

山阳秦金矿业有限公司刘家峡金矿

矿山地质环境保护与土地复垦方案

山阳秦金矿业有限公司
2021 年 8 月

山阳秦金矿业有限公司刘家峡金矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

矿山企业：山阳秦金矿业有限公司(盖章)

法人代表：李剑斌

编制单位：商洛西北有色七一三总队有限公司(盖章)

法人代表：熊 伟

总 经 理：柯玉军

总工程师：李剑斌

项目负责：赵 灿

编写人员：朱满怀 胡兴旺 赵 灿 脱兴才

李平定 胡远平 苏 煜

制图人员：赵 灿 朱满怀

目录

前言.....	1
一、任务的由来.....	1
二、编制目的、任务.....	1
三、编制的依据.....	2
四、方案适用年限.....	6
五、编制工作概况.....	7
第一章 矿山基本情况.....	12
一、矿山简介.....	12
二、矿区范围及拐点坐标.....	13
三、矿山开发利用方案概述.....	14
第二章 矿区基础信息.....	23
一、矿区自然地理.....	24
二、矿区地质环境背景.....	32
三、矿区社会经济概况.....	43
四、矿区土地利用现状.....	44
五、矿山及周边其他人类重大工程活动.....	46
六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析.....	47
第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估.....	51
一、矿山地质环境与土地资源调查概述.....	51
二、矿山地质环境影响评估.....	51
三、矿山土地损毁预测与评估.....	73
四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围.....	77
第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析.....	83
一、矿山地质环境治理可行性分析.....	83
二、矿区土地复垦可行性分析.....	86

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程	97
一、矿山地质环境保护与土地复垦预防	97
二、矿山地质灾害治理	102
三、矿区土地复垦	107
四、含水层破坏修复	117
五、水土环境污染修复	118
六、矿山地质环境监测	118
七、矿区土地复垦监测和管护	129
第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	133
一、总体工作部署	133
二、阶段实施计划	135
三、年度工作安排	136
第七章 经费估算与进度安排	139
一、经费估算依据	139
二、矿山地质环境治理工程经费估算	140
三、土地复垦工程经费估算	141
四、总费用汇总与年度安排	141
第八章 保障措施与效益分析	145
一、组织保障	145
二、技术保障	145
三、资金保障	146
四、监管保障	148
五、效益分析	149
六、公众参与	151
第九章 结论与建议	153
一、结论	153
二、建议	157

附件：

一、附图

- 1、陕西省山阳县刘家峡金矿矿山地质环境问题现状图（1：10000）
- 2、陕西省山阳县刘家峡金矿矿区土地利用现状图（1：10000）
- 3、陕西省山阳县刘家峡金矿矿山地质环境问题预测图（1：10000）
- 4、陕西省山阳县刘家峡金矿矿区土地损毁预测图（1：10000）
- 5、陕西省山阳县刘家峡金矿矿区土地复垦规划图（1：10000）
- 6、陕西省山阳县刘家峡金矿矿山地质环境治理工程部署图（1：10000）

二、附表

- 1、矿山地质环境治理工程投资估算表
- 2、矿区土地复垦工程投资估算表
- 3、矿山地质环境现状调查表
- 4、公众意见调查表

三、其他附件

- 1、方案编制委托书
- 2、划定矿区范围批复（陕自然资矿采划[2020]11号）
- 3、开发利用方案评审意见（陕矿评利用函[2021]5号）
- 4、山阳秦金矿业有限公司山阳县刘家峡金矿矿产资源开发利用项目监测检测报

告

- 5、专家及市、县自然资源局现场考察意见表
- 6、方案信息表
- 7、方案编写单位审核意见
- 8、矿内企业内审意见
- 9、矿山环境治理与土地复垦承诺书

前言

一、任务的由来

山阳秦金矿业有限公司隶属陕西黄金集团股份有限公司，是由陕西黄金集团股份有限公司和商洛西北有色七一三总队有限公司两家单位共同出资组建的有限公司（国有控股），公司主营业务为黄金资源勘探、矿业开发、矿产品冶炼加工等。刘家峡金矿隶属于山阳秦金矿业有限公司的新建矿山。

为了保护矿山地质环境，贯彻绿水青山就是金山银山的理念，坚持保护优先，在保护中开发，减缓矿产资源开采活动造成地质环境和土地资源的破坏，保障矿区及周边人民群众生命财产安全，保护土地资源特别是耕地资源，促进矿产资源合理开发利用与经济社会、资源环境的协调发展。同时按照中华人民共和国国土资源部令第44号《矿山地质环境保护规定》以及陕西省国土资源厅《关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（陕国土资环发[2017]11号文）要求，采矿权人在申请办理采矿许可证，应当编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，作为实施矿山地质环境保护、治理和监测及土地复垦的技术依据之一。

因此，2020年10月山阳秦金矿业有限公司委托商洛西北有色七一三总队有限公司承担《山阳县刘家峡金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《方案》）的编制工作。

二、编制目的、任务

编制目的：

- （1）为矿山实施矿山地质环境保护与土地复垦工程提供技术依据；
- （2）为矿山掌握本矿山地质环境问题发育现状和发展趋势进行调查及预测分析，建立、健全矿山地质环境保护与土地复垦实施、监测台账；
- （3）为政府建立矿山企业“一矿一档”保护台账、加强矿山企业实施矿山地质环境保护与土地复垦监管提供技术依据；
- （4）为矿山计提、存储和使用矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提供参考；
- （5）为落实矿山地质环境保护责任、减少矿业开发带来的矿山地质环境负效应、保护矿区及周边居民生命财产安全、有效保护矿区土地资源、避免新问题遗留成为老问题提供工作方案。

主要任务：

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

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

（3）查明矿山工程区现状地质灾害的类型、分布规模、稳定程度、活动特点、主要诱发因素，危害对象、范围及程度；查明评估区地形地貌景观、水资源和土地资源的利用情况。

（4）对矿山工程及影响区的地质环境影响、土地损毁进行现状评估、预测评估。

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

（6）根据工程建设方案及其对地质环境、土地资源影响、破坏程度，分阶段部署必要的地质环境防护工程、土地复垦工程和监测措施，估算工程费用。

三、编制的依据

（一）法律、法规

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

（2）《中华人民共和国环境保护法》（2014年4月24日修订通过，2015年1月1日起施行）；

（3）《中华人民共和国矿产资源法》（主席令第七十四号，1997年1月1日起实施，2009年8月27日第二次修订）；

（4）《中华人民共和国林业法》（2016年7月2日发布，2016年9月1日实施）；

（5）《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014年7月29日第二次修订）；

（6）《地质灾害防治条例》（国务院令 第394号，2004年3月1日起实施）；

（7）《土地复垦条例》（国务院令 第592号，2011年3月5日起实施）；

（8）《矿山地质环境保护规定》（自然资源部令第5号修订，2019年7月24日起实施）；

（9）《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第5号修订，2019年7月24日起实施）；

（10）《国务院关于加强地质灾害防治工作的决定》（国发[2011]20号）；

（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）《中华人民共和国环境影响评价法》（2016年7月2日发布，2016年9月1日实施）；

（13）《中华人民共和国水土保持法》（中华人民共和国主席令第39号，2010年12月25日修订，2011年3月1日实施）；

（14）《陕西省地质灾害防治条例》（陕西省人民代表大会常务委员会公告第十二届第四十八号，2018年1月1日起实施）；

（15）《基本农田保护条例》（国务院令第257号，2011年1月8日修订）；

（16）《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2019年第二次修订，2019年12月1日起实施）；

（17）《陕西省矿产资源管理条例》（2004年8月30日修改通过）；

（18）《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）；

（19）陕西省实施《土地复垦条例》办法（陕西省人民政府令第173号，2013年12月1日起实施）。

（20）《黄金行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0314-2018）

（21）《金属矿山土地复垦工程设计标准》（GB 51411-2020）

（22）《建筑拆除工程安全技术规范》（JGJ 147-2016）

（二）政策性文件

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

（2）国家环境保护总局《关于发布〈矿山生态环境保护与污染防治技术政策〉的通知》（环发[2005]109号）；

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

(4) 国土资源部办公厅《地质环境监测管理办法》(国土资源部令第59号);

(5) 陕西省自然资源厅《关于全面做好2019年度矿山地质环境治理恢复工作的通知》(陕自然资发[2019]15号);

(6) 《关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》(财建[2017]638号), 财政部、国土资源部、环境保护部, 2017年11月6日;

(7) 《陕西省国土资源厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》(陕国土资环发[2017]11号, 2017年2月20日);

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

(9) 《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》, (陕国土资发[2018]92号);

(10) 《陕西省人民政府关于贯彻国务院加强地质灾害防治工作的决定的实施意见》(陕政发[2011]59号);

(11) 《陕西省关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的实施方案》(陕国土资发〔2017〕19号), 陕西省国土资源厅、省发展和改革委员会、省工业和信息化厅、省财政厅、省环境保护厅, 2017年4月;

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

(13) 陕西省国土资源厅《关于加快矿山地质环境治理恢复保证金返还的通知》陕国土资发〔2018〕117号;

(14) 陕西省国土资源厅《关于进一步落实矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法的通知》陕国土资发〔2018〕120号。

(15) 《关于全面做好2019年度矿山地质环境治理恢复工作的通知》(陕自然资发〔2019〕15号);

(16) 陕西省自然资源厅关于印发《陕西省矿山地质环境治理恢复技术要求与验

收办法》的通知, (陕自然资规〔2019〕5号, 2019年12月30日);

(17) 陕西省自然资源厅关于印发《陕西省加强矿山地质环境恢复和综合治理实施方案(2019-2020年)》的函(陕自然资函〔2019〕227号, 2019年11月14日)。

(三) 规范及规程

(1) 《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》(中华人民共和国国土资源部, 2016年12月);

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

(3) 《土地复垦方案编制规程 第1部分: 通则》(TD/T1031.1-2011);

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

(5) 《土地利用现状分类》(GB/T 21010-2017);

(6) 《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准(试行)》(GB15618-2018);

(7) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013);

(8) 《土壤环境监测技术标准》(HJ/T166-2004);

(9) 《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015);

(10) 《地质灾害危险性评估规范》(DZ/T0286-2015);

(11) 《地下水质量标准》(GB/T 14848-2017);

(12) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002);

(13) 《地表水和污水监测技术标准》(HJ/T 91-2002)

(14) 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB 18599-2001);

(15) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996);

(16) 《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T 0221-2006);

(17) 《泥石流灾害防治工程设计规范》(DZ/T 0239-2004);

(18) 《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013);

(19) 《工程岩体分级标准》(GB50218-2014);

(20) 《造林技术规程》(GB/T 15776-2016);

(21) 《岩土工程勘察规范》(GB 50021-2017);

(22) 《矿山土地复垦基础信息调查规程》(TD/T 1049-2016);

(23) 《生产项目土地复垦验收规程》(TD/T 1044-2014)；

(24) 《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》及系列预算定额(陕发改目[2017]1606号)；

(25) 财政部、国土资源部关于印发《土地开发整理项目预算定额标准》的通知(财综[2011]128号, 2011年12月31日)。

(四) 技术资料

1、《陕西省山阳县刘家峡金矿勘探地质报告》，矿产资源储量评审备案证明(陕自然资储备[2019]52号)和评审意见(陕矿产指储评发[2019]56号)；

2、《山阳秦金矿业有限公司山阳县刘家峡金矿矿产资源开发利用方案》审查意见(陕矿评利用函[2021]5号)；

3、陕西省自然资源厅《关于划定山阳县刘家峡金矿矿区范围的批复》(陕自然资矿采划[2020]11号)；

4、陕西省商洛市山阳县土地利用现状图(I49G063034)，2018年变更调查成果；“中村镇土地利用总体规划(2006~2020年)调整完善”，山阳县自然资源局；

5、《山阳县地质灾害防治“十三五”规划(2015-2020年)》(山阳县人民政府, 2016.12)；

6、《商洛土壤》(商洛地区土壤普查办公室编制, 陕西人民出版社, 1981年)；

7、《山阳县刘家峡金矿建设工程环境影响报告书》，陕西中圣环境科技发展有限公司, 2021年3月。

8、现场调查取得的相关资料、环境影响评价的现场监测资料；

9、山阳秦金矿业有限公司山阳县刘家峡金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案编制委托书, 2020年10月。

10、山阳秦金矿业有限公司提供的其它资料。

四、方案适用年限

依据《山阳秦金矿业有限公司山阳县刘家峡金矿矿产资源开发利用方案》工业矿体探明的+控制的+推断的内蕴经济资源量(331+332+333)金矿石量 万吨, 金金属量 平均品位 10^{-6} ; 低品位矿探明的+控制的+推断的内蕴经济资源量(331D+332D+333D)矿石量 万吨, 金金属量 平均品位 10^{-6} 。

设计利用资源储量：矿石量（低品位+工业矿 331+332+333）总矿石量 万吨，金金属量 金平均品位为 。设计资源利用率 80.5%。可采储量：矿石量（低品位+工业矿 331+332+333）总矿石量 万吨，金金属量 kg，金平均品位为 /t。其中：331 级矿石量 万吨，金金属量 kg，金平均品位为 g/t；332 级矿石量 万吨，金金属量 kg，金平均品位为 g/t；333 级矿石量 万吨，金金属量 g，金平均品位为 /t。占保有资源量的 。

矿山服务年限为 18.48 年（本方案按 19 年统计）；矿山基建期 1.0 年，闭坑期为 1.0 年；根据以往秦岭地区土地复垦经验，土地复垦后的管护抚育期为 3.0 年。

因此，本方案服务年限为 24 年，本方案适用年限为 5 年，本方案实施基准日期以自然资源主管部门公告之日算起。

在矿山开采期间，若需扩大开采规模、开采方式、变更矿区范围的，矿山企业重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，并报原方案备案部门审批、备案。若本方案服务年限内矿业权发生变更，则方案涉及的相关责任和义务同时转移至矿业权受让单位。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本方案编制严格按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范（DZ/T0223-2011）》和《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）进行，工作程序详见图 0-1。

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

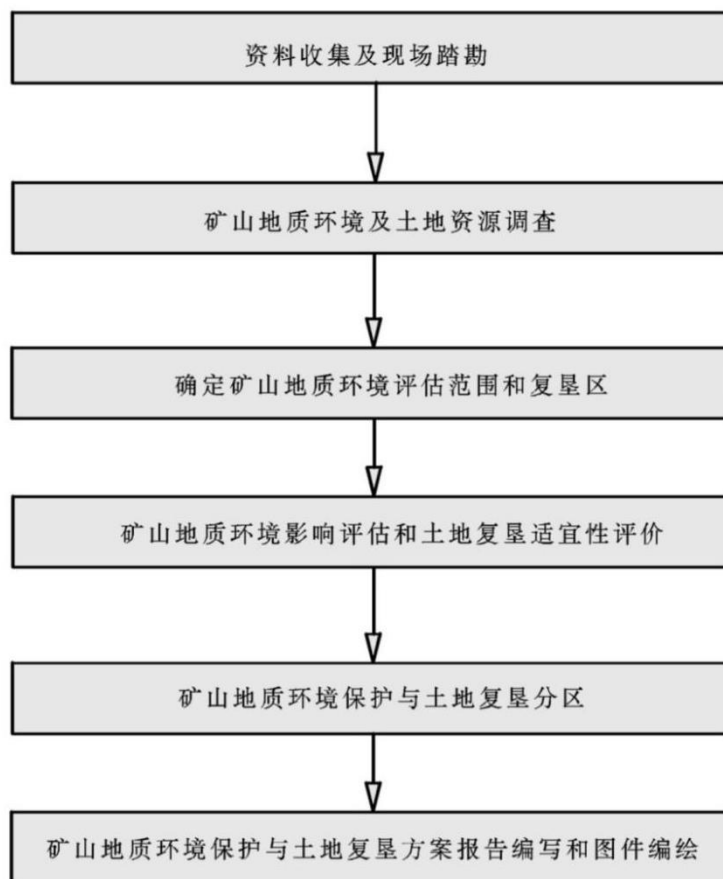


图 0-1 地质环境保护与土地复垦方案编制工作程序框图

（二）工作方法

（1）资料搜集

搜集有关工作区的社会经济、自然地理、区域地质环境、水文气象、矿产勘查、土地利用现状、土地损毁环节、矿山建设开发利用方案和地质灾害调查与区划等基础资料，了解建设工程区的地质环境条件、地质环境问题、建设工程规模等，开展综合研究，初步确定矿山地质环境影响评估的范围、评估级别和调查区范围，明确本次工作的重点，以指导野外调查工作。

（2）野外工作方法

野外调查采用 1:10000 地形图作底图，典型的地貌 GPS 定位，数码拍照、无人机航拍，地质调绘采用线路调查法、环境地质点调查法，采访调查法等方法开展。

①路线调查法：根据调查路线应基本垂直地貌单元、岩层走向、地质构造线走向这一原则，沿柳树沟、阴坡一条沟-阴坡六条沟等布置调查线路，迅速了解区内地形地貌，地质遗迹，土地利用、土壤植被、人类工程活动、地质界线、构造线、岩层产状和不良地质现象，调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水文等情况，编绘工作区地质环

境底图，以便为方案编制提供可靠依据。

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

③公众采访调查法：在项目方案编制之前进行社会公众调查。以采访拟建工程区、地质灾害点附近的居民为主，结合采访矿山企业相关部门负责人，详细了解矿区内地质环境的变化情况、地质灾害的活动现状、土地利用现状及相关建设工程实施现状等，通过发放“公众参与调查表”，充分了解矿区群众的意见，为方案编制提供依据。

（3）室内资料整理

在研究以往资料的基础上，综合分析既有资料和实地调查资料，以《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016 年 12 月）为依据，结合现有《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011），编制了《山阳秦金矿业有限公司山阳县刘家峡金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》及附图。以文、图形式反映各类地质隐患、土地损毁分布及其与地质环境的相互关系，地质环境影响程度及治理分区、土地复垦范围划定，确定矿山地质环境保护、土地复垦及监测工程方案及总体工程部署，编制矿山地质环境保护与土地复垦方案和工程概算。

（三）完成的工作量

2020 年 10 月，我公司接受任务后，即组织专业技术人员于 10 月 18 日～10 月 24 日完成了已有相关资料收集、工作计划制定、工作大纲编写等工作；在熟悉、分析已有资料的基础上，2020 年 10 月 25 日～2020 年 11 月 3 日赴野外进行了矿山地质环境野外实地调查，2020 年 11 月 4 日～2021 年 3 月 1 日进行资料整理和方案编制；2021 年 3 月中旬，方案编制人员赴野外与矿山企业就有关问题进一步进行了沟通交流并进行了补充调查。完成工作量详见表 0-1。

表 0-1 完成工作量统计表

项目	工作项目	单位	完成工程量	备注
调查、评估面积	调查区面积	km ²	3.35	
	评估区面积	km ²	2.41	
	调查路线	km	14.6	
	确定复垦责任面积	km ²	2.27	
资料收集	收集（整理）资料	份	4	矿山开发利用方案、地质勘探报告等
	土地利用现状图	份	1	1: 10000 标准分幅
矿山地质环境现状图	地质调查点	个	25	包括地层岩性、地质构造及其他地质现象
	地形地貌点	个	4	区内主要地貌类型调查
	地质灾害点	个	3	1 个泥石流隐患沟
	植被调查点	个	3	
土地复垦工作调查	土地利用现状调查点	个	8	评估区内所有二级类
	典型土壤剖面测量	个	2	
	公众参与调查访问	份	20	
照片及录像	照片/利用照片	张	95/40	
	拍摄录像	分钟	10	渣堆、典型地形地貌

（四）工作质量综述

本次调查与评估工作严格按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223—2011）、《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》

（TD/T1031.1-2011）、《全国矿山地质环境调查技术要求》和《土地复垦质量控制标准》的要求组织实施。野外调查工作是在广泛搜集评估区地质勘查、地质灾害调查与区划、土地复垦工程等资料的基础上开展的，同时通过走访、座谈等形式广泛征集了当地村民的意见和建议。基础资料均由工程技术人员和矿山企业现场技术人员野外实测或搜集，保证了第一手资料的准确性和可靠性；工作程序、方法、内容和工作程度均满足相关技术规范、规定要求，保障工作质量。

（五）承诺书

1、矿山企业承诺书

（1）对矿山提供的各类原始资料、基础数据负责，确保提供资料无伪造、篡改等虚假内容，对方案结论真实有效性负责。

（2）我单位将严格按照采矿许可证确定的矿区范围开采矿产资源，并按照相关生态环境保护要求做好矿区生态环境保护工作。

（3）依规建立矿山地质环境治理与土地复垦基金专用账户，按时、足额、存储矿山地质环境治理与土地复垦费用，费用不足时应及时追加。

（4）严格按照陕西省自然资源厅审查通过的《山阳秦金矿业有限公司山阳县刘家峡金矿产资源开发利用方案》，履行矿山地质环境治理恢复与土地复垦义务，接受相关政府部门的监督、检查和指导。

（5）如有违反，愿自觉接受相关法律法规规定的判罚。

2、编著单位承诺书

对方案编制的内容、现场调查资料、设计的技术方案的真实性、可靠性负责，承诺方案中绝无伪造、编造、篡改等虚假内容。

第一章 矿山基本情况

一、矿山简介

（一）地理交通位置

地理位置：矿区位于陕西省山阳县东南部 120°方位约 50km 处，行政区隶属中村镇和天竺山镇管辖。矿区探矿权范围，东起柳树沟，西至阳坡三条沟以东，南起茨洼坪，北至小胡岭，其地理坐标：东经 ，北纬

，矿区面积 1.7178km²。

交通位置：矿区交通便利。北东部有 8km 的乡村水泥公路与山（阳）～郭（村）(X308) 三级公路相接，沿郭山公路向西从高坝店镇出/入口进入福(州)～银(川) 高速（G70）公路、山(阳)～柞(水)高速公路，再向北经沪陕高速（G40）可达商洛市；沿郭山公路向西过山阳县城经商山省级公路（S203）可达商洛市，并与 G312 国道相连。矿区距山阳县城 40km，距商洛市 100km；西南铁路从商洛市商州城北侧通过，矿区距西南铁路商洛火车站 105km（见图 1-1）。

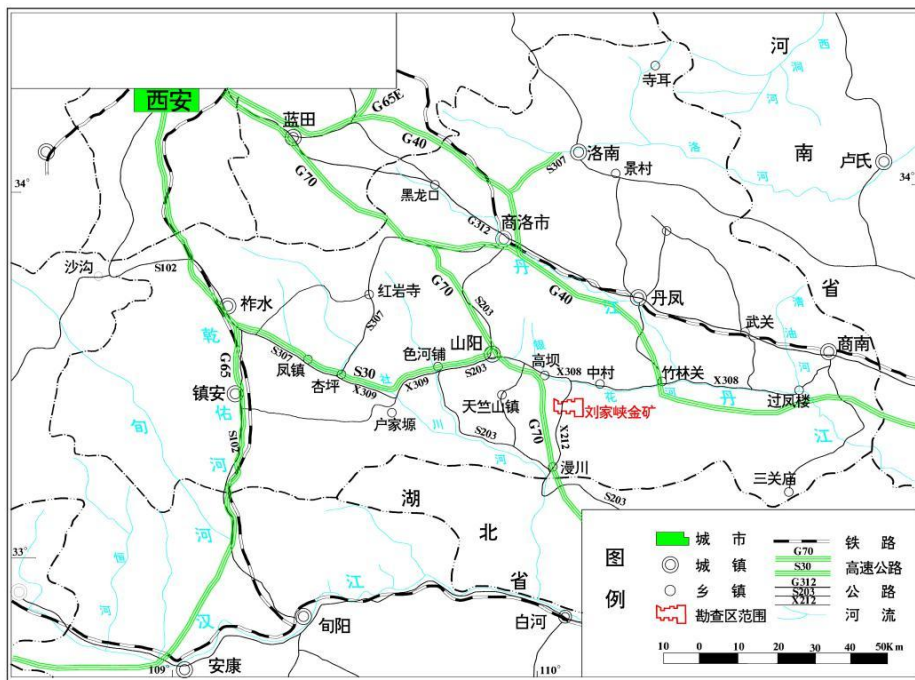


图 1-1 矿区交通位置图

（二）矿山企业基本情况

山阳秦金矿业有限公司，于 2008 年 10 月在陕西省注册成立，注册资金 2000 万

元，公司位于山阳县东南部中村镇回龙寺村。

刘家峡金矿为新建矿山，前期一直在进行探矿工作，未进行任何开采。

山阳秦金矿业有限公司目前有两个矿权，分别是山阳县苏岭沟银矿采矿权和陕西省山阳县刘家峡金矿勘探（保留）探矿权。目前苏岭沟银矿采矿权范围内I-3号金矿体正在开采，并且配套有200t/d处理能力的选矿厂及尾矿库，苏岭沟银矿采矿权范围内K6-1号金矿体正在基建，目前未投产。

本次“方案”设计开采矿体为刘家峡金矿探矿权范围内主矿体K4-1和K4-3号金矿体。开发利用方案中设计刘家峡金矿采出矿石拟进入企业现有选厂（苏岭沟银矿）进行处理，尾矿库继续利用现有尾矿库（苏岭沟银矿），苏岭沟银矿I-3号金矿体采出矿石出售至郧西县长源有色金属选矿厂进行处理。

二、矿区范围及拐点坐标

1、矿权设置

划定矿区范围由11个拐点圈定，矿区面积1.7178km²，开采矿种为金矿，开采标高1422m至830m。其矿区由11个拐点圈定（见图1-2），各拐点坐标见表1-1。

表 1-1 划定矿区范围拐点坐标（给定）

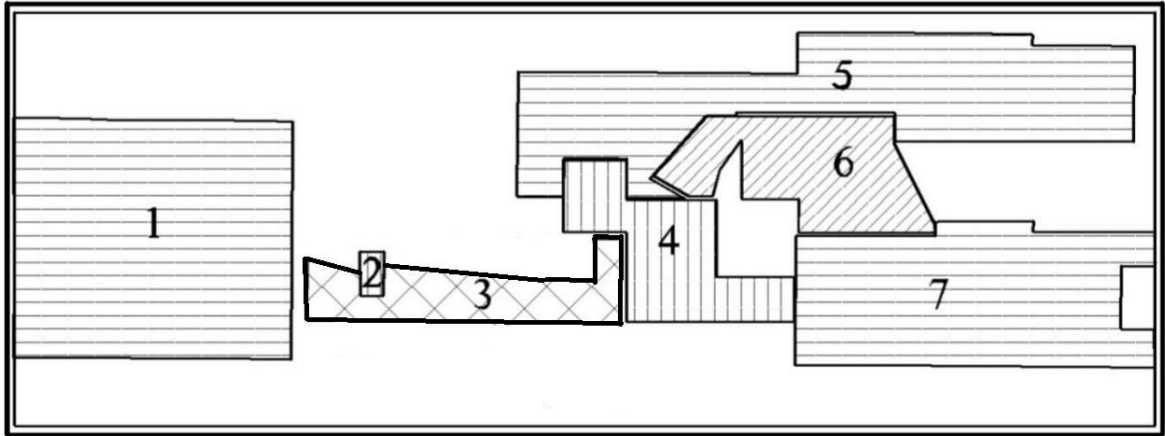
拐点号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y
1		
2		
3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		
11		

2、周边矿权设置情况

该矿权西邻陕西省山阳县大板仓沟一带银(多金属)矿普查区探矿权，北部为山阳县石峡石料厂采矿权，南边暂无矿权设置；东接山阳秦金矿业有限公司苏岭沟银矿采矿权，再向东为陕西省山阳县夏家店金钒矿东部详查区探矿权，东北部有山阳秦鼎矿

业有限责任公司夏家店金矿采矿权和陕西省山阳县夏家店金钨矿西部详查区探矿权。周边矿权设置见图 1-2。

本矿权与周边矿权无重叠，区内无其它矿权设置，矿权无纠纷，无乱挖乱采现象。



1、山阳县大阪仓沟一带银(多金属)矿普查探矿权，2、山阳县石碛石料厂采矿权，3、山阳县刘家峡金矿划定矿区范围，4、山阳县苏岭沟银矿采矿权，5、山阳县夏家店金钨矿西部详查探矿权，6、山阳县夏家店金矿采矿权，7、山阳县夏家店金钨矿东部详查探矿权。

图 1-2 矿山周边矿权设置示意图

三、矿山开发利用方案概述

2020 年 11 月山阳秦金矿业有限公司委托咸阳致诚矿化安全技术有限公司编制了《山阳县刘家峡金矿矿产资源开发利用方案》，并于 2021 年 2 月通过陕西省矿产资源调查评审中心评审（陕矿评利用函 [2021]5 号）。具体内容简述如下：

（一）矿山基本情况

依据划定矿区范围批复，划定矿区范围由 11 个拐点圈定，矿区面积 1.7178km²，开采矿种为金矿，开采标高 1422m 至 830m。矿区范围周边 500m 范围内无国防工事、自然风景区、重要水源地、名胜古迹等重要设施。矿区周边 1000m 范围内无省级以上主干公路。矿山开采标高 1422m 至 830m，属于《陕西省秦岭生态环境保护条例》要求 1500m 以下区域，其开采符合陕西省矿产资源总体规划要求，不属于秦岭保护区核心保护区和重点保护区。

(二) 矿山资源量及设计利用资源量

1、矿山资源储量

依据《陕西省山阳县刘家峡金矿勘探地质报告》（陕自然资储备〔2019〕52号），基准日为2019年8月13日，工业矿体探明的+控制的+推断的内蕴经济资源量(331+332+333)金矿石量 万吨，金金属量 g，平均品位 10^{-6} ；低品位矿探明的+控制的+推断的内蕴经济资源量(331D+332D+333D)矿石量 万吨，金金属量 平均品位 10^{-6} 。

2、设计利用资源储量、可采储量

依据《山阳秦金矿业有限公司刘家峡金矿矿产资源开发利用方案》。

设计利用资源储量：矿石量（低品位+工业矿 331+332+333）总矿石量 万吨，金金属量 g，金平均品位为 /t。其中：331级矿石量 万吨，金金属量 g，金平均品位为 g/t；332级矿石量 万吨，金金属量 g，金平均品位为 g/t；333级矿石量 万吨，金金属量 kg，金平均品位为 g/t。设计资源利用率 %。

可采储量：矿石量（低品位+工业矿 331+332+333）总矿石量 万吨，金金属量 kg，金平均品位为 g/t。其中：331级矿石量 万吨，金金属量 g，金平均品位为 g/t；332级矿石量 万吨，金金属量 g，金平均品位为 g/t；333级矿石量 万吨，金金属量 kg，金平均品位为 g/t。占保有资源量的 %。

(三) 建设规模、服务年限及产品方案

1、建设规模：矿山生产规模为6万吨/年，服务年限18.48年，基建期为1年。

2、产品方案：金精矿和合质金。

刘家峡金矿仅进行矿石开采，开发利用方案中设计刘家峡金矿采出矿石拟进入企业现有选厂（苏岭沟银矿选厂）进行处理，尾矿库继续利用现有尾矿库（苏岭沟银矿尾矿库）。

(四) 开采方式及开拓方式

1、开采对象及开采方式

开采对象：划定矿区范围内评审备案的K4-1和K4-3号矿体。

开采方式：地下开采。

2、开拓运输方案

该企业（山阳秦金矿业有限公司）目前开采的苏岭沟银矿采矿权范围内的I-3号金矿体位于刘家峡金矿 K4-1 号主矿体东北 830m，I-3 号矿体采用平硐—盲斜井开拓系统，主平硐标高 1005m。主平硐开口位于苏峪沟，I-3 号金矿体 71 勘探线附近。1005 主平硐坑口设有矿石及废石转运堆场，矿石由汽车运输至现有金选厂加工处理，废石由汽车运走综合利用。

开发利用方案设计开采的 K4-1 号和 K4-3 号金矿体相距较近，采用同一开拓系统开采（开拓系统见图 1-3）。开拓运输系统主平硐设置在 1005m 标高，利用苏岭沟银矿矿山现有的I-3 号金矿体主平硐运输矿石。

1160m 中段及以上各中段：采用平硐+溜井开拓运输系统，采出矿石和掘进废石通过 1#矿（废）石溜井下放到苏岭沟银矿 1160m 中段后，再与 1160m 中段采出矿石和掘进废石一起通过 2#矿（废）石溜井下放苏岭沟 1005m 主平硐，最后由主平硐运出地表。

基建期副产矿石量由 1160m 中段平硐口运出地表，再由汽车转运至选厂。

1160m 以下中段：采用平硐+溜井+辅助斜井开拓。矿石及废石运输至 2#矿（废）石溜井下放至 1005m 主平硐，最后由主平硐运出地表。

从上至下依次为 1280m 中段、1240m 中段、1200m 中段、1160m 中段、1110m 中段、1060m 中段、1005m 中段。

（五）矿床开采

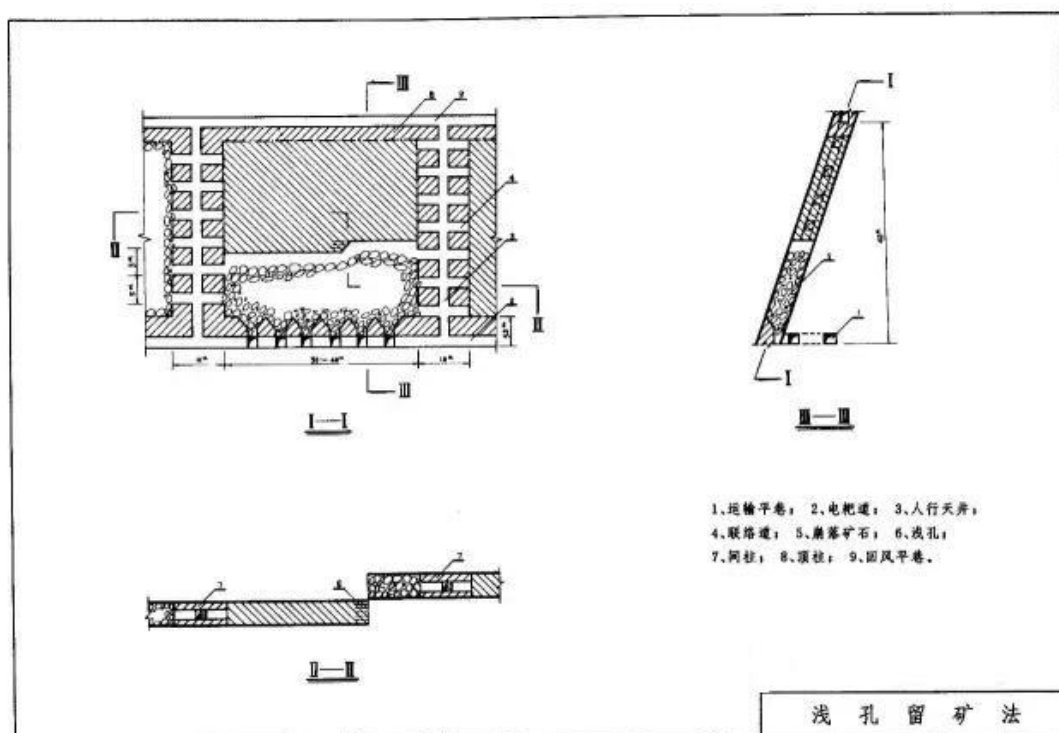
1、回采顺序和首采地段

根据矿区地形地貌和矿体赋存特征，生产时，总体上采用自上而下的开采顺序，在同一个中段内，采用由回风井侧向坑口方向的后退式回采顺序，即先回采 K4-3 矿体，再回采 K4-1 矿体。

依据“开发利用方案”，1280m 中段（K4-1 号矿体）作为矿山的首采中段。

2、采矿方法

依据“开发利用方案”，由于设计利用矿体倾角较大，矿体属于薄矿体或者中厚矿体，推荐采用浅孔留矿法（矿体厚度 $\leq 5\text{m}$ 矿段）和分段空场法（矿体厚度 $> 5\text{m}$ 矿



段)两种采矿方法,设计出矿块度 $\leq 300\text{mm}$,浅孔留矿法和分段空场法两种采矿方法的比例分别为40%和60%。

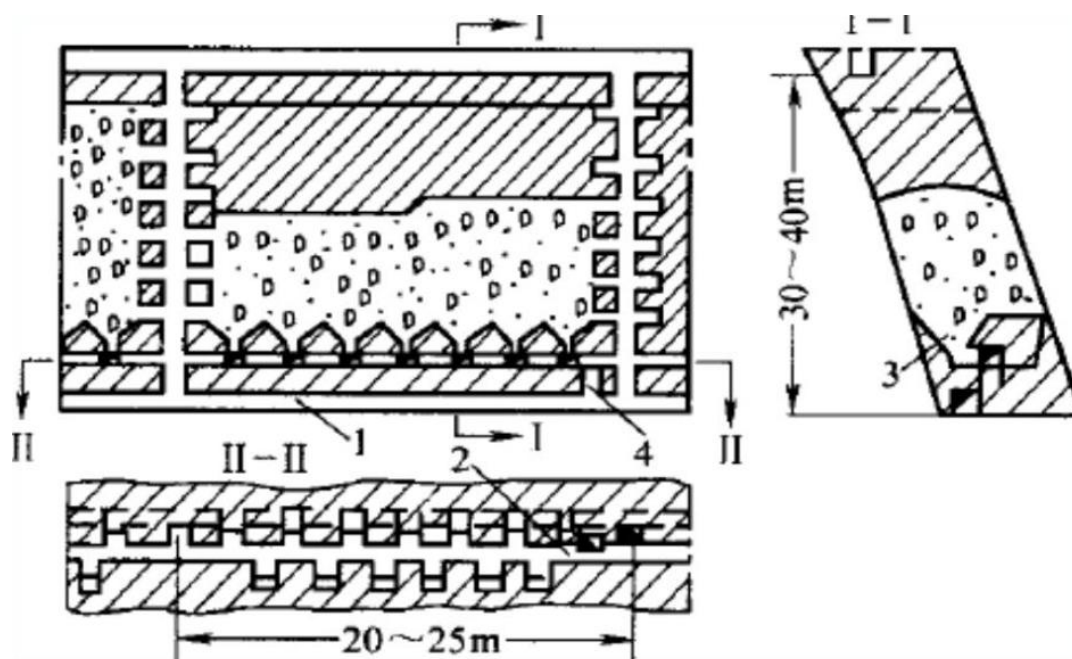


图1-3 浅孔留矿法和分段空场法采矿方法图

3、地表岩石移动范围

依据《山阳秦金矿业有限公司刘家峡金矿矿产资源开发利用方案》，矿山开采规模小，矿体属于急倾斜薄至中厚矿体，矿山开采形成的采空区空间较小，因此，采矿对岩石稳固性影响较小，工程地质条件不会有较大改变。根据该矿矿岩性质，参照类比同类矿山实际经验，选定矿体上下盘及侧翼岩石移动角参数如下：矿体下盘岩石移动角取矿体倾角；矿体上盘岩石移动角 60° ；矿体侧翼岩石移动角 70° 。据此圈定出矿床开采时每个中段移动带的范围（见附图3）。

4、矿山给排水系统

（1）矿山给水

矿区内苏岭沟、柳树沟、七蓬沟、六条沟泉水长年流水，水质经检测合格，可作为生产生活用水。地表水流量季节性很强，旱季水资源相对贫乏，工业用水需从七蓬沟输入，可以满足矿山生产生活需要。

（2）矿山排水

1280m、1240m、1200m、1160m 和 1005m 五个中段均可直接出地表，采用自流排水，在各中段人行道侧设置水沟，水沟坡度 $3\sim 5\text{‰}$ ，坑口设置沉淀池，生产废水及井下涌水沿各中段水沟自流排放至坑口设置的沉淀池，进行沉淀及简单的处理后，作为矿山生产用水回用，多余部分接入选厂回水系统。

1110m、1060m 两个中段的废水及井下涌水通过泄水孔排至 1005m 中段后与 1005m 中段生产废水及井下涌水一起自流排放至 1005m 中段坑口设置的沉淀池，进行沉淀及简单的处理后，作为矿山生产用水回用，多余部分接入选厂回水系统。

各中段运输巷道修建排水沟，平巷水沟坡度 $3\sim 5\text{‰}$ ，排水沟断面为矩形，宽 300mm，深 300mm，断面积 0.09m^2 ，可满足坑内涌水量排泄。井下排水汇集于坑口设置的沉淀池，进行处理，检测达到标准后排出。

5、矿坑涌水、废石综合利用(处理)方案

矿山井下排水采用自流排水。矿山生产时产生的生产废水和坑道涌水，主要污染物为矿石粉末悬浮物，不含有害物质。该部分废水沿各中段人行道侧水沟自流排出地表，汇集于坑口的沉淀池进行沉淀及环保处理达标后，一部分（60%）作为采矿生产用水循环使用，另一部分（40%）用于厂区绿化降尘。废水利用率达到 100%。

