

宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿  
矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

宝鸡景福山矿业有限公司



2025年11月

宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿  
矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)

申报单位：宝鸡景福山矿业有限公司

法人代表：刘宗若

编制单位：陕西地矿第三地质队有限公司

法人代表：贺水平

总工程师：刘松柏

项目负责：李忠运

编写人员：齐佳华 李忠运 贺基文 陈 煜

杜昆鹏 谢喆敏

制图人员：齐佳华 陈 煜

宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案) 编制信息表

|      |  |   |             |              |
|------|--|---|-------------|--------------|
| 矿山企业 | 企业名称   | 宝鸡景福山矿业有限公司   |             |              |
|      | 法人代表   | 刘宗若   | 联系电话        | 13892481155  |
|      | 单位地址   | 陕西省宝鸡市陇县曹家湾镇三联村八组   |             |              |
|      | 矿山名称   | 陇县景福山磷矿   |             |              |
|      | 采矿许可证  | 新申请 <input type="checkbox"/> 持有 <input checked="" type="checkbox"/> 变更 <input type="checkbox"/><br>以上情况请选择一种并打“√” |             |              |
| 编制单位 | 单位名称   | 陕西地矿第三地质队有限公司   |             |              |
|      | 法人代表   | 贺永平   | 联系电话        | 0917-6290908 |
|      | 主要编制人员   | 姓名  | 职责          | 联系电话         |
|      |  | 李忠运   | 项目负责人       | 13772709023  |
|      |  | 齐佳华   | 报告编写        | 15289277891  |
|      |  | 谢喆敏   | 报告编写        | 15319031582  |
|      |  | 贺基文   | 报告编写        | 13359171352  |
| 杜昆鹏  |  | 图件编绘  | 15229577551 |              |
| 陈 煜  | 预算编制   | 15891219656   |             |              |
| 审查申请 | <p>我单位已按要求编制宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区生态修复方案(矿山地质环境保护与土地复垦方案),保证方案中所引数据的真实性,同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示,承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。</p> <p>请予以审查。</p> <p>申请单位:宝鸡景福山矿业有限公司<br/>联系人:刘宗若<br/>联系电话:13892481155</p> |   |             |              |

# 《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》专家组评审意见

2025年9月28日，陕西省自然资源厅邀请有关专家（名单附后）在西安市对宝鸡景福山矿业有限公司委托陕西地矿第三地质队有限公司编制的《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》（以下简称《方案》）进行了评审。受陕西省自然资源厅委托，省地质环境监测总站组织召开本次会议，会前部分专家到矿山进行了实地踏勘，专家组在听取汇报、审阅方案及附件、附图的基础上，经过质询答辩后，形成如下意见：

一、《方案》完成的工作量满足编制的要求。《方案》收集资料8份，完成调查面积12.1132km<sup>2</sup>，评估区面积2.7921km<sup>2</sup>，地质环境调查点6个、土地复垦调查点6个。《方案》附图、附表及附件完整，插图及插表齐全，格式符合编制要求。

二、《方案》编制依据充分，治理规划总体部署年限和适用年限合理。依据《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿产资源开发利用方案》与《陕西省陇县景福山磷矿资源储量核实报告》等，截止2024年12月30日，矿山剩余可采矿石量为\*\*\*\*\*t，矿山仍处于基建期，服务年限为11.0年（含基建期3.0年），复垦期1.0年，管护期4.0年，《方案》规划服务年限为16.0年（2025年-2041年），方案适用年限为5.0年（2025年-2029年），方案编制基准年为2024年，方案实施基准

期以自然资源部门公告之日算起。

三、矿山基本情况和其它基础信息叙述基本完整。陇县景福山磷矿位于陕西省陇县温水镇闫家湾村五星组，目前仍处于基建期，采矿许可证号为 C6100002019106130148766，生产规模为\*\*\*\*\*t，矿区面积 0.9593km<sup>2</sup>，开采标高\*\*\*\*\*m ~ \*\*\*\*\*m，开采矿种为磷矿。矿山属于地下开采，采用房柱嗣后废石充填法开采，允许地表塌落。根据矿山开采方式和采矿方法，确定矿种系数为 1.8%（化工类矿产），开采影响系数为 1.0（允许地表塌落），地区系数为 1.1（关中平原区）。方案对项目区土地利用现状叙述清晰。

四、宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿地貌属中山地区地貌，海拔高度在 1210.0m ~ 2000.7m 之间，最大高差 790.7m。矿区植被发育，以天然乔木林地为主。土壤以山地棕壤为主，其次为新积土。区内地层有中元古界薊县系冯家湾组 (Jxf)、古生界寒武系 (Є) 和第四系 (Q<sub>4</sub>)，岩性以白云岩、生物碎屑灰岩、页岩为主，断裂构造弱发育。矿体和围岩弱富水性，矿区水文地质条件简单。矿体顶板围岩为生物碎屑灰岩、中簿层白云岩，底板围岩为角砾状磷块岩和杂色页岩，间接底板为底砾岩和冯家湾组 (Jxf) 中厚层白云岩。矿区自然地理和地质环境背景叙述较全面、正确。

矿区位于陇山南段，紧邻陕西省龙门洞森林公园，近邻陕西陇县细鳞鲑国家级自然保护区。矿区工作人员及下游住户共 62 人，预测矿山工程建设和开采活动对矿区的地形地貌景观影响严重，评估区重要程度属较重要区。矿山设计生产规模为\*\*\*\*\*t，属小型磷矿矿山。矿区地质环境条件复杂。综上条件确定矿山地质环境影响评估级别为一

级，面积  $2.7921\text{km}^2$ ，是全面、正确的。

五、现状评估认为：矿区现状发现 2 处不稳定地质体，危险性小，危害程度小；矿山原 5 处探矿平硐口以及现有地面建设工程对矿区地形地貌景观影响严重，对含水层影响较轻，对水土环境影响较轻。现状评估划分地质环境影响程度严重区 11 处（包括 5 处探矿平硐口（PD1 ~ PD5）及坑口渣堆、工业场地、生活办公区、废石临时堆放场以及现有采矿 6 个平硐口），面积  $0.0055\text{km}^2$ ，占评估区面积的 0.20%；较轻区 1 处，面积  $2.7866\text{km}^2$ ，占评估区总面积的 99.80%。现状评估结论符合实际，评估分级分区基本正确、合理。

预测评估认为：现有地面建设工程可能遭受或引发不稳定地质体的可能性小，危险性小。采矿工程平硐口建设可能遭受或引发不稳定地质体的可能性小，危险性小；矿体开采引发采空区地面塌陷、裂缝的可能性中等，危害程度小，危险性小。矿山拟建平硐口场地、联络道路及高位水池对矿区地形地貌景观影响严重，采空塌陷区对地形地貌景观影响较严重。矿体开采对矿区及周边含水层结构、地下水位及水质影响较轻，对水土环境影响较轻。预测评估划分地质环境影响程度严重区 25 处，面积  $0.0121\text{km}^2$ ，占评估区面积的 0.43%；较严重区 5 处，面积  $0.0494\text{km}^2$ ，占评估区面积的 1.77%；较轻区 1 处，面积  $2.7306\text{km}^2$ ，占评估区面积的 97.80%。预测评估结论及分级分区基本正确、合理。

六、矿山工程及开采活动对土地损毁形式以压占、挖损、塌陷为主。损毁时序主要与工程建设和生产时序相关。矿山共计损毁土地面积  $1.6757\text{hm}^2$ ，其中已损毁土地面积  $0.5527\text{hm}^2$ ，拟损毁土地面积

1.1230hm<sup>2</sup>，无重复损毁土地。矿山土地损毁预测与评估基本合理正确，土地损毁的环节和时序叙述正确，已损毁土地现状基本明确，拟损毁土地预测基本正确。

七、《方案》将评估区划分为30个重点防治区，1个次重点防治区和1个一般防治区，分区原则正确，分区结果合理。

复垦区由原探矿平硐区、采矿平硐硐口（风井）及坑口场地、采矿工业场地、废石临时堆放场、矿山联络道路、办公生活区及高位水池共7个土地损毁单元组成，总面积为1.6757hm<sup>2</sup>。矿山闭坑后，地面设施均不留续使用，复垦责任范围面积为1.6757hm<sup>2</sup>。土地复垦的责任主体为宝鸡景福山矿业有限公司。复垦责任范围划定合理，土地权属明确。

八、矿山地质环境与治理恢复可行性分析认为矿区地质环境问题可通过预防、监测和治理工程进行综合防治，技术措施可行，可操作性强，其分析结论基本正确。

土地复垦适宜性评价，选用了三级分类体系、极限条件法，最终划分出七个土地复垦单元，评价方法选择正确，依据较充分，确定的损毁土地复垦方向基本合理。

九、《方案》提出对矿山地质环境问题进行全面治理，复垦责任范围内损毁土地的复垦率100%。地质环境治理措施包括格宾笼挡墙、浆砌石拦渣坝、刺丝围栏、警示牌、监测工程等；土地复垦措施包括硐口回填封堵、砌体拆除、场地平整、表土回覆、土壤培肥、种草植树、监测管护等。矿山环境保护与土地复垦目标任务明确，设计依据充分，采用的技术方法合理可行，治理与复垦工程量（表1）计算正确，具

备可操作性。

表 1 矿山地质环境治理恢复与土地复垦任务表

| 年度  | 矿山地质环境治理措施及工程量   | 土地复垦措施及工程量   |
|-----|--|--|
| 第一年 | 1、X1 不稳定边坡治理工程: 修建格宾笼挡墙 42m;<br>2、X2 不稳定边坡治理工程: 修建格宾笼挡墙 50m<br>3、废石场预防工程: 修建浆砌石拦渣墙 40m<br>4、联络道路边坡预防工程: 设立警示牌 2 块<br>5、矿山地质环境监测工程: 地表沟谷监测点 36 次, 水土环境人工监测 24 次, 水土环境取样监测 26 次, 地形地貌景观监测 12 次 | 6、原 5 处探矿硐口渣堆土地复垦工程: 复垦面积 0.0819hm <sup>2</sup> , 场地清理 819m <sup>2</sup> , 表土回覆 245.7m <sup>3</sup> , 栽植刺槐 132 株, 播撒草籽 0.0819hm <sup>2</sup> ;<br>7、复垦效果监测和管护工程: 土地复垦效果监测 10 次, 林地管护面积 0.0819hm <sup>2</sup> 。 |
| 第二年 | 1、矿山地质环境监测工程: 地表沟谷监测点 36 次, 水土环境人工监测 24 次, 水土环境取样监测 26 次, 地形地貌景观监测 12 次, 拦渣坝、护脚墙变形监测 84 次。   | 2、复垦效果监测和管护工程: 土地复垦效果监测 10 次, 林地管护面积 0.0819hm <sup>2</sup>   |
| 第三年 | 1、矿山地质环境监测工程: 地表沟谷监测点 24 次, 水土环境人工监测 24 次, 水土环境取样监测 26 次, 地形地貌景观监测 12 次。拦渣坝、护脚墙变形监测 84 次。  | 2、复垦效果监测和管护工程: 土地复垦效果监测 10 次, 林地管护面积 0.0819hm <sup>2</sup>   |
| 第四年 | 1、采空区地面塌陷变形防护工程: 设立刺丝围栏 100m, 警示牌 1 块;<br>2、地质环境监测工程: 地表沟谷监测点 24 次, 水土环境人工监测 24 次, 水土环境取样监测 26 次, 地形地貌景观监测 12 次, 拦渣坝、护脚墙变形监测 84 次, 采空区塌陷变形监测 180 次。  | 2、复垦效果监测和管护工程: 土地复垦效果监测 10 次, 林地管护 0.0819hm <sup>2</sup> , 采矿地表变形区自然修复管护 1.9562hm <sup>2</sup>   |
| 第五年 | 1、采空区地面塌陷变形防护工程: 设立刺丝围栏 200m, 警示牌 2 块;<br>2、地质环境监测工程: 地表沟谷监测点 24 次, 水土环境人工监测 24 次, 水土环境取样监测 26 次, 地形地貌景观监测 12 次, 拦渣坝、护脚墙变形监测 84 次, 采空区塌陷变形监测 180 次   | 2、复垦效果监测和管护工程: 土地复垦效果监测 10 次, 采矿地表变形区自然修复管护 1.9562hm <sup>2</sup>  |

十、《方案》将矿山地质环境治理与土地复垦工作分近、中、远三期部署。近五年（2025年～2029年）实施的矿山地质环境治理主要针对主要对现有不稳定地质体进行防治、监测，对矿体采空变形区进行预防、治理和监测；对矿区地质、水土环境的监测；土地复垦工程对原探矿平硐口渣堆场地的土地复垦，对采空区地表塌陷变形区植被自然修复监测管护。中期实施地质环境治理主要针对对矿山开采过程中形成的新的地质环境问题边生产边治理；土地复垦对对前期拟开采完成的进行回填封堵及复垦、监测与管护；远期实施矿山地质环境治理对矿山闭坑后的恢复治理工作；土地复垦对剩余的硐口（风井）进行复垦、监测与管护；对地面设施的拆除、复垦与管护。矿山地质环境治理及土地复垦工程总体部署合理，阶段实施计划明确，适用期年度工作安排详尽，有较强针对性，能基本保证矿山地质环境治理及土地复垦预期目标的实现。

十一、根据矿山地质环境保护与土地复垦工程部署、工程量及工程技术手段，参照相关标准进行经费估算，矿山地质环境治理工程、土地复垦工程静态费用分别为 145.54 万元、125.53 万元，总费用为 271.07 万元，吨矿山投资\*\*\*\*\*元（剩余可采矿石量\*\*\*\*\*t），静态亩均投资 49941.32 元（复垦责任范围 1.6757hm<sup>2</sup>），经费估算合理。《方案》时间适用期 5 年矿山地质环境治理工程和土地复垦工程静态费用分别为 92.40 万元、4.94 万元，总费用 97.34 万元，见下表 2。适用期各年度矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用安排合理。

十二、方案提出的各项保障措施和建议合理、可行，对治理效益的分析基本可信。

十三、陇县景福山磷矿自取得采矿权后，持续处于基建期阶段，未正式投产。矿山已于 2019 年 5 月 24 日签订了基金监管协议，未计

提使用基金。

表2 矿山地质环境治理恢复与土地复垦费用明细表

| 年度  | 矿山地质环境治理费用<br>(万元) | 土地复垦费用<br>(万元) | 小计<br>(万元) |
|-----|--------------------|----------------|------------|
| 第一年 | 76.48              | 2.51           | 78.99      |
| 第二年 | 2.32               | 0.17           | 2.49       |
| 第三年 | 2.19               | 0.17           | 2.36       |
| 第四年 | 5.23               | 1.06           | 6.29       |
| 第五年 | 6.18               | 1.03           | 7.21       |
| 合计  | 92.40              | 4.94           | 97.34      |

#### 十四、存在问题及建议

- 1、编制依据补充、更新2024年以来新发布的规范、标准等；
- 2、针对地面建设工程与不稳定斜坡1、2的影响关系补充完善预测评估，结合现状、预测评估补充完善分级、分区评估。
- 3、按照各工程的损毁单元，从损毁地类、面积、方式、程度等进一步叙述已、拟损毁的评述。

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

专家组组长：王云波  
2025年10月25日

《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区生态修复方案  
(矿山地质环境保护与土地复垦方案)》

评审专家责任表

| 姓名  | 单 位             | 职务/职称 | 专业           | 是否同意<br>评审结论 | 签 字 |
|-----|-----------------|-------|--------------|--------------|-----|
| 王海英 | 西科大             | 教授    | 地质工程         | 同意           | 王海英 |
| 李海明 | 机械工业勘察设计研究院有限公司 | 高级    | 水土地质<br>工程地质 | 同意           | 李海明 |
| 李智平 | 丁真西政策措施有限公司     | 正高    | 土地           | 同意           | 李智平 |
| 余方义 | 西安科技大学          | 教授    | 采矿工程         | 同意           | 余方义 |
| 赵力  | 陕西省水利水电工程咨询中心   | 正高    | 土地复垦         | 同意           | 赵力  |
| 张强  | 长电大学            | 教授    | 环境工程         | 同意           | 张强  |
| 史红萍 | 宝鸡峡水利水电设计院      | 正高    | 造价<br>咨询(投资) | 同意           | 史红萍 |

# 目 录

|                    |    |
|--------------------|----|
| 前 言 .....          | 1  |
| 一、任务的由来 .....      | 1  |
| 二、编制目的 .....       | 1  |
| 三、编制依据 .....       | 2  |
| (一) 委托书 .....      | 2  |
| (二) 法律、法规与规章 ..... | 2  |
| (三) 政策性文件 .....    | 3  |
| (四) 技术标准与规范 .....  | 4  |
| (五) 相关资料 .....     | 6  |
| (六) 主要计量单位 .....   | 6  |
| 四、方案适用年限 .....     | 7  |
| 五、编制工作概况 .....     | 7  |
| (一) 工作程序 .....     | 7  |
| (二) 完成的工作量 .....   | 9  |
| (三) 工作质量评述 .....   | 9  |
| 第一章 矿山基本情况 .....   | 11 |
| 一、矿山简介 .....       | 11 |
| (一) 矿山基本情况 .....   | 11 |
| (二) 地理位置及交通 .....  | 11 |
| 二、矿区范围及拐点坐标 .....  | 12 |
| (一) 采矿证信息 .....    | 12 |
| (二) 周边矿权分布情况 ..... | 13 |
| (三) 矿区周边环境 .....   | 14 |
| 三、矿山开发利用方案概述 ..... | 14 |
| (一) 建设规模 .....     | 15 |
| (二) 开采对象 .....     | 15 |
| (三) 设计利用资源量 .....  | 15 |
| (四) 服务年限 .....     | 17 |

|                                |    |
|--------------------------------|----|
| (五) 工程布局 .....                 | 17 |
| (六) 矿山开采 .....                 | 25 |
| (七) 地表岩石移动范围的确定 .....          | 30 |
| 四、矿山开采历史及现状 .....              | 34 |
| (一) 开采历史 .....                 | 34 |
| (二) 矿山开采现状 .....               | 34 |
| 第二章 矿区基本信息 .....               | 38 |
| 一、矿区自然地理 .....                 | 38 |
| (一) 气象 .....                   | 38 |
| (二) 水文 .....                   | 39 |
| (三) 土壤 .....                   | 41 |
| (四) 植被 .....                   | 42 |
| (五) 地形地貌 .....                 | 43 |
| (六) 功能区划及评价标准 .....            | 44 |
| 二、矿区地质环境背景 .....               | 45 |
| (一) 地层岩性 .....                 | 45 |
| (二) 岩浆岩 .....                  | 48 |
| (三) 构造 .....                   | 48 |
| (四) 地震 .....                   | 50 |
| (五) 水文地质 .....                 | 51 |
| (六) 工程地质 .....                 | 57 |
| (七) 矿体地质特征 .....               | 58 |
| 三、矿区社会经济概况 .....               | 59 |
| (一) 矿区社会经济 .....               | 59 |
| (二) 矿山经济 .....                 | 60 |
| 四、矿区土地利用现状 .....               | 60 |
| 五、矿山及周边其他人类重大工程活动 .....        | 61 |
| 六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析 ..... | 64 |
| (一) 原《两案》执行情况 .....            | 64 |
| (二) 本方案与原方案衔接情况说明 .....        | 67 |

|                                |     |
|--------------------------------|-----|
| (三) 周边矿山地质环境治理与复垦案例分析 .....    | 67  |
| 第三章 矿山地质环境影响和土地损毁评估 .....      | 70  |
| 一、矿山地质环境与土地资源调查概述 .....        | 70  |
| 二、矿山地质环境影响评估 .....             | 71  |
| (一) 评估范围和级别 .....              | 71  |
| (二) 矿山不稳定地质体现状分析与预测 .....      | 74  |
| (三) 矿区含水层破坏现状分析与预测 .....       | 87  |
| (四) 对地形地貌景观、地质遗迹、人文景观破坏现状调查及预测 | 88  |
| (五) 矿区水土环境状况现状调查与预测评估 .....    | 89  |
| (六) 评估分级及分区 .....              | 93  |
| 三、矿山土地损毁预测与评估 .....            | 98  |
| (一) 土地损毁环节与时序 .....            | 98  |
| (二) 已损毁各类土地现状 .....            | 100 |
| (三) 拟损毁土地预测与评估 .....           | 104 |
| (四) 项目区损毁土地汇总 .....            | 106 |
| 四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 .....      | 109 |
| (一) 矿山地质环境治理分区 .....           | 109 |
| (二) 复垦区与复垦责任范围 .....           | 111 |
| 第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 .....   | 115 |
| 一、矿山地质环境治理可行性分析 .....          | 115 |
| (一) 技术可行性分析 .....              | 115 |
| (二) 经济可行性分析 .....              | 116 |
| (三) 生态环境协调性分析 .....            | 117 |
| 二、矿区土地复垦可行性分析 .....            | 118 |
| (一) 土地复垦适宜性评价 .....            | 118 |
| (二) 水土资源平衡分析 .....             | 127 |
| (三) 土地复垦质量要求 .....             | 129 |
| 第五章 矿山地质环境治理与土地复垦工程 .....      | 130 |
| 一、矿山地质环境保护与土地复垦预防 .....        | 130 |
| (一) 目标任务 .....                 | 130 |

|                              |     |
|------------------------------|-----|
| (二) 主要技术措施 .....             | 131 |
| (三) 预防主要工程量 .....            | 136 |
| 二、矿山不稳定地质体治理 .....           | 137 |
| (一) 目标任务 .....               | 137 |
| (二) 主要技术措施 .....             | 138 |
| (三) 主要工程量 .....              | 140 |
| 三、矿区土地复垦 .....               | 141 |
| (一) 目标任务 .....               | 141 |
| (二) 工程设计 .....               | 141 |
| (三) 主要技术措施 .....             | 150 |
| (四) 主要工程量 .....              | 152 |
| 四、含水层破坏修复 .....              | 154 |
| 五、水土环境状况修复 .....             | 155 |
| 六、矿山地质环境监测 .....             | 155 |
| (一) 目标任务 .....               | 155 |
| (二) 监测设计 .....               | 155 |
| (三) 监测工作量 .....              | 160 |
| 七、矿区土地复垦监测和管护 .....          | 164 |
| (一) 目标任务 .....               | 164 |
| (二) 措施和内容 .....              | 164 |
| 第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署 .....  | 170 |
| 一、总体部署 .....                 | 170 |
| 二、阶段实施计划 .....               | 171 |
| 三、近期年度工作安排 .....             | 173 |
| 第七章 经费估算与进度安排 .....          | 177 |
| 一、经费估算依据 .....               | 177 |
| 二、矿山环境治理工程经费估算 .....         | 178 |
| (一) 估算方法 .....               | 178 |
| (二) 工程单价 .....               | 179 |
| (三) 矿山地质环境治理工程量及工程费用估算 ..... | 181 |

|                             |     |
|-----------------------------|-----|
| 三、土地复垦工程经费估算 .....          | 182 |
| (一) 估算方法 .....              | 182 |
| (二) 工程单价 .....              | 183 |
| (三) 土地复垦工程量及工程费用估算 .....    | 188 |
| 四、总费用汇总与年度安排 .....          | 189 |
| (一) 总经费汇总 .....             | 189 |
| (二) 近期工作计划安排及投资安排 .....     | 190 |
| 第八章 保障措施与效益分析 .....         | 196 |
| 一、组织保障 .....                | 196 |
| 二、技术保障 .....                | 197 |
| 三、资金保障 .....                | 197 |
| (一) 资金来源 .....              | 197 |
| (二) 基金计提系数 .....            | 197 |
| (三) 资金提取及存储 .....           | 198 |
| (四) 资金管理及使用 .....           | 198 |
| (五) 费用审计 .....              | 199 |
| 四、监督保障 .....                | 200 |
| 五、效益分析 .....                | 200 |
| 六、公众参与 .....                | 201 |
| 第九章 结论与建议 .....             | 203 |
| 一、结论 .....                  | 203 |
| (一) 矿山地质环境评估级别 .....        | 203 |
| (二) 矿山地质环境影响评估 .....        | 203 |
| (三) 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 ..... | 203 |
| (四) 矿山地质环境治理与土地复垦工程 .....   | 204 |
| (五) 矿山地质环境保护与土地复垦工作部署 ..... | 204 |
| (六) 矿山矿山地质环境治理工程经费估算 .....  | 205 |
| 二、建议 .....                  | 205 |

## 一、附图

- |                     |          |
|---------------------|----------|
| 附图 1: 矿山地质环境问题现状图   | (1:5000) |
| 附图 2: 土地利用现状图       | (1:5000) |
| 附图 3: 矿山地质环境问题预测图   | (1:5000) |
| 附图 4: 土地损毁预测图       | (1:5000) |
| 附图 5: 土地复垦规划图       | (1:5000) |
| 附图 6: 矿山地质环境治理工程部署图 | (1:5000) |

## 二、附表

- |                   |
|-------------------|
| 附表 1: 矿山地质环境现状调查表 |
| 附表 2: 公众意见调查表     |
| 附表 3: 估算表         |

## 三、附件

- 1、委托书;
- 2、营业执照;
- 3、采矿许可证;
- 4、《陕西省陇县景福山磷矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明，陕国资储备〔2016〕9号，陕西省国土资源厅，2016年1月19日印发;
- 5、《关于〈宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿产资源开发利用方案〉审查意见的报告》，陕矿产指利用发〔2018〕68号，2018年9月17日;
- 6、《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿 $10 \times 10^4 \text{t/a}$ 地下采矿工程安全设施变更设计》审查专家组意见，陕西冶金设计研究院有限公司，2024年11月19日
- 7、基金三方监管协议
- 8、购土协议
- 9、水土样监测结果
- 10、编制单位内审意见;
- 11、提交单位内审意见。
- 12、内审意见修改说明;
- 13、关于陇县景福山磷矿矿山地质环境保护与土地复垦工作相关情况说明
- 14、矿方办理建设用地手续承诺书
- 15、矿石销售合同;
- 16、废石外销合同;
- 17、县、市局现场踏勘意见
- 18、专家组现场踏勘意见及以及修改对照表

# 前 言

## 一、任务的由来

宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区位于陕西省陇县北侧，其行政区划隶属陕西省陇县温水镇（五星村）管辖。该矿山为生产矿山，采矿许可证号为：C6100002019106130148766，企业于 2022 年 11 月 28 日对已有的采矿许可证办理了延续，生产规模为\*\*\*\*\*t/a，矿区面积为 0.9593km<sup>2</sup>，开采矿种为磷矿。

2019 年 3 月，宝鸡景福山矿业有限公司委托西安西北有色物化探总队有限公司编制完成《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《两案》），并通过陕西省自然资源厅专家评审，2019 年 7 月 8 日陕西省自然资源厅发布通过审查公告（陕自然资公告〔2019〕20 号）。

《两案》的适用年限共计 5 年（即 2019 年 7 月至 2024 年 7 月），即“原两案”适用期于 2024 年 7 月到期。

目前，该方案适用期已结束，为了贯彻落实国务院《土地复垦条例》、自然资源部《矿山地质环境保护规定》等相关法规规章，按照原国土资源部办公厅（国土资规〔2016〕21 号）、原陕西省国土资源厅（陕国土资环发〔2017〕11 号）《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》的要求，2025 年 2 月，宝鸡景福山矿业有限公司合同委托陕西地矿第三地质队有限公司编制新一轮《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》。

## 二、编制目的

1、为促进矿区生态文明建设，开展国土绿化行动，推进损毁土地综合治理，加强不稳定地质体防治，避免资源浪费，促进矿山企业健康发展，有效解决矿山开发过程中的矿山地质环境破坏及土地损毁问题，保护和改善区域生活环境和生态环境，积极贯彻《土地复垦条例》及《地质灾害防治条例》，促进绿色矿山建设。

2、按照“预防为主、防治结合，谁开发谁保护、谁破坏谁治理，谁投资谁受益”及“谁损毁、谁复垦”的原则，保证矿山地质环境保护与土地复垦义务的

落实，切实做到矿山开采与环境保护的协调，实现矿山的可持续发展。

3、通过预测矿山开采对当地生态环境造成的不良影响，在“永久基本农田控制线”范围内合理规划设计，制定针对性的治理措施，最大限度减缓对矿山地质环境的影响、节约集约利用土地资源，严格保护耕地，建立多元化生态补偿机制。

4、通过开发式治理，大力构建政府为主导、矿山企业为主体、村民共同参与的矿山地质环境治理和土地复垦体系。

5、通过指导矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程实施，为打造绿色矿山服务。

6、为矿山企业建立矿山环境恢复治理与土地复垦基金提供技术参考依据。

7、为自然资源主管部门监督管理矿山企业矿山地质环境保护与土地复垦工作落实情况提供依据。

### **三、编制依据**

#### **(一) 委托书**

《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区生态修复方案(矿山地质环境保护与土地复垦方案)》编制委托书，2025年2月24日。

#### **(二) 法律、法规与规章**

1、《中华人民共和国矿产资源法》，全国人大常务委员会，2024年11月8日修订

2、《中华人民共和国土地管理法》，全国人大常委会，1988年12月29日第一次修正；2004年8月28日第二次修正；2019年8月26日第三次修正；

3、《中华人民共和国环境保护法》，全国人大常务委员会，2015年1月1日实施；

4、《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；

5、《土地复垦条例》(国务院令第592号)，2011年3月5日；

6、《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；

7、《地质灾害防治条例》(国务院令第394号)，2004年3月1日；

8、《基本农田保护条例》(国务院令第257号)，2011年1月8日修订；

9、《陕西省地质灾害防治条例》，陕西省第十二届人民代表大会常务委员会，2018年1月1日；

10、《陕西省矿产资源管理条例》，陕西省常务委员会，2020年6月11日修正；

11、《土地复垦条例实施办法》（自然资源部令第5号），2019年7月24日；

12、《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）。

13、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；

14、《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2016年第21次常务会议通过，2018年1月1日；

### （三）政策性文件

1、《关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发〔2004〕69号），2004年3月25日；

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

3、《陕西省关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的实施方案》（陕国资发〔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；

4、陕西省国土资源厅《关于加快矿山地质环境保护与土地复垦工作的通知》，陕国资发〔2017〕39号，2017年9月25日；

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

6、关于印发《陕西省绿色矿山建设管理办法（试行）》的通知（陕自然资规〔2019〕1号），2019年1月11日；

7、陕西省自然资源厅关于印发《陕西省绿色矿山建设管理办法（试行）》的通知，陕自然资规〔2019〕1号，陕西省自然资源厅，2019年1月11日；

8、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；

9、陕西省自然资源厅关于印发《陕西省矿山地质环境监测规划》的通知（陕

自然资修复发〔2020〕23号),2020年7月1日;

10、《关于加强矿山地质环境恢复和综合治理的指导意见》(国土资发〔2016〕63号),国土资源部、工业和信息化部、财政部、环境保护部、国家能源局,2016年7月1日;

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

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

13、关于加快推进矿山地质环境保护与土地复垦方案落实和基金提取使用的通知(陕自然资发〔2020〕57号);

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

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

16、《陕西省自然资源厅关于印发〈陕西省绿色矿山建设管理办法〉的通知》,陕西省自然资源厅,2024年4月30日;

17、《关于进一步加强绿色矿山建设的通知》(自然资规〔2024〕1号)自然资源部、生态环境部、财政部、国家市场监督管理总局、国家金融监督管理总局、中国证券监督管理委员会、国家林业和草原局,2024年4月15日

18、《矿山生态修复工程实施方案编制导则》(TD/T093—2024,2024年6月11日;

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

20、《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》(陕自然资规〔2024〕1757号),陕西省自然资源厅、陕西省财政厅、陕西省生态环境厅、陕西省林业局,2024年12月31日;

#### (四) 技术标准与规范

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

2、《非金属矿行业绿色矿山建设规范》(DZ/T0312-2018);

- 3、《土地复垦方案编制规程》第1部分：通则（TD/T1031.1-2011）；
- 4、《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TD/T1070.1-2022）；
- 5、《矿山生态修复技术规范 第3部分：金属矿山》（TD/T1070.3-2022）；
- 6、《非煤露天矿边坡工程技术规范》（GB51016-2014）；
- 7、《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）；
- 8、《工程岩体分级标准》（GB/T50218-2014）；
- 9、《岩土工程勘察规范》（GB/T50021-2001）；
- 10、《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864-2016）；
- 11、《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T0219-2006）；
- 12、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T0221-2006）；
- 13、《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T0287-2015）；
- 14、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 15、《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T1044-2014）；
- 16、《矿山土地复垦基础信息调查规程》（TD/T1049-2016）；
- 17、《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准(试行)》（GB15618-2018）；
- 18、《造林技术规程》（GB/T15776-2006）；
- 19、《矿山地质环境治理恢复技术与验收规范》（DB61/T 1455-2021）；
- 21、《关于深化增值税改革有关政策的公告》（财政部、税务总局、海关总署公告2019年第39号）；
- 22、《土地开发整理项目预算定额标准》（财政部、国土资源部，财综〔2011〕128号文）。
- 23、《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）；
- 24、《矿区土地质量评价技术要求》（DZ/T0435-2023）；
- 25、《滑坡崩塌泥石流灾害精细调查规范》（DZ/T 0448-2023）
- 26、《造林技术规程》（GB/T15776-2023）；
- 27、《金属矿土地复垦与生态修复技术规范》（GB/T 43933-2024）；
- 28、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》（GBT 43935-2024）；
- 29、《行业用水定额》（DB61/T 943-2024）。
- 30、《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》、《陕西省水利建筑工程概算定额》（2024年修正）等计价依据的通知，陕水规计发〔2024〕107号，陕西省水

利厅, 2024 年 12 月 18 日。

### (五) 相关资料

1、《关于划定宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区范围的批复》(陕国资矿采划(2018)14号, 2018年3月20日)。

2、《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿产资源开发利用方案》及审查意见报告(陕矿产指利用发(2018)68号), 陕西冶金设计研究院有限公司, 2018年8月。

3、《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》, 西安西北有色物化探总队有限公司, 2019年7月。

4、《陕西省陇县景福山磷矿资源储量核实报告》及矿产资源储量评审备案证明(陕国资储备(2016)9号), 陕西汇金矿业科技发展有限公司, 2015年6月。

5、《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿\*\*\*\*\*t/a 地下开采工程初步设计、安全设施设计》(陕西冶金设计研究院有限公司, 2020年5月)

6、《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿\*\*\*\*\*t/a 地下采矿工程安全施工变更设计》(陕西冶金设计研究院有限公司, 2024年12月)

7、《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿产资源开发利用方案》(修编), 陕西冶金设计研究院有限公司, 2025年7月

8、陇县土地利用现状图(三调, 比例尺1:10000)

9、矿山现场调查收集的资料;

10、宝鸡景福山矿业有限公司提供的其他资料

### (六) 主要计量单位

面积: 公顷( $hm^2$ ), 平方千米( $km^2$ ), 亩;

长度: 米(m), 千米(km);

体积: 立方米( $m^3$ );

质量: 吨(t), 万吨( $\times 10^4t$ );

单价: 万元/公顷, 元/吨;

金额: 元, 万元(人民币);

时间: 年(a), 天(d)

## 四、方案适用年限

根据 2016 年 6 月陕西汇金矿业科技发展有限公司编制的《陕西省陇县景福山磷矿资源储量核实报告》，探明的控制的内蕴经济资源量（332）与推断的内蕴经济资源量（333）磷矿石量\*\*\*\*\*t。其中控制的内蕴经济资源量（332）磷矿石量\*\*\*\*\*t；推断的内蕴经济资源量（333）磷矿石量\*\*\*\*\*t。（矿产资源储量评审备案证明（陕国资储备\*\*\*\*\*））

由于原出让矿区范围涉及陕西省龙门洞森林公园保护区，陕西省国土资源厅划定矿区范围时对其进行了调整，调整后的矿区范围内有 2 条矿脉，即 KⅡ 矿体的小部分、KⅢ 矿体全部。根据陕西省国土资源厅【2017】9 号文《关于陕西省陇县景福山磷矿采矿权价款调整的通知》，对森林公园保护区内外磷矿资源储量进行分割，扣除保护区内储量，可出让的矿体仅为 KⅢ 矿体（储量\*\*\*\*\*t）。

依据《开发利用方案》，矿山设计利用资源\*\*\*\*\*t，矿石回采率\*\*\*\*\*%，贫化率\*\*\*\*\*%，经计算，可采储量\*\*\*\*\*t。根据排产进度计划，矿山基建期 3 年，投产前 5 年生产能力\*\*\*\*\*t，第 6 年至第 8 年减产，矿山服务年限为 8 年。考虑 3 年基建期，矿山总服务年限 11 年。

考虑开采结束后的地质环境治理及土地复垦期 1 年，根据以往土地复垦经验，土地复垦后的管护抚育期 4 年。即本《方案》服务年限：11（矿山服务年限）+5（恢复治理及复垦管护期）=16 年（即 2025 年-2041 年）

本方案的规划服务年限为 16 年，方案适用年限为 5 年，方案编制基准年为 2024 年，方案实施基准期以自然资源部门公告之日算起。

在矿山开采期间，若需扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，矿山企业应按照变更后的开发利用方案，重新编制矿区生态修复方案，并报相关部门审批、备案。

## 五、编制工作概况

### （一）工作程序

本方案工作程序见图 0-1。

#### （1）资料收集

搜集有关工作区的社会经济、自然地理、区域环境地质、水文气象、矿产勘查和不稳定地质体调查与区划等基础资料，了解建设工程区的地质环境条件、存

在的地质环境问题、建设工程规模等，开展综合研究，重新确定矿山地质环境评估的范围、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）野外调查采用 1:1000 地形图做底图，进行 GPS 定位，数码拍照。地质调查采用路线调查法、地质环境点调查法、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、地质构造线走向的原则布置调查线路，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，以及调查区内斜坡坡度、沟谷比降、水文等情况，以便为方案编制提供可靠依据。

②地质环境点调查法：对调查区内不稳定地质体、已建工程点、土地利用等逐步调查，查明不稳定地质体（隐患）点的位置、规模、稳定性、发灾原因及危害对象、损失程度等，了解已建工程可能存在的地质环境问题及土地损毁情况。

③采访调查法：以采访矿区、不稳定地质体点附近的居民为主，详细了解区内地质环境的变化情况和不稳定地质体的活动现状等。

### （3）室内资料整理

在综合分析既有资料和实地调查资料的基础上，进行现状评估、预测评估及综合治理评估，并提出相应的治理工程部署与土地复垦规划。对《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区生态修复方案（矿山地质环境保护与土地复垦方案）》及其附图进行编制。

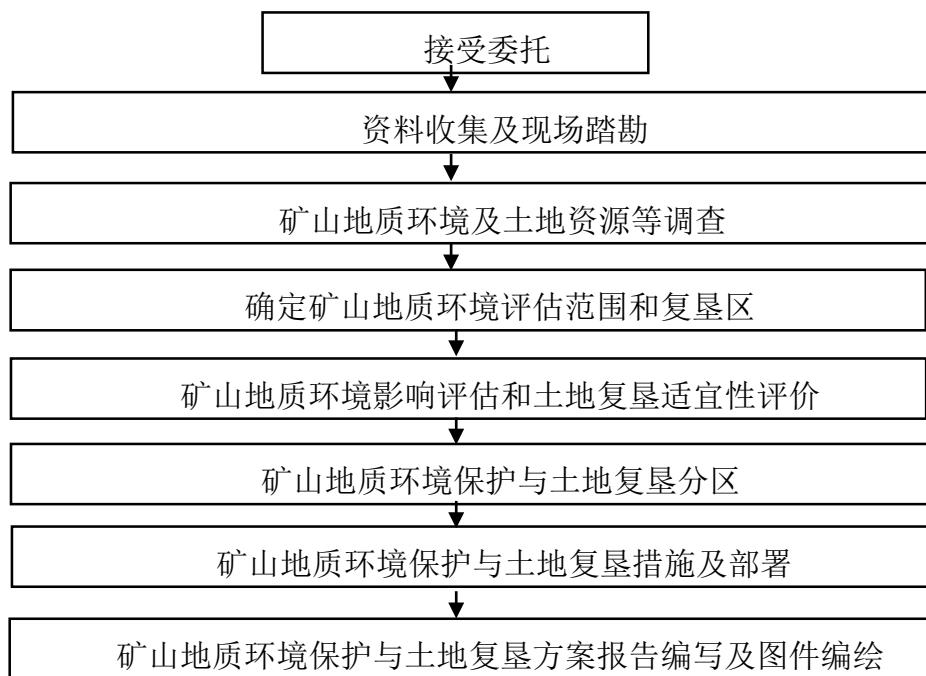


图 0-1 工作程序框图

## （二）完成的工作量

我单位在接收业主委托后，立即组建了项目小组，在充分收集和利用已有资料的基础上，现场调查矿区的自然地理、地质环境背景条件、社会经济状况、矿区及周边重大人类工程活动及矿区地质环境现状、土地利用现状、土地总体规划等。依据矿区基础信息及拟建矿产工程设计，评估矿山工程建设及开发活动对矿区地质环境及土地损毁的程度，探究矿山地质环境恢复治理、土地复垦的可行性，划分矿山地质环境保护与治理分区，确定土地复垦区；再根据工程建设方案及其对地质环境影响、破坏程度、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，完成工作量见表 0-1，外业工作结束后，对资料进行了整理、综合分析研究，在此基础上编制方案。

**表 0-1 完成工作量一览表**

| 序号 | 调查内容   | 单位              | 完成工作量   |
|----|--------|-----------------|---------|
| 1  | 调查面积   | km <sup>2</sup> | 12.1132 |
| 2  | 评估面积   | km <sup>2</sup> | 2.7921  |
| 3  | 调查路线   | km              | 6.30    |
| 4  | 调查点    | 个               | 12      |
| 5  | 调查照片   | 张               | 120     |
| 6  | 收集资料   | 份               | 8 份     |
| 7  | 拍摄录像   | 分钟              | 5       |
| 8  | 当地植被调查 | 点               | 5       |
| 9  | 土壤剖面   | 个               | 2       |
| 10 | 调查问卷   | 份               | 19      |

## （三）工作质量评述

本次调查与评估工作严格按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223—2011)、《地质灾害危险性评估规范》(GB/T 40112-2021)、《土地复垦方案编制规程 第 1 部分：通则》(TD/T 1031.1-2011) 和《土地复垦方案编制规程 第 4 部分：金属矿》(TD/T 1031.4-2011) (非金属矿参照金属矿执行) 的要求组织实施的。野外调查工作是在广泛搜集工作区社会经济、自然地理、水文气象、矿产勘查、不稳定地质体调查、矿山开发利用方案、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县、镇、村政府部门及当

地村民的意见和建议。现场调查和公众意见征询资料均由方案编制人员同矿山工作人员野外实测或搜集，保证了一手资料的准确性和可靠性；工作程序、方法、内容和工作程度，均满足相关技术规范、规定的要求，工作质量优良。

**我单位承诺：**方案编制的现场调查和公众意见征询资料均由方案编制人员同矿山工作人员野外实测或收集，利用的资料及数据真实、客观、无伪造、编造、篡改等虚假内容。

**矿山企业承诺：**本方案的的编制工作是在我矿提供资料的基础上编制完成的，提供的资料及数据真实、客观、无伪造、编造、篡改等虚假内容，方案编制的工作程序、方法、内容和工作程度，均满足相关技术规范、规定的要求。

# 第一章 矿山基本情况

## 一、矿山简介

### (一) 矿山基本情况

宝鸡景福山矿业有限公司成立于 2014 年 4 月 22 日，统一社会信用代码：91610327MA6X9R5X2H，为一私营独资企业，公司类型属有限责任公司。公司位于陕西省宝鸡市陇县曹家湾镇三联村八组。陇县景福山磷矿为新建单一采矿的矿山企业，矿山设计采矿规模为（矿石量）\*\*\*\*\*t/a，矿山总服务年限 11a，属小型磷矿矿山。矿山概况如下：

矿山名称：陇县景福山磷矿；

采矿权人：宝鸡景福山矿业有限公司；

开采对象：斜崖沟 KIII 磷矿体；

开采标高：\*\*\*\*\*m-\*\*\*\*\*m

开采矿种：磷矿；

开采方式：地下开采；

生产规模：\*\*\*\*\*t/a；

矿区面积：0.9593 平方公里

开拓方案：平硐-溜井+盲斜井；

产品方案：磷矿原矿石；

有效期限：2022 年 11 月 28 日至 2025 年 11 月 28 日。

### (二) 地理位置及交通

陇县景福山磷矿区位于陕西省陇县北侧，其行政区划隶属陕西省陇县温水镇（五星村）管辖，矿区范围坐标：东经：\*\*\*\*\*-\*\*\*\*\*，北纬：\*\*\*\*\*-\*\*\*\*\*，中心点地理坐标：东经：\*\*\*\*\*，北纬：\*\*\*\*\*。矿区面积 0.9596km<sup>2</sup>。矿区南距陇县县城约 30 公里，东距宝（鸡）—中（卫）铁路温水站约 20 公里，距宝鸡—天水高速公路约 25 公里，矿区向南约 15 公里有简易公路相通温水镇，交通较为便利（见图 1-1）。

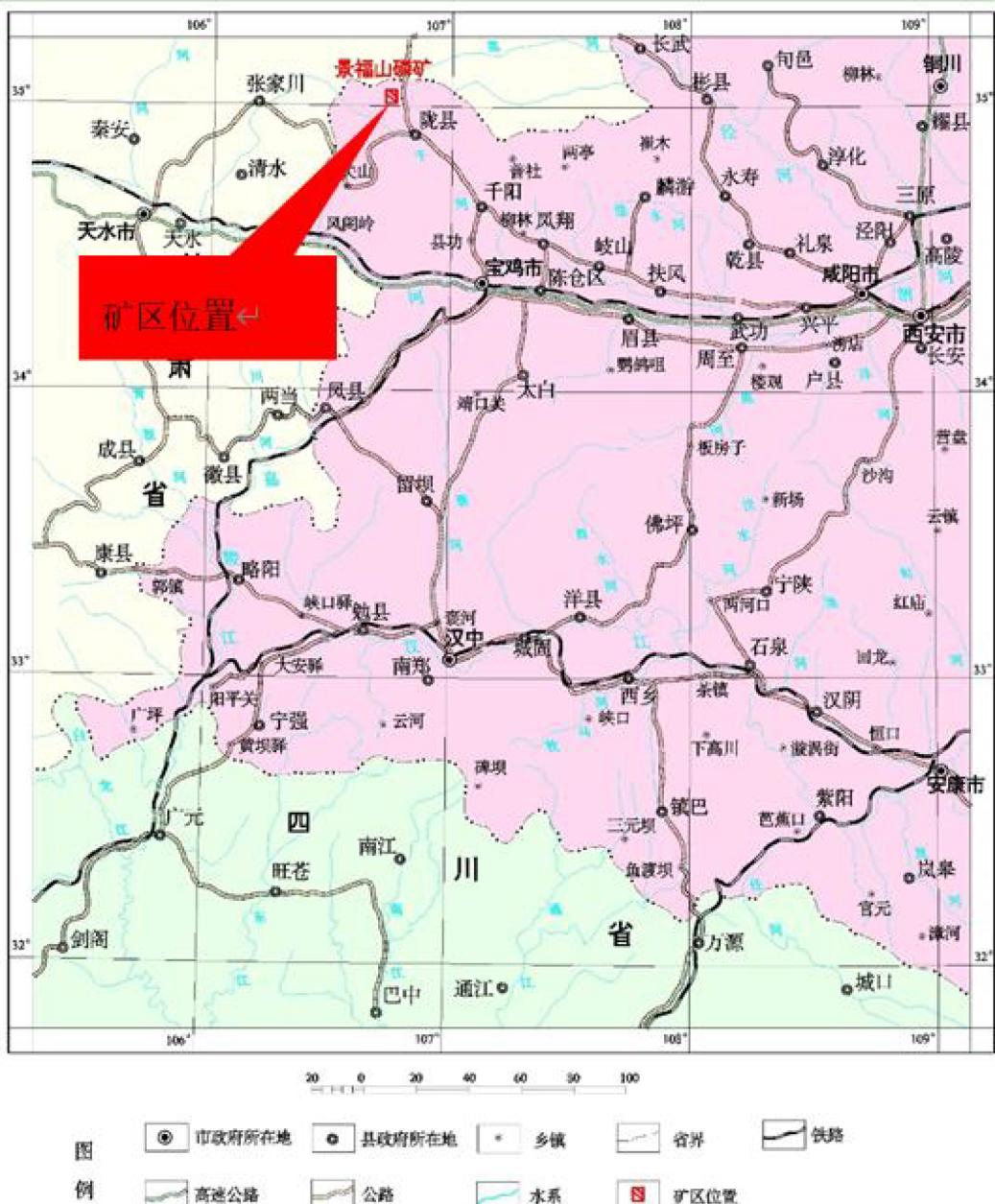


图 1-1 交通位置图

## 二、矿区范围及拐点坐标

### (一) 采矿证信息

宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿采矿许可证号为C6100002019106130148766，企业于2022年11月28日对已有的采矿许可证办理了延续，新的采矿许可证有效期间为2022年11月28日--2025年11月28日。

根据采矿许可证：矿区面积0.9593km<sup>2</sup>，开采矿种为磷矿，开采方式为地下开采，生产规模为\*\*\*\*\*t/a，开采深度\*\*\*\*\*m~\*\*\*\*\*m。矿区范围由5个拐点坐标组成（拐点坐标见表1-1）。

表 1-1 矿区范围拐点坐标一览表

| 拐点<br>编号 | 2000 国家大地坐标系  |       |
|----------|---------------|-------|
|          | X (m)         | Y (m) |
| 1        | *****         | ***** |
| 2        | *****         | ***** |
| 3        | *****         | ***** |
| 4        | *****         | ***** |
| 5        | *****         | ***** |
| 矿区面积     | 0.9593 平方公里   |       |
| 开采标高     | *****米至*****米 |       |

## (二) 周边矿权分布情况

陇县景福山磷矿区周边矿业权设置见图 1-2, 矿区东北侧设置有“陇县白家湾地区铀矿普查”项目, 西边设置有“陇县二贤子铅锌矿普查”、陇县上官厂铅锌矿普查”两个项目, 南侧设有陇县三桥铜矿普查和陇县水眼沟磷矿、周家渠磷矿两个采矿权。各采矿权之间无任何矿业权纠纷, 距离最近的“陇县二贤子铅锌矿普查”距离陇县景福山磷矿区的直线距离约 102m。划定矿区范围与相邻矿权无重叠、无争议, 亦无任何矿业权纠纷。

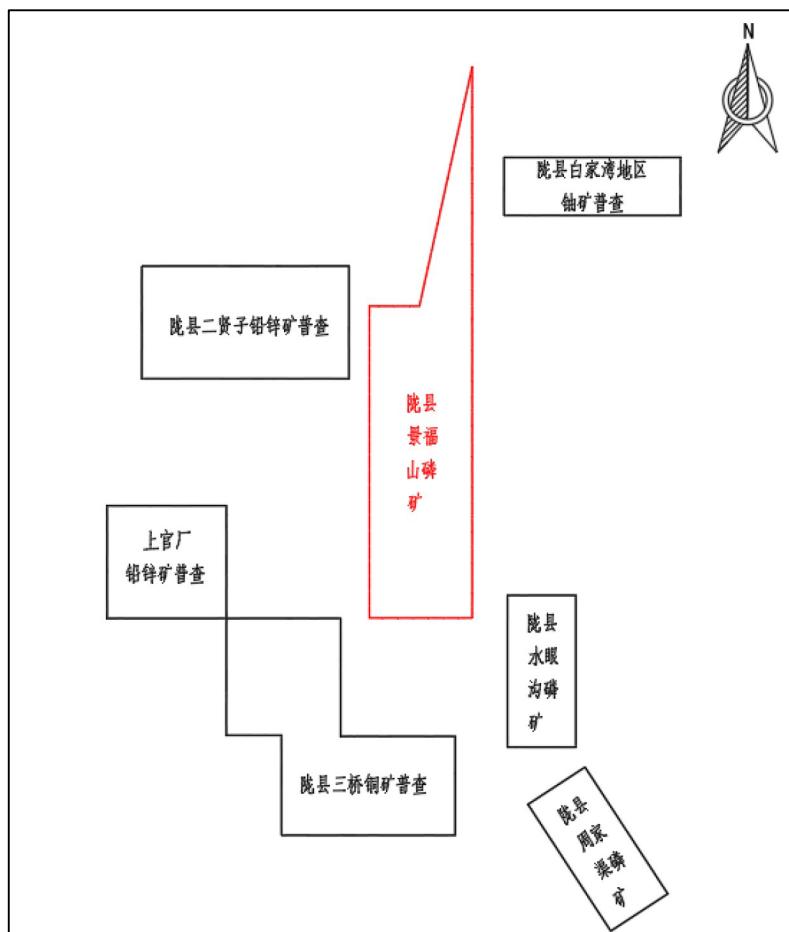


图 1-2 周边矿权设置图

### (三) 矿区周边环境

矿区位于渭北黄土高原西北部,祁连山东端。矿区内地形山高坡陡,周边1km范围内无住户。矿区北西侧为陕西省龙门洞森林公园,北侧3拐点距离景福山庙直线距离1.218km,矿区与景福山庙之间有山梁阻隔,矿区在景福山庙可视范围之外。

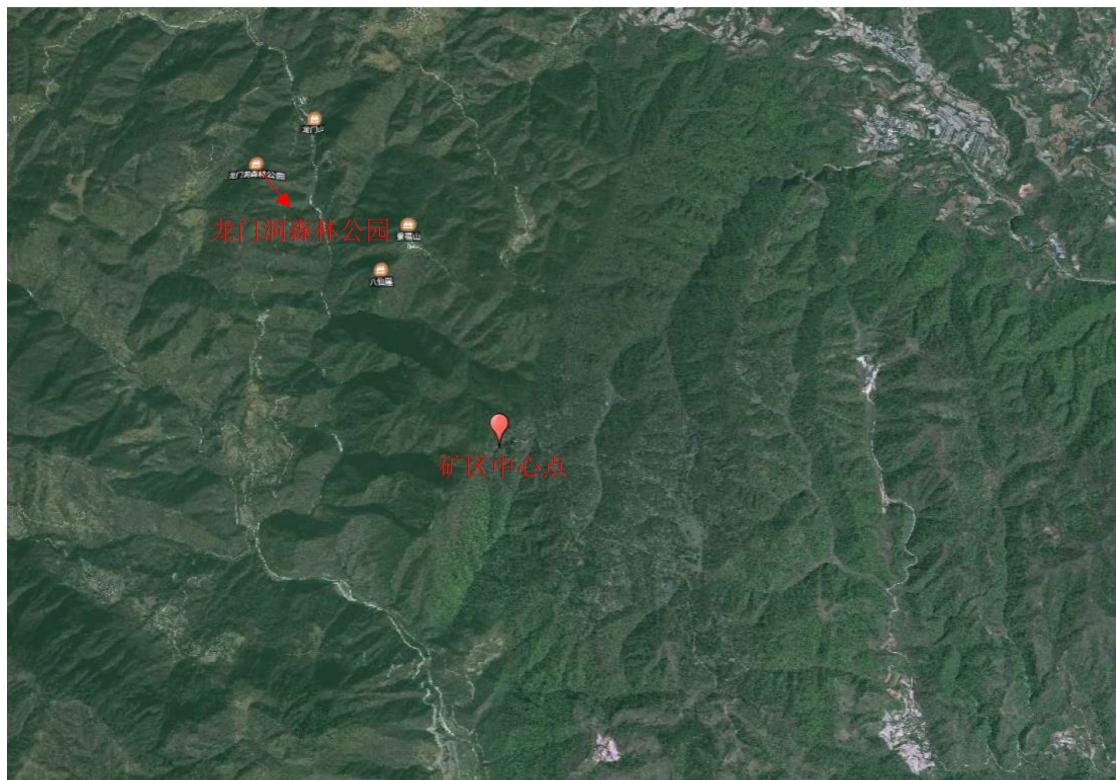


图 1-3 矿区周边环境图

## 三、矿山开发利用方案概述

2018年10月矿山委托陕西冶金设计研究院有限公司编制了《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿产资源开发利用方案》并通过评审;2020年5月,宝鸡景福山矿业有限公司委托陕西冶金设计研究院有限公司编制了《宝鸡景福山矿业有限公司景福山磷矿\*\*\*\*\*t/a 地下开采工程初步设计、安全设施设计》并通过了评审,陇县行政审批服务局于2020年5月22日下达了“陇县行政审批服务局<关于陇县景福山磷矿\*\*\*\*\*万吨/年地下采矿工程安全设施设计审查的批复>(陇行审社会发(2020)5号)”。随后企业开始了建设工作,受疫情、洪灾等影响,建设工作间断进行,目前矿山处于建设阶段,共施工了4条中段巷道。

在矿山建设过程中受地形条件限制,矿山道路难以修到原《设计》确定的1560m主平硐位置,企业根据实际情况调整主平硐位置及工业场地至1490m平

硐，且 1490m 平硐口位置与原设计不一致，属于重大变更内容“主要井筒位置发生变化导致工业场地的位置发生改变”。

为此，宝鸡景福山矿业有限公司委托陕西冶金设计研究院有限公司在原设计基础上，结合矿山地质条件和建设现状，对矿山采矿方法、开拓系统、通风系统、压气系统、供配电系统、总平面布置等进行变更设计并于 2024 年 11 月 19 日通过评审。2025 年 7 月，陕西冶金设计研究院有限公司对《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿产资源开发利用方案》完成了修编。

因此本次结合《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿\*\*\*\*\*t/a 地下采矿工程安全设施变更设计》与《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿产资源开发利用方案》(修编)》对矿山开发利用方案进行简介。

### **(一) 建设规模**

景福山磷矿是以磷矿为主的矿床，设计采选矿规模为（年处理磷矿矿石量）\*\*\*\*\*t/a，属小型磷矿矿山工程。

### **(二) 开采对象**

陕西省陇县景福山磷矿 KIII 号矿体。

产品方案：磷矿石原矿。

### **(三) 设计利用资源量**

#### **1、备案资源量**

根据 2016 年 6 月陕西汇金矿业科技发展有限公司编制的《陕西省陇县景福山磷矿资源储量核实报告》，探明的控制的内蕴经济资源量（332）与推断的内蕴经济资源量（333）磷矿石量\*\*\*\*\*t。其中控制的内蕴经济资源量（332）磷矿石量\*\*\*\*\*t；推断的内蕴经济资源量（333）磷矿石量\*\*\*\*\*t。（矿产资源储量评审备案证明（陕国资储备\*\*\*\*\*）。

由于原出让矿区范围涉及陕西省龙门洞森林公园保护区，陕西省国土资源厅划定矿区范围时对其进行了调整，调整后的矿区范围内有 2 条矿脉，即 KII 矿体的小部分、KIII 矿体全部。根据陕西省国土资源厅【2017】9 号文《关于陕西省陇县景福山磷矿采矿权价款调整的通知》，对森林公园保护区内外磷矿资源储量进行分割，扣除保护区内储量，可出让的矿体仅为 KIII 矿体（储量\*\*\*\*\*t）。即处于划定矿区范围以内的 KII 矿体未在可出让储量范围内，开采对象仅为出让

的 KIII 矿体。

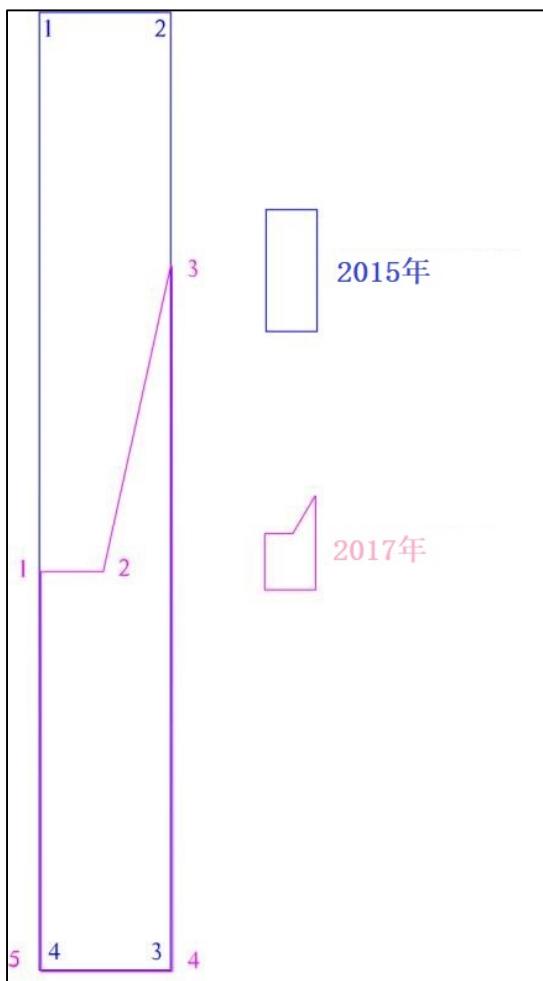


图 1-4 矿区资源量出让范围变化图

## 2、保有资源量

根据陕西省国土资源厅【2017】9号文《关于陕西省陇县景福山磷矿采矿权价款调整的通知》，可出让的矿体仅为 KIII 矿体（储量\*\*\*\*\*t）。KIII 矿体（332+333）保有磷矿石量\*\*\*\*\*t，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 平均品位\*\*\*\*\*；其中 332 磷矿石量\*\*\*\*\*，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 平均品位\*\*\*\*\*；333 磷矿石量\*\*\*\*\*，P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> 平均品位\*\*\*\*\*。

