

甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿  
矿产资源开发与恢复治理方案

申报单位：甘肃加鑫矿业有限公司

2023 年 5 月



甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿矿产资源开发与恢复治理方案编制人员名单

| 序号 | 姓名  | 单位              | 职称                              | 专业   | 章节                                       | 签字  |
|----|-----|-----------------|---------------------------------|------|------------------------------------------|-----|
| 1  | 苏成哲 | 兰州有色冶金设计研究院有限公司 | 高级工程师<br>注册咨询工程师<br>注册矿业权评估师    | 采矿工程 | 开发利用方案第4、5、8章                            | 苏成哲 |
| 2  | 侯文强 | 兰州有色冶金设计研究院有限公司 | 工程师                             | 地质工程 | 开发利用方案第3章<br>环境保护与土地复垦方案<br>第2、3、8、9、10章 | 侯文强 |
| 3  | 赵永峰 | 兰州有色冶金设计研究院有限公司 | 高级工程师                           | 采矿工程 | 开发利用方案第1章                                | 赵永峰 |
| 4  | 刘友龙 | 兰州有色冶金设计研究院有限公司 | 工程师<br>注册咨询工程师<br>注册安全工程师       | 地质工程 | 环境保护与土地复垦方案<br>第4、5、6、7章                 | 刘友龙 |
| 5  | 肖彤  | 兰州有色冶金设计研究院有限公司 | 工程师                             | 采矿工程 | 开发利用方案第2、6、7、9、10章<br>环境保护与土地复垦方案第2章     | 肖彤  |
| 6  | 黄旺宏 | 兰州有色冶金设计研究院有限公司 | 教授级高级工程师<br>注册咨询工程师<br>注册矿业权评估师 | 地质工程 | 环境保护与土地复垦方案第1、8章                         | 黄旺宏 |
| 7  | 辛培业 | 兰州有色冶金设计研究院有限公司 | 工程师                             | 土地工程 | 环境保护与土地复垦方案<br>第5、6、7章                   | 辛培业 |

甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿  
矿产资源开发利用方案

申报单位：甘肃加鑫矿业有限公司

编制单位：兰州有色冶金设计研究院有限公司

2023 年 5 月

## 目 录

|       |                        |    |
|-------|------------------------|----|
| 1     | 概 述.....               | 1  |
| 1.1   | 项目概况.....              | 1  |
| 1.2   | 矿区地理位置、交通.....         | 1  |
| 1.3   | 自然地理与经济概况.....         | 2  |
| 1.4   | 矿业权设置.....             | 3  |
| 1.5   | 矿区周边环境及开发利用情况.....     | 7  |
| 1.6   | 编制依据和原则.....           | 8  |
| 2     | 矿产品需求现状和预测.....        | 10 |
| 2.1   | 金矿资源储量.....            | 10 |
| 2.2   | 供给及需求分析.....           | 11 |
| 2.3   | 黄金价格走势分析.....          | 16 |
| 3     | 矿产资源概况.....            | 24 |
| 3.1   | 矿区总体概况.....            | 24 |
| 3.2   | 资源概况.....              | 25 |
| 3.3   | 矿床开采技术条件及矿石加工技术性能..... | 34 |
| 3.3.2 | 工程地质条件.....            | 39 |
| 3.3.3 | 环境地质条件.....            | 41 |
| 3.4   | 矿产资源储量.....            | 42 |
| 3.5   | 地质勘查工作评述.....          | 46 |
| 4     | 主要建设方案的确定.....         | 50 |
| 4.1   | 开采方案.....              | 50 |
| 4.2   | 防治水方案.....             | 58 |
| 4.3   | 供水.....                | 59 |
| 4.4   | 矿区供电方案.....            | 60 |
| 4.5   | 交通运输条件.....            | 60 |
| 5     | 矿 床 开 采.....           | 61 |
| 5.1   | 开采顺序和首采地段.....         | 61 |
| 5.2   | 矿山生产能力验证.....          | 62 |
| 5.3   | 开采移动范围.....            | 65 |

|      |                         |     |
|------|-------------------------|-----|
| 5.4  | 采矿方法.....               | 65  |
| 5.5  | 矿山服务年限.....             | 74  |
| 5.6  | 开拓运输系统.....             | 74  |
| 5.7  | 矿井通风系统.....             | 89  |
| 5.8  | 排水系统.....               | 90  |
| 5.9  | 充填系统.....               | 90  |
| 5.10 | 基建井巷工程量、三级矿量及保有期.....   | 92  |
| 6    | 选矿及尾矿设施.....            | 93  |
| 6.1  | 设计依据.....               | 93  |
| 6.2  | 原矿.....                 | 93  |
| 6.3  | 选矿试验研究及评价.....          | 99  |
| 6.4  | 尾矿设施.....               | 103 |
| 7    | 环境保护、水土保持与复垦.....       | 105 |
| 7.1  | 设计企业环保标准.....           | 105 |
| 7.2  | 矿山主要污染源、污染物排放状况及治理..... | 106 |
| 7.3  | 水土保持与复垦.....            | 107 |
| 7.4  | 绿色矿山建设.....             | 109 |
| 7.5  | 环境影响评述.....             | 111 |
| 8    | 劳动安全与卫生.....            | 113 |
| 8.1  | 设计依据.....               | 113 |
| 8.2  | 矿区地质环境对安全的影响.....       | 114 |
| 8.3  | 其它自然条件对安全的影响.....       | 114 |
| 8.4  | 矿床开采安全评述.....           | 115 |
| 8.5  | 机电和其它.....              | 121 |
| 8.6  | 矿山透水安全治理措施.....         | 123 |
| 8.7  | 预防矿山火灾和水灾.....          | 123 |
| 8.8  | 井下安全避险六大系统.....         | 123 |
| 8.9  | 工业卫生.....               | 124 |
| 8.10 | 矿山安全救护及管理.....          | 124 |
| 8.11 | 安全与工业卫生投资.....          | 125 |
| 9    | 经济效益评价.....             | 126 |

|      |                 |     |
|------|-----------------|-----|
| 9.1  | 投资估算.....       | 126 |
| 9.2  | 人员配备基本情况.....   | 127 |
| 9.3  | 产品销售及价格.....    | 127 |
| 9.4  | 成本估算（不含税）.....  | 127 |
| 9.5  | 销售税金及附加.....    | 128 |
| 9.6  | 项目经济效益预测.....   | 128 |
| 9.7  | 综合技术经济指标.....   | 128 |
| 10   | 开发利用方案简要结论..... | 131 |
| 10.1 | 设计利用地质资源量.....  | 131 |
| 10.2 | 生产规模及服务年限.....  | 131 |
| 10.3 | 开采方式及开采范围.....  | 131 |
| 10.4 | 产品方案.....       | 131 |
| 10.5 | 采矿工艺.....       | 131 |
| 10.6 | 厂址方案.....       | 131 |
| 10.7 | 项目经济效益预测.....   | 133 |
| 10.8 | 存在的主要问题及建议..... | 133 |

## 附件：

附件 1：《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市矿产资源开发利用方案》设计委托书；

附件 2：《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》矿产资源储量评审备案证明，甘国土资储备字〔2017〕31 号，甘肃省国土资源厅，2017 年 8 月 30 日；

附件 3：《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》评审意见书，甘国土资储评字〔2017〕38 号，甘国土资储评总字 1654 号，甘肃省矿产资源储量评审中心，2017 年 8 月 5 日；

附件 4：《关于对甘肃省合作市以地南铜金矿勘探划定矿区范围有关事宜的复函》，甘南州生态环境局合作分局，2022 年 11 月 4 日；

附件 5：划定矿权范围批复文件，甘采证划字〔2023〕0007 号，甘肃省自然资源厅，2023 年 5 月 26 日；

附件 6：营业执照。

附件 7：探矿权证。

**附图：**

1. 矿区地形地质图；
2. 总体布置图；
3. 开拓系统纵投影图；
4. 7 勘探线剖面图；
5. 18 勘探线剖面图；
6. 38 勘探线剖面图；
7. 浅孔留矿嗣后充填采矿方法图（有底部结构）；
8. 浅孔留矿嗣后充填采矿方法图（平底部机构）；
9. 分段空场嗣后充填采矿方法图（有底部结构）；
10. 分段空场嗣后充填采矿方法图（平底部结构）；
11. 上向进路充填采矿方法图；
12. 上向水平分层充填采矿方法图。

## 1 概述

### 1.1 项目概况

矿业权（探矿权）人：甘肃加鑫矿业有限公司

矿山名称：甘肃加鑫矿业有限公司合作市以地南铜金矿

地 址：甘肃省甘南州合作市卡加道乡老豆村

开采矿种：铜金矿

开采方式：地下开采

生产规模：50×10<sup>4</sup>t/a

矿区面积：5.21km<sup>2</sup>

开采标高：3400m 至 2040m

总服务年限：17 年（含基建期 3 年）

办证性质：采矿权新立登记（探转采）

### 1.2 矿区地理位置、交通

矿区位于甘肃省甘南藏族自治州府合作市北东方向，直距约 13km 处，行政区划隶属合作市卡加道乡管辖。矿区地理坐标：东经\*\*\*\*，北纬\*\*\*\*。

矿区交通条件相对较好，甘川公路（213 国道）、兰海高速均直接连通兰州—合作市区，里程分别为 290km 和 220km。合作市至卡加道乡柏油路从矿区东侧约 20km 处通过，有简易公路从东往西穿过矿区，里程 5km。矿区交通位置图见图 1-1。

探矿权人为甘肃加鑫矿业有限公司（公司类型为：有限责任公司），矿山为新建矿山。

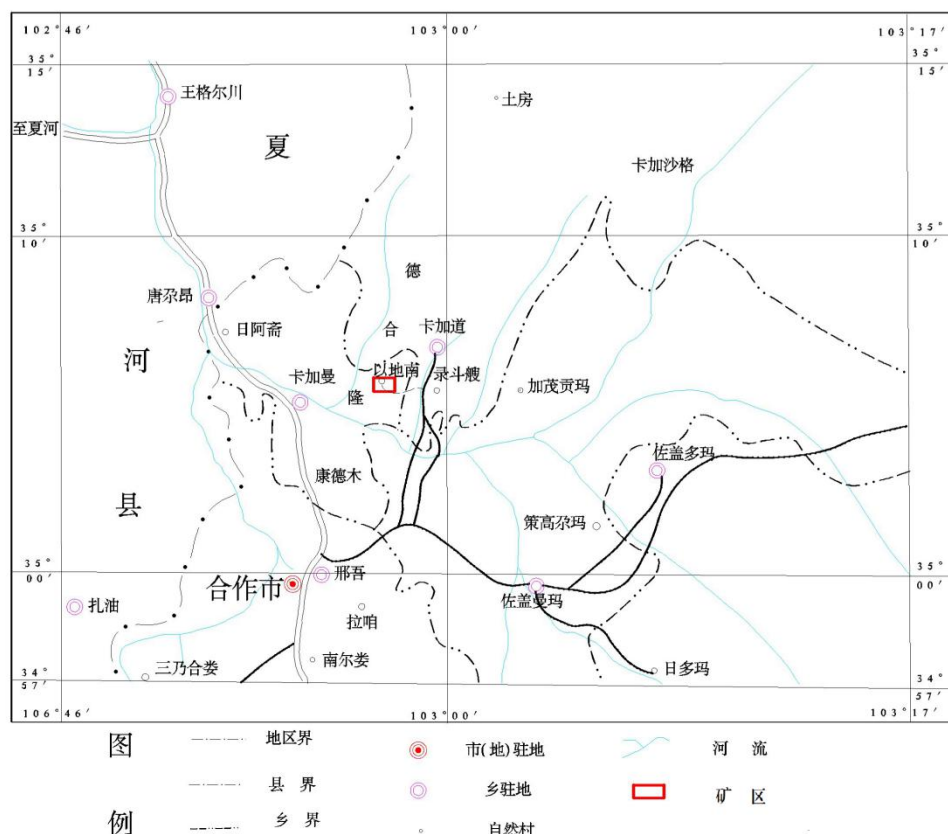


图 1-1 交通位置图

### 1.3 自然地理与经济概况

#### 1.3.1 自然地理与气候

矿区地处青藏高原东部边缘、秦岭山脉西北段，属典型的高原中高山地貌。西部、南部地形切割强烈，局部形成悬崖陡壁；中部为起伏不大的高山草原。区内海拔高程一般在 2760~3422.4m，最高点位于矿区北东部的拉布在卡山，海拔高程 3422.4m，最低点为南东部矿二沟出口处，海拔高程 2845.0m（为矿区最低侵蚀基准面），最大高差 577.4m。地形复杂程度属 V 类地形。

矿区属大陆性高寒湿润气候，总的特点是寒冷潮湿，多风雨雪，温差大。冬春季长，秋季短，基本无夏季。冬季寒冷秋季凉爽，无霜期短，约 50 天。全年日照充足，太阳能利用率高。自然灾害频繁，主要是霜冻、寒潮，强降温、大雪、冰雹和秋季洪涝等。冬春季风力较强平均 2~3 级；秋季风力较弱，平均 1~2 级。11 月至翌年 4 月为结冰期，最大冻土厚度 1.26 m，平均冻土厚度 0.98 m。据合作市气象站 2007 年~2016 年的观测资料(表 1-1)统计：昼夜温差大，约在 8℃~20℃，历年平均气温约 3.2℃。一月份最冷，平均气温 -8.89℃，极端最低气温-28.5℃；7~8 月最热，平均气温在 13.34℃~13.59℃之间，极端最高气温 28.4℃。

区内降水量季节分配很不均匀，一般集中于7~9月，经常阴雨连绵，且多暴雨及冰雹，占全年的54.4%，年际间变化显著，根据合作市水文局提供的资料，2007年~2016年年降水量为413.1mm(2009年)~639.8mm(2012年)，多年平均年降水量为552.52mm。每年的5~9月为雨季，连续降雨量最大天数15d，最大日降水量37mm(2012年7月25日)，最大小时降水量为10.0mm(2012年7月25日13时30分)，最大月降水量为206.6mm(2012年7月)，雨季降雨量占全年降雨量的78.5%左右；11月至次年的2月为枯水季。年平均相对湿度65%。历年蒸发量为952.6(2012年)~1187.1(2010年)mm，多年平均年蒸发量为1067.57mm。年蒸发量大于降水量。

根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015)，项目区地震动峰值加速度为0.2g，地震动反应谱特征周期为0.40s，区域地震设防烈度为8度第二组。

### 1.3.2 经济概况

区内经济以农牧业为主，农业以种植青稞、豆类为主，洋芋和油菜次之，粮食不能自给自足，主要靠外地供应；牧业以养殖牛、羊、马为主，是甘肃省的牧业基地之一。区内含2个自然村，居民约200人，其中80%以上为藏族，杂居少数回族及汉族。

区内没有大型工业，仅有一些小型选矿厂和私营矿山企业。合作市有乳品厂、玻璃厂、机械厂、砖瓦厂、汽车修理厂等，简单的加工维修尚可解决。

本区居民主要生活燃料为牛粪和木柴。工业燃料缺乏，主要靠外地调运。动力资源较为丰富，有小型水电站与国家电网并网，并有10千伏高压线架设到矿区，供电稳定，极少有停、断电状况，电力供应完全能满足今后矿山生产、生活的需要。

中国移动网络覆盖全区。区内主要村寨均通县乡公路和村级简易公路。电力供应、对外通讯和交通较为方便。

建筑材料充裕，广泛分布有石英闪长岩、大理岩及石英岩，为良好的建筑材料和水泥原料。

### 1.4 矿业权设置

2002年10月10日，探矿权人为甘肃有色三队(现甘肃省有色地质勘查局白银矿产勘查院)首次取得探矿权，探矿许可证号：6200000210275，面积10.54km<sup>2</sup>。后经多次延续变更，甘肃有色三队于2004年10月对该探矿权进行了第一次延续，又于2005年10月将该探矿权作为合作条件变更到其与加拿大鸿运资源有限公司合作成立的甘肃加鑫矿业有限公司。2007年10月探矿权延续并变更矿种，由铜矿变为铜

金矿，勘查项目名称变更为“甘肃省合作市以地南铜金矿普查”。2009年7月辰州矿业收购该探矿权，探矿权人名称未变，仍为“甘肃加鑫矿业有限公司”，而注册地由兰州市变更到甘南藏族自治州府合作市，同时勘查阶段转为详查，勘查项目名称变更为“甘肃省合作市以地南铜金矿详查”。探矿权分别于2011年10月、2013年10月经过详查阶段内延续，并按相关政策2次缩减了勘查区面积，分别缩减为 $7.67\text{km}^2$ 和 $5.21\text{km}^2$ 。该探矿权又于2020年8月经过第二次保留，目前探矿许可证情况为：探矿权人为甘肃加鑫矿业有限公司，探矿许可证号：T62120080802012464，面积 $5.21\text{km}^2$ ，有效期为2020年8月22日至2025年8月21日。探矿权设置及变更情况详见表1-1，勘查许可证圈定的探矿范围拐点坐标见表1-2。

探矿权价款及出让收益的缴纳情况：由于该矿权的获取方式为申请在先，因此该矿的探矿权价款及出让收益均还未进行缴纳。

表 1-1

探矿权设置及变更一览表

|    | 探矿权名称          | 证号                 | 颁证机构     | 探矿权人                      | 有效期限                                  | 勘查单位           | 勘查面积                  |
|----|----------------|--------------------|----------|---------------------------|---------------------------------------|----------------|-----------------------|
| 首立 | 甘肃省合作市以地南铜矿普查  | 6200000210275      | 甘肃省国土资源厅 | 甘肃有色三队（现甘肃省有色地质勘查局白银矿产勘查院 | 2002 年 10 月 10 日至<br>2004 年 10 月 10 日 | 甘肃有色三队         | 10.54 km <sup>2</sup> |
| 延续 | 甘肃省合作市以地南铜矿普查  | 6200000430501      | 甘肃省国土资源厅 | 甘肃有色三队                    | 2004 年 10 月 10 日至<br>2005 年 10 月 10 日 | 甘肃有色三队         | 10.54 km <sup>2</sup> |
| 变更 | 甘肃省合作市以地南铜矿普查  | 6200000530635      | 甘肃省国土资源厅 | 甘肃加鑫矿业有限公司                | 2005 年 10 月 10 日至<br>2007 年 10 月 10 日 | 甘肃有色三队         | 10.54 km <sup>2</sup> |
| 变更 | 甘肃省合作市以地南铜金矿普查 | 6200000720410      | 甘肃省国土资源厅 | 甘肃加鑫矿业有限公司                | 2007 年 10 月 10 日至<br>2009 年 7 月 10 日  | 甘肃有色三队         | 10.54 km <sup>2</sup> |
| 变更 | 甘肃省合作市以地南铜金矿详查 | T62120080802012464 | 甘肃省国土资源厅 | 甘肃加鑫矿业有限公司                | 2007 年 10 月 10 日至<br>2009 年 7 月 10 日  | 甘肃有色三队         | 10.54 km <sup>2</sup> |
| 延续 | 甘肃省合作市以地南铜金矿详查 | T62120080802012464 | 甘肃省国土资源厅 | 甘肃加鑫矿业有限公司                | 2011 年 10 月 10 日至<br>2013 年 10 月 9 日  | 湖南省有色地质勘查局二四五队 | 7.67 km <sup>2</sup>  |
| 延续 | 甘肃省合作市以地南铜金矿详查 | T62120080802012464 | 甘肃省国土资源厅 | 甘肃加鑫矿业有限公司                | 2013 年 10 月 10 日至<br>2015 年 10 月 9 日  | 湖南省有色地质勘查局二四五队 | 5.21 km <sup>2</sup>  |
| 延续 | 甘肃省合作市以地南铜金矿勘探 | T62120080802012464 | 甘肃省国土资源厅 | 甘肃加鑫矿业有限公司                | 2015 年 10 月 10 日至<br>2017 年 10 月 9 日  | 湖南省有色地质勘查局二四五队 | 5.21km <sup>2</sup>   |
| 延续 | 甘肃省合作市以地南铜金矿勘探 | T62120080802012464 | 甘肃省国土资源厅 | 甘肃加鑫矿业有限公司                | 2017 年 10 月 10 日至<br>2019 年 10 月 9 日  | 湖南省有色地质勘查局二四五队 | 5.21km <sup>2</sup>   |
| 延续 | 甘肃省合作市以地南铜金矿勘探 | T62120080802012464 | 甘肃省自然资源厅 | 甘肃加鑫矿业有限公司                | 2020 年 8 月 22 日至<br>2025 年 8 月 21 日   | 湖南省有色地质勘查局二四五队 | 5.21km <sup>2</sup>   |

表 1-2

勘查许可证圈定的探矿范围拐点坐标

| 拐<br>点                    | 西安1980坐标系 |       |       |       | 2000国家大地坐标系 |       |       |       |
|---------------------------|-----------|-------|-------|-------|-------------|-------|-------|-------|
|                           | 经度        | 纬度    | X     | Y     | 经度          | 纬度    | X     | Y     |
| 1                         | *****     | ***** | ***** | ***** | *****       | ***** | ***** | ***** |
| 2                         | *****     | ***** | ***** | ***** | *****       | ***** | ***** | ***** |
| 3                         | *****     | ***** | ***** | ***** | *****       | ***** | ***** | ***** |
| 4                         | *****     | ***** | ***** | ***** | *****       | ***** | ***** | ***** |
| 5                         | *****     | ***** | ***** | ***** | *****       | ***** | ***** | ***** |
| 6                         | *****     | ***** | ***** | ***** | *****       | ***** | ***** | ***** |
| 7                         | *****     | ***** | ***** | ***** | *****       | ***** | ***** | ***** |
| 8                         | *****     | ***** | ***** | ***** | *****       | ***** | ***** | ***** |
| 勘查区面积：5.21km <sup>2</sup> |           |       |       |       |             |       |       |       |

2023 年，甘肃省自然资源厅《划定矿区范围批复》（甘采证划字〔2023〕0007 号）（详见附件），批复的矿区由 8 个拐点组成，开采标高 3400m-2040m，面积为 5.21km<sup>2</sup>。划定矿区范围坐标见表 1-3。

表 1-3 划定矿区范围表

| 拐点编号                                     | 2000 国家大地坐标系 |       |
|------------------------------------------|--------------|-------|
|                                          | X            | Y     |
| 1                                        | *****        | ***** |
| 2                                        | *****        | ***** |
| 3                                        | *****        | ***** |
| 4                                        | *****        | ***** |
| 5                                        | *****        | ***** |
| 6                                        | *****        | ***** |
| 7                                        | *****        | ***** |
| 8                                        | *****        | ***** |
| 面积为 5.21km <sup>2</sup> 开采标高 3400m-2040m |              |       |

目前甘肃加鑫矿业有限公司拟对该矿区进行开发利用，需办理采矿许可证（探矿权转采矿权），特委托我公司编制《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿矿产资源开发利用方案》。

### 1.5 矿区周边环境及开发利用情况

辰州矿业于2009年7月收购了由甘肃有色三队与加拿大鸿运资源有限公司合作成立的甘肃加鑫矿业有限公司所属的下看木仓、南办-老豆村、以地南、老虎山-阿什加等4个金矿探矿权，收购后探矿权人主体已变，但名称未变，仍为甘肃加鑫矿业有限公司，属于辰州矿业的全资子公司，注册地由兰州市变更到甘南藏族自治州合作市；同时收购了甘肃省地矿局第三地质矿产勘查院所属的答浪沟金矿探矿权，收购后探矿权人变为辰州矿业的全资子公司—甘肃辰州矿产开发有限责任公司。2010年7月从下看木仓探矿权分割出录斗艘金矿探矿权，详查工作结束，于2013年7月转成录斗艘金矿采矿权，采矿权人变为甘肃辰州矿产开发有限责任公司。周边矿业权设置情况见图1-2。

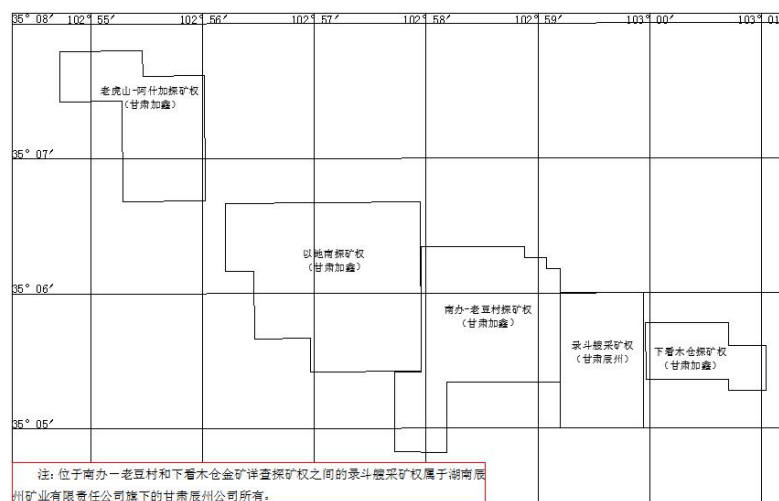


图1-2 周边矿业权设置情况

根据甘南州及合作市自然资源局矿业权划定矿区范围协查文件，申请人无越界开采、无证开采、以采代探及非法勘查等违法违规行为。采矿区周边影响范围内不涉及林业保护区，无其他交通相关不宜设置矿权的情况，符合国家产业政策，不在军事禁区，无自然保护区，矿区不在禁采区内。

## 1.6 编制依据和原则

### 1.6.1 编制依据和基础资料

(1) 《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿矿产资源开发利用方案》设计委托书；

(2) 《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》，湖南省有色地质勘查局二四五队，2017年4月；

(3) 《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》矿产资源储量评审备案证明，甘国土资储备字[2017]31号，甘肃省国土资源厅，2017年8月30日；

(4) 《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》评审意见书，甘国土资储评字[2017]38号，甘国土资储评总字1654号，甘肃省矿产资源储量评审中心，2017年8月5日；

(5) 《矿产地质勘查规范 岩金》(DZ/T 0205-2020)；

(6) 《划定矿区范围批复》，甘采证划字[2023]0007号，2023年5月26日；

(7) 《关于加强对矿产资源开发利用方案审查的通知》(国土资发〔1999〕98号，含矿产资源开发利用方案编写内容要求、矿产资源开发利用方案审查大纲)；

(8) 《国土资源部关于金矿资源合理开发利用“三率”最低指标要求(试行)

的公告》（〔2012〕第 29 号）；

（9）《黄金行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0314-2018），2018 年 10 月；

（10）《甘肃省绿色矿山建设规范地方标准》（DB62/T4284.1-2021）；

（11）勘查许可证；

（12）《甘肃省矿产资源总体规划（2021-2025）》；

（13）《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）；

（14）《甘肃加鑫以地南金矿选矿工艺技术指标设计指导书》，甘肃加鑫矿业有限公司，2022 年 3 月 23 日；

（15）《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃以地南年处理量 50 万吨金矿石半自磨+球磨机系统选型试验报告》（中信重工洛阳矿山机械工程设计研究院有限责任公司，2021.12.10）；

（15）《甘肃加鑫矿业有限公司以地南金矿粉磨设备选型计算与分析报告》（中信重工洛阳矿山机械工程设计研究院有限责任公司，2021.12.20）；

（16）业主提供的其他资料。

#### 1.6.2 编制原则

（1）必须遵循国家、各部委及甘肃省颁布的有关法律法规、政策和技术标准、规范；

（2）坚决贯彻执行“统筹规划、合理布局、正规设计、科学开采、规模经营、严格管理、安全生产、依法办矿”的原则，达到少投入、多产出的目的；

（3）在保证生产安全和经济效益的前提下，贫富兼采，充分利用和回收矿产资源；

（4）采用成熟可靠的生产工艺,装备水平应结合实际情况，符合先进、成熟适用、便于操作管理和维修的原则；

（5）充分利用已有的工程设施，在满足生产需要和安全可靠的基础上，最大限度节约建设投资；

（6）重视矿山安全生产、环境保护，加强水土保持工作，严格执行相关法规和政策。

## 2 矿产品需求现状和预测

### 2.1 金矿资源储量

#### 2.1.1 世界金矿资源概况

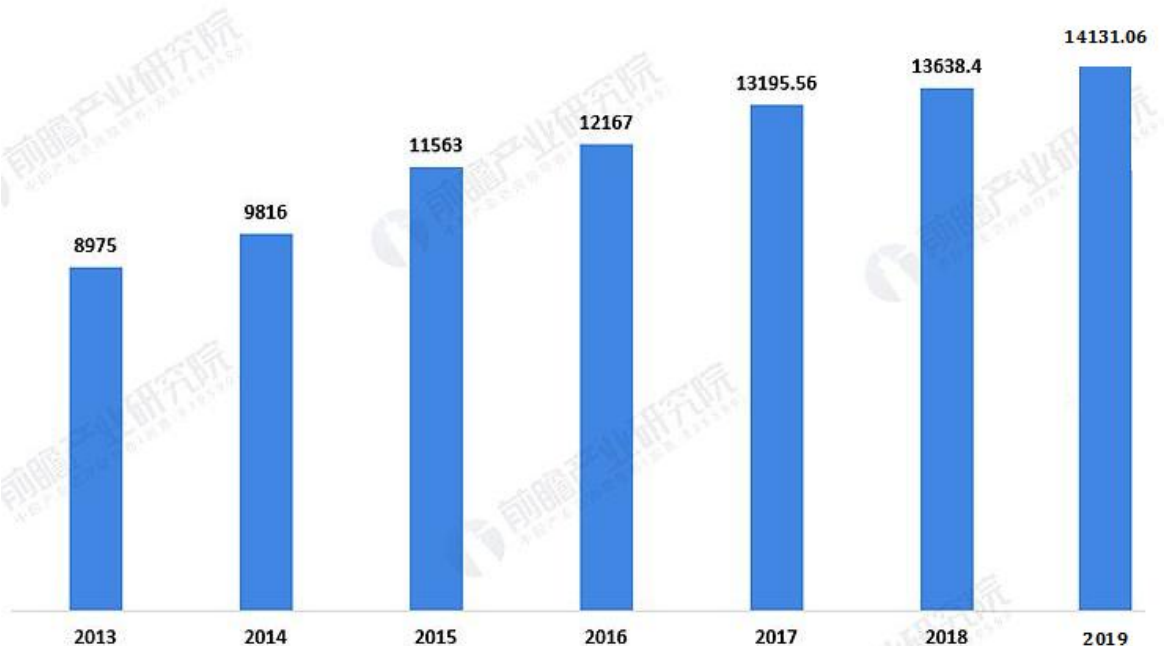
根据美国国家地质局 2023 年 1 月发布的全球矿产统计数据：截至 2022 年底全球黄金累计探明储量约为 58100t，全球黄金资源主要分布在澳大利亚、南非、俄罗斯、智利、美国等国，澳大利亚是全球黄金资源最丰富的国家，探明储量为 9900t，占全球总量的 17.04%；南非储量为 6400t，占比为 11.02%。全球黄金资源储量详见表 2-1。

| 国家或地区 | 储量 (t) | 储量占比 (%) | 国家或地区   | 储量 (t) | 储量占比 (%) |
|-------|--------|----------|---------|--------|----------|
| 澳大利亚  | 9900   | 17.04    | 加 纳     | 2100   | 3.61     |
| 南 非   | 6400   | 11.02    | 加 拿 大   | 2200   | 3.79     |
| 俄 罗 斯 | 5200   | 8.95     | 中 国     | 2100   | 3.61     |
| 智 利   | 3900   | 6.71     | 乌兹别克斯坦  | 1900   | 3.27     |
| 美 国   | 3200   | 5.51     | 墨 西 哥   | 1500   | 2.58     |
| 印度尼西亚 | 3100   | 5.34     | 巴布亚新几内亚 | 1300   | 2.24     |
| 巴 西   | 2500   | 4.30     | 其 他     | 10500  | 18.07    |
| 秘 鲁   | 2300   | 3.96     | 合 计     | 58100  | 100.00   |

#### 2.1.2 中国金矿资源概况

我国黄金资源分布十分广泛，中国已发现金矿床(点)7148 处，已查明 1232 处，包括岩金矿床 573 处、砂金矿床 456 处，伴生金矿床 204 处，全国 30 个省、直辖市、自治区都有金矿资源。根据《中国黄金年鉴 2020》，2012 年至 2019 年我国黄金查明资源储量在扣除消耗量的基础上仍稳定增长，由 2012 年的 8196.24 吨逐年上升至 2019 年的 14131.06 吨，我国黄金查明资源储量已经连续 5 年突破 1 万吨大关。截至 2018 年底，在已查明的黄金储量中，岩金 11573.57 吨，比 2017 年增加了 450.52 吨，增幅为 4.05%，占总储量的 84.86%；伴生金 1574.42 吨，比 2017 年减少了 7.22 吨，降幅为 0.46%，占总储量的 11.54%；砂金 490.40 吨，比 2017 年减少了 0.47 吨，降幅为 0.10%，占总储量的 3.60%。2013 年至 2019 年我国黄金查明资源储量见图 2-1。

2013-2019年中国黄金查明资源储量(单位: 吨)



资料来源：中国黄金协会 前瞻产业研究院整理

雪球：前瞻经济APP

图 2-1 2013 年至 2019 年我国黄金查明资源储量柱状图

我国岩金矿主要集中于胶东、小秦岭、吉南—辽东、西秦岭、滇黔桂相邻地区和华北地块北缘等地区，砂金矿则多集中于东北北部、新疆北部及陕甘川相邻地区等。近年来，随着国家积极引导黄金企业加强勘探，支持黄金企业及科研单位集中力量进行找矿工作，相继在滇黔桂、陕甘川金三角等西部新区和小秦岭、胶东等中东部发现新资源，主要表现：（1）重点矿区深部勘探取得突破。（2）在西部地区发现一批大型、特大型金矿。

### 2.1.3 甘肃金矿资源概况

甘肃金矿资源丰富，共发现和勘查岩金矿产地 100 多处，主要分布于北山地区的额济纳—北山弧盆系和敦煌地块，祁连地区的北祁连弧盆系和中—南祁连弧盆系，西秦岭地区的北秦岭岩浆弧和中杂岭陆缘盆地及南杂岭裂谷带，摩天岭地区的巴颜喀拉地块利阿拉善陆块构造环境，时间上燕山期、印支期占主导地位（约占 67%），华力西期次之（约占 20%），加里东期（约占 9%）