矿山生产期内年产生废石仅 4000m³，生产废石均用于井下采空区充填，基建期废石通过修筑矿区内部道路、周边村镇基础建设进行综合利用。

开发利用方案执行情况说明：

为满足矿山探矿的要求，矿山大部分基建已完成，其中包括：1240m 中段、1200m 中段、1160m 中段；未完成包括：1#、2#矿废石溜井、采切工程等。

K4-1、K4-3开拓系统总投影图

比例尺: 1: 1000

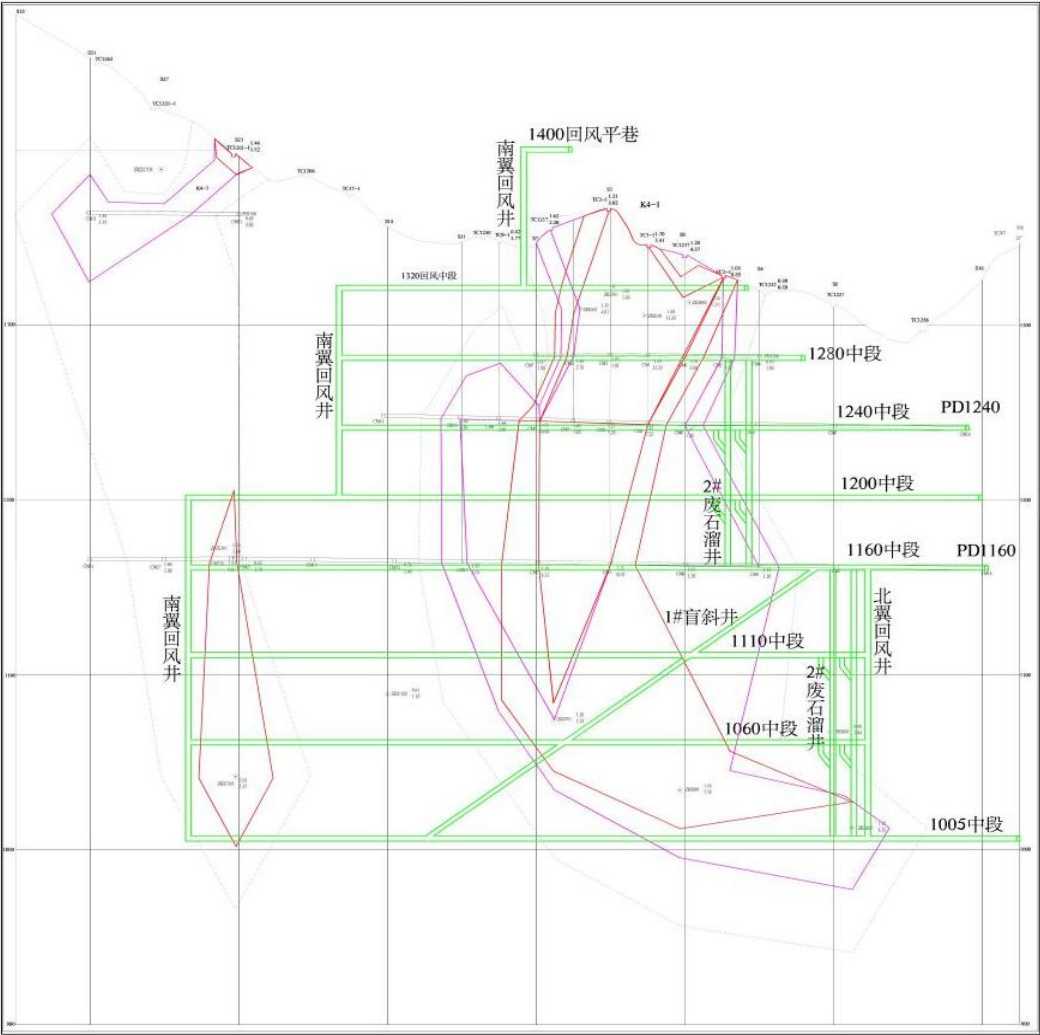


图 例

-  剖面线位置及编号
-  坑道位置及编号
-  见矿钻孔位置及编号
-  工程号
-  金平均品位(10^{-6})
-  视水平厚度(m) (工业品位)
-  Au331资源量估算范围及块段编号
-  Au32资源量估算范围及块段编号
-  Au333资源量估算范围及块段编号
-  低品位矿体
-  工业品位矿体
-  基建工程
-  拟建工程

图 1-4 开拓系统纵投影图

（五）矿山地面工程布局

刘家峡金矿和苏岭沟银矿隶属于山阳秦金矿业有限公司，刘家峡矿山规模小，苏岭沟银矿目前正在开采I-3号金矿体，矿山生活福利设施齐全，依据开发利用方案刘家峡金矿继续利用苏岭沟现有生活福利设施（矿部及生活区、选矿工业场地、尾矿库、炸药库、矿山道路、1005主平硐坑口矿石及废石转运堆场），不再新建。矿石运出地表后再由汽车转运至现有选矿厂加工处理，不再新建选矿厂。矿山爆破器材库继续利用苏岭沟银矿已有设施，不再新建。矿山废石充填采空区，矿山不设废石场。矿山后期无拟建工程。

探矿硐口：矿山前期探矿过程中形成的硐口有PD1360、PD1280、PD1240、PD1200，硐口主要以挖损为主，硐口留作后续采矿活动使用。

刘家峡金矿探矿过程中形成的3处渣堆及4处探矿硐PD1360、PD1280、PD1240、PD1200坑口周围及渣堆下方沟谷处设置防洪沟及排水涵洞。

（1）探矿硐口：矿山前期探矿过程中形成的硐口有PD1360、PD1280、PD1240、PD1200，硐口主要以挖损为主，硐口留作后续采矿活动使用(见照片1-1)。

（2）排水涵洞：探矿过程中，在PD1280、PD1240和PD1200渣堆下方沟谷处已建有排水涵洞(见照片1-2)。



照片 1-1 PD1240 硐口（镜像 290°）



照片 1-2 排水涵洞（镜像 260°）

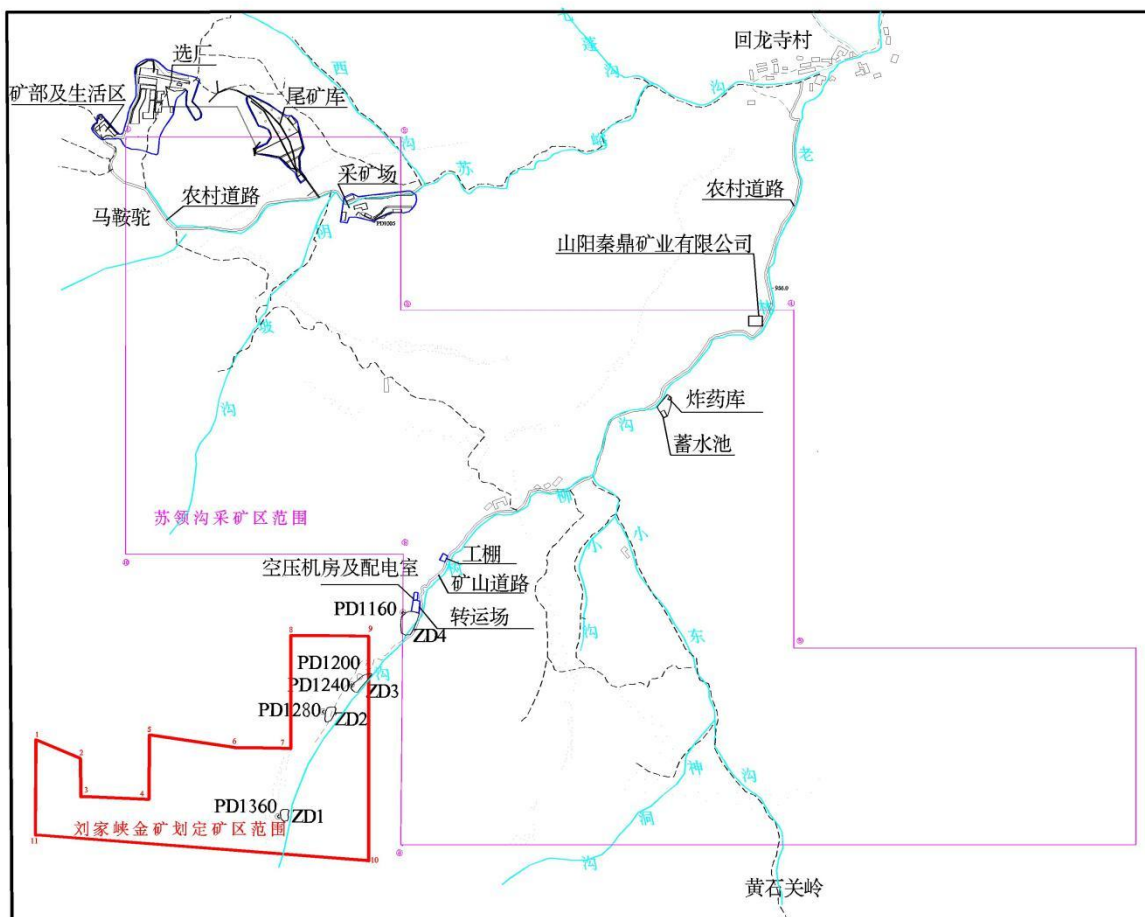


图 1-5 刘家峡金矿工程分布图

四、矿山开采历史及现状

(一) 矿山开采历史

山阳县刘家峡金矿位于苏岭沟银矿采矿权西段，该探矿先后经过多次次延续、变更，2020 年 9 月秦金矿业有限公司取得了山阳县刘家峡金矿划定矿区范围批复。2020 年 11 月，山阳秦金矿业有限公司委托咸阳致诚矿化安全技术有限公司编制了《山阳秦金矿业有限公司刘家峡金矿矿产资源开发利用方案》，该方案通过陕西省矿产资源调查评审中心的评审并取得了审查意见报告（陕矿评利用函[2021]5 号）。未进行任何开采活动。

(二) 矿山生产现状

矿山自取得探矿权和划定矿区范围以来，前期只进行了一些探矿活动，未进行开采，地面工程（选厂、办公区、调度室、炸药库、矿山道路、废石转运堆场等）利用苏岭沟现有生活福利设施，不再新建。探矿过程中形成了四个探矿平硐口

（PD1360、PD1280、PD1240、PD1200）、三个探矿渣堆（ZD1、ZD2、ZD3）。部采切工程、1#、2#矿废石溜井将在基建期完成。基建期结束后，为了尽快达产并回收基建投资，将 1280m 中段（K4-1 号矿体）作为矿山近期开采区域。生产时，采用浅孔留矿法和分段空场法两种采矿方法采用自上而下的开采顺序，在同一个中段内，采用由回风井侧向坑口方向的后退式回采顺序，即先回采 K4-3 矿体，再回采 K4-1 矿体。

表 3-3 刘家峡金矿矿床工业矿资源储量估算结果汇总表

第二章 矿区基础信息

一、矿区自然地理

(一)气象

根据山阳县气象局所提供的气象资料（2021年5月收集）显示，本区属北亚热带季风性半湿润山地气候，光照适中，雨量充足，气候温和，四季分明。冬夏长、春秋短，雨热同季。年平均气温13℃，7月份最热，平均气温25.4℃；1月份最冷，平均气温0.4℃。日极端最高气温39.8℃，日极端最低气温-14.5℃；气温垂直分布差异大，绝对高度每升高100m，温度降低0.6℃。最早冻土日期为11月18日，最终解冻日期为4月3日，最大冻土深度17cm。无霜期195~214天。年蒸发量880mm，最大蒸发量出现在6月至8月，干燥度1.24。冬季盛行偏北风，夏季盛行东南风，5~7级大风和8级狂风时有发生。

山阳县年平均降水量709mm，最大降水量1131.8mm(1964年)，最小降水量473.2mm（1978年）。矿区位于县域的东南部山区，降水量相对较为丰富。山阳县年内降水的季节性变化较为明显，夏秋两季降水量多，冬春少。降水量最多的月份在7~9月，占全年的49%。暴雨、连阴雨是引发地质灾害的重要因素。山阳县是暴雨集中区，年均出现暴雨1.5次，暴雨6—8月出现频次最高，最大日降水量104.0mm。山阳县连阴雨一般在4—10月出现，以9—10月最为集中，最长降雨天数15天。

降水量年内分配不均，月内分布不均（图2-1），其中5~10月是区内主要降水期，7~9月份为多雨季节（图2-2），占全年降水量的50%以上，多呈暴雨形式出现。雨季是地质灾害的高发期。如1987年6月5日，山阳县东部普降暴雨，河水暴涨，山洪暴发，共发生滑坡、崩塌、泥石流等各类地质灾害3600处，20.98万人受灾，70人死亡，4955间房屋倒塌，直接经济损失达5656万元。

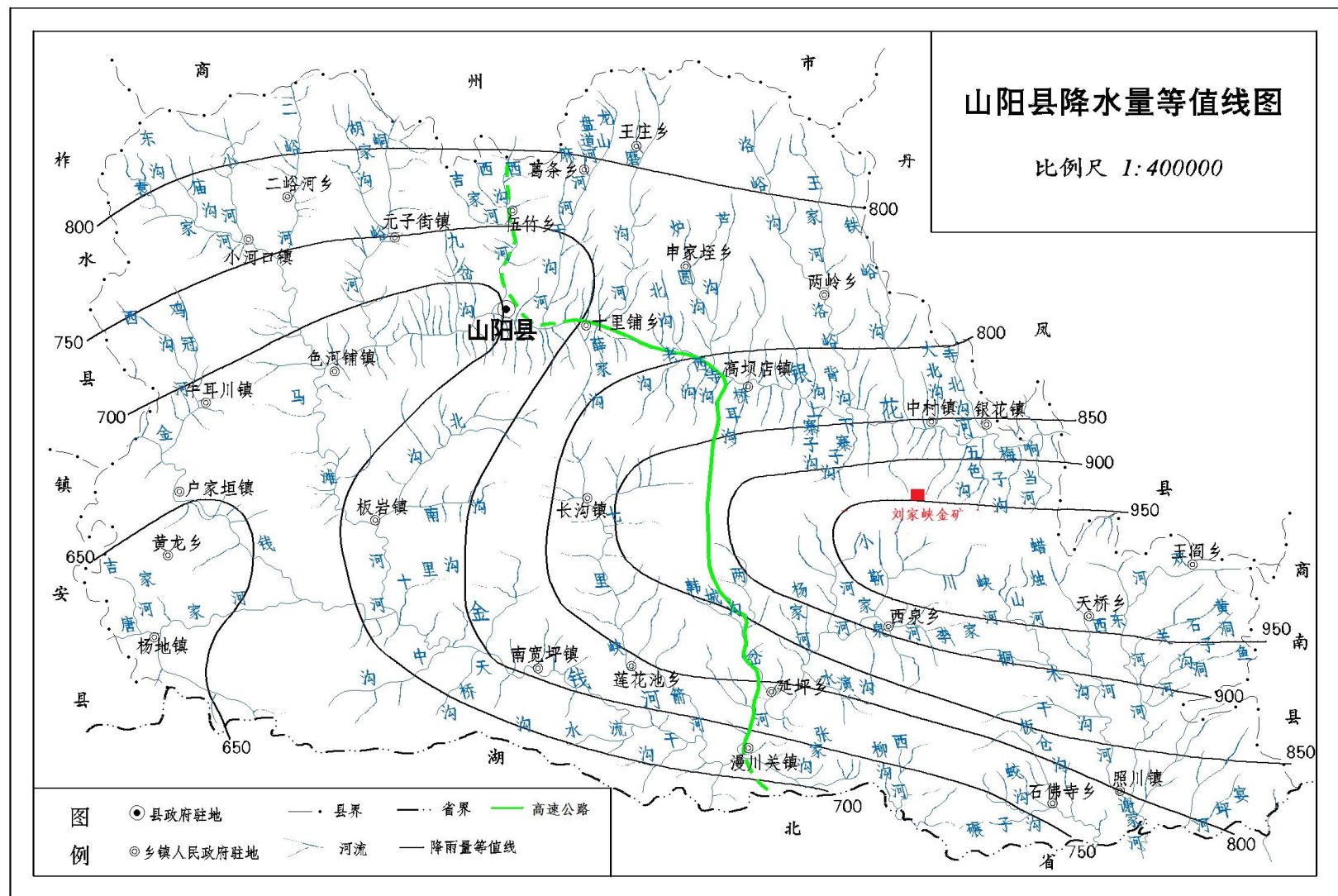


图 2-1 山阳县降水量等值线图

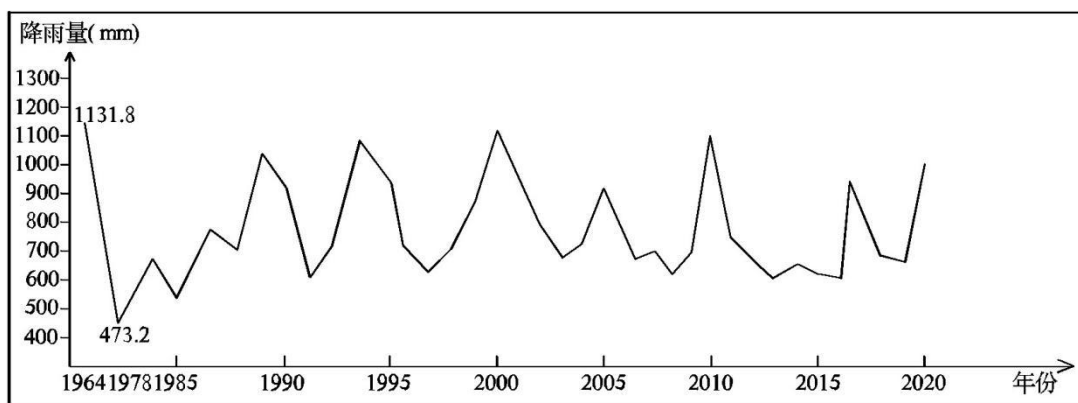


图 2-2 山阳县历年降水量历史曲线图（1964~2020）

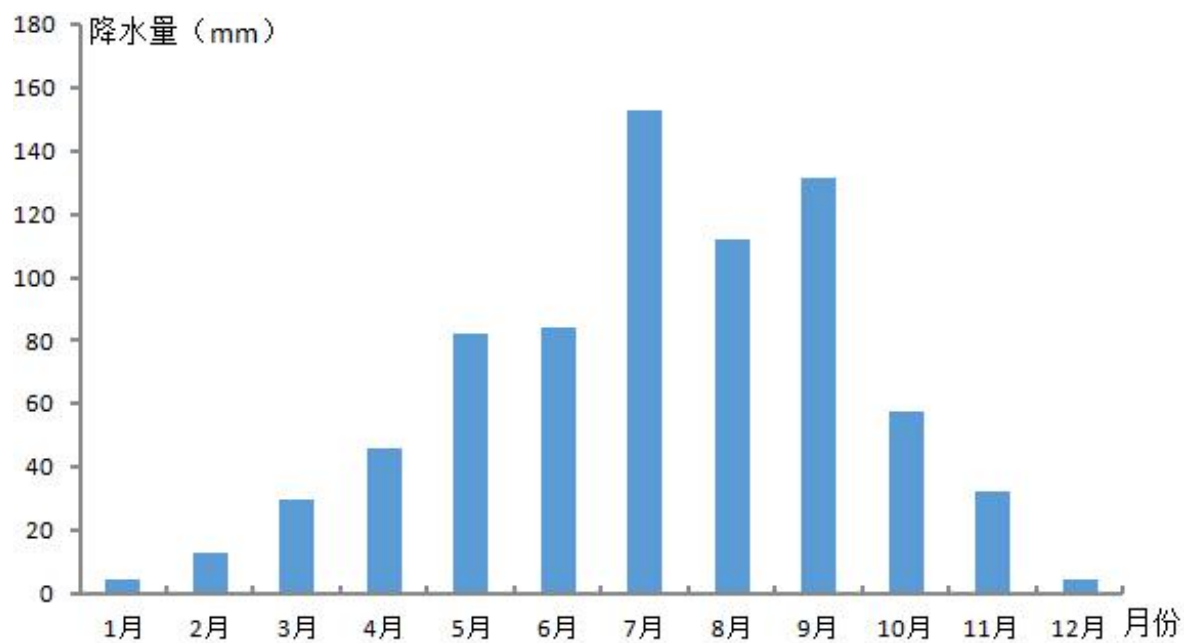


图 2-3 山阳县历年月平均降水量柱状图

(二)水文

工作区内主要河流为苏峪河、蚰蜒峡河。苏峪河属于丹江水系，次级水系较发育，沟谷多呈南北向，如紫草沟、崖屋沟、烟囱沟等流量较小，由南向北流入苏峪河，并随季节变化，旱季大多断流。蚰蜒峡河自东向西转向南经泉河-金钱河汇入汉江，属长江水系汉江支流。矿区内苏峪河最低排泄标高 930m。长年水流不断，并经银花河汇入丹江河，流量随季节而变化，年流量 1195×10^4 立方米。基本可满足区域工业用水及居民用水需求。（图 2-4）。

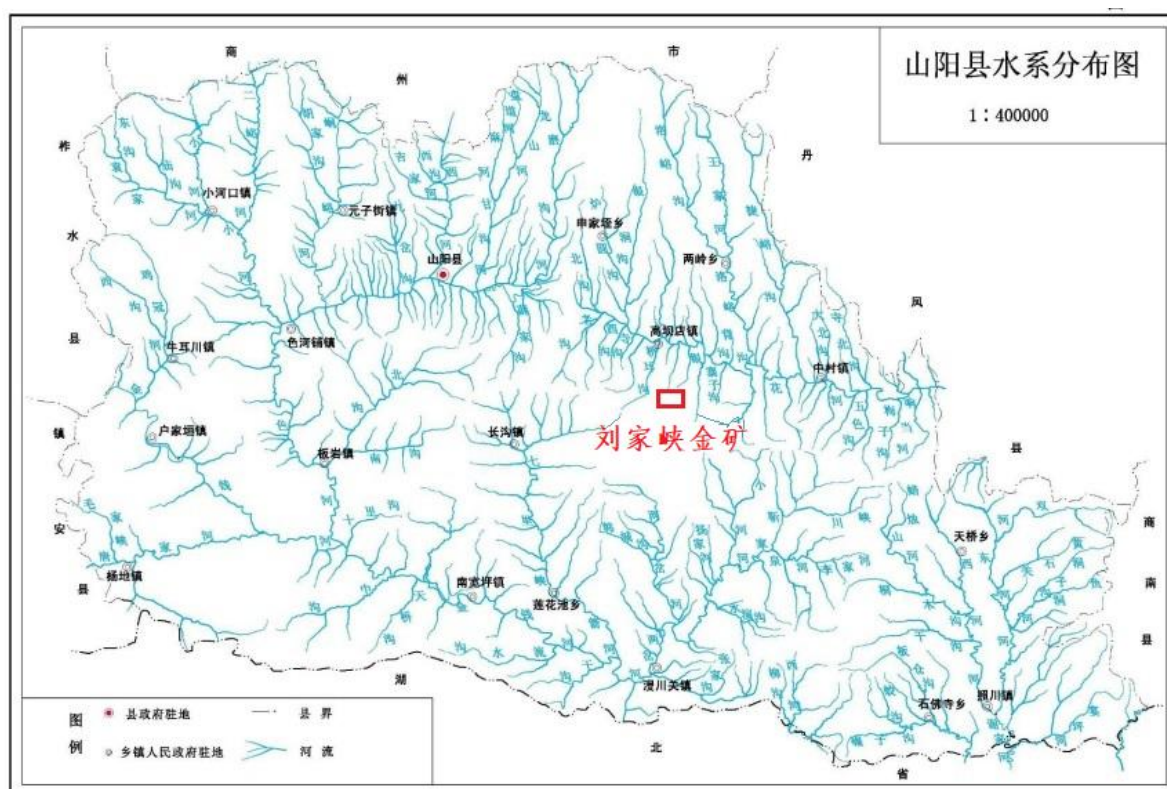


图 2-4 矿山及其周边山阳县区域水系分布图

矿山主要位于苏峪沟河支流老林沟，老林沟雨季最大流量 $2.16 \text{ 万}^3/\text{d}$ ，旱季流量一般小于 $980 \text{ m}^3/\text{d}$ （如图 2-5 所示）。（如图 2-5 所示），评估区内河流最低点位于柳树沟与小东沟交汇处，高程 1032m，长年水流不断，水量较小。

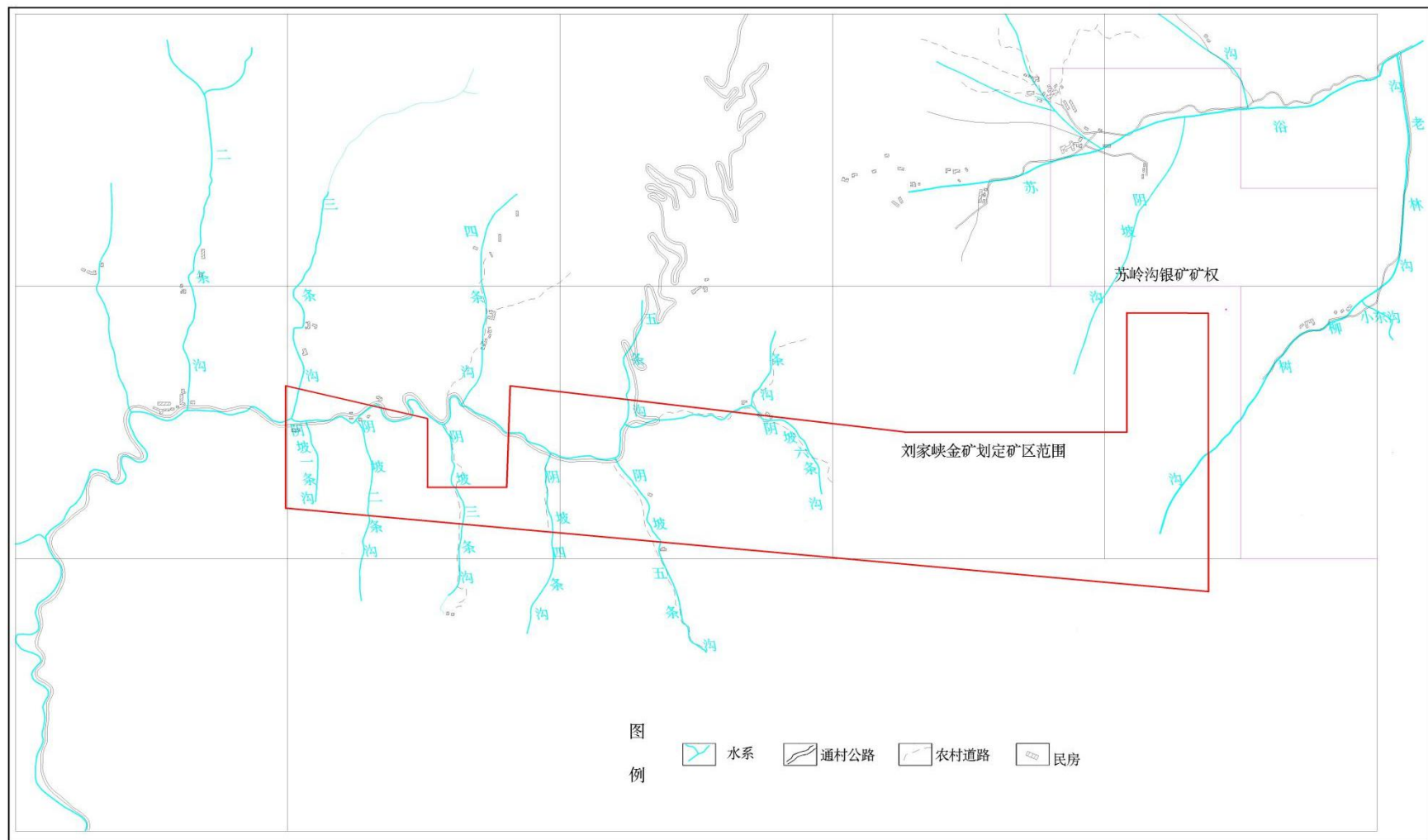


图 2-5 刘家峡金矿矿区水系分布图

(三) 地形地貌

勘查区地处秦岭南麓，属山地地貌、中山地形（见照片 2-1），总体地形南高北低，山势陡峭，悬崖峭壁多，河谷深切。植被发育较好，第四系在阴坡覆盖较厚，阳坡覆盖较薄。勘查区范围内最大标高为东部南侧的小天竺山，海拔高度 1631.58m，最低为西部的阳坡三条沟口，海拔高度 835.63m。一般海拔高度在 1000-1380 余 m，相对高差 200-685m。评估区局部地段山大沟深，海拔在 1100-1400m，相对高差在 100-200 余 m。



照 2-1 山地地貌（航拍）

(四) 植被

矿区植被繁茂，包括天然植被和人工植被，其中 90%以上属天然林覆盖区。天然植被分布（照片 2-2）群落以温带落叶阔叶混交林（照片 2-3）、针阔混交林为主。植被类型有针叶林、阔叶林、混交林、灌丛、草丛五类，以阔叶林为主，占比约 79.25%，其次是混交林 9.2%，针叶林 3.2%，草丛 0.05%，灌丛 8.3%。天然林高覆盖度（郁闭度）覆盖面积较大，主要分布于山坡和山顶地段，郁闭度 0.8 以上区域占矿区总面积的 75%。



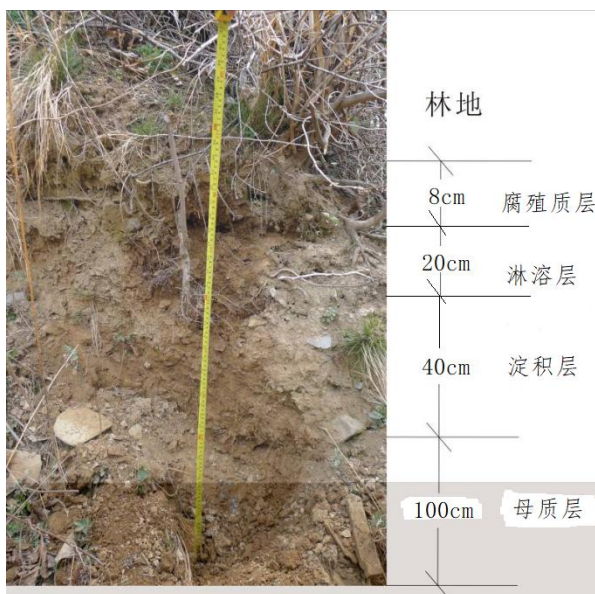
天然林主要有油松、华山松、白皮松、马尾松、白桦树、侧柏、栎类、漆树、椴木、刺楸、槐树、杨类、阔杂类等；经济树种有核桃、板栗、毛桃、山杏等；灌木有胡枝子、连翘、蔷薇、胡颓子、榛子等；草本植物有蕨类、蒿类、羊胡子草、莎草、苔藓、野菊花等。主要野生药材资源有党参、连翘、薯蓣、五味子、金银花、细辛、猪苓、黄柏、秦皮、柴胡、茯苓等。

人工植被主要分布在马鞍驼、阴坡沟、柳树沟下游地段，主要为耕地和园地，种植作物有玉米（照片 2-4）、小麦、土豆、蔬菜、核桃树、板栗树（照片 2-5）等。

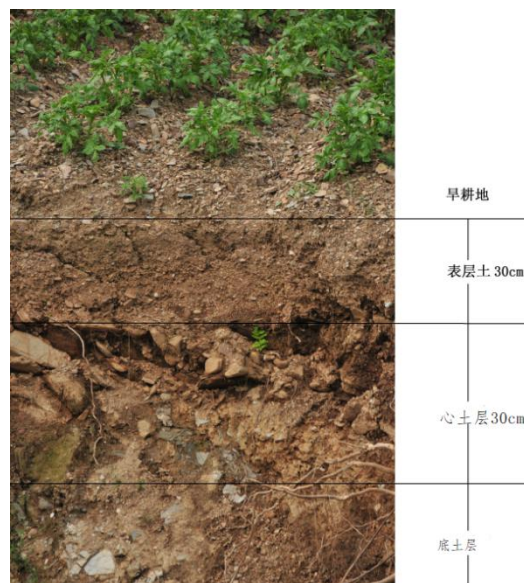
（五）土壤

矿区土壤包括黄棕壤及冲洪积新积土。

黄棕壤：主要分布在海拔 900~1400m 的山坡地带，以残坡积物为主，成土母质为基岩，土壤质地为多砾砂壤土，结构疏松（照片 2-6、7），抗冲蚀能力差。该类土壤在斜坡坡顶、坡脚和缓坡部位一般较厚，厚 1.0~5.0m；在斜坡中部及陡坡段较薄，一般 0.2~0.5m。腐殖质层厚约 15~20cm，有机质含量平均为 2.36%，全氮 0.091%，碱解氮 83.0ppm，速效磷 112.0ppm，速效钾 123ppm，pH 值为 7.0 左右。



照 2-6 林地土壤剖面



照 2-7 旱地土壤剖面

新积土：多为冲洪积物，主要由含碎石土层、砾、砂等组成，分布在苏岭沟、老林沟、柳树沟沟道内，砾石多，土层薄，土质结构疏松，抗冲蚀性差。土层厚度一般 0.5~4.0m，腐殖质层厚约 20~30cm。有机质含量约为 3.87%、全氮 0.096%、碱解氮 75.0 ppm、速效磷 126.0 ppm、速效钾 105 ppm、pH 值为 7.0 左右，主要植被为农作物。



照片 2-8 尾矿库林地土壤剖面

（六）地质遗迹、人文景观、自然保护区及旅游景点区

经调查，矿区范围周边 500m 范围内无国防工事、自然风景区、基本农田、重要水源地、名胜古迹等重要设施。矿区周边 1000m 范围内无省级以上主干公路。矿山开采标高 1422m 至 830m，属于《陕西省秦岭生态环境保护条例》要求 1500m 以下区域，其开采符合陕西省矿产资源总体规划要求，不属于秦岭保护区核心保护区和重点保护区。

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

矿区内出露地层主要为泥盆系，其次为少量的志留系和奥陶系地层。由老到新为：

1、奥陶系(O)

呈构造窗小面积出露于矿区北东边部，为一套浅海—潮坪相镁质碳酸盐岩-泥质岩夹碳酸盐岩沉积。与泥盆系地层呈平行不整合或角度不整合接触关系。根据岩性特征划分为：下奥陶统水田河组(O_1s)岩性为浅灰-灰白色中厚层微晶白云岩，含燧石条带及结核白云岩、浅灰白色白云岩、角砾状或砾屑白云岩、吊床沟组(O_1d)岩性为黄褐色-深灰色千枚岩、浅灰色绢云母千枚岩、薄层灰岩、细晶灰岩。

2、志留系(S)

分布于矿区区的南部，矿区内仅出露志留系下统(S_1)第三岩性段(S_1^3)岩性主要为灰、深灰色绢云母板岩夹含炭质绢云母板岩和第四岩性段(S_1^4)岩性主要为浅灰色薄层粉砂质板岩、灰~深灰色绢云母板岩、灰色绢云母千枚岩、浅灰绿色绿泥绢云千枚岩，局部为水云母粘土岩夹硅质岩及灰岩透镜体。地层倒转倾向北，与北部的泥盆系地层呈平行不整合接触关系，局部呈断层接触关系。

3、泥盆系(D)

为矿区主要出露的地层，是金矿体的赋存地层。出露下泥盆统西岔河组(D_{1x})和下泥盆统公馆组(D_{1g})，岩性为粗碎屑岩、碎屑岩和碳酸盐岩夹少许泥质岩建造，并具海陆交互沉积特点。该地层与南部的志留系地层呈平行不整合接触关系，局部呈断层接触关系，与东北部奥陶系地层呈平行不整合接触或角度不整合接触关系。

刘家峡金矿 S1 勘探线剖面图

1:1000

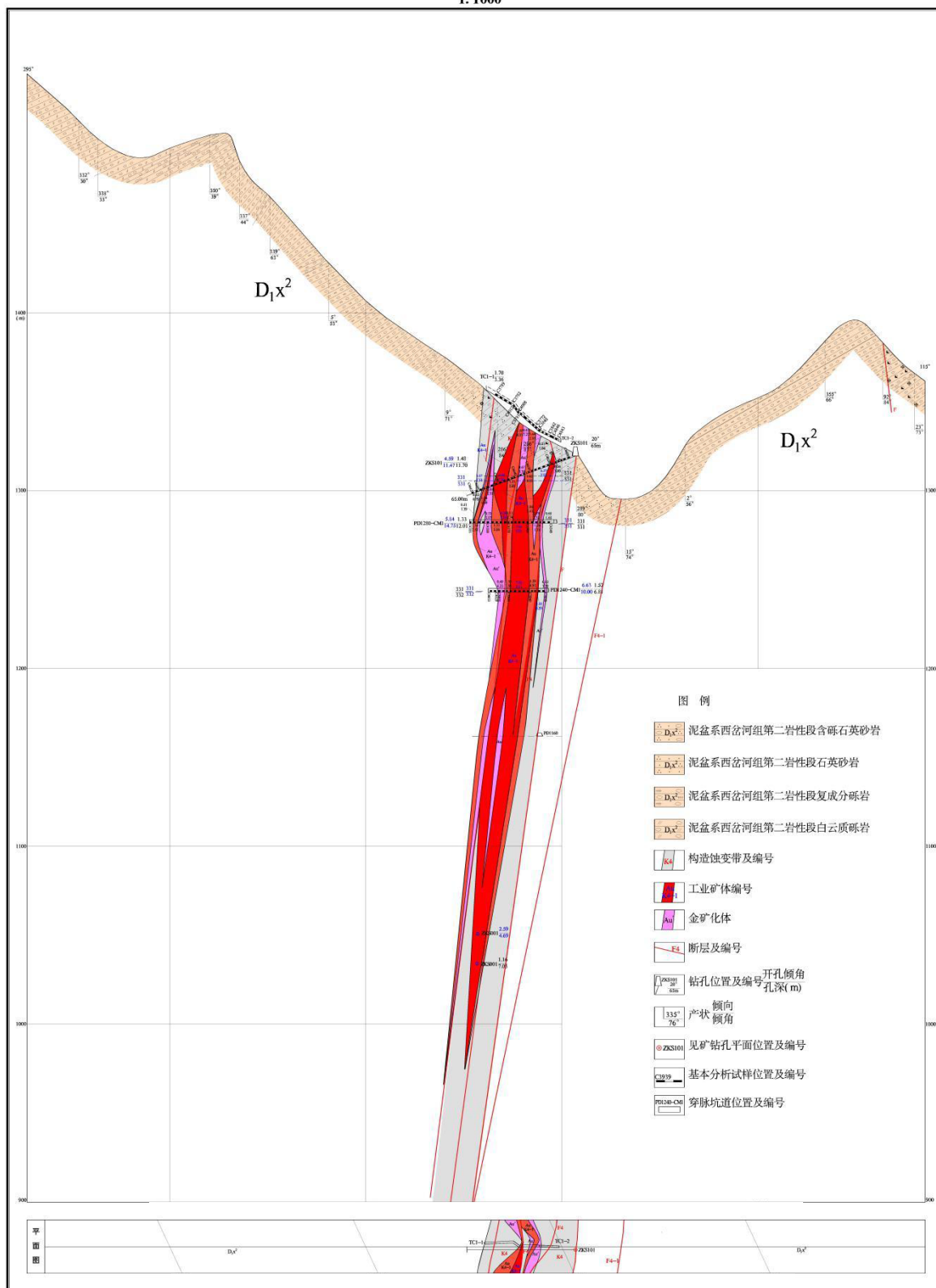


图 2-6 刘家峡金矿矿区地质剖面图

(二)地质构造

矿区褶皱、断裂构造发育，尤其是断裂构造十分发育（见图 2-7）。具体特征如下：

1、褶皱

矿区发育一向斜构造，为阴坡沟-柳树沟向斜，出露于马鞍坨之阴坡沟至柳树沟一带，呈北西西向延伸，东部翘起。

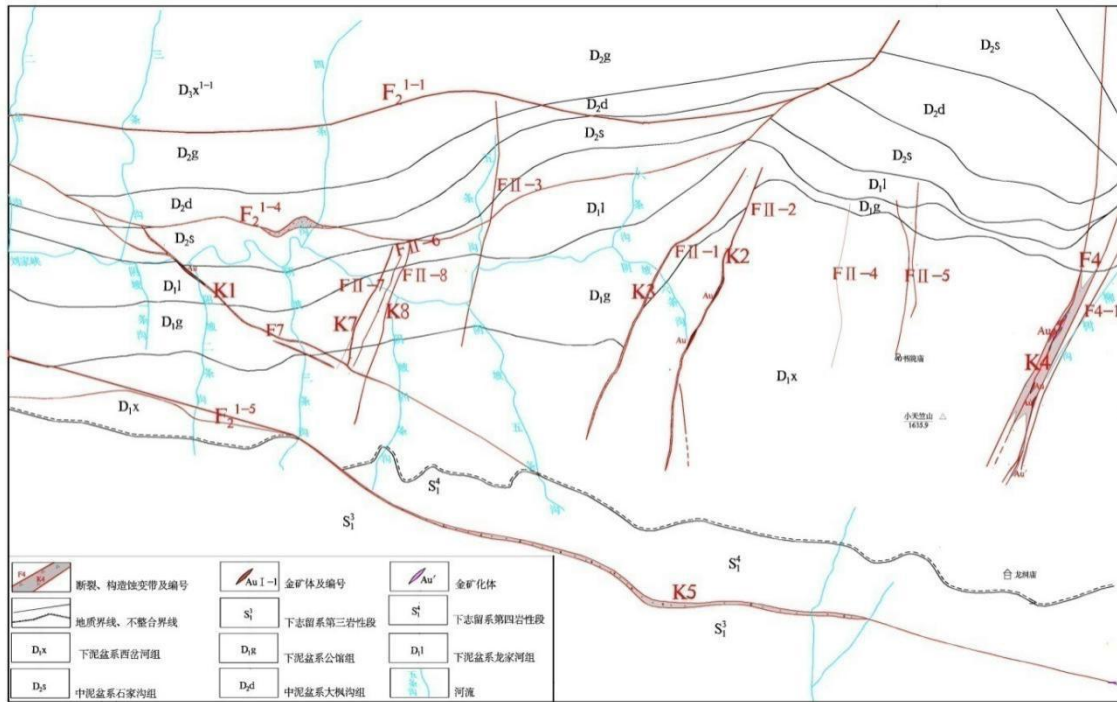


图 2-7 刘家峡矿区岩性、构造纲要图

2、断裂

矿区断裂按其展布方向可分为三组：近东西向、北北东-北东向、北西向。北北东-北东向断裂为本区主要的构造，也是本区的控矿、赋矿断裂构造。

(1) 东西向断裂：镇安-板岩镇断裂带（F₂¹）

为区域性断裂，规模大，变形复杂，呈近东西向展布于刘家峡-马鞍坨-夏家店一带，向东延伸与中村断裂相接。该断裂带进入矿区后分支为（F₂¹⁻¹、F₂¹⁻⁴）两条断层横贯矿区东西，是本区构造单元界线。

