过程中质量管控和资料编制等内容，更好地完成矿区生态修复工作；

（3）加强废渣的综合利用，及时清运废渣，减少对生态环境的影响；

（4）责任体系不健全，虽成立生态修复领导小组，但对矿山地质环境治理与土地复垦相关法律法规的学习和认识不足，导致工程闭环管理断层。

3、本方案与上期方案的衔接

本方案是在原方案的基础上编制完成，首先对上期方案适用期部署的矿山地质环境治理工程及土地复垦工程进行了全面了解，经分析年度实施计划及年度总结报告、适用期工程总结报告，掌握相应工程实施完成情况，根据《适用期工程总结报告》及矿山现状实际情况，上刃集沟透辉石矿已完成KT1西侧矿体资源开采，已完成该区大部分区域的矿山地质环境治理及土地复垦工程，仅东北部约0.97hm^{2}采场未复垦，纳入本期方案；上期方案适用期验收后，矿山企业一直进行矿山开采设计变更，未动用资源储量，开采设计变更于2026年5月审查通过，本期方案主要是针对矿山现有问题及矿山未来开采影响破坏情况进行评价及生态修复部署。

八、矿区基本情况调查指标

依据《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GB/T 43935-2024)，建立了一套覆盖开采前、开采中及修复效果全周期的调查监测体系。该体系旨在通过系统性的数据采集、分析与评价，动态掌握矿区生态系统的演变规律，为适应性修复管理提供精准、科学的数据支撑。

矿区开采前生态修复监测指标作为恢复治理参考标准，开采中指标用以监测矿山开采过程生态环境变化。矿区开采前生态修复监测内容与监测指标表见表2-14，矿区开采中生态修复监测内容与监测指标表见表2-15。

表2-14　矿山采矿前复垦修复监测内容与监测指标表

监测对象	监测内容	监测指标	监测方法	监测值
矿山地质环境	地下水环境	含水层类型	DZ/T0287	第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、构造裂隙水
		地下水位		第四系冲洪积（Q_4^{apl}）含水层：1175-1179m
		地下水温		10~15℃
		地下水水量		第四系冲洪积（Q_4^{apl}）含水层弱富水性含水层；第四系残坡积（Q_4^{edl}）含水层属极弱富水含水层；基岩裂隙水属极弱～弱富水含水层；构造裂隙水属极弱富水含水层
		井泉个数与排泄量		矿区内无泉眼
土地资源	土地利用现状	土地利用类型及面积	TD/T1055 TD/T1010	矿区土地利用涉及7个一级类型和9个二级类型，土地利用类型及面积统计结果见表2-9，土地利用现状见附图1
		土地利用面积		
		永久基本农田面积		无
	耕地及基本农田	土壤质量	NY/T1119	土壤pH约为7.3-7.8，天然林地20～40g/kg，肥力中等偏下；碱解氮、有效磷偏低，耕地有效磷常低于10mg/kg，速效钾充足，平均速效钾150mg/kg以上
		配套设施		无
		生产力水平		正常，旱地作物平均亩产约300kg
生态系统	地表水	地表水面积	HJ91.2	无
		地表水排泄		经实测，上刃集沟平均流量0.02m^3/s
	生态系统格局	生态系统类型比例	GB/T 42340	森林100%，
		平均斑块面积		0.87hm^2
		边界密度		503.17m/hm^2
		聚集度指数		83.65%
	生态状况调查	森林生态系统	GB/T30363 HJ1167	森林生态系统总面积25.72公顷，占比97.68%；广布于矿区，以乔木林地及灌木林地为核心，平均盖度85%；
		草地生态系统	NY/T2998 HJ1168	草地生态系统总面积0.06公顷，占比0.23%，零散分布矿区周边；
		湿地生态系统	HJ1169	湿地生态系统总面积0.43公顷，占比1.63%，线性分布于中部上刃集沟；
		农业生态系统	/	农业生态系统总面积0.12公顷，占比1.63%，分布于矿区北部山坡下部；
	生态系统服务	水源涵养量	HJ1173 LY/T2988	5.93万m^3/年
		防风固沙量		437.93t/年
		土壤保持量		2615.46t/年
		生物多样性维护		植物层面：含栓皮栎、山杨、连翘、酸枣等优势种，整体植物物种丰富度高。 动物层面：依托林草植被形成“植物－昆虫－小型鸟类/兽类”简单食物链，虽无珍稀物种，物种周转率低，稳定性较强
		碳储量		3476.90t
	生态系统质量	生物量	GB/T42340	2770.22t
		植被覆盖度		85%
		水质		地表水符合《地表水环境质量标准》中Ⅲ类 地下水符合《地下水环境质量标准》Ⅲ类
		生态系统质量综合指数		森林生态系统（28.83hm^2，质量等级优）， 加权计算矿区生态系统质量综合指数EAQI为0.84（优）

表2-15　矿山开采中复垦修复监测内容与监测指标表

监测对象		监测内容	监测指标	监测方法	监测值
保护预防控制监测		保护措施	避让措施	实地调查 公众访谈	完全避让生态敏感度较低的区域 控制开采扰动范围，设立缓冲带
			减缓措施		
			文化保护		
		预防控制措施	物种收集与保护		
			表土剥离与保存		
			地表沉陷减损		
损毁现状与拟损毁监测	地质环境损毁	采空区塌陷	地表形变	DZ/T0287 DZ/T0388	本矿为露天开采矿山，无采空区塌陷
			初始塌陷值		
			累计塌陷值		
			裂缝发育		
			地下水位		
		地下水环境破坏（含水层、地下潜水、开采目的层、疏干层）	含水层破坏类型		第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、构造裂隙水
			地下水温		10～15℃
			地下水位		第四系冲洪积（Q_4^{apl}）含水层：1175-1179m
			地下水水量		含水层富水性为极弱～弱；
			抽排地下水量		/
			综合利用量		/
			疏干排水面积		/
	土地资源损毁	挖损土地面积	全地类	TD/T1049 TD/T1055 TD/T1031	
		塌陷土地面积	全地类		/
		压占土地面积	全地类		矿山地面设施均为租用，无压占
		永久基本农田损毁	全地类		未损毁基本农田
	生态系统破坏	生态用地损毁	湿地损毁面积	TD/T1055	0.11hm^2
			林地损毁面积		5.47hm^2
			草地损毁面积		0.01hm^2
		地表水环境破坏	地表水面积变化	HJ91.2 GB/T37574	无变化
			地表水质量变化		《地表水环境质量标准》中III类
生态修复效果监测	地质环境治理	不稳定边坡	恢复治理	DZ/T0287 DZ/T0388 HJ/T166	100%
		采空区塌陷	复垦修复		/
		地下水环境	地下水位		/
			疏干排水面积恢复率		/
		复垦修复土地（耕地、园地、林地、草地…）	地形	GB/T32740、GB/T36393GB/T42489、NY/T1119、TD/T1010、TD/T1049	平整后坡度≤25°
			配套设施		无
			生产力水平		一般
			土地复垦率		100%
	生态系统恢复	地表水环境	地表水面积变化	HJ91.2	无
			地表水排泄情况		经实测，上刃集沟平均流量0.02m^3/s
		生态系统格局	生态系统类型比例	HJ1171	农业：面积0.12公顷，占比0.45%； 森林：面积23.28公顷，占比88.42%； 草地：面积0.06公顷，占比0.23%； 湿地：面积0.43公顷，占比1.65%；

监测对象		监测内容	监测指标	监测方法	监测值
			平均斑块面积		0.87hm^2
			边界密度		503.17m/hm^2
			聚集度指数		87.32%
		生态状况调查	农业生态系统	/	面积0.12公顷，占比0.45%，零星分布于矿区中北部及临时排土场
			森林生态系统	GB/T30363 HJ1167	面积23.28公顷，占比88.42%；广布于影响区，以乔木林地及其他林地为核心，平均盖度85%；
			草地生态系统	NY/T2998 HJ1168	面积0.06公顷，占比0.23%；广泛分布于各类生境，以长芒草、青蒿、一年蓬为优势种，平均盖度38%，植株高 0.20—0.90m；
			湿地生态系统	HJ1169	面积0.43公顷，占比1.63%；沿上刃集沟水系分布，植被以草甸植物为主；
		生态系统服务	水源涵养量	HJ1173 LY/T2988	6.52万m³/年
			防风固沙量		331.13t/年
			土壤保持量		2884.80t/年
			生物多样性维护		植物层面：含栓皮栎、山杨、连翘、酸枣等优势种，整体植物物种丰富度高。 动物层面：依托林草植被形成“植物－昆虫－小型鸟类/兽类”简单食物链，虽无珍稀物种，物种周转率低，稳定性较强
			碳储量		3919.10t
		生态系统质量	生物量	GB/T42340	2254.15t
			植被覆盖度		85%
			水质		地表水符合《地表水环境质量标准》中Ⅲ类地下水指标符合《地下水环境质量标准》Ⅲ类标准
			生态系统质量综合指数		0.81（优）

第三章 问题识别诊断及修复可行性分析

一、问题识别与受损预测

（一）现状问题

1、现状问题概述

1.1矿山地质环境问题概述

上刃集沟透辉石矿位于宝鸡市陈仓区西山低中山区，沟壑发育，山坡陡峻，地势呈东、西部高，中间低，海拔1145.00-1580.50m，当前存在矿山不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏三类叠加地质环境问题，对矿区生产安全与生态环境造成一定影响。

通过野外调查（结合开发利用方案、开采设计等资料），共布设各类调查点16个：地质环境点6个（含地层岩性、地质构造等）、地形地貌点2个、不稳定地质体点1个、水土环境点5处、人类工程活动调查点2个（乡村道路建设等）。

影响区为低中山地貌：现状不稳定地质体为矿山开采引发的崩塌，危险性小；矿山开采对地下含水层影响较轻；矿山露天开采改变原生地形地貌；矿山开采排放的污废水、废渣易对水土环境造成影响。

1.2土地损毁问题概述

本方案对矿区7处土地利用现状进行调查，涵盖7个一级类型、9个二级类型，区内土地以林地为主，广泛分布，占比88.29%，采矿用地及河流水面次之，分布于矿区中部沟道及附近区域。采矿活动影响：主要体现为矿山建设工程（临时排土场）压占损毁土地，以及露天开采挖损损毁土地。本次调查设置2处土壤剖面调查点。

1.3生态环境影响问题概述

调查区北祁连造山带、北秦岭构造带、鄂尔多斯地块三者交汇的陇山构造复合带，调查区地带性植被类型为典型的阔叶林植被，其代表群系为栓皮栎、山杨阔叶林群落，区内广泛发育本土阔叶乔木及伴生灌木、草本植被。目前矿山露天开采已有一定规模，对区内生态环境影响严重。

2、影响范围

依据矿区地质环境、地形地貌条件，以上刃集沟透辉石矿0.2485km²矿区范围为基础，综合矿山露天开采影响范围，并统筹矿山地质环境问题影响范围及工程分布情况，最终确定影响范围。

该矿采用露天开采模式，采矿活动影响范围涵盖矿山地面设施影响区及矿山露天开采影响区，矿山辅助设施场地租赁村民宅已建民宅用于办公、住宿及机修，运矿道路利用仙龙村已有乡村道路，不纳入影响区，因此上刃集沟透辉石矿采矿活动影响范围为矿区范围+露天开采影响范围+临时排土场范围+临时周转场范围，影响区面积0.2633km^2（拐点坐标见表3-1），影响区边界见附图1。

调查区：本方案确定调查范围东、西以分水岭为界，南、北以影响区外扩100m，为界，调查面积0.9097km^2。

表3-1　影响范围拐点坐标表

影响区	拐点编号	2000国家大地坐标系		拐点编号	2000国家大地坐标系	
		X	Y		X	Y
影响区1	1			15		
	2			16		
	3			17		
	4			18		
	5			19		
	6			20		
	7			21		
	8			22		
	9			23		
	10			24		
	11			25		
	12			26		
	13			27		
	14			28		
影响区2	1			9		
	2			10		
	3			11		
	4			12		
	5			13		
	6			14		
	7			15		
	8			16		

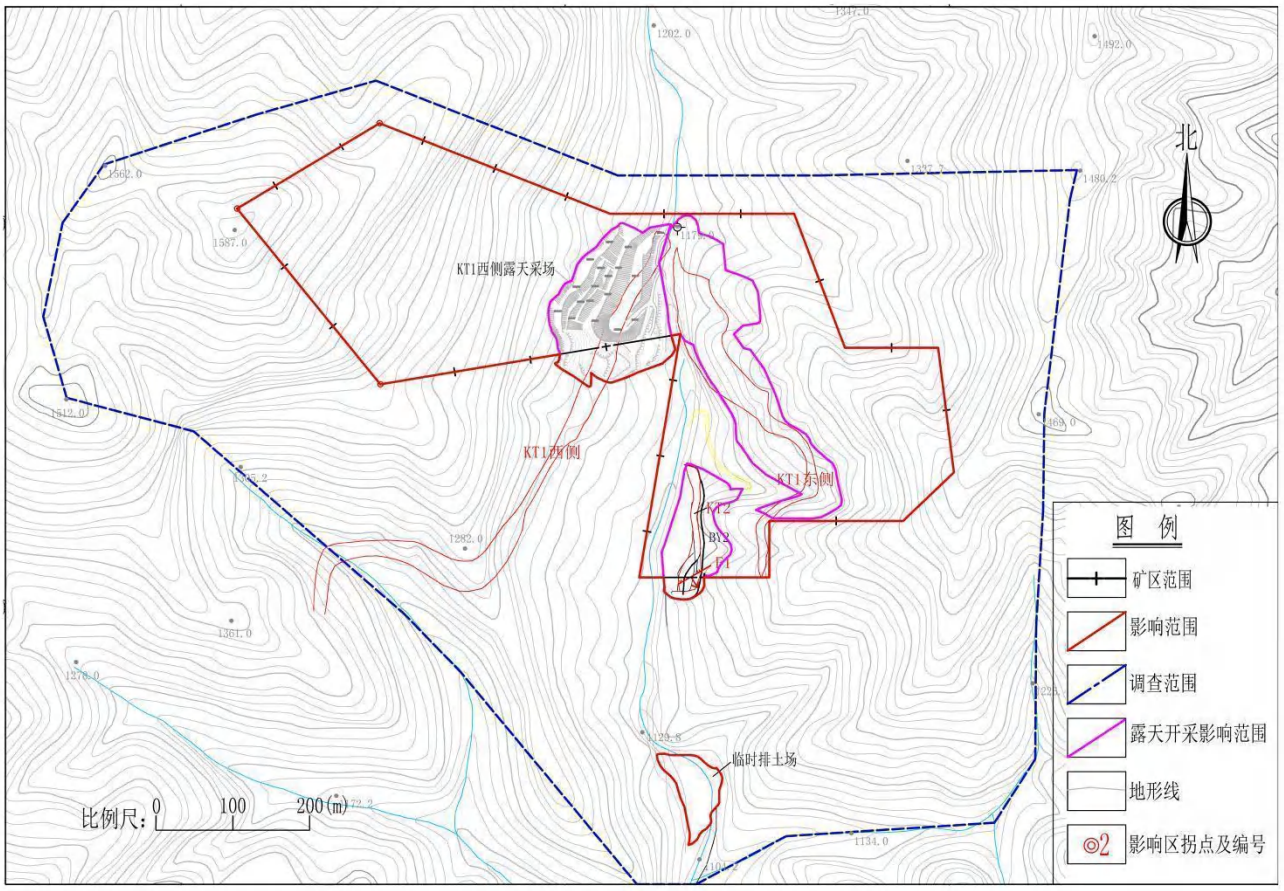


图 3-1　影响区及调查区范围图

3、矿山地质环境现状问题识别与诊断

3.1矿山不稳定地质体现状问题识别与诊断

（1）在册不稳定地质体分布情况

根据《宝鸡市陈仓区地质灾害风险调查评价》及查询宝鸡市陈仓区地质灾害防治信息平台，影响区内无在册地质灾害点分布。

（2）上期《方案》中矿山不稳定地质体分布情况

上期《方案》共有不稳定地质体2个，分别为BY1崩塌不稳定地质体及BY2崩塌不稳定地质体，其中BY1发育于KT1西侧露天采场，在矿山露天开采过程中已挖除；BY2发育于KT2历史露天采场，其危险性小，在上期《方案》适用期内对采取警示及巡查措施进行处理，经现状调查，BY2基本未发生变化。

（3）本次调查矿山不稳定地质体识别概述

结合上期《方案》与宝鸡市陈仓区在册不稳定地质体，通过实地调查，影响区内未发现新的不稳定地质体，仅有1处崩塌不稳定地质体BY（原BY2）分布。

崩塌不稳定地质体（BY）：其位于KT2历史露天采场（中心坐标

），崩塌不稳定地质体高约20m，宽约40m，厚约1～2m，体积约1200m^3，崩向266°，为小型岩质崩塌不稳定地质体。其所在边坡为矿山历史开采形成的开采边坡，整体坡度约75°，岩性为石英片岩，岩石较破碎，表面风化较强烈，坡面有掉块现象，规模小，坡脚有少量块石、碎石组成的松散堆积物。该边坡较陡，坡面岩体风化较强烈，岩石风化破碎掉块，在强降雨、冻融及其他外力条件诱发下，可能发生崩塌。

该崩塌不稳定地质体现状处于稳定状态，发育程度弱，边坡坡脚与运矿道路距离大于30m，运矿道路不受其威胁，其危害程度小，综上现状诊断其危险性小。



照片3-1　BY崩塌不稳定地质体（镜向ES）

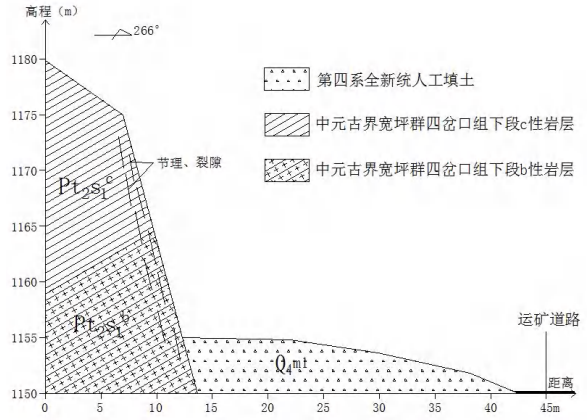


图3-2　BY剖面示意图

3.2地形地貌景观破坏现状问题识别与诊断

经调查，矿区周边无自然保护区、风景名胜区、水源保护地、地质遗迹、人文景观等，矿山开采对地形地貌景观的影响主要体现在矿山地面设施及矿山露天开采对地形地貌的改变。

（1）矿山地面设施

上刃集沟透辉石矿已建矿山地面设施主要包括矿山辅助设施场地、运矿道路、临时排土场，其中矿山辅助设施场地租赁已建民宅，运矿道路利用仙龙村已有乡村道路，临时排土场于上期《方案》适用期已进行土地复垦，复垦效果良好，已验收。

（2）矿山露天开采

矿区属低中山深切割地貌，地势总体呈东、西高，中部低，海拔1145.00～1580.00m，高差434.50m，含矿带位于沟坡下部，沟坡坡度约35°～40°，该矿经多年开采共形成3个露天采坑，分别为KT1西侧露天采场、KT1东侧露天采场，KT2历史露天采场，面积共约4.55hm^2，其中KT1西侧露天采场面积约2.48hm^2，已复垦1.51hm^2，复垦效果良好，已验收，未复垦0.97hm^2；KT2历史露天采场面积约0.68hm^2，已复垦，复垦效果良好，

已验收；KT1东侧露天采场面积约1.39hm^2，未复垦。露天开采边坡最大高度约60m，边坡坡度约70°，矿山露天开采剥离地表植被，改变了原有地貌形态，原有山坡地貌改变为凹陷采坑，造成地貌景观生态系统在空间上的不连续性，现状识别对地形地貌景观影响严重。



照片3-2　KT1西侧露天采场（镜向WS）



照片3-3　KT1东侧露天采场（镜向WS）

（3）“三区两线”可视范围自然景观

矿山地面设施距沟口G310国道约0.60km，矿山露天采场距沟口G310国道约6km，远离生态保护红线及自然保护地等重点生态区域，沟壑曲折，可视性差，不在可视范围内，现状对“三区两线”可视范围自然景观影响较轻。

综合上述分析，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录E的规定，现状诊断矿山采矿活动对地形地貌景观影响**严重**。

3.3含水层破坏现状问题识别与诊断

采矿活动对地下含水层的影响主要表现在两个方面：一是含水层结构的破坏，露天开采直接破坏含水层结构完整性；二是含水层结构破坏后，露天采坑形成新的地下水排泄点，可能造成地下水水位下降、地下水水量减少。

据调查及资料分析，区内地下水主要为第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、构造裂隙水，富水性极弱～弱；矿区范围仅有渭河支流上刃集沟一条地表水系，地表无大的水体或地表径流，上刃集沟透辉石矿出露于沟坡下部，矿体开采最低标高1150m 位于矿区侵蚀基准面 1146m 以上，矿体开采未切穿隔水层或破碎带，对矿区含水层结构影响较轻；矿山开采期间并无明显的地下水进入采坑，上刃集沟沟谷水无明显的漏失，矿体开采对含水层水位及水量影响较轻。矿区周边无居民及工矿企业分布，矿体开采对周边生产生活供水影响较轻。

综上所述现状识别采矿活动对含水层影响较轻。

4、土地损毁现状问题识别与诊断

根据野外调查及资料分析，上刃集沟透辉石矿矿山地面设施中矿山辅助设施场地租赁民宅，运矿道路利用仙龙村已有乡村道路，临时排土场已复垦，复垦效果良好，已验收，因此矿山采矿活动损毁土地主要为露天采场挖损损毁土地。

经调查统计，矿区内现状还未复垦未验收的露天采场有2处，分别为KT1西侧露天采场东北部及KT1东侧露天采场，面积共约2.36hm^2，露天采场地表基岩裸露，损毁类型为挖损、区内土地严重破坏，丧失原有功能，损毁程度为重度，损毁土地类型详见表3-2。

3-2　露天采场挖损损毁土地面积统计表　　单位 hm^2

损毁地类				矿山露天采场		合计（hm^2）
一级地类		二级地类		KT1西侧露天采场	KT1东侧露天采场	
03	林地	0301	乔木林地	0.04	1.24	1.28
04	草地	0404	其他草地	0.01	/	0.01
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.91	0.05	0.96
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.01	0.10	0.11
合计				0.97	1.39	2.36
损毁程度				重度	重度	/

5、生态环境现状问题识别与诊断

基于实地调查，对矿区内由采矿活动引发的生态问题进行了系统识别，矿区内主要问题聚焦于植被损毁、生物多样性丧失、水土流失问题及水土环境影响四个方面。

5.1植被损毁现状问题识别与诊断

根据现场调查，植被损毁区域主要包括临时排土场和露天采场区域，临时排土场已于2022年复垦并验收，现状植被长势良好，对区内植被影响较轻；露天采场总面积4.55hm^2，其中2.19hm^{2}已复垦，复垦效果良好，植被覆盖良好，已验收，对植被影响较轻；区内2.36hm^{2}还未复垦，区内原生植被被完全剥离，生态系统发生根本性逆转，对区内植被损毁严重。

综上所述，矿山开采对植被损毁的影响程度为严重。

5.2生物多样性现状问题识别与诊断

矿山露天开采直接导致地带性植被建群种及关键伴生种的局部破坏，林下灌木层和草本层的多样性也随之丧失，植被与生境的丧失，破坏了野生动物栖息地，导致露天采场内生物多样性水平有所降低。综上所述，矿山开采对生物多样性的影响程度为严重。

5.3水土流失现状问题识别与诊断

矿山露天采矿活动形成的局部裸露地表和松散堆积体，加剧了区域水土流失，水土流失主要表现为面蚀与沟蚀，其广泛分布于露天采场等植被覆盖率低（<7%）的裸露边坡和平台，影响面积约2.36hm²，区内水土流失整体程度为中度至强烈，在干湿季分明、雨季降雨集中的气候条件下，大面积裸露的陡峭边坡极易发生强烈的水力侵蚀，水土流失造成土壤肥力丧失，大陆槽沟水系泥沙含量增加。综上所述，矿山开采对水土保持的影响程度为严重。

5.4水土环境现状问题识别与诊断

（1）水环境现状问题识别与诊断

矿山企业在临时排土场下游设置地表水监测点，监测项目为 pH、水温、流量、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、粪大肠菌群、氟化物、六价铬、五日生化需氧量、氰化物、氨氮、石油类、挥发酚、阴离子表面活性剂、总磷、硫化物、砷、硒、汞、铜、锌、镉、铅共 24 项，监测结果见附件 9 及表 3-3，由监测结果可知，露天采场下游监测因子除(水温、流量)外的监测结果均满足《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)表 1 中 II 类标准限值的要求，矿山开采对地表水环境影响程度为较轻。

表 3-3　地表水监测统计结果

监测项目	单位	《地表水环境质量标准》Ⅱ类标准限值	露天采场下游（106°44'21.14",34°24'08.54"）	
			监测值	超标倍数
pH	无量纲	6-9	7.79	/
水温	℃	/	11.2	/
流量	m^3/s	/	0.017	/
溶解氧	mg/L	≥6	7.8	/
高锰酸盐指数	mg/L	≤4	1.19	/
化学需氧量	mg/L	≤15	7	/
粪大肠菌群	MPN/L	≤2000	＜20	/
氟化物	mg/L	≤1.0	0.22	/
六价铬	mg/L	≤0.05	0.024	/
五日生化需氧量	mg/L	≤3	2.6	/
氰化物	mg/L	≤0.05	0.001ND	/
氨氮	mg/L	≤0.5	0.126	/
石油类	mg/L	≤0.05	0.01ND	/
挥发酚	mg/L	≤0.002	0.0003ND	/
阴离子表面活性剂	mg/L	≤0.2	0.05ND	/
总磷	mg/L	≤0.1	0.02	/

硫化物	mg/L	≤0.1	0.01ND	/
砷	ug/L	≤50	0.3ND	/
硒	ug/L	≤10	0.4ND	/
汞	ug/L	≤0.05	0.04ND	/
铜	mg/L	≤1.0	0.004ND	/
锌	mg/L	≤1.0	0.002ND	/
镉	mg/L	≤0.005	0.0001ND	/
铅	mg/L	≤0.01	0.004ND	/

注：“ND”表示未检出，其前面数据为该方法检出限。

（2）土壤环境现状问题识别与诊断

矿山企业在露天采场设置土壤质量监测点，监测项目为pH、铜、锌、汞、砷、镉、铅、铬8项，监测结果见附件9及表3-4，由监测结果可知，露天采场监测因子(除pH值、锌、铬外)的监测结果均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准》(试行)(GB36600-2018)表1筛选值第二类标准限值的要求，矿山开采对矿区土环境影响程度为较轻。

表 3-4　矿区土壤环境监测结果

监测项目	单位	《GB36600-2018》表 1 筛选值第Ⅱ类标准限值	露天采场下游（106°44'03",34°24'37"）	
			监测值	超标倍数
pH	无量纲	/	7.98	/
水温	mg/kg	18000	56	/
流量	mg/kg	/	92	/
溶解氧	mg/kg	38	0.0252	/
高锰酸盐指数	mg/kg	60	4.26	/
化学需氧量	mg/kg	65	0.17	/
粪大肠菌群	mg/kg	800	26	/
氟化物	mg/kg	/	58	/

综上，现状诊断矿山采矿活动对水土环境影响**较轻**。

（二）受损预测

1、矿山地质环境问题预测

1.1矿山不稳定地质体问题预测

矿山不稳定地质体问题预测是在现状的基础上，根据《开采设计变更》所确定的矿体开采工艺及开采计划进行预测，不稳定地质体问题预测主要从矿山地面设施建设运营以及矿山露天采矿活动两方面进行。

1.1.1矿山地面设施遭受或引发矿山不稳定地质体问题预测

经现状野外调查，影响区内仅有1处崩塌不稳定地质体BY，根据现状不稳定地质体与矿山地面设施的空间位置关系将矿山地面设施建设运营中可能遭受及引发不稳定地质体的危险性进行评估，预测评估如下：