## 3、设计利用资源量

依据《开发利用方案》，根据开拓系统的布置，北区 1700m 以上矿体由于近地表且延深小，本次设计 1700m 中段作为回风中段，以上全部作为设计损失。考虑地质影响系数（KIII 矿体推断资源量地质影响系数取\*\*\*），设计利用 KIII 矿体资源量矿石量\*\*\*\*\*t。平均品位\*\*\*\*\*。其中 332 矿石量\*\*\*\*\*，平均品位\*\*\*\*\*；333 矿石量为\*\*\*\*\*，平均品位\*\*\*\*\*。设计利用量表详见

表 1-2 所示。

表 1-2 KIII 矿体设计利用资源量表

| 资源类别    | 保有资源量                 |        | 地质利用系数 | 设计利用资源量               |        | 回采率/% | 可采储量                  |        |
|---------|-----------------------|--------|--------|-----------------------|--------|-------|-----------------------|--------|
|         | 矿石量( $\times 10^4$ t) | 平均品位/% |        | 矿石量( $\times 10^4$ t) | 平均品位/% |       | 矿石量( $\times 10^4$ t) | 平均品位/% |
| 332     | ****                  | ****   |        | ****                  | ****   | ****  | ****                  | ****   |
| 333     | ****                  | ****   | ****   | ****                  | ****   | ****  | ****                  | ****   |
| 332+333 | ****                  | ****   |        | ****                  | ****   |       | ****                  | ****   |
| 比例      | ****                  |        |        | ****                  |        |       | ****                  |        |

#### (四) 服务年限

依据《开发利用方案》，矿山设计利用资源量\*\*\*\*\*t，矿石回采率\*\*\*\*\*，贫化率\*\*\*\*\*，经计算，可采储量为\*\*\*\*\*t。根据排产进度计划，矿山基建期3年，投产前5年生产能力\*\*\*\*\*t，第6年至第8年减产，矿山服务年限为8年。考虑3年基建期，矿山总服务年限11年。

#### (五) 工程布局

2020年5月取得建设批复后，企业开始了基建工作。受疫情、水灾等因素影响，建设工作间断进行，目前仍处于建设阶段。

##### (1) 工业场地

矿山现有工业场地位于1490m主平硐口附近，占地面积0.1174hm<sup>2</sup>，设有值班室、空压机房、配电房、矿石临时堆场等设施。此外，在1525m中段北侧硐口和1560m中段北侧硐口设有废石临时堆场，仅为临时堆放和周转，两硐口间通过简易道路连接。1490m北侧硐口与1525m南侧硐口之间地形较陡，设有行人爬梯，可供人员通行。



照片 1-1 工业场地



照片 1-2 工业场地

## (2) 生活办公区及矿部

矿山职工生活区位于 1490m 主平硐口附近，直线距离约 70m，包括有职工宿舍、食堂等生活设施。矿山办公区（矿部）位于矿区南侧，与 1490m 主平硐直线距离约 514m，已有矿山道路连接 1490m 主平硐和矿石职工生活区、办公区，生活办公区累计占地面积 0.1149hm<sup>2</sup>。



照片 1-3 矿部



照片 1-4 生活办公区

## (3) 矿区道路

矿区北部斜崖沟通向原 5 处探矿平硐场地是农村道路。矿区南部边界以外有曹家湾镇通往闫家湾村五星组的城镇村道路通过，是进入矿区的主干线路，路面宽约 5m，路面已硬化。属于矿山企业借用道路。

矿区内现有运输道路至 1490m 主平硐口处，宽度 4m，路面为泥结碎石路面，厚度约 0.15m，为原有农村道路，属于矿山企业借用道路。

依据《变更设计》，矿山自 1317m 硐口向上修筑地表运输道路依次至 1350m 硐口和 1385m 硐口，全长 1097m；自 1490m 硐口向下修筑地表运输道路依次至 1455m 硐口和 1420m 硐口，全长 1082m，路面宽度约 5m，泥结碎石路面。拟损毁乔木林地面积为 0.9257hm<sup>2</sup>。



照片 1-3 现有运输道路



照片 1-4 现有运输道路

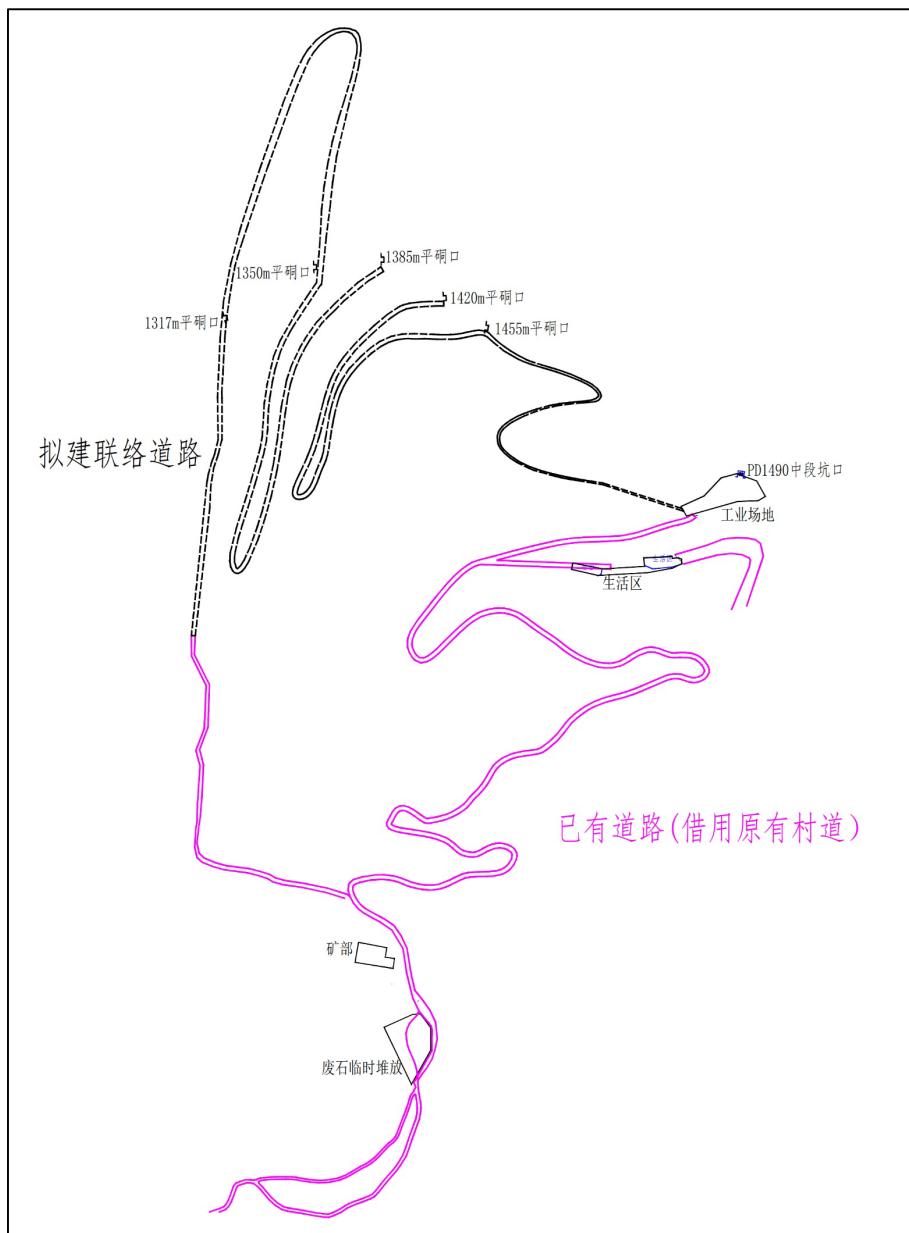


图 1-5 矿山道路分布平面图

#### (4) 矿石临时堆场

依据《变更设计》，矿山拟计划在 1490m 主平硐口和以上各阶段平硐口设置矿石临时堆场，用于井下采出矿石的临时堆放，定期向外运销售，矿山已与襄阳永和兴矿业有限公司签订磷矿石销售合同。设矿石临时堆场堆置高度不超过 2m，最大堆矿量不超过 3000t，临时堆放约 2 周，由装载机装入自卸式汽车外运。



照片 1-5 临时堆场  
(5) 废石临时堆场



照片 1-6 临时堆场

依据《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》和《原初步设计》，在矿区南部设置临时废石堆场，临时废石场库容为 $13190\text{m}^3$ ，采用单台阶堆置方式，下部沟道设置拦渣坝，占地面积 $0.1360\text{hm}^2$ 。由于《变更设计》设计变更采矿方法为房柱嗣后废石充填法，因此该堆场用于基建期掘进废石的临时堆场，基建期产生的废石，矿山已与陇县金海石料加工厂签订售卖合同（见附件）。矿山正常生产中，年生产废石量约为 $1.5 \times 10^4\text{t/a}$ ，远小于矿石年采出量，因此矿山后期开采产生的废石满足矿山采空区充填要求，无剩余废石产生。为确保后期嗣后废石充填，今后开采到顶柱界线处，可通过切割天井进行废石充填，切割天井间距为12m，充填后及时封闭切割天井口。



照片 1-7 废石临时堆场  
(6) 炸药库



照片 1-8 废石临时堆场

本矿不设炸药库。

#### (7) 表土堆存场

依据《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》和《原初步设计》，表土堆存场设计位于办公生活区东侧约100m处的斜坡上，为矿山基建期间剥离表土的堆存场所，通过现场调查发现，矿山实际基建过程中，表土剥离量较少，矿山采用就近回填平整复垦工程。后期基建已无表

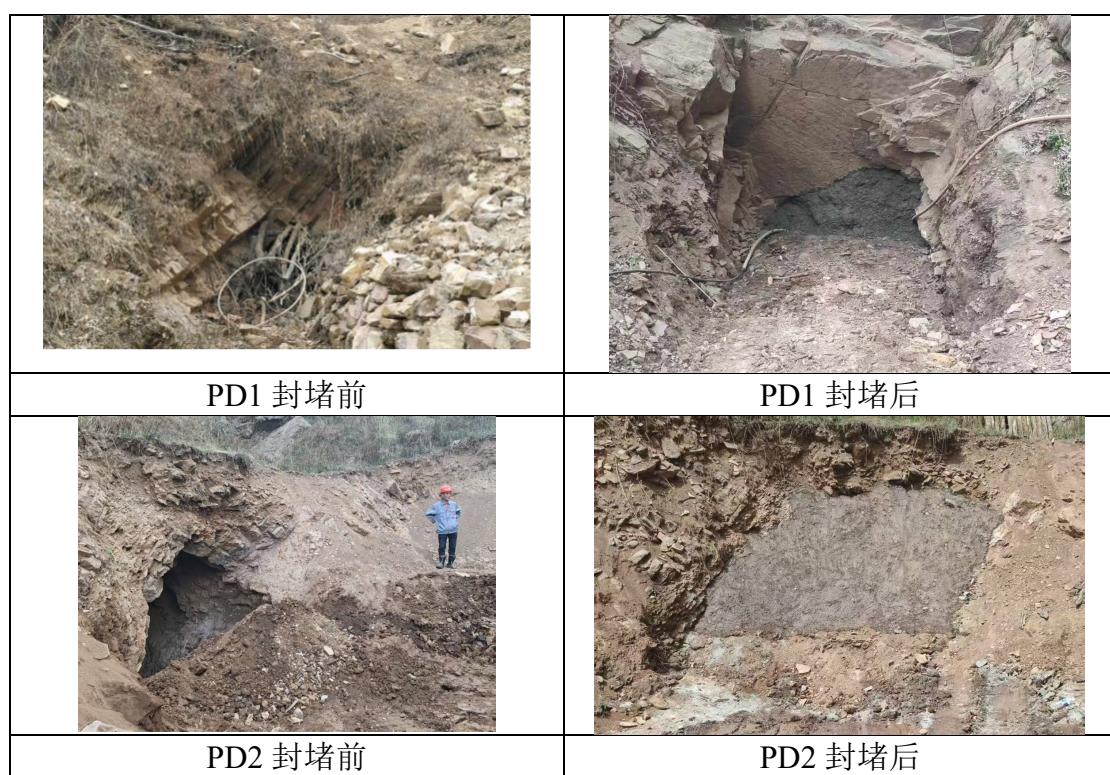
土剥离工程，因此本矿不设表土堆放场地，后期复垦以外购土为主，目前已签订购土协议。

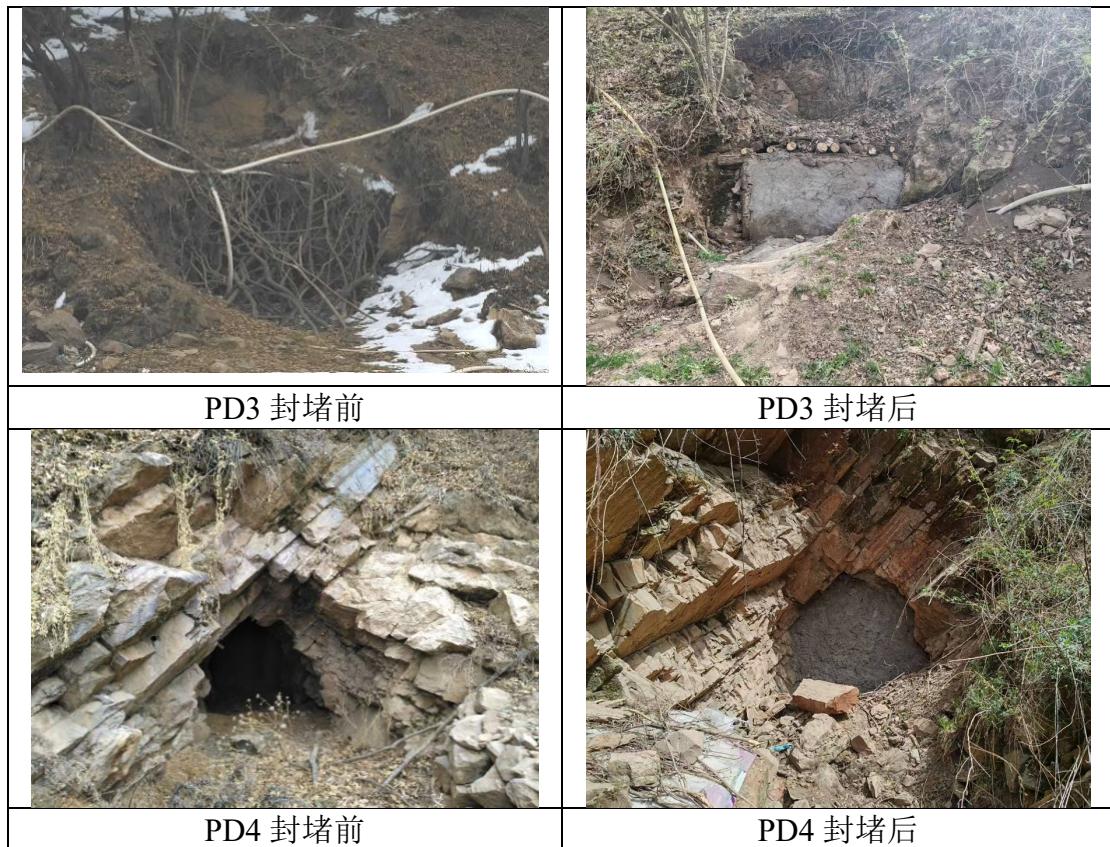
#### （8）采矿高位水池

依据《安全变更设计》，拟在 1625m 坑口东北侧的山坡 1685m 标高，设置高位水箱，水箱容积 200m<sup>3</sup>，提供井下生产和消防用水。在矿区西侧的下部沟道设置取水设施，采用水泵将沟溪水引至高位水池，高位水池占地面积约 0.01hm<sup>2</sup>。

#### （9）现有硐口及拟建硐口

在划定矿区范围内北部分布有前期 KII 矿体的 5 个探矿平硐（PD1、PD2、PD3、PD4、PD5），但该矿体储量却未在资源储量出让范围内，后期不进行采矿作业。前期硐口的建设及平硐开挖的少量废石堆放于硐口，挖损和压占乔木林地共 0.0819hm<sup>2</sup>。目前已对 PD1、PD2、PD3、PD4 完成封堵，PD5 硐口拟留续用于通风使用，暂未进行封堵。





根据现场调查,矿山目前已完成开拓了3个中段,共4条中段巷道(1560m中段分为南北独立的2条巷道),从上至下分别为1560m中段、1525m中段和1490m中段。现有硐口为1560m中段南北区域硐口、1525中段南北区域硐口、1490中段南北区域硐口)与1563m硐口(进风及行人),挖损和压占乔木林地共0.1025hm<sup>2</sup>。后期拟建14个平硐硐口与4个回风井,拟损毁乔木林地共0.2600hm<sup>2</sup>。

表 1-4 现有硐口及拟建硐口统计表

| 序号 | 对象名称                     | 占地类型          | 占地面积<br>(hm <sup>2</sup> ) | 备注   |
|----|--------------------------|---------------|----------------------------|--|
| 1  | KTII 矿体探矿平硐<br>(PD1~PD5) | 乔木林地          | 0.0819                     | 矿山企业已对 PD1~PD4 硐口完成封堵, PD5 硐口拟留续用于通风使用, 硐口旁边存在少量废石堆, 暂未进行清理及复垦 |
| 2  | KTIII 矿体开拓系统(现状)         | 乔木林地          | 0.1025                     | 目前已开拓了3个中段,即1560m中段、1525m中段和1490m中段                            |
| 3  | KTIII 矿体开拓系统及回风井(拟建)     | 乔木林地<br>(拟占用) | 0.2600                     | 矿体开采完均不留续使用, 采取封堵及复垦工程完成治理。                                    |

矿山地面所有已建工程及拟建工程均不涉及基本农田,用地面积见表 1-5。矿方暂未对地面设施办理用地手续,矿方承诺尽快按照相关法律法规办理相关用地手续,承诺书见附件 14。

表 1-5 地面工程用地面积统计表

| 序号 | 名称      | 面积( $hm^2$ ) | 用地手续办理情况 | 备注   |
|----|---------|--------------|----------|------|
| 1  | 工业场地    | 0.1174       | 暂未办理用地手续 | 临时用地 |
| 2  | 生活办公区   | 0.0476       | 暂未办理用地手续 | 临时用地 |
| 3  | 矿部      | 0.0673       | 暂未办理用地手续 | 临时用地 |
| 4  | 废石临时堆放场 | 0.1360       | 暂未办理用地手续 | 临时用地 |
| 5  | 拟建矿区道路  | 0.9257       | 暂未办理用地手续 | 临时用地 |
| 6  | 拟建高位水池  | 0.0100       | 暂未办理用地手续 | 临时用地 |
| 总计 |         | 1.3040       |          |      |



图 1-6 工业场地面平面布置图



图 1-7 地面工程布局图

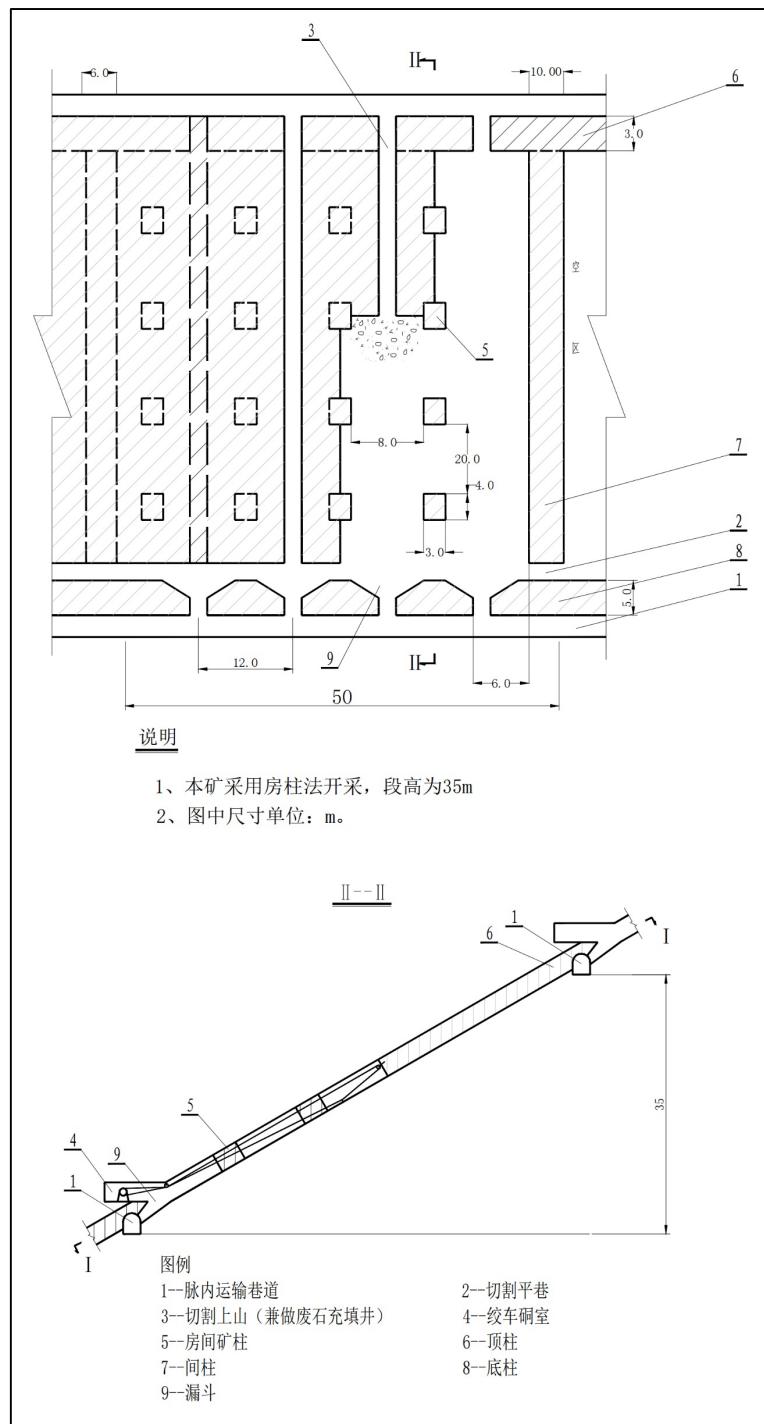
## (六) 矿山开采

### (1) 矿床的开采方式

采用地下开采方式。

### (2) 采矿方法

依据《变更设计》，矿山采矿方法为房柱嗣后废石充填法。采场回采结束后，利用切割天井进行废石充填，随后立即封闭井口。



### (3) 采场顶板管理

矿房通风完毕，即可进入矿房进行顶板的安全检查处理。此项工作由有经验的安全工负责，仔细观察顶板，将浮石撬下，以保证作业场地的安全。

局部不稳固地段采用锚杆支护顶板，破碎地段可加挂金属网，设计采用水泥砂浆锚杆，锚杆长度 2.0m，锚杆间距视矿岩稳固情况具体而定，正常情况下锚杆网度为：排距 1.5m，孔距 1.2m。

在采场内矿房内每隔 8.0 留设规则方形房间矿柱，房间矿柱规格  $3 \times 4m$ ，维护顶板的稳固。为减少空场暴露面积，嗣后用废石从上部中段运输巷通过切割天井回填，回填完后及时封闭。

### (4) 开采顺序及首采地段

依据《变更设计》，设计南北两个区域同时开采。分区内采用自上而下逐中段后退式回采，即从回风井侧向进风井一侧回采。上下两个中段同时回采时，上中段应至少超前下一中段一个矿块。前期南北区域同时开采，可达到设计生产能力，后期随着北区开采结束（开采第 3 年末），矿山第 6 年至第 8 年减产。

首采地段为北区 1665m 中段和南区 1625m 中段。

### (5) 开拓运输方案

依据《变更设计》，南区 1490m 中段以上采用平硐-溜井开拓方式，上部各中段均通过矿石溜井、废石溜井下放至 1490m 中段后装入 UQ-5 无轨运输车运出地表；1490m 以下采用阶段平硐开拓运输系统，在矿体南翼端部布置平硐口，各中段矿石和废石采用 UQ-5 无轨运输车直接由中段硐口运出；由于南区地形陡峭，各硐口之间人员通行困难，设计在 1490m 中段至 1625m 中段之间掘进辅助斜坡道，用于设备材料运输及人员通行。北区采用平硐-溜井开拓方式，上部各中段均通过矿石溜井、废石溜井下放至 1490m 中段后装入 UQ-5 无轨运输车运出地表。

### (6) 通风系统

#### 1) 南区通风系统

##### ①南区 1595m 中段和 1560m 中段

南区 1560m 中段和 1595m 中段采用中央对角式通风系统，矿体两翼巷道均直通地表，3#回风井设置在矿体中部，新鲜风流从矿体两翼进入井下，清洗工作面后，污风从上部中段进入 3#回风井之后排出地表。

##### ②南区 1625m 中段、1560m 中段南侧和 1525m 中段近地表处

回采南区 1625m 中段、1560m 中段南侧和 1525m 中段近地表处时，可将矿块天井直接通地表。

### ③南区 1525m 中段

南区 1525m 中段采用中央进风、两翼回风的双翼对角式通风系统，新鲜风流由 1525m 平硐口进入井下，清洗工作面后，污风经 1560m 中段巷道分别进入 3#回风井、4#回风井之后排出地表。

### ④南区 1490m 及以下各中段

南区 1490m 及以下各中段采用单翼对角抽出式通风系统，新鲜风流由各阶段平硐进入井下，清洗工作面后，污风由上中段巷道经多级回风天井和中段巷道进入 2#回风井，之后排出地表。

## 2) 北区通风系统

北区采用单翼对角抽出式通风系统，新鲜风流由各阶段平硐进入井下，清洗工作面后，污风由上中段巷道经多级回风天井和中段巷道进入 1#回风井，之后排出地表。

### (7) 矿山给排水及输电线路设施

矿山给排水设施：矿区生活用水采用外部拉取饮用水进行使用；井下生产用水来源于两部分，一方面井下生产废水和地下涌水集中至坑口沉淀池经净化处理达标后提升至高位水箱，重新用于井下生产；另一方面来源于从沟道内采用水泵将沟谷溪水输送至高位水池的水，由高位水池供给井下的凿岩、除尘用水，高位水池拟修建于 1625m 坑口东北侧的山坡 1685m 标高，对乔木林地造成压占损毁，占地面积约 0.01hm<sup>2</sup>，输水管道沿沟道敷设，不额外压占损毁土地。

项目工业场地区均设旱厕，用于周围林地施肥，无生活污水外排。

矿山供电：从矿区东南侧引接 10KV 高压电至矿区工业场地，设置 800KVA 变压器一台，能够满足矿山用电需求。

矿山输电线路沿路架设，不额外压占损毁土地；给排水、供电设施都位于采场工业场地或办公生活设施内。

### (8) 基建工程量

依据《变更设计》，为保证矿山投产时的采准矿量和备采矿量的保有期，结合考虑同时生产的矿块数，经计算，基建期需采准矿块数为 12 个，切割 7 个，即采切工程需完成北区 1665m 中段、1630m 中段共 5 矿块的采准工程和 3 个矿

块的切割工程，南区 7 个矿块的采准和 4 个矿块的切割工程，包括人行通风天井、采场联络道、漏斗、切割拉底平巷等工程。全矿基建工程总量为 7453.4m<sup>3</sup>（总计 41960.06m<sup>3</sup>），具体详见表 1-6。

表 1-6 矿山基建工程表

| 序号 | 项目名称                  | 规格      | 掘进断面(m <sup>3</sup> ) | 长度(米) | 掘进量(m <sup>3</sup> ) |
|----|-----------------------|---------|-----------------------|-------|----------------------|
| 一  | 开拓工程                  |         |                       |       |                      |
| 1  | 北区 1700m 回风中段         | 2.1×2.6 | 4.84                  | 60    | 290.4                |
| 2  | 北区 1665m 中段平巷         | 2.8×2.6 | 7.19                  | 192   | 1380.48              |
| 3  | 北区 1630m 中段平巷         | 2.8×2.6 | 7.19                  | 218   | 1567.42              |
| 4  | 北区 1595m 中段平巷         | 2.8×2.6 | 7.19                  | 288   | 2070.72              |
| 5  | 北区 1560m 中段平巷         | 2.8×2.6 | 7.19                  | 38    | 273.22               |
| 6  | 南区 1625m 中段平巷         | 2.8×2.6 | 7.19                  | 365   | 2624.35              |
| 7  | 南区 1595m 中段平巷         | 2.8×2.6 | 7.19                  | 428   | 3077.32              |
| 8  | 南区 1560m 中段平巷(13 线以北) | 2.8×2.6 | 7.19                  | 112   | 805.28               |
| 9  | 1525 中段平巷(13 线以北)     | 2.8×2.6 | 7.19                  | 198   | 1423.62              |
| 10 | 1490 中段平巷             | 2.8×2.6 | 7.19                  | 667   | 4795.73              |
| 11 | 1490m 至 1625m 辅助斜坡道   | 2.8×2.6 | 7.19                  | 1043  | 7499.17              |
| 12 | 矿石溜井                  | Φ2.5    | 4.91                  | 310   | 1522.10              |
| 13 | 废石溜井                  | Φ2.5    | 4.91                  | 310   | 1522.10              |
| 14 | 溜井检查天井机联络巷            | 4       | 4                     | 80    | 320                  |
| 15 | 3#回风井                 | 2.1×2.6 | 4.84                  | 70    | 338.80               |
| 16 | 回风天井                  | 2.1×2.6 | 4.84                  | 245   | 1185.80              |
|    | 小计                    |         |                       | 4624  | 30696.51             |
| 二  | 采准和切割工程               |         |                       |       |                      |
| 1  | 采准工程                  |         |                       | 2414  | 8594.4               |
| 2  | 切割工程                  |         |                       | 525   | 1890                 |
|    | 小计                    |         |                       | 2939  | 10484.4              |
|    | 总计                    |         |                       | 7038  | 39290.91             |

#### (9) 基建进度计划及生产进度计划

依据《变更设计》，根据该矿基建井巷工程施工条件，结合矿山施工力量技术水平，确定的井巷施工进度指标为：平巷及斜坡道 100-150m/月；天井 100-120m/月。编制结果矿山基建时间为 36 个月（3 年）。详见基建进度计划表 1-7。该矿基建期结束后，矿山的三级矿量和保有期分别见表 1-8。

表 1-7 基建期末三级矿量及保有期限

| 序号 | 类型   | 保有矿量(万吨) | 保有期(年) |
|----|------|----------|--------|
| 1  | 开拓矿量 | *****    | *****  |
| 2  | 采矿矿量 | *****    | *****  |
| 3  | 备采矿量 | *****    | *****  |

表 1-8 采掘进度计划表

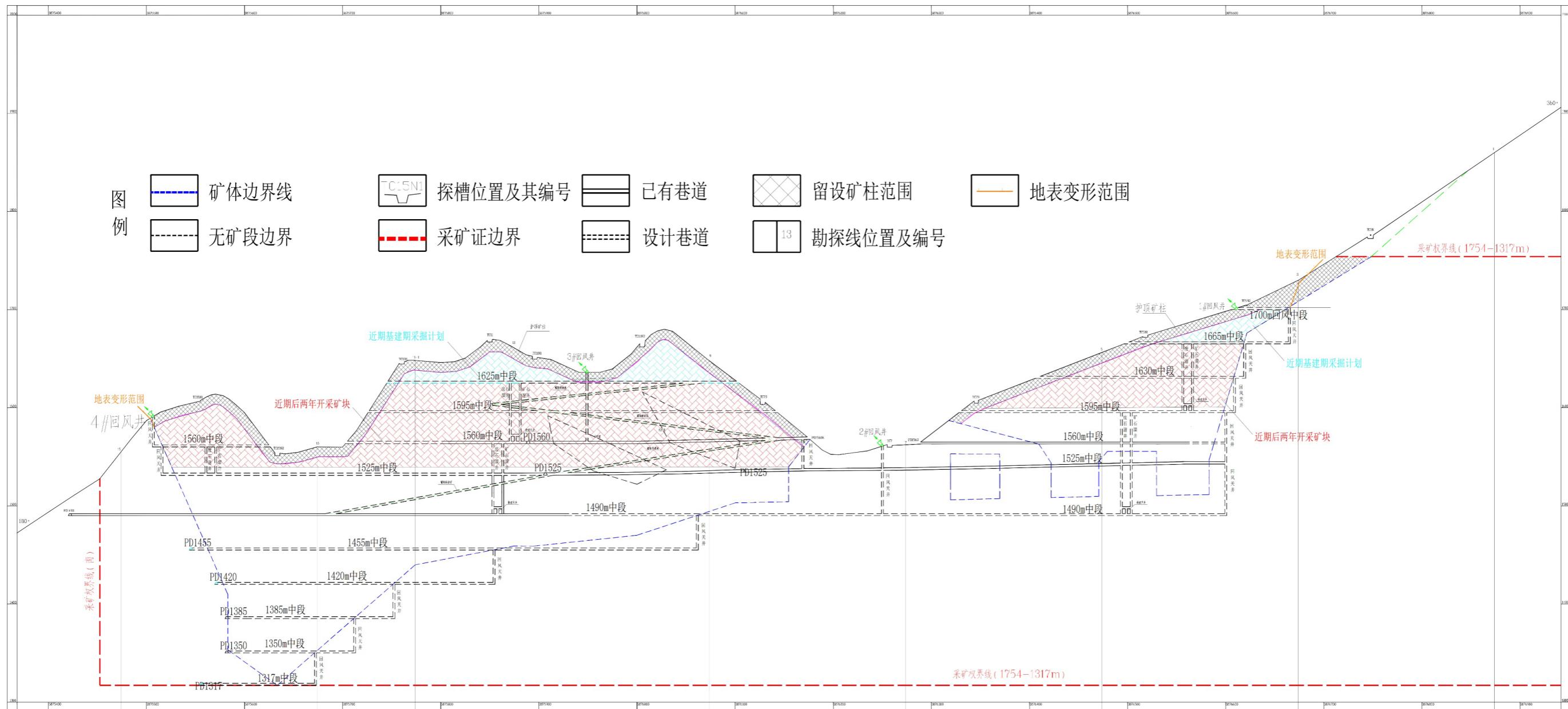
## （七）地表岩石移动范围的确定

依据《开发利用方案》，矿体顶板围岩为含磷生物碎屑灰岩，底板围岩以角砾状磷块岩为主，根据矿岩性质及所采用的采矿方法，并同类似矿山进行比较，取上盘岩石移动角  $60^\circ$ ，下盘岩石移动角为矿体倾角，侧翼岩石移动角  $70^\circ$ 。矿脉覆盖层主要由第四系冲洪积，残坡积而形成的砾卵(碎)石层，含泥质碎石层、泥土，残坡积物组成，厚度  $0.50\text{-}2.0\text{m}$ ，变化较大。本次选取松散层  $2.0\text{m}$ ，以此为依据，圈定的地表岩石移动范围。采矿工业场位于矿体岩石移动范围以外，圈定的岩石移动范围对本矿的各设施均无影响。据此圈定矿床开采的地表岩石移动范围。见附图 01。

设计确定矿体开采的岩石移动角，确定结果详见表 1-9。矿山南、北两翼开拓系统垂直矿脉的剖面图见下图 1-9~1-11。

表 1-9 岩石移动角一览表

| 名称    | 上盘         | 下盘   | 侧翼         |
|-------|------------|------|------------|
| 岩石移动角 | $60^\circ$ | 矿体倾角 | $70^\circ$ |



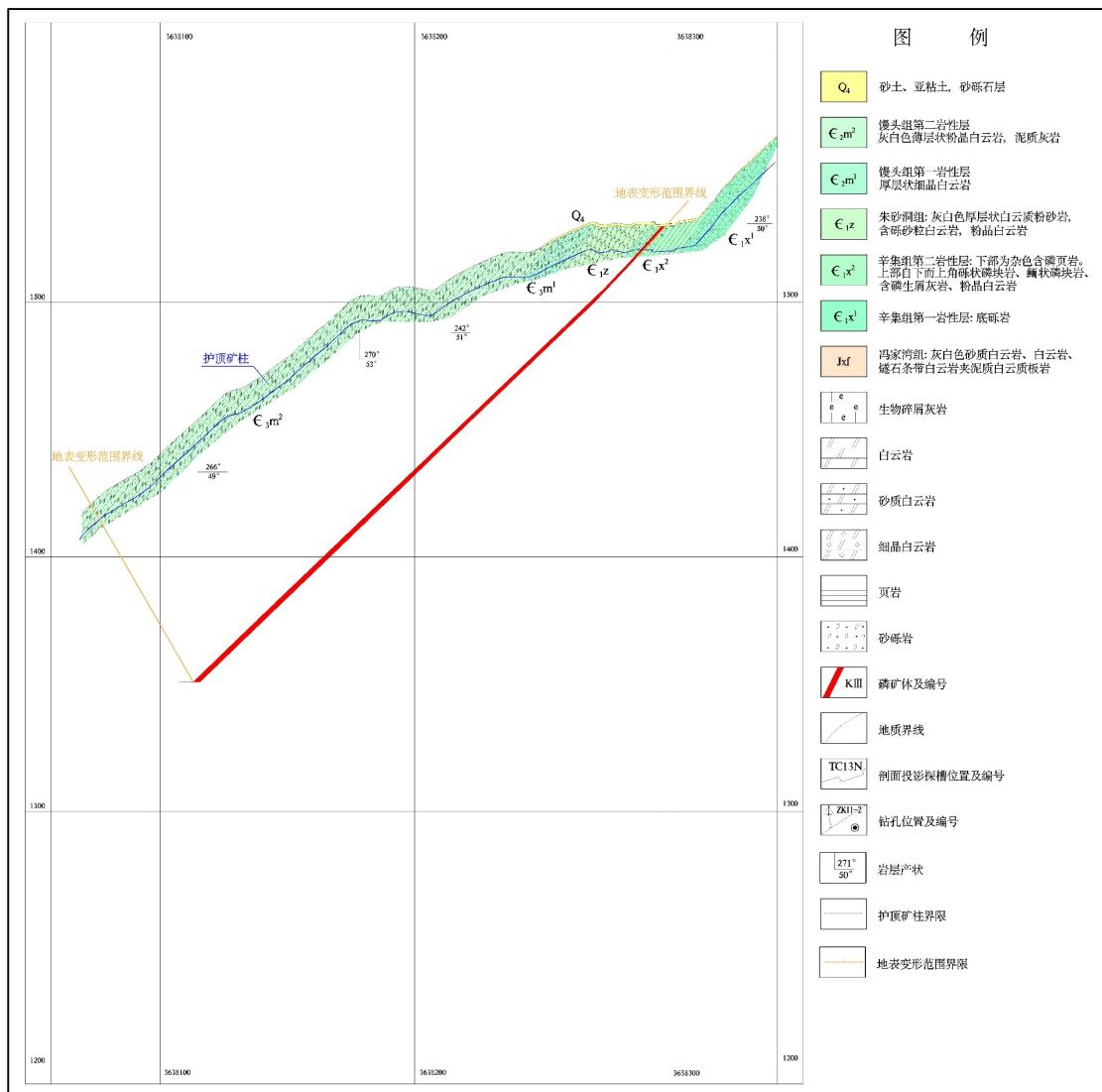


图 1-10 景福山磷矿开拓系统南翼 (13 勘探线) 剖面图

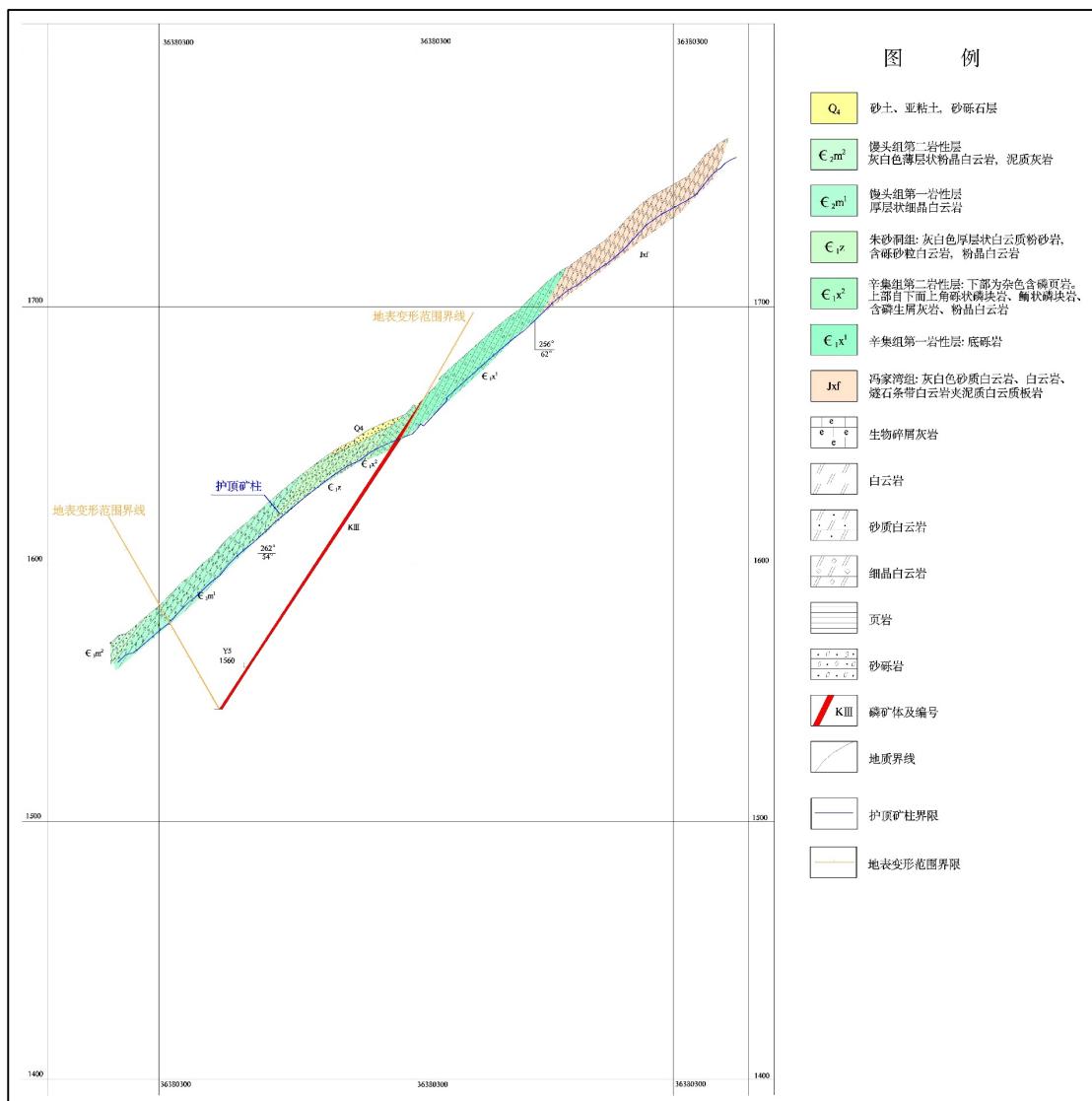


图 1-11 景福山磷矿开拓系统北翼（5 勘探线）剖面图

## 四、矿山开采历史及现状

### （一）开采历史

1973 年，陕西省地质局第三地质队对陇县北部磷矿开展了地质普查工作，对含磷地层用槽探工程进行揭露控制，初步查明了磷矿体规模、形态、厚度、品位及产状变化情况。

1991 年，应陇县温水乡人民政府委托，陕西省地质局第三地质队重点对第二矿段磷矿体（KⅡ矿体）进行了地质评价工作，用槽探工程对磷矿体进行了揭露控制，初步查明了矿体规模、形态、厚度、品位及产状变化情况。

2014 年 3 月至 2015 年 6 月，陕西汇金矿业科技发展有限公司在景福山磷矿 KⅠ、KⅡ、KⅢ矿段开展了详查工作，根据陕国土资矿发（2014）52 号“关于市场出让陇县景福山矿采矿权的批复”要求，为以市场方式出让陇县景福山磷矿资源及该区块采矿权价款评估提供依据。

陇县景福山磷矿为新建矿山，矿区以往无采矿活动，仅进行了地质勘查工作。2020 年 5 月取得建设批复后，企业开始了基建工作。受疫情、水灾等因素影响，建设工作间断进行，目前仍处于建设阶段。

### （二）矿山开采现状

#### （1）开拓系统现状

目前，矿山共开拓了 3 个中段，共 4 条中段巷道（1560m 中段分为南北独立的 2 条巷道），从上至下分别为 1560m 中段、1525m 中段和 1490m 中段。

##### 1) 1560m 中段

已开拓的 1560m 中段分为南北两个区域，南区硐口位于 11 线以南约 11m 处，硐口坐标\*\*\*\*\*，硐口标高 1560m，硐口方位角 64°。自硐口处向内掘进约 68m 后向南北分别拉开沿脉巷道，向南掘进约 79m，向北掘进约 279m，为独头巷道，无天井与其他中段贯通。巷道断面约 2.8×2.6m，硐内基本无支护，局部地段采用锚网支护。

北区硐口位于 7 线以北约 18m 处，硐口坐标\*\*\*\*\*，硐口标高 1563m，硐口方位角 346°。巷道整体自硐口处向北拉开沿脉巷道，长度约 280m，为独头巷道，无天井与其他中段贯通。巷道断面约 2.8×2.6m，硐内基本无支护，局部地段采用锚网支护。



(a) 南侧 (b) 北侧

照片 1-9 1560 中段坑口



照片 1-10 1563 坑口

## 2) 1525 中段

1525m 中段硐口位于共有 2 个硐口，南侧硐口位于 11 线以南约 7m 处，硐口坐标\*\*\*\*\*，硐口标高 1525m，硐口方位角 55°。向硐内 57m 后向南有一岔巷，岔巷长度约 24m，通往溜井口，该溜井为 1525m 中段至 1490m 中段的矿石溜井，断面约 2m×2m。自硐口处向内 78m 后，巷道整体沿矿体走向拉开沿脉巷道，向南约 34m，向北约 795m 至 3 线附近。其中，向北约 198m 处有一岔巷，通往 1525m 中段北侧硐口，岔巷方位角为 42°，长度约 69m 到达北侧硐口，硐口坐标 \*\*\*\*\*。1525m 中段巷道为独头巷道，通往 1490m 中段有 1 条矿石溜井，无天井与其他中段贯通。巷道断面约 2.8×2.6m，硐口处有局部钢拱架和木支护，硐口段支护方式不合理，硐内基本无支护。



(a) 南侧



(b) 北侧

照片 1-11 1525 中段坑口

### 3) 1490m 中段

1490m 中段硐口位于共有 2 个硐口，南侧硐口位于 15 线以南约 52m 处，硐口坐标\*\*\*\*\*，硐口标高 1494m，硐口方位角 8°。巷道整体向北偏西方向沿矿体拉开沿脉巷道，长度约 552m。自硐口处向内掘进约 442m 处有一岔巷道，岔巷长度约 51m，通往 1490m 中段北侧硐口，岔巷方位角为 285°，硐口坐标\*\*\*\*\*。1490m 中段巷道为独头巷道，通往 1525m 中段有 1 条矿石溜井，无天井与其他中段贯通。巷道断面约 2.8×2.6m，硐口处有局部钢拱架支护，硐内基本无支护。



(a) 硐口



(b) 硐口段钢拱架支护

照片 1-12 1490 中段坑口

## （2）坑内运输系统现状

目前，矿山共施工了 3 个中段巷道，巷道内均采用 UQ-5 无轨运输车进行运输，矿山共有 UQ-5 无轨运输车 14 辆，整车尺寸  $3800\text{mm} \times 1580\text{mm} \times 1480\text{mm}$ ，功率 45kW。

矿山现有 1 条矿石溜井，未安装放矿设备。

## （3）通风系统现状

矿山现已施工了 3 个中段的巷道，未形成完成的通风系统，均采用局扇进行通风，矿山现有 11kW 局扇 4 台，5.5kW 局扇 4 台。

## （4）排水系统现状

矿山已施工的 3 个中段均有硐口直通地表，采用自流排水的方式。根据现场踏勘，硐内巷道局部设有水沟。

## （5）供电系统现状

矿山现有配电室位于 1490m 主平硐口附近职工生活区旁，距离该硐口直线距离约 60m，内有 400kVA 变压器 1 台，用电设备主要为空压机、局扇、扒渣机与巷道照明等。

## （6）压风系统现状

矿山现有空压机房位于位于 1490m 主平硐口附近，空压机房现有 2 普瑞阿斯永磁螺杆式空压机，型号 BMVF110，单台排气量  $22\text{m}^3/\text{min}$ ，功率 110kw，外形尺寸为（长×宽×高） $2700 \times 1230 \times 1730\text{mm}$ ，空压机房外有 1m<sup>3</sup> 储气罐 1 台。

## 第二章 矿区基本信息

### 一、矿区自然地理

#### (一) 气象

陇县属暖温带大陆性季风气候，多年平均气温10.7℃，极端最高气温40.3℃（1966年6月19日），极端最低气温-19.9℃（1977年1月30日）。受地形多样性的影晌，县域内形成4个明显的地域性立体小气候环境：北部千山为干旱温凉区，光照充足，雨量较少，春旱突出；中部河谷区为半湿润温暖区，气候温和，雨量适中；南部浅山为湿润温凉区，光照不足，雨量充沛，春寒严重；西部关山高寒区，气候多变，湿润、寒冷。

陇县降水受地形、地貌、海拔高度影响，具有明显的地区差异性，各地雨量分布不均，总趋势为西南部多于东北部，山区多于河谷川道（图2-1）。陇县降雨与时间的关系十分密切，首先表现在年际降水变化大，旱涝灾害时有发生。年际最大降水量是923.0mm（2022年），最低340.4mm（2012年）。多年平均蒸发量为810mm，干旱指数为1.4。多年月平均降水分布极为不均，夏秋两季降水量占全年降水量的86.95%。年内降水主要集中在7~9月，占全年降水量的56.75%。

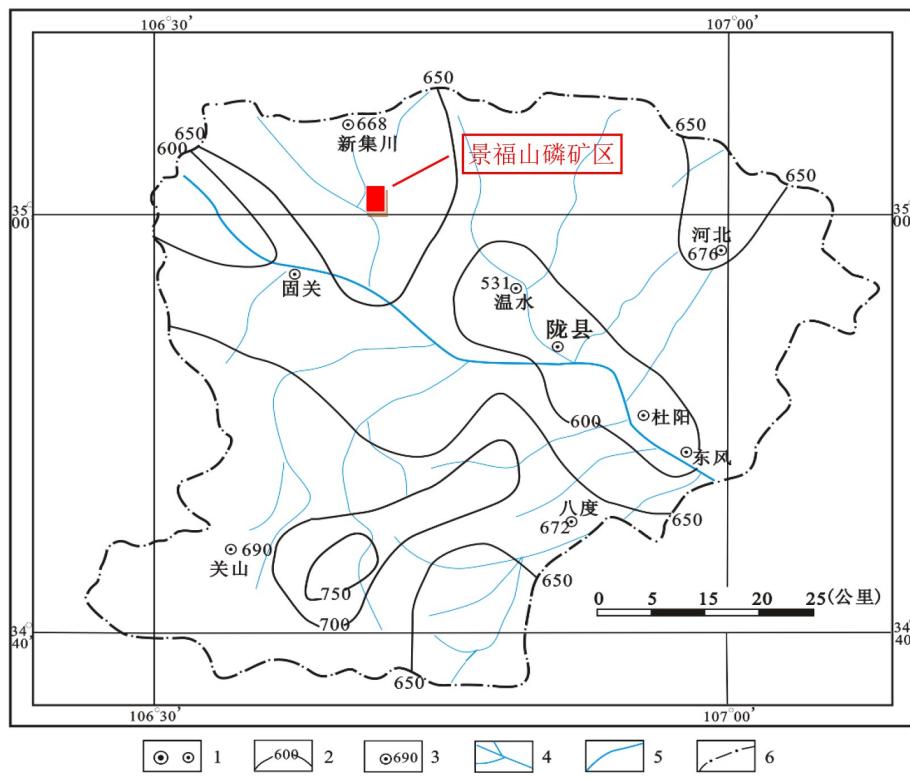


图2-1 陇县降水量等值线图

矿区地处陇县中西北部,气温变化较大,最高气温36℃,最低气温零下17℃,年平均气温13.2℃,年降雨量一般在500mm左右。霜冻期从十一月中旬开始到次年四月,冻期5-6个月。风力一般为4-6级,风向多偏西。

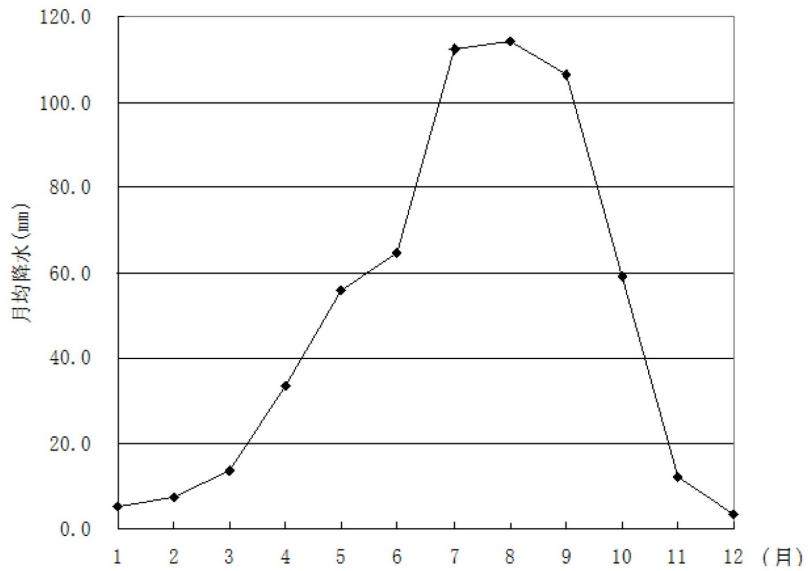


图 2-2 陇县月平均降水量 (mm)

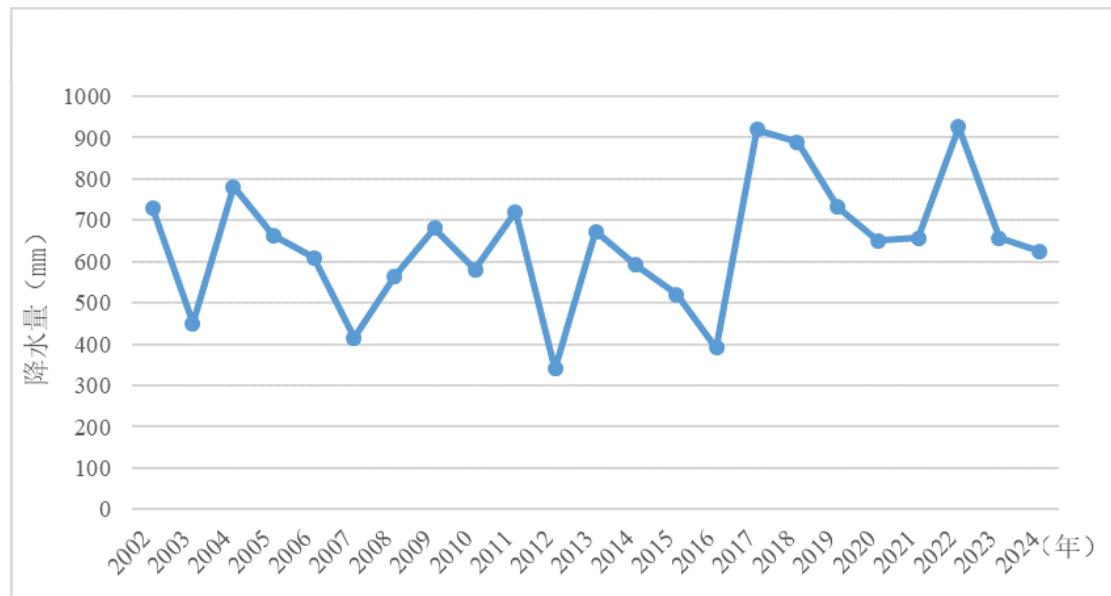


图 2-3 陇县年平均降水量 (mm)

## (二) 水文

评估区位于黄河流域渭水系千河上游一级干流——石关沟河区(图 2-4),矿区所在沟系为石关沟河中游左岸支沟——斜崖沟、对窝沟,流向为东北→南西。废石临时堆放场位于矿区最低点,高程为1288m,中心点坐标为X:\*\*\*\*\*，Y:\*\*\*\*\*。

(1) 千河：是境内最大河流，发源于甘肃省张家川回族自治县唐帽山南麓石庙梁，因流经千山脚下故称千河，从县境西北唐家河入县境，北西向横贯至县境东南部交界村出境入千阳，境内流长 68.8km，流域面积 1957.9km<sup>2</sup>。

(2) 石关沟河：从矿区西侧和南部自北向南流过。发源于新集川镇铁马河，流经陈家河、李家山、石关，至三联村汇入千河，平水期流量 43.45~166.29L/s，丰水期最大流量 561.37L/s。

(3) 斜崖沟：沟长约 1.86km，沟道宽 10~50m。属季节性常年半干涸冲沟型水系，水流量受季节影响大，丰水期为 5~10 月，河水流量 0.1~1.5L/s，枯水期为 11 月至翌年 5 月，流量 0~0.2L/s，最高洪水位约 0.5m。斜崖沟为大多数采矿硐口及坑口工业场地所在地，沟内无住户和耕地。

(4) 对窝沟：沟长约 0.7km，沟道宽 10~100m，沟口宽阔、平缓，是拟建采矿工业场地、废石场、表土场所在地。属季节性常年半干涸冲沟型水系，仅丰水期有少量水流外，多为干沟。

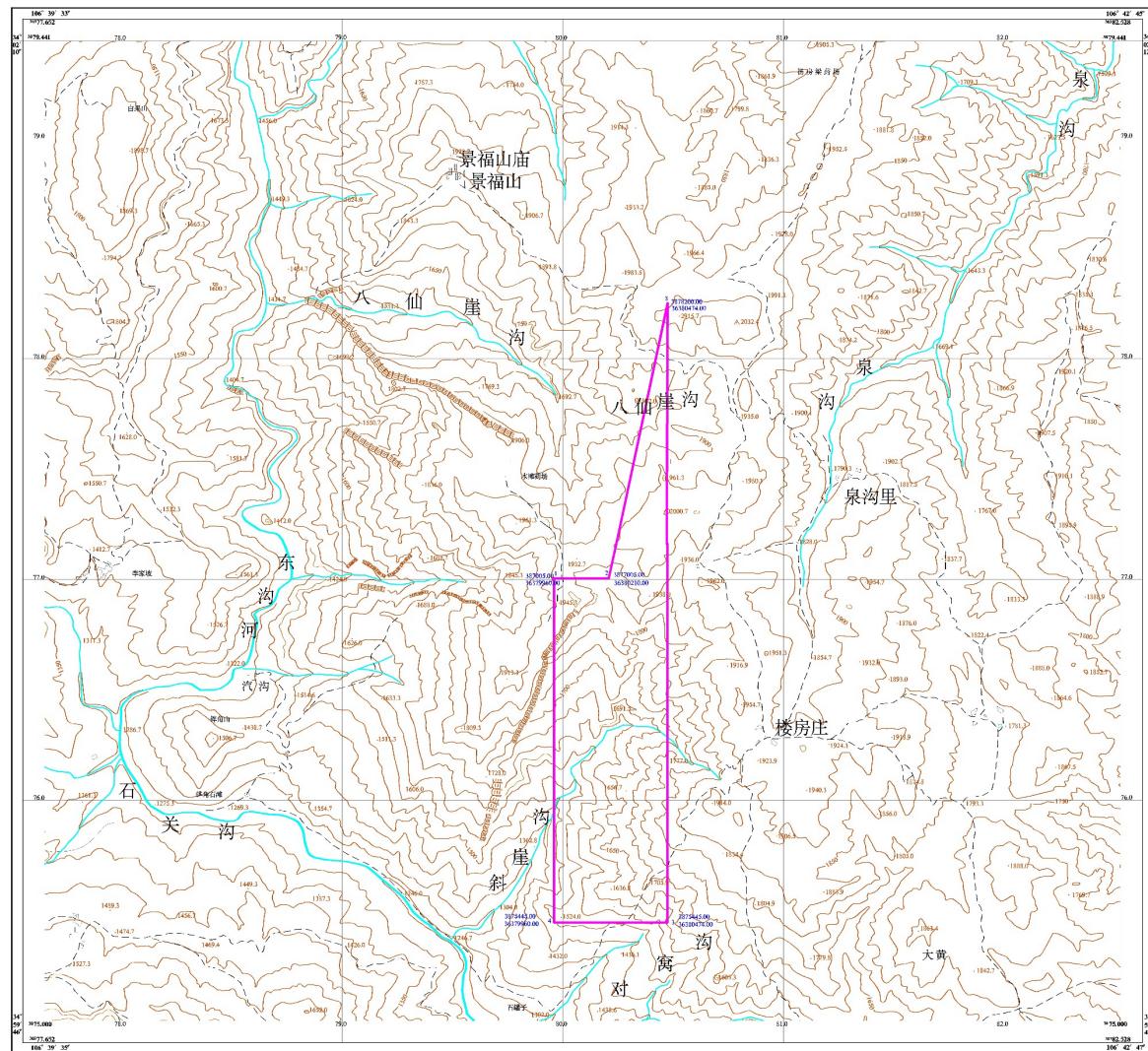


图 2-4 矿区及临近区水系图及沟道情况

### (三) 土壤

根据现场调查, 矿区内土地利用类型以乔木林地为主, 矿区内林地土壤以山地棕壤 (照片 2-1) 和新积土 (照片 2-2) 为主。

**山地棕壤:** 主要分布在海拔高度 1350m-1500m 之间的山坡地带, 多数是在坡积与残积母质上发育起来的土壤, 成土母质为基岩, 土壤质地为少砾质砂壤土、壤土, 结构疏松, 抗冲蚀能力差, 弱碱性。该类土壤在矿区斜坡坡顶、坡脚和缓坡部位一般较厚, 厚 0.5~2.5m; 在斜坡中部及陡坡段较薄, 一般 0.2~0.8m。矿区光照条件中等, 植被覆盖度较高, 有效土层总体较薄-中等, 土壤中阳离子交换量中等, 有机质含量 6.7~7g/kg 之间, 土地肥力较差, 林地土壤 PH 值在 7.92~8.01 之间, 为弱碱性土壤。