## 2.2 供给及需求分析

### 2.2.1 国内外黄金市场供应现状

根据美国地质调查局的数据，2021 全球金矿产量略低于 2020 年，2021 年全球顶级黄金生产国产量如下。中国：再次成为世界上最大的黄金生产国，2021 开采量为 370 吨，略高于 2020 年的 365 吨。十多年来，中国一直保持着黄金产量的最高地位。澳大利亚：2021 年澳大利亚的黄金产量达到 330 吨。俄罗斯：俄罗斯再次成为第三大黄金生产国，矿山产量 300 吨。美国：过去几年，美国黄金产量一直在下降。2021 年，美国产量为 180 吨，比前 9 年减少了 20 吨。加拿大：2021 年加拿大的黄金产量与 2020 年持平，矿山产量 170 吨，使该国得以保持其第五大黄金生产国的地位。加纳：成为第六大黄金生产国。加纳的黄金产量比前一年略微增加了 5 吨，矿山产量 130 吨，加纳是非洲最大的黄金生产国，近年来已超过南非。巴西：产量为 107.0 吨，巴西进入全球前十大黄金生产国行列，而且产量连续三年增长。乌兹别克斯坦：乌兹别克斯坦的黄金产量从 2019 年的 94.6 吨大幅增至去年的 101.6 吨，且首次突破 100 吨关口。墨西哥：墨西哥的黄金产量一度从 2008 年的 50.8 吨升至 2015 年 131 吨的峰值，但过去五年连续下滑，2021 年产量 101.6 吨。根据《中国黄金年鉴 2022》，我国的黄金资源量为 15750.51 吨，在全球黄金储量排名中位居第 9 位，根据世界黄金协会产业研究院数据，2015 年-2021 年全球黄金产量见图 2-2。

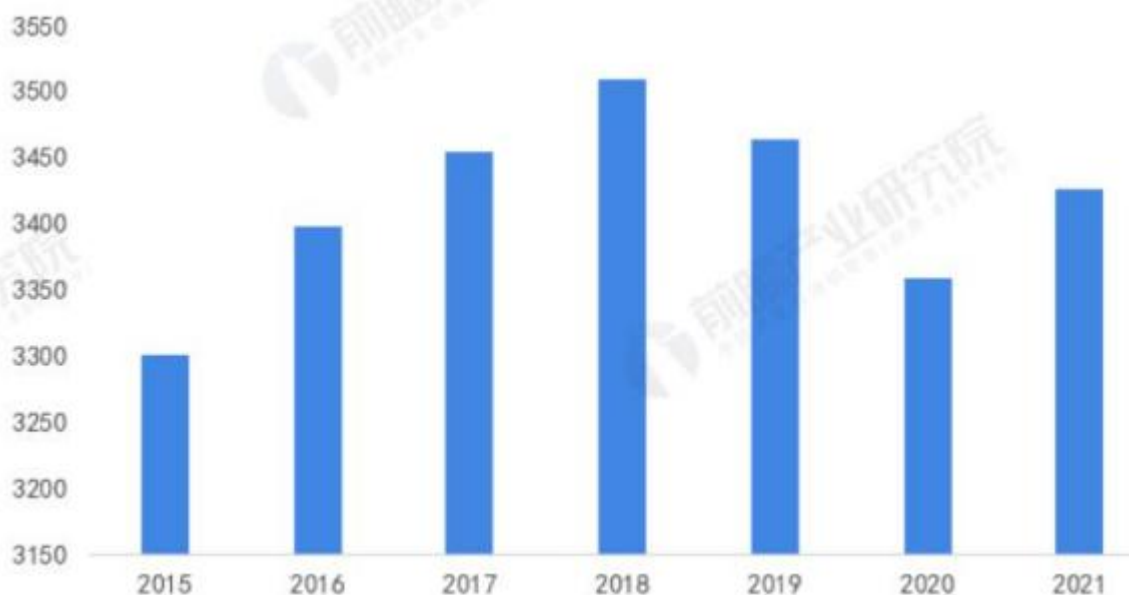


图 2-2 2015 年-2021 年全球黄金产量（单位：吨）

从黄金产量区域分布来看，中国是世界最大的黄金生产国，产量占全球总量的近 11%，其次为俄罗斯、澳大利亚和美国。

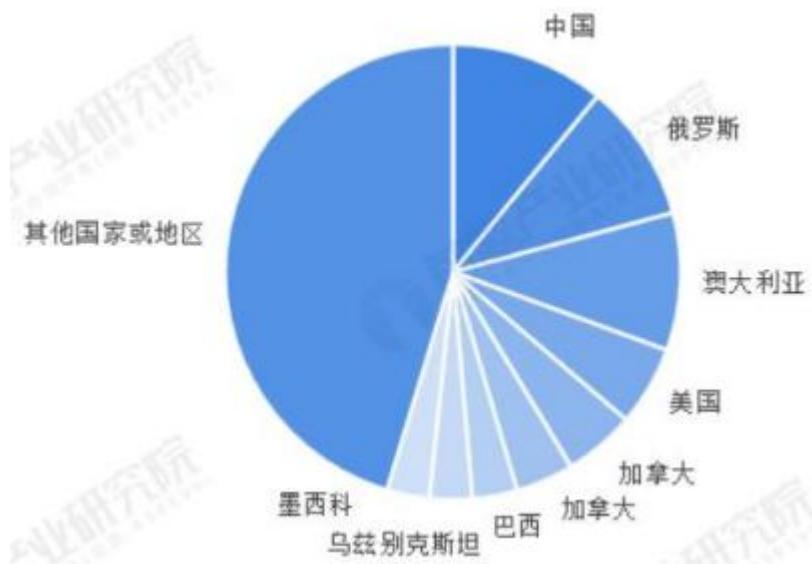


图 2-3 全球黄金生产区域

2021 年,我国黄金市场交易总量约 7.15 万吨,交易规模排在美国和英国之后,居全球第三位。山东省以 118.33 吨的成品金年产量排名第一,河南省、江西省分别以 80.34 吨、49.08 吨排名二三位;烟台市以 18.75 吨的成品金年产量排名全国地级市第一,三门峡市和洛阳市分别以 10.67 吨、10.63 吨排名二三位。

#### 2.2.2 黄金国内外市场需求现状及预测

黄金作为主要的贵金属之一,具有易锻造、抗腐蚀性能较强、导热性与导电性能较好等特点,除了用于珠宝首饰领域,在国际货币储备等金融领域也发挥重要的流通作用,并在工业领域中得到广泛的应用。布雷顿森林体系的瓦解,使得黄金作为储备货币的功能大幅削弱,黄金以首饰作为装饰、保值的作用增强,黄金首饰需求量占比基本稳定在 60%-70%。

2022 年,受疫情反复、居民收入预期下滑等因素影响,黄金首饰消费需求、投资需求、工业需求下滑明显。2022 年黄金消费量同比下降 10.63%,而产量受金价上行、冶炼厂经营形势向好、进口原料产金增长等影响,同比大幅增长 12.24%。



图 2-4 2015 年-2022 年中国黄金拱需求量（单位：吨）

近年来，国内消费者对于消费类黄金珠宝产品的需求从传统的婚嫁需求逐渐扩展至个性化与充满设计感的“悦己、自戴”型和礼品性需求，且首饰金的价格波动上升，共同推动了黄金饰品规模整体增长，2015-2021 年我国黄金饰品的市场规模年复合增速为 8.08%。2022 年，在地缘政治危机、全球疫情持续、世界经济放缓、通货膨胀加剧等因素支撑下，黄金价格处于历史较高水平，国内首饰金价格增长至 514 元/克，而黄金饰品的市场规模受需求量下滑拖累，同比下降 2.52%至 3363.2 亿元。



图 2-5 2022 年世界黄金消费需求

黄金兼具商品与金融工具的双重特点，全球黄金消费需求集中在珠宝首饰、工业、投资以及各国中央银行储备领域。2021 年全球黄金储备量中，第一名是美国，高达 8133.5 吨，第二到第四名分别是德国、意大利、法国，他们的黄金储备量分别为 3371 吨、2451 吨、2436 吨，而且他们的黄金储备量都占其外汇的 60%以上。整个欧盟的黄金储备总量达到了 10772.23 吨，这三国加起来占欧盟总储备量的 76.66%。排名第五的到第十位的分别是：俄罗斯 2242 吨、中国 1948.3 吨、瑞士 1040 吨、日本 765.2 吨、荷兰 612.5 吨、印度 560.3 吨。据中国黄金协会最新统计数据显示：

2021 年，国内原料黄金产量为 328.98 吨，比 2020 年减产 36.36 吨，同比下降 9.95%，其中，黄金矿产金完成 258.09 吨，有色副产金完成 70.89 吨。另外，2021 年进口原料产金 114.58 吨，同比上升 0.37%，若加上这部分进口原料产金，全国共生产黄金 443.56 吨，同比下降 7.50%。2021 年，全国黄金实际消费量 1120.90 吨，与 2020 年同期相比增长 36.53%，较疫情前 2019 年同期增长 11.78%。其中：黄金首饰 711.29 吨，较 2020 年同期增长 44.99%，较 2019 年同期增长 5.18%；金条及金币 312.86 吨，较 2020 年同期增长 26.87%，较 2019 年同期增长 38.56%；工业及其他用金 96.75 吨，同比增长 15.44%。2021 年，在我国统筹经济发展和疫情防控工作的显著成效下，国内黄金消费总体保持恢复态势，并实现同比较快增长。目前我国仍是全球最大的黄金生产国和消费国，每年黄金开采量都占到全球的 10% 以上。但同时我国拥有 14 亿人口，民间的黄金需求量很大，国人对黄金饰品的青睐，使得黄金在我国供不应求。而且为了保护生态环境，目前我国也在逐渐减少黄金开采，因此我国也需要从国外大量的进口黄金。

### 2.2.3 黄金目标市场分析

中国是世界第一大黄金消费国，约占全球黄金需求量的 30%。在中国传统文化中，黄金寓意家庭美满富足，尤其在婚嫁习俗中金饰更是占据重要地位，同时黄金原材料的贵金属属性也让黄金饰品具备一定投资价值，预计黄金饰品在中长期内仍将保持中国主流珠宝饰品地位。中国、印度以及中东本身就是传统的黄金消费大国。这些国家中不断壮大的中产阶级也将有更多的投资需求。在当前阶段，宏观经济的不确定性使黄金的货币属性和避险作用受到了激发，主要黄金 ETF 黄金持有量较年初增加 457t，增长 45%，显示出投资者对黄金投资前所未有的需求。除去消费及投资需求外，新兴经济体无论从维护本国货币稳定的角度还是从国际主要结算货币贬值风险角度都需要大幅增加黄金储备。俄罗斯在未来数年将实施增加黄金储备的战略，南非和阿根廷央行也已经公开表态将会回收黄金增加储备，中国、日本也将会紧跟俄罗斯步伐，减少美元资产而增加黄金等资产。新兴市场央行则继续保持稳健速度积累黄金储备。我国黄金储备仅占外汇储备总额的 2.94%，远远低于世界上发达国家的水平。从保值、增值和分散化投资的角度来看，我国将会调整外汇储备结构，实施多元化战备，未来我国黄金储备有巨大的增长空间。综上，黄金的目标市场仍然是珠宝首饰、黄金投资和新兴经济体的黄金储备需求。

## 2.3 黄金价格走势分析

### 2.3.1 影响黄金价格的因素

影响黄金价格的因素包括以下几个方面：

#### （1）美元价格

美元和黄金的关系一般是：美元强就黄金弱，黄金强就美元弱，二者是呈负相关性。主要是因为国际黄金现货和期货均是以美元标价，美元贬值，黄金价格就相对便宜，从而刺激黄金需求的增加，在供求不变的情况下黄金价格上升；美元升值，黄金价格相对较高，黄金需求降低，黄金价格下降。

另外，把美元和黄金都看作投资品，美元升值代表美国经济繁荣，美国股票和债券更受追捧，所以黄金作为价值投资的功能就相对削弱；美元疲软时，说明股市低迷，美国经济萧条，黄金作为保值的投资功能得到突显，需求迅速增加。

#### （2）战乱及政局震荡时期

战争和政局震荡时期，经济的发展会受到很大的限制。任何当地的货币，都可能会由于通货膨胀而贬值。这时，黄金的重要性就淋漓尽致的发挥出来了。由于黄金具有公认的特性，为国际公认的交易媒介，在这种时刻，人们都会把目标投向黄金。对黄金的抢购，也必然会造成金价的上升。

#### （3）世界金融危机

当美国等西方大国的金融体系出现了不稳定的现象时，世界资金便会投向黄金，黄金需求增加，金价即会上涨。黄金在这时就发挥了资金避难所的功能。从 2008 年以来黄金就因为金融危机影响一直保持上升的态势。

#### （4）通货膨胀

一个国家货币的购买能力，是基于物价指数而决定的。当一国的物价稳定时，其货币的购买能力就越稳定。相反，通货率越高，货币的购买力就越弱。如果通胀剧烈，持有现金根本没有保障，收取利息也赶不上物价的暴升。人们就会采购黄金，因此投资保值产品黄金就是一个很好的途径。

通货膨胀率较低时，黄金价格与之并无明显关系；而在通胀率较高的情况下，人们对货币的预期会下降，黄金会充分发挥其保值功能同时规避风险。

#### （5）石油价格

原油作为全球主要能源，已经渗透到社会经济的方方面面，成为带动经济发展

的基础资源。世界经济对石油的价格变动很敏感，原油上升，会带动以原油为基础的物价水平的上升，增加了经济发展的成本，通胀水平提高。而黄金作为通胀期间保值的投资手段，在此时会有大量的需求，这势必会拉高黄金价格。所以，原油价格与黄金价格在大多数时候会呈现出正方向变动关系。再者，原油产区多是政治经济动荡地区，多数产油国为了保护本国的石油收入，会购买大量黄金进行保值。这样石油价格上升所造成产油国收入增加，会导致黄金购买量增加，从而导致国际黄金价格上涨。

#### （6）黄金供需关系

金价是基于供求关系的基础之上的。如果黄金的产量大幅增加，金价会受到影响而回落。但如果出现矿工长时间的罢工等原因使产量停止增加，金价就会在求过于供的情况下升值。此外，新采金技术的应用、新矿的发现，均令黄金的供给增加，表现在价格上当然会令金价下跌。

### 2.3.2 黄金价格走势分析

#### （1）美联储货币政策是决定贵金属价格的主要因素

随着金银本位体系的取消，布雷登森林体系建立了“美元与黄金挂钩，其他货币与美元挂钩的全球货币金融系，但由于实物黄金的产量不能满足全球对美元的需求，布雷登森林体系的终结也结束了黄金理论上的货币职能，但实际情况是，黄金白银的金属属性使其越来越成为全球金融体系的重要组成部分。

美元指数是由欧元、日元、英镑等 6 种主要货币兑美元的汇率加权平均得出。其中美元兑欧元汇率在美元指数中占最大比重，约为 57.6%。当美元升值时，意味着等量美元可以兑换更多其他货币，美元兑其他货币汇率上升，美元指数上升；反之，美元贬值时，汇率下降，美元指数下降。

当美元步入加息带来的升值通道时，一方面，由于黄金白银等贵金属以美元标价，美元升值意味着其他国家投资者需要支付更高的价格购买同等数量的金银，抑制对金银的需求；另一方面，投资者将更倾向于抛售金银而持有美元，在获得较高的利息收入的同时，又可以享受美元升值收益，从而导致金银价格下跌；反之，美元贬值，金银价格则会走高。历史数据也显示，黄金白银价格和美元指数走势呈现明显的负相关性。

从历史数据来看，美联储每一轮加息前后都伴有黄金价格下跌，但下跌幅度和

时点受加息预期等同期其他因素影响。

联邦基金利率是美国同业拆借市场形成的利率。由于美联储是市场上最大的参与者，美联储拆借利率的变动会改变其他参与者的预期，进而调整整个市场的利率，因此这是一项十分有效的货币政策工具。当经济低迷时，美联储会降低利率，以减少储蓄增加投资，带动疲软的经济。

2016、2017 年这两年，美联储维持联邦基金利率 0.25%~0.5% 不变，并下调了 2017 年的经济增长预估。美联储对利率的调节，不仅会对经济走势产生影响，也反映了货币政策决策者对当下经济形势的判断。此次美联储维持利率不变，在一定程度上反映美国经济复苏水平仍然乏力，或将推动贵金属价格持续上涨。

## （2）负利率与通货膨胀预期，凸显贵金属投资价值

a. 金融危机以来，全球主要经济体均实行宽松的货币政策以刺激经济，美欧日等发达国家均已步入零利率甚至负利率时代，以刺激疲软的经济。负利率政策会降低本国市场上金融工具的投资收益率，当利率降低甚至达到负利率时，投资黄金的机会成本较小，会促使投资者增加黄金等贵金属的投资。从历史数据来看，当全球主要国家实际利率处于高位时，黄金价格处于低位；当这些国家实际利率下降时，黄金价格会上升。

中国的实际利率一直在零附近震荡。2009 年、2010 年以及 2014 年分别到达过短暂的高位，但 2016 年实际利率开始下跌，中国再次进入负利率时代。中国负利率的主要原因是通胀水平上升，一年期存款利率小于 CPI 同比增长。对于中国投资者来说，投资黄金的收益远大于放弃储蓄的成本，这会鼓励投资者购买黄金，从而推高黄金价格。

b. 目前，美国 CPI 持续上涨，4 月已经达到 1.1%，显示美国经济在经过长时间的量化宽松之后，其通胀的内在推动力开始逐渐显现，随着国际原油价格的逐步反弹（ICE 布油已由最低值 27.1 美元/桶上涨 84% 至 50 美元/桶），美国以及其他主要经济体的 CPI 存在加速上涨的可能，通胀的加速上行亦将凸显黄金的投资价值，对国际金价的持续反弹形成较强的支撑。

自从 2008 年经历短暂的通缩后，中国在 2011 年通胀水平达到近年来的峰值，且 2015 年后 CPI 同比增长率一直在增加。这反映了我国通胀水平有上升的趋势，这会提升投资者的保值需求，对黄金也是利好的消息。

(3) 避险需求推动贵金属价格上涨在全球经济疲软的形势下，金融市场的动荡日益加剧，贵金属作为

保值避险的有效资产配置，需求日益增加。2016 年 6 月 24 日，英国公投支持脱欧，英镑兑美元当日下跌 8.85%，黄金日涨幅 4.40%，振幅达 8.70%，避险需求十分明显。

a. 金融市场波动加大，推高金银避险需求自 2008 年金融危机以来，全球各国均实施大规模的量化宽松货币政策，推动金融资产价格持续上涨，美国标普 500 指数由 800 多点一路上涨至 2000 多点。进入 2016 年以来，美国股市出现了大幅波动，标普 500 指数在 2000 点的位置剧烈波动，市场避险情绪浓厚，引发了投资者对黄金的投资需求。

从中国股票指数和黄金指数走势来看，黄金行业表现较大盘有所滞后；而大盘震荡时，黄金行业表现要优于大盘。以 2008 年至 2013 年的调整期为例，黄金指数比大盘反弹幅度更大。最近大盘走低，对于黄金板块或是利好消息。

b. 随着中国外汇储备的不断增长，截至 2016 年 5 月底，中国官方外汇储备达到 3.2 万亿元，较 20 世纪初增长近 20 倍。

2015 年下半年开始，人民币持续贬值，2016 年 6 月人民币兑美元汇率达到 6.57，较 2015 年 6 月贬值 7.9%，且仍有明显的贬值压力和趋势。受人民币贬值影响，国内居民对于海外资产的配置需求不断增长，境内银行代客涉外支出不断增长，境外机构和个人持有境内的人民币金融资产也不断下滑，随着资本的持续外流对人民币可能带来更大的贬值压力，央行可能进一步加强对外汇流出的限制，从而使得资本流入具有保值增值的黄金白银等贵金属投资。

#### (4) 投资需求促进黄金价格上涨

ETF 持仓量增加和黄金价格具有正相关关系。当 ETF 持仓量持续减少时，黄金价格也在下跌；当 ETF 持仓量持续增加时，显示黄金的需求量不断增加，金价也呈现不断上涨的趋势。数据显示，自 2015 年底以来，5 家黄金 ETF 的总持仓量不断增长，黄金价格也不断上涨。

近些年来，世界央行储备金总量有明显提升。2000 年起，央行储备金一直减持，2008 年后开始增持。至 2018 年世界范围内的央行储备金已增加了 2752t，且有继续增加的趋势。

世界上央行黄金储量最多的前十大国家中，美国央行黄金储量最多，有 8133.5t，且外汇占比最高，为 74.85%。中国央行黄金储量为 1797.5t，但价值仅有外汇储备的 2.16%，远远低于其他国家，还有很大的增持空间。

2019 年以来，中国央行黄金储备数量不断上升，2019 年全年增持 700t 左右，黄金占外汇储备比例也在不断升高。相对于其他货币，黄金价值更稳定，对一国金融稳定作用更大。中国外汇储备中黄金占比过低，预计未来央行还会增持黄金，对黄金价格的持续上涨形成有力支撑。

2020 年由于新冠疫情使全球经济停摆，各国政府和央行试图通过大规模的财政和货币刺激措施来应对这种影响，投资者向传统的避风港投入资金，黄金通常被视为是对冲通胀和货币贬值的工具，利好黄金价格走高。2020 年上半年金价持续上涨，突破 2000 美元/盎司。预计短期内金价将继续保持高位震荡，主要影响因素：1) 受疫情影响，美国经济先行指标持续走弱，消费数据高位缺乏支撑，预计 2020 年美欧差距逐渐缩小，美元指数下行压力大；2) 预计全球将持续流动性宽松格局，实际利率或将延续下行趋势；3) 美国贸易保护主义的蔓延和局部地缘政治冲突升级，避险情绪攀升也将推动对黄金的偏好。

全球流动性宽松大幕仍将延续。与美国全球经济火车头的地位一致，美联储的货币政策一般是全球流动性环境的风向标。例如，美联储的降息时点，一般领先全球其他央行。目前，全球主要央行中，欧央行、日央行和英国央行虽然均表达了对经济下行的担忧，但未明确会否降息；同时，澳大利亚、新西兰和印度等少部分经济体的央行，因国内经济下行压力较大有所降息。随着美国经济回落加速、全球经济下行压力加剧，美联储或将重回降息通道、拉开全球流动性宽松序幕。这一背景下，实际利率中枢的回落，将利好黄金价格中期上涨。

整体来说，黄金作为一种避险资产，当全球不确定性显著上升时，黄金价格通常会迎来上涨。预计短期内受疫情及全球量化宽松影响，黄金将继续保持高位震荡一段时间，随着未来疫苗的大规模量产，若疫情得到控制，经济逐渐复苏，金价将回落，回归正常估值范围。

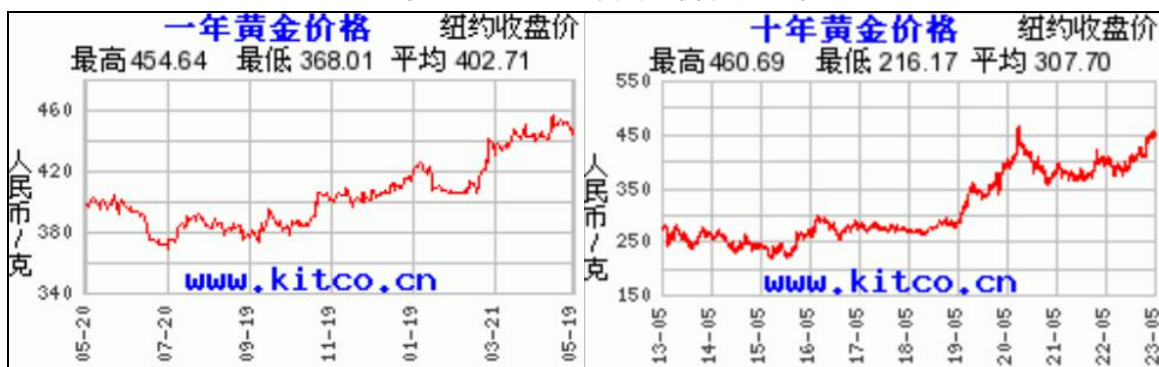
### 2.3.3 黄金价格现状及变化趋势

2021 年以来，随着全球疫情出现转机和疫苗接种稳步推进，以及拜登政府大规模财政刺激下的美元连续走强，使得一季度黄金价格震荡回调，三月底伦敦现货黄金定盘

价为 1691.05 美元/盎司，较年初下降 12.98%。但二季度震荡上升，三季度基本在 360～380 元/g 之间震荡。上海黄金交易所 Au9999 黄金以 397.48 元/g 开盘，十月底收于 367.75 元/g，较年初下降 7.48%，今年加权平均价格为 366.58 元/g，仍较上一年同期增长 6.19%。近五年、一年、十年金价走势分别见图 2-6～图 2-8。



图 2-6 近五年黄金价格走势



2-7 近一年黄金价格走势

图 2-8 近十年黄金价格走势

从图 2-6～8 可知：近一年（2022 年 5 月 20 日～2023 年 5 月 19 日）黄金价格最高 454.64 元/g，最低 368.01 元/g，平均 402.71 元/g；五年最高 460.69 元/g，最低 259.59 元/g，平均 358.19 元/g；十年最高 460.69 元/g，最低 216.17 元/g，平均 307.70 元/g。

总体上看，国内国际市场近十年来，黄金价格在 2013 年 5 月～2014 年 5 月多在 230～265 元/g 的区间内震动，2015 年 5 月至 2016 年 6 月基本呈现单边下跌的趋势，2015 年底最低跌至 216 元/g，此后的 2017～2018 年基本在 260～280 元/g 做箱式调整，进入 2019 年后，黄金价格走出了一波上升行情，并于 2020 年 6 月 24 日突破 400 元/g 大关，8 月 7 日达到历史高点 460.69 元/g。近十年、五年、一年的黄金均价从 296.58～460.69 元/g 逐步抬高，目前黄金价格处于近十年的相对高位，基本在 350～

400 元/g 之间波动。

#### 2.3.4 白银价格现状及变化趋势

白银价格都大致追随金价变化而波动，与黄金一样，美元走强和美债收益率不断攀升亦令白银持续承压。此外，白银市场体量远小于黄金，固有的波动率也更高。不过，宏观经济大环境将促使投资者转向贵金属，或将推高银价。此外，随着疫情后全球经济复苏，投资者看多工业金属也将让白银受益。美国政府计划推出一系列基建刺激措施，也将推动白银用量上升。因此，一旦贵金属价格重拾升势，白银表现将跑赢黄金。

近五、一、十年白银价走势分别见图 2-9~图 2-11。



图 2-9 近五年白银价格走势



图 2-10 近一年白银价格走势

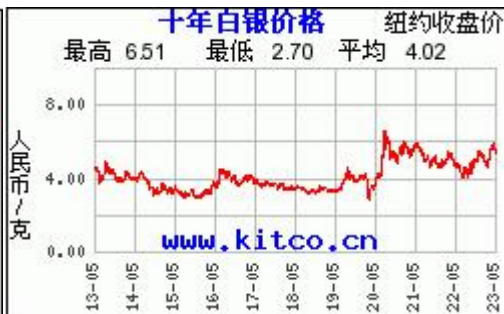


图 2-11 近十年白银价格走势

从图 2-10~12 可知：近十年、五年、一年的白银均价分别为 4.02 元/g、4.40 元/g、4.78 元/g。目前白银价格处于箱体震荡阶段，近期在 4.5~5.5 元/g 之间震荡的可能行较大。从中远期看，今后 5~10 年白银价格也会随黄金价格波动出现较大的波动。

#### 2.3.5 本次设计价格确定

通过以上分析，结合黄金和白银的五年、十年均价计价并结合黄金及白银市场的变动，本次开发利用方案黄金价格取 350 元/g（黄金免征增值税），白银价格取 4 元/g（含增值税）。项目产出的金精矿含金 253.75 元/g（折价系数参考业主提供的湖

南中南黄金冶炼有限公司采购方案的折价系数 72.5%) 计算, 金精矿含银按 2.96 元/g (折价系数按 73%) 计算, 价格均为出厂价, 由采购方负责运输。

### 3 矿产资源概况

#### 3.1 矿区总体概况

##### 3.1.1 矿区总体规划情况

根据《合作市矿产资源总体规划》（2021-2025 年）规划布局章节指出要强化战略性矿产安全保障，落实州规勘查开布局，以优势资源金为依托，发挥产业聚集效应，规模化开采，集约节约利用资源，打造成国家重要的黄金资源开发加工产业基地。根据甘南州区域发展战略和国土空间规划布局、资源环境承载能力、国土空间开发适宜性评价和矿业发展现状，重点建设合作早子沟—夏河加甘滩金资源基地，早子沟金矿、录斗艘金矿等一批大、中型矿山企业深部及外围勘查成效显著，推进合作市老虎山—下看木仓、直合完干等一批金矿区资源开发利用，充分依托已查明资源优势，继续加强金、铜及多金属矿种的勘查开发，加强矿区生态环境保护和绿色矿业建设。

##### 3.1.2 矿区矿产资源概况

《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》矿产资源储量评审备案证明：截止评审基准日（2017 年 4 月 30 日），甘肃省合作市以地南铜金矿勘探探矿权范围内查明的资源量为：探明+控制+推断资源量 8609076 吨（原生矿石+氧化矿石），金金属量 28569 千克，平均品位  $3.32 \times 10^{-6}$ 。其中探明资源量 2414239 吨，金金属量 8105 千克，平均品位  $3.36 \times 10^{-6}$ ；控制资源量 700240 吨，金金属量 2493 千克，平均品位  $3.56 \times 10^{-6}$ ；推断资源量 5494597 吨，金金属量 17971 千克，平均品位  $3.27 \times 10^{-6}$ 。

其中工业品级的探明+控制+推断资源量 8047450 吨，金金属量 27513 千克，平均品位  $3.42 \times 10^{-6}$ ，低品位的探明+控制+推断资源量 561626 吨，金金属量 1056 千克，平均品位  $1.88 \times 10^{-6}$ 。

##### 3.1.3 该设计与矿区总体开发的关系

根据《合作市矿产资源总体规划》（2021-2025 年）中的开采规划区块章节指出：综合矿产资源赋存特征、资源储量规模、开发利用现状、经济技术条件和市场需求，全市共设置开采规划区块 10 个。其中，落实省级开采规划区块 6 个，主要开采矿种为金；市级新设 4 个，主要开采矿种为建筑用石料和砖瓦用粘土。6 个开采规划区中甘肃省合作市以地南矿区铜金矿为其中一个规划区，也是本次开发利用方案设计的矿区。

### 3.2 资源概况

#### 3.2.1 矿区地质概况

以地南铜金矿大地构造位置处于华北板块与扬子板块两大板块碰撞带的北侧，即礼县-夏河逆冲推覆构造带的西南缘、力士山-新堡复式背斜及其南北两翼。区域构造形态复杂，地层强烈褶皱，断裂构造十分发育。其中，NW 向断裂对区内的地层、岩体、岩脉及矿床（点）分布，具有十分重要的控制作用。

##### 3.2.1.1 地层

区域内出露地层由老到新有石炭系下统巴都组（ $C_1b$ ）、中统下加岭组（ $C_2x$ ）、上统东扎口组（ $C_3d$ ），二叠系下统大关山群（ $P_1dg$ ），三叠系下统隆务河群（ $T_1L$ ）、中统古浪提组（ $T_2g$ ），侏罗系中下统（ $J_{1-2}$ ）及新近系上新统（ $N_2$ ）等，其中，二叠系下统大关山群（ $P_1dg$ ）和三叠系下统隆务河群（ $T_1L$ ）为矿区的主要含矿地层。

矿区出露的地层主要有二叠系下统大关山群上部岩组（ $P_1dg$ ）、新近系上新统（ $N_2$ ）及第四系（ $Q$ ）。矿区中部为大面积的德乌鲁石英闪长岩体，北西、南东侧出露下二叠统大关山群上部岩组（ $P_1dg$ ）。矿区外围出露新近系上新统（ $N_2$ ）。矿区出露地层由老到新分述如下：

##### a. 二叠统大关山群上部岩组（ $P_1dg$ ）

分布在矿区北西、南东侧，主要为滨海-台缘斜坡-深海盆地相，岩石以碎屑岩为主，夹少量碳酸盐岩，另有呈透镜状的捕掳体出现于德乌鲁石英闪长岩体内接触带中。根据岩石组合，下二叠统大关山群上部岩组可划分为四个岩性段。

第一岩性段（ $P_1dg^1$ ）：岩性为含炭质板岩、泥质板岩夹浅变质砂岩及不纯灰岩条带，其中还夹有两层透镜状砾岩，沿层间裂隙有中酸性闪长玢岩脉贯入。而在破碎的中酸性闪长玢岩脉中常伴有Au矿化。厚度大于300m。

第二岩性段（ $P_1dg^2$ ）：岩性为含炭质板岩、泥质板岩夹少量浅变质砂岩、大理岩条带、透镜状砾岩、红柱石绢云母角岩，局部见闪长玢岩脉沿层间裂隙贯入，该岩性段为区内的主要含矿地层，底部以底砾岩与第一岩性段为界。厚度 300~1200m。

第三岩性段（ $P_1dg^3$ ）：岩性为含炭质板岩、泥质板岩夹灰岩、砂岩、黑云母-白云母石英角岩。以夹较多的薄—中厚层灰岩及大理岩为特征。该岩性段底部以堆积底砾岩为界。厚度 1356m。

第四岩性段（ $P_1dg^4$ ）：岩性为含炭质板岩、泥质板岩夹浅变质砂岩、黑云母—白云母石英角岩。厚度大于 300m。

上述四个岩性段之间均为整合接触。总的来看，岩性自下而上表现出海进的地层层序。

#### b. 新近系上新统 ( $N_2$ )

为红色砂质泥质砾岩层。上部为一套红色砾岩，呈砖红色，砾石呈棱角-次圆状；下部为红色泥质砾岩、砾石成份石英闪长岩增多，且含钙质结核。红色砾岩呈片分布于矿区近外围部分山梁顶部。

#### c. 第四系 (Q)

为腐殖层、黄土、残坡积物、冲积物等，广泛分布于区内山梁、坡、沟谷和河床中。局部残坡积层呈黄绿-黄褐色。厚一般在 3~10m。

### 3.2.1.2 构造

以地南铜金矿矿区内断裂及褶皱构造发育，并以断裂构造为主。

#### a. 褶皱

矿区位于力士山-新堡复背斜的次级褶皱日加-上郎岗向斜的南西翼，总体为一单斜构造，岩层走向  $330^\circ \sim 315^\circ$ ，倾向 NE，倾角  $50^\circ \sim 75^\circ$ 。次一级的含炭质板岩夹砂岩中的层间小褶曲极为发育，且多属柔性紧密褶曲，一般规模小。均属北西向构造。

#### b. 断裂

矿区内断裂构造分为 NW 向层间断裂、近 SN 向断裂及羽状断裂三类。矿床中的矿体赋存于断裂构造形成的含矿破碎蚀变带中，即断裂构造与成矿关系密切。各类断裂构造特征简述如下。