(2) 东西向韧性剪切带（RX1）

近东西向展布于小东沟、柳树沟、书院庙一带，横贯矿区东西，是本区重要的控矿构造。

(3) 北北东—北东向断裂

矿区北北东—北东向断裂构造十分发育，有 F_{II-1}、F_{II-2}、F_{II-3}、F_{II-4}、F_{II-5}、F_{II-6}、

F_{II-7}、F_{II-8}、F₄等断裂，展布于刘家峡阴坡三条沟-柳树沟一带，多以 20~45°方位平行产出，断裂总体倾向北西或南东，倾角 40~85°，断裂带宽 3~45m，由断层泥、糜棱岩、岩粉、断层角砾岩等组成，断裂带具有先张后压扭的多期活动特点。区内多条矿化蚀变带即赋存于该组断裂带中。

(4) 北西向断裂

矿区北西向断裂有阳坡三条沟—阴坡五条沟断裂(F₇)、阴坡一条沟—龙洞沟断裂(F₂₁₋₅)

(三)水文地质

1、含水层（带）的分布及特征

按赋存条件可以划分为第四系松散岩类孔隙潜水、层状基岩裂隙水和岩溶裂隙水。（见矿区水文地质图 2-8、矿区水文地质剖面图 2-9）。

(1) 第四系松散岩类孔隙潜水

主要分布于山区沟谷（苏峪河、刘家峡及其支沟）两岸，含水层岩性为洪积砂砾卵石，厚度较小，一般厚 0-1m，由于含水层很薄，分布局限，补给源不足。因此，水量贫乏，属极弱富水区。

(2) 层状基岩裂隙水

泥盆系分布区岩性为砾岩、粉砂岩、千枚岩、硅质板岩夹薄层灰岩的多层结构特点，决定了该地基岩裂隙水具有多层含水的特点。其分布范围除沟谷第四系及矿区南部小范围志留系地层外，水位埋深悬殊较大，这决定浅部是否有相对隔水层分布。有时则水位埋深浅，否则埋深较大。区内基岩虽然节理裂隙发育，但裂隙的闭合性较好，地下水接受降水补给、运移和储集的条件极差，因此，地下水贫乏。据区域资料，泉水涌水量 0.1-1.0L/s，迳流模数 1-3L/s·km²，属弱到极弱富水区。矿区 ZKS1501 水文地质钻孔抽水试验结果说明，矿区地下水渗透系数 0.0018m/d，地下水水位埋深 1.6m，水位标高 1378.4m，单位涌水量 0.376 m³/d·m，属弱富水性含水层。

(3) 碳酸盐岩岩溶裂隙水

岩溶裂隙含水岩层由震旦系、寒武系及奥陶系组成，主要岩性为白云岩，虽然节理裂隙发育，但多为压性或剪切裂隙，闭合性较好，部分张开性节理裂隙后期也多被石英、方解石细脉充填，这种地层和构造条件不利于岩溶地下水的形成和发育，据前期及本次勘查资料，矿区内碳酸盐岩不发育，岩溶不太发育。

2、矿床水文地质特征

山阳县刘家峡金矿区最低排泄基准面 930m，矿区汇水面积 8km²，最低控矿标高 1027m，矿体出露标高在本地侵蚀基准面之上，加之区内地形较陡，地表径流发育，矿山开采则矿坑涌水量约为 319m³/d，最大疏干影响半径 478m。水化学类型为 HCO₃-Ca·Mg 型水，毒理学成份均低于生活饮用水限量标准，属水垢少--锅垢多的水、锅垢为中等沉淀物、不起泡、非腐蚀性水质，无分解性侵蚀作用，无结晶性侵蚀作用，无分解、结晶复合性侵蚀作用，对铁质及混凝土中的钢筋腐蚀性弱。综合分析，山阳县刘家峡金矿区水文地质勘探类型属以构造裂隙含水为主、直接进水，水文地质条件中等的矿床，即Ⅱ类二型。

1:2000

图 2-8 矿区水文地质图

山阳县刘家峡金矿1-1'勘探线水文地质剖面图

1: 1000

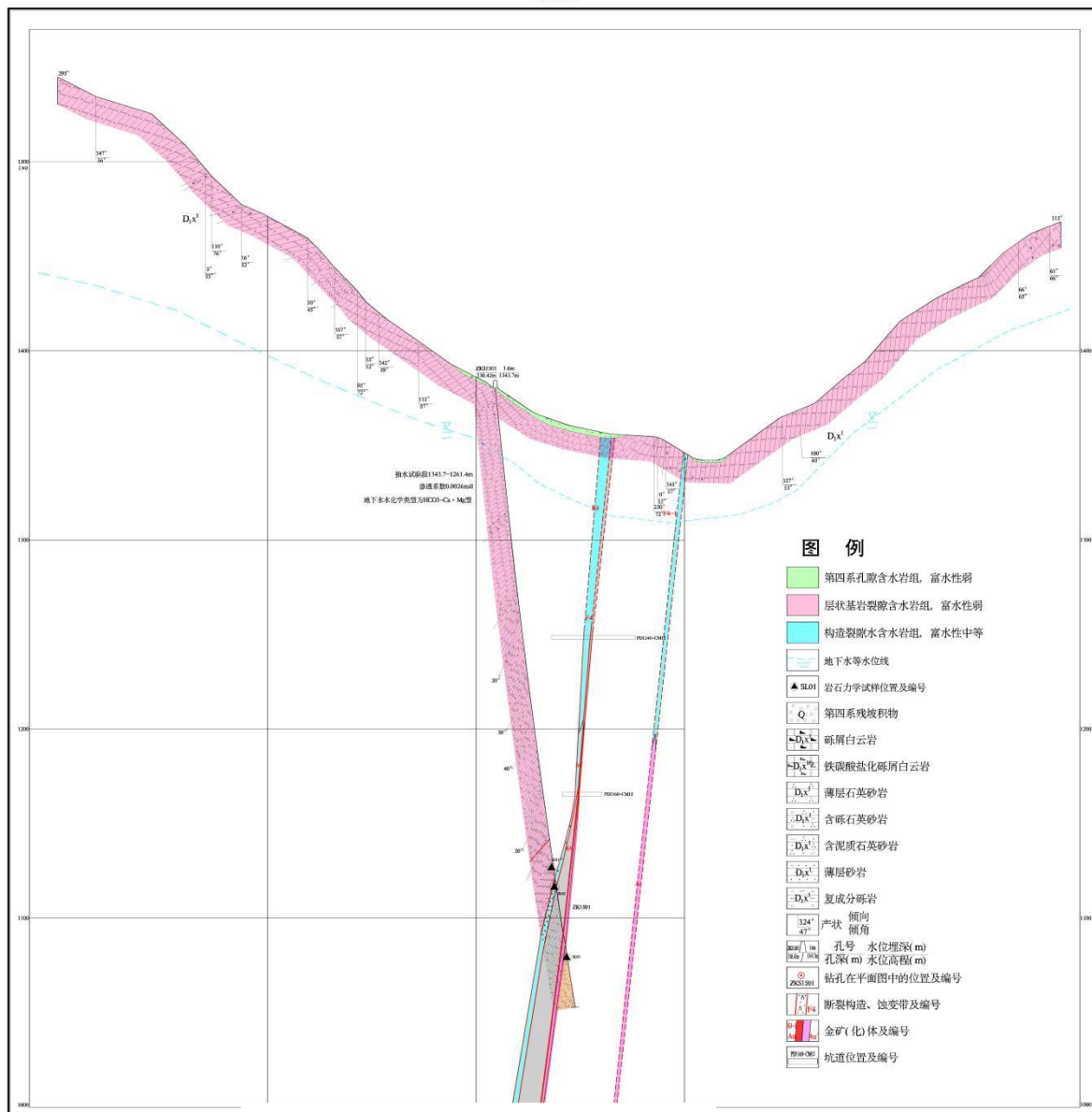


图 2-9 矿区水文地质剖面图

(四)工程地质

1、岩土体划分及工程地质特征

矿区依据岩石颗粒间有无牢固联结将区内岩土介质划分为岩体和土体，按岩性、结构和强度成因类型，岩体进一步划分为中厚层状坚硬碳酸盐岩类、薄层状较软弱浅变质岩类，土体类型可划分为碎石粉土、粉土类。其特征如下：

(1) 碎石粉土、粉土类：矿区第四系（Q）以冲、洪积物为主，沿沟谷及沟谷两侧斜坡分布，岩性为砂砾，碎石及粉土，杂乱组成，厚度一般为3—5m，最厚为8—10m，结构稍密-密实，透水性强，工程地质特性差异较大，易形成崩塌、滑坡等

地质灾害，属松散软弱层。

(2) 中厚层状坚硬碳酸盐岩类：小面积分布于矿区南部，岩性以白云岩为主，呈中厚层状结构，根据夏家店金矿岩石力学性质资料，白云岩抗压强度 60.61-80.88MPa，RQD 值 75-94%，属坚硬岩石，完整性好，工程地质特征较好，地质灾害一般不发育。

(3) 薄层状较软弱浅变质岩类：区内广泛分布，岩性为变质砂岩、千枚岩、板岩、薄层灰岩、泥灰岩等，呈薄层状，抗风化能力低，易风化破碎，稳定性较差，抗压强度 23.51-1.22MPa，RQD 值 25-64%，属极软弱-较软弱岩石，岩石完整性较差，自然坡角较为平缓，工程强度低，易产生顺层溜滑，在人类工程活动强烈地段可形成滑塌灾害。

2、岩体质量类别及硐室稳定性评价

依照《岩土工程勘察规范》GB50021—2001 岩石坚硬程度分类方法（见表 2-1）。参照《岩土工程勘察规范》GB50021—2001 附录 A 岩石坚硬程度的定性分类方法（见表 2-2）。为了测定矿区内矿带和矿带顶底板围岩物理力学性质，分别对矿带和矿带围岩进行专门取样测试。矿带和矿带顶底板 30m 范围围岩的主要物理力学性质指标（见表 2-3）（其力学强度分类见表 2-4），根据以上结果得出矿区岩体质量分级（见表 2-5），依据岩石质量指标 I 级为好的，II 级为较好的，III 级为较差的，IV 级为差的，V 级为极差的。

岩体基本质量等级分类标准 表 2-1

完整程度 坚硬程度	完整	较完整	较破碎	破碎	极破碎
坚硬岩	I	II	III	IV	V
较硬岩	II	III	IV	IV	V
较软岩	III	IV	IV	V	V
软岩	IV	IV	V	V	V
极软岩	V	V	V	V	V

岩石坚硬程度分类表 表 2-2

坚硬程度	坚硬岩	较硬岩	较软岩	软岩	极软岩
饱和单轴抗压强度(MPa)	$f_r > 60$	$60 \geq f_r > 30$	$30 \geq f_r > 15$	$15 \geq f_r > 5$	$f_r < 5$

山阳县刘家峡金矿区岩石力学试验成果表 表 2-3

试样号	工程号	岩矿石名称	干燥单轴抗压强度 (MPa)	饱水单轴抗压强度 (MPa)	软化系数	饱和抗剪断强度(Mpa)
SL01	ZKS150-1	砾岩	13.9	10.6	0.76	0.53
SL02	ZKS150-1	构造蚀变角砾岩	27.1	20.1	0.74	1.15
SL03	ZKS150-1	砾岩	29.2	20.8	0.71	1.21
SL04	PD1160-CM3	硅化砾岩	35.6	25.5	0.72	1.32
SL05	PD1160-CM3	构造蚀变岩	8.1	5.8	0.72	0.32
SL06	PD1160-CM3	砾岩	10.5	7.9	0.73	0.41
SL07	PD1240-CM1	砾岩	10.2	7.5	0.74	0.39
SL08	PD1240-CM1	构造蚀变岩	5.5	2.2	0.40	0.11
SL09	PD1240-CM1	砾岩	8.5	6.1	0.72	0.31
SL10	PD1280-CM3	砾岩	27.5	19.8	0.72	0.99
SL11	PD1280-CM3	构造蚀变岩	12.5	8.9	0.71	0.50
SL12	PD1280-CM3	砾岩	35.5	26.3	0.74	1.36
SL13	LTC18	砾岩	68.3	44.8	0.66	2.32
SL14	LTC18	角砾岩	56.6	40.2	0.71	2.11
SL15	LTC18	砾屑白云岩	78.9	55.5	0.70	2.95
SL16	TC1273	硅化白云质灰岩	61.1	46.4	0.76	2.42
SL17	TC1273	蚀变岩	46.4	34.8	0.75	1.82
SL18	TC1273	灰岩	65.9	50.1	0.76	2.61

刘家峡金矿区岩石力学强度分类表 表 2-4

岩矿石名称	抗压强度 (干 MPa)	抗压强度 (湿 MPa)	软化系数	抗剪断强度 (MPa)	坚硬程度	备注
砾岩	8.5-68.3	6.1-44.8	0.66-0.76	0.31-2.32	软-较硬	顶底板围岩
角砾岩	27.1-56.6	20.1-40.2	0.71-0.74	1.15-2.11	较软-较硬	矿体
蚀变岩	5.5-46.4	2.2-34.8	0.40-0.75	0.11-1.82	极软-较硬	矿体
碎屑白云岩	78.9	55.5	0.70	2.95	较硬	底板围岩
灰岩	61.1-65.9	46.4-50.1	0.76	2.42-2.61	较硬	顶底板围岩

矿体及围岩的质量分级表 表 2-5

位 置	岩 性	坚硬程度	完整程度	质量分级
矿层上盘	砾岩、白云质灰岩	较坚硬-软弱岩	较完整	IV-V
含矿层	蚀变岩/角砾岩	软岩	极破碎	V
矿层下盘	砾岩、白云岩	较坚硬-软弱岩	较完整	IV-V

依据测试结果，矿区矿体上盘岩石质量为IV-V级，下盘岩石质量为IV-V级，矿

体岩石质量为Ⅴ级。围岩的自稳能力参照《公路隧道设计规范》自稳能力判定标准及矿区、相邻矿区开采经验进行判定。矿体上盘岩体为采矿硐室的顶板悬空岩体，岩石质量为Ⅳ-Ⅴ级，局部可发生掉块或小塌方、局部顺层滑动，硐径<5m可短期稳定，偶有掉块。

工程类比法对硐室稳定性进行评价，是目前广泛采用的评价方法。通过对山阳县夏家店金钒矿调查，矿山从2003年至今，一直正常生产。采矿、探矿活动针对I-1、I-2金矿体开展，目前开拓深度为标高825m。

K4-1号金矿体与I-1、I-2金矿体属同一断裂构造破碎蚀变带的西东部，地质条件相同，岩体较破碎，有渗水、滴水现象，强度低，易产生剥落、掉块、坍塌事故的发生。

3、地下水活动对采矿硐室围岩稳定性的影响评价

矿区地下水类型以基岩裂隙水为主，裂隙水是区内地下水的主要类型，断裂是矿区主要储矿构造，矿体产于破碎蚀变带中，上、下盘岩石中节理、裂隙均较发育，断裂构造是矿区地下水的连通通道。在F3断裂和镇板断裂断裂交汇地带与镇板断裂和F4断裂的交汇区岩石破碎更强烈，地下水作用使围岩强度有所降低，地下水对采矿硐室稳定性影响较大。

综上所述，通过对矿体围岩质量评价及工程类比评价，矿体围岩坚硬程度为较坚硬-软弱岩组，完整性不好，稳定较差，金矿体属较软-软弱岩组，地下水对采矿硐室稳定性影响较大。山阳县刘家峡金矿区工程地质勘探类型，依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》属层状基岩，中等复杂类型，即Ⅲ类二型。

(五)矿体地质特征

刘家峡金矿区共圈定8个（K4-1、K4-3、K1-1、K4-2、K2-1、K2-2、K7-1、K8-1号）矿体（见表2-6）。矿山目前主要只利用K4-1号和K4-3号矿体，其特征如下：

1、K4-1号金矿体

(1) 矿体的分布及位置

K4-1矿体位于矿区东部柳树沟，矿体赋存下泥盆系西岔河组地层中，受F4断裂带控制，赋存于K4号构造蚀变带的中上部，分布于S12~S15线之间。地表出露最大标高1367m（S3线），深部工程控制最低标高1027m（S8线），工程控制斜深大

于 340m。矿体赋存标高 977~1367m。

(2) 矿体规模

矿体总体走向北东，最大走向长度 205m，倾向最大延深大于 340m。单工程控制矿体厚 0.98~27.78 m，矿体平均厚 8.49m。

(3) 矿体形态

矿体整体呈透镜状，主体部分呈规模较大的透镜状，走向和倾向上呈板状、脉状，有分支复合特征。矿体产状稳定，北东-南西走向，总体倾向北西，局部较陡，产状 $278^{\circ}\sim 315^{\circ}\angle 76^{\circ}\sim 85^{\circ}$ ，平均产状 $295^{\circ}\angle 78^{\circ}$ 。矿体形态为一中等复杂程度的透镜状与脉状复合体。

(4) 矿体的厚度品位变化

单工程控制矿体厚 0.98~27.78 m，矿体平均厚 8.49m，厚度变化系数 $V_m=93.15\%$ ，厚度稳定；矿体单样品位 10^{-6} ，最高品位 10^{-6} ，单工程工业矿体金品位 10^{-6} ，矿体平均品位 $\times 10^{-6}$ ，品位变化系数 $V_c=96.31\%$ ，有用组分分布较为均匀。

2、K4-3 号金矿体

(1) 矿体的分布及位置

K4-3 矿体位于矿区东部柳树沟，矿体赋存下泥盆系西岔河组地层中，受 F4 断裂带控制，赋存于 K4 号构造蚀变带的中部，分布于 S19~S35 线之间，距 K4-1 金矿体西南约 100m。地表出露长约 40m。矿体出露最大标高 1409m（S23 线），深部工程控制最低标高 1041m（S23 线），工程控制斜深大于 370m。矿体赋存标高 1005~1409m。

(2) 矿体规模

矿体地表出露长 40m，工程控制工业矿体厚 m，平均厚 m。

(3) 矿体形态

矿体呈透镜状，矿体总体走向 $20^{\circ}\sim 200^{\circ}$ ，倾向北西西 $280^{\circ}\sim 300^{\circ}$ ，倾角 $70^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，平均产状 $293^{\circ}\angle 78^{\circ}$ 。

(4) 矿体的品位厚度变化

单样金品位 10^{-6} ，单工程工业矿体品位 $\times 10^{-6}$ ，矿体平均品位 10^{-6} ，品位变化系数 $V_c=53.04\%$ ，有用组分分布均匀。单工程控制工业矿体

厚度 ， 矿体平均厚度 m，厚度变化系数 $V_m=58.99\%$ ，厚度稳定。

表 2-6 各矿体地质特征表

类别	矿体编号	长度(m)	平均厚度(m)	金平均品位($\times 10^{-6}$)	形态	平均产状	平面分布勘探线范围	矿体赋存标高(m)
工业矿体	K4-1	205			透镜状、脉状	$295^\circ \angle 78^\circ$	S12~S15	977~1367
	K4-3	40			透镜状	$293^\circ \angle 78^\circ$	S19~S35	1005~1409
	K1-1	100			透镜状	$218^\circ \angle 76^\circ$	5~6	830~876
低品位矿	K4-1	—			板状、透镜状	—	—	977~1367
	K4-3	—			透镜状	—	—	1126~1409
	K4-2	—			透镜状	$285^\circ \angle 75^\circ$	S23~S31	1399~1422
	K2-1	40			透镜状	$296^\circ \angle 64^\circ$	3~4	1150~1165
	K2-2	40			透镜状	$295^\circ \angle 69^\circ$	12~20	1191~1230
	K7-1	265			透镜状	$290^\circ \angle 76^\circ$	—	902~1106
	K8-1	125			透镜状	$290^\circ \angle 81^\circ$	—	929~976

三、矿区社会经济概况

(一) 山阳县社会经济概况

山阳县位于陕西省东南部，地处秦岭南麓、商洛市南部。因县域北有流岭、中有鹃岭、南有郧岭，遂有“三山夹两川”之称。东与丹凤、商南为邻，西与镇安、柞水交界，南与湖北省郧西县毗邻，北与商州区接壤。全县辖 23 个镇，324 个村（居）。县域面积 3535 平方公里，居商洛第一，陕西第六。境内森林面积 373 万亩，森林覆盖率 62.9%。气候湿润，以农业、药材和矿产为经济支柱，河流有金钱河，汇入汉江；银花河，汇入丹江。因山大沟深，耕地与河流相对较少，亦有“八山一水一分田”之说。

山阳县是一个农业县。1977-1998 年 20 年的发展，以农为主、农业以种植业为主的内涵正在发生着变化。农业总产值占工业总产值由 1978 年的 85.3 降为 1997 年的 58.0%。粮食作物以小麦、玉米为主，洋芋、红薯、水稻及豆类次之。经济作物有

荞麦、芝麻、花生、莲菜、魔芋等。林副土特产有商芝、木耳、香菇、猕猴桃、龙须草等。境内有林面积 373 万亩，森林覆盖率 62.9%。经济林以油桐、漆、柿子、核桃、板栗、密桔为主。大宗中药有五味子、连翘、金银花、天麻、杜仲等。畜禽饲养业主要是牛、羊、猪、鸡。

山阳已发现矿藏 49 种，其中有色金属矿 15 种，总储量 900 多万吨，非金属矿 19 种，总储量达 44 亿吨。钒矿开发业在山阳迅速崛起。已探明位居世界第二，亚洲第一，分布于陕西等七个省被称为“黑腰带”的大型钒矿床中，山阳钒金属储量达 297 万吨，品位达 2%，被誉为“黑腰带”上的明珠。专家预测：以年产万吨精钒（五氧化二钒）计算，可开采 300 年以上。其它矿产资源有一定优势和特色。大体情况是，有色金属部分矿种有一定开发价值和开发潜力，如桐、铅、锌矿。非金属矿储量丰富，共生矿种多，综合利用价值大，如石灰石、白云岩等矿。

（二）中村镇社会经济概况

矿区行政区划隶属中村镇，截至 2020 年 6 月，中村镇下辖 3 个社区、13 个行政村，101 个村民小组，人口为 5610 户，2.4 万人。根据中村镇政府近三年社会经济统计来看，截止 2020 年底，有耕地面积 14127 亩，人均耕地 0.61 亩，2020 年农业总产值 2.17 亿元，人均可支配收入 11842 元（表 2-7）。

中村镇是山阳县的矿业大镇，有中村大型钒矿、回龙寺金钒矿、千家坪银钒矿等。矿业开发在地方经济发展中占据较为重要的地位。

表 2-7 中村镇 2018 年~2020 年社会经济概况表

年份	总人口 (人)	耕地面积 (亩)	人均耕地 (亩)	农业总产值(万 元)	农村居民人可支 配收入(元)
2018 年	23174	14127	0.61	1.78×10^4	10042
2019 年	23237	14127	0.607	1.99×10^4	11026
2020 年	23247	14127	0.61	2.17×10^4	11842

注：资料来源中村镇政府

四、矿区土地利用现状

根据从山阳县自然资源局收集的项目区 1：10000 标准分幅土地利用现状图（图幅编号 I49G063034，2018 年变更调查成果），结合现场调查，矿区面积=划定矿区范围面积+矿区范围外面积=171.82hm²。

按《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）地类划分方式统计了刘家峡金矿项目区土地利用现状数据，结果见表 2-8 及附图 2。

从表 2-8 中可以看出，项目区土地利用现状类型包括一级地类 5 类，即耕地、林地、内陆滩涂和住宅用地、交通运输用地；细分二级地类 6 类，包括旱地、乔木林地、其他林地、内陆滩涂、农村宅基地、农村道路。具体如下：

（1）耕地：主要分布于河谷阶地平坦地带或较宽的冲沟沟底，全部为旱地，面积 4.48hm²，占项目区面积的 2.61%。种植的粮食作物有玉米、大豆、土豆、蔬菜等。全土层厚度 15-40cm，表土层厚度 15-30 cm，PH 值在 7.0~8.0 之间。

（2）林地：广泛分布于项目区内，以乔木林地、其他林地为主，面积 165.19hm²，占项目区面积的 96.14%。其中乔木林地主要分布于阴坡一条沟至阴坡五条沟、刘家峡柳树沟地带，面积 160.40hm²，占项目区面积的 93.35%；其他林地，主要分布于柳树沟、阴坡四条沟，面积 4.79hm²，占项目区面积的 2.79%。淋溶层厚度 20-30cm，沉淀层厚度 20-110cm，PH 值在 7.0~8.0 之间。

（3）内陆滩涂：位于薛家沟和刘家峡中部和沟口地带，面积 0.65hm²，占项目

表 2-8 刘家峡金矿项目土地利用现状表

地类（编码）				面积（hm ² ）			占总面积比例（%）	
一级地类		二级地类		划定矿区范围内面积	矿区外面积	合计		
01	耕地	0103	旱地	4.48		4.48	2.61	2.61
03	林地	0301	乔木林地	160.39	0.01	160.40	93.35	96.14
		0307	其他林地	4.76	0.03	4.79	2.79	
10	公路	1003	公路用地	0.58		0.58	0.34	0.34
11	内陆滩涂	1106	内陆滩涂	0.65		0.65	0.38	0.38
07	住宅用地	0702	农村宅基地	0.93		0.93	0.54	0.54
总计				171.78	0.04	171.82	100	100

区面积的 0.380%。

（4）住宅用地：为农村宅基地，均为村民住房，多分布于阴坡一条沟至阴坡五

条沟、柳树沟地带。面积 0.93hm²，占项目区面积的 0.54%。

(5) 交通运输用地：多分布于阴坡一条沟至阴坡五条沟地带。面积 0.58hm²，占项目区面积的 0.34%。

根据收集到的山阳县中村镇土地利用规划图，矿区内不涉及基本农田分布，矿山地面工程建设用地不占用基本农田。

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿山及其周边 1km 范围内无重要的地质遗迹、人文景观、自然保护区、饮水水源地等，区内及周边的人类工程活动主要有通村村民建房、村民修路、农业种植和以及金矿开发活动。

(一) 农业耕种

调查区内植被状况较好，一般沟底多为当地农民开垦的农田，农作物以玉米、小麦、土豆为主。山上有成片的松林及杂木林，或种植有经济树木。农业耕种对地质环境影响较轻（照片 2-9）。

(二) 通村道路

沿柳树沟-老林沟沟通村道路多依沟谷及地势低洼地带呈线性展布，工程开挖量较小，对地质环境影响较轻（照片 2-10）。

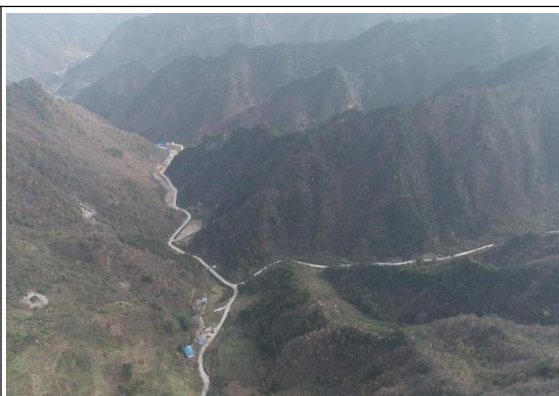
(二) 探矿工程及治理工程

采矿活动是最主要的人类工程活动。刘家峡金矿早期探矿活动中产生的三处废渣（ZD1、ZD2、ZD3）沿柳树沟沟道堆放压占、损毁了土地，对矿区土地资源破坏严重，矿山针对泥石流隐患修建了排水工程（照片 2-11、12、13、14）。

矿区周围采矿活动有北部山阳县石峡石料厂采矿权、东部山阳秦金矿业有限公司苏岭沟银矿采矿权、东北部有山阳秦鼎矿业有限责任公司夏家店金矿采矿权，开采已多年，各矿山开采造成渣堆、废石对地貌景观植被造成了影响和破坏，夏家店金矿采矿权范围内开采活动造成采空区地面塌陷影响破坏地貌植被景观。



照片 2-9 周边居民农业耕种活动（镜像 25°）



照片 2-10 通村道路（航拍）



照片 2-11 柳树沟 ZD1（镜向 275°）



照片 2-12 柳树沟 ZD2（镜向 55°）



照片 2-13 柳树沟 ZD3（镜像 85°）



照片 2-15 ZD2-ZD3 涵洞排水设施（镜向 80°）

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

（一）本矿山地质环境治理与土地复垦工程

根据调查询问，矿山此前未编制过《矿山地质环境保护与治理恢复方案》，在本方案通过评审备案后，矿山将按本方案布置的工程实施。

评估区内无重要交通道路和建筑设施，远离自然保护区及旅游景点区，无较重要水源地。评估区内土地以林地为主，少量耕地沿柳树沟、阴坡一条沟、阴坡四条沟分

布，矿山探矿过程中渣堆破坏林地，山阳秦金有限公司刘家峡金矿在 PD1280、PD1240、PD1200 和苏岭沟 PD1160 柳树沟渣堆处修建了涵洞疏通流水通道，减少了流水对渣堆冲刷，修建了拦挡墙和截排水渠，通过修建上述治理工程有效减轻了废渣流失形成泥石流地质灾害。

（二）周边矿山地质环境治理及土地复垦

本方案调查期间收集了“山阳县夏家店金钒矿地质环境保护与土地复垦方案”，夏家店金钒矿位于本矿山（刘家峡金矿）北东向 1.2 km 处，地质环境与刘家峡金矿相近，土地类型都是以林地为主，为刘家峡金矿矿区地质环境保护及土地复垦工程提供了参照标准。

山阳县夏家店金钒矿对塌陷坑、选矿工业场地边坡、渣堆、采空区等实施了治理工作，效果较好，对于本方案具有有效的借鉴作用。

（1）对 I-2 号金矿体 16 勘探线塌陷坑（TX01）覆土治理、对矿山道路高陡切坡喷锚支护治理，治理后见照片 2-15、照片 2-16。



照片 2-15 塌陷坑治理后照片（镜向 36°）



照片 2-16 高陡切坡喷锚支护（镜向 175°）

(2) 对II-1 金矿选厂-人行隧道进口道路、II-1 号金钒矿体采、选矿工业场地边坡工程于 2012 年 12 月进行了治理，治理前、后对照见照片 2-17、照片 2-18。



照片 2-17 选厂边坡治理前照片（镜向 28°）



照片 2-18 选厂边坡治理后照片（镜向 36°）

(3) 对矿山生产过程中的产生的渣堆进行了治理，治理前、后对照见照片 2-19、照片 2-20。



照片 2-19 已完工的 1050 坑口拦渣墙工程
（镜向 45°）



照片 2-20 已完工的 1170 硐口拦渣墙
（镜向 89°）



照片 2-21 采空区刺丝围栏警示牌
（镜向 85°）



照片 2-22 采空区刺丝围栏警示牌
（镜向 85°）

(三) 已有治理及复垦工程借鉴价值

上述治理工程基本消除了矿山矿区内的泥石流灾害，减少灾害损失，保障了矿区人员、附近村民的生命财产安全，缓解了矿山企业与周围农民的矛盾，有利于社会稳定和区域经济持续发展，复垦工程直接改善了区内的生态环境和地貌景观，增加土地面积，降低了矿业开发对地质环境的负面影响，有效防止了矿山岩土侵蚀和水土流失，减轻了环境污染，环境效益可见，上述恢复治理工程的实施，节省了大量的防治经费，增加土地资源面积，促进当地农林业的发展，提高农民的生活水平，促进当地经济的可持续发展，故经济效益明显。

综上，上述治理工程能因地制宜，选择的环境治理和土地复垦方式在该区切实可行，完成实施的效果良好，其社会效益、环境效益、经济效益均明显可见，故对本区在治理泥石流隐患和渣堆复垦将要布置的环境治理工程和土地复垦方向具有明显的参考和借鉴价值。

第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

商洛西北有色七一三总队有限公司于 2020 年 10 月初成立了方案编制组，2020 年 10 月 18 日~24 日搜集资料、编写工作计划；2020 年 10 月 25 日~2020 年 11 月 3 日赴野外进行现场调查，实际调查了矿区自然地理、社会经济、土壤、生物资源多样性以及地质灾害分布特征、地形地貌景观、地下水污染、土地利用、土地损毁等情况，挖掘了土壤剖面，对矿区地质环境存在问题逐点调查、分析，了解其现状，预测发展趋势及结果。2020 年 11 月 4~8 日，初步拟定矿山地质环境治理及土地复垦的方向、目标、初步技术方案；2020 年 11 月 9~12 日，方案编制人员拜访了刘家峡村委会及当地村民，通过走访村民、召开座谈会、发放了调查问卷等形式广泛征集矿区受众对矿山地质环境和土地复垦的意见和建议（照 3-1、2）。

2021 年 3 月，编制人员赴矿区进行地质环境和土地复垦补充调查，对矿山地质环境现状和土地损毁情况进行了更新。



照 3-1 与当地村民座谈



照 3-2 与当地村民座谈

二、矿山地质环境影响评估

(一) 评估范围和评估级别

1、评估范围的确定

评估范围的确定原则：矿山地质环境影响评估区范围主要包括采矿证范围以及采矿活动影响区和地质灾害影响区。具体包括以下地段：

- (1) 划定矿区范围；
- (2) 矿山工程建设场地，如探矿工程硐口转运场、工棚等。
- (3) 矿山地面工程活动可能造成地形地貌景观、地质遗迹、人文景观破坏和

土地资源压占、破坏范围及其影响区，如探矿渣堆周边环境影晌区等。具体以现场调查测量的实际影响分界为准。

(4) 矿山探矿可能造成的地面变形范围(根据地面移动变形范围确定)，地下含水层破坏、疏干、水位下降、水质变化范围及其影响区。

(5) 矿山工程活动引发滑坡、塌陷、泥石流等地质灾害的发育区和影响区。

根据以上原则，综合本区地形地貌、建设工程布局、矿体特征及矿山开采方式等因素，确定本次矿山地质环境影响评估范围，由于西北部为山阳县石硇石料厂采矿权范围，评估范围为矿权边界线，详见表 3-1、图 3-1。评估区面积 2.41km²。

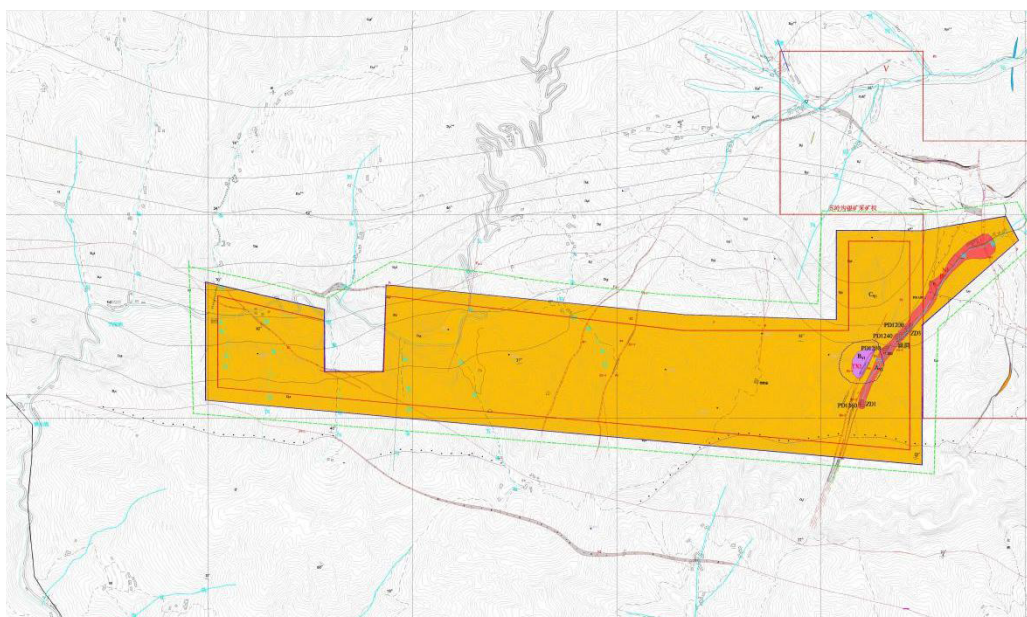


图 3-1 矿区、评估区及调查区范围示意图

调查区的范围确定：矿山地质环境影响调查区的范围包括矿山地质环境影响区和对矿区地质环境可能造成破坏或影响的外围区域。

本次矿山地质环境调查区范围是在评估区的基础上适当外扩调查，对斜坡地带，调查界线扩展至第一分水岭；对柳树沟调查边界扩至沟谷的整个上游流域范围；由于采矿活动主要在柳树沟，所以对柳树沟调查边界在评估区基础上适当外扩调查，调查区总面积 3.35km²。

表 3-1 评估区拐点坐标表

[illegible]

2、评估级别的确定

按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》（DZ/T223—2011）之规定，矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

(1) 评估区重要程度

评估区内无重要交通道路和建筑设施，远离自然保护区及旅游景点区，无较重要水源地。评估区内土地以林地为主，少量耕地沿柳树沟、阴坡一条沟、阴坡四条沟分布，矿山探矿过程中渣堆破坏林地；评估区内矿山工作及施工队人员 50 人，常住居民为回龙山村五组共 7 户 20 人，根据《DZ/T223-2009》附录 B.1 综合分析，评估区重要程度为重要区。

表 3-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200~500 人的居民集中居住区	居民居住分散, 居民集中居住区人口在 200 人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
矿区紧邻国家级自然保护区(含地质公园、风景名胜区等)或重要旅游景区(点)	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区(点)	远离各级自然保护区及旅游景区(点)
有重要水源地	有较重要水源地	无较重要水源地
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	破坏其他类型土地

注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。表中灰色区域为矿山所属级别(下同)。

(1) 评估区重要程度

评估区内无重要交通道路和建筑设施，远离自然保护区及旅游景点区，无较重要水源地。评估区内土地以林地为主，少量耕地沿柳树沟、阴坡一条沟、阴坡四条沟分布，矿山探矿过程中渣堆破坏林地、耕地；评估区内矿山工作及施工队人员 50 人，常驻居民为回龙山村五组共 7 户 20 人，根据《DZ/T223-2009》附录 B.1 综合分析，评估区重要程度为重要区。

(2) 矿山生产建设规模

刘家峡金矿生产规模 $6 \times 10^4 \text{t}$ ，按照《DZ/T223-2011》附录 D.1 矿山生产建设规模分类，矿山生产建设规模为小型。

(3) 矿山地质环境条件复杂程度

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T223-2011）附录 C.1 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表，表中各因素评定结果如下：

本区内无大的地表水，地下水相对贫乏，主要开采矿段多位于当地地下水水位线以上。山阳县刘家峡金矿区水文地质勘探类型属以构造裂隙含水为主、直接进水，水文地质条件中等的矿床，即Ⅱ类二型。

矿体围岩坚硬程度为较坚硬-软弱岩组，完整性不好，稳定较差，金矿体属较软-软弱岩组，地下水对采矿硐室稳定性影响较大。山阳县刘家峡金矿区工程地质勘探类型，依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》属层状基岩，中等复杂类型，即Ⅲ类二型。