**新积土:** 多为冲洪积物, 主要由含碎石土层组成, 底层可见卵砾和中粗砂。

分布在仙崖沟和对窝沟支沟沟道地段。土层厚 0.8~2.0m, 土质结构疏松, 抗冲蚀性差, 肥力较差, 为弱碱性土壤。

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| 照片 2-1 山地棕壤土壤剖面   | 照片 2-2 石质新积土剖面   |

#### (四) 植被

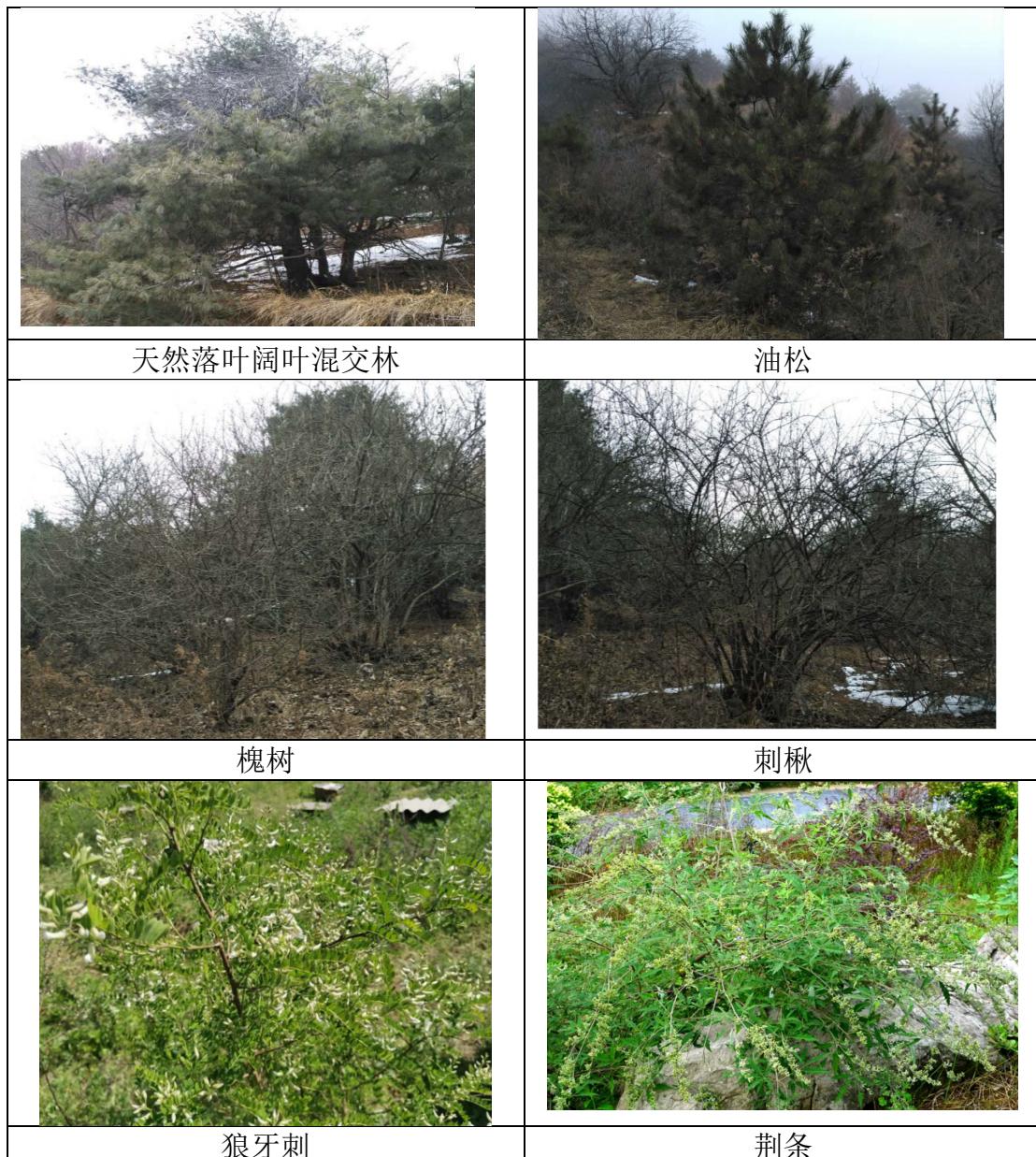
陇县区域海拔 700~2200 米之间为落叶阔叶林带, 其中海拔 700~2000 米间以锐齿栎、栓皮栎、辽东栎、白桦、山杨、侧柏等为优势种。1500 米以下低山分布栓皮栎、油松林, 栓皮栎、侧柏林, 侧柏林等; 1600~2000 米以辽东栎林和锐齿栎林为主, 沟谷中以落叶阔叶杂木林为主; 白桦林主要分布在 1700~2000 米地段, 而山杨林见于海拔 1500~2000 米之间, 在海拔 1800~1900 米间分布华山松林; 在海拔 2000~2300 米之间有块状红桦林分布, 其上为以山柳、花楸、槭等为主的疏林、灌木林及草甸。

矿区植被发育, 均属天然林覆盖区。

暖温带与温带的分界线穿过县西北部, 矿区属于暖温带落叶阔叶林地带(照 2-3), 又被划分为暖温带北部落叶栎林亚地带和暖温带南部落叶栎林亚地带两个亚带。植被类型以阔叶林、针阔混交林、灌丛和草丛为主。阔叶林、针阔混交林主要分布在沟谷两侧斜坡地段。评估区天然林高覆盖度(郁闭度)覆盖面积较大, 主要分布于山坡和山顶地段, 郁闭度 0.6 以上区域占评估区总面积的 80%以上。

矿区天然林主要乔木树种有栓皮栎、油松、杉木、刺楸、槐树、杨类、阔杂类等, 主要优势品种为油松、槐树与杨类乔木; 区域内灌木种类主要为狼牙刺、葛藤、荆条、酸枣刺。草本植物有蕨类、蒿类、羊胡子草、苔草、苔藓、白茅、

狗尾草、草木樨、白羊草、野菊花等，草本植物以草本苜蓿为优势品种。



照片 2-3 调查区典型植被

### （五）地形地貌

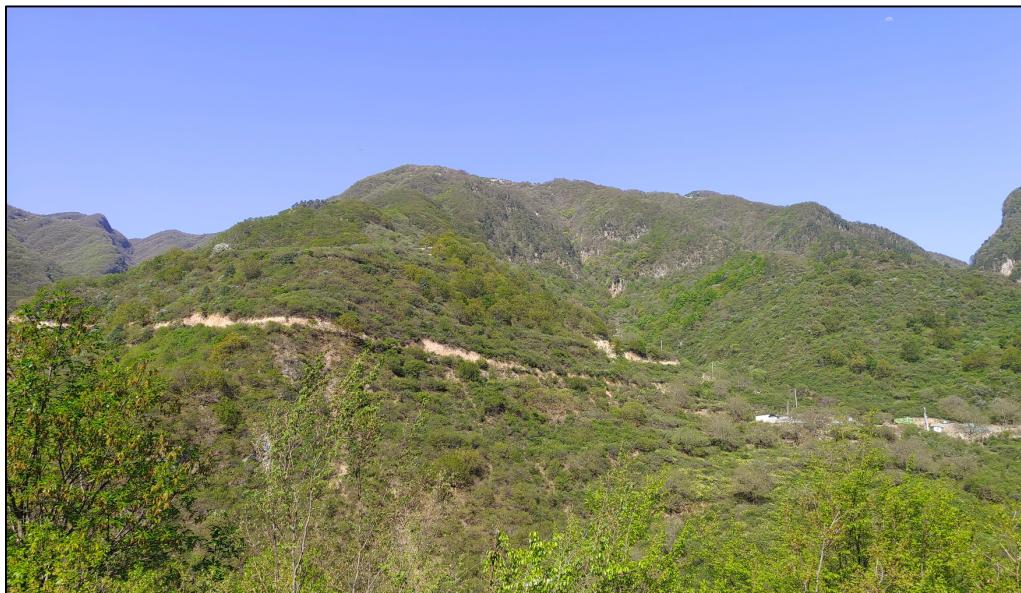
陇县属陇山山地和渭北黄土侵蚀地貌，县域内发育的地貌类型有山地、丘陵、沟壑、塬、梁峁和河谷阶地等。矿区位于陇县西北部，属强烈切割的中山地区地貌，区内最高海拔 2000.7m（八仙崖沟沟垴），最低海拔 1210.0m（对窝沟口），最大高差 790.7m。区内地形陡峻，斜坡坡度一般在 25~60° 之间，局部为陡崖，植被发育。矿区内地形沟谷呈南北向树枝状展布，冲沟上游多呈 V 型。

矿区微地貌可分为中山、河谷区地貌两个单元。

中山区：包括矿区所在的斜崖沟、对窝沟大部地区。山体由一套碳酸盐岩地

层组成，岩石以白云岩、生物碎屑灰岩为主，地势陡峻，坡度  $25^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。第四系残坡积物在坡顶、坡脚部位较厚，一般厚 0.5~2.0 m，在坡中部、陡坡段较薄，一般 0.2~0.8 m，坡面植被发育，为常绿、落叶阔叶混交林覆盖。

河谷区：主要位于斜崖沟及对窝沟沟口地段，以冲洪积松散堆积的碎石土、黏土为主，夹杂有块石、漂石和中粗砂。河谷区植被以乔灌木林地为主。



照片 2-4 矿区内斜崖沟地貌（摄于斜崖沟沟口）

## （六）功能区划及评价标准

### （1）陕西省生态功能区划

根据陕西省生态功能区划，本项目所处的一级生态功能区渭河谷地农业生态区，二级生态功能区为渭河两侧黄土台塬农业生态功能区，三级分区属关山水源涵养区。区内主要的地质环境问题是天然植被破坏，主要功能是水源涵养和天然次生林保护。水源涵养的保护，采矿仅对采场直接影响的含水层进行必要疏干，将矿坑涌水收集后，经高标准处理，优先用于矿山生产、降尘、以及周边的生态灌溉，实现矿井水资源化利用，减少对外部水资源的索取和影响。可在矿区与重要水源地或林区之间建立地下帷幕墙，即通过向含水层中注入浆液，形成一道连续的防渗屏障，有效阻断采矿疏排水对保护区地下水的袭夺，将水位的下降控制在局部范围内。针对天然次生林保护，设立固定监测样点，长期监测森林群落结构、生物多样性、土壤水分、水质水量等关键指标的变化，对生态退化但具备自然恢复能力的区域，设立围栏、警示牌，实行长期封禁，减少人畜干扰，充分利用大自然的自我修复能力，促进森林正向演替。

## （2）生态环境保护规划

矿区属陇山南段，不属于秦岭地区，因此不受《陕西省秦岭生态环境保护条例》中相关条款的限制。

（3）根据陕西陇县秦岭细鳞鲑自然保护区功能区划及规划图，矿区不在秦岭细鳞鲑自然保护区区划及规划范围内。

## （4）环境影响评价执行标准

根据宝鸡市环境保护局回复函——《关于陇县景福山磷矿矿产资源开发利用项目环境影响评价执行标准的函》要求，矿区环境影响评价执行以下标准：

- ①地表水环境标准执行《地表水环境质量标准》(GB3838—2002) I 类标准；
- ②地下水环境标准执行《地下水质量标准》(GB/T14848—2017) III类标准；
- ③土壤环境质量标准执行最新发布的《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》(GB15618-2018) 和《土壤环境质量建设用地污染风险管控标准（试行）》(GB36600-2018) 标准；
- ④水环境保护：确需外排的废水，必须执行最严格的排放标准，特别是对重金属。

## 二、矿区地质环境背景

### （一）地层岩性

区域内出露地层为中元古界、古生界、中生界和第三系、第四系。元古界出露有中元古界蓟县系官道口群冯家湾组(Jxf)、古生界寒武系—奥陶系(Є—O)、中生界三叠系延长组(T2-3y) 和白垩系下统(K1)、第四系(Q4) 等。现将地层由下而上，从老到新简述如下：

#### （1）中元古界蓟县系：

冯家湾组 (Jxf)：该组地层主要分布于矿区中东部水眼沟一带，下部为灰色厚层块状灰白色砂质白云岩、粉晶白云岩为主、含少量硅质条带白云岩、产较丰富的叠层石（以锥叠层石为主,不分叉的柱状锥叠层石为次），中部为灰色中厚层-厚层状白云岩与簿板状泥质白云岩互层，偶含灰色、黑色燧石条带、团块，上部为灰色厚层状燧石条带白云岩夹泥质白云质板岩,产叠层石（以多次散开分叉的复杂柱状锥叠层石为主），厚度大于 500m。

#### （2）下古生界寒武系(Є)：寒武系按岩性特征又可分为寒武系下统(Є1)、

寒武系中统(€2)、寒武系上统(€3)。

### 1) 寒武系下统(€1)

寒武系下统(€1)分布于区域内中部,按岩性组合特征自下而上又可分为辛集组、朱砂洞组、馒头组。

辛集组(€1x):为矿区含矿地层,按岩性特征分为两个岩性层:

第一岩性层(€1X1):其岩性为底砾岩,中-细砾结构,块状构造。砾石主要为硅质白云岩,少量燧石,胶结物为钙镁质。厚度14.40米。地层产状250-270°∠40-490。与下伏冯家湾组(Jxf)地层呈角度不整合接触。

第二岩性层(€1X2):底部为杂色页岩,为含磷岩系底板标志层;中部自下而上为角砾状磷块岩、矿体(含磷页岩、含胶磷矿角砾岩、似鲕状磷块岩);上部为生物碎屑灰岩,中簿层粉晶白云岩,各岩性层间呈整合接触关系,地层产状250-270°∠32°-60°。第二岩性层总厚度17m,与第一岩性层呈整合接触。

朱砂洞组(€1z):下部岩性为灰、深灰色厚-簿层状白云质粉砂岩及厚层含砾屑、砂屑、鲕状白云岩,上部岩性为浅灰白色中簿层(含藻屑)粉晶白云岩,厚度77m,与下伏辛集组(€1X)地层呈整合接触。

### 2) 寒武系中统(€2)

馒头组(€2m):分布于矿区西部,底部为厚层状细晶白云岩,局部夹页岩(€2m1)、中部为簿层状粉晶白云岩、鲕状灰岩、泥质灰岩(€2m2),顶部为中厚状砂质白云岩,页岩夹中厚层状泥质灰岩(€2m3)。厚度239-435m。与下伏朱砂洞(€1z)地层呈整合接触。

张夏组(€2z):分布于矿区西北角。下部岩性为浅灰色簿层状竹叶状灰岩、砾屑灰岩,中上部岩性为深灰色、灰色中厚层砂质灰岩夹泥质灰岩、含白云质砂屑鲕状灰岩,厚105米。与下伏寒武系下统馒头组(€1m)地层呈整合接触。

### 3) 寒武系上统:

三山子组(€3s):位于矿区外围。岩性为灰白色中厚层状粉晶-细晶白云岩、灰质白云岩夹簿层状白云质灰岩,含头足、腹足类及三叶虫化石,厚度95-200米。与下伏寒武系中统张夏组(€2z)地层呈整合接触关系。

## (3) 下古生界奥陶系

马家沟组(O<sub>2m</sub>):该组地层分布在西部及西南部,底部岩性为浅灰色厚层状微晶砂屑夹缝合线砾屑灰岩、含腹足类化石,下部岩性为褐黄色中厚层状瘤状灰

岩夹薄板状泥灰岩,富含腹足、腕足、海百合茎等化石,中上部岩性为浅灰白色、浅灰色厚层状细晶砾屑灰岩、鲕状灰岩、豹皮灰岩。产腹足类、腕足类、头足类牙形石及笔石等化石,厚度 423m。与下伏寒武系上统三山子组 ( $\epsilon_{3s}$ ) 地层呈平行不整合接触关系。

#### (4) 中生界三叠系

1) 延长组 ( $T_{2-3y}$ ): 分布在西部,下部岩性为浅灰绿色中薄层状铁质长石细砂岩、偶夹泥岩,中-上部岩性为浅灰绿粉砂岩夹互层泥岩、粉砂质泥岩。厚度 236.3m。与下伏奥陶系中统马家沟组 ( $O_{2m}$ ) 呈断层接触关系。

#### 2) 白垩系

出露下部六盘山群和上部保安群。

六盘山群自下而上分为三桥组 ( $K_{1s}$ )、和尚铺组 ( $K_{1hs}$ )、李洼峡组 ( $K_{1lw}$ ),为一套碎屑岩建造。西南角见李洼峡组 ( $K_{1lw}$ ) 出露,以紫红色中-厚层状富长石砂岩含砾岩屑细砂岩夹紫红色泥岩,含砾泥岩和粉砂岩夹含铜砂岩,该层是区内的赋铜层位,铜矿物赋存于砂砾岩的孔隙及砾石的表壳,属沉积型铜矿床。厚度大于 967 米。与下伏和尚铺组 ( $K_{1hs}$ ) 呈整合接触关系。

保安群 ( $K_{1jc}$ ) 泾川组分布在北部-东北部一带,岩性为浅兰灰、紫红色泥岩、砂质泥岩、砂岩、砂砾岩。

#### (5) 新生界新近系

1) 甘肃群 ( $N_{1G}$ ): 分布在东南角,岩性为紫红色及棕红色粘土岩,富含钙质结核。底部多见砂砾岩层,其砾石成份以花岗岩及片麻岩为主,磨圆度较好,为河流相沉积,厚度 188 米。与下覆地层呈角度不整合接触关系。

2) 第四系 ( $Q_4$ ): 由黄土夹数层古土薄层组成,底部为砂砾石层。在河沟谷地带及低洼地带为砂砾石、亚砂土、亚粘土及风成砂。厚度 3-10m。

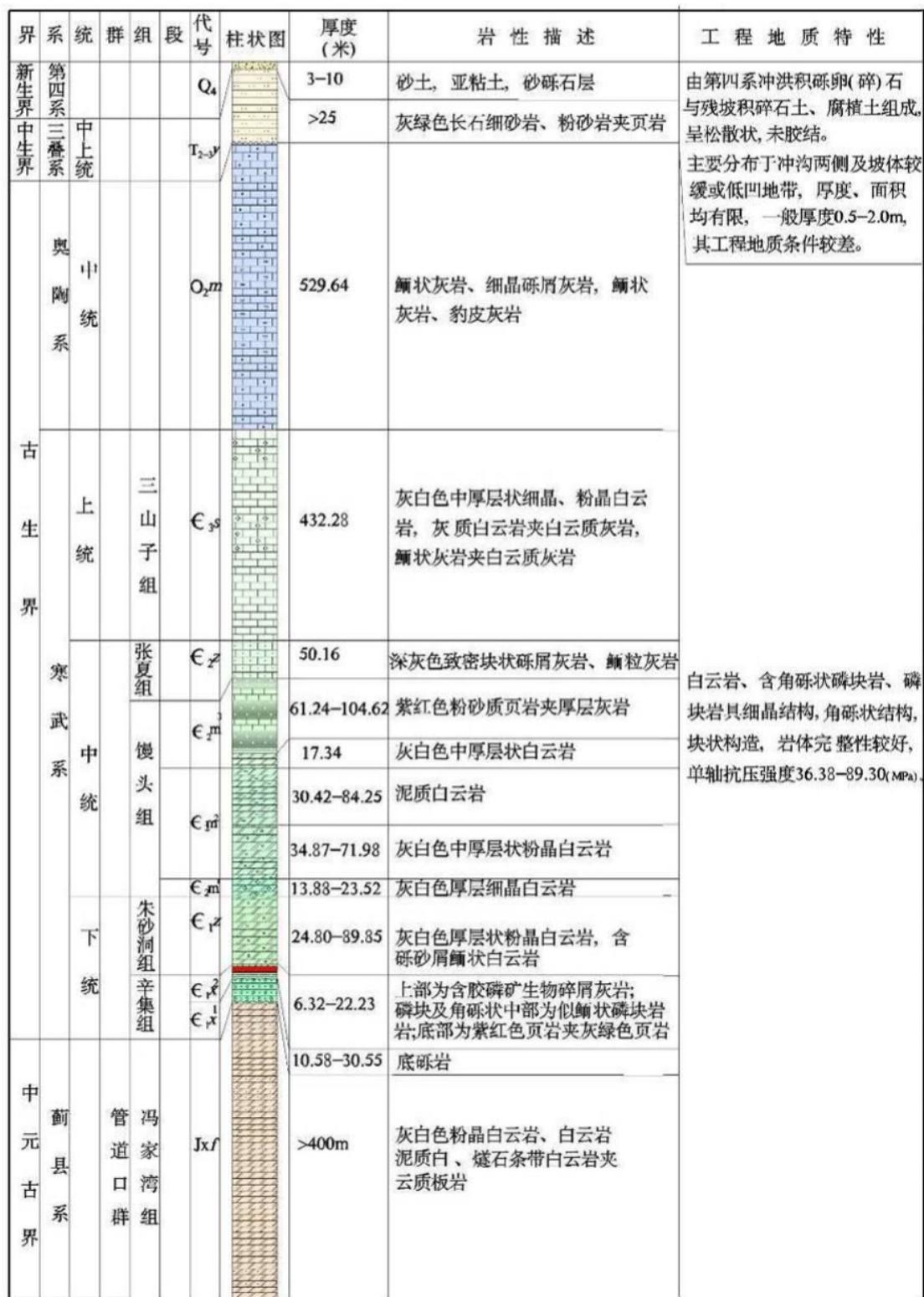


图 2-5 矿区地层结构综合柱状图

## （二）岩浆岩

矿区内未见岩浆岩出露。

### (三) 构造

矿区位于华北古陆西南部边缘, 陇县固关镇六股槐—金山寺与新集川—柳曲塬断裂带之间。区域主体构造走向线为北北东-南南西向, 褶皱构造不发育, 断层构造以北西向为主, 北北东向次为。

### (1) 褶皱

矿区为一向西倾斜的单斜构造, 控矿岩层及矿体受此单斜构造控制明显, 一般顺层产出, 总体产状西倾, 倾向  $255^{\circ} \sim 290^{\circ}$ , 倾角  $38^{\circ} \sim 48^{\circ}$ 。

### (2) 断裂

矿区断裂构造有北北东向和北西向两组, 其中北西向断裂 F11、F12 控制着 KIII 矿体南北两端, 北东向断裂为 KIII 矿体东侧的顺层断裂 F6。

**F11 断裂带:** 带长 1.27km, 断层破碎带宽 10.0~35m, 破碎带内可见角砾岩和碎裂岩。断层产状  $5 \sim 15^{\circ} \angle 56 \sim 78^{\circ}$ 。断裂带北盘地层向西位移, 南盘地层向东位移, 断距达 30~50m, 断层性质为逆断层。该断裂带分布于矿区北部, 并将 KIII、KII 矿体错断。

**F12 断裂带:** 分布于矿区南端, 断裂带长大于 4.0km, 断层破碎带宽 100~150m, 破碎带内可见角砾岩和碎裂岩。断层产状  $5 \sim 35^{\circ} \angle 66 \sim 78^{\circ}$ , 断裂带北盘地层向西位移, 南盘地层向东位移, 断距达 500m, 断层性质为逆断层。

**F6 断裂:** 分布于 KIII 矿体的东侧, 断裂带长大于 3.5km, 断层产状  $270 \sim 300^{\circ} \angle 62 \sim 78^{\circ}$ 。断层破碎带宽 3~5m, 破碎带内可见角砾岩和碎裂岩。断层性质为逆断层。

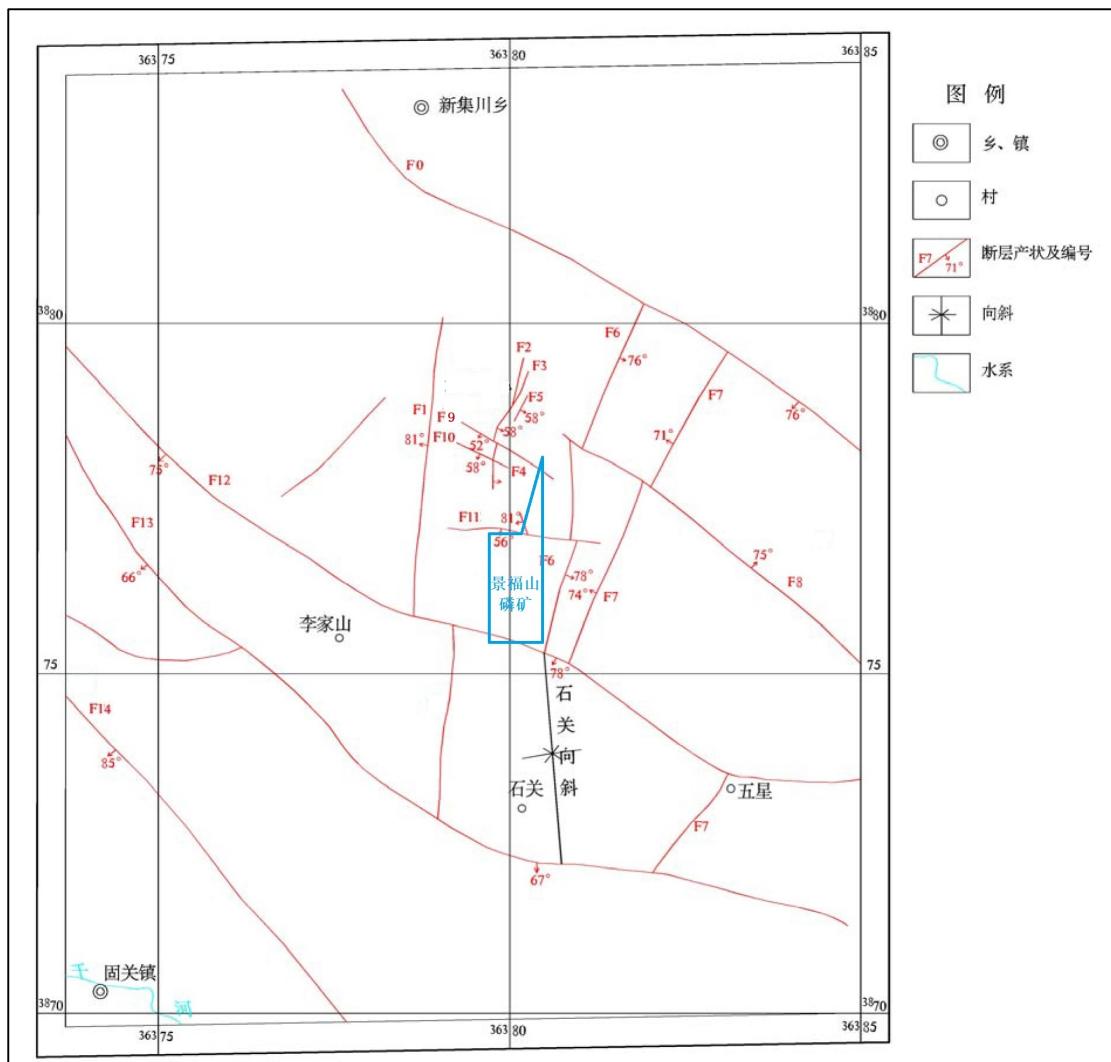


图 2-6 矿区构造纲要图

#### (四) 地震

陇县位于我国南北地震带的北段，陇西旋扭构造带与祁、吕、贺山字型构造体系前弧和脊柱交接复合部位。县境西北与地震活动异常强烈的西（吉）、海（原）、固（原）地区接壤，连同宝鸡一线是鄂尔多斯地台南缘的地震活动区。据《陇县志》记载，1704年8月陇县发生7级地震，“相公山倾，死伤无数”；1920年12月宁夏海原县发生8.5级地震，波及本县，“南原一带陷裂大穴数十丈”，死500多人。解放后陇县共发生30次4级以下地震，平均每2次。2008年5月12日汶川大地震矿区也未出现大面积崩塌、滑坡等不良不稳定地质体现象。也未出现陈旧土房倒塌现象。

根据全国地震峰动值加速度图及全国主要城镇地区抗震设防烈度, 陇县抗震设防烈度为Ⅶ度, 设计地震加速度为  $0.15g$ , 地震动反应谱特征周期为  $0.40s$ 。

## (五) 水文地质

### (1) 区域水文地质特征

景福山磷矿床位于渭北黄土高原西北部，六盘山东端，景福山山地。景福山磷矿床地处千河一级支流石罐沟左岸，由景福山—八仙崖沟脑—斜崖沟一带，最高海拔为高圪垯 2032.4 米，最低海拔为石罐沟河道，最低侵蚀基准面标高 1246.7 米，地形切割深度一般 200~500m。矿区一带出露大面积的白云岩，多见陡峻地形，属中等切割的中山区地貌。

根据含水介质及埋藏条件，区域地下水分为：基岩孔隙裂隙水、碳酸盐岩裂隙岩溶水、松散岩类孔隙水三类。

#### 1) 基岩孔隙裂隙水

主要分布于陇县西南部，地下水赋存于岩浆岩、变质岩及白垩系，新近系砂砾岩、砂岩构造裂隙带、风化壳中，以裂隙水为主，单井出水量 2~46.9m<sup>3</sup>/d。由于受岩石的结构影响，区内地下水补给条件差，主要接受大气降水补给，沿基岩风化裂隙、裂隙发育带径流，常以下降泉和渗水点的形式排泄。一般泉流量 9.56~41.12m<sup>3</sup> / d。水量贫乏，受季节影响较大，遇降雨时水量剧增，排泄点多，直接影响斜坡的稳定。

#### 2) 碳酸盐岩裂隙岩溶水

分布于景福山、清凉山区，含水层主要为硅质胶结灰岩，赋存于岩溶裂隙和孔洞中，接受大气降水和地表水补给，沿溶隙、暗河径流，以泉、暗河排泄、单泉流量 8.8~38.7m<sup>3</sup>/d。

#### 3) 松散岩类孔隙水

主要分布于千河断陷盆地及其两侧阶地的第四系砂、卵石层中，以潜水为主。地下水接受大气降水补给，以侧向径流形式排泄，单井出水量>1000m<sup>3</sup>/d，由于降水入渗条件好，对形成不稳定地质体影响不大。斜坡地带黄土中，由于土层较薄，土质疏松，孔隙发育，储水条件差，水量贫乏，降雨极易入渗，当下降伏基岩相对隔水时，沿基岩顶面易形成滑动面。

### (2) 矿区含水层的分布及特征

根据地下水含水介质、赋存条件、水动力特征，矿区地下水可以划分为第四系松散岩类孔隙水、中山基岩裂隙水两大类。第四系松散岩类孔隙水包括第四系黄土孔隙潜水、第四系坡积洪冲积物孔隙水；中山基岩裂隙水包括块状基岩裂隙

水、层状基岩裂隙水、基岩构造裂隙水。强风化层并入松散岩类孔隙裂隙水含水岩组，中一弱风化层裂隙含水岩组为极弱富水（天然泉水流量 $\leq 1.0\text{L/s}$ ）。

### 1) 第四系松散岩类孔隙含水岩组

#### ①第四系黄土孔隙潜水

一般为黄土、粘土、腐殖土含水层，厚度大多小于1米。在矿区西南角一带发现黄土土层厚度4-5米，均为孔隙潜水。第四系黄土孔隙水主要接受大气降水渗入补给，富水性弱—极弱。

#### ②第四系坡积洪积物孔隙潜水

主要分布于斜崖沟两岸斜坡地带、沟底，含水层岩性为残坡积、洪积砂砾石、碎石、强风化破碎岩石，主要由不同粒径的砾、卵、漂（碎）石及碎石土等混合组成。山坡上该层厚度一般 $\leq 1\text{米}$ ，沟谷厚1-3m。地表无泉水出露。主要接受大气降水渗入补给。富水性分布不一，透水性好。地下水位和水量随季节性变化较大，其主要受大气降水和两侧基岩裂隙水的补给。排泄以地下径流与蒸发形式为主。含水层分布范围小，补给源不足，水量贫乏，富水性弱。

### 2) 中山基岩裂隙水

#### ①块状基岩裂隙水

辛集组第一岩性层( $\epsilon_{1x^1}$ )：底砾岩。块状构造。砾石主要为硅质白云岩，胶结物为钙镁质。底砾岩以风化裂隙水为主，富水性弱，根据PD1490平硐揭露，裂隙影响深度一般5-20m。自浅而深，岩石裂隙虽然仍有一定发育，但裂隙的闭合性较好，连通性差，地下水接受降水补给、运移和储集的条件极差，深部具有阻水构造特征。地下水贫乏，富水性弱。

#### ②中厚层状基岩裂隙水

矿区出露地层主要为寒武系一套碳酸盐、碎屑岩地层，包括辛集组( $\epsilon_{1x}$ )、朱砂洞组( $\epsilon_{1z}$ )、馒头组( $\epsilon_{2m}$ )、张夏组( $\epsilon_{2z}$ )，岩性为细晶白云岩、粉晶白云岩、泥质灰岩、粉砂岩、磷块岩等，根据3个中段坑道编录，岩溶不发育，均属基岩裂隙含水层。基岩裂隙含水层分布范围较广，属于弱富水。

寒武系下统朱砂洞组( $\epsilon_{1z}$ )：该含水层系矿区主要含水层之一，分布在矿区西侧，紧邻含磷岩系，大体呈SN向展布。岩性由灰白色厚层状白云质粉砂岩及厚层含砾屑、砂屑、鲕状白云岩、灰白色中薄层（含藻屑）粉晶白云岩组成，厚度77米，裂隙发育不均，主要为构造裂隙、风化裂隙形成的裂隙含水层，富水

性弱。

寒武系下统馍头组( $\epsilon_{1m}$ )：该含水层为矿区主要含水层之一，主要分布在矿区西侧一带，大体呈 SE 向展布，厚度 300-700m 不等，岩性由中厚层状细晶白云岩、粉晶白云岩、泥质灰岩组成，裂隙发育不均，主要为构造裂隙，风化裂隙次之，富水性弱。

寒武系下统张夏组( $\epsilon_{1z}$ )：该含水层系矿区次要含水层，分布于西侧边缘，厚度 200-500m 不等，岩性以浅灰色薄层状竹叶状灰岩、砾屑灰岩，深浅灰色中薄层鲕状灰岩夹中厚层含白云质砂屑鲕状灰岩为主，裂隙较发育，且不均匀，主要为构造裂隙，风化裂隙次之，富水性弱。

### ③中薄层状基岩裂隙水

寒武系下统辛集组第二岩性层( $\epsilon_{1x^2}$ )：为含磷岩系。岩性包括（含磷）生物碎屑灰岩、角砾状磷块岩、似鲕状磷块岩、杂色含磷页岩组成，中-薄层状，厚度 1-5 米。坑道水文地质编录发现，岩体层理及面理间常见潮湿或微弱渗水，流量 $<0.1\text{L/s}$ ，富水性弱。

### ④基岩构造带裂隙水

基岩裂隙以风化裂隙、节理劈理为主，普遍发育，深部连通性差，含水性弱。根据坑道编录，白云岩、生屑灰岩、含磷岩系、底砾岩中，小断层及裂隙较为常见，形成基岩构造带裂隙水。因坑道揭露，部分断层裂隙滴水、渗水，形成下渗泉。在 PD1560、PD1525 平硐中，个别碳酸盐岩中的断层带见有岩溶空隙，形成断层破碎带裂隙水，具有蓄水导水功能，调查期间已疏干，预计雨季可短暂恢复渗漏水，是矿坑充水的主要来源。构造带裂隙水受大气降水补给，具有滞后效应，涌水量大小与裂隙的大小及连通性有关。调查期间观测，泉流量 $\leq 0.01\text{L/s}$ ，富水性弱。

综上，基岩构造带裂隙水为弱富水性含水层。

## （3）矿床水文地质特征

矿区当地最低侵蚀基准面 1246.70m（斜崖沟口），开发利用方案设计矿体最低开采标高为 1317m，以上，高于当地最低侵蚀基准面。矿体开采区位于斜崖沟东侧斜坡地段，地形有利于自然排水。矿床属基岩裂隙含水层充水为主的水文地质条件简单的矿床。

矿体主要赋存于辛集组第二岩段 ( $\epsilon_{1x^2}$ ) 中部—含磷岩系（含磷页岩、角砾

状磷块岩(含胶磷矿角砾岩)、似鲕状磷块岩)中,弱富水性;矿体顶板为辛集组第二岩段( $\epsilon_{1x^2}$ )上部生物碎屑灰岩、中簿层粉晶白云岩,间接顶板为朱砂洞组( $\epsilon_{1z}$ )厚-簿层状白云质粉砂岩及厚层白云岩,弱富水性;底板为辛集组第二岩段( $\epsilon_{1x^2}$ )角砾状磷块岩和杂色页岩(厚6.20m),杂色页岩为相对隔水层,间接底板为底砾岩和冯家湾组(Jxf)中厚层白云岩,弱富水性和透水性。

矿体上盘生物碎屑灰岩、白云岩及含矿层中的基岩裂隙水相互贯通,在矿床开采过程中通过裂隙自身与采矿坑道沟通的裂隙进入坑道内,成为坑道充水的主要来源。

根据前期探矿资料,PD2(1898m)、PD3(1888m)平硐中生物碎屑灰岩无滴水现象,而在PD5(1848m)平洞中生物碎屑灰岩与构造破碎带(F11)、页岩地段大部干燥,局部潮湿且无任何滴水现象,矿坑无涌水现象发生。矿体及顶底板围岩仅为弱富水性含水岩组。

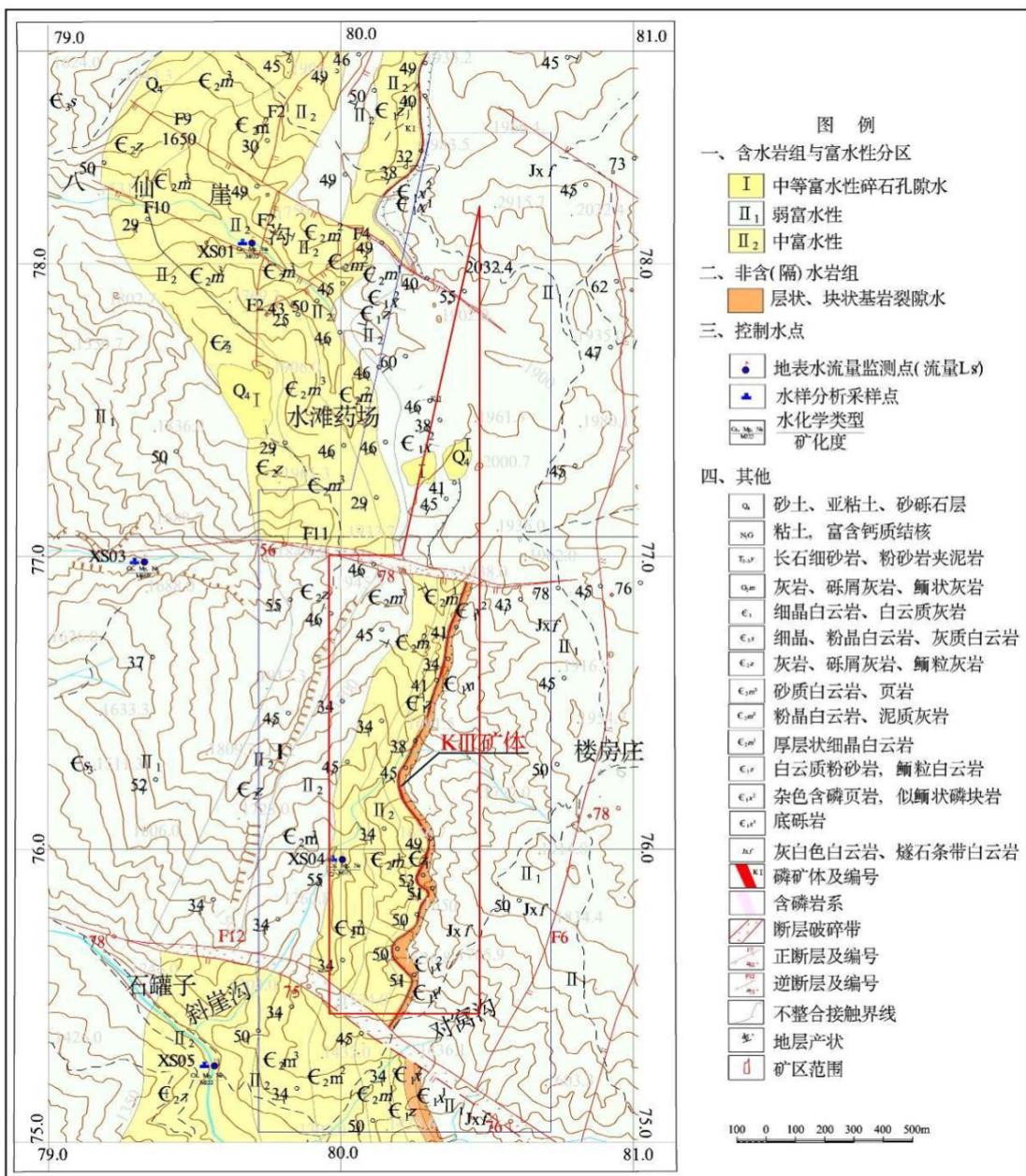


图 2-7 矿区水文地质图

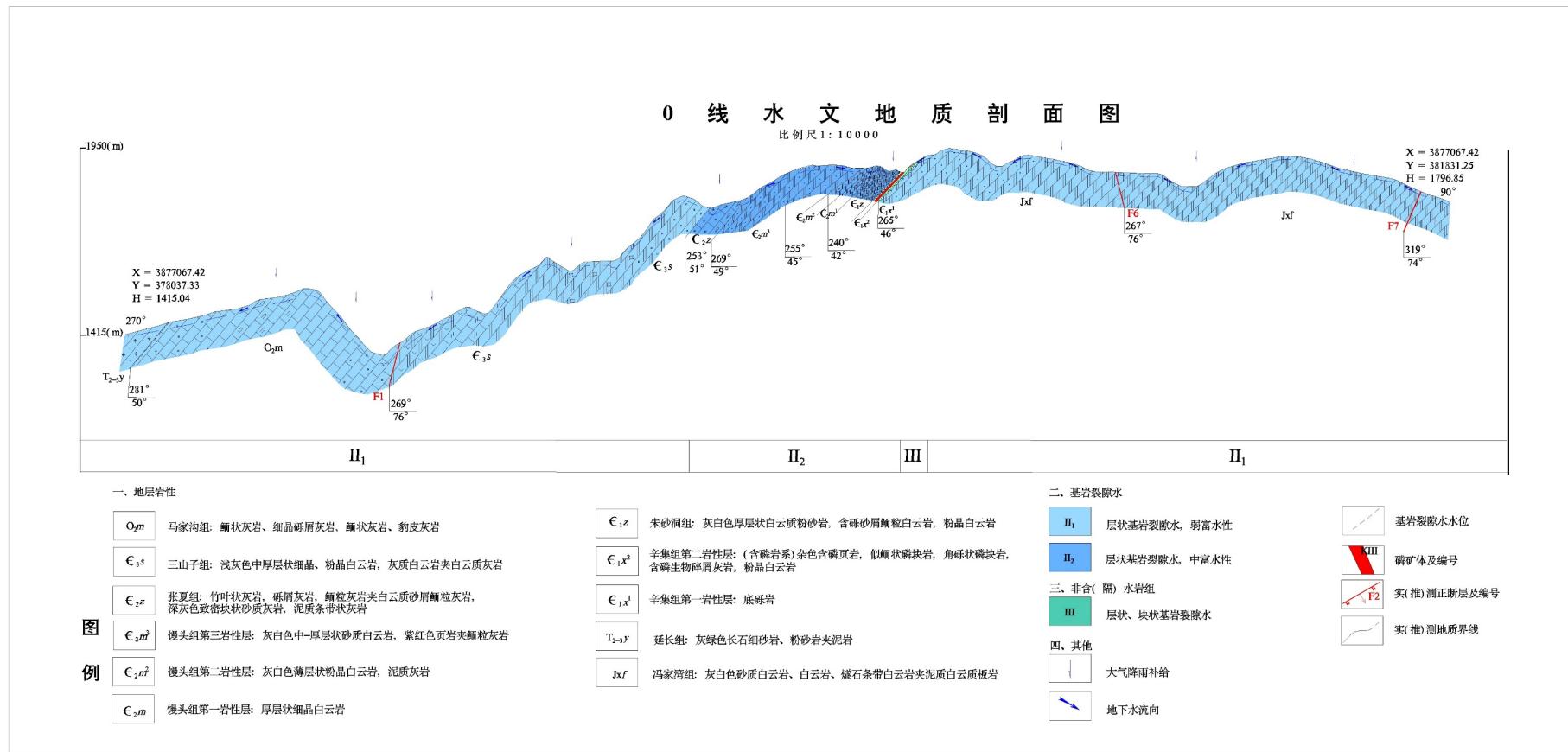


图 2-8 矿区水文地质剖面图

## (六) 工程地质

### (1) 岩土体工程地质类型

矿区出露地层按其岩性、结构构造。岩石力学强度等可划分为中坚硬岩类工程地质岩组和松散软岩类工程地质岩组两类。

#### 1) 中坚硬岩类工程地质岩组特征

该岩组岩性由白云岩、生物碎屑灰岩、含角砾状磷块岩、磷块岩矿石等构成。

白云岩、生物碎屑灰岩、含角砾状磷块岩、磷块岩具细晶结构、角砾状结构，块状构造，岩体完整性较好，岩石单轴抗压强度  $36.38\sim89.30\text{ MPa}$ 。

#### 2) 松散软岩类工程地质岩组

该岩组由第四系冲洪积砾卵(碎)石与残坡积碎石土、腐植土组成，呈松散状，未胶结。主要分布于冲沟两侧及坡体较缓或低凹地带，厚度、面积均有限，一般厚度  $0.5\sim2.0\text{ m}$ ，其工程地质条件较差。

### (2) 矿床的工程地质特征

矿体顶板围岩为生物碎屑灰岩、中簿层白云岩，磷矿体主要为含磷页岩、含胶磷矿角砾岩、似鲕状磷块岩等，底板围岩为角砾状磷块岩和杂色页岩(厚  $6.20\text{ m}$ )，间接底板为底砾岩和冯家湾组(Jxf)中厚层白云岩。

据《陕西省陇县景福山磷矿资源储量核实报告》，陇县景福山磷矿的矿体及顶底板围岩工程地质特征(见表 2-1)如下：

#### 1) 生物碎屑灰岩

岩石干燥状态下单轴抗压强度  $36.38\sim41.67\text{ MPa}$ ，饱和状态下单轴抗压强度  $24.80\sim27.79\text{ MPa}$ ，软化系数  $0.60\sim0.76$ ，属不易软化的半坚硬岩类岩石。

#### 2) 磷矿体

矿石干燥状态下单轴抗压强度  $44.65\sim89.30\text{ MPa}$ ，饱和状态下抗压强度  $19.18\sim59.53\text{ MPa}$ ，软化系数  $0.43\sim0.67$ ，属不易软化的半坚硬岩类岩石。

#### 3) 角砾状磷块岩

岩石干燥状态下单轴抗压强度  $52.10\sim70.87\text{ MPa}$ ，饱和状态下单轴抗压强度为  $20.93\sim30.86\text{ MPa}$ ，软化系数  $0.40\sim0.44$ ，属不易软化的半坚硬岩类岩石。

矿体围岩白云岩岩石 RQD 加权平均值为 85%，岩石质量等级为Ⅱ级，岩石质量为良好，矿体(带) RQD 加权平均值 92%，岩石质量等级为Ⅱ级，岩石质量为良好。

总体来看,矿区除在断层破碎带地段易发生垮塌、掉块等不良工程地质现象外,其余地段矿床矿体及顶底板围岩岩石稳定性和稳固性较好,有利于矿床开拓井巷及开采硐室的稳定,采矿硐室及围岩在采矿期间可基本稳定。

表 2-1 陇县景福山磷矿矿区岩石力学测试样测定结果表

| 样品<br>编号 | 岩性     | 取样<br>位置 | 比重<br>g/cm <sup>3</sup> | 吸水<br>率% | 单轴抗压强度        |               | 软化<br>系数 | 岩石点荷载强度指数     |               |
|----------|--------|----------|-------------------------|----------|---------------|---------------|----------|---------------|---------------|
|          |        |          |                         |          | 干燥<br>Rd(MPa) | 饱和<br>Rw(MPa) |          | 干燥状态<br>(PLs) | 饱和状态<br>(PLs) |
| LH1      | 生物碎屑灰岩 | 顶板       | 2.67                    | 1.92     | 41.67         | 24.80         | 0.60     | 2.333         | 1.389         |
| LH2      | 磷矿石    | 矿体       | 2.92                    | 2.03     | 89.30         | 59.53         | 0.67     | 5.000         | 3.333         |
| LH3      | 角砾状磷块岩 | 底板       | 2.90                    | 2.05     | 52.10         | 20.93         | 0.40     | 2.917         | 1.172         |
| LH4      | 生物碎屑灰岩 | 顶板       | 2.65                    | 1.81     | 36.38         | 27.79         | 0.76     | 2.037         | 1.556         |
| LH5      | 磷矿石    | 矿体       | 2.86                    | 2.28     | 44.65         | 19.18         | 0.43     | 2.500         | 1.074         |
| LH6      | 角砾状磷块岩 | 底板       | 2.82                    | 2.54     | 70.87         | 30.86         | 0.44     | 3.968         | 1.728         |

### (七) 矿体地质特征

磷矿体赋存于寒武系下统辛集组一套含生物碎屑灰岩、似鲕状磷块岩、含角砾状磷块岩、灰绿色或褐红色页岩(即含磷岩系)中。矿体顶板围岩为含磷生物碎屑灰岩,底板围岩为角砾状磷块岩为主,局部为杂色页岩;含磷岩系层位稳定,分布范围较大,赋磷矿层区域具有一定的规模,矿区内赋磷矿层断续出露长度大于3500m,由于北西向断裂的错动,造成矿层不连续,储量核实工作圈出了三条磷矿体(KI、KII、KIII),但KI矿体全部和KII矿体的大部分处于采矿证以外,本次设计的KIII矿体特征分述如下:

KIII矿体:KIII矿体位于矿区南部第三矿段内,南起15号勘探线,北至1号勘探线,含磷岩系(磷矿化带)呈近南北向展布,出露长度1500m。矿体长度1207m,矿体地表出露标高1552-1754m,矿体地下断续总长度1000米,深部最低工程见矿标高1352米。矿体赋存标高1754-1317米,矿体埋深50-230米,其中13线控制矿体倾向斜深最深大,约303米。

矿体长度1207m,厚度0.54~2.92m,平均厚度1.40m,厚度变化系数42.30%,P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>品位12.46~34.94%,平均品位21.11%,品位变化系数29.63%,有用组分较均匀。

矿体赋存于寒武系下部辛集组含磷岩系中,顶板为含生物碎屑灰岩,底板为红色页岩。矿体呈似层状顺层产出,矿体产状270°±45°±。

### 三、矿区社会经济概况

#### (一) 矿区社会经济

景福山磷矿位于宝鸡陇县温水镇地域，距县城 7km，与甘肃省接壤。全镇辖 24 个行政村，179 个村民小组，10032 户 40510 人，总面积 155.27km<sup>2</sup>。

2022 年陇县实现生产总值 114.94 亿元，按不变价格计算，增长 3.4%。分产业看，第一产业增加值 24.54 亿元，增长 4.2%；第二产业增加值 46.52 亿元，增长 2.0%；第三产业增加值 43.88 亿元，增长 4.4%。三次产业结构为 21.4:40.5:38.1；与去年相比一产下降 0.1 个百分点，二产下降 0.5 个百分点，三产提高 0.6 个百分点；三次产业贡献率分别为 18.5%、31.4% 和 50.1%，分别拉动 GDP 增长 0.9、0.8 和 1.7 个百分点。按常住人口计算，全县人均地区生产总值 56662 元。全县非公有制经济增加值 56.57 亿元，占地区生产总值的 49.22%。

2023 年全陇县地区生产总值增长 2.3%。第一产业增长 4.4%，增幅较上年提高 0.2 个百分点；第二产业增长 2.0%，增幅与上年持平；第三产业增长 1.5%，增幅较上年下降 2.9 个百分点。全县非公有制经济增加值占地区生产总值的 50.95%。三次产业结构为 24.7:34.0:41.3。与 2022 年相比一产提高 3.3 个百分点，二产下降 6.5 个百分点，三产提高 3.2 个百分点；三次产业贡献率分别为 43.3%、32.1% 和 24.6%，分别拉动 GDP 增长 1.0、0.7 和 0.6 个百分点。按常住人口计算，全县人均地区生产总值 50510 元。

2024 年地区生产总值增长 4.4%，固定资产投资增长 15.9%，地方财政收入同口径增长 9.2%，规上工业增加值增长 12.4%，社会消费品零售总额增长 7.4%，城乡居民人均可支配收入分别增长 5.3% 和 7%。全县奶山羊存栏新增 3.6 万只，交奶场户增加 33 户，生鲜乳产量增长 46%，奶农收入增长 28.5%。工业用电量增长 2.03%，企业研发投入、技术合同成交额分别增长 33.3%、15.4%。新增市场主体 1107 户、个转企 6 户。

矿区所属温水镇自然资源丰富，生产条件优越，地理位置独特，镇党委、镇政府带领全镇人民强基固本，张扬优势，依靠科技进步和项目带动，不断强化基础设施和小城镇建设，扩张三大骨干产业（畜牧、烤烟、非公经济），壮大五项特色经济（核桃、柿子、制种、蔬菜、劳务输出）。据镇政府统计全镇辖 16 个行政村 182 个村民小组，10557 户 40197 人。辖区总面积 325 平方公里，耕地 10.3

万亩，人均耕地面积 2.57 亩，林地 16 万亩，人均可支配收入 13993 元。

矿区位于陇山中山区，区内植被茂盛，近沟谷处为灌木林带，树林茂密，较少发生山体滑坡、泥石流等不稳定地质体。区内无居民点，矿区北 5km、南 15km 外才有零星村落，居民多沿勘查区外沟谷分布。矿山所用人力及食物需从外部输入。矿区无工矿企业，工业经济落后。

矿区通信条件一般，移动通信能满足矿山生产及生活需要。

## （二）矿山经济

依据《陇县景福山磷矿矿产资源开发利用方案》以及《陇县景福山磷矿矿山建设可行性报告》的相关分析，自 2000 年以来，我国磷矿及磷化工产品供不应求的矛盾越来越突出，磷矿石价格也不断上涨。当前国内 28% 磷矿价格约在 300 元/吨左右；32% 磷矿价格已近 400 元/吨，较前两年磷矿价格每吨上涨约 100 元。因此，磷矿石价格在供需作用下，价格上涨幅度较大，行情一路走高，磷矿石价格近两年的涨幅超过 200%。在国内磷矿资源稀缺程度和产业集中度的提高基础上，预计未来国内磷矿石价格的将保持在一个较高的水平上。景福山磷矿投产采出的矿石直接销售给宝鸡新科农业经济发展有限公司，根据协议销售价格为 260 元/吨原矿，可实现年均利润总额为 707.19 万元，年均所得税为 176.80 万元，年均净利润为 530.39 万元。容易得知该矿山有一定的经济效益，也有明显的社会效益。

## 四、矿区土地利用现状

据陇县自然资源局提供的项目区最新 1:1 万标准分幅土地利用现状图，据陇县自然资源局提供的项目区最新 1:1 万标准分幅土地利用现状图(I48G0024075、I48G0024076, 2023 年 12 月更新调查数据)，按《土地利用现状分类》(GB/T21010-2017) 地类划分方式统计了陇县景福山磷矿项目区土地利用现状数据。景福山磷矿项目区土地类型包含一级类型 3 类，即林地、交通运输用地和工矿仓储用地；二级地类 4 个，即乔木林地、公路用地、农村道路及采矿用地。结果见表 2-2 及附图 2。

表 2-2 项目区土地利用现状表

| 地类   |      | 占地面积 (hm <sup>2</sup> ) |      |    | 占总面积比例 |
|------|------|-------------------------|------|----|--------|
| 一级地类 | 二级地类 | 划定矿                     | 划定矿区 | 合计 |        |
|      |      |                         |      |    |        |

|    |        |      |      | 区范围     | 范围以外   |         | (%)   |
|----|--------|------|------|---------|--------|---------|-------|
| 03 | 林地     | 0301 | 乔木林地 | 95.7910 | 0.1179 | 95.9089 | 99.60 |
| 10 | 交通运输用地 | 1003 | 公路用地 | 0       | 0.0144 | 0.0144  | 0.01  |
|    |        | 1006 | 农村道路 | 0.1393  | 0.0424 | 0.1817  | 0.19  |
| 06 | 工矿仓储用地 | 0602 | 采矿用地 | 0       | 0.1936 | 0.1936  | 0.20  |
|    |        |      |      | 95.9303 | 0.3683 | 96.2986 | 100.0 |

陇县景福山磷矿原探矿平硐区、设计的多数中段平硐口、风井口等均位于划定矿区范围内，但采矿工程中 1490m 硐口及坑口场地、采矿工业场地、办公生活区、废石临时堆放场位于划定矿区范围外，因此项目区面积=划定矿区范围面积（95.9303hm<sup>2</sup>）+划定矿区范围外工程占地面积（0.3683hm<sup>2</sup>）=95.9303+0.3683=96.2986hm<sup>2</sup>。

## 五、矿山及周边其他人类重大工程活动

### (1) 矿区人口分布

矿区位于渭北黄土高原西北部，祁连山东端，区内地形陡峻，植被茂密。除 2 名矿山临时巡护人员外，矿区无常驻人口。矿区建成后，矿山劳动定员 60 人。

### (2) 矿区及周边重要工程设施分布情况

经调查，矿区及周边无大中型水利、电力工程，无铁路及二级以上公路通过，无通讯线路等设施。但矿区西北紧邻陕西省龙门洞森林公园，西南侧 500m 处为陕西陇县秦岭细鳞鲑自然保护区。矿区具体和二者的关系如下：

#### 1) 矿区与陕西省龙门洞森林公园的关系

陇县景福山磷矿为 2017 年 6 月宝鸡市国土资源局矿业权交易中心挂牌出让的采矿权，由陇县景福山矿业有限公司竞拍获得。由于原出让矿区范围涉及陕西省龙门洞森林公园保护区，陇县国土资源局对原出让矿区范围进行了调整，调整后的矿区范围内仅包括 KII 矿体南段局部及 KIII 矿体。陕西省国土资源厅【2017】9 号文《关于陕西省陇县景福山磷矿采矿权价款调整的通知》，对森林公园保护区内外磷矿资源储量进行分割，扣除保护区内储量，可出让的矿体仅为 KIII 矿体（储量\*\*\*\*\*万 t）。2018 年 3 月陕西省国土资源厅下发了《关于划定宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿区范围的批复》（陕国土资矿采划【2018】14 号），根据划定矿区范围批复，矿区范围由 5 个拐点圈定，矿区面积约 0.9596km<sup>2</sup>，

开采标高\*\*\*\*\*m。



图 2-9 矿区与陕西省龙门洞森林公园保护区的关系

## 2) 矿区与陕西陇县秦岭细鳞鲑自然保护区的关系

根据矿区划定范围和陕西陇县秦岭细鳞鲑自然保护区功能区划及规划图(见图 2-10), 矿区不在陕西陇县秦岭细鳞鲑自然保护区(包括核心区、缓冲区和实验区)范围内, 但矿区下游为石关沟河, 属细鳞鲑自然保护区的实验区, 因此矿区必须实施严格地表水和地下水保护措施, 严禁污水外排和矿山活动影响地表水。



图 2-10 陕西陇县秦岭细鳞鲑自然保护区功能区划及规划图

### 3) 矿区及周边主要人类工程活动

矿区及周边人类工程活动主要为地质探矿、农业耕种、林业植护。

### ①地质探矿工程

矿区及周边矿业开发以地质勘探为主，主要实施的地质工程包括槽探、钻探和地质填图等，其中探槽开挖和钻机平台修筑破坏矿区地表植被，容易造成水土流失，对矿区地貌景观影响较严重。目前矿区内地质勘探工程已停止，以往实施的槽探、钻探工程场地按照国土资源部门要求进行了回填、平整，植被已自然恢复，对矿区地质环境影响较轻。

评估区周边设置有五处探矿权，其中距离较近的为西南侧的陇县三桥铜矿普查，该矿业权位于景福山磷矿矿区下游，其探矿工程已实施了治理工程，再无其他探采活动，对评估区地质环境影响较轻。评估区东南侧的陇县水眼沟磷矿距离评估区较近但分别位于沟谷两侧，其探矿工程也实施了治理工程，再无其他探采活动，对评估区地质环境影响较轻。位于评估区西北侧的陇县二贤子铅锌矿普查和位于评估区西南侧的陇县周家渠磷矿距离评估区较远，对评估区地质环境影响较轻。