（1）矿山地面设施建设运营遭受不稳定地质体问题预测

根据现状不稳定地质体与矿山地面工程的位置关系，矿山地面设施与BY崩塌不稳定地质体距离远，距离大于30米以上，位于不稳定地质体影响范围外，矿山地面设施遭受不稳定地质体的可能性小，BY发育程度弱，危害程度小，因此预测矿山地面设施建设运营遭受不稳定地质体危险性小。

（2）矿山地面设施建设运营可能引发不稳定地质体预测

根据矿山实际建设情况，矿山地面设施中矿山辅助设施场地、运矿道路、临时排土场均已建成并运行多年，后期仅新建临时周转场，场内堆积少量废渣，3天内及时清理，因此预测矿山地面设施建设运营引发不稳定地质体的可能性小，危害程度小，危险性小。

1.1.2矿山露天采矿活动遭受及引发矿山不稳定地质体问题预测

（1）矿山露天采矿活动遭受矿山不稳定地质体问题预测

现状BY崩塌不稳定地质体发育于KT2历史露天采场遗留开采边坡，KT2矿体露天采矿活动将遭受该不稳定地质体，其现状稳定，根据开采设计，矿山采用自上而下的台阶式分层开采剥挖，随着矿山开采的进行BY不稳定地质体将于2023年被开挖消失，因此预测矿山露天采矿活动遭受矿山不稳定地质体危险性小。

（2）矿山露天采矿活动引发矿山不稳定地质体问题预测

根据《开采设计（变更）》，矿山采用自上而下水平分层开采法，设计分层高度为20m，平台宽5m，台阶坡面角75°，矿山露天采场开采边坡高度约为40～60m，最终平面境界为3个圈椅式的坡面采坑（见图1-4），北部1采区最终边坡角60°7'，中部2采区最终边坡角66°32'，南部3采区最终边坡角65°45'。

矿层及矿坑边坡岩体以石英片岩为主，鳞片粒状变晶结构，片状构造，成分由石英、钾长石和黑云母组成。结构面以片理、垂直裂隙为主，岩石片理明显，岩石抗压强度为11.46-27.69MP，质量中等硬（Ⅴ级），岩体中等完整。矿山后期开采东侧沟坡，沟坡坡向270°，坡度一般35°～40°，岩层产状为140°∠35°，进行赤平投影，绘制赤平投影图，岩层产状与边坡关系为内倾，即逆向坡，岩层内倾斜，岩体稳定，滑动可能性小。

参照已完成开采的KT西侧露天采场开采情况，矿山在未来开采过程中，随着采场面积的增大及开采水平台段的降低，在采场周边会形成高度不等的开采边坡，矿山按开采设计和露天矿山相关规程规范化开采，露天采场形成大规模崩塌和滑坡的可能性小；受爆破震动、降雨等影响可能产生小规模塌落、掉块或局部顺结构面坠落等情况，但一般规模较小，影响范围小，威胁影响区内矿山生产人员生命和机械设备安全，其危害程度小、危险性小。

综上所述预测矿山露天采矿活动引发不稳定地质体危险性小，影响较轻。

1.2地形地貌景观破坏问题预测

影响区内无自然保护区、人文景观，以及风景名胜区等。

上刃集沟透辉石矿拟建临时周转场，面积约 0.28hm^2，场地建设过程中存在大量土方工程，对原地形改变大，对原有地形地貌景观影响程度严重。

根据《开采设计（变更）》，矿山将开采东侧沟坡的KT1矿体及KT2矿体，矿体开采顺序为先开采KT1矿体(1采区、2采区)，后开采KT2矿体(3采区)，露天采场范围进一步增加，新增采场面积约2.95hm^2，矿山露天开采剥离地表植被，改变了原有地貌形态，原有山坡地貌改变为凹陷采坑，造成地貌景观生态系统在空间上的不连续性，预测识别矿山采矿活动对地形地貌景观影响严重。

矿山地面设施距沟口G310国道约0.60km，矿山露天采场距沟口G310国道约6km，远离生态保护红线及自然保护地等重点生态区域，沟壑曲折，可视性差，不在可视范围内，预测对“三区两线”可视范围自然景观影响较轻。

综合上述分析，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录E的规定，预测诊断矿山采矿活动对地形地貌景观影响严重。

1.3含水层破坏问题预测

区内地下水主要为第四系松散岩类孔隙水、基岩裂隙水、构造裂隙水，富水性极弱～弱；矿区范围仅有渭河支流上刃集沟一条地表水系，地表无大的水体或地表径流。根据《开采设计（变更）》，矿山将开采东侧沟坡的 KT1 矿体及 KT2 矿体，矿体开采最低标高 1150m 位于矿区侵蚀基准面 1146m 以上，矿体开采未切穿隔水层或破碎带，破坏矿区含水层结构；矿区周边无居民及工矿企业分布，矿体开采对周边生产生活供水影响较轻。因此预测矿山开采对含水层影响较轻。

2、土地损毁问题预测

土地破坏预测基于矿区自然、地理、地质、开采条件及开采设计，推断开采活动引发的地形变化，以及土地质量控制指标相对原始背景值的不利“恶性”变化。上刃集沟透辉石矿地面设施已完善，后续新建临时周转场，因此本矿拟损毁土地主要为矿山露天采矿挖损损毁土地及临时周转场建设压占损毁土地。

根据《开采设计（变更）》，上刃集沟透辉石矿剩余服务年限为3.5年，由于矿山剩余服务年限小于5年，将本方案预测仅划分为一个时段（近期）。最终露天开采境界KT1矿体1采区开采标高1170m-1220m，KT1矿体2采区开采标高1205m-1265m，KT2矿体4采区开采标高1150m-1210m，最大高差60m，设计分层高度为20m，平台宽度为5m，经实际圈定后，最终平面境界为3个圈椅式的坡面采坑（见图1-4），北部1采区最终边坡角60°7'，中部2采区最终边坡角66°32'，南部3采区最终边坡角65°45'。

露天采场新增扩大损毁面积为2.95hm^2，露天采场破坏了原有地表的植被，形成坚硬的黑云石英片岩边坡及平台，土地损毁形式为挖损，土地严重破坏，丧失原有功能，损毁程度为重度，损毁土地类型为乔木林地及其他林地，挖损损毁不存在重复损毁。

矿山拟建临时周转场，场地建设将破坏原有地表的植被，土地损毁形式为压占，土地严重破坏，丧失原有功能，损毁土地类型为乔木林地。

矿山开采拟损毁土地情况详见表3-5。

表3-5　矿山开采拟损毁土地面积统计表　　单位：hm^2

损毁地类				矿山露天采场		临时周转场	合计（hm^2）
一级地类		二级地类		KT1东侧露天采场	KT2露天采场		
03	林地	0301	乔木林地	1.87	0.56	0.28	2.71
		0307	其他林地	/	0.52	/	0.52
合计				1.87	1.08	0.28	3.23
损毁程度				重度	重度	重度	/

3、生态问题环境预测

3.1植被损毁问题预测

矿山拟建临时周转场，面积0.28hm^2，随着矿山露天开采的进行，露天采场面积将持续扩大，新增损毁面积约2.95hm^2，区内地表针阔混交林群系植被将持续被剥离，与健康林地（郁闭度0.60）相比，损毁区将退化为植被覆盖率极低（<5%）的裸露岩土坡地及台地，生态系统发生根本性逆转，对区内植被损毁严重。

3.2生物多样性问题预测

矿山露天开采及临时周转场建设直接导致地带性植被建群种及关键伴生种的局部破坏，林下灌木层和草本层的多样性也随之丧失，植被与生境的丧失，破坏了野生动物栖息地，导致露天采场内生物多样性水平有所降低。综上所述，预测矿山开采对生物多样性的影响程度为严重。

3.3水土流失问题预测

矿山露天采矿活动及临时周转场形成的局部裸露地表和松散堆积体，加剧了区域水土流失，水土流失主要表现为面蚀与沟蚀，其广泛分布于露天采场植被覆盖率低（<7%）的裸露边坡和平台，影响面积约3.23hm²，区内水土流失整体程度为中度至强烈，在干湿季分明、雨季降雨集中的气候条件下，大面积裸露的陡峭边坡极易发生强烈的水力侵蚀，水土流失造成土壤肥力丧失，大陆槽沟水系泥沙含量增加。综上所述，预测矿山开采对水土保持的影响程度为严重。

3.4水土环境问题预测

（1）矿区水环境影响预测

矿山处于生产状态，后期矿山开采水环境影响情况与现状基本一致，水影响源主要为矿山生产用水、生活污水。生产用水主要用于抑尘，不存在有毒有害成分，用水全部蒸发，不外排；本矿人员较少，每天产生生活污水约2t，直接泼洒地面降尘，不外排，因此预测矿山采矿活动对矿区水环境影响较轻。

（2）矿区土壤环境影响预测

后期矿山产生的主要固体废物主要为废渣及生活垃圾，本矿生活垃圾集中收集后用汽车运至垃圾场进行集中处理；矿山和仙龙村签订有废渣销售协议，剥离物全部销售给仙龙村，仙龙村在矿山开采期自行选择一处临时堆放废渣的地方，前期将剥离物排弃在内，按协议要求3天内及时拉运清理，矿山废渣综合利用率可达到100%。因此矿山采矿活动对矿区土壤环境影响较轻。

综上，预测矿山采矿活动对矿区水土环境影响**较轻**。

（三）问题诊断评价结论

1、矿山地质环境问题诊断结论

1.1现状问题诊断结论

（1）矿山地质环境现状影响程度分级

综合前文不稳定地质体、含水层、地形地貌及水土环境破坏情况，按就高不就低原则，影响区地质环境现状影响程度见表3-6。

表 3-6　矿山地质环境现状影响程度分级表

地质环境因素		现状诊断情况	影响程度分级
不稳定地质体	崩塌BY	发育程度弱，无具体威胁对象	较轻
含水层	含水层结构及水位	矿体开采最低标高位于矿区侵蚀基准面以上	较轻
	含水层水量	无明显的地下水进入采坑	较轻
	生活供水	矿区周边无居民及工矿企业分布	较轻
地形地貌景观	矿山露天开采	严重	严重
	可视范围自然景观	不在“三区两线”可视范围内	较轻

（2）矿山地质环境现状影响程度分区

矿山地质环境影响程度分区采用“区内相似，区际相异”的原则，根据不稳定地质体的影响对象、危害程度以及矿业活动对水土环境影响程度、对地形地貌景观及主要含水层的影响程度等要素对影响区矿山地质环境影响程度等级进行分区，影响区影响程度分为严重、较轻2个级别5个区，其中严重区2个，总面积0.0236km^2，占影响区总面积的8.96%；较轻区3个，面积为0.2397km^2，占影响区总面积的91.04%。各分区基本情况见表3-7，各分区位置见附图2。

表 3-7　矿山地质环境现状影响程度分区表

分区及编号		位置	面积(km^2)	百分比（%）	主要地质环境问题				小结
					不稳定地质体	含水层	地形地貌	水土环境	
严重区	A1	KT1 西侧露天采场（未复垦区）	0.0097	3.68	无不稳定地质体发育	较轻	严重	较轻	严重
	A2	KT1 东侧露天采场	0.0139	5.28	无不稳定地质体发育	较轻	严重	较轻	
较轻区	C1	其他区域	0.2346	88.04	BY 崩塌不稳定地质体危险性小，影响较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
	C2	临时周转场	0.0028	1.94	无不稳定地质体发育	较轻	较轻	较轻	
	C3	临时排土场	0.0051	1.04	无不稳定地质体发育	较轻	较轻	较轻	

1.2预测问题诊断结论

根据受损预测中不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境的情况，依据就高不就低的原则，影响区地质环境预测影响程度分级见表3-8。

表 3-8　矿山地质环境现状影响程度分级表

地质环境因素		预测诊断情况	影响程度分级
不稳定地质体	矿山地面设施建设运营	矿山地面设施建设运营遭受、引发不稳定地质体危险性小	较轻
	矿山露天开采	遭受BY崩塌不稳定地质体危险性小；引发不稳定地质体危险性小	较轻
含水层	含水层结构及水位	矿体开采最低标高位于矿区侵蚀基准面以上	较轻
	含水层水量	影响小	较轻
	生活供水	矿区周边无居民及工矿企业分布	较轻
地形地貌景观	临时周转场	严重	严重
	矿山露天开采	严重	严重
	可视范围自然景观	不在“三区两线”可视范围内	较轻

矿山地质环境预测影响程度分区同样采用“区内相似，区际相异”的原则，根据受损预测中不稳定地质体的影响对象、危害程度以及矿业活动对水土环境影响程度、对地形地貌景观及主要含水层的影响程度等要素对影响区矿山地质环境预测影响程度进行分区，影响区影响程度分为严重、较轻2个级别5个区，其中严重区3个，总面积0.0323km^2，占影响区总面积的12.27%；较轻区2个，总面积为0.2310km^2，占影响区总面积的87.73%。各分区基本情况见表3-9，各分区位置见附图4。

表 3-9　矿山地质环境预测影响程度分区表

分区及编号		位置	面积(km^2)	百分比（%）	主要地质环境问题				小结
					不稳定地质体	含水层	地形地貌	水土环境	
严重区	A1	KT1 东侧露天采场	0.0187	7.10	无不稳定地质体发育	较轻	严重	较轻	严重
	A2	KT2 露天采场	0.0108	4.10	无不稳定地质体发育	较轻	严重	较轻	
	A3	临时周转场	0.0028	1.06	无不稳定地质体发育	较轻	严重	较轻	
较轻区	C1	严重区以外的区域	0.2259	85.80	BY 崩塌不稳定地质体危险性小，影响较轻	较轻	较轻	较轻	较轻
	C2	临时排土场	0.0051	1.94	无不稳定地质体发育	较轻	较轻	较轻	

2、土地损毁问题诊断结论

2.1现状问题诊断结论

上刃集沟目前已损毁未复垦土地主要为露天挖损损毁土地，矿区内已损毁沉陷共计2.36hm^2，损毁程度为重度，损毁土地类型为乔木林地、其他草地、采矿用地、河流水面。

2.2预测问题诊断结论

本矿拟损毁土地主要为矿山露天采矿所致，根据《开采设计（变更）》最终露天开采境界圈定，矿山拟挖损损毁土地 2.95hm^2，损毁程度为重度，损毁土地类型为乔木林地及其他林地；临时周转场压占损毁土地 0.28hm^2，损毁程度为重度，损毁土地类型为乔木林地；拟损毁不存在重复损毁。

2.3土地复垦区与复垦责任范围

（1）复垦区范围确定

复垦区是指生产建设项目中损毁土地的面积，本项目无永久建设用地，矿山辅助设施场地租赁民宅，运矿道路利用仙龙村已有乡村道路，临时排土场已复垦并验收，因此本方案中复垦区仅包括临时周转场及露天采场拟损毁土地。复垦区面积关系见表3-10。

（2）土地复垦责任范围

土地复垦责任区为：复垦区中已损毁和拟损毁的土地及土地复垦方案设计的生产年限结束后不再继续使用的永久性建设用地共同构成的区域，本项目无永久建设用地，因此复垦责任面积同复垦区面积一致，为5.59hm^2，各面积关系见表3-10。

表3-10　复垦区与复垦责任区面积关系说明表

面积说明	用地性质	损毁类型	面积（hm^2）	是否纳入复垦责任区
复垦责任区面积	挖损损毁土地	露天采场	5.31	是
	压占损毁土地	临时周转场	0.29	是
	复垦责任区面积合计		5.59	
复垦区面积合计			5.59	

3、生态环境问题诊断结论

3.1现状问题诊断结论

根据植被损毁、生物多样性、水土流失、水土环境破坏的情况，依据就高不就低的原则，影响区生态环境影响程度属严重。影响区生态环境问题现状影响程度见表3-11。

表 3-11　矿区生态环境现状影响程度分级表

生态环境问题		影响区情况	影响程度	小结	结论
植被损毁	矿山露天开采影响	区内原生植被被完全剥离，生态系统发生根本性逆转	严重	严重	严重
生物多样性	矿山露天开采影响	地带性植被建群种及关键伴生种的局部破坏，林下灌木层和草本层的多样性也随之丧失	严重	严重	
水土流失	矿山露天开采影响	地表岩土裸露，加剧区域水土流失，区内水土流失整体程度为中度至强烈	严重	严重	
水土环境	水环境		较轻	较轻	
	土壤环境		较轻		

3.2预测问题诊断结论

根据矿山生产建设及开采计划，预测植被损毁、生物多样性、水土流失、水土环境破坏的情况，依据就高不就低的原则，影响区生态环境影响程度属严重。影响区生态环境问题影响程度见表3-12。

表 3-12　矿区生态环境预测影响程度分级表

生态环境问题		预测影响	影响程度	小结	结论
植被损毁	矿山露天开采及临时周转场影响	区内原生植被被完全剥离，生态系统发生根本性逆转	严重	严重	严重
生物多样性	矿山露天开采及临时周转场影响	地带性植被建群种及关键伴生种的局部破坏，林下灌木层和草本层的多样性也随之丧失	严重	严重	
水土流失	矿山露天开采及临时周转场影响	地表岩土裸露，加剧区域水土流失，区内水土流失整体程度为中度至强烈	严重	严重	
水土环境	水环境		较轻	较轻	
	土壤环境		较轻		

4、问题诊断结论

基于以上对矿山地质环境问题、土地损毁、生态问题的现状评估分析结果，按照“区内相似、区际相异”“就高不就低”的原则，采用定性分析的方法，将现状评估进行叠加分析，对矿区存在的问题进行综合诊断评价。

本次将影响区划分为重度影响区、轻度影响区2级6个区块，总面积26.33hm^2，其中：重度影响区共4个，总面积为5.59hm^2；2个轻度受损区，总面积约20.74hm^2。见表3-13。

表3-13　影响区损毁程度综合评价表

编号	受损区块	问题类型	现状及预测受损情况			综合评价
			范围	面积（hm^2）	损毁程度	
I1	KT1 西侧露天采场	地质环境问题	见附表 15 生态修复区块范围拐点坐标	0.97	重度	重度
		土地损毁问题			重度	
		生态受损与退化			重度	
I2	KT1 东侧露天采场	地质环境问题	见附表 15 生态修复区块范围拐点坐标	3.26	重度	重度
		土地损毁问题			重度	
		生态受损与退化			重度	
I3	KT2 露天采场	地质环境问题	见附表 15 生态修复区块范围拐点坐标	1.08	重度	重度
		土地损毁问题			重度	
		生态受损与退化			重度	
I4	临时周转场	地质环境问题	见附表 15 生态修复区块范围拐点坐标	0.28	重度	重度
		土地损毁问题			重度	
		生态受损与退化			重度	
III1	矿区重度影响区以外的其他区域	地质环境问题	以上受损区以外的其他影响区	20.23	轻度	轻度
		土地损毁问题			轻度	
		生态受损与退化			轻度	
III2	临时排土场	地质环境问题	见附表 15 生态修复区块范围拐点坐标	0.51	轻度	轻度
		土地损毁问题			轻度	
		生态受损与退化			轻度	

二、生态修复可行性分析

（一）技术经济可行性分析

1、地质环境技术可行性分析

结合采矿活动已产生及预测可能产生的矿山地质环境破坏规模、特征、分布及危害，按问题类型分述预防控制与恢复治理的技术可行性如下：

（1）矿山不稳定地质体治理技术可行性分析

据野外调查，影响区范围内发育的不稳定地质体主要为崩塌不稳定地质体，可先采取监测措施，在明显位置布设警示牌进行警示，必要时可采用危岩清理、主动防护网、被动防护网，挡墙、系统截排水等措施进行治理，治理工程易于实施，技术上可行。

（2）地形地貌景观营造可行性分析

矿山露天开采与地面设施建设破坏原生地形地貌，造成生态景观不连续，同时损毁土地、导致地表裸露、植被破坏，可拆除矿山地面设施后采区地貌重塑、覆土、绿化措施进行治理，措施简便、技术可行。

（3）含水层修复技术可行性分析

本矿露天开采对含水层影响较轻，在结束露天开采后，通过土地复垦工程，能恢复露天采区内的水土涵养，保障含水层自然恢复，技术可行。

（4）水土环境防治技术可行性分析

矿山开采对水土环境污染较轻，可继续加强管理，严格按照处理工艺处理污废水及废渣，对水土环境影响较轻，技术可行。

（5）生态环境修复技术可行性分析

矿山露天开采活动对影响区局部土壤、植被、动物栖息等有不利影响，程度严重，生态系统发生根本性逆转，水土流失加剧，可采用地貌重塑、覆土平整、植树种草可遏制水土流失与固废影响，提升植被覆盖率，恢复受损土地，改善地质与生态环境。

本方案依托成熟技术，分区治理、聚焦近期重点，坚持“预防为主、边采边治”原则，针对各类地质环境问题的预防治理措施，技术上可行。

2、生态修复及土地复垦技术可行性分析

本矿修复区域为露天建筑石料采矿损毁区域，现状存在高陡岩质边坡、废弃采坑、破损生产平台等损毁地貌，原生土壤与植被体系完全破坏，区域存在水土流失等地质环境问题，立地条件恶劣，自然生态恢复难度大、周期长。结合矿区地形地质、水文气象、土壤植被现状，本次采用工程整治、土壤重构、植被重建的综合修复技术体系，各项工艺技术成熟、适配性强，整体实施具备充分可行性。

（1）工程整治技术可行性分析

针对矿区不稳定岩质边坡、松散废渣堆体开展专项治理，通过危岩清理、削坡减载将边坡修整至稳定自然坡角，对破碎岩体区域采用格构防护、柔性护坡等工艺加固处理，彻底消除不稳定地质体；对采坑底盘、废弃平台开展场地平整、废渣就地回填碾压，分

级规整修复单元地形，同步完善全域截排水沟，有效规避降雨径流冲刷造成的水土流失问题。所有工程工艺均为矿山生态修复常规成熟技术，施工简便、材料易得，技术可行。

（2）土壤重构技术可行性分析

土壤重构是矿区土地生产力恢复的核心，结合矿区无完整耕作层、基质砂石含量高、保水保肥能力差的短板，采用表土回用、客土覆盖、基质改良相结合的方式开展土壤修复。优先利用矿区留存剥离表土，缺失表土区域外购腐殖土与本地风化土混合改良，通过添加有机肥、保水剂提升土壤肥力与稳定性，按15000kg/hm²分三年施商品有机肥，严格按照复垦用途控制覆土厚度，林地覆土不低于30cm，草地覆土不低于30cm，优质平缓平台区域覆土厚度满足林地复垦要求，岩质裸露区域采用植生袋基质实现人工造土，可满足植被长效生长基底需求。

（3）植被重建技术可行性分析

植被重建是生态修复核心，方案遵循“乡土物种优先、耐旱耐贫瘠、乔灌草混植”的修复原则，适配区域气候及立地条件。选乡土优势物种构建稳定群落，方案科学可行。

平整平台、采坑底盘等平缓区域或缓坡区域采用乔木、灌木穴植搭配草本散播的种植模式，选用侧柏、刺槐、紫穗槐、酸枣、沙打旺、紫花苜蓿等本土适生物种；岩质边坡采用爬山虎、迎春花等藤蔓植被复绿，该种植模式成活率高、抗逆性强，可快速构建稳定的乡土植被群落，逐步恢复区域生态系统结构与功能，技术可行。

综上，本次生态修复及土地复垦技术路线科学合理、工艺可行、风险可控，完全适配修复区域现状条件，可有效实现损毁土地综合治理、生态环境提质修复的整体目标，技术可行。

3、经济可行性

本方案遵照“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，从矿山企业矿石销售收入中提取生态修复经费。

（1）销售收入估算

根据本矿原矿品质，结合陕西及全国透辉石矿原矿供需情况及对市场需求的预测分析，透辉石原矿的不含税售价为90元/吨，本矿年产量约15万吨，矿山每年不含税销售收入为1350万元。

（2）生产成本估算

参考现有生产矿山和本矿历史经营成本核算，结合本矿开采技术条件、开采方法、技术装备水平、劳动生产率等实际情况，矿体开采过程中开采成本为20元/吨，运输与

加工成本约30元/吨，年总成本为750万元。

（3）经济可行性分析

由以上分析可知，矿山达产年企业毛利润约为600万元。矿山生态修复费用静态总投资约292.79万元，年均投资约83.66万元，占利润的13.94%，小于企业毛利润，在矿山承受范围内，矿山已建立专项基金制度，工程实施与维护需大量设备和劳动力，可带动当地就业、增加居民收入。综上，资金有保障、成本合理且具有社会效益，经济可行性强。

（二）目标方向可行性分析

1、参照生态系统

1.1参照生态系统的确定

（1）生态功能定位

1）省级生态定位

依据《陕西省生态功能划分》、陕西省国土空间规划（2021-2035 年），矿山地处北祁连造山带、北秦岭构造带、鄂尔多斯地块三者交汇的陇山构造复合带，属于宝鸡市渭河谷地农业生态区麟陇北山水源涵养与土壤保持区，该区的发展方向是系统治理水土流失，提升水源涵养能力，管控人为侵蚀。

2）市、区级生态定位

根据《宝鸡市国土空间总体规划（2021—2035 年）》及《宝鸡市秦岭生态环境保护规划》，宝鸡市全市构建 “一屏、二区、三带、多点”生态安全格局，秦岭北麓为核心生态屏障，矿区所在的陈仓西山划入渭河上游水源涵养与水土保持管控单元。

根据《陈仓区国土空间总体规划（2021—2035）》及拓石镇镇域生态管控要求，陈仓区分“一城两区”空间格局，拓石镇全域划入西山绿色发展区，核心定位为水源涵养、水土保持、林下特色产业协同发展示范区。

（2）可供选择的参照生态系统

衔接省级、市区级生态定位，基于区域自然本底特征、生态功能要求及矿山修复目标，参照周边健康生态系统及同类矿山修复案例，结合《矿山生态修复术语》（GB/T43933-2024）及《矿山生态修复效果评价技术规范》（GB/T43936-2024），筛选出3种候选参照生态系统，具体如下：

1）落叶阔叶林生态系统（栓皮栎、山杨林）

该生态系统直接来源于矿区内未受损区域及周边原生次生生态系统，其典型特征是以栓皮栎、山杨为优势乔木，伴生漆树、野胡桃、青榨槭乔木，林地郁闭度为0.60～0.72，

林冠衔接紧密，林下灌草层相较发育，植被覆盖度≥85%，土壤pH值7.3～7.8，中性至微碱性，有机质含量20～40g/kg，它代表了矿区受损前的地带性森林类型，是当前区域内相对稳定的顶级（或亚顶级）级群落，核心功能为水源涵养及水土保持。

栓皮栎、杨树阔叶林群落是本地原生且稳定的顶级（或亚顶级）群落，生态价值高，恢复至此状态符合“原样恢复”的理想目标，但在露天采场等土壤完全丧失、基岩裸露的极端生境下，直接重建高郁闭度纯林需要极其漫长的土壤发育和群落演替过程，初期的技术难度、管护成本及失败风险高。

2）灌丛生态系统

该生态系统直接矿区南侧1km未受损区域原生次生灌木生态系统，其典型特征是以荆条、酸枣为优势灌木，伴生马桑、虎榛子灌丛，灌丛片区植被覆盖度为70%～85%，灌丛群落结构完整、株丛分布密集，林下草本层发育良好，土壤pH值7.3～7.9，中性至微碱性，有机质含量18～35g/kg。该系统是当前区域内山地陡坡、沟壑边坡相对稳定的次生灌丛群落，核心功能为固坡护坡、水土保持、防风固土及维持山地生态系统稳定性，该系统生态适应性广、护坡保土价值突出，为山地立地受限区域的典型先锋植被类型，对低中山区坡陡土薄的立地条件具有极强的适应性。