本区大地构造位置位于区域性山阳-凤镇大断裂和镇安-板岩镇大断裂之间，褶皱构造主要为纸房沟-瓦房店-中村背斜。区域褶皱、断裂构造发育，构造线呈近东西向，并伴有北东向与北西向断裂，岩性岩相变化较小，地质构造条件中等。

矿区内岩坡基本稳定，未发现崩塌、地面塌陷、地裂缝等不良地质现象，沟谷多呈“V”字型，两侧山坡多基岩出露，植被发育，形成泥石流的可能性较小。区内无重大的污染源，无热害，地表水、地下水水质总体较好，矿石和废石的化学成份基本稳定，放射性检测无异常。矿区环境类型属中等类型。

根据现场调查核实，评估区无滑坡、泥石流、崩塌灾害，矿区地处秦岭南麓，属山地地貌、中山地形，总体地形南高北低，山势陡峭，悬崖峭壁多，河谷深切，海拔高度 1631.58m，最低为西部的阳坡三条沟口，海拔高度 835.63m。一般海拔高度在 1000~1380 余米，相对高差 200~685m。地形、地貌条件为复杂类型。

根据《DZ/T223-2011》附录 C.1 综合分析，刘家峡金矿地质环境条件复杂程度为复杂。

(4) 矿山地质环境影响评估程度分级

根据《DZ/T223-2011》附录 A.1 矿山地质环境影响评估程度分级表，刘家峡金矿属重要区内、矿山生产建设规模属小型，地质环境复杂程度属复杂，综合确定矿山地质环境影响评估分级属一级。见表 3-4。

表 3-3 矿山开采矿山地质环境复杂程度分级表

复杂	中等	简单
采场矿层（体）位于地下水位以下，采场汇水面积大，采场进水边界条件复杂，与区域含水层或地表水联系密切，地下水补给、径流条件好，采场正常涌水量大于 10000m ³ /d；采矿活动和疏干排水容易导致区域主要含水层破坏。	采场矿层（体）局部位于地下水位以下，采场汇水面积较大，与区域含水层或地表水联系较密切，采场正常涌水量 3000~10000m ³ /d；采矿和疏干排水比较容易导致矿区周围主要含水层影响或破坏。	采场矿层（体）位于地下水位以上，采场汇水面积小，与区域含水层、或地表水联系不密切，采场正常涌水量小于 3000m ³ /d；采矿和疏干排水不易导致矿区周围主要含水层的影响或破坏。
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育，存在饱水软弱岩层或松散软弱岩层，含水砂层多，分布广，残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m、稳固性差，采场岩石边坡风化破碎或土层松软，边坡外倾软弱结构面或危岩发育，易导致边坡失稳。	矿床围岩岩体结构以薄到厚层状结构为主，软弱结构面、不良工程地质层发育中等，存在饱水软弱岩层和含水砂层，残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5~10m、稳固性较差，采场边坡岩石风化较破碎，边坡存在外倾软弱结构面或危岩，局部可能产生边坡失稳。	矿床围岩岩体结构以巨厚层状—块状整体结构为主，软弱结构面、不良工程地质层不发育，残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m、稳固性较好，采场边坡岩石较完整到完整，土层薄，边坡基本不存在外倾软弱结构面或危岩，边坡较稳定。
地质构造复杂。矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有全新世活动断裂，导水断裂切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带）或沟通地表水体，导水性强，对采场充水影响大。	地质构造较复杂。矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，切割矿层（体）围岩、覆岩和含水层（带），导水性差，对采场充水影响较大。	地质构造较简单。矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造较不发育，断裂未切割矿层（体）围岩、覆岩，对采场充水影响小。
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多、危害大。	现状条件下，矿山地质环境问题的类型较多、危害较大。	现状条件下，矿山地质环境问题的类型少、危害小。
采场面积及采坑深度大，边坡不稳定，易产生地质灾害。	采场面积及采坑深度较大，边坡较不稳定，较易产生地质灾害。	采场面积及采坑深度小，边坡较稳定，不易产生地质灾害。
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为同向。	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，自然排水条件一般，地形坡度一般 20°~35°，相对高差较大，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为斜交。	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形较平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差较小，高坡方向岩层倾向与采坑斜坡多为反向坡。

表 3-4 矿山地质环境异性评估分级表

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

(二) 矿山地质现状分析

1、地质灾害类型

根据国务院颁发的《地质灾害防治条例》（国务院令第 394 号），地质灾害包括自然因素或人为活动引发的危害人民生命和财产安全的山体崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝和地面沉降等与地质作用有关的灾害。结合国土资发（2004）69 号文及附件《地质灾害危险性评估技术要求》，地质灾害危险性评估的灾种有崩塌、滑坡、泥石流、地面塌陷、地裂缝和地面沉降 6 种。

2、矿山地质灾害现状评估

矿区位于陕西省山阳县中村镇、天竺山镇境内，根据 2011—2012 年，陕西核工业工程勘察院开展了山阳县地质灾害详细调查工作，编制了《陕南山洪地质灾害受灾地区商洛市山阳县地质灾害详细调查报告》，评估区内没有在册登记地质灾害点。

经调查，评估区内地质灾害类型主要为泥石流隐患，无其他地质灾害隐患点。本次野外调查中发现 1 处泥石流隐患（N1）。其地质灾害现状具体特征如下：

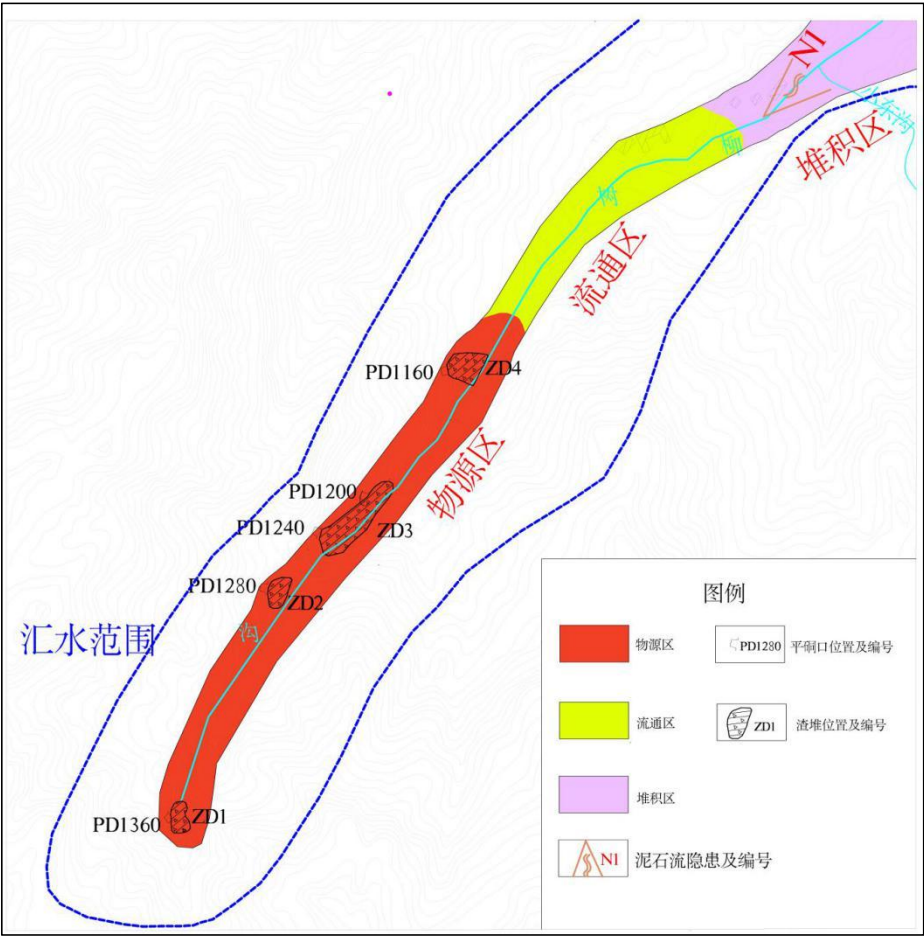


图 3-2 柳树沟泥石流隐患（N1）平面示意图

（1）位置坐标及与评估区的位置关系 N1 泥石流隐患位于柳树沟内，坐标位置：X：， Y，属探矿堆放渣堆形成的潜在泥石流隐患 N1（平面示意图见图 3-2）。

（2）泥石流发育特征

①沟谷地质环境特征

柳树沟位于矿区的东北部,沟谷走向西南—东北，沟道横断面呈"V 字型,沟脑海拔 1540-1455m,沟口海拔 1120m，高差 335~420m，沟长约 1210m，纵坡降 35%，汇水面积约 3.41km²，两侧坡体坡度约 30~40°，沟底一般宽 30~80m，局部沟宽仅十几米。两侧山坡上为碎石土，植被多为乔木及其他林地，出露基岩为含粗粒中粒石英砂岩、千枚岩、板岩夹薄层灰质，岩石结构较完整。

②泥石流三区特征

物源区：柳树沟沟道较短，不仅汇水面积大，且具有较大的纵坡比降，为泥石流形成提供了水动力。由于前期探矿活动在沟道堆积的大量废渣、废石（见照片 3-3、4、5、6），废矿渣由含有石英、云母以及长石的砂岩碎石、块石组成，其中粒径小于 100mm 的占 70%~80%，废渣废石多呈自然休止状态堆积，渣堆稳定性较差，预计堆积废石量约 $6\times 10\text{m}^3$ ，废渣废石为柳树沟泥石流隐患提供了主要物源；其次为柳树沟沟谷堆积的冲洪积碎石土及山坡堆积的残坡积碎石土也为泥石流提供了次要物源。

（1）渣堆 ZD1：位于柳树沟 1360 平硐口下部，为前期探矿过程中形成，面积约 0.066hm^2 ，长约 43 米，宽约 15 米，平均高 4.75 米，渣量约 3120m^3 ，部分已经自然复绿；

（2）渣堆 ZD2：位于柳树沟 1280 平硐口下部，为前期探矿过程中形成，面积约 0.073hm^2 ，长约 45 米，宽约 25 米，平均高 4 米，渣量约 4526m^3 ；

（3）渣堆 ZD3：位于柳树沟 1240、1200 平硐口下部，为前期探矿过程中形成，面积约 0.282hm^2 ，长约 110 米，宽约 18 米，平均高 5 米，渣量约 9875m^3 ；

流通区：柳树沟泥石流灾害的流通区为中下游主沟道，该段沟道较平直，沟床纵坡比降较大，局部平缓。

堆积区：主要为柳树沟沟口地带，该区域较开阔平缓，泥石流失去动力后易在该区域堆积，形成堆积扇。



照 3-3 ZD1 渣堆（镜像 275°）



照 3-4 ZD2 渣堆及拦渣坝(镜像 15°)



照 3-5 ZD3 渣堆及拦渣坝(镜像 85°)



照 3-6 拦挡墙 (镜像 260°)

(3) 泥石流形成因素分析

①有利的地形：柳树沟谷呈"V"字型，山高沟深，山势陡峭、切割较强烈，坡度大于 35°，流域的形状便于水流的汇集;暴雨或强降雨时期，大部分降水可在瞬间沿坡面下泄，便于水流的迅速汇集。由于沟谷流域面积和沟床纵坡降较大，促使汇集的地表径流具较强的冲击力，运动中不断冲刷并携带走大量松散固体物质而形成泥石流。

②丰富的松散物质：沟谷内堆积有大量探矿弃渣，在沟谷上下游段弃渣，水流从渣堆上漫过,直接冲刷、侵蚀渣堆,沟谷内松散物质总量约 23777m³，丰富的松散物质为泥石流的形成提供了物源条件。

③强度较大的暴雨：山阳县年降水量为 584.6～957.5mm，平均降水量 729.4mm。初夏干旱，夏秋季常出现地方性大暴雨和连阴雨，雨季多集中于 7 月底～9 月底，降水量占全年的 49%，最大日降水量为 199mm，最大时降水量 58.2mm，偶有山洪爆发。由此看出柳树沟具备形成泥石流的洪水条件。

综合分析，柳树沟具备泥石流形成的地形地貌、松散固体物质和短时间内产生大量洪水的有利条件。

③以往灾情及威胁对象

该泥石流隐患以往未发生过泥石流灾害，但具有形成泥石流的地形、物源和降水条件，在持续强降水发生时有形成泥石流的危险，威胁柳树沟矿山转运场、矿山道路、工棚、农村道路和住户安全。

④采取的防治措施和治理效果

山阳秦金有限公司刘家峡金矿在 PD1280、PD1240、PD1200 和苏岭沟 PD1160 柳树沟渣堆处修建了涵洞疏通流水通道(照片 3-7、8、9、10)，减少了流水对渣堆冲刷，在转运场及配电室、矿山道路周围修建了拦挡墙和截排水渠，通过修建上述治理

工程有效减轻了废渣流失形成泥石流地质灾害，在这期间未发生泥石流灾害，但在突发性、持续性降雨情况下，由于渣量大，沿沟堆放，地方高差较大，局部现有拦挡墙和截排水渠阻挡泥石流效果不佳，发生泥石流灾害的可能性较大。

⑤发育程度及危险性评估

按照《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）附表 D.5-“泥石流发育程度量化评分及评判等级标准”，对该泥石流沟发育程度进行数量化评判（见表 3-5），综合评分值为 80，判定该泥石流属隐患为弱发育泥石流隐患沟，可能危害矿山道建筑、人员、矿山道路和柳树沟住户安全，危害程度中等，危险性中等。

表 3-5 泥石流 N1 严重程度量化评分表

序号	影响因素	刘家峡 泥石流	量 级 划 分							
			严重 (A)	得分	中等(B)	得分	轻微 (C)	得分	一般 (D)	得分
1	崩塌滑坡及水土流失(自然和人为的)的严重程度	1	崩塌滑坡等重力侵蚀严重,多深层滑坡和大型崩塌,表土疏松,冲沟十分发育	21	崩塌滑坡发育,多浅层滑坡和中小型崩塌,有零星植被覆盖,冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌,滑坡,冲沟或发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比(%)	12	>60	16	60-30	12	30-10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动	1	河形弯曲或堵塞,大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化,仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化,主河主流在高水位偏,低水不偏	7	无河形变化,主流不偏	1
4	河沟纵坡(度, ‰)	12	>12°(213)	12	12°-6° (213-105)	9	6°-3° (105-32)	6	<3°(52)	1
5	区域构造影响程度	7	强抬升区,六级以上地震区	9	抬升区,4-6级地震区,有中小支断层或无断层	7	相对稳定区,4级以下地震区,有小断层	5	沉降区,构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率(%)	5	<10	9	10-30	7	30-60	5	>60	1
7	河沟近期一次变幅(m)	4	2	8	2-1	6	1-0.2	4	0.2	1
8	岩性影响	5	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物贮量(10 ⁴ m ³ /km ²)	6	>10	6	10-5	5	5-1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度 度(‰)	6	>32°	6	32°—25°	5	25°-15°	4	<15°	1
11	产沙区沟槽横断面	5	V型谷、谷中谷、U型谷	5	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度(m)	4	>10	5	10-5	4	5-1	3	<1	1
13	流域面积(km ²)	5	0.20-5	5	5-10	4	0.2以下、10-100	3	>100	1
14	流域相对高差(m)	3	>500	4	500-300	3	300-100	2	<100	1
15	河沟堵塞程度	4	严重	4	中等	3	轻	2	无	1
泥石流评估得分		80								
泥石流易发程度等级		弱发育								

3、矿山地质灾害危险性预测评估

矿山基建期为一年，基建工作为地下采切工程，主要为 1400m 回风中段、1320m 回风中段、1280m 中段、1240m 中段、1160m 中段、1005m 中段、南翼回风井、1#、2#矿废石溜井、采切工程，后期矿山不在新建地面工程。

1、根据现状评估结果，区内有泥石流隐患 1 处(N1)，区内有 1 处地质灾害，其中 N1 泥石流隐患危险性中等。根据现有的 1 处地质灾害与矿山地面工程的位置关系将矿山地面工程运营中可能遭受、加剧或引发地质灾害危险性预测评估

(1) 矿山地面工程建设及运营中可能遭受现有地质灾害危险性预测评估

苏岭沟银矿已有的探矿地面工程有 1160 平硐口转运场地、矿山道路、空压机房及配电室、工棚，职工 10 余人，工队人员 40 余人，地面现有工程均在柳树沟下游地段，处于 N1 泥石流影响范围。柳树沟地形陡峭、降雨充沛，沟内堆积有大量探矿弃渣，泥石流隐患易发程度为弱发育，在极限降雨条件下，爆发泥石流的可能性大，故转运场、空压机房及配电室、矿山道路、工棚遭、焊接室受 N1 柳树沟泥石流的可能性中等，危害程度中等、危险性中等。

(2) 矿山地面工程建设可能加剧现有地质灾害危险性预测评估

矿山无规划拟建地面建设工程，后期采矿过程中矿石及废石通过 2#矿（废）石溜井下放至 1005m 主平硐，最后运输至 1005 主平硐坑口矿石及废石转运堆场。故矿山后期工程不会加剧现有 N1 泥石流。预测评估矿山地面工程建设加剧现有地质灾害的可能性中等，N1 泥石流的危险性中等。

(3) 矿山地面工程建设可能引发地质灾害危险性预测评估

矿山后期不在地面新建工程，故矿山无地面挖填方工程而引发新地质灾害的可能性，故矿山地面工程建设活动引发新地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

2、采矿活动及建设工程可能加剧或引发地质灾害的危险性预测评估

(1) 根据现状评估结果,区内发育 1 处泥石流地质灾害隐患(N1),危险性大。依据开发利用方案，矿山生产期内年产生废石仅 4000m³，生产废石均用于井下采空区充填，基建期废石通过修筑矿区内部道路、周边村镇基础建设进行综合利用。所以矿山后期开采不会增加物源而加剧柳树沟的堵塞程度，故预测评估矿山开采加剧 N1 泥石流隐患的可能性小，危害程度小、危险性小。

(2) 矿山地下采矿活动可能引发地质灾害的危险性预测评估

依据《山阳秦金矿业有限公司刘家峡金矿开发利用方案方案》，设计开采对象为划定矿区范围内的 K4-1 和 K4-3 号矿体（开采标高 1422~830m）。

K4-1 矿体位于矿区东部柳树沟，矿体平均厚 8.49m。矿体赋存标高 977~1367m，平均产状 $295^{\circ}\angle 78^{\circ}$ ，厚度变化系数 $V_m=93.15\%$ ，厚度稳定；K4-3 矿体平均厚 1.82m，厚度变化系数 $V_m=58.99\%$ ，厚度稳定，赋存标高 1005~1409m，平均产状 $293^{\circ}\angle 78^{\circ}$ 。

根据该矿岩性质，参照类比同类矿山实际经验，选定矿体上下盘及侧翼岩石移动角为矿体上盘岩石移动角 60° ；矿体下盘岩石移动角取矿体倾角；矿体侧翼岩石移动角 70° 。据此圈定出矿床开采时地表岩石移动范围，岩石移动范围沿矿体走向呈椭圆形，面积 0.09km^2 （见附图 3），岩石移动带影响范围内为林地，无重要建筑物和村庄分布。

依据开发利用方案，根据 K4-1、K4-3 金矿体对应的地表出露勘探线剖面上的位置计算圈出地表塌陷宽度、深度，根据勘探线剖面图上计算的塌陷轮廓线画出地形地质图中的塌陷范围和形状（见附图 3），面积为 1.04hm^2 。计算公式如下：

$$h = (\sqrt{m^2 + 2mnH} - m) / n$$

$$n = 2 \left[(\eta - 1) q^2 \text{ctg} \beta + 2q \text{ct} \beta - \text{ctg} \gamma \right]$$

$$q = \frac{\text{ctg} \gamma + \text{cgt} \alpha}{\text{ctg} \beta + \text{ctg} \alpha}$$

$$h = \frac{k(\sqrt{m^2 + 2mn} - m)}{n}$$

围岩起始点深度： $h_1 = q \times h$

地表 塌表塌陷宽 $B = 2qh \text{ct} \beta + m$

注释：m矿体开采水平厚度

H：矿体开采深

α ：矿体倾

β ：岩石陷落角

γ ：塌陷坑边

h：地表险表险落

h1：围岩险落起始点深

η ：岩石松散系数

k：岩石回采率系数

岩石移动范围内近地表采矿活动可能会在矿体浅表地带出现地表裂缝或地面下沉，由此可造成采空区围岩的局部松动。采矿活动引发采空区地带地面变形（地表裂缝或局部松动下沉）的可能性中等，地质灾害危险性中等，对矿山地质环境的影响影响程度中等。

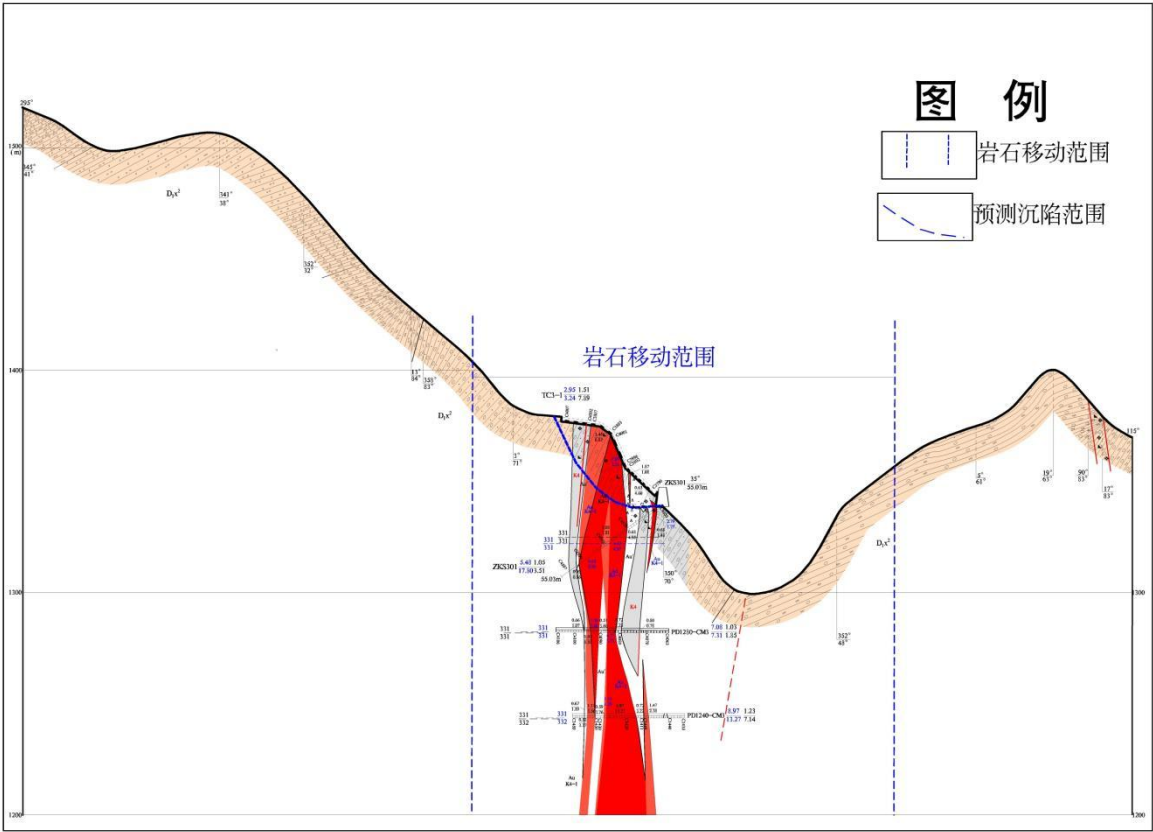


图 3-3 岩石移动范围预测剖面图

4、地质灾害现状与预测评估小结

现状条件下：评估区未发现地表裂缝、地面塌陷、地面沉降隐患，评估区内存在 1 处弱发育泥石流隐患灾害。危害程度大，危险性大。

（1）预测认为：①柳树沟下游苏岭沟银矿的地面工程 PD 1160 平硐口场地、空压机房及配电室、矿山道路、工棚、焊接室遭受柳树沟（N1）泥石流的可能性大，危害程度大、危险性大；

②后期采矿过程中矿石及废石通过 2#矿（废）石溜井下放至 1005m 主平硐，最后运输至 1005 主平硐坑口矿石及废石转运堆场。故矿山后期工程不会加剧现有 N1 泥石流。预测评估矿山地面工程建设加剧现有地质灾害的可能性小，N1 泥石流的危险性小。

③矿山后期不在地面新建工程，故矿山无地面挖填方工程而引发新地质灾害的可能性，故矿山地面工程建设活动引发新地质灾害的可能性小，危害程度小，危险性小。

④预测认为：矿山后期开采不会增加物源而加剧柳树沟的堵塞程度，故预测评估矿山开采加剧 N1 泥石流隐患的可能性小，危害程度小、危险性小；采矿活动引发采空区地带地面变形（地表裂缝或局部松动下沉）的可能性中等，地质灾害危险性中等，对矿山地质环境的影响影响程度中等。

5、建设工程场地适宜性评价

依据《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）中建设用地适宜性分级表的各项指标，结合矿山开采遭受、引发或加剧地质灾害的危险性、危害程度对矿山建设用地的适宜性作出评价。

根据现状预测矿山苏岭沟地面工程 PD 1160 平硐口场地、空压机房及配电室、矿山道路、工棚可能会遭受柳树沟（N1）泥石流的危险性大，后期通过修建拦渣挡墙和截排水渠可有效防止泥石流的发生，故现有工程基本适宜。

(三)矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层破坏现状分析

（1）矿坑涌水量

根据现状调查，矿山探矿坑道中有及微量水或无水。

（2）主要含水层水位及含水层结构

依据开发利用方案，矿区内地层基本均接受了长期的区域地质变质及构造变质作用，各类岩石均经过了长期的内外动力地质作用，形成了一个弱富水的统一体。具有阻水构造特征，近地表受风化裂隙作用影响，局部含季节性上层储水，富水性差，一般无自由水面，影响深度小于 30m。地下水的主要类型为基岩裂隙水、少量构造裂隙水，属极弱富水性，可以作为矿区较明显的隔水岩组。

（3）地表水体

矿区内柳树沟为季节性沟流，现状调查矿山探矿活动未造成水体漏失。

（4）生产生活供水

矿山生产及生活用水来自夏家店金矿排水和七蓬沟地表水水源，对柳树沟用水不会造成影响。

综上，现状条件下现有探矿活动对含水层影响程度较轻。

2、矿区含水层破坏预测分析

(1) 矿坑涌水量

矿区勘查矿体出露标高在当地排泄基准面以上，未发现老窿水存在，影响矿区矿坑涌水的主要因素为基岩裂隙水。矿区基岩裂隙较发育，地表浅部以风化裂隙为主，岩体较破碎或破碎，深部以构造裂隙为主，岩体相对较完整，局部较破碎，随着采矿深度增加，构造破碎带导水将成为影响矿坑涌水的主要因素。由于矿体均位于排泄基准面以上，未来矿山开采过程中，地表水不构成矿坑的充水水源。

(2) 主要含水层水位及含水层结构

矿区及周围地表无大的水体存在，区内基岩虽然节理裂隙发育，但裂隙的闭合性较好，地下水接受降水补给、运移和储集的条件极差，因此，地下水贫乏。据区域资料，泉水涌水量 0.1-1.0L/s，迳流模数 1-3L/s·km²，属弱到极弱富水区，矿山开采不会造成矿区及周围地表水体漏失，矿山开采对矿区及周围主要含水层水位基本无影响。

(3) 地表水体漏失

依据开发利用方案，设计开采矿体为 K4-1、K4-3 矿体，开采标高位于当地侵蚀基准面以上，地形切割强烈，地表排水畅通，无大的水体分布，基岩裂隙不发育，连通性差，致使河水、泉水等地表水与矿坑无水力联系，对未来矿床开采也无大的影响。

(4) 生产生活供水

矿山生产及生活用水来夏家店金矿排水和七蓬沟地表水水源，预测矿山开采对其水位基本无影响。

综上所述，预测矿山后期采矿活动对含水层的影响程度较轻。

(四) 矿区地形地貌景观(地质遗迹、人文景观)破坏现状分析与预测

1、矿区地形地貌景观(人文遗址、人文景观)破坏现状评估

(1) 刘家峡金矿矿区调查范围内区没有登记注册的地质遗迹、人文景观，不会对地质遗迹、人文景观造成破坏。

(2) 矿山未进行任何生产活动，前期只进行了探矿活动，探矿过程中破坏旱地面积 0.348hm²、乔木林地面积 0.258hm²、其他林地面积 0.26hm²，对矿区内的原始

地形地貌景观的破坏程度较严重。

①探矿平硐（PD1360~PD1160）：矿区现有探矿硐口 5 处，挖损破坏土地类型为乔木林地、其他林地，对矿山地质环境影响和破坏程度严重。

②废渣堆（ZD1~ZD3）：矿区现有 3 处渣堆，即柳树渣堆（ZD1-ZD3），占地面积分别为 0.07hm²、0.073hm²、0.28hm²，另外苏岭沟银矿 1160 平硐下渣堆均为矿山探矿形成，压占破坏土地资源，破坏地形地貌景观，对矿山地质环境影响和破坏程度严重。

2、矿区地形地貌景观（地质、人文景观）破坏预测评估

（1）矿山基建期工作为地下硐室的采切工程，矿山探矿中产生的地面工程主要为探矿平硐口工程满足探矿需要，后期矿山不再新建地面工程，预测后期不会对原有的地形地貌产生破坏，对地形地貌景观影响程度较轻。

（2）采矿引发的地面塌陷对地形地貌景观影响评估

依据开发利用方案，后期采矿为 K4-1、K4-3 金矿体，根据采矿影响岩石稳定性，后期可造成采空区围岩的局部松动。预测采矿活动引发采空区地带地面变形（地表裂缝或局部松动下沉）对矿山地质环境的影响影响程度中等。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

依据开发利用方案，矿山仅进行了探矿活动，矿区范围内无选矿活动，矿区水土环境污染主要由矿山生产废水排放及固体废弃物淋滤水引起，主要包括生活污水、坑道涌水和废石场淋滤水。

1、矿区水土环境污染现状分析

根据《陕西省山阳县刘家峡金矿开采工程环境质量现状监测报告》，区内地表水及地下水均为无色、无味、无嗅、无异味。地下水水化学类型主要 HCO₃（SO₄）-Ca·Mg 型水，Ca0.02mg/L，Mg0.002mg/L 为弱碱性低矿化淡水，水质较好。根据水环境质量标准，区内地表水符合国家水质分类三级标准（表 3-6）（详见附件 4）：

2、土环境污染现状分析

矿山前期探矿形成的废渣堆，直接压占在原土地上，距今已经堆放了 3 年，废渣的堆放对近地表土壤的理化性质产生破坏，由于废渣中有毒有害元素（镉：0.5ug/L 铅：0.6ug/L、砷：1.4ug/L）含量极低，范围小，对土环境污染较轻。

因此，现状评估认为评估区内土环境污染较轻。

地表水环境质量标准基本项目标准限值（mg/L） 表 3-6

序号	分类		I类	II类	III类	IV类	V类
	标准值						
	项目						
1	水温 (℃)		人为造成的环境水温变化应限制在：周平均最大温升≤1；周平均最大温降≤2				
2	pH 值(无量纲)		6-9				
3	溶解氧	≥	7.5	6	5	3	2
4	高锰酸盐指数	≤	2	4	6	10	15
5	化学需氧量 (COD)	≤	15	15	20	30	40
6	五日生化需氧量 (BOD5)	≤	3	3	4	6	10
7	氨氮(NH3-N)	≤	0.15	0.5	1.0	1.5	2.0
8	总磷（以 P 计）	≤	0.02(湖库 O.01)	0.1 (湖、库 O.025)	0.2 (湖、库 O.05)	0.3 (湖、库 O.1)	0.4 (湖、库 O.2)
9	总氮(湖、库、以 N 计)	≤	0.2	0.5	1.0	1.5	2.0
10	铜	≤	0.01	1.0	1.0	1.0	1.0
11	锌	≤	0.05	1.0	1.0	2.0	2.0
12	氟化物（以 F-计）	≤	1.0	1.0	1.0	1.5	1.5
13	硒	≤	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
14	砷	≤	0.05	0.05	0.05	0.1	0.1
15	汞	≤	0.00005	0.00005	0.0001	0.001	0.001
16	镉	≤	0.001	0.005	0.005	0.005	0.01
17	铬（六价）	≤	0.01	0.05	0.05	0.05	0.1
18	铅	≤	0.01	0.01	0.05	0.05	0.1
19	氰化物	≤	0.005	0.05	0.02	0.2	0.2
20	挥发酚	≤	0.002	0.002	0.005	0.01	0.1
21	石油类	≤	0.05	0.05	0.05	0.5	1.0
22	阴离子表面活性剂	≤	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
23	硫化物	≤	0.05	0.1	0.2	0.5	1.0
24	粪大肠菌群（个 / L）	≤	200	2000	10000	20000	40000

土壤环境质量指标均满足《土壤环境质量建设用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB36600-2018）二级标准限值的要求，说明区域土壤环境质量良好，符合二类土壤环境质量标准。

综上，矿区水土环境污染程度现状较轻。

2、矿区水土环境污染预测分析

矿区水土环境污染主要矿山生产废水排放及固体废弃物淋滤水引起，主要包括生

生活污水、坑道涌水和废石场淋滤水。

①采矿废水对矿区水土环境污染预测评估

依据开发利用方案矿山井下排水采用自流排水。矿山生产时产生的生产废水和坑道涌水，主要污染物为矿石粉末悬浮物，不含有害物质。该部分废水沿各中段人行道侧水沟自流排出地表，汇集于坑口的沉淀池进行沉淀及环保处理达标后，一部分（60%）作为采矿生产用水循环使用，另一部分（40%）用于厂区绿化降尘。废水利用率达到100%，预测采矿废水对矿区地表水水质和土壤质量的影响较轻，造成矿区水土污染的可能性小，对矿区水土环境污染程度较轻。

②转运场淋滤水对矿区水土环境污染预测评估

依据开发利用方案基建期副产废石、矿石量可以由1160m中段平硐口运出地表堆放临时转运场，后期再由汽车转运废石修筑矿区内部道路、周边村镇基础建设综合利用，后期生产废石均用于井下采空区充填。因此，预测转运场废石淋滤水对矿区地表水水质和土壤质量的影响较轻，造成矿区水土污染的可能性小，对矿区水土环境污染程度较轻。

③生活垃圾对水土环境污染的预测评估

苏岭沟银矿附近设有垃圾收集台，存放产生的生活垃圾，并按当地环卫部门规定外运处置，因此生活垃圾排放不易造成矿山水土环境污染，对矿山地质环境影响较轻。

④生活污水

矿区内职工及工队生活集中在苏岭沟矿部范围，便于生活污水收集，污水处理后灌溉农田或林地，对矿区水土环境污染程度较轻。

3、小结

现状条件下，矿区地表水、地下水水质良好，无污染现象。矿区及外围土壤、水系沉积物中重金属元素含量均未超标，污染等级为安全，污染水平为清洁、尚清洁。预测矿山采矿废水、转运场废石淋滤水、生活污水、生活垃圾对矿区水土环境的污染程度较轻。

（六）地质环境影响程度分级分区评估

1、分级分区评估的原则

根据项目建设的工程类型、规模、区段特点，结合矿山环境影响程度现状/预测

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

2、分级分区评估方法

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

（1）评估因子的选取及评价标准

根据工程建设影响、破坏地质环境的情况，结合评估区地质环境条件、人类工程活动强弱等因素的具体特点，矿山地质环境影响程度现状/预测评估主要选择工程建设遭受、引发、加剧地质灾害的程度、工程建设对含水层、地形地貌景观和水土环境污染的影响和破坏（污染）程度四个差异性因子为评价指标，不同评价指标的影响程度判别标准见表 3-7。

（2）矿山地质环境影响程度综合评估分区

根据表 3-7 的标准，对矿山建设不同工程区块进行地质环境影响程度综合评判，每个工程区块的影响程度取值“就高不就低”，即该区块的影响程度值取 4 个判别因子中最高者。然后，依据“区内相似、区际相异”的原则，对各工程区块进行合并，并根据合并后的区块影响程度进行地质环境影响程度分级。

3、矿山地质环境影响程度现状评估分区

通过对各因子现状调查结果进行叠加分析，再结合评估区的地质环境条件对各区块界线进行必要修整后，得到评估区地质环境影响程度现状评估综合分区。本次共划分地质环境影响程度分区 2 块（详见表 3-8、附图 01），其中地质环境影响程度严重区（A_x）1 处，较轻区（C_x）1 处。

（1）地质环境影响程度严重区(A_x)

地质环境影响程度严重区 1 处(A_{x1})，为柳树沟渣堆，合计面积 0.04km²，占评估区面积的 1.66%。渣堆为该区 N1 泥石流隐患，威胁矿山人员、转运场、工棚、矿山道路及农村道路及柳树沟住户安全，危害程度中等，危险性中等，探矿硐口、渣堆、转运场、空压机房及配电室、矿山道路、工棚对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大，对地质环境影响程度级别为严重。

(2) 地质环境影响程度较轻区

地质环境影响程度较轻区 1 处(C_{X1}), 为评估区其他区域, 面积 2.37km², 占评估区面积的 98.34%。无采矿、探矿活动, 该区地质灾害不发育; 对地下含水层、地形地貌、土地资源的影响程度较轻。

表 3-7 地质环境影响程度评价分级标准表

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

表 3-8 矿山地质环境影响程度现状评估分区表

分区	编号	位置或名称	面积(km ²)	占比(%)	单因子影响程度现状评估				存在的主要地质环境问题
					地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境	
严重区	A _{X1}	柳树沟	0.04	1.66	危险性大	较轻	严重	较轻	柳树泥石流隐患(N1)地质灾害危险性中等;其他工程对原生地形地貌景观影响和破坏程度大,对地质环境影响程度严重。
较轻区	C _{X1}	其它区域	2.37	98.34	危险性小	较轻	较轻	较轻	无采矿、探矿活动,该区地质灾害不发育;对地下含水层、地形地貌、土地资源的影响程度较轻。
合计			2.41	100					

4、矿山地质环境影响程度预测评估分区

通过对各因子预测评估结果进行叠加分析,再结合估区的地质环境条件及矿山活动特征对各区块界线进行必要修整后,得到评估区地质环境影响程度预测评估综合分区。本次共划分地质环境影响程度分区 3 块(详见附图 3、表 3-9),其中地质环境影响程度严重区(A_Y)1处,较严重区(B_Y)1处,较轻区(C_Y)1处。

(1) 地质环境影响程度严重区

地质环境影响程度严重区 1 处 A_{Y1}为柳树沟泥石流隐患区域,面积 0.04km²,占评估区面积的 1.66%。

(2) 地质环境影响程度较严重区

较严重区 B_{Y1}: 分布于 K4-1、K4-3 金矿体开采区岩石移动范围内,面积 0.01km²,占评估区面积的 0.41%。矿体赋矿标高近地表,采矿活动引发采空区地带

表 3-9 矿山地质环境影响程度预测评估分区表

预测评估分区	编号	位置或名称	面积(km ²)	占比(%)	单因子影响程度预测评估				预测的主要地质环境问题
					地质灾害	含水层	地形地貌景观	水土环境	
严重区	A _{Y1}	柳树沟	0.04	1.66	危险性中等	较轻	严重	较轻	预测柳树沟泥石流隐患 N1 对地质环境影响严重。
较严重区	B _{Y1}	沉陷区	0.01	0.41	危险性中等	较轻	较严重	较轻	预测加剧地面塌陷的可能性中等,危险性中等。
较轻区	C _{Y1}	其它区域	2.36	97.93	危险性小	较轻	较轻	较轻	未发现地质灾害,人类活动以农业耕种为主,对地质环境影响较轻。
合计			2.41	100					

地面变形、塌陷的可能性较大,地质灾害危险性中等。对地形地貌景观影响较严重。

(3) 地质环境影响程度较轻区

分布于矿区的大部区域，面积 2.36km²，占评估区面积的 98.33%。这些地段矿山活动对矿区地质环境影响程度较轻，存在的地质环境问题少，危害程度较轻。

表 3-10 山阳县刘家峡金矿矿山基建生产时序、工艺流程表

阶段	项目名称	现状	基建施工/生产工艺流程	备注
	PD1280 平硐口场地	已有	修缮维护	
	PD1240 平硐口场地	已有	修缮维护	
	PD1200 平硐口场地	已有	修缮维护	
	1#、2#矿废石溜井	拟建	井下采切工程	1 年
生产期	矿体回采及运输		采矿方法：有平硐—溜井和阶段平硐两种； 生产流程：矿体回采→矿石运至苏领沟沟选冶厂	19 年
	废石运输及排放		基建期废石通过修筑矿区内部道路、周边村镇基础建设进行综合利用→生产废石均用于井下采空区充填	
闭坑期	矿山闭坑工程		矿山闭坑设计编制及审批→闭坑工程施工（包括矿山地质环境恢复治理及土地复垦）→地质环境监测及养护	4 年