### ②林业植护活动

划定的矿区范围及周边除林业植护的城镇村大家及农村道路外，基本都属于林地，主要人类活动即林木的植护，对评估区地质环境影响较轻。

### ③修路、农业耕种活动

矿区南部石关沟河河谷两岸有农村道路及少量耕地，道路养护和农业耕种对矿区地质环境影响较轻。

综上所述，矿山及周边人类工程活动总体较弱。

## 六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

### （一）原《两案》执行情况

#### （1）原《两案》工程部署完成情况

西安西北有色物化探总队有限公司 2019 年 3 月编制完成《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》（以下简称《两案》），并通过陕西省自然资源厅专家评审，2019 年 7 月 8 日陕西省自然资源厅发布通过审查公告（陕自然资公告〔2019〕20 号）。《两案》的适用年限共计 5 年（即 2019 年 7 月至 2024 年 7 月），原《两案》提出的矿山地质环境保护与恢复治理工程见表 2-3。

表 2-3 方案适用期《两案》部署及完成情况一览表

| 年度  | 工程类型   | 两案设计工程   |  | 执行情况 |
|-----|--------|--|--|------|
|     |        | 工作任务   | 主要工作措施及工程量   |      |
| 第1年 | 地质环境治理 | 1、1420 主平硐口护面墙工程<br>2、废石场预防（截排水沟、拦挡坝及积渗池）工程<br>3、表土预防（截排水沟及拦挡墙）工程<br>4、采空区地面塌陷变形防护（警示牌）工程<br>5、矿山地质环境监测                        | 1、警示牌 2 块；<br>2、M7.5 浆砌片石 1493.09m <sup>3</sup> ；<br>3、C20 砼 57.67m <sup>3</sup> ；<br>4、基础开挖土方 1092.61m <sup>3</sup> ；<br>5、地基夯实（土）206.24m <sup>3</sup> ；<br>6、抹面 966.85m <sup>2</sup> ；<br>7、回填碎石 452m <sup>3</sup> ；<br>8、地质环境监测 140 点次                                    | 未完成  |
|     | 土地复垦   | 1、原 5 处探矿平硐口封堵及硐口渣堆土地复垦工程，复垦乔木林地 0.0819hm <sup>2</sup><br>2、表土剥离工程（采矿工业场地、废石场、办公生活区、炸药库）<br>3、表土养护工程，面积 0.1167hm <sup>2</sup>  | 9、硐口废渣充填 450m <sup>3</sup> ；<br>10、M7.5 浆砌片石封堵硐口 16.9m <sup>3</sup> ；<br>11、渣堆复垦为乔木林地 0.0819hm <sup>2</sup> ；<br>12、表土剥离、运输土方量 4882.72m <sup>3</sup> ；<br>13、表土场撒播混种草籽 0.1167hm <sup>2</sup> ；<br>14、表土场植被管护 0.1167hm <sup>2</sup> ；<br>15、复垦效果监测 12 次；<br>16、表土场土壤质量监测 1 次； |      |
| 第2年 | 地质环境治理 | 1、采空区地面塌陷变形防护工程；<br>2、矿山地质环境监测。  | 1、警示牌 1 块；<br>2、刺丝围栏 200m；<br>3、地质环境监测 362 点次；   | 未完成  |
|     | 土地复垦   | 3、原探矿硐口渣堆复垦管护工程，面积 0.0819hm <sup>2</sup> ；<br>4、表土场复垦植被管护 0.1167hm <sup>2</sup> 。<br>5、采空塌陷变形区植被自然修复监测 1.9562hm <sup>2</sup>   | 4、复垦效果监测 12 次；<br>5、表土场土壤质量监测 1 点次；<br>6、植被监测、管护 2.1548hm <sup>2</sup> 。   |      |
| 第3年 | 地质环境治理 | 1、采空区地面塌陷变形防护工程；<br>2、矿山地质环境监测。  | 1、警示牌 1 块；<br>2、刺丝围栏 200m；<br>3、地质环境监测 350 点次；   | 未完成  |
|     | 土地复垦   | 3、原探矿硐口渣堆复垦管护工程，面积 0.0819hm <sup>2</sup> ；<br>4、表土场复垦植被管护 0.1167hm <sup>2</sup> 。<br>5、采空塌陷变形区植被自然修复监测 1.9562hm <sup>2</sup> 。 | 4、复垦效果监测 12 次；<br>5、表土场土壤质量监测 1 点次；<br>6、植被监测、管护 2.1548hm <sup>2</sup> 。   |      |

| 年<br>度 | 工程<br>类型 | 两案设计工程   |  | 执行情<br>况 |
|--------|----------|--|--|----------|
|        |          | 工作任务   | 主要工作措施及工程量   |          |
| 第4年    | 地质环境治理   | 1、采空区地面塌陷变形防护工程；<br>2、矿山地质环境监测。  | 1、刺丝围栏 200m<br>2、地质环境监测 350 点次；  | 未完成      |
|        | 土地复垦     | 3、原探矿硐口渣堆复垦管护工程，面积 0.0819hm <sup>2</sup> ；<br>4、表土场复垦植被管护 0.1167hm <sup>2</sup> 。<br>5、采空塌陷变形区植被自然修复监测 1.9562hm <sup>2</sup> 。 | 4、复垦效果监测 12 次；<br>5、表土场土壤质量监测 1 点次；<br>6、植被监测、管护 2.1548hm <sup>2</sup> 。 | 未完成      |
| 第5年    | 地质环境治理   | 1、采空区地面塌陷变形防护工程；<br>2、矿山地质环境监测。  | 1、刺丝围栏 200m<br>2、地质环境监测 350 点次；  | 未完成      |
|        | 土地复垦     | 3、表土场复垦植被管护 0.1167hm <sup>2</sup> 。<br>4、采空塌陷变形区植被自然修复监测 1.9562hm <sup>2</sup> 。   | 4、复垦效果监测 12 次；<br>5、表土场土壤质量监测 1 点次；<br>6、植被监测、管护 2.0729hm <sup>2</sup> 。 | 未完成      |

矿山原《两案》适用期内主要部署的工程为：1420 主平硐硐口护面墙工程；废石场预防工程；表土场预防工程；采空区地面塌陷变形防护（警示牌）工程；矿山地质环境监测；原 5 处探矿平硐硐口封堵及硐口渣堆土地复垦工程；采矿工业场地、废石场、办公生活区、炸药库表土剥离工程与表土养护工程。

企业在基建过程中，受疫情、洪灾等影响，建设工作间断进行，目前矿山仍处于基建阶段，共施工了 4 条中段巷道。由于矿山开采对象 KIII 矿体矿区地质条件发生变化及主运输平硐标高进行了调整，矿山 2024 年 12 月编制了《陇县景福山磷矿\*\*\*\*\*万吨/年地下采矿工程安全设施变更设计》，结合矿山地质条件和建设现状，对矿山开采范围、采矿方法、开拓系统、通风系统、压气系统、供配电系统、总平面布置等进行变更设计，陕西省应急管理厅于 2024 年 12 月 18 日下达了批复（陕应急批复〔2024〕164 号），变更后矿山基建期为 3 年，延续至 2027 年 12 月。

原《两案》适用期内矿山实际仅完成对原 4 处探矿平硐硐口封堵的工程，暂未对硐口废渣堆进行复垦工程，拟延续至新《两案》适用期内完成。

原《两案》内针对 1420 主平硐硐口的预防工程，《变更设计》调整主平硐位

置及工业场地至 1490m 平硐硐口，布设的主硐口预防工程拟延续至新《两案》适用期内完成；针对基建地面工程部署的表土剥离、表土养护、表土堆放场预防措施，矿山基建过程中发现实际表土剥离方量较少，采用就近回填平整复垦工程，因此未设置表土堆放场地，《变更设计》内已取消表土堆放场，因此部署的治理工程未实施；废石堆放场预防工程拟延续至新《两案》适用期内完成；采空区地面塌陷变形防护工程因矿山暂未进行开采活动，暂未形成采空区，布设的刺丝围栏及警示牌工程拟延续至新《两案》适用期内完成。

## （2）原《两案》适用期基金提取、使用情况总结

2019 年 5 月，宝鸡景福山矿业有限公司与陇县自然资源局、长安银行股份有限公司陇县支行签订矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金三方监管协议，在长安银行陇县支行设立账户，账号为 806023401421001440。

因受疫情、水灾等因素影响，矿山建设工作间断进行，目前仍处于基建期，还未进行开采，因此矿方还未开始提取基金，使用基金 0 元，基金账户余额为 0。

## （二）本方案与原方案衔接情况说明

本方案是在原方案的基础上编制完成。在编制本方案之前，首先对上期方案进行了全面了解；其次针对上期方案所涉及的不稳定地质体发育情况及地形地貌、含水层、土地资源情况进行了深入调查、分析及预测；最后，针对上次方案所设计的监测工程、工作量统计及资金预算等内容进行分析，最终完成了本次方案的编写。

原方案因矿山开采设计变更、基建期未结束等问题，对原方案内部署的地质环境治理工程与土地复垦工程均未完成。结合矿山实际情况，本方案对上一轮《方案》内未完成工程进行延续以及根据矿山现状，重新设计部署工程。

## （三）周边矿山地质环境治理与复垦案例分析

### （1）成功案例分析

陇县矿山企业以小型集体或个体矿山为主，本方案调查期间未收集到县域内已实施的矿山地质环境恢复治理工程案例，因此以矿山恢复治理效果较好的矿山为案例进行分析。

案例一：陕西凤县震奥鼎盛矿业有限公司铅锌矿地质环境治理项目。

陕西凤县震奥鼎盛矿业有限公司铅锌矿位于凤县留观凤镇，其开采矿种为铅

锌矿，规模为小型矿山，开采方式为地下开采；其主要地质环境问题为塌陷隐患、弃渣堆形成的泥石流隐患及几处小型崩塌隐患，与本矿山可能形成的地质隐患相似，具有一定借鉴意义。

陕西凤县震奥鼎盛矿业有限公司铅锌矿对废渣底部修建拦渣挡墙，渣堆斜坡进行覆土厚度30~50cm，种植紫花苜蓿，平台种植刺槐、紫花苜蓿，并对废石场进行监测，目前治理效果较好。对小范围的塌陷区域进行回填废石并覆土30~50cm，选取刺槐、苜蓿草籽复绿取得了较好的复垦效果。

案例工程实施详见照片2-5、2-6。



照片2-5 地质环境综合治理设计治理效果 照片2-6 废石场边坡治理效果

案例二：岐山县曹家沟地区沿G342国道多处小规模废弃采石场

箭括岭管护站承包完成箭括岭小石沟、南坡等作业区的天然林保护人工造林项目，造林面积约4000亩。根据生态防护林建设目标，结合造林地坡向、坡度、地类、土壤、植被等立地条件和树种生物学特征，造林树种以生态树种为主，主要为侧柏、刺槐。主要造林措施：①均采取鱼鳞坑整地。②栽植，采用植苗造林方法。栽植穴施用保水剂、生根粉；深坑低值，砸实并保证根系舒展，苗木直立。③幼林抚育，主要内容为松土、培土、施肥、病虫鼠害防治等。④幼林管护。



照片2-7 治理前



照片2-8 治理后

从完成的人工造林效果看，成效较为明显。人工造林绿化了荒山荒地，增加了森林资源，防治矿区周边水土流失、涵养水源、保护和改善生态环境，实现了林业的可持续发展。该案例经多年的治理实践，选择出适宜当地气候，立地条件、抗逆性强的乡土树种，使本地生态系统更加稳定。

## （2）取得的经验和教训

依据搜集到的周边矿山地质环境治理的相关资料，分析总结在矿山地质环境治理过

程中的一些经验、教训，从而选择更加合理的处理措施，具体措施如下：

- 1) 及时组织技术人员进行地表变形观测、地物损坏观测，及时采取临时应急措施、长久的治理措施；
- 2) 植树种草选择的苗木、种籽要求 I 级，并要有一签（标签）三证（植物检疫证、质量检验合格证、生产经营许可证）以确保苗木、种籽质量。结合矿山成功治理经验，鱼鳞坑整地、穴植苗木较容易，成活率高，种源丰富；育苗简易的优势树草种主要为：侧柏、刺槐、油松、白皮松。

## 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

陕西地矿第三地质队有限公司接受任务后，即组织了项目组，本项目投入的技术人员共 11 名，其中项目负责 1 人，技术负责 1 人，技术人员 5 人，制图 2 人，预算 1 人，审核 1 人；其中高级工程师 4 人，工程师 5 人，助理工程师 2 人，主要人员均具有多年参与矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作的经验，满足工作要求。

2024 年 12 月 25 日～2025 年 1 月 5 日，项目组赴现场进行矿山地质环境调查，结合项目区土地利用现状图、不稳定地质体详细调查报告和原《两案》、地形地貌影响、水土环境状况、土地资源（已损毁土地、拟开采区土地利用现状）、以及原《两案》部署工程完成情况等方面展开详细调查、实地测量、定位拍照和记录。调查期间，对评估区内居民、工作人员进行了走访。最后，在对现场调查资料和矿区地质资料进行整理后，根据相关规范以及现场实际问题修编了本方案。完成的工作量见前言部分。

#### 1、矿山地质环境调查概述

矿山地质环境调查集中对矿山的地形地貌、地层岩性、工程地质条件、人类工程活动等情况进行调查，并对矿山不稳定地质体、采矿活动对含水层、地形地貌、水土的破坏情况等方面展开详细调查、定位拍照、航拍和记录。经调查矿区地貌单元属中低山沟壑地貌。矿山未进行过开采活动，仅为基建工程，矿区无不稳定地质体，未破坏地下水含水层，未造成地下水位下降；矿山对地貌景观的破坏严重；矿山未排放废水，未影响水土环境状况。

#### 2、土地资源调查概述

土地资源调查主要对矿区的土地利用现状、永久基本农田分布、植被、土壤情况进行调查，对矿山采矿活动对土地资源的损毁情况进行调查。通过走访并发放公众调查表的形式对矿区涉及村庄的房屋、人口、土地等情况进行了调查。矿区土地利用现状类型划分为三个一级类型和四个二级类型，包括乔木林地、农村道路和工矿仓储用地等。矿区范围内不占用基本农田保护区。

本次实地调查完成工作量详见表 0-1，成果包括《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》1 份，附图 6 幅，附表及附

件各 1 份。

## 二、矿山地质环境影响评估

### (一) 评估范围和级别

#### 1、评估范围

评估区范围确定原则：按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》(DZ/T0223—2011)的有关要求，矿山地质环境影响评估区主要包括采矿权区和采矿活动可能影响到的范围，所以评估区范围应根据矿山地质环境现状及今后发展趋势、矿区存在或可能引发灾害种类、影响范围、影响程度、矿业活动影响范围等情况综合确定。评估区范围确定原则如下：

- 1) 划定矿区范围。
- 2) 所有矿山工程建设场地，包括 5 处探矿平硐口、采矿工程（硐口、采矿工业场地）、废石场、办公生活区、表土场、炸药库及矿山道路（进矿道路和矿内联络道路）。
- 3) 矿山地面工程活动可能造成的地形地貌景观和土地资源占用、破坏范围及其影响区，如采空塌陷隐患区、废石场周边环境影响区等。对沟谷型废石场评估边界应延伸到其下游支沟口或 200m 处；对其它类型地面工程以现场调查测量的实际影响分界或以其工程场地向外扩展 50m 左右为准。
- 4) 矿山地下开采可能造成的地面变形范围（根据地面移动变形范围确定），地下含水层破坏、疏干、水位下降、水质变化范围及其影响区。
- 5) 已有不稳定地质体和矿山工程活动引发滑坡、崩塌、泥石流等不稳定地质体的发育区和影响区，影响矿山活动的不稳定地质体分布范围。

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的范围，东、北、西向按照矿区界线向外扩 100m，向南外扩至石关河北岸，评估区范围详见图 3-1、表 3-1，评估区总面积 2.7921km<sup>2</sup>。详见附图 01、表 3-1。

表 3-1 评估区拐点坐标表

| 拐点<br>编号 | 2000 国家大地坐标系 |       | 拐点<br>编号 | 2000 国家大地坐标系 |       |
|----------|--------------|-------|----------|--------------|-------|
|          | X (m)        | Y (m) |          | X (m)        | Y (m) |
| 1        | *****        | ***** | 2        | *****        | ***** |
| 3        | *****        | ***** | 4        | *****        | ***** |
| 5        | *****        | ***** | 6        | *****        | ***** |

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

本次矿山地质环境调查区范围是在评估区的基础上适当外扩划定，对斜坡地带，调查界线扩展至第一分水岭（见图 3-1）；对斜崖沟及对窝沟调查边界扩至沟谷的整个上游流域范围；调查区总面积  $12.1132\text{km}^2$ 。

对矿山周边社会经济和人类工程活动调查可扩展至调查区外 2-3km 范围内。

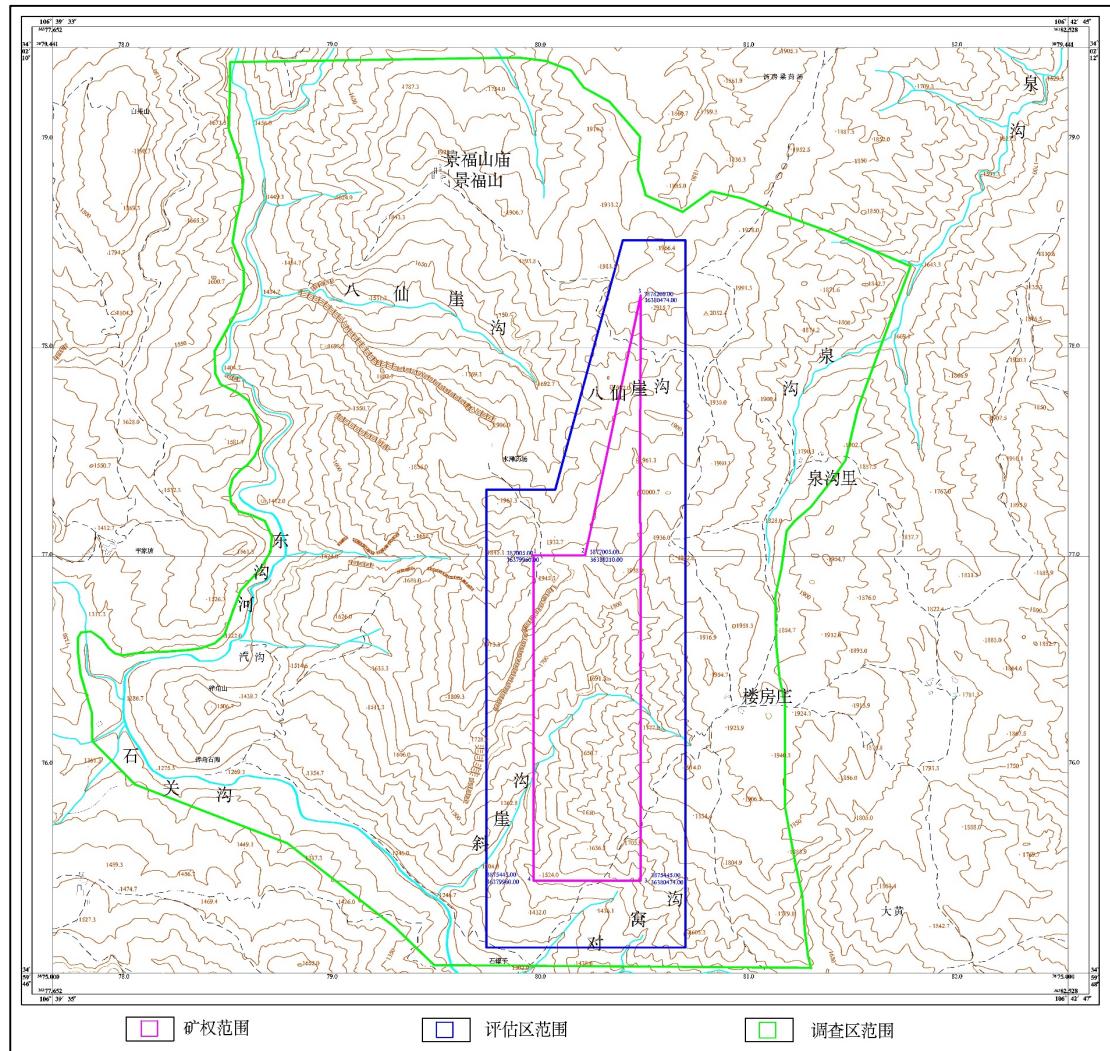


图 3-1 调查区、评估区范围示意图

## 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/T0223—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

矿区位于六盘山脉东端分支——陇山南段山区。矿区除有矿山巡护工 2 人外，无其他常驻居民；矿山建成后有矿山工作人员 60 人。评估区内没有重要交通要道、小型及以上水利、电力工程或其他较重要建筑设施，无较重要水源地，但矿区紧邻陕西省龙门洞森林公园，近邻陕西陇县秦岭细鳞鲑国家级自然保护区。矿区前期已损毁土地总面积  $0.8187\text{hm}^2$ ，损毁地类涉及乔木林地（0301）、农村道路（1006）、公路用地（1003）和采矿用地（0602），后续矿山活动拟重度压占、挖损及塌陷损毁土地  $7.7825\text{hm}^2$ ，为乔木林地与农村道路。预测矿山工程建设和开采活动对矿区的地形地貌景观影响严重。根据《DZ/T223-2011》附录 B.1 综合分析，评估区重要程度为较重要区。

### （2）矿山生产建设规模

景福山磷矿是以磷矿为主的矿床，设计采选矿规模为（年处理磷矿矿石量）\*\*\*\*\*t/a，按照《DZ/T0223-2011》附录 D.1 矿山生产建设规模分类，磷矿年生产量  $<30 \times 10^4\text{t}$  时为小型矿床，因此，该矿山属小型磷矿矿山工程。

### （3）矿山地质环境条件复杂程度

评估区地下水属于碳酸盐岩裂隙岩溶水，矿体最低标高和采矿坑道（平硐）标高都高于当地最低侵蚀基准面，矿坑进水边界条件简单。矿区矿坑充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切。矿坑正常涌水量小于  $3000\text{m}^3/\text{d}$ ，采矿和疏干排水导致矿区周边主要充水含水层破坏可能性小。

矿床围岩岩体以厚层状镁质硅酸盐为主，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩破碎带厚度小于 5m，矿体及顶底板和矿床围岩岩石岩性较为简单，力学强度中等，稳固性较好。

矿区大地构造位于华北古陆西南部边缘，陇县固关镇六股槐—金山寺与新集川—柳曲塬断裂带之间，断裂构造较发育，其中在本矿区及附近的有 12 条，但没有通过（控制）KIII 矿带，断裂对采矿活动影响小。

现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。开采区面积和空间较大，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较强烈。

矿区地貌单元类型单一，微地貌形态简单，有利于自然排水，地形坡度一般为  $20^\circ \sim 60^\circ$ ，相对高差较大，坡向与岩层倾向多为斜交。

根据《DZ/T0223-2011》附录 C.1 综合分析，矿山地质环境条件复杂程度为

复杂。

#### （4）评估级别的确定

根据《DZ/T223-2011》附录 A.1 矿山地质环境影响评估程度分级表，宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿属重要评估区内、矿山地质环境条件复杂的小型矿山工程，矿山地质环境影响评估级别确定为一级。

表 3-2 矿山地质环境影响评估程度分级表

| 评估区重要程度     | 矿山生产规模 | 地质环境复杂程度 |    |    |
|-------------|--------|----------|----|----|
|             |        | 复杂       | 中等 | 一般 |
| <u>较重要区</u> | 大型     | 一级       | 一级 | 一级 |
|             | 中型     | 一级       | 二级 | 二级 |
|             | 小型     | 二级       | 二级 | 三级 |

### （二）矿山不稳定地质体现状分析与预测

#### 1、矿山不稳定地质体现状评估

##### （1）矿区不稳定地质体现状评估

2009 年，中国地质科学院地质力学研究开展了陇县不稳定地质体调查与区划工作，编制了《陕西省陇县地质灾害调查与区划报告》。景福山磷矿评估区位于该报告划定的“地质灾害低易发区”内，评估区没有发现、登记在册的地质灾害或灾害隐患点。从野外实地调查看，矿区地势局部地段地形陡峭，基岩出露广泛，岩性主要为白云岩、含角砾状磷块岩、磷块岩、页岩。岩体坚硬-较坚硬，构造及节理裂隙较发育。矿区原始斜坡稳定，区内植被发育，以往破坏地质环境的人类工程活动较少。

根据矿山工程建设的整体布局和地质环境条件特征，按照矿山生产活动功能区分别评估，即开采工程（硐口及坑口场地）、采矿工业场地、废石场、办公生活区及矿山道路。

1) KII 矿体区 5 处探矿平硐 (PD1~PD5): 位于矿区最北部 (见附图 01 及照片 3-1)，现场调查未发现有不稳定地质体隐患存在，危险性小。这 5 处探矿硐口及坑口场地目前已关闭且 4 处硐口已进行封堵，剩余 1 处硐口矿山拟作为通风使用，近期需进行坑口场地复垦工作。

2) 现场调查时 KIII 矿体的探矿探槽已被填埋，植被覆盖程度良好，无不稳定的地质体或灾害隐患，对矿山地质环境影响程度较轻。

3) 基建期的地面建设工程（包括采矿工业场地、办公生活区、）以及矿山道路（进矿道路和矿内联络道路）均位于对窝沟沟口区域的洪积滩地上，地势平坦，坡面多为乔木覆盖，植被发育，现场调查未发现有不稳定地质体隐患存在，危险性小，对矿山地质环境影响程度严重。

4) 废石场位于矿区南部，现状地块平整，距离矿体较远，沟谷两侧现为林地，现状已有少量废石堆存，场地内还未设置拦渣坝与截排水工程，现场调查未发现不稳定地质体隐患存在，危险性小，矿山地质环境影响程度严重。

5) 根据现场调查，目前矿山存在 6 个平硐口，分别为 1560m 中段南北区域硐口、1525 中段南北区域硐口、1490 中段南北区域硐口，硐口岩层倾向与坡面呈同向斜交、或正交、或近同向大角度斜交关系，利于坡体稳定。硐口岩石具细晶或角砾状结构，岩石坚硬，完整性好，稳定性好。硐顶松散堆积层厚为 0.2m~2.5m，坡面为乔木林地，现状条件下，威胁对象为施工人员（受威胁人数<10 人）的安全，危害程度小，危险性小。

|   |  |
|---|--|
|  |  |
| PD1 硐口封堵  | PD2 硐口封堵   |
|  |  |
| PD3 硐口封堵后   | PD4 硐口封堵后  |



照片 3-1 PD1~PD5 探矿硐口现状

6) 根据现场调查, 矿山存在不稳定斜坡 2 处, 具体平面分布图见图 3-2, 具体特征如下:

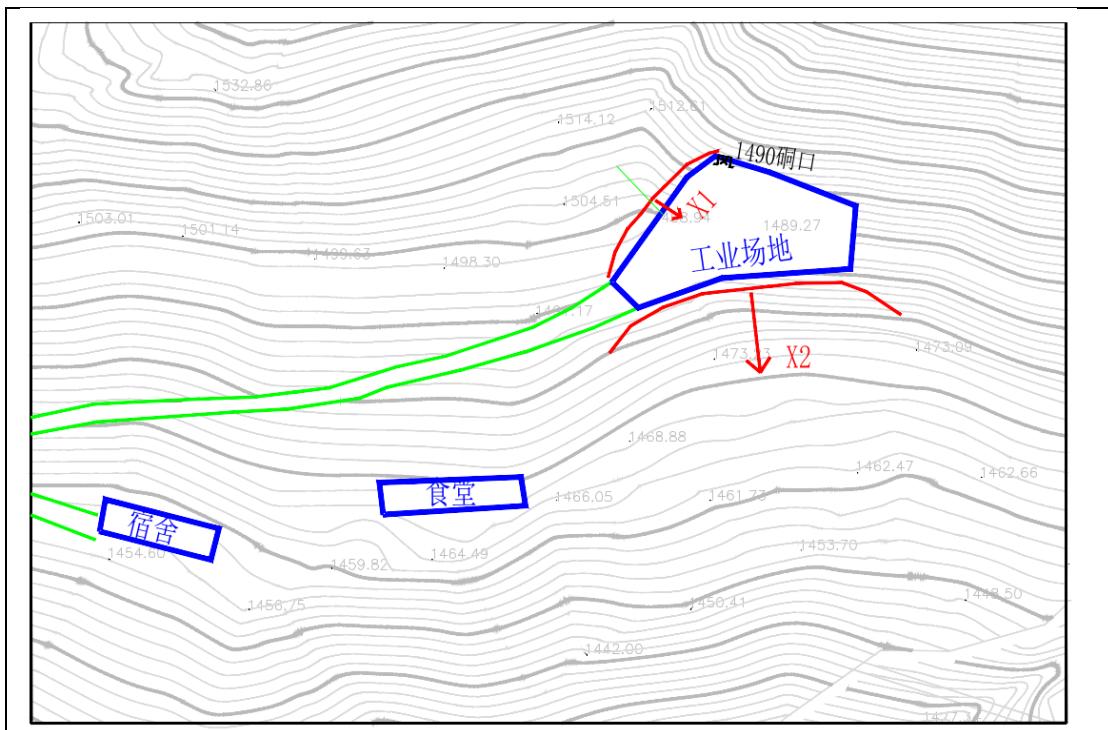


图 3-2 X1、X2 不稳定斜坡平面位置图

### ① X1 不稳定斜坡

X1 不稳定斜坡位于 1490 硐口工业场地，中心点坐标为：N: \*\*\*\*\*，E: \*\*\*\*\*。该斜坡是由于矿山基建工业场地时，人为进行挖坡、切坡造成的，边坡走向约 45°，坡长约 40m，高约 10m，现有边坡基本为“一面坡”，坡面角约 80~85°。现状坡顶为黄土层，植被较为茂盛，坡面性为黄土层及砂砾石层，整体完整性较好，见照片 3-2，剖面图见图 3-3。现状条件下无地下水，无流土，部

分掉块，坡面无变形，发育程度弱，坡脚为矿山临时堆放的废石渣。因跛脚未设置防护设施，在强降雨等极端工矿条件下边坡易失稳，发生垮塌，主要威胁工业场地及工人生命财产安全，威胁人数小于 10 人，危险性小，危害程度小。



照片 3-2 X1 不稳定坡面

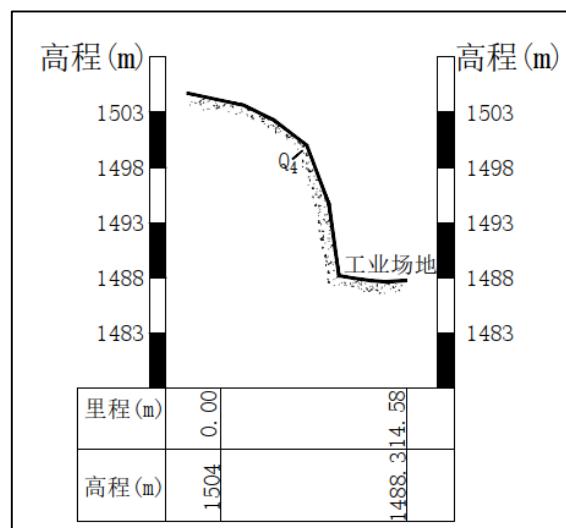


图 3-3 X1 不稳定斜坡剖面图

## ②X2 不稳定斜坡

X2 不稳定斜坡位于职工宿舍背后，中心坐标为：N: \*\*\*\*\*，E: \*\*\*\*\*。该斜坡是由于矿山前期基建过程中，碎小废石滚落对原有地貌进行了破坏，目前矿山已经完成了对该区域的复垦工作，植被生长良好。该边坡走向约 45°，坡高约 30m，坡宽约 50m，坡度约 35~40°。现状坡顶为现有工业场地所在地，为黄土层，坡面为坡面性为黄土层夹杂废石渣，见照片 3-3，剖面图见图 3-4。现状条件下无地下水，无流土，有部分掉块，坡面无变形，发育程度弱。因矿山复垦未对坡面废石渣进行清理，坡脚未设置挡墙，在强降雨等极端工矿条件下边坡废石渣随着雨水滚落，对跛脚的乔木林地及职工宿舍会造成威胁，威胁人数小于 10 人，危险性小，危害程度小。



照片 3-3 X2 不稳定坡面

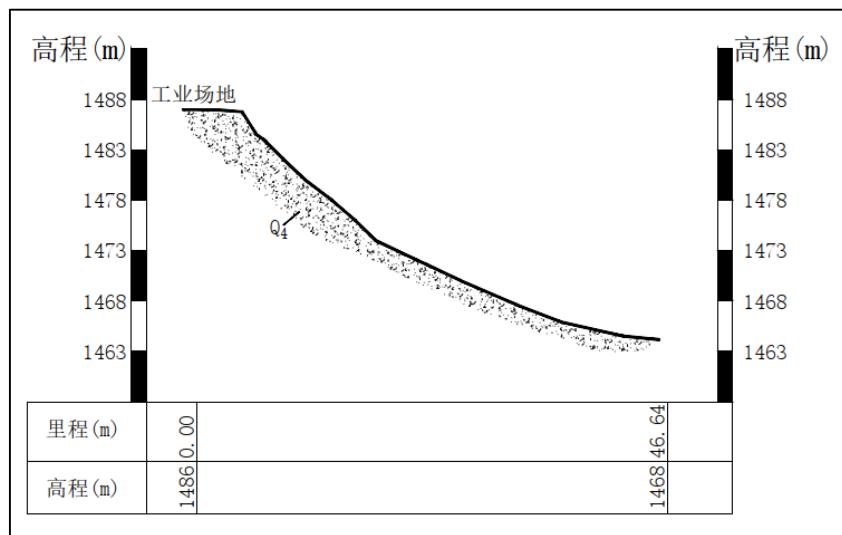


图 3-4 X2 不稳定斜坡剖面图

综上，在评估区未发生滑坡、地裂缝、地面塌陷、地面沉降等不稳定地质体，存在 2 处不稳定斜坡。对照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》(DZ/T0223-2011) 附表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表，现状条件下两处不稳定斜坡危险性小，危害程度小。

## 2、矿山不稳定地质体预测评估

不稳定地质体危险性预测评估在现状评估的基础上进行。包括矿山建设和运行过程中可能遭受不稳定地质体的危险预测评估，以及矿山建设与矿山开采过程中可能引发不稳定地质体的危险性预测评估。

### (1) 地面建设工程可能遭受或引发不稳定地质体危险性预测评估

1) 采矿工业场地可能遭受或引发不稳定地质体危险性预测评估

① 采矿工业场地可能遭受的不稳定地质体危险性预测评估

工业场地现位于矿区南侧 1490m 主平硐口附近平坦地段，主要设置值班

室、配电室、空压机房、职工宿舍、矿石和废石临时堆场，各设施均位于地表移动带以外。工业场地位于 X1 不稳定斜坡与 X2 不稳定斜坡影响范围内，X1 与 X2 斜坡发育程度小，危害程度小，矿山对 X1 与 X2 斜坡坡脚进行挡墙防护后，会减小对工业场地的影响；另外，工业场地不在地下开采地表岩石移动范围内，今后井下开采不会对工业场地的安全造成影响。综上，工业场地可能遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

## ②采矿工业场地可能引发的不稳定地质体危险性预测评估

矿山已建成采矿工业场地，后续基建期不会新增工业场地工程，因此，采矿工业场地引发不稳定地质体的可能性小。

### 2) 矿石临时堆放场可能遭受或引发的不稳定地质体性预测评估

#### ①矿石临时堆放场可能遭受的不稳定地质体危险性预测评估

依据《变更设计》，拟计划在 1490m 主平硐口和以上各阶段平硐口设置矿石临时堆场，用于井下采出矿石的临时堆放，定期外运销售。因硐口岩石具细晶或角砾状结构，岩石坚硬，完整性好，稳定性好。硐顶松散堆积层厚度一般 0.2m~2.5m，坡面为乔木林地，植被发育，考虑植被对坡面松散层的固定作用，硐口开挖引发硐脸松散堆积层滑坡规模小，发育程度弱。因此预测矿石临时堆放场可能遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

#### ②矿石临时堆放场可能引发的不稳定地质体危险性预测评估

依据《变更设计》，矿石临时堆场堆置高度不超过 2m，最大堆矿量不超过 3000t，由装载机装入自卸式汽车外运。矿石临时堆场堆存量小，堆置高度低，堆场外部设有截排水沟，因此，矿石临时堆放场可能引发不稳定地质体的可能性小。

### 3) 生活办公区可能遭受或引发的不稳定地质体危险性预测评估

#### ①生活办公区可能遭受不稳定地质体危险性预测评估

矿山职工生活区位于 1490m 主平硐口附近，直线距离约 70m，矿山办公区位于矿区南侧，与 1490m 主平硐直线距离约 514m，已修建有矿山道路连接 1490m 主平硐和矿石职工生活区、办公区。工人宿舍和办公室为简易彩钢板式，场地区域平缓，坡度约 3° ~8°，坡面多为乔木覆盖，植被发育。宿舍位于 X2 不稳定斜坡影响范围内，X2 斜坡发育程度小，危害程度小，矿山对 X2 斜坡坡脚进行挡墙防护后，会减小对工人宿舍的影响。因此生活办公区遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

## ②生活办公区可能引发的不稳定地质体危险性预测评估

矿山已建成生活办公区，已开始使用，未来也不会新增生活办公区，因此，生活办公区可能引发不稳定地质体的可能性小，危险性小。

### 4) 矿山道路工程可能遭受或引发的不稳定地质体的危险性预测

#### ①矿山道路工程可能遭受的不稳定地质体的危险性预测

矿山现有运输道路至 1490m 主平硐口处宽度 4m，路面为泥结碎石路面，厚度约 0.15m，为借用原有农村道路，道路两侧存在高度不等的土质和岩质边坡，不超过 5.0m，现有矿山道路有部分区域边坡存在掉块情况，再经过清理、修整后不易引发滑坡、崩塌，因此矿山道路工程可能遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

#### ②矿山道路工程可能引发的不稳定地质体的危险性预测

依据《变更设计》，1490m 以上各中段采出的矿石和废石经溜井下放至 1490m 中段，经 1490m 主平硐堆场装入自卸式汽车，沿道路外运销售，外部运输道路利用原有农村道路。

1490m 主平硐以下采用阶段平硐开拓，自 1317m 硐口向上修筑地表运输道路依次至 1350m 硐口和 1385m 硐口，全长 1097m，路面宽度 5m，泥结碎石路面；自 1490m 硐口向下修筑地表运输道路依次至 1455m 硐口和 1420m 硐口，全长 1082m。新建道路建设时可能进行一定的切坡挖方，清理、修整后引发灾害的可能性小，因此预测矿山道路引发不稳定地质体的可能性小，危险性小。

## （2）采矿工程可能遭受或引发的不稳定地质体危险性预测评估

### 1) 采矿工程可能遭受不稳定地质体预测评估

根据现场调查发现，目前矿山暂未进行采矿活动，仍在基建过程中。矿山目前仅发现 2 处不稳定斜坡，均位于采矿工程范围之外，因此预测采矿工程可能遭受不稳定地质体的可能性小，危险性小。

### 2) 采矿工程可能引发不稳定地质体预测评估

**采矿工程平硐硐口建设可能引发不稳定地质体预测评估：**本次新增 14 个平硐口及 4 个回风井口。这些硐口/风井口均位于岩土质斜坡上，斜坡坡面坡度一般  $30^{\circ}\sim41^{\circ}$ ，基岩出露较普遍，岩性主要为白云岩、含角砾状磷块岩，岩石坚硬-较坚硬，岩体完整-较完整，硐口基岩稳固性好。硐脸多为第四系覆盖层覆盖，覆盖层薄厚不一，一般在 0.2~2.5m 之间，植被发育，均为乔木林地。

本方案对各坑口地质环境条件进行调查，根据各硐口的斜坡坡向、坡度、基岩岩性、产状、完整程度和第四系覆盖层厚度、坡面植被发育情况，按照《地质灾害危险性评估规范》（GB/T40112-2021）要求，综合分析硐口切坡工程引发地质灾害的发育程度、危害程度及危险性，详见表 3-3，整体综合分析预测硐口开挖引发硐脸松散堆积层滑坡规模小，发育程度弱，危害程度小，危险性小。

#### 采矿工程可能引发不稳定地质体预测评估：

景福山磷矿拟采 KIII 矿体，近南北向展布，长度 1265m，矿体地表出露标高 1547.80~1753.47m，厚度 0.54~2.92m，平均厚度 1.78m，控制矿体最大斜深 181m，倾角  $38^\circ \sim 51^\circ$ 。磷矿体赋存于寒武系下部辛集组厚层状白云岩中的含磷岩系中，矿体上盘直接顶板围岩为生物碎屑灰岩，顶板外侧为中厚层白云岩，底板围岩以含角砾状磷块岩为主，外侧间接底板围岩为底砾岩、杂色页岩和中厚层白云岩为主，均属不易软化的坚硬-半坚硬岩石，岩石质量等级为 II 级，岩体完整程度完整，稳固性好。

矿山拟采用房柱嗣后废石充填法。矿体属倾斜薄矿体，最大厚度为 2.92m，垂向控制斜深长 181m，因此，矿体回采形成的采空区在走向和倾向上有延伸，上盘围岩易发生变形破坏。在矿体埋深较浅地段，采空区易引发顶板陷落形成地面塌陷、裂缝灾害，损毁地表土地和植被，威胁上山村民、动物的安全。为了预测采空区引发地面塌陷、裂缝、变形的程度，本方案采用《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719—2021）中附录 F：层状矿体冒落带、导水裂隙带最大高度经验公式（见表 3-3），计算采空区发生冒落、裂隙变形的高度，以之和矿体埋深对比，来预测采空区塌陷的可能性。具体如下：

采空区冒落带、导水裂隙带最大高度计算及地表稳定分析：采空区顶板围岩变形由采空区→地表总体可分为三个带，即冒落带、裂隙带和弯曲带，各带高度与矿体顶板围岩软硬程度、风化程度、矿体厚度和开采厚度、岩石碎胀系数有关。本方案按照表 3-4 中经验公式计算矿区各条矿体采空区的导水裂隙带（包括冒落带）高度。

表 3-3 采矿工程各平硐硐口建设引发地质灾害的预测评估表

| 硐口名称           | 地质环境条件   |        |          |         |            |        | 预测评估  |     |
|----------------|----------|--------|----------|---------|------------|--------|---|-----|
|                | 斜坡坡向/坡度  | 基岩岩性   | 基岩产状     | 岩体完整性程度 | 坡面覆盖厚度 (m) | 植被发育情况 | 引发地质灾害的程度分析   | 危险性 |
| 北区 1665m 中段硐口  | 150°/16° | 厚层状白云岩 | 268°∠41° | 完整      | 0.8-2.4    | 发育乔木林地 | 硐口岩层倾向与坡向斜交,与硐口方向呈近垂直相交关系,坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳;硐顶松散堆积层较薄,植被发育,硐脸开挖引发松散层滑坡规模小,危害性小,发育程度中等。    | 小   |
| 北区 1630m 中段硐口  | 150°/35° | 厚层状白云岩 | 270°∠38° | 完整      | 0.4-1.3    | 发育乔木林地 | 硐口岩层倾向与坡向斜交,与硐口方向呈近垂直相交关系,坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳;硐顶松散堆积层较薄,植被发育,硐脸开挖引发松散层滑坡规模小,危害性小,发育程度中等。    | 小   |
| 北区 1590m 中段硐口  | 150°/30° | 厚层状白云岩 | 270°∠38° | 完整      | 0.5-1.5    | 发育乔木林地 | 硐口岩层倾向与坡向斜交,与硐口方向呈近垂直相交关系,坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳;硐顶松散堆积层较薄,植被发育,硐脸开挖引发松散层滑坡规模小,危害性小,发育程度中等。    | 小   |
| 南区 1625m 中段北硐口 | 240°/35° | 厚层状白云岩 | 229°∠50° | 完整      | 0.4-1.2    | 发育乔木林地 | 硐口岩层倾向与坡向同向,与硐口方向呈近垂直相交关系,利于斜坡稳定,且岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳;硐顶松散堆积层较薄,植被发育,硐脸开挖引发松散层滑坡规模小,危害性小,发育程度中等。 | 小   |
| 南区 1625m 中段南硐口 | 230°/19° | 厚层状白云岩 | 260°∠51° | 完整      | 0.5-2.5    | 发育乔木林地 | 硐口岩层倾向与坡向同向,与硐口方向呈近垂直相交关系,利于坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳;硐顶松散堆积层较薄,植被发育,硐脸开挖引发松散层滑坡规模小,危害性小,发育程度中等。  | 小   |
| 南区 1595m 中段北硐口 | 300°/33° | 厚层状白云岩 | 300°∠50° | 完整      | 0.5-0.9    | 发育乔木林地 | 硐口岩层倾向与坡向同向,与硐口方向呈近垂直相交关系,利于斜坡稳定,且岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳;硐顶松散堆积层较薄,植被发育,硐脸开挖引发松散层滑坡规模小,危害性小,发育程度小。  | 小   |
| 南区 1595m       | 180°/32° | 厚层状    | 280°∠45° | 完整      | 0.3-0.8    | 发育乔    | 硐口岩层倾向与坡向斜交,与硐口方向呈近垂直相交关系,利于  | 小   |

|                |          |        |          |        |         |   |  |   |
|----------------|----------|--------|----------|--------|---------|---|--|---|
| 中段南硐口          |          | 白云岩    |          |        | 木林地     | 坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳；硐顶松散堆积层较薄，植被发育，硐脸开挖引发松散层滑坡规模小，危害性小，发育程度小。 |  |   |
| 南区 1560m 中段北硐口 | 300°/33° | 厚层状白云岩 | 230°∠32° | 完整     | 0.6-1.1 | 发育乔木林地  | 硐口岩层倾向与坡向斜交，与硐口方向呈近垂直相交关系，利于斜坡稳定，且岩石风化程度小、完整性好、强度大，不易失稳；硐顶松散堆积层较薄，植被发育，硐脸开挖引发松散层滑坡规模小，危害性小，发育程度中等。 | 小 |
| 南区 1560m 中段南硐口 | 180°/32° | 厚层状白云岩 | 280°∠45° | 完整-较完整 | 0.4-1.2 | 发育乔木林地  | 硐口岩层倾向与坡向斜交，与硐口方向呈近垂直相交关系，利于坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳；硐顶松散堆积层较薄，植被发育，硐脸开挖引发松散层滑坡规模小，危害性小，发育程度中等。   | 小 |
| 南区 1317m 中段硐口  | 180°/31° | 厚层状白云岩 | 270°∠45° | 完整     | 0.2-0.8 | 发育乔木林地  | 硐口岩层倾向与坡向斜交，与硐口方向呈近垂直相交关系，利于坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳；硐顶松散堆积层较薄，植被发育，硐脸开挖引发松散层滑坡规模小，危害性小，发育程度小。    | 小 |
| 南区 1350m 中段硐口  | 180°/34° | 厚层状白云岩 | 265°∠32° | 完整     | 0.5-0.8 | 发育乔木林地  | 硐口岩层倾向与坡向斜交，与硐口方向呈近垂直相交关系，利于坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳；硐顶松散堆积层较薄，植被发育，硐脸开挖引发松散层滑坡规模小，危害性小，发育程度小。    | 小 |
| 南区 1385m 中段硐口  | 180°/32° | 厚层状白云岩 | 265°∠35° | 完整-较完整 | 0.2-1.5 | 发育乔木林地  | 硐口岩层倾向与坡向斜交，与硐口方向呈近垂直相交关系，利于坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳；硐顶松散堆积层较薄，植被发育，硐脸开挖引发松散层滑坡规模小，危害性小，发育程度中等    | 小 |
| 南区 1420m 中段硐口  | 210°/32° | 厚层状白云岩 | 280°∠45° | 完整     | 0.2-0.8 | 发育乔木林地  | 硐口岩层倾向与坡向斜交，与硐口方向呈近垂直相交关系，利于坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳；硐顶松散堆积层较薄，植被发育，硐脸开挖引发松散层滑坡规模小，危害性小，发育程度小。    | 小 |
| 南区 1455m 中段硐口  | 210°/34° | 厚层状白云岩 | 280°∠45° | 完整     | 0.4-1.6 | 发育乔木林地  | 硐口岩层倾向与坡向斜交，与硐口方向呈近垂直相交关系，岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳；硐顶松散堆积层较薄，植被发育，硐脸开挖引发小规模松散层滑坡危害性小，发育                | 小 |

|         |          |        |          |        |         |        |  |   |
|---------|----------|--------|----------|--------|---------|--------|--|---|
|         |          |        |          |        |         |        | 程度中等。  |   |
| 1# 回风井口 | 180°/27° | 厚层状白云岩 | 265°∠34° | 完整     | 0.6-1.8 | 发育乔木林地 | 硐口岩层倾向与坡向斜交,与硐口方向呈近垂直相交关系,利于坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳;硐顶松散堆积层较薄,植被发育,硐脸开挖引发松散层滑坡规模小,危害性小,发育程度中等。 | 小 |
| 2# 回风井口 | 300°/39° | 厚层状白云岩 | 230°∠31° | 完整     | 0.3-1.0 | 发育乔木林地 | 硐口岩层倾向与坡向斜交,与硐口方向呈近垂直相交关系,利于坡体稳定。岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳;硐顶松散堆积层较薄,植被发育,硐脸开挖引发松散层滑坡规模小,危害性小,发育程度小。  | 小 |
| 3# 回风井口 | 180°/37° | 厚层状白云岩 | 275°∠41° | 完整-较完整 | 0.6-2.2 | 发育乔木林地 | 硐口岩层倾向与坡向斜交,与硐口方向呈近垂直相交关系,坡体稳定。岩石风化程度小、完整性较好、强度大不易失稳;硐顶松散堆积层较薄,植被发育,硐脸开挖引发松散层滑坡规模小,危害性小,发育程度中等。  | 小 |
| 4# 回风井口 | 240°/35° | 厚层状白云岩 | 301°∠51° | 完整     | 0.5-1.0 | 发育乔木林地 | 硐口岩层倾向与坡向斜交,与硐口方向呈近垂直斜交关系。而且岩石风化程度小、完整性好、强度大不易失稳;硐顶松散堆积层较薄,植被发育,硐脸开挖引发松散层滑坡规模小,危害性小,发育程度小。       | 小 |

表 3-4 冒落带导水裂隙带最大高度经验公式表 (参考件)

| 矿层倾角 (°) | 岩石抗压强度 (MPa) | 岩 石 名 称                            | 顶板管理方法 | 冒落带最大高度 m      | 导水裂隙带 (包括冒落带最大高度) m                  |
|----------|--------------|------------------------------------|--------|----------------|--------------------------------------|
| 0~54     | 40~60        | 白云岩、白云质粉砂岩、生物碎屑灰岩、磷块岩、含磷页岩等        | 全部陷落   | $H_c = (4~5)M$ | $H_f = \frac{100M}{2.4n+2.1} + 11.2$ |
|          | 20~40        | 砂质页岩, 泥质砂岩, 页岩等                    | 全部陷落   | $H_c = (3~4)M$ | $H_f = \frac{100M}{3.3n+3.8} + 5.1$  |
|          | <20          | 风化岩石、页岩、泥质砂岩、粘土岩、第四系和第三系松散层等       | 全部陷落   | $H_c = (1~2)M$ | $H_f = \frac{100M}{5.1n+5.2} + 5.1$  |
| 55~85    | 40~60        | 辉绿岩, 灰岩硅质石英岩、砾岩、砂砾岩、砂质页岩等          | 全部陷落   |                | $H_f = \frac{100mh}{4.1h+133} + 8.4$ |
|          | <40          | 砂质页岩、泥质砂岩, 页岩、粘土岩、风化岩石、第三系和第四系松散层等 | 全部陷落   | $H_c = 0.5 M$  | $H_f = \frac{100mh}{7.5h+293} + 7.3$ |

注: M—累计采厚, m; n—矿体分层层数; m—矿层厚度, m; h—阶段垂高, m; 岩石抗压强度为饱和单轴极限强度。

按照多层矿体综合计算采空区冒落带、导水裂隙带最大高度 (Hf)。这些矿体倾角多<51°, 围岩岩石抗压强度一般 36.38~89.30MPa, 矿体拟采用房柱法回采, 开采阶段高度 35m。据以上条件, 选取表 3-3 中倾斜多层矿体、坚硬-半坚硬岩类的对应公式计算采空区冒落带 (Hc)、导水裂隙带最大高度 (Hf), 具体公式如下:  $H_c = (4~5) M$

$$H_f = 100M / (2.4n+2.1) + 11.2$$

式中: Hc—采空区冒落带高度, 经验系数取 4 倍;

Hf—导水裂隙带 (包括冒落带最大高度) 最大高度 (m);

M—累计开采厚度 (m), 矿体最大厚度 2.92m,

n—矿层层数, 取值 1;

h—开采阶段垂高, 取值 35m。

经计算, 冒落带高度 (Hc) 为 11.68m; 导水裂隙带 (包括冒落带) 最大高度 Hf 为 76.09m。

采空区地面塌陷、地面裂缝范围圈定: 基于上述冒落带高度的计算结果, 综合考虑矿山地质环境监测工作的管理及土地复垦的管护工作管理, 并参考《宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿矿产资源开发利用方案》中圈定的 KIII 矿体地表岩石移动范围, 最终按冒落带高度 (11.68m) 与开采区平均坡度 (30°) 预计地面塌陷、裂缝的范围 (距 KIII 矿体 20m) 作为采空区引发地表塌陷、裂缝的最大范围, 面积 4.5623hm<sup>2</sup>。

从以上采空区冒落带+导水裂隙带最大高度测算看, 矿体埋深大于其导水裂

隙带（包括冒落带）最大高度  $H_f$  为 76.09m，即矿体对应地表岩层位于采空区陷落带的弯曲带内，只会发生弯曲变形，一般情况不易引发采空区地面塌陷、裂缝灾害，但是考虑地质作用的长期性，采空区的累进式弯曲变形也可能造成近地表局部塌陷。因此，矿体近地表开采时引发采空区地面塌陷、裂缝的可能性中等，可能造成采空区近地表地面塌陷损毁；矿体中深部开采引发采空区地面塌陷、地面裂缝的可能性小，不易造成采空区地面塌陷损毁。

综上，预测矿体开采引发采空区地面塌陷、裂缝的可能性中等，危害性小，危险性小。对矿山地质环境的影响较严重。

### 3、建设工程场地适宜性评价

依据《不稳定地质体危险性评估规范》（GB/T40112-2021）中工程建设用地适宜性分级指标（见表 3-5），结合工程建设过程中遭受或引发不稳定地质体的危险性、危害性程度对拟建工程建设用地的适宜性作出评价。

表 3-5 建设用地适宜性分级表

| 级 别     | 分 级 说 明   |
|---------|---|
| 适 宜     | 地质环境复杂程度一般，工程建设遭受不稳定地质体危害的可能性小，引发加剧不稳定地质体的可能性小，危险性小，易于处理。                       |
| 基 本 适 宜 | 不良地质现象较发育，地质构造、地层岩性变化较大，工程建设遭受不稳定地质体危害的可能性中等，引发加剧不稳定地质体的可能性中等，危险性中等，但可采取措施予以处理。 |
| 适 宜 性 差 | 不稳定地质体发育强烈，地质构造复杂，软弱结构成发育区，工程建设遭受不稳定地质体的可能性大，引发、加剧不稳定地质体的可能性大，危险性大，防治难度大。       |

矿山工业场地布置在南部的 1490m 平硐口。沟口地表宽平，面积较大，交通条件好，电力充足。各主要井巷等地面建（构）筑物均布置在地表岩石移动范围之外，物流运输距离短，地质条件较好，生产、生活方便。设计利用原有工业场地。矿区南侧有 F12 断裂带：该断裂带分布于矿区南端，断裂带长大于 4.0 千米，断层破碎带宽 100—150 米，至矿区南段破碎带宽度约 30~50m，破碎带内可见角砾岩和碎裂岩。断层产状  $5-35^{\circ} \angle 66-78^{\circ}$ 。本次工业场地全部位于该断裂带的南部，设计各平硐口避开该断裂带，今后下部的 1317m 硐口无法避开，今后施工时若在掘进硐口遇到断裂带可采用管棚法施工；部分平硐硐身需要穿过该断裂带，穿过断裂带时需采用注浆法、帷幕法等超前支护方式通过该区域并及时完成永久支护。

依据宝鸡市地质灾害防治办提供相关资料，矿区属于地质灾害低发区，现状

评估地质灾害危险性小、危害性小。根据《资源储量核实报告》中环境地质中关于矿区地质灾害现状与预测评估结果：区内有可能发生崩（滑）塌、平硐冒顶、泥石流、地面塌陷等不稳定地质体，预测评估危险性中等，危害性中等。但只要对不稳定地质体采取一定的防治措施，作为矿山建设场地适宜性为基本适宜。

### （三）矿区含水层破坏现状分析与预测

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

#### 1、现状调查与分析

景福山磷矿目前仍处于基建期，矿区以往人类工程活动以林木培植和地质勘查为主。以往地质勘查以地质填图、钻探、槽探为主，至2015年“景福山磷矿资源储量核实报告”提交后再未开展地质勘查工作，前期开挖的探槽及钻机平台已按要求填埋，植被已自然恢复。KII矿体5处探矿平硐未见有矿坑涌水流出，现已进行封堵。

目前存在的6个平硐口，本次调查期间，现有中段巷道顶及壁局部可见滴水/淋水现象，监测流量流量 $<0.01\text{L/s}$ ，富水性弱，坑口无明水。矿床勘查及开采对地下水的破坏较小，未见对生态涵养有明显影响。矿山目前未进行各类矿山工程活动，现场调查未发现地下水位下降的任何迹象，现状条件下，矿区工程活动对地下含水层水位的影响较轻。

#### 2、矿山开采对地下含水层结构破坏的预测评估

景福山磷矿矿区出露一套碳镁质酸盐地层，地下水以基岩裂隙水（构造裂隙、风化裂隙水）为主，岩溶水不发育。含水岩性包括为砂质白云岩、粉晶白云岩、底砾岩、粉砂质页岩、含磷页岩、磷块岩、生物碎屑灰岩、砂质灰岩、白云质粉砂岩等，弱富水性，弱透水性。受大气降水补给，在山坡部位地下水随地形变化由高到低沿基岩风化裂隙带、裂隙发育带渗流。KIII矿体大部分埋深大于矿体开采形成采空区叠合冒落带+导水裂隙带的最大高度76.09m。且矿体顶底板围岩以厚层状白云岩为主，完整性好，弱富水性、弱透水性，为矿区的相对隔水层。矿体和周边供水含水层、地表水之间无导水构造联通。

在矿床采矿过程中，揭穿构造破碎带及裂隙，构造破碎带及裂隙自身含水，并与基岩裂隙含水层相互沟通，基岩裂隙含水层中地下水就会沿断裂破碎带/裂隙进入采矿坑道内，对含水层结构造成影响。

因此,分析认为本区矿体开采活动对矿区含水层结构的影响仅限于采空区及其引起的采空变形区(包括冒落带+裂隙带),即对近矿含水岩层结构破坏较严重,对矿区及周围含水层水位影响较轻。

#### (四) 对地形地貌景观、地质遗迹、人文景观破坏现状调查及预测

##### 1、地形地貌景观破坏现状评估

###### (1) 前期 KTII 矿体探矿工程

景福山磷矿矿区没有登记注册的地质遗迹、人文景观及大中型水利电力工程、主要交通干线等。划定矿区范围内北部分布有前期 K II 矿体的 5 个探矿平硐(PD1、PD2、PD3、PD4、PD5), 但该矿体储量却未在资源储量出让范围内, 后期不进行采矿作业。前期硐口的建设及平硐开挖的少量废石堆放于硐口, 挖损和压占乔木林地共 0.0819hm<sup>2</sup>, 对矿区地形地貌景观影响严重。

###### (2) 前期 KTIII 矿体探矿工程

前期地质勘查中的槽探、钻探工程, 在 2015 年提交“景福山磷矿资源储量核实报告”后已停止。目前, 以往地质勘查中实施的钻探工程已经按照要求封孔, K III 矿体勘察槽探工程场地已填埋, 植被已自然恢复, 以往人类工程活动对矿区地形地貌景观影响较轻。

###### (3) 现有采矿平硐硐口

矿山目前现有硐口为 1560m 中段南北区域硐口、1525 中段南北区域硐口、1490 中段南北区域硐口) 与 1563m 硐口(进风及行人), 场地建设需切坡及堆渣平场, 破坏场地区地形地貌及生态植被, 对地形地貌景观的破坏严重。

###### (4) 工业场地

矿山现有工业场地位于 1490m 主平硐硐口附近, 设有值班室、空压机房、配电房、矿石临时堆场等设施, 建设工程需切坡平场, 破坏场地区原生地形地貌景观和斜坡稳定性, 对矿区地形地貌景观的影响严重。

###### (5) 生活办公区及矿部

矿山职工生活区位于 1490m 主平硐硐口附近, 直线距离约 70m, 包括有职工宿舍、食堂等生活设施。矿山办公区(矿部)位于矿区南侧, 与 1490m 主平硐直线距离约 514m, 建设工程需切坡平场, 改变了原生地形地貌景观, 对矿山地质环境影响严重。