NW 向层间断裂：基本顺层发育在二叠系下统大关山群上部岩组含砂质板岩、角岩、大理岩中，其与区域构造线一致，走向 NW-NWW，倾向 NE，倾角  $45^\circ \sim 70^\circ$ 。其中，主要有 2 条含矿破碎蚀变带  $F_8$ 、 $F_{12}$ ，均属 NW 向构造的低序次构造。

近 SN 向断裂：其与岩浆活动有关而分布在岩体内及内外接触带附近，为矿区内最重要的赋矿构造，其中共圈出 15 条含矿破碎蚀变带，均由破碎的石英闪长岩碎块和少量石英碎块、黑色断层泥组成，主要倾向 E，局部反向倾向 W，倾角  $65^\circ \sim 88^\circ$ ，北部相对较缓  $58^\circ \sim 75^\circ$ ，局部受产状和裂隙影响，有些扭曲。近 SN 向断裂的  $F_3$ 、 $F_4$  两含矿破碎蚀变带中的 Au4-1、Au3-1 矿体为矿床中的主矿体，约占全区总金资源量的 89%。

羽状断裂：与区域构造线相配套的羽状断裂，常表现为晚期特征，只有当其与

层间断裂和其它断裂相叠加时才具有找矿的意义，但延伸不长，一般规模较小。

矿区内由断裂构造形成各含矿破碎蚀变带特征详见表 3-1。

表 3-1

矿区含矿破碎蚀变带特征一览表

| 序号 | 编号                   | 规模<br>(km) | 产状      |         |        | 两盘地层岩性          | 赋存矿体                                                                                              | 控制工程个数                              |
|----|----------------------|------------|---------|---------|--------|-----------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------|
|    |                      |            | 走向 (°)  | 倾向      | 倾角 (°) |                 |                                                                                                   |                                     |
| 1  | F <sub>1</sub>       | 1.42       | 5~10    | SEE     | 70~80  | 砂质板岩、石英闪长岩      | Au (Cu) 1-1、Au1-2、Au1-3                                                                           | 剥土 1 个, 坑道 3 个, 钻孔 13 个             |
| 2  | F <sub>2</sub>       | 1.50       | 5~10    | SEE     | 65~80  | 砂质板岩、石英闪长岩      | Au2-1、Au2-2、Au2-3、Au2-4、Au2-5、Au2-6                                                               | 探槽 1 个, 坑道 4 个, 钻孔 20 个             |
| 3  | F <sub>3</sub>       | 1.55       | 5~10    | SEE     | 76~81  | 石英闪长岩、砂质板岩      | Au3-1、Au3-2                                                                                       | 探槽 3 个, 坑道 5 个, 钻孔 41 个             |
| 4  | F <sub>3-1</sub>     | 1.20       | 5~10    | SEE     | 75~85  | 石英闪长岩           | Au3-1-1、Au3-1-2、Au3-1-3、Au3-1-4、<br>Au3-1-5、Au3-1-6                                               | 坑道 1 个, 钻孔 26 个                     |
| 5  | F <sub>3-2</sub>     | 1.38       | 5~10    | SEE     | 75~85  | 石英闪长岩           | Au3-2-1、Au3-2-2、Au3-2-3、Au3-2-4、<br>Au3-2-5、Au3-2-6、Au3-2-7、Au3-2-8、<br>Au3-2-9、Au3-2-10、Au3-2-11 | 坑道 1 个, 钻孔 29 个                     |
| 6  | F <sub>4</sub>       | 1.85       | 5~10    | SEE~NWW | 78~89  | 石英闪长岩、砂质板岩 (北部) | Au4-1、Au4-2、Au4-3、Au4-4、Au4-5、<br>Au4-6、Au4-7、Au4-8                                               | 探槽 10 个, 剥土 1 个, 坑道 8 个,<br>钻孔 61 个 |
| 7  | F <sub>5</sub>       | 1.14       | 5~10    | SEE     | 75~80  | 石英闪长岩           | Au5-1、Au5-2、Au5-3、Au5-4、Au5-5                                                                     | 探槽 2 个, 坑道 2 个, 钻孔 13 个             |
| 8  | F <sub>6</sub>       | 0.40       | 0~20    | E~SEE   | 75~80  | 石英闪长岩           |                                                                                                   | 剥土 3 个                              |
| 9  | F <sub>7</sub>       | 0.62       | 350~10  | NEE~SEE | 65~70  | 石英闪长岩           |                                                                                                   | 剥土 3 个                              |
| 10 | F <sub>8</sub>       | 0.30       | 320~340 | NE      | 50~70  | 砂质板岩、角岩         | Au8                                                                                               | 剥土 1 个, 探槽 1 个, 坑道 1 个,<br>钻孔 1 个   |
| 11 | F <sub>9</sub>       | 0.30       | 50      | SE      | 75     | 石英闪长岩           |                                                                                                   | 探槽 2 个                              |
| 12 | F <sub>10</sub> (隐伏) | 0.50       | 5~10    | SEE     | 75~85  | 石英闪长岩           | Au10-1、Au10-2、Au10-3、Au10-4                                                                       | 坑道 4 个, 钻孔 3 个                      |
| 13 | F <sub>11</sub>      | 0.20       | 0~20    | SEE     | 75~80  | 石英闪长岩           | Au11                                                                                              | 剥土 3 个, 钻孔 1 个                      |
| 14 | F <sub>12</sub>      | 0.85       | 320~340 | NE      | 55~70  | 砂质板岩            | Au12                                                                                              | 剥土 7 个, 钻孔 1 个                      |
| 15 | F <sub>13</sub>      | 0.08       | 10~20   | SEE     | 75~80  | 石英闪长岩           |                                                                                                   | 剥土 1 个                              |
| 16 | F <sub>14</sub>      | 0.15       | SN      | E       | 76     | 石英闪长岩           |                                                                                                   | 剥土 2 个, 探槽 1 个                      |
| 17 | F <sub>15</sub>      | 0.05       | 10      | SEE     | 85     | 石英闪长岩           |                                                                                                   | 探槽 1 个                              |

注: 全区共圈定 48 条矿体, 其中 34 条为工业矿体, 其余 Au4-8、Au4-3、Au1-3、Au2-4、Au2-5、Au2-6、Au3-1-4、Au3-1-6、Au3-2-6、Au3-2-11、Au5-1、Au5-3、Au5-5、Au10-4 等 14 条矿体为低品位矿体。

### 3.2.1.3 岩浆岩

区域内侵入岩及脉岩发育。

#### a. 侵入岩

区域内主要侵入体是德乌鲁石英闪长岩(δ 052)和其东部的录斗艘石英闪长斑岩,二者呈断层接触。德乌鲁岩体呈 NW-SE 向侵入二叠系下统大关山群和侏罗系杂日火山岩中,呈岩株状产出;录斗艘石英闪长斑岩为不规则小岩株。

区内德乌鲁岩体被第四系黄土大片覆盖,其呈 NW-SE 向穿过矿区中部,面积约 4km<sup>2</sup>。岩体接触带的局部地段(如 3050m 中段 7 勘探线 F4 破碎带接近岩体的接触带处)见有岩体侵入时的围岩(角岩)捕虏体、暗色矿物(角闪石)吸离体,自边缘到中心,岩体的相带分异不明显,岩石粒度变化不大,岩体属中等剥蚀程度。矿区已发现的 17 条金矿化带,有 15 条属于该岩体及内接触带中的破碎蚀变带。其主要岩性为石英闪长岩。

石英闪长岩:岩石呈灰白色,不等粒半自形粒状结构,块状构造。岩石中主要矿物成分为角闪石和中性斜长石,次要矿物为黑云母和石英,副矿物为不透明金属矿物(闪锌矿和黄铁矿),岩石中还含有后期充填的方解石脉。

#### b. 脉岩

矿区内闪长玢岩脉及石英-方解石脉较发育,一般成群分布。岩脉多沿含炭质板岩、泥质板岩夹变质砂岩层间构造薄弱带贯入。

闪长玢岩脉:岩石呈灰-灰绿色,粒状结构、变余斑状结构、基质交织结构或辉绿结构,块状构造,呈岩墙或岩枝贯入于岩体或围岩中,长 50~100m,最长达 200m;厚一般 1.0~2.0m,部分 3~4m,最宽达 6m。按其产状可分为 5 组: NNE / NW 或 SE ∠ 65° ~ 84° ; NNW / NE ∠ 52° ~ 88° ; S~N / E ∠ 62° ; NEE / SE ∠ 55° ; NWW / NE ∠ 82° 。产状比较杂乱,但以 NNE、NNW 组为主, NWW、NEE 次之。

分布在岩体内的闪长玢岩脉,局部见黄铁矿化及金矿化,而分布在围岩中的闪长玢岩脉,常见铜矿化、黄铁矿化及金矿化,黄铜矿呈星点状分布。当闪长玢岩脉中出现黄铁矿化,且黄铁矿呈细粒或微粒状分布时,就能形成金矿体。

石英-方解石脉:一般沿裂隙贯入。石英脉最宽 10~20cm,一般数厘米或小于 1cm,呈微小细脉。方解石脉一般宽 5cm,一般多呈网脉状。沿断裂破碎带贯入的石英脉含有金属硫化物黄铁矿以及毒砂等,是区内重要的找矿标志。

#### 3.2.1.4 围岩蚀变

矿区围岩蚀变主要有黄铁矿化、硅化、绢云母化、毒砂化、辉锑矿化、黄铜矿化、碳酸盐化等。其中以硅化、黄铁矿化与金矿化关系密切。矿体与围岩无明显界线，要靠取样分析来划分其界线。

黄铁矿化：为蚀变带中较普遍的一种矿化蚀变，黄铁矿呈浸染状，少部分呈细脉状，多为半自形-自形晶，粒度大小不均，粒径 0.2~1mm，粗晶体有压碎现象，其形成期主要有二期，早期黄铁矿晶体粗大，以自形晶为主，晚期粒度较细，呈半自形晶-它形粒状，局部成为细小脉状，该期与金矿化较密切。

硅化：表现为岩石基质中石英含量增高，石英多呈微晶-隐晶质，局部形成斑块或细脉状集合体，常伴随有黄铁矿和毒砂矿化。

#### 3.2.2 矿床地质特征

矿床成因类型属中低温热液型金矿床。矿床中矿体均产于断裂构造形成的含矿破碎蚀变带中，且受破碎蚀变带控制。矿区内的金矿体按赋矿岩性等划分为石英闪长岩型金矿体、板岩型金矿体、铜金矿体三种，其中石英闪长岩型金矿体所占矿床中矿体条数最多、资源量占比最大。地质勘探工作中在 11 条断裂含矿破碎蚀变带中共圈出 48 条矿体，其中，45 条石英闪长岩型金矿体、2 条板岩型金矿体、1 条铜金矿体。

矿区石英闪长岩型原生矿的 Au 矿石量约占全区总矿石量的 97.36%，Au 金属量约占全区总金属量的 97.26%，铜金矿、板岩型金矿和氧化矿资源量很少。主矿体 Au4-1 和 Au3-1 矿石类型属于石英闪长岩型金矿，二者的原生矿石量占全区总矿石量的 90.13%，Au 金属量约占全区总金属量的 87.87%，（其中 Au4-1 原生 Au 矿石量占全区总矿石量的 63.99%，Au 金属量约占全区总金属量的 61.54%；Au3-1 矿体原生 Au 矿石量占全区总矿石量的 26.14%，Au 金属量约占全区总金属量的 26.33%）。其余矿体规模较小。地质勘探工作中圈算的氧化矿在 Au4-1 和 Au3-1 两条矿体的浅部；共生铜金矿石仅分布于 Au(Cu)1-1 矿体中；板岩型金矿体编号为 Au8、Au12。

地质勘探报告按品级将金矿体划分为工业矿体和低品位矿体，其中：工业矿体 34 条，矿石量占全区金矿石量的 93.48%，Au 金属量占全区总 Au 金属量的 96.30%；低品位 14 条，矿石量占全区总矿石量的 6.52%，Au 金属量占全区总 Au 金属量的 3.7%。

### 3.2.2.1 矿体地质特征

矿床中各主矿体特征分述如下。

**Au4-1 矿体：**为矿区主要矿体，按其规模属大型矿体，呈板状产于  $F_4$  破碎蚀变带中，分布于南部 58 线以南至北部 15 线以北，南北长 1610m。地表有 40TC2、OTC1、BT03 等 9 个探槽和剥土工程控制；深部有 3220m、3190m、3160m、3130m、3110m、3100m、3055m 和 3010m 等 8 个中段坑道控制，控制长度 1650m，深部有 48 个钻孔控制，控制最低标高 2340m，最大垂深 945m。矿体呈波状弯曲，走向  $5^\circ \sim 10^\circ$ ，总体走向  $7^\circ$ ，倾向 SEE 为主，呈波状弯曲，局部直立甚至反倾向 W，倾角  $77^\circ \sim 89^\circ$ ，矿体形态为略呈“S”产出的板状。据 772 个样品统计，矿体厚 0.42~12.76m，平均 2.32m，厚度变化系数 45.50%，属厚度变化较稳定型矿体。矿体金品位  $1.13 \times 10^{-6} \sim 19.72 \times 10^{-6}$ ，平均  $3.19 \times 10^{-6}$ ，品位变化系数 82.14%，属有用组份分布较均匀型矿体，即矿体沿走向及倾向厚度、品位变化均稳定。该矿体探明+控制+推断资源量类型原生矿资源量：总矿石量  $550.86 \times 10^4 t$ ，总 Au 金属量 17582kg。

**Au3-1 金矿体：**产于  $F_3$  破碎蚀变带中，为矿区第二大矿体，呈板状，大型规模，分布于 58 线至 15 线，地表有 4 个探槽工程控制；浅部有 3205m、3155m、3110m、3055m、和 3010m 5 个中段坑道控制，深部有 23 个钻孔控制，控制矿体走向长 1575m，最低标高 2855m，最大斜深 459m。矿体沿走向呈波状弯曲，走向  $5^\circ \sim 10^\circ$ ，倾向 SEE，倾角  $75^\circ \sim 85^\circ$ ，局部近乎垂直，矿体沿倾向亦呈波状弯曲，矿体形态为不太平直的板状。从 Au3-1 矿体垂直纵投影图看，在 3000m 高程以下的深部，由于钻探工程达不到勘查网度要求，矿体呈不连续、品位呈降低趋势。据 518 个样品统计，Au3-1 金矿体厚 0.39~9.80m，平均 2.34m，厚度变化系数 55.46%，属厚度变化稳定型矿体。金品位  $1.16 \times 10^{-6} \sim 8.28 \times 10^{-6}$ ，平均  $3.34 \times 10^{-6}$ ，品位变化系数 123.15%，属有用组份分布较均匀型矿体。即矿体沿走向及倾向厚度、品位变化均稳定。该矿体探明+控制+推断资源量类型原生矿资源量：总矿石量  $225.04 \times 10^4 t$ ，总 Au 金属量 7523kg。

矿床各主要矿体及次要矿体特征见下表 3-2。

表 3-2

矿床各主要矿体及次要矿体特征一览表

| 序号 | 矿体<br>编号 | 赋矿<br>断裂<br>编号 | 矿体空间位置    |                 | 矿体规模      |                 |    | 矿体<br>形态 | 矿体产状（度） |         |       | 厚度<br>区间<br>（m） | 平均<br>厚度<br>（m） | 厚度变化系数<br>（%） | Au 品位区间（10 <sup>-6</sup> ） | Au 平均<br>品位<br>（10 <sup>-6</sup> ） | 品位变化系<br>数（%） | 矿石量（t）  | Au<br>金属量（kg） | 备 注       |
|----|----------|----------------|-----------|-----------------|-----------|-----------------|----|----------|---------|---------|-------|-----------------|-----------------|---------------|----------------------------|------------------------------------|---------------|---------|---------------|-----------|
|    |          |                | 起止<br>剖面线 | 赋存<br>标高<br>（m） | 长度<br>（m） | 最大<br>斜深<br>（m） | 类型 |          | 走向      | 倾向      | 倾角    |                 |                 |               |                            |                                    |               |         |               |           |
| 1  | Au4-1    | F4             | 58~15     | 2340~3285       | 1610      | 850             | 大  | 板状       | 5~10    | SEE~NWW | 77~89 | 0.42~12.76      | 2.32            | 45.50         | 1.13~19.72                 | 3.27                               | 82.14         | 5597471 | 17878         | 石英闪长岩型金矿体 |
| 2  | Au4-5    | F4             | 54        | 2800~2835       | 38        | 35              | 小  | 透镜体      | 7       | NWW     | 83    | 0.82            | 0.82            |               | 3.48                       | 3.48                               |               | 1626    | 6             |           |
| 3  | Au4-6    | F4             | 34        | 2065~2105       | 40        | 40              | 小  | 透镜体      | 8       | SEE     | 83    | 4.74            | 4.74            |               | 3.07                       | 3.07                               | 46.99         | 10737   | 33            |           |
| 4  | Au4-2    | F4             | 30~48     | 3090~3150       | 380       | 62              | 中  | 脉状       | 5~10    | SEE     | 80~82 | 0.88~3.89       | 2.29            | 42.69         | 2.06~13.08                 | 4.19                               | 58.40         | 118006  | 493           |           |
| 5  | Au4-7    | F4             | 18        | 2840~2860       | 20        | 21              | 小  | 透镜体      | 7       | SEE     | 75    | 1.33            | 1.33            |               | 5.52                       | 5.52                               | 69.29         | 771     | 4             |           |
| 6  | Au4-4    | F4             | 30~42     | 3090~3140       | 220       | 53              | 中  | 脉状       | 5~10    | SEE     | 70~72 | 0.78~3.35       | 1.65            | 54.15         | 2.78~16.96                 | 5.79                               | 76.39         | 28441   | 165           |           |
| 7  | Au3-1    | F3             | 58~15     | 2855~3310       | 1575      | 459             | 大  | 板状       | 5~10    | SEE     | 75~85 | 0.39~9.80       | 2.34            | 55.46         | 1.16~8.28                  | 3.32                               | 123.15        | 2282452 | 7651          |           |
| 8  | Au3-2    | F3             | 9         | 2570~2608       | 40        | 41              | 小  | 透镜体      | 7       | SEE     | 80    | 0.95            | 0.95            |               | 11.08                      | 11.08                              | 95.55         | 2160    | 24            |           |
| 9  | AuCu1-1  | F1             | 5~13      | 3190~3260       | 170       | 74              | 小  | 不规则      | 5~10    | SEE     | 72~80 | 0.65~3.09       | 1.69            | 39.58         | 4.22~44.33                 | 13.91                              | 105.86        | 19469   | 42            | 铜金矿体      |
| 10 | Au1-2    | F1             | 2         | 3185~3210       | 18        | 21              | 小  | 透镜体      | 6       | SEE     | 70    | 2.05            | 2.05            |               | 7.19                       | 7.19                               | 59.08         | 1264    | 9             | 石英闪长岩型金矿体 |
| 11 | Au2-1    | F2             | 6~9       | 3088~3268       | 270       | 186             | 中  | 不规则      | 5~10    | SEE     | 75    | 0.65~8.33       | 2.58            | 78.73         | 1.25~12.53                 | 4.21                               | 71.49         | 157811  | 665           |           |
| 12 | Au2-2    | F2             | 5~15      | 3030~3120       | 220       | 96              | 中  | 不规则      | 5~10    | SEE     | 70    | 0.48~2.68       | 1.58            | 43.84         | 2.85~6.14                  | 3.68                               | 69.53         | 35112   | 126           |           |
| 13 | Au2-3    | F2             | 23        | 3138~3158       | 17        | 21              | 小  | 透镜体      | 8       | SEE     | 70    | 1.11            | 1.11            |               | 4.11                       | 4.11                               |               | 634     | 3             |           |
| 14 | Au3-1-1  | F3-1           | 6~1       | 3100~3150       | 170       | 50              | 小  | 扁豆体      | 5~8     | SEE     | 82    | 1.14~1.84       | 1.50            | 23.33         | 1.01~20.98                 | 6.20                               | 134.54        | 13667   | 85            |           |
| 15 | Au3-1-2  | F3-1           | 10        | 3170~3205       | 20        | 28              | 小  | 扁豆体      | 7       | SEE     | 82    | 1.46~6.54       | 3.60            | 73.02         | 2.84~3.52                  | 3.31                               | 58.81         | 5606    | 19            |           |
| 16 | Au3-1-3  | F3-1           | 38        | 3220~3236       | 20        | 16              | 小  | 透镜体      | 9       | SEE     | 82    | 0.54~0.88       | 0.71            | 33.86         | 4.92~5.67                  | 5.38                               | 86.14         | 325     | 2             |           |
| 17 | Au3-1-5  | F3-1           | 7         | 3016~3036       | 20        | 20              | 小  | 透镜体      | 6       | SEE     | 82    | 4.84            | 4.84            |               | 4.02                       | 4.02                               | 90.93         | 2735    | 11            |           |
| 18 | Au3-2-1  | F3-2           | 0~6       | 3060~3122       | 123       | 65              | 小  | 扁豆体      | 6~9     | NWW     | 73    | 0.71~3.89       | 1.64            | 71.13         | 1.82~3.51                  | 2.89                               | 66.39         | 14984   | 43            |           |
| 19 | Au3-2-2  | F3-2           | 34~38     | 3122~3142       | 91        | 21              | 小  | 扁豆体      | 5~8     | SEE     | 75    | 0.53~0.80       | 0.67            | 28.71         | 1.88~4.42                  | 2.89                               | 57.02         | 1759    | 5             |           |
| 20 | Au3-2-3  | F3-2           | 26        | 3137~3178       | 20        | 43              | 小  | 扁豆体      | 5~8     | SEE     | 73    | 0.88~3.03       | 2.29            | 53.39         | 1.91~7.33                  | 3.54                               | 79.68         | 3997    | 14            |           |
| 21 | Au3-2-4  | F3-2           | 34        | 2710~2730       | 20        | 21              | 小  | 透镜体      | 8       | SEE     | 75    | 1.27            | 1.27            |               | 5.01                       | 5.01                               | 114.47        | 735     | 4             |           |
| 22 | Au3-2-5  | F3-2           | 10        | 2970~3064       | 20        | 95              | 小  | 扁豆体      | 6       | NWW     | 75    | 0.64~4.18       | 2.41            | 103.87        | 2.70~3.43                  | 2.80                               | 17.90         | 6674    | 19            |           |
| 23 | Au3-2-7  | F3-2           | 5~7       | 3092~3181       | 60        | 93              | 小  | 扁豆体      | 7~9     | SEE     | 75    | 1.17~12.27      | 6.72            | 116.80        | 3.75~4.38                  | 4.33                               | 59.92         | 25041   | 108           |           |
| 24 | Au3-2-8  | F3-2           | 13        | 3045~3094       | 22        | 50              | 小  | 扁豆体      | 7~9     | SEE     | 73    | 1.25~5.92       | 3.59            | 92.11         | 1.44~5.37                  | 4.68                               | 70.03         | 8193    | 38            |           |
| 25 | Au3-2-9  | F3-2           | 5~7       | 2875~2895       | 48        | 42              | 小  | 扁豆体      | 8       | SEE     | 73    | 0.55~5.16       | 2.86            | 114.18        | 2.57~3.65                  | 2.67                               | 48.87         | 4014    | 11            |           |
| 26 | Au3-2-10 | F3-2           | 13        | 2807~2827       | 20        | 20              | 小  | 透镜体      | 7       | SEE     | 78    | 1.70            | 1.70            |               | 3.53                       | 3.53                               | 25.42         | 962     | 3             |           |
| 27 | Au5-2    | F5             | 18        | 2781~2801       | 20        | 21              | 小  | 透镜体      | 5       | SEE     | 75    | 0.91            | 0.91            |               | 2.55                       | 2.55                               |               | 525     | 1             |           |
| 28 | Au5-3    | F5             | 1~2       | 2783~2884       | 96        | 105             | 小  | 透镜体      | 6~10    | SEE     | 75    | 1.24~2.69       | 1.90            | 38.62         | 1.41~3.02                  | 2.59                               | 55.68         | 29642   | 69            |           |
| 29 | Au5-4    | F5             | 26        | 2256~2276       | 20        | 21              | 小  | 透镜体      | 6       | SEE     | 75    | 2.12            | 2.12            |               | 3.93                       | 3.93                               | 69.85         | 1176    | 5             |           |
| 30 | Au10-1   | F10            | 34~38     | 3090~3138       | 135       | 50              | 小  | 脉状       | 5~8     | SEE     | 80    | 0.78~7.00       | 3.17            | 73.90         | 2.86~9.46                  | 5.49                               | 45.26         | 38319   | 210           | 板岩型金矿体    |
| 31 | Au10-2   | F10            | 26        | 3073~3093       | 20        | 21              | 小  | 透镜体      | 8       | SEE     | 77    | 0.92            | 0.92            |               | 12.70                      | 12.70                              |               | 529     | 7             |           |
| 32 | Au10-3   | F10            | 18        | 3066~3086       | 20        | 21              | 小  | 透镜体      | 7       | SEE     | 77    | 1.02            | 1.02            |               | 7.16                       | 7.16                               |               | 589     | 4             | 石英闪长岩型金矿体 |
| 33 | Au8      | F8             | 172       | 2898~2994       | 46        | 125             | 小  | 脉状       | 320~340 | NE      | 50    | 1.06~1.99       | 1.64            | 30.77         | 2.55~3.89                  | 3.16                               | 24.35         | 31008   | 103           |           |
| 34 | Au11     | F11            | 50        | 3173~3276       | 177       | 103             | 小  | 脉状       | 5~15    | E~SEE   | 85    | 1.40~1.49       | 2.02            | 56.44         | 2.13~5.98                  | 3.82                               | 148.17        | 55843   | 213           | 板岩型金矿体    |
| 35 | Au12     | F12            | 90        | 3190~3274       | 177       | 89              | 小  | 脉状       | 320~340 | NE      | 70    | 1.20~2.17       | 1.74            | 28.28         | 1.95~6.79                  | 3.99                               | 46.60         | 34233   | 137           | 板岩型金矿体    |

### 3.2.2.2 矿石质量特征

矿物成分：原生矿中，金属矿物主要有黄铁矿、毒砂，次为黄铜矿、辉锑矿，少量辉铜矿，微量磁铁矿、闪锌矿，偶见黝铜矿、磁黄铁矿等，贵金属矿物有自然金。

脉石矿物以石英为主，次为绢云母、绿泥石及碳酸盐矿物等

矿石结构：主要有结晶结构、半自形-自形晶结构及交代结构等。

矿石构造：以浸染状构造为主，其次有脉状构造、块状构造及斑杂状构造等。

矿石化学成分：矿石中有益元素主要为Au，平均含量 $3.32 \times 10^{-6}$ ；伴生有益组分主要为Ag、Pb，矿床中Ag平均含量 $9.83 \times 10^{-6}$ ，矿床中Pb平均含量0.28%，矿石中伴生的Ag、Pb在金精矿中一定程度富集，可进行综合利用；共生有益组分为Cu，仅赋存于Au(Cu)1-1矿体中，该矿体中铜平均含量0.21%，矿石量19469t。

伴生有害元素主要为As，矿床中平均含量1.81%，砷矿物为主要的载金矿物，选矿过程难以降低金精矿中砷含量，其在金精矿中一定程度富集，影响金精矿计价系数，只能通过冶炼的方法回收或除砷。

矿石品级：按矿石品位划分为金矿石（工业矿石）和低品位金矿石，当金品位大于等于2.50g/t时，为金矿石（工业矿石）；当金品位大于等于1.0g/t且小于2.50g/t时，为低品位金矿石。

矿石工业类型：按金矿赋存位置和物质成分的差异，矿区原生矿划分为三种类型金矿石，即石英闪长岩型金矿石、板岩型金矿石及铜金矿石。石英闪长岩型金矿石占全区总矿石量的99.02%，Au金属量占全区总Au金属量的99.01%。板岩型金矿石和铜金矿石数量少，所占比例极小。

矿床中矿石自然类型可划分为氧化矿、混合矿、原生矿3种。根据矿区的物相资料及已有工程揭露情况表明：矿区的矿石主要为原生矿石；区内矿体氧化深度较浅，氧化界线清晰，平均深度约为20m，地质勘查工作中仅在Au4-1和Au3-1矿体地表圈定氧化矿，矿石量少，仅占全区矿石量的1.41%；混合矿平均深度约为25m，但很少见，地质勘查工作中未估算混合矿石资源量。

### 3.2.2.3 金的赋存特征

金矿物嵌布粒度：经地质勘查工作证实，矿石中金矿物粒度十分细小，属微粒金的范畴，毒砂是金矿物的最主要载体矿物，次为黄铁矿、方解石和铁白云石等。金矿物与载金矿物间的镶嵌关系以裂隙金为主，次为包裹金，粒间金比例较少。

金矿物赋存状态：金赋存状态相对较集中，与毒砂嵌连的金矿物占76.36%，与

黄铁矿嵌连的金矿物占21.5%。各种金矿物分布情况见下表3-3。

表 3-3 各种嵌布形式金矿物分布统计表

| 嵌布形式 |        | 分布率 (%) | 合 计 (%) |
|------|--------|---------|---------|
| 裂隙金  | 毒砂裂隙金  | 43.84   | 53.62   |
|      | 黄铁矿裂隙金 | 9.78    |         |
| 包裹金  | 毒砂包裹金  | 24.67   | 34.31   |
|      | 黄铁矿包裹金 | 5.39    |         |
|      | 脉石包裹金  | 4.25    |         |
| 粒间金  | 毒砂-黄铁矿 | 4.27    | 12.07   |
|      | 毒砂-脉石  | 3.58    |         |
|      | 黄铁矿-脉石 | 2.06    |         |
|      | 脉石粒间   | 2.16    |         |
| 总计   |        | 100.00  | 100.00  |

#### 3.2.2.4 矿体围岩和夹石

矿体的直接顶底板围岩以石英闪长岩为主，砂质板岩次之。

夹石产状与矿体一致，形态多呈透镜状，岩性与矿体、围岩岩性一致；夹石与矿体无明显分界线，靠取样分析结果来确定。

地质勘查工作中圈定的夹石均赋存于主矿体 Au4-1 中。在 26 线至 18 线之间存在隐伏夹石，夹石为石英闪长岩破碎角砾岩，走向长约 200m，该夹石规模较大，呈扁豆体状，Au4-1 矿体中夹石赋存情况见下表 3-4。

表 3-4 Au4-1 矿体中夹石赋存情况

| 勘探线编号 | 控制钻孔   | 夹石厚度 (m) | 夹石金含量 ( $\times 10^{-6}$ ) | 剖面上赋存标高 (m) |
|-------|--------|----------|----------------------------|-------------|
| 26    | ZK2608 | 2.67     | 0.41                       | 2420~2680   |
| 22    | ZK2202 | 9.75     | 0.49                       | 2930~2600   |
| 18    | ZK1801 | 2.13     | 0.42                       | 2700~2600   |
|       | ZK1802 | 3.11     | 0.56                       |             |

### 3.3 矿床开采技术条件及矿石加工技术性能

#### 3.3.1 水文地质条件

##### 3.3.1.1 矿床水文地质条件概述

区域水文概况：区域属黄河流域一级支流的大夏河水系。区内河流纵横，水资源比较丰富，多年平均径流量比较稳定，可供开发利用的浅层地下水资源分布均匀，补给来源可靠。大夏河是甘肃省中部较大河流，古名漓水，发源于甘南高原甘、青交界

处的大不勒赫卡山南北麓。南源桑其却卡，北源大纳昂，汇流后始称大夏河，经夏河县城向东北径流，出土门关进入临夏盆地，过临夏市后至康家湾注入刘家峡水库，全长 203km，其自产水量为 2.25 亿  $\text{m}^3$ ，流域面积 7152 $\text{km}^2$ 。

矿区周边水系较发育，西毛切克合河由北而南流经矿区东侧，答浪沟河自北向南流经矿区中部，二者在南部矿区外合流后向西汇入大夏河，河流源头均在北部矿区外，河水常年不断，水量较充沛，可满足矿山生产用水需要。

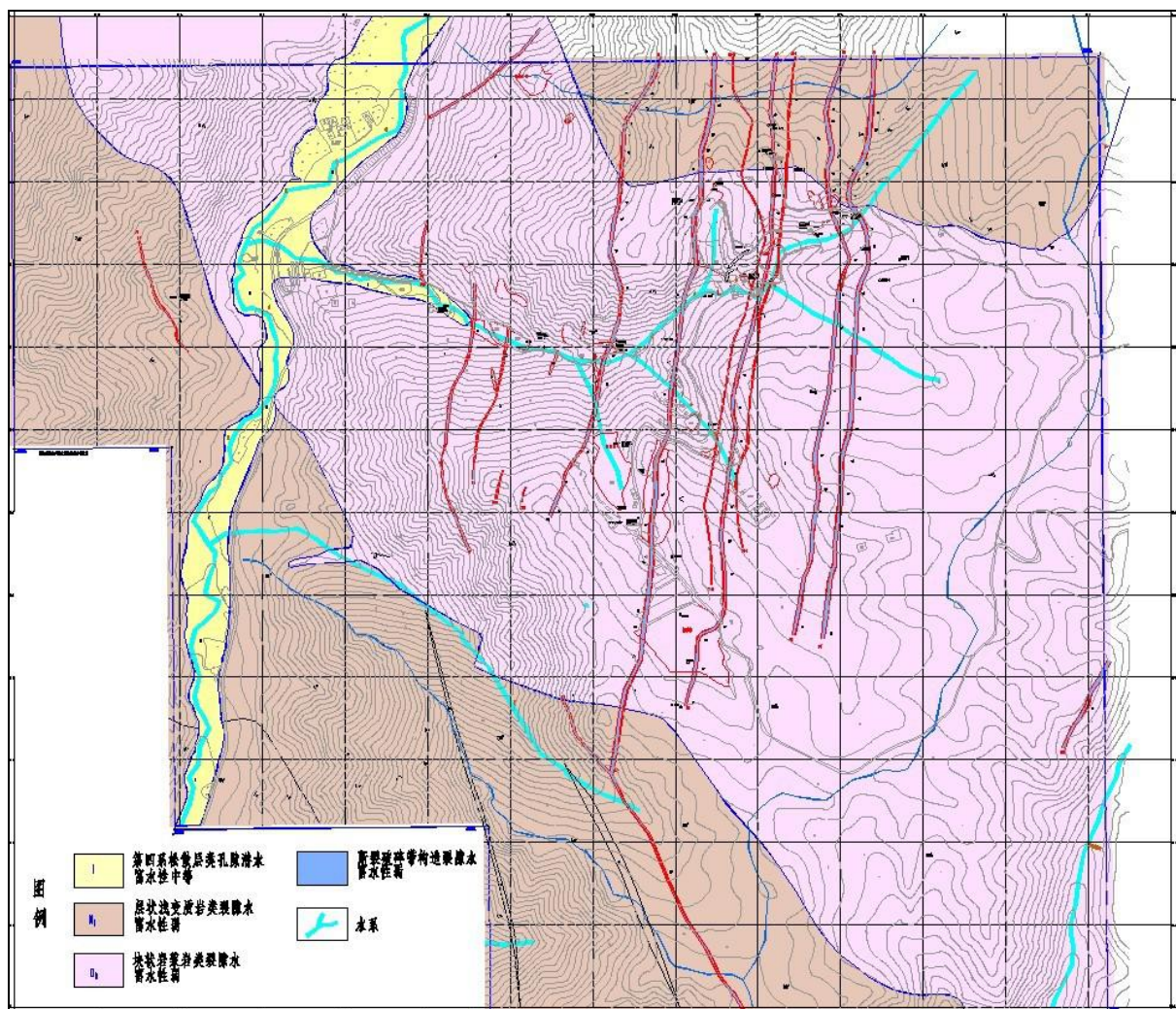


图 3-1 区域水文地质图

矿区位于秦岭山脉西北段、青藏高原东部边缘的甘南高原区，为典型的高原中高山地貌，海拔标高一般在 2760~3422.4m，最大高差 577.4m。地形总体北东及西北部山体险峻地势高，山脊近南北向贯穿矿区，山坡坡度  $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ；中部及东南部河谷狭长较平坦地势低，河谷宽约 10~50m，近北北东向平行状分布。矿区最低侵蚀基准面为矿二沟出口处河床，海拔高程 2845.0m，矿区地形复杂程度属 V 类，地形有利于大气降水的排泄。矿床矿体控制最低标高为 1961.06m。