三、矿山土地损毁预测与评估

(一)土地损毁环节与时序

1、矿山生产建设工艺流程简介：矿山计划 2021 年开始基建工程，基建期 1 年。矿山基建、生产、闭坑各阶段的工艺流程（见表 3-10）如下：地面工程建设流程：场地修缮维护、绿化→闭坑后，建筑拆除和场地土地复垦。

2、土地损毁的环节与时序

土地损毁时序是指矿山生产建设活动损毁土地的时间顺序，包括土地损毁的起始时间、损毁程度、损毁面积和工程活动的结束时间，是土地复垦计划安排基础资料。其与矿山工程基建、生产工艺流程、生产计划、开采方式、闭坑顺序等有关。

矿山工程基建、生产期间不同阶段、不同环节造成土地损毁形式、程度不同，矿山基建期内要进行井下辅助采切工程工程，地面工程主要为修缮维护为主。矿山工程各建设、生产阶段造成土地损毁的环节和方式详见表 3-11。按照矿山生产建设计划和损毁土地的时序、方式、程度合理安排复垦工程，保证复垦质量达到预期目标。

(1) 矿山探矿期

矿区前期探矿活动地面工程为坑口、渣堆对环境造成压占、损毁。

(2) 矿山基建期

矿山基建期为地面工程维护、修缮和井下辅助采切工程工程。

(3) 矿山生产期

生产期间对土地的损毁主要是预测可能会造成采空区地面沉陷。

表 3-11 刘家峡金矿土地损毁环节及时序表

建设生产阶段	矿山工程/ 生产工艺流程	损毁环节	损毁方式	损毁时序
探矿期	PD1360 硐口	探矿、占用	挖损	已损毁，后期一直使用之闭坑
	PD1280 平硐口	探矿、占用	挖损	
	PD1240 平硐口	探矿、占用	挖损	
	PD1200 平硐口	探矿、占用	挖损	
	3 处废渣堆	探矿、占用	压占	近期复垦
基建期	1#、2#矿废石溜井	基建、使用		拟损毁，一直使用至闭坑。
生产期	开采区/矿体回采	矿山开采	塌陷损毁	拟损毁，一直使用至闭坑。
闭坑期	矿山闭坑工程	建筑拆除、井口封堵、土地复垦、管护		

(二) 已损毁各类土地现状

根据现场调查，目前刘家峡金矿已损毁土地主要为废渣堆、硐口压占和挖损损毁，三个渣堆都是临时用地，以下分别说明。

1、压占、挖损损毁

现状下有矿山在前期探采期间有 3 处废渣堆、4 处硐口压占林地面积共 0.423hm²（见表 3-12）。

表 3-12 已损毁土地一览表

工程名称	损毁类型	损毁地类				损毁面积	损毁程度
		一级地类		二级地类			
		编码	名称	编码	名称	(hm ²)	
ZD1（含硐口）	压占、挖损	03	林地	0307	乔木林地	0.07	重度
ZD2（含硐口）	压占、挖损		林地	0301	乔木林地	0.005	重度
			林地	0307	其他林地	0.068	
ZD3（含硐口）	压占、挖损		林地	0301	乔木林地	0.14	重度
			林地	0307	其他林地	0.14	
		03	林地	0301	乔木林地	0.001	
		03	林地	0307	其他林地	0.004	
合计						0.423	

(三) 拟损毁土地预测与评估

后续矿山采矿活动为 K4-1 和 K4-3 号金矿体，可能造成采空区沉陷区损毁土地，

矿山拟损毁土地面积为 1.04hm²，土地破坏方式为沉陷，各工程拟损毁土地类型、地类、损毁面积见表 3-13。

表 3-13 刘家峡矿拟损毁土地特征一览表

工程名称	损毁类型	损毁地类				
		一级地类		二级地类		损毁面积
		编码	名称	编码	名称	(hm ²)
沉陷区	沉陷	03	林地	301	乔木林地	1.04
合计						1.04

4、预测沉陷区

根据“开发利用方案”刘家峡金矿开采对象为划定矿区范围内的 K4-1、K4-3 矿体，矿体属于急倾斜薄至中厚矿体，矿山开采形成的采空区空间较小。矿体顶板主要为砾岩及白云岩质灰岩，矿体底板为砾岩、碎屑白云岩及灰岩，矿体围岩质量评价及工程类比评价，矿体围岩坚硬程度为较坚硬～软弱岩组，完整性不好，稳定较差，金矿体属较软～软弱岩组。根据该矿矿岩性质，参照类比同类矿山实际经验，选定矿体上下盘及侧翼岩石移动角参数矿体下盘岩石移动角取矿体倾角；矿体上盘岩石移动角 60°；矿体侧翼岩石移动角 70°。据此圈定出矿床开采时地表岩石移动范围，面积 0.09km²。综合分析认为，在岩石移动范围内发生大面积采空区地面塌陷的可能性小，但 K4-1 金矿体近地表矿体采矿活动可能引发近地表岩层变形，引起地表土层错动、形成裂缝或塌陷，对土地资源的损毁较严重，经计算圈定采矿活动产生的沉陷区面积为 1.04hm²，对土地损毁程度为中度损毁。

5、土地损毁程度分析

(1) 评价方法

土地损毁程度评价方法可采用综合指数法、模糊综合评判法、极限条件法等。本方案采用极限条件法，即对不同类型的损毁土地，选择相应损毁特征因子作为评价指标，按照各因子损毁程度分级标准进行单因子损毁程度分级赋值，最终以单指标损毁等级最大值作为该损毁单元的土地损毁等级。

(2) 土地损毁程度分级

每种破坏形式对土地的损毁程度不同，相应采取的复垦措施也会有所区分，因此，有必要对土地破坏程度（等级）进行评价。本方案将土地损毁程度等级分为 3 级，即：

轻度损毁（I级）：土地损毁轻微，基本不影响土地功能；

中度损毁（Ⅱ级）：土地损毁比较严重，影响土地功能；

重度损毁（Ⅲ级）：土地严重损毁，丧失原有功能。

（3）评价指标及评价标准

针对不同土地损毁类型选择不同的评价指标进行土地损毁程度分析评价，评价因子包括损毁面积、损毁特征等，各评价因子的等级限值主要参考《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031-2011）、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD / T-1007-2003）等技术规程中的土地损毁程度分级标准取值，具体如下：

①压占、污染损毁等级标准：选择压占面积、重金属污染、砾石含量、土地功能影响程度指标作为压占（占用）、污染损毁土地的评价因子，各因子损毁程度分级标准见表 3-14。

②挖损损毁等级标准：挖损损毁程度主要与挖损深度、挖损面积、挖损区坡度和原始土层厚度有关。本方案选择挖损深度、挖损区坡度、原始土层厚度和边坡稳定性指标作为评判土地挖损损毁的评价因子，损毁程度分级标准见表 3-15。

表 3-14 压占（占用）、污染损毁程度分级标准

损毁等级	压占面积（hm ² ）	重金属内梅罗综合污染指数	砾石含量（%）	土地功能影响程度
轻度（Ⅰ级）	≤1.0	1.0<P _z ≤2.0	≤10	基本不影响
中度（Ⅱ级）	1.0~5.0	2.0<P _z ≤3.0	10~30	影响土地功能
重度（Ⅲ级）	>5.0	P _z >3.0	>30	丧失原有功能

注：任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级。

表 3-15 挖损损毁程度分级标准

损毁等级	挖损深度（m）	挖损边坡度（°）	原始土层厚度（m）	土地功能影响程度
轻度（Ⅰ级）	<1.0	<25	>3.0	基本不影响
中度（Ⅱ级）	1.0~3.0	25~35	0.50~3.0	影响土地功能
重度（Ⅲ级）	>3.0	>35	<0.50	丧失原有功能

注：任何一项指标达到相应标准即认为土地损毁达到该损毁等级。

（4）土地损毁程度评价

根据矿山工程类型、功能及土地损毁特征，将矿山现有工程及拟损毁土地划分为 ZD1、ZD2、ZD3 渣堆、沉陷区共 4 个部分。参照评价指标和评价标准，按极限条件法对各单元土地损毁程度逐一评价，结果见表 3-16、表 3-17 和表 3-18。由评价结果总结，其余评价单元土地损毁程度为重度损毁。

（5）评价结果

根据以上对已损毁土地现状描述分析、拟损毁土地预测汇总，矿山在本方案服务期内损毁总面积为 1.463hm²，已损毁土地面积 0.423hm²，拟损毁土地面积 1.04hm²。土地损毁汇总情况见表见表 3-20。

表 3-16 项目区土地压占损毁程度分级统计表

损毁单元	单评价因子损毁等级								综合土地损毁等级
	压占面积 (km ²)	单因子损毁等级	综合污染指数 (PZ)	单因子损毁等级	砾石含量 (%)	单因子损毁等级	土地功能影响程度	单因子损毁等级	
ZD1	0.07	I级	PZ<1.0	I级	>30	III级	丧失土地功能	III级	III级重度
ZD2	0.073	I级	PZ<1.0	I级	>30	III级	丧失土地功能	III级	III级重度
ZD3	0.28	I级	PZ<1.0	I级	>30	III级	丧失土地功能	III级	III级重度
塌陷区	1.04	II级	PZ<1.0	I级	10~30	II级	基本土地功能	II级	II级中度
合 计	1.463								

表 3-17 项目区土地挖损损毁程度分级统计表

损毁单元	单评价因子损毁等级								综合土地损毁等级
	挖损深度 (m)	单因子损毁等级	挖损边坡角 (°)	单因子损毁等级	原始土层厚度 (m)	单因子损毁等级	土地功能影响程度	单因子损毁等级	
PD1360	>3.0	III级	>35	III级	0.50~3.0	II级	丧失土地功能	III级	III级重度
PD1280	>3.0	III级	>35	III级	0.50~3.0	II级	丧失土地功能	III级	III级重度
PD1240	>3.0	III级	>35	III级	0.50~3.0	II级	丧失土地功能	III级	III级重度
PD1200	>3.0	III级	>35	III级	0.50~3.0	II级	丧失土地功能	III级	III级重度

表 3-18 项目区已/拟损毁土地汇总表 (单位: hm²)

土地损毁状态	序号	工程名称	损毁类型	损毁程度	损毁地类及面积			合计
					01 耕地	03 林地		
					0103 旱地	0301 乔木林地	0307 其他林地	
已损毁	1	ZD1（含硐口）	压占、挖损	重度		0.07		0.07
	2	ZD2（含硐口）	压占、挖损	重度		0.005	0.068	0.073
	3	ZD3（含硐口）	压占、挖损	重度		0.14	0.14	0.28
拟损毁	4	沉陷区	塌陷损毁	中度		1.04		1.04
总计						1.255	0.208	1.463

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

(一)矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则

矿山地质环境具有“自然、社会、经济”三重属性，因而矿山地质环境保护与治理恢复分区应遵循以下原则：

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

（2）“与矿山工程活动对地质环境影响及破坏程度相适应”的原则，矿山工程活动对地质环境影响程度严重地区应划为重点防治区优先治理恢复，影响一般地段可划为一般防治区靠后安排恢复工作。

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

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

2、分区方法及分区级别

（1）分区方法：依据矿山地质环境治理分区原则，本方案依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223—2011）附录 F (表 3-19)中的标准，根据矿山地质环境影响现状及预测评估结果，对刘家峡金矿地质环境保护与治理恢复分区。

表 3-19 矿山地质环境保护与治理分区标准表

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

（2）分区级别：山阳刘家峡金矿矿山地质环境保护与治理恢复分区划分为重点防治区、次重点防治区、一般防治区三级，对矿山地质环境问题类型的差异的区段可进一步划分重点防治段。

3、分区评述

根据矿山地质环境保护与治理恢复分区的标准和分区原则，将山阳刘家峡金矿地质环境保护与治理分区划分为重点防治区(A_H)、次重点防治区(B_H)、一般防治区(C_H)三级 3 个区块（见附图 5），其中重点防治区(A_H)1 个、次重点防治区(B_H)1 个、一般

防治区(C_{H1})1个区块，各分区的具体特征见表 3-20。

(1) 重点防治区 (A_H)

重点防治区 1 个区块 (A_{H1})，面积 0.04km²，占评估面积的 1.76%，主要包括柳树沟渣堆 ZD1、ZD2、ZD3。

区内主要地质环境问题：存在 1 处泥石流隐患，危险性大，破坏地形地貌、压占土地资源。

主要防治内容、措施：对泥石流隐患渣堆前缘位置修建拦渣挡墙，进行整治绿化，对绿化工程进行养护，对全区地质环境保护与恢复治理工作进行总体监测。

(2) 次重点防治区(B_{H1})

分布于柳树沟 K4-1、K4-3 号金矿体开采影响范围，面积 0.01km²，占评估区总面积的 0.44%，采矿活动可能引发近地表岩层变形，引起地表土层错动、形成裂缝或塌陷，对土地资源的损毁较严重对地形地貌景观影响较严重；对含水层影响程度较轻；对水土环境污染较轻。

防治措施：在沉陷区范围加强裂缝、地面塌陷的监测，发现问题及时回填，同时设警示牌，待 K4-1、K4-3 号矿体采完后，进行生态恢复，对地下含水层加强监测。

(3) 一般防治区 (C_H)

一般防治区 1 个区块 (C_{H1})，分布于评估区大部，面积 2.22km²，占评估面积的 97.8%。这些地段矿山活动对矿区地质环境影响程度较轻，存在或预测的地质环境问题少，危害程度较轻，不需要安排治理工程，但必要时需要布设监测预警工程。

表 3-20 矿山地质环境保护与治理恢复分区一览表

防治分区	编号	位置	面积(km ²)	占比(%)	现状评估	预测评估	防治措施
重点防治区(A _H)	A _{H1}	柳树沟	0.04	1.76	严重	严重	对泥石流隐患渣堆位置修建拦渣挡墙，对转运场、焊接室、矿山道路、工棚、空压机房及配电室进行拆除，进行整治绿化，对绿化工程进行养护，对全区地质环境保护与恢复治理工作进行总体监测。
次重点防治区(B _H)	B _{H1}	沉陷区	0.01	0.44	较轻	较严重	在塌陷区范围加强裂缝、地面塌陷的监测，发现问题及时回填，同时设警示牌，待矿体采完后，进行生态恢复，对地下含水层加强监测。
一般防治区(C _H)	C _{H1}	其它区域	2.22	97.8	较轻	较轻	布设监测预警工程
合计			2.27	100			

(二)土地复垦区与复垦责任范围

1、土地复垦区划分

复垦区为由永久性建设用地和生产建设项目损毁土地构成的区域。根据矿区土地损毁分析与预测结果，本项目损毁土地情况如下：

(1) 永久性建设用地

永久性建设用地是指依法征收并用于工业场地的永久性建筑物及相关用途的土地。刘家峡金矿项目区无矿山无永久建设用地。

(2) 生产建设项目损毁土地

项目区内生产建设项目损毁面积合计为 1.463hm^2 。其中已损毁包括 4 个硐口、3 处堆渣，地共计 0.423hm^2 ；拟损毁为沉陷区面积 1.04hm^2 。

(2) 复垦区面积

项目区内生产建设项目损毁土地面积不存在重复计算的情况，因此复垦区面积=生产建设项目实际损毁土地面积（ 0.423hm^2 ）+拟损毁沉陷区（ 1.04hm^2 ）= 1.463hm^2 。

2、复垦责任范围

土地复垦责任范围为土地复垦区扣除留续使用的永久性建设用地。土地复垦责任范围是复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。因此，山阳县刘家峡金矿矿区土地复垦的责任范围包括 4 个硐口、3 处堆渣，共计 0.423hm^2 ；拟损毁为沉陷区面积 1.04hm^2 ，面积总计为 1.463hm^2 。

复垦区、复垦责任区面积关系见表 3-21，复垦区面积及拐点坐标见表 3-22。

表 3-21 复垦区、复垦责任 范围面积统计表（单位： hm^2 ）

序号	用地类别		用地工程名称	面积 (hm^2)	合计	备注
1	生产建设项目损毁 土地	生产用地	ZD1（含坑口）	0.07	1.463	不留续使用， 闭坑后纳入复 垦责任范围
2			ZD2（含坑口）	0.073		
3			ZD3（含坑口）	0.28		
10		塌陷损毁 土地	地表塌陷隐患范围	1.04		
11	复垦责任范围面积=不留续使用永久性建设用地+生产建设项目损毁土地				1.463	

表 3-22 土地损毁复垦区面积及拐点坐标一览表

复垦区名称	复垦区 面积 hm ²	2000 国家大地坐标系					
		点号	X	Y	点号	X	Y
ZD1	0.07						
ZD2	0.073						
ZD3	0.28						
沉陷区	1.04						
合计	1.463						

(三) 土地类型与权属

根据所收集项目区最新土地利用现状图（I49G063034，更新截止日期为 2018 年变更调查成果），按照《土地利用现状分类》（GB/T21010—2017）进行统计，矿区复垦区及复垦责任区的土地利用结构（损毁地类、损毁方式、损毁程度及面积等）详见表 3-23。

矿区损毁区土地利用类型有乔木林地、其他林地，矿山开采不占用基本农田，无土地权纠纷。

表 3-23 复垦区土地利用结构表

一级地类		二级地类		损毁类型	损毁程度	复垦区 损毁面积 (hm ²)	留续使用面积 (hm ²)	复垦责任范围	
编码	名称	编码	名称					面积 (hm ²)	占比%
03	林地	0301	乔木林地	压占、挖损、塌陷	重度	1.255	0	1.255	85.78
		0307	其他林地	压占、挖损	重度	0.208	0	0.208	14.21
合计						1.463	0	1.463	100.00

2、土地权属

刘家峡金矿复垦区内土地权属山阳县中村镇回龙寺村村集体所有。项目区现状地界清楚，面积准确，与周边村地界、镇界清楚，无使用权属纠纷。根据土地利用现状

及实地调查证实，刘家峡金矿复垦区土地现状权属清楚，无纠纷。复垦区土地利用结构权属见表 3-24。

表 3-24 复垦区损毁土地利用权属表

权属	土地类型及面积（hm ² ）			合计（hm ² ）
	01 耕地	03 林地		
	0103	0301	0307	
	旱地	乔木林地	其他林地	
山阳县中村镇回龙寺村		1.255	0.208	
合计		1.255	0.208	1.463

(4) 租地、征地情况

三个渣堆是临时用地，矿山企业办理了租地手续，在未取得正式的审批文件之前，不会违规开工建设。

第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

通过野外调查和矿山地质环境影响评估，该矿山主要存在以下环境地质问题：①该矿山现状有 1 处泥石流隐患为低易发，在降水入渗以及暴雨等作用下可能形成泥石流灾害，危害程度中等，危险性中等，对矿山人员、行人、通村道路等将构成威胁，危害程度中等，危险性中等；②矿山开采活动对矿区含水层影响及破坏较轻，对矿区水土环境污染较轻。矿山采矿活动引发采空区地带地面变形塌陷的可能性较大，地质灾害危险性中等。

针对以上矿山地质环境问题，为了保证治理能够落到实处，需从技术、经济以及生态协调上分析矿山地质环境治理的难度及其可行性。

（一）技术可行性分析

根据矿山地质环境影响评估结果可知，矿山主要的地质环境问题为柳树沟泥石流隐患（N1）、采空地面塌陷隐患（TX1）和采矿活动对地形地貌景观影响与破坏。

（1）地质灾害

①泥石流隐患治理：N1 泥石流现状条件下危害程度中等，危险性中等，因此，需采取工程治理，并进行监测。

②地面塌陷及伴生地裂缝治理：根据矿区地形特征，对采矿引发的采空区地面变形以变形监测为主，并在路口等醒目处立警示牌进行提醒。

（2）含水层

矿区及周围地表及采空区无大的水体存在，含水层富水性弱，裂隙连通性差，矿山开采未造成矿区及周围地表水体漏失，矿山开采对矿区及周围主要含水层水位基本无影响。矿山生产及生活用水来自矿区基岩裂隙水，据调查矿山开采对其水位基本无影响，且矿区及周边无农业生产区，矿山开采未影响矿区及周围的生产生活供水。

（3）地形地貌景观破坏治理

矿山地面工程建设影响原始地形地貌景观，对 ZD1 废渣堆、ZD2 废渣堆和 ZD3 废渣堆等改变评估区原有自然景观，造成生态系统在空间分布上的不连续性，其可采取清理工程、植被恢复及监测工程等。

（4）水土环境污染治理

评估区内金矿的开采对含水层破坏较轻，对矿区水土环境污染较轻，矿山开采按照设计生产方案，规范生产，定期监测，确保不产生污染源，就可保证矿区含水层结构、水位、水质不受破坏和污染，使矿区水土环境安全达标；对地形地貌景观的破坏为地面建设工程为主，治理工程可采取植树种草的措施进行治理。

综上所述，矿区地质环境问题是可以通过工程治理和土地复垦的方式予以消除或恢复治理，技术措施基本可行，可操作性强，能达到恢复治理的预期目标。泥石流隐患都是由沟道内采矿弃渣阻塞沟谷行洪通道而形成的矿渣型泥石流灾害，该类型灾害防治措施以“清渣”为主，具体工程措施有弃渣废石外运，上述工程技术措施在本区已被广泛使用，且技术上比较成熟。

(二)经济可行性分析

根据“开发利用方案”：项目达产年年平均不含税营业收入为 3564.8 万元，年平均利润总额 1061.5 万元，年平均净利润为 796.1 万元，而山阳县刘家峡金矿矿山地质环境恢复治理与土地复垦总投入为 214.92 万元，本方案的规划部署年限 24 年，平均每年 8.955 万元，不会对企业造成太大的经济负担。由此可见矿山后续投入的地质环境治理费用在矿山生产总成本占比较低，对矿山经济效益的影响较小，产生的社会效益和环境效益明显，经济可行。

通过矿山环境保护与恢复治理项目的实施，消除了区内地质环境问题的隐患，保证了矿区生产建设的正常发展，为区内人民群众及矿区职工生活、生产提供了安全、良好的环境，从而为矿山创造更大的经济价值服务。

因此，综合分析其经济上可行。

(三)生态环境协调性分析

1、对水资源影响分析

矿区内矿坑涌水量小，水质经检测合格，可作为生产生活用水。1280m、1240m、1200m、1160m 和 1005m 五个中段均可直接出地表，采用自流排水，在各中段人行道侧设置水沟，水沟坡度 3~5‰，坑口设置沉淀池，生产废水及井下涌水沿各中段水沟自流排放至坑口设置的沉淀池，进行沉淀及简单的处理后，作为矿山生产用水回用，多余部分接入选厂回水系统。因此，矿坑涌水对矿区地质、生态环境影响较轻。

生活污水主要污染物有悬浮物、油脂类、氨氮等，污染物成分较简单，经化粪池沉淀处理后作农田灌溉、绿化用水。

因此，矿山复垦之后对水资源影响很小，不会污染地表水体和地下水源。

2、对土壤资源影响分析

在矿山生产过程中，平硐口、渣堆等使地表土层挖损损毁，破坏地表土壤结构和植被生态，使土壤丧失原有部分功能，水土流失严重。

平硐口、渣堆等会使场地内土壤空隙会变小，饱和含水量下降，土壤保水保肥性能减弱，同时也将破坏了微生物适宜的生存条件，影响生物与土壤间的物质交换，减少了微生物作用产生的腐殖质。由于腐殖质缺少，会使土壤中有机质含量下降，使土壤生产能力降低，进而影响到土壤对植物资源养分供应，影响植物资源的生长，使土地质量严重受损。

地下采矿造成的采空区地面塌陷也会使沉陷区土壤结构破坏，造成土壤保水、储热等工程能丧失，造成植被死亡等情况。

这些矿山工程活动都有可能造成矿区土壤结构破坏，生产力下降，对矿区土壤资源破坏严重。但通过土地复垦工程，可有效恢复这些受损土地的功能，减少水土流，美化矿区生态环境。

3、对生物资源影响分析

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

矿山开采完毕后，矿区土地不同程度地遭到损毁，生态环境处于受损状态。对受损土地通过土地复垦恢复植被，增加矿区林地、旱地面积。随着矿区人工生态系统的建立，将使原来的天然生态系统变成人工干扰和自然恢复的复合生态系统，逐渐替代原来的自然生态系统。新复合生态系统将在逐步修复中结构和功能不断接近原生自然生态系统，为矿区生物资源提供适宜的生态栖息环境。经过一系列的综合环境整治后，矿区水土流失和固体废弃物污染也将得到一定程度的遏制，可消除泥石流地质灾害对矿区的威胁，并可提高矿区植被覆盖率，美化矿区环境，使自然环境条件不断得到改善，减轻项目区的水土流失，使受损土地资源得到恢复，且经过植被恢复、绿化后，区内的地形地貌景观、土地资源破坏得到抑制，有效改善了矿区地质环境和生态环境。

综合分析其在生态环境协调性上可行。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

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

（二）土地复垦适宜性评价

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

1、土地适宜性评价原则

（1）符合乡镇土地利用总体规划，并与农业规划等其他规划相协调

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

（2）主导性限制因素与综合平衡原则

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

（3）因地制宜，耕地优先的原则

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

（4）自然因素和社会因素相结合原则

在开展土地复垦适宜性评价时，既要考虑它的自然属性（如土壤、气候、地貌、水资源等），也要考虑它的社会经济属性（如种植习惯、业主意愿、社会需求、生产力水平、生产布局等），同时还应类比周边同类项目复垦经验，确保复垦方向的合理性、有效性及可操作性。

（5）可持续土地利用开发和生态多样化原则

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

（6）经济可行与技术合理性原则

土地复垦技术方案应能保证项目区土地复垦工作顺利展开、复垦效果满足相应地类《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）要求和《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）要求。

在确定土地的复垦方向时，应首先考虑其最佳综合效益，选择最佳利用方向。在保证复垦目标全面实现的前提下，兼顾土地复垦成本最优化原则，尽可能减轻企业负担。以最小的复垦投入从备复垦土地中获取最佳的经济效益、生态效益和社会效益。

2、土地适宜性评价依据

（1）相关法规和规划

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

②《土地复垦条例》，国务院第592号令，2011年3月5日实施；

③《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第5号修订，2019年7月24日起实施）；

④《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》（陕西省人民政府令第173号，2013年12月1日施行）。

⑤《陕西省秦岭生态环境保护条例》（2019年9月第二次修订，2019年12月1日起实施）；

（2）相关规程和标准

①《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

- ②《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）；
- ③《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）；
- ④《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T 1012-2000）；
- ⑤《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T 1634-2008）；
- ⑥《耕地质量验收技术规范》（NY/T 1120-2006）
- ⑦《土地整治高标准农田建设综合体》（DB61/T991.1-991.7-2015）等。

（3）其它

- ①项目区自然社会经济状况、土地损毁分析结果；
- ②土地损毁前后的利用状况；
- ③损毁土地资源复垦的客观条件；
- ④公众参与意见等。

3、适宜性评价的方法及流程

根据复垦区各评价单元土地损毁类型及特征，结合复垦区的区域自然环境、社会环境特点、土地利用总体规划、公众参与意见以及其他社会经济政策因素分析，划分评价单元，确定复垦方向。根据不同的评价单元，建立适宜性评价方法体系和评价指标体系，评定各评价单元的土地适宜性等级，明确其限制因素。通过方案比选，最终确定各评价单元的土地复垦方向，划定土地复垦单元。土地复垦适宜性评价的基本流程如图 4-1。

4、适宜性评价范围和评价单元划分

（1）适宜性评价范围

本次项目评价范围为矿区复垦责任范围所有土地，总面积为 1.463hm²。

（2）适宜性评价单元的划分

本方案以地貌单元及土地损毁类型的一致性、土地复垦方向与工程技术类似性为依据，同时参考复垦土地地形地貌、损毁类型、损毁程度、损毁时序、限制性因素、复垦前土地利用情况等因素综合划分项目区土地复垦适宜性评价单元。

刘家峡金矿项目区总体可划分为 2 个土地复垦适宜性评价单元，即：①ZD1-ZD

渣堆；②沉陷区。

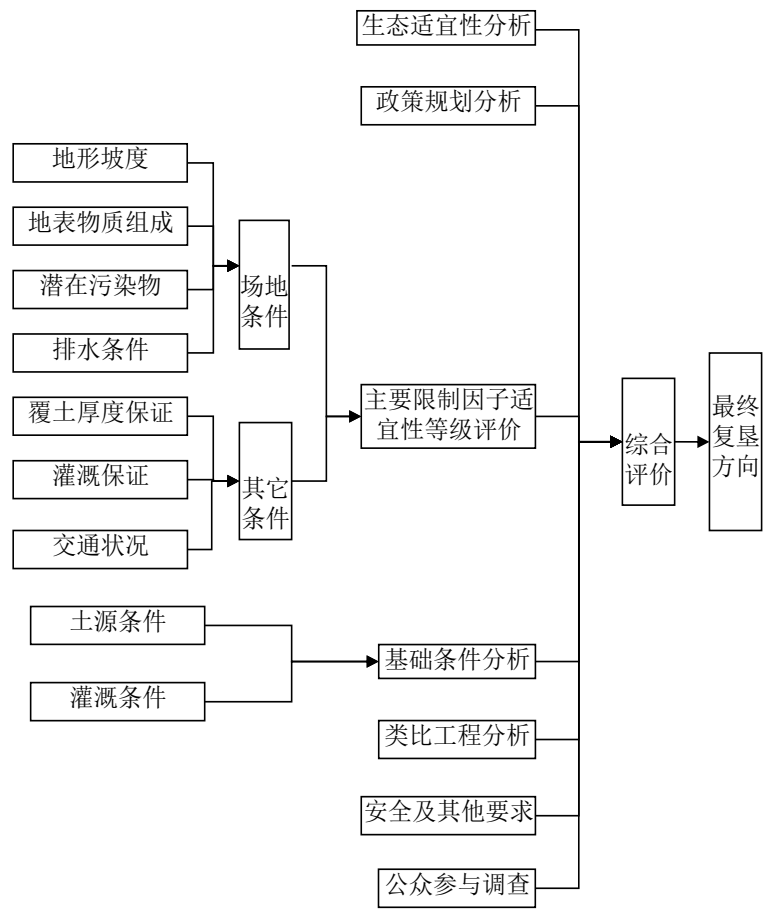


图 4-1 土地复垦适宜性评价的基本流程图

5、初步复垦方向的确定

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

(1) 土地复垦相关因素分析

①自然和社会因素分析

项目区位于陕西省山阳县中村镇和天竺山镇接壤处，属秦岭山脉南部中山地貌区，气候属北亚热带季风性半湿润山地气候，光照适中，雨量充足，气候温和，四季分明，多年平均降水量 709mm。坡面植被发育，以灌木林地、乔木林地为主，郁闭度 0.8 以上区域占矿区面积 70%以上；其次为旱地、草地及农村宅基地。矿区地表土壤以少砾、多砾质砂壤土为主，砾径一般 1~15mm，含砾量 5~15%。项目区土地复垦类型区划属西南山地丘陵区，耕地的农田水利较全、田间道路便利，按照西南山地丘

陵区土地复垦质量控制标准和项目区自然条件分析认为：项目区地高坡陡，土质质地以多砾质砂壤土为主，砾石含量高，不宜复垦成标准化农田，但可复垦为旱地、林地和草地。

②政策因素分析

根据《山阳县中村镇土地利用总体规划图（2006—2020 年）调整完善》、《山阳县天竺山镇土地利用总体规划图（2006—2020 年）调整完善》（2017 年 6 月编制），项目区规划土地类型以林地为主，少量旱地。结合矿区开采活动预测造成的土地损毁状况及特征，认为矿区土地复垦的方向以旱地优先，次为林地。

③公众意见分析

为了使山阳县刘家峡金矿项目土地复垦评价工作更具民主化、公众化，在方案编制过程中，遵循公众广泛参与的原则，向广大公众征求意见。矿山工作人员和委托编制单位相关技术人员以走访、座谈的方式了解和听取了相关土地权利人和相关职能部门意见，得到了他们的大力支持。通过走访当地村民，介绍项目内容后，村民建议将损毁土地尽量恢复其原有功能，林地的复垦可根据当地气候条件可选择经济类植物。通过上述分析，结合复垦区的自然、社会经济特点，充分考虑政策因素和公众意见，本着农用地优先的原则，复垦主导方向为原地类复垦，恢复原土地功能。

（2）土地复垦初步方向的确定

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

6、评价体系和评价方法的选择

（1）评价体系确定

本方案土地适宜性评价采用三级评价体系，即土地适宜类分为适宜、暂不适宜和不适宜三类，类别下再续分土地质量等级。其中适宜类续分土地质量等级为 1 等地、2 等地、3 等地，暂不适宜类和不适宜类不续分，统一标注为 N。

（2）评价方法选择

矿区损毁土地适宜性评价属于预测评价体系，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。本方案采用极限条件法，即在有关评价指标的分级中，以分级最低评价因子的分级作为该评价单元

的等级。

极限条件法的计算公式：

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

式中：

Y_i —第 i 个评价单元的最终分值；

Y_{ij} —第 i 个评价单元中第 j 参评因子的分值。

7、适宜性评价指标体系

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

本方案适宜性评价范围内的土地损毁类型以压占为主，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、土壤厚度、土壤质地、排灌条件、堆积物毒性、土源保证率 6 个因子作为适宜性评价指标。

评价等级标准：本方案参考《土壤复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）、《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T 1007-2003）、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中相关土地限制因子指标阈值，确定各评定指标的分级或评判标准，（见表 4-1）。

8、适宜性等级的评定

依据刘家峡金矿土地损毁现状及预测评估，参照表 4-1 中土地复垦主要限制因素的耕林草等级标准，对矿区 4 个土地复垦适宜性评价单元进行综合评判，结果见表 4-2。

表 4-1 刘家峡金矿土地复垦主导限制因素的农林草等级标准

限制因素及分级指标		宜耕等级	宜林等级	宜草等级
（堆积）地面 坡度（°）	<6	1	1	1
	6~15	2	1	1
	15~25	3	2	2
	>25	N	3 或 N	2 或 3
覆盖/原始土 层厚（cm）	>80	1	1	1
	50~80	2	2	1
	30~50	3	3	2 或 3
	<30	N	N	3 或 N
地表土壤质地	壤质及粘土质	1	1	1
	砂壤质、粘土质、砾质土（含砾	2 或 3	1 或 2	2 或 3

表 4-1 刘家峡金矿土地复垦主导限制因素的农林草等级标准

限制因素及分级指标		宜耕等级	宜林等级	宜草等级
	≤15%)			
	砂土或砾质土 (含砾≤25%)	N	2 或 3	3 或 N
	石质或砾质土 (含砾>25%)	N	N	N
排灌条件	附近有灌溉水源保证足、排水条件好	1	1	1
	灌溉水源保证差, 排水条件好或一般	2	1	1
	排灌条件不好, 对植被生长影响中等	3	2 或 3	2 或 3
	无灌或排条件, 对植物成活、生长影响大	N	N	N
堆积物毒性	无化学有害物质	1	1	1
	有少量化学有害物质, 造成产量下降<20%, 农副产品达食用标准	2	1	1
	有化学有害物质, 造成产量下降20%~40%, 农副产品达食用标准	3	2	2
	有化学有害物质, 造成产量下降>40%, 或农副产品不能食用	N	3	3
土源保证率 (%)	100	1	1	1
	80~100	1 或 2	1	2
	50~80	3	2 或 3	2 或 3
	<50	N	N	N

9、最终复垦方向的确定

渣堆复垦为 3 等乔木林地；沉陷区复垦为原地类最终确定各评价单元土地复垦方向，结果见表 4-3 所示。

(1) 渣堆：项目复垦责任区内共 3 处废渣堆 (ZD1~ZD3) 现状场地和周边地块主要为乔木林地，确定渣堆最终复垦方向为乔木林地。

(2) 沉陷区：开采沉陷土地最终复垦方向为乔木林地。

10、复垦单元的划分

根据以上评价单元的复垦方向，从便于施工管理及计划安排角度出发，将复垦标准和措施一致的评价单元合并作为一类复垦单元，将刘家峡金矿土地复垦责任范围内损毁的土地划分为五个复垦单元，见表 4-3。

11、复垦前后土地利用结构对比

复垦区土地利用现状与复垦后土地结构调整对比表见表 4-4。从表中可以看出，复垦后旱地显著增加，林地总体基本平衡，综合复垦率为 100%。复垦后总体农用地显著增加，提高了复垦质量，符合当地发展高质量农业的整体规划要求。

表 4-2 山阳县龙刘家峡金矿复垦区土地复垦适宜性等级评定一览表

评价单元	土地质量状况						适宜性评价			主要限制因子	备 注
	地面坡度(°)	土层厚度(cm)	土壤质地	排灌条件	堆积物毒性	土源保证率(%)	耕地方向	林地方向	草地方向		
ZD1-ZD3 渣堆	>25	<30	少砾质砂壤土	附近有灌溉水源保证差、对植被影响中等	无	100	N	2 或 3	3	地形坡度大、覆土厚度不宜过大	表层覆盖土，穴坑种树、散播草地。通过人工放坡、平整、覆土、培肥，复垦为乔木林地。
沉陷区	通过裂缝充填、植被重建恢复原有乔木林地										

表 4-3 刘家峡金矿土地复垦利用方向结果表

评价单元	复垦利用方向					面积(hm ²)		复垦单元
	一级地类		二级地类		复垦等级	单项	合计	
	编码	名称	编码	名称				
ZD1-ZD3 渣堆	03	林地	0307	乔木林地	3 等	0.215	0.423	ZD1-ZD3 渣堆
			0307	其他林地	3 等	0.208		
沉陷区	03	林地	0307	乔木林地	3 等	1.04	1.04	沉陷区林地
合计						1.463	1.463	

表 4-4 复垦前后土地利用结构调整表

一级地类		二级地类		面积（（hm ² ）			变幅（%）
编码	名称	编码	名称	复垦前	复垦后	变化值	
03	林地	0301	乔木林地	1.255	1.463	0.208	1.42
		0307	其他林地	0.208	0	-0.208	-1.42
合 计				1.463	1.463	0	0.00

(三) 水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

(1) 需水量计算

本方案土地复垦方向为旱地、乔木林地。旱地原则上不考虑农田灌溉，农作物需水以自然降水为主；但林地复垦需要考虑乔、灌、草栽植（或种植）、养护用水水

源，因此本方案只对林地需水量进行分析。

根据《陕西省行业用水定额（2020 修订版）》（DB61/T943-2020），项目区属于商洛丘陵浅山区，按照水文年中等年份查询，林地灌溉用水定额为 $90\text{m}^3/\text{亩}$ ，复垦区林草地面积为 1.463hm^2 。据此推算项目区林绿化年用水量为 1975m^3 （见表 4-5）。

表 4-5 项目区林草地复垦需水量分析表

序号	复垦方向	复垦面积 (hm^2)	灌溉用水定额	需水量 (m^3)	备注
			($\text{m}^3/\text{亩}$)		
1	乔木林地	1.463	90	1975	
合计				1975	

（2）供水量计算及供需平衡分析

矿区属于秦岭山脉南部山地地貌,气候属北亚热带向暖温带过渡的季风性半湿润山地气候，年降水量 709mm ，降水总体较丰沛，基本满足植被生长需求。

管护期内每平方米每年额外补充 0.5m^3 水，按 3 年计算所得，共需水量 $7.86 \times 10^4\text{m}^3$ 。复垦区可通过苏峪沟进行水源补给，流量为 $0.215\text{m}^3/\text{s}$ ，由西南向北东流经矿区，年径流量分别为 $1195 \times 10^4\text{m}^3$ ，项目区林草地绿化用水可从苏峪沟河流中拉取，完全满足项目林草地生态用水量。因此，复垦林地植被管护用水可得到有效保障，无需专门修建灌溉设施。

2、土资源需求分析

（1）覆盖土方量计算

本区复垦方向为耕地和林地，均需要客土，参照《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中有效土层厚度控制指标，计算矿区土地复垦所需土壤方量。耕地、乔木林地覆土厚度为 50cm ，刘家峡金矿复垦责任范围内需要客土补给的工程包括：ZD1-ZD3 渣堆。经计算，土地复垦需补土方量为 2115m^3 ，详见表 4-6。

表 4-6 刘家峡金矿复垦需土量计算表

序号	复垦对象	复垦利用方向	面积 (hm^2)	覆土厚度 (m)	覆土量 (m^3)
1	ZD1-ZD3 渣堆	林地	0.423	0.5	2115
	合计		0.423	----	2115