3）草地生态系统

该生态系统直接来源于宝鸡市陈仓区拓石镇区域内未受损荒坡原生山地草地生态系统，其典型特征是以白羊草、铁杆蒿、百里香、一年蓬为优势草本，伴生狗牙根、披碱草、紫花地丁、野菊等乡土草本植物，保存完整的山地草地段植被覆盖度为65%～80%，草丛层次完整、群落覆盖连续，地表植被覆被状况良好，土壤pH值7.3～7.9，中性至微碱性，有机质含量15～32g/kg。该草本群落，核心功能为坡面固土、水土保持、涵养浅层水源及维系山野生物多样性。

白羊草、铁杆蒿山地灌草丛群落是本地原生、抗逆性强且结构稳定的地带性草地群落，生态适配性强、固土保水价值高，在地区类似矿山生态环境修复中优先恢复草地是快速覆盖地表、控制水土流失的通用且成功的技术起点，其技术门槛低、见效快、成功率极高。

4）区域典型农田生态系统

该生态系统来源于矿区南侧4km五集沟村所属未受损耕地，是区域长久人为耕作培育形成的半人工生态系统区域地带性旱作农田为主体类型，系统以冬小麦、春玉米为大宗优势粮食作物，搭配谷子、大豆、马铃薯等杂粮，间作套种花椒、苹果、核桃等经济

林果；耕作层土壤pH值7.3～8.1，中性至微碱性，有机质含量8～12g/kg。该农田生态系统是渭北黄土台塬、渭河上游丘陵区典型人工耕作群落，适配区域降水、气温与土壤条件，群落结构稳定，兼具粮食生产、林果产出、坡面轻度水土保持、田间生物栖息等多重功能。

小麦、玉米旱作农田群落是本地适配气候土壤条件、结构稳定的原生农耕群落，生产价值与生态适配性高，但在采空塌陷区、排土场等土体扰动剧烈、耕作层损毁缺失、砾石含量高的极端生境下，直接重建标准化稳产农田需要极其漫长的土壤熟化、地力培育和农田生态修复过程。

（3）参照生态系统比选与确定

综合比选结果，确定以乡土物种为主落叶阔叶林生态系统作为本项目生态修复的核心参照，灌丛生态系统为辅助参照生态系统，构建“核心+辅助”的参照体系：

落叶阔叶林生态系统（核心参照系统）：适用于矿区大部分地势平缓的平台、道路、缓坡区域，重点借鉴其“乔—灌—草”群落结构、物种组成及适应策略，核心修复目标为恢复水源涵养、水土保持功能，构建稳定的林地植被群落；

灌丛生态系统（辅助参照系统）：适用于坡度较陡、土层厚度较薄的区域，重点借鉴其“灌—草”群落结构、物种组成及适应策略，核心修复目标为恢复水源涵养、水土保持功能，构建稳定的植被群落；

1.2修复目标及关键属性指标、标准

根据参照生态系及矿区生态状况本底值，修复目标关键指标见下表：

表3-14　生态修复目标及关键属性指标

修复类型	核心目标	群落结构指标	土壤质量指标	生态功能指标
乔木林地	恢复林地功能，构建稳定乔木群落，形成原生级生态防护屏障，改善微气候，支撑植被恢复与动物栖息	乔-灌-草多层复合结构，乔木：栓皮栎+刺槐，成活率≥85%，郁闭度≥0.6；灌木：连翘、酸枣、胡枝子，覆盖度≥20%；草本：白羊草、铁杆蒿、一年蓬等，覆盖度≥40%，物种丰富度≥8种/100m^2	土壤容重≤1.5g/cm^3；孔隙度≥45%；有机质≥10g/kg	截留增墒，提升土壤含水量；生态功能等效匹配原生林地
灌木林地	恢复连片分布基质作用，构建高密、高稳灌木群落，强化水源涵养、水土保持，重现原生生态格局	灌木：连翘、酸枣、胡枝子，覆盖度≥40%；草本：白羊草、铁杆蒿、一年蓬等，覆盖度≥50%，物种丰富度≥6种/100m^2	土壤容重≤1.5g/cm^3；孔隙度≥45%；有机质≥10g/kg	截留增墒，提升土壤含水量；生物栖息，结构功能全面匹配原生

2、复垦区土地利用现状

复垦区土地类型可分为4个一级类5个二级类，面积共计5.59hm^2。复垦区不涉及永久基本农田，复垦区内无耕地分布，复垦区土地权属涉及宝鸡市陈仓区拓石镇东沟村及仙龙村、陈仓区水利局。

表 3-15　复垦区土地利用现状面积分类表

一级地类		二级地类		合计面积 hm^2		比重%
				二级地类小计	一级地类小计	
03	林地	0301	乔木林地	3.71	4.51	80.68%
		0307	其他林地	0.52		
04	草地	0404	其他草地	0.01	0.01	0.18%
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.96	0.96	17.17%
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.11	0.11	1.97%
合计				5.59	5.59	100.00%

3、土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是一种预测性的土地适宜性评价，是依据土地利用总体规划及相关规划，按照因地制宜的原则，在充分尊重土地权益人意志的前提下，依据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向，划分土地复垦单元；针对不同的评价单元，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系；评价各评价单元的土地适应性等级，明确其限制因素；最终通过方案比选，确定各评价单元的最终土地复垦方向，划定土地复垦单元。

3.1土地复垦适宜性评价原则

⑴规划协调原则：严格契合《宝鸡市陈仓区国土空间总体规划》等相关规划，与农业、城乡等规划衔接，避免盲目投资与资源浪费。

⑵因地制宜、农用地优先原则：结合土地损毁状况与基础设施，按“宜农则农、宜林则林、宜牧则牧”布局，优先复垦为农业用地。

⑶自然与社会经济结合原则：综合考量土壤、气候等自然属性，以及种植习惯、社会需求等经济属性，参考周边项目经验与公众意见确定复垦方向。

⑷主导限制与综合平衡原则：聚焦塌陷、土壤、水源等核心限制因素，同时兼顾其他影响条件，科学制定复垦方案。

⑸综合效益最佳原则：以经济、社会、生态综合效益最大化为目标，契合区域总体规划，优化土地利用方向。

(6)动态与可持续利用原则：适配土地损毁动态过程，结合区域发展、科技进步等变化，保障复垦土地兼顾生态保护与人类需求，实现可持续利用。

(7)经济可行与技术合理原则：在达标前提下控制复垦成本，选用成熟可行的技术，确保复垦工作顺利推进、效果达标。

3.2土地复垦适宜性评价依据

土地复垦适宜性评价在详细调查矿区土地损毁前的利用状况、生产力水平和损毁后土地的自然条件基础上，参考土地损毁预测和程度分析的结果，依据国家和地方的规划和行业标准，采取切实可行的办法，改善被损毁土地的生态环境，确定复垦利用方向。其主要依据包括：

（1）相关法律法规和规划

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

（2）相关规程和标准

包括国家与地方的相关规程、标准等，如《土地复垦编制规程第一部分：通则》（TD/T1031.1-2011）、《土地复垦编制规程第四部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）、《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T1634-2008）、《土地开发整理规划编制规程》（TD/T107-2000）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）等。

（3）其他

包括复垦区及复垦责任范围内自然社会经济状况、土地损毁分析结果、土地损毁前后的土地利用状况、公众参与意见以及周边同类项目的类比分析。

3.3、评价范围的确定与评价单元的划分

（1）评价范围

本方案的评价范围与复垦责任范围一致，包括KT1西侧露天采场（未复垦区）、KT1东侧露天采场、KT2露天采场及临时周转场，面积为5.59hm^2。

（2）评价单元划分

评价单元是土地的自然属性和社会经济属性基本一致的空间客体，是具有专门特征的土地单位并用于制图的基本区域。划分评价单元的基本要求包括：①评价单元内部性

质相对均一或相近；②评价单元之间具有差异性，能客观地反映出土地在一定时期和空间上的差异；③评价单元和评价因素具有一定的可比性。

本方案主要以矿区土地利用预测图作为评价的基础图件，考虑土地损毁程度和现场实际情况，然后根据不同的土地类别情况，综合分析被叠置要素之间的相互作用和联系来进行划分。本方案涉及的复垦对象为露天采场5.31hm^{2}及临时周转场0.28hm^2。

根据不同对象的损毁特点和最终的形态特点，将复垦对象划分为4个类型共10个评价单元，单元划分情况见下表3-16。

表3-16　复垦责任区土地评价单元划分表

编号	评价单元	损毁类型	损毁面积（hm^2）	损毁特点
1	KT1西侧露天采场边坡	挖损	0.28	挖损土地，岩土裸露
2	KT1西侧露天采场平台	挖损	0.22	挖损土地，岩土裸露
3	KT1西侧露天采场底部平台	挖损	0.47	挖损土地，岩土裸露
4	KT1东侧露天采场边坡	挖损	0.70	挖损土地，岩土裸露
5	KT1东侧露天采场平台	挖损	0.70	挖损土地，岩土裸露
6	KT1东侧露天采场底部平台	挖损	1.86	挖损土地，岩土裸露
7	KT2露天采场边坡	挖损	0.44	挖损土地，岩土裸露
8	KT2露天采场平台	挖损	0.20	挖损土地，岩土裸露
9	KT2露天采场底部平台	挖损	0.44	挖损土地，岩土裸露
10	临时周转场	压占	0.28	压占土地，岩土裸露
合计			5.59	/

3.4 损毁土地适宜性定性评价

本方案评价的对象为复垦责任范围内全部土地。本方案主要依据地表损毁程度、土地损毁前的土地利用状况及生产水平，被损毁土地复垦资源的客观条件 3 个方面，选取损毁程度、地面坡度、土壤质地、有效土层厚度作为评价的参评因素。根据以上参评因素，本方案首先对损毁土地复垦适宜性作定性评价。

露天采场及临时周转场区内地表基岩裸露，在不进行覆土的情况下，现状不适宜耕作及林草地恢复。

3.5、损毁土地初步复垦方向的确定

根据复垦区土地利用总体规划，并与生态环境保护规划相衔接，从矿区所在地实际出发，通过对自然因素、社会经济因素、政策因素、公众意愿分析，初步确定复垦方向。

（1）复垦区自然条件

复垦区多年平均降雨量约 627.2mm，复垦区属低中山地貌区，区内土壤资源匮，乏，表层松散层厚度一般 0.15-0.30m，混杂大量棱角碎石，肥力中等偏下，缓冲能力弱，

施肥后养分易随水淋失，因此从自然条件分析复垦区不适宜分区发展农业。

（2）项目所在地区经济社会情况分析

该区内地广人稀，居民多集中在渭河河谷川道地区或其支沟沟口，农村人口约占90%以上。除沿河川有少量人工修造的高产粮田外，大部分地区土地贫瘠，农作物主要受大气降水影响，产量较低，项目所在区域复垦方向以不减少耕地，恢复生态为主。

（3）公众参与意见

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

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

3.6、待复垦土地适宜性评价

（1）评价因子选择

复垦责任范围损毁土地适宜性评价应选择一套相互独立而又相互补充的参评因素和主导因素。参评因子应满足以下要求：一是可测性，即参评因子是可以测量并可以用数值或序号表示的；二是关联性，即参评因子的增长或减少，标志着评价土地单元质量的提高或降低；三是稳定性，即选择的参评因子在任何条件下反映的质量持续稳定；四是不重叠性，即参评因子之间界限清楚，不致相互重叠。

基于上述考虑，待复垦地区主要是露天采场，土地损毁类型以挖损为主，根据土地损毁特点及土壤复垦质量控制标准要求，选定地形坡度、有效土层厚度、土壤类型，排水条件、有机质、污染状况6个因子作为适宜性评价指标。

（2）评价体系

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

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

1）宜农土地

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

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

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

2）宜园、林土地

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

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

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

3）宜草土地

Ⅰ等地：水土条件好，草群质量和产量高，损毁轻微，容易恢复为草场。

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

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

（3）评价方法

矿区损毁土地适宜性评价属于预测评价体系，常用方法有极限条件法、综合指数法、模糊综合评价法、可拓法、人工神经网络模型法和类比分析法等。本次采用极限条件法。

极限条件法是基于系统工程中的“木桶原理”，即分类单元的最终质量取决于条件最差的因子的质量，模型为：$Y_i=\min(Y_{ij})$

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

该方法评价标准中只需确定复垦方向的限制性因子及相应分值，不需要确定权重，不同的复垦方向应选择不同的评价因子及分值。评价结果确定标准为：$Y_i=20$ 分，则不复垦为该方向；若$Y_i>20$ 分，则基本适宜复垦为该方向。在进行适宜性评价时，先进行宜耕方向的适宜性评价，若不适宜耕地方向，再评价其是否适宜园林地或草地方向。该方法用于矿山地面设施的评价。

（4）评价指标的建立

结合矿区的土地复垦经验，参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）、《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T1634-2008）和《土地复垦质量控制标准》（TD1034-2013）、《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T43933-2024）、《耕地质量等级》（GB/T33469-2016）等确定复垦土地复垦适宜性评价的等级标准。

表3-17　土地适宜性评价主导限制因素的农林牧业等级标准

限制因素及分级指标		耕地评价	园地评价	林地评价	草地评价
坡度（°）	＜6°	1	1	1	1
	6°~15°	2或3	1或2	1或2	1
	15°~45°	3或N	2或3	2或3	2
	＞45°	N	N	N	3或N
土壤类型	壤土、砂壤土	1	1	1	1
	岩土混合物	3	2	2	2
	砂土、砾质	N	3	3	3
	砾质	N	N	N	N
有效土层厚度（cm）	＞80	1	1	1	1
	50~80	2	1	1	1
	30~50	3	3	2或3	2
	＜30	N	N	3或N	3或N
排水条件	不淹没或偶然淹没，排水好	1	1	1	1
	季节性短期淹没，排水较好	3	2	1	1
	季节性长期淹没，排水较差	N	3	N	N
	长期淹没，排水很差	N	N	N	N
有机质	>30	1	1	1	1
	6~30	3	3	2	1
	＜6	N	N	N	3
污染状况	无	1	1	1	1
	轻度	N	3	2	2
	中度	N	N	3	3
	重度	N	N	N	N

注：N 为不适宜

（5）适宜性等级评定及结果分析

依据上刃集沟透辉石矿土地损毁现状及预测诊断，参照表3-18中土地复垦主要限制因素的耕林草等级标准，对矿区9个土地复垦适宜性评价单元进行综合评判，结果见表3-19。

表3-18　复垦土地参评单元土地性质综合分析表

序号	评价单元	坡度	土壤类型	有效土层厚度	排水条件	有机质	污染状况
1	KT1西侧露天采场边坡	38°	基岩	无	好	<6	无
2	KT1西侧露天采场平台	<6°	基岩	无	好	<6	无
3	KT1西侧露天采场底部平台	<6°	基岩	无	好	<6	无
4	KT1东侧露天采场边坡	75°	基岩	无	好	<6	无
5	KT1东侧露天采场平台	<6°	基岩	无	好	<6	无
6	KT1东侧露天采场底部平台	<6°	基岩	无	好	<6	无
7	KT2露天采场边坡	75°	基岩	无	好	<6	无
8	KT2露天采场平台	<6°	基岩	无	好	<6	无
9	KT2露天采场底部平台	<6°	基岩	无	好	<6	无
10	临时周转场	<6°	碎石	无	好	<6	无

表3-19　矿复垦区土地复垦适宜性等级评定表

序号	评价单元	地类评价	适宜性	主要限制因子	土地质量状况	拟实施复垦工程	复垦工程施工后适宜性
1	KT1西侧露天采场边坡	耕地评价	N	有效土层厚度	无有效土层	覆土、平整、栽植植被后施肥	N
		园地评价	N				3
		林地评价	N				3
		草地评价	N				2
2	KT1西侧露天采场平台	耕地评价	N	有效土层厚度	无有效土层	覆土、平整、栽植植被后施肥	3
		园地评价	N				3
		林地评价	N				2
		草地评价	N				2
3	KT1西侧露天采场底部平台	耕地评价	N	有效土层厚度	无有效土层	覆土、平整、栽植植被后施肥	3
		园地评价	N				3
		林地评价	N				2
		草地评价	N				2
4	KT1东侧露天采场边坡	耕地评价	N	有效土层厚度、地形坡度	无有效土层	地形坡度较大，底部平台覆土，坡面选择爬藤类植物进行植被覆盖。	N
		园地评价	N				N
		林地评价	N				N
		草地评价	N				N
5	KT1东侧露天采场平台	耕地评价	N	有效土层厚度	无有效土层	覆土、平整、栽植植被后施肥	3
		园地评价	N				3
		林地评价	N				2
		草地评价	N				2
6	KT1东侧露天采场底部平台	耕地评价	N	有效土层厚度	无有效土层	覆土、平整、栽植植被后施肥	3
		园地评价	N				3
		林地评价	N				2
		草地评价	N				2
7	KT2露天采场边	耕地评价	N	有效土层	无有效	地形坡度较大，底部	N

	坡	园地评价	N	厚度、地形坡度	土层	平台覆土，坡面选择爬藤 类植物进行植被覆盖。	N
		林地评价	N				N
		草地评价	N				N
8	KT2露天采场平台	耕地评价	N	有效土层厚度	无有效土层	覆土、平整、栽植植被后施肥	3
		园地评价	N				3
		林地评价	N				2
		草地评价	N				2
9	KT2露天采场底部平台	耕地评价	N	有效土层厚度	无有效土层	覆土、平整、栽植植被后施肥	3
		园地评价	N				3
		林地评价	N				2
		草地评价	N				2
10	临时周转场	耕地评价	N	有效土层厚度	无有效土层	覆土、平整、栽植植被后施肥	3
		园地评价	N				3
		林地评价	N				2
		草地评价	N				2

（6）确定最终复垦方向和划分复垦修复单元

KT1西侧露天采场边坡，原有地类主要为乔木林地及采矿用地，受地面坡度和物质组成制约，不适合恢复为耕地及园地，考虑周边以林地为主，故确定复垦为灌木林地。

KT1西侧露天采场平台，原有地类主要为乔木林地、其他草地、采矿用地，受土壤类型和有效土层厚度的影响，不适合恢复为耕地及园地，周边以林草地为主，故确定复垦方向为乔木林地。

KT1西侧露天采场底部平台原有地类主要为采矿用地及河流水面，受土壤类型和有效土层厚度的影响，不适合恢复为耕地及园地，周边以林地为主，故确定采矿用地复垦为乔木林地，河流水面进行原地类复垦。

KT1东侧露天采场边坡，原有地类主要为乔木林地，受地面坡度和物质组成制约，不适合恢复为园地以及乔木林地、灌木林地等，考虑周边还以林草地为主，故确定复垦方向为其他林地（坡脚种植爬山虎，坡顶栽植迎春花）。

KT1东侧露天采场平台，原有地类主要为乔木林地，受土壤类型和有效土层厚度的影响，不适合恢复为耕地及园地，周边以林草地为主，故确定复垦方向为乔木林地。

KT1东侧露天采场底部平台，原有地类主要为乔木林地，受土壤类型和有效土层厚度的影响，不适合恢复为耕地及园地，周边以林草地为主，故确定复垦方向为乔木林地。

KT2露天采场边坡，原有地类主要为乔木林地及其它林地，受地面坡度和物质组成制约，不适合恢复为园地以及乔木林地、灌木林地等，考虑周边还以林草地为主，故确定复垦方向为其他林地（坡脚种植爬山虎，坡顶栽植迎春花）。

KT2露天采场平台，原有地类主要为乔木林地及其它林地，受土壤类型和有效土层厚度的影响，不适合恢复为耕地及园地，周边以林草地为主，故复垦方向为乔木林地。

KT2露天采场底部平台，原地类主要为乔木林地及其它林地，受土壤类型和有效土层厚度影响，不适合恢复为耕地及园地，周边以林地为主，故确定复垦方向为乔木林地。

临时周转场，原有地类为乔木林地受土壤类型和有效土层厚度的影响，不适合恢复为耕地及园地，周边以林地为主，故确定复垦方向为乔木林地。

依据确定的最终复垦方向，将采取的复垦措施和复垦标准一致的评价单元作为一个复垦修复单元，共划分12个复垦修复单元。具体见表3-20。

表3-20　土地复垦修复单元划分表（单位：公顷）

评价单元编号	评价单元	原地类	损毁面积	复垦利用方向	复垦面积	复垦单元编号	复垦单元
1	KT1西侧露天采场边坡	乔木林地	0.01	灌木林地	0.28	1	KT1西侧露天采场边坡灌木林地复垦单元
		采矿用地	0.27				
2	KT1西侧露天采场平台	乔木林地	0.03	乔木林地	0.22	2	KT1西侧露天采场平台乔木林地复垦单元
		其他草地	0.01				
		采矿用地	0.18				
3	KT1西侧露天采场底部平台	采矿用地	0.46	乔木林地	0.47	3	KT1西侧露天采场底部平台乔木林地复垦单元
		河流水面	0.01	河流水面	0.01	4	KT1西侧露天采场底部平台河流水面复垦单元
4	KT1东侧露天采场边坡	乔木林地	0.70	其他林地	0.70	5	KT1东侧露天采场边坡其他林地复垦单元
5	KT1东侧露天采场平台	乔木林地	0.70	乔木林地	0.70	6	KT1东侧露天采场平台乔木林地复垦单元
6	KT1东侧露天采场底部平台	乔木林地	1.71	乔木林地	1.76	7	KT1东侧露天采场底部平台乔木林地复垦单元
		采矿用地	0.05				
		河流水面	0.10	河流水面	0.10	8	KT1东侧露天采场底部平台乔木林地复垦单元
7	KT2露天采场边坡	乔木林地	0.24	其他林地	0.44	9	KT2露天采场边坡其他林地复垦单元
		其他林地	0.20				
8	KT2露天采场平台	乔木林地	0.15	乔木林地	0.20	10	KT2露天采场平台乔木林地复垦单元
		其他林地	0.05				
9	KT2露天采场底部平台	乔木林地	0.17	乔木林地	0.44	11	KT2露天采场底部平台乔木林地复垦单元
		其他林地	0.27				
10	临时周转场	乔木林地	0.28	乔木林地	0.28	12	临时周转场乔木林地复垦单元

4、水土资源平衡分析

4.1水资源平衡分析

复垦区地处关中南部地区，鉴于农作物、果树、林木等生长初期需要一定的水源来保证成活率，主要依靠天然降雨保证成活率，特殊气候洒水车配合软管浇灌。草地在雨季播撒草种，主要依靠天然降雨保证成活率。

（1）需水量计算

本项目复垦后不增加灌溉面积，也不增加排灌措施，矿区的用水量未发生变化，矿区内的灌溉系统和水源系统也未发生改变。本方案只对矿区内园地、林地恢复时管护用水进行分析。

宝鸡市陈仓区位于关中南部平原区，根据不同苗木需水量及矿区的特点，结合《陕西省行业用水定额标准》（DB61/T943-2020）附录C，按照50%水文年（中等年）灌溉定额进行计算，需水量=复垦后面积×用水定额，项目土地复垦年需水量约1.00万方，见表3-21。灌溉方式采用洒水车拉水配合软管浇灌，水源来自沟道地表水及大气降水。

表3-21　复垦责任范围生态需水量计算表

序号	复垦地类	面积（hm^2）	面积（亩）	用水定额标准（m^3/亩）	用水量（m^3）
1	林地	5.48	82.2	125.00	10275.00
合计				/	10275.00

（2）可供水量计算

矿区所在地年平均降雨量为627.3mm，同时矿区中部有上刃集沟通过，河水年平均流量0.02m^3/s，年最大可供水量630720m^3，年供水量远远满足作物生长所需水量。结合当地林地靠自然降水生长，矿区自然降雨为复垦林地的灌溉用水提供了水源保障。设计土地复垦的苗木种植于春季及夏季，待3年抚育期满后可转为依靠自然降水。

复垦区内水资源供需平衡。复垦区通过平整土地，设计科学合理的管护制度和适当的种植结构，充分利用复垦区天然降水及地下水资源，完全能够满足复垦区植被管护用水需要。

4.2土壤平衡分析

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

（1）表土需求量分析

本项目需要进行覆土复垦的区域为露天采场平台及底部平台复垦单元、KT1西侧露天采场边坡复垦单元以及临时周转场，总覆土面积4.34hm^2，复垦为乔木林地及灌木林地，覆土厚度为0.30m，本方案的表土需求量约为13020m^3。

（2）表土供给量分析

经核算，KT1东侧露天采场及KT2露天采场可剥离表土面积共4.62hm^2，按平均厚度0.23m计算，区内可剥离表土10626m^3，剥离表土方量小于表土需求量，还需商业取土场购买不足土方，以商品土的方式购置，取土造成的土地损毁由供土方负责复垦工作。因此本矿土地复垦无取土场，不会因复垦造成其他负面影响。

5、土地复垦质量要求

（1）乔木林地方向土地复垦质量要求

1）复垦后有效土层厚度≥50cm，土壤容重≤1.5g/cm^3，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量≤25%，pH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.5%；

2）树种首先选择当地适种树种；

3）整地：造林前穴状整地，乔木规格为 0.5m×0.5m×0.5m；灌木规格为 0.3m×0.3m×0.3m；

4）对于受损的苗木，要及时扶正，对于倾斜较大的树木，实施一定的扶正措施；

5）复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求，郁闭度≥0.3；

6）确保一定量的灌溉，五年后植树成活率 70%以上。

（2）灌木林地方向土地复垦质量要求

1）复垦后有效土层厚度≥30cm，土壤容重≤1.5g/cm^3，土壤质地砂土至砂质粘土，砾石含量≤25%，pH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.5%；

2）树种首先选择当地适种树种，乔木选择樟子松等；灌木选择柠条、沙柳等；

3）整地：造林前穴状整地，规格为 0.3m×0.3m×0.3m；

4）对于受损的苗木，要及时扶正，对于倾斜较大的树木，实施一定的扶正措施；

5）复垦后定植密度满足《造林作业设计规程》（LY/T1607）要求，郁闭度≥0.3；

6）确保一定量的灌溉，五年后植树成活率 70%以上。

（3）草地方向土地复垦质量要求

1）复垦后有效土层厚度≥30cm，土壤容重≤1.5g/cm^3，土壤质地砂土至壤粘土，砾石含量≤25%，pH 值在 7.0~8.5 之间，土壤有机质含量≥0.3%；

2）草籽选择适宜本地生长的乡土品种；

3）复垦后林草覆盖率≥30%，复垦五年后生产力水平达到周边地区同等土地利用类型水平；

4）复垦后 3 年草地具有生态稳定性和自我维持能力，生物多样性不低于原植被生态系统。

（4）水域及水利设施用地方向土地复垦质量要求

主要为河流水面，按照原地类方向复垦，维持原土地使用功能不变，加强本复垦单元的监测，确保损毁土地能够达到或超过损毁前功能，能满足当地人民的正常生产生活需求。

（三）边开采、边修复可行性分析

1、从开采设计角度分析

开采设计不仅决定了采矿的效率与安全，也从根本上决定了后续修复的难度和成本。将修复理念前置性地融入开采设计，是实现“边开采，边修复”的关键。

矿山开采用露天开采的方式，流程为表土剥离→穿孔及凿岩→装药爆破→矿岩装载→运输，工作均采用机械作业，从高往地逐级按顺序采剥，为“边开采，边修复”创造了良好的时空条件。

2、从工艺流程角度分析

“边开采，边修复”不是两个独立的过程，而是将修复工程有机地嵌入到采矿的各个工艺环节中，矿山采用从高往低逐级按顺序采剥方式，每一平台都是标准化开采流程，矿山在同一高度平台开采完毕后立即进行下一平台采剥工作，上一平台修复工程可作为该平台开采的最后一个开采环节嵌入该平台的开采流程当中，可实施性强。标准

化程度高实现“剥离-存放-回填-复垦”循环。

（1）前置工序（剥离与存放）：在矿石开挖前，将表土分层剥离、分类存放。这是后续所有修复工作的物质基础。

（2）并行工序（回填与复垦）：在开采过程中，一旦某个平台开采完毕，立即将该区域剥离的表土覆盖至该区域，并进行土地平整和植被恢复。这个工序与前方采矿工序在空间上错开、在时间上并行。