###### (6) 矿区道路

矿区北部斜崖沟通向原 5 处探矿平硐场地是农村道路。矿区南部边界以外有曹家湾镇通往闫家湾村五星组的城镇村道路通过，是进入矿区的主干线路，路面宽约 5m，路面已硬化。属于矿山企业借用道路，对矿山地质环境影响较轻。

#### （7）废石临时堆场

矿山目前设有的废石临时堆放，破坏原有自然植被，改变了原生地形地貌景观，对矿山地质环境影响严重。

### 2、地形地貌的影响与破坏预测评估

依据《变更设计》，新增 14 个平硐口及 4 个回风井口，场地建设会对林草地进行损毁，损毁方式为挖损及压占，并且建设过程中会对切坡平场，破坏场地区原生地形地貌景观和斜坡稳定性，对矿区地形地貌景观的影响严重。

矿区拟建联络道路需要切坡平场，挖损及压占乔木林地，对矿区原生地形地貌景观改变大，与周边环境不协调，对矿区地形地貌景观影响严重。

矿区拟建高位水位位于 1625m 坑口东北侧的山坡 1685m 标高，建设过程中会对原有地形地貌景观造成压占，对矿区地形地貌景观的影响较严重。

### （五）矿区水土环境状况现状调查与预测评估

#### 1、矿区水土环境状况现状调查

##### （1）矿区地表水环境现状调查

《陕西省陇县景福山磷矿资源储量核实报告》在 2015 年详查施工期间，在八仙崖沟、汽沟、斜崖沟采和东沟河集了 5 组地表水样，分析水质检测结果为：八仙崖沟（XS01、XS02）地表水化学类型为  $\text{HCO}_3-\text{Ca}.\text{Mg}.\text{Na}$  型，矿化度 433~434mg/L，总硬度 247.85mg/L，PH6.66~6.68；汽沟（XS03）地表水化学类型为  $\text{HCO}_3-\text{Ca}.\text{Mg}.\text{Na}$  型，矿化度 468mg/L，总硬度 248.75mg/L，PH6.68。斜崖沟（XS04）地表水化学类型为  $\text{HCO}_3-\text{Ca}.\text{Mg}.\text{Na}$  型，矿化度 375mg/L，总硬度 211.03mg/L，PH6.64；东沟河（XS05）地表水化学类型为  $\text{HCO}_3.\text{SO}_4-\text{Ca}.\text{Mg}.\text{Na}$  型，矿化度 222mg/L，总硬度 122.13mg/L，PH6.63；矿区地表水总体为中性低矿化淡水，各项限值指标均低于《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）Ⅱ类要求，同时满足《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）中水质参考指标及限值要求，水质优良，可作为矿山生活生产及生产用水的来源。

2018 年 10 月 5-7 日，陕西盛中建环境科技有限公司对陕西陇县景福山矿区地表水进行了监测，在石罐子沟采矿工业场地上游 500m（W1）及石罐子沟采矿

工业场地下游 1000m (W2) 布设地表水监测断面 2 处, 每天采样 1 次, 连续监测 2 天 (2018 年 10 月 8-9 日), 监测项目为 PH、COD、SS、氨氮、总磷、总氮、铜、铅、锌、镉、汞、砷、铁、硫化物、氟化物和六价铬, 监测结果均符合《地表水环境质量标准》GB3838-2002 III类水。

矿山基建过程中用水量少, 基本无废水排放, 因此现状评价认为: 石罐子沟采矿工业场地上游 (W1)、石罐子沟采矿工业场地下游 (W2) 断面地表水质量 14 项指标均达到《地表水环境质量标准》GB3838—2002 III类的水质标准要求, 适用于集中式生活饮用水地表水源地一级保护区及工、农业用水水源, 水质良好。

## (2) 矿区地下水现状调查及评价

2018 年 10 月 8 日, 陕西盛中建环境科技有限公司对陕西陇县景福山磷矿矿区地下水进行了监测, 共布设 6 个监测点, 其中 3 处为水位监测点, 3 处为水质监测点。3 处为水质监测点分别位于工业场地附近、勘查工棚附近和李家岭村 (见图 3-5)。

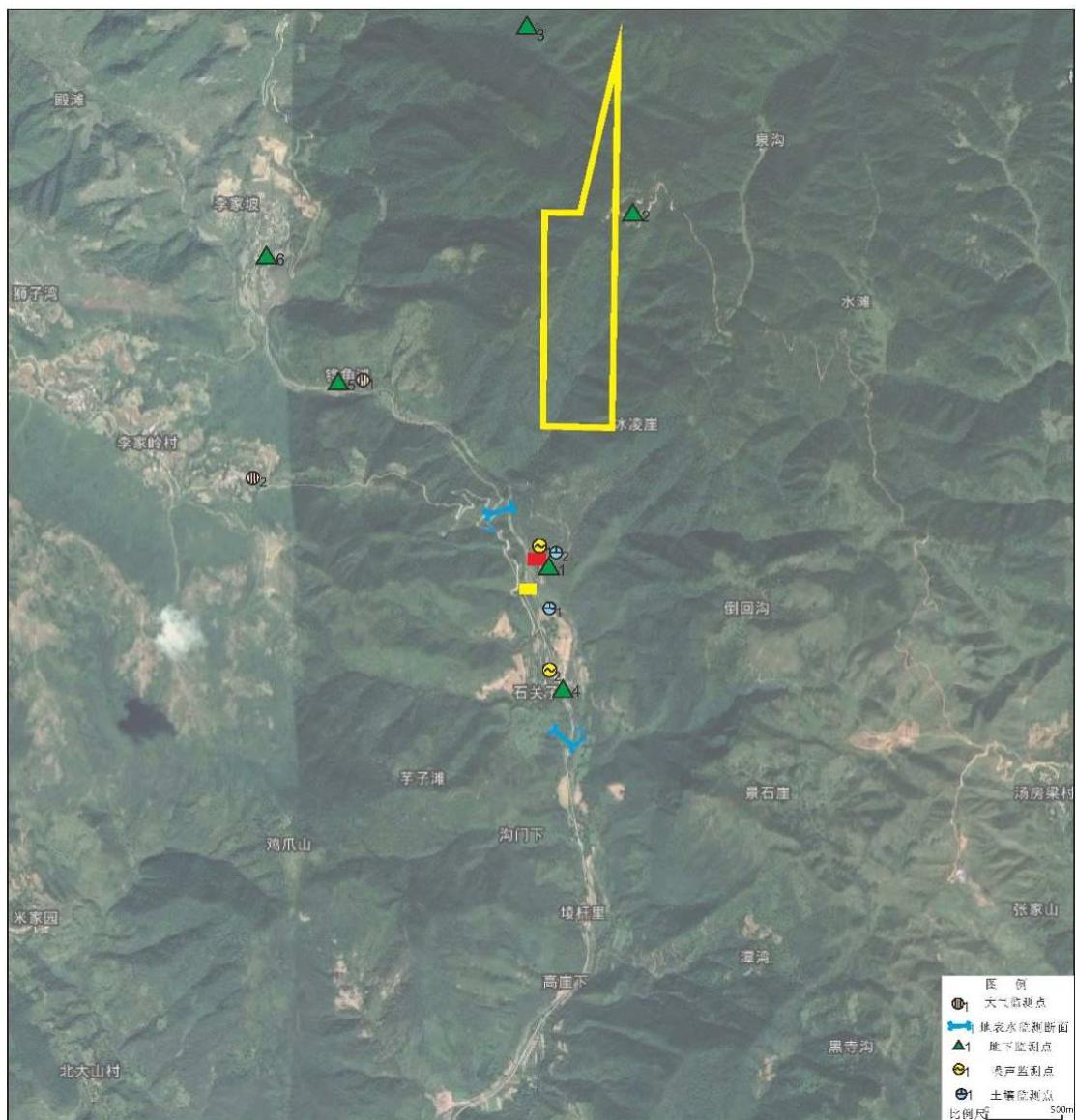


图 3-5 环境质量现状监测点位示意图

各取监测样 1 件, 监测项目包括氟化物、碘化物、汞、砷、硒、镉、六价铬、铅、苯和甲苯等 38 项指标, 从监测结果可以看出, 矿区水质质量满足《地下水质量标准》(GB/T14848-2017) 中 III 类水质标准的要求, 适用于集中式生活饮用水水源水及工、农业用水水源, 地下水水质良好。矿山基建过程中用水量少, 基本无废水排放, 因此现状条件下对矿区地下水水质影响较轻。

### (3) 矿区土壤环境现状调查及评价

根据陕西盛中建环境科技有限公司对陕西陇县景福山磷矿项目区土壤质量进行了监测, 附近农田地地处布设土壤质量监测点 2 处 (点位布设见图 3-3), 分别采集土样, 监测项目为 PH、砷、汞、镉、铜、铅、镍、锌、铬和有机质, 对矿区所采土壤样品监测结果进行评价, 结果表明矿区土壤中检测的重金属元素含量

均未超标，污染等级为安全，污染水平为清洁。

## 2、矿山活动对矿区水土环境状况的预测评估

矿区水土环境状况主要由矿山生产过程中排放的废水和固体废弃物引起，其中废水为采矿废水、废石场淋滤水和生活污水等，固体废弃物包括采矿废石和生活垃圾。

### （1）采空区对矿区水土环境预测评估

根据本章节第二小节可知，矿体近地表开采时（覆盖层薄）易引发采空区地面塌陷、裂缝，可能造成采空区近地表地面塌陷损毁，但范围较小，塌陷程度较轻，属于物理破坏，对土壤影响程度较轻。塌陷区致使局部地区地表坡度发生变化，对地表水降水储蓄功能影响较严重。塌陷区植被通过自然恢复或植被补种等措施即可恢复，因此对整体植被生态环境影响较轻。

### （2）采矿废水对矿区水土环境预测评估

采矿废水主要由矿坑涌水和井下生产污水组成。

据《陇县景福山磷矿矿产资源储量核实报告》，矿区属于弱富水性基岩裂隙含水层充水为主，矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿体顶底板围岩弱富水、弱透水性，矿坑涌水量小。矿坑排水经沉淀处理后做生产用水不外排。

矿坑涌水水质与 KII 矿体勘查工棚附近地下水样基本一致，满足《地下水水质标准》GB/T14848-2017 III类标准限值要求，水质良好。井下生产污水主要为湿式凿岩、冲洗工作面产生的采矿污水，以悬浮物 SS 为主。

采矿废水经井下排水系统排放至坑口沉淀池，经絮凝沉淀达标后作为矿坑生产用水回用，不外排。因而，不会造成矿区地下水、地表水、土壤环境影响，对矿区水土环境影响程度较轻。

### （3）废石淋滤水对矿区水土环境预测评估

依据《陕西省陇县景福山磷矿开发利用方案》，矿区矿体开采废石大部分被粉碎加工作为建材综合利用，剩余部分临时堆存在废石场，废石场堆存的废石量很小。

据陕西盛中建环境科技有限公司对本项目磷矿矿石浸出毒性指标检测，矿石淋滤水中各项毒性指标均低于《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB5085.3-2007）一类固废标准限值、《地表水环境质量标准》GB3838—2002 I 类和《地下

水质量标准》GB/T14848-2017Ⅲ类标准，也满足《土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018）风险筛选值要求。因此矿区产生的废石、矿石淋滤水中除SS可能偏高外，有毒有害元素含量低。

《陕西省陇县景福山磷矿开发利用方案》在采矿工业场地、废石场周边修建有截排水沟，限制对窝沟斜坡上地表水和周边大气降水流入场区，降低了废石淋滤水生产量。

同时按照“矿山环评报告”要求，在采矿工业场地、废石场下方设置积渗池，收集废石堆放产生的淋滤水，净化处理后用于道路洒水、降尘及树木绿化，确保废石淋滤水不外排，特别是不能流入下游石关河中。

综合分析认为，废石场淋滤水对矿区地下水、地表水水质存在影响较严重，需按照环保要求，对废石场淋滤水进行收集、治理和合理排放，不得外排；废石场淋滤水对矿区水土壤质量影响程度较轻。

#### （4）生活污水对矿区水土环境预测评估

矿区采矿工业场地区设置有防渗旱厕，粪便定期清掏作农家肥利用；生活污水主要有SS、动植物油脂等，集中排入化粪池，经化粪池沉淀处理后作林地灌用水或防尘洒水；矿区设有垃圾收集台，存放矿山产生的生活垃圾，并按当地环卫部门规定外运处置，矿区生活污水、生活垃圾对矿区水土环境影响较轻。

#### （5）开采废石及生活垃圾对矿区土壤预测评估

废石场下方修建有拦挡坝，上游及两侧修建有截排水沟，避免了废石排放影响土体环境；办公生活区设有垃圾收集台，存放矿山产生的生活垃圾，并按当地环卫部门规定外运处置。因此开采废石及生活垃圾排放不易影响矿山水土环境，对矿山地质环境影响较轻。

### （六）评估分级及分区

#### 1、分级分区评估的依据

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、不稳定地质体的发育程度、对含水层、地形地貌景观及水土环境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。采用因子叠加（半定量）方法进行分区。

## 2、分级分区评估方法

### （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、引发不稳定地质体的程度、工程建设对含水层、地形地貌景观和水土环境的影响和破坏程度四个差异性因子为评价指标，不同评价指标的影响程度判别标准见表 3-6。

### （2）矿山地质环境影响程度综合评估分区

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

表 3-6 地质环境影响程度评价分级标准表

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

|      |                                      |   |   |
|------|--------------------------------------|---|---|
| 水土环境 | 生产过程中排放污染物，造成水体、土壤原有理化性状恶化，全部丧失原有功能。 | 生产过程中排放污染物，造成水体、土壤原有理化性状变化较大，使其丧失部分原有功能 | 生产过程中排放污染物，未造成水体、土壤原有理化性状变化，或有轻微变化，对水体、土壤原有功能影响较小 |
|------|--------------------------------------|---|---|

### 3、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 12 块，其中地质环境影响程度严重区（Ax）11 处，较轻区（Cx）1 处。

#### （1）地质环境影响程度严重区(Ax)

地质环境影响程度严重区 11 处(Ax<sub>1</sub>~Ax<sub>11</sub>)，包括 5 处探矿平硐口（PD1~PD5）及坑口渣堆、工业场地、生活办公区、废石临时堆放场以及现有 6 个平硐口（1560m 中段南北区域硐口、1525 中段南北区域硐口、1490 中段南北区域硐口）与 1563m 硐口（进风及行人）；总面积 0.0055km<sup>2</sup>，占评估区面积的 0.20%。主要存在的地质环境问题：基建开挖造成土地挖损损毁，坑口渣堆造成土地压占损毁，对矿区地形地貌景观影响严重。

#### （2）地质环境影响程度较轻区(Cx)

地质环境影响程度较轻区 1 处(Cx<sub>1</sub>)，分布于评估区的大部，面积 2.7866km<sup>2</sup>，占评估区面积的 99.80%。这些地段现状人类活动以林木植护，存在的地质环境问题少，危害程度较轻，对地质环境影响程度较轻。

表 3-7 矿山地质环境影响程度现状评估分区说明表

| 现状评估分区   | 位置及编号  | 面积 (km <sup>2</sup> ) | 面积占比 (%) | 单因子影响程度现状评估 |     |        |      | 影响程度分级 |
|----------|--|-----------------------|----------|-------------|-----|--------|------|--------|
|          |  |                       |          | 不稳定地体质      | 含水层 | 地形地貌景观 | 水土环境 |        |
| 严重区 (Ax) | Ax <sub>1</sub> : 原 5 处探矿平硐口及坑口渣堆；<br>Ax <sub>2</sub> : 工业场地<br>Ax <sub>3</sub> : 生活办公区<br>Ax <sub>4</sub> : 废石临时堆放场<br>Ax <sub>5</sub> ~Ax <sub>11</sub> : 现有 6 个平硐口（1560m 中段南北区域硐口、1525 中段南北区域硐口、1490 中段南北区域硐口）与 1563m 硐口（进风及行人） | 0.0055                | 0.20     | 较轻          | 较轻  | 严重     | 较轻   | 严重     |
| 较轻区 (Cx) | 评估区其他区域  | 2.7866                | 99.80    | 较轻          | 较轻  | 较轻     | 较轻   | 较轻     |

#### 4、矿山地质环境影响程度预测评估分区

通过对各因子预测评估结果进行叠加分析,再结合评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 31 块,其中地质环境影响程度严重区 (A<sub>Y</sub>) 25 处,较严重区 (B<sub>Y</sub>) 5 处,较轻区 (C<sub>Y</sub>) 1 处。

表 3-8 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        | 面积(km <sup>2</sup> ) | 面积占比(%) | 单因子影响程度现状评估 |     |        |      | 影响程度分级 | 预测存在的地质环境问题   |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------|----------------------|---------|-------------|-----|--------|------|--------|---|
|                           |                                       |           |                      |         | 不稳定地质体      | 含水层 | 地形地貌景观 | 水土环境 |        |   |
| 严重区<br>(A <sub>Y</sub> )  | A <sub>Y1</sub> ~<br>A <sub>Y24</sub> | 各中段硐口及风井口 | 0.0036               | 0.13    | 较轻          | 较轻  | 严重     | 较轻   | 严重     | 矿山后期开采过程中拟建的联络道路以及各中段硐口及风井口，建设过程中的切坡及堆渣平场，开采过程中，平硐开挖的少量废石堆放于硐口，破坏场地区原有地形地貌及生态植被，破坏程度严重。 |
|                           | A <sub>Y25</sub>                      | 矿内拟建联络道路  | 0.0085               | 0.30    | 较轻          | 较轻  | 严重     | 较轻   | 严重     |   |
| 较严重区<br>(B <sub>Y</sub> ) | B <sub>Y1</sub>                       | 工业场地      | 0.0012               | 0.04    | 较轻          | 较轻  | 较严重    | 较轻   | 较严重    | 矿山现有的地面建筑工程(工业场地、生活办公区、废石临时堆放场)与拟建的高位水池，对区域地形地貌长期压占，对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大，影响程度为较严重。       |
|                           | B <sub>Y2</sub>                       | 生活办公区     | 0.0011               | 0.04    | 较轻          | 较轻  | 较严重    | 较轻   | 较严重    |   |
|                           | B <sub>Y3</sub>                       | 废石临时堆放场   | 0.0014               | 0.05    | 较轻          | 较轻  | 较严重    | 较轻   | 较严重    |   |
|                           | B <sub>Y4</sub>                       | 高位水池      | 0.0001               | 0.01    | 较轻          | 较轻  | 较严重    | 较轻   | 较严重    |   |
|                           | B <sub>Y5</sub>                       | 采空变形区     | 0.0456               | 1.63    | 较严重         | 较轻  | 较严重    | 较轻   | 较严重    | 矿体近地表开采引发采空区地表塌陷、裂缝的发育程度中等，危害程度小，危险性中等；塌陷地段对矿区地形地貌的影响较严重。                               |
| 较轻区<br>(C <sub>Y</sub> )  | C <sub>Y1</sub>                       | 评估区其他区域   | 2.7306               | 97.80   | 较轻          | 较轻  | 较轻     | 较轻   | 较轻     | 5处原探矿硐口及坑口堆渣在近期实施地质环境治理和土地复垦后，对矿区地质环境的影响程度较轻。其他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。     |

### (1) 地质环境影响程度严重区(A<sub>X</sub>)

地质环境影响程度严重区共 25 处 (A<sub>Y1</sub>~A<sub>Y25</sub>)，包括 20 个硐口、4 个回风井口 (A<sub>Y1</sub>~A<sub>Y24</sub>) 以及拟建联络道路 (A<sub>Y25</sub>)，占地总面积约 0.0121km<sup>2</sup>，占评估区面积的 0.43%。

### (2) 地质环境影响程度较严重区(B<sub>Y</sub>)

地质环境影响程度较严重区共 5 处(B<sub>Y</sub>)，包括采矿工业场地 (B<sub>Y1</sub>)、办公生活区 (B<sub>Y2</sub>)、废石临时堆放场 (B<sub>Y3</sub>)、高位水池 (B<sub>Y4</sub>) 以及是采区矿体开采形成采空区引发的地表塌陷、裂缝区 (B<sub>Y5</sub>)，占地总面积约 0.0494km<sup>2</sup>，占评估区面积的 1.77%。矿体开采引发采空区地表塌陷、裂缝的发育程度中等，危险性小，对地形地貌景观破坏较严重；地面建设工程对原有地形地貌进行破坏，长期压占改变原有土地功能，矿区地形地貌景观影响较严重。

### (3) 地质环境影响程度较轻区(C<sub>Y</sub>)

地质环境影响程度较轻区 1 处(C<sub>Y1</sub>)，分布于评估区的大部，面积 2.7306km<sup>2</sup>，占评估区面积的 97.80%。这些地段现状人类活动以林木植护，存在的地质环境问题少，危害程度较轻，对地质环境影响程度较轻。

## 三、矿山土地损毁预测与评估

### (一) 土地损毁环节与时序

#### 1、矿山生产工艺流程简介

依据《变更设计》，矿山基建工程自 2024 年 12 月至 2027 年 12 月，基建期 3.0 年。矿山基建、生产、闭坑各阶段的工艺流程见表 3-9。

表 3-9 景福山磷矿矿山基建、生产工艺流程简表

| 阶段    | 项目名称     | 现状   | 基建施工/生产工艺流程                       |
|-------|----------|--|-----------------------------------|
| 矿山基建期 | 平硐硐口与回风井 | 已修建 6 个平硐硐口与 1563 硐口 (进风及行人)，拟建 14 个平硐硐口与 4 个回风井 | 切坡平场→硐口开挖、边坡支护→坑口场地平整→验收、使用       |
|       | 采矿工业场地   | 已建   | 表土剥离→切坡平场→主体工程施工及安装→场地平整、硬化→验收、使用 |
|       | 生活办公区    | 已建   | 表土剥离→场地平整、硬化→主体工程施工→验收、使用         |
|       | 废石临时堆放场  | 已建   | 表土剥离→修建拦渣坝、截排水设施→验收→废石排放          |

|       |             |    |   |
|-------|-------------|----|---|
|       | 矿内联络道路      | 拟建 | 切坡平场→路基压实、路面敷设→边坡治理→验收、使用   |
|       | 井下开拓、采准系统工程 | 拟建 | 采用地下开采方式，采用平硐—溜井+盲斜井开拓运输系统；基建流程：平巷、溜井、盲斜井、回风井、采切工程掘进→废石运输至废石场临时堆放 |
| 矿山生产期 | 矿体开采及运输     |    | 采矿方法：房柱嗣后废石充填法；生产流程：矿体回采→矿石运至采矿工业场地后销售                            |
|       | 废石运输、排      |    | 将各中段生产废石尽量提升或溜送到前一中段充填采空区，剩余部分排放至废石场                              |
| 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）→地质环境监测及管护                   |

地面工程建设流程：表土剥离（表层土与底层土分层剥离）→切坡平场→主体及附属工程施工、边坡治理→场地绿化→验收、使用→闭坑后，建筑拆除和场地土地复垦。

井下工程包括井下基建工程和矿体回采，流程为：基建工程施工→废石运输至废石场及场外的陇县金海石料加工厂；矿体回采→矿石运至采矿工业场地销售→使用采矿废石充填采空区→开采结束、硐（井）口封闭，坑口场地复垦。

## 2、土地损毁环节及时序

前期探矿工程、矿山工程基建、生产期间各阶段各环节造成土地损毁形式、程度不同。其中，前期探矿平硐硐口及场地已造成土地的挖损和压占，矿山地面工程建设、运行易造成土地挖损、压占损毁，如平硐口及坑口场地、采场工业场地、办公生活区、矿内联络道路等，工程切坡平场环节会造成土地的挖损损毁，建筑物建成后会形成土地压占损毁，废石排放环节造成废石场场地土地压占损毁。矿山工程各生产建设阶段土地损毁的环节和方式详见表 3-10。

表 3-10 景福山磷矿土地损毁环节及损毁方式一览表

| 建设生产状态           | 矿山工程/生产工艺流程                      | 损毁环节  | 损毁方式  |
|------------------|----------------------------------|-------|-------|
| 探矿期<br>(2015 年前) | 5 个探矿平硐硐口及硐口场地                   | 基建、使用 | 挖损、压占 |
| 基建期              | 20 个平硐硐口（现有 6 个）、1563 硐口及 4 个风井口 | 基建、使用 | 挖损、压占 |
|                  | 采矿工业场地                           | 基建、运营 | 挖损、压占 |
|                  | 废石临时堆放场                          | 基建、使用 | 挖损、压占 |

|     |              |                |         |
|-----|--------------|----------------|---------|
|     | 办公生活区        | 基建、使用          | 挖损、压占   |
|     | 矿山联络道路       | 基建、运行          | 挖损、压占   |
|     | 高位水池         | 基建、运行          | 压占      |
| 生产期 | 开采区/矿体回采     | 矿体开采           | 采空区地表变形 |
|     | 采矿工业场地       | 使用、运营          | 挖损、压占   |
|     | 废石临时堆放场/废石排放 | 废石堆放           | 压占      |
|     | 办公生活区        | 使用             | 压占      |
|     | 矿山联络道路       | 运行             | 压占      |
| 闭坑期 | 矿山闭坑工程       | 建筑拆除、硐口封堵、土地复垦 |         |

景福山磷矿拟采KIII矿体，近南北向展布，长度1265m，矿体地表出露标高1547.80~1753.47m，厚度0.54~2.92m，平均厚度1.78m，控制矿体最大斜深181m，倾角38°~51°。磷矿体赋存于寒武系下部辛集组厚层状白云岩中的含磷岩系中，矿体上盘直接顶板围岩，底板围岩、外侧间接底板围岩，均属不易软化的坚硬-半坚硬岩石，岩石质量等级为Ⅱ级，岩体完整程度完整，稳固性好。

矿体埋深大于其导水裂隙带，即矿体对应地表岩层位于采空区陷落带的弯曲带内，只会发生弯曲变形，一般情况不易引发采空区地面塌陷、裂缝灾害。考虑地质作用的长期性，矿体近地表开采时，可能造成采空区近地表地面出现轻微变形，变形程度轻。矿山采用房柱嗣后废石充填法，即采场回采结束后，利用切割天井进行废石充填，随后立即封闭井口。

综上所述，矿体在近地表开采时可能会造成地表地面轻微变形，但回采结束后，会对采空区进行废石充填，一般不会形成大范围的塌陷损毁，因此本次方案不对塌陷损毁进行统计设计，矿山对轻微变形区域进行植被补种措施即可。

## （二）已损毁各类土地现状

### 1、土地挖损与压占损毁程度评价因子及等级标准

根据《中华人民共和国土地管理法》和《土地复垦方案编制规程》(TD/T1031-2011)，把土地损毁程度等级分为3级，即：Ⅰ级（轻度损毁）、Ⅱ级（中度损毁）和Ⅲ级（重度损毁）。

本项目采用极限条件法分析进行土地损毁程度评价。即根据不同项目损毁类型特点，选取多个土地损毁评价因子进行综合分析，取单个评价因子达到的最高土地损毁等级作为该工程对土地损毁程度等级。本方案对土地挖损和压占损毁程度参照《耕地后备资源调查与评价技术规程》(TD/T-1007-2003)确定，具体标准如表3-11、3-12。

表 3-11 土地挖损损毁程度评价因子及等级标准表

| 评价因子      | 评价等级                 |                         |                   |
|-----------|----------------------|-------------------------|-------------------|
|           | 轻度破坏<br>(I 级)        | 中度破坏<br>(II 级)          | 重度破坏<br>(III 级)   |
| 挖损深度      | <1.0m                | 1.0~3.0m                | >3.0m             |
| 挖损面积      | <0.10hm <sup>2</sup> | 0.10~1.0hm <sup>2</sup> | >1hm <sup>2</sup> |
| 挖损坡度      | <25°                 | 25~35°                  | >35°              |
| 挖损土层厚度    | <0.2m                | 0.2~0.5m                | >0.5m             |
| 对土地功能影响程度 | 基本不影响                | 影响土地功能                  | 丧失原有功能            |

表 3-12 土地压占损毁程度评价因子及等级标准表

| 评价因子      | 评价等级                |                        |                   |
|-----------|---------------------|------------------------|-------------------|
|           | 轻度破坏<br>(I 级)       | 中度破坏<br>(II 级)         | 重度破坏<br>(III 级)   |
| 压占面积      | <1.0hm <sup>2</sup> | 1.0~5.0hm <sup>2</sup> | >5hm <sup>2</sup> |
| 边坡坡度      | <25°                | 25~35°                 | >35°              |
| 砾石含量      | <10%                | 10~30%                 | >30%              |
| 对土地功能影响程度 | 基本不影响               | 影响土地功能                 | 丧失原有功能            |

## 2、各工程单元损毁土地现状

经现场调查, 现状矿山建设活动对土地资源的损毁方式主要为挖损和压占。根据损毁方式与程度可划分为探矿平硐硐口及硐口场地损毁单元、平硐硐口及硐口场地损毁单元、生活办公区损毁单元、废石临时堆放场损毁单元及工业场地损毁单元。

### ①探矿平硐硐口及硐口场地损毁单元

根据现场调查, 圈定矿区范围内北部有早期 K II 磷矿体的五个探矿平硐口及坑口场地, 共挖损和压占乔木林地 0.0819hm<sup>2</sup>, 损毁方式为挖损和压占, 损毁程度为重度损毁 (III 级)。

### ②采矿平硐硐口及硐口场地损毁单元

目前矿山存在 6 个平硐口及 1563 平硐硐口 (进风及行人使用), 平硐硐口分别为 1560m 中段南侧硐口和北侧硐口、1525 中段南侧硐口和北侧硐口、1490 中段南侧硐口和北侧硐口, 共挖损和压占乔木林地 0.1025hm<sup>2</sup>, 损毁方式为挖损和压占, 损毁程度为重度损毁 (III 级)。

### ③工业场地损毁单元

现有采矿工业场地位于 1490m 平硐硐口, 现状土地类型为采矿用地。现有空压机房、值班室及配电室等工程设施建设、安装、运行期间会造成土地压占损毁, 同时废石和矿石需在此处倒运和销售, 废石倒运场地及矿石临时堆放场地需

平整，会造成土地压占损毁。该地块挖损、压占损毁采矿用地  $0.1174\text{hm}^2$ ，损毁程度为重度损毁（III 级）。

#### ④生活办公区损毁单元

现有生活办公区累计损毁面积为  $0.1149\text{hm}^2$ 。其中，现有矿山职工生活区位于  $1490\text{m}$  主平硐口附近，直线距离约  $70\text{m}$ ，包括有职工宿舍、食堂等生活设施。现状土地类型为采矿用地、公路用地与农村道路，损毁总面积  $0.0673\text{hm}^2$ ，损毁方式为压占，损毁程度为重度损毁（III 级）。

现有矿山办公区位于矿区南侧，与  $1490\text{m}$  主平硐直线距离约  $514\text{m}$ ，已修建有矿山道路连接  $1490\text{m}$  主平硐和矿石职工生活区、办公区。现状土地类型为采矿用地，损毁总面积  $0.0476\text{hm}^2$ ，损毁方式为压占，损毁程度为重度损毁（III 级）。

#### ⑤废石临时堆放场地损毁单元

为生产废石的临时堆存场地，废石场位于  $1420\text{m}$  硐口下方对窝沟下游沟内，为沟谷型废石场。废石场区现状土地类型为乔木林地与农村道路，土壤类型为山地棕壤，土壤质地为少砾质砂壤土、壤土。累计损毁面积  $0.1360\text{hm}^2$ ，损毁方式为挖损与压占，损毁程度为重度损毁（III 级）。

### 3、已损毁土地情况汇总

现状矿山活动累计损毁土地总面积  $0.5527\text{hm}^2$ ，其中损毁乔木林地  $0.3023\text{hm}^2$ ，采矿用地  $0.1936\text{hm}^2$ ，农村道路  $0.0424\text{hm}^2$ ，公路用地  $0.0144\text{hm}^2$ ；已损毁土地均不属于基本农田保护区，矿区具体各单元已损毁土地现状详见下表 3-12。

表 3-13 项目已损毁土地面积统计表

| 序号                    | 损毁单元            | 工程名称                   | 损毁方式 | 损毁程度        | 损毁时段 | 一二级地类          |                 |                |                | 损毁面积<br>(hm <sup>2</sup> ) |  |
|-----------------------|-----------------|------------------------|------|-------------|------|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------------------|--|
|                       |                 |                        |      |             |      | 林地<br>(03)     | 工矿仓储用<br>地 (06) | 交通运输用地<br>(10) |                |                            |  |
|                       |                 |                        |      |             |      | 乔木林地<br>(0301) | 采矿用地<br>(0602)  | 农村道路<br>(1006) | 公路用地<br>(1003) |                            |  |
| 1                     | 探矿平硐硐口及硐口场地损毁单元 | KTII 矿体探矿平硐硐口          | 挖损压占 | 重度<br>III 级 | 探矿期  | 0.0819         | /               | /              | /              | 0.0819                     |  |
| 2                     | 采矿平硐硐口及硐口场地损毁单元 | 南区 1560m 中段南、北侧硐口及硐口场地 | 挖损压占 | 重度<br>III 级 | 基建期  | 0.0300         | /               | /              | /              | 0.0300                     |  |
|                       |                 | 南区 1525m 中段南、北侧硐口及硐口场地 | 挖损压占 | 重度<br>III 级 | 基建期  | 0.0300         | /               | /              | /              | 0.0300                     |  |
|                       |                 | 南区 1490m 中段南、北侧硐口及硐口场地 | 挖损压占 | 重度<br>III 级 | 基建期  | 0.0300         | /               | /              | /              | 0.0300                     |  |
|                       |                 | 1563 平硐硐口              | 挖损压占 | 重度<br>III 级 | 基建期  | 0.0125         | /               | /              | /              | 0.0125                     |  |
| 3                     | 工业场地损毁单元        | 工业场地                   | 挖损压占 | 重度<br>III 级 | 基建期  | /              | 0.1174          | /              | /              | 0.1174                     |  |
| 4                     | 生活办公区损毁单元       | 生活办公区                  | 挖损压占 | 重度<br>III 级 | 基建期  | /              | 0.0762          | 0.0243         | 0.0144         | 0.1149                     |  |
| 5                     | 废石临时堆放          | 废石临时堆放                 | 挖损压占 | 重度<br>III 级 | 基建期  | 0.1179         | /               | 0.0181         | /              | 0.1360                     |  |
| 合计 (hm <sup>2</sup> ) |                 |                        |      |             |      | 0.3023         | 0.1936          | 0.0424         | 0.0144         | 0.5527                     |  |

### （三）拟损毁土地预测与评估

依据《变更设计》，来矿山建设活动对土地资源的损毁主要表现在新增 18 个硐（含风井）口及坑口场地以及拟建的矿内联络道路。拟损毁土地类型、地类、损毁面积见表 3-13。

#### （1）采矿平硐（风井）口及坑口场地损毁单元

依据《变更设计》，矿山拟新增 14 个平硐口及坑口场地、4 个回风井口，累计损毁乔木林地  $0.2600\text{hm}^2$ 。其中挖损损毁面积为  $0.0780\text{hm}^2$ ，压占损毁面积为  $0.1820\text{hm}^2$ ，损毁程度为重度损毁（III 级）。

#### （2）矿内联络道路损毁单元

依据《变更设计》，联络道路 1 设计自 1317m 硐口向上修筑地表运输道路依次至 1350m 硐口和 1385m 硐口，全长 1097m，平均坡度 6.21%，单车道，路面宽度约 5m，泥结碎石路面，损毁乔木林地面积  $0.5890\text{hm}^2$ ；联络道路 2 自 1490m 硐口向下修筑地表运输道路依次至 1455m 硐口和 1420m 硐口，全长 1082m，路面宽度约 5m，泥结碎石路面，损毁乔木林地面积  $0.2640\text{hm}^2$ 。两段联络道路累计拟损毁乔木林地面积为  $0.8530\text{hm}^2$ ，新建道路建设时可能进行一定的切坡挖方，清理，因此损毁方式为挖损和压占，损毁程度为重度损毁（III 级）。

#### （3）高位水池损毁单元

依据《变更设计》，拟在 1625m 坑口东北侧的山坡 1685m 标高，设置高位水箱，水箱容积  $200\text{m}^3$ ，提供井下生产和消防用水。新建高位水池时会对原有乔木林地造成压占损毁，累计拟损毁乔木林地面积为  $0.0100\text{hm}^2$ ，损毁程度为重度损毁（III 级）。

表 3-14 景福山磷矿项目区拟损毁土地特征一览表

| 序号                    | 损毁单元                           | 工程名称                  | 损毁方式  | 损毁程度     | 拟损毁地类 |    |      |      | 拟损毁面积  |        |
|-----------------------|--------------------------------|-----------------------|-------|----------|-------|----|------|------|--------|--------|
|                       |                                |                       |       |          | 一级地类  |    | 二级地类 |      | 单项     | 合计     |
|                       |                                |                       |       |          | 编码    | 名称 | 编码   | 名称   |        |        |
| 1                     | 采矿平硐<br>(风井)口<br>及坑口场地<br>损毁单元 | 北区 1665m 中段硐口及硐口场地    | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.015  | 0.015  |
|                       |                                | 北区 1630m 中段硐口及硐口场地    | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.015  | 0.015  |
|                       |                                | 北区 1595m 中段硐口及硐口场地    | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.015  | 0.015  |
|                       |                                | 南区 1625m 中段南、北硐口及硐口场地 | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.030  | 0.030  |
|                       |                                | 南区 1595m 中段南、北硐口及硐口场地 | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.030  | 0.030  |
|                       |                                | 南区 1560m 中段南、北硐口及硐口场地 | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.030  | 0.030  |
|                       |                                | 南区 1317m 中段硐口及硐口场地    | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.015  | 0.015  |
|                       |                                | 南区 1350m 中段硐口及硐口场地    | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.015  | 0.015  |
|                       |                                | 南区 1385m 中段硐口及硐口场地    | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.015  | 0.015  |
|                       |                                | 南区 1420m 中段硐口及硐口场地    | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.015  | 0.015  |
|                       |                                | 南区 1455m 中段硐口及硐口场地    | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.015  | 0.015  |
|                       |                                | 1#回风井口                | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.0125 | 0.0125 |
|                       |                                | 2#回风井口                | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.0125 | 0.0125 |
|                       |                                | 3#回风井口                | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.0125 | 0.0125 |
|                       |                                | 4#回风井口                | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.0125 | 0.0125 |
| 2                     | 矿内联络道<br>路损毁单元                 | 矿山联络道路 1              | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.5890 | 0.5890 |
|                       |                                | 矿山联络道路 2              | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.2640 | 0.2640 |
| 3                     | 高位水池损<br>毁单元                   | 高位水池                  | 挖损、压占 | 重度 III 级 | 03    | 林地 | 0301 | 乔木林地 | 0.0100 | 0.0100 |
| 合计 (hm <sup>2</sup> ) |                                |                       |       |          |       |    |      |      | 1.1230 | 1.1230 |

#### （四）项目区损毁土地汇总

景福山磷矿划定矿区范围内损毁土地面积  $1.6757\text{hm}^2$ 。其中已损毁土地总面积  $0.5527\text{hm}^2$ ，包含损毁乔木林地  $0.3023\text{hm}^2$ ，采矿用地  $0.1936\text{hm}^2$ ，农村道路  $0.0424\text{hm}^2$ ，公路用地  $0.0144\text{hm}^2$ ；拟损毁土地面积为  $1.1230\text{hm}^2$ ，损毁土地类型均为乔木林地，无重复损毁区域。

根据土地损毁评价等级与分级标准可知，项目区可分为探矿平硐口损毁单元、采矿平硐口及硐口场地损毁单元、工业场地损毁单元、生活办公区损毁单元、废石临时堆放场损毁单元、矿内联络道路损毁单元以及高位水池损毁单元等 7 个损毁单元，土地损毁程度均为：重度损毁（III 级）；具体如下表 3-14 所示。

表 3-15 项目总损毁土地面积统计表 (单位: hm<sup>2</sup>)

| 序号 | 损毁单元           | 工程名称                   | 损毁方式  | 损毁程度       | 损毁时段 | 一二级地类          |                |                |                | 合计<br>(hm <sup>2</sup> ) |  |
|----|----------------|------------------------|-------|------------|------|----------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------|--|
|    |                |                        |       |            |      | 林地<br>(03)     | 工矿仓储<br>用地(06) | 交通运输用地 (10)    |                |                          |  |
|    |                |                        |       |            |      | 乔木林地<br>(0301) | 采矿用地<br>(0602) | 农村道路<br>(1006) | 公路用地<br>(1003) |                          |  |
| 1  | 探矿平硐口及硐口场地损毁单元 | KTII 探矿平硐口             | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 探矿期  | 0.0819         | /              | /              | /              | 0.0819                   |  |
| 2  | 采矿平硐口及硐口场地损毁单元 | 南区 1560m 中段南、北侧硐口及硐口场地 | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.0300         | /              | /              | /              | 0.0300                   |  |
|    |                | 南区 1525m 中段南、北侧硐口及硐口场地 | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.0300         |                |                |                | 0.0300                   |  |
|    |                | 南区 1490m 中段南、北侧硐口及硐口场地 | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.0300         |                |                |                | 0.0300                   |  |
|    |                | 1563m 平硐口              | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.0125         |                |                |                | 0.0125                   |  |
|    |                | 北区 1665m 中段硐口及硐口场地     | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.015          |                |                |                | 0.015                    |  |
|    |                | 北区 1630m 中段硐口及硐口场地     | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.015          |                |                |                | 0.015                    |  |
|    |                | 北区 1595m 中段硐口及硐口场地     | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.015          |                |                |                | 0.015                    |  |
|    |                | 南区 1625m 中段南、北硐口及硐口场地  | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.030          |                |                |                | 0.030                    |  |
|    |                | 南区 1595m 中段南、北硐口及硐口场地  | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.030          |                |                |                | 0.030                    |  |
|    |                | 南区 1560m 中段南、北硐口及硐口场地  | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.030          |                |                |                | 0.030                    |  |
|    |                | 南区 1317m 中段硐口及         | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期  | 0.015          |                |                |                | 0.015                    |  |

|                       |             |                    |       |            |     |        |        |        |        |        |
|-----------------------|-------------|--------------------|-------|------------|-----|--------|--------|--------|--------|--------|
|                       |             | 硐口场地               |       |            |     |        |        |        |        |        |
|                       |             | 南区 1350m 中段硐口及硐口场地 | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.015  |        |        | 0.015  |        |
|                       |             | 南区 1385m 中段硐口及硐口场地 | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.015  |        |        | 0.015  |        |
|                       |             | 南区 1420m 中段硐口及硐口场地 | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.015  |        |        | 0.015  |        |
|                       |             | 南区 1455m 中段硐口及硐口场地 | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.015  |        |        | 0.015  |        |
|                       |             | 1#回风井口             | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.0125 |        |        | 0.0125 |        |
|                       |             | 2#回风井口             | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.0125 |        |        | 0.0125 |        |
|                       |             | 3#回风井口             | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.0125 |        |        | 0.0125 |        |
|                       |             | 4#回风井口             | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.0125 |        |        | 0.0125 |        |
| 3                     | 工业场地损毁单元    | 工业场地               | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | /      | 0.1174 | /      | /      | 0.1174 |
| 4                     | 矿内联络道路损毁单元  | 矿山联络道路 1           | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.5890 |        |        | /      | 0.5890 |
|                       |             | 矿山联络道路 2           | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.2640 |        |        |        | 0.2640 |
| 5                     | 生活办公区损毁单元   | 生活办公区              | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | /      | 0.0762 | 0.0243 | 0.0144 | 0.1149 |
| 6                     | 废石临时堆放场损毁单元 | 废石临时堆放             | 挖损、压占 | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.1179 | /      | 0.0181 | /      | 0.1360 |
| 7                     | 高位水池损毁单元    | 拟建高位水池             | 压占    | 重度 (III 级) | 基建期 | 0.0100 |        |        |        | 0.0100 |
| 合计 (hm <sup>2</sup> ) |             |                    |       |            |     | 1.4253 | 0.1936 | 0.0424 | 0.0144 | 1.6757 |

## 四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

### （一）矿山地质环境治理分区

#### 1、分区原则

矿山地质环境具有“自然、社会、经济”三重属性，因此矿山地质环境保护与恢复治

理分区应遵循以下原则：

##### （1）以人为本

矿山地质环境具有自然、社会及资源三重属性，矿山地质环境保护与恢复治理首先必须把区内人民群众生命财产安全放在第一位，尽可能减少矿山建设生产对人民生命财产造成损失。

##### （2）以工程建设安全为本

矿山地质环境保护与恢复治理过程中应确保工程建设、运营安全，同时也充分考虑工程建设对矿山地质环境的综合影响。

##### （3）与矿山地质环境破坏引起的危害相适应

对人类生活、生产环境影响大，对矿山工程活动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。

##### （4）预防为主，防治结合

把分区的重点放在矿山地质环境保护上，预防为主，防治结合，尽可能减小工程建设和矿山开采等对地质环境的破坏，以及尽可能对已破坏的地质环境进行恢复治理。

##### （5）谁开发、谁保护，谁破坏、谁治理

合理界定矿山地质环境保护与恢复治理责任范围，客观反映于矿山地质环境保护与恢复治理分区中。

#### 2、分区方法及级别

##### （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/T223—2011）附录 F（表 3-16）中的标准，根据矿山地质环境影响现状及预测评估结果，对宝鸡景福山磷矿矿山地质环境治理进行分级分区。

表 3-16 矿山地质环境保护与治理分区标准表

| 分区级别   | 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  | 一般         | 一般         |

注：现状评估与预测评估区域重叠部分采取就上原则进行分区。

## (2) 分区级别

宝鸡景福山磷矿矿山地质环境治理分区划分为重点防治区、次重点防治区、一般防治区三级，对矿山地质环境问题类型的差异的区段可进一步划分重点防治段。

## 3、分区评述

根据矿山地质环境治理分区的标准和分区原则，将景福山磷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( $B_H$ )和一般防治区( $C_H$ )三级共32个区块(见附图06)，其中重点防治区( $A_H$ )30个区块、次重点防治区( $B_H$ )1个区块和一般防治区( $C_H$ )1个区块，各分区的具体详述见表3-17。

表 3-17 矿山地质环境治理分区说明表

| 现状评估分区         | 编号                    | 位置             | 面积(km <sup>2</sup> ) | 面积占比(%) | 地质环境影响现状评估 | 地质环境影响预测评估 | 存在的地质环境问题  |
|----------------|-----------------------|----------------|----------------------|---------|------------|------------|--|
| 重点防治区( $A_H$ ) | $A_{H1}$              | 原探矿平硐(PD1~PD5) | 0.0008               | 0.03    | 严重         | 较轻         | 5处原探矿硐口及坑口渣堆压占损毁乔木林地，对矿区地形地貌景观影响严重。  |
|                | $A_{H2} \sim A_{H25}$ | 各中段硐口及硐口场地     | 0.0036               | 0.13    | 严重         | 严重         | 这些矿山工程建设和运行期间遭受、引发不稳定地质体的危险性小。矿山工程活动对矿区含水层结构破坏及水位影响较轻。废石场淋滤水对矿区地下水、地表水水质存在点源式磷扩散的可能，影响较严重；矿山地面工程建设对矿区地形地貌景观影响严重。 |
|                | $A_{H26}$             | 工业场地           | 0.0012               | 0.04    | 严重         | 严重         |  |
|                | $A_{H27}$             | 生活办公区          | 0.0011               | 0.04    | 严重         | 严重         |  |
|                | $A_{H28}$             | 废石临时堆放场        | 0.0014               | 0.05    | 严重         | 严重         |  |
|                | $A_{H29}$             | 矿内联络道路         | 0.0085               | 0.30    | 严重         | 严重         |  |
|                | $A_{H30}$             | 高位水池           | 0.0001               | 0.01    | 严重         | 严重         |  |

|                             |                 |         |        |       |    |     |   |
|-----------------------------|-----------------|---------|--------|-------|----|-----|---|
| 次重点防治区<br>(B <sub>H</sub> ) | B <sub>H1</sub> | 采空变形区   | 0.0456 | 1.63  | 较轻 | 较严重 | 矿体近地表开采引发采空区地表塌陷、裂缝的发育程度中等,危害程度小,危险性中等;对矿区地形地貌的影响较严重。 |
| 一般防治区<br>(C <sub>H</sub> )  | C <sub>H1</sub> | 评估区其他区域 | 2.7306 | 97.80 | 较轻 | 较轻  | 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。                  |

### (1) 重点防治区 (A<sub>H</sub>)

重点防治区共 30 处 (A<sub>H1</sub>~A<sub>H30</sub>), 包括原探矿平硐区 (A<sub>H1</sub>)、平硐口与硐口场地、回风井口 (A<sub>H2</sub>~A<sub>H25</sub>)、采矿工业场地 (A<sub>H26</sub>)、办公生活区 (A<sub>H27</sub>)、废石临时堆放场 (A<sub>H28</sub>)、矿内联络道路 (A<sub>H29</sub>)、高位水池 (A<sub>H30</sub>), 占地总面积 0.0167km<sup>2</sup>, 占评估区的 0.59%。需重点对这些场区地形地貌景观破坏进行生态景观恢复治理。

### (2) 次重点防治区 (B<sub>H</sub>)

次重点防治区共 1 处(B<sub>H1</sub>), 是矿体开采形成采空区引发的地表塌陷、变形区, 占地总面积 0.0456km<sup>2</sup>, 占评估区面积的 1.63%。这些区块对矿区地质环境影响较严重, 为矿山地质环境保护与治理的次重点防治区段。

### (3) 一般防治区(C<sub>H</sub>)

分布于评估区大部, 面积 2.7306km<sup>2</sup>, 占评估区面积的 97.80%。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, 不需要安排治理工程, 但需要布设监测预警工程。

## (二) 复垦区与复垦责任范围

### 1、复垦区

复垦区是指生产建设项目损毁土地和永久性建设用地构成的区域, 包括已损毁区和拟损毁区。本项目复垦区范围如下:

#### (1) 生产项目损毁土地面积

包括采矿工业场地、废石临时堆放场、办公生活区、矿山联络道路, 占地面积 1.2213hm<sup>2</sup>。前期地质勘查时期形成 5 个探矿硐口及坑口场地、矿山开采形成

的硐口（风井口）区，合计为  $0.4444\text{hm}^2$ 。

## （2）复垦区面积

复垦区面积=永久性建设用地面积+生产活动损毁土地面积= $1.6757\text{hm}^2$ 。

## 2、复垦责任范围

复垦责任范围是指复垦区损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。矿山闭坑后，矿区内地面工程及拟建联络道路均不留续使用。详见下表 3-18。

表 3-18 复垦区、复垦责任区面积关系表

| 用地性质   |      | 用地工程名称              | 面积<br>( $\text{hm}^2$ ) | 备注    |  |
|--|------|---------------------|-------------------------|-------|--|
| 生产活动损毁土地   | 临时用地 | 采矿工业场地              | 0.1174                  | 不留续使用 |  |
|  |      | 废石临时堆放场             | 0.1360                  |       |  |
|  |      | 生活办公区               | 0.1149                  |       |  |
|  |      | 矿山联络道路              | 0.8530                  |       |  |
|  |      | 高位水池                | 0.0100                  |       |  |
|  |      | 原探矿平硐区<br>(PD1~PD5) | 0.0819                  |       |  |
|  |      | 采矿平硐硐（风<br>井）口和坑口场地 | 0.3625                  |       |  |
| 总计 ( $\text{hm}^2$ )                                 |      | 1.6757              |                         |       |  |
| 复垦区范围=永久性建设用地+生产活动损毁土地= $0+1.6757=1.6757\text{hm}^2$ |      |                     |                         |       |  |
| 复垦责任区范围=不留续使用永久性建设用地+生产活动损毁土地= $1.6757\text{hm}^2$   |      |                     |                         |       |  |

因此本方案土地复垦责任范围包括原探矿平硐区、采矿平硐硐口（风井）及坑口场地、采矿工业场地、废石临时堆放场、矿山联络道路、办公生活区及高位水池，总面积  $1.6757\text{hm}^2$ 。复垦的责任主体为宝鸡景福山矿业有限公司。复垦责任范围坐标如下表 3-19。

表 3-19 土地复垦责任范围界线拐点坐标一览表

| 复垦责任<br>区名称 | 面积<br>$\text{hm}^2$ | 拐点坐标（2000 国家坐标系） |       |       |    |       |       |
|-------------|---------------------|------------------|-------|-------|----|-------|-------|
|             |                     | 序号               | X (m) | Y (m) | 序号 | X (m) | Y (m) |
| 采矿工业<br>场地  | 0.1174              | 1                | ***** | ***** | 6  | ***** | ***** |
|             |                     | 2                | ***** | ***** | 7  | ***** | ***** |
|             |                     | 3                | ***** | ***** | 8  | ***** | ***** |
|             |                     | 4                | ***** | ***** | 9  | ***** | ***** |
|             |                     | 5                | ***** | ***** | 10 | ***** | ***** |
| 废石临时<br>堆放场 | 0.1360              | 1                | ***** | ***** | 5  | ***** | ***** |
|             |                     | 2                | ***** | ***** | 6  | ***** | ***** |
|             |                     | 3                | ***** | ***** | 7  | ***** | ***** |
|             |                     | 4                | ***** | ***** |    | ***** | ***** |
| 生活办公<br>区   | 0.1149              | 1                | ***** | ***** | 5  | ***** | ***** |
|             |                     | 2                | ***** | ***** | 6  | ***** | ***** |

|            |        |    |       |       |    |       |       |
|------------|--------|----|-------|-------|----|-------|-------|
|            |        | 3  | ***** | ***** | 7  | ***** | ***** |
|            |        | 4  | ***** | ***** |    | ***** | ***** |
|            |        | 1  | ***** | ***** | 8  | ***** | ***** |
|            |        | 2  | ***** | ***** | 9  | ***** | ***** |
|            |        | 3  | ***** | ***** | 10 | ***** | ***** |
|            |        | 4  | ***** | ***** | 11 | ***** | ***** |
|            |        | 5  | ***** | ***** | 12 | ***** | ***** |
|            |        | 6  | ***** | ***** | 13 | ***** | ***** |
|            |        | 7  | ***** | ***** | 14 | ***** | ***** |
| 矿山联络道路     | 0.8530 | 1  | ***** | ***** | 19 | ***** | ***** |
|            |        | 2  | ***** | ***** | 20 | ***** | ***** |
|            |        | 3  | ***** | ***** | 21 | ***** | ***** |
|            |        | 4  | ***** | ***** | 22 | ***** | ***** |
|            |        | 5  | ***** | ***** | 23 | ***** | ***** |
|            |        | 6  | ***** | ***** | 24 | ***** | ***** |
|            |        | 7  | ***** | ***** | 25 | ***** | ***** |
|            |        | 8  | ***** | ***** | 26 | ***** | ***** |
|            |        | 9  | ***** | ***** | 27 | ***** | ***** |
|            |        | 10 | ***** | ***** | 28 | ***** | ***** |
|            |        | 11 | ***** | ***** | 29 | ***** | ***** |
|            |        | 12 | ***** | ***** | 30 | ***** | ***** |
|            |        | 13 | ***** | ***** | 31 | ***** | ***** |
|            |        | 14 | ***** | ***** | 32 | ***** | ***** |
|            |        | 15 | ***** | ***** | 33 | ***** | ***** |
|            |        | 16 | ***** | ***** | 34 | ***** | ***** |
|            |        | 17 | ***** | ***** | 35 | ***** | ***** |
|            |        | 18 | ***** | ***** |    | ***** | ***** |
| 原探矿平<br>硐区 | 0.0819 | 1  | ***** | ***** | 19 | ***** | ***** |
|            |        | 2  | ***** | ***** | 20 | ***** | ***** |
|            |        | 3  | ***** | ***** | 21 | ***** | ***** |
|            |        | 4  | ***** | ***** | 22 | ***** | ***** |
|            |        | 5  | ***** | ***** | 23 | ***** | ***** |
|            |        | 6  | ***** | ***** | 24 | ***** | ***** |
|            |        | 7  | ***** | ***** | 25 | ***** | ***** |
|            |        | 8  | ***** | ***** | 26 | ***** | ***** |
|            |        | 9  | ***** | ***** | 27 | ***** | ***** |
|            |        | 10 | ***** | ***** | 28 | ***** | ***** |
|            |        | 11 | ***** | ***** | 29 | ***** | ***** |
|            |        | 12 | ***** | ***** | 30 | ***** | ***** |
|            |        | 13 | ***** | ***** | 31 | ***** | ***** |
|            |        | 14 | ***** | ***** | 32 | ***** | ***** |
|            |        | 15 | ***** | ***** | 33 | ***** | ***** |
|            |        | 16 | ***** | ***** | 34 | ***** | ***** |
|            |        | 17 | ***** | ***** | 35 | ***** | ***** |
|            |        | 18 | ***** | ***** |    |       |       |
| 采矿平硐       | 0.3625 |    |       |       |    |       |       |

|      |        |  |  |  |  |  |  |
|------|--------|--|--|--|--|--|--|
| 口及场地 |        |  |  |  |  |  |  |
| 高位水池 | 0.0100 |  |  |  |  |  |  |
|      | 1.6757 |  |  |  |  |  |  |

### 3、土地类型与权属

依据陇县自然资源局提供的最新土地利用现状数据库对复垦区进行量算统计, 复垦区土地占地总面积为 1.6757hm<sup>2</sup>, 涉及的主要地类为乔木林地、公路用地、农村道路及采矿用地, 均不留续使用, 复垦责任区占地面积 1.6757hm<sup>2</sup>。损毁类型主要为挖损及压占, 损毁程度为重度。

表 3-20 复垦区及复垦责任范围土地利用现状结构表 (单位: hm<sup>2</sup>)

| 一级地类                  |        | 二级地类 |      | 损毁类型     | 损毁程度  | 复垦区面积  | 复垦区责任范围面积 |
|-----------------------|--------|------|------|----------|-------|--------|-----------|
| 编码                    | 名称     | 编码   | 名称   |          |       |        |           |
| 03                    | 林地     | 0301 | 乔木林地 | 压占、挖损、变形 | 重度、轻度 | 1.4253 | 1.4253    |
| 06                    | 工矿仓储用地 | 0602 | 采矿用地 | 压占、挖损、变形 | 重度、轻度 | 0.1936 | 0.1936    |
| 10                    | 交通运输用地 | 1006 | 农村道路 | 压占、挖损、变形 | 重度、轻度 | 0.0424 | 0.0424    |
|                       | 交通运输用地 | 1003 | 公路用地 | 压占、挖损、变形 | 重度、轻度 | 0.0144 | 0.0144    |
| 合计 (hm <sup>2</sup> ) |        |      |      |          |       | 1.6757 | 1.6757    |

经过对复垦区土地进行全面踏勘和调查, 并结合土地利用现状调查成果, 复垦区斜崖沟沟脑以北土地权属为龙门洞风景林场, 斜崖沟沟脑以南土地权属全部为宝鸡市陇县温水镇闫家湾村(原五星村)以及三联村集体土地。土地现状权属清楚, 无纠纷。复垦区土地利用权属情况如下表。

表 3-21 复垦区土地利用权属表

| 权属                    |         | 土地地类及面积        |                 |                |                | 合计 (hm <sup>2</sup> ) |  |
|-----------------------|---------|----------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------------|--|
|                       |         | 林地<br>(03)     | 工矿仓储<br>用地 (06) | 交通运输用地<br>(10) |                |                       |  |
|                       |         | 乔木林地<br>(0301) | 采矿用地<br>(0602)  | 农村道路<br>(1006) | 公路用地<br>(1003) |                       |  |
| 宝鸡市<br>陇县             | 温水镇闫家湾村 | 0.6668         | 0.1460          | 0.0243         | 0.0144         | 0.8515                |  |
|                       | 龙门洞风景林场 | 0.6406         | /               | /              | /              | 0.6406                |  |
|                       | 温水镇三联村  | 0.1179         | 0.0476          | 0.0181         | /              | 0.1836                |  |
| 合计 (hm <sup>2</sup> ) |         | 1.4253         | 0.1936          | 0.0424         | 0.0144         | 1.6757                |  |

## 第四章 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

### 一、矿山地质环境治理可行性分析

#### （一）技术可行性分析

##### 1、开发式治理的可行性分析

陇县古称陇州。地处渭北高原西部边缘地区（关山东麓），面积 2277km<sup>2</sup>。境内海拔 800.2—2466m，高差 1664m，属暖温带大陆性季风气候区。陇县生态良好，四季分明、山青水秀，森林覆盖率 60%，是陕西西部重要的生态屏障和宝鸡市水源涵养地。陇县旅游资源丰富，素有“秦都汉关”之称，是古丝绸之路上西出长安第一雄关，县域旅游景点包括关山公园、关山草原和陕西省龙门洞森林公园。陕西省龙门洞森林公园为陕西省重点文物保护单位，省级森林公园，是宝鸡北线独居特色的融道教、原始森林景观为一体的综合性森林公园。陇县地方特产包括辣椒、核桃、烤烟、西洋参、五味子、沙棘。