（3）土源供需平衡计算

表土供给量分析：根据矿区现有情况，可用于表土剥离的位置位于苏岭沟银矿

尾矿库采矿用地——尾矿库淹没区缓坡上的土壤，淹没区面积 1.00hm^2 ，平均剥土厚度 1.8m （见照片 4-1），经计算可剥离土方约 $18000\text{m}^3=1.80\text{m}\times 1.00\text{hm}^2\times 10000\text{m}^2/\text{hm}^2>2115\text{m}^3$ ，结合复垦土方需要量，只需剥离 0.21m ，矿山停产，尾矿库未使用，即取即用，可以满足刘家峡金矿复垦用土需求。



照片 4-1 苏岭沟尾矿库淹没区可剥离土层

(四) 土地复垦质量要求

1、制定依据

根据中华人民共和国国务院《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日起实施）、《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）、《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018），结合本项目自身特点，制定本方案土地复垦质量要求。

2、土地复垦工程质量通用要求

- （1）复垦工程符合《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- （2）矿山开发与矿山复垦同步进行，新建矿山土地复垦率应达到 100%；
- （3）复垦后的土地利用类型应与地形、地貌及周边环境相协调；
- （4）充分利用基建剥离表土和当地自然表土作为复垦土源；
- （5）复垦场地的稳定性和安全性应有可靠保证；
- （6）覆盖客土土源或其它材料应该满足《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）中风险筛选限值，或无毒无害，对复垦土地无潜在的污染风险；
- （7）充分利用矿区已有或主体工程设计的道路、供排水、截排洪设施做为复垦

土地配套设施，避免重复建设，降低复垦成本。

（8）复垦场地应有控制水土流失和污染控制措施，包括大气、地表水、地下水等污染控制措施。

3、矿区土地复垦质量要求

（1）林地复垦质量标准

渣堆、沉陷区拟复垦为3等乔木林地，采用以栽植乔木为主，间种灌、草的方式进行复垦。土地复垦质量标准为：

①土壤质量：有效土层厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，土壤容重 $\leq 1.50\text{g/cm}^3$ ，砾石含量 $\leq 25\%$ ，土壤pH为6.0~8.5，有机质含量 $\geq 0.5\%$ ；

②树种选择本地产的刺槐等，灌木选择本地连翘，草种选择白三叶、毛苕子和车前草。确定这各复垦单元初植密度3333株/ hm^2 ，穴植规格1.5m $\times$ 2m，林间可适当插播连翘条，撒播混种草籽。

③配套设施：达到当地各行业工程建设标准要求；

④生产力水平：定植密度（株/ hm^2 ）满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607-2003）要求；郁闭度 ≥ 0.30 。

第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

(一) 目标任务

根据项目区矿山地质环境影响、土地损毁现状调查及预测评估结果，预判项目在生产建设中存在的地质环境问题和土地损毁范围、类型、方式，建立矿区地质环境保护、避免或降低土地损毁问题的防控方案及具体措施，最大限度地减少或避免矿山开发引发的矿山环境问题及土地损毁，保护矿区生态环境，创建绿色矿山，促进矿业开发与人类生存环境的持续、和谐发展。

(二) 预防控制范围

预防控制范围：包括现状及预测的地质灾害隐患点，矿体开采引起的地表岩石移动范围、含水层及地貌景观易破坏地段、环境污染敏感点和矿区已损毁/拟损毁土地。

防控对象：ZD1-ZD3 渣堆、采空区地面塌陷和地裂缝隐患范围。

(三) 主要技术措施

1、矿山地质灾害预防措施

(1) 地面塌陷预防

①预防对象：矿体开采引发的采空区地面塌陷、裂缝灾害。

根据前文对采空区引发地面塌陷、裂缝灾害预测评估，认为 K4-1、K4-3 号矿体埋深浅，地表出露，地下开采活动可能引起地面变形、裂缝和塌陷，是预防地面塌陷的重点对象。

②预防措施

沉陷区位于山坡地段，植被茂密，人类活动稀少，评估认为地面塌陷的可能性中等，危险性中等。因此，开采过程中应按矿山开采设计和采矿安全规程要求开采，采矿过程中，要加强采场顶板管理，对顶板不稳固地段，可采用锚杆支护或锚网支护。同时重点做好采空区下一中段生产废石及时充填上中段采空区，避免采空区积累变形引发地面塌陷灾害。

③其他保护性预防措施

a、严格按矿山开采设计和采矿安全规程要求开展井下作业，在开采区矿体进行回采时，留足安全矿柱。

b、地下开采过程中，加强顶板管理，对废旧巷道进行永久性封闭。采矿废石尽量回填采空区，减少地面塌陷的发生，减轻对地形地貌及土地资源的破坏。

c、将开采区岩石移动区的管理工作纳入矿山档案管理和规范化管理，做好变形监测预警工作，发现险情及时采取措施。

④监测预防措施

矿山必须设立专职安全监测员，定期巡查井下采空区变形和地表采动影响范围，察看是否有地面塌陷的出现。做好巡查记录、汇总分析和地表变形预测预报工作。建立矿区采空区地表变形监控网，使用全站仪、无人机等先进手段进行地表变形观测。发现变形迹象应及时上报，并竖立安全警示标志，提示注意安全。

⑤预防工程设计

采空区引发塌陷的预防工程属于矿山开采主体工程内容，不再重复计算；开采区监测设计见本章第六节监测工程设计。

（2）对泥石流灾害的预防措施

①做好泥石流隐患沟的监测预警工作，发现灾情及时撤离。

②避免将临时建设工程场地选建在泥石流隐患的流通区、堆积区。

③做好采矿废渣、弃土的集中堆放，做好废石拦挡、截排水、坡面整理工作，防止废石流失引发泥石流灾害。

目前，矿区内对 ZD2 渣堆修建了过水涵洞，但在极端天气情况下（暴雨）有发生坡面泥石流的可能，防治措施以工程措施为主，植被措施为辅，工程措施为及时加固加高防护挡墙，挖掘贯通地表截排水沟、并及时疏通排水渠道，植被措施为全面绿化。

④其他保护性预防措施

a) 对工程运行过程中，新发现的滑坡、崩塌、不稳定斜坡及时进行工程治理，消除隐患。

b) 在泥石流隐患区及附近开展工程施工，尽可能先治理后施工；若不能及时治理，又无法采取避让措施时，应设立警示牌和监督预警岗。

c) 对位于稳定性较差地段的硐口应进行有效坡面和硐口支护；对位于沟底排洪区的硐口，应修建截排水设施，防止地表水灌入井下。

d) 重视矿区地质灾害重点防控区域（废渣堆、硐口等设施）基础地质调查，查

明防控区及周边是否存在活动断裂（带）和不稳定山体，防止隐性地质灾害事故发生。

2、对含水层的保护措施

对含水层破坏宜采用保护性措施具体如下：

（1）采取保护性开采技术，优化开采方案，采用保水采矿技术，合理设计开采参数。设计和优化最佳的顶板管理方案，搞好采空区处理减少对含水层结构破坏，延缓水位下降速度。

（2）对地下水水位、水质、矿坑排水量进行监测，做好对水资源的合理利用和保护。采矿过程中注意防水，同时优化矿坑排水处理系统，确保水质达标回用。

（3）地下水污染的防治措施：采矿废水循环利用，“零”排放；生活污水经净化处理后用于浇灌花木。

3、对地形地貌景观的保护性措施

（1）优化开采方案，尽量避免或少破坏耕地、林地，尽可能避免建设不必要的工程设施，充分利用矿区闲置工程场地及设施、废弃地作为生产用地，避免重复建设造成对土地资源的破坏。

（2）合理排放固体废弃物，做好采矿废石的综合利用（铺设道路、做建筑材料、充填采空区等），减少废石排放量，降低废石堆场对矿区地形地貌景观的破坏。

（3）边开采边治理，对破损、裸露土地及时复垦。对探矿形成的渣堆应栽植树、撒播狗牙根、毛茛子和蒲公英等草籽，绿化环境。矿山闭坑后，利用各种拆除废石渣充填采空区、封闭硐口，并对破损土地进行复垦。

4、对水土污染预防措施

（1）建设达标环保工程、水保设施、地灾防治工程、土地复垦工程，确保设备、设施运行正常；

（2）做好生活垃圾、生活废水的规范处置；

（3）做好污染事故应急处置预案。在发生污染事故初期，应迅速阻断污染物在水土环境中的扩散，事后做好污染场地、水体中的污染治理和环境修复。

5、土地复垦预防控制措施

土地复垦的预防控制措施应从项目管理、生产建设、土壤保护三个方面制定。

（1）项目管理预防控制措施

按照“保护、预防和控制为主，生产建设与复垦相结合”的原则，对本项目各类损毁区域分别制定预防与控制措施。

①做好与县级土地利用总体规划的衔接，优化矿区土地利用结构。

本方案在确定复垦方向时，以所在地县级土地利用现状类型为指导，做好与土地利用总体规划的衔接。在此基础上，遵循优化土地利用结构，提高土地利用效益的原则，尽量将损毁的土地在条件适宜时复垦为耕地和经济林地。

②统一规划，分段复垦

按照项目的生产特点，统一规划，合理安排复垦工作计划。根据项目的实际情况，对拟损毁的土地合理安排复垦工作的进度安排，使受损毁的土地尽早得到恢复，体现“边生产、边复垦”的原则。

③做好土地权属调整中关系协调工作

在确定复垦土地方向时，应征求土地所有权人和当地国土部门的意见，做好临时用地的租用、补偿、复垦工作。在保证矿山生产的同时，也保障复垦后当地群众的土地权益不受侵犯，避免引起土地权属纠纷。

④其他管理预防控制措施

矿山在开发矿产资源过程中，尽量不占或少占农田，少破坏植被，实施最严格生态保护措施，确保矿区生态红线、土地红线不突破。

矿山企业应根据矿山立项期间编制的水土保持方案、环境影响评价报告书，实施拟定的水土保持和环境保护措施工程，避免由水土流失和其他环境问题引起的土地间接损毁和污染事故。

(2) 生产建设预防控制措施

按照“保护、预防和控制为主，生产建设与复垦相结合”的原则，对本项目各类生产损毁环节分别制定相应预防与控制措施。重点做好生产废水处理、固体废弃物处置和矿区绿化等预防控制措施。

①废水处理

A、采矿废水

矿区采矿废水经沉淀后全部回用，“零”排放；

B、生活污水

生活污水主要污染物有悬浮物(SS)、BOD₅、COD、油脂类、氨氮等，污染物成

分较简单，经沉淀处理后作灌溉、绿化用水。

②固体废弃物处置

A、矿石、废石

a) 矿石应及时运走，减少堆积，禁止随意堆放，设置矿石淋滤水沉淀池，将矿石淋滤水引入沉淀池，防止矿石粉尘和淋滤水深入地下，污染地下水。

b) 矿山生产过程中井下掘进和回采过程中产生的废石用于井下采空区的充填。

c) 定期检查采矿工业场周边排水设施，发现给排水设施不畅通，应及时采取必要措施。

d) 定期对柳树沟下游的地表水、地下水水质进行检测，发现问题，及时查明原因采取防治措施。

B、生活垃圾

生活垃圾要集中堆放在生活垃圾收集点，及时清运到固定垃圾处理场，严禁乱堆乱放。

③其他环境保护措施

矿山在开发该矿矿产资源的过程中，尽量不占或少占农田，少破坏植被，作好植被保护工作，以利于矿山环境保护和水土保持。

建立健全环保机构和各项规章制度，专人负责。遵守国家各项环境保护政策和制度。企业在生产过程中要重视环境保护，做到矿山生产建设和环境保护同步进行。

④矿区绿化

在不影响安全通道的前提下，充分利用零散空地、场区道路两旁空地进行绿化，创造矿区良好生态环境。矿区主要出入口处布置由灌木、绿篱和花带组成多层次行道绿化带，达到观赏与美

⑤土壤保护措施

做好土壤和植被的保护措施。凡受施工车辆等施工机械破坏的地方均要进行土地平整、耕翻疏松，并在适当季节补栽植被和作物，尽快恢复原有土地功能；若在农田区域施工时，尽量避开农作物生长季节，减少农业生产损失，施工结束后，要及时清场，并恢复田埂并平整土地。

表层土壤剥离，保护珍贵熟土资源。表层土壤是经过多年成土作用形成的结构、水分、养分等理化性状以及植物、动物，尤其是微生物等生物学性状是深层生土所不

能替代的。复垦剥离少量表土后应及时平整剥离区域，播撒草种或种植紫花苜蓿、草木樨等植物，保护土壤中有机质含量，防止水土流失。

（四）主要工程量

1、对于预防地表塌陷的保护措施包括采空区充填、矿体开采影响区留设保安矿柱等，全部纳入主体工程，将在设计、生产过程中实施。

2、矿区地质环境保护与土地复垦预防措施以治理、监测、警示为主，部分工程属矿山生产内容，部分工程将计入本章后续章节中工程量的计算中，本节不再重复预留预防工程量。

二、矿山地质灾害治理

（一）目标任务

1、矿山地质环境保护目标

以“矿山开发与矿山地质环境保护协调发展”为目标，已达到保护地质环境，避免和减少矿山开发建设引起的地质环境问题危害和损失为目的。矿山地质环境保护目标总的要求是建立健全矿山地质环境法律体系和管理体系，有效的遏制和治理矿山地质环境问题，使矿区人民群众的生产环境得到明显改善，实现矿产资源开发利用和环境保护协调发展，具体目标如下：

（1）对地表沉陷区加强监测和防治，对发现的安全隐患及时处理，避免形成地质灾害。

（2）对矿山及其周边的水资源、土地资源和地形地貌景观的破坏情况进行监测，对破坏的水资源，土地资源和地形地貌景观及时采取措施进行治理和恢复。恢复率及植被覆盖率不低于原有水平；

（3）矿山闭坑后，对矿山进行全面的治理和生态修复，恢复其原有生态环境功能，使矿山地质环境与周边生态环境相协调。

2、任务

矿山地质环境保护与恢复治理方案的实施旨在综合治理矿山地质环境，恢复因矿山建设、生产等活动对地质环境的破坏。结合本矿实际，矿山地质环境保护与恢复治理任务主要包括：

（1）建立和完善矿山地质环境监测系统及矿区内地质灾害群测群防系统，定期对泥石流、沉陷区、地下水位及水量及地形地貌景观进行监测，对突发性地质环境问

题、地质灾害，要及时做出妥善处理。

(2) 采取有效措施，减少和避免矿业活动对矿山地质环境的影响，积极预防矿山地质灾害的发生。

(3) 进行矿山植被恢复。通过实施覆土还田，植树造林工程，消除废渣飞扬、降雨淋溶对大气、水体和土壤环境的污染，逐步恢复和修复矿区生态环境。

(二) 治理对象

(1) 矿区内已存在的 1 处坡面泥石流隐患 (N1)；

(2) K4-1、K4-3 号矿体开采过程引发地面变形、塌陷、裂缝等灾害隐患；

(3) 矿体开采结束后对硐口进行封堵。

(三) 工程设计及工程量

1、泥石流隐患防治

(1) 治理对象

柳树沟沟泥石流隐患 N1 为弱发育坡面泥石流隐患，威胁柳树沟空压机房、矿山道路、工棚和部分村民的安全，危害程度中等，危险性中等。清除堵塞行洪通道、废渣堆不稳定且可构成泥石流物源的废渣堆清理，疏通沟道排水，部分地段修建拦渣、固渣的拦挡墙，消除泥石流隐患。

(2) 治理设计

①针对 N1 泥石流隐患的治理重点是对主要物源 ZD1-ZD4 渣堆进行妥善处置，以期消除隐患。ZD1-ZD3 废石渣堆尚未修建上游截排水渠、拦渣挡墙，ZD4 渣堆隶属于苏岭沟银矿矿区，不在本方案土地复垦责任范围内。因此对 N1 泥石流隐患的治理措施主要有三个方面：①从 ZD1-ZD3 渣堆处修建截排水渠，疏导持续强降雨时边坡水流；②对 ZD1-ZD3 渣堆放缓边坡和在前缘修建拦渣挡墙；③在 N1 泥石流隐患影响区内，设立必要警示牌和逃避路线图，最大程度上减轻灾害发生造成的损失。

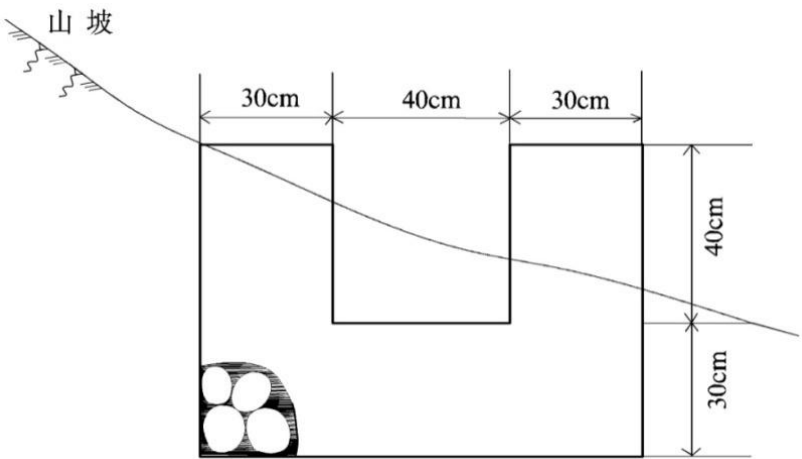
(3) 工程设计

①ZD1 由于渣量较少，地势相对平缓，后期不再堆放废石，放缓边坡；ZD1-ZD3 放缓边坡及修建截排水渠、前缘挡墙：将 ZD1--ZD3 渣堆坡度放缓至 25°左右。放缓边坡时在每级废渣堆中部预留 2m 宽的台阶。放缓边坡工程量计算方法以坡中线为挖填方零点，计算的挖方量的公式为 $V=h^2/8(1/tg25^\circ-1/tg36^\circ)\times L$ ，h 为坡面垂高，L 坡面宽度区坡横向宽度，ZD1、ZD2、ZD3 渣堆平均高度分别为 4.75m、4m、3.5m，经

计算 ZD1 渣堆放缓边坡的总挖方量约为 3120m³，ZD2 渣堆放缓边坡的总挖方量约为 4526m³，ZD3 渣堆放缓边坡的总挖方量约为 9875m³，清运废石方量约为 6255.7m³。

清除渣堆：清除挤占河道的废石渣，就地堆放在高于河道最大行洪水位之上，或拦渣挡墙之后。行车方便的废石渣，通过汽车外运，用于采空区充填，运费费用不计算工作量。

②截排水渠：设计截排水渠布置在废渣堆上游及两侧 2m 地段，本次对 ZD2-ZD3 废渣堆修建截排水渠，设计断面为矩形（见图 5-1），底宽 0.4，深度 0.4m，壁厚 30cm。采用 M7.5 浆砌片石砌筑，块石抗压强度不低于 30MPa，M10 水泥砂浆勾缝、内顶抹面。估算 ZD2 截排水渠长度 90m，ZD3 截排水渠长度 150m，合计



240m。

图 5-1 截排水沟断面图

③拦渣挡墙：渣堆坡脚沟道修建拦渣挡墙，墙身采用浆砌片石，墙高 3m，埋深 1.5m，顶宽 1m，底宽 2.5m，截面呈梯形，墙底设计 0.4×0.4m 方孔两排，用于泄水，排水孔呈梅花型布置，竖向间距 0.5，水平间距 1m。ZD1、ZD2、ZD3 修建拦渣挡墙长度分别为 40m、30m、35m，合计 105m，见设计图 5-2。废渣场复垦还林见土地复垦部分。

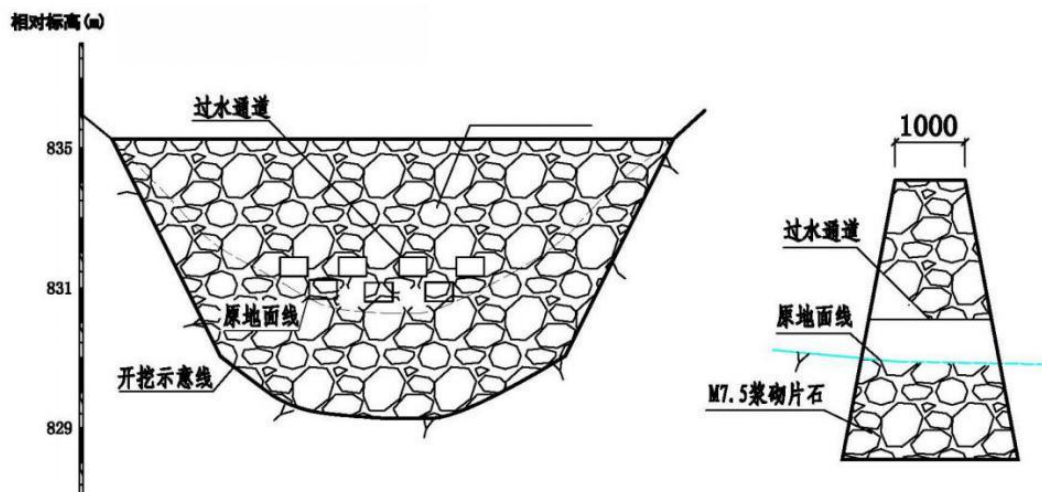


图 5-2 挡渣挡墙断面示意图

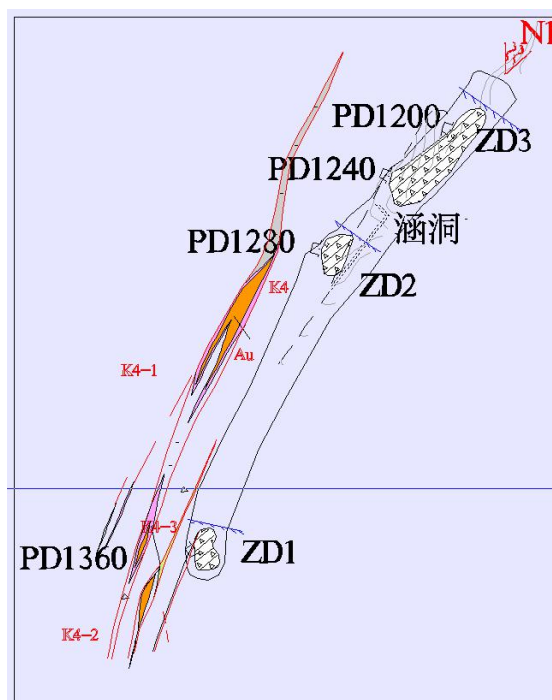


图 5-3 设计挡渣挡墙布置平面图

(4) 设计工作量

泥石流治理工程可分解为人工挖沟渠、人工夯实土方、浆砌石和水泥砂浆抹面四个单项工程，根据工程设计参数计算单项工程的工作量（见表 5-2），在第二年完成。

表 5-2 泥石流治理工程设计工作量表

治理工程及费用名称		ZD1-ZD3 放缓边坡	截排水渠	挡墙	合计
泥石流治理工程					
1	废石量 (m ³)	5400			5400
2	人工挖沟渠 (m ³)		168	393	561
3	人工夯实土方 (m ³)		105	58	163
4	M7.5 浆砌片石 (m ³)		129.6	826	955.6
5	砂浆抹面 (m ²)		432	735	1167
6	警示牌 (个)			2	2

2、硐口封堵

(1) 治理对象

项目区内共计 4 个坑口。

(2) 治理工程设计

平硐口封闭：以恢复地貌景观和防止意外安全事故发生为目的。首先，由硐内向硐口回填废石，回填长度不少于 15m，回填高度为人不能爬行进入硐内为准，硐口处采用浆砌石砌筑墙体，墙体厚度 1m，硐口面积按 2.2m×2.2m 计，封堵墙厚按 1m 计。

(3) 治理工程实施时间

依据《开发利用方案》矿山采矿活动中开拓工程已有探矿巷道 1360m 中段、1280m 中段、1240m 中段以及 1200m 中段部分探矿巷道可作为开拓巷道使用，故在矿山闭坑后对 4 个硐口进行封堵。

(4) 设计工程量

矿区共有 4 个平硐口，废石封堵长度 15m，硐口处采用浆砌石砌筑墙体，墙体厚度 1m。估算浆砌块石 20m³，坑口回填废石 860m³。设计工程量详见表 5-3。

表 5-3 硐口封堵设计工作量统计表

单项名称	单位	工程量	合计
M7.5 浆砌块石	m ³	20	20
废石回填	m ³	860	860

3、预测采空区引发的地面变形、塌陷、裂缝灾害（隐患）

(1) 治理对象：采空区地面塌陷影响区域可能出现的地面裂缝。

(2) 治理方案：根据预测评估结论，矿体为中等倾斜薄矿体，顶底围岩完整性好，采用留矿全面法开采，并留有保安矿柱，因而实际形成的沉陷区深度、范围要小于预测值。本方案设计在矿区危险地段设置警示标志，警示牌在岩石移动范围近路口

处设置，约 2 个；同时山阳秦金矿业有限公司应组织人员定期进行巡查，发现问题及时处置。设计工程量详见表 5-4。

表 5-4 岩石移动范围防护

治理对象	工程名称	单位	工程量
岩石移动范围	警示牌	个	2

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

1、复垦责任范围面积 1.463hm²，实际复垦土地面积 1.463hm²，土地复垦率 100%。

2、根据复垦规划，本项目复垦乔木林地 1.463hm²。

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

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

（二）复垦单元划分

按照本方案第四章复垦单元划分” 小节的结论，刘家峡金矿土地复垦责任范围内损毁的土地划分了两个复垦单元：（一）ZD1-ZD3 渣堆、（二）沉陷区，复垦目标及面积见表 4-3。

（三）土地复垦工程设计

1、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。

(4) 保证“农业用地总量动态平衡”，提高土地质量

在保证“农业用地总量动态平衡”前提下，最大可能地增加耕、园地面积，基本消除荒地和其他未利用地。重建后的生态系统要明显好于原生态系统。

2、复垦单元

(一)、复垦单元（一）渣堆

复垦对象：渣堆 ZD1、ZD2、ZD3。

复垦方向及面积：拟复垦为 3 等乔木林地，合计面积 0.423hm^2 。

(1) 复垦工程设计

复垦工程包括土壤重构和植被重建工程，其中土壤重构工程包括表土运输、覆盖、土壤培肥；植被重建包括：插植灌木、撒播草本植物。（见图 5-1）

①土壤重构工程

a) 表土运输、覆盖

表土运输 4km，放缓边坡并人工整平后，进行表土覆盖，覆土沉实厚度不小于 50cm，土壤来自尾矿库剥土。

②植被重建

穴坑植树：种树采用穴状苗植，穴形以方形坑为主，穴边长 50cm，坑深 50cm。初植密度 3333 棵/ hm^2 ，设计行距 2.0m，株 1.5m，灌木选择当地适生树种连翘，采用插条法沿坡面等高线成行种植，初植密度 2500 株/ hm^2 。草植方式为混种撒播，播种量按狗牙根 $3.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 、毛苕子 $5.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 、车前草 $4.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 配置，合计播种 $12.5\text{kg}/\text{hm}^2$ ，补植种量按种植量的 20% 计算。播种和插条的时间为每年的 3~5 月份。方位间距后期可根据现场自行调整。植树后要进行围栏管护。管护三年后达到要求后转交当地村民。

③配套设施

渣堆与农村道路较近，交通较便捷，当地降水充沛，因此不需要建设配套工程。

④监测与管护工程

渣堆场地复垦每年春秋两季进行复垦效果监测，监测 5 年，每年 1 次土壤质量监测，监测 5 年。复垦后管护期为 3 年，管护工作量以面积计。

(2) 实施时间

ZD1-ZD3 渣堆坡面复垦时间为第一年至第三年，总面积 0.423hm²。

(3) 主要工程量

设计工程量详见表 5-5。

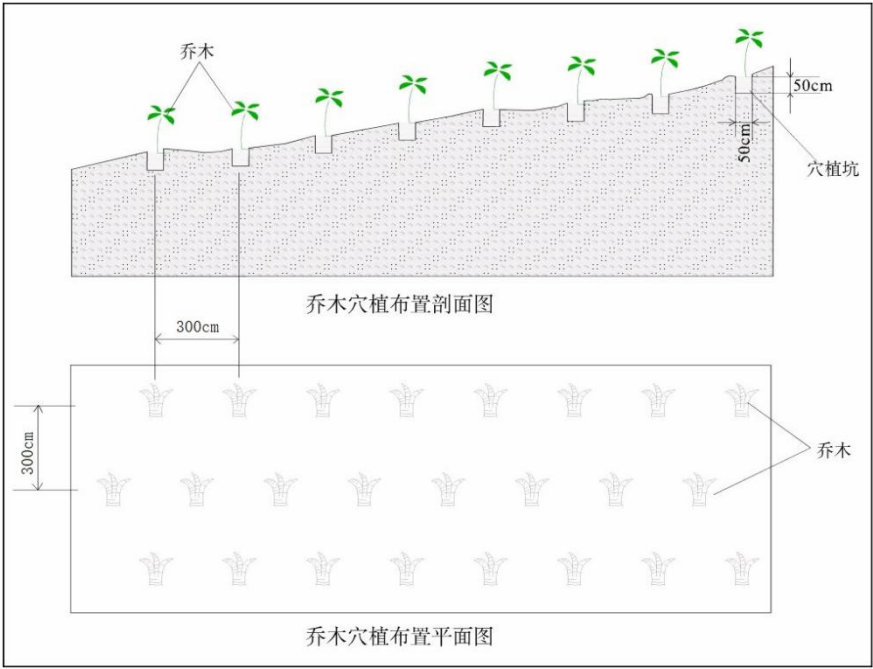


图 5-1 渣堆穴植乔木复垦设计图

表 5-5 复垦单元（一）渣堆复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量			
			ZD1	ZD2	ZD3	合计
	复垦区面积	hm ²	0.07	0.073	0.28	
一	土壤重构工程					
1	土壤剥覆工程					
①	表土运输(4km)	m ³	350	365	1400	
②	表土覆盖	m ³	350	365	1400	
③	场地平整	hm ²	0.07	0.073	0.28	
2	生物化学工程					

表 5-5 复垦单元（一）渣堆复垦工程量表

序号	工程名称	单位	工程量			
			ZD1	ZD2	ZD3	合计
①	土壤培肥	hm ²	0.07	0.073	0.28	
二	植被重建工程					
1	林草恢复工程					
(1)	穴植 1 年生刺槐(株)	株	233	243	933	1409
(2)	扦插连翘	株	175	183	700	1058
(3)	混种播撒狗牙根、毛茛子、车前草	kg	0.875	0.915	3.5	5.29
三	监测与管护工程					
1	监测工程					
(1)	复垦效果监测	点次	5	5	5	
(2)	土壤监测					
2	管护工程					
(1)	表土保育植被管护	hm ²	0.07	0.073	0.28	
(2)	植被管护	hm ²	0.07	0.073	0.28	

2、复垦单元（二）沉陷区

复垦对象：K4-1、K4-3 号矿体开采引发的沉陷区

复垦方向及面积：拟复垦为原地类（林地），复垦面积 1.04hm²。

根据前文对采空区引发地面塌陷、裂缝灾害预测评估”结论，沉陷区为近地表开采时露头段，塌陷深度较小，本方案对沉陷区的复垦措施包括裂缝充填和植被恢复，植被恢复以现状利用类型为主，对受损植被进行恢复。同时加强监测，发现塌陷倾向要及时消除山体塌陷威胁，在可能引起塌陷的区域设计防护措施。

（1）土壤重构工程

①充填工程（地裂缝填充）

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

根据不同类型强度的裂缝情况其充填土方的工程量亦不同。设沉陷裂缝宽度为 a （单位：m），则地表沉陷裂缝的可见深度 W 可按下列经验公式计算：

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

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

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

设每亩沉陷地裂缝的充填土方量为 V（m³），则 V 可按如下经验公式计算：

$$V = \frac{1}{2} a U W \quad (m^3 / \text{亩})$$

根据现场调查及当地土地复垦经验，确定各损毁程度的地裂缝技术参数见表 5-6 和表 5-7。

表 5-6 不同损毁程度地裂缝技术参数表

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

表 5-7 不同损毁程度地裂缝充填土方量

损毁程度	每亩沉陷地裂缝土方充填量 V (m ³)	每公顷沉陷地裂缝土方充填量 V (m ³)
轻度	1.51	22.63
中度	19.87	298.05
重度	126.41	1896.15

②土壤剥覆工程

剥覆对象：本方案确定剥离的表土是耕作层的土壤。

剥离区域：损毁土地裂缝的两侧。

覆盖区域：填充后的裂缝及剥离区域。

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

剥覆方式：人工剥离。

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

设剥离表土量为 V_剥（m³），每公顷地裂缝长度 U（m），剥覆表土厚度为 h（m），每侧剥离宽度为 d（m），则每公顷损毁土地剥覆土方量 V_剥 的计算公式如下：V_{剥/覆} = 2·U·h·d（m³）

根据各损毁程度的地裂缝长度及剥离宽度确定土壤剥离覆土方量，具体见表 5-8。

表 5-8 不同损毁程度土壤剥离工程量表

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

(2) 植被恢复工程

本方案设计对沉陷区域受损的树木，及时扶正树体，填补裂缝，按照沉陷区全面积进行补植，保证正常生长。

沉陷区林地采用种植乔木的方式进行植被恢复。根据实地调查，矿区内乔木树种主要有松树、刺槐，灌木树种紫穗槐，所以，乔木选择刺槐，林间为自然恢复。采用穴状整地，规格分别为穴径×穴深（0.5m×0.5m）、穴径×穴深（0.3m×0.3m）；株行距分别为 3.0m×3.0m、1.5m×1.5m，草籽撒播按 30kg/hm² 播种。典型设计图详见图 5-8，造林技术指标参见表 5-9。

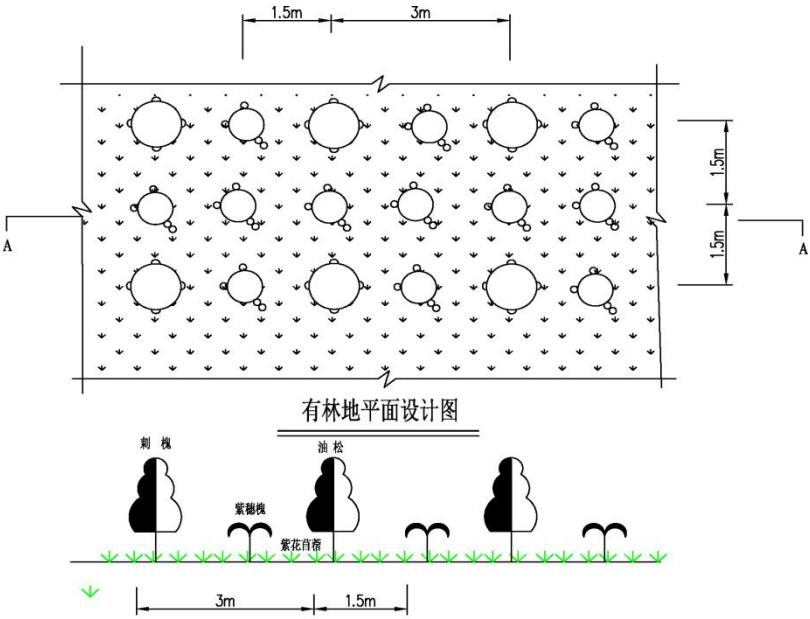


图 5-2 乔木穴植典型设计图（比例尺 1：200，行距 3.0m，株距 3.0m）

表 5-9 沉陷区林地造林技术指标表

树种配置	种植方式	整地方式	株距 m	行距 m	定植苗量 株/hm ² 、kg/hm ²
刺槐	植苗	穴状整地	3.0	3.0	1112
连翘	植苗	穴状整地	2.0	2.0	4444
毛茛子、车前草	撒播	全面整地	-	-	30

(3) 主要工程量

设计工程量详见表 5-10。

表 5-10 复垦单元（二）沉陷区林地工程量统计表

序号	工程名称	单位	工程量
			沉陷区林地
	复垦区面积	hm ²	1.04
一	土壤重构工程		
1	土地平整工程		
①	表土剥离	m ³	250
②	表土回覆	m ³	250
③	裂缝填充	m ³	310
二	植被重建工程		
1	林草恢复工程		
①	穴植 1 年生刺槐	株	3446
②	扦插连翘	株	2600
③	混种播撒狗牙根、毛茛子、车前草	hm ²	1.04
三	监测与管护工程		
2	管护工程		
①	植被管护	hm ²	1.04

(四) 技术措施

项目区土地损毁以矿山工程设施对土地压占和塌陷损毁为主，复垦方向主要为旱地、乔木林地、灌木林地。复垦工程措施主要有土壤重构工程措施（场地平整、土地翻耕、表土覆盖、土壤改良与培肥）、植被重建措施（植树种草）和配套设施。

1、土壤重构工程技术措施

(1) 场地平整措施

场地整平的目的是通过平整土地、推高填低，达到种植植被的要求。通过场地平整、改善灌溉条件，达到提高土地利用质量的基本目的。场地平整应根据矿区土地条件、土地利用方向、种植植被以及防治水土流失等要求选择整地方式及整地规格。在整地前注意清除地表有害植物。耕地需要全面整地；林地整地方式为全面整地和穴状

整地。整地要求如下：

全面整地：根据复垦地块地形情况，采用推高填低、土地翻耕、修筑田坎、田埂等措施。采选工业场地、调度室必须严格按照主体工程设计要求执行，平整后坡度应 $<5^{\circ}$ ；废渣堆最终边坡不大于 25° ，平台为 $2\% \sim 3\%$ 的反坡。整地时间一般在种植农作物或草类前一个月，或上年秋、或冬季，也可在雨季前或雨季进行，也可随整随造。

（2）表土覆盖

覆土是在土地平整后进行。一般表土回覆是按照表土剥离逆时序开展的，覆土厚度因复垦地类及土地等级不同而差异较大，根据《土地复垦质量控制标准》

（TD/T1036-2013）要求和矿区自然环境条件，本方案确定土壤回覆的标准为：3等旱地沉实土壤厚度 $\geq 50\text{cm}$ ，耕作层 $\geq 20\text{cm}$ ；林地、其他草地覆土沉实厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，客土土源为尾矿库土。

覆土厚度应均匀，覆土后应进行平整，土壤质量要满足相应地类的土壤质量要求。采用机械覆土时，土壤被压实，需要土地翻耕，疏松土壤，翻耕厚度一般为 30cm 。

2、生物和化学措施

生物和化学措施是土地复垦中恢复土壤肥力与生物生产能力的关键环节，内容包括土壤改良与培肥、适宜植被的筛选、栽种、移植和管护等，其技术关键在于解决土壤系统修复及植被培植问题。因土地破坏形式、复垦方向及采取复垦工程措施不同，复垦土地常需要实施相应生物和化学措施，用以改良土壤和实现土地生态修复的环境效益及经济效益。本方案中的生物和化学措施主要包括植被恢复工程和土壤改良两大部分。

（1）植被恢复工程

1) 植物选择的原则

损毁土地通过工程措施完成土壤重构后，应筛选适当的先锋植物对复垦土壤进行改良，同时筛选出当地适生植物作为生态恢复的种植对象。物种选择应遵循以下原则：

① 为当地适生植物（乔木、灌木、草类、农作物、经济作物）品种，播种或栽培比较容易，成活率高；

② 由于复垦土壤以黄棕壤为主，土壤容重较大，保水性差，较贫瘠，不宜选择深根性植物和对土壤要求过高的植物，应选择以耐贫瘠、适应性强及浅根性物种为宜；

③ 根系发达，生长迅速，枝叶茂盛，具有良好的防风、固土和水土保持能力；

④ 选择能改良复垦区土壤和培育土壤肥力的品种；

⑤ 考虑到经济效益，要选择短期内有收益的物种。

2) 植物选择

3) 植被配置根据复垦植物选择原则及以往种植经验，本方案选择的乔木品种为

表 5-11 项目区推荐植物物种特性表

类型	物种名称	生态学习性	种植方法
落叶乔木	刺槐	生长快、繁殖能力强，适应性广，耐腐蚀、耐水湿、耐干旱和耐贫瘠。根系发达，具有根瘤菌，能改良土壤。	撒播、移栽，穴状整地规格为 0.5m×0.5m×0.5m，株距 1.5m，行距 1.5m
落叶灌木	连翘	有一定程度的耐阴性；喜温暖、湿润气候，也很耐寒；耐干旱瘠薄，怕涝；不择土壤，在中性、微酸或碱性土壤均能正常生长。在干旱阳坡或有土的石缝，甚至在基岩或紫色沙页岩的风化母质上都能生长。连翘根系发达，虽主根不太显著，但其侧根都较粗而长，须根众多，广泛伸展于主根周围，大大增强了吸收和固土能力；连翘耐寒力强，经抗寒锻炼后，可耐受-50℃低温，其惊人的耐寒性，使其成为北方园林绿化的佼佼者；连翘萌发力强、发丛快，可很快扩大其分布面。因此，连翘生命力和适应性都非常强。	以撒播、扦插繁殖为主，撒播株距 30～40cm，每穴 3-4 根。播种量 2500 株/hm ²
多年生草本植物	狗牙根	喜温热和湿润气候的禾草，最适宜在亚热带和热带种植，生长发育都需要较高的气温，耐热性强，通常在重黏壤质土比轻黏壤质土生长更好，这是因为重黏壤土更能保水。在肥沃的沙壤土也生长良好。	条播行距：20～30cm 为宜，撒播为 3.5 kg/hm ² 。
多年生草本植物	毛苕子	苕子对土壤的要求不高，砂土，壤土，粘土都可以种植，适宜的土壤酸碱度在 pH 值 5～8.5 之间，在土壤全盐含量 0.15% 时生长良好。耐瘠性很强，在较瘠薄的土壤上一般也有很好的鲜草和种子产量，因此适应性较广，是改良南方红壤、北方花碱土、西北砂土的良好种类	条带撒播，播种量为 5kg/hm ² ，以秋播为主。
多年生草本植物	车前草	生于草地、河滩、沟边、草甸、田间及路旁，耐荫、喜阳，耐土壤瘠薄，固氮，对瘠薄的土壤有良好的适应性；耐修剪、践踏、再生能力强。生长迅速、覆盖能力强、抗杂草性好，能有效地防止水土流失，限制杂草的生长。	条带散播播种，播种量为 4kg/hm ²