答浪沟河为矿区内主要河流，属大夏河二级支流，其源头位于北部矿区外。矿区内流长约 2.5km，落差 123m，由矿区北部流入，向南西径流并纵贯矿区，在矿区西南角流出，于矿区外南部汇入卡加河，最终注入大夏河，区内汇水面积 4.42km<sup>2</sup>。河水主要依靠山区冰川、积雪和降水补给，由山区向下游径流。

矿区内分布答浪沟河的四条支流水沟，自北向南分别为拉不在卡沟、四合院后沟、矿二沟、矿三沟，总的流向是自东向西注入该河，其中四合院后沟为拉不在卡沟的支流。拉不在卡沟一般常年有水，丰水期流量为 11.2L/s，枯水期流量为 2.2L/s，一般流量约 5.28L/s。其余水沟均为季节性地表溪沟，丰水期短暂有水，枯水期则干涸。

本次设计范围处于相对独立水文地质单元内，设计范围内约 66%以上资源储量位于当地最低侵蚀基准面之上。矿区内溪流直接接受大气降水补给，流量随降雨起伏变化较大。降水补给后，就地排泄，地表径流强，径流时间短，溪流起天然排水作用。矿区部分含矿破碎带切割答浪沟河及拉不在卡沟，溪沟水可侧向渗入含矿破碎带，对风化带以上矿床开采有一定影响。

### 3.3.1.2 矿区地下水类型

根据矿区地层岩性、构造及地下水埋藏条件、水理特征，将矿区地下水分为第四系松散堆积层类孔隙水、基岩裂隙水及构造裂隙水三大类型。

### 3.3.1.3 矿区含水及隔水层特征

#### a. 含水层特征

第四系松散堆积层类孔隙水：赋存于矿区第四系松散堆积层中，按成因、含水层分布及组成物质的不同可进一步划分为以下两类。

残坡积孔隙潜水含水层(I1)：广泛分布于矿区坡麓之上的草地、旱地及凹地，由全新统残坡积粉质粘土、砂土夹岩石风化碎块及崩坡积碎石组成，残积物与坡积物之间无明显界线，区内分布不均匀，厚度随水位埋深变化而变化，厚度为 0.58~29.97m，平均厚度 10.32m，富水性弱，透水性弱~中等。该层以地下水位为界，以上部分属于透水而不含水层。地下水位埋深自山梁向坡脚由深渐浅，随季节动态变化大。

冲洪积孔隙潜水含水层(I2)：主要分布于河流两岸及冲沟中，河床及冲沟一般宽 2~50m，由黄褐色冲洪积砂砾、卵石、漂石及砂泥质物组成，该层厚度为 1~20m，水位埋深为 0.25~3m，透水性好。根据本次勘探民井调查，单井涌水量 1.18~10L/s，富水性中等~强。主要接受地表水、大气降水及基岩裂隙水的补给，自两侧向河流及

沟底径流。

基岩裂隙水：分为浅变质岩类裂隙含水层（II1）和岩浆岩类裂隙含水层（II2）两类。

浅变质岩类裂隙含水层（II1）：含水岩组为二叠系下统大山关群（ $P_1dg$ ）含炭板岩、泥质板岩及浅变质砂岩等。该层裂隙发育程度由浅至深渐弱，含水性亦随之变差。该含水层富水性极不均匀，呈带状或脉状。地下水位埋深自山梁向坡脚由深渐浅，据调查，泉水流量 0.3~1.5L/s。根据本次勘探抽水试验资料，钻孔平均单位涌水量为 0.0034L/s.m，平均渗透系数为 0.0144m/d，富水性微弱。

岩浆岩类裂隙含水层（II2）：含水层岩性为侵入的燕山期岩体及少量脉岩，间接构成矿体主要矿的顶、底板围岩。地下水主要赋存于基岩构造裂隙和风化裂隙中。该层浅部以风化裂隙为主，含风化裂隙潜水，深部以构造裂隙为主，含基岩构造裂隙水。该含水层在浅部表现为潜水，深部则承压，受裂隙发育程度、裂隙性质、规模及充填情况影响显著，呈带状，含水通道连通性不好，水力联系差，富水性不均匀。地下水位普遍较大，埋深自山梁向坡脚由深渐浅。据调查，泉水流量为 0.35L/s。根据本次勘探抽水试验，含水层钻孔平均单位涌水量为 0.0016 L/s.m，平均渗透系数为 0.0092m/d，富水性微弱。

构造裂隙水：矿区内小断裂构造发育，矿床地下水主要受断裂构造控制，虽然部分围岩的含水性弱~极弱，甚至不含水，但在横向和斜交断裂发育地带，形成脉状含水带。含水构造破碎带厚 0.71~158.84m，平均厚 12.97m。经抽水试验得知：构造裂隙含水带其钻孔平均单位涌水量为 0.0016~0.0034L/s.m，平均渗透系数为 0.0092~0.0174 m/d，富水性微弱，试验表明矿区内构造裂隙水基本与河水无水力联系。根据现有资料分析，矿区断层破碎带本身富水性微弱，导水性质差或基本不导水，可视为阻水构造，而断层破碎带及其两侧的次生裂隙发育，含构造裂隙水，但水量有限。

#### b. 隔水层及其隔水性

矿区内无固定的稳定隔水层，裂隙不甚发育、岩体结构完整的块状石英闪长岩体及层状板岩、变质砂岩岩体均可视为相对隔水层。

### 3.3.1.4 地下水的补给、径流、排泄条件

#### a. 天然状态下矿区地下水补给、径流、排泄条件

矿区地下水主要接受大气降水及冰雪消融水通过地表岩石风化裂隙、构造裂隙等途径入渗补给。矿区地下水径流方向一般指向沟谷，矿区地下水的水力坡度值较大，

强风化带裂隙水的渗透性能弱，地下水径流缓慢，其径流量、补给量、排泄量三值相等。矿区地下水流向以水系沟底为界可分为上下两个部分，沟底以上段为潜层地下水，沟底以下为深层地下水。潜层地下水受局部地形、风化裂隙带下限界面、地下分水岭控制，地下水以地下分水岭鼓丘顶点为界向两侧径流，以泉水及垂直蒸发的形式排泄，仅有部分地下水向更深处以侧向补给的形式向下游排泄。深层地下水由东北向西南缓慢运移，最终排泄于大夏河。

#### b. 矿床充水因素

矿床充水因素主要为基岩构造裂隙水、大气降水及巷道穿过的各含水层间裂隙水的入渗补给。其中，基岩构造裂隙水与矿体直接接触，是矿床直接充水因素；基岩层间裂隙水则通过断裂构造及采矿井巷对矿床充水，为矿床间接充水因素。根据目前资料，矿区断层破碎带多含（导）水性质弱，但其沟通的弱富水的基岩裂隙含水层可能经断裂入渗补给矿层地下水，尤其在切割河沟部位，地表水沿断裂向下入渗补给含水岩组，而后进入矿坑，故地表水也成为矿床充水因素之一。总体来看，构造断裂破碎带为矿床充水的主要通道及途径。

总体评价，矿区是以弱富水的构造裂隙含水带及大气降水为主要来源，矿层（体）直接充水的裂隙充水型矿床，矿床水文地质条件属简单类型。

#### 3.3.1.5 矿坑涌水量预测

本次设计根据地质勘探报告采用狭长水平坑道法、深度比拟法、富水系数法三种方法计算涌水量，最终推荐的矿坑涌水量估算方法采用深度比拟法并采矿专业提出的开拓方案、采矿方法及中段布置情况，对矿坑涌水量进行预测。矿山开采矿坑涌水主要由移动带内降雨下渗水、构造裂隙水构成。矿坑涌水量估算采用水文地质比拟法。

其中，地下涌水量估算公式（比拟法）为：
$$Q = Q_1 \sqrt{\frac{F}{F_1} \frac{S}{S_1}}$$

式中： $Q_1$ —实测矿坑阶段涌水量，单位  $\text{m}^3/\text{d}$ ；

$Q$ —估算中段的涌水量，单位  $\text{m}^3/\text{d}$ ；

$S_1$ —实测矿坑水位降深，单位  $\text{m}$ ；

$S$ —涌水量估算中段标高的水位降深，单位  $\text{m}$ 。

$F_1$ —实测矿坑阶段开采面积，单位  $\text{m}^2$ ；

$F$ —涌水量估算中段标高的开采面积，单位  $\text{m}^2$ 。

依据，上述公式，设计估算的矿坑涌水量详见下表 3-5。

表 3-5 矿坑涌水量估算表

| 估算范围         | 正常涌水量 (m <sup>3</sup> /d) | 最大涌水量 (m <sup>3</sup> /d) |
|--------------|---------------------------|---------------------------|
| 3010m 以上小计   | 119                       | 344                       |
| 3010-2860    | 133                       | 383                       |
| 2860-2760    | 85                        | 244                       |
| 2760-2660    | 81                        | 233                       |
| 2660-2510    | 112                       | 322                       |
| 2510-2360    | 50                        | 143                       |
| 2360-3010 小计 | 459                       | 1326                      |
| 合计           | 578                       | 1670                      |

### 3.3.2 工程地质条件

矿区地层主要由二叠系下统大山关群组地层及燕山期侵入岩组成。前者岩性为含炭板岩、泥质板岩夹浅变质砂岩及少量灰岩、大理岩条带、石英角岩；后者岩性为石英闪长岩、闪长玢岩。

根据岩石组合、岩石工程力学强度、成因类型、结构面的分布及岩体变形破坏特征将矿区工程地质岩（土）组分为散体结构新近沉积松散软弱土体、层状结构软弱-半坚硬浅变质岩类岩组、块状结构半坚硬-坚硬岩浆岩类岩组及碎裂结构软弱-半坚硬构造破碎带岩组。

#### 3.3.2.1 散体结构新近沉积松散软弱土体

矿区内按成因、物质组分可简单分为两类。

##### a. 以卵石、漂石及砂砾土为主的冲洪积松散土体

该层主要分布于河流两岸及冲沟中，多呈带状，河谷及冲沟一般宽2~50m，由冲洪积砂砾、卵石、漂石及砂泥质物组成。厚度0.5~20m，沟谷与河谷规模越大，则堆积厚度越大，最厚可达20m。一般卵漂石占60%~70%，砾石占20%~25%，砂占5%~10%。砂砾土工程地质性质较差，为松散结构的土体。

##### b. 以含碎石的粉土、粉质粘土及砂土为主的残坡积、崩积松散土体

该层为第四系残坡积及崩积松散堆积物，上部含腐植质，广泛分布于区内山梁、坡麓及沟谷中。由残坡积粉质粘土、砂土夹岩石风化碎块及崩坡积碎石组成。厚度0.58~29.97m，平均厚度10.32m。一般山脊及陡坡堆积厚度较小（0.3~5m），缓坡

及沟谷堆积厚度稍大(3~30m)。粉土与粉质粘土工程地质性质差,未胶结,易垮塌,为单层结构的松散软弱土体。

### 3.3.2.2 层状结构软弱-半坚硬浅变质岩组

该岩组广泛分布于矿区东北和东南部两侧,由二叠系含炭板岩、泥质板岩及浅变质砂岩,夹少量灰岩、大理岩条带和云英岩等组成;岩石地表风化强烈,裂隙由浅入深发育渐弱,深部多完整,但局部层间及构造破碎带两侧不规则裂隙发育。

该岩组以似层状~薄层状结构为主,结构体多为组合板状体,主要受III、IV级结构面控制和影响,以IV级结构面的板理(片理)最为发育,板理与层理产状相同,层理在不同程度上受片理的改造和破坏,使层理面起伏不平;岩组III级结构面表现为原生的软弱夹层与小型的层间错动及褶皱构造,结构面结合力较弱,属次生结构面,结构面间距0.2~0.4m,有的大于0.8m。岩石物理力学性质参数表明该岩组属软弱~半坚硬岩类,吸水率低,软化性较强,遇水易风化崩解,抗冻性较差,抗剪强度一般;岩石RQD平均值为79.26%,岩石质量劣~极好,岩体多较完整,部分破碎。作为北部矿体顶、底板围岩,其岩体质量中等~良,岩体较稳固,坑道一般不需支护。

### 3.3.2.3 块状结构半坚硬~坚硬岩浆岩类岩组

该岩组大面积分布于矿区中部地带,由石英闪长岩、闪长玢岩及少量脉岩等岩浆岩组成,块状构造,为侵入的燕山期岩体。该岩组以块状—整体块状结构为主,结构体形态多为长方体、立方体、菱形块体。主要受IV、V级结构面控制和影响,以IV级结构面的节理裂隙最为发育,表现为原生的硬脆面遭构造应力作用的层间错动。结构面结合力较弱,属次生结构面,结构面间距0.3~1m,有的大于1m。岩石物理力学性质参数表明该岩组属坚硬岩类,吸水率及含水率较小,软化性相对弱,不易风化,岩石抗剪强度高;岩石RQD平均值为82.48%,岩石质量好,岩体大部较完整致密,少量破碎。作为区内大部分矿体顶、底板直接或间接围岩,稳固性一般较好。

### 3.3.2.4 碎裂结构软弱~半坚硬构造破碎带类岩组

该岩组主要由 $F_3$ 、 $F_4$ 、 $F_5$ 等SN向断裂和NW向断裂 $F_8$ 、 $F_{12}$ 及其两侧构造影响的蚀变破碎带组成,多为压-压扭性应力作用形成,破碎带及构造影响带宽度一般1.8~35m。带内由石英闪长岩碎块,北部为砂质板岩碎块、石英脉碎块组成的角砾岩,由同质岩粉及泥质物胶结而成。断裂构造与成矿关系较密切,蚀变强烈,破碎带既是赋矿层也是直接或间接顶、底板围岩。

该岩组破碎带内以碎裂—碎裂散体结构为主，岩体结构面发育(构造及裂隙)，结构面结合力较弱，属次生Ⅳ、Ⅴ级结构面，结构面间距0.1~0.4m，有的小于0.1m。弱风化带以上RQD值在0~20%之间；按岩石强度分类属软弱~半坚硬岩类，遇水易软化。该岩组多软弱破碎，特别是金矿体赋存处半松散状、牛皮糖状断层泥多、蚀变软化强，且弱富水，其岩石RQD为0~93.33%，平均49.97%，岩石极劣~好。据坑道揭露显示含矿带处均软弱、松散碎渣状，遇水易软化，稳固性差，但部分无矿部位岩体质量尚好。巷道掘进中遇该到岩层的地段时易发生垮塌、掉块、冒顶等不良工程地质问题，需对其进行砼整体支护或采用锚喷支护。

综上所述，矿体围岩及间接顶、底板围岩大多为岩浆岩类，岩体质量良，稳固性好；部分为砂岩、板岩类，层状构造，岩体质量中等，岩体较稳固。但局部近矿围岩发育有构造裂隙带，岩体质量差，稳固性差，易出现垮塌、掉块等工程地质问题；矿床次级断裂构造蚀变破碎带发育，且是矿区金矿体主要赋存空间，为矿层直接顶、底板，多数含矿蚀变破碎带为区内的软弱层(带)，岩体稳固性差，未来坑道遇该层易发生垮塌、掉块、冒顶等不良工程地质问题；矿区岩石风化作用强烈，强风化层较厚(一般大于10m)，岩石软弱，岩体稳固性差，对边坡稳定不利，未来开采及矿山建设过程易发生崩塌和小型滑坡等工程地质问题。

主要矿岩物理力学参数如下：

硬度系数(f 值)：矿石 8-10；石英闪长岩 8-10，角砾岩 4-6，板岩 4-6；

矿石体重：石英闪长岩型金矿石  $2.80\text{t/m}^3$ ，板岩型金矿石  $2.75\text{ t/m}^3$ ，

围岩体重：石英闪长岩  $2.67\text{t/m}^3$ ，角砾岩  $2.57\text{t/m}^3$ ，板岩  $2.72\text{t/m}^3$

松散系数：1.66

自然安息角： $38^\circ$

综上所述，矿区地层变化不大，但地质构造发育，矿体围岩岩性较简单，岩体总体风化程度中等；局部软弱夹层、局部岩石节理、裂隙发育及构造破碎带影响矿岩的稳固性，局部地段易发生矿山工程地质问题。矿床岩石以块状岩类为主，一般较稳固，但在断裂破碎蚀变带附近，矿岩稳固性较差，需采取砼整体支护或采用锚喷支护措施。矿区工程地质属中等复杂程度。

### 3.3.3 环境地质条件

#### 3.3.3.1 地震效应及区域稳定性

矿区大地构造位置处于华北板块与扬子板块两大板块碰撞带的北侧，力士山-新堡复背斜的次级褶皱日加-上浪岗褶皱的西南翼，夏河-合作断裂及美新武寺-加锐岗深大断裂带之间，各级断裂发育，构造活动较强，岩浆活动频繁，具备发生地震的环境条件。根据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015），项目区地震动峰值加速度为 0.15g，地震动反应谱特征周期为 0.40s，区域地震设防烈度为Ⅶ度第一组。矿区属典型的高原中高山地貌，海拔标高均在 2750m 以上，同时区域地处青藏高原与秦岭造山带地震带附近，新构造隆起强，因此矿区属较不稳定区。

### 3.3.3.2 地质环境现状

矿区地处合作市北东部，为典型的高原中高山地貌，海拔一般在 3140~3427m。地形切割强烈，中部为起伏不大的高山草原。地表水系、冲沟较发育，第四系残坡积层广泛分布。主要河流常年不断，水质良好。区内植被发育一般，地表多为低矮草本植物覆盖。

矿区有简易公路直通乡道连接至合作市，交通便利。矿区为牧区，常驻人口稀少，周边有村落，有少量人群居住和放牧活动。区内居民 80%以上为藏族，杂居少数回族及汉族。区内以农牧业生产为主要经济来源，工业经济较落后，是甘肃省的牧业基地之一。区内无重要建筑，附近无风景名胜及自然保护区，当地社会安定、民族关系和谐，自然环境条件良好。

区内现状崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害不发育；矿区内无重大的污染源；区内岩土体、水体的各项放射性指标均低于国家限值标准，矿山生产中的矿石、废石、土壤、水体的放射性辐射水平不会对矿山人员及环境造成危害和污染；矿石和废石化学成分基本稳定，不易析出对人体与环境有害组份；游离  $\text{SiO}_2$  浓度基本符合要求，对人体不构成伤害；地下水对混凝土及钢筋基本无腐蚀性。矿区当前控制的地层温度正常，无特别的地温变化，到深部压力变大，可能产生变化，需在今后开采中注意。

综上所述，矿区附近无重大污染源，地下水、地表水水质较好，矿石、废石不易析出对人体和环境有害组份，现状地质灾害不发育，未来井下开采时对环境有一定影响，但无大的破坏性。总体评价，矿区地质环境质量良好。

整体来看，矿区水文地质条件简单，工程地质条件中等，环境地质条件简单，因此，矿床开采技术条件属以工程地质问题为主的中等类型（Ⅱ-2 类）矿床。

## 3.4 矿产资源储量

### 3.4.1 储量计算工业指标

地质勘探工作中，采用湖南辰州矿业有限责任公司建议给湖南有色二四五队的《关于甘肃省合作市以地南铜金矿矿床工业指标的意见》（2017年2月15日）中的工业指标进行矿体圈定和资源量估算，即《岩金矿地质勘查规范》（DZ/T0205-2020）中所确定的一般工业指标的下限值。具体工业指标如下。

a. 原生矿

边界品位  $Au \geq 1 \times 10^{-6}$ ;

最低工业品位  $Au \geq 2.5 \times 10^{-6}$

夹石剔除厚度（真厚度）：2m;

最小可采厚度（真厚度）：0.80m；厚度小于0.8m时采用m•g/t值计算，当m•g/t值 $\geq 2$ 时为圈为工业矿体。

b. 氧化矿

边界品位  $Au \geq 1 \times 10^{-6}$ ;

最低工业品位  $Au \geq 1.5 \times 10^{-6}$

夹石剔除厚度（真厚度）：2m;

最小可采厚度（真厚度）：0.80m；厚度小于0.8m时采用m•g/t值计算，当m•g/t值 $\geq 1.2$ 时圈为工业矿体。

c. 伴生组分

伴生组分评价指标，Ag、Pb、As的含量要求分别为 $2 \times 10^{-6}$ 、0.2%、0.2%。

### 3.4.2 勘探报告评审备案的资源储量

《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》提交并经甘肃省矿产资源储量评审中心评审通过，根据《固体矿产地质勘查规范总则》（GB-T13908-2020），将原331资源量转化为探明资源量，原332资源量转化为控制资源量，原333资源量转化为推断资源量。截止评审基准日（2017年4月30日），甘肃省合作市以地南铜金矿勘探探矿权范围内查明的资源量为：

(1)原生矿石：探明+控制+推断资源量8488116吨，金金属量28144千克，平均品位 $3.32 \times 10^{-6}$ 。其中探明资源量2405452吨，金金属量8074千克，平均品位 $3.35 \times 10^{-6}$ ，控制资源量668034吨，金金属量2378千克，平均品位 $3.56 \times 10^{-6}$ ，推断资源量5414630吨，金金属量17692千克，平均品位 $3.27 \times 10^{-6}$ ，其中工业品级的探明+控制+推断资源量7926490吨，金金属量27088千克，平均品位 $3.42 \times 10^{-6}$ ，低品位

的探明+控制+推断资源量 561626 吨，金金属量 1056 千克，平均品位  $1.88 \times 10^{-6}$ 。

(2) 氧化矿石：工业品级的探明+控制+推断资源量 120960 吨，金金属量 425 千克，平均品位  $3.51 \times 10^{-6}$ 。其中探明资源量 8787 吨，金金属量 31 千克，平均品位  $3.53 \times 10^{-6}$ 。控制资源量 32206 吨，金金属量 115 千克，平均品位  $3.57 \times 10^{-6}$ ，推断资源量 79967 吨，金金属量 279 千克，平均品位  $3.49 \times 10^{-6}$ 。

原生矿石+氧化矿石：探明+控制+推断资源量 8609076 吨，金金属量 28569 千克，平均品位  $3.32 \times 10^{-6}$ 。其中探明资源量 2414239 吨，金金属量 8105 千克，平均品位  $3.36 \times 10^{-6}$ 。控制资源量 700240 吨，金金属量 2493 千克，平均品位  $3.56 \times 10^{-6}$ ；推断资源量 5494597 吨，金金属量 17971 千克，平均品位  $3.27 \times 10^{-6}$ 。

其中工业品级的探明+控制+推断资源量 8047450 吨，金金属量 27513 千克，平均品位  $3.42 \times 10^{-6}$ ，低品位的探明+控制+推断资源量 561626 吨，金金属量 1056 千克，平均品位  $1.88 \times 10^{-6}$ 。

评审备案的金矿资源量见表 3-6。

表 3-6 评审备案的金矿资源量表

| 矿石类型       | 资源量类型       | 矿石类别  | 矿石量(t)  | 金属量(kg) | Au 品位( $10^{-6}$ ) |
|------------|-------------|-------|---------|---------|--------------------|
| 原生矿<br>金矿石 | 探明资源量       | 工业矿体  | 2402268 | 8068    | 3.36               |
|            |             | 低品位矿体 | 3184    | 6       | 1.88               |
|            |             | 小计    | 2405452 | 8074    | 3.35               |
|            | 控制资源量       | 工业矿体  | 656043  | 2355    | 3.59               |
|            |             | 低品位矿体 | 11991   | 23      | 1.92               |
|            |             | 小计    | 668034  | 2378    | 3.56               |
|            | 推断资源量       | 工业矿体  | 4868179 | 16665   | 3.42               |
|            |             | 低品位矿体 | 546451  | 1027    | 1.88               |
|            |             | 小计    | 5414630 | 17692   | 3.27               |
|            | 探明+控制资源量    | 工业矿体  | 3058311 | 10423   | 3.41               |
|            |             | 低品位矿体 | 15175   | 29      | 1.91               |
|            |             | 小计    | 3073486 | 10452   | 3.40               |
|            | 探明+控制+推断资源量 | 工业矿体  | 7926490 | 27088   | 3.42               |
|            |             | 低品位矿体 | 561626  | 1056    | 1.88               |
|            |             | 合计    | 8488116 | 28144   | 3.32               |
| 氧化矿<br>金矿石 | 探明资源量       | 工业矿体  | 8787    | 31      | 3.53               |
|            | 控制资源量       |       | 32206   | 115     | 3.57               |

| 矿石类型     | 资源量类型       | 矿石类别  | 矿石量(t)  | 金属量(kg) | Au 品位( $10^{-6}$ ) |
|----------|-------------|-------|---------|---------|--------------------|
|          | 推断资源量       |       | 79967   | 279     | 3.49               |
|          | 探明+控制资源量    |       | 40993   | 147     | 3.58               |
|          | 探明+控制+推断资源量 |       | 120960  | 425     | 3.51               |
| 原生+氧化金矿石 | 探明资源量       | 工业矿体  | 2411055 | 8099    | 3.36               |
|          |             | 低品位矿体 | 3184    | 6       | 1.88               |
|          |             | 小计    | 2414239 | 8105    | 3.36               |
|          | 控制资源量       | 工业矿体  | 688249  | 2470    | 3.59               |
|          |             | 低品位矿体 | 11991   | 23      | 1.92               |
|          |             | 小计    | 700240  | 2493    | 3.56               |
|          | 推断资源量       | 工业矿体  | 4948146 | 16944   | 3.42               |
|          |             | 低品位矿体 | 546451  | 1027    | 1.88               |
|          |             | 小计    | 5494597 | 17971   | 3.27               |
|          | 探明+控制+推断资源量 | 工业矿体  | 8047450 | 27513   | 3.42               |
|          |             | 低品位矿体 | 561626  | 1056    | 1.88               |
|          |             | 合计    | 8609076 | 28569   | 3.32               |

共生铜矿:共生铜矿控制+推断资源量 19469 吨,铜金属量 42 吨平均品位 0.22%。其中控制资源量 6578 吨铜金属量 14 吨,平均品位 0.22%;推断资源量 12891 吨铜金属量 28 吨,平均品位 0.22%,评审备案的共生铜矿资源量见表 3-7。

表 3-7 评审备案的共生铜矿资源量表

| 矿石类型 | 资源量类型 | 矿石量(t) | 金属量(t) | 品位(%) |
|------|-------|--------|--------|-------|
| 工业   | 控制资源量 | 6578   | 14     | 0.22  |
|      | 推断资源量 | 12891  | 28     | 0.22  |
|      | 合计    | 19469  | 42     | 0.22  |

伴生组分资源量:勘查区原生矿伴生(推断资源量)银矿石量 7525979 吨,银金属量 83.09 吨,平均品位  $11.04 \times 10^{-6}$ ;伴生(推断资源量)铅矿石量 352866 吨,铅金属量 23593 吨,平均品位 0.67%;伴生(推断资源量)砷矿石量 755832 吨,砷金属量 154566 吨,平均品位 2.04%。评审备案的原生金矿石伴生组分资源量见表 3-8。

表 3-8 评审备案的原生金矿石伴生组分资源量表

| 伴生矿种 | 资源量类型 | 矿石类别  | 矿石量(t)  | 金属量<br>(Ag: kg, Pb、As :t) | 平均品位<br>(Ag: 10 <sup>-6</sup> , Pb、As: %) |
|------|-------|-------|---------|---------------------------|-------------------------------------------|
| Ag   | 推断资源量 | 工业矿体  | 7141516 | 79585                     | 11.14                                     |
|      |       | 低品位矿体 | 384463  | 3507                      | 9.12                                      |
|      |       | 小计    | 7525979 | 83092                     | 11.04                                     |
| Pb   | 推断资源量 | 工业矿体  | 3435432 | 23228                     | 0.68                                      |
|      |       | 低品位矿体 | 93234   | 365                       | 0.39                                      |
|      |       | 小计    | 3528666 | 23593                     | 0.67                                      |
| As   | 推断资源量 | 工业矿体  | 7145705 | 145231                    | 2.03                                      |
|      |       | 低品位矿体 | 412623  | 9335                      | 2.26                                      |
|      |       | 小计    | 7558328 | 154566                    | 2.04                                      |

伴生组分资源量:勘查区氧化矿伴生(推断资源量)银矿石量 123555 吨,银金属量 1.48 吨,平均品位  $11.95 \times 10^{-6}$ ;伴生(推断资源量)铅矿石量 92285 吨,铅金属量 537 吨,平均品位 0.58%;伴生(推断资源量)砷矿石量 123555 吨,砷金属量 1439 吨,平均品位 1.16%。评审备案的氧化矿石伴生组分资源量见表 3-9。

表 3-9 评审备案的氧化矿石伴生组分资源量表

| 伴生矿种 | 资源量类型 | 矿石类别 | 矿石量(t) | 金属量<br>(Ag: kg, Pb、As :t) | 平均品位<br>(Ag: 10 <sup>-6</sup> , Pb、As: %) |
|------|-------|------|--------|---------------------------|-------------------------------------------|
| Ag   | 推断资源量 | 工业矿体 | 123555 | 1477                      | 11.95                                     |
| Pb   | 推断资源量 |      | 92285  | 537                       | 0.58                                      |
| As   | 推断资源量 |      | 123555 | 1439                      | 1.16                                      |

### 3.5 地质勘查工作评述

#### 3.5.1 矿床地质勘查工作

2005 年~2008 年,由加鑫公司投资,委托甘肃有色三队先后对其所属的下看木仓、南办-老豆村、以地南、老虎山-阿什加等 4 个金矿探矿权区开展地质勘查工作。

2006 年~2008 年,甘肃有色三队对以地南矿区开展普查工作,共完成 1:2.5 万地质草测 10.54km<sup>2</sup>,1:2000 地质测量 1.32km<sup>2</sup>,钻探 6611m(29 孔),槽探 1109.9m<sup>3</sup>,坑探 142m。各类样品测试 8006 件。共圈定金矿体 7 个,估算 334 类资源量矿石量 132546.1t, Au 金属量 355kg,平均品位  $2.43 \times 10^{-6}$ 。提交了《甘肃省合作市以地南铜金矿普查报告》,经甘肃省有色地质勘查局评审。

2010 年,甘肃有色三队对以地南铜金矿区中部(拉布在卡-以地南)进行了首期详查,勘查工程控制最低标高 3100m,共完成 1:2000 地质测量 0.80km<sup>2</sup>,坑探

4401.1m, 各类样品测试 768 件及相应的水工环工作。通过地质详查工作, 共探获 332+333 类资源量矿石量 996051t, Au 金属量 4943 kg, 金平均品位  $4.96 \times 10^{-6}$ , 334 类资源量矿石量 838272t, Au 金属量 3188 kg, 平均品位  $3.80 \times 10^{-6}$ 。提交的《甘肃省合作市以地南铜金矿床详查地质报告》, 该报告通过甘肃省矿产资源储量评审中心评审, 并以“甘国土资储备字[2011] 47 号”文进行备案。

从 2012 年起, 甘肃加鑫矿业有限公司委托湖南有色二四五队对下看木仓、南办一录斗艘、以地南、老虎山-阿什加等 4 个金矿探矿权区继续进行勘查工作。

2013~2014 年, 以地南铜金矿区补充详查工作继续进行, 共完成 1: 2000 地质测量  $5.21 \text{ km}^2$ , 槽探  $2100\text{m}^3$ , 坑探 13244m, 钻探 43051.71m, 水文地质钻探 675.60m, 各类岩矿测试样品 13202 件, 及相应的水工环和选矿试验研究等工作。补充详查报告在原 2010 年详查报告的基础上重新圈定金矿体共 27 个, 其中 23 个工业矿体的原生矿共探获: (332+333+334) 类矿石量  $1004.61 \times 10^4\text{t}$ , Au 金属量 35104kg, 平均品位  $3.49 \times 10^{-6}$ 。提交的《甘肃省合作市以地南铜金矿补充详查报告》, 该报告通过甘肃省矿产资源储量评审中心评审, 并以“甘国土资储备字[2015] 39 号”文进行备案。

2015 年 10 月, 湖南有色二四五队对矿区开展地质勘探工作, 2016 年 11 月 20 日, 勘探阶段野外工作结束, 2017 年 4 月, 提交《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》, 该报告通过甘肃省矿产资源储量评审中心评审, 并以“甘国土资储备字[2017] 31 号”文进行备案。

以地南铜金矿地质勘探工作中, 根据矿区 Au4-1、Au3-1 主矿体的规模、矿体形态变化程度、矿体受构造和脉岩影响程度、厚度稳定程度和主要有用组分分布均匀程度等五个主要地质因素, 结合《岩金矿地质勘查规范》(DZ/T0205-2002) 将主矿体勘探类型确定为 II 类型偏简单型, 矿床中其它规模较小, 矿体勘探类型划归为 II 类型偏复杂型。探矿手段采用钻探和坑探相结合的方式。

本次勘探工作, 以地南铜金矿工程勘查网度如下: Au4-1、Au3-1 主矿体探明资源量采用的工程网度为 40m (沿走向)  $\times$  40m (沿倾向); 控制资源量采用的工程网度为 40m~80m (沿走向)  $\times$  40m~80m (沿倾向); 其它矿体控制资源量采用的工程网度为 40m (沿走向)  $\times$  40m (沿倾向)。