矿区北侧紧邻陕西省龙门洞森林公园，西南侧为陕西陇县秦岭细鳞鲑自然保护区，区内无常驻村民。矿山地面工程区（矿部、炸药库、采矿工业场地）位于对窝沟口，现状为乔木林地。对窝沟下游为石关河，属陕西陇县秦岭细鳞鲑自然保护区的实验区，石关河两岸一级阶地多为旱耕。矿山工业区距离远五星村村民驻地约 14km。本着“以人为本、以生态环境为本，人和自然和谐共享”的理念，从矿区场地所处的基础设施条件和生态环境协调性来说，矿区不具有建设旅游设施、养老设施和其他工业设施的条件，开发式治理应以复垦为经济效益较高类型地类——经济林地、耕地为主，具体如下：

实现了废弃矿山的重生和再造。

五处探矿坑口渣堆区及周边现状均为乔木林地，场地面积小，距离村民驻地远，且位于龙门洞森林公园内，因而不宜复垦为耕地、园地，可作为森林公园的一部分复垦为乔木林地。

预测采空塌陷隐患区、拟建的平硐口及坑口场地、生活办公区、废石临时堆放场及周边现状均为乔木林地，场地复垦前后均属山坡地。从原地类、周边植被环境和生态环境协调性来说，这些区段以恢复原地类——乔木林地为宜。

##### 2、矿区现存地质环境问题治理及土地复垦可行性分析

根据本方案第三章第二节中矿山地质环境影响评估结果,矿区现存及预测存在的地质环境问题主要有:原探矿平硐口(PD1-PD5)及坑口堆渣造成土地损毁及地形地貌景观破坏,X1与X2不稳定斜坡,矿内联络道路修整切坡平场引发的高陡边坡滑坡/崩塌灾害,现有的6个平硐口与拟建的14个平硐口及坑口场地、4个风井井口、采矿工业场地、废石临时堆放场、办公生活区、矿山道路工程压占损毁林地的问题,废石淋滤水可能造成的地下水、地表水点源式磷扩散的问题。

对原5处探矿硐口及坑口渣堆造成的地形地貌景观破坏,可采用硐口封堵和对硐口堆渣整治及土地复垦方式进行恢复治理。

对现有的2个不稳定斜坡采用跛脚设置挡墙进行治理,对工程建设中切坡平场引发的高陡边坡滑坡/崩塌灾害,可采用分台阶建设、降低边坡高度、放缓边坡坡度和护面墙/挡墙的方式进行防治。

对采空区引发的地面变形进行变形监测,发现地面强烈变形、裂缝甚至发生塌陷灾害时,立即采用立警示牌、修防护围栏和塌陷坑及裂缝充填方式防治。

由于矿坑疏干排水导致的地下含水层结构破坏和水位下降的可能性小,因此,只需做好井下水质、水量监测,避免井下水质和井下涌水事故发生,同时做好矿坑涌水的处理和循环利用,确保矿坑水不外排。

废石淋滤水可能造成点源式磷严格按照环评方案要求,做好采矿工业场地、废石场及综合利用场周边的截排水设施,防止周边雨水和地表水流入场区,同时做好的场地防渗和淋滤水的收集、处理,将处理达标废水用作喷洒树木、废石场洒水降尘中,确保废石淋滤水不外排入地表水。

对矿山工程造成地形地貌景观和土地资源破坏可以通过土地复垦进行修复治理。

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

## (二) 经济可行性分析

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

景福山磷矿开采矿种为磷矿，设计生产规模为\*\*\*\*\*万吨/年，根据基金管理办法，各系数取值如下：

矿种系数取 1.8%，开采系数取 1.0，地区系数取 1.1。

磷矿矿石平均销售价格约为\*\*\*\*\*元/吨（企业提供）。企业年产\*\*\*\*\*万吨磷矿，销售单价为\*\*\*\*\*元/吨，月计提基金为\*\*\*\*\*万元，年计提取基金\*\*\*\*\*万元。平均每吨提取基金\*\*\*\*\*元，比照陕西同类型矿山以往地质环境恢复治理保证金缴存（\*\*\*\*\*元/吨矿石）和恢复治理工程实施经验，该项目费用能满足矿山地质环境治理与土地复垦的资金要求。

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

### （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，从环评中作出的水质分析，矿坑水中重金属元素含量低，水质满足污水综合排放 II 级标准的要求。1490m 中段作为主运平硐，坑口设置有沉淀池，汇集各中段排出的坑内涌水、生产废水，经沉淀后送回井下作为生产用水，仅有少量井下废水需要外排，外排水也需要经沉淀、检测达标后向地表排放，因此，井下废水（以矿坑涌水主）对矿区地质、生态环境影响较轻。

生活污水主要有悬浮物(SS)、BOD5、COD、油脂类行业氨氮等，经化粪池沉淀处理达标后作绿化用水或防尘洒水。

因此，矿山正常生产活动不会造成矿区地表水体和地下水源影响，对矿区水资源影响较轻。

#### 2、对土壤资源影响分析

在矿山基建、生产过程中，采矿工业场地、废石场、办公生活区、矿山道路等切坡平基，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或全部功能，植被枯死，甚至水土流失严重。

废石场废石排放、废石利用场废石的处理（加工、堆放、转运）、表土集中堆放以及地面工业场地内建筑物长期压占和机械设备的碾压，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,使土壤的生产能力降低,进而影响到土壤对植物资源养分的供应,影响植物资源的发育和生长,使项目区土地质量严重受损。

地下采矿造成的采空区地面变形也会使变形区土壤结构破坏,造成土壤保水、储热等工程能降低,造成植被受损等情况。

这些矿山工程活动都有可能造成项目区土壤结构破坏,生产力下降,对项目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,减少水土流失,美化矿区生态环境。

### 3、对生物资源影响分析

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

矿山开采期间,项目区土地不同程度地遭受损毁,生态环境处于受损状态。对损毁土地可通过土地重构和植被重建,逐步恢复土地的生态功能,增加项目区林地面积,恢复项目区的青山绿水和地体生产力。随着项目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修复的复合生态系统,逐渐替代原来的自然生态系统。复合生态系统的结构和功能在逐步修复中不断接近原生自然生态系统,为项目区生物资源提供适宜的生态栖息环境。

## 二、矿区土地复垦可行性分析

### (一) 土地复垦适宜性评价

土地复垦适宜性评价是根据不同土地损毁类型造成土地的自然属性、经济性状以及生产能力等土地质量特性的差异,在综合分析和建立预测评价模型基础上,对土地损毁复垦单元做出生态适宜性、经济可行性评判,最终确定每个复垦单元的最优复垦方向土地适宜性评价是一项技术性、综合性很强的工件,涉及多个学科,评价过程较为复杂。在现有的生产力经营水平和特定的土地利用方式条件下,以土地的自然要素和社会经济要素相结合作为鉴定指标,通过考察和综合分析土地对各种用途的适宜程度、质量高低及其限制状况等,从而对土地的用途和适宜

性进行评价。

## 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，其次为采矿用地和农村道路，特殊用地种植的林木仍属于乔木，农村道路被改建后作为留续使用的永久性建设用地。因此，确定矿区土地复垦方向为乔木林地。

### （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）土地可持续开发利用和生态多样化原则

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生产的需求，保证生态安全和人类社会可持续发展。

### （6）动态性和持续发展的原则。

复垦土地损毁是一个动态过程，复垦土地的适宜性也随损毁等级与损毁过程而变化，具有动态性，在进行复垦土地的适宜性评价时，应考虑矿区工农业发展的前景、科技进步以及生产和生活水平所带来的社会需求方面的变化，确定复垦土地的开发利用方向。从土地利用历史过程看，土地复垦必须着眼于可持续发展原则，应保证所选土地利用方向具有持续生产能力、防止掠夺式利用农业资源或二次污染等问题。

#### （7）理论分析与实践检验相结合的原则

对被损毁土地进行适宜性评价时，要根据已有资料作综合的理论分析，确定复垦土地的利用方向，但结论是否正确还需通过实践检验，着眼于发展的原则。

## 2、评价依据

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

### （1）相关法规和规划

- ①《中华人民共和国土地管理法》，主席令第28号，2004年8月28日；
- 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》（国土资源部第56号令，2013年3月1日实施）
- 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12月1日起施行）；

### 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/T1007-2003）；
- ④《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；
- ⑤《陕西工矿堆弃地复垦利用试点管理办法》（陕国土资发【2014】3号等）；
- ⑥《耕地质量验收技术规范》（NY/T1120-2006）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、适应性评价方法及流程

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，初步确定复垦方向，划分评价单元。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。

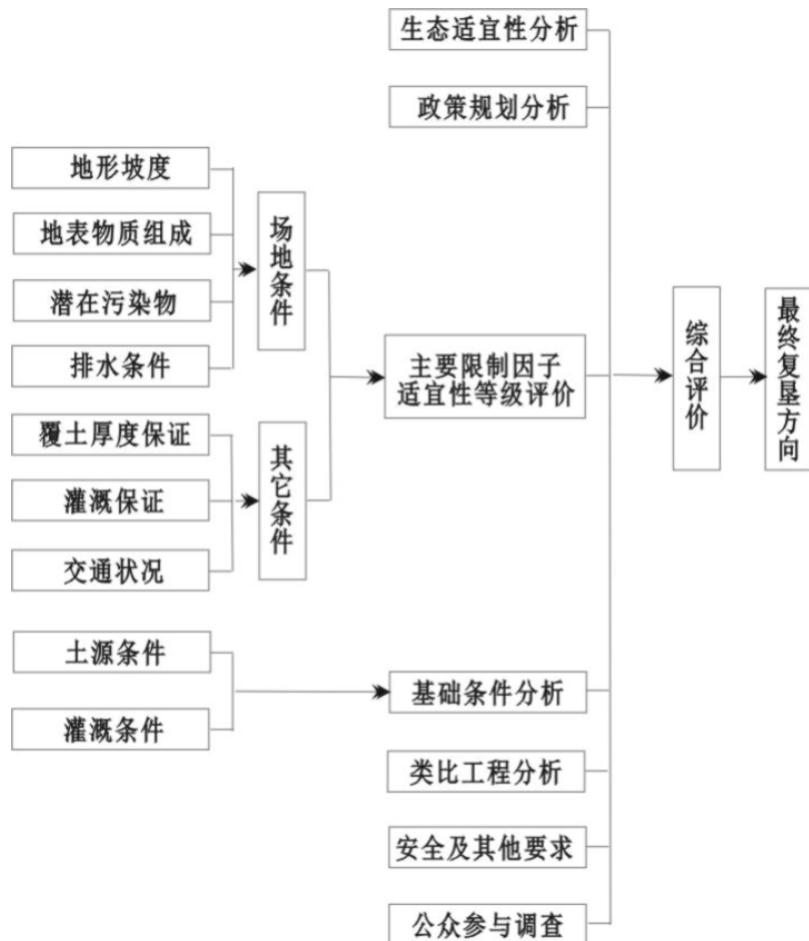


图 4-1 土地复垦适宜性评价的基本流程图

#### 4、适宜性评价范围和评价单元划分

### (1) 适宜性评价范围

根据矿山已损毁土地现状和拟损毁土地分析,本次土地复垦适宜性评价范围为项目整个复垦责任区全部范围,涉及总面积为 1.6757hm<sup>2</sup>。根据土地利用总体规划,并与生态环境保护规划相衔接,从项目的实际出发,通过对复垦责任区自然因素、社会经济因素、政策因素和公众意愿的分析、初步确定复垦区土地复垦方向。

## (2) 评价单元划分

评价单元是进行适宜性评价的基本工作单位,确定土地评价单元的方法主要有以下几种:①以土壤图为基础确定评价单元;②以土地利用类型图为基础确定评价单元;③以土地利用现状图为基础确定评价单元;④以行政区划图为基础确定评价单元;⑤采用网格方法作为土地评价单元。除此以外,还可以采用综合方法划分土地评价单元,就是用土地类型图、土壤图和土地利用现状图的图斑等来综合确定土地评价单元。

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。景福山磷矿项目区总体可划分为七个土地复垦适宜性评价单元,即:①原探矿平硐区评价单元 (0.0819hm<sup>2</sup>)、②采矿硐口及硐口场地评价单元 (0.3625hm<sup>2</sup>)、③采矿工业场地评价单元 (面积 0.1174hm<sup>2</sup>)、④废石临时堆放场评价单元 (0.1360hm<sup>2</sup>)、⑤办公生活区评价单元 (0.1149hm<sup>2</sup>)、⑥矿区联络道路评价单元 (0.8530hm<sup>2</sup>)、⑦高位水池评价单元 (0.0100hm<sup>2</sup>)。

## 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

项目区主体位于陕西宝鸡市陇县温水镇闫家湾村,属陇山山地和渭北黄土侵蚀地貌区,区内海拔高度 2031.4~1246.7m,气候属温带大陆性季风气候,多年平均降水量 577.2mm。斜坡坡度 27° ~63° ,坡面植被发育,以乔木林地为主,郁闭度 0.6 以上区域占矿区面积 50%以上;从项目区所处自然条件看,适宜复垦

成乔木林地。再者，项目区地表土壤以少砾质砂壤土和壤土为主，土地复垦类型区划属渭河谷地农业生态区，按照黄土高原区土地复垦质量控制标准和项目区自然条件分析认为：项目区地高坡陡，土质质地以少砾质砂壤土为主，适宜复垦成乔木林地。结合绿色矿山理念及生物适应性等综合分析认为，本项目区复垦为乔木林地更为合理。

#### ②政策因素分析

结合当地规划要求，坚持矿产资源保护与可持续利用，矿山建设与生态环境恢复齐抓共管，在矿山生态脆弱区切实做好土壤改良与培肥措施，加大耕林草种植力度，因地制宜地恢复与重塑植被；在土壤条件较好的地方，复垦为农林地，发展农林业，尽量保持复垦后土地与土地利用规划图一致。

#### ③公众意愿分析

通过对复垦区公众调查分析，受访居民均认为本工程建设对促进当地经济发展起到重要作用，对本矿山的开采表示支持。在公众对土地复垦的意愿中，很多人提出要保护好林地，提高植被覆盖度，另外也希望生产企业对损毁的土地予以适当的补偿。

#### ④复垦方向初步确定

本方案适宜复垦方向的选择主要应做到适应周边的生态环境。根据土地现状分析，复垦区实际土地利用现状为其他草地和采矿用地，因此根据复垦原则和周边实际情况，复垦方向选择为有林地。

### 6、评价体系和评价方法的选择

#### ①评价方法的确定

本方案适宜性评价采用极限条件法。极限条件法即由诸多选定评价因子中，评价因子适宜性等级最小（即限制性等级最大）的因子决定土地适宜性等级。极限条件法的计算公式为：

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

式中：  $Y_i$ ——第  $i$  个评价单元的最终分值；

$Y_{ij}$ ——第  $i$  个评价单元中的第  $j$  参评因子的分值。

#### ②评价指标体系的确定

对评价单元的评价首先定性判断评价单元的土地适宜类，然后根据主导评

价因素,将各适宜类分为四级,依次分别表示:适宜(1)、较适宜(2)、一般适宜(3)和不适宜(N)。等级越高,复垦整治的难度越大,所需费用也越多。

根据上述分析,结合复垦区土壤质地、土壤有机质以及土壤厚度等相关情况,结合土地利用现状中道路、地形等因素确定待复垦土地适宜性评价指标体系,见表4-1。

表4-1 待复垦土地评价指标体系表

| 适宜性评价限制因素分级 |            |                  | 适宜性 |     |     |     |
|-------------|------------|------------------|-----|-----|-----|-----|
| 序号          | 参评因子       | 分级指标             | 宜耕  | 宜园  | 宜林  | 宜草  |
| 1           | 土地损毁程度     | 轻度               | 1   | 1   | 1   | 1   |
|             |            | 中度               | 3   | 2   | 2   | 1或2 |
|             |            | 重度               | N   | 2或3 | 2或3 | 2或3 |
| 2           | 有效土层厚度(cm) | >50              | 1   | 1   | 1   | 1   |
|             |            | ≤50, >30         | 2   | 1   | 1   | 1   |
|             |            | ≤30, >10         | 3   | 2   | 2   | 1   |
|             |            | ≤10              | N   | 3   | 3   | 2   |
| 3           | 土壤质地       | 壤土、粉砂粘壤土、壤粘土     | 1   | 1   | 1   | 1   |
|             |            | 沙壤土、粘壤土          | 2   | 1   | 1   | 1   |
|             |            | 砂砾质粘壤土、砂砾质壤粘土、沙土 | 2或3 | 1或2 | 1或2 | 1或2 |
|             |            | 砂砾质壤土            | 3   | 2或3 | 2或3 | 2或3 |
|             |            | 石质               | N   | N   | N   | N   |
| 4           | 排水条件       | 不淹没或偶尔淹没、排水好     | 1   | 1   | 1   | 1   |
|             |            | 季节性短期淹没、排水较好     | 2   | 2   | 2   | 2   |
|             |            | 季节性较长期淹没、排水差     | 3   | 3   | 3   | 3   |
|             |            | 长期淹没、排水条件很差      | N   | N   | N   | N   |
| 5           | 灌溉条件       | 有稳定灌溉条件干旱、半干旱土地  | 1   | 1   | 1   | 1   |
|             |            | 灌溉水源保证差干旱、半干旱土地  | 3   | 2   | 2   | 2   |
|             |            | 无灌溉水源保证干旱、半干旱土地  | 3   | 3   | 3   | 3   |
| 6           | 有机质含量(%)   | >1.0             | 1   | —   | —   | —   |
|             |            | ≤1.0, >0.6       | 2   | —   | —   | —   |
|             |            | ≤0.6, >0.4       | 3   | —   | —   | —   |
|             |            | ≤0.4             | N   | —   | —   | —   |
| 7           |            | 交通便利,在道路旁边       | 1   | —   | —   | —   |

|  |         |                  |   |   |   |     |
|--|---------|------------------|---|---|---|-----|
|  | 交通条件    | 交通便利, 但距离道路有一定距离 | 2 | — | — | —   |
|  |         | 交通不便, 周边无道路相通    | 3 | — | — | —   |
| 8  | 地形坡度(o) | <6               | 1 | 1 | 1 | 1   |
|  |         | ≥6, <15          | 2 | 1 | 1 | 1   |
|  |         | ≥15, <25         | 3 | 2 | 2 | 2   |
|  |         | ≥25              | N | 3 | 3 | 2或3 |
| 备注: 适宜(1)、较适宜(2)、一般适宜(3)和不适宜(N), —表示不考虑该因子 |         |                  |   |   |   |     |

## 7、适应性等级的评定

根据土地拟损毁程度和对土地利用的限制因素, 参照表 4-1, 对矿区 7 处土地复垦适宜性综合评价认为: ①原探矿平硐区适宜复垦为 3 等林地、2 或 3 等草地; ②采矿硐口及硐口场地适宜复垦为 3 等林地、2 或 3 等草地; ③采矿工业场地适宜复垦为 3 等林地、2 或 3 等草地; ④废石临时堆放场适宜复垦为 3 等林地、2 或 3 等草地; ⑤办公生活区适宜复垦为 3 等林地、2 等草地; ⑥矿区联络道路适宜复垦为 3 等林地、2 等草地; ⑦高位水池适宜复垦为 3 等林地、2 等草地。

## 8、最终复垦方向的确定

①原探矿平硐区评价单元 ( $0.0819\text{hm}^2$ )、②采矿硐口及硐口场地评价单元 ( $0.3625\text{hm}^2$ )、③采矿工业场地评价单元 (面积  $0.1174\text{hm}^2$ )、④废石临时堆放场评价单元 ( $0.1360\text{hm}^2$ )、⑤办公生活区评价单元 ( $0.1149\text{hm}^2$ )、⑥矿区联络道路评价单元 ( $0.8530\text{hm}^2$ )、⑦高位水池评价单元 ( $0.0100\text{hm}^2$ ) 累计 7 个评价单元在考虑复垦区自然、社会经济、公众意愿的基础上, 结合适宜性评定结果, 最终确定矿区土地复垦方向为乔木林地。

### (1) 原探矿平硐及场地

原探矿平硐区: 场地相对平整, 交通在整个项目区相对较好, 但没有排灌设施, 且距村民驻地很远, 周边地块土地利用现状为乔木林地。考虑到此地块土地处于景福山腹地谷坡中的冲沟内, 所以确定原探矿平硐区终了复垦方向为乔木林地。

### (2) 采矿硐口及硐口场地

自然条件较差, 硐口分散且占地面积小, 现状场地和周边地块均为乔木林地, 按照“山水林田湖草”相协调的原则, 确定其终了复垦方向为乔木林地。

### (3) 工业场地

矿山现有工业场地位于 1490m 主平硐口附近，设有值班室、空压机房、配电房、废石临时堆场等设施。周边无居民居住，距离原五星村村民驻地较远，并且有效土层薄，不易耕种，且占地面积较小，周边地块均为乔木林地，综合考虑，复垦方向为**乔木林地**。

#### （4）废石临时堆放场

废石临时堆放场占用了对窝沟部分沟谷，闭坑后，拆除谷坡上的截排水沟、谷中的拦渣坝以及坝下的积渗池，清理后，恢复原沟谷地形，坡度较大，基于生物适应性及地面坡度考虑并不宜复垦为耕地，因此确定其终了复垦方向为**乔木林地**。

#### （5）生活办公区

距离对窝沟沟口最近，交通相对较便利，这些地块现状地类为乔木林地。这些场地关闭后，地块适宜复垦为 2 或 3 等林地、2 或 3 等草地，按照“山水林田湖草”相协调的原则，确定其终了复垦方向为**乔木林地**。

#### （6）矿区联络道路

矿区联络道路林地适宜等级为 3 等，草地为 2 等，有效土层薄，不易耕种，部分区域地形坡度 $\geq 25^{\circ}$ 。在对复垦区进行全面分析并充分征求当地意见结合后期复垦管护工程实施的基础上，且周边地块均为乔木林地，按照“山水林田湖草”相协调的原则，综合确定复垦为**乔木林地**。

#### （7）高位水池

高位水池位于东侧的山坡 1685m 标高，地块周边均为乔木林地，占地面积较小，周边无居民，损毁仅为简单压占损毁，通过乔木补植等措施，保持原有乔木林地的地貌景观，综合确定其终了复垦方向为**乔木林地**。

表 4-2 景福山磷矿土地复垦利用方向结果表

| 序号                    | 名称        | 复垦方向 | 复垦面积 (hm <sup>2</sup> ) |
|-----------------------|-----------|------|-------------------------|
| 1                     | 原探矿平硐区    | 乔木林地 | 0.0819                  |
| 2                     | 采矿硐口及硐口场地 | 乔木林地 | 0.3625                  |
| 3                     | 工业场地      | 乔木林地 | 0.1174                  |
| 4                     | 废石临时堆放场   | 乔木林地 | 0.1360                  |
| 5                     | 生活办公区     | 乔木林地 | 0.1149                  |
| 6                     | 矿区联络道路    | 乔木林地 | 0.8530                  |
| 7                     | 高位水池      | 乔木林地 | 0.0100                  |
| 合计 (hm <sup>2</sup> ) |           |      | 1.6757                  |

#### （2）划分复垦单元

依据确定的最终复垦方向,将采取的复垦措施和复垦标准一致的评价单元作为一个复垦单元,共划分7个复垦单元:①原探矿平硐区复垦单元;②硐口及硐口场地复垦单元;③工业场地复垦单元;④废石临时堆放场复垦单元;⑤生活办公区复垦单元;⑥矿山联络道路复垦单元;⑦高位水池复垦单元。后根据复垦方向确定复垦措施。根据土地损毁程度采取不同的复垦措施复垦,表4-3。

表4-3 土地适应性评价结果表

| 序号 | 名称      | 复垦方向 | 复垦面积<br>(hm <sup>2</sup> ) | 复垦单元        |
|----|---------|------|----------------------------|-------------|
| 1  | 原探矿平硐区  | 乔木林地 | 0.0819                     | 原探矿平硐区复垦单元  |
| 2  | 硐口及硐口场地 | 乔木林地 | 0.3625                     | 硐口及硐口场地复垦单元 |
| 3  | 工业场地    | 乔木林地 | 0.1174                     | 工业场地复垦单元    |
| 4  | 废石临时堆放场 | 乔木林地 | 0.1360                     | 废石临时堆放场复垦单元 |
| 5  | 生活办公区   | 乔木林地 | 0.1149                     | 生活办公区复垦单元   |
| 6  | 矿区联络道路  | 乔木林地 | 0.8530                     | 矿山联络道路复垦单元  |
| 7  | 高位水池    | 乔木林地 | 0.0100                     | 矿山高位水池复垦单元  |

## (二) 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乔木林地的复垦需要考虑林地管护期需水量,因此本方案对林地需水量进行分析。

根据《陕西省行业用水定额》(DB61/7943-2020),项目区属于关中西部平原区,按照水文年干旱年份查询(A0211),林地灌溉用水定额90m<sup>3</sup>/亩,据此推算项目区林地复垦需水总量为:90m<sup>3</sup>/亩×25.14亩=2262.6m<sup>3</sup>;林地管护4年需水量为4×2262.6m<sup>3</sup>=9050.40m<sup>3</sup>。

#### (2) 供水量计算及供需平衡分析

复垦区南侧东沟河为常年流水河流,现场实测平均流量约20L/S,年径流总量平均为3110×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>,远大于矿区林地复垦及管护需水总量9050.40m<sup>3</sup>。因此,项目区地表水能满足项目区林地复垦及管护用水的需求。1490m硐口以下的地面

设施,包含工业场地、生活办公区、联络道路及硐口可采用日常洒水车用于灌溉,最大输水距离为 3km; 1490m 硐口以上无地面设施, 以平硐硐口及硐口场地为主, 复垦面积较小, 前期采取巷道压水管道进行输水灌溉, 后期依托区域降水灌溉。

## 2、土资源平衡分析

矿山基建期剥离的表土已采用“即剥即用”的方式对周边区域进行回填与整平, 因此后期复垦所有土均需外购, 依据矿山土地复垦责任范围损毁土地复垦方向, 参照《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013) 中有效土层厚度控制指标, 对工业场地、废石临时堆放场、生活办公区、矿山联络道路复垦单元采取覆土 0.5m 进行覆土复垦, 可满足乔木栽种要求。

原探矿平硐区复垦单元、硐口及硐口场地复垦单元未对区域进行硬化, 只需对原地土壤进行找平、翻耕即可, 不需覆土。但因硐口场地设有矿石跟废石临时周转场地, 遗留的废石会对土地造成损毁, 损毁原地貌为乔木林地, 损毁方式主要为压占。因此需对废渣进行清理后, 对原土壤进行松土找平处理, 考虑到区域长时间的压占, 小碎石可能清理不彻底, 因此本方案按照覆土 0.30m 厚预留土源。高位水池复垦单元仅为压占损毁, 对原地土壤进行找平、翻耕即可, 不需覆土。但考虑到长时间压占, 会对区域土质有所影响, 因此按照覆土 0.30m 厚预留土源。另外, 复垦方案内复垦植被为刺槐, 刺槐属于浅根性或侧根发达的树种, 适应性较强, 30-50cm 的厚度的土层基本能满足刺槐树种稳定生长。

综上, 计算矿区需外购土量约为 7469.70m<sup>3</sup>; 外购土源已与陕西省宝鸡市陇县温水镇闫家湾村委会签订购土协议, 土源造成二次损毁的复垦责任方为提供土源方, 土质可满足复垦用土要求。

表 4-4 覆盖土方量计算

| 序号 | 复垦单元        | 损毁面积<br>(hm <sup>2</sup> ) | 需覆土<br>面积<br>(hm <sup>2</sup> ) | 覆土方<br>式 | 覆土<br>标准<br>(m) | 表土需<br>求量<br>(m <sup>3</sup> ) |
|----|-------------|----------------------------|---------------------------------|----------|-----------------|--------------------------------|
| 1  | 原探矿平硐区复垦单元  | 0.0819                     | 0.0819                          | 区域覆土     | 0.30            | 245.70                         |
| 2  | 硐口及硐口场地复垦单元 | 0.3625                     | 0.3625                          | 区域覆土     | 0.30            | 1087.50                        |
| 3  | 工业场地复垦单元    | 0.1174                     | 0.1174                          | 全面覆土     | 0.50            | 587.0                          |
| 4  | 废石临时堆放场复垦   | 0.1360                     | 0.1360                          | 全面覆      | 0.50            | 680.0                          |

|    | 单元         |        |        | 土    |      |         |
|----|------------|--------|--------|------|------|---------|
| 5  | 生活办公区复垦单元  | 0.1149 | 0.1149 | 全面覆土 | 0.50 | 574.50  |
| 6  | 矿山联络道路复垦单元 | 0.8530 | 0.8530 | 全面覆土 | 0.50 | 4265.0  |
| 7  | 高位水池复垦单元   | 0.0100 | 0.0100 | 全面覆土 | 0.30 | 30      |
| 合计 |            | 1.6757 | 1.6757 |      |      | 7469.70 |

### （三）土地复垦质量要求

通过项目土地复垦可行性分析的结果，确定土地复垦最终土地利用方向主要为灌木林地和其他草地。本次复垦根据中华人民共和国行业标准（2013）《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）附录 D.5 规定，依据黄土高原区土地复垦质量控制标准技术指标制订本项目土地复垦标准，参考陇县区域乔木林地土壤特征综合确定本次乔木林地复垦质量标准如下：

乔木林地的质量标准：

- ①有效土层厚度大于或等于 30cm;
- ②土壤结构适中，容重小于或等于  $1.5\text{g/cm}^3$ ，采用先进工艺，恢复原熟土层;
- ③土壤质地为砂土至粘壤土;
- ④覆土层内砾石含量小于或等于 25%，土壤有机质含量大于或等于 0.5%;
- pH 值约为 6.5-7.5;
- ⑤配套设施(道路)应满足当地同行业工程建设标准要求;
- ⑥生产力水平：满足《造林作业设计规程》(LY/T1607)要求，郁闭度大于或等于 0.3;
- ⑦选择适合于当地种植的乡土树种和抗逆性能好的树种，乔木拟选取刺槐或油松，灌木选取狼牙刺、葛藤或沙棘;
- ⑧林地成活率需达到 85%以上，成活率低于 84%时必须及时进行补植补栽。

## 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

根据《陕西省地质灾害防治条例》、《矿山地质环境防治规定》、《土地复垦条例》等文件的相关要求，结合本矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果、矿山土地损毁预测与评估结果、方案适用年限，开展矿山地质环境治理与土地复垦工程工作，原则如下：

- 1、遵循“以人为本”的原则，确保人民生命财产安全，提高人居环境质量；
- 2、坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发、在开发中保护”的原则，将源头控制和恢复治理的思想贯彻到矿山地质环境治理与土地复垦工程的每个环节中；
- 3、坚持“因地制宜，讲求实效”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程要与矿山的建设、生产相结合，根据矿山地质环境影响及土地损毁评估的结果，制定科学合理的工程技术措施；
- 4、坚持“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”、“技术可行，经济合理”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程应按照国家制定的技术规范进行，方案要切实可行，同时注重环境恢复治理的经济效益，保持生态环境的协调统一；
- 5、坚持“总体部署，分期治理”的原则，根据矿山地质环境治理与土地复垦工程设计，提出矿山地质环境治理与土地复垦总体目标任务，做出矿山服务期限内的总体工作部署和实施计划，分年限分步部署落实。

#### （一）目标任务

坚持科学发展，严格按照《开发利用方案》进行采矿活动，最大限度地避免或减轻采矿活动引发的矿山环境地质问题和不稳定地质体危害，减少对地质环境的影响和破坏，减轻对地形地貌景观及含水层的影响和破坏，最大限度和修复矿山地质环境。采用合理有效的治理、监测预警措施，保证矿山地质环境问题监测覆盖率 100%，杜绝矿业活动对矿山职工及周边群众的生命财产造成影响和损失，确保人民群众生活及矿产资源开发利用正常、安全进行。

依据土地复垦适宜性评价结果和土地权属人意愿，以及县、镇土地利用总规

划，落实复垦后土地利用结构调整，采取有效措施对受影响破坏的土地进行恢复治理，恢复原状或其他适宜用途。使其达到可利用状态，努力创建绿色矿山，使矿业经济科学、和谐、持续发展，预期达到一个安全、卫生舒适的工作生活环境并造福于后人。

依据土地复垦适宜性评价结果和土地权属人意愿，以及县、镇土地利用总规划，落实复垦后土地利用结构调整，采取有效措施对受影响破坏的土地进行恢复治理，恢复原状或其他适宜用途。使其达到可利用状态，努力创建绿色矿山，使矿业经济科学、和谐、持续发展，预期达到一个安全、卫生舒适的工作生活环境并造福于后人。

避免和减缓对土地资源的占用、破坏，在生产过程中，做好矿石开采区内高陡边坡的监测预警及防治措施。合理利用、排放废弃物，对固体废弃物和废水进行综合利用，力争达到废弃物零排放，减缓其对含水层、地形地貌景观影响和土地资源的影响破坏。具体如下：

- (1) 对采空区近地表地面塌陷不稳定地质体隐患进行防治，对废石场进行泥石流隐患防治、修建截排水设施、修建拦渣坝，对矿山联络道路设置警示牌；
- (2) 对各中段平硐口进行封堵；
- (3) 对废石堆放淋虑废水进行防渗防排处理；
- (4) 保护主要含水层，维持矿区及周围生产、生活供水，对受影响的含水层进行修复；
- (5) 保持当地地形地貌景观，对受影响的地形地貌景观进行修复；
- (6) 保护水体环境、土壤环境，对受污染的水土环境进行治理；
- (7) 保护土地资源，对损毁的土地进行复垦。

## （二）主要技术措施

### 1、矿山不稳定地质体预防措施

#### （1）地貌塌陷和地面裂缝预防措施

##### 1) 预防对象：矿体开采引发的采空区地面变形隐患

根据第三章采空区引发地面塌陷、裂缝灾害预测评估，矿体对应地表岩层位于采空区陷落带的弯曲带内，只会发生弯曲变形，不易引发采空区地面塌陷、裂缝灾害，但是考虑地质作用的长期性，采空区的累进式弯曲变形也可能造成地表局部塌陷。因此，预测矿体开采引发采空区地面塌陷、裂缝的可能性中等，危害

性小,危险性小,对矿山地质环境的影响较严重,是地面塌陷的次重点防控对象。

## 2) 预防措施

圈定的采空区地表塌陷变形范围位于山坡地段,植被茂密,人类活动稀少,评估认为地面塌陷的危险性中等。因此,预防措施以规范开采、加强采空区管理和井下、地表变形监测为主,预留刺丝围栏及警示牌工程。严格执行“局部不稳固地段采用锚杆支护顶板,破碎地段可加挂金属网”的顶板管理措施。

## 3) 其他保护性预防措施

①严格按矿山开采设计和采矿安全规程要求开展井下作业。  
②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。加强监测,发现地下开采引发的地面变形破坏应及时处理,防止地表水沿地裂缝渗入地下与地下巷道贯通,危害井下安全。

③将采空区的管理工作纳入矿山档案管理和规范化管理,做好采空区地面表岩石移动范围的变形监测预警工作,发现险情及时采区措施。

④矿区地表建筑、硐口、运输道路等工业设施均应布置在矿体下盘或采矿活动引起的地表岩石移动范围之外。

## 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、裂缝的预防工程属于矿山开采主体工程内容,不再重复设计;采空区监测设计见本章第六节监测工程设计。

### (2) 对废石临时堆放场的预防措施

根据第三章对废石临时场引发沟谷泥石流发育程度数量化评判结果,其泥石流易发程度数量化评分值为 59,属弱发育泥石流沟。

依据《变更设计》,废石场设计场容 13190m<sup>3</sup>,最大堆存高度为 4.6m(虚方)废石场下方设计修建拦渣坝(图 5-1),四周设有截、排水沟,由此预测废石场在强降水时引发泥石流灾害的可能性小,发育程度弱,危险性小,对矿山地质环境

影响较轻。

预防措施如下：

- 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，做好废渣堆的拦挡、坡面整理工作，防止废石流失引发泥石流灾害。
- 4) 其他保护性预防措施
  - ①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。
  - ②在滑坡、崩塌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。
  - ③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。
  - ④重视矿区不稳定地质体重点防控区域（硐口和风井口、采矿工业场地、废石场、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，防止隐性不稳定地质体事故发生。
  - ⑤采矿废石应严格按照废石场设计要求排放，不得随意排放。

（3）对矿区联络道路边坡的预防措施

根据现场调查发现，矿区联络道路部分区域边坡存在土块掉落的情况，即位于职工宿舍背后的联络道路，通过第3章对联络道路现状分析认为，矿区联络道路边坡经过清理、修整后不易引发滑坡、崩塌等不稳定地质体，可能遭受及引发不稳定地质体的可能性小，危险性小。因此本次针对运矿道路坡面滑落土块，才进行清理后，采用警示牌警示作用。

## 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）地下开采掘进中，如遇到导水性较强的断裂带、地下含水层时，可采用注浆等工程措施阻水，堵截含水层中地下水的溢出，减少疏干排水量。
- （2）对地裂缝应及时封堵、填埋，防止地表水体漏失进入矿坑，封堵、回填裂缝的材料（废石、土壤、灰渣等）应为无污染材料。做好井下水文地质观测及矿井涌水量观测，对地下水水质进行定期监测。
- （3）在矿坑水排出过程中，修筑排水沟、引流渠；对废石场、临时矿场地

采取防渗漏处理措施，防止有毒有害废水、废石淋滤水影响地下水。

（4）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。采矿过程中注意优化矿坑排水处理系统，确保水质达标回用。

（5）地下水的防治措施：尽可能废水循环利用，“零”排放；生活污水经净化处理后用于喷洒路面或浇灌花木。

### 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。对于矿山基建中剥离土壤，应尽量选择合适地段合理堆存，便于后期复垦使用，减少闭坑期复垦取土对他处地形地貌景观的破坏。

（3）边建设边治理，边开采边治理，对破损、裸露土地及时复垦。对矿山道路两侧及周边栽植行道树，撒播白三叶等草籽，绿化周边环境。矿山闭坑后，利用各种拆除废石渣充填采空区、封闭硐口，并对破损土地栽树、种草恢复生态景观。

### 4、水土影响预防措施

（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）矿区水土影响源主要为矿坑涌水、井下生产废水及矿废石淋滤水，经环境影响评价取样检测，本区影响源均达到环境排放要求，主要超标指标为 COD 和 SS。因此，矿区预防水土环境的措施应包括在排放口设置沉淀池，将生产废水沉淀澄清后循环利用，或处理达标后排放；

（3）考虑到废石淋滤水可能成为点式磷，在废石场拦渣坝下方设置积渗池积集所有来自上方各场地的淋滤水，并进行净化处理，之后应用到开采工程或场地降尘。

（4）做好生活垃圾、生活废水的规范处置；

（5）做好事故应急处置预案。在发生事故初期，应迅速阻断影响物质在水土环境中的扩散，事后做好场地、水体中的治理和环境修复。

## 5、土地复垦预防控制措施

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）项目管理预防控制措施

#### 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，将损毁的土地复垦为林地。

#### 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。

### （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

##### ①采场生产废水

本矿区井下生产废水和矿坑涌水中以 COD 及悬浮物 SS 可能超标为主，因此，在 1490m 主运平硐坑口处设置有沉淀池、汇集各中段排出的平巷涌水和生

产废水，进行沉淀，检测达到标准后循环使用，严禁将不经处理废水排入附近河流中。

#### ②生活污水

生活污水主要有悬浮物(SS)、BOD5、COD、油脂类、氨氮等，经化粪池沉淀处理达标后作绿化用水或防尘洒水。

### (2) 固体废弃物处置

#### ①矿石、废石

a) 矿石集中堆放至采矿工业场地，禁止随意堆放。硬化采矿工业场地，修筑场区排水、防尘设施，防止矿石粉尘和淋滤水深入地下，影响地下水。

b) 采矿废石集中运送至废石场之后及时运往场外的陇县金海石料加工厂，废石场周边已设置了拦渣坝及截排水设施，防止废石流失或雨水汇入。

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

d) 定期对废石场下游的地表水、地下水水质进行检测，发现问题，及时查明原因并采取防治措施。

e) 对优先关闭的平硐及场地应及时复垦，宜选择与当地生长适生树种。

②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) 矿区土地保护及绿化措施

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，创造矿区良好的生态环境。矿山道路两侧布置行道树，栽植当地适宜生长的乔木树种。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，达到观赏与美化的效果。矿区内的挡墙及护坡地段，布置适当的花草，达到垂直绿化的效果。

矿区基建期绿化工程纳入主体工程建设中，本方案不计算相关费用。

## (三) 预防主要工程量

(1) 对于预防地表塌陷、裂缝的保护措施包括矿体开采影响区留设保安矿柱，全部纳入主体工程，将在设计、生产过程中实施；废石场的排水渠及积渗池纳入环保工程，本次预防工程量不再计入。

(2) 本次废石场预防工程设计废石场地坡脚挡土墙工程 40m，设计大样图

见图 5-1；设计坝长 40m，坝高 5m，坝顶宽 1.0m，上游坡垂直，下游坡 1:0.7。具体工程措施为开挖土方量 264m<sup>3</sup>；土方回填 44m<sup>3</sup>，浆砌块石量 550m<sup>3</sup>；回填碎石量 242m<sup>3</sup>。

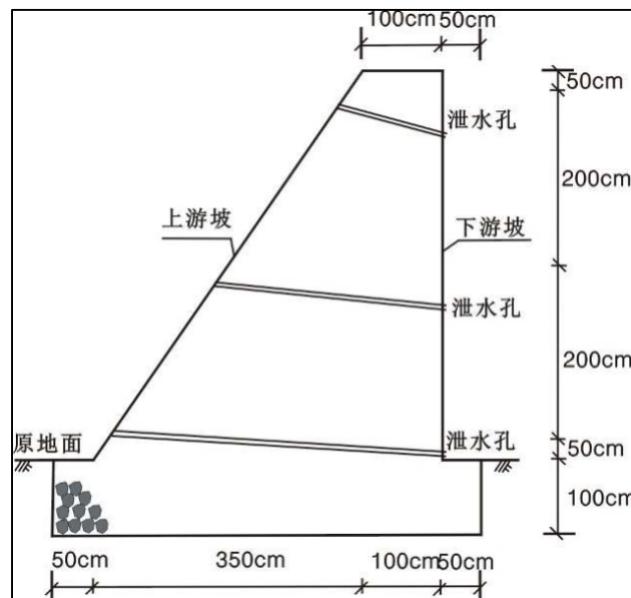


图 5-1 废石场拦洪坝示意图

(3) 本次现有联络道路预防工程主要以坡脚清理及警示工程，本次方案设计设立 2 块警示牌，清理工程纳入联络道路日常管护工程中，不计入预防工程量。

(4) 矿区地质环境保护与土地复垦预防措施中的监测工作量计入本章“第六、七节监测工程量”中，不再重复计算。

表 5-1 矿山地质环境保护与土地复垦预防工程量表

| 治理对象及治理工程                 | 近期防治期 |       |       |       |       | 中远期 | 合计    |
|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-----|-------|
|                           | 第 1 年 | 第 2 年 | 第 3 年 | 第 4 年 | 第 5 年 |     |       |
| 1 废石场预防工程                 |       |       |       |       |       |     |       |
| 1.1 拦渣坝工程                 |       |       |       |       |       |     |       |
| 基坑开挖(m <sup>3</sup> )     | 264.0 |       |       |       |       |     | 264.0 |
| 基坑回填(m <sup>3</sup> )     | 44.0  |       |       |       |       |     | 44.0  |
| M7.5 浆砌石(m <sup>3</sup> ) | 550.0 |       |       |       |       |     | 550.0 |
| 碎石回填(m <sup>3</sup> )     | 242.0 |       |       |       |       |     | 242.0 |
| 2 联络道路预防工程                |       |       |       |       |       |     |       |
| 2.1 警示牌                   | 2     |       |       |       |       |     | 2     |

## 二、矿山不稳定地质体治理

### (一) 目标任务

对矿区现状存在及生产建设中预测可能发生的不稳定地质体隐患点进行综

合治理, 治理率 100%, 彻底消除不稳定地质体隐患, 确保矿山生产运行安全和人民生命财产不受损失。

## （二）主要技术措施

### （1）X1 不稳定斜坡的治理措施

X1 不稳定斜坡位于工业场地, 主要由于矿山基建时, 人为进行挖坡、切坡造成的, 针对该斜坡采取“坡脚护坡墙”为主的治理措施。

沿着坡脚线布设一条挡土墙防护坡脚, 防止雨水不断冲刷导致坡脚损毁发生垮塌。挡墙采用格宾笼护脚墙, 墙高 4m, 基础埋深 1.0m, 基础位于碎石土层。石笼挡墙采用低碳钢丝编织而成, 由网面、隔板(内部分格)、边板、端板等构件组装成矩形箱体, 网箱约束内部填充石料, 形成稳定的整体单元, 填充采用人工或机械填充, 密实饱满, 填充率  $\geq 95\%$ 。间隔网与网身的四处交角, 各绑扎一道; 端网框线与网身交接处, 采用螺旋组合丝绞绕收紧联结; 间隔网框线与网身交接处, 采用螺旋组合丝绞绕收紧固定。相邻网箱的上下四角, 各设一道组合丝绑扎; 相邻网箱的间隔网位置, 上下各设一道组合丝绑扎; 相邻网箱的网片结合面, 每平米设二道组合丝绑扎; 相邻的框线及折线, 折线每 20 厘米用组合丝双股绑扎。

设计大样图见图 5-2 与图 5-3。本次设计 X1 不稳定斜坡格宾挡墙 42m, 具体措施为基坑开挖  $615.02\text{m}^3$ , 基坑回填  $247.38\text{m}^3$ , 块石  $273.0\text{m}^3$ , 透水土工布  $210\text{m}^2$ 。

### （2）X2 不稳定斜坡的治理措施

X2 不稳定斜坡位于职工宿舍后, 主要由于矿山基建时, 碎小废石滚落积累造成的, 针对该斜坡采取“坡脚护坡墙”为主的治理措施。

沿着坡脚线布设一条挡土墙防护坡脚, 防止雨水不断冲刷导致坡脚损毁发生垮塌。挡墙采用格宾笼护脚墙, 墙高 3m, 基础埋深 1.0m, 基础位于碎石土层。

设计大样图见图 5-2 与图 5-3。设计 X2 不稳定斜坡护脚墙工程 50m, 坡脚挡土墙具体措施为基坑开挖  $511.17\text{m}^3$ , 基坑回填  $216.17\text{m}^3$ , 块石  $225.0\text{m}^3$ , 透水土工布  $175\text{m}^2$ 。

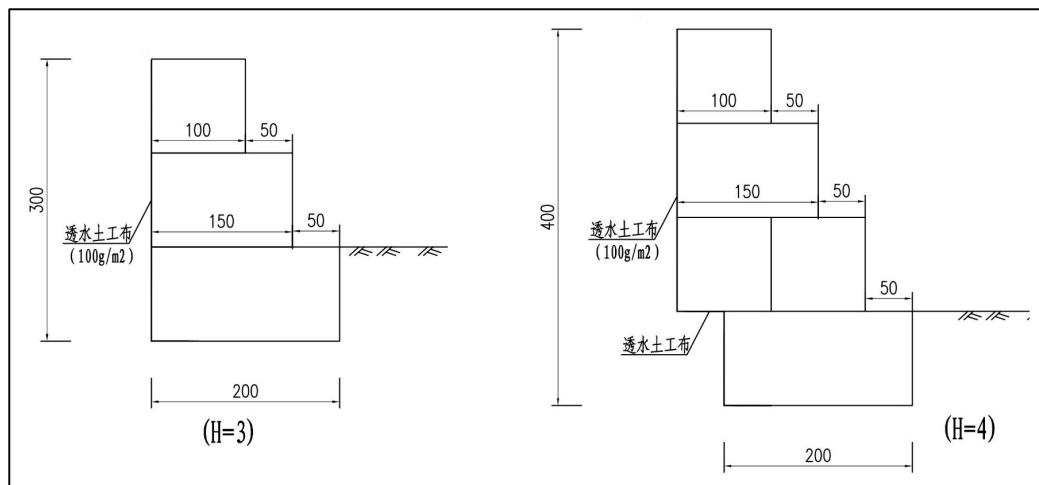


图 5-2 格宾笼挡墙大样图

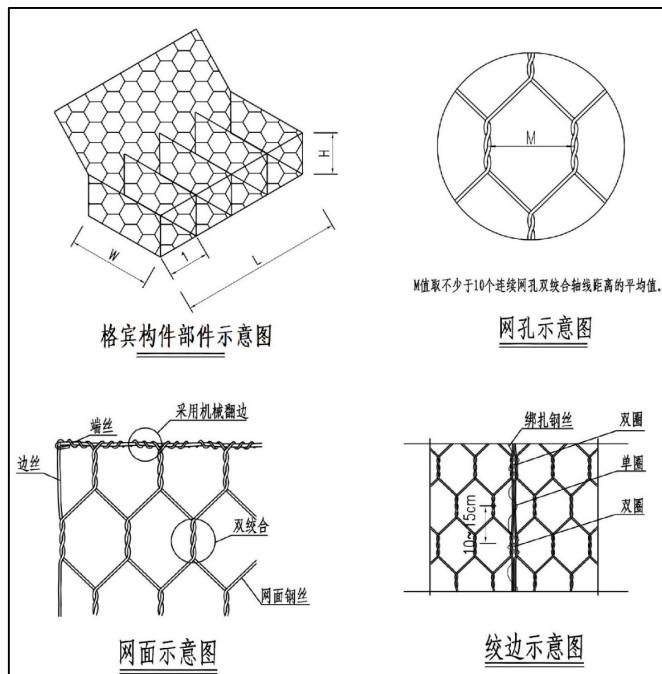


图 5-3 格宾细部构件示意图

### (3) 采空变形区的治理措施

对未达到稳定状态的地面塌陷、变形区应采取动态监测，对地表的变形强烈地段及时设置刺丝围栏，以免人畜误入造成伤害事故；在开采区地面移动影响范围各道路入口

设置安全警示牌，提示行人注意安全。刺丝围栏应布设在变形区界线 10m 以外，刺丝围栏 2.0m，混凝土桩柱，刺丝围栏示意图见图 5-4。

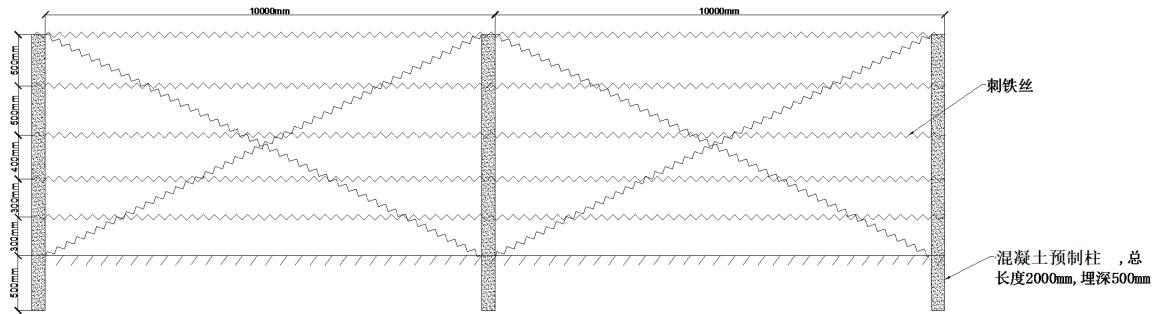


图 5-4 刺丝围栏示意图

根据预测评估结论, 矿体开采引发地面塌陷裂缝灾害可能性小, 但有变形的可能。从节约、有效的角度考虑, 本方案设计对采区形成的变形区采用刺丝围栏+警示牌的方式进行综合防治。

### (2) 治理工程量

防治工程量以预留、估算为主, 对采空塌陷、变形范围按照分期围栏、警示安排预留工程量, 具体如下:

近期预留工程量: 刺丝围栏 300m, 警示牌 3 块。

中期预留工程量: 刺丝围栏 700m, 警示牌 3 块。

### (三) 主要工程量

表 5-2 矿山不稳定地质体治理工程量表

| 治理对象及治理工程 |                         | 近期防治期  |       |       |       |       | 中远期 | 合计     |
|-----------|-------------------------|--------|-------|-------|-------|-------|-----|--------|
|           |                         | 第 1 年  | 第 2 年 | 第 3 年 | 第 4 年 | 第 5 年 |     |        |
| 1         | 地面变形治理工程                |        |       |       |       |       |     |        |
| 1.1       | 刺丝围栏 (m)                |        |       |       | 100   | 200   | 700 | 1000   |
| 1.2       | 警示牌 (块)                 |        |       |       | 1     | 2     | 3   | 6      |
| 2         | 1490m 工业场地不稳定斜坡 (X1)    |        |       |       |       |       |     |        |
| 2.1       | 护面墙工程                   |        |       |       |       |       |     |        |
|           | 基坑开挖(m <sup>3</sup> )   | 615.02 |       |       |       |       |     | 615.02 |
|           | 基坑回填(m <sup>3</sup> )   | 247.38 |       |       |       |       |     | 247.38 |
|           | 格宾笼块石 (m <sup>3</sup> ) | 273.00 |       |       |       |       |     | 273.00 |
|           | 透水土工布 (m <sup>2</sup> ) | 210.00 |       |       |       |       |     | 210.00 |
| 3         | 职工宿舍后不稳定斜坡 (X2)         |        |       |       |       |       |     |        |
| 3.1       | 护脚墙工程                   |        |       |       |       |       |     |        |
|           | 基坑开挖(m <sup>3</sup> )   | 511.17 |       |       |       |       |     | 511.17 |
|           | 基坑回填(m <sup>3</sup> )   | 216.17 |       |       |       |       |     | 216.17 |
|           | 格宾笼块石 (m <sup>3</sup> ) | 225.00 |       |       |       |       |     | 225.00 |
|           | 透水土工布 (m <sup>2</sup> ) | 175.00 |       |       |       |       |     | 175.00 |

### 三、矿区土地复垦

#### (一) 目标任务

(1) 土地复垦责任范围面积  $1.6757\text{hm}^2$ ，全部规划复垦，损毁土地复垦率100%。

(2) 通过实施土地复垦工程，实现复垦乔木林地  $1.6757\text{hm}^2$ ，复垦前和复垦后土地利用对照表见表 5-3。

(3) 复垦土地质量满足本方案制定“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、林、田、村布局协调，土地资源可持续利用。

表 5-3 土地复垦责任范围复垦前后土地利用结构调整表

| 一级地类 |        | 二级地类 |      | 面积 ( $\text{hm}^2$ ) |        | 变量 ( $\text{hm}^2$ ) | 复垦率 (%) |
|------|--------|------|------|----------------------|--------|----------------------|---------|
| 编码   | 名称     | 编码   | 名称   | 复垦前                  | 复垦后    |                      |         |
| 03   | 林地     | 0301 | 乔木林地 | 1.4253               | 1.6757 | 0.2504               | 100     |
| 06   | 工矿仓储用地 | 0602 | 采矿用地 | 0.1936               | 0      | -0.1936              |         |
| 10   | 交通运输用地 | 1003 | 公路用地 | 0.0144               | 0      | -0.0144              |         |
|      |        | 1006 | 农村道路 | 0.0424               | 0      | -0.0424              |         |
| 合计   |        |      |      | 1.6757               | 1.6757 | 0                    |         |

#### (二) 工程设计

本次复垦方案计划在矿山开采的过程中采取相应的预防措施减少及避免对土地损毁。对受损毁的土地采用工程、植物措施相结合的办法进行复垦。根据本矿区开采方案、矿区地形地貌特征、当地土地规划及对复垦单元适宜性评价分析，本方案将土地复垦责任范围内损毁的土地划分为 7 个复垦单元：①原探矿平硐区复垦单元；②硐口及硐口场地复垦单元；③工业场地复垦单元；④废石临时堆放场复垦单元；⑤生活办公区复垦单元；⑥矿山联络道路复垦单元；⑦高位水池复垦单元。

##### 1、原探矿平硐区复垦单元

复垦工程包括 PD1-PD5 五个硐口场地的土壤重构工程、植被重建工程以及五个硐口场地的监测和管护。其中土壤重构工程包括土地整平、表土覆盖、土壤培肥；植被重建包括：种植乔、草植物；监测工程包括复垦效果监测和土壤监测。

复垦方向：乔木林地

复垦面积:  $0.0819\text{hm}^2$

(1) 土壤重构工程

a) 场地整平

清除场地中残留的杂物, 削放边坡, 找平、翻耕复垦场地, 场地坡度 2-3%。

整理深度按 30cm 厚估算;

b) 土地翻耕

由于硐口在长期被堆积废石压实和碾压土地, 因此土地平整后应进行土地翻耕, 疏松土层, 保证复垦后植被正常生长。

c) 表土回覆

整地结束后, 对硐口场地进行回覆外购表土, 土壤覆盖要由里向外逐条分层覆土, 底部覆盖原有底层土, 表层覆盖表层土壤(客土), 表层覆土厚度为 30cm, 共需覆土  $245.70\text{m}^3$ 。

d) 土壤改良(培肥)工程

由于土壤容重大, 土质较瘠薄, 肥力不足, 需要对用其覆盖的土层进行土壤改良, 改良的方法为人工培肥, 料采用有机肥和复合肥, 每公顷施有机肥 4500kg, 复合肥 300kg。每年培肥一次, 连续培肥三年。

(2) 植被重建工程

在硐口覆土后的复垦区穴植 1 年生槐树、油松, 初植密度  $1600 \text{棵}/\text{hm}^2$ , 设计行距 2.5m, 株距 2.5m。穴形以方形坑为主, 穴边长 50cm, 坑深度 50cm。种树时间为每年的 3—4 月份, 穴植乔木设计见图 5-5。补植量为种植量 5%计算。

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物, 以增加复垦区生物多样性。散播种子量配置为白三叶籽  $10\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿  $10\text{kg}/\text{hm}^2$ 、草木樨  $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。补植量按照种植量的 20%计算。

灌溉: 组织人员定期灌溉, 降雨量较少时期, 增加浇灌次数。

人工抚育措施: 在植物措施开展后, 需进行植被抚育管理, 以提高植被的成活率, 当发现草籽枯死等不良现象, 应及时补种。

乔木林地复垦设计示意图见图 5-5、图 5-6。

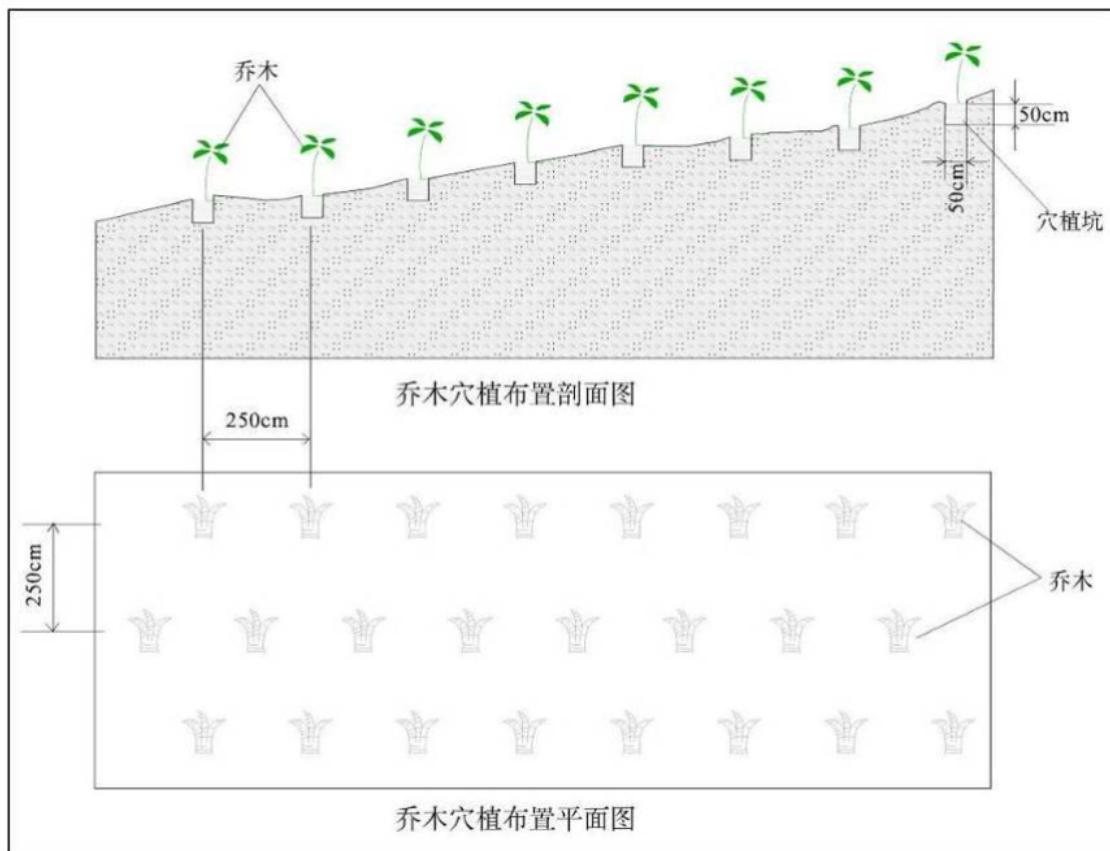


图 5-5 乔木穴植典型设计图

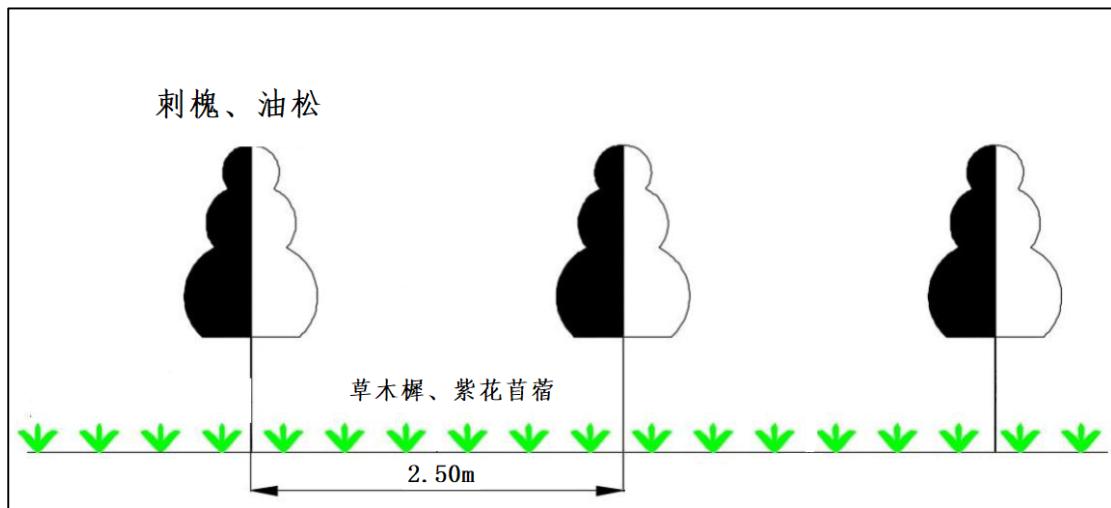


图 5-6 乔木林地典型设计立面图

## 2、硐口及硐口场地复垦单元

复垦工程包括土壤重构工程、植被重建工程和监测管护工程。其中土壤重构工程包括硐口回填、硐口封堵、土地整平、表土覆盖、土壤培肥；植被重建包括：种植乔、草植物；监测工程包括复垦效果监测和土壤监测