3、从开采进度角度分析

开采进度计划是“边开采，边修复”在时间维度上的具体体现。修复进度可与开采进度紧密耦合。

将开采进度和修复进度进行紧密协同，在编制年度、季度和月度生产计划时，同步编制生态修复计划。明确在哪个时间点、哪个采区将完成开采，并立即启动修复工程。这实现了“空间换时间”，即在一个平台开采时，上一个已完成开采的平台正在进行修复。

4、从用地周期角度分析

矿山原用地模式是土地在整个矿山服务年限内都被持续占用和破坏，待整个矿山资源开采完毕后，闭坑前再进行修复工作，而“边开采，边修复”能显著缩短单个地块的损毁周期。

（1）缩短土地闲置时间：如下图所示，通过“边开采，边修复”，土地从“破坏”到“恢复”的周期被大幅缩短。一个地块完成其“开采”后，可在1-2年内即恢复到原有生态服务功能，而无需等到几十年后闭坑。

（2）分区分批交还土地：矿山可以分批次、逐步地将已修复的土地交还给当地村社或恢复其生态功能。这极大地缓解了矿地矛盾，体现了企业的社会责任。

5、从矿山现有生态问题现状和预测角度分析

矿山现状开采条件下，水土流失较严重，“边开采，边修复”可通过立即通过生态护坡等相关修复措施防止滑坡的发生，消除安全隐患。并逐步治理历史问题。此外，基于矿山开采进度可预测未来将形成的采坑空间形态等，可以提前规划其修复用途，从而在开采时就为未来的修复创造有利条件，避免形成新的、更难治理的生态问题。

6、综合结论

从以上五个维度的分析来看，上刃集沟透辉石矿实施“边开采、边修复”在技术和管理上具有高度的可行性。其核心在于从被动治理转向主动规划，将生态修复从一项“成本”和“负担”，转变为优化生产流程、管理未来风险、创造综合价值的“投资”。

三、生态修复分区及修复时序安排

（一）生态修复分区原则及方法

1、生态敏感性优先原则：优先划分生态脆弱、敏感区域，如水源涵养区、生物多样性富集区、陡坡地段等，作为重点修复分区；

2、开采扰动关联性原则：根据开采活动对地表、植被、土壤、水文等的扰动程度，划分直接影响区（露天采场，未复垦矿山地面设施区等）及生态缓冲区；

3、地形地貌统一性原则：结合地形地貌特征，将坡度、坡向、海拔相近的区域划分为同一修复单元，便于采取针对性修复措施；

4、修复目标导向原则：根据不同区域的生态功能定位（如生态防护、景观美化等），划分不同修复目标的分区；

5、可操作性原则：分区面积大小适宜，边界清晰，便于工程组织实施和后期监测管理。

（二）分区评述及时序安排

基于上述原则及生态修复可行性分析结果、开采进度规划，将修复区域划分为生态重建区和自然恢复区两级分区（图3-3），各分区分期目标任务及时序安排见表3-22。

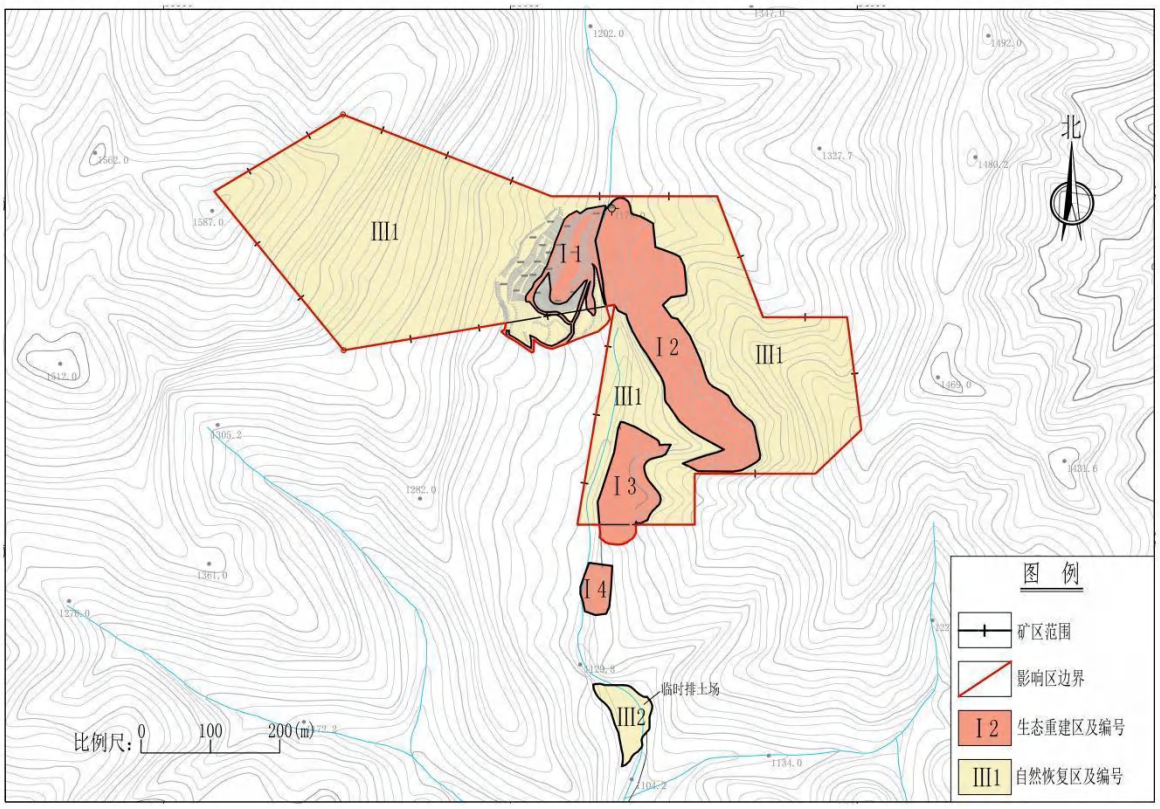


图3-3 矿区生态修复分区图

1、生态重建区

生态重建区包含KT1西侧露天采场（未复垦区）、KT1东侧露天采场、KT2露天采场以及临时周转场，是生态问题最集中、危害最突出的区域，共4个区块，总面积为5.59hm^2，占生态修复分区比例的21.23%。

该区域核心问题表现为露天开采遭受及引发的不稳定地质体危险性小，对含水层影响较轻，地形地貌景观严重破坏，同时存在严重的生态系统受损退化。

修复目标及措施：土壤重构、植被恢复为主，结合土地利用规划进行修复，目标地类以林地为主。

修复时间：近期。

2、自然恢复区

一般修复区为生态重建区外的其余区域，是覆盖范围最广的修复区域，总面积20.74hm^2，占生态修复分区比例的78.77%。

该区域采矿引发的地面变形危险性小，但对含水层影响较轻，对地形地貌景观影响较轻，区内生态系统基本未受影响或轻度受损退化。

该区域防治措施主要为监测及自然恢复，修复时间为近期。

表3-22　影响区生态修复分区表

生态修复分区	分区编号	分区名称	面积(hm^2)	百分比	主要问题	主要防治措施	修复时间
生态重建区（Ⅰ）	Ⅰ1	KT1西侧露天采场	0.97	3.69	地形地貌景观严重破坏、地表松散层及植被剥离	土壤重构、植被恢复为主，结合土地利用规划进行修复，修复为林地	2027年
	Ⅰ2	KT1东侧露天采场	3.26	12.38			1采区2028年；2采区2029-2030年
	Ⅰ3	KT2露天采场	1.08	4.10			2030年
	Ⅰ4	临时周转场	0.28	1.06			2030年
	小计		5.59	21.23			/
自然恢复区（Ⅲ）	Ⅲ1	其他区域	20.23	76.83	无	监测	近期
	Ⅲ2	临时排土场	0.51	1.94			
	小计		20.74	78.77			
合计			26.33	100.00%	/		

四、采矿用地与复垦修复安排

（一）矿区已批准采矿用地

上刃集沟透辉石矿无已批准采矿用地，矿区用地均为临时使用土地。

（二）复垦修复变化

根据前述土地复垦适宜性评价及复垦单元的划分，确定各复垦单元的复垦方向，复垦前后地类变化关系分别见表3-23。

表 3-23　复垦前后土地利用结构变化对照表　　单位 hm²

一级地类		二级地类		面积（hm²）		变幅
				复垦前	复垦后	
03	林地	0301	乔木林地	3.99	4.06	+0.07
		0303	灌木林地	0.00	0.28	+0.28
		0307	其他林地	0.52	1.14	+0.62
04	草地	0404	其他草地	0.01	0.00	-0.01
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.96	0.00	-0.96
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.11	0.11	+0.00
合计				5.59	5.59	0.00

（三）矿区用地（含临时用地）复垦修复安排

矿山临时排土场及KT1西侧露天采场局部于2022年及2023年复垦并验收，参照目标方向可行性分析，矿山开采后拟将采矿用地复垦为乔木林地、其他林地及灌木林地，修复质量等级不低于六等，矿区用地（含临时用地）与复垦修复计划见表3-24。

表 3-24　矿区用地（含临时用地）复垦修复安排表　　单位 hm²

用地信息							复垦修复计划			
序号	范围	原地类	面积 hm²	质量	是否为临时用地	批准（计划）使用年限	目标地类	面积 hm²	质量	计划修复期限
1	KT1西侧露天采场	乔木林地 其他草地 采矿用地 河流水面	0.97	/	是	2014年4月-2030年12月	乔木林地 灌木林地	0.97	六等	2027年
2	KT1东侧露天采场	乔木林地 其他林地 采矿用地 河流水面	3.26	/	是	2025年8月-2030年12月	乔木林地 其他林地	3.26	六等	2028年-2029年
3	KT2露天采场	乔木林地 其他林地	1.08	/	是	2028年1月-2030年12月	乔木林地 其他林地	1.08	六等	2030年
4	临时周转场	乔木林地	0.28	/	是	2017年1月-2030年6月	乔木林地	0.28	六等	2030年

第四章 生态修复措施与工程内容

一、保护与预防控制措施

（一）敏感目标保护

依据《宝鸡市秦岭生态环境保护规划》，上刃集沟透辉石矿权范围内及矿区范围外的地面设施均位于秦岭一般保护区内，不涉及核心保护区及重点保护区，矿山严格按照《陕西省秦岭生态环境保护条例》和相关法规、规划的规定，严格按照绿色矿山标准进行建设和开采。据调查，该矿区不在“三区三线”范围内，周边无需要保护的水源地、天然草原、公益林、自然保护地、地质遗迹、生态保护红线、珍贵物种、古树古木、矿业遗迹、重要基础设施等敏感目标。

（二）表土剥离与植被移植利用

依据《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024），矿山工程建设按照“应剥尽剥”的要求，根据生产计划涉及扰动区域合理安排表土剥离，测算剥离表土厚度、面积、剥离量。

表土堆存按照“分区堆存、就近堆存、就近利用”要求，明确表土堆存区域、堆存时间，表土堆存场应选择不易造成水土流失和诱发不稳定地质体的区域，不宜占用耕地。

根据矿山实际情况，KT1东侧露天采场（1采区、2采区）、KT2露天采场（3采区）以及临时周转场建设时，采用推土机、挖掘机等机械，配合人工对区内表土进行剥离，剥离面积合计约4.62hm^2（KT1东侧露天采场1采区1.39km^{2}已剥离表土），剥离厚度一般0.15～0.30m，按平均0.23米计算，合计剥离表土10626m^3，剥离表土直接用于待复垦场地及平台覆土，无法及时利用时就近堆放于待复垦露天采场，堆存时坡面覆盖防尘网并种植草本保持肥力，复垦前松土并培肥。

矿区以林木及灌木为主，无特殊敏感植被，不涉及移植，后期结合乡土优势物种开展生态修复与植被重建。

表4-1　表土处置工程汇总表

序号	原地类	范围	面积/hm^2	表土剥离			表土储存		表土利用	
				时间段	厚度/m	方量/m^3	位置	养护措施	利用方式	利用时间
1	乔木林地	见附表	1.39	2027	0.23	3197	KT1露天采场北侧	防尘网及植草	KT1西侧露天采场复垦	2027
2	乔木林地	见附表	1.87	2028	0.23	4301	KT1露天采场北侧	防尘网及植草	KT1东侧露天采场1采区土地复垦	2028
3	乔木林地 其他林地	见附表	1.08	2029	0.23	2484	KT1露天采场北侧	防尘网及植草	KT1东侧露天采场2采区土地复垦	2029
4	乔木林地	见附表	0.28	2027	0.23	644	KT1露天采场北侧	防尘网及植草	KT1西侧露天采场复垦	2027

（三）相关协同措施

不稳定地质体预防：优化采矿工艺、设置警示牌、人工巡查地表变形，矿山开采期间，若有因降雨、地震等自然因素诱发的不稳定地质体问题灾害，矿山企业应当移交地灾防治部门进行在册登记，并委托具有勘察资质的单位进行勘察设计，可使用生态修复费用进行防治。

水土流失预防：在开采过程中满足复垦条件及时复垦，种植乡土物种构建立体防护群落，复垦区域及时植被重建，减少地表裸露与侵蚀。

环境防治：生活用水经处理后优先回用不外排，加强土壤监测，建立应急响应机制，定期演练，跟踪周边水质、土壤质量保障生态安全。

二、修复措施

（一）地貌重塑

地貌重塑以消除地表扰动、恢复地形完整性与安全性为核心，具体措施如下。

1、露天采场外围防护

于露天采场交通明显位置设置警示牌，在开采境界附近修筑排水设施，在下部填土一级边坡坡脚设置护脚浆砌石挡墙。

2、露天采场边坡防治

露天采场大面积开挖，可能在机械作业振动下或强降雨条件下产生局部的错落、掉块，威胁在下方施工的人员及机械，设计采用人工清理的方式对露天采场边坡坡面上危岩、孤石进行清除。

3、露天采场平台治理工程

于露天采场各平台内侧坡设置排水沟，在平台外侧（即临空侧）设置一道土袋挡墙进行防护。

（二）土壤重构

土壤重构围绕改善土壤质地、提升肥力展开，形成“表土剥离-覆土-土地平整-土壤培肥”完整技术体系。

1、表土剥离

采矿前，针对KT1东侧露天采场、KT2露天采场区开展表土剥离，剥离平均厚度0.23米，剥离表土直接用于土地复垦，地貌重塑后及时回覆表土，均匀铺覆并压实，确保与周边地表平齐，保持土壤连续性。

2、覆土

复垦区岩土裸露，需利用露天采场剥离表土进行覆土，乔木林地覆土厚度不小于30cm，灌木林地覆土厚度不小于30cm。

3、土地平整

覆土后人工对采场平台及基地平台进行平整，消除地表附加坡度，清理杂物等。

4、土壤培肥

因本区表土及外来客土土壤肥力不足，需对其进行土壤改良，改良方法为分三年按40%、30%、30%比例施加15000kg/hm²商品有机肥及5000kg/hm² 商品无机肥，快速提高土壤有机质含量和养分水平，为植被生长提供良好基质。

（三）植被重建

植被重建遵循适地适树、乡土优先原则，分乔木林地、灌木林地及其他林地制定专项方案。乔木林地采用乔灌草混交模式，乔木选用栓皮栎、刺槐，按2×3米株行距混栽，苗木胸径0.8—1.5厘米，以50×50×50cm规格穴状整地，植苗后夯实浇水，连续三年开展抚育管护；行间混栽酸枣、连翘、胡枝子，按1.5×1.5米株行距扦插种植，苗木地径0.5—1.0厘米，以30×30×30cm规格穴状整地，利用其固氮特性改良土壤、快速形成防护；林间适当散播铁杆蒿、白羊草、一年蓬等草本植物混种草籽，以增加复垦区生物多样性，散播种子量为20kg/hm²，根据种子种类，平均分配。灌木林地采用灌草混交模式，灌木选用酸枣、连翘、胡枝子，按1.5×1.5米株行距混交种植，苗木地径0.5—1.0厘米，以30×30×30cm规格穴状整地，利用其固氮特性改良土壤、快速形成防护；林间适当散播

铁杆蒿、白羊草、一年蓬等草本植物混种草籽，以增加复垦区生物多样性，散播种子量为20kg/hm^2，根据种子种类，平均分配。其他林地采用爬山虎、迎春花行栽，按1.0米株距种植，苗木地径0.5—1.0厘米，以30×30×30cm规格穴状整地，利用其固氮特性改良土壤、快速形成防护。

植被重建全程选用乡土物种防范外来入侵，通过合理搭配构建稳定抗逆的植被群落，提升覆盖度，实现水源涵养与水土保持。

三、工程内容

（一）地貌重塑工程

1、露天采场外围防护工程

（1）治理对象：露天采场

（2）治理时期：方案适用期

（3）治理方案：于露天采场旁道路明显位置设置警示牌6块，在开采境界附近修筑截水沟760m，在下部一级填土边坡坡脚设置护脚浆砌石挡墙。

（4）工程设计

1）警示牌

在矿区KT1东侧露天采场及BY崩塌不稳定地质体（KT2露天采场）附近明显位置共设置6块警示牌。

2）截水沟

在开采境界外围设置截水沟，采用梯形断面，上口净宽80cm，底宽40cm，深40cm，壁厚20cm，采用C20砼浇筑，基础铺设厚度10cm的碎石垫层，截水沟每隔10m设一道伸缩缝，缝宽20mm，内填沥青砂板条，预计采场外围修筑截水沟长约760m。

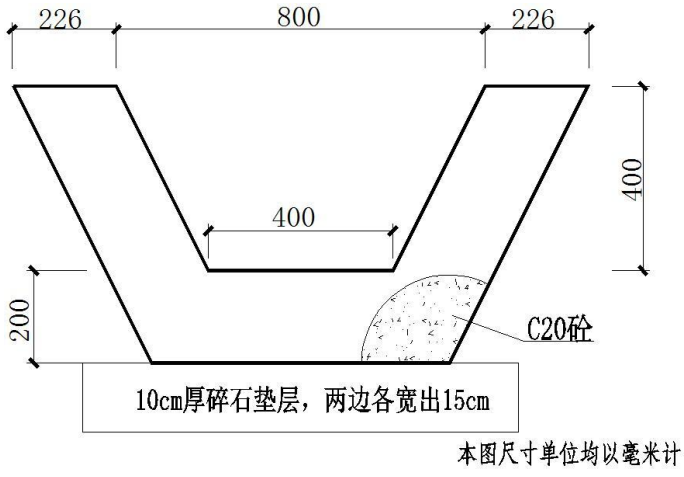


图4-2　截水沟剖面设计图

3）护脚浆砌石挡墙

在KT1西侧露天采场及KT1东侧露天采场（1采区）下部一级填土边坡坡脚设置重力式浆砌石挡墙进行护脚，设计挡墙总高2.0m（其中地面以上1.0m，基础埋深1.0m），面侧坡率为1:0.1，背侧垂直，底板坡率0.1:1，挡墙顶宽0.5m，基础持力层为碎石层，挡土墙墙身采用M7.5浆砌片石砌筑而成，片石重度为24kN/m³，强度大于Mu30的新鲜岩石，片石尺寸大于200mm，挡土墙基础铺设厚度20cm的碎石垫层，挡土墙每隔10m设一道伸缩缝，缝宽20mm，内填沥青砂板条，预计共布设浆砌石挡墙长约235m。

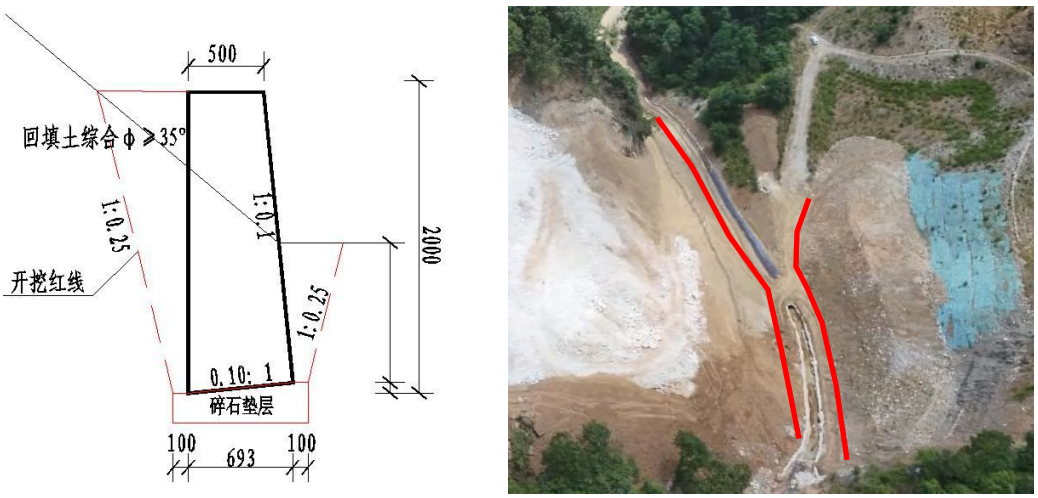


图4-3　护脚浆砌石挡墙设计图

（5）主要工程量

露天采场外围防护工程工程量详见表4-2。

表 4-2　露天采场外围防护工程工程量表

序号	治理工程	单位	工程量
1	警示牌	块	6
2	截水沟		
2.1	C20砼	m^3	250.04
2.2	碎石垫层	m^3	107.92
2.3	土方开挖	m^3	625.48
2.4	土方回填	m^3	68.40
2.5	伸缩缝	m^2	25.08
3	浆砌石挡墙		
3.1	M7.5浆砌片石	m^3	277.30
3.2	碎石垫层	m^3	49.35
3.3	土方开挖	m^3	420.65
3.4	土方回填	m^3	233.25
3.5	伸缩缝	m^2	27.73

2、露天采场边坡防治工程

（1）治理对象

露天采场大面积开挖，在机械作业振动下或强降雨条件下可能产生局部的错落、掉块。

（2）治理时期：方案适用期

（3）治理设计：对露天采场终了边坡坡面上危岩、孤石进行人工清除。

（4）主要工程量：经核算，露天采场边坡防治共清理危岩1500m^3

3、露天采场平台治理工程

（1）治理对象：KT1西侧露天采场、KT1东侧及KT2露天采场平台及基底平台

（2）治理时期：方案适用期

（3）治理方案：在各平台内侧0.5m处修建排水沟，在外侧（即临空侧）修筑土袋挡墙。

（4）工程设计

1）排水沟

在KT1西侧露天采场、KT1东侧露天采场及KT2露天采场各平台及基底平台内侧0.5m处修建排水沟，采用梯形断面，上口净宽60cm，底宽30cm，深30cm，壁厚15cm，采用C20砼浇筑，基础铺设厚度10cm的碎石垫层，排水沟每隔10m设一道变形缝，缝宽20mm，内填沥青砂板条，预计露天采场各平台共修筑排水沟总长约3000m。

2）土袋挡墙

土袋挡墙：在各平台外侧（即临空侧）使用植生袋修筑土袋挡墙，挡墙呈长方形状，宽0.6m，高0.3m，修筑土袋挡墙长约1850m。

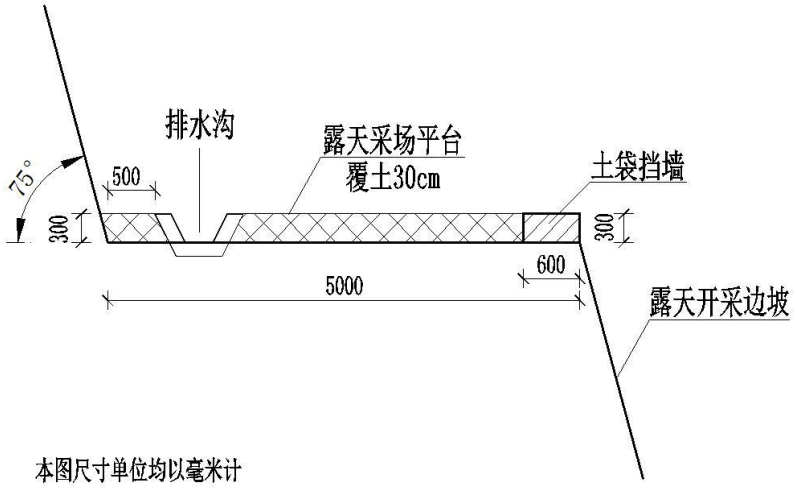


图4-3　露天采场平台治理工程剖面设计图

（5）主要工程量

露天采场平台治理工程量详见表4-3。

表 4-3　露天采场平台治理工程量表

序号	治理工程	单位	工程量
1	排水沟		
1.1	C20砼	m^3	555.00
1.2	碎石垫层	m^3	237.00
1.3	土方开挖	m^3	1410.00
1.4	土方回填	m^3	210.00
1.5	伸缩缝	m^2	55.50
2	土袋挡墙	m^2	1110.00

4、地貌重塑工程主要工程量

本方案地貌重塑工程主要工程量详见表 4-4。

表 4-4　地貌重塑工程主要工程量表

序号	治理工程	单位	工程量
一	**露天采场外围防护工程**		
1	警示牌	块	6
2	截水沟	/	/
2.1	C20砼	m^3	250.04
2.2	碎石垫层	m^3	107.92
2.3	土方开挖	m^3	625.48
2.4	土方回填	m^3	68.40
2.5	伸缩缝	m^2	25.08
3	浆砌石挡墙		
3.1	M7.5浆砌片石	m^3	277.30
3.2	碎石垫层	m^3	49.35
3.3	土方开挖	m^3	420.65
3.4	土方回填	m^3	233.25
3.5	伸缩缝	m^2	27.73
二	**露天采场边坡防治工程**		
1	危岩清理	m^3	1500
三	**露天采场平台防护工程**		
1	排水沟		
1.1	C20砼	m^3	555.00
1.2	碎石垫层	m^3	237.00
1.3	土方开挖	m^3	1410.00
1.4	土方回填	m^3	210.00
1.5	伸缩缝	m^2	55.50
2	土袋挡墙	m^2	1110.00

（二）土地复垦

1、总体目标任务

矿区土地复垦的总体目标任务是: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，增加绿地面积，美化矿区环境，提升生态环境质量。

2、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

土地复垦应以控制水土流失、改善生态环境和恢复土地生产力为核心，同时综合当地经济发展模式和农业结构特点,合理设计土壤重构和植被重建方案,实现复垦区生态、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。土地复垦即采取工程措施实现土地的再利用，而生态重建是通过生物措施植被重建，实现复垦土地的可持续发展。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。遵循自然界群落演替规律，并进行适当的正向人为干扰进行矿区生态恢复和重建，调整群落演替，加速群落演替速度，从而加快矿山土地复垦。

3、具体目标任务

本方案复垦责任范围内土地的面积为5.59hm^2，土地复垦率100%，矿区土地复垦规划图见附图6，复垦责任范围内土地利用结构变化情况见表4-5。

表4-5　复垦前后土地利用结构变化对照表　　**单位 hm^2**

一级地类		二级地类		面积（hm^2）		变幅
				复垦前	复垦后	
03	林地	0301	乔木林地	3.99	4.06	+0.07
		0303	灌木林地	0.00	0.28	+0.28
		0307	其他林地	0.52	1.14	+0.62
04	草地	0404	其他草地	0.01	0.00	-0.01
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	0.96	0.00	-0.96
11	水域及水利设施用地	1101	河流水面	0.11	0.11	+0.00
合计				5.59	5.59	0.00

复垦前后地类结构变化主要表现在3个方面：

（1）乔木林地增加 0.06hm^2，表现为露天采场平台及底部平台复垦为乔木林地；

（2）灌木林地增加 0.28hm^2，表现为 KT1 西侧露天采场边坡复垦为灌木林地；

（3）其他林地增加 0.62hm^2，表现为露天采场边坡复垦为其他林地；

（4）其他草地减少 0.01hm^2，表现为 KT1 西侧露天采场平台复垦为乔木林地；

（5）采矿用地较少 0.96hm^2，表现为 KT1 露天开采边坡复垦为其他林地，KT1 西侧及东侧露天采场平台及底部平台复垦为乔木林地。

4、复垦工程设计

4.1KT1东侧露天采场及KT2露天采场表土剥离工程

剥离对象：本方案确定剥离的表土是耕作层的土壤，林地、草地的腐殖质层。

剥离区域：KT1东侧露天采场、KT2露天采场范围以及临时周转场。

剥离工艺：采用与采矿台阶配合的台阶式采剥法利用推土机、挖掘机等机械将区内表土剥离，再用汽车运输方式将场地内剥离的表土直接用于待复垦区覆土工程，覆土后及时散播草种保持土壤肥力；