刺槐；灌木为连翘，草种为狗牙根、毛苕子和车前草；项目区推荐植物物种特性见表 5-11。

为了保护复垦区较完备的立体种植生态模式和生态多样性特征，乔木林地的植被配置以乔木为主，适当间种灌木树种，地面适量撒播草本混种；灌木林地植被配置以插值连翘为主，适当撒播草本混种。作物种植方式采用套种、间种等，既能合理利用土壤中各种养分，又能充分利用光照，还可以提高经济效益。

（2）改良土壤与培肥措施

由于本区土壤以黄棕壤为主，土壤比较贫瘠，剥离土壤在回覆时，须对回填土壤进行养分改良，使其满足作物生长需要，提高土地生产力。常用的方法如下：

1) 人工施肥

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

本方案复垦区无法大量施用有机肥料，故只能施用无机肥料来增加土壤养分，再通过秸秆还田、压青等措施，提高了土壤有机质，改良了土壤的理化性质。

2) 绿肥法

绿肥是改良复垦土壤、增加有机质和氮磷钾等营养元素的最有效方法。凡是以植物的绿色部分当作肥料的称为绿肥，绿肥多为豆科植物，其生命力旺盛，在自然条件较差、土壤较贫瘠的土地上都能很好地生长。因此无论复垦土地的最终利用方向是宜耕、宜林，还是宜草，在最初几年内都需要种植多年生或一年生豆科草本植物，然后将这些植物通过压青、秸秆还田等多种方式复田，在土壤微生物作用下，除释放大量化养分外，还可以转化成腐殖质，其根系腐烂后也有胶结和团聚作用，可以有效改善土壤理化性质。常见绿肥豆科植物有草木樨、紫花苜蓿等。

3) 客土法

对过砂、过粘土壤，合理添加调配物，调整耕作层的泥沙比例，达到改良土壤质地，改善耕性，提高肥力的目的。

（3）植被种植

本方案复垦选用植物有乔、灌、草类，植物种植方法根据立地条件、气候特征和植物特性、复垦方向差异选用采用不同的方法，主要有栽植、穴植、插条、直播等，本方案采用的种植方式为栽植和直播。具体如下：

栽植：用于栽植各种裸根苗，包括起苗、运输、栽植、填土、提苗、踩实等过

程。穴的大小和深度应大于苗木根系。栽植前，应对树苗分级，剔除病虫害苗、弱苗和受伤苗，同时采取降温、保湿和遮荫等措施，避免苗木发热或失水。栽植时要保持苗木立直，栽植深度适宜，填土一半后提苗踩实，最后覆上虚土。栽植后及时浇水。

插条法：秋季落叶后或者春季发芽前都可以进行扦插，但春季最好。一般选择1~2年生的健壮的枝条，剪成20~30厘米长的插穗，上端剪口要离第一个节0.8厘米，插条最好带有2、3个节，下端近节处削成平面。将插穗基部大约1~2厘米处放置在500ppmABT生根粉或500~1000ppm吲哚丁酸溶液中浸泡10秒钟，取出后晾干。插穗时要倾斜的插入，插入土中深约18~20厘米，将枝条最上面的一节露出地面，然后埋土压实。天旱时经常浇水，保持土壤湿润，但不能太湿，否则插穗入土部分会发黑腐烂。插条法可用穴坑插条，也可在苗圃插条，次年春季即移栽定植。

直播：直接用种子繁殖，生命力强，根系扎入土层较深。一般分为撒播和条播、穴播（点播）等方式，直播前需要对表层土方疏松，然后通过开沟、施肥、撒播种子，翻土。直播深度一般2~3cm为宜。直播时间一般选择在雨季的降水前、后一、二天内实施。本方案适宜物种刺槐、紫穗槐、葛藤、紫花苜蓿等都可采用直播种植。

（4）种植时间

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

3、配套设施

复垦设计应根据复垦土地方向和立地条件，合理设置必要的生产配套设施，包括复垦水利工程（引水灌溉渠、喷淋设施、截排洪沟）、田间路、生产路和其他工程（水土保持设施、防护林带等）。

矿山工程区均有道路直达，复垦地块面积较小，且多呈长条形，宽度窄，因此复垦中不需修建生产路。当地降水充沛，复垦区紧邻苏峪沟河人工取水即可，不需修建引水灌溉工程。

四、含水层破坏修复

根据矿山地质环境保护现状调查及预测评估结论认为：项目区矿山工程活动对矿区地下含水结构、水位影响较轻，不易造成矿区及周边地下含水层结构破坏、水位下降。

对采空区疏干排水导致的地下含水层结构破坏和水位下降现象仅限于采空区引起

的岩石移动区域及其外围 100~200m 范围，不会造成整个矿区或区域地下含水层结构破坏和水位下降，不影响矿区周边生产生活用水。当矿山闭坑后，地下水位会自然恢复到正常静水位。因此，针对疏干排水引起的水位下降，重在做好井下水质、水量监测，避免井下水质污染和井下涌水事故发生，确保井下外排水质不受污染和矿区水土环境安全达标。

含水层保护工程以监测、预防为主，不预留修复治理工程量。

五、水土环境污染修复

矿山地质环境保护现状调查及预测评估认为：矿区地表水、地下水水质良好，无污染现象。矿区及外围土壤、水系沉积物中重金属元素含量均未超标，以往矿山采矿活动未造成水土污染。预测矿山采矿废水、生活污水及开采废石、生活垃圾对矿区水土环境的污染程度较轻。因此水土环境污染修复以矿区水土环境保护以监测与预防为主，不预留修复治理工程量。

六、矿山地质环境监测

在矿山地质环境现状调查的基础上，针对主要的矿山地质环境问题布设监测网点，选定监测因子，定期观测其在时间和空间上的动态变化，及时掌握矿山地质环境状况，并预测发展趋势的活动。

（一）目标任务

1、监测目的

矿山地质环境监测是地质环境监测的一部分，是建立矿山地质环境保护与治理责任监督体系的重要基础性工作。监测的主要目的是及时准确地掌握矿山地质环境问题在时间上和空间上的变化情况，研究采矿与矿山地质环境变化的关系和规律，为制定矿山地质环境保护措施，实施矿山地质环境有效监管提供基础资料和依据。

2、监测任务

- （1）确定监测因子，编制监测方案，布设监测网点，定期采集数据，及时掌握矿山地质环境问题在时间和空间上的变化情况；
- （2）评价矿山地质环境现状，预测发展趋势；
- （3）建立和完善矿山地质环境监测数据库及监测信息系统；
- （4）编制和发布矿山地质环境监测年报，实现矿山地质环境监测信息共享。

（二）监测设计

1、监测对象

本方案为拟建小型金矿矿山，设计采用地下开采，按照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）要求，矿山监测对象具体如下：

- （1）矿区地质（地下水、土壤）环境背景；
- （2）地质灾害（隐患）点，含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土污染和土地损毁；
- （3）生产和闭坑期间的地下水环境恢复、土壤环境恢复、地形地貌景观恢复等。

2、监测范围

（1）地质灾害点的监测范围

- ① 可能引发泥石流（隐患）沟谷的监测范围为沟谷整个流域及潜在危害区。
 - ② 不稳定边坡的监测范围为其灾害体及其影响、威胁区；
 - ③ 开采区地面岩石移动监测范围，为矿山开采对地表岩石的扰动和影响范围。
- 本方案以山阳县刘家峡金矿开发利用方案中圈定的开采区地表岩石移动范围为矿区地面监测范围（详见附图 06）。

（2）含水层影响监测范围为矿坑疏干排水形成的地下水降落漏斗区（地下水水位、水量、水温、流速等）、矿区附近地表水体（水质污染情况）；

（3）地形地貌景观影响破坏监测范围为本次矿山地质环境评估范围，包括矿山工程区及影响区；

（4）水土污染的监测范围为：主要产污、排污区及影响区，如矿坑涌水排放口及其周边、下游的土壤、农田等。

（5）土地复垦监测区：矿山活动已损毁和拟损毁土地地段。

3、监测等级

据《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015），矿山地质环境的监测等级是按照矿山生产阶段、生产规模、开采方式确定的。各指标的级别确定如下：

- （1）该矿山设计年生产规模为 $6 \times 10^4 \text{t}$ ，属小型矿山；
- （2）矿山开采方式：地下开采；
- （3）矿业活动影响对象重要程度：矿山正常生产有矿山工作人员 50 余人，矿山活动当地受影响的主要是柳树沟一带 7 户 30 人，合计 80 人，矿区范围内没有四级以

上公路，无水利、水电设施，不属于供水水源地，远离自然保护区和旅游景区，矿山工程已/拟损毁土地合计 1.463hm²，根据以上指标和《矿山地质环境监测技术规程》（DZT0287-2015）中附录表 E.1 分级标准，确定矿山重要程度为较重要。

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZT0287-2015）中“表 3 矿山地质环境监测级别表”标准，该矿山地质环境监测级别为：建设期三级监测、生产期二级监测、闭坑期三级监测。

4、监测要素

（1）泥石流隐患监测：降水量、排洪设施完备情况、沟内松散堆积物的总量，重点监测 ZD1- ZD3 废渣堆的堆体稳定情况、挡墙和截排水沟变形情况等。

（2）采空区岩石移动地面变形监测：地表形变、地下水位。仪器测量每月 2 次；人工巡查每月 4 次。

（3）地下水环境监测：地下水水位、水量、水质（特征污染物）、矿坑排水量等。涌水量 1 次/天；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年。

（4）地表水水质监测：矿区地表水水质，矿山排出废水废液类型、年产出量、年排放量、年处理量、排放去向、年循环利用量、年处理量；矿山废水废液对地表水体污染源程度及造成的危害。每年 2 次，发现污染加密监测。

（5）土壤环境监测：土壤酸碱度、重金属含量；土地损毁类型、面积和损毁程度。每年 1 次，发现污染加密观测。

（6）地形地貌景观监测：地形地貌景观监测：植被损毁面积、岩土剥离体积等，恢复期监测危岩体稳定性、复绿植被成活率和覆盖度等，每月 1 次。

5、技术路线

刘家峡金矿地质环境监测技术路线见图 5-9。

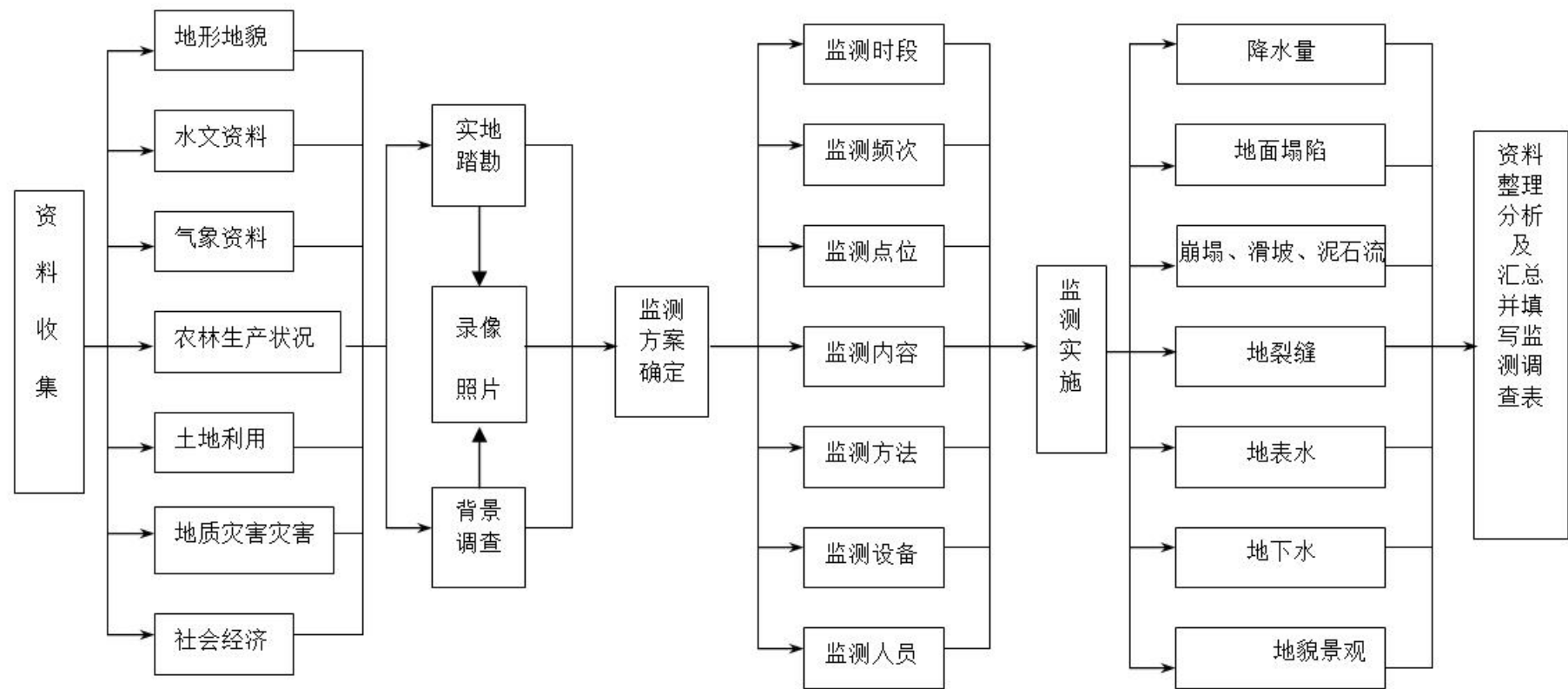


图 5—9 矿山地质环境监测技术路线图

（三）技术措施

1、监测方法

矿山地质环境监测应采用定期现场调查并填表的方法，而对一些威胁大、危害大的隐患点（如不稳定边坡、地面塌陷和地面裂缝等）应固定专业监测点进行监测。

（1）泥石流（隐患）监测

对 ZD1-ZD3 引发的泥石流（隐患）可采用：

采用人工巡查的监测方式，定期巡查滑坡体的稳定性、有无裂缝。在泥石流后缘设置固定点，定期采用 RTK 测量水平位移值，观测位移距离和速度；在强降雨或连阴雨前后，加强监测频率。

①人工调查、降水量监测，雨季安排专人监测天气变化情况，并与气象部门建立联系，利用气象降雨信息进行泥石流灾害的预测及预警，对强降水发生时，做好临灾预警，及时通知相关部门和受威胁区人员撤离、躲避。每年至少 12 次，暴雨、连阴雨期间加密观测。

②泥石流物源稳定性的监测。对由采矿堆渣引发的泥石流灾害，可在废石场、渣堆等物源四周及拦挡结构处设置监测点，打入检测桩。用钢尺测量渣堆边坡顶部裂缝的移值、或拦挡结构的变形情况，监测物源的稳定性。测量工具选用全站仪、经纬仪、钢卷尺。每年至少 12 次，暴雨、连阴雨期间加密观测。

（2）采空区地面变形监测

①监测对象：采空区地表岩石移动范围。

②监测内容：地表变形。

③监测方法：包括仪器监测和人工巡查两种。由于测区植被发育，通视条件差，本方案仪器监测推荐采用 GPS 与连续运行基准站联网进行在线监测。

④人工观测、预警：地面塌陷前兆的监测有地表植物变形或倾斜、地面环形开裂、地下岩层跨落声，泉水点水量、水位突变以及动物的惊恐异常现象等。根据地面变形特征，分析变形趋势，设置警示牌预防、警示措施。仪器测量每月 2 次；人工巡查每月 4 次。

⑤观测点布设：垂直矿体走向呈“川”形布设，每个条矿体至少布设 3 条监测线，监测线长度应大于采空区地表岩石移动范围，两端进入稳定岩土体区。测点间距 10m，近矿体部位加密至 1~2m。

（3）含水层监测

① 监测区域：采空区、地下水疏干漏斗区及废水废液排放口的地下水汇水区域，重点监测与居民生活密切相关的浅层地下水。

② 监测内容：重点监测地下水位、地下水量和水质。

③ 监测方法：简易测量及人工观测。

④ 监测点布设：监测点布设：生产期、恢复期监测点主要监测矿山开采过程中的地下水水位、水量、流速、水质。监测点主要布置在生产井内。

（4）水土污染监测

① 监测区域：渣堆、采矿工业场淋滤水；排污口下游土壤或水系沉积物、两侧农田土壤（剖面）、临时矿场附近农田土壤、采矿场地表层土。

② 监测方法：通过仪器自动监测和取样分析。

③ 监测频率：土壤监测每年 1 次，地表水质量监测每年 2 次。

④ 监测内容：土壤监测项目为 PH 值、汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍；水质监测项目为水质全分析项和汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍。

⑤ 监测点布设：根据污染物质扩散特征，土壤采样点沿平面和垂向布设，平面采样点选在被采土壤类型特征明显的地方，地形相对平坦、稳定、植被良好的地点，坡脚、洼地等具有从属景观特征的地点不设采样点。剖面采样点以剖面发育完整、层次较清楚、无侵入体为准，采样点离公路至少 300m 以上。地表水主要布设在排污口下游和汇流地段。

⑥ 样品采集：表层土壤样品采用等量混合法采集，农田剖面样分 A、B、C 层采集；水样按照地表水监测规范要求方法取样、包装、运输和测试分析。

（5）地形地貌景观监测：采用人工现场调查和无人机航拍监测监测。

（6）含水层监测

① 监测区域：地下水疏干漏斗区的地下水汇水区域，重点监测与居民生活密切相关的浅层地下水。

② 监测方法：在矿区地下水影响区布设地下水环境监测点，通过人工观测、取样分析，重点监测地下水位、地下水量和水质。

③ 监测点布设：地下水背景监测优先选择矿区范围内自然出露的泉眼和专业监测井，以生产井或居民生活饮用井为辅。在地下水（疏干）降落漏斗区按十字形或放

射状布设监测线，降落漏斗（疏干）的边缘和中心区域以及地下水污染严重区加密布设监测点。监测井（孔）应远离地表水体，修筑井台，防止地表水体倒灌。

④ 水质监测样取自地下水监测井、泉眼、生活饮用水井、生产井，对其化学成份进行监测。

⑤ 水质分析指标：PH 值、总硬度、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、挥发性酚、氟化物、氯化物、硫酸盐、汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌。

（5）水土污染监测

监测区域：渣堆下游、采矿工业场地下游表层土。

监测方法：取样分析。

监测频率：土壤监测每年 1 次，地表水质量监测每年 2 次。

监测内容：土壤监测项目为 PH 值、汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍；水质监测项目为水质全分析项和汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍。

监测点布设：根据污染物质扩散特征，土壤采样点沿平面和垂向布设，平面采样点选在被采土壤类型特征明显的地方，地形相对平坦、稳定、植被良好的地点，坡脚、洼地等具有从属景观特征的地点不设采样点。剖面采样点以剖面发育完整、层次较清楚、无侵入体为准，采样点离公路至少 300m 以上。地表水主要布设在矿山工程下游和汇流地段。

样品采集：表层土壤样品采用等量混合法采集，农田剖面样分 A、B、C 层采集；水样按照地表水监测规范要求方法取样、包装、运输和测试分析。

（6）地形地貌景观监测：采用人工现场调查和无人机航拍监测。

2、监测点布设

根据相关技术规范和矿山管理制度，在野外调查的基础上，结合矿山地质环境问题的特点，本方案在不同类型区域分别布设矿山地质环境监测点 16 处。制定矿山地质环境防治监测方案（表 5-19、图 5-10）。其中变形监测 8 处、地下水监测点 2 处、地表水监测 3 处、降水量监测 1 处、土壤监测点 3 处，地貌景观观测覆盖全区。

（1）采空区岩石移动监测点：设置监测点 4 处，即 K4-1、K4-3 矿体地表岩石移动范围（J1-J4）。采用不定期人工巡查和无人机航拍的方式，监测地面变形情况，综合分析采空区地面变形程度，预测采空区引发地面塌陷的可能性，为地质灾害治理、预警提供依据。

(2) 稳定性监测点：共设置监测点 3 处，包括泥石流隐患岩石变化监测（J5—J7）ZD1-ZD3 渣堆，为渣堆场稳定性和地质灾害防治、预警提供依据。

(3) 降水量监测点：泥石流隐患处，布设 1 处降水量观测点，布设在柳树沟沟沟脑（J8）。通过降水量监测，预测泥石流灾害发生的可能性，及时作出灾情预警。

(4) 地下水监测点：坑内涌水量、地下水位和坑口外排水水质监测点 2 处，开采区地下水、1200 坑口监测点（J9、J10）。观察坑内涌水量，并对地下水位进行简易观测。

(5) 土壤污染监测：共布 3 个点，包括 ZD1 渣堆（J11）、ZD2 渣堆（J12）、ZD3 渣堆（J13）。

(6) 地表水质监测点：共布设 3 处地表水水质监测点，分别布置在柳树沟上游、中游、柳树沟和小东沟交汇处口各 1 个，共 3 个水文监测点（J14~J16）。取地表水送有分析资质单位化验。

(7) 地形地貌景观观测点：覆盖整个评估区。

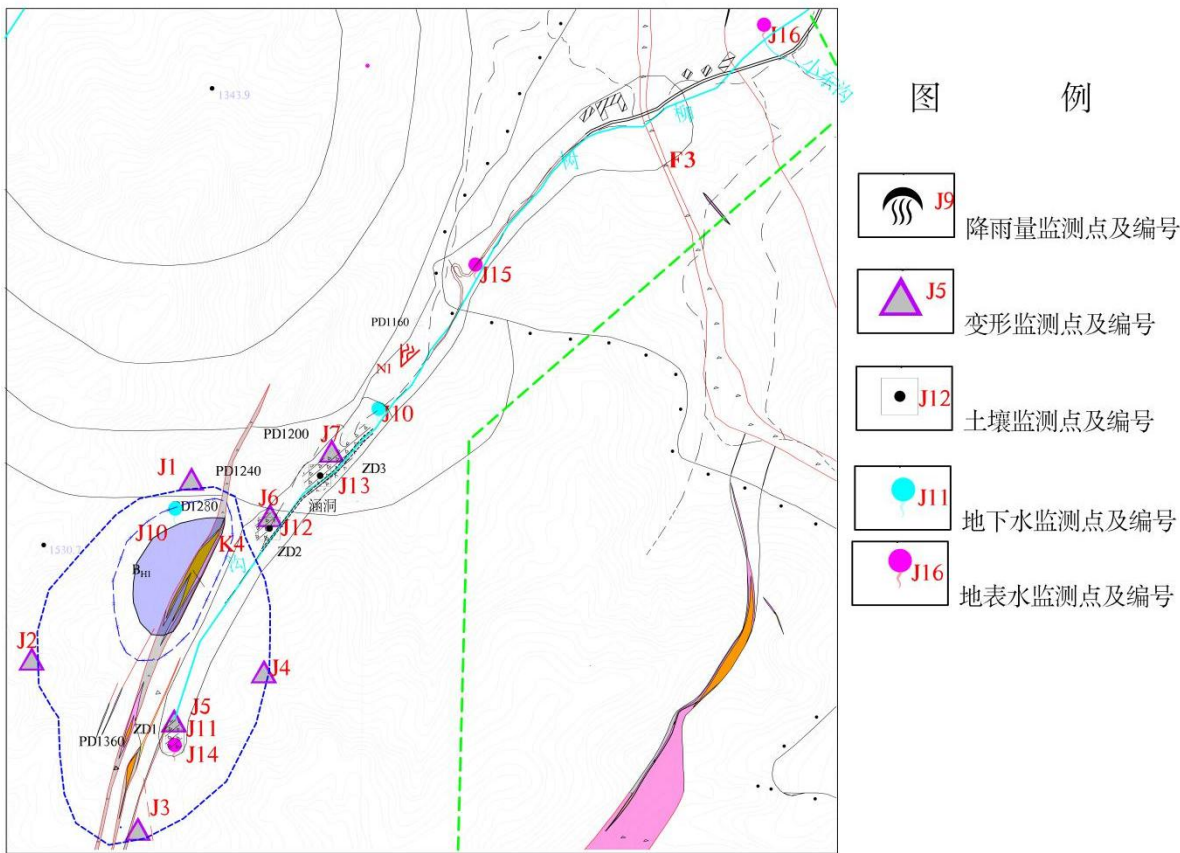


图 5-10 矿山地质环境监测点布设分布图

特别强调：

- ① 加强采矿工业场地等人类活动密集场所附近坡体地质灾害的变形监测；
- ② 加强对渣堆场的监测；
- ③ 加强对采矿工业场周围上方斜坡体变形监测，尤其在坡体基岩出露，风化程度中等能以上区域；
- ④ 加强对采区内可能发生崩塌、滑坡的高陡斜坡面监测，避免地质灾害造成区内采矿工人伤亡及财产损失，确保矿山安全生产。

3、监测频率

监测频率见表 5-12。降水量监测应与当地气象部门气象站的监测频率保持一致

4、监测工作量

为了便于监测管理和经费估算，本方案监测工作量进行了统计，详见表 5-13。

（四）监测组织及监测成果

监测队伍由矿山企业技术负责人作为总负责，由监测技术人员不少于 1 人组成矿山专职监测部门或监测作业组，负责矿山地质环境监测工作；并对监测成果进行汇总填表，调查表应按省级自然资源厅行政主管部门要求，定期向县级自然资源主管部门提交监测数据和成果。

表 5-12 矿山地质环境监测点一览表

监测类型	监测点号	位置	监测内容	监测方法	监测阶段及监测频次		
					近期	中期	远期
					(2021 年-2025 年)	(2026 年-2039 年)	(2040 年-2044 年)
采空区岩石移动范围	J1-J4	开采区地面	地面变形、裂缝情况	人工观测、仪器测量	仪器测量每月 2 次；人工巡查每月 4 次	仪器测量每月 2 次；人工巡查每月 4 次	第一年 2 次，以后不监测
泥石流 N01	J5-J7	泥石流 N1	沟谷行洪通道畅通；过水涵洞畅通；沟谷边山体稳定巡查监测；雨量监测	自动雨量观测站 人工巡查	每月 1 次，暴雨前后加密巡查； 自动降水量监测 1 次/天。	每月 1 次，暴雨前后加密巡查； 自动降水量监测 1 次/天。	闭坑后，雨季每月 1 次
矿山工程周边山体地形地貌景观	路线巡查	矿山工程	空压机房及配电室、工棚、硐口等高陡边坡、现有挡墙鼓胀、裂缝等监测	人工巡查	矿部持续监测，其他治理后不再监测	矿部持续监测，其他治理后不再监测	矿山工程周边山体
降水量	J8	柳树沟脑	通过降水量监测，预测泥石流灾害发生的可能性，及时作出灾情预警。	仪器测量	每月一次，暴雨、连阴雨期间加密观测。	每月一次，暴雨、连阴雨期间加密观测。	每月一次，暴雨、连阴雨期间加密观测。
地下水	J9	开采区井下	地下水水量、水质监测	简易测量、取样分析	涌水量 1 次/月；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年；	涌水量 1 次/月；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年；	矿井关闭，不监测
	J10	1200 坑口	地下水水量、水质监测	简易测量、取样分析	涌水量 1 次/月；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年；	涌水量 1 次/月；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年；	矿井关闭，不监测
土壤监测	J11-J13	ZD1-ZD3 废渣堆	土壤污染状况	取样分析	每年 2 次，发现污染加密观测。	每年 2 次，发现污染加密观测。	第一年 2 次，以后不监测
地表水	J14-J16	柳树沟上、中游、小东沟口	地表水水质	取样分析	每年 2 次，发现污染加密监测	每年 2 次，发现污染加密监测	第一年 2 次，以后不监测
评估区		全区	地形地貌景观破坏情况	人工巡查、无人机航拍	每月 1 次	每月 1 次	每月 1 次

表 5-13 矿山地质环境监测工作量统计表

序号	监测工程	监测措施	监测点数 (处)	单位	监 测 工 程 量			合计
					近期	中期	远期	
					(2021 年- 2025 年)	(2026 年- 2039 年)	(2040 年- 2044 年)	
1	采空区岩石移动范围	人 工 观 测、仪器 测量	4	点次	1440	4032	8	5480
2	泥石流 N01	自动雨量 观测站、 人工巡查	3	点次	180	504	120	804
3	矿山工程周边山体 地形地貌景观	人工巡查		点次				
4	降水量	仪器测量	1	点次	60	168	60	288
5	地下水	简易测 量、取样 分析	2	点次	280	1064		1344
7	土壤监测	取样分析	3	点次	30	84	6	120
8	地表水	取样分析	3	点次	30	84	6	120
9	评估区	人工巡 查、无人 机航拍		点次	60	168	60	288
合计					2080	6104	260	8444

注：①工作量中不包括加密观测次数。

②矿坑涌水量、地下水水位监测纳入矿山生产管理，不计入工作量统计数据。

③采空区监测以监测区为单位，计算监测的次数。

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

1、土地复垦监测目标任务

（1）协助落实土地复垦方案，加强土地复垦设计和施工管理，优化土地复垦防治措施，为建设管理单位提供信息和决策依据；

（2）通过对矿山生产建设土地损毁情况、土地复垦效果等全程的监测，及时、准确掌握土地损毁状况和复垦效果，提出土地复垦改进措施，验证复垦方案防治措施布置的合理性；

（3）提供土地复垦监督管理技术依据和公众监督基础信息，促进项目区生态环境的有效保护和及时恢复，为竣工验收提供专项报告。

（4）监测区域：本项目土地复垦监测范围以复垦责任范围为准，重点监测渣堆场、采矿工业场地和沉陷区等区域。

2、土地复垦管护目标任务

（1）目标任务

通过防火、防虫、防病、灌溉、补植、抚育等措施，提高复垦区植被的成活率及复垦质量。

（2）管护范围：矿区复垦为乔木林地、其他林地的所有地段，包括：（一）ZD1-ZD3 渣堆复垦区、沉陷区，面积合计 1.463hm²，其中乔木和其他林地面积 1.463hm²，管护期为三年。

（二）措施和内容

1、土地复垦监测措施和内容

监测内容包括：土地损毁情况（损毁范围、损毁类型、损毁程度等）、土地复垦效果（土地复垦率、土壤质量、植被成活率、覆盖度等）。

（1）土地损毁情况

主要通过资料搜集、人工现场调查与简易测量对地表土地损毁情况进行监测。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。

通过人工调查和样品采集、定点观测（全站仪、GPS 定位仪、照相机、标杆、尺子等）对矿区所有土地复垦区内损毁土地的范围、面积、损毁类型、损毁程度进行测

量和登记，为土地复垦提供基础资料。

（2）复垦效果监测

①土壤质量监测

通过采样分析、监测各个土地复垦单元复垦质量控制情况，判别土地复垦的有效性，为复垦管护提供数据支持。

土地质量监测项目包括地形坡度、有效土层的厚度、pH 值、汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍等。土壤样品采集包括表土样和剖面样，表土采集深度 0~20cm，采用多点等量混合法采集；剖面样按 A、B、C 层分层采集，多用于环境地质背景监测。样品应送至具有测试资质和能力的单位进行化验分析。

复垦土地质量检验分两个阶段进行。第一阶段检验在土壤重构完成后实施。土壤重构检验合格后方可进行植被重建；第二阶段植被重建检验包括种植质量检验和种植效果检验。一般情况下，在种植当年进行种植质量检验，第三年进行种植效果检验

②复垦植被监测

耕地监测内容包括土壤耕性和农作长势和产量；林地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；草地监测内容为生长势、高度、种植密度、覆盖率、产草量等。监测方法为样方随机调查法。

2、监测站点布设

土地复垦监测站点的布设是根据土地复垦责任区范围、复垦单元划分、复垦措施特点及复垦区相对位置，并考虑观测与管理的方便性而布设。本次土地复垦监测共布设 3 个监测点，（详见附图 06）：ZD1、ZD2、ZD3。

3、监测频次

复垦效果监测频率为 2 次/年，春秋各监测 1 次，复垦期及管护期监测，共监测 4 年。土壤质量监测：监测频率为 1 次/年。取土场无污染物，不做土质监测。复垦期及管护期监测，共监测 4 年。

4、土地管护措施和内容

（1）管护内容

包括防火、防虫、防病、补植、浇水及抚育等措施。

（2）管护措施

为了提高树木的成活率、保存率，村委会、业主和管护人员三方相互协调，落实

好管护责任制，对苗木死亡的进行填补，对倾倒苗木进行扶正等，及时浇水施肥、防火防虫，提高树木的保存率。

①浇水：植树后及时灌水 2~3 次，第一次灌溉应确保水能渗透根部，一般为一周浇灌一次，成活后视旱情及时浇灌。

②施肥：复垦土地主要靠施撒化学肥料（复合肥）增加土壤营养物质，每年 5-6 月应追施一次复合肥，采用穴施或环施法。

③病虫害防治：每年应喷洒 1~3 次广谱性杀虫剂和杀菌剂，多次喷洒时应交替使用几种药物喷杀，避免重复用同一种药导致病虫产生抗药性。对突发性病虫应及时有针对性地进行喷杀农药。喷药时应注意喷植物的叶背面及根茎部位。

④修枝与间伐：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。间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。修剪时应严格保护主干顶芽不受损伤；对由于受意外伤害折断而枯黄的枝叶应及时修剪；修剪应达到均衡、完整树冠和促进生长的要求；灌木在冬季进行一次平岔处理即可；剪下的枝叶应及时清除，集中运走。

⑤补植：部分植物死亡，应及时补植。补植采用同一树种大苗和同龄苗，要在高度、粗度或株丛数等方面与周围正常生长植株一致，以保证绿化整齐性。要及时防治虫害、林草抚育，搞好护林防火等工作，同时适时松土、施肥、精心培育、及时补植植被。

⑥防火：冬季注意防火。

5、管护时间及管护频率

本方案植被管护期设计闭坑和管护期为 4 年，管护次数为每年管护 2 次，春秋季各 1 次。

6、管护组织机构

复垦后植被应由专人管护，由矿山企业与管护员签订三年人工巡护合同。当造林成活率没有达到合格标准的造林地时，管护人员应在造林季节及时进行补植、补播、浇水，及时做好防治鼠（虫）害、林草抚育和防火等工作。所需的苗木由矿方统一供给。

（三）主要工程量

为了便于监测管理和经费估算，本方案对矿山地质环境监测工作量进行了统计。

1、土地复垦监测工程量

空压机房及配电室、工棚及附属设施从闭坑以后开始复垦监测和管护工作。具体工作量详见表 5-14。

表 5-14 土地复垦监测工作量统计表

监测站点	监测工程量				监测期限
	土地复垦效果		土壤质量		
	频次	总计	频次	总计	
	（次/年）	（次）	（次/年）	（次）	
ZD1-ZD3 渣堆	2	30	1	4	2021-2025 年
合计（次）		30		4	

1、土地复垦监测工程量

管护期对复垦耕地增施无机复合肥 400kg/hm²，已计入工程施工费用中。

矿区属于秦岭低中山区，气候及土壤条件适合林草生长，为了保持生物多样性特征，乔木林地的植被配置以乔木为主，适当间种灌木树种，地面适量撒播草本混种；灌木林地植被配置以插值葛藤为主，适当撒播草本混种；不预留补种材料费；草地补种量按种植的 20%计，其中第一年 10%、第二年和第三年各 5%，工作量计入工程施工费用。管护人员 1 名；管护劳务费按市价取值，每公顷植被的管护费用为 3600 元/年。具体管护期工程量见表 5-15。

表 5-15 管护期林地、草地培肥、补种工程量表

复垦地类	管护面积 (hm ²)	原材料	标准	工程量	备注
乔木、灌木林地	1.463	刺槐+连翘			
其它草地		狗牙根、毛苕子、车前（撒播）	12.5kg/hm ²		已计入工程施工费用
管护劳务费：按市价取值，每公顷植被的管护费用为 3600 元/年。					

第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

（一）总体目标任务

1、总体目标

以“矿山开发与矿山地质环境、土地资源保护协调发展”为目标，以避免和减少矿山开发建设引起的地质环境问题、土地损毁为目的，保护矿山地质环境和土地资源。根据矿山开发建设工程的特点、针对矿山地质环境、土地损毁的现状和预测结论，提出具体、实用、可操作的防治措施建议。具体目标如下：

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

（2）对矿区现状损毁土地和预测拟损毁土地合理规划，统筹安排土地复垦工程。土地复垦率 100%。复垦后使矿区山、水、田、林、路景观与自然环境相协调，生态环境相对于损毁前得到明显改善。

（3）对矿山及周边的地质灾害、土地资源、含水层、水土污染和地形地貌景观的破坏情况进行全面监测；对损毁土地及时复垦；对含水层破坏、水土污染及时发现及时治理。矿山地质环境问题监测覆盖率 100%，地质灾害及地形地貌综合整治率 95% 以上。

2. 主要任务

（1）对矿区 1 处坡面泥石流隐患以及开采区岩石移动范围灾害开展地质灾害综合治理工程。

（2）对矿区内不同复垦单元区的损毁土地实施土地复垦、复垦监测与管护

（3）在矿山闭坑后，对破坏矿区地形地貌景观的场地进行地质生态环境恢复。

（4）建立矿山环境监测系统，对矿山地质环境问题（地质灾害、含水层破坏、地貌景观破坏及水土污染）进行监测和预警。对矿区地质灾害易发区和地质环境破坏敏感区（点）实施重点监测，包括采矿工业场、开采沉陷区、地下水质和流量。

（5）完善矿山突发地质环境事故应急机制和应急措施，尽最大限度避免和控制矿山地质环境破坏和土地损毁发生。

（二）总工程量构成

本《方案》主要实施项目包括泥石流隐患防治、采空区地面塌陷隐患防

治、矿山地质环境监测和地表植被恢复，其中泥石流防治以修筑烂渣挡墙和截排水沟为主要目的，同时开展地质环境监测工程；土地复垦以矿区植被恢复为主，主要涉及土地平整、客土覆土、土壤 培肥、植树种草、植被管护及监测工程等复垦措施；地质环境监测工程主要包括泥石流隐 患、地面塌陷与地裂缝监测、含水层监测和地形地貌景观破坏监测。

在矿山地质环境治理工程中，占比最大的为地质灾害治理工程，其治理贯穿《方案》 适用期，治理措施主要包括泥石流治理、岩石移动区防护等。复垦工程中，占比最大的是 压占区复垦工程及监测管护工程，压占区复垦主要包括栽植乔木、栽植灌木、撒播草籽等 措施，复垦监测与管护期为 5 年，主要对复垦区复垦效果进行监测并及时管护。

（三）工作部署

1、部署原则

（1）“边生产，边恢复治理和土地复垦”的原则。矿山建设运营与矿山地质环境保护、土地复垦同步开展，对工程建设、生产运营过程中的地质环境问题和土地破坏要及时发现，及时治理与复垦。

（2）从“实际出发”的原则。地质环境保护与土地复垦规划布设应从实际出发，“因地制宜，因害设防”，力求环境治理与土地复垦方案具有较强的针对性和可操作性。

（3）统一规划、统筹安排的原则。根据矿山地质环境存在问题、土地损毁时序预测，合理制定地质环境保护与土地复垦施工安排，优化施工方式，规划资金的投放，切实保证方案落实到位。

（4）对“矿山地质环境影响程度严重、危害性大的恢复治理工程优先安排”的原则。

（5）“最优化”的原则。即最优化工程方案、最合理工作安排、最佳环境、社会和经济效益。

2、工作部署

刘家峡金矿地质环境保护与土地复垦方案的规划年限为 24a，方案适用年限 5 年（即 2021~2025 年），按照矿山环境恢复治理、土地复垦工作与主体工程“同时设计、同时施工、同时使用”的三同时原则，本方案将矿山地质环境保护与土地复垦工作分近、中、远期实施，近期为 5 年。具体如下：

近期：2021～2025 年，对矿山现状及运行过程中造成的地质灾害、地形地貌景观破坏、含水层影响的地质环境问题进行科学的预防、治理与监测，对损毁土地进行复垦、监测及管护。