复垦方向：乔木林地

复垦面积:  $0.3625\text{hm}^2$

(1) 土壤重构工程

a) 硐口回填及封堵工程

首先, 由洞内  $15\text{m}$  处向硐口回填废石, 回填高度为人不能爬行进入硐内为准, 再对硐口进行 M7.5 浆砌块石封堵, 硐口面积按  $2.6\text{m} \times 2.6\text{m}$  计, 封堵墙厚按  $0.5$  计。

b) 土地翻耕

由于硐口在长期被堆积废石压实和碾压土地, 因此土地平整后应进行土地翻耕, 疏松土层, 保证复垦后植被正常生长。

c) 场地整平

清除各硐口场地中残留的杂物, 削放边坡, 找平、翻耕复垦场地, 场地坡度  $2\text{-}3\%$ 。整理深度按  $30\text{cm}$  厚估算;

d) 表土回覆

整地结束后, 对硐口场地进行回覆外购表土, 土壤覆盖要由里向外逐条分层覆土, 底部覆盖原有底层土, 表层覆盖表层土壤(客土), 表层覆土厚度为  $30\text{cm}$ , 共需覆土  $1087.50\text{m}^3$ 。

e) 土壤改良(培肥)工程

因场地长期被硐口堆渣压占, 土质较瘠薄, 肥力不足, 需要对用其覆盖的土层进行土壤改良, 改良的方法为每公顷施  $4500\text{kg}$  有机肥, 每公顷配施碳铵等无机复不低  $300\text{kg}$ 。

(2) 植被重建工程

在硐口覆土后的复垦区穴植 1 年生槐树、油松, 初植密度  $1600$  棵/ $\text{hm}^2$ , 设计行距  $2.5\text{m}$ , 株距  $2.5\text{m}$ 。穴形以方形坑为主, 穴边长  $50\text{cm}$ , 坑深度  $50\text{cm}$ 。种树时间为每年的 3—4 月份, 穴植乔木设计见图 5-5。补植量为种植量  $5\%$  计算。

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物, 以增加复垦区生物多样性。散播种子量配置为白三叶籽  $10\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿  $10\text{kg}/\text{hm}^2$ 、草木樨  $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。补植量按照种植量的  $20\%$  计算。

灌溉: 组织人员定期灌溉, 降雨量较少时期, 增加浇灌次数。

人工抚育措施: 在植物措施开展后, 需进行植被抚育管理, 以提高植被的成活率, 当发现草籽枯死等不良现象, 应及时补种。

乔木林地复垦设计示意图见图 5-5、图 5-6。

### 3、工业场地复垦单元

复垦方向：乔木林地

复垦面积：0.1174hm<sup>2</sup>

#### （1）复垦工程设计

复垦工程包括构筑物拆除工程、土壤重构工程和植被重建工程，其中土壤重建工程包括表土回覆、土地平整；植被重建主要为播撒草籽和栽植灌木。

##### 1) 构筑物拆除工程

闭坑后，将废弃 1490m 硝口采矿工业场地彻底拆除地表建筑物、场地硬化层、附属设施和各种杂物，将废弃物由施工方统一转运至垃圾场堆放，确保不造成新的损毁。可利用的尽量回收利用，对不可回收利用的，运往建筑垃圾专用填埋场进行填埋处置。

##### 2) 土壤重构工程

###### a) 场地清理及找平

对工业场地残留的杂物、石块进行清理，找平复垦场地，清理工程量按 0.3m 厚计。

###### b) 土地翻耕

由于场地构筑物长期使用过程中压实和碾压土地，因此土地平整后应进行土地翻耕，疏松土层，保证复垦后植被正常生长。

###### c) 表土回覆

设计该复垦单元复垦方向为乔木林地林地，覆土厚度为 50cm，共需覆土 587.0m<sup>3</sup>。

###### d) 土壤改良（培肥）工程

因场地长期被压占，土质较瘠薄，肥力不足，需要对用其覆盖的土层进行土壤改良，改良的方法为每公顷施 4500kg 有机肥，每公顷配施碳铵等无机复不低 于 300kg。

##### 3) 植被重建工程

在工业场地覆土后的复垦区穴植 1 年生槐树、油松，初植密度 1600 棵/hm<sup>2</sup>，设计行距 2.5m，株距 2.5m。穴形以方形坑为主，穴边长 50cm，坑深度 50cm。种树时间为每年的 3—4 月份，穴植乔木设计见图 5-4。补植量为种植量 5%计算。

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播种子量配置为白三叶籽  $10\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿  $10\text{kg}/\text{hm}^2$ 、草木樨  $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。补植量按照种植量的 20% 计算。

**灌溉：**组织人员定期灌溉，降雨量较少时期，增加浇灌次数。

**人工抚育措施：**在植物措施开展后，需进行植被抚育管理，以提高植被的成活率，当发现草籽枯死等不良现象，应及时补种。

乔木林地复垦设计示意图见图 5-5、图 5-6。

#### 4、废石临时堆放场复垦单元

由于废石场修建有拦渣坝、截排水沟、积渗池等。因此复垦时需对场地废弃的构筑物进行拆除，对场地进行找平和培肥后，穴植、散播乔、草植物。

复垦方向：乔木林地

复垦面积： $0.1360\text{hm}^2$

##### （1）复垦工程设计

复垦工程包括构筑物拆除工程、土壤重构工程和植被重建工程，其中土壤重建工程包括表土回覆、土地平整；植被重建主要为播撒草籽和栽植灌木。

###### 1) 构筑物拆除工程

采矿结束后，废石临时堆放场中拦渣坝、排水沟、积渗池将悉数拆除，拆除时可直接用大型液压机械直接自上而下整体拆除。拆除废料运往建筑垃圾排放场集中排放，可利用的尽量回收利用，对不可回收利用的，运往建筑垃圾专用填埋场进行填埋处置。

###### 2) 土壤重构工程

###### a) 场地清理及找平

对废石临时堆放场残留的杂物、石块进行清理，找平复垦场地，清理工程量按  $0.3\text{m}$  厚计。

###### b) 土地翻耕

由于场地受构筑物以及废石堆长期压实和碾压土地，因此土地平整后应进行土地翻耕，疏松土层，保证复垦后植被正常生长。

###### c) 表土回覆

设计该复垦单元复垦方向为乔木林地林地，覆土厚度为  $50\text{cm}$ ，共需覆土  $680\text{m}^3$ 。

#### d) 土壤改良（培肥）工程

因场地长期被废石渣压占，土质较瘠薄，肥力不足，需要对用其覆盖的土层进行土壤改良，改良的方法为每公顷施 4500kg 有机肥，每公顷配施碳铵等无机复不小于 300kg。。

#### 3) 植被重建工程

在废石临时堆放场覆土后的复垦区穴植 1 年生槐树、油松，初植密度 1600 棵/ $hm^2$ ，设计行距 2.5m，株距 2.5m。穴形以方形坑为主，穴边长 50cm，坑深度 50cm。种树时间为每年的 3—4 月份，穴植乔木设计见图 5-4。补植量为种植量 5%计算。

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播种子量配置为白三叶籽 10kg/ $hm^2$ 、紫花苜蓿 10kg/ $hm^2$ 、草木樨 20kg/ $hm^2$ 。补植量按照种植量的 20%计算。

灌溉：组织人员定期灌溉，降雨量较少时期，增加浇灌次数。

人工抚育措施：在植物措施开展后，需进行植被抚育管理，以提高植被的成活率，当发现草籽枯死等不良现象，应及时补种。

乔木林地复垦设计示意图见图 5-5、图 5-6。

### 5、生活办公区复垦单元

复垦方向：乔木林地

复垦面积：0.1149 $hm^2$

#### （1）复垦工程设计

复垦工程包括土壤重构工程和植被重建工程，其中土壤重构工程包括表土回覆、土地平整；植被重建主要为播撒草籽和栽植灌木。

##### 1) 构筑物拆除工程

采矿结束后，生活办公区中建筑物将悉数拆除，由于所拆建筑均为低层钢结构建筑，拆除时可直接用大型液压机械直接自上而下整体拆除。拆除废料运往建筑垃圾排放场集中排放，可利用的尽量回收利用，对不可回收利用的，运往建筑垃圾专用填埋场进行填埋处置。

##### 2) 土壤重构工程

###### a) 场地清理及找平

对生活办公区残留的杂物、石块进行清理，找平复垦场地，清理工程量按

0.3m 厚计。

b) 土地翻耕

由于场地构筑物长期使用过程中压实和碾压土地，因此土地平整后应进行土地翻耕，疏松土层，保证复垦后植被正常生长。

c) 表土回覆

设计该复垦单元复垦方向为乔木林地林地，覆土厚度为 50cm，共需覆土  $574.50\text{m}^3$ 。

d) 土壤改良（培肥）工程

因场地长期被压占，土质较瘠薄，肥力不足，需要对用其覆盖的土层进行土壤改良，改良的方法为每公顷施 4500kg 有机肥，每公顷配施碳铵等无机复不低 于 300kg。。

3) 植被重建工程

在生活办公区覆土后的复垦区穴植 1 年生槐树、油松，初植密度  $1600 \text{ 棵}/\text{hm}^2$ ，设计行距 2.5m，株距 2.5m。穴形以方形坑为主，穴边长 50cm，坑深度 50cm。种树时间为每年的 3—4 月份，穴植乔木设计见图 5-4。补植量为种植量 5%计算。

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播种子量配置为白三叶籽  $3.5\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿  $5.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 、草木樨  $4.0\text{kg}/\text{hm}^2$ 。补植量按照种植量的 20%计算。

灌溉：组织人员定期灌溉，降雨量较少时期，增加浇灌次数。

人工抚育措施：在植物措施开展后，需进行植被抚育管理，以提高植被的成活率，当发现草籽枯死等不良现象，应及时补种。

乔木林地复垦设计示意图见图 5-5、图 5-6。

## 6、矿山联络道路复垦单元

复垦方向：乔木林地

复垦面积： $0.8530\text{hm}^2$

(1) 土壤重构工程

a) 表土回覆

采矿结束后，对联络道路进行整地并回覆外购表土，土壤覆盖要由里向外逐条分层覆土，底部覆盖原有底层土，表层覆盖表层土壤（客土），表层覆土厚度为 50cm，共需覆土  $4265.0\text{m}^3$ 。

#### d) 土壤改良（培肥）工程

因场地长期被过往车辆压占，土质较瘠薄，肥力不足，需要对用其覆盖的土层进行土壤改良，改良的方法为每公顷施 4500kg 有机肥，每公顷配施碳铵等无机复不小于 300kg。。

#### （2）植被重建工程

在覆土后的复垦区穴植 1 年生槐树、油松，初植密度 1600 棵/hm<sup>2</sup>，设计行距 2.5m，株距 2.5m。穴形以方形坑为主，穴边长 50cm，坑深度 50cm。种树时间为每年的 3—4 月份，穴植乔木设计见图 5-4。补植量为种植量 5%计算。

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播种子量配置为白三叶籽 10kg/hm<sup>2</sup>、紫花苜蓿 10kg/hm<sup>2</sup>、草木樨 20kg/hm<sup>2</sup>。补植量按照种植量的 20%计算。

灌溉：组织人员定期灌溉，降雨量较少时期，增加浇灌次数。

人工抚育措施：在植物措施开展后，需进行植被抚育管理，以提高植被的成活率，当发现草籽枯死等不良现象，应及时补种。

乔木林地复垦设计示意图见图 5-5、图 5-6。

### 7、高位水池复垦单元

复垦工程包括土壤重构工程、植被重建工程和监测管护工程。其中土壤重构工程包括土地整平、土地翻耕、表土覆盖、土壤培肥；植被重建包括：种植乔、草植物；监测工程包括复垦效果监测和土壤监测

复垦方向：乔木林地

复垦面积：0.0100hm<sup>2</sup>

#### （1）土壤重构工程

##### a) 场地整平及翻耕

清除区域遗留杂物，找平复垦场地，清理工程量按 0.3m 厚计。

##### b) 土地翻耕

由于场地构筑物长期使用过程中压实和碾压土地，因此土地平整后应进行土地翻耕，疏松土层，保证复垦后植被正常生长。

##### c) 表土回覆

整地结束后，对场地进行回覆外购表土，土壤覆盖要由里向外逐条分层覆土，底部覆盖原有底层土，表层覆盖表层土壤（客土），表层覆土厚度为 30cm，共需

覆土  $30\text{m}^3$ 。

#### d) 土壤改良（培肥）工程

因场地长期被高位水池压占，土质较瘠薄，肥力不足，需要对用其覆盖的土层进行土壤改良，改良的方法为每公顷施  $4500\text{kg}$  有机肥，每公顷配施碳铵等无机复不小于  $300\text{kg}$ 。

#### （2）植被重建工程

在高位水池覆土后的复垦区穴植 1 年生槐树、油松，初植密度  $1600$  棵/ $\text{hm}^2$ ，设计行距  $2.5\text{m}$ ，株距  $2.5\text{m}$ 。穴形以方形坑为主，穴边长  $50\text{cm}$ ，坑深度  $50\text{cm}$ 。种树时间为每年的 3—4 月份，穴植乔木设计见图 5-4。补植量为种植量 5%计算。

林间适当撒播白三叶、紫花苜蓿、草木樨等草本植物，以增加复垦区生物多样性。散播种子量配置为白三叶籽  $10\text{kg}/\text{hm}^2$ 、紫花苜蓿  $10\text{kg}/\text{hm}^2$ 、草木樨  $20\text{kg}/\text{hm}^2$ 。补植量按照种植量的 20%计算。

灌溉：组织人员定期灌溉，降雨量较少时期，增加浇灌次数。

人工抚育措施：在植物措施开展后，需进行植被抚育管理，以提高植被的成活率，当发现草籽枯死等不良现象，应及时补种。

乔木林地复垦设计示意图见图 5-5、图 5-6。

### （三）主要技术措施

#### 1、土壤重构措施

##### （1）场地翻耕措施

场地翻耕的目的是通过翻耕作用使长期受压占的场地疏松土层，确保复垦后植被正常生长。翻耕方法主要有内翻法和外翻法。前者先由作业区的中线左边开始，按顺时针方向进行，由中间向两边翻耕，最后在中央留下犁垄，两边留下犁沟；后者则由作业区的右边开犁，按顺时针方向运行，由外向内翻耕，最后在中央留下犁沟，两边留下犁垄。通常是交替使用内、外翻耕法进行套耕，从而减少垄沟数。翻耕工具：双轮二铧犁、双轮单铧犁、机引多铧犁、中翻机和浅翻机等。

##### （2）场地平整措施

场地平整的目的是通过平整土地、推高填低，达到种植植被的要求。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立地条件、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

包括穴状整地、鱼鳞坑整地、全面整地；草地需要全面整理或带状整理。除适宜于全面整地外，其它整地应尽可能保留原地上林木植被。

### （3）表土回覆

#### 1) 表土运输

表土运输应遵从线路最短的原则，运输过程中应尽量避免对施工场地内表土的压实。卸土一般采用后退式卸土。禁止雨天装卸和运输表土，在运输过程中应做好土壤保护工作，避免土方飞扬散落污染环境。

#### 2) 表土堆存

对不同土层、不同质地土壤实施分类堆放，如表土层、心土层（淀积层）、底土层土壤要求分类分区堆放；对优质耕层土壤与用于基础土地平整的杂土要分类堆放。表土堆放高度应符合堆体稳定性设计要求，一般土堆高度不超过3m，土堆边坡角不大于35°。由于项目表土堆存时间较长，可用推土机对存储区地面、边坡适当压实，防止水土流失。

#### 3) 表土保育

①在土堆表面种植绿肥（紫花苜蓿、草木樨等豆科植物）对土壤培肥，可以适量化学施肥，注意防治病虫害。草籽播种标准为45kg/hm<sup>2</sup>。

②表土利用之前需进行土壤质量监测，土壤质量合格方可使用。

#### 4) 表土回覆

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，乔木林地覆土沉实厚度≥40cm或采用穴状整地。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。

## 2、生物和化学措施

本矿区土地复垦项目施工建设、施工工艺及土地复垦各个环节要联系成一个完整的系统，从而达到土地垦前、垦中及垦后的土地开发利用、生产等环节的一体化经营，形成土地复垦的规模效益和良性循环机制。复垦后的土地，要采取一定量的生物化学措施，生物化学措施主要包括改良土壤等工程。

### （1）土壤改良

对于矿区复垦后土壤肥力比较低的状况，需增加土壤有机质和养分含量，改

良土壤性状，提高土壤肥力。改土措施可采用土壤培肥的方法来涵养土壤。如在施用少量农家肥等。土壤施肥根据复垦选用的林种、树种、草种和土壤营养条件，采取配方施肥，做到适时、适度、适量。肥料类型包括有机肥、无机化肥法。施肥方式包括基肥和追肥。对于土壤贫瘠地块，可施用基肥，基肥要采用充分腐熟的有机肥，基肥要一次施足，穴播基肥在栽植前结合整地施于穴底。追肥宜采用复合肥，一般在栽植后1年~3年施用。

本方案复垦区施用无机肥料来增加土壤养分，以化学肥料为启动，使植物生长良好，提高了土壤有机质，改良了土壤的理化性质

### （2）生态维护

在复垦区种植措施结束后，要进行必要的生物措施来保持土壤原有的肥力，同时也可起到防治水土流失的作用，主要的生物措施为种灌木、播撒草籽进行绿化。

### 3、管护措施

复垦工程结束后，要对所复垦的植被进行为期4年的管护，对复垦地区采取浇水、除虫等措施，以保证复垦种植的成活率，从而保证复垦工程达到预期效果。管护用水就近在东沟河河道取水，1490m 硐口以下地面设施采用洒水车运送至矿区，1490m 硐口以上采取巷道压水管道进行输水灌溉，后期依托区域降水灌溉。

## （四）主要工程量

土地复垦主要工程量见表5-4。

表5-4 土地复垦主要工程量

| 序号  | 单项工程        | 单位              | 工程量    | 备注      |
|-----|-------------|-----------------|--------|---------|
| 一   | 原探矿平硐区复垦单元  |                 |        | 近期治理工程  |
| 1   | 土壤重构工程      |                 |        |         |
| 1.1 | 场地清理、找平     | hm <sup>2</sup> | 0.0819 |         |
| 1.2 | 表土回覆        | m <sup>3</sup>  | 245.70 |         |
| 1.3 | 土壤培肥        | hm <sup>2</sup> | 0.0819 |         |
| 2   | 植被恢复工程      |                 |        |         |
| 2.1 | 穴状整地        | 个               | 132    |         |
| 2.2 | 栽植刺槐        | 株               | 132    |         |
| 2.3 | 播撒草籽（混播）    | hm <sup>2</sup> | 0.0819 |         |
| 二   | 硐口及硐口场地复垦单元 |                 |        | 中远期治理工程 |

|     |                |        |         |         |
|-----|----------------|--------|---------|---------|
| 1   | 硐口回填及封堵工程      |        |         |         |
| 1.1 | 硐口废渣回填         | $m^3$  | 1800    |         |
| 1.2 | 平硐口 M7.5 浆砌石封堵 | $m^3$  | 67.60   |         |
| 1.3 | 风井口钢筋砼盖板封堵     | $m^3$  | 1.40    |         |
| 2   | 土壤重构工程         |        |         |         |
| 2.1 | 场地清理、找平        | $hm^2$ | 0.3625  |         |
| 2.2 | 表土回覆           | $m^3$  | 1087.50 |         |
| 2.3 | 土壤培肥           | $hm^2$ | 0.3625  |         |
| 3   | 植被恢复工程         |        |         |         |
| 3.1 | 穴状整地           | 个      | 580     |         |
| 3.2 | 栽植刺槐           | 株      | 580     |         |
| 3.3 | 播撒草籽（混播）       | $hm^2$ | 0.3625  |         |
| 三   | 工业场地复垦单元       |        |         | 中远期治理工程 |
| 1   | 拆除工程           |        |         |         |
| 1.1 | 废弃建筑物拆除        | $m^3$  | 352.20  |         |
| 2   | 土壤重构工程         |        |         |         |
| 2.1 | 场地清理、找平        | $hm^2$ | 0.1174  |         |
| 2.2 | 表土回覆           | $m^3$  | 587.0   |         |
| 2.3 | 土壤培肥           | $hm^2$ | 0.1174  |         |
| 3   | 植被恢复工程         |        |         |         |
| 3.1 | 穴状整地           | 个      | 188     |         |
| 3.2 | 栽植刺槐           | 株      | 188     |         |
| 3.3 | 播撒草籽（混播）       | $hm^2$ | 0.1174  |         |
| 四   | 废石临时堆放场复垦单元    |        |         | 中远期治理工程 |
| 1   | 拆除工程           |        |         |         |
| 1.1 | 废弃拦渣墙拆除        | $m^3$  | 550     |         |
| 2   | 土壤重构工程         |        |         |         |
| 2.1 | 场地清理、找平        | $hm^2$ | 0.1360  |         |
| 2.2 | 表土回覆           | $m^3$  | 680.0   |         |
| 2.3 | 土壤培肥           | $hm^2$ | 0.1360  |         |
| 3   | 植被恢复工程         |        |         |         |
| 3.1 | 穴状整地           | 个      | 218     |         |
| 3.2 | 栽植刺槐           | 株      | 218     |         |
| 3.3 | 播撒草籽（混播）       | $hm^2$ | 0.1360  |         |
| 五   | 生活办公区复垦单元      |        |         | 中远期治理工程 |

|     |          |        |        |         |
|-----|----------|--------|--------|---------|
| 1   | 拆除工程     |        |        |         |
| 1.1 | 废弃彩钢房拆除  | $m^3$  | 344.70 |         |
| 2   | 土壤重构工程   |        |        |         |
| 2.1 | 场地清理、找平  | $hm^2$ | 0.1149 |         |
| 2.2 | 表土回覆     | $m^3$  | 574.50 |         |
| 2.3 | 土壤培肥     | $hm^2$ | 0.1149 |         |
| 3   | 植被恢复工程   |        |        |         |
| 3.1 | 穴状整地     | 个      | 184    |         |
| 3.2 | 栽植刺槐     | 株      | 184    |         |
| 3.3 | 播撒草籽（混播） | $hm^2$ | 0.1149 |         |
| 六   | 联络道路复垦单元 |        |        | 中远期治理工程 |
| 1   | 土壤重构工程   |        |        |         |
| 1.1 | 表土回覆     | $m^3$  | 4265   |         |
| 1.2 | 土壤培肥     | $hm^2$ | 0.8530 |         |
| 2   | 植被恢复工程   |        |        |         |
| 2.1 | 穴状整地     | 个      | 1365   |         |
| 2.2 | 栽植刺槐     | 株      | 1365   |         |
| 2.3 | 播撒草籽（混播） | $hm^2$ | 0.8530 |         |
| 七   | 高位水池复垦单元 |        |        | 中远期治理工程 |
| 1   | 土壤重构工程   |        |        |         |
| 1.1 | 表土回覆     | $m^3$  | 30     |         |
| 1.2 | 土壤培肥     | $hm^2$ | 0.0100 |         |
| 2   | 植被恢复工程   |        |        |         |
| 2.1 | 穴状整地     | 个      | 16     |         |
| 2.2 | 栽植刺槐     | 株      | 16     |         |
| 2.3 | 播撒草籽（混播） | $hm^2$ | 0.0100 |         |

#### 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认为：采空冒落、变形区不会与地面贯通，对含水围岩结构影响仅限于采空变形区域内，对矿区及周边含水层结构影响较轻。采空区疏干排水主要是矿体开采凿岩、除尘用水，是从下方东沟河运输至高位水池的水，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。因此，针对疏干排水重在做好井下水质、水量监测，避免井下水质污染，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，暂不预留修复治理工程量。

## 五、水土环境状况修复

矿山地质环境保护现状调查及预测评估认为：废石淋滤水可能造成点源式磷影响，需要在生产建设期间，严格按照环评方案要求，做好采矿工业场地、废石场及综合利用场周边的截排水设施，防止周边雨水和地表水流入场区，同时做好的场地防渗和淋滤水的收集、处理，在废石场下游建立积渗池，将处理达标废水用作喷洒树木、废石场洒水降尘中，确保废石淋滤水不外排入地表水；同时持续做好矿区水土环境保护以监测和预防工作。

## 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、监测认为

- (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

本方案为小型磷矿矿山，设计采用地下开采，按照《矿山地质环境监测技术规程》（DZT0287-2015）要求，矿山监测对象具体如下：

- (1) 基建期监测对象为矿区地质（地下水、土壤）环境背景；
- (2) 生产期监测对象为不稳定地质体（隐患）点，含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境和土地损毁；
- (3) 闭坑期监测对象为地下水环境恢复、土壤环境恢复、地形地貌景观恢复等。

重点监控对象包括：废石场、采矿工业场地、采空区和矿坑废水排放口；其次为办公生活区、平硐口及原探矿平硐区。

## 2、监测范围

- (1) 不稳定地质体点的监测范围
  - ①不稳定边坡的监测范围为灾害体及其影响、威胁区；
  - ②采空区地面塌陷、地面裂缝监测范围为矿山开采对地表岩石的扰动和影响范围。本方案以陇县景福山磷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塌陷、地面裂缝监测范围（详见附图 06）；
- (2) 含水层影响监测范围为地下水水位变化、含水层疏干面积、地下含水层结构破坏程度、矿坑疏干排水形成的地下水降落漏斗区；
- (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) 水土环境的监测范围主要为生产活动影响区，如采矿工业场地、废石场、矿坑水排放口（1490m 硐口）及其周边、下游的地表水和土壤等。

## 3、监测等级

根据《山地地质环境监测技术规程》(DZT0287-2015)，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) 该矿山设计生产规模为\*\*\*\*\*t，按磷矿矿山生产规模划分标准属小型磷矿矿山；
- (2) 矿山开采方式为地下开采；
- (3) 矿业活动影响对象重要程度：该矿山划定矿区范围内目前居住无村民，矿山建成后有矿山工作人员 51 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，矿山工程已/拟损毁林地，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、生产期三级监测、闭坑期三级监测。

#### 4、监测要素

(1) 不稳定边坡监测:地表形变、地下形变、岩土体含水率、降水量、地声、地下水位(水温)、土压力、地应力。

(2) 采空区地面塌陷及裂缝监测:降水量、地表形变、地下形变、岩土体含水率、孔隙水压力、地声、地下水位、土压力。

(3) 地下水环境监测:地下水水位、水量、水质、流速、矿坑排水量、含水层疏干面积等。

(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影响程度及造成的危害。

(5) 土壤环境监测:土壤粒径、绝对含水量、电导率、酸碱度、重金属含量;土地损毁类型、面积、损毁程度。

(6) 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。

#### 5、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、地面塌陷和地裂缝等)应固定专业监测点进行监测。

##### (1) 不稳定边坡监测

采用人工简易观测、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滑坡、不稳定边坡灾害的预测及预警。在强降水发生时,做好临灾预警,及时通知相关部门和受危区人员撤离、躲避。监测措施有:

###### ①位移观测

简易观测是在滑坡后缘裂缝两侧设置固定桩或固定标尺,测量滑体和滑床之间的位移情况;或在滑坡体前缘剪出带内刻槽和设标桩,观测位移距离和速度,直接读出水平和垂直位移值。

###### ②建筑物变形观测

在建筑物（或挡墙）变形处分期粘贴水泥砂浆片，并注明封贴日期，监测建筑物变形发展情况，分析滑坡发展对建筑物的危害程度。

### （2）采空区地面变形（包括地面塌陷、地面裂缝）监测

①监测范围：采空区地表岩石移动范围，重点监测采空区引发的地面塌陷变形。

②监测内容：仪器监测包括地表变形、地下形变、岩土体含水率。在已发生采空塌陷区应增加监测孔隙水压力、土压力、地下水位。

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 定位法，辅以无人机地面变形监测。

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。根据地面裂缝变形特征，分析变形趋势，采取如裂缝填埋、预警、在裂缝区设置刺丝围墙和警示牌等预防、警示措施。

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 2~3m。

### （3）含水层监测

①监测区域：包括矿山开采区（采空变形区、地下水疏干漏斗区）、废石场、1490m 中段平硐口及井下污水排泄区。

②监测内容：包括矿区疏干排水的面积、地下水位降深和水质变化、含水层疏干面积、地下含水层结构破坏程度、

水质监测指标包括 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。

③监测方法：人工观测、仪器自动量测、取样分析。

④监测点布设：地下水背景监测选择矿区范围内自然出露的泉眼，共布设地下水背景监测点 1 处。

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、水温、流速、水质、地下水降深及地下水(疏干)降落漏斗区边界。监测点主要布置在生产井内。

### （5）水土环境监测

监测区域：1490m 中段平硐口采矿废水、废石场下游地表水；排污口下游土壤或水系沉积物、采矿工业场地、办公生活区、炸药库及采矿场地表层土。

监测方法：仪器自动监测和取样分析。

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、磷；水质

监测项目为水质全分析项和汞、镉、铅、砷、铜、铬、锌、镍、磷。

监测点布设要求：根据物质扩散特征，土壤检测点包括平面监测点和剖面监测点。平面采样点选在被采土壤类型特征明显、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。

样品采集：表层土壤样品采用等量混合法采集；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。

## 6、监测点布设

根据《矿山地质环境监测技术规程》（DZT0287-2015）相关要求，结合景福山磷矿矿山地质环境问题特点，本方案在矿区共布设了 24 处地质环境监测点，详见附图 06 及表 5-5。

其中矿山道路变形监测 7 处；地下水水质、水位、坑口涌水量监测 2 处；地表水质监测点 7 处；土壤监测点 4 处；地貌景观观测覆盖全区。

（1）地表观测预警点：共布设观测预警点 1 处，设在对窝沟（J1），通过降水量监测和废石渣堆稳定性分析，预测沟谷灾害发生的可能性，及时作出灾情预警。另外，在斜崖沟（J2）和探矿平硐区（J3）也分别布设 1 个降水量监测点。

（2）采空区地面变形监测点：在开采区地表岩石移动范围布设 3 条地面变形监测点网（J4、J5、J6）。每个监测点网布设方法为：地表移动范围内垂直矿体走向呈“川”形布设监测线，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 2~3m。通过利用全站仪监测地面标高、监测点坐标变化，结合人工巡查监测地面变形裂缝、塌陷情况，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，为不稳定地

质体治理、预警提供依据。

(3) 变形监测点: 共设置监测点 7 处, 包括 1490m 硐口护面墙 (J7)、工业场地护脚墙 (J8)、工业场地 (J9)、废石场拦渣坝 (J10)、废石场排水沟及积渗池 (J11)、废石场截水沟 (J12)、通过人工巡查、变形监测, 预测坝体、排水设施变形等。

(4) 地下水监测: 采区坑内涌水量、地下水位和坑口外排水水质监测点 2 处, 编号为 1490m 硐口 (J13), 泉沟沟脑泉眼在评估区外, 故不编号, 但作为地下水位和地下水水质的监测点。

(5) 地表水质监测点: 共布设 7 处水质监测点, 分别布置在斜崖沟上游 (J14)、斜崖沟沟口 (J15)、对窝沟上游 (J16)、对窝沟沟口 (J17)、废石场下方 (J18)、石关河上游 (J19)、石关河下游 (J20), 取地表水送有分析资质单位化验。

(6) 土壤监测: 共布设 4 个点, 包括原探矿坑口场地土壤 (J21)、采矿工业场地区土壤 (J22)、废石场土壤 (J23)、斜崖沟口土壤 (J24)。

(7) 地形地貌景观观测点: 覆盖整个评估区

## 7、监测频率

监测频率见表 5-5。降雨量监测应与当地气象部门气象站的监测频率保持一致。

### (三) 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 5-6。

表 5-5 矿山地质环境监测点一览表

| 监测区域     | 监测点号    | 监测对象                      | 监测内容                   | 监测方法           | 监测阶段及监测频次                         |                                 |  |
|----------|---------|---------------------------|------------------------|----------------|-----------------------------------|---------------------------------|--|
|          |         |                           |                        |                | 近期<br>(2025~2029)                 | 中期<br>(2030~2035)               | 远期<br>(2036~2041)                              |
| 对窝沟      | J1      | 地表沟谷监测点                   | 废石堆放、排水设施运行、降水强度、坝体稳定等 | 人工观测、雨量监测等     | 每年至少 12 次，暴雨、连阴雨期间加密观测            | 每年至少 12 次，暴雨、连阴雨期间加密观测          | 复垦、治理完成，不监测                                    |
| 原探矿平硐区   | J3、J21  | PD1~PD5 硐口区               | 降水量及土壤环境状况             | 人工观测、雨量监测，取样分析 | 每年至少 12 次，暴雨、连阴雨期间加密观测            | 复垦、治理完成，不监测                     | 不监测  |
| 斜崖沟      | J2      | 地表沟谷监测点                   | 矿渣堆放、降水强度              | 人工观测、雨量监测等     | 每年至少 12 次，暴雨、连阴雨期间加密观测            | 每年至少 12 次，暴雨、连阴雨期间加密观测          | 复垦、治理完成，不监测                                    |
| 地面塌陷变形   | J4~J6   | 开采区地面变形                   | 地面变形、裂缝情况              | 人工观测、仪器测量      | 仪器测量每月 1 次；每月人工巡查 4 次             | 仪器测量每月 2 次；人工巡查每月 8 次。          | 前 3 年仪器测量每月 2 次，后期不观测；人工观测每年 8 次               |
| 1490 硐口  | J7、J13  | 护面墙、矿坑涌水量、地下水位观测、矿坑涌水水质检测 | 墙体稳定、矿坑涌水量、地下水位、水质质量   | 人工观测、简易测量、取样分析 | 涌水量观测 1 次/天；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年   | 涌水量观测 1 次/天；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年 | 前 3 年，涌水量 1 次/天；地下水位 1 次/月；水质 4 次/年。后期矿井关闭，不监测 |
| 工业场地     | J8、J9   | 护脚墙、截水沟                   | 墙体变形、截水沟变形             | 人工观测           | 每月 1 次，工程施工期间每周检视巡查 1 次，暴雨期间加密观测。 | 每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测             | 前 3 年每月 1 次，后期每年 4 次，暴雨、连阴雨期间加密观测              |
| 废石场      | J10~J12 | 拦渣坝、截排水沟、积渗池              | 坝体变形、截排水沟、积渗池变形        | 人工观测           | 每月 1 次，工程施工期间每周检视巡查 1 次，暴雨期间加密观测。 | 每月 1 次，暴雨、连阴雨期间加密观测。            | 前 3 年每月 1 次，后期每年 4 次，暴雨、连阴雨期间加密观测。             |
| 斜崖沟上游及下游 | J14、J15 | 地表水                       | 地表水水质                  | 取样分析           | 每年 2 次                            | 每年 2 次，发现异常加密                   | 前 3 年每年 2 次，以后不监测                              |
| 对窝沟      | J16、    | 地表水                       | 地表水水质                  | 取样分析           | 每年 2 次                            | 每年 2 次，发现异常                     | 前 3 年每年 2 次，以后                                 |

|           |         |        |          |            |                |                |                       |
|-----------|---------|--------|----------|------------|----------------|----------------|-----------------------|
| 上游和沟口     | J17     |        |          |            |                | 加密             | 不监测                   |
| 废石场下方     | J18     | 地表水    | 水质及排放情况  | 取样分析       | 每年 2 次, 发现异常加密 | 每年 2 次, 发现异常加密 | 不监测                   |
| 矿区石关河上、下游 | J19、J20 | 地表水    | 地表水水质    | 取样分析       | 每年 2 次         | 每年 2 次, 发现异常加密 | 前 3 年每年 2 次, 以后不监测    |
| 采矿工业场地    | J22     | 土壤监测   | 土壤环境状况   | 取样分析       | 每年 1 次, 发现异常加密 | 每年 1 次, 发现异常加密 | 前 3 年每年 1 次, 以后不监测    |
| 废石场       | J23     | 土壤监测   | 土壤环境状况   | 取样分析       | 每年 1 次, 发现异常加密 | 每年 1 次, 发现异常加密 | 前 3 年每年 1 次, 以后不监测    |
| 斜崖沟沟口     | J24     | 土壤监测   | 土壤环境状况   | 取样分析       | 每年 1 次, 发现异常加密 | 每年 1 次, 发现异常加密 | 前 3 年每年 1 次, 以后不监测    |
| 评估区       |         | 地貌景观监测 | 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         | 前 3 年每月 1 次, 以后每年 1 次 |

表 5-6 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 | 单位  | 监测工程量 |     |     |     |     | 中期   | 远期  | 合计   |
|----|-------------|--------|------|-----|-------|-----|-----|-----|-----|------|-----|------|
|    |             |        |      |     | 第1年   | 第2年 | 第3年 | 第4年 | 第5年 |      |     |      |
| 1  | 地表沟谷观测预警点   | 人工观测   | 3    | 点.次 | 36    | 36  | 24  | 24  | 24  | 144  | 0   | 288  |
| 2  | 采空区地面变形监测   | 仪器变形监测 | 3    | 点.次 | 0     | 0   | 0   | 36  | 36  | 432  | 180 | 684  |
|    |             | 人工观测   |      | 点.次 | 0     | 0   | 0   | 144 | 144 | 1728 | 100 | 2116 |
| 3  | 地下水水位、水质监测  | 人工监测   | 2    | 点.次 | 24    | 24  | 24  | 24  | 24  | 144  | 72  | 336  |
|    |             | 水质监测   |      | 点.次 | 8     | 8   | 8   | 8   | 8   | 48   | 24  | 112  |
| 4  | 地表水水质监测     | 取样分析   | 7    | 点.次 | 14    | 14  | 14  | 14  | 14  | 84   | 42  | 196  |
| 6  | 土壤监测        | 取样分析   | 4    | 点.次 | 4     | 4   | 4   | 4   | 4   | 24   | 12  | 56   |
| 7  | 拦渣坝及护脚墙变形监测 | 人工观测   | 7    | 点.次 | 0     | 84  | 84  | 84  | 84  | 504  | 252 | 1092 |
| 8  | 地形地貌景观监测    | 人工观测   | 矿区范围 | 点.次 | 12    | 12  | 12  | 12  | 12  | 72   | 36  | 168  |
| 合计 |             |        | 26   | 点.次 | 98    | 182 | 170 | 350 | 350 | 3180 | 718 | 5048 |

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采空变形区监测以 3 条监测线为单位, 计算监测的次数。

## 七、矿区土地复垦监测和管护

### （一）目标任务

为确保复垦恢复生态效果，在矿山服务期满后其生态系统能够长久、可持续的维持下去，其中最主要的就是复垦土地的土壤质量监测、复垦植被监测、复垦配套设施监测。监测应贯穿于矿山生态恢复治理期内。发现问题针对性解决问题，确保复垦生态恢复的成果可靠，并融入当地生态环境。

土地复垦的目的，是恢复或改善生产建设项目土地损毁区的生态环境和合理利用土地资源，因地制宜地将损毁土地复垦为乔木林地。损毁土地的复垦具体目标，使复垦后的土地稳定，实现其再生利用，以及区内生态系统得到恢复。

针对土地复垦责任范围内的复垦后的土地等实施复垦效果监测。

针对复垦后的乔木林地进行管护，确定的复垦管护时间为4年。

### （二）措施和内容

#### 1、监测措施和内容

##### （1）监测区域

监测范围以土地复垦责任范围为准，重点监测原探矿平硐区、采矿工业场地、废石场、办公生活区、硐口场地和采空变形区等区域。

##### （2）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）。

##### （3）监测措施

###### ①原地表状况监测

1) 原始地形信息。采矿会导致地形地貌发生变化，造成地表沉陷，引起地形变化，而且采矿的进行是不断变化的，为了更好地与原始地形进行对比，需要在开采前对原始地形进行监测。

2) 土地利用情况。要保留原始的土地利用状况信息，对挖损、沉陷、压占等土地损毁情况的监测，以便对后期的变化进行跟踪对比分析。本方案主要是收集损毁前区域原始的地表状况照片，同时收集区内土地利用现状图以此获得区内土地利用覆盖数据。

3) 土壤信息。要收集损毁前土壤类型、土壤的各种理化性质等信息。通过

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

本部分监测点位与土地损毁监测联合设置，工程设计与投资中土地损毁监测涵盖本部分监测内容。

## ②土地损毁监测

主要通过资料搜集、人工现场调查与仪器测量对地表土地损毁情况进行监测。

资料收集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、仪器定点观测（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。

## ③复垦效果监测

### a) 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、有机质、土壤容重、总孔隙度、含水率、全 P、全 N、全 K、有效 P、有效 N、有效 K、土壤侵蚀模数、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，方可进行植被重建阶段；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。

### b) 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。

#### (4) 监测点布设

土地复垦监测站点的布设是根据土地复垦责任区范围、复垦单元划分及复垦措施特点，并考虑观测与管理的方便性而布设。本次土地复垦监测按原探矿平硐区、24个开采平硐口（风井）区和采矿工业场地和其它矿山工程区4个区域，共布设33个监测点，即原探矿平硐区（T1-T5）、24个开采平硐口区（T6-T29）、其它矿山工程区：采矿工业场地（T30）、废石场（T31）、办公生活区（T32）、联络道路（T33）。

#### (5) 监测频次

土壤质量监测点数：复垦期每年监测2次，开采硐口场地复垦用土为原地土壤，不做土壤质量监测。复垦植被监测调查频率2次/年，每年春秋季节各监测1次。

#### (6) 监测工程量

具体工作量详见表5-7，监测点布设见图5-7。

表5-7 土地复垦监测工作量统计表

| 监测站点   | 编号      | 监测工程量       |           |             |           | 监测期限 |  |
|--------|---------|-------------|-----------|-------------|-----------|------|--|
|        |         | 土地复垦效果      |           | 土壤质量        |           |      |  |
|        |         | 频率<br>(次/年) | 总计<br>(次) | 频率<br>(次/年) | 总计<br>(次) |      |  |
| 原探矿平硐区 | T1~T5   | 2           | 50        | 0           | 0         | 近期   |  |
| 开采硐口区  | T6~T15  | 2           | 80        | 0           | 0         | 中期   |  |
|        | T16~T29 | 2           | 140       | 0           | 0         | 远期   |  |
| 采矿工业场地 | T30     | 2           | 10        | 2           | 8         | 远期   |  |
| 废石场    | T31     | 2           | 10        | 2           | 8         | 远期   |  |
| 办公生活区  | T32     | 2           | 10        | 2           | 8         | 远期   |  |
| 矿区联络道路 | T33     | 2           | 10        | 2           | 8         | 远期   |  |
| 合计(次)  |         |             | 310       |             | 32        |      |  |

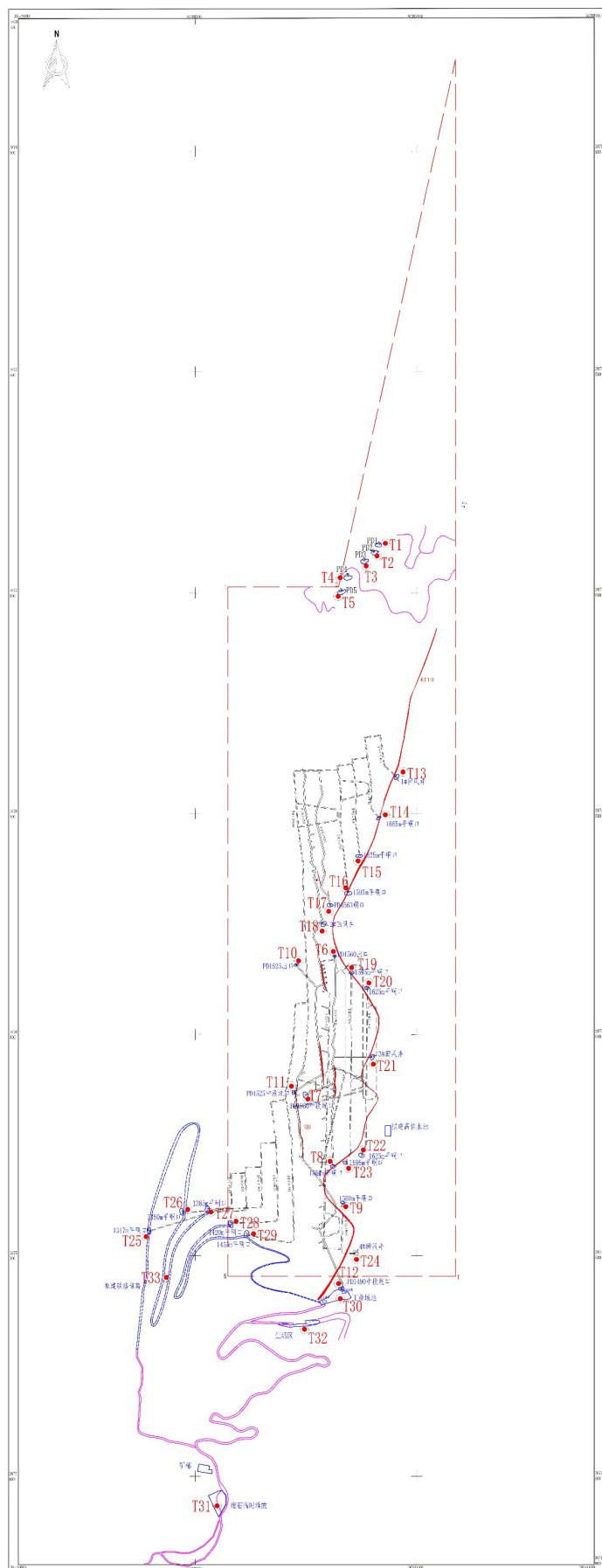


图 5-7 土地复垦监测点平面部署图

## 2、土地复垦管护措施及内容

### （1）管护范围

矿区复垦为乔木林地的所有复垦单元，合计复垦乔木林地面积  $1.6757\text{hm}^2$ 。

管护期为四年；

### （2）管护时间与管护频率

本方案植被管护期设计为 4 年，管护次数为每年管护 2 次，春秋季各一次。

### （3）管护方法

本方案林地管护方法采用复垦后林地专人看护的管护模式。建议项目方设置绿化专职管理机构，配备相关管理干部及绿化工人。项目方派专人负责苗木看护、施肥、补植、扶管等日常管理，由项目方负责管护人员工资发放。

### （4）管护措施

#### 1) 灌溉

为保证复垦植被的正常生长，本方案在植物栽植的前 3 年需要对其进行人工灌溉，灌溉方式主要为浇灌，以保证植被的成活率，林地园地管护用水采用节水灌溉和保墒技术。

#### 2) 施肥

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

#### 3) 病虫害防治

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

#### 4) 补种加种

在植被种植的前两个月内对缺苗的区域可以适当进行补种，保证项目区域植被的成活率，尽可能快速恢复地表植被，可以防止地面水土流失和滑坡等次生灾害的发生。

### （5）管护工程量

表 5-8 管护工程量表

| 复垦阶段 | 管护区域 | 管护方法              | 管护时间(年) | 管护次数(次/年) | 管护面积(hm <sup>2</sup> ) | 管护次数   |
|------|------|-------------------|---------|-----------|------------------------|--|
| 近期   | 林地   | 浇水、喷药、施肥、平岔、收割    | 4       | 2         | 0.0819                 | 植树后及时灌水2~3次，第一次灌浇应确保水能渗透根部，成活后视旱情及时浇灌。每年冬季应施一次有机肥，每年5-1月应追施一次复合肥，对采空变形区按照20%进行补植 |
| 中远期  | 林地   | 浇水、喷药、施肥、平岔、收割、布置 | 4       | 2         | 1.5938                 |  |
| 合计   |      |                   |         |           | <b>1.6757</b>          |  |

## 第六章 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

### 一、总体部署

#### 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。具体目标如下：

(1) 对工程建设、运行过程中可能新发生的不稳定地质体（崩塌、滑坡、塌陷等）进行综合防治，治理率 100%，彻底消除不稳定地质体隐患，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) 对矿山及周边的不稳定地质体、土地资源、含水层、水土环境状况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、水土环境影响及时发现及时治理。矿山地质环境问题监测覆盖率 100%，不稳定地质体及地形地貌综合整治率 95%以上。

#### 2、主要任务

(1) 对 1490m 硐口边坡和矿山开采引起的地面变形开展不稳定地质体综合治理工程。

(2) 对闭坑时的废弃建筑物及砌体进行拆除，对硐口进行封闭

(3) 对矿区内的七个复垦单元区损毁土地实施土地复垦、监测与植被管护。

(4) 建立矿山环境监测系统，对矿山地质环境问题（不稳定地质体、含水层破坏、地貌景观破坏及水土环境状况）进行监测和预警。对矿区不稳定地质体易发区和地质环境破坏敏感区（点）实施重点监测，包括原探矿平硐区、平硐硐口场地、采矿工业场地、废石场、办公生活区、采空塌陷变形区、地下疏干排水水质和流量等。

(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。

#### 3、总体工作部署

陇县景福山磷矿地质环境保护与土地复垦方案的规划年限为 16a，参照矿山地质环境与土地复垦工作“三同时”原则，本方案结合该矿山的服务年限、开发利用规划，将矿山地质环境保护与土地复垦工作分近、中、远三期实施，近期 5 年、中期 6 年、远期 5 年。

具体任务如下：

近期：2025 年 5 月～2030 年 5 月，对矿区现状和矿山基建生产运行过程中造成的不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境状况等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：2030 年 6 月～2036 年 6 月，为矿山边生产、边保护治理与复垦阶段。主要任务为对矿山开采过程中造成各种矿山地质环境问题、损毁土地进行科学的保护、治理、复垦与监测、管护。

远期：2036 年 7 月～2041 年 7 月底，矿山生产尾期及矿山闭坑期恢复治理期，主要任务是对矿山开采过程中造成各种矿山地质环境问题、损毁土地进行全面的治理、复垦与监测、管护。

## 二、阶段实施计划

按照矿山建设、生产规划和各工作部署阶段预测存在的不稳定地质体隐患、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境状况和土地损毁问题及特征，确定各阶段地质环境保护与土地复垦的工作计划及复垦面积见表 6-1。

### 1、近期五年实施计划（2025 年～2029 年）

地质环境保护工程：此阶段为矿山基建期和近期开采期，主要对现有 2 处不稳定边坡进行防治、监测，对矿体采空变形区进行预防、治理和监测；对矿区地下水水位及水质、地表水水质、土壤、土壤质量进行定时、定点监测，对矿区地形地貌景观监测；对矿山建设、运行过程中新发现矿山环境问题的进行治理。

土地复垦工程：对原 5 处探矿平硐口渣堆场地进行土地复垦；对采空区地表塌陷变形区植被自然修复监测。

### 2、中期五年实施计划（2030 年～2035 年）

地质环境治理工程：对采区地表塌陷变形进行监测、治理，对矿区地下水水位及水质、地表水水质、土壤、土壤质量进行定时、定点监测，对矿区地形地貌景观监测；对矿山生产过程中新发现矿山环境问题的进行治理。

土地复垦工程：对拟开采完成的 10 个硐口进行回填及封堵，对 10 个硐口场地土地进行复垦、监测与管护，采空区地表塌陷变形区植被自然修复监测。

### 3、远期实施计划（2036 年—2041 年）

地质环境治理工程：对采矿工业场地、废石场、办公生活区废弃建筑设施拆除；对采空地表塌陷变形区进行监测；对矿区地下水水位及水质、地表水水质、土壤、土壤质量进行定时、定点监测，对矿区地形地貌景观监测；矿山运行、关闭过程中新发现矿山环境问题的进行治理。

土地复垦工程：对剩余的平硐硐口（风井）进行复垦、监测与管护；对废石场场地进行复垦、监测与管护；对采矿口工业场地、办公生活区的土地进行复垦与监测；采空区地表塌陷变形区植被自然修复监测。

主要工程有建筑物拆除、硐口封堵，场地清理和找平、土地翻耕、表土覆盖、土壤培肥、栽树种草和复垦效果监测、植被管护。

表 6-1 矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程阶段实施计划

| 实施阶段     | 时间        | 目标、任务  | 治理措施  |
|----------|-----------|--|---|
| 近期年度实施计划 | 2025-2029 | 对近 5 年矿山现状或基建生产中存在的不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境状况等地质环境问题实施预防、治理与监测工程 | 1、X1 不稳定边坡护脚墙工程；<br>2、X2 不稳定边坡护脚墙工程<br>3、废石场预防（拦挡坝）工程；<br>4、联络道路预防（警示牌）工程；<br>5、采空区地面塌陷变形防护工程（刺丝围栏和警示牌）；<br>6、矿山不稳定地质体、含水层、水土环境、地貌景观及采空区地表塌陷变形监测；新发现矿山环境问题的治理工程；<br>1、PD1-PD5 探矿平硐口渣堆场地复垦、监测、管护工程，复垦面积 0.0819hm <sup>2</sup> ，管护 4 年；<br>2、采空区地表塌陷变形区植被自然修复监测 |
| 中期年度实施计划 | 2030-2035 | 对矿山生产中存在的不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境状况等地质环境问题实施                     | 1、中期采空区地面塌陷变形防护工程（刺丝围栏和警示牌）；<br>2、矿山不稳定地质体、含水层、水土环境、地貌景观及采空区地表变形监测；<br>3、矿山运行过程中新发现矿山环境问题的治理工程；<br>1、对前期开采工程硐口封堵及坑口场地复垦工程（10 个平硐口+1563 硐口），复垦面积 0.1625hm <sup>2</sup> ；<br>2、采空区地表塌陷变形区植被自然修复监测。  |

|          |           |  |   |
|----------|-----------|--|---|
| 远期年度实施计划 | 2036-2041 | 对矿山生产、闭坑中存在的不稳定地质体、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境状况等地质环境问题进行治理，消除隐患 | 1、远期采空区地面塌陷变形防护工程（刺丝围栏和警示牌）；<br>2、矿山不稳定地质体、含水层、水土环境、地貌景观及采空区地表变形监测；<br>3、矿山运行过程中新发现矿山环境问题的治理工程；   |
|          |           |  | 1、对开采工程的剩余硐口封堵工程及风井口，复垦面积 $0.2000\text{hm}^2$ ，管护 4 年；<br>2、对废弃工业场地进行复垦工程，复垦面积 $0.1174\text{hm}^2$ ，复垦措施包含废弃建筑物拆除，表土回覆，土壤培肥，植被恢复工程，管护 4 年；<br>3、对废石临时堆场进行复垦工程，复垦面积 $0.1360\text{hm}^2$ ，复垦措施包含废弃砌体拆除，表土回覆，土壤培肥，植被恢复工程，管护 4 年；<br>4、对废弃生活办公区进行复垦工程，复垦面积 $0.1149\text{hm}^2$ ，复垦措施包含废弃建筑物拆除，表土回覆，土壤培肥，植被恢复工程，管护 4 年；<br>5、对废弃联络道路进行复垦工程，复垦面积 $0.8530\text{hm}^2$ ，复垦措施包含表土回覆，土壤培肥，植被恢复工程，管护 4 年；<br>6、对废弃高位水池进行复垦工程，复垦面积 $0.0100\text{hm}^2$ ，复垦措施包含表土回覆，土壤培肥，植被恢复工程，管护 4 年；<br>7、采空区地表塌陷变形区植被自然修复监测。<br>8、对已复垦区域进行复垦效果和土壤质量监测。 |

### 三、近期年度工作安排

本方案的使用年限为 5 年，目标重在近期矿山地质环境保护与土地复垦工程的具体实施方案。近五年土地复垦面积为  $0.0819\text{hm}^2$ ，包括原 5 处探矿硐口渣堆土地复垦面积。近期实施的矿山地质环境治理工程具体实施计划安排见附图 5、表 6-2 和工作量见表 6-3、表 6-4。

**表 6-2 矿山环境恢复治理和土地复垦近 5 年年度工作安排表**

| 年度   | 项目名称       | 工作内容   | 工程措施及主要工程量  |
|------|------------|--|---|
| 第一年度 | 矿山环境恢复治理工程 | 1、X1 不稳定边坡治理工程<br>2、X2 不稳定边坡治理工程<br>3、废石场预防工程<br>4、联络道路边坡预 | 1、X1 不稳定边坡修建格宾笼挡墙 42m；<br>2、X2 不稳定边坡修建格宾笼挡墙 50m；<br>3、废石场修建浆砌石拦渣墙 40m；<br>4、联络道路设立警示牌 2 块 |

|      |            |                                      |  |
|------|------------|--------------------------------------|--|
|      |            | 防工程<br>5、矿山地质环境监测工程                  | 5、地表沟谷监测点 36 次, 水土环境人工监测 24 次, 水土环境取样监测 26 次, 地形地貌景观监测 12 次。   |
|      | 土地复垦工程     | 6、原 5 处探矿硐口渣堆土地复垦工程<br>7、复垦效果监测和管护工程 | 6、原 5 处探矿硐口渣堆复垦面积 0.0819hm <sup>2</sup> , 表土回覆 245.7m <sup>3</sup> , 栽植刺槐 132 株, 播撒草籽 0.0819hm <sup>2</sup><br>7、土地复垦效果监测 10 次, 管护面积 0.0819hm <sup>2</sup> |
| 第二年度 | 矿山环境恢复治理工程 | 1、地质环境监测工程                           | 1、地表沟谷监测点 36 次, 水土环境人工监测 24 次, 水土环境取样监测 26 次, 地形地貌景观监测 12 次, 拦渣坝、护脚墙变形监测 84 次。   |
|      | 土地复垦工程     | 2、复垦效果监测和管护工程                        | 2、土地复垦效果监测 10 次, 管护面积 0.0819hm <sup>2</sup>  |
| 第三年度 | 矿山环境恢复治理工程 | 1、地质环境监测工程                           | 1、地表沟谷监测点 24 次, 水土环境人工监测 24 次, 水土环境取样监测 26 次, 地形地貌景观监测 12 次。拦渣坝、护脚墙变形监测 84 次。  |
|      | 土地复垦工程     | 2、复垦效果监测和管护工程                        | 2、土地复垦效果监测 10 次, 管护面积 0.0819hm <sup>2</sup>  |
| 第四年度 | 矿山环境恢复治理工程 | 1、采空区地面塌陷变形防护工程<br>2、地质环境监测工程        | 1、设立刺丝围栏 100m, 警示牌 1 块<br>2、地表沟谷监测点 24 次, 水土环境人工监测 24 次, 水土环境取样监测 26 次, 地形地貌景观监测 12 次, 拦渣坝、护脚墙变形监测 84 次, 采空区塌陷变形监测 180 次。                                  |
|      | 土地复垦工程     | 3、复垦效果监测和管护工程                        | 3、土地复垦效果监测 10 次, 林地管护 0.0819hm <sup>2</sup> , 采矿地表变形区自然修复管护 1.9562hm <sup>2</sup>  |
| 第五年度 | 矿山环境恢复治理工程 | 1、采空区地面塌陷变形防护工程<br>2、地质环境监测工程        | 1、设立刺丝围栏 200m, 警示牌 2 块<br>2、地表沟谷监测点 24 次, 水土环境人工监测 24 次, 水土环境取样监测 26 次, 地形地貌景观监测 12 次, 拦渣坝、护脚墙变形监测 84 次, 采空区塌陷变形监测 180 次。                                  |
|      | 土地复垦工程     | 3、复垦效果监测和管护工程                        | 3、土地复垦效果监测 10 次, 采矿地表变形区自然修复管护 1.9562hm <sup>2</sup> 。   |