剥覆方式：机械为主、人工辅助。

剥离厚度及面积：按平均厚度0.23剥离表土，剥离面积为4.62hm^2。

表土临时存储及防护措施：剥离后的表土临时堆存于待复垦露天采场中地势平坦、排水良好的区域，分层堆放（每层≤2m），压实防护并设标志，堆存时坡面覆盖防尘网，坡面散播草种植草保持肥力，复垦前松土并培肥。

主要工程量：共剥离表土10626m^3，防尘网2000m^2，散播植草0.2hm^2。

4.2KT1西侧露天采场边坡灌木林地复垦单元工程设计

本单元的复垦工程措施主要为土壤重构工程及植被恢复。土壤重构工程包括覆土、土地平整、土壤培肥。

（1）土壤重构工程

1）覆土

复垦区岩土裸露，为达到植被生长要求，需进行覆土恢复，覆土厚度为30cm。

2）土地平整

覆土后对露天采场边坡进行人工平整，消除地表附加坡度，平整后地面坡度≦5°，单位平整量约500.00m^3/hm^2。

3）土壤培肥

本区表土及外来客土土壤肥力不足，选用商品有机肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，改良方法为分三年按40%、30%、30%比例施加15000kg/hm² 商品有机肥及1500kg/hm² 无机肥，快速提高土壤有机质含量和养分水平，为植被生长提供良好基质。

（2）植被重建工程

植被重建选择当地适宜的植物，及时再植。栽植应做好选苗、植苗、浇水和抚育管理。KT1 西侧露天采场边坡复垦单元复垦为灌木林地，

植被选择：酸枣、连翘、胡枝子

整地时间：造林前。

整地方式：圆穴状。

造林时间：以春、夏季为宜，苗木栽植后踏实，浇透水。

整地规格：栽植穴平行配置，穴状整地规格为 30×30×30cm。

栽植方法：灌木株间距 1.5×1.5m，苗木选用 1-2 年实生苗，人工植苗每穴 1 株，苗木直立穴中分层覆土踏实，埋土至地径以上 2cm，栽后浇水。

扶正苗木入坑，表土填至坑 1/2 处轻提苗木，保持树身垂直、树根舒展，再填底土并随填随踏实，不踩坏树根；栽后填高高于原土痕 5cm，树坑外围筑灌水埂及时浇灌后覆土。栽植时将树形长势好的一面朝向主要观赏方向，弯曲面朝向主风方向，行列保持整齐。

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

灌木林地造林技术指标参见表 4-6，典型工程设计见图 4-4。

表4-6　灌木林地造林技术指标表

树种名称	植物性状	株行距（m）	种植方式	整地方式	苗木种子规格	造林密度（hm²）
酸枣、连翘、胡枝子	灌木	1.5×1.5	植苗	30×30×30穴状整地；	1-2年实生苗	4445株
铁杆蒿、白羊草、一年蓬等	草本	—	散播	新增林地全面整地	优质	20kg/hm²

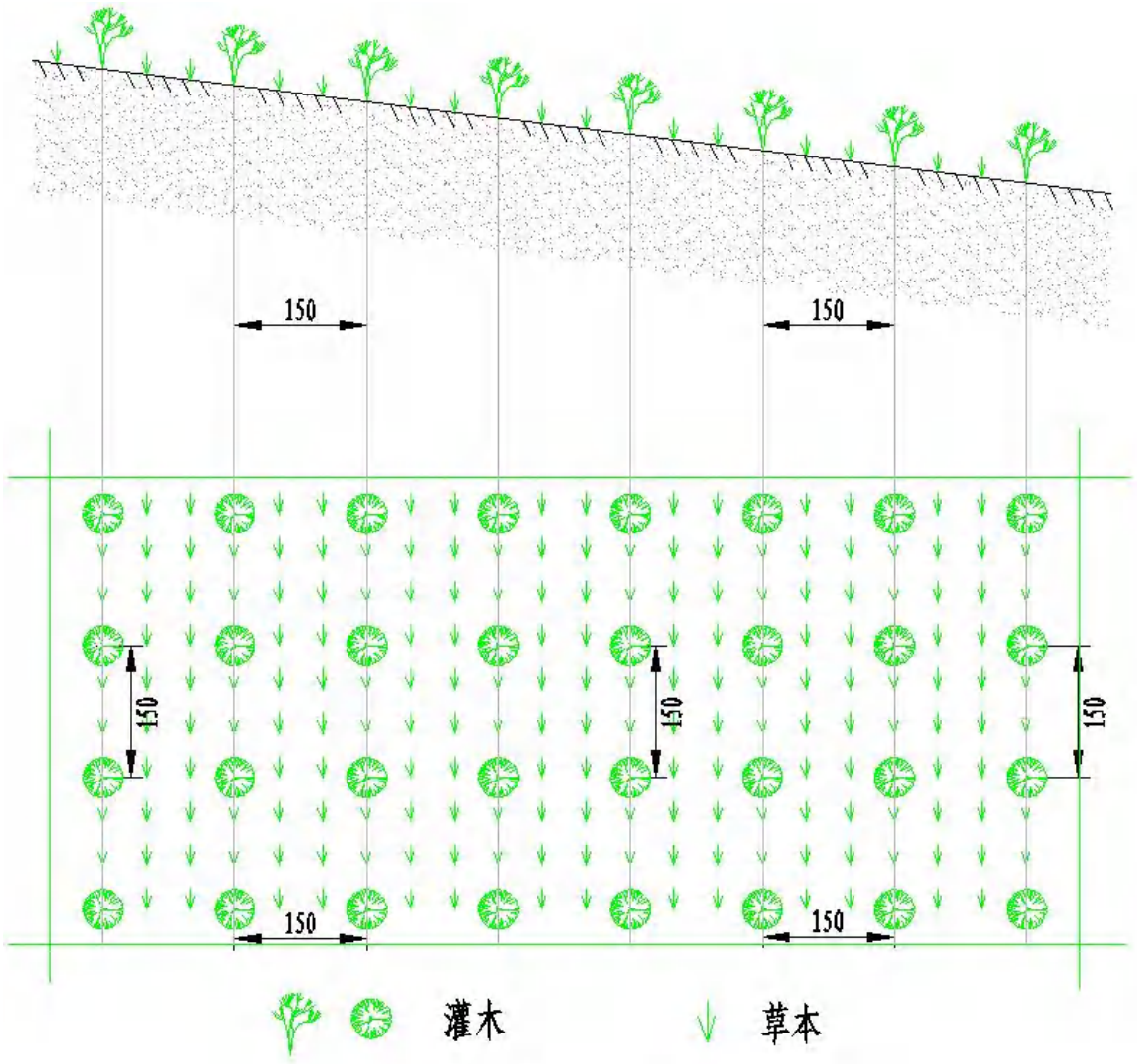


图4-4　灌木林地栽植设计图

（3）主要工程量

KT1西侧露天采场边坡复垦单元复垦为灌木林地，主要工程量见表4-7。

表 4-7　KT1 西侧露天采场边坡复垦单元复垦工程量表

序号	治理工程	单位	工程量
1	**土壤重构工程**		
1.1	覆土	m^3	840.00
1.2	土地平整	m^3	140.00
1.3	土壤培肥（有机肥）	kg	4200.00
1.4	土壤培肥（化肥）	kg	420.00
2	**植被重建工程**		
2.2	栽植灌木	株	1245
2.3	穴状整地30×30	个	1245
2.4	散播草籽	hm^2	0.28

4.3露天采场边坡其他林地复垦单元工程设计

露天采场边坡长约2550m，高度约10～20m，坡度约75°，因坡度较大的缘故，1.14hm^{2}露天开采边坡规划复垦为其他林地，需进行土壤重构及植被重建，设计在露天开采边坡坡脚栽植藤本植物爬山虎，在露天开采边坡坡顶土袋挡墙墙内栽植藤本植物迎春花，进行植被重建。栽植应做好选苗、植苗、浇水和抚育管理。

植被选择：爬山虎、迎春花。

整地方式：圆穴状。

造林时间：以春、夏季为宜，苗木栽植后踏实，浇透水。

整地规格：穴状整地规格为30×30×30cm。

栽植方法：株间距1.0m，苗木选用1年实生苗，茎蔓长度不低于50cm，人工植苗每穴1株，苗木直立穴中分层覆土踏实，埋土至地径以上2cm，栽后浇水。

扶正苗木入坑，表土填至坑1/2处轻提苗木，保持树根舒展，再填底土并随填随踏实，不踩坏树根；栽后填高高于原土痕5cm，树坑外围筑灌水埂及时浇灌后覆土。栽植时将树形长势好的一面朝向主要观赏方向，弯曲面朝向主风方向，行列保持整齐。

造林后及时灌水2～3次，一般为一周浇灌一次，成活后半个月浇灌一次，浇水量15kg。前三年每年穴内除草2～3次。另外，需定时整形修枝。

主要工程量：栽植爬山虎2710株，栽植迎春花1850株。

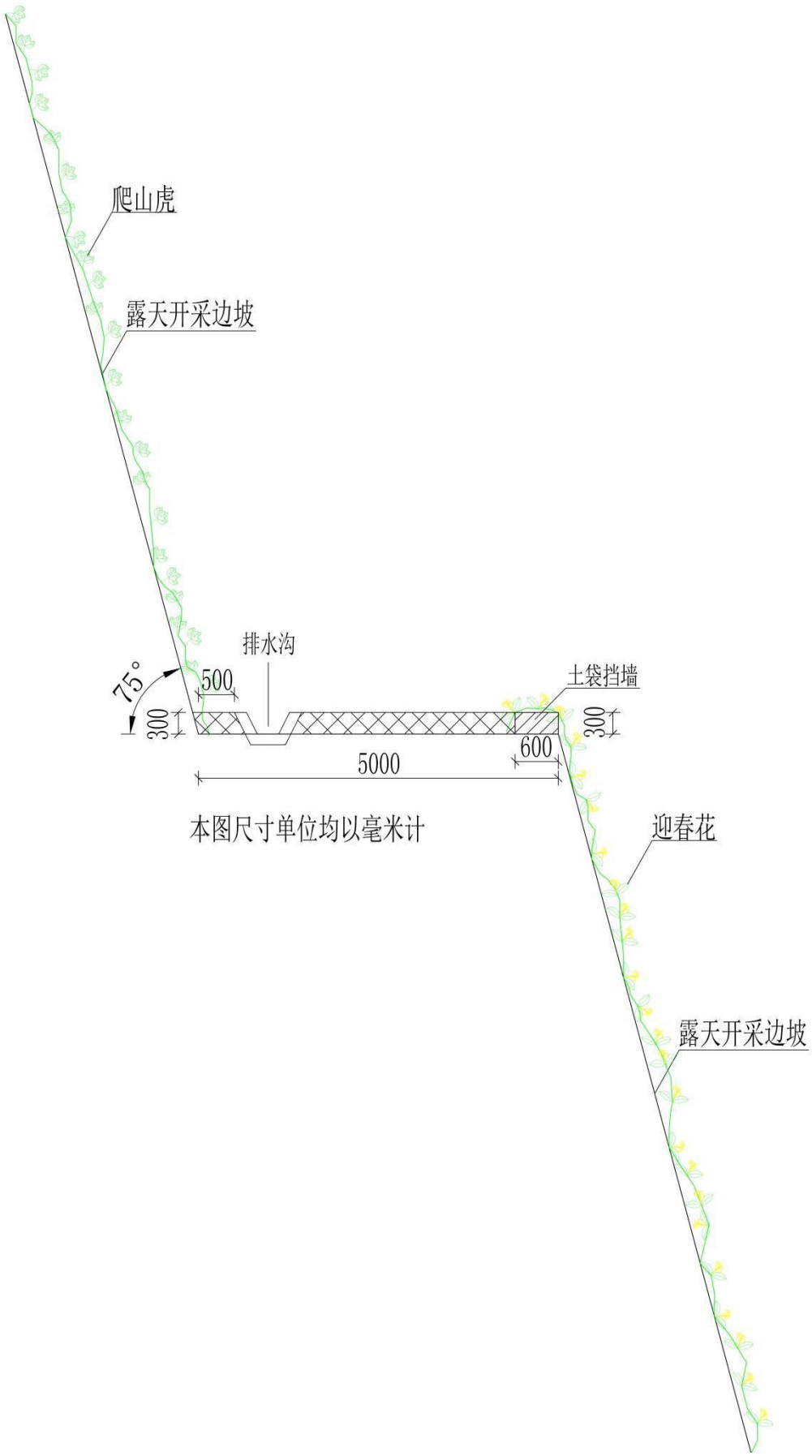


图4-5　露天采场边坡复垦工程设计

4.4露天采场平台乔木林地复垦单元、露天采场底部平台乔木林地复垦单元、临时周转场复垦单元工程设计

本单元的复垦工程措施主要为土壤重构工程及植被恢复。

（1）土壤重构工程

土壤重构工程包覆土、土地平整、土壤培肥。

1）覆土

复垦区岩土裸露，为达到植被生长要求，需进行覆土恢复，覆土厚度为30cm。

2）土地平整

覆土后对露天采场边坡进行人工平整，消除地表附加坡度，平整后地面坡度≦5°，单位平整量约500.00m^3/hm^2。

3）土壤培肥

本区表土及外来客土土壤肥力不足，选用商品有机肥及无机肥，改良土壤环境，增加土壤有机质含量，改良方法为分三年按40%、30%、30%比例施加15000kg/hm^2 商品有机肥及1500kg/hm^2 无机肥，快速提高土壤有机质含量和养分水平，为植被生长提供良好基质。

（2）植被重建工程

植被重建选择当地适宜的植物，及时再植。栽植应做好选苗、植苗、浇水和抚育管理。露天采场平台乔木林地复垦单元、露天采场底部平台乔木林地复垦单元、临时周转场复垦单元复垦为乔木林地。

植被选择：乔木栓皮栎、刺槐；灌木：酸枣、连翘、胡枝子；草本：铁杆蒿、白羊草、一年蓬等。

整地时间：造林前。

整地方式：圆穴状。

造林时间：以春、夏季为宜，苗木栽植后踏实，浇透水。

整地规格：栽植穴平行配置，乔木穴状整地规格为 50×50×50cm；灌木穴状整地规格为 30×30×30cm。

栽植方法：挖坑时将上层熟土和底层生土分开放置，栽植深度与苗埋深一致或略深。将苗木用水湿根，放入已挖好的栽植坑中央，填土时用湿土埋根，土埋到 2/3 左右的时候，把苗向上略提，舒展根系，使苗达到要求高度，然后捣实，再填满土重新捣实，最后在树株表面四周覆上一层土。

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

灌木林地造林技术指标参见表 4-8，典型工程设计见图 4-6。

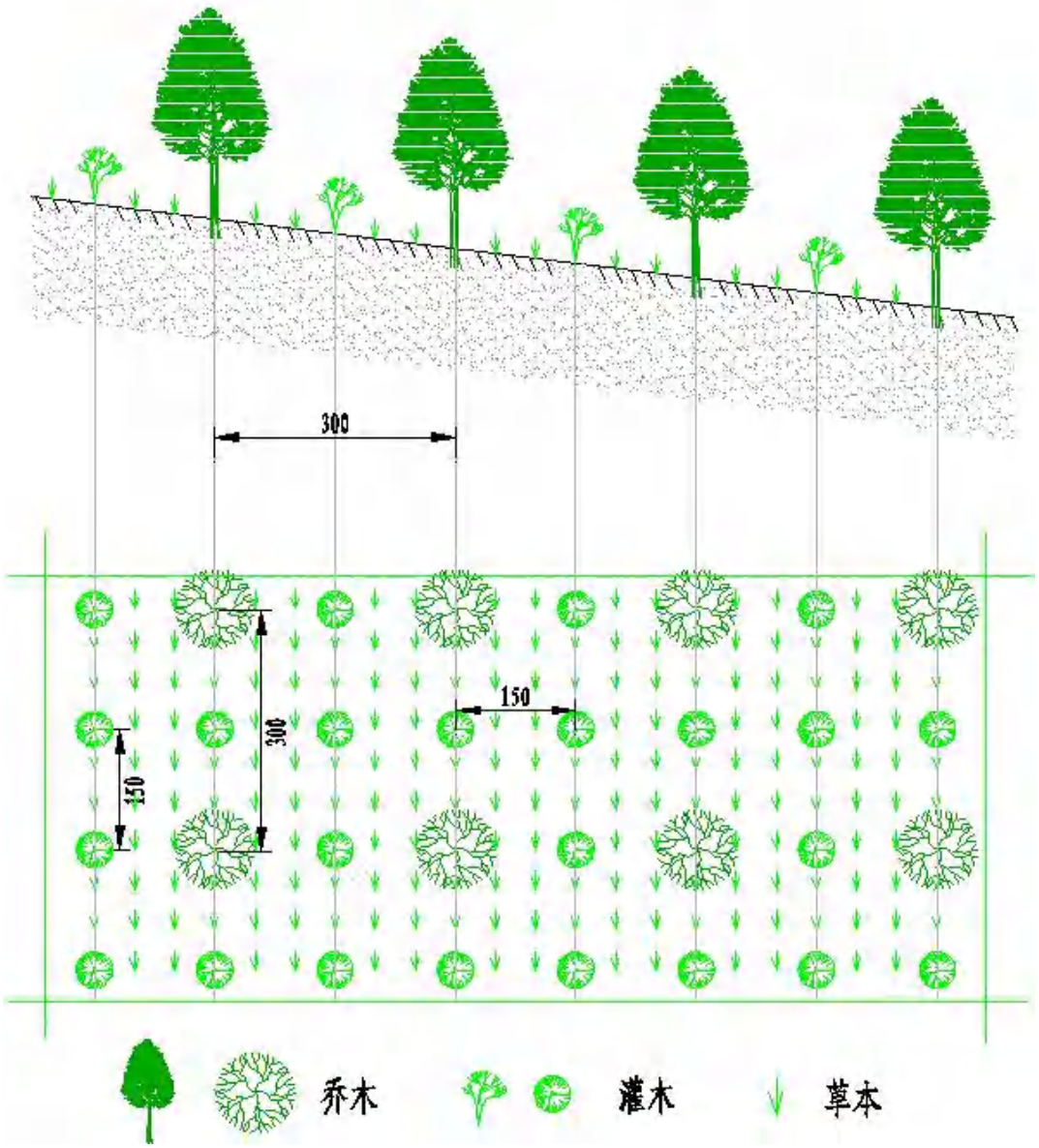


图4-6　乔木林地栽植设计图

表4-8　乔木林地造林技术指标表

树种名称	植物性状	株行距（m）	种植方式	整地方式	苗木种子规格	造林密度（hm^2）
栓皮栎、刺槐	乔木	3.0×3.0	植苗	行状混交，乔木50×50×50穴状整地；灌木30×30×30穴状整地；	2～3年生一级苗	1111株
酸枣、连翘、胡枝子	灌木	1.5×1.5	植苗		1-2年实生苗	3267株
铁杆蒿、白羊草、一年蓬等	草本	—	散播		优质	20kg/hm^2

（3）主要工程量

露天采场平台复垦单元、露天采场底部平台复垦单元、临时周转场复垦为乔木林地，主要工程量见表4-9。

表 4-9　露天采场平台复垦单元、露天采场底部平台复垦单元、临时周转场复垦单元复垦工程量表

序号	治理工程	单位	工程量
1	**土壤重构工程**		
1.1	覆土	m^3	12180.00
1.2	土地平整	m^3	2030.00
1.3	土壤培肥（有机肥）	kg	60900.00
1.4	土壤培肥（化肥）	kg	6090.00
2	**植被重建工程**		
2.1	栽植乔木	株	4511.00
2.2	穴状整地50×50	个	4511.00
2.3	栽植灌木	株	13265.00
2.4	穴状整地30×30	个	13265.00
2.5	散播草籽	hm^2	4.06

4.5露天采场底部平台河流水面复垦单元工程设计

该复垦单元复垦方向为原地类，其复垦工程措施为使用挖掘机进行河道清理，估算共清理渣土550m^3。

4.6、土地复垦主要工程量

本次土地复垦土壤重构及植被重建工程量详见表4-10。

表 4-10　土地复垦土壤重构及植被重建工程量一览表

序号	治理工程	单位	工程量
1	**土壤重构工程**		
1.1	表土剥离	m^3	10626.00
1.2	防尘网铺设	m^2	2000.00
1.3	散播植草养护表土	hm^2	0.20
1.4	客土购买	m^3	2394.00
1.5	覆土	m^3	13020.00
1.6	土地平整	m^3	2170.00
1.7	土壤培肥（有机肥）	kg	65100.00
1.8	土壤培肥（化肥）	kg	6510.00
1.9	河道清理	m^3	550.00
2	**植被重建工程**		
2.1	栽植乔木	株	4511.00
2.2	穴状整地50×50	个	4511.00
2.3	栽植灌木	株	14510.00
2.4	栽植爬山虎	株	2710.00
2.5	栽植迎春花	株	1850.00
2.6	穴状整地30×30	个	19070.00
2.7	散播草籽	hm^2	4.34

第五章 监测与管护

一、监测目标与措施

矿区生态修复监测主要内容包含矿山地质环境、土地资源、生态系统的监测。

围绕矿区地貌特征及开采引发的地质扰动、土地损毁、生态退化问题，以“消除地质隐患、恢复土地功能、提升生态质量”为核心，通过矿山地质环境、土地资源、生态系统的协同监测，实现三大核心目标：

一是掌握开采区地质体稳定性动态，将地面塌陷等矿山不稳定地质体风险等级控制在低风险水平；

二是量化土地损毁—复垦全流程的利用状态、土壤质量变化，确保复垦土地生产力恢复至周边同类土地水平；

三是跟踪“乔-灌－草”群落的覆盖度、生物量及生态功能变化。最终构建“地质－土地－生态”联动的动态监测体系，为矿区生态修复方案迭代、土地可持续利用及区域生态安全保障提供精准技术支撑。

监测方法采用“地质—土地—生态”关联的监测逻辑，采用“天地空”一体化技术体系，卫星遥感支撑全域土地利用、植被覆盖动态解译，无人机航拍覆盖复垦区等中尺度区域的地形、群落特征监测，地面调查实现重点单元的精细化指标测量，构建多尺度、多维度的监测数据链。

各类监测点的布设、监测内容、监测方法、监测频率等设计与技术措施见下文详述，监测点总体部署见附图6。

（一）矿山地质环境监测

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

矿山生产产生的主要地质环境问题为：不稳定地质体、地形地貌景观、含水层的影响和破坏。因而，矿山地质环境监测包括不稳定地质体、地形地貌景观、含水层的监测。监测工作由上刃集沟透辉石矿负责并组织实施，加强对本方案实施的组织管理和行政管

理，自然资源管理部门负责监督管理。

1、监测目标及任务

针对上刃集沟透辉石矿矿山地质环境问题，建立矿山地质环境监测网络，开展矿山地质环境监测工作。监测其主要目的任务有：

—矿山露天开采边坡监测目的一方面是实时掌握露天开采高边坡变形情况，为矿山安全生产提供技术支持。

—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。

—了解以往矿山地质环境治理工程的有效性和安全性，查漏补缺，及时修正、完善生态修复方案。

—为政府管理部门检查和监督提供依据。

—为竣工验收提供专项报告。

—为同类工程提供可比资料。

1.1监测目标

（1）不稳定地质体

在矿山生产过程中，对露天开采形成的高边坡进行监测。

（2）含水层

根据前文评述，矿山矿体开采最低标高位于矿区侵蚀基准面以上，矿山露天开采对含水层影响较轻，本次不再部署含水层监测。

（3）地形地貌景观

利用卫星遥感影像资料、无人机等手段，通过数据解译分析掌握矿山露天开采活动对地形地貌景观产生影响或破坏，分析矿山地质环境总体变化趋势。

1.2监测任务

（1）不稳定地质体

对露天开采边坡设置位移监测点并进行人工巡查监测，监测边坡稳定情况，当出现异常情况时，及时组织受威胁人员安全转移，

（2）地形地貌景观

监测内容主要为地表高程、地形坡度的变化及对地形地貌景观、植被生长的影响情况，分析矿山地质环境总体变化趋势。

2、监测设计与技术措施

2.1矿山不稳定地质体监测

1）露天采场边坡监测布设

①监测点部署

针对3处露天采区设置4条监测线，共设置9个变形监测点，布置在露天采场边坡平台位置，根据矿山开采计划，露天开采边坡达到终了位置时及时在上方平台布置监测点，根据不稳定地质体变形情况，适时调整监测网络。同时对KT1和KT2露天采场边坡进行人工巡查。

②监测的内容

监测内容主要包括：垂直移动值，水平移动值。

2）监测的方法

地表移动变形监测主要采用RTK(动态GPS)仪器监测的方法，由矿方确定专业监测人员或委托具有相关资质的单位负责定期监测、记录和总结分析，测量要准确，记录要可靠，整理分析观测数据要客观，并向地质环境主管部门提交相应的观测报告；地质环境主管部门负责监督管理。

3）监测的时间及频率

监测频率：变形监测点每2月1次，人工巡查每月至少1次，雨季及发现变形异常时加强监测。

监测时间：监测至闭矿。

4）技术要求

①全面观测

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

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

②变形测定和编录

水准测量必须在一天内完成，并力争做到高程测量和平面测量同时进行。监测点应建立在便于长期保存和便于寻找地段；每次观测宜采用相同观测方法、固定观测人员。

2.2地形地貌景观监测

（1）监测部署

主要采用无人机航拍监测及人工巡查监测方法进行监测。

（2）监测的内容

监测内容主要为植被损毁面积、岩土剥离体积，植被恢复面积及盖度。

（3）监测的方法

主要采用无人机航拍监测的方法进行监测，监测集中在每年7—8月，地形地貌监测每年监测1次，并做历史影像对比分析。

采用无人机监测方式，对开采区域进行监测，采用无人机摄影测量对地形进行DEM测量，逐年对比开采前后地形变化；无人机航拍监测植被覆盖度及郁闭度在开采前后地形变化。宏观监测与微观监测结合，结合无人机监测结果与现场巡查详细掌握矿区地形地貌景观变化。

地形地貌景观破坏监测网重点监测在采矿活动过程中形成的采空区破坏地形地貌的范围、面积、破坏程度及分级。

（4）监测的时间及频率

无人机航拍监测每年监测1次，人工巡查每月1次，直至管护期结束为止。

（二）土地资源监测

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

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

1、目标任务

矿区处于关中平原西部，降雨量较多，植被成活率较高，为保证实施植被恢复的复垦修复单元的新植植被有较高的成活率，针对受露天开采影响的土地实施土地损毁监测方案；针对复垦责任范围内的复垦后的土地等实施复垦效果监测方案；针对复垦后的林地和草地进行管护，确定的复垦管护时间为 3 年。

2、土地复垦监测设计与技术措施

（1）土地资源现状（本底）监测

通过资料搜集、人工现场调查对复垦区土地资源现状（本底）进行监测，主要收集区内土地利用现状图、土地损毁前土壤类型、各种理化性质等信息，以此获得区内土地利用/土壤本底覆盖数据，以便对后期的变化进行跟踪对比分析，监测内容主要如下：

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

2）土地利用状况。要保留原始的土地利用状况信息（土地类型、基本农田、土地质量及生产水平、灌溉设施），以便对后期的变化进行追踪对比研究，主要是土地利用数据。

3）土壤信息。包括土壤类型，以及土壤的各种理化性质等信息。

4）耕地权属信息。采集复垦区占用的耕地和地籍信息，为占补平衡提供依据。

（2）土地损毁监测

1）监测内容：在矿山建设生产过程中，应对损毁土地进行监测，包括对损毁土地位置、损毁土地面积、损毁形式等，监测过程中，对于涉及表土剥离区域，应对表土是否剥离进行监测，压占损毁对象中应对压占损毁面积、损毁地类、土壤等变化情况进行监测。