2013 年~2014 年, 以地南铜金矿的补充详查工程控制程度高, 本次勘探工作中未再施工深部控制工程, 结合上述矿体勘探类型及工程网度, 2015-2017 年, 以地南铜金矿地质勘探工作实际完成的主要实物工作量见下表 3-110。

表 3-10 2015-2017 年勘探阶段完成主要实物工作量表

| 序号 | 项 目 名 称               | 单位              | 完 成 工 作 量 |         |      |         | 备 注           |
|----|-----------------------|-----------------|-----------|---------|------|---------|---------------|
|    |                       |                 | 2015      | 2016    | 2017 | 累计      |               |
| 1  | 1:2000 勘探线剖面测量        | km              |           | 0.93    |      | 0.93    |               |
| 2  | 1:2000 地质剖面测量         | km              | 0.93      |         |      | 0.93    |               |
| 3  | 1:2000 专项水文地质修测       | km <sup>2</sup> |           | 5.21    |      | 5.21    |               |
| 4  | 1:2000 专项工程地质修测       | km <sup>2</sup> |           | 5.21    |      | 5.21    |               |
| 5  | 1:2000 专项环境地质修测       | km <sup>2</sup> |           | 5.21    |      | 5.21    |               |
| 6  | 槽探                    | m <sup>3</sup>  |           | 467     |      | 467     | 11 个探槽        |
| 7  | 水文地质钻探                | m               |           | 341.71  |      | 341.71  | SK1、SK2 孔     |
| 8  | 基本分析                  | 件               |           | 360     | 10   | 370     |               |
| 9  | 组合分析                  | 件               |           | 205     | 8    | 213     |               |
| 10 | 氧化物全分析                | 件               |           |         | 9    | 9       |               |
| 11 | 光谱分析                  | 件               |           |         | 17   | 17      |               |
| 12 | 金物相分析                 | 件               |           |         | 31   | 31      |               |
| 13 | 铁物相分析                 | 件               |           |         | 26   | 26      |               |
| 14 | 块体密度、矿石湿度样            | 件               |           | 8       |      | 8       |               |
| 15 | 伽玛照射量率、伽玛能谱（U、Th、K）测量 | m               |           | 781     |      | 781     |               |
| 16 | 土壤氡测量                 | 点               |           | 33      |      | 33      |               |
| 17 | 水中氡测量                 | 件               |           | 7       |      | 7       |               |
| 18 | 矿石工艺矿物学研究             | 项               |           | 1       |      | 1       | 采样 30 件       |
| 19 | 氧化矿选矿流程试验             | 件               |           | 1       |      | 1       |               |
| 20 | 板岩型金矿选矿流程试验           | 件               |           | 1       |      | 1       |               |
| 21 | 铜金矿选矿流程试验             | 件               |           | 1       |      | 1       |               |
| 22 | 石英闪长岩型金矿扩大连续试验        | 件               |           | 1       |      | 1       |               |
| 23 | 槽探编录                  | m               |           | 190.82  |      | 190.82  |               |
| 24 | 钻探编录                  | m               |           | 341.71  |      | 341.71  | 2 孔           |
| 25 | 钻孔水文、工程地质编录           | m               |           | 1800.32 |      | 1800.32 |               |
| 26 | 钻孔简易水文观测              | 孔               |           | 6       |      | 6       |               |
| 27 | 钻孔静止水位观测              | 孔次              |           | 6       |      | 6       |               |
| 28 | 坑道水文、工程地质编录           | m               |           | 3500.3  |      | 3500.3  | 1 个中段         |
| 29 | 抽水试验                  | 台班/孔            |           | 6/2     |      | 6/2     | SK1、SK2 孔     |
| 30 | 地表水动态观测               | 点               |           | 3       |      | 3       | 1 个水文年        |
| 31 | 地下水动态观测               | 点               |           | 2       |      | 2       | 1 个水文年        |
| 32 | 矿坑水动态观测               | 点               |           | 5       |      | 5       | 1 个水文年        |
| 33 | 矿石块度测定                | 次/点             |           | 4/4     |      | 4/4     | 石英闪长岩型<br>金矿石 |
| 34 | 矿石松散系数测定              | 次/点             |           | 4/4     |      | 4/4     |               |
| 35 | 矿石安息角测定               | 次/点             |           | 4/4     |      | 4/4     |               |

### 3.5.2 矿床地质勘探工作评述

以地南铜金矿床通过本次地质勘探工作，详细查明了矿区地层、构造、岩浆岩特征；详细查明了矿区中主矿体的形态、产状、规模、空间分布及品位变化情况；详细查明了矿石质量特征、矿石类型、围岩特征；进行了矿石实验室流程试验和扩大连续试验，详细查明了矿石的加工技术性能；详细查明了矿区水工环地质条件。总体来看，矿床地质勘查工作程度基本达到勘探阶段要求，并提交了《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》。该报告已通过甘肃省矿产资源储量评审中心评审，并以“甘国土资储备字〔2017〕31号”文进行备案，该报告作为本次设计的主要基础资料依据，但尚存在如下不足：

a. 矿床深部工程控制程度偏低，特别是主矿体 Au4-1、Au3-1 的深、端部大多未封闭；矿床地表工程控制数量偏少，矿体地表沿走向的连续性和地表破碎蚀变带边界的控制程度不足。

b. 勘探工作中对矿区侵蚀基准面（2845m）以下地段水文地质、工程地质工作程度总体偏低。

c. 建议对周边未勘探区域和深部矿体进行补充勘探，进一步提高矿区资源储量，延长矿山服务年限。

## 4 主要建设方案的确定

### 4.1 开采方案

#### 4.1.1 建设规模

##### 4.1.1.1 开采范围

开采范围为《划定矿区范围批复书》划定的甘肃加鑫矿业有限公司合作市以地南铜金矿开采范围（面积 5.21km<sup>2</sup>，开采标高 3400m~2040m），开采对象为批准范围内的所有可采矿体。

##### 4.1.1.2 建设规模

根据本次方案确定的设计利用地质资源量，矿体赋存条件以及矿山开采技术水平，设计拟定了两个规模方案进行比较，即

方案 I：1333t/d（40×10<sup>4</sup>t/a）；

方案 II：1667t/d（50×10<sup>4</sup>t/a）；

两个方案技术经济比较见表 4-1。

表 4-1 规模方案比较表（按可比因素）

| 序号 | 项目      | 单位                | 方案 I    | 方案 II   | 备注 |
|----|---------|-------------------|---------|---------|----|
|    |         |                   | 1333t/d | 1667t/d |    |
| 1  | 地质资源量   | t                 | 8609076 | 8609076 |    |
| 2  | 地质品位    | g/t               | 3.32    | 3.32    |    |
| 3  | 设计利用资源量 | t                 | 6752525 | 6752525 |    |
| 4  | 设计利用品位  | g/t               | 3.32    | 3.32    |    |
| 5  | 采矿损失率   | %                 | 11      | 11      |    |
| 6  | 采矿贫化率   | %                 | 10      | 10      |    |
| 7  | 采出矿量    | 10 <sup>4</sup> t | 6677497 | 6677497 |    |
| 8  | 采出品位    | g/t               | 2.99    | 2.99    |    |
| 9  | 日生产规模   | t/d               | 1333    | 1667    |    |
| 10 | 年工作天数   | d/a               | 300     | 300     |    |
| 11 | 年生产规模   | 10 <sup>4</sup> t | 400000  | 500000  |    |
| 12 | 计算服务年限  | a                 | 16.69   | 13.35   |    |
| 13 | 金精矿品位   | g/t               | 69.50   | 69.50   |    |
| 14 | 选矿回收率   | %                 | 84      | 84      |    |

| 序号 | 项目         | 单位   | 方案 I     | 方案 II    | 备注             |
|----|------------|------|----------|----------|----------------|
|    |            |      | 1333t/d  | 1667t/d  |                |
| 15 | 金精矿产率      | %    | 3.61     | 3.61     |                |
| 16 | 年均产精矿含金金属量 | kg   | 1003.68  | 1254.60  |                |
| 17 | 总产精矿含金金属量  | kg   | 16755.15 | 16755.15 |                |
| 18 | 金精矿销售价格    | 元/g  | 253.75   | 253.75   |                |
| 19 | 年销售收入      | 万元/a | 25468    | 31835    |                |
| 20 | 单位矿石总成本    | 元/t  | 491.47   | 486.47   |                |
| 21 | 年生产成本      | 万元/a | 19658.78 | 24323.48 |                |
| 22 | 资源税        | 万元/a | 764      | 955      |                |
| 23 | 年利润额       | 万元/a | 5046     | 6557     |                |
| 24 | 年销售利润差     | 万元   | -1511    |          | 与方案 II 比较      |
| 25 | 总销售收入      | 万元   | 425162   | 425162   |                |
| 26 | 总生产成本      | 万元   | 328179   | 324840   |                |
| 27 | 总销售利润      | 万元   | 96983    | 87567    |                |
| 28 | 总销售利润差     | 万元   | 9416     |          | 与方案 II 比较      |
| 29 | 年所得税       | 万元/a | 1261     | 1639     |                |
| 30 | 年净利润       | 万元/a | 3784     | 4918     |                |
| 31 | 年利润差       | 万元/a | -1134    |          | 与方案 II 比较      |
| 32 | 建设投资       | 万元   | 53363    | 61008    |                |
| 33 | 总投资        | 万元   | 58098    | 67798    |                |
| 34 | 总投资收益率     | %    | 6.51     | 7.25     |                |
| 35 | 静态投资回收期    | a    | 17.10    | 15.41    | 含基建期 3 年, 所得税后 |

通过规模方案比较表可知, 方案 II 较方案 I 静态投资回收期较短, 投资利润率高。因此, 本次方案设计推荐矿山建设规模为  $50 \times 10^4 \text{t/a}$ , 在技术上是基本可行, 但现场得加强管理。

#### 4.1.1.3 产品方案

根据设计流程, 选矿设计最终的产品为含砷金精矿。

#### 4.1.2 确定开采储量

##### (1) 低品位矿综合利用评价

勘探报告提交的矿床中原生低品位矿石量  $561626 \text{t}$  (探明+控制+推断资源量), 金平均品位  $1.88 \times 10^{-6}$ , 其赋存于主矿体上下盘或附近, 可在回采工业矿石时顺带回收,

扣除预留矿柱资源量，本次设计中将该部分剩余的资源量（设计利用矿石量395894t，金平均品位 $1.88 \times 10^{-6}$ ）一并作为设计开采对象，提高了矿床资源综合利用率。

## （2）伴生元素综合利用评价

矿床设计利用矿石中伴生有益元素主要为银、铅，资源量类型均划分为推断资源量，银平均品位  $8.55 \times 10^{-6}$ 、铅平均品位 0.24%，银、铅在金精矿中一定程度富集，可在黄金冶炼过程中综合回收利用；伴生元素砷的资源量类型均划分为推断资源量，平均品位 1.59%，选矿过程难以降低金精矿中砷含量，其在金精矿中一定程度富集，影响金精矿计价系数，只能通过冶炼的方法回收或除砷。

## （3）设计可利用资源量

a. 设计可利用资源量以《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》提交并经甘肃省国土资源厅评审备案的保有资源量（评审基准日为 2017 年 4 月 30 日）为基础。

b. 共生铜矿仅赋存于小矿体 Au(Cu)1-1 中，全矿床保有矿石量仅 19469t、Cu 金属量 42t、品位 0.21%，Cu 与 Au 同体共生产出，采矿过程中与金矿一起采出，但因为量少选矿回收利用不经济。

c. 伴生组分 Ag、As、Pb 均在选矿过程中不同程度富集于金精矿中，其中 Ag 的回收率达到 65%以上，并在金精矿中达到计价要求，本次设计予以利用；As 主要以毒砂形式存在，为最主要的载金矿物，在选矿过程中大部分富集于金精矿中难以分离，只能在冶炼过程中综合回收利用，由于 As 在金精矿中为有害组分，金精矿销售中不计价；金矿石中 Pb 品位较低，在选金过程中部分富集于金精矿中（品位仅 0.75%），在金精矿销售中不计价，可在金精矿冶炼中综合回收利用。

d. 为保护地表不塌陷，地表以下预留 20m 保安矿柱；为保证已闭库的尾矿库（位于 42~56 线间，已闭库复垦）安全，设计将 42 线以南 3160m 至地表范围内的 Au4-1 号矿体预留为保安矿柱。本次预留地表保安矿柱和尾矿库保安矿柱资源量不利用。

e. 设计可利用资源量=评审备案资源量-预留保安矿柱资源量-预留尾矿库保安矿柱资源量。

依据上述原则，预留保安矿柱资源量见表 4-2；预留尾矿库保安矿柱资源量见表 4-3；设计可利用资源量见表 4-4。

表 4-2 预留保安矿柱资源量表

| 矿石类型    | 资源量类型       | 矿石量 (t) | 品位                     |                        |        |        | 金属量    |        |       |       |
|---------|-------------|---------|------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
|         |             |         | Au (10 <sup>-6</sup> ) | Ag (10 <sup>-6</sup> ) | As (%) | Pb (%) | Au(kg) | Ag(kg) | As(t) | Pb(t) |
| 原生矿     | 控制资源量       | 3628    | 5.26                   |                        |        |        | 19     |        |       |       |
|         | 推断资源量       | 74491   | 3.12                   |                        |        |        | 233    |        |       |       |
|         | 控制+推断资源量    | 78118   | 3.22                   |                        |        |        | 252    |        |       |       |
| 氧化矿     | 探明资源量       | 8787    | 3.58                   | 12.20                  | 1.17   | 0.26   | 31     | 107    | 103   | 23    |
|         | 控制资源量       | 32206   | 3.58                   | 11.84                  | 1.21   | 0.36   | 115    | 381    | 390   | 115   |
|         | 推断资源量       | 77940   | 3.49                   | 12.32                  | 1.19   | 0.51   | 272    | 960    | 929   | 400   |
|         | 探明+控制+推断资源量 | 118933  | 3.52                   | 12.18                  | 1.20   | 0.45   | 419    | 1449   | 1422  | 537   |
| 原生矿+氧化矿 | 探明资源量       | 8787    | 3.58                   | 12.20                  | 1.17   | 0.26   | 31     | 107    | 103   | 23    |
|         | 控制资源量       | 35833   | 3.75                   | 10.64                  | 1.09   | 0.32   | 134    | 381    | 390   | 115   |
|         | 推断资源量       | 152430  | 3.31                   | 6.30                   | 0.61   | 0.26   | 505    | 960    | 929   | 400   |
|         | 探明+控制+推断资源量 | 197051  | 3.40                   | 7.35                   | 0.72   | 0.27   | 671    | 1449   | 1422  | 537   |

表 4-3 预留尾矿库保安矿柱资源量表

| 矿石类型    | 资源量类型       | 矿石量 (t) | 品位                     |                        |        |        | 金属量    |        |       |       |
|---------|-------------|---------|------------------------|------------------------|--------|--------|--------|--------|-------|-------|
|         |             |         | Au (10 <sup>-6</sup> ) | Ag (10 <sup>-6</sup> ) | As (%) | Pb (%) | Au(kg) | Ag(kg) | As(t) | Pb(t) |
| 原生矿     | 探明资源量       | 30332   | 4.65                   | 11.61                  | 2.46   | 1.02   | 141    | 352    | 746   | 308   |
|         | 控制资源量       | 12351   | 3.89                   | 11.86                  | 1.90   | 0.43   | 48     | 146    | 235   | 53    |
|         | 推断资源量       | 18212   | 4.21                   | 7.27                   | 1.71   | 0.49   | 77     | 132    | 312   | 90    |
|         | 探明+控制+推断资源量 | 60895   | 4.36                   | 10.36                  | 2.12   | 0.74   | 266    | 631    | 1293  | 451   |
| 氧化矿     | 推断资源量       | 2028    | 3.20                   | 13.94                  | 0.83   | 0.00   | 6      | 28     | 17    | 0     |
| 原生矿+氧化矿 | 探明资源量       | 30332   | 4.65                   | 11.61                  | 2.46   | 1.02   | 141    | 352    | 746   | 308   |
|         | 控制资源量       | 12351   | 3.89                   | 11.86                  | 1.90   | 0.43   | 48     | 146    | 235   | 53    |
|         | 推断资源量       | 20240   | 4.10                   | 7.94                   | 1.62   | 0.44   | 83     | 161    | 329   | 90    |
|         | 探明+控制+推断资源量 | 62923   | 4.33                   | 10.48                  | 2.08   | 0.72   | 272    | 659    | 1310  | 451   |

表 4-4 设计可利用资源量

| 矿石类型 | 矿石品级    | 资源储量级别      | 矿石量 (t)        | 品位                     |                        |        |        | 金属量         |              |              |             |
|------|---------|-------------|----------------|------------------------|------------------------|--------|--------|-------------|--------------|--------------|-------------|
|      |         |             |                | Au (10 <sup>-6</sup> ) | Ag (10 <sup>-6</sup> ) | As (%) | Pb (%) | Au(kg)      | Ag(kg)       | As(t)        | Pb(t)       |
| 原生矿  | 工业矿     | 探明资源量       | <b>2371936</b> | 3.34                   | 11.49                  | 2.28   | 0.42   | <b>7927</b> | <b>27260</b> | <b>54095</b> | <b>9960</b> |
|      |         | 控制资源量       | 640064         | 3.58                   | 9.79                   | 1.60   | 0.28   | 2288        | 6265         | 10272        | 1764        |
|      |         | 推断资源量       | 4778044        | 3.42                   | 9.51                   | 1.67   | 0.23   | 16360       | 45431        | 79570        | 11053       |
|      |         | 探明+控制+推断资源量 | 7790044        | 3.41                   | 10.14                  | 1.85   | 0.29   | 26575       | 78955        | 143938       | 22777       |
|      | 低品位     | 探明资源量       | 3184           | 1.88                   | 1.72                   | 2.85   | 0.24   | 6           | 5            | 91           | 7           |
|      |         | 控制资源量       | 11991          | 1.94                   | 5.36                   | 3.47   | 0.18   | 23          | 64           | 416          | 21          |
|      |         | 推断资源量       | 543884         | 1.88                   | 6.32                   | 1.62   | 0.06   | 1023        | 3437         | 8829         | 336         |
|      |         | 探明+控制+推断资源量 | 559059         | 1.88                   | 6.27                   | 1.67   | 0.07   | 1052        | 3507         | 9335         | 365         |
|      | 工业矿+低品位 | 探明资源量       | 2375120        | 3.34                   | 11.48                  | 2.28   | 0.42   | 7933        | 27265        | 54186        | 9967        |
|      |         | 控制资源量       | 652055         | 3.55                   | 9.71                   | 1.64   | 0.27   | 2312        | 6329         | 10688        | 1786        |
|      |         | 推断资源量       | 5321928        | 3.27                   | 9.18                   | 1.66   | 0.21   | 17382       | 48867        | 88399        | 11389       |
|      |         | 探明+控制+推断资源量 | 8349103        | 3.31                   | 9.88                   | 1.84   | 0.28   | 27627       | 82462        | 153273       | 23142       |

#### (4) 设计利用资源量（确定开采储量）

设计利用资源量原则：原生金矿石（包括低品位金矿石）和氧化金矿石中的探明资源量和控制资源量全部利用，推断资源量按 70%的可信度系数进行利用，氧化矿石均处于地表预留保安矿柱中，故设计暂不利用。设计利用资源量见表 4-5。

表 4-5 设计利用资源量表

| 中段标高<br>(m) | 矿石类型 | 资源量类型 | 矿石量 (t) | 品位               |                  |        |        | 金属量     |         |        |        |
|-------------|------|-------|---------|------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
|             |      |       |         | Au ( $10^{-6}$ ) | Ag ( $10^{-6}$ ) | As (%) | Pb (%) | Au (kg) | Ag (kg) | As (t) | Pb (t) |
| 3220        | 原生矿  | 探明资源量 | 20294   | 3.02             |                  |        |        | 61      |         |        |        |
|             |      | 控制资源量 | 64655   | 4.17             |                  |        |        | 270     |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 55067   | 4.35             |                  |        |        | 239     |         |        |        |
|             |      | 小计    | 140017  | 4.07             | 6.38             | 1.14   | 0.06   | 570     | 894     | 1594   | 81     |
| 3160        | 原生矿  | 探明资源量 | 248726  | 3.69             |                  |        |        | 917     |         |        |        |
|             |      | 控制资源量 | 60410   | 3.82             |                  |        |        | 231     |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 171904  | 3.88             |                  |        |        | 667     |         |        |        |
|             |      | 小计    | 481040  | 3.77             | 7.73             | 1.33   | 0.18   | 1815    | 3718    | 6400   | 873    |
| 3110        | 原生矿  | 探明资源量 | 568475  | 3.66             |                  |        |        | 2082    |         |        |        |
|             |      | 控制资源量 | 104618  | 3.86             |                  |        |        | 404     |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 223028  | 3.87             |                  |        |        | 863     |         |        |        |
|             |      | 小计    | 896121  | 3.74             | 7.32             | 1.37   | 0.37   | 3349    | 6562    | 12269  | 3309   |
| 3055        | 原生矿  | 探明资源量 | 832267  | 3.19             |                  |        |        | 2655    |         |        |        |
|             |      | 控制资源量 | 55670   | 3.65             |                  |        |        | 203     |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 186568  | 3.58             |                  |        |        | 669     |         |        |        |
|             |      | 小计    | 1074504 | 3.28             | 7.72             | 1.49   | 0.24   | 3527    | 8295    | 16031  | 2577   |
| 3010        | 原生矿  | 探明资源量 | 691704  | 3.15             |                  |        |        | 2177    |         |        |        |
|             |      | 控制资源量 | 16164   | 2.89             |                  |        |        | 47      |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 79219   | 3.02             |                  |        |        | 239     |         |        |        |
|             |      | 小计    | 787086  | 3.13             | 8.23             | 1.64   | 0.18   | 2463    | 6476    | 12927  | 1379   |
| 2960        | 原生矿  | 探明资源量 | 13653   | 3.01             |                  |        |        | 41      |         |        |        |
|             |      | 控制资源量 | 134317  | 3.24             |                  |        |        | 435     |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 362324  | 3.39             |                  |        |        | 1230    |         |        |        |
|             |      | 小计    | 510294  | 3.34             | 13.21            | 1.80   | 0.09   | 1706    | 6742    | 9187   | 484    |
| 2910        | 原生矿  | 控制资源量 | 19888   | 4.17             |                  |        |        | 83      |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 416833  | 3.37             |                  |        |        | 1406    |         |        |        |
|             |      | 小计    | 436721  | 3.41             | 13.36            | 1.88   | 0.10   | 1489    | 5834    | 8217   | 433    |
| 2860        | 原生矿  | 控制资源量 | 46497   | 3.07             |                  |        |        | 143     |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 313249  | 3.25             |                  |        |        | 1019    |         |        |        |
|             |      | 小计    | 359745  | 3.23             | 11.25            | 1.80   | 0.10   | 1162    | 4049    | 6462   | 361    |
| 2810        | 原生矿  | 控制资源量 | 116860  | 3.36             |                  |        |        | 393     |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 189822  | 2.74             |                  |        |        | 519     |         |        |        |
|             |      | 小计    | 306682  | 2.97             | 7.33             | 1.46   | 0.16   | 912     | 2249    | 4478   | 501    |
| 2760        | 原生矿  | 控制资源量 | 30343   | 3.15             |                  |        |        | 96      |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 219280  | 3.07             |                  |        |        | 674     |         |        |        |
|             |      | 小计    | 249623  | 3.08             | 7.46             | 1.64   | 0.15   | 770     | 1861    | 4100   | 374    |

| 中段标高<br>(m) | 矿石类型 | 资源量类型 | 矿石量 (t) | 品位               |                  |        |        | 金属量     |         |        |        |
|-------------|------|-------|---------|------------------|------------------|--------|--------|---------|---------|--------|--------|
|             |      |       |         | Au ( $10^{-6}$ ) | Ag ( $10^{-6}$ ) | As (%) | Pb (%) | Au (kg) | Ag (kg) | As (t) | Pb (t) |
| 2710        | 原生矿  | 控制资源量 | 2633    | 3.28             |                  |        |        | 9       |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 224837  | 3.20             |                  |        |        | 720     |         |        |        |
|             |      | 小计    | 227470  | 3.20             | 7.43             | 1.71   | 0.10   | 729     | 1691    | 3887   | 230    |
| 2660        | 原生矿  | 推断资源量 | 269847  | 3.26             | 7.35             | 1.71   | 0.19   | 878     | 1982    | 4626   | 504    |
| 2610        | 原生矿  | 推断资源量 | 293054  | 3.18             | 7.30             | 1.71   | 0.36   | 932     | 2139    | 5020   | 1055   |
| 2560        | 原生矿  | 推断资源量 | 271210  | 3.16             | 7.23             | 1.70   | 0.44   | 858     | 1962    | 4617   | 1189   |
| 2510        | 原生矿  | 推断资源量 | 226894  | 3.03             | 7.29             | 1.71   | 0.62   | 687     | 1654    | 3872   | 1411   |
| 2460        | 原生矿  | 推断资源量 | 114741  | 3.04             | 7.36             | 1.71   | 0.74   | 349     | 845     | 1968   | 848    |
| 2410        | 原生矿  | 推断资源量 | 30967   | 2.71             | 6.88             | 1.53   | 0.85   | 84      | 213     | 474    | 265    |
| 2360 及以下    | 原生矿  | 推断资源量 | 76507   | 1.74             | 7.30             | 1.52   | 0.42   | 133     | 558     | 1162   | 324    |
| 总计          | 原生矿  | 探明资源量 | 2375120 | 3.34             |                  |        |        | 7933    |         |        |        |
|             |      | 控制资源量 | 652055  | 3.55             |                  |        |        | 2312    |         |        |        |
|             |      | 推断资源量 | 3725350 | 3.27             |                  |        |        | 12168   |         |        |        |
|             |      | 合计    | 6752525 | 3.32             | 8.55             | 1.59   | 0.24   | 22412   | 57723   | 107291 | 16199  |

#### 4.1.3 开采方式

首先,根据以地南矿区地处高海拔地区且矿体数量多,分布范围广,矿体厚度薄,埋藏深,上部地形陡峻的特点;其次,矿区地处青藏高原东部边缘、秦岭山脉西北段,区内经济以农牧业为主,矿区地表为天然牧草场,露天开采对草场破坏严重;再次,采用地下开采可以充分利用现有的探矿工程,减少基建投资。综上所述,该矿不适合采用露天开采,设计推荐采用地下开采。

矿山工作制度:根据矿山所在地的气候条件等因素,确定矿山工作制度为 300 天/a, 3 班/d, 8h/班。

#### 4.1.4 开拓运输方案及厂址方案

##### 4.1.4.1 开拓运输方案

##### a. 3010m 以上采区开拓方案

充分利用已有的 3010m、3110m、3160m、3220m 中段探矿工程,将 3010m 中段设为主运输平硐,采用有轨运输,3010m 以上各中段运输均采取有轨运输。3010m 及以上各中段采场采下的矿石由 ZWY-60 扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车运至矿石溜井(3220-3010m)翻卸,再由 3010m 主平硐溜井底部振动放矿机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车,编组后由 7t 电机车牵引运至 3010m 矿石胶带溜井,经胶带溜井底部振动放矿机装入胶带运出地表。3010m 本中段矿石 ZWY-60 扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车运至 3010m 矿石胶带溜井,经溜井底部振动放矿机装入胶带运出地表。开采的废石用于充填采空区。

利用以地南 3010m 以上原有以地斜井(3205m-3150m,倾角  $28^\circ$ )、拉布寨卡斜

井（3110m-3010m, 倾角  $28^{\circ}$  ），将以地斜井延伸至 3110m 中段、两条斜井井筒和提升机硐室刷扩后使用。3010m 以上各中段的材料、设备通过 3220m 辅助盲斜井自 3010m 主平硐提升至各中段车场后至各作业点。人员由辅助盲斜井运输至各中段工作面。生产过程中的设备通过中段间的斜井上下至各工作面。

#### b. 3010m 以下采区开拓方案

##### 双罐笼盲竖井开拓方案（双层罐笼+平衡锤两套提升）

新建罐笼盲竖井。竖井中设置两套独立提升设备：（1）主提升采用  $4000 \times 1450\text{mm}$  双层罐笼+平衡锤多绳提升方式，承担 3010m 以下  $1400\text{t/d}$  矿石提升任务，主提升机采用 JKMD- $3 \times 4\text{I}$  型井塔式多绳摩擦提升机，电机功率  $630\text{kW}$ ；（2）主副提升采用  $4000 \times 1450\text{mm}$  双层罐笼+平衡锤多绳提升方式，承担  $600\text{t/d}$  矿石、 $300\text{t/d}$  废石、人员、材料和设备等提升任务，副提升机采用 JKMD- $3 \times 4\text{I}$  型井塔式多绳摩擦提升机，电机功率  $630\text{kW}$ 。提升机房均设置在 3055m 中段，竖井提升最低服务中段至 2310m，井底标高为 2275m，井深 780m，井筒净直径 6.5m。各中段均有马头门与竖井连通。

矿石通过  $1.5\text{m}^3$  电动铲运机铲运至采场溜井，由振动放矿机装  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引运至中段竖井车场，由  $4000 \times 1450\text{mm}$  双层罐笼一次提升 4 辆  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车提至 3010m 中段，编组后由 7t 架线式电机车牵引至矿石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表中间堆场。

井下废石部分用于回填采空区外，其余废石采用扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引至中段竖井车场，由  $4000 \times 1450\text{mm}$  双层罐笼一次提升 4 辆  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车提至 3010m 中段，编组后由 7t 架线式电机车牵引至废石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表废石仓。

3010m 以下人员、材料、小型设备通过副提升  $4000 \times 1450\text{mm}$  双层罐笼提升或下放。

2310-2040m 之间因为勘查程度低，设计用斜井开拓和探矿，斜井深度至 2060m，中段设置人行回风井与 2310m 联通。

开拓运输方案详细叙述见 5.6 节。

#### 4.1.4.2 厂址方案

总体布置充分利用矿区地形条件，本着有利生产、方便管理、保证矿山生产安全、节约用地，减少基建工程投资的原则进行。本企业由采矿工业场地、充填工业场地、 $35\text{kV}$  总降压变电站、选矿工业场地、尾矿库、办公生活区、水源地及其他辅助设施

组成，其中采矿工业场地、充填工业场地、选矿工业场地和办公生活区集中布置。

采矿工业场地（含充填制备系统）：本次设计采矿工业场地布置在 3010m 平硐口附近，布置有采矿综合楼（含采矿办公楼、采矿浴室、坑口预热机房）、采矿 10kV 变配电所、空压机站、柴油发电机房，场地控制标高为 3010m 和 2998m；充填制备系统布置 3010m 平硐口东南方向约 40m 处，含充填料制备站、浓密机、水泥仓、尾矿输送二级泵站、事故池等设施，场地控制标高为 3025m；采矿工业场地占地面积约  $1.20\text{hm}^2$ 。

选矿工业场地：选矿工业场地由选矿厂及其辅助设施组成。选矿厂规模为： $50.0 \times 10^4\text{t/a}$ ，工作制度：年工作 300d，每天 3 班，每班 8h。选矿主要车间根据工艺流程自上而下依次布置 1<sup>st</sup>转运站、废石仓、中间堆场、2<sup>nd</sup>转运站、磨浮车间、浮选车间、浓密池（新建两台）、压滤及精矿车间。场地控制标高为 2989.50m-2961m，占地面积约  $3.12\text{hm}^2$ 。

尾矿库：尾矿库设在选矿厂东侧约 2100m 的西毛切克合上游，属于低山丘陵区沟谷型尾矿库。初期坝坝高为 24m，轴线最低标高 3251.0m，坝顶标高 3275.0m，坝顶宽 4.0m，坝顶长 174.0m，初期坝库容  $45.46 \times 10^4\text{m}^3$ 。尾矿堆积坝最终堆积标高 3315m，堆积高度 40m。尾矿库总库容为  $556.3 \times 10^4\text{m}^3$ ，尾矿库占地面积约  $46.05\text{hm}^2$ 。

#### 辅助工业场地

##### （1）废石场（仓）

石英闪长岩是良好的制砂石骨料原料，为了综合利用资源，在中间堆场东侧并排布置废石仓。采矿生产期采出的废石约  $7.5 \times 10^4\text{t/a}$ ，除部分回填采空区，约 30% 废石由胶带运输至废石仓，由铲车装至汽车运输至附近砂石料加工厂就地堆存。

##### （2）爆破器材库

矿山采用一体化爆破，其爆破材料购买、储存、运输、爆破作业等均委托当地有资质的民爆单位完成，矿山不设置爆破材料库。

##### （3）生活办公区

办公生活区布置平硐所在的拉布在卡沟沟口，紧邻公路与选矿工业场地集中布置。布置有综合办公楼（含食堂、多功能会议厅）、职工宿舍等行政生活设施。场地控制标高为 2943.40m 和 2947m，占地面积约  $1.63\text{hm}^2$ 。

##### （4）35kV 总降压变电站

本次设计紧邻充填制备站东南侧新建一座 35kV 总降压变电站，站内设一台 12500kVA 主变压器。场地控制标高为 3042m，占地面积约 2250m<sup>2</sup>。

#### (5) 水源地及输水管线

本工程水源地为答浪沟河，取水位置位于宿舍楼西侧约 100m 处答浪沟河旁，输水管线通过加压泵站输送至各工业场地的高位水池。

详见矿区总体布置图。企业占地面积见表 4-6。

**表 4-6 企业用地一览表**

| 序号   | 项 目 名 称         | 单 位             | 占地面积  | 备 注 |
|------|-----------------|-----------------|-------|-----|
| 1    | 采矿工业场地（含充填制备系统） | hm <sup>2</sup> | 1.20  |     |
| 2    | 选矿工业场地          | hm <sup>2</sup> | 3.12  |     |
| 3    | 生活办公区           | hm <sup>2</sup> | 1.63  |     |
| 4    | 尾矿库             | hm <sup>2</sup> | 46.05 |     |
| 5    | 35kV 总降压变电所     | hm <sup>2</sup> | 0.23  |     |
| 6    | 水源地             | hm <sup>2</sup> | 0.035 |     |
| 合 计: |                 | hm <sup>2</sup> | 52.27 |     |