中期：2026～2039 年，为矿山边生产、边保护治理阶段。主要任务为对矿山开采过程中造成的各种矿山地质环境问题、土地损毁进行科学的保护、复垦与监测、管护。

远期：2040～2044 年，矿山关闭后矿山环境的恢复治理、土地复垦及监测管护工作。

二、阶段实施计划

根据矿山地质环境保护与土地复垦总体工作部署和方案适用年限、矿山建设、开采规划，确定矿山地质环境保护与治理恢复工程阶段实施规划具体如下（见表6-1）：

（一）近期计划（2021年～2025年）

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

1、矿山地质环境恢复治理工程

对现有的1处泥石流隐患地质灾害进行相应的治理，并开展矿区地表水和地下水水位、水质定时、定点监测；采空区地面形变监测及应急治理工程设置警示牌；矿山建设、运行过程中新发现矿山环境问题的治理恢复工程；对地表水、地下水、地表变形、地形地貌景观进行监测

2、土地复垦工程

对ZD1-ZD3渣堆进行土地复垦和进行监测与管护。

（二）中期计划（2026年～2039年）

该阶段依次开采柳树沟K4-1、K4-3号矿体，在开采过程对其岩石移动范围设置地面塌陷、裂缝监测点，发现塌陷及裂缝及时回填，并设立警示牌；对矿区内发现的新的地质灾害点进行治理恢复工程，矿区地表水和地下水水位、水质定时、定点监测，开采区地形地貌景观监测。

（三）远期计划（2040年～2044年）

1、矿山地质环境恢复治理工程

对矿区内发现的新的地质灾害点进行治理恢复工程；对废弃建筑设施拆除、硐口封堵工程；矿区地表水水质和地下水水位、水质定时、定点监测，开采区地形地貌景

观监测、地表变形监测。完善矿山地质灾害与矿山环境监测网络，优化地质灾害预警预报体系，建立完善的监测网络、信息系统和预警体系。同时注意对前期已实施的治理工程进行养护。主要工程有硐口封堵。

2、土地复垦

对矿区复垦单元沉陷区的土地复垦、监测与管护。主要工程有场地清理和找平、土地覆土、土壤培肥、栽树种草和复垦效果监测、植被管护。

矿山地质环境保护与土地复垦工程实施总体规划见表6-1。

三、年度工作安排

该方案建议适用年限为5年，主要完成泥石流隐患（N1）、预测沉陷区等地质灾害治理，ZD1-ZD3渣堆土地复垦。近期阶段实施的矿山地质环境治理与土地复垦工程分年度工作计划见表6-2。

表 6-1 矿山地质环境保护与土地复垦工作总体规划

阶段	规划年度	地质环境恢复治理与土地复垦工程		主要工程量
近期	2021～2025	矿山地质环境治理工程	1、泥石流隐患（N1）工程治理及警示； 2、开采区岩石移动范围预防及警示； 3、矿山地质环境监测。	1、浆砌块石（M7.5）挡墙 955.6m ³ ； 2、人工放坡、找平 5400m ³ ； 3、废石清理 6255.7m ³ ； 4、人工挖沟渠 561m ³ ； 5、人工夯实土方 163m ² ； 6、砂浆抹面 1167m ² ； 7、警示牌 4 块； 8、地质环境监测 2080 点次； 9、水样分析 30 件； 10、土壤分析 30 件。
		土地复垦工程	1、ZD1、ZD2、ZD3 土地复垦、监测与管护工程；	1、表土运输（5km）2115 m ³ ； 2、场地平整 0.423hm ² ； 3、表土覆盖 2115 m ³ ； 4、土壤培肥 0.423hm ² ； 5、栽植刺槐 1409 株； 6、扦插连翘 1058 株； 7、混种播撒狗牙根、毛茛子、车前草 0.423hm ² ； 8、复垦效果监测 15 次； 9、土壤监测 30 次； 10、植被管护 0.5423hm ² 。
中期	2026～2039	矿山地质环境治理工程	以矿山地质环境监测为主。	1、地质环境监测 6104 点次； 2、水样分析 84 件； 3、土壤分析 84 件。

表 6-1 矿山地质环境保护与土地复垦工作总体规划

阶段	规划年度	地质环境恢复治理与土地复垦工程		主要工程量
远期	2040 ~ 2044	矿山地质环境治理工程	1、硐口封堵；	1、废石回填 860m ³ ； 2、M7.5 浆砌片石 20m ³ ； 3、地质环境监测 260 点次。 4、水样分析 6 件； 5、土壤分析 6 件。
		土地复垦工程	1、沉陷区土地复垦、监测与管护工程；	1、表土剥离 250m ³ ； 2、表土回覆 250m ³ ； 3、裂缝填充 310m ³ ； 4、穴植 1 年生刺槐 3446 株； 5、扦插连翘 2500 株； 6、混种播撒狗牙根、毛苕子、车前草 1.04hm ² 7、植被管护 1.04hm ² 。 8、复垦效果监测 10 次； 9、土壤监测 2 次；

表 6-2 近期年度工作计划简表

年度	工作任务		主要工作措施及工程量
第 1 年度	矿山地质环境治理工程	1、泥石流隐患（N1）工程治理及警示； 2、开采区岩石移动范围预防及警示； 3、矿山地质环境监测。	1、浆砌块石（M7.5）挡墙 955.6m ³ ； 2、人工放坡、找平 5400m ³ ； 3、废石清理 6255.7m ³ ； 4、人工挖沟渠 561m ³ ； 5、人工夯实土方 163m ² ； 6、砂浆抹面 1167m ² ； 7、警示牌 4 块； 8、地质环境监测 416 点次； 9、水样分析 6 件； 10、土壤分析 6 件。
	土地复垦工程	1、ZD1 土地复垦、监测与管护工程； 2、矿山地质环境监测。	1、表土运输（5km）350 m ³ ； 2、场地平整 0.07hm ² ； 3、表土覆盖 350m ³ ； 4、土壤培肥 0.07hm ² ； 5、栽植刺槐 233 株； 6、扦插连翘 175 株； 7、混种播撒狗牙根、毛苕子、车前草 0.07hm ² ； 8、复垦效果监测 3 次； 9、土壤监测 6 次； 10、植被管护 0.07hm ² 。
第 2 年度	矿山地质环境治理工程	矿山地质环境监测。	1、地质环境监测 416 点次； 2、水样分析 6 件； 3、土壤分析 6 件。

表 6-2 近期年度工作计划简表

年度	工作任务		主要工作措施及工程量
	土地复垦工程	1、ZD2 土地复垦、监测与管护工程； 2、矿山地质环境监测。	1、表土运输（5km）365 m ³ ； 2、场地平整 0.073hm ² ； 3、表土覆盖 365m ³ ； 4、土壤培肥 0.073hm ² ； 5、栽植刺槐 243 株； 6、扦插连翘 183 株； 7、混种播撒狗牙根、毛茛子、车前草 0.073hm ² ； 8、复垦效果监测 3 次； 9、土壤监测 6 次； 10、植被管护 0.143hm ² 。
第 3 年度	矿山地质环境 治理工程	矿山地质环境监测。	1、地质环境监测 416 点次； 2、水样分析 6 件； 3、土壤分析 6 件。
	土地复垦工程	1、ZD3 土地复垦、监测与管护工程； 2、矿山地质环境监测。	1、表土运输（5km）1400 m ³ ； 2、场地平整 0.28hm ² ； 3、表土覆盖 1400m ³ ； 4、土壤培肥 0.28hm ² ； 5、栽植刺槐 933 株； 6、扦插连翘 700 株； 7、混种播撒狗牙根、毛茛子、车前草 0.28hm ² ； 8、复垦效果监测 3 次； 9、土壤监测 6 次； 10、植被管护 0.423hm ² 。
第 4 年度	矿山地质环境 治理工程	矿山地质环境监测。	1、地质环境监测 416 点次； 2、水样分析 6 件； 3、土壤分析 6 件。
	土地复垦工程	1、土地复垦监测与管护工程； 2、矿山地质环境监测。	1、复垦效果监测 3 次； 2、土壤监测 10 次； 3、植被管护 0.435hm ² 。
第 5 年度	矿山地质环境 治理工程	矿山地质环境监测。	1、地质环境监测 416 点次； 2、水样分析 6 件； 3、土壤分析 6 件。
	土地复垦工程	土地复垦、监测与管护工程	1、复垦效果监测 3 次； 2、土壤监测 6 次； 3、植被管护 0.28hm ² 。

第七章 经费估算与进度安排

一、经费估算依据

（一）矿山地质环境治理工程预算编制依据

本项目矿山地质环境治理工程经费估算以国家和地方相关行业标准、定额、规定等进行，主要有：

- 1、《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》、《陕西省水利建筑工程概算定额》、《陕西省水利工程施工机械台班费定额》（陕发改项目[2017]1606号）；
- 2、国家发展改革委、建设部《关于印发〈建设工程监理与相关服务收费管理规定〉的通知》（发改价格[2007]670号）；
- 3、《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）；
- 4、《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号）；
- 5、《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部 税务总局 海关总署公告〔2019〕39号）；
- 6、《工程勘察设计收费管理规定》的通知（计价格[2002]10号）；
- 7、《建设工程监理与相关服务收费管理规定》（发改价格[2007]670号）；
- 8、《招标代理服务收费管理暂行办法》（计价格[2002]1980号）；
- 9、商洛工程造价管理信息（季刊）2021年第1期；
- 10、本方案设计的矿山地质环境治理工程量。

（二）土地复垦工程预算编制依据

本项目矿山土地复垦工程经费估算以国家和地方相关行业标准、定额、规定等结合矿山地质环境治理工程估算的工程量进行。

- 1、《土地复垦方案编制规程第1部分：通则》（TD/T 1031.1——2011）；
- 2、《土地复垦方案编制规程 第4部分：金属矿》（TD/T 1031.4——2011）；
- 3、《土地开发整理项目预算编制规定》（财综〔2011〕128号）；
- 4、《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财综〔2011〕128号）；
- 5、《土地开发整理项目预算定额》（财综〔2011〕128号）；
- 6、国土资源部关于印发《土地整治工程营业税改征增值税计价依据调整过渡实

施方案》的通知（国土资厅发[2017]19号）；

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

8、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）》；

9、广材网 2021 年一季度“商洛市常用建筑材料价格”；

10、西省住建厅《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程工程量清单计价综合人工单价的通知》（陕建发〔2018〕2019号）；

11、国家发展改革委、建设部《关于印发〈建设工程监理与相关服务收费管理规定〉的通知》（发改价格[2007]670号）；

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

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

14、本方案设计的矿山土地复垦工程量。

二、矿山地质环境治理工程经费估算

根据上述矿山地质环境治理估算方法、取费标准及估算的工程量，本方案服务期内（24年）矿山地质环境治理工程总投资为148.08万元，其中：建筑工程费71.52万元，临时工程费2.15万元，独立费用60.95万元，预备费13.46万元（表7-1）。矿山地质环境治理工程经费估算详见附表3山阳秦金矿业有限公司刘家峡金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案投资估算书。

表 7-1 矿山地质环境治理工程总投资估算表

序号	费用名称	金额（万元）	占总投资比例（%）
一	建筑工程费	71.52	48.30
二	临时工程	2.15	1.45
三	独立费用	60.95	41.16
四	预备费	13.46	9.09
合计		148.08	100.00

三、土地复垦工程经费估算

本方案土地复垦工程估算总投资 23.56 万元，其中：工程施工费 13.14 万元，其他费用 2.12 万元，监测与管护费 6.77 万元，预备费 1.53 万元。平均每亩复垦费用投资 1.07 万元。土地复垦投资估算书见表 7-2 及附表 3 山阳秦金矿业有限公司刘家峡金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案投资估算书。

表 7-2 土地复垦投资估算总表

序号	工程或费用名称	费用（万元）	占静态总投资百分比/%
一	工程施工费	13.14	55.76
二	设备费	0.00	
三	其他费用	2.12	9.01
四	监测与管护费	6.77	28.75
（一）	复垦监测费	5.17	
（二）	管护费	1.61	
五	预备费	1.53	
（一）	基本预备费	1.53	6.48
（二）	价差预备费	0.00	
（三）	风险金	0.00	
六	静态总投资	23.56	100
复垦面积（hm ² ）		1.463	
静态亩均投资（元）		10735.16	

四、总费用汇总与年度安排

（一）总费用构成与汇总

根据矿山地质环境治理与土地复垦经费估算结果，确定本方案年限 24 年内矿山地质环境治理与土地复垦总投资为 171.64 万元。

矿山地质环境治理与土地复垦总费用构成汇总如下：

矿山地质环境治理工程总投资为 148.08 万元，其中：建筑工程费 71.52 万元，临时工程费 2.15 万元，独立费用 15.79 万元，预备费 13.46 万元。

土地复垦工程估算总投资 23.56 万元，其中：工程施工费 13.14 万元，其他费用 2.12 万元，监测与管护费 6.77 万元，预备费 1.53 万元。

本矿山设计利用矿石量 110.86 万吨，可采资源量 99.77 万吨，折合每吨矿石治理

和复垦费用 1.72 元；矿山土地复垦面积为 1.463 公顷，折合亩均土地复垦费用约 1.07 万元。

总费用构成与汇总情况见表 7-3。

表 7-3 刘家峡金矿矿山地质环境治理与土地复垦投资估算汇总表

序号	工程或费用名称	矿山环境治理 (万元)	土地复垦 (万元)	费用合计 (万元)	占总费用比例 (%)
一	工程施工费	71.52	13.14	84.66	49.33
二	临时工程费（不可预见费）	2.15		2.15	1.25
三	独立费用(其他费用)	15.79	2.12	17.91	10.43
四	监测与管护费	45.16	6.77	51.93	30.26
五	预备费	13.46	1.53	14.99	8.73
六	静态投资	148.08	23.56	171.64	100
占总费用比例(%)		86.27	13.73	100	

（二）矿山近期年度经费安排

本方案设计服务年限为 24 年，本方案适用期为近期 5 年。矿山地质环境与土地复垦工程近期分年度工作计划安排及经费估算见表 7-4。

表 7-4 矿山近期分年度工作计划安排及经费估算表

年度	工作任务		主要工作措施及工程量	费用 (万元)	合计 (万元)
第 1 年度	矿山地质环境 治理工程	1、泥石流隐患 (N1) 工程治理及 警示; 2、开采区岩石移动 范围预防及警示; 3、矿山地质环境监 测。	1、浆砌块石 (M7.5) 挡墙 955.6m ³ ; 2、人工放坡、找平 5400m ³ ; 3、废石清理 6255.7m ³ ; 4、人工挖沟渠 561m ³ ; 5、人工夯实土方 163m ² ; 6、砂浆抹面 1167m ² ; 7、刺丝围栏 560m; 8、警示牌 4 块; 9、地质环境监测 416 点次; 11、水样分析 6 件; 12、土壤分析 6 件。	106.55	108.42
	土地复垦工 程	1、ZD1 土地复 垦、监测与管护工 程; 2、矿山地质环境监 测。	1、表土运输 (5km) 350 m ³ ; 2、场地平整 0.07hm ² ; 3、表土覆盖 350m ³ ; 4、土壤培肥 0.07hm ² ; 5、栽植刺槐 233 株; 6、扦插连翘 175 株; 7、混种播撒狗牙根、毛茛子、 车前草 0.07hm ² ; 8、复垦效果监测 3 次; 9、土壤监测 10 次; 10、植被管护 0.07hm ² 。	1.87	
第 2 年度	矿山地质环境 治理工程	矿山地质环境监 测。	1、地质环境监测 416 点次; 2、水样分析 6 件; 3、土壤分析 6 件。	1.70	3.86
	土地复垦工 程	1、ZD2 土地复 垦、监测与管护工 程; 2、矿山地质环境监 测。	1、表土运输 (5km) 365 m ³ ; 2、场地平整 0.073hm ² ; 3、表土覆盖 365m ³ ; 4、土壤培肥 0.073hm ² ; 5、栽植刺槐 243 株; 6、扦插连翘 183 株; 7、混种播撒狗牙根、毛茛子、 车前草 0.073hm ² ; 8、复垦效果监测 3 次; 9、土壤监测 10 次; 10、植被管护 0.143hm ² 。	2.16	
第 3 年度	矿山地质环境 治理工程	矿山地质环境监 测。	1、地质环境监测 416 点次; 2、水样分析 6 件; 3、土壤分析 6 件。	1.70	9.41

年度	工作任务		主要工作措施及工程量	费用 (万元)	合计 (万元)
	土地复垦工程	1、ZD3 土地复垦、监测与管护工程; 2、矿山地质环境监测。	1、表土运输 (5km) 1400 m ³ ; 2、场地平整 0.28hm ² ; 3、表土覆盖 1400m ³ ; 4、土壤培肥 0.28hm ² ; 5、栽植刺槐 933 株; 6、扦插连翘 700 株; 7、混种播撒狗牙根、毛茛子、车前草 0.28hm ² ; 8、复垦效果监测 3 次; 9、土壤监测 10 次; 10、植被管护 0.423hm ² 。	7.71	
第 4 年度	矿山地质环境治理工程	矿山地质环境监测。	1、地质环境监测 416 点次; 2、水样分析 6 件; 3、土壤分析 6 件。	1.70	2.47
	土地复垦工程	1、土地复垦监测与管护工程; 2、矿山地质环境监测。	1、复垦效果监测 3 次; 2、土壤监测 10 次; 3、植被管护 0.435hm ² 。	0.77	
第 5 年度	矿山地质环境治理工程	矿山地质环境监测。	1、地质环境监测 416 点次; 2、水样分析 6 件; 3、土壤分析 6 件。	1.70	2.47
	土地复垦工程	土地复垦、监测与管护工程	1、复垦效果监测 3 次; 2、土壤监测 10 次; 3、植被管护 0.28hm ² 。	0.77	

第八章 保障措施与效益分析

一、组织保障

1、把矿山地质环境保护和土地复垦工作列为矿山管理工作的重点。实行法人负责制，矿山企业法人是矿山地质环境保护与土地复垦的第一责任人。

2、成立山阳秦金矿业有限公司刘家峡金矿矿山地质环境保护与土地复垦项目领导机构，负责该矿山地质环境保护与土地复垦工作的组织和实施。领导小组组成如下：

组长：李平定（总经理）

副组长：胡远平（总工程师）

主管部门：安全环保科

部门负责人：陈斌（安环科科长）

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

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

4、接受行政主管部门的监督、管理

山阳秦金矿业有限公司应了解在工程项目建设及运行期间，各级自然资源行政主管部门的主要职责，加强同省、市、县自然资源主管部门的沟通、联系、做好企业地质环境保护与土地复垦工作，同时，接受各级自然资源行政管理部门的管理、监督、技术指导和审核、验收等工作。

二、技术保障

1、矿山在进行地质环境治理、土地复垦实施时，将选择在地质灾害勘察/设计、地质环境治理、土地复垦方面经验丰富的单位承担工程勘察、设计和施工任务。

2、矿山委托编制的“矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案”、“治理或复垦设计书”必须充分征求包括土地权益人、相关主管部门的公众意见，所编制方案或设计需经自然资源主管部门组织评审通过后，方能实施。

3、现场施工实施前，矿山主管部门必须组织设计、施工和监理单位进行技术交底。施工期间，施工单位要严格按设计方案、施工图指导现场施工，遇场地地质情况与设计条件出入较大时，要及时向监理和业主方反映，由业主单位组织技术会审，根据会审结果由设计单位做出设计变更，施工单位按变更后设计施工。

4、工程施工实施各工序层层报验制度。监理单位按矿山地质环境治理及土地复垦工程相关技术规程、规范、设计要求对工程进行监督、检查，矿山企业、设计单位、监理单位、自然资源主管部门及权益人共同对工程进行质量验收。

5、按照《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）要求，做好矿山地质环境监测、检测等工作。建立监测基础设施，配置先进设备，尽可能做到矿山地质环境监测全覆盖、自动化、网络化，为矿山地质环境、土地资源监测提供技术设备保障。

三、资金保障

1、资金来源

山阳秦金矿业有限公司是本项目资金提供的义务人，应将矿山地质环境保护与土地复垦资金足额纳入生产建设成本，专项用于该工作的实施。

根据《关于取消矿山地质环境治理恢复保证金 建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建〔2017〕638号）、《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕国土资发〔2018〕92号），山阳秦金矿业有限公司将建立“矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金（以下简称基金）”账户，把矿山地质环境保护与土地复垦费用纳入生产建设成本，按月计提基金费用，专项用于该工作的实施。

2、资金提取计划

（1）规定基金计提系数

根据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》（陕国土资发〔2018〕92号），山阳秦金矿业有限公司将按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等参数，按月综合提取基金费用。

计提系数：陕西省山阳县刘家峡金矿属陕南地区，开采矿种为金，采矿方法为分段空场采矿方法、浅孔留矿法采矿方法，按《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》中规定的计提系数为：地区系数为1.2，矿种系数为1.5%，开采系数为1.0，综合系数为1.8%。

（2）计提费用计算

根据《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施暂行办法》，矿山地质环境保护与土地复垦基金按月计提，计算公式为：基金月计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数。

经计算，计提矿山地质环境保护与土地复垦基金折合吨矿石为 1.72 元，月计提基金 2.691 万元。月计提基金费用计算见表 8-1。

表 8-1 月销售提取基金一览表

原矿月 销售 (万吨)	销售价 (元/吨)	地区 系数	矿种 系数	开采 系数	月提取基金（万元）	占销售收入百 分比（%）	元/吨 (矿石)
0.5	299	1.2	1.50%	1	2.691	2.16	1.72

（3）基金计提方案

本方案估算的地质环境保护与土地复垦总投资为 171.64 万元。企业要在方案适用期第 1 年至第 4 年足额提取矿山地质环境保护与土地复垦费用。保障实际防治费用，完成矿山地质环境治理与土地复垦工作。

3、资金提取及存储

山阳秦金矿业有限公司将在银行设立对公专用账户—矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金账户，用于计提基金的存储和支付管理。

矿山企业财务部门应按照会计准则，单独设置“矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金”会计科目，单独反映基金的提取与使用情况。财务部门应在年度财务预算中编制基金年度提取和使用计划。

矿山企业财务部门按照基金计提标准公式、基金年度提取和使用计划，逐月计提矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金。所提基金费用计入生产成本，在所得税前列支。

矿山企业年度提取的基金累计不足于本年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用的，或低于《方案》中估算的年度治理恢复与土地复垦费用的，应以本年实际所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足。

4、资金管理及使用

（1）矿山地质环境治理与土地复垦基金应按照“企业提取、政府监管、确保需要、规范使用”的原则进行管理，并建立了规范有效的基金财务管理制度，规范基金管理，明确基金提取和使用的程序、职责及权限，按规定提取和使用基金。

制定专项资金使用“五专”（专项、专户、专用、专账、专人负责）责任制。

（2）矿山地质环境治理与土地复垦基金专项用于矿山地质环境治理与土地复垦、开发式治理等工程，任何单位和个人不得截留、挤占、挪用。

（3）矿山企业应根据国土资源主管部门公告的本方案编制年度实施方案并明确基金使用计划。年度实施方案内容包括本年度矿山地质环境治理与土地复垦基金提取、使用情况，下一年度实施方案和基金使用计划。

（4）矿山企业按照备案的矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金年度使用计划，安排年度实施工程和基金支出。

（5）完成矿山地质环境治理与土地复垦工程后，应及时向自然资源部门提出竣工验收申请。验收合格后，可取得相关自然资源部门出具的工程质量验收合格确认书，据此可核算基金使用情况。

（6）为使矿区群众真正了解并参与到复垦工作中，山阳秦金矿业有限公司将对各土地复垦阶段实施计划及资金的使用情况进行公示，并在方案实施阶段招募当地群众参加复垦工作，让公众切身了解复垦资金的使用是否真正落实到实处。如有发现资金的使用与实际复垦效果有重大不符的情况，公众可向相关主管部门反映，发挥监督作用，确保复垦资金合理有效利用。

5、费用审计

山阳秦金矿业有限公司将按年度对矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金提取、使用情况进行内部审计，将审计结果于每年的12月31日前报送山阳县自然资源主管部门审计或复核。

四、监管保障

1、实行项目公告制

将整个项目区的范围、面积、工程数量以及项目实施的各项管理制度等进行公告，以接受社会监督，对项目区内农民及其他相关人员提出的合理化建议及时采纳。

2、实行项目工程招标制

为保证工程施工质量及进度，矿山地质环境恢复治理工程及土地复垦工程原则上采用工程招标制，向社会公开招标，择优定标。

3、实行工程监理制度

通过招投标方式选择监理单位。监理单位对所有工程的建设内容、施工进度、工程质量进行监理。监理单位要按照相关工程监理规范做好项目施工的监督管理，确保所有工程满足设计要求。

4、验收制度

按照《陕西省实施〈土地复垦条例〉办法》、《陕西省土地整理复垦开发项目竣工验收工作指南》和相关要求对项目进行验收。项目所在地县级自然资源主管部门负责对义务人履行矿山地质环境保护与土地复垦情况进行监察，并在政府门户网站上公开，确保矿山地质环境治理和土地复垦工程的按时、圆满实施。

5、山阳县自然资源局负责矿山地质环境保护和土地复垦的监督管理、组织验收，确保矿山地质环境治理和土地复垦工程的按时、圆满实施。

6、据《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）规定，对采矿权人具有下列情形之一的，自然资源主管部门应将其列入异常名录。

- （1）对矿区地质环境造成一定程度破坏而未按要求采取治理恢复措施的；
- （2）未按照矿山地质环境保护与土地复垦方案要求履行矿山环境治理和土地复垦义务的，或对地形地貌、植被景观等自然环境造成较大破坏而未及时治理恢复的；
- （3）未按要求填报《年度矿山地质环境治理恢复成果表》的；
- （4）《年度矿山地质环境治理恢复成果表》填报错误率低于 25%但未在 10 个工作日内完成整改的；
- （5）未按照《陕西省矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金实施办法》要求提取基金，或基金储备资金不足、弄虚作假的。

各级自然资源主管部门应加强对列入异常名录矿业权人开采活动的监督管理，登记管理机关应暂停受理其矿业权延续、变更（转让变更）登记手续，且每年实地核实至少 1 次。

五、效益分析

1、社会效益

矿区地质环境保护与土地复垦工程实施的社会效益包括以下三方面：

- （1）消除了矿山工程建设及运行期间引发的滑坡地质灾害，确保矿区及其周边人民生命财产的安全。

(2) 保护了矿区水土资源，减轻了沟道、河流的洪水泥沙危害，维护了矿区下游山区环境安全，恢复矿区地形地貌景观。

(3) 缓解矿山企业与周围民众的矛盾，密切矿农关系，有利于社会稳定和区域经济持续发展。

2、生态环境效益

本方案通过对矿区潜在地质灾害的治理，消除了地质灾害隐患，保护了矿山地形地貌景观。对本矿区被破坏的土地进行复垦是实现生态效益的重要措施。对采矿过程中破坏的土地及影响范围采取基本恢复其原生土地类型的生态措施，建立起新的土地利用生态体系，形成新的人工和自然景观，可使矿业活动对生态环境的影响减少到最低，使矿区的生态环境得以有效恢复。

由于矿山开采，对地表植被产生严重破坏，使水土流失加重，土地也进一步退化，矿区生态环境产生了严重的破坏，所以对矿区进行复垦是矿区生态环境治理工程的重要组成部分。通过复垦有利于改善土壤的理化性质以及土壤圈的生态环境；增加地表植被促进野生动物繁殖，减少水土流失、美化环境、改善了生物圈的生态环境。土地是一个自然、经济、社会的综合体，同时也是一个巨大的生态系统。土地复垦是与生态重建密切结合的大型工程。在作为祖国绿色屏障的地区进行土地复垦与生态重建，对矿山开采造成的土地破坏进行治理，其生态意义极其巨大。

(1) 生物多样性

复垦项目实施之后较矿山开采期间的植被覆盖率得到明显提高，将有效遏制项目区及周边环境的恶化，在合理管护的基础上能够最终实现植物生态系统的多样性与稳定性，吸引周边动物群落回迁，增加动物群落多样性，达到植物动物群落的动态平衡。

(2) 水土保持

采矿后水土流失较原地貌加重，水土流失增加。经过科学地对破坏土地进行复垦，采用乔灌草立体防护后可显著减少水土流失，防止土地退化，从而改善水、土地和动植物生态环境。

(3) 对空气质量和局部小气候的影响

地质环境保护与土地复垦通过对生态系统重建工程，将对局部环境空气和小气候产生正效与长效影响。具体来讲植树、种草工程可有效防止矿山岩土侵蚀和水土流

失，还可以通过净化空气改善周边区域的大气环境质量。

3、经济效益

复垦对企业的经济效益是明显的，如果损毁土地不进行复垦，而采用征用地办法处理，这不仅使林地或草地面积减少，而且地面塌陷引起的地表各种形态变形（如塌陷台阶、塌陷裂缝）将造成土地退化，加剧水土流失，一定程度上影响矿区农林牧业的正常生产；另一方面征地费用一般要超出复垦费用的很多，企业的经济负担将会更大。进行土地复垦不仅有利于农林牧业生产，有效地遏制生态环境的日趋化，而且可以减少矿山企业的征地数量和费用，降低原矿石生产成本。取得的经济效益具体表现在以下方面：

（1）陕西省山阳县刘家峡金矿矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施，需要大量人力、物力，可以增加部分当地居民就业，增加了当地农民的收入。

（2）可减少地质灾害对人民生命财产的威胁，也就减少了经济损失。

（3）本方案规划年限通过复垦，总体耕地、园地增加，增加了灌木林地、草地，生物多样性增加了，方便了矿区村民出行。

当地土地资源紧缺，通过矿区地质环境治理与土地复垦，不但增加了旱地面积，提高了土地质量和等级，还增加了当地居民的收入，土地复垦的经济效益十分明显。

六、公众参与

为了了解本工程所在区域的公众对本项目的态度和意见，在方案编制前对当地居民、矿山工作人员进行了公众参与调查，走访了矿区附近的零散村庄住户，向他们如实介绍了采矿活动可能引发的地质灾害与土地破坏，国家相关矿山地质环境以及土地复垦的政策，以及项目建成后带来的经济效益和对地方经济的促进情况，征求了民众对土地复垦的意见（照片 8-1，照片 8-2）。

本次调查共发放调查问卷表 20 份，收回有效问卷 20 份，回收率 100%。根据调查，当地居民关心的地质环境问题为土地损毁和水资源污染破坏；就个人而言关注的问题为征地补偿和工作机会；希望被复垦的地类为耕地和林地；对矿山的建设持支持态度（表 8-2）。



照片8-1 调查走访矿山工作人员(镜像340°) 照片8-2 调查走访矿区群众(镜像70°)

表8-2公众参与调查统计表

调查内容	调查统计结果				
现阶段对环境满意程度	不满意	一般满意	比较满意	非常满意	
		2	17	1	
从您个人利益角度考虑，本矿山的建设您最关注的问题是	征地补偿	希望招工	不恶化环境	其他	
	16	3	1		
您认为矿山开采哪些工程对生活有影响	土地损毁	施工扬尘	安全问题	增加工作机会	
	3		2	15	
您对被损毁的土地希望如何补偿	复垦	企业补偿	其他		
	1	19			
在复垦资金有保障的情况下，您认为应该由谁来负责	农民	企业	土地部门		
		20			
您希望被损毁的土地复垦为	耕地	园地	林地	草地	其他
	3	1	16		
总体上，您对本矿山建设持何种态度	赞同	不赞同			
	20				

第九章 结论与建议

一、结论

(一) 矿山地质环境影响评估

1、评估级别

山阳县刘家峡金矿为地下开采的小型矿山，评估区为重要区，地质环境条件较复杂，评估级别为一级。评估区面积 2.41km^2 。

2、现状评估

(1) 据本次现场调查，评估区内存在 1 处泥石流隐患 N1，泥石流隐患属弱发育泥石流隐患，危害程度中等，危险性中等。评估区内未发现地裂缝、地面塌陷和地面沉降等地质灾害；

(2) 矿山开采活动对矿区地下含水层结构、地下水水位影响较轻。矿区地表水、地下水水质良好，无污染现象。矿区及外围土壤未收到生产废水和固体废弃物的污染，污染水平为清洁、尚清洁。

(3) 探矿活动形成的渣堆放在硐口压占破坏土地资源，破坏地形地貌景观，对地形地貌影响严重；

(4) 本次共划分地质环境影响程度分区 2 块，其中地质环境影响程度严重区 (A_X) 1 处，较轻区 (C_X) 1 处。地质环境影响程度严重区 1 处 (A_{X1})，为柳树沟渣堆，面积 0.04km^2 ，占评估区面积的 1.66%，地质环境影响程度较轻区 1 处 (C_{X1})，为评估区其他区域，面积 2.37km^2 ，占评估区面积的 98.34%。

3、预测评估

预测认为：柳树沟泥石流 N1 隐患的危害程度大，危险性大，可能危害苏岭沟银矿矿山道建筑、人员、矿山道路和柳树沟住户安全。

预测评估矿山采 K4-1、K4-3 矿体赋存标高近地表，采矿活动引发采空区地带地面变形塌陷的可能性较大，发生地面塌陷和裂缝的区域远离人类活动区，无威胁对象，危害性小，危险性小。根据塌陷范围圈定地表为乔木林地，预测评估对矿山地形地貌景观影响程度较严重。

预测矿山采矿废水、生活污水、生活垃圾对矿区水土环境的污染程度较轻。预测采矿工业场地矿石淋滤水对矿区地表水水质和土壤质量的影响较轻，造成矿区水土污染的可能性轻，对矿区水土环境污染程度较轻。

(3) 主平硐口对地形地貌产生了一定程度上的破坏，造成环境因素的不协调，视觉不美观，对地形地貌景观影响程度严重。

(4) 本次共划分地质环境影响程度分区 3 个区块，其中地质环境影响程度严重区 (A_Y) 1 处，较严重区 (B_{Y1}) 1 处，较轻区 (C_{Y1}) 1 处。

地质环境影响程度严重区 1 处 A_{Y1} 为柳树沟泥石流隐患区域，面积 0.04km^2 ，占评估区面积的 1.66%。

地质环境影响程度较严重区 1 处 (B_{Y1})：分布于 K4-1、K4-3 金矿体开采区岩石移动范围内，面积 0.01km^2 ，占评估区面积的 0.41%。

地质环境影响程度较轻区 1 个 (C_{Y1})，分布于矿区的大部区域，面积 2.37km^2 ，占评估区面积的 97.93%。

(二) 矿山土地损毁现状及预测评估

1、已损毁土地面积

根据已有资料和现场调查：刘家峡金矿损毁土地主要为废渣堆压占损毁、硐口挖损损毁，已损毁土地面积 0.423hm^2 ，为 PD1360、PD1280、PD1240、PD1200、四个硐口堆放的 ZD1~ZD3 渣堆。

具体包括：ZD1 渣堆压占损毁乔木林地 0.07hm^2 ；ZD2 渣堆压占损毁乔木林地 0.005hm^2 ，其他林地 0.068hm^2 ；ZD3 渣堆压占损毁乔木林地 0.14hm^2 ，其他林地 0.14hm^2 ；损毁程度均为重度。

2、拟损毁土地面积

预测矿山拟损毁土地面积为 1.04hm^2 ，土地破坏方式以塌陷为主。其中矿山后期建设工程拟造成土地损毁的为沉陷区。

3、损毁土地面积汇总

项目区损毁土地总面积 1.463hm^2 ，其中已损毁面积 0.423hm^2 ，为 ZD1~ZD3 渣堆；拟损毁面积 1.04hm^2 ，主要为沉陷区。

(三) 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

1、矿山地质环境治理分区

根据矿山地质环境治理分区的标准和分区原则，将刘家峡金矿地质环境治理分区划分为重点防治区 (A_H)、次重点防治区 (B_H)、一般防治区 (C_H) 三级共 3 个区块。

重点防治区（ A_H ）1个（ $A_{H1} \sim A_{H2}$ ），面积 0.04km^2 ，占评估面积的 1.76%，主要包括柳树沟渣堆 ZD1、ZD2、ZD3、各平硐口。

次重点防治区（ B_{H1} ）为柳树沟 K4-1、K4-3 矿体沉陷区，总面积 0.05km^2 ，占评估区面积的 2.2%。

一般防治区 1 个（ C_{H1} ），分布于评估区大部，面积 2.18km^2 ，占评估区面积的 96.04%。

2、土地复垦责任范围

复垦区责任范围为不留续使用的永久性建设用地和损毁土地之和扣除重叠部分构成的区域。因此本方案复垦责任范围面积为 1.463hm^2 。

（四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

1、矿山地质环境保护与土地复垦预防措施

（1）在后期生产期内应严格按照《开发利用方案》进行开采，留足安全矿柱做好地表变形预测预报工作。加强矿区内的巡查、监测，发现问题及时处理，预防新的地质灾害的产生。

（2）加大含水层保护力度，注重对水资源的珍惜、合理利用。

（3）加强污废水和固体废弃物的综合利用，不外排。

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

2、矿山地质环境治理工程

根据矿山地质环境问题，部署了近期（2021~2025 年）、中期（2026 年~2039 年）、远期（2040 年~2044 年）矿山地质环境治理工程。

近期主要对 1 处地质灾害进行治理，同时加强对区内地质灾害进行监测。中远期主要为地质环境问题的监测、巡查及闭坑恢复工程。

3、矿山土地复垦

本项目复垦责任范围内的土地全部复垦，复垦责任范围面积为 1.463hm^2 ，土地复垦率为 100%。通过复垦工程实施，土地复垦的目标任务为：复垦为乔木林地

1.463hm²。

4、矿山地质环境监测工程

项目区共布设 18 处地质环境监测点。其中采空区地表变形监测点（网）4 处（J1～J4）；泥石流隐患区岩石稳定性监测 2 处（J5～J8）；降水量监测 1 处（J9）；地下水水质、水位、水量监测 2 处（J10~J11）；土壤污染监测点 4 处（J12～J15）；地表水质监测点 3 处（J16～J18）；地貌景观观测覆盖全区。

5、矿区土地复垦监测和管护（T1～T3）。复垦效果监测 16 次，土壤质量监测 8 次。对林地的管护面积 1.463hm²。

（五）矿山地质环境治理与土地复垦工程经费估算

（1）山阳县秦金矿业有限公司刘家峡金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案总服务期矿山地质环境治理工程总投资为 148.08 万元，其中：建筑工程费 71.52 万元，临时工程费 2.15 万元，独立费用 15.79 万元，预备费 13.46 万元。其中近期矿山地质环境保护与恢复治理工程与土地复垦估算总投资为 126.51 万元；中远期矿山地质环境保护与恢复治理工程与土地复垦估算总投资为 45.13 万元。

（2）通过复垦投资估算，土地复垦工程估算总投资 23.56 万元，其中：工程施工费 13.14 万元，其他费用 2.12 万元，监测与管护费 6.77 万元，预备费 1.53 万元。平均每亩复垦费用投资 1.07 万元。

（3）本《方案》矿山地质环境治理及土地复垦费用静态总投资 148.08 万元，本矿山设计利用矿石量 110.86 万吨，可采工业资源矿石量 99.77 万吨，折合每吨矿石治理和复垦费用 1.72 元；矿山土地复垦面积为 1.463 公顷，折合亩均土地复垦费用约 1.07 万元。

（六）方案的适用年限和基金费用提取

1、本方案服务年限为 25 年，包括近期 5 年（2021 年～2025 年），中期（2026 年～2039 年），远期（2040 年～2044 年）。本方案建议适用年限为 5 年（2020 年～2025 年），本方案基准日期以自然资源主管部门公告之日算起。

2、采矿权人按照《陕西省国土资源厅陕西省财政厅陕西省环境保护厅关于印发“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》（陕国土资发[2018] 92 号）足额缴存矿山地质环境治理恢复基金。月销售 0.5 万吨金矿石，根据月销售价、矿种系数、开采系数、地区系数等，月提取基金费用为 2.691 万元，占销

售收入的 2.16%，吨矿提取基金费用 2.154 元/吨。

二、建议

1、加强矿区地质环境管理，把地质灾害的防治与矿区发展建设协调统一起来，使资源开发、地质环境保护及土地资源可持续利用三者达到动态平衡，促进矿区生态环境向良性转化。

2、后续建设及生产过程中，严格遵守《陕西省秦岭生态环境保护条例》，加大科技投入，优化生产工艺，降低矿山开采对环境的破坏。加强绿色矿山建设，使资源开发、地质环境保护及人类工程活动三者达到动态平衡，促进矿区生态环境向良性转化，将矿山建设成矿区环境生态化、矿区社会和谐化的绿色矿山。

3、对矿区相关人员进行地质灾害科普教育，加强地质灾害防范意识，防患于未然。强化监测预警，对生产中出现的新问题应重新评估并妥善处置，按照实际损毁和变形情况及时对治理及复垦责任范围进行调整。

4、加强矿山固体废弃物综合利用研究，减少土地压占。重视开发式治理项目的实施和运营，引入第三方进行专业公司进行实施和运营，矿山企业进行总体管控。