表 6-3 近 5 年各年度地质环境治理工程表

| 治理对象及治理工程 |                       | 各年度工程量 |       |       |       |       | 合计     |
|-----------|-----------------------|--------|-------|-------|-------|-------|--------|
|           |                       | 第 1 年  | 第 2 年 | 第 3 年 | 第 4 年 | 第 5 年 |        |
| 1         | X1 不稳定斜坡治理            |        |       |       |       |       |        |
| 1.1       | 护脚墙工程                 |        |       |       |       |       |        |
|           | 基坑开挖(m <sup>3</sup> ) | 615.02 |       |       |       |       | 615.02 |
|           | 基坑回填(m <sup>3</sup> ) | 247.38 |       |       |       |       | 247.38 |

|          |                           |        |    |     |     |     |        |
|----------|---------------------------|--------|----|-----|-----|-----|--------|
|          | 格宾笼块石 (m <sup>3</sup> )   | 273.00 |    |     |     |     | 273.00 |
|          | 透水土工布 (m <sup>2</sup> )   | 210.00 |    |     |     |     | 210.00 |
| <b>2</b> | <b>X2 不稳定斜坡治理</b>         |        |    |     |     |     |        |
| 2.1      | 护脚墙工程                     |        |    |     |     |     |        |
|          | 基坑开挖(m <sup>3</sup> )     | 511.17 |    |     |     |     | 511.17 |
|          | 基坑回填(m <sup>3</sup> )     | 216.17 |    |     |     |     | 216.17 |
|          | 格宾笼块石 (m <sup>3</sup> )   | 225.00 |    |     |     |     | 225.00 |
|          | 透水土工布 (m <sup>2</sup> )   | 175.00 |    |     |     |     | 175.00 |
| <b>3</b> | <b>地面变形治理工程</b>           |        |    |     |     |     |        |
| 3.1      | 刺丝围栏 (m)                  |        |    | 100 | 200 | 300 |        |
| 3.2      | 警示牌 (块)                   |        |    | 1   | 2   | 3   |        |
| <b>4</b> | <b>废石场预防工程</b>            |        |    |     |     |     |        |
| 4.1      | 拦渣坝工程                     |        |    |     |     |     |        |
|          | 基坑开挖(m <sup>3</sup> )     | 264.0  |    |     |     |     | 264.0  |
|          | 基坑回填(m <sup>3</sup> )     | 44.0   |    |     |     |     | 44.0   |
|          | M7.5 浆砌石(m <sup>3</sup> ) | 550.0  |    |     |     |     | 550.0  |
|          | 碎石回填(m <sup>3</sup> )     | 242.0  |    |     |     |     | 242.0  |
| <b>5</b> | <b>联络道路预防工程</b>           |        |    |     |     |     |        |
| 5.1      | 警示牌 (块)                   | 2      |    |     |     |     | 2      |
| <b>6</b> | <b>地质环境监测工程</b>           |        |    |     |     |     |        |
| 6.1      | 地表沟谷监测点                   | 36     | 36 | 24  | 24  | 24  | 144    |
| 6.2      | 采空区地面变形监测                 | 0      | 0  | 0   | 180 | 180 | 360    |
| 6.3      | 水土环境人工监测                  | 24     | 24 | 24  | 24  | 24  | 120    |
| 6.4      | 水土环境取样监测                  | 26     | 26 | 26  | 26  | 26  | 130    |
| 6.5      | 砌体变形监测                    | 0      | 84 | 84  | 84  | 84  | 336    |
| 6.6      | 地形地貌景观监测                  | 12     | 12 | 12  | 12  | 12  | 60     |

表 6-4 近 5 年各年度土地复垦工程量表

| 实施计划 | 工作任务                          | 主要措施及工程量   |
|------|-------------------------------|--|
| 第一年度 | 原 5 处探矿硐口渣堆土地复垦工程、林地管护、复垦效果监测 | 1、原探矿平硐区复垦：场地清理 819m <sup>2</sup> ，表土回覆 245.7m <sup>3</sup> ，土壤培肥 0.0819hm <sup>2</sup> ，穴状整地 132 个，栽植刺槐 132 株，播撒草籽 0.0819hm <sup>2</sup><br>2、林地管护 0.0819hm <sup>2</sup><br>3、土地复垦监测 10 次 |
| 第二年度 | 林地管护、复垦效果监测                   | 1、林地管护 0.0819hm <sup>2</sup><br>2、土地复垦监测 10 次  |
| 第三年度 | 林地管护、复垦效果监测                   | 1、林地管护 0.0819hm <sup>2</sup><br>2、土地复垦监测 10 次  |
| 第四年度 | 林地管护、复垦效果监测                   | 1、林地管护 0.0819hm <sup>2</sup> ，采矿地表变形区自然修复管护 1.9562hm <sup>2</sup> 。<br>2、土地复垦监测 10 次   |

|      |        |   |
|------|--------|---|
| 第五年度 | 复垦效果监测 | 1、采矿地表变形区自然修复管护<br>1.9562hm <sup>2</sup> 。<br>2、土地复垦监测 10 次 |
|------|--------|---|

## 第七章 经费估算与进度安排

### 一、经费估算依据

#### 1、矿山地质环境恢复治理工程估算编制依据

(1)《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(2024年修正),陕水规计发(2024)107号,2024年12月18日;

(2)《陕西省水利建筑工程概算定额》(2024年修正),陕水规计发(2024)107号,2024年12月18日;

(3)《陕西省水利工程机械台班费定额》(2024年修正),陕水规计发(2024)107号,2024年12月18日;

(4)《招标代理服务收费管理暂行办法》(计价格〔2002〕1980号);

(5)《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);

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

(7)《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》(陕国土资发〔2018〕92号)

(8)《宝鸡市建筑动态与价格信息》(2025年第1期);

(9)本方案设计的矿山地质环境治理恢复工程量。

#### 2、土地复垦治理工程估算编制依据

(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)(非金属矿参照金属矿);

(3)《关于深化增值税改革有关政策的公告》(财政部 税务总局 海关部署公告2019年第39号)

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

(5)《土地开发整理项目预算编制规定》(财综〔2011〕128号);

(6)《土地开发整理项目施工机械台班费定额》(财综〔2011〕128号);

(7)《土地开发整理项目预算定额》(财综〔2011〕128号);

- (8)《宝鸡市建筑动态与价格信息》(2025年第1期);  
 (9)《关于调整房屋建筑和市政基础设施量清单计价综合人工单价的通知》  
 (陕建发〔2021〕1097号)  
 (10)本方案设计的矿山土地复垦工程量。

## 二、矿山环境治理工程经费估算

### (一) 估算方法

#### 1、基础价格

基础价格编制按照《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》(2024年修正)中相关规定编制,其中具体如下:

##### (1)人工预算单价

人工预算单价执行标准为:技工75元/工日,普工50元/工日。

##### (2)材料估算价格

材料估算价格中的材料原价、运杂费,运输保险费、采购及保管费等分别按不含相应增值税进项税额的价格计算。现价含增值税进项税额价格时,按以下公式调整:

估算材料单价=材料原价(含增值税进项税额)÷调整系数。

调整系数见表7-1。

表7-1 含增值税进项税额材料价格调整系数表

| 类型     | 内 容  | 调整系数 |
|--------|--|------|
| 材料原价   | 主要材料:包括水泥、钢筋、柴油、汽油、炸药、木材、引水管道、安装用电缆、轨道、钢板等,其它占工程造价比例高的材料 | 1.13 |
|        | 次要材料   | 1.03 |
|        | 外购砂、石料、土料  | 1.02 |
|        | 商品混凝土  | 1.03 |
| 运杂费    | 运杂费  | 1.03 |
| 采购及保管费 | 采购及保管费率调整为3.2%   |      |

材料单价:主要材料价格参照广材网2025年第一季度“宝鸡市常用建筑材料价格”中含税市场价取值,次要材料以当地市场调查价为准。

其中主要材料如钢材、水泥、砂子、碎石、块石、板材、汽油、柴油以规定价进单价,估算价与规定价之差在计取税金后列入单价中。

## (二) 工程单价

### 1、工程单价构成及取费标准

建筑工程单价=直接费+间接费+利润+价差+税金，取费标准如下：

#### (1) 直接费

直接费=基本直接费+其他直接费

基本直接费=人工费+材料费+施工机械使用费

其它直接费：其他基本费=基本直接费×其他基本费费率，本次其他直接费率按关中地区枢纽工程取费，即其他直接费率=7.5%。取值详见表 7-2。

表 7-2 其他直接费费表 %

| 序号 | 费率名称        | 陕南               |                  | 关中               |                  | 陕北               |                  |
|----|-------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|    |             | 建<br>筑<br>工<br>程 | 安<br>装<br>工<br>程 | 建<br>筑<br>工<br>程 | 安<br>装<br>工<br>程 | 建<br>筑<br>工<br>程 | 安<br>装<br>工<br>程 |
| 1  | 冬雨季施工增加费费率  | 2                | 2                | 2.5              | 2.5              | 3                | 3                |
| 2  | 夜间施工增加费费率   | 0.5              | 0.7              | 0.5              | 0.7              | 0.5              | 0.7              |
| 3  | 安全文明施工措施费费率 | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                | 2                |
| 4  | 小型临时设施摊销费费率 | 3                | 3                | 3                | 3                | 3                | 3                |
| 5  | 其他费率        | 1                | 1.5              | 1                | 1.5              | 1                | 1.5              |
| 合计 |             | 8.5              | 9.2              | 9                | 9.7              | 9.5              | 10.2             |

(2) 间接费：间接费=直接费×间接费费率；间接费费率按《陕西省水利工程设计概（估）算编制规定》（2024 修正）执行，本方案按照枢纽工程计取，土方工程费率取 8.5%，石方工程费率取 12.5%，混凝土工程费率取 9.5%，详见表 7-3。

表 7-3 间接费取费标准表

| 序号  | 工程类别   | 取费基<br>础 | 间接费率(%)          |                  |                  |  |                  |
|-----|--------|----------|------------------|------------------|------------------|--|------------------|
|     |        |          | 枢<br>纽<br>工<br>程 | 引<br>水<br>工<br>程 | 河<br>道<br>工<br>程 | 水<br>土<br>保<br>持<br>生<br>态<br>建<br>设<br>工<br>程 | 其<br>他<br>工<br>程 |
| 1   | 建筑工程   | 直接费      |                  |                  |                  |  |                  |
| 1.1 | 土方工程   | 直接费      | 8.5              | 5                | 5                | 3.5  | 4                |
| 1.2 | 石方工程   | 直接费      | 12.5             | 10.5             | 8.5              | 5  | 6                |
| 1.3 | 砂石备料工程 | 直接费      | 5                | 5                | 5                |  |                  |
| 1.4 | 模板工程   | 直接费      | 9.5              | 7                | 6                | 4  | 5                |
| 1.5 | 混凝土工程  | 直接费      | 9.5              | 8.5              | 7                | 4.5  | 6                |

|     |           |     |      |     |     |     |    |
|-----|-----------|-----|------|-----|-----|-----|----|
| 1.6 | 钢筋制作安装工程  | 直接费 | 5.5  | 5   | 5   | 5   | 5  |
| 1.7 | 钻孔灌浆及锚固工程 | 直接费 | 10.5 | 9.5 | 9.5 |     | 9  |
| 1.8 | 疏浚工程      | 直接费 | 7.5  | 7.5 | 6.5 |     | 6  |
| 1.9 | 其他        | 直接费 | 10.5 | 8.5 | 7.5 | 4.5 | 6  |
| 2   | 设备安装工程    | 人工费 | 75   | 70  | 70  | 40  | 60 |

(3) 利润: 利润= (直接费+间接费) ×利润率; 水利工程按照不同的类别, 采用不同的利润率, 本方案按照枢纽工程计取, 费率取 7%。具体标准见表 7-4。

表 7-4 利润率表

|      |      |                |            |
|------|------|----------------|------------|
| 工程类别 | 枢纽工程 | 引水工程、河道工程、其他工程 | 水土保持生态建设工程 |
| 利润率  | 7%   | 5%             | 3%         |

(4) 价差: 价差=人工价差+材料价差

(5) 税金

税金= (直接费+间接费+利润+价差) ×增值税销项税税率 (9%)

(6) 特殊工程取费标准

扩大率: 依据《编制规定》第 2.2 条规定, 概算单价按估算单价计算时, 扩大 10%计算。

矿山办公室等工业场地建筑, 根据市场价格, 拆除费用取 200/m<sup>2</sup>。

## 2、临时工程费

临时工程: 费用标准按《陕西省水利工程设计概(估)算编制规定》中其它临时工程费用标准计算, 本次按枢纽工程进行计取, 其他临时工程费率取 5%。

表 7-5 其他施工临时工程费率表

| 工程类别 | 枢纽工程 |     | 引水工程、河道工程 |     | 水土保持生态建设工程 |     | 其他工程 |     |
|------|------|-----|-----------|-----|------------|-----|------|-----|
|      | 新建   | 改扩建 | 新建        | 改扩建 | 新建         | 改扩建 | 新建   | 改扩建 |
| 费率   | 4-6  | 3-4 | 2         | 1   | 1          | 0.5 | 3    | 2   |

## 3、独立费用

包括建设单位开办费、建设单位人员管理费、工程建设监理费、项目建设管理经常费、招标代理费和联合试运转费等。

(1) 建设单位开办费: 无, 本次未计。

(2) 建设单位人员: 按建筑工程费的 1.5%计取。

(3) 建设管理经常费: 按建筑工程费的 4.5%计取。

- (4) 招标业务费：按建筑工程费的 1.0%计取。
- (5) 建设监理费：依据“发改价格〔2007〕670 号”文计取
- (6) 第三方工程质量检测费：不计取
- (7) 咨询评审服务费：
  - ①枢纽工程为 0.8%-1.0%；
  - ②引水工程、河道工程、其他工程水土保持生态建设工程为 0.6-0.8%。
- (8) 工程验收费：按照建筑工程费的 1.0%计取。

## 2、生产准备费

不计列

## 3、科研勘察设计费

- (1) 工程科学试验费：不计列；
- (2) 勘察设计费：按陕发改项目〔2017〕1606 号计取

## 4、其他

专项报告编制费、其他生产物资购置费、其他税费均不计列。

## 4、矿山地质环境监测费

矿山设置有专职矿山地质环境监测科室对矿山地质环境进行全方位监测，监测费用全部由矿方负责，人工价每人每次 80 元计。

地质环境监测包含地表沟谷监测、采空区地面变形监测、地下水水位与水质监测、地表水水质监测、土壤监测、拦渣坝及护脚墙变形监测、地形地貌景观监测

人工巡视观测费用=  $(264+612+1828+312+1008+156) \times 80$  元/点 次=33.44 万元

取样监测=  $(104+182+52) \times 150$  元/点 次=5.07 万元

## 5、预备费

预备费用=基本预备费+差价预备费；

基本预备费=（工程部分投资+工程部分独立费用+临时工程费）×基本预备费费率；

本方案基本预备费费率取 10%。

差价预备费：由于物价的确定性，本方案不计价差预备费。

## （三）矿山地质环境治理工程量及工程费用估算

## 1、矿山地质环境工程量汇总

表 7-6 矿山地质环境治理工程汇总表

| 治理对象及治理工程 |                           | 近期     | 中远期  | 合计     |
|-----------|---------------------------|--------|------|--------|
| <b>1</b>  | <b>X1 不稳定斜坡治理工程</b>       |        |      |        |
| 1.1       | 护面墙工程                     |        |      |        |
|           | 基坑开挖(m <sup>3</sup> )     | 615.02 |      | 615.02 |
|           | 基坑回填(m <sup>3</sup> )     | 247.38 |      | 247.38 |
|           | 格宾笼块石 (m <sup>3</sup> )   | 273.00 |      | 273.00 |
|           | 透水土工布 (m <sup>2</sup> )   | 210.00 |      | 210.00 |
| <b>2</b>  | <b>X2 不稳定斜坡治理工程</b>       |        |      |        |
| 2.1       | 护脚墙工程                     |        |      |        |
|           | 基坑开挖(m <sup>3</sup> )     | 511.17 |      | 511.17 |
|           | 基坑回填(m <sup>3</sup> )     | 216.17 |      | 216.17 |
|           | 格宾笼块石 (m <sup>3</sup> )   | 225.00 |      | 225.00 |
|           | 透水土工布 (m <sup>2</sup> )   | 175.00 |      | 175.00 |
| <b>3</b>  | <b>废石场预防工程</b>            |        |      |        |
| 3.1       | 拦渣坝工程                     |        |      |        |
|           | 基坑开挖(m <sup>3</sup> )     | 264.0  |      | 264.0  |
|           | 基坑回填(m <sup>3</sup> )     | 44.0   |      | 44.0   |
|           | M7.5 浆砌石(m <sup>3</sup> ) | 550.0  |      | 550.0  |
|           | 碎石回填(m <sup>3</sup> )     | 242.0  |      | 242.0  |
| <b>4</b>  | <b>联络道路预防工程</b>           |        |      |        |
| 4.1       | 警示牌                       | 2      |      | 2      |
| <b>5</b>  | <b>地面变形治理工程</b>           |        |      |        |
| 5.1       | 刺丝围栏 (m)                  | 300    | 700  | 1000   |
| 5.2       | 警示牌 (块)                   | 3      | 3    | 6      |
| <b>6</b>  | <b>监测工程</b>               |        |      |        |
| 6.1       | 采空区地面变形、地形地貌景观监测          | 1020   | 3664 | 4684   |
| 6.2       | 水土环境取样监测                  | 130    | 234  | 364    |

## 2、矿山地质环境工程费用估算

矿山总服务年限内的矿山地质环境治理工程治理费用为 145.54 万元，其中工程部分投资费 110.47 万元、独立费用 21.84 万元、预备费 13.23 万元，详见估算书。

## 三、土地复垦工程经费估算

### (一) 估算方法

根据《土地复垦方案编制规程第 1 部分：通则》和《土地开发整理项目预算编制规定》(2011 年)，项目估算总投资由工程施工费、其他费用（包括前期

工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费等)、复垦监测和预备费四个部分组成。在计算中,单位以元或万元计,取小数点后两位,由于Excel自动进位引起的误差为0.01元。

## (二) 工程单价

本项目参考《土地开发整理项目预算编制规定》(财政部、国土资源部,2011年),投资估算由工程施工费、设备费、其它费用(前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费)、监测与管护费、预备费(基本预备费)组成。

### 1、工程施工费单价

工程施工费由直接工程费、间接费、利润和税金组成。

#### (1) 直接费

直接费=直接工程费+措施费。

##### 1) 直接工程费

直接工程费由人工费、材料费和施工机械使用费组成。

###### ①人工费

本工程位于陕西省宝鸡市,依据财政部、国土资源部2011年颁发的《土地开发整理项目预算编制规定》,确定本方案项目区为七类工资区,计算甲类人工预算单价为52.14元/工日,乙类人工预算单价为39.72元/工时。由于人工单价与现有市场价格相差较大,因此,本项目根据陕西省建设厅印发的《关于调整房屋建筑和市政基础设施工程量清单计价综合人工单价的通知》(陕建发〔2021〕1097号)进行调整,根据文件中要求,建筑工程、安装工程、市政工程、园林绿化工程调整为136.00元/工日;装饰工程调整为146.00元/工日;因此本项目确定甲类工为146元/工日、乙类工136.0元/工日,调增部分计入差价。

###### ② 材料费

计算公式: 材料费=工程量×定额材料费

定额材料用量从《土地开发整理项目预算定额》查取。

材料单价: 主要材料价格根据当地市场价取值,次要材料以当地市场调查价为准。

###### ③ 施工机械使用费

定额施工机械使用费=定额台班数×定额施工机械台班费

施工机械费=工程量×定额施工机械使用费

施工机械使用费以不含增值税款的价格计算，安装拆卸费、台班人工费不做调整。定额施工机械台班数依据《土地开发整理项目预算定额》计取，定额台班费根据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》计算。

### 措施费

措施费=直接工程费×措施费率

措施费包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费、施工辅助费和安全施工措施费，项目区各费率标准详见表 7-7。由于本项目不含混凝土及安装工程，不在夜间施工，因而，本项目措施费综合费率为 3.8%。

表 7-7 措施费费率表

| 工程类别      |                |        | 土方工程 | 石方工程 | 砌体工程 | 混凝土工程 | 其他工程 | 安装工程 |
|-----------|----------------|--------|------|------|------|-------|------|------|
| 临时设施费     | 计算基数：直接工程费     | 费率 (%) | 2    | 2    | 2    | 3     | 2    | 3    |
| 冬雨季施工增加费  |                |        | 0.7  | 0.7  | 0.7  | 0.7   | 0.7  | 0.7  |
| 夜间施工增加费   |                |        | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2   | 0.2  | 0.5  |
| 施工辅助费     |                |        | 0.7  | 0.7  | 0.7  | 0.7   | 0.7  | 1.0  |
| 安全施工措施费   |                |        | 0.2  | 0.2  | 0.2  | 0.2   | 0.2  | 0.3  |
| 特殊地区施工增加费 | 按照所在地区规定的标准计算。 |        |      |      |      |       |      |      |

### (2) 间接费

间接费=直接费×间接费率

本项目工程类别包含土方及其他项目两类，间接费费率取 5%，见表 7-8。

间接费中的相关费用项目，如属于增值税应税项目的，均按不含增值税的价格计算。

表 7-8 间接费费率表

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

### (3) 利润

按直接工程费与间接费之和计算，利润率取 3%。

计算公式：利润=（直接费+间接费）×3%

#### （4）税金

税金是指按国家税法规定应计入工程造价内的增值税销项税额，本方案按建筑业适用的增值税率 9%计算。计算公式：税金=（直接费+间接费+利润+材料价差）×9%。

#### （5）扩大费

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

## 2、设备费

本复垦方案无设备费。

## 3、其他费用

其它费用包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费和业主管理费。

### （1）前期工作费

由土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目规划设计及估算编制费和项目招标代理费等组成。本项目这些费用的计费基数均≤500万，因此各单项费用标准均按最大费率计算（详见表7-9）。

表 7-9 前期工作费费率表

| 序号 | 费用名称       | 计费基数        | 费用标准（万元） | 费率（%） |
|----|------------|-------------|----------|-------|
| 1  | 土地清查费      | 工程施工费       |          | 0.50  |
| 2  | 项目勘测费      |             |          | 1.50  |
| 3  | 项目招标费      | 工程施工费+设备购置费 | 5.0      | 0.50  |
| 4  | 项目可行性研究费   |             | 5        | 1.0   |
| 5  | 项目设计与估算编制费 |             | 14       | 2.8   |

### 1) 土地清查费

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

### 2) 项目可行性研究费

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

### 3) 土地勘测费

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

### 4) 项目设计与预算编制费

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

### 5) 招标代理费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

#### (2) 工程监理费

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

#### (3) 竣工验收费

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

##### 1) 工程复核费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

##### 2) 工程验收费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

##### 3) 项目决算编制与审计

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

##### 4) 复垦后土地重估与登记费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

##### 5) 标识设定费

以工程施工费和设备费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算。

#### (4) 业主管理费

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

## 4、监测与管护费用

### (1) 复垦监测费

复垦监测费由监测人工费和监测费三部分组成。

#### 1) 监测人工费

本工程共安排兼职监测人员 2 名, 监测人员费用不单列, 本项目近期为 5 年, 中远期为 10 年。

#### 2) 设备费

本复垦方案无设备费。

#### (3) 监测费

本工程监测费用由土壤质量监测费和复垦效果监测费构成, 共计 4.44 万元。

①复垦效果监测费: 土地损毁监测费=监测单价×监测次数=120 元/次×330 次=3.96 万元。

②土壤质量监测费: 土壤质量监测费=监测单价×监测次数=150 元/次×32 次=0.48 万元。

### (2) 管护费

管护工作包括除草、修枝、施肥、浇水、喷药、平岔、刷白等, 浇水采用洒水车运水软管浇灌。具体费用计算详见表 7-10。

表 7-10 管护费用单价计算表

| 定额依据: 水利部水土保持工程概算定额 08136       |       |    | 定额单位: 元/hm <sup>2</sup> 年 |         |         |
|---------------------------------|-------|----|---------------------------|---------|---------|
| 工作内容: 松土、除草、培垄、修枝、施肥、浇水、喷药等抚育工作 |       |    |                           |         |         |
| 序号                              | 名称及规格 | 单位 | 数量                        | 单价(元)   | 合计(元)   |
| 1                               | 直接费   |    |                           |         | 1202.75 |
| 1.1                             | 直接工程费 |    |                           |         | 1160.96 |
| 1.1.1                           | 人工费   | 元  |                           |         | 785.55  |
|                                 | 人工    | 工日 | 15                        | 52.37   | 785.55  |
| 1.1.2                           | 材料费   |    |                           |         | 375.41  |
|                                 | 零星材料费 | %  | 40                        | 938.52  | 375.41  |
| 1.1.3                           | 机械费   | 元  |                           |         |         |
| 1.1.4                           | 其他材料费 | %  |                           |         |         |
| 1.2                             | 措施费   | %  | 3.6                       | 1160.99 | 41.79   |
| 2                               | 间接费   | %  | 5                         | 1202.79 | 60.14   |
| 3                               | 利润    |    | 3                         | 1262.93 | 37.89   |

|                              |        |  |      |         |         |
|------------------------------|--------|--|------|---------|---------|
| 4                            | 价差     |  |      |         | 0       |
| 4.1                          | 人工价差   |  | 15   | 0.00    | 0       |
| 5                            | 未计价材料费 |  |      |         |         |
| 6                            | 税金     |  | 9    | 1300.81 | 117.07  |
| 7                            | 扩大费    |  | 15.5 | 1417.89 | 219.77  |
|                              | 合计     |  |      |         | 1637.61 |
| 注：考虑到项目区所处的环境及管护难度，管护费单价按照计列 |        |  |      |         | 3275.23 |

### 5、预备费

预备费是指考虑了土地复垦期间可能产生的风险因素，从而导致复垦费用增加的一项费用。

#### 1) 基本预备费

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

#### 2) 价差预备费

差价预备费：由于物价的确定性，本方案不计价差预备费。

### （三）土地复垦工程量及工程费用估算

#### （1）总工程量

经计算，土地复垦治理工程量见表 7-11。

表 7-11 土地复垦工程量汇总表

| 复垦项目   |      |                                  | 工程量    |        |        |
|--------|------|----------------------------------|--------|--------|--------|
| 一级项目   | 二级项目 | 三级项目                             | 近期     | 中远期    | 合计     |
| 土壤重构工程 | 封堵工程 | 硐口废渣回填 (m <sup>3</sup> )         | 0      | 1800   | 1800   |
|        |      | 平硐口 M7.5 浆砌石封堵 (m <sup>3</sup> ) | 0      | 67.6   | 67.6   |
|        |      | 风井口钢筋砼盖板封堵 (m <sup>3</sup> )     | 0      | 1.40   | 1.40   |
|        | 拆除工程 | 砌体拆除 (m <sup>3</sup> )           | 0      | 550    | 550    |
|        |      | 废弃物拆除 (m <sup>3</sup> )          | 0      | 696.9  | 696.9  |
|        | 覆土工程 | 场地清理 (m <sup>2</sup> )           | 819    | 7308   | 8127   |
|        |      | 表土回覆 (m <sup>3</sup> )           | 245.7  | 7194.0 | 7439.7 |
|        |      | 土壤培肥 (hm <sup>2</sup> )          | 0.0819 | 1.5838 | 1.6657 |
|        |      | 穴状整地 (个)                         | 132    | 2551   | 2683   |

|         |        |                        |        |        |        |
|---------|--------|------------------------|--------|--------|--------|
| 植被重建工程  | 林草恢复工程 | 栽植刺槐(株)                | 132    | 2551   | 2683   |
|         |        | 撒播草籽(hm <sup>2</sup> ) | 0.0819 | 1.5938 | 1.6757 |
| 监测与管护工程 | 监测工程   | 复垦效果监测(次)              | 50     | 270    | 320    |
|         |        | 土壤质量监测(次)              | 0      | 32     | 32     |
|         | 管护工程   | 管护(hm <sup>2</sup> )   | 2.0381 | 4.1999 | 6.2380 |

## (2) 土地复垦经费估算

本方案土地复垦估算经费 125.53 万元, 土地复垦责任范围 1.6757hm<sup>2</sup> (25.13 亩), 亩均投资 49941.32 元。详见投资估算书。

## 四、总费用汇总与年度安排

### (一) 总经费汇总

本方案矿山地质环境保护与土地复垦总费用为 271.07 万元。其中矿山地质环境治理费用 145.54 万元, 土地复垦估算经费 125.53 万元, 复垦责任范围 1.6757hm<sup>2</sup>, 亩均投资 49941.32 元。矿山可采磷矿资源量\*\*\*\*\*万吨, 矿石每吨治理费用为\*\*\*\*\*元/吨。

矿山地质环境治理工程投资估算总表见表 7-12。土地复垦投资估算总表见表 7-13。

表 7-12 矿山地质环境治理工程投资估算总表

| 序号  | 投资或费用名称      | 建筑工程和安装工程投资 | 设备费 | 费用    | 合计(万元) | 占工程部分总投资/% |
|-----|--------------|-------------|-----|-------|--------|------------|
| 1   | 工程部分投资       | 110.47      |     |       | 110.47 | 75.90      |
| 1.1 | 建筑工程投资       | 102.52      |     |       | 102.52 | 70.44      |
|     | X1 不稳定斜坡治理工程 | 14.05       |     |       | 14.05  | 9.65       |
|     | X2 不稳定斜坡治理工程 | 11.62       |     |       | 11.62  | 7.98       |
|     | 废石场预防工程      | 27.11       |     |       | 27.11  | 18.63      |
|     | 联络道路预防工程     | 0.10        |     |       | 0.10   | 0.07       |
|     | 地表变形防护警示工程   | 6.71        |     |       | 6.71   | 4.61       |
|     | 监测工程         | 42.93       |     |       | 42.93  | 29.50      |
| 1.4 | 施工临时工程投资     | 7.95        |     |       | 7.95   | 5.46       |
|     | 施工临时工程       | 7.95        |     |       | 7.95   | 5.46       |
| 2   | 独立费用         |             |     | 21.84 | 21.84  | 15.01      |

|          |            |  |  |        |       |      |
|----------|------------|--|--|--------|-------|------|
| 2.1      | 建设管理费      |  |  | 13.00  | 13.00 | 8.93 |
| 2.2      | 科研勘察设计费    |  |  | 8.84   | 8.84  | 6.07 |
| 2.3      | 其他         |  |  |        |       |      |
| <b>3</b> | <b>预备费</b> |  |  | 13.23  | 13.23 | 9.09 |
| 3.1      | 基本预备费      |  |  | 13.23  | 13.23 | 9.09 |
|          | 工程部分总投资    |  |  | 145.54 | 100.0 |      |

表 7-13 土地复垦投资估算总表

| 编号 | 工程或费用名称 | 费用(万元)        | 所占比例(%)       |
|----|---------|---------------|---------------|
| 1  | 工程施工费   | 91.77         | 73.11         |
| 2  | 设备费     | 0             | 0             |
| 3  | 其他费用    | 14.76         | 11.76         |
| 4  | 监测管护费   | 7.59          | 6.05          |
| 5  | 预备费     | 11.41         | 9.09          |
| 6  | 总投资     | <b>125.53</b> | <b>100.00</b> |

## (二) 近期工作计划安排及投资安排

本方案近期矿山地质环境保护与土地复垦总费用为 97.34 万元，矿山地质环境治理总费用 92.40 万元，近期土地复垦总经费 4.94 万元，土地复垦责任范围 0.0819hm<sup>2</sup>，亩均投 40211.64 元。

近期各年矿山地质环境治理总估算及分年度投资见表 7-14 和表 7-16。

近期土地复垦总投资估算见表 7-15，近期土地复垦各年经费安排一览表见表 7-17。

表 7-14 近期矿山地质环境治理总估算表

| 序号 | 工程或费用名称 | 取费标准       | 总费用   | 占静态费用比例 |
|----|---------|------------|-------|---------|
|    |         |            | (万元)  | (%)     |
| 一  | 建安工程费   | 详见投资估算书表 2 | 65.08 | 70.43   |
| 二  | 临时工程费   | 详见投资估算书表 3 | 5.05  | 5.47    |
| 三  | 独立费用    | 详见投资估算书表 4 | 13.87 | 15.01   |

|   |     |                             |       |        |
|---|-----|-----------------------------|-------|--------|
| 四 | 预备费 | (建设工程费+临时工程费+独立费用+监测费) *10% | 8.40  | 9.09   |
| 五 | 总费用 |                             | 92.40 | 100.00 |

表 7-15 近期土地复垦投资估算总表

| 编号                          | 工程或费用名称 | 费用(万元) | 所占比例(%) |
|-----------------------------|---------|--------|---------|
| 1                           | 工程施工费   | 1.84   | 37.25   |
| 2                           | 设备费     | 0      | 0       |
| 3                           | 其他费用    | 0.29   | 5.87    |
| 4                           | 监测与管护费  | 2.34   | 47.37   |
| 5                           | 预备费     | 0.47   | 9.51    |
| 6                           | 总投资     | 4.94   | 100.00  |
| 土地复垦责任面积 (hm <sup>2</sup> ) |         | 0.0819 |         |
| 亩均投资 (万元/亩)                 |         | 4.02   |         |

表 7-16 近期各年地质环境治理工程施工费用 单位：万元

| 序号    | 工程或费用名<br>称 | 单<br>位         | 单价<br>(元) | 第一年    |              | 第二年 |             | 第三年 |             | 第四年 |             | 第五年 |             | 合计     |              |
|-------|-------------|----------------|-----------|--------|--------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|--------|--------------|
|       |             |                |           | 工程量    | 费用           | 工程量 | 费用          | 工程量 | 费用          | 工程量 | 费用          | 工程量 | 费用          | 工程量    | 费用           |
| 一     | <b>工程措施</b> |                |           |        | <b>53.87</b> |     | <b>1.64</b> |     | <b>1.54</b> |     | <b>3.67</b> |     | <b>4.36</b> |        | <b>65.08</b> |
| 1     | X1 不稳定斜坡治理  |                |           |        | 14.05        |     |             |     |             |     |             |     |             |        | 14.05        |
| 1.1   | 护脚墙工程       |                |           |        |              |     |             |     |             |     |             |     |             |        |              |
| 1.1.1 | 基础开挖(土方)    | m <sup>3</sup> | 4.19      | 615.02 | 0.26         |     |             |     |             |     |             |     |             | 615.02 | 0.26         |
| 1.1.2 | 基坑回填        | m <sup>3</sup> | 34.15     | 247.38 | 0.84         |     |             |     |             |     |             |     |             | 247.38 | 0.84         |
| 1.1.3 | 格宾笼块石       | m <sup>3</sup> | 471.70    | 273.0  | 12.88        |     |             |     |             |     |             |     |             | 273.0  | 12.88        |
| 1.1.4 | 透水土工布       | m <sup>2</sup> | 3.50      | 210.0  | 0.07         |     |             |     |             |     |             |     |             | 210.0  | 0.07         |
| 2     | X2 不稳定斜坡治理  |                |           |        | 11.62        |     |             |     |             |     |             |     |             |        | 11.62        |
| 2.1   | 挡土墙工程       |                |           |        |              |     |             |     |             |     |             |     |             |        |              |
| 2.1.1 | 基础开挖(土方)    | m <sup>3</sup> | 4.19      | 511.17 | 0.21         |     |             |     |             |     |             |     |             | 511.17 | 0.21         |
| 2.1.2 | 基坑回填        | m <sup>3</sup> | 34.15     | 216.17 | 0.74         |     |             |     |             |     |             |     |             | 216.17 | 0.74         |
| 2.1.3 | 格宾笼块石       | m <sup>3</sup> | 471.70    | 225.0  | 10.61        |     |             |     |             |     |             |     |             | 225.0  | 10.61        |
| 2.1.4 | 透水土工布       | m <sup>2</sup> | 3.50      | 175.0  | 0.06         |     |             |     |             |     |             |     |             | 175.0  | 0.06         |
| 3     | 废石场预防工程     |                |           |        | 27.11        |     |             |     |             |     |             |     |             |        | 27.11        |
| 3.1   | 挡土墙工程       |                |           |        |              |     |             |     |             |     |             |     |             |        |              |
| 3.1.1 | 基础开挖(土方)    | m <sup>3</sup> | 4.19      | 264.0  | 0.11         |     |             |     |             |     |             |     |             | 264.0  | 0.11         |
| 3.1.2 | 基坑回填        | m <sup>3</sup> | 34.15     | 44.0   | 0.15         |     |             |     |             |     |             |     |             | 44.0   | 0.15         |
| 3.1.3 | 浆砌块石        | m <sup>3</sup> | 477.89    | 550.0  | 26.28        |     |             |     |             |     |             |     |             | 550.0  | 26.28        |
| 3.1.4 | 碎石回填        | m <sup>3</sup> | 23.62     | 242.0  | 0.57         |     |             |     |             |     |             |     |             | 242.0  | 0.57         |
| 4     | 联络道路预防工程    |                |           |        | 0.10         |     |             |     |             |     |             |     |             |        | 0.10         |
| 4.1   | 警示牌         | 块              | 500       | 2      | 0.10         |     |             |     |             |     |             |     |             | 2      | 0.10         |
| 5     | 地表变形防护警示    |                |           |        |              |     |             |     |             |     | 0.69        |     | 1.38        |        | 2.07         |
| 4.1   | 刺丝围栏        | m              | 64.06     |        |              |     |             |     |             | 100 | 0.64        | 200 | 1.28        | 300    | 1.92         |
| 4.2   | 警示牌         | 块              | 500       |        |              |     |             |     |             | 1   | 0.05        | 2   | 0.10        | 3      | 0.15         |
| 6     | 监测工程        |                |           |        | 0.97         |     | 1.64        |     | 1.54        |     | 2.98        |     | 2.98        |        | 10.11        |

|     |             |   |     |    |              |    |             |    |             |     |             |     |             |     |              |
|-----|-------------|---|-----|----|--------------|----|-------------|----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|--------------|
| 6.1 | 地表沟谷监测      | 次 | 80  | 36 | 0.29         | 36 | 0.29        | 24 | 0.19        | 24  | 0.19        | 24  | 0.19        | 144 | 1.15         |
| 6.2 | 采空区地面变形监测   | 次 | 80  |    |              |    |             |    |             | 180 | 1.44        | 180 | 1.44        | 360 | 2.88         |
| 6.3 | 水土环境人工监测    | 次 | 80  | 24 | 0.19         | 24 | 0.19        | 24 | 0.19        | 24  | 0.19        | 24  | 0.19        | 120 | 0.96         |
| 6.4 | 水土环境取样监测    | 次 | 150 | 26 | 0.39         | 26 | 0.39        | 26 | 0.39        | 26  | 0.39        | 26  | 0.39        | 130 | 1.95         |
| 6.5 | 砌体变形监测      | 次 | 80  |    |              | 84 | 0.67        | 84 | 0.67        | 84  | 0.67        | 84  | 0.67        | 336 | 2.69         |
| 6.6 | 地形地貌景观监测    | 次 | 80  | 12 | 0.10         | 12 | 0.10        | 12 | 0.10        | 12  | 0.10        | 12  | 0.10        | 60  | 0.48         |
| 二   | <b>临时工程</b> |   |     |    | <b>4.18</b>  |    | <b>0.12</b> |    | <b>0.12</b> |     | <b>0.30</b> |     | <b>0.33</b> |     | <b>5.05</b>  |
| 2.1 | 施工安全生产专项    |   |     |    | 1.41         |    | 0.04        |    | 0.04        |     | 0.11        |     | 0.11        |     | 1.71         |
| 2.2 | 其他施工临时工程    |   |     |    | 2.76         |    | 0.08        |    | 0.08        |     | 0.19        |     | 0.22        |     | 3.33         |
| 三   | <b>独立工程</b> |   |     |    | <b>11.48</b> |    | <b>0.35</b> |    | <b>0.33</b> |     | <b>0.78</b> |     | <b>0.93</b> |     | <b>13.87</b> |
| 四   | <b>预备费</b>  |   |     |    | <b>6.95</b>  |    | <b>0.21</b> |    | <b>0.20</b> |     | <b>0.48</b> |     | <b>0.56</b> |     | <b>8.40</b>  |
| 五   | <b>静态投资</b> |   |     |    | <b>76.48</b> |    | <b>2.32</b> |    | <b>2.19</b> |     | <b>5.23</b> |     | <b>6.18</b> |     | <b>92.40</b> |

表 7-17 近期各年土地复垦工程施工费用

单位：万元

| 序号       | 工程或费用名称       | 单<br>位          | 单价<br>(元) | 第一年    |             | 第二年    |             | 第三年    |             | 第四年    |             | 第五年    |             | 合计     |             |
|----------|---------------|-----------------|-----------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|--------|-------------|
|          |               |                 |           | 工程量    | 费用          |
| <b>一</b> | <b>工程措施</b>   |                 |           |        | <b>1.84</b> |        |             |        |             |        |             |        |             |        | <b>1.84</b> |
| 1        | 土壤重构工程        |                 |           |        | 1.57        |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |
| 1.1      | 场地清理、找平       | m <sup>2</sup>  | 6.61      | 8.19   | 0.54        |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |
| 1.2      | 购买客土          | m <sup>3</sup>  | 30        | 245.70 | 0.74        |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |
| 1.3      | 推土机推土         | m <sup>3</sup>  | 5.75      | 245.70 | 0.14        |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |
| 1.4      | 土壤培肥          | hm <sup>2</sup> | 17887.38  | 0.0819 | 0.15        |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |
| 2        | 植被恢复工程        |                 |           |        | 0.27        |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |
| 2.1      | 穴状整地          | 个               | 5.0       | 132    | 0.07        |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |
| 2.2      | 栽植刺槐          | 株               | 13.00     | 132    | 0.17        |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |
| 2.3      | 播撒草籽          | hm <sup>2</sup> | 3255.55   | 0.0819 | 0.03        |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |
| <b>二</b> | <b>其他费用</b>   |                 |           |        | <b>0.29</b> |        |             |        |             |        |             |        |             |        | <b>0.29</b> |
| <b>三</b> | <b>监测与管护</b>  |                 |           |        | <b>0.15</b> |        | <b>0.15</b> |        | <b>0.15</b> |        | <b>0.96</b> |        | <b>0.93</b> |        | <b>2.34</b> |
| 1        | 监测工程          |                 |           |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |
| 1.1      | 复垦效果监测        | 次               | 120       | 10     | 0.12        | 10     | 0.12        | 10     | 0.12        | 10     | 0.12        | 10     | 0.12        | 50     | 0.60        |
| 2        | 管护工程          |                 |           |        |             |        |             |        |             |        |             |        |             |        | 1.74        |
| 2.1      | 林地管护          | hm <sup>2</sup> | 3275.23   | 0.0819 | 0.0275      | 0.0819 | 0.0275      | 0.0819 | 0.0275      | 0.0819 | 0.0275      |        |             | 0.0819 | 0.11        |
| 2.2      | 采空变形区植被<br>补种 | hm <sup>2</sup> | 20800     |        |             |        |             |        |             | 0.3912 | 0.8140      | 0.3912 | 0.8140      | 0.7824 | 1.63        |
| <b>四</b> | <b>预备费</b>    |                 |           |        | <b>0.23</b> |        | <b>0.02</b> |        | <b>0.02</b> |        | <b>0.10</b> |        | <b>0.10</b> |        | <b>0.47</b> |
| <b>五</b> | <b>静态投资</b>   |                 |           |        | <b>2.51</b> |        | <b>0.17</b> |        | <b>0.17</b> |        | <b>1.06</b> |        | <b>1.03</b> |        | <b>4.94</b> |

表 7-18 近期年度经费安排总表

| 序号 | 工程或费用名<br>称 | 第一<br>年度 | 第二<br>年度 | 第三<br>年度 | 第四<br>年度 | 第五<br>年度 | 费用<br>小计 |
|----|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
|    |             | 万元       | 万元       | 万元       | 万元       | 万元       | 万元       |
| 一  | 矿山地质环境      | 76.48    | 2.32     | 2.19     | 5.23     | 6.18     | 92.40    |
| 二  | 土地复垦        | 2.51     | 0.17     | 0.17     | 1.06     | 1.03     | 4.94     |
| 三  | 年度总费用       | 78.99    | 2.49     | 2.36     | 6.29     | 7.21     | 97.34    |

## 第八章 保障措施与效益分析

### 一、组织保障

1、为保证方案提出的各项措施顺利实施，宝鸡景福山矿业有限公司成立了矿山地质环境治理与土地复垦领导小组，采用法人负责制。

组长：刘宗若（法人代表）

其他成员因矿山尚未建设而待定，初步计划如下：

副组长：副总经理、总工程师

主管部门：矿山环保部

组员有：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等。

该小组刘宗若负责本矿协调民众、踏勘和勘测等矿山地质环境治理与土地复垦的日常管理和组织实施工作，负责组织协调矿山与自然资源部门、农业部门等工作；副总经理负责制定年度矿山地质环境治理与土地复垦计划、组织实施各年度实施计划与治理工程验收；总工程师负责协调、保证、监督各项治理、复垦措施按期保质实施与完成，并积极配合自然资源主管部门的监督、检查与验收工作；矿山环保部负责矿山恢复治理及土地复垦工作的资料管理、协助管理部门建立“一矿一档”工作。

2、鉴于矿山地质环境治理与土地复垦工作的长期性和综合性，又需要“边开采、边治理、边复垦”，矿山还要选派专业人员对治理与复垦的施工进度和及时性进行监督，如果发现治理措施不当或开采计划改变，及时调整实施方案，并上报相关部门。

3、矿山地质环境治理与土地复垦过程要规范化，应严格按照建设项目管理程序实行招投标制，选择有施工资质、技术力量强的施工单位负责项目的实施，加强管理。

4、矿山地质环境治理与土地复垦资料必须规范化，包括勘察、设计、施工日志、竣工验收资料，以及治理过程工程量及经费要及时整理、归档，便于后期自然资源主管部门核查。

## 二、技术保障

- 1、根据项目工作要求，选派有经验的技术人员组成施工部，按照指挥部的统一部署和设计要求开展工作。
- 2、加强施工过程监理，关键工序聘请专家指导。
- 3、生产过程中严格实施质量三检制度（自检、互检、抽检），确保工程质量，争创优质工程。
- 4、在项目实施过程中，严格按照技术规范、规程及设计书、施工方案要求操作，对项目全过程进行质量监控，不允许出现不合格的原材料、中间成果和单项工程，确保最终成果的高质量。
- 5、制定《质量责任制考核办法》，并依据《办法》对各作业组、作业人员定期进行质量责任制考核，确保质量目标实现。
- 6、随时接受主管单位和其他有关部门的监督、检查和指导。

## 三、资金保障

### （一）资金来源

宝鸡景福山矿业有限公司是本项目资金提供的义务人。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）、《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》（陕自然资规〔2024〕1757号），宝鸡景福山矿业有限公司建立“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。

### （二）基金计提系数

根据“谁损毁谁复垦”及“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦资金来源为矿山企业自筹。严格按照《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》（陕自然资规〔2024〕1757号）相关要求实施恢复治理基金计提，矿山企业应在银行设立专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复与土地复垦基金科目，每月按照原矿销售收入、开采矿种系数、开采方式系数、地区系数等综合提取基金。

基金计提数额=原矿月销售收入×矿种系数×开采系数×地区系数

景福山磷矿开采矿种为磷矿，设计生产规模为\*\*\*\*\*万吨/年，根据基金管理

办法，各系数取值如下：

矿种系数取 1.8%，开采系数取 1.0，地区系数取 1.1。

磷矿矿石平均销售价格约为\*\*\*\*\*元/吨（企业提供）。企业年产\*\*\*\*\*万吨磷矿，销售单价为\*\*\*\*\*元/吨，月计提基金为\*\*\*\*\*万元，年计提取基金\*\*\*\*\*万元。平均每吨提取基金\*\*\*\*\*元。

月计提基金费用估算见表 8-1。

表 8-1 月计提基金费用估算表

| 矿种 | 月销售     | 销售价      | 矿种系数  | 开采系数 | 地区系数 | 月提取基金(万元) | 占销售收入 | 吨矿山提取基金 |
|----|---------|----------|-------|------|------|-----------|-------|---------|
| 磷矿 | *****万吨 | *****元/t | 1.80% | 1.0  | 1.1  | *****     | ***** | *****   |

### （三）资金提取及存储

宝鸡景福山矿业有限公司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。

本《方案》估算结果低于按“陕自然资规〔2024〕1757号”文规定的基金计提公式计算的标准，因此，矿山企业应按原矿售价和“陕自然资规〔2024〕1757号”文规定的基金计提公式计算的计提标准计提基金。

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

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

（5）完成矿山地质环境治理与土地复垦工程后，应及时向陇县自然资源局提出竣工验收申请。验收合格后，可取得陇县自然资源局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，宝鸡景福山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。

## （五）费用审计

宝鸡景福山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日前报送陇县自然资源主管部门审计或复核。

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，或低于本《方案》中估算的年度治理恢复与土地复垦费用的，应以本年度实际所需费用或《方案》中估算年度费用进行补足。

基金提取后应及时用于矿山地质环境治理恢复与土地复垦工程，不得挤占和挪用。按要求完成治理恢复与土地复垦任务后的年度结余资金可转接下年度使用。

矿山企业不履行治理恢复与土地复垦义务或者履行不到位且拒不整改的，可由自然资源主管部门委托第三方进行治理恢复，该费用从矿山企业提取的基金中列支。

## 四、监督保障

1、矿区主管部门在建立组织机构的同时，将加强与当地政府主管部门及职能部门的合作，建立共管机制，自觉接受地方主管部门和相关部门的监督管理。对监督检查中发现的问题将及时处理，以便复垦工程顺利实施。企业对主管部门的监督检查情况应做好记录，对监督检查中发现的问题应及时处理。监督机构对于不符合设计要求或质量要求的工程责令限期完成整改，直到满足要求为止。

2、按照环境恢复治理及复垦方案确定年度安排，制定相应的各恢复治理及复垦年规划实施大纲和年度计划，并根据恢复治理及复垦技术的不断完善提出相应的改进措施，逐步落实，及时调整因项目区生产发生变化的恢复治理及复垦计划。由地环科及土地复垦管理办公室负责按照方案确定的年度方案逐地块落实，统一安排管理。以确保恢复治理及土地复垦各项工程落到实处。保护恢复治理及土地复垦单位的利益，调动恢复治理及土地复垦的积极性。

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

同时对施工单位组织学习、宣传工作，提高工程建设者的恢复治理及土地复垦自觉行动意识。要求施工单位应配备土地复垦专业人员，以解决措施实施过程中的技术问题，接受当地主管部门的监督检查。

4、加强恢复治理及复垦政策宣传工作，深入开展“土地基本国情和国策”教育，调动恢复治理及土地复垦的积极性。提高社会对恢复治理及土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。

保护积极进行恢复治理及土地复垦的村委会以及村民的利益，充分调动其恢复治理及土地复垦的积极性。提高社会对恢复治理及土地复垦在保护生态环境和经济社会可持续发展中的重要作用的认识。

5、加强对恢复治理及复垦土地的后期管理。一是保证验收合格；二是使恢复治理及土地复垦区的每一块土地确确实实要发挥作用和产生良好的经济生态社会效益。

## 五、效益分析

### 1、社会效益

矿山地质环境治理和土地恢复关系到社会经济的可持续发展,不仅对生态环境和项目区生产有重要意义,而且保证项目区经济的可持续发展。随着采矿的建设生产,区内将有部分土地因地表压占、挖损而被损毁,如果不及时进行恢复工程,首先违背了国家“十分珍惜和合理利用土地”的基本国策,其次影响区域经济快速发展,加剧人地矛盾,增加社会不稳定因素,乃至影响社会和谐、社会的安定和国民经济的发展。

矿山地质环境治理和土地恢复工程实施后的治理和土地既调整了土地利用结构、发挥了生态系统的功能、合理利用了土地,又提高了环境容量、促进了生态良性循环、维持了生态平衡。所以,土地恢复是关系国计民生的大事,对生态环境建设有着重大意义,而且对全社会的安定团结和稳定发展也起重要作用,它将是保证项目区区域可持续发展的重要组成部分,因而具有重要的社会效益。

## 2、环境效益

通过治理工程的实施可以保证治理区不稳定地质体隐患的基本稳定,避免因采矿造成的地形地貌破坏,进而破坏地下水和土壤,避免水土流失和植被破坏,使树木繁茂,确保当地生态环境和自然景观不受破坏。

总之,对宝鸡景福山矿业有限公司陇县景福山磷矿的治理是必要的,可行的。其治理工程措施,对环境基本无不良影响。在防治工程完成后,能起到保护环境、促进当地社会稳定、加快经济发展的作用。

## 3、经济效益

本方案充分考虑了矿山现状及可能发生的地质环境与土地损毁问题,因地制宜地部署了矿山地质环境治理与土地复垦工程,既保证了高质量的治理效果,又可以很好的节约治理费用,经济上可行。工程治理后,保护了当地人的生命财产安全。

## 六、公众参与

为了解本工程项目所在区域公众对本工程项目的看法,本方案在编制之前进行了公众参与调查,在矿方的支持与配合下,编制单位走访了项目区内涉及到的当地政府、村委会等,对项目进行了公示。向当地居民详细介绍了项目的性质、类型、规模及国家相关矿山地质环境与土地复垦政策,如实向公众阐明本项目可

能产生的不稳定地质体及土地损毁；介绍项目投资、建成后的企业带来的经济效益以及对促进地方经济发展的情况，征求了当地各方对土地复垦的意见。

根据当地的经济、文化水平，确保被调查人员对土地复垦及该矿山建设项目有一定的了解。通过散发公众参与调查表(附表 2)的形式，向项目区各方共发放调查表 15 份，收回有效问卷 15 份，回收率 100%。问卷调查对象主要为项目影响区的村民。被调查人群中对该项目均有一定的了解，所有调查人员全部支持该工程建设。

经过对收回调查表进行分析总结如下：

- (1) 对矿山开采损毁区域 85%被调查者认为应复垦为原地类， 15%被调查者持无所谓态度；
- (2) 被调查者一致认为植被恢复时要选择适宜当地生长的植被——刺槐或侧柏；
- (3) 被调查者一致认为矿山开采损毁区域要进行覆土绿化， 尽可能恢复为原地貌，在实施矿山地质环境保护与土地复垦同时，不要造成新的生态环境破坏。

## 第九章 结论与建议

### 一、结论

#### （一）矿山地质环境评估级别

该矿山属较重要区内、矿山地质环境条件复杂程度复杂的小型矿山工程，矿山地质环境影响评估级别确定为一级。

#### （二）矿山地质环境影响评估

##### 1、不稳定地质体现状评估与预测评估

现状条件下，在评估区未发生滑坡、地裂缝、地面塌陷、地面沉降等不稳定地质体，发现2处不稳定边坡，经评估，现状条件下两处不稳定斜坡危险性小，危害程度小。

预测评估采矿工程、工业场地、矿石临时堆放场、生活办公区、矿山道路工程等遭受或引发不稳定地质体的可能性小，危险性小。预测矿体近地表开采引发采空区地面塌陷、裂缝的可能性中等，危害性小，危险性小。

##### 2、矿区含水层破坏现状与预测

现状评估矿区工程活动对地下含水层水位的影响较轻。预测评估矿山开采对含水层的影响程度较轻。

##### 3、矿区地形地貌景观破坏现状与预测

现状评估现有地面工程有5处探矿平硐、6处采矿平硐、工业场地、废石场、生活办公区及矿山道路对地形地貌的影响严重。预测评估平硐硐口及回风井口对地形地貌影响程度严重。

##### 4、矿区水土环境状况现状分析与预测

现状和预测矿山生产对水土环境影响程度轻。

#### （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

###### （1）重点防治区（A<sub>H</sub>）

重点防治区共30处（A<sub>H1</sub>~A<sub>H30</sub>），包括原探矿平硐区（A<sub>H1</sub>）、平硐硐口与硐口场地、回风井口（A<sub>H2</sub>~A<sub>H25</sub>）、采矿工业场地（A<sub>H26</sub>）、办公生活区（A<sub>H27</sub>）、废石临时堆放场（A<sub>H28</sub>）、矿内联络道路（A<sub>H29</sub>）、高位水池（A<sub>H30</sub>），占地总面积0.0167km<sup>2</sup>，占评估区的0.59%。需重点对这些场区地形地貌景观破坏进行生态景观恢复治理。

### （2）次重点防治区（B<sub>H</sub>）

次重点防治区共 1 处(B<sub>H1</sub>)，是矿体开采形成采空区引发的地表塌陷、变形区，占地总面积 0.0456km<sup>2</sup>，占评估区面积的 1.63%。这些区块对矿区地质环境影响较严重，为矿山地质环境保护与治理的次重点防治区段。

### （3）一般防治区(C<sub>H</sub>)

分布于评估区大部，面积 2.7306km<sup>2</sup>，占评估区面积的 97.80%。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，不需要安排治理工程，但需要布设监测预警工程。

## 2、土地复垦范围

复垦区的土地利用现状类型一级类型 3 类，即林地、交通运输用地和工矿仓储用地；二级地类 4 个，即乔木林地、公路用地、农村道路及采矿用地。

项目区损毁土地总面积 1.6757hm<sup>2</sup>，其中已损毁土地总面积 0.5527hm<sup>2</sup>，包含损毁乔木林地 0.3023hm<sup>2</sup>，采矿用地 0.1936hm<sup>2</sup>，农村道路 0.0424hm<sup>2</sup>，公路用地 0.0144hm<sup>2</sup>；拟损毁土地面积为 1.1230hm<sup>2</sup>，损毁土地类型均为乔木林地，无重复损毁区域。

本方案的复垦区为采矿硐口及坑口场地、工业场地、废石临时堆放场、办公生活区、矿山联络道路以及 5 个探矿硐口及坑口场地。矿山闭坑后，对 1317m 硐口-1350m 硐口-1385m 硐口、1490m 硐-1455m 硐口-1420m 硐口两段联络道路进行复垦，将该两段道路纳入复垦区责任范围。因此，土地复垦责任范围包括原探矿平硐区、平硐硐口（风井）及坑口场地、采矿工业场地、废石临时堆放场、办公生活区，总面积 1.6757hm<sup>2</sup>。

## （四）矿山地质环境治理与土地复垦工程

根据矿山存在的地质环境问题及损毁土地复垦目标，设计了相应防治、复垦、监测、管护措施。X1 不稳定边坡与 X2 不稳定边坡采用格宾笼护脚墙工程进行预防，对废石场地采用浆砌石拦挡结构进行预防；对采空塌陷变形区采用刺丝围墙+设立警示牌进行防治。对原 5 探矿平硐口场地、采矿工业场地、废石场、硐口（风井口）及坑口场地、办公生活区、等损毁场地采取建筑拆除、硐口封闭、场地清理找平、覆土、翻耕、培肥、绿化或种植木、草等措施复垦为林地；对采空变形区损毁乔木林地通过植被补植进行修复管护。对矿区不稳定地质体、含水层、水土环境状况、地貌景观、采空区地面塌陷进行监测，对复垦区进行 4 年管护。

## （五）矿山地质环境保护与土地复垦工作部署

## 1、矿山环境恢复治理工作部署

近期：2025年~2029年，此阶段为矿山基建期和近期开采期，主要对现有2处不稳定边坡进行防治、监测，对矿体采空变形区进行预防、治理和监测；对矿区地下水水位及水质、地表水水质、土壤状况、土壤质量进行定时、定点监测，对矿区地形地貌景观监测；对矿山建设、运行过程中新发现矿山环境问题的进行治理。

中期：2030年~2035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形成的新的地质环境问题边生产，边进行治理，并对各矿山地质环境问题进行科学的监测。

远期（闭坑管护期）：2036年~2041年，矿山闭坑后矿山地质环境的恢复治理工作。

## 2、土地复垦工作部署

近期：2025年~2029年，对原5处探矿平硐口渣堆场地进行土地复垦；对采空区地表塌陷变形区植被自然修复监测管护。

中期：2030年~2035年，为矿山边生产、边保护治理阶段。开始对前期拟开采完成的10个硐口进行回填及封堵，对10个硐口场地土地进行复垦、监测与管护，采空区地表塌陷变形区植被自然修复监测，并对土地损毁进行科学的保护、监测与管护。

远期：2036年~2041年，矿山闭坑后，对剩余的硐口（风井）进行复垦、监测与管护；对废石场场地进行复垦、监测与管护；对采矿口工业场地、办公生活区、高位水池的土地进行复垦与监测；采空区地表塌陷变形区植被自然修复监测。

## （六）矿山矿山地质环境治理工程经费估算

本方案矿山地质环境保护与土地复垦总费用为271.07万元。其中矿山地质环境治理费用145.54万元，土地复垦估算经费125.53万元，复垦责任范围1.6757hm<sup>2</sup>，亩均投资49941.32元。矿山可采磷矿资源量\*\*\*\*\*，矿石每吨治理费用为\*\*\*\*\*。

本方案近期矿山地质环境保护与土地复垦总费用为97.34万元，矿山地质环境治理总费用92.40万元，近期土地复垦总经费4.94万元，土地复垦责任范围0.0819hm<sup>2</sup>，亩均投资40211.64元。

## 二、建议

1、矿山企业应当严格按照《开发利用方案》，规范矿山开采方式，在开采过程中注意尽量减少对土地的损毁和对周边环境的影响。

2、矿山企业应每年委托具有相应资质的单位编制《年度计划》，并在年底前完成部署工程，并向县局申请组织验收。

3、矿山地质环境治理与土地复垦是一项长期的工作，实施过程中难免对周边村民的生产生活产生影响，矿山企业应当处理好与当地村民的关系，确保矿山地质环境治理和土地复垦工作的顺利实施。

4、矿山在开展相关环境治理、土地复垦业务时，委托具有相应资质的单位进行勘察、设计和施工，确保工程质量和治理复垦治理效果。本方案是实施矿山地质环境保护、治理和监测、土地复垦的技术依据之一，不代替相关工程勘查、治理设计。