## 4.2 防治水方案

3010m 以上中段涌水和采矿生产废水通过泄水钻孔，自流汇至 3010m 中段沉淀池，循环使用。

3010m 以下正常涌水量、采矿生产废水采用接力排水方式，前期在 2860m 中段竖井车场附件设一个水仓，各中段涌水、废水通过泄水孔流入该水仓，再通过水泵由竖井排至地表高位水池，水泵型号为 MD85-45×7，共三台（一用一备一检修）。

中期在 2510m 中段设主排水泵站，站内设 MD85-67×7 型多级离心泵 3 台，2510m 以上正常涌水量、采矿生产废水通过泄水孔流入该水仓，再通过水泵由竖井地表高位水池，剩余涌水沉淀后返回至选厂。

后期在 2310m 中段设主排水泵站，站内设 MD85-45×7 型多级离心泵 3 台。

选厂及生活区雨水采用道路边沟排水。根据环保要求，采矿工业场地需收集其初期雨水。在选厂设 300m<sup>3</sup>钢筋混凝土矩形初期雨水收集池 1 座，内设 QY10-64-5.5 型潜水泵 2 台，1 用 1 备，Q=15m<sup>3</sup>/h，H=70m，N=5.5kW（不连续运行，有雨水时使用），将初期雨水提升至 3010m 平硐新建 1000m<sup>3</sup>回水水仓供选矿工艺使用。雨水收集池设

溢流控制设施，暴雨期多余雨水排至场地排洪沟。

初期雨水提升管线采用  $D89 \times 4.5$  焊接钢管，管长 0.4km，埋设，管顶覆土厚度 1.5m。

各工业场地防洪标准为 50 年的重现期。对 3055m 平硐口附近排洪沟进行改线，新建  $0.6\text{m} \times 0.6\text{m}$  浆砌块石排水沟、 $3\text{m} \times 2\text{m}$  浆砌片石排洪沟和  $\Phi 2.0\text{m}$  圆管涵与原有排洪沟连接排除山坡雨水；场地内设置  $0.4\text{m} \times 0.4\text{m}$  浆砌块石排水沟，将采矿工业场地雨水收集至雨水收集处理后提升至充填站深锥浓密机，同充填站浓密溢流水一并自流至选厂回水高位水池供选矿工艺使用，其它区域雨水通过场地排水沟汇流至排洪沟，在排洪沟尽头新建一段  $3\text{m} \times 2\text{m}$  浆砌片石排洪沟将厂区内雨水引至水源地下游排出厂区内雨水。

矿山在实际生产过程中应及时对水文地质条件进行研究，根据不同的水文地质情况，采取相应的防治措施。矿山坑道掘进过程中，应采取控制爆破和在有可能出现涌水的断裂带打超前钻孔探水和放水等防治水措施。

### 4.3 供水

根据本项目的总体布置，拟将水源地建于答浪沟河于选厂上游段，沟河含水层丰富，透水性强，设  $\Phi 6.0 \times 12.0\text{m}$  钢筋混凝土大口井 1 座，取水量  $1500\text{m}^3/\text{d}$ ，井口标高约 2940m，在井内设 200QJ100-160/8 型潜水泵， $Q=100\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=150\text{m}$ ， $N=55\text{kW}$ ，2 台，1 用 1 备。

采用加强型钢丝网骨架聚乙烯复合管，管径  $de160 \times 11$  ( $P=2.0\text{MPa}$ )，管长 0.8km，埋设，管顶覆土厚度 1.5m。

#### 4.3.1 采矿供水

充填和采矿工艺均对水质要求不高，故将坑内涌水做为矿山供水水源。剩余涌水沉淀后自流至 3010m 平硐回水水仓。采矿工业场地高于选矿场地故在采矿工业场地新建新水高位水池 1 座，采矿生产用水由该水池接出，自流至采矿工艺各用水点，剩余涌水自流至选矿回水高位水池，其中贮存 2h 消防用水量，满足采矿工业场地室外消防用水要求。

#### 4.3.2 选矿供水

##### a. 新水供水系统

在选厂设新水高位水池 1 座，其中贮存 2h 消防用水量  $180\text{m}^3$ ，水池内设有水位显示，并有高低水位报警及保证消防储备水不被它用的设施。选矿生产用水由该水池接出，自流

至选矿工艺各用水点。

#### b. 回水供水系统

选矿工业场地生产回水由精矿浓密溢流水、充填浓密溢流水、尾矿库回水三部分组成，其中精矿浓密溢流水在主厂房就近回用，充填站和尾矿库回水均输送至选厂回水高位水池，再自流至选矿工艺各用水点重复使用。

#### 4.3.3 生活供水

生活用水由于本工程以答浪沟河地表水做为矿区水源，故矿区所有生活用水都须经过处理后才能使用。选厂生活区用水由生活水处理站内 30m<sup>3</sup> 水箱自流供给，采矿生活区用水在采矿生活区较高位置设高位水箱 1 座，高位水箱水由生活水处理站内加压泵加压供给。

#### 4.4 矿区供电方案

根据矿区外部供电电源和内部用电负荷分布情况，在矿区新建 1 座 35/10kV 总降压变电所，电源从合作市门浪滩 110kV 变电站至以地南矿区 35kV 架空引来。总降压变电所内安装 1 台 12500kVA 主变压器。35kV 侧和 10kV 侧配电设备均室内配置，主变压器室外配置；变电所系统主接线型式为：35kV 单母线分段运行并设置联络，10kV 侧采用单母线分段运行并设置联络；10kV 馈线以放射式架空或电缆线路分别向采矿 10kV 变配电所、选矿 10kV 变配电所、尾矿回水输送泵站 10kV 变配电所（与泵房合建）以及锅炉房 10kV 变电站等供电。

#### 4.5 交通运输条件

以地南铜金矿区位于甘南藏族自治州府合作市北东直距 13km，甘川公路（213 国道）、兰海高速均直接连通兰州—合作市区，里程分别为 290km、220km。合作市至卡的县道 Y576 于 20km 处从矿区东侧通过，有简易公路从东往西穿过矿区，里程 5km。乡道 Y614（卡加道乡至卡加曼乡，为四级柏油路）沿答浪沟河自北向南穿过矿区，至 213 国道里程约 6km，矿区交通方便。

## 5 矿床开采

### 5.1 开采顺序和首采地段

#### 5.1.1 现有的探矿工程

以地南矿区详查工作形成了如下探矿工程：3245m、3227m、3220m、3205m、3190m、3160m、3155m、3130m、3110m、3100m、3055m、3010m 中段。现有探矿工程及利用情况见表 5-1。以上利用的中段只有 3010 中段联通地表，其他中段硐口均进行了封堵。无法利用的中段对其进行封堵或充填处理。

表 5-1 现有探矿工程及利用情况

| 中段 (m) | 工程量 (m) | 利用情况 |
|--------|---------|------|
| 3245   | 582     |      |
| 3227   | 623     |      |
| 3220   | 983     | 利用   |
| 3205   | 1306    |      |
| 3190   | 1284    |      |
| 3160   | 1047    | 利用   |
| 3155   | 1185    | 利用   |
| 3130   | 1087    |      |
| 3110   | 3342    | 利用   |
| 3100   | 1051    |      |
| 3055   | 3832    | 利用   |
| 3010   | 3914    | 利用   |

#### 5.1.2 开采顺序和首采地段的确定

根据矿体赋存条件、已有探矿工程布置情况及矿山总体布置方案，考虑充分利用现有的探矿工程减少前期基建投资，本次设计全矿采用自上而下的开采顺序，中段内采用后退式回采。

根据推荐的开采顺序、中段划分和矿体赋存特点，确定首采地段 3220m、3160m、3110m 中段。

## 5.2 矿山生产能力验证

### 5.2.1 推荐的生产能力

根据前述建设规模的比较，本次开发利用方案推荐矿山建设规模为采选  $50 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

### 5.2.2 生产能力验证

按可布矿块参照国内同类矿山企业的实际统计数值，矿块利用系数取 0.3。计算各中段的生产能力见表 5-2。

表 5-2 按单中段可布置的矿块数验证生产能力表

| 中段<br>(m) | 采矿方法             | 矿体长度<br>(m) | 可布矿块数<br>(个) | 矿块利用系数 | 同时工作矿块数<br>(个) | 矿块生产能力<br>(t/d) | 中段生产能力 |         |
|-----------|------------------|-------------|--------------|--------|----------------|-----------------|--------|---------|
|           |                  |             |              |        |                |                 | (t/d)  | (万 t/a) |
| 3220      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 1351        | 34           | 0.3    | 11             | 80              | 748    | 22.4    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 239         | 6            | 0.3    | 2              | 200             | 340    | 10.2    |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 1088   | 32.6    |
| 3160      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 2365        | 60           | 0.3    | 18             | 80              | 1224   | 36.7    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 200         | 5            | 0.3    | 2              | 200             | 340    | 10.2    |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 1564   | 46.9    |
| 3110      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 2771        | 70           | 0.3    | 21             | 80              | 1428   | 42.8    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 498         | 13           | 0.3    | 4              | 200             | 680    | 20.4    |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 2108   | 63.2    |
| 3055      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 2506        | 63           | 0.3    | 19             | 80              | 1292   | 38.7    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 744         | 19           | 0.3    | 6              | 200             | 1020   | 30.6    |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 2312   | 69.3    |
| 3010      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 2157        | 54           | 0.3    | 17             | 80              | 1156   | 34.6    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 481         | 13           | 0.3    | 4              | 200             | 680    | 20.4    |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 1836   | 55      |
| 2960      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 1883        | 48           | 0.3    | 15             | 80              | 1020   | 30.6    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 567         | 15           | 0.3    | 5              | 200             | 850    | 25.5    |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 1870   | 56.1    |
| 2910      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 1058        | 27           | 0.3    | 9              | 80              | 612    | 18.3    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 446         | 12           | 0.3    | 4              | 200             | 680    | 20.4    |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 1292   | 38.7    |

| 中段<br>(m) | 采矿方法             | 矿体长度<br>(m) | 可布矿块数<br>(个) | 矿块利用系数 | 同时工作矿块数<br>(个) | 矿块生产能力<br>(t/d) | 中段生产能力 |        |
|-----------|------------------|-------------|--------------|--------|----------------|-----------------|--------|--------|
|           |                  |             |              |        |                |                 | (t/d)  | (万t/a) |
| 2860      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 1021        | 26           | 0.3    | 8              | 80              | 544    | 16.3   |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 329         | 9            | 0.3    | 3              | 200             | 510    | 15.3   |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 1054   | 31.6   |
| 2810      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 1120        | 28           | 0.3    | 9              | 80              | 612    | 18.3   |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 230         | 6            | 0.3    | 2              | 200             | 340    | 10.2   |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 952    | 28.5   |
| 2760      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 1135        | 29           | 0.3    | 9              | 80              | 612    | 18.3   |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 215         | 6            | 0.3    | 2              | 200             | 340    | 10.2   |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 952    | 28.5   |
| 2710      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 1155        | 29           | 0.3    | 9              | 80              | 612    | 18.3   |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 195         | 5            | 0.3    | 2              | 200             | 340    | 10.2   |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 952    | 28.5   |
| 2660      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 590         | 15           | 0.3    | 5              | 80              | 340    | 10.2   |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 190         | 5            | 0.3    | 2              | 200             | 340    | 10.2   |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 680    | 20.4   |
| 2610      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 564         | 15           | 0.3    | 5              | 80              | 340    | 10.2   |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 186         | 5            | 0.3    | 2              | 200             | 340    | 10.2   |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 680    | 20.4   |
| 2560      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 464         | 12           | 0.3    | 4              | 80              | 272    | 8.1    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 186         | 5            | 0.3    | 2              | 200             | 340    | 10.2   |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 612    | 18.3   |
| 2510      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 375         | 10           | 0.3    | 3              | 80              | 204    | 6.1    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 175         | 5            | 0.3    | 2              | 200             | 340    | 10.2   |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 544    | 16.3   |
| 2460      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 325         | 9            | 0.3    | 3              | 80              | 204    | 6.1    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 125         | 4            | 0.3    | 2              | 200             | 340    | 10.2   |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 544    | 16.3   |
| 2410      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 310         | 8            | 0.3    | 3              | 80              | 204    | 6.1    |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 100         | 3            | 0.3    | 1              | 200             | 170    | 5.1    |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 374    | 11.2   |

| 中段<br>(m) | 采矿方法             | 矿体长度<br>(m) | 可布矿块数<br>(个) | 矿块利用系数 | 同时工作矿块数<br>(个) | 矿块生产能力<br>(t/d) | 中段生产能力 |        |
|-----------|------------------|-------------|--------------|--------|----------------|-----------------|--------|--------|
|           |                  |             |              |        |                |                 | (t/d)  | (万t/a) |
| 2360      | 浅孔留矿嗣后、上向水平分层充填法 | 225         | 6            | 0.3    | 2              | 80              | 136    | 4      |
|           | 分段空场嗣后充填法        | 75          | 2            | 0.3    | 1              | 200             | 170    | 5.1    |
|           | 小计               |             |              |        |                |                 | 306    | 9.1    |

#### 5.4.3 按年下降速度验证生产能力

参照国内类似矿山的实际年下降速度及该矿实际情况，空场法一般在20~30m之间，本次设计选取年下降速度25m。按年下降速度验算单中段生产能力见表5-3。

表 5-3 按年下降速度验证生产能力表

| 中段(m) | 矿石量(10 <sup>4</sup> t) | 年下降速度(m/a) | 服务年限/a | 中段生产能力 | 中段生产能力                |
|-------|------------------------|------------|--------|--------|-----------------------|
|       |                        |            |        | (t/d)  | (10 <sup>4</sup> t/a) |
| 3220  | 14.0                   | 25         | 2.0    | 233    | 7.0                   |
| 3160  | 48.1                   | 25         | 2.0    | 802    | 24.1                  |
| 3110  | 89.6                   | 25         | 2.0    | 1494   | 44.8                  |
| 3055  | 107.5                  | 25         | 2.0    | 1791   | 53.7                  |
| 3010  | 78.7                   | 25         | 2.0    | 1312   | 39.4                  |
| 2960  | 51.0                   | 25         | 2.0    | 850    | 25.5                  |
| 2910  | 43.7                   | 25         | 2.0    | 728    | 21.8                  |
| 2860  | 36.0                   | 25         | 2.0    | 600    | 18.0                  |
| 2810  | 30.7                   | 25         | 2.0    | 511    | 15.3                  |
| 2760  | 25.0                   | 25         | 2.0    | 416    | 12.5                  |
| 2710  | 22.7                   | 25         | 2.0    | 379    | 11.4                  |
| 2660  | 27.0                   | 25         | 2.0    | 450    | 13.5                  |
| 2610  | 29.3                   | 25         | 2.0    | 488    | 14.7                  |
| 2560  | 27.1                   | 25         | 2.0    | 452    | 13.6                  |
| 2510  | 22.7                   | 25         | 2.0    | 378    | 11.3                  |
| 2460  | 11.5                   | 25         | 2.0    | 191    | 5.7                   |
| 2410  | 3.1                    | 25         | 2.0    | 52     | 1.5                   |
| 2360  | 7.7                    | 25         | 2.0    | 128    | 3.8                   |

#### 5.4.4 按经济合理服务年限验证生产能力

$$A = Q\eta / t(1 - \rho)$$

式中：A——矿山年产量，t/a；

Q——设计利用储量，t；

$\eta$ ——矿石回收率，%；

$\rho$ ——矿石贫化率，%；

t——经济合理服务年限（一般取下限值），a。

$$A=675.25 \times 10^4 \times (1-11\%) / (14 \times (1-10\%)) = 47.69 \times 10^4 \text{t/a.}$$

经济合理服务年限取 14a，则矿山生产规模为  $47.69 \times 10^4 \text{t/a}$ 。由上述三个方法验证的结果表明：3010m 及以上中段正常生产中段单中段生产能力在  $24.1 \times 10^4 \sim 53.7 \times 10^4 \text{t/a}$  之间，2 个中段同时生产能达到  $50 \times 10^4 \text{t/a}$  的能力，3010m 及以下中段正常生产中段单中段生产能力在  $11.4 \times 10^4 \sim 25.5 \times 10^4 \text{t/a}$  之间。依据推断矿山可能的远景储量大的前提下，配备的高效出矿设备，采取强采强出措施，3 个中段同时生产能达到  $50 \times 10^4 \text{t/a}$  的能力。因此，本次设计推荐矿山生产能力 1667t/d， $50 \times 10^4 \text{t/a}$  是合理可行的。

### 5.3 开采移动范围

依据矿体上下盘围岩的力学性质和推荐选用的采矿方法，类比同类矿山选取的崩落参数为：

上盘陷落角  $75^\circ$ ，移动角  $70^\circ$ ；

下盘陷落角  $75^\circ$ ，移动角  $70^\circ$ ；

两翼陷落角  $80^\circ$ ，移动角  $75^\circ$ ；

圈定的地表陷落范围见矿区总体布置图。按照上述参数圈定的地表移动范围长约 1616m，宽约 425m。原地表尾矿库位于 Au4-1 矿体上盘开采岩石移动带范围内，本次设计水平方向按尾矿库边界向外偏移 20m，垂直方向从 3160m 以上至地表圈定保安矿柱，该保安矿柱本次设计作为永久矿柱不进行回采。保安矿柱以下矿体采场回采结束后采用尾砂胶结充填需严格接顶。

### 5.4 采矿方法

#### 5.4.1 采矿方法选择原则

- (1) 生产安全，有良好的作业条件和环境。
- (2) 适应性和灵活性强，能适应矿体形态的变化。
- (3) 生产能力大，效率高。
- (4) 贫化损失率小。
- (5) 技术成熟，工艺简单可靠。
- (6) 能耗少，成本低，投资省，经济效益好。
- (7) 采切工程量小，建设时间短，投产快。

#### 5.4.2 采矿方法选择

影响地下开采采矿方法选择的主要因素为矿床及水文地质条件、矿石品位及价值、

矿体产状及围岩的稳固性、采矿人员的健康及安全性、地表是否允许陷落、采矿方法的机械化、自动化水平、劳动力成本及技术素质等。

依据以地南铜金矿的矿床开采技术条件及水文地质条件、矿石品位及价值、矿体产状及围岩的稳固性、地表是否允许陷落（急倾斜产出、倾角  $50^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，薄矿体，工程地质条件简单，品位较高）等因素，可供选择的采矿方法有：嗣后充填法和上向水平分层充填法。

浅孔留矿、分段空场嗣后充填法采矿效率高，生产能力大，在无其他条件限制下，优先推荐采用浅孔留矿、分段空场嗣后充填法；对围岩破碎、高品位、地表及保安矿柱周边矿体回采，选择上向水平分层尾砂胶结充填法；对矿岩不稳固，上盘围岩特别破碎的地段，采用上向水平进路式尾砂胶结充填法进行回采。

综合分析，设计推荐采用嗣后充填法为主，其他充填法为辅，3010m 中段以上和 3010m 中段以下选用的采矿方法可根据现场实际情况进行相应的调整。具体为：

3010m 中段以上：

- a. 分段空场嗣后充填法(平底结构)：厚度  $> 4\text{m}$ 、矿岩中等稳固的矿体；
- b. 浅孔留矿嗣后充填法(平底结构)：厚度  $\leq 4\text{m}$ 、矿岩中等稳固的矿体。

3010m 中段以下：

- a. 分段空场嗣后充填法(有底部结构)：3010 中段以下厚度  $> 4\text{m}$ 、矿岩中等稳固的矿体；
- b. 浅孔留矿嗣后充填法(有底部结构)：3010 中段以下厚度  $\leq 4\text{m}$ 、矿岩中等稳固的矿体。
- c. 上向水平进路式尾砂胶结充填法：矿岩不稳固、上盘围岩特破碎的矿体。
- d. 上向水平分层尾砂胶结充填法：矿岩不稳固的矿体。

有底部结构与无底部结构主要是中段出矿水平，若出矿水平标高与中段水平标高相同即为平底结构，若出矿水平标高高于中段水平标高，即出矿水平与中段间采用有短溜井联通即为有底部结构。

3010m 以上原有的探矿工程离矿体的距离较近，穿脉巷道的长度短，不便于设置短溜井，矿石采用扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车，即为平底结构出矿。3010m 以下中段探矿工程少，设计充分考虑穿脉巷道的长度，便于矿石通过短溜井装入  $1.2\text{m}^3$  矿车。

按照上述采矿方法的适用条件，对矿体逐个剖面进行统计，分段空场嗣后充填法占出矿比例的 20%，浅孔留矿嗣后充填法占出矿比例的 50%，上向水平分层（进路）尾砂

胶结充填法占出矿比例的 30%。

#### 5.4.3 回采工艺和设备选型

##### 5.4.3.1 分段空场嗣后充填法（有底部结构）

###### a. 构成要素

矿块沿矿体走向布置，矿块长 40m（穿脉 40m 间距，且现有的探矿穿脉巷道间距也为 40m），宽为矿体厚度，中段高度 50m，分段高度 10-14m，底柱高 8m，顶柱高 4m，间柱宽 8m。

采场出矿采用地下铲运机，出矿进路与下盘出矿巷道相连，间距 7m。

###### b. 采准和切割工作

主要采准切割工作包括：在脉外开凿人行通风天井、天井联络道；与下盘出矿巷道相连的出矿进路；在矿房底部沿矿体走向的拉底巷道；在矿房内布置各分段凿岩道；采场短斜坡道上至下盘出矿巷道水平；在矿房中间开凿切割天井，形成切割槽；在下盘出矿巷道一侧开凿采场短溜井。本采矿方法的采准切割工程主要有脉外人行通风天井、天井联络道、采区短斜坡道、分段凿岩道、出矿进路、拉底巷道及切割天井等。

采准、切割平巷采用 YT-28 型气腿式凿岩机凿岩，切割天井及人行通风天井采用 YSP-45 型上向式凿岩机。

###### c. 回采工作

在采准切割工程完成后，从切割槽开始，在分段凿岩道中打扇形中深孔，孔径 60~65mm，用 BQ-100 型装药器装炸药，数码电子雷管起爆，每次爆破 2~3 排炮孔，爆破顺序是从上部向下部后退式回采。爆下矿石由 1.5m<sup>3</sup> 电动铲运机运至采场溜井经振动放矿机装入矿车运至竖井车场，落矿块度控制在 ≤350mm。大块率 ≤10%，大块的二次破碎采用地下移动破碎锤破碎。

采场通风：新鲜风流从人行通风天井、天井联络道经分段凿岩道进入采场，清洗工作面后，污风回到上中段运输巷道。

###### d. 矿柱回收及采空区处理

先回收间柱，回收完毕后，采用高强度充填体（1:4）进行充填。然后回采矿房，待整个矿房的矿石出尽以后，在采场出矿进路及天井联络道口砌筑充填挡墙封闭，先充填 5m 厚的高强度（1:4）水泥尾砂浆，再充填低强度充填体（1:10）水泥尾砂浆，距顶柱 1m 处充填高强度（1:4）水泥尾砂浆。采场最后充填尽可能充满，第一次充填接顶后，24 小时后再进行第二次接顶充填。当矿房充填工作结束后，当充填体达到养护龄期要求

时,采用小分段回收顶、底柱,回采完毕后,采用低强度充填体(1:10)进行充填。若充填浓度较低,采场中积水难消时,可在采场中架设波纹滤水管,波纹滤水管用滤布包扎以防漏浆,一端从充填挡墙引出,另一端顺采空区挂在空区高处。挡墙上另设2~3个用滤布包裹的 $\phi=100\text{mm}$ 旧钢管,用于初期充填时挡墙辅助脱水,脱水管位置距巷道底板不能低于1.0m。充填作业应严格一次料面升高高度,以保证挡墙的稳定。一次充填高度不宜超过10m,待下部初凝后再进行上部充填。

e. 损失、贫化指标及矿块生产能力

根据矿体的倾角、厚度、围岩情况及岩石性质,经计算并参照国内类似矿山生产资料并结合矿山的实际情况,设计选取矿块损失率、贫化率分别为14%、13%,采场生产能力200t/d。

5.4.3.2 浅孔留矿嗣后充填法(有底部结构)

a. 矿块构成要素

矿块沿矿体走向布置,矿块长40m,宽为矿体厚度,中段高度50m,底柱高8m,顶柱高4m,间柱宽8m。采场出矿采用地下铲运机,出矿进路与下盘出矿巷道相连,间距8m。

b. 采准和切割工作

主要采准切割工作包括:在脉外开凿人行通风天井;与下盘出矿巷道相连的出矿进路;在矿房底部沿矿体走向的拉底巷道;人行通风天井与矿房连接的天井联络道;在下盘出矿巷道一侧开凿采场短溜井,采场短斜坡道上至下盘出矿巷道水平。本采矿方法的采准切割工程主要有采场人行通风天井、采场联络道、出矿进路及拉底巷道、采场短斜坡道等。

c. 矿房回采工作

①凿岩爆破:从拉底层空间开始,用YT28凿岩机分层开采,人工装药落矿,分层高度1.8~2.0m,块度大于350mm的矿石在采场内进行二次破碎。

②局部放矿:每一回采循环,采用 $1.5\text{m}^3$ 电动铲运机铲出回采落矿量的30%,保持矿房内矿石与回采工作面有2m左右的作业空间。

③平场工作及采场支护:局部放矿后,首先检查顶板及上下盘围岩情况,撬掉浮石,再进行平场工作。对上下盘不稳固地段需进行锚网支护加固。

④采场通风:新鲜风流从一侧人行通风天井进入回采工作面,污风从另一侧人行通风天井至上中段运输巷道。

d. 矿柱回收和采空区处理

先回收间柱，回收完毕后，采用高强度充填体（1:4）进行充填。然后回采矿房，矿房采完后，砌筑充填挡墙，进行充填，充填管路从上一中段进入采场充填。在采场出矿进路及天井联络道口砌筑充填挡墙封闭，先充填 5m 厚的高强度（1:4）水泥尾砂浆，再充填低强度充填体（1:10）水泥尾砂浆，距顶柱 1m 处充填高强度（1:4）水泥尾砂浆。采场最后充填尽可能充满，第一次充填接顶后，24 小时后再进行第二次接顶充填。顶柱、底柱回收在充填体稳定以后进行，顶、底柱采用进路式回收，回采完毕后，采用低强度充填体（1:10）进行充填。

#### e. 损失、贫化指标及矿块生产能力

根据矿体的倾角、厚度、围岩情况及岩石性质，经计算并参照国内类似矿山的实际资料，设计选取矿块损失率、贫化率分别为 12%、10%，采场生产能力 80t/d。

### 5.4.5.3 分段空场嗣后充填法（平底结构）

#### a. 构成要素

矿块沿矿体走向布置，矿块长 40m（穿脉 40m 间距，且现有的探矿穿脉巷道间距也为 40m），宽为矿体厚度，中段高度 50m，分段高度 10-12m，顶柱高 4m，间柱宽 8m。

采场出矿采用扒碴机，出矿进路与下盘脉外巷道相连，间距 7m。

#### b. 采准和切割工作

主要采准切割工作包括：在脉外开凿人行通风天井；与中段运输巷道相连的出矿进路；在矿房底部沿矿体走向的拉底巷道；在矿房内布置各分段凿岩道；天井联络道联通人行通风天井与分段凿岩道；在矿房中间开凿切割天井，形成切割槽。本采矿方法的采准切割工程主要有采场人行通风天井、天井联络道、分段凿岩巷道、出矿进路、拉底巷道及切割天井等。

采准、切割平巷采用 YT-28 型气腿式凿岩机凿岩，切割天井及人行通风天井采用 YSP-45 型上向式凿岩机。

#### c. 回采工作

在采准切割工程完成后，从切割槽开始，在分段凿岩巷道中打扇形中深孔，孔径 60~65mm，用 BQ-100 型装药器装炸药，数码电子雷管起爆，每次爆破 2~3 排炮孔，爆破顺序是从上部向下部后退式回采。爆下矿石由 ZWY-60 扒碴机装入 1.2m<sup>3</sup> 矿车运至主溜井，落矿块度控制在 ≤350mm。大块率 ≤10%。

采场通风：新鲜风流从人行通风天井经分段凿岩巷道进入采场，清洗工作面后，污风回到上中段运输巷道。

#### d. 矿柱回收及采空区处理

先回收间柱，回收完毕后，采用高强度充填体（1:4）进行充填。然后回采矿房，待整个采场的矿石出尽以后，在采场出矿进路及天井联络道口砌筑充填挡墙封闭，先充填 5m 厚的高强度（1:4）水泥尾砂浆，再充填低强度充填体（1:10）水泥尾砂浆，距顶柱 1m 处充填高强度（1:4）水泥尾砂浆。采场最后充填尽可能充满，第一次充填接顶后，24 小时后再进行第二次接顶充填。当矿房充填工作结束后，当充填体达到养护龄期要求时，采用小分段回收顶柱，回采完毕后，采用低强度充填体（1:10）进行充填。若充填浓度较低，采场中积水难消时，可在采场中架设波纹滤水管，波纹滤水管用滤布包扎以防漏浆，一端从充填挡墙引出，另一端顺采空区挂在空区高处。挡墙上另设 2~3 个用滤布包裹的  $\phi=100\text{mm}$  旧钢管，用于初期充填时挡墙辅助脱水，脱水管位置距巷道底板不能低于 1.0m。充填作业应严格一次料面升高高度，以保证挡墙的稳定。一次充填高度不宜超过 10m，待下部初凝后再进行上部充填。

#### e. 损失、贫化指标及矿块生产能力

根据矿体的倾角、厚度、围岩情况及岩石性质，经计算并参照国内类似矿山生产资料并结合矿山的实际情况，设计选取矿块损失率、贫化率分别为 14%、13%，采场生产能力 200t/d。

#### 5.4.5.4 浅孔留矿嗣后充填法（平底结构）

##### a. 矿块构成要素

矿块沿矿体走向布置，矿块长 40m，宽为矿体厚度，中段高度 50m，顶柱高 4m，间柱宽 8m。采场出矿采用扒碴机，出矿进路与下盘脉外巷道相连，间距 8m。

##### b. 采准和切割工作

主要采准切割工作包括：在脉外开凿人行通风天井；与中段运输巷道相连的出矿进路；在矿房底部沿矿体走向的拉底巷道；由人行通风天井与矿房连接的天井联络道。本采矿方法的采准切割工程主要有采场人行通风天井、天井联络道、出矿进路及拉底巷道等。

##### c. 矿房回采工作

①凿岩爆破：从拉底层空间开始，用 YT28 凿岩机分层开采，人工装药落矿，分层高度 1.8~2.0m，块度大于 350mm 的矿石在采场内进行二次破碎。

②局部放矿：每一回采循环，采用  $1.5\text{m}^3$  电动铲运机铲出回采落矿量的 30%，保持矿房内矿石与回采工作面有 2m 左右的作业空间，矿石由 ZWY-60 扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车

运至主溜井。

③平场工作及采场支护：局部放矿后，首先检查顶板及上下盘围岩情况，撬掉浮石，再进行平场工作。对上下盘不稳固地段需进行锚网支护加固。

④采场通风：新鲜风流从一侧人行通风天井进入回采工作面，污风从另一侧人行通风天井至上中段运输巷道。

#### d. 矿柱回收和采空区处理

先回收间柱，回收完毕后，采用高强度充填体（1:4）进行充填。然后回采矿房，砌筑充填挡墙，进行充填，充填管路从上一中段进入采场充填。在采场出矿进路及天井联络道口砌筑充填挡墙封闭，先充填 5m 厚的高强度（1:4）水泥尾砂浆，再充填低强度充填体（1:10）水泥尾砂浆，距顶柱 1m 处充填高强度（1:4）水泥尾砂浆。采场最后充填尽可能充满，第一次充填接顶后，24 小时后再进行第二次接顶充填。顶柱的回收在充填体稳定以后进行，顶柱采用进路式回收，回采完毕后，采用低强度充填体（1:10）进行充填。

#### e. 损失、贫化指标及矿块生产能力

根据矿体的倾角、厚度、围岩情况及岩石性质，经计算并参照国内类似矿山的实际资料，设计选取矿块损失率、贫化率分别为 12%、10%，采场生产能力 80t/d。

### 5.4.3.5 上向进路充填采矿法

#### a. 矿块构成要素

矿块沿走向布置，矿块长度为 40m，矿块高度为 50m，矿块宽度为矿体厚度，不留矿柱。分段高度 12m，分层高度 4.0m，每个分段运输巷道承担 3 个分层回采。回采进路可根据宽体厚度沿走向布置或垂直走向布置，进路宽度可根据矿岩稳固情况进行调整。

#### b. 采准和切割工作

主要的采准切割工作包括：采区斜坡道、斜坡道联络道、分段运输巷道、分层联络道、溜井联络道、溜井、回风充填天井、切割巷道。

分段运输巷道通过采区斜坡道使其与上下联通，从分段运输巷道向矿体掘分层联络道与采场联通，在采场矿体中部下盘位置掘回风充填天井。

每分层回采、充填完毕后，对分层联络道进行挑顶垫底而形成新的分层联络道，来保证每分层回采的需求。

采切设备：凿岩采用 YT-28 型气腿式凿岩机或 YSP-45 型凿岩机凿岩，装运岩采用 1.5m<sup>3</sup> 柴油铲运机，工作面配 JK58-1N<sub>2</sub>4.0 型局扇辅助加强通风。

### c. 矿房回采工作

①凿岩：从布置的切割巷道沿走向向采场两翼进行进路回采。凿岩采用 YT-28 型气腿式凿岩机钻凿水平炮孔。

②爆破：采用 2#岩石乳化炸药，数码电子雷管起爆。

③通风：新鲜风流从中段下盘沿脉巷道，经采区斜坡道进入分段运输巷道、然后通过分层联络道进入采场，清洗工作面后的污风从采场内通风天井进入上中段回风水平巷道。

在采场爆破后或通风困难采场采用 JK55—1N<sub>2</sub>5 型局扇进行加强通风。

④出矿：采场通风完毕后，进行撬毛支护，然后铲运机出矿。出矿采用 1.5m<sup>3</sup> 电动铲运机。铲运机经采场分层联络道将矿石卸入分段运输巷道中的矿石溜井内。

⑤充填：进路回采完毕后即进行充填准备工作，充填管由充填回风天井下放到采场，充填时在每个采场的底部第一个分层（4m）用  $\Phi 12$  钢筋铺设双层钢筋网，钢筋网间距 250mm，采用灰砂比 1：4 的充填料胶结充填，为下中段回收最上一个分层创造条件。为减少充填成本，依据每分层进路个数，采用间隔充填。一步采进路采用灰砂比 1：4 的充填料充填；二步采进路首先采用井下废石回填后，再采用灰砂比 1：10 的充填料充填，充填 3.5m，剩下的 0.5m 用灰砂比 1：4 的充填料进行胶面充填，以利于回采上一分层时铲运机铲装和行走。每一条进路充填时应尽可能确保接顶充填。每分层充填之前需将充填泄水井接至分层顶部，以备上分层充填泄水。