2）监测方法：土地损毁监测采用高分辨率的无人机航飞影像监测并结合人工巡查。人工巡查重点针对矿山露天采场，观察场地范围、记录露天采场坡面、标高等数据。无人机航高 500m+、航向重叠度 80%、旁向重叠度 80%、6.3cm/像素的分辨率。人工巡查是定点检查各平台、各边坡的变化，新增损毁范围对于土地和地形地貌形态的损毁程度等。

3）监测频率和时限

无人机航飞 1 次/年，人工巡检频率为 1 月/次·点，雨季加密，土地损毁监测贯穿于矿山整个开采过程中，即监测时限为 2027 年-2030 年，矿山闭坑后不再开展监测。

（3）土壤质量监测

土壤质量监测适用于区内耕地、园地、林地、草地复垦修复单元，土壤质量监测贯穿土地复垦措施实施的全过程。

1）监测内容

主要包括复垦区地形坡度、有效土层厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度（pH）

等；

2）监测频率及时间

土地损毁前在复垦区各地类设置土壤质量监测点，监测次数为一次。土地损毁后及复垦工程实施后实施土壤质量的变化监测，监测频次按照 1 次/年。

表5-1　土壤质量监测方案表

监测内容	监测频次 次·年$^{-1}$	样点持续监测时间 年	监测方法
地形坡度	1	3	/
有效土层厚度	1	3	地测法
土壤容重	1	3	环刀法
土壤质地	1	3	比重计法
pH 值	1	3	混合指示剂比色法
有机质	1	3	重铬酸钾容重法
全氮	1	3	重铬酸钾—硫酸消化法
有机磷	1	3	硫酸—高氯酸消煮法
有效钾	1	3	NaOH 熔融—火焰光度计法
土壤盐分含量	1	3	电导法，残渣烘干法

3）监测点布设

根据矿山实际情况，在复垦区内布设 3 个土壤质量监测点，布设位置详见附图 6。

（4）复垦效果监测

复垦效果监测主要包括复垦植被监测、土地复垦配套设施监测、农作物产量监测。土地复垦效果监测设置专门的监测人员，记录土地复垦各项措施的效果，为实施管护措施、调整复垦措施设计提供依据。

1）复垦植被监测

复垦植被监测适用于复垦区内林地、草地复垦修复单元。

①监测内容及方法

复垦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。郁闭度的监测采用树冠投影法。

在大面积的绿化区域内典型地块内选定2m×2m的标准地，进行典型监测，在行道树等单行、双行种植树木的区域选定1m×5m的方格，测量每株树木在方格中的位置，用皮尺和罗盘测定每株树冠东西、南北方向的投影长度，再按实际形状在方格纸上按一定比例尺勾绘出树冠投影，在图上求出林冠投影面积和标准地面积，即可计算林地郁闭度。

②监测频率与时间

本矿为露天开采，仅在复垦工程竣工后每年监测1次；监测时间为3年

表5-2　复垦植被恢复监测方案表

监测内容	监测频次 次·年$^{-1}$	样点持续监测时间 年
成活率	1	3
郁闭度	1	3
单位面积蓄积量	1	3

③监测点布设

根据矿山实际情况，在复垦区内布设 6 个复垦植被监测点，布设位置详见附图 6。

2）复垦配套设施监测

①监测内容及方法

复垦配套设施监测主要包括田间道路、生产路及乡村道路。监测贯穿土地复垦措施实施的全过程，监测内容主要包括各项新建配套设施是否齐全、能否保证有效利用，以及损毁的辅助设施是否修复，能否满足当地居民的生产生活需要等。

②监测频率与时间

本方案复垦配套设施监测频次为每年1次，监测要定时安排人员巡查，在雨季要安排人员专门检查

表5-3　复垦配套设施监测方案表

监测内容	监测频次 次·年$^{-1}$	样点持续监测时间 年
生产路	1	3

③监测点布设

根据矿山实际情况，在矿区中部生产道路布设 1 个复垦配套设施监测点，布设位置详见附图 6。

3）农作物产量监测

①监测内容及方法

农作物产量监测主要针对沉陷区内耕地农作物、园地果树产量开展监测。主要监测农作物及果树长势，以及产量的监测，采用人工调查统计的方法，监测贯穿农作物及果树整个生产周期，对每年的农作物及果树亩均产量进行统计监测，分析采矿对农作物及果树生产的影响。

②监测频率与时间

人工统计监测每年一次，时间为每年的 10 月份，自适用期开始，持续至管护期结束，监测时间3年。

③监测点的布设

本方案布署农作物产量监测点2个，布设位置详见附图6。

（三）生态系统监测

1、监测目标

1.1地表水环境监测

对矿区河流等地表水系进行监测，水体流量、水质，当出现异常情况时，及时调整水回用方案或其他措施，减缓其影响。

1.2土壤环境监测

结合项目开采开发规划设计，从矿山开采工艺流程出发，对矿区内的土壤环境进行监测，选取各开采区土壤受影响区，监测土壤理化性质变化。

1.3生态环境监测

在每年开采区域内监测植被损毁面积、岩土剥离体积，植被恢复面积及盖度。对损毁过程中的生态用地损毁破坏等进行监测。监测矿山开采后林地损毁面积、草地损毁面积。

2、监测内容与技术方法

2.1地表水环境监测

（1）监测点部署

本次部署2个监测点对矿区地表水环境进行监测，其中BS1位于露天采场上游（背景值），BS1位于露天采场下游，水环境监测点部署见表5-4。

表 5-4　水环境监测点布置表

序号	位置	X 坐标（m）	Y 坐标（m）	监测内容
BS1	露天采场上游			参照执行《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GBT 43935-2024）要求
BS2	露天采场下游			

（2）监测的内容及方法

参照《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GBT 43935-2024）要求，水体环境主要采用人工采样监测的方式，监测内容主要为pH值、悬浮物（SS）、化学需氧量（COD）、石油类、溶解氧、高锰酸盐指数、BOD5、氨氮、总氮、总磷、铜、硒、氰化物、挥发酚、阴离子表面活性剂、硫酸盐、粪大肠菌群、硫化物、氟化物。

（3）监测的时间及频率

水质监测每半年一次，发现变化异常情况时须加密观测，直至矿山闭矿。

2.2土壤环境监测

（1）监测点部署

土壤环境监测点部署见表5-5。

表 5-5　土环境监测点布置表

监测点编号	部署位置	坐标 X	坐标 Y	监测项目
T1	KT1 东侧露天采场			参照执行《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GBT 43935-2024）要求
T2	KT2露天采场			

（2）监测的内容及方法

参照《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GBT 43935-2024）要求，土壤环境主要采用人工采样监测的方式，采样层位为表土层，监测内容主要为pH、镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌共8项。

（3）监测的时间及频率

土壤环境监测每半年一次，发现变化异常情况时须加密观测，直至矿山闭矿。

2.3生态环境监测

（1）监测部署

利用无人机航拍监测和人工巡查监测。

（2）生态环境监测的内容

在每年开采工作面区域内监测植被损毁面积、岩土剥离体积，植被恢复面积及盖度。对损毁过程中的生态用地损毁、地表水环境破坏等进行监测。

对矿区进行生态环境监测，生态用地损毁监测内容包含：矿山开采后林地损毁面积、草地损毁面积的监测；地表水环境破坏监测包含：地表水面积、地表水质量、地表水排泄监测。

生态系统恢复监测包含生态状况调查、生态系统服务监测、生态系统质量监测。

其中生态状况调查包含：森林生态系统调查、草地生态系统调查等；生态系统服务包含：水源涵养量、土壤保持量、生物多样性保护；生态系统质量包含：生物量、植被覆盖度、湿地水质以及生态系统综合指数调查监测等。

（3）生态环境监测的方法

主要采用无人机航拍监测的方法进行监测，监测集中在每年7—8月，每年1次，并做历史影像对比分析。

采用无人机监测方式，对未开采区域进行监测，主要监测对象为植被覆盖度及郁闭度，为后续地形地貌景观破坏提供参照原始背景。宏观监测与微观监测结合，结合无人机监测结果与现场巡查详细掌握矿区生态环境变化。

（4）生态环境监测的时间及频率

开采区无人机航拍监测频率为每年一次，人工巡查每月一次，直至矿山闭矿。

二、管护目标与措施

（一）管护目标

土地复垦管护工作是复垦工作的最后程序，其实施效果如何最终决定了复垦工程的成败。因此，为提高矿区土地复垦植被存活率，保证土地复垦效果，需进行矿区土地复垦管护。

本矿区土地复垦管护的任务为：通过实施管护工程，主要为复垦土地植被管护，对复垦后的林地等进行补种，病虫害防治，灌溉与施肥。植被管护时间应根据区域自然条件及植被类型确定，确定本区的复垦管护时间为3年。

（二）管护措施

（1）林地管护

1）水分管理

苗木栽植后，可通过植树带内植树行间和行内的锄草松土，防止幼树成长期干旱灾害。在保苗期和干旱、高温季节，要注意浇水，可采用多次少量的方式，一般春季 2～3 次，秋季 3～5 次，夏季降水较多可适当减少浇水次数，主要保证林草不受损，冬季在上冻前普遍灌足越冬水。浇水 1～2 天后必须检查有无缝隙、塌陷现象，一旦发现应及时培土踏实。采用机械拉运水，喷洒浇灌的方式对植被进行浇水灌溉，苗木浇灌所需水可利用矿坑排水，水质水量均能满足管护用水要求。

2）修枝与剪伐

修枝是调节林木内部营养的重要手段，通过修剪促进主干生长，减少枝叶水分与养分的消耗，提高林木的干材质量。剪伐可以增加通风透光、减少水分消耗。修枝间伐是木本植物生长过程中必不可少的抚育措施。

3）林木病虫害防治

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

（2）草地管护

1）破除土表板结

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

2）间苗、补苗与定苗

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

3）灌溉与施肥

草本植物在苗期根系不够发达，遇旱则严重影响生长发育，所以在保苗期和干旱、高温季节要注意灌溉。草本植物在苗期对肥力的需求量不多，一般不需要施肥，当出现明显的缺素症状时，应及时追肥。

4）病虫害与杂草管理

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

5）越冬与返青期管护

越冬与返青期管护可采取以下管护措施：一是冬前最后一次刈割应避开秋季割敏感期，因为敏感期内草根、根茎、茎基等营养物质贮藏器官中贮藏的营养物质较少，不利于安全越冬和第二年返青生长；二是冬前最后一次割留茬宜高，至少在5cm以上；三是

冬前施用草木灰、马粪等，有助于牧草安全越冬；四是返青期禁牧，否则将导致草地退化，严重影响产草量。

三、工程量

根据监测与管护工程设计，统计监测与管护工程量，上刃集沟透辉石矿全矿区监测与管护工程量统计见表5-6。

表5-6　监测及管护工程量表

编号	工程名称	单位	数量
一	**监测工程**		
（一）	**矿山地质环境监测工程**		
1	**地面变形监测工程**		
1.1	地面变形监测点布置	点	9
1.2	地面变形监测	次	147
1.3	人工巡查	次	42
2	**地形地貌景观监测工程**		
2.1	无人机航拍监测	次	4
2.2	人工巡查	次	42
（二）	**土地资源监测工程**		
1	土地损毁监测		
1.1	无人机航拍监测	次	4
1.2	人工巡查	次	42
2	土壤质量检测	次	12
3	复垦效果监测		
3.1	复垦植被监测	次	18
3.2	复垦配套设施监测	次	3
3.3	农作物产量监测	次	6
（三）	**生态系统监测**		
1	**水环境监测工程**		
1.1	水样取样	组	8
1.2	水质分析	次	8
2	**土环境监测工程**		
2.1	土样取样	组	8
2.2	土质分析	次	8
3	**生态环境监测**		
3.1	开采区无人机航拍监测	次	4
3.2	人工巡查	次	42
二	**管护工程**		
1	**林地管护工程**	hm^2	4.34

第六章 工作部署与经费估算

一、总体部署

（一）部署原则

（1）按“谁开发谁保护、谁破坏谁治理”原则，结合资料收集、现场踏勘及工程特点，合理界定地质环境保护与土地复垦责任范围。

（2）方案符合宝鸡市陈仓区及矿山发展规划、《陈仓区国土空间总体规划（2021—2035年）》，满足环境影响与水土保持规划要求。

（3）结合工程特点及当地自然、社会、地质现状，因地制宜布设防治措施，构建技术先进、经济适用、效果显著的治理复垦体系。

（4）坚持生态保护、预防优先，优化施工组织，遵循“先保护后挖填、先拦挡后弃渣”，治理措施与主体工程同步；优先植物措施，兼顾工程措施。

（5）开发与地质环境保护、土地复垦并重，通过治理保护自然生态环境。

（6）立足工程实际，因地制宜、因害设防，确保规划布设定性准确、定量合理，提升方案针对性与可操作性。

（7）做好招投标与监理工作保障工程质量，强化监测管理，确保实现地质环境保护与恢复治理效益。

（二）总体目标

根据矿山生态修复的各项法律法规，以及相关部门对矿山生态修复的相关要求，建立矿山生态修复管理机制，规范矿业活动，促进矿山生态环境保护与矿业活动的协调发展。坚持科学发展观，最大限度的避免和减轻因矿山开采引发的不稳定地质体、地形地貌景观破坏、含水层破坏等矿山地质环境问题，土地挖损，压占等损毁问题，植被损毁和支撑生态服务功能的生物多样性丧失，水土流失，环境污染等问题。最大限度地修复生态环境，恢复土地利用状态，努力创建绿色矿山，使矿业经济科学、和谐、可持续发展。

（1）消除不稳定地质体威胁，确保矿山生命财产安全。矿山露天采场边坡在风化等外力作用下会发生掉块，甚至局部小型崩滑，威胁下方工作人员及采矿机械，方案拟通过合理的保护和治理措施，以期减少、减轻以至消除地不稳定地质体的威胁。

（2）采取合理的措施保护与修复生态景观特征。通过保护与治理措施，减轻矿山开采对地形地貌景观的破坏，并对已经产生的破坏区域进行修复，以期恢复原始的生态景观特征。

（3）通过监测避免掌握矿山开采造成的水土环境污染情况，对产生污染的区域采取化学和生物修复措施。

（4）按照“边开采，边修复”的原则，在方案适用服务年限内，完成对规划修复单元进行复垦修复，土地复垦率达到100%。通过保护措施，使采矿活动对土地破坏最小，通过土地复垦措施使被破坏的土地得到合理的恢复和利用，提高土地的利用效率，改善土地的利用结构。

（三）总体任务

矿区生态修复方案的实施旨在综合保护与修复矿山地质环境和对损毁的土地进行复垦修复，控制或消除矿山存在的地质环境隐患，恢复矿山建设、生产等活动对地质环境和土地资源的破坏。结合本矿实际情况，分别确定生态修复任务主要包括：

（1）采取合理工程措施防治不稳定地质体，保障矿山建设场地、道路和人员出入安全；严格按《开采设计（变更）》设计开采，对露天采场稳定性进行定期监测，杜绝露天开采产生次生地质灾害；

（2）合理设计开采工艺，使矿山开采活动对地下含水层破坏影响程度最小化，减轻矿山开采对地下水水质污染的影响程度；

（3）提高矿山废水和固体废弃物淋溶水的收集和循环利用、处理质量，加强矿区地表水、地下水水质污染监测；同时，通过水保措施减少固体废弃物、废水排放量及污染物浓度，保护修复风险场地水土环境，防止矿山开采造成的水土环境污染。

（4）对矿区可能发生的不稳定地质体进行监测；对地形地貌景观和土地资源损毁进行监测；对地表水环境和土壤环境进行监测。

（四）总体部署

上刃集沟透辉石矿开采服务年限3.5年，考虑治理期0.5年，监测管护期3.0年，规划本方案的服务年限为7年，结合本矿井生产特征，本方案将方案服务期作为一个阶段（2027年1月—2033年12月）部署治理及复垦措施。

根据本方案第四章生态修复措施与工程内容，针对不同生态修复影响区的矿山地质环境问题、土地损毁问题、生态受损与退化情况，按照轻重缓急、分阶段实施的原则合

理布设防治措施，建立工程、生物化学、监测与管护的生态修复体系，部署了地貌重塑、土壤重构及植被重建工程。确定生态修复总体部署，计划详见表6-1。

表6-1　总体部署实施计划表

生态修复工程	防治对象		防治工程	防治时间
地质环境治理工程	露天采场外围		设置警示牌、截水沟对露天采场外围进行防护	2027年-2030年
	露天采场边坡		对露天采场边坡危岩及孤石进行清理	2027年-2030年
	露天采场平台		平台外侧设置土袋挡墙	2027年-2030年
土地资源	KT1西侧露天采场边坡复垦单元		进行覆土、土地平整、土壤培肥、灌草植被恢复，复垦面积0.28hm^2；	2027年
	露天采场边坡复垦单元		栽植爬山虎2550株，栽植迎春花1850株，复垦面积1.14hm^2；	2027年-2030年
	露天采场平台复垦单元		进行覆土、土地平整、土壤培肥、乔灌草植被恢复，复垦面积1.12hm^2；	2027年-2030年
	露天采场底部平台复垦单元		进行覆土、土地平整、土壤培肥、乔灌草植被恢复，复垦面积2.66hm^2；	2027年-2030年
	临时周转场复垦单元		行覆土、土地平整、土壤培肥、乔灌草植被恢复，复垦面积0.28hm^2；	2030年
监测管护	地质环境监测	露天开采边坡监测	布设并实施监测点G1~G9	2027年-2030年
		地形地貌景观	无人机航拍监测+人工巡查	2027年-2030年
	土地资源监测	矿区土地复垦监测	土地损毁监测、土壤质量监测、复垦效果监测	2027年-2033年
	生态系统监测	水环境监测	布设并实施监测点BS1~BS2，监测至闭矿	2027年-2030年
		土环境监测	布设并实施土壤监测点T1~T3，监测至闭矿	2027年-2030年
		生态环境监测	无人机航拍监测+人工巡查	2027年-2030年
	管护工程	矿区土地复垦管护	园地管护、林地管护	2027年-2033年

二、总体经费估算

（一）经费估算依据

1、矿山地质环境恢复治理工程预算编制依据

（1）《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（2024 年修正）、《陕西省水利建筑工程概算定额》（陕水规计发〔2024〕107 号）；

（2）《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（陕水规计发〔2024〕107 号）；

（3）《工程勘察设计收费标准》（计价格〔2002〕10 号）；

（4）《测绘生产成本费用定额计算细则（2009 版）》（财建〔2009〕17 号）；

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

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

（7）“陕西工程造价信息”2026 年第 7 期；

（8）“宝鸡市建设工程材料价格信息”2026 年 2 月；

（9）中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准（2010 年试用）》；

（10）本方案设计的矿山地质环境治理恢复工程量。

2、土地复垦工程预算编制依据

（1）中国地质调查局关于印发的《地质调查项目预算标准（2010 年试用）》

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

（3）《土地复垦方案编制规程第 2 部分：露天煤矿》（TD/T1031.2-2011）；

（4）《土地复垦方案编制规程第 4 部分：金属矿》（TD/T1031.4-2011）；

（5）《土地开发整理项目预算编制规定》（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）《土地开发整理项目预算定额》（财综〔2011〕128 号）；

（8）《财政部自然资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知》（财综〔2011〕169 号）；

（9）《水土保持工程概算定额》（水总〔2003〕67 号）；

（10）《陕西省土地开发整理项目预算定额》（2004 年）；

（11）《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格〔2002〕1980 号）；

（12）“陕西工程造价信息” 2026 年第 7 期；

（13）“宝鸡市建设工程材料价格信息” 2026 年第 2 期；

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

（15）《关于增加建设工程扬尘治理专项措施费及综合人工单价调整的通知》，陕建发〔2017〕270号；

（16）《国土资源部办公厅关于印发土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实施方案的通知》（国土资厅发〔2017〕19号）；

（17）《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）；

（18）《财政部应急部关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财政部 应急部财资〔2022〕136号）。

3、经费来源

根据“谁损毁、谁治理”及“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，经费由宝鸡市长乐透辉石矿有限公司自筹，从生产费用中列支，作为生态修复基金。

（二）矿山地质环境治理工程取费标准及计算方法

本方案矿山地质环境治理工程投资估算由工程施工费、临时工程费、独立费用、矿山地质环境监测费及预备费等部分组成。费用估算主要采用《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》，估算费用为静态费用。地质环境监测工程费用估算主要采用《工程勘察设计收费管理规定》及《测绘生产成本费用定额》。

1、基础单价

（1）人工预算单价

《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（陕水规计发〔2024〕107 号），人工预算单价为：技工 75 元/工日，普工 50 元/工日。

（2）材料预算价格

依据《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（陕水规计发〔2024〕107 号）规定：

1）主要材料预算价格：

主要材料指在水利工程建设中使用量较多、对工程造价影响较大的材料，如水泥、砂石料、钢材、木材、掺合料、油料、火工产品、电线、电缆及母线等。应计算其预算价格。

主要材料预算价格＝〔主要材料原价+（运杂基本费×装载效能综合系数）〕×（1+采购保管费费率）+运输保险费

2）主要材料原价

水泥：品种和规格按设计要求选定。水泥原价应根据询价情况，择优确定或采用生产厂家不含增值税进项税额的出厂价。

钢材：指钢筋、钢板和型钢。品种和规格原则上由设计给定。钢材原价应根据询价情况，择优确定或适用生产厂家不含增值税进项税额的出厂价。

木材：品种和规格原则上由设计给定。木材原价应根据询价情况，择优确定或采用加工厂家不含增值税进项税额的出厂价。

合料：掺合料指为改善混凝土和易性及减少水化热影响而掺加的粉煤灰、火山灰等。掺合料原价应根据询价情况，采用生产厂家不含增值税进项税额的出厂价

油料：主要指汽油和柴油。原价代表品种：汽油国 V92 号，柴油国 0 号。油料原价应根据询价情况，采用不含增值税进项税额的价格。

火工产品：火工产品采购应选择特许生产厂或火工产品专营机构。火工产品原价应根据询价情况，采用不含增值税进项税额的价格。

电线、电缆及母线：品种和规格型号由设计给定。

3）运杂基本费

铁路运输运杂基本费按中国铁路总公司现行货物运价规则及其他有关规定确定。

公路及水路运输运杂基本费按陕西省交通主管部门现行有关规定确定。

4）装载效能综合系数

装载效能综合系数指采取不同运输方式或运输组合形式，相关运具标称装载量与实际装载量的比值。装载效能综合系数应根据材料运输方式或运输组合形式、材料包装及安全要求，中国铁路总公司、陕西省交通主管部门现行有关规定，结合实际情况综

合计算确定。装载效能综合系数计算相关参数如下铁路运输装载系数：木材为 0.7，炸药为 0.65-0.70，钢材为 0.85～0.90，其他材料均为 1。

公路运输毛重系数：水泥为 101；炸药为 1.35；油料采用自备油桶运输时为 1.17，采用油罐车运输时为 1；其他材料均为 1。

缺乏计算资料时，纯铁路运输装载效能综合系数为 1.15-1.45，纯公路运输装载效能综合系数为 1.05～1.40。

5）采购保管费费率

采购保管费费率一般为 3%；构件、成品及半成品采购保管费费率为 2.5%。商品混凝土不计采购保管费。

6）运输保险费

运输保险费＝材料原价×保险费费率

保险费费率应根据询价情况确定。

7）其他材料预算价格

参考工程所在地工业与民用建筑安装工程材料不含增值税进项税额信息价确定。

（3）施工用风、水、电预算价格

按照施工组织设计确定的方案进行计算。电价为 1.5 元/kwh，风价为 0.1 元/m^3，水价取费为 5.0 元/m^3。

2、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、价差和税金五部分组成，取费标准如下：

（1）直接工程费：是指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的生活劳动和物化劳动的费用。由基本直接费、其它直接费组成。

1）基本直接费=人工费+材料费+机械费+其他费用

人工费、材料费和机械费以定额数量乘基础单价计算，其他费用以人、机、材费用之和乘以费率计算。

2）其它直接费

建筑工程其他直接费=基本直接费×其他直接费率

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

依据《陕西省水利工程概（估）算编制规定》，关中地区建筑工程其他直接费基准费率取7.5%。工程类别调整系数取1。因此，本项目工程措施其他直接费费率为7.5%。

（2）间接费：按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（陕水规计发〔2024〕107 号）执行，间接费=直接费或人工费×间接费费率，本项目按枢纽工程计费，费率取值见表 6-2。

表6-2　　间接费取费标准表

序号	工程类别	取费基础	间接费率（%）
1	建筑工程	/	/
1.1	土方工程	直接费	8.5
1.2	石方工程	直接费	12.5
1.3	砂石备料工程	直接费	5
1.4	模板工程	直接费	9.5
1.5	混凝土工程	直接费	9.5
1.6	钢筋制作安装工程	直接费	5.5
1.7	钻孔灌浆及锚固工程	直接费	10.5
1.8	疏浚工程	直接费	7.5
1.9	其他	直接费	10.5
2	设备安装工程	人工费	75

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

（4）税金

税金=（直接费+间接费+利润+价差）建筑业增值税销项税率9%；

（5）估算单价

根据《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（陕水规计发〔2024〕107号）规定，估算单价按预算单价扩大10%计算。

（6）特殊工程取费标准

警示牌、标牌按市场价格计算，1000元/块；

地形地貌景观监测包括测量费和后期数据成果处理按3000元/次计。

3、临时工程费

临时工程：包括临时施工交通工程、临时房屋建筑工程、临时租用场地和其它临时工程四项。其费用标准按《陕西省水利工程概（估）算编制规定》（陕水规计发〔2024〕107号）计算；其它临时工程费包括其它临时工程和安全措施费两项内容，其中其它临时工程费用标准按照建筑工程费用的5%计算，安全措施费按照建筑工程费用的2.5%计算。

4、独立费用

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

1）建设管理费包括以下内容：

建设单位开办费：不计列。

建设单位人员管理费：不计列。

建设管理经常费：按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表Ⅰ.5-8累进加价计算；

招标代理费：按国家计划委员会颁布的《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格[2002]1980 号文件）和国家发展改革委颁布的《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）和《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》表Ⅰ.5-9，按累进加价计算；

建设监理费：按发改价格[2007]670号文件和“陕价行发[2007]83号”规定进行计算；计算。

第三方工程质量检测费：按建安工程费的0.3%计取。

工程验收费：按建安工程费的1.5%计取。

咨询评审服务费：按建安工程费的0.8%计取。

工程保险费：按建安工程费的0.45%计取。

2）生产准备费包括以下内容：

未计入本次预算。

3）科研勘察设计费包括以下内容：

科学研究试验费：不计列。

勘察设计费：勘察费费率为=4.5%，设计费费率取3.5%，则勘察设计费按工程部分投资的8.0%计取。

4）其他=专项报告编制费+其他费。

5、预备费

预备费=基本预备费+价差预备费

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

6、估算表的编制方法

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

建安工程费=估算工程量×工程单价（建安工程单价）；

临时工程费=估算临时工程量×工程单价+其它临时工程费；

独立费用=建设管理费+场地征用费+生产准备费用+科研勘测设计费+其他费用；

基本预备费=（建安工程费+临时工程费+独立费用）×10%；

工程总投资=建安工程费+临时工程费+独立费用+基本预备费。

（三）土地复垦工程取费标准及计算方法

本方案土地复垦投资估算由工程施工费、设备费、其他费用、监测管护费和预备费等组成。

1、取费标准及计算方法

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。在

计算中，单位以元或万元计，取小数点后两位，根据《2000 版费用标准》总则第五条规定：估算单价采用预算定额计算时扩大 15.5%。

2、工程施工费

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、税金和扩大费五部分组成。

（1）直接费

直接费=直接工程费+措施费。

1）直接工程费

直接工程费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

①人工费

依照陕西省住建厅发布《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），明确将综合人工单价中的建筑工程、安装工程、市政工程、园林绿化工程由原 120.00 元/工日调整为 136.00 元/工日，装饰工程由原 130.00 元/工日调整为 146.00 元/工日。调整后的人工单价与《土地开发整理项目预算编制规定》规定方法计算的人工单价相比，其增加部分按差价处理，并列入建筑工程单价表中“价差”部分。