⑥回采循环：回采作业工序主要有凿岩、装药、爆破、通风、撬毛、支护、出矿以及充填。

### 5.4.5.6 上向水平分层充填采矿法

#### a. 矿块构成要素

矿块沿矿体走向布置，矿块长 40m，矿块高度为 50m，宽度为矿体水平厚度，不留矿柱。分段高度 12m，分层高度 4.0m，每个分段运输巷道承担 3 个分层回采。

#### b. 采准和切割工作

主要的采准切割工作包括：采区斜坡道、分段运输巷道、脉外矿石溜井、溜井联络道、分层联络道、充填通风井、切割拉底层等。

在矿体下盘掘进分段运输巷道与采区斜坡道联通，自分段巷道掘进分层联络道通达矿体。通过分层联络道，在矿体内沿走向掘进水平切割巷道，然后逐步刷大至矿体水平厚度形成拉底层。在采场中间下盘位置掘充填通风天井，上部作为充填通风井、下部作为充填滤水井。自分段运输巷道下掘采场联络道到达矿体，随逐层采矿而逐层挑顶垫底

形成逐分层采场联络道，以适应每分层回采进路的要求。

采切设备：凿岩采用 YT-28 型气腿式凿岩机或 YSP-45 型凿岩机凿岩，装运岩采用 1.5m<sup>3</sup> 柴油铲运机，工作面配 JK58-1№4.0 型局扇辅助加强通风。

### c. 矿房回采

①凿岩：凿岩采用 YT-28 型气腿式凿岩机钻凿水平炮孔。每分层留有补偿空间高度为 1m，回采矿石高度为 3m。

②爆破：每分层以拉底层为自由面进行爆破，爆破采用 2#岩石乳化炸药，电子数码雷管起爆。

③通风：新鲜风流从中段下盘沿脉巷道，经采区斜坡道进入分段运输巷道、然后通过分层联络道进入采场，清洗工作面后的污风从采场内通风天井进入上中段回风水平巷道。在采场爆破后或通风困难采场采用 JK55-1№5 型局扇进行加强通风。

④出矿：采场通风完毕后，进行撬毛支护，然后铲运机出矿。出矿采用 1.5m<sup>3</sup> 型电动铲运机。铲运机经分层联络道将矿石卸入分段运输巷道中矿石溜井内。

⑤充填：在采场单分层全部采完后，进行充填准备，架设充填管，将充填泄水井接至分层顶部。采场充填挡墙不另设置，在分层充填前，先将分层联络道挑顶，以挑顶废石自然形成挡墙。充填管从通风井铺设至采场。充填准备工作结束后首先采用井下废石回填后，再采用灰砂比 1:10 的充填料充填，而后在其上部充填 500mm 厚灰砂比为 1:4 胶结充填料，以形成回采下一分层矿体的出矿底板并增加充填体整体强度。各采场第一个分层（4m）用  $\phi 12$  钢筋铺设双层钢筋网，钢筋网间距 250mm，采用灰砂比 1:4 的充填料胶结充填，为下中段回收最上一个分层创造条件，为保证最后分层充填充分接顶，最后一分层分两次充填，两次充填之间间隔 24h。

⑥回采循环：回采作业工序主要有凿岩、装药、爆破、通风、撬毛、支护、出矿以及充填。

采矿方法的主要技术经济指标见表 5-4。

表 5-4 采矿方法主要技术经济指标表

| 序号 | 项目名称 | 单位 | 分段空场法嗣后充填(有底部结构) | 浅孔留矿法嗣后充填(有底部结构) | 分段空场法嗣后充填(平底结构) | 浅孔留矿法嗣后充填(平底结构) | 上向水平分层充填采矿法 | 上向水平进路式充填采矿法 | 综合 |
|----|------|----|------------------|------------------|-----------------|-----------------|-------------|--------------|----|
| 一  | 结构参数 |    |                  |                  |                 |                 |             |              |    |
| 1  | 矿块长度 | m  | 40               | 40               | 40              | 40              | 40          | 40           |    |
| 2  | 中段高度 | m  | 50               | 50               | 50              | 50              | 50          | 50           |    |

|   |       |                    |       |       |       |       |       |       |        |
|---|-------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| 3 | 矿房宽   | m                  | 矿体厚度  | 矿体厚度  | 矿体厚度  | 矿体厚度  | 矿体厚度  | 矿体厚度  |        |
| 4 | 底柱高度  | m                  | 8     | 8     |       |       |       |       |        |
|   | 顶柱高度  | m                  | 4     | 4     | 4     | 4     |       |       |        |
| 5 | 分段高度  | m                  | 13-14 |       | 12    |       |       |       |        |
| 6 | 间柱宽度  | m                  | 8     | 8     | 8     | 8     |       |       |        |
| 7 | 出矿间距  | m                  | 7     | 8     | 7     | 8     | 4     | 4     |        |
| 二 | 技术指标  |                    |       |       |       |       |       |       |        |
| 1 | 采矿方法比 | %                  | 10    | 25    | 10    | 25    | 20    | 10    |        |
| 2 | 矿块生产能 | t/d                | 200   | 80    | 200   | 80    | 100   | 80    | 108.00 |
| 3 | 采切比   | m/kt               | 15.76 | 16.06 | 13.26 | 12.48 | 11.94 | 10.98 | 13.3   |
|   |       | m <sup>3</sup> /kt | 97.68 | 98.86 | 77.26 | 70.04 | 93.42 | 84.93 | 85.20  |
| 4 | 损失率   | %                  | 14.0  | 12.0  | 14.0  | 12.0  | 8.0   | 8.0   | 11.00  |
|   | 贫化率   | %                  | 13.0  | 10.0  | 13.0  | 10.0  | 8.0   | 8.0   | 10.00  |
| 三 | 回采工艺  |                    |       |       |       |       |       |       |        |
|   | 凿岩台效  | m/台                | 35    | 65    | 35    | 65    | 65    | 65    | 59.00  |
|   | 出矿台效  | t/台                | 185   | 185   | 185   | 185   | 185   | 185   | 185.00 |

## 5.5 矿山服务年限

依照上述原则，按确定的生产能力进行排产，经排产可知矿山设计开采范围内的矿体服务年限为14年（不含基建期3年）；第1年为过渡期，第2年至第13年为达产年；第14年为减产年。

## 5.6 开拓运输系统

矿区主要矿体为：Au4-1、Au3-1，其他矿体均为小矿体。除Au(Cu)1-1矿体为铜金矿，Au8、Au12矿体为板岩型金矿外，其余矿体均为石英闪长岩型金矿体。Au4-1、Au3-1矿体圈定出少部分氧化矿。

### 5.6.1 中段高度

根据矿体的开采技术条件和选用的采矿方法，中段高度确定为50~60m，从上到下依次为3220m、3160m、3110m、3060m、3010m、2960m、2910m、2860m、2810m、2760m、2710m、2660m、2610m、2560m、2510m、2460m、2410m、2360m、2310m中段。

### 5.6.2 开拓方案的确定

开拓方案选择的基本原则：基建工程量省、经营费用低；最大限度的利用已有探矿工程；设备立足国内、技术成熟先进、安全可靠；系统简单，便于管理等。

该项目地处少数民族聚居区，矿区征地困难，在考虑开拓运输系统时尽减少地表工业场地及设施。若采用明井提升，竖井工业场地与选厂及办公生活区需建设辅助道路，考虑到地形较陡，地表公路施工难度大，故本次设计不推荐明井方案。根据已有工程、矿体赋存情况、以及工业场

地的布置，总体分为 3010 以上和 3010m 以下两部分采区。

a. 3010m 以上采区开拓运输方案

综合考虑矿体的赋存特征、矿山规模、总体布置、开采技术条件，同时考虑 3010m、3055m、3110m、3160m、3220m 中段已有的探矿工程，其次考虑到矿区地形过陡，地表施工矿山运输道路困难，加之大面积压占草场、重新征地困难，故排除阶段平硐—地表运输方案，3010m 以上矿石采用主平硐+溜井开拓运输系统。充分利用已有的 3010m、3110m、3160m、3220m 中段探矿工程，将 3010m 中段设为主运输平硐，采用有轨运输，3010m 以上各中段运输均采取有轨运输。3010m 及以上各中段采场采下的矿石由 ZWY-60 扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车运至矿石溜井（3220-3010m）翻卸，再由 3010m 主平硐溜井底部振动放矿机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车，编组后由 7t 电机车牵引运至 3010m 矿石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机装入胶带运出地表。3010m 本中段矿石 ZWY-60 扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车运至 3010m 矿石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机装入胶带运出地表。开采的废石用于充填采空区。

为了解决 3010m 以上废石、人员材料的上下，针对副提升系统技术上可行的方案拟定以下两个开拓运输方案：

I 方案：主平硐+溜井+辅助斜坡道开拓方案

II 方案：主平硐+溜井+辅助盲斜井开拓方案

各方案的具体描述如下：

I 方案 主平硐+溜井+辅助斜坡道的开拓方案

在 3010m-3220m 中段间设置辅助斜坡道，斜坡道坡度为 15%，每隔 400m 设置 20m 缓坡段，坡度 3%。3010m 以上各中段的材料、设备由 3010m 辅助斜坡道入口进入后上行至各中段斜坡道联络道口，再由电机车运送至作业点。人员步行至 3010m 辅助斜坡道口，再由辅助车辆运输至各中段斜坡道口。生产过程中的设备通过中段间的辅助斜坡道上下至各工作面。

II 方案：主平硐+溜井+辅助盲斜井开拓方案

利用以地南 3010m 以上原有以地斜井（3205m-3150m，倾角  $28^\circ$ ）、拉布寨卡斜井（3110m-3010m，倾角  $28^\circ$ ），将以地斜井延伸至 3110m 中段、两条斜井井筒和提升机硐室刷扩后使用。3010m 以上各中段的材料、设备通过辅助盲斜井自 3010m 主平硐提升至各中段车场后至各作业点。人员由辅助盲斜井运输至各中段工作面。生产过程中的设备通过中段间的斜井上下至各工作面。

综合技术经济比较和方案的优缺点比较分别见表 5-5 和表 5-6。

表 5-5 开拓方案技术经济比较表 (按可比因素计算)

| 序号  | 项目名称              | 单位               | 单价    | 方案 I：辅助斜坡道方案 |         | 方案 II：辅助盲斜井方案 |         |
|-----|-------------------|------------------|-------|--------------|---------|---------------|---------|
|     |                   |                  |       | 数量           | 金额 (万元) | 数量            | 金额 (万元) |
| 一   | 基建费用              |                  | (元)   |              |         |               |         |
| 1   | 辅助斜坡道             |                  |       |              |         |               |         |
| 1.1 | 斜坡道               | 元/m <sup>3</sup> | 715   | 1526/17482   | 1250    |               |         |
| 1.2 | 联络道               | 元/m <sup>3</sup> | 715   | 150/1720     | 123     |               |         |
| 1.3 | 躲避硐室              | 元/m <sup>3</sup> | 750   | 86/341       | 26      |               |         |
| 2   | 盲斜井               |                  |       |              |         |               |         |
| 2.1 | 提升机及配电硐室          | m/m <sup>3</sup> | 722.5 |              |         | 786           | 57      |
| 2.2 | 井筒 (刷扩) + 延伸      | m/m <sup>3</sup> | 850   |              |         | 1266          | 108     |
|     | 3110 车场           | m/m <sup>3</sup> | 715   |              |         | 356           | 25.43   |
| 2.5 | 小计                |                  |       |              | 1403    |               | 190     |
| 3   | 设备                |                  | (万元)  |              |         |               |         |
| 3.1 | JK1.2×1.0A (75kW) | 万元/台             | 30    |              |         | 1.00          | 30.00   |
| 3.2 | 防跑车装置             | 万元/套             | 30    |              |         | 1.00          | 30.00   |
| 3.3 | 斜井人车              | 万元/台             | 15    |              |         | 1.00          | 15.00   |
| 3.4 | 钢丝绳               | 万元               | 1     |              |         | 1.00          | 1.00    |
| 3.5 | 斜坡道人车             | 万元/台             | 55    | 2.00         | 110.00  |               |         |
| 3.6 | 起重设备              | 万元/台             | 8     |              |         | 1.00          | 8.00    |
| 3.7 | 5t 材料车            | 万元/台             | 22    | 3.00         | 66.00   |               |         |
|     | 小计                |                  |       |              | 176.00  |               | 84.00   |
|     | 基建投资合计            |                  |       |              | 1579    |               | 274     |
|     | 差值                |                  |       |              | 0       |               | -1305   |
| 二、  | 年经营费              |                  |       |              |         |               |         |
| 1   | 电费                | 元/kw·h           | 0.53  |              |         | 209250        | 11      |
| 2   | 油耗                | 元/L              | 7.6   | 34475        | 26      |               |         |
| 3   | 人员                | 元/人              | 85000 | 15           | 128     | 27            | 230     |
| 4   | 设备维修费             | 万元               |       |              | 7       |               | 3       |
|     | 小计                |                  |       |              | 161     |               | 244     |
|     | 年经营费差额            | 万元               |       |              | 0       |               | 83      |

表 5-6 开拓方案主要优缺点比较表

| 项目 | I 方 案                                        | II 方 案                              |
|----|----------------------------------------------|-------------------------------------|
|    | 主平硐+溜井+辅助斜坡道开拓                               | 主平硐+溜井+辅助盲斜井开拓                      |
| 优点 | 1. 年经营费用低;<br>2. 设备经斜坡道上、下方便, 不受外界干扰;        | 1. 人员、材料上下方便, 不易干扰;<br>2. 基建工程量投资省; |
| 缺点 | 1. 材料经斜坡道运送, 倒运环节多;<br>2. 人员上下需乘坐专用车辆, 管理不便。 | 1. 年经营费用高;<br>2. 无轨设备上、下不方便。        |

比较结果表明, I 方案基建投资比 II 方案高, 年经营费比 II 方案低。由于 3010m 中段以上服务时间短, 综合比较后 II 方案优于 I 方案。最终推荐采用 II 方案: 主平硐+溜井+辅助斜井的开拓方案。

#### b. 3010m 以下采区开拓运输方案

依据《有色金属采矿设计规范》9.3.3 条：埋藏深度小于 200m 的急倾斜矿体，可采用侧翼斜井开拓；9.3.4 条：开拓深度小于 300m 的矿山可采用斜坡道开拓，且斜坡道应位于岩石移动范围外；9.3.5 条：通常开拓深度小于 300m 的小型矿山，由于斜井提升能力可满足产量要求，斜井施工较容易，井架等建筑物、构筑物较简单，采用斜井开拓较为合理。但对开拓深度大于 300m 的大中型矿山，竖井提升可靠性大，经营费低，一般采用竖井开拓。

Au4-1 主矿体控制最低标高 2340m, 最大垂深 945m, 即 3010m 以下垂深 670m, 其深度远超过 300m, 且 3010m 以下需满足  $50 \times 10^4 \text{t/a}$  生产能力，因此推荐采用竖井开拓。

#### 5.6.3 竖井提升方式的确定

考虑到 2510m 以下中段远景资源量可观，竖井最低服务中段至 2310m 中段，3010-2310m 中段为竖井开拓，2310-2040m 之间因为勘查程度低，可以设计用斜井开拓和探矿。

综合考虑矿体的赋存特征、矿山规模、总体布置、开采技术条件及业主要求，本次设计结合选厂厂址方案，将新建胶带平硐，3010m 平硐改造成管道、人员、材料、设备通道。依据业主的建设要求：3010m 中段以下按  $50 \times 10^4 \text{t/a}$  的生产规模，提升按  $60 \times 10^4 \text{t/a}$  的能力考虑。3010m 以下可采用的竖井开拓运输方案则有：

方案 I：混合盲竖井开拓方案（ $12\text{m}^3$  箕斗+罐笼互为配重单套提升）

方案 II：双罐笼盲竖井开拓方案（双层罐笼+平衡锤两套提升）

方案 III：主、副盲竖井开拓方案（主井  $3.2\text{m}^3$  双箕斗+副井单层罐笼提升）

各方案的具体描述如下：

方案 I：混合盲竖井开拓方案（ $12\text{m}^3$  箕斗+罐笼互为配重单套提升）

新建混合盲竖井，采用单层罐笼（底板尺寸： $4000 \times 1450$ ）+ $12\text{m}^3$  底卸式箕斗提升方式。主提升箕斗负担  $2000\text{t/d}$  矿石提升任务，副提升单层罐笼承担  $300\text{t/d}$  废石、人员、材料和设备等提升、下放任务。竖井提升机房设在 3055m, 最低生产服务中段至 2310m, 提升高度 700m（3010~2310m），井底标高为 2250m, 井深 805m, 井筒净直径 6.5m。提

升机采用 JKM3.5×4III型井塔式多绳摩擦提升机，电机功率为 1800kW。各中段均有马头门与竖井副提升连通。

矿石通过 1.5m<sup>3</sup> 电动铲运机铲运至采场溜井，经振动放矿机装 1.2m<sup>3</sup> 侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引运至主溜井（倒断溜井 2960~2280m），由溜井底部振动放矿机经胶带装入箕斗提升至箕斗上部矿仓，再由矿仓底部振动放矿机放入胶带至地表中间堆场。

井下废石部分用于回填采空区外，其余废石采用扒碴机装入 1.2m<sup>3</sup> 侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引至中段竖井车场，由罐笼提升机提至 3010m 中段，编组后由 7t 架线式电机车牵引至废石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表废石仓。

3010m 以下人员、材料、设备通过竖井罐笼提升或下放。

方案 II：双罐笼盲竖井开拓方案（双层罐笼+平衡锤两套提升）

新建罐笼盲竖井。竖井中设置两套独立提升设备：（1）主提升采用 4000×1450mm 双层罐笼+平衡锤多绳提升方式，承担 3010m 以下 1400t/d 矿石提升任务，主提升机采用 JKMD-3×4I 型井塔式多绳摩擦提升机，电机功率 630kW；（2）副提升采用 4000×1450mm 双层罐笼+平衡锤多绳提升方式，承担 600t/d 矿石、300t/d 废石、人员、材料和设备等提升任务，副提升机采用 JKMD-3×4I 型井塔式多绳摩擦提升机，电机功率 630kW。提升机房均设置在 3055m 中段，竖井提升最低服务中段至 2310m，井底标高为 2275m，井深 780m，井筒净直径 6.5m。各中段均有马头门与竖井连通。

矿石通过 1.5m<sup>3</sup> 电动铲运机铲运至采场溜井，由振动放矿机装 1.2m<sup>3</sup> 侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引运至中段竖井车场，由 4000×1450mm 双层罐笼一次提升 4 辆 1.2m<sup>3</sup> 侧卸式矿车提至 3010m 中段，编组后由 7t 架线式电机车牵引至矿石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表中间堆场。

井下废石部分用于回填采空区外，其余废石采用扒碴机装入 1.2m<sup>3</sup> 侧卸式矿车，编

组后由 7t 架线式电机车牵引至中段竖井车场，由  $4000 \times 1450\text{mm}$  双层罐笼一次提升 4 辆  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车提至 3010m 中段，编组后由 7t 架线式电机车牵引至废石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表废石仓。

3010m 以下人员、材料、小型设备通过副提升  $4000 \times 1450\text{mm}$  双层罐笼提升或下放。

方案Ⅲ：主、副盲竖井开拓方案（主井  $3.2\text{m}^3$  双箕斗+副井单层罐笼提升）

新建盲主井，采用  $3.2\text{m}^3$  翻转式双箕斗多绳提升方式，承担  $2000\text{t/d}$  矿石提升任务，提升机房设置在 3055m 中段，井筒净直径 4m，提升高度 735m（3010~2275m），主井井底 2250m，井深 840m。提升机房内安装 2JK-3 $\times$ 1.5 型单绳缠绕式提升机 1 台，提升机电机功率为 800kW。矿石通过  $1.5\text{m}^3$  电动铲运机铲运至采场溜井，由振动放矿机装  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引运至溜井溜至 2310m，经胶带运输至装矿溜井，翻转式箕斗装矿后由竖井提至箕斗上部矿仓，再由矿仓底部振动放矿机放入胶带至地表中间堆场。

新建盲副井，采用单层罐笼（底板尺寸： $4000 \times 1450\text{mm}$ ）+平衡锤多绳提升方式，承担  $300\text{t/d}$  废石、人员、材料和设备等提升任务，提升机房设置在 3055m 中段，井筒净直径 5m，提升高度 805m（3010~2250m）。提升机房内安装 JKM2.25 $\times$ 4I 型井塔式多绳摩擦提升机 1 台，提升机电机功率为 355kW。井下废石部分用于回填采空区外，其余废石采用扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引至中段竖井车场，由提升机一次提升 2 辆  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车提至 3010m 中段，编组后由 7t 架线式电机车牵引至废石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表废石仓。

综合技术经济比较和方案的优缺点比较分别见表 5-7 和表 5-8。

| 表 5-7 |                      | 开拓方案技术经济比较表 |       |                                       |        | （按可比因素计算）                      |        |                                     |        |
|-------|----------------------|-------------|-------|---------------------------------------|--------|--------------------------------|--------|-------------------------------------|--------|
| 序号    | 项目名称                 | 单位          | 单价    | 方案Ⅰ：混合竖井开拓方案<br>（12m³箕斗+单层罐笼互为配重单套提升） |        | 方案Ⅱ：罐笼竖井开拓方案<br>（双层罐笼+平衡锤两套提升） |        | 方案Ⅲ：主、副竖井开拓方案<br>（主井 3.2m³双箕斗+副井罐笼） |        |
|       |                      |             |       | 数量                                    | 金额（万元） | 数量                             | 金额（万元） | 数量                                  | 金额（万元） |
| 一     | 基建费用                 |             |       |                                       |        |                                |        |                                     |        |
| 1     | 罐笼井                  |             |       |                                       |        |                                |        |                                     |        |
| 1.1   | 竖井井筒（Φ=5.0m）         | 元/m         | 30000 |                                       |        |                                |        | 840/20689                           | 2520   |
| 1.2   | 竖井井筒（Φ=6.5m）         | 元/m         | 38000 |                                       |        | 780/33546                      | 2964   |                                     |        |
| 1.3   | 双面马头门及井口机械基础(11 个中段) | 元/m³        | 1300  |                                       |        | 14520                          | 1888   | 13200                               | 1716   |
| 1.4   | 提升机硐室及配电硐室           | 元/m³        | 723   |                                       |        | 6072                           | 439    | 2310                                | 167    |
| 1.5   | 导向轮坑                 | 元/m³        | 614   |                                       |        | 890                            | 55     | 504                                 | 31     |
|       | 小计                   |             |       |                                       |        |                                | 5345   |                                     | 4434   |
| 2     | 混合井                  |             |       |                                       |        |                                |        |                                     |        |
| 2.1   | 提升机硐室及配电硐室           | 元/m³        | 723   | 3960                                  | 286    |                                |        |                                     |        |
| 2.2   | 竖井井筒（Φ=6.0m）         | 元/m         | 32000 | 805/28381                             | 2576   |                                |        |                                     |        |
| 2.3   | 双面马头门及井口机械基础(11 个中段) | 元/m³        | 1300  | 14520                                 | 1888   |                                |        |                                     |        |
| 2.4   | 皮带计量廊道               | 元/m³        | 750   | 40/427                                | 32     |                                |        |                                     |        |
| 2.5   | 箕斗装载硐室及其它            | 元/m³        | 722   | 250                                   | 18.05  |                                |        |                                     |        |
| 2.6   | 箕斗成品矿仓               | 元/m³        | 2000  | 380                                   | 76     |                                |        |                                     |        |
| 2.7   | 粉矿回收斜井、联络道及马头门       | 元/m³        | 850   | 937                                   | 80     |                                |        |                                     |        |
|       | 小计                   |             |       |                                       | 4956   |                                |        |                                     |        |
| 3     | 箕斗井                  |             |       |                                       |        |                                |        |                                     |        |
| 3.1   | 提升机硐室及配电硐室           | 元/m³        | 723   |                                       |        |                                |        | 3120                                | 226    |
| 3.2   | 导向轮坑                 | 元/m³        | 614   |                                       |        |                                |        | 576                                 | 35     |
| 3.3   | 井颈、壁座                | 元/m³        | 800   |                                       |        |                                |        | 21/1350                             | 108    |
| 3.4   | 竖井井筒（Φ=4.0m）         | 元/m         | 32000 |                                       |        |                                |        | 805/13371                           | 1920   |
| 3.5   | 单面马头门                | 元/m³        | 1500  |                                       |        |                                |        | 360                                 | 90     |
| 3.6   | 皮带计量廊道               | 元/m³        | 750   |                                       |        |                                |        | 65/693                              | 51.975 |
| 3.7   | 计量漏斗                 | 个           | 20000 |                                       |        |                                |        | 1                                   | 2      |
| 3.8   | 箕斗装载硐室及其它            | 元/m³        | 722   |                                       |        |                                |        | 160                                 | 11.552 |
| 3.9   | 箕斗上部矿仓               | 元/m³        | 2000  |                                       |        |                                |        | 380                                 | 76     |
| 3.10  | 粉矿回收斜井、联络道及马头门       | 元/m³        | 850   |                                       |        |                                |        | 937                                 | 80     |
|       | 小计                   |             |       |                                       |        |                                |        |                                     | 2600   |
| 4     | 主溜井                  |             |       |                                       |        |                                |        |                                     |        |
| 4.1   | 溜矿段（Φ=3.0m）          | 元/m³        | 1118  | 650/4595                              | 514    |                                |        | 650/4595                            | 514    |
| 4.2   | 储矿段（Φ=5.0m）内衬锰钢板     | 元/m         | 40000 | 30/905                                | 120    |                                |        | 30/905                              | 120    |
| 4.3   | 卸矿硐室                 | m³          | 1200  | 1702                                  | 204    |                                |        | 1135                                | 136    |
| 4.4   | 上部矿石溜井（Φ=3.0m）       | 元/m³        | 1118  | 38/268                                | 30     |                                |        | 38/268                              | 30     |
| 4.5   | 装矿硐室                 | m³          | 722   | 373                                   | 27     |                                |        | 373                                 | 27     |
|       | 小计                   |             |       |                                       | 895    |                                |        |                                     | 827    |
| 5     | 中段、回风井工程             |             |       |                                       |        |                                |        |                                     |        |
|       | 2510m 中段车场及中段巷道工程    | 元/m³        | 553   | 10857.06                              | 600    |                                |        | 10857.06                            | 600    |
|       | 梯子间井                 | 元/m³        | 1530  | 2455                                  | 376    |                                |        | 2455                                | 376    |
|       | 梯子制作及安装              | 元/t         | 10000 | 102                                   | 102    |                                |        | 102                                 | 102    |

| 序号 | 项目名称                    | 单位     | 单价    | 方案Ⅰ：混合竖井开拓方案<br>(12m³箕斗+单层罐笼互为配重单套提升) |         | 方案Ⅱ：罐笼竖井开拓方案<br>(双层罐笼+平衡锤两套提升) |         | 方案Ⅲ：主、副竖井开拓方案<br>(主井 3.2m³双箕斗+副井罐笼) |         |
|----|-------------------------|--------|-------|---------------------------------------|---------|--------------------------------|---------|-------------------------------------|---------|
|    |                         |        |       | 数量                                    | 金额 (万元) | 数量                             | 金额 (万元) | 数量                                  | 金额 (万元) |
|    | 小计                      |        |       |                                       | 1078    |                                |         |                                     | 1078    |
| 二  | 设备                      |        |       |                                       |         |                                |         |                                     |         |
| 1  | JKM-3.5×4Ⅲ型井塔式多绳摩擦提升机   | 万元/套   | 700   | 1                                     | 700     |                                |         |                                     |         |
|    | 粉矿回收斜井 JTP-1.2×1.0 型提升机 | 万元/套   | 20    | 1                                     | 20      |                                |         | 1                                   | 20      |
|    | JKM-3×4Ⅰ 型井塔式多绳摩擦提升机    | 万元/套   | 400   |                                       |         | 2                              | 800     |                                     |         |
|    | 2JK-3.5×1.7 型单绳缠绕式提升机   | 万元/套   | 400   |                                       |         |                                |         | 1                                   | 400     |
|    | JKM2.25×4Ⅰ 型井塔式多绳摩擦提升机  | 万元/套   | 200   |                                       |         |                                |         | 1                                   | 200     |
| 2  | 4000×1450mm 双层罐笼 (2 个)  | 万元/套   | 21    |                                       |         |                                |         |                                     |         |
|    | 单层罐笼 (4000×1450mm)      | 万元/套   | 15    | 1                                     | 15      |                                |         | 1                                   | 15      |
|    | 12m3 底卸式箕斗              | 万元/套   | 35    | 1                                     | 35      |                                |         |                                     |         |
|    | 双层罐笼 (4000×1450mm)      | 万元/套   | 21    |                                       |         | 2                              | 42      |                                     |         |
|    | 3.2m3 底卸式箕斗             | 万元/套   | 10    |                                       |         |                                |         | 2                                   | 20      |
| 3  | 20t 起重机                 | 万元/套   | 20    | 1                                     | 20      | 2                              | 40      |                                     |         |
|    | 10t 起重机 1 台             | 万元/套   | 10    |                                       |         |                                |         | 1                                   | 10      |
|    | 16t 起重机 1 台             | 万元/套   | 16    |                                       |         |                                |         | 1                                   | 16      |
| 4  | 计量漏斗                    | 个      | 20000 | 1                                     | 2       |                                |         |                                     |         |
| 5  | 计量胶带 L=26m, B=1000mm    | 万元/套   | 30    | 1                                     | 30      |                                |         |                                     |         |
| 6  | 箕斗装卸矿设施                 | 万元/套   | 15    | 1                                     | 15      |                                |         |                                     |         |
| 7  | 混合井隔板                   | 元/m²   | 400   | 2288                                  | 92      |                                |         |                                     |         |
| 8  | ZK7-6/250 型架线式电机车       | 万元/套   | 10    |                                       |         | 1                              | 10      |                                     |         |
|    | YFC1.2-6 型侧卸式矿车         | 万元/套   | 1     |                                       |         | 15                             | 15      |                                     |         |
|    | 卸矿设备                    | 万元/套   | 2.7   | 3                                     | 8.1     |                                |         | 3                                   | 8.1     |
|    | 装矿设备                    | 万元/套   | 12    | 1                                     | 12      |                                |         | 1                                   | 12      |
|    | 小计                      |        |       |                                       | 949     |                                | 907     |                                     | 701     |
|    | 基建投资合计                  |        |       |                                       | 7877    |                                | 6252    |                                     | 9640    |
|    | 差值                      |        |       |                                       | 777     |                                | -849    |                                     | 2539    |
| 二、 | 年经营费                    |        |       |                                       |         |                                |         |                                     |         |
| 1  | 电费                      | 元/kw·h | 0.53  | 8910000                               | 472     | 5670000                        | 301     | 5350050                             | 284     |
| 2  | 人员                      | 元/人    | 85000 | 30                                    | 255     | 24                             | 204     | 30                                  | 255     |
| 3  | 设备维修费                   | 万元     |       |                                       | 38      |                                | 36      |                                     | 28      |
|    | 小计                      |        |       |                                       | 765     |                                | 541     |                                     | 567     |
|    | 年经营费差额                  | 万元     |       |                                       | 248     |                                | 23      |                                     | 49      |

表 5-8

开拓方案主要优缺点比较表

| 项<br>目 | 方 案 I                                                          | 方 案 II                                                                                                         | 方 案 III                                                        |
|--------|----------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------|
|        | 方案 I：混合竖井开拓方案<br>(12m <sup>3</sup> 箕斗+单层罐笼互为配重单套提升)            | 方案 II：罐笼竖井开拓方案<br>(双层罐笼+平衡锤两套提升)                                                                               | 方案 III：主、副竖井开拓方案<br>(主井 3.2m <sup>3</sup> 双箕斗+副井罐笼)            |
| 优<br>点 | 1. 提升能力有一定富裕；<br>2. 矿石提升集中。                                    | 1. 基建投资低；<br>2. 主副提升相对独立，互不干扰；<br>3. 矿石直接通过各中段运出，有效避免使用溜井堵塞和维护困难的问题；<br>4. 经营费用较低。<br>5. 正常生产过程中，开采中段与准备中段影响小。 | 1. 主副提升能力均较大；<br>2. 主、副井提升互不影响。                                |
| 缺<br>点 | 1. 年经营费最高；<br>2. 主溜井维护困难；<br>3. 基建投资较高；<br>4. 矿石黏性大，容易造成主溜井堵塞。 | 1. 矿、废提升分散，管理较复杂。                                                                                              | 1. 基建投资最高；<br>2. 年经营费较高；<br>3. 主溜井维护困难；<br>4. 矿石黏性大，容易造成主溜井堵塞。 |

比较结果表明，基建投资方面方案III相对于方案 I、III均最省。年经营费方案 II 相对于方案 I、III均省，但相对于方案 I 稍高，但由于矿山服务年限短，综合考虑基建投资和年经营费，本次设计推荐采用方案 II：罐笼盲竖井开拓方案（双层罐笼+平衡锤两套提升）。

#### 5.6.4 3010m 主平硐运输方案

3010m 中段主平硐运输结合选厂厂址方案，可采用方案有：

方案 I：胶带运输方案

方案 II：电机车运输方案

各方案的具体描述如下：

方案 I：胶带运输方案

新建胶带平硐，胶带平硐硐口标高为 3002.5m，倾角  $4.5^{\circ}$ ，净断面 $=8.17\text{m}^2$ ，掘进断面 $=8.97\text{m}^2$ ，DTII 型胶带 1 条，其参数为：长带宽  $B=1000\text{mm}$ ，倾角  $\delta=4.5^{\circ}$ ，带速  $v=1.25\text{m/s}$ ，功率  $N=110\text{kW}$ 。新建 3 条溜井（2 条矿石溜井，1 条废石溜井），溜井直径 3.5m，矿石由 7t 电机车牵引运至 3010m 矿石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机装入胶带运至选厂中间堆场。废石由 7t 架线式电机车牵引至废石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表废石仓，

方案 II：电机车运输方案

矿石由 7t 架线式电机车牵引沿 3010m 主平硐运至运出主平硐，通过曲轨卸入选厂原矿仓经转运胶带后进入选厂中间堆场，废石由 7t 架线式电机车牵引沿 3010m 主平硐运至主平硐口废石仓，