②材料费

计算公式：材料费=工程量×定额材料费

定额材料用量从《全国土地开发整理项目预算定额标准》查取。

材料单价：主要材料价格参照《陕西工程造价信息》，2026 年第 2 期中不含税市场价取值，次要材料以当地市场调查价为准。由于本方案工程所需材料都可就近采购，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。

③施工机械使用费

定额施工机械使用费＝定额台班数×定额施工机械台班费

施工机械费=工程量×定额施工机械使用费

施工机械使用费以不含增值税的价格计算，安装拆卸费、台班人工费不作调整。

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

2）措施费

措施费=直接工程费×措施费率

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费，矿区各费率标准详见表 6-3。

由于本项目不含混凝土及安装工程，不在夜间施工，根据《财政部应急部关于印发〈企业安全生产费用提取和使用管理办法〉的通知》（财政部 应急部财资〔2022〕136号），安全施工措施费费率为 2.6%，因而，本项目措施费综合费率为 6%。

表6-3 措施费费率表

工程类别			土方工程	石方工程	砌体工程	混凝土工程	其他工程	安装工程
临时设施费	计算基数：直接工程费	费率（%）	2	2	2	3	2	3
冬雨季施工增加费			0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	0.7
夜间施工增加费			0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5
施工辅助费			0.7	0.7	0.7	0.7	0.7	1
安全施工措施费			2.6	2.6	2.6	2.6	2.6	2.6
特殊地区施工增加费	按照所在地区规定的标准计算。							

（2）间接费

间接费=直接费×间接费率

本项目工程类别包含土方、砌体及其他项目三类，间接费费率取值 5%，见表 6-4。间接费中的相关费用项目，如属于增值税应税项目的，均按不含增值税的价格计算。

表6-4 间接费费率表

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

（3）利润

按直接工程费与间接费之和计算，利润率取 3%。

利润=（直接费+间接费）×3%。

（4）税金

税金是指按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，本方案按建筑业适

用的增值税率 9%计算。

计算公式：税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×9%。

（5）扩大费

参考2004年《陕西省土地开发整理项目预算编制办法及费用标准（试行）》总则第六条规定，项目估算，采用投资估算指标，在没有投资估算指标的情况下，可暂采用预算定额并扩大15.5%。

扩大费=（直接费+间接费+利润+材料价差+未计价材料费+税金）×15.5%。

3、设备费

本复垦方案无设备费。

4、其它费用

其它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。

（1）前期工作费

由土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目规划设计及预算编制费和项目招标代理费等组成，依据《土地开发整理项目预算定额》计取。

（2）项目监理费

工程监理费计费基数为工程施工费与设备购置费之和，依据《土地开发整理项目预算定额》计取。

（3）拆迁补偿费

本项目不涉及拆迁补偿问题，因而拆迁补偿费不计。

（4）竣工验收费

由工程复核费、工程验收费、项目决算编制及审计费、整理后土地的重估与登记费与标识设定费等费用组成。竣工验收费计费基数为工程施工费与设备购置费之和。依据《土地开发整理项目预算定额》计取。

（5）业主管理费

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为计费基数，依据《土地开发整理项目预算定额》计取。

5、预备费

预备费是指土地复垦期间风险因素导致的复垦费用增加项，预备费主要为基本预备费，不计价差预备费和风险金。

基本预备费指为了解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。本项目基本预备费按工程施工费与其他费用之和的 10%计取。

（四）监测及管护工程取费标准及计算方法

1、矿山地质环境监测费及生态环境监测费

包括监测点设置费、仪器测量费、人工巡视费、无人机航测费、水土环境质量测试费等。监测点设置费、仪器测量费单价参照《测绘生产成本费用定额》确定，无人机航测费、水土环境质量测试费按市场价格综合确定。矿山地质环境监测及生态环境监测估算单价见表 6-5。

表 6-5　矿山地质环境监测及生态环境监测估算单价

序号	监测项目	单位	单价（元）
1	监测点	个	1000
2	变形监测（水平、垂直位移）	点•次	300
3	人工巡查	人•次	300
4	无人机航拍监测	次	3000
5	取水样	件	40
6	水质全分析	件	1200
7	取土样	件	24
8	土质分析	件	1500

2、土地资源监测费

本项目规划设计的土地损毁监测、复垦效果的监测费用均按照以下取费标准计算，每点次监测费用如下表 6-6 所示。

表 6-6　复垦监测单价表

项目	土壤质量监测	复垦植被监测	农作物产量监测	复垦配套设施监测
费用（元）	800	400	500	500

3、管护费

按《水土保持工程概算定额》（水总【2003】67 号）计算土地复垦中的管护费，管护工作包括中耕除草、修枝、施肥、浇水、喷药、平岔等。耕地每公顷每年管护费 3600 元，管护 3 年，每公顷管护费用为 10800 元；园地、林地每公顷每年的管护人员费用 4200 元，管护 3 年，每公顷管护费用为 12600 元。

（五）单项工程量及其经费估算

经估算，上刃集沟透辉石矿矿山地质环境保护与治理单项工程量及经费估算见表 6-7，土地复垦单项工程量及经费估算见表6-9，监测与管护单项工程及经费估算见表 6-11。

表 6-7　矿山地质环境治理工程单项工程量及经费估算表

序号	项目名称	计量单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
一	**地貌重塑工程**				**87.83**
1	**露天采场外围防护工程**				**32.64**
1.1	警示牌	块	6	1000.00	0.60
1.2	截水沟				16.96
1.2.1	C20砼	m^3	250.04	505.05	12.63
1.2.2	碎石垫层	m^3	107.92	183.91	1.98
1.2.3	土方开挖	m^3	625.48	24.12	1.51
1.2.4	土方回填	m^3	68.40	62.39	0.43
1.2.5	伸缩缝	m^2	25.08	165.79	0.42
1.3	浆砌石挡墙				15.08
1.3.1	M7.5浆砌片石	m^3	277.30	405.34	11.24
1.3.2	碎石垫层	m^3	49.35	183.91	0.91
1.3.3	土方开挖	m^3	420.65	24.12	1.01
1.3.4	土方回填	m^3	233.25	62.39	1.46
1.3.5	伸缩缝	m^2	27.73	165.79	0.46
2	**露天采场边坡防治工程**				**11.06**
2.1	危岩清理	m^3	1500	73.71	11.06
3	**露天采场平台防护工程**				**44.13**
3.1	平台排水沟				38.02
3.1.1	C20砼	m^3	555.00	505.05	28.03
3.1.2	碎石垫层	m^3	237.00	183.91	4.36
3.1.3	土方开挖	m^3	1410.00	24.12	3.4
3.1.4	土方回填	m^3	210.00	62.39	1.31
3.1.5	伸缩缝	m^2	55.50	165.79	0.92
3.2	土袋挡墙	m^2	1110	55.06	6.11

表 6-8　矿山地质环境治理工程部分独立费用估算表

序号	代号	费用项目名称	费率	计算式	合计/万元
1	F1	建设管理费		F11+F12+F13+F14+F15+F16+F17+F18+F19	10.42
1.1	F11	建设单位开办费			
1.2	F12	建设单位人员费		(Σ建筑费+Σ安装费)*1.5%*0.6*0	
1.3	F13	建设管理经常费		(Σ建筑费+Σ安装费)*4.5%	4.25
1.4	F14	招标业务费		F141+F142+F143	1.09
1.4.1	F141	货物招标		Σ设备费*1.5%	
1.4.2	F142	服务招标		(F15+F32)*1.5%	0.15
1.4.3	F143	工程招标		(Σ建筑费+Σ安装费)*1%	0.94

1.5	F15	建设监理费			2.38
1.6	F16	工程质量检测费	0.8%	Σ建筑费+Σ安装费	0.76
1.7	F17	咨询评审服务费	0.6%	Σ建筑费+Σ安装费+Σ设备费	0.57
1.8	F18	工程验收费		(Σ建筑费+Σ安装费+Σ设备费)*1%	0.94
1.9	F19	工程保险费	0.45%	Σ建筑费+Σ安装费+Σ设备费	0.42
2	F2	科研勘察设计费		F21+F22	7.55
2.1	F21	科学研究试验费		Σ建筑费+Σ安装费	
2.2	F22	勘察设计费		F221+F222+F223+F224	7.55
2.2.1	F221	勘察费	4.5%	Σ建筑费+Σ安装费	4.25
2.2.2	F222	设计费	3.5%	Σ建筑费+Σ安装费	3.30
3	合计				17.97

表 6-9　土地复垦单项工程量及经费估算表

序号	项目名称	计量单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
工程施工费					**114.15**
一	**土壤重构工程**				**62.48**
1	表土剥离	m^3	10626.00	15.88	16.87
2	防尘网铺设	m^2	2000.00	4.04	0.81
3	散播植草养护表土	hm^2	0.20	5782.94	0.12
4	客土购买	m^3	2394.00	42.00	10.05
5	覆土	m^3	13020.00	15.88	20.68
6	土地平整	m^3	2170.00	2.55	0.55
7	土壤培肥（有机肥）	kg	65100.00	1.30	8.46
8	土壤培肥（化肥）	kg	6510.00	2.95	1.92
9	河道清理	m^3	550.00	54.82	3.02
二	**植被重建工程**				**51.67**
1	栽植乔木	株	4511.00	26.18	11.81
2	穴状整地50×50	个	4511.00	38.15	17.21
3	栽植灌木	株	14510.00	6.35	9.21
4	栽植爬山虎	株	2710.00	4.29	1.16
5	栽植迎春花	株	1850.00	3.40	0.63
6	穴状整地30×30	个	19070.00	4.79	9.13
7	散播草籽	hm^2	4.34	5792.94	2.51

表 6-10　土地复垦其他费用估算表

序号	费用名称	计算式	预算金额（万元）	各项费用占其他费用的比例%
1	前期工作费	/	7.68	42.62
(1)	土地清查费	工程施工费×0.5%	0.57	3.17
(2)	项目可行性研究费	以工程施工费与设备之和为计费基数，分档定额	1.14	6.33
(3)	项目勘测费	工程施工费×1.5%×1.1	1.88	10.45
(4)	项目设计与预算编制费	以工程施工费与设备之和为计费基数，分档定额，丘陵*1.1	3.52	19.51
(5)	项目招标代理费	以工程施工费与设备之和为计费基数，差额定率累进法	0.57	3.17
2	监理费	以工程施工费与设备之和为计费基数，分档定额	2.74	15.20
3	拆迁补偿费	缺省	0.00	0.00
4	竣工验收费	/	4.41	24.45
(1)	工程复核费	以工程施工费与设备之和为计费基数，差额定率累进法	0.80	4.43
(2)	工程验收费	以工程施工费与设备之和为计费基数，差额定率累进法	1.60	8.87
(3)	项目决算编制与审计费	以工程施工费与设备之和为计费基数，差额定率累进法	1.14	6.33
(4)	整理后土地重估与登记费	以工程施工费与设备之和为计费基数，差额定率累进法	0.74	4.12
(5)	标识设定费	以工程施工费与设备之和为计费基数，差额定率累进法	0.13	0.70
5	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各之和为计费基数，差额定率累进法	3.20	17.73
	总计	/	18.02	100.00

表 6-11　监测与管护单项工程量及经费估算表

序号	项目名称	计量单位	工程量	单价（元）	合计（万元）
一	**监测工程**				**18.29**
1	**矿山地质环境监测工程**				**9.03**
1.1	地面变形监测工程				6.57
1.1.1	地面变形监测点布置	点	9	1000.00	0.90
1.1.2	地面变形监测	次	147	300.00	4.41
1.1.3	人工巡查	次	42	300.00	1.26
1.2	地形地貌景观监测工程				2.46
1.2.1	无人机航拍监测	次	4	3000.00	1.20
1.2.2	人工巡查	次	42	300.00	1.26
2	**土地资源监测工程**				**4.59**
2.1	土地损毁监测				2.46
2.1.1	无人机航拍监测	次	4	3000.00	1.20
2.1.2	人工巡查	次	42	300.00	1.26
2.2	土壤质量检测	次	12	800.00	0.96
2.3	复垦效果监测				1.17
2.3.1	复垦植被监测	次	18	400.00	0.72
2.3.2	复垦配套设施监测	次	3	500.00	0.15
2.3.3	农作物产量监测	次	6	500.00	0.30
3	**生态系统监测**				**4.67**
1	水环境监测工程				0.99
1.1	水样取样	组	8	40.00	0.03
1.2	水质分析	次	8	1200.00	0.96
2	土环境监测工程				1.22
2.1	土样取样	组	8	24.00	0.02
2.2	土质分析	次	8	1500.00	1.20
3	生态环境监测				2.46
3.1	开采区无人机航拍监测	次	4	3000.00	1.20
3.2	人工巡查	次	42	300.00	1.26
二	**管护工程**				**5.47**
1	林地管护工程	hm^2	4.34	12600.00	5.47
三	**监测与管护费合计**				**23.76**

（六）总体工程量及其经费估算

本方案矿区生态修复投资估算总费用 292.79 万元，其中矿山地质环境治理估算投资为 123.63 万元，矿山土地复垦复算投资为 145.40 万元，矿山可采储量为　　万吨，吨矿投资　　元；土地复垦面积 5.59hm^2（83.85 亩），亩均投资 17340.49 元；监测管

护工程费用 23.76 万元。矿区生态修复经费估算见 6-12，各单元经费估算信息见表 6-13~6-15。

表 6-12 矿区生态修复经费估算总表

序号	费用名称	费用（万元）	比例（%）	吨矿平均费用（元）	亩均费用（元）
一	矿山地质环境治理	123.63	42.40		17340.49
二	土地复垦	145.40	49.45		
三	监测与管护	23.76	8.15		
合计		292.79	100.00		

表 6-13 矿山地质环境治理估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占总费用的比例（%）
一	建筑工程	87.83	71.04
二	施工临时工程	6.59	5.33
三	独立费用	17.97	14.54
四	预备费	11.24	9.09
五	总投资	123.63	100.00

表 6-14 矿山土地复垦估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占总费用的比例（%）
一	工程施工费	114.15	78.51
二	其他费用	18.02	12.40
三	预备费	13.22	9.09
四	总投资	145.40	100

表 6-15 监测与管护工程投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占总费用的比例（%）
一	监测工程	18.29	76.98
（一）	矿山地质环境监测	6.57	27.65
（二）	土地资源监测	4.59	19.32
（三）	生态系统监测	4.67	19.66
二	管护工程	5.47	23.02
三	总投资	23.76	100

2、基金提取计划

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》的通知（陕自然资规〔2024〕1757号），本矿属建材非金属矿山，矿种系数为1.5%；露天高边坡采矿法（高差>15米），开采系数为3.0；陕南秦巴山地区区域系数为1.2。

根据矿山企业销售数据，近5年销售价格平均水平，结合本矿井产品结构，预测本矿井不含税原矿平均售价按90元/吨计取。

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

按照《基金实施办法》，本矿吨矿计提基金费用约为 4.86 元/吨。

本方案总投资为292.79万元，方案计算吨矿投资为　　元/吨。根据就高原则，本矿基金数额依据方案计算提取，提取费用为　　**元/吨**。矿山生态修复费用约为吨矿价格的6.23%，预算金额范围在矿山可承受范围之内。

三、阶段工作任务与经费估算

（一）阶段工作任务

根据《矿区生态修复方案编制指南（临时）》和本方案服务年限，本方案将方案服务期作为一个阶段（2027 年 1 月—2033 年 12 月）部署治理及复垦措施，具体内容如下：

1、矿山地质环境治理实施计划

（1）对KT1东侧及KT2露天采场设置截水沟、6个警示牌及护脚浆砌石挡墙；

（2）对KT1东侧及KT2露天采场边坡进行危岩清理；

（3）对KT1西侧露天采场、KT1东侧及KT2露天采场平台设置排水沟及土袋挡墙；

2、矿区土地复垦实施计划

（1）对 KT1 西侧露天采场未复垦区进行覆土、土地平整、土壤培肥、乔灌草植被恢复，复垦面积 0.97hm^2；

（2）对 KT1 东侧露天采场（1 采区）进行覆土、土地平整、土壤培肥、乔灌草植被恢复，复垦面积 1.39hm^2；

（3）对 KT1 东侧露天采场（2 采区）进行表土剥离、覆土、土地平整、土壤培肥、乔灌草植被恢复，复垦面积 1.87hm^2；

（3）对 KT2 露天采场进行表土剥离、覆土、土地平整、土壤培肥、乔灌草植被恢复，复垦面积 1.08hm^2；

（4）对临时周转场进行表土剥离、覆土、土地平整、土壤培肥、乔灌草植被恢复，复垦面积 0.28hm^2；

3、矿区监测与管护实施计划

（1）于KT1露天采场边坡及KT2露天采场边坡布置9个地面变形监测点并进行监测，并对其进行人工巡查；

（2）对地形地貌实施无人机监测及人工巡查；

（3）开展土地损毁监测、土壤质量监测；

（4）复垦后进行复垦效果监测；

（5）布置BS1、BS2、T1、T2水土环境监测点并进行监测；

（6）采用无人机航拍及人工巡查进行生态环境监测；

（7）复垦后对 4.34hm^2 林地进行 3 年管护工作。

复垦实际中根据现场调查及踏勘的成果，可对复垦计划可以进行合理调整，制定出该阶段的复垦目标。

（二）近年工作任务与经费安排

1、近期年度工程安排

根据近期实施计划，上刃集沟透辉石矿近期（适用期）各年度矿山地质环境治理、土地复垦、监测与管护工作安排详见表 6-17。

2、近期年度经费安排

近期上刃集沟透辉石矿矿区生态修复总费用为292.79万元，其中矿山地质环境保护总费用为123.63万元，矿山土地复垦总费用为145.40万元，监测管护工程23.76万元。矿山可采储量为　　万吨，吨矿投资　　元；土地复垦面积5.59hm^2（83.85亩），亩均投资17340.49元；近期各年度治理费用合计见表6-18～6-20。

6-16　方案适用期（5年）经费估算汇总表

年度	各年度费用（万元）			小计（万元）
	矿山地质环境治理费用	矿区土地复垦费用	监测与管护费用	
第一年	49.39	29.58	4.25	83.22
第二年	29.21	38.65	6.13	73.99
第三年	26.74	41.13	6.55	74.42
第四年	18.29	36.04	5.43	59.76
第五年	/	/	1.40	1.40
合计	123.63	145.40	23.76	292.79

表6-17　方案近期生态修复工程治理部署表

实施年度	生态修复内容	生态修复主要工程量		
		矿山地质环境治理工程量	矿区土地复垦工程量	监测与管护工程量
第一年（2027年）	（1）对KT1东侧露天采场（1采区）及BY不稳定地质体设置警示牌； （2）对KT1东侧及KT2露天采场外围设置截水沟；对KT1西侧露天采场平台内侧设置排水沟； （3）对KT1西侧及KT1东侧露天采场下部一级斜坡坡脚设置护脚浆砌石挡墙； （4）对KT1西侧露天采场未复垦区0.97hm²进行复垦； （5）对临时周转场进行表土剥离； （6）实施矿区监测工程	（1）KT1东侧露天采场（1采区）设置警示牌3个，对BY不稳定地质体设置警示牌2个； （2）KT1东侧及KT2露天采场外围设置截水沟760m，其中C20砼250.04m³，碎石垫层107.92m³，土方开挖625.48m³，土方回填68.40m³，伸缩缝25.08m²； KT1西侧露天采场平台内侧设置排水沟385m，其中C20砼71.23m³，碎石垫层30.42m³，土方开挖180.95m³，土方回填26.95m³，伸缩缝7.12m²； （3）KT1西侧及KT1东侧露天采场下部一级斜坡坡脚设置护脚浆砌石挡墙235m，其中M7.5浆砌片石277.30m³，碎石垫层49.35m³，土方开挖420.65m³，土方回填233.25m³，伸缩缝27.73m²。	（1）对KT1西侧露天采场未复垦区0.97hm²进行复垦，其中复垦灌木林地0.28hm²，复垦乔木林地0.68hm²，复垦河流水面0.01hm²。 具体工程量包括：表土剥离3266m³，覆土2880m³，土地平整480m³，土壤陪肥（有机肥）14400kg，土壤陪肥（化肥）1440kg，河道清理50m³，栽植乔木756株，穴状整地（50×50）756个，栽植灌木3468株，栽植爬山虎160株，穴状整地（30×30）3628个，散播草籽0.96hm²。 （2）临时周转场表土剥离644m³，	（1）于KT1露天采场1采区边坡布置4个地面变形监测点并监测24次，并人工巡查12次； （2）无人机航拍监测地形地貌1次，人工巡查12次； （3）无人机航拍监测土地损毁1次，人工巡查12次； （4）土壤质量监测3点次； （5）进行水土环境监测，取水样2组，水质检测2组，取土样2组，土壤检测2组； （6）对生态环境进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次；
第二年（2028年）	（1）对KT1东侧露天采场（2采区）设置警示牌； （2）对KT1东侧露天采场（1采区）边坡进行危岩清理； （3）对KT1东侧露天采场（1采区）平台设置排水沟及土袋挡墙； （4）对KT1东侧露天采场（1采区）1.93hm²进行复垦； （5）实施矿区监测与管护工程	（1）KT1东侧露天采场（2采区）设置警示牌1个； （2）KT1东侧露天采场（1采区）边坡危岩清理600m³； （3）对KT1东侧露天采场（1采区）平台设置排水沟950m，其中C20砼175.75m³，碎石垫层75.05m³，土方开挖446.50m³，土方回填66.50m³，伸缩缝17.58m²；设置土袋挡墙720m，需堆砌432m²；	（1）对 KT1 东侧露天采场（1 采区）进行复垦，其中复垦乔木林地 1.02hm²，复垦其他林地 0.27hm²，复垦河流水面 0.10hm²。 具体工程量包括：表土剥离 4255m³，覆土3060m³，土地平整 510m³，土壤陪肥（有机肥）15300kg，土壤陪肥（化肥）1530kg，河道清理 500m³，栽植乔木 1133 株，穴状整地（50×50）1133 个，栽植灌木 3332 株，栽植爬山虎 860 株，栽植迎春花 821 株，穴状整地（30×30）5013 个，散播草籽 1.02hm²。	（1）于KT1露天采场2采区边坡布置3个地面变形监测点，对已布设监测点进行监测，共监测42次，人工巡查12次； （2）对地形地貌进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次； （3）对土地损毁进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次； （4）土壤质量监测1点次，复垦植被监测2点次，配套实施监测1点次，农作物产量监测2点次； （5）进行水土环境监测，取水样2组，水质检测2组，取土样2组，土壤检测2组； （6）对生态环境进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次； （7）对第一年复垦区进行3年管护，其中林地管护0.96hm²。
第三年（2029年）	（1）对KT1东侧露天采场（2采区）边坡进行危岩清理； （2）对KT1东侧露天采场（2采区）平台设置排水沟及土袋挡墙； （3）对KT1东侧露天采场（2采区）1.87hm²进行复垦； （4）实施矿区监测与管护工程	（1）KT1东侧露天采场（2采区）边坡危岩清理610m³； （2）对KT1东侧露天采场（2采区）平台设置排水沟1000m，其中C20砼185.00m³，碎石垫层79.00m³，土方开挖470.00m³，土方回填70.00m³，伸缩缝18.50m²；设置土袋挡墙595m，需堆砌357.00m²；	（1）对 KT1 东侧露天采场（2 采区）进行复垦，其中复垦乔木林地 1.44hm²，复垦其他林地 0.43hm²。 具体工程量包括：表土剥离 2461m³，覆土4320m³，土地平整 720m³，土壤陪肥（有机肥）21600kg，土壤陪肥（化肥）2160kg，栽植乔木 1600 株，穴状整地（50×50）1600个，栽植灌木 4704 株，栽植爬山虎 893 株，栽植迎春花 594 株，穴状整地（30×30）6191个，散播草籽 1.44hm²。	（1）于KT2露天采场边坡布置2个地面变形监测点，对已布设监测点进行监测，共监测54次，人工巡查12次； （2）对地形地貌进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次； （3）对土地损毁进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次； （4）土壤质量监测2点次，复垦植被监测4点次，配套实施监测1点次，农作物产量监测2点次； （5）进行水土环境监测，取水样2组，水质检测2组，取土样2组，土壤检测2组； （6）对生态环境进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查12次； （7）对第二年复垦区进行3年管护，其中林地管护1.02hm²。
第四年（2030）	（1）对KT2露天采场边坡进行危岩清理； （2）对KT2露天采场平台设置排水沟及土袋挡墙； （3）对KT2露天采场1.08hm²进行复垦，对临时周转场0.28hm²进行复垦； （4）实施矿区监测与管护工程	（1）KT2露天采场边坡危岩清理290m³； （2）对KT2东侧露天采场平台设置排水沟665m，其中C20砼123.03m³，碎石垫层52.54m³，土方开挖312.55m³，土方回填46.55m³，伸缩缝12.30m²；设置土袋挡墙535m，需堆砌321m²；	（1）对 KT2 露天采场及临时周转场进行复垦，其中复垦乔木林地 0.92hm²，复垦其他林地 0.44hm²。 具体工程量包括：客土购买 2394.00m³，覆土 2760m³，土地平整 460m³，土壤陪肥（有机肥）13800kg，土壤陪肥（化肥）1380kg，栽植乔木 1022 株，穴状整地（50×50）1022个，栽植灌木 3066 株，栽植爬山虎 797 株，栽植迎春花 435 株，穴状整地（30×30）4238个，散播草籽 0.64hm²。	（1）对已布设监测点进行监测，共监测27次，人工巡查6次； （2）对地形地貌进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查6次； （3）对土地损毁进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查6次； （4）土壤质量监测3点次，复垦植被监测6点次，配套实施监测1点次，农作物产量监测2点次； （5）进行水土环境监测，取水样2组，水质检测2组，取土样2组，土壤检测2组； （6）对生态环境进行监测，无人机航拍监测1次，人工巡查6次； （7）对第三年复垦区进行3年管护，其中林地管护1.44hm²。
管护期（3年）	（1）实施矿区监测与管护工程	/	/	（1）土壤质量监测3点次，复垦植被监测6点次， （2）对第四年复垦区进行3年管护，其中林地管护0.92hm²。

表 6-18　适用期（5 年）矿山地质环境治理工程年度经费安排表　　**单位：万元**

序号	项目名称		单位	工程量	单价（元）	合计（万元）	第一年		第二年		第三年		第四年		第五年	
							工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
Ⅰ	**工程部分投资**					**94.42**		**39.62**		**20.83**		**20.54**		**13.43**		**0.00**
一	**建筑工程投资**					87.83		37.42		18.94		19.14		12.33		
1	**露天采场外围防护工程**					32.64		32.54		0.10		0.00		0.00		
1.1	警示牌		块	6	1000.00	0.60	5	0.50	1	0.10						
1.2	截水沟	C20砼	m^3	250.04	505.05	12.63	250.04	12.63								
		碎石垫层	m^3	107.92	183.91	1.98	107.92	1.98								
		土方开挖	m^3	625.48	24.12	1.51	625.48	1.51								
		土方回填	m^3	68.40	62.39	0.43	68.40	0.43								
		伸缩缝	m^2	25.08	165.79	0.42	25.08	0.42								
1.3	浆砌石挡墙	M7.5浆砌片石	m^3	277.30	405.34	11.24	277.30	11.24								
		碎石垫层	m^3	49.35	183.91	0.91	49.35	0.91								
		土方开挖	m^3	420.65	24.12	1.01	420.65	1.01								
		土方回填	m^3	233.25	62.39	1.46	233.25	1.46								
		伸缩缝	m^2	27.73	165.79	0.46	27.73	0.46								
2	**露天采场边坡防治工程**					11.06				4.42		4.50		2.14		
2.1	危岩清理		m^3	1500	73.71	11.06			600.00	4.42	610.00	4.50	290.00	2.14		
3	**露天采场平台防护工程**					44.13		4.88		14.42		14.64		10.20		
3.1	排水沟	C20砼	m^3	555.00	505.05	28.03	71.23	3.60	175.75	8.88	185.00	9.34	123.03	6.21		
		碎石垫层	m^3	237.00	183.91	4.36	30.42	0.56	75.05	1.38	79.00	1.45	52.54	0.97		
		土方开挖	m^3	1410.00	24.12	3.40	180.95	0.44	446.50	1.08	470.00	1.13	312.55	0.75		
		土方回填	m^3	210.00	62.39	1.31	26.95	0.17	66.50	0.41	70.00	0.44	46.55	0.29		
		伸缩缝	m^2	55.50	165.79	0.92	7.12	0.12	17.58	0.29	18.50	0.31	12.30	0.20		
3.2	土袋挡墙		m^2	1110.00	55.06	6.11			432.00	2.38	357.00	1.97	321.00	1.77		
二	施工临时工程投资					6.59		2.20		1.89		1.40		1.10		
1	其它临时工程费					4.39		1.47		1.26		0.93		0.73		
2	安全措施费					2.20		0.74		0.63		0.47		0.37		
Ⅱ	**独立费用**					**17.97**		**6.01**		**5.15**		**3.82**		**2.99**		**0.00**
1	建设管理费					10.42		3.48		2.99		2.21		1.73		
2	科研勘察设计费					7.55		2.52		2.16		1.60		1.26		
Ⅲ	**预备费**					**11.24**		**3.76**		**3.22**		**2.39**		**1.87**		**0.00**
1	基本预备费					11.24		3.76		3.22		2.39		1.87		
工程总投资						**123.63**		**49.39**		**29.21**		**26.74**		**18.29**		**0.00**

表 6-18　适用期（5 年）矿区土地复垦工程年度经费安排表　　**单位：万元**

序号	项目名称	单位	工程量	单价（元）	合计（万元）	第一年		第二年		第三年		第四年		第五年	
						工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
Ⅰ	**工程施工费**				**114.15**		**23.23**		**30.34**		**32.29**		**28.29**		**0.00**
一	土壤重构工程				62.48		13.80		17.30		14.63		16.76		0.00
1	表土剥离	m^3	10626.00	15.88	16.87	3910.00	6.21	4255.00	6.76	2461.00	3.91				
2	防尘网铺设	m^2	2000.00	4.04	0.81	700.00	0.28	800.00	0.32	500.00	0.20				
3	散播植草养护表土	hm^2	0.20	5782.94	0.12	0.07	0.04	0.08	0.05	0.05	0.03				
4	客土购买	m^3	2394.00	42	10.05							2394.00	10.05		
5	覆土	m^3	13020.00	15.88	20.68	2880.00	4.57	3060.00	4.86	4320.00	6.86	2760.00	4.38		
6	土地平整	m^3	2170.00	2.55	0.55	480.00	0.12	510.00	0.13	720.00	0.18	460.00	0.12		
7	土壤培肥（有机肥）	kg	65100.00	1.3	8.46	14400.00	1.87	15300.00	1.99	21600.00	2.81	13800.00	1.79		
8	土壤培肥（化肥）	kg	6510.00	2.95	1.92	1440.00	0.42	1530.00	0.45	2160.00	0.64	1380.00	0.41		
9	河道清理	m^3	550.00	54.82	3.02	50.00	0.27	500.00	2.74						
二	植被重建工程				51.67		9.43		13.04		17.66		11.54		0.00
1	栽植乔木	株	4511.00	26.18	11.81	756	1.98	1133.00	2.97	1600.00	4.19	1022	2.68		
2	穴状整地50×50	个	4511.00	38.15	17.21	756	2.88	1133.00	4.32	1600.00	6.10	1022	3.90		
3	栽植灌木	株	14510.00	6.35	9.21	3468	2.20	3332.00	2.12	4704.00	2.99	3006	1.91		
4	栽植爬山虎	株	2710.00	4.29	1.16	160	0.07	860	0.37	893	0.38	797	0.34		
5	栽植迎春花	株	1850.00	3.4	0.63			821	0.28	594	0.20	435	0.15		
6	穴状整地30×30	个	19070.00	4.79	9.13	3628	1.74	5013	2.40	6191.00	2.97	4238	2.03		
7	散播草籽	hm^2	4.34	5792.94	2.51	0.96	0.56	1.02	0.59	1.44	0.83	0.92	0.53		
Ⅱ	**其他费用**				**18.02**		**3.67**		**4.79**		**5.10**		**4.47**		**0.00**
Ⅲ	**预备费**				**13.22**		**2.69**		**3.51**		**3.74**		**3.28**		**0.00**
工程总投资					**145.40**		**29.58**		**38.65**		**41.13**		**36.04**		**0.00**

表 6-20　适用期（5 年）监测与管护工程年度经费安排表　　**单位：万元**

序号	项目名称		单位	工程量	单价（元）	合计（万元）	第一年		第二年		第三年		第四年		第五年	
							工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用	工程量	费用
一	**监测工程费**					**18.29**		**4.25**		**4.92**		**5.26**		**3.61**		**0.24**
（一）	矿山地质环境监测					9.03		2.14		2.58		2.84		1.47		0.00
1	地面变形监测	地面变形监测点布置	点	9	1000	0.9	4	0.40	3	0.30	2	0.20				
		地面变形监测	次	147	300	4.41	24	0.72	42	1.26	54	1.62	27	0.81		
		人工巡查	次	42	300	1.26	12	0.36	12	0.36	12	0.36	6	0.18		
2	地形地貌景观监测	无人机航拍监测	次	4	3000	1.2	1	0.30	1	0.30	1	0.30	1	0.30		
		人工巡查	次	42	300	1.26	12	0.36	12	0.36	12	0.36	6	0.18		
（二）	土地资源监测					4.59		0.90		1.13		1.21		1.11		0.24
1	土地损毁监测	无人机航拍监测	次	4	3000	1.2	1	0.30	1	0.30	1	0.30	1	0.30		
		人工巡查	次	42	300	1.26	12	0.36	12	0.36	12	0.36	6	0.18		
2	土壤质量检测		次	12	800	0.96	3	0.24	1	0.08	2	0.16	3	0.24	3	0.24
3	复垦效果监测	复垦植被监测	次	18	400	0.72			6	0.24	6	0.24	6	0.24		
		复垦配套设施监测	次	3	500	0.15			1	0.05	1	0.05	1	0.05		
		农作物产量监测	次	6	500	0.3			2	0.10	2	0.10	2	0.10		
（三）	生态系统监测					4.67		1.21		1.21		1.21		1.03		0.00
1	水环境监测	水样取样	组	8	40	0.03	2	0.01	2	0.01	2	0.01	2	0.01		
		水质分析	次	8	1200	0.96	2	0.24	2	0.24	2	0.24	2	0.24		
2	土环境监测	土样取样	组	8	24	0.02	2	0.00	2	0.00	2	0.00	2	0.00		
		土质分析	次	8	1500	1.20	2	0.30	2	0.30	2	0.30	2	0.30		
3	生态环境监测	无人机航拍监测	次	4	3000	1.20	1	0.30	1	0.30	1	0.30	1	0.30		
		人工巡查	次	42	300	1.26	12	0.36	12	0.36	12	0.36	6	0.18		
二	**管护工程费**					**5.47**		**0.00**		**1.21**		**1.29**		**1.81**		**1.16**
1	林地管护工程		hm^2	4.34	12600.00	5.47		0.00	0.96	1.21	1.02	1.29	1.44	1.81	0.92	1.16
三	**合计**					**23.76**		**4.25**		**6.13**		**6.55**		**5.43**		**1.40**

第七章 保障措施与公众参与

为保证本矿区生态修复方案的顺利实施，全面落实“方案”的各项工程进度安排，提高工程实施质量，宝鸡市长乐透辉石矿有限公司将采取如下保障措施：

一、保障措施

（一）组织保障

1、经营管理形式

宝鸡市长乐透辉石矿有限公司全权负责并组织实施上刃集沟透辉石矿矿区生态修复工作，法定代表人陈长城为第一责任人。宝鸡市长乐透辉石矿有限公司成立专项项目领导机构推进实施，负责人实行目标责任制，进行目标管理。上刃集沟透辉石矿矿区生态修复项目组织机构图见图7-1，具体责任人及职责见表7-1。

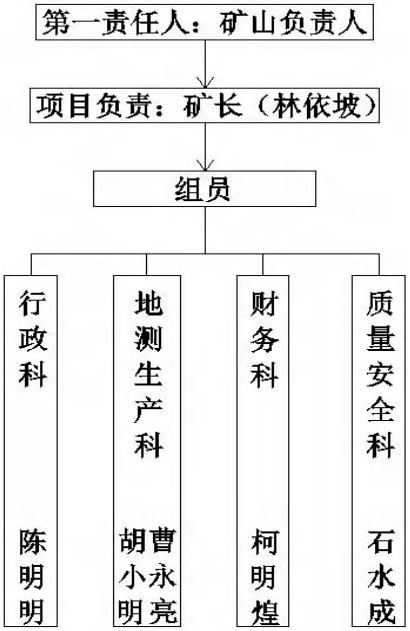


表 7-1　上刃集沟透辉石矿矿区生态修复项目组成人员及职责表

职务		职责	姓名
第一责任人（法人）		项目管理活动的决策人	陈长城
项目负责（矿长）		组织、管理、领导本项目的具体执行，负责本项目的执行标准及项目质量	林依坡
组员	行政科	负责项目行政管理	陈明明
	地测生产科	负责项目施工及技术管理 负责监测及巡查工作	胡小明、曹永亮
	财务科	负责项目费用的提取及下拨	柯明煌
	质量安全科	负责项目质量控制及实施中的安全、环保管理	石水成

2、项目管理

按工程计划统筹安排，按照本方案的年度工作安排，编制年度实施计划，将任务分项分解，落实到各地块，参照表7-1中的职责划分，执行计划和作业设计组织施工。对建设所需购买的设备由矿方按计划统一购置。

3、工程管理

由矿长林依坡负责项目的工程管理，应按省自然资源厅的统一要求编制初步设计，经初步设计批准后编制施工图设计，施工严格实行先设计、后施工，并实行施工员追踪负责制。参与人的经济利益与治理质量挂钩，确保工程质量，严格检查验收制度，坚持一个工序检查合格后再进入下一个工序。

4、资金管理

由财务部管理项目资金，要单独建立项目账户，建设资金必须做到合理分配，专款专用，实行“追溯”报账制，即先验收后报账、拨付。按规定下级单位向上级项目管理部门提交财务报表，同时接受财政、审计部门的监督。

5、信息管理

治理工程建设必须配备必要的信息工具，对施工进度、质量、植被生长、资金使用等动态情况进行监测并及时对各类信息进行汇总、上报、分析和反馈。建设档案全部实行微机管理，建立工程治理资料及资金使用情况档案。同时，积极开展信息交流，及时进行各类信息收集、整理、分析和发布，总结、推广并应用先进经验，保证项目取得最满意的效果。

6、安全管理

由安全员负责本项目的安全管理，认真贯彻“安全第一，预防为主”的安全方针，严格执行国家有关安全生产的各项法规，法令和规定。

建立健全各级安全责任制，安全检查制，安全交接制，安全教育和事故追查等报告制度。

（二）技术保障

1、选派有经验技术人员组成施工部，按指挥部部署及设计要求开展工作。

2、制定各阶段实施计划，做好技术准备、落实与总结，及时咨询改进技术问题，保障工作技术可行。

3、配齐合格技术人员与充足设备（含满足精度的信息设备），加强设备管理，确保进度与数据准确。

4、严格执行合同、设计及相关规范，强化技术管理与工序检查验收，自检互查结合，资料执行校对审核制度。

5、加强与方案编制技术人员沟通，及时解决治理复垦问题，修改或重编复垦报告。

6、配备优质交通、通讯、测量等设备，委托资质实验室承担分析测试，采用先进数字化系统制作图件。

7、加强施工监理，关键工序聘请专家指导。

8、严格实施自检、互检、抽检质量三检制度，争创优质工程。

9、全程按技术规范、设计及施工方案操作，质量监控全覆盖，杜绝不合格原材料与工程成果。

10、制定《质量责任制考核办法》，定期考核作业组及人员，保障质量目标。11、主动接受主管单位及相关部门监督检查与指导。

（三）资金保障

1、资金来源

宝鸡市长乐透辉石矿有限公司为上刃集沟透辉石矿的生态修复项目资金提供的义务人。

根据《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》，上刃集沟透辉石矿已建立“矿山地质环境治理与土地复垦基金（以下简称‘基金’）”账户，把矿区生态修复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。

2、资金提取计划

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》的通知（陕自然资规〔2024〕1757号），本矿属建材非金属矿山，矿种系数为1.5%；露天高边坡采矿法（高差>15米），开采系数为3.0；陕南秦巴山地区区域系数为1.2。

根据矿山企业销售数据，近5年销售价格平均水平，结合本矿井产品结构，预测本矿井不含税原矿平均售价按90元/吨计取。

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

按照《基金实施办法》，本矿吨矿计提基金费用约为 **4.86 元/吨**。

本方案总投资为292.79万元，方案计算吨矿投资为　　元/吨。根据就高原则，本矿基金数额依据方案计算提取，提取费用为　　元/吨。矿山生态修复费用约为吨矿价格的6.23%，预算金额范围在矿山可承受范围之内。

3、资金提取及存储

宝鸡市长乐透辉石矿有限公司已设立银行对公专用账户——矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金账户，用于基金储存与支付管理。

财务部门按会计准则单独设置对应会计科目，反映基金提取与使用情况，在年度财务预算中列明基金提取和使用计划；按计提标准公式及年度计划逐月计提基金，费用计入生产成本并在所得税前列支。

若年度提取基金累计不足本年度实际治理复垦费用，或低于《方案》估算的年度费用，需按实际所需或《方案》估算费用补足。

表7-2　上刃集沟透辉石矿各年度提取基金数额及资金使用计划表　　单位：万元

项目	方案年度资金使用计划			年度提取基金费用
	矿山地质环境治理	土地复垦	监测与管护	
第一年	49.39	29.58	4.25	84.15
第二年	29.21	38.65	6.13	84.15
第三年	26.74	41.13	6.55	84.15
第四年	18.29	36.04	5.43	40.34
管护期	/	/	1.40	/
合计	123.63	145.4	23.76	292.79

4、资金管理及使用

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》的通知（陕自然资规〔2024〕1757号），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。

5、费用审计

上刃集沟透辉石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、使用情况进行审计，并将审计结果于每年的12月31日前报送自然资源管理主管部门审计或复核。

（四）监管保障

1、矿山企业应当依据经审查通过的方案，开展生态修复工作，于每年12月31日前向县级以上自然资源主管部门报告当年生态修复情况。

2、自然资源部将按照《自然资源部随机抽查事项清单》的规定，加强对经部审查的生态修复方案执行情况的监督检查。

3、自然资源局监督管理方案编制审查工作的组织领导和方案实施情况，按照“双随

机、一公开”要求，督促矿山企业切实履行地质环境保护与土地复垦义务。矿山企业不复垦或者复垦不符合要求的，需依法缴纳土地复垦费。对未按规定履行地质环境治理与土地复垦义务的矿山企业，列入矿业权人异常名录或严重违法名单，责令整改。整改不到位的，不得批准其申请新的采矿许可证或者申请采矿许可证延续、变更、注销，不得批准其申请新的建设用地。

4、各级自然资源主管部门将按照《异常名录管理的通知》（陕国土资矿发〔2018〕15号）的规定，加强对矿业权人履行法定义务和合理开发利用矿产资源的监督管理，规范矿业权人诚信自律。对于违反规定的，将被列入异常名录。

二、公众参与

矿山生态修复是一项庞大的系统工程，公众参与是其中一项重要的工作，是上刃集沟透辉石矿与公众之间的一种双向交流，其目的是全面了解修复范围内公众及相关团体对项目的认识态度，让公众对修复项目实施过程中和实施后可能带来的问题提出意见和建议，保障项目在建设决策中的科学化、民主化，通过公众参与调查使修复项目的规划、设计、施工和运行更加合理、完善，调动公众参与修复的积极性和主要性，从而最大限度地发挥本项目带来的社会效益、经济效益、生态效益。因此，公众参与从时间角度贯穿于矿区生态修复方案编制过程、生态修复实施过程、竣工验收阶段以及修复工程管护阶段。

（一）方案编制前公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的态度，本方案在编制之前进行了公众参与调查，在矿方的支持与配合下，编制单位走访了矿区涉及的2个行政村2个自然村，对项目进行了公示。向涉及的当地居民详细介绍了项目的性质、类型、规模以及国家相关政策，如实向公众阐明本项目可能产生的露天开采高边坡、地形地貌景观破坏、土地损毁及生态环境影响；介绍了项目投资、建成后的企业带来的经济效益以及对促进地方经济发展的情况，征求了当地各方对生态修复的意见。

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对矿区生态修复项目有一定的了解。通过散发公众参与调查表的形式，向矿区各方共发放调查表25份（见照片8-1~2），收回有效问卷20份，回收率80.00%。问卷调查统计结果见表7-2。

表 7-3　公众参与统计表

性别	男	19 人	年龄	50 以上	14 人
	女	1 人		20~50	6 人
文化程度	大学以上	0 人	职业	农民	14 人
	高中	5 人		工人	2 人
	初中	12 人		干部	3 人
	小学	2 人		教师	1 人
	文盲	1 人		学生	0 人
调查内容			选项	人数	比例
您是否了解该工程？			了解	13	65%
			一般了解	7	35%
			不了解	0	0%
矿山开采对您的居住环境会有什么影响？			土地	20	100%
			房屋	0	0%
			其他	0	0%
您对该工程的态度是？			非常支持	6	30%
			支持	14	70%
			不关心	0	0%
			反对	0	0%
您所居住村庄范围内是否有不稳定地质体			有	0	0%
			没有	19	95%
			不清楚	1	5%
您认为不稳定地质体对您是否有影响			有	0	0%
			没有	20	100%
			不清楚	0	0%
您所居住村庄的水井水位是否下降、水质是否有变化			有	0	0%
			没有	20	100%
			不清楚	0	0%
土地损毁对您造成影响最大的地类是？			耕地	4	20%
			园地	0	0%
			林地	16	80%
			草地	0	0%
您对被损毁的地类希望如何补偿？			一次性补偿	7	35%
			复垦后再利用	13	65%
您希望被损毁的地类复垦为：			耕地	4	20%
			园地	2	10%
			林地	14	70%
			草地	0	0%
您希望复垦后的土地？			跟以前一样	20	100%
			比以前更好	0	0%
			无所谓	0	0%
您最期望的复垦措施为？（可多选）			平整土地	14	70%
			新修道路	6	30%

	建设灌溉设施	0	0%
	其他	0	0%
您对该复垦项目的实施？	赞同	20	100%
	不赞同	0	0%
	无所谓	0	0%
您对复垦时间的要求为？	边破坏边复垦	19	95%
	生产结束后复垦	1	5%
	无所谓	0	0%



照片7-1　公众调查



照片7-2　公众调查

周围民众大多认为上刃集沟透辉石矿的建设能促进当地经济的发展，但同时对当地生态环境造成一定影响，希望采取相关措施进行生态修复：

（1）及时排查并监测矿山不稳定地质体；

（2）土地复垦以恢复原有土地利用现状为主；

（3）植被恢复选择当地物种；

（4）建议工程招工尽量照顾当地居民，促进当地经济发展。

（二）方案编制期间公众参与

方案编制期间：业主单位委托我公司编制矿区生态修复方案时表示，在保证修复目标完整，修复效果理想的前提下，兼顾企业生产成本，尽可能减轻企业负担。为此，方案编制人员在编制过程中不断地与业主交换意见，并在方案初稿编制完成后交予业主单位审阅。

（三）复垦实施期间公众参与

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

1、组织人员

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

2、参与方式

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

3、参与人员

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

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

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

三、效益分析

上刃集沟透辉石矿矿区生态修复实施后，将构建综合防护体系，减少矿山露天开采引发矿区生态问题及经济损失，恢复植被与土地功能，遏制生态恶化，改善生产生活环境，打造绿色矿业，兼具显著社会效益、环境效益与经济效益。

（一）社会效益

治理不稳定地质体，降低灾害风险，助力防灾减灾，保障人民生命财产安全；

防治水土流失、保护耕地，推动耕地保护战略落地，维护土地资源可持续利用；

工程实施及复垦后土地经营需大量人力，为当地居民提供就业岗位，增加收入，缩小城乡差距，促进社会稳定；

减少新增水土流失，保障矿山安全生产，改善矿区及周边生态环境，利于居民身心健康，提升劳动生产率；

恢复林草植被与耕地，优化土地利用结构，推动当地林牧业协调发展，助力社会进步。

（二）环境效益

复垦治理后土地资源高效利用，植被覆盖提升，结合后期管护，吸引动物回迁，丰富动植物群落多样性，维护生态系统稳定；

保护耕地、防止土地生态恶化，促进农业良性循环，遏制区域环境退化；

防护林及林草恢复工程防风固沙、净化空气，改善局部小气候与空气质量；

有效控制水土流失，优化农作物种植结构，增加林草面积，美化环境，缓解土壤养分失衡，助力生态文明建设。

（三）经济效益

治理不稳定地质体，降低灾害造成的生命财产损失，经济效益显著；

通过裂缝填充、土地平整、土壤培肥、林草恢复等工程，恢复损毁土地生产能力，提升土壤肥力与作物产量，带动农民增产增收；

工程实施需大量普工、技工，可吸纳当地居民就业；复垦所需苗木可由当地培育供应，双向增加居民收入，促进地方经济发展；

因地制宜部署治理复垦工程，在保证治理质量的同时节约费用，经济可行性高。

第八章 结论

一、结论

（一）方案服务年限

根据《宝鸡市长乐透辉石矿有限公司上刃集沟透辉石矿开采方案(变更)》，截至 2025 年 12 月 31 日，矿山剩余可采储量　　万吨，矿山规模 15 万吨/年，矿山剩余服务年限 3.5 年；矿山开采结束后治理复垦施工期计 0.5 年，监测管护期 3 年，因此《方案》服务年限为 7 年（2027 年 1 月—2033 年 12 月），方案服务期作为一个阶段部署。

（二）现状问题

1、矿山地质环境现状问题识别与诊断

（1）矿山不稳定地质体现状问题识别与诊断：结合《上期方案》变化情况，影响区不稳定地质体主要为警示治理的崩塌不稳定地质体 BY，对地质环境影响程度较轻。

（2）地形地貌景观破坏现状问题识别与诊断：矿山露天开采对地形地貌景观影响严重；矿山地面设施及露天采场不在可视范围内，对可视范围自然景观影响较轻；现状评估矿山对地形地貌景观影响严重。

（3）含水层破坏现状问题识别与诊断：矿体开采最低标高 1150m 位于矿区侵蚀基准面 1146m 以上，矿山露天开采未破坏含水层结构，矿山开采对地下含水影响较轻。

2、土地损毁现状问题识别与诊断

截至 2026 年 8 月，矿山影响区内未复垦挖损损毁土地面积为 2.36hm^2。

3、生态环境现状问题识别与诊断

（1）植被损毁现状问题识别与诊断：矿山开采对植被损毁的影响程度为严重。

（2）生物多样性现状问题识别与诊断：矿山开采对生物多样性的影响程度为严重。

（3）水土流失现状问题识别与诊断：矿山开采对水土保持的影响程度为严重。

（4）水土环境现状问题识别与诊断：各监测指标均满足《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）中的Ⅱ类标准。故矿山开采对地表水环境影响程度为较轻。各监测点各项指标均低于《土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）表1第二类用地筛选值。对土壤环境影响程度为较轻。

（二）预测问题

1、矿山地质环境预测问题识别与诊断

（1）矿山不稳定地质体预测问题识别与诊断：矿山地面设施建设运营遭受不稳定地质体危险性小，矿山地面设施建设运营引发不稳定地质体，危险性小；矿山露天采矿活动遭受矿山不稳定地质体危险性小，矿山露天采矿活动引发不稳定地质体危险性小。

（2）地形地貌景观破坏预测问题识别与诊断：矿山露天开采对地形地貌景观影响严重，矿山采矿活动对“三区两线”可视范围自然景观影响较轻，预测评估矿山对地形地貌景观影响严重。

（3）含水层破坏现状问题识别与诊断：矿体开采最低标高 1150m 位于矿区侵蚀基准面 1146m 以上，矿山露天开采未破坏含水层结构，预测矿山开采对地下含水影响较轻。

2、土地损毁预测问题识别与诊断

预测矿山露天开采拟挖损损毁土地 2.95hm^2，临时周转场压占损毁土地 0.28hm^2，损毁程度为重度，拟损毁不存在重复损毁。

3、生态环境预测问题识别与诊断

（1）植被损毁预测问题识别与诊断：矿山开采对植被损毁的影响程度为严重。

（2）生物多样性预测问题识别与诊断：预测矿山开采对生物多样性的影响程度为较轻。

（3）水土流失预测问题识别与诊断：预测矿山开采对水土保持的影响程度为较轻。

（4）水土环境预测问题识别与诊断：预测矿山开采对地表水环境影响程度为较轻，对土壤环境影响程度为较轻。

（三）生态修复措施

1、矿山地质环境治理工程

矿山地质环境治理工程包括：露天采场外围防护（截水沟、警示牌、护脚浆砌石挡墙）、露天采场边坡防治（危岩清理）、露天采场平台治理工程（排水沟、土袋挡墙）。

2、矿区土地复垦

本方案中复垦区包括 KT1 西侧露天采场（未复垦区）、KT1 东侧露天采场、KT2 露天采场及临时转场，复垦区总面积为 5.59hm^2，复垦责任范围与复垦区面积一致。

矿区土地复垦工程主要包括土壤重构工程及植被重建工程。

土壤重构工程包括表土剥离、覆土、土地平整、土壤培肥。

植被重建工程包含植被重建，乔木选用栓皮栎、刺槐，灌木选用酸枣、连翘，藤本选用爬山虎、迎春花，草本选择铁杆蒿、白羊草、一年蓬等。

3、监测管护工程

（1）矿山地质环境监测工程：部署地面变形监测点9个并监测147次；地形地貌无人机航拍监测4次，人工巡查42次。

（2）土地资源监测：土地损毁监测包括地形地貌无人机航拍监测 4 次、人工巡查 42 次、土壤质量监测 12 次以及复垦效果监测。

（3）生态系统监测：部署水环境监测点2个并监测8次；部署土环境监测点2个并监测8次；生态环境无人机航拍监测4次，人工巡查42次。

（4）管护工程：林地管护 4.34hm^2。

（四）矿山地质环境治理工程经费估算

本方案生态修复总经费估算 292.79 万元，其中：矿山地质环境治理工程经费估算为 123.63 万元；土地复垦工程经费估算为 145.40 万元；监测管护工程费用 23.76 万元。矿山可采储量为　　万吨，吨矿投资　　元；土地复垦面积 5.59hm^2（83.85 亩），亩均投资 17340.49 元；

近期上刃集沟透辉石矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程总费用为 292.79 万元，其中近期矿山地质环境保护总费用为 123.63 万元，近期矿山土地复垦总费用为 145.40 万元，近期监测管护工程 23.76 万元。

按照《基金实施办法》，本矿吨矿计提基金费用约为 4.86 元/吨。因此，本矿基金数额依据本方案计算提取，提取费用为　　元/吨。

二、建议

1、上刃集沟透辉石矿即将闭矿时，矿方应根据生态文明建设要求，结合矿区生态修复方案，本着系统修复、综合整治思路，结合当地群众生产、生活、生态进行治理。

2、矿山企业应在每年年初依据本方案及时编制本年度治理年度计划，在年末及时向自然资源和规划局申请年度验收，确保基金使用合法合规，灵活灵用。

3、针对本方案矿山地质环境治理与土地复垦工程，依据《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验收办法》做好工程管理资料。

4、KT1西侧露天采场与KT1东侧采场之间为自然冲沟，应加强维护，保证冲沟排水通畅。

5、本矿临近闭矿，建议提前做好闭矿设计。