综合技术经济比较和方案的优缺点比较分别见表 5-9、表 5-10 和表 5-11。

表 5-9 3010m 中段以上主平硐运输方案比较表 (按可比因素)

| 序号   | 项目                                                          | 单位             | 单价<br>(元) | 方案 I    |     | 方案 II  |    |
|------|-------------------------------------------------------------|----------------|-----------|---------|-----|--------|----|
|      |                                                             |                |           | 胶带运输    |     | 电机车运输  |    |
|      |                                                             |                |           | 数量      | 金额  | 数量     | 金额 |
| 一    | 基建费用                                                        |                |           |         |     |        |    |
| 1    | 溜矿系统                                                        |                |           |         |     |        |    |
| 1.1  | 3010 卸矿硐室 (掘进) (三个)                                         | m <sup>3</sup> | 460       | 1702.29 | 78  |        |    |
| 1.2  | 3010 卸矿硐室 (支护) (三个)                                         | m <sup>3</sup> | 1500      | 471.87  | 71  |        |    |
| 1.3  | 3010m 车场 (掘进) s 掘=7.82 s 净=7.22                             | m <sup>3</sup> | 460       | 1298.12 | 60  |        |    |
| 1.4  | 3010m 车场 (支护) (喷砼)                                          | m <sup>3</sup> | 1500      | 99.6    | 15  |        |    |
| 1.5  | 2996.5m 振动放矿机硐室 (掘进)                                        | m <sup>3</sup> | 460       | 1013.28 | 47  |        |    |
| 1.6  | 2996.5m 振动放矿机硐室 (支护) (钢筋砼)                                  | m <sup>3</sup> | 2000      | 336     | 67  |        |    |
| 1.7  | 通风天井及联络道 $\Phi=2.0\text{m}$ (2996—3055)                     | m <sup>3</sup> | 450       | 185     | 8   |        |    |
| 1.8  | 人行进风井及联络道掘进 (2996—3010)<br>净 $\Phi=3.0\text{m}$ , 支护厚 250mm | m <sup>3</sup> | 460       | 206.80  | 10  |        |    |
|      | 人行进风井及联络道支护 (2996—3010)<br>净 $\Phi=3.0\text{m}$ , 支护厚 250mm | m <sup>3</sup> | 1800      | 151.44  | 27  |        |    |
| 1.9  | 溜井 (掘进) (3010m—2996m) 净 $\Phi=3.5\text{m}$ ,<br>支护厚 250mm   | m <sup>3</sup> | 460       | 301.44  | 14  |        |    |
| 1.10 | 溜井 (支护) (3010m—2996m)                                       | m <sup>3</sup> | 1800      | 88.31   | 16  |        |    |
|      | 小计                                                          |                |           |         | 412 |        |    |
| 2    | 胶带系统                                                        |                |           |         |     |        |    |
| 2.1  | 硐口段 (掘进) (30m) s 掘=10.77 s 净=7.49                           | m <sup>3</sup> | 440       | 323.1   | 14  |        |    |
| 2.2  | 硐口段 (支护) s 掘=10.77 s 净=7.49<br>(s 支=3.28)                   | m <sup>3</sup> | 1500      | 98.4    | 15  |        |    |
| 2.3  | 胶带平硐 (掘进) s 掘=8.26 s 净=7.49                                 | m <sup>3</sup> | 450       | 2808.4  | 126 |        |    |
| 2.4  | 胶带平硐 (支护) s 掘=8.26 s 净=7.49<br>(s 支=0.77)                   | m <sup>3</sup> | 1500      | 261.8   | 39  |        |    |
| 2.5  | 尾部拉紧硐室 (掘进)                                                 | m <sup>3</sup> | 460       | 581.56  | 27  |        |    |
| 2.6  | 尾部拉紧硐室 (支护)                                                 | m <sup>3</sup> | 1800      | 135.52  | 24  |        |    |
|      | 小计                                                          | 万元             |           |         | 246 |        |    |
| 3    | 主平硐                                                         |                |           |         |     |        |    |
| 3.1  | 硐口段 (掘进) s 掘=10.16 s 净=9.10                                 | m <sup>3</sup> | 440       | 1524    | 67  |        |    |
| 3.2  | 硐口段 (支护) s 掘=10.16 s 净=9.10                                 | m <sup>3</sup> | 1500      | 159     | 24  |        |    |
| 3.2  | 硐口段 (掘进) s 掘=14.81 s 净=13.62                                | m <sup>3</sup> | 440       |         |     | 2221.5 | 98 |
|      | 硐口段 (支护) s 掘=14.81 s 净=13.62                                | m <sup>3</sup> | 1500      |         |     | 178.5  | 27 |

| 序号  | 项目                 | 单位     | 单价<br>(元) | 方案 I    |       | 方案 II   |       |
|-----|--------------------|--------|-----------|---------|-------|---------|-------|
|     |                    |        |           | 胶带运输    |       | 电机车运输   |       |
|     |                    |        |           | 数量      | 金额    | 数量      | 金额    |
|     | 小计                 | 万元     |           |         | 91    |         | 125   |
| 4   | 土建                 |        |           |         |       |         |       |
| 4.1 | 原矿仓、粗碎车间           | 万元     |           |         |       |         | 397   |
| 4.2 | 1 <sup>#</sup> 转运站 | 万元     |           |         |       |         | 11    |
| 4.3 | 土方开挖、填方            | 万元     |           |         |       |         | 7     |
| 4.4 | 挡墙                 | 万元     |           |         |       |         | 2     |
| 4.5 | 截水沟、护坡、围墙          |        |           |         |       |         | 36    |
|     | 小计                 | 万元     |           |         |       |         | 453   |
| 5   | 征地                 |        |           |         |       |         |       |
| 5.1 | 征地费用               | 万元     |           |         |       |         | 15    |
|     | 小计                 |        |           |         |       |         | 15    |
| 6   | 设备                 |        |           |         |       |         |       |
| 6.1 | 窄轨                 |        |           |         |       |         | 0.5   |
| 6.2 | ZK7-6/250 型架线式电机车  | 台      | 100000    | 3       | 30    | 4       | 40    |
| 6.3 | YFC1.2-6 型侧卸式矿车    | 台      | 10000     | 45      | 45    | 60      | 60    |
| 6.4 | DTII 型胶带胶带         | 条      |           |         | 270   |         |       |
| 6.5 | 液压破碎锤（胶带上方溜井）      | 台      | 2         | 4       | 8     |         |       |
| 6.6 | 窄轨、道岔、车挡           |        |           |         |       |         | 14.3  |
|     | 小计                 |        |           |         | 353   |         | 114.8 |
| 7   | 基建投资合计             | 万元     |           |         | 1102  |         | 707   |
|     | 差值                 | 万元     |           |         |       |         | -395  |
| 二   | 年经营费用              |        |           |         |       |         |       |
| 1.1 | 电费                 | 元/kw·h | 0.53      | 1099080 | 58.3  | 1088640 | 57.7  |
| 1.2 | 人员                 | 元/人    | 85000     | 24      | 204.0 | 24      | 204.0 |
| 1.3 | 维修费                | 万元     |           |         | 15.3  |         | 8.6   |
|     | 小计                 |        |           |         | 277.6 |         | 270.3 |
|     | 差值                 | 万元/年   |           |         |       |         | -7.3  |

表 5-10 3010m 中段以下主平硐运输方案比较表 (按可比因素)

| 序号   | 项目                                             | 单位             | 单价<br>(元) | 方案 I    |     | 方案 II  |    |
|------|------------------------------------------------|----------------|-----------|---------|-----|--------|----|
|      |                                                |                |           | 胶带运输    |     | 电机车运输  |    |
|      |                                                |                |           | 数量      | 金额  | 数量     | 金额 |
| 一    | 基建费用                                           |                |           |         |     |        |    |
| 1    | 溜矿系统                                           |                |           |         |     |        |    |
| 1.1  | 3010 卸矿硐室 (掘进) (三个)                            | m <sup>3</sup> | 460       | 1702.29 | 78  |        |    |
| 1.2  | 3010 卸矿硐室 (支护) (三个)                            | m <sup>3</sup> | 1500      | 471.87  | 71  |        |    |
| 1.3  | 3010m 车场 (掘进) s 掘=7.82 s 净=7.22                | m <sup>3</sup> | 460       | 1298.12 | 60  |        |    |
| 1.4  | 3010m 车场 (支护) (喷砼)                             | m <sup>3</sup> | 1500      | 99.6    | 15  |        |    |
| 1.5  | 2996.5m 振动放矿机硐室 (掘进)                           | m <sup>3</sup> | 460       | 1013.28 | 47  |        |    |
| 1.6  | 2996.5m 振动放矿机硐室 (支护) (钢筋砼)                     | m <sup>3</sup> | 2000      | 336     | 67  |        |    |
| 1.7  | 通风天井及联络道 Φ=2.0m (2996—3010)                    | m <sup>3</sup> | 450       | 185     | 8   |        |    |
| 1.8  | 人行进风井及联络道掘进 (2996—3010)<br>净 Φ=3.0m, 支护厚 250mm | m <sup>3</sup> | 460       | 206.80  | 10  |        |    |
|      | 人行进风井及联络道支护 (2996—3010)<br>净 Φ=3.0m, 支护厚 250mm | m <sup>3</sup> | 1800      | 151.44  | 27  |        |    |
| 1.9  | 溜井 (掘进) (3010m-2996m) 净 Φ=3.5m,<br>支护厚 250mm   | m <sup>3</sup> | 460       | 301.44  | 14  |        |    |
| 1.10 | 溜井 (支护) (3010m-2996m)                          | m <sup>3</sup> | 1800      | 88.31   | 16  |        |    |
|      | 小计                                             |                |           |         | 412 |        |    |
| 2    | 胶带系统                                           |                |           |         |     |        |    |
| 2.1  | 硐口段 (掘进) (30m) s 掘=10.77 s 净=7.49              | m <sup>3</sup> | 440       | 323.1   | 14  |        |    |
| 2.2  | 硐口段 (支护) s 掘=10.77 s 净=7.49<br>(s 支=3.28)      | m <sup>3</sup> | 1500      | 98.4    | 15  |        |    |
| 2.3  | 胶带平硐 (掘进) s 掘=8.26 s 净=7.49                    | m <sup>3</sup> | 450       | 2808.4  | 126 |        |    |
| 2.4  | 胶带平硐 (支护) s 掘=8.26 s 净=7.49<br>(s 支=0.77)      | m <sup>3</sup> | 1500      | 261.8   | 39  |        |    |
| 2.5  | 尾部拉紧硐室 (掘进)                                    | m <sup>3</sup> | 460       | 581.56  | 27  |        |    |
| 2.6  | 尾部拉紧硐室 (支护)                                    | m <sup>3</sup> | 1800      | 135.52  | 24  |        |    |
|      | 小计                                             | 万元             |           |         | 246 |        |    |
| 3    | 主平硐                                            |                |           |         |     |        |    |
| 3.1  | 硐口段 (掘进) s 掘=10.16 s 净=9.10                    | m <sup>3</sup> | 440       | 1524    | 67  |        |    |
| 3.2  | 硐口段 (支护) s 掘=10.16 s 净=9.10                    | m <sup>3</sup> | 1500      | 159     | 24  |        |    |
| 3.2  | 硐口段 (掘进) s 掘=14.81 s 净=13.62                   | m <sup>3</sup> | 440       |         |     | 2221.5 | 98 |
|      | 硐口段 (支护) s 掘=14.81 s 净=13.62                   | m <sup>3</sup> | 1500      |         |     | 178.5  | 27 |

| 序号  | 项目                 | 单位     | 单价<br>(元) | 方案 I   |       | 方案 II  |       |
|-----|--------------------|--------|-----------|--------|-------|--------|-------|
|     |                    |        |           | 胶带运输   |       | 电机车运输  |       |
|     |                    |        |           | 数量     | 金额    | 数量     | 金额    |
|     | 小计                 | 万元     |           |        | 91    |        | 125   |
| 4   | 土建                 |        |           |        |       |        |       |
| 4.1 | 原矿仓、粗碎车间           | 万元     |           |        |       |        | 397   |
| 4.2 | 1 <sup>#</sup> 转运站 | 万元     |           |        |       |        | 11    |
| 4.3 | 土方开挖、填方            | 万元     |           |        |       |        | 7     |
| 4.4 | 挡墙                 | 万元     |           |        |       |        | 2     |
| 4.5 | 截水沟、护坡、围墙          |        |           |        |       |        | 36    |
|     | 小计                 | 万元     |           |        |       |        | 453   |
| 5   | 征地                 |        |           |        |       |        |       |
| 5.1 | 征地费用               | 万元     |           |        |       |        | 15    |
|     | 小计                 |        |           |        |       |        | 15    |
| 6   | 设备                 |        |           |        |       |        |       |
| 6.1 | 窄轨                 |        |           |        |       |        | 0.5   |
| 6.2 | ZK7-6/250 型架线式电机车  | 台      | 100000    | 1      | 10    | 2      | 20    |
| 6.3 | YFC1.2-6 型侧卸式矿车    | 台      | 10000     | 15     | 15    | 36     | 36    |
| 6.4 | DTII 型胶带胶带         | 条      |           |        | 270   |        |       |
|     | 振动放矿机、曲轨道          |        |           |        | 15    |        |       |
| 6.5 | 液压破碎锤（胶带上方溜井）      | 台      | 2         | 4      | 8     |        |       |
| 6.6 | 窄轨、道岔、车挡           |        |           |        |       |        | 14.3  |
|     | 小计                 |        |           |        | 318   |        | 70.8  |
| 7   | 基建投资合计             | 万元     |           |        | 1067  |        | 663   |
|     | 差值                 | 万元     |           |        |       |        | -404  |
| 二   | 年经营费用              |        |           |        |       |        |       |
| 1.1 | 电费                 | 元/kw·h | 0.53      | 630360 | 33.4  | 703080 | 37.3  |
| 1.2 | 人员                 | 元/人    | 85000     | 12     | 102.0 | 12     | 102.0 |
| 1.3 | 维修费                | 万元     |           |        | 13.9  |        | 6.8   |
|     | 小计                 |        |           |        | 149.3 |        | 146.1 |
|     | 差值                 | 万元/年   |           |        |       |        | -3.2  |

表 5-11

主平硐运输方案主要优缺点比较表

| 项目 | 方案 I（胶带方案）                       | 方案 II（电机车方案）                       |
|----|----------------------------------|------------------------------------|
| 优点 | 1. 减少征地和对地表林地的破坏；<br>2. 运输能力较大。  | 1. 基建投资低；<br>2. 3010 中段井巷工程系统简单。   |
| 缺点 | 1. 基建投资高；<br>2. 3010 中段井巷工程系统复杂。 | 1. 地表车场需要占用少量林地；<br>2. 充填站材料运送不方便。 |

比较结果表明，方案 II 基建投资相对于方案 I 低，年经营费用两方案相当，但考虑到方案 II 地表车场需要占用林地，为减少林地破坏，因此，本次设计推荐 3010 主平硐采用方案 I，即胶带运输方案。

#### 5.6.4 开拓方案简述

##### a. 3010m 以上采区开拓方案

充分利用已有的 3010m、3110m、3160m、3220m 中段探矿工程，将 3010m 中段设为主运输平硐，采用有轨运输，3010m 以上各中段运输均采取有轨运输。3010m 及以上各中段采场采下的矿石由 ZWY-60 扒碴机装入 1.2m<sup>3</sup> 矿车运至矿石溜井（3220-3010m）翻卸，再由 3010m 主平硐溜井底部振动放矿机装入 1.2m<sup>3</sup> 矿车，编组后由 7t 电机车牵引运至 3010m 矿石胶带溜井，经胶带溜井底部振动放矿机装入胶带运出地表。3010m 本中段矿石 ZWY-60 扒碴机装入 1.2m<sup>3</sup> 矿车运至 3010m 矿石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机装入胶带运出地表。开采的废石用于充填采空区。

利用以地南 3010m 以上原有以地斜井（3205m-3150m，倾角 28°）、拉布寨卡斜井（3110m-3010m，倾角 28°），将以地斜井延伸至 3110m 中段、两条斜井井筒和提升机硐室刷扩后使用。3010m 以上各中段的材料、设备通过 3220m 辅助盲斜井自 3010m 主平硐提升至各中段车场后至各作业点。人员由辅助盲斜井运输至各中段工作面。生产过程中的设备通过中段间的斜井上下至各工作面。

##### b. 3010m 以下采区开拓方案

##### 双罐笼盲竖井开拓方案（双层罐笼+平衡锤两套提升）

新建罐笼盲竖井。竖井中设置两套独立提升设备：（1）主提升采用 4000×1450mm 双层罐笼+平衡锤多绳提升方式，承担 3010m 以下 1400t/d 矿石提升任务，主提升机采用 JKMD-3×4I 型井塔式多绳摩擦提升机，电机功率 630kW；（2）主副提升采用 4000×1450mm 双层罐笼+平衡锤多绳提升方式，承担 600t/d 矿石、300t/d 废石、人员、材料和设备等提升任务，副提升机采用 JKMD-3×4I 型井塔式多绳摩擦提升机，电机功率 630kW。提升机房均设置在 3055m 中段，竖井提升最低服务中段至 2310m，井底标高为 2275m，井深 780m，井筒净直径 6.5m。各中段均有马头门与竖井连通。

矿石通过  $1.5\text{m}^3$  电动铲运机铲运至采场溜井，由振动放矿机装  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引运至中段竖井车场，由  $4000\times 1450\text{mm}$  双层罐笼一次提升 4 辆  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车提至 3010m 中段，编组后由 7t 架线式电机车牵引至矿石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表中间堆场。

井下废石部分用于回填采空区外，其余废石采用扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引至中段竖井车场，由  $4000\times 1450\text{mm}$  双层罐笼一次提升 4 辆  $1.2\text{m}^3$  侧卸式矿车提至 3010m 中段，编组后由 7t 架线式电机车牵引至废石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表废石仓。

3010m 以下人员、材料、小型设备通过副提升  $4000\times 1450\text{mm}$  双层罐笼提升或下放。

## 5.7 矿井通风系统

通风系统选择的原则：一是能在限定时间内将作业过程中产生的粉尘和炮烟排出，保证井下各作业地点的良好的空气条件，通风系统安全可靠；二是通风基建工程量少；三是通风经营费用低和便于管理等。

本着通风安全可靠、投资省、经营费用低、便于管理的原则，设计采用主平硐（平硐、辅助斜井、竖井）进风，1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>回风井回风的对角双翼式通风系统。

根据开拓系统的布置方式，结合采矿方法的需要，3010m 以上中段设计采用主平硐（平硐、辅助斜井）进风，两翼回风井抽出式通风方式，风机设在出风井口处。3010m 以下中段设计采用平硐、竖井进风，两翼回风井抽出式通风方式。新鲜风流由主平硐（平硐、竖井）进入各中段，经平硐（中段车场）、中段运输巷道、穿脉巷道、采场人行通风天井进入采场，清洗工作面后，由采场局扇将污风排至上中段回风道，经上中段回风道进入回风井抽出地表。井巷掘进工作面、各种硐室、装卸矿点以及采场工作面采用局扇加强通风。3010m 中段上、下过渡期，由于 3010m 中段开采超前 2960m 中段，在 3010m 中段运输巷道设置风门将新鲜风流与污风分隔，2960m 中段的新鲜风流经竖井进入中段，经中段车场、中段运输巷道、穿脉巷道、采场人行通风天井进入采场，清洗工作面后，由采场局扇将污风排至上中段回风道（风门污风侧），经上中段回风道进入回风井抽出地表。当 2960m 中段开采位于风门新鲜风流一侧 100m 范围内，2960m 中段污风上至 3010m 中段后采用风筒将污风排至风门污风一侧，当 2960m 中段开采超过风门新鲜风流一侧 100m 范围时，重新设置 3010m 中段风门位置，从而保障井下作业环境良好。

井下总需风量为  $124\text{m}^3/\text{s}$ 。2<sup>#</sup>回风井（北侧回风井）矿井通风最容易时期通风阻力为 880.25Pa，最困难时期通风阻力为 890.06Pa。1<sup>#</sup>回风井（南侧回风井）矿井通风最容易

时期通风阻力为 705.40Pa，最困难时期通风阻力为 1228.19Pa。设计 1<sup>#</sup>回风井选用一台 K40-8-No26 型风机，2<sup>#</sup>回风井选用一台 K45-6-No17 型风机，1<sup>#</sup>回风井的风机安装于地表风机房、2<sup>#</sup>回风井的风机安装于 3220m 回风道的风机硐室内，主风机的电机备用 1 台。

井巷掘进采用 JK58—1N<sub>2</sub>4.0 型局部扇风机加强通风，采场内采用 JK55—1N<sub>2</sub>5.0 型局部扇风机用风筒压入加强通风。坑内反风采用风机反转反风。

## 5.8 排水系统

3010m 以上中段涌水和采矿生产废水通过泄水钻孔，自流汇至 3010m 中段沉淀池，循环使用。

3010m 以下正常涌水量、采矿生产废水采用接力排水方式，前期在 2860m 中段竖井车场附件设一个水仓，各中段涌水、废水通过泄水孔流入该水仓，再通过水泵由竖井排至地表高位水池，水泵型号为 MD85-45×7，共三台（一用一备一检修）。

中期在 2510m 中段设主排水泵站，站内设 MD85-67×7 型多级离心泵 3 台，2510m 以上正常涌水量、采矿生产废水通过泄水孔流入该水仓，再通过水泵由竖井地表高位水池，剩余涌水沉淀后返回至选厂。

后期在 2310m 中段设主排水泵站，站内设 MD85-45×7 型多级离心泵 3 台。

井下废水经竖井排至 3010m 中段水池，沉淀后用于坑内用水，多余的涌水经 3010m 主平硐水沟排至硐外，经处理后供选厂使用或用于厂区绿化。

## 5.9 充填系统

### 5.9.1 充填能力及充填制度

参考类似矿山，本次设计根据采矿方法不同充填体强度要求以及选矿尾砂特性确定全尾砂（废石）+水泥胶结充填方式。

生产规模为  $50 \times 10^4 \text{t/a}$ ，每天需充填采出矿石 1667t 形成的空区。

充填系统年工作天数 300 天，充填系统每天工作 12 小时，采用 2 班制。

### 5.9.2 充填材料及充填工艺

#### 5.9.2.1 充填材料

(1) 胶凝材料：胶凝材料为 32.5#水泥。

(2) 充填骨料：选厂全尾砂。

(3) 水：尾矿溢流水及新水。

#### 5.9.2.2 充填工艺流程

选厂低浓度全尾砂经渣浆泵泵送到充填制备站深锥浓密机中，同时向深锥浓密机内

添加絮凝剂，以提高尾砂的沉降速度，减少溢流水中细颗粒尾砂含量。深锥浓密机排出的溢流水自流至充填站供水水箱中，多余的溢流水返回选厂处理利用。充填所需的胶凝材料由水泥罐车运至充填制备站，用高压风输送至胶凝材料仓内。深锥浓密机通过动态沉降后得到的高浓度浆体，计量控制后由锥体下面的放砂口放出，经管路排入搅拌桶，胶凝材料经胶凝材料仓底部的螺旋输送机，按充填强度的配比要求向搅拌桶计量给料。充填料在搅拌桶内充分搅拌，制备成合乎要求的充填料浆，充填料浆自流进入充填工业泵，由充填工业泵通过 3055m 平硐泵送至井下采场充填。

### 5.9.3 充填配比参数及充填材料消耗

#### (1) 充填配比参数

胶结充填材料及配比既是决定充填体强度的关键指标，又是影响充填成本的主要因素，合理的充填材料和配比应该是以最低成本使胶结充填体满足采矿工艺要求。为此需要解决两个主要问题：其一是在尽可能低灰砂比的条件下，使充填体达到要求的强度值；其二是能够满足采矿工艺对充填体强度所要求范围，尽可能采用较低成本的充填料配比。

由于本矿为进行充填配比试验研究，充填配比参数暂参考类似金矿。

推荐配比参数如下：

高强度灰砂比为 1:4，浓度 70-72%，7 天充填体强度  $\geq 1.0\text{MPa}$ ，28 天充填体强度  $\geq 2.5-5.0\text{MPa}$ ；

低强度灰砂比为 1:10，浓度 70-72%，7 天充填体强度  $\geq 0.3\text{MPa}$ ，28 天充填体强度  $\geq 1.0\text{MPa}$ 。

根据采矿方法占比，沿走向布置的分段空场嗣后充填法占比 20%，高强度充填量占 20%，低强度充填量占 80%，浅孔留矿嗣后充填法占比 50%，高强度充填量占 20%，低强度充填量占 80%，上向水平分层充填法占 20%，高强度充填量占 20%，低强度充填量占 80%，上向水平进路式充填法占 10%，高强度充填量占 57%，低强度充填量占 43%。因此，高强度尾砂充填体（1:4）占比 24%，低强度尾砂充填体（1:10）占比 76%。

#### (2) 充填材料消耗

根据充填配比确定参数，矿山采用灰砂比为 1:4~1:10，浓度为 70~72%充填料充填，日平均充填量为  $700\text{m}^3/\text{d}$ ，共设置一个充填搅拌系列，系列能力为  $70\sim 90\text{m}^3/\text{d}$ 。

根据充填回采工艺要求，搅拌站料浆制备系统充填材料消耗量（日充填量  $700\text{m}^3/\text{d}$ ）。

按照上表中材料消耗量，引流水和清洗管用水按充填用水量的 20%考虑，则可计算

出满足  $50 \times 10^4 \text{t/a}$  充填采矿生产能力的尾砂、水泥、水、絮凝剂消耗量如下：

尾 砂： $25.2 \times 10^4 \text{t/a}$  ( $840.0 \text{t/d}$ )；

水 泥： $3.34 \times 10^4 \text{t/a}$  ( $111.4 \text{t/d}$ )；

水： $11.1 \times 10^4 \text{t/a}$  ( $370 \text{t/d}$ ，利用浓密机溢流水)；

絮凝剂： $22.4 \text{t/a}$  ( $0.08 \text{t/d}$ )。

絮凝剂选用聚丙烯酰胺，单耗为  $20 \text{g/t}$  矿浆，调配成 3‰ 的溶液，与全尾砂一起泵送至深锥浓密机中充分反应，加快絮凝沉降效果。

### 5.10 基建井巷工程量、三级矿量及保有期

根据确定的矿山生产规模、首采地段，确定基建范围为：1#、2#回风井、溜井、3010m、3110m、3160m、3220m、3270m 中段工程以及相应的采切工程、探矿工程、辅助设施等。

开拓工程： $14170 \text{m}/101077 \text{m}^3$ ；

探矿工程： $2870 \text{m}/11480 \text{m}^3$ ；

采切工程： $3082 \text{m}/19252 \text{m}^3$ ；

合 计： $20122 \text{m}/131809 \text{m}^3$ 。

完成上述基建工程量后可获得的三级矿量及保有期为：

开拓矿量： $203.54 \times 10^4 \text{t}$ ，保有期 4.07 年

采准矿量： $29.79 \times 10^4 \text{t}$ ，保有期 0.60 年

备采矿量： $14.52 \times 10^4 \text{t}$ ，保有期 0.29 年。

## 6 选矿及尾矿设施

### 6.1 设计依据

- a. 《甘肃省合作市以地南矿区石英闪长岩型金矿石选矿流程试验研究报告》（长沙矿冶研究院有限责任公司，怀化湘西金矿设计科研有限公司，2015 年 02 月）；
- b. 《甘肃省合作市以地南矿区板岩型金矿石选矿流程试验研究报告》（长沙矿冶研究院有限责任公司，怀化湘西金矿设计科研有限公司，2016 年 10 月）；
- c. 《甘肃省合作市以地南矿区铜金矿石选矿流程试验研究报告》（长沙矿冶研究院有限责任公司，怀化湘西金矿设计科研有限公司，2016 年 10 月）；
- d. 《甘肃省合作市以地南矿区石英闪长岩型金矿石扩大连续选矿试验研究报告》（长沙矿冶研究院有限责任公司，怀化湘西金矿设计科研有限公司，2016 年 12 月）；
- e. 《甘肃加鑫以地南金矿选矿工艺技术指标设计指导书》，甘肃加鑫矿业有限公司，2022 年 3 月 23 日；
- f. 《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃以地南年处理量 50 万吨金矿石半自磨+球磨机系统选型试验报告》（中信重工洛阳矿山机械工程设计研究院有限责任公司，2021.12.10）；
- g. 《甘肃加鑫矿业有限公司以地南金矿粉磨设备选型计算与分析报告》（中信重工洛阳矿山机械工程设计研究院有限责任公司，2021.12.20）；
- h. 业主发来及与业主商讨矿山建设的其他资料。

### 6.2 原矿

#### 6.2.1 矿石自然类型和工业类型

##### a. 自然类型

矿石自然类型有原生矿、混合矿、氧化矿 3 种。

原生矿石：灰白色-灰色，致密块状，金属矿物一般呈浸染状、细脉状。

混合矿石：土黄-浅褐色-浅灰色，半块状、块状，褐铁矿仅出现于表面或裂隙中或呈不均匀的斑块。

氧化矿石：呈赭色-土黄色，粉末状、砂状、土状、半块状。主要矿物成份为褐铁矿、高岭石、石英、碳酸盐和未完全氧化的原生矿残留体。

根据物相样品分析结果，区内矿体氧化深度较浅，氧化平均深度约为 20m, 混合矿平均深度约为 25m, 但混合矿少见。

根据资源量估算结果，矿区原生矿金资源量占全区金资源量的 98.56%，因此，本次所设计利用的矿石自然类型主要为原生矿。

#### b. 工业类型

该金矿赋存在石英闪长岩蚀变破碎带内和板岩蚀变破碎带内，含矿岩石主要为破碎蚀变类岩石及石英脉。因此，矿石工业类型属破碎蚀变岩型。

根据金矿赋存位置和物质成分差异，矿区原生矿划分为三种类型金矿石，即石英闪长岩型金矿石、板岩型金矿石、铜金矿石。石英闪长岩型金矿石是矿区内的主要矿石类型。

### 6.2.2 原生矿矿石结构构造

#### a. 矿石结构

原生矿矿石结构有结晶结构、半自形-自形晶结构、交代结构等。

(1) 结晶结构：为区内常见矿石结构。黄铁矿、毒砂呈菱形晶或矛状晶，不均匀分布。

(2) 半自形-自形晶结构：为区内较普遍的矿石结构。黄铁矿、毒砂呈粒状半自形-它形晶，不均匀分布。

(3) 交代结构：可见黄铁矿交代毒砂、黄铜矿沿黄铁矿粒间间隙充填交代，偶见闪锌矿交代五角十二面体黄铁矿，以及辉铜矿交代毒砂、闪锌矿。

#### b. 原生矿矿石构造

原生矿矿石构造有浸染状构造、脉状构造、块状构造和斑杂状构造等。

(1) 浸染状构造：为区内主要矿石构造，黄铁矿、毒砂等主要金属矿物不均匀分布于脉石矿物颗粒间。

(2) 脉状构造：黄铁矿、毒砂等主要金属矿物聚集成细脉状分布，或分布在裂隙中及其周围，形成脉状充填构造。

(3) 块状构造：矿石中大量黄铁矿、毒砂等主要金属矿物聚集成致密块状或粒状集合体。

### 6.2.3 原矿化学成分分析

原矿 X 荧光光谱分析结果、主要化学成分分析结果、金矿物解离分析结果分别列于表 6-1、表 6-2、表 6-3。

表 6-1 矿石 X 荧光光谱半定量分析结果 (%)

|     |       |       |       |       |       |       |       |       |
|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| 元 素 | Cu    | Pb    | Zn    | Ni    | Co    | Fe    | Sb    | Cr    |
| 含 量 | 0.010 | 0.124 | 0.029 | 0.004 | 0.001 | 2.64  | 0.039 | 0.020 |
| 元 素 | As    | S     | Ce    | Rb    | Sr    | Zr    | Si    | Ti    |
| 含 量 | 0.994 | 1.807 | 0.004 | 0.016 | 0.015 | 0.011 | 26.58 | 0.263 |
| 元 素 | Al    | Ca    | Mg    | Mn    | Ba    | Na    | K     | P     |
| 含 量 | 9.32  | 5.217 | 1.369 | 0.078 | 0.035 | 0.235 | 3.554 | 0.042 |

表 6-2 矿石主要化学成分分析结果 (%)

|     |                  |                  |                  |                                |      |                 |       |                   |
|-----|------------------|------------------|------------------|--------------------------------|------|-----------------|-------|-------------------|
| 组 分 | Au(g/t)          | Ag(g/t)          | Sb               | Cu                             | Pb   | Zn              | Bi    | Fe                |
| 含 量 | 3.52             | 9.85             | 0.069            | 0.006                          | 0.15 | 0.031           | 0.018 | 3.81              |
| 组 分 | FeO              | SiO <sub>2</sub> | TiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | CaO  | MgO             | MnO   | Na <sub>2</sub> O |
| 含 量 | 1.23             | 56.49            | 0.43             | 11.91                          | 5.85 | 2.50            | 0.11  | 0.29              |
| 组 分 | K <sub>2</sub> O | P                | S                | As                             | TC   | CO <sub>2</sub> | 烧失    |                   |
| 含 量 | 3.42             | 0.42             | 2.02             | 1.08                           | 1.80 | 6.6             | 9.78  |                   |

表 6-3 矿石中金矿物的解离分析结果 (%)

| 磨矿细度<br>(%-0.074mm) | 金 相     | 单体金<br>及裸露金 | 硫化物及砷化物<br>中包裹金 | 碳酸盐及铁氧化物<br>中包裹金 | 硅酸盐中包<br>裹金 | 合 计    |
|---------------------|---------|-------------|-----------------|------------------|-------------|--------|
| 80%                 | 含量(g/t) | 0.06        | 2.71            | 0.55             | 0.20        | 3.52   |
|                     | 分布率 (%) | 1.70        | 76.99           | 15.63            | 5.68        | 100.00 |
| 90%                 | 含量(g/t) | 0.08        | 2.76            | 0.48             | 0.20        | 3.52   |
|                     | 分布率 (%) | 2.27        | 78.41           | 13.64            | 5.68        | 100.00 |

原矿化学成分分析结果表明：矿石中可供选矿富集回收的金品位为 3.52g/t，可供综合回收的有价元素银品位为 9.85g/t；锑、铜、铅、锌等其他元素没有回收利用的价值；脉石组分主要是 SiO<sub>2</sub>，其含量达 56.49%，其次是 Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>，此外有 CaO、MgO 和 K<sub>2</sub>O 等；较高的碳含量和烧失量说明有一定量的碳酸盐矿物存在；矿石中含有较高的硫和砷，其含量分别为 2.02%和 1.08%。综合化学成分分析，可以认为区内矿石属含砷的单一金矿石。

金矿物的解离分析结果表明：将代表性综合样磨至 80%-0.074mm 后，矿石中的金仍主要以包裹金的形式存在，且主要包裹在硫化物及砷化物中。随着磨矿细度的增加，单体及裸露金的比例提高的幅度很小。

#### 6.2.4 矿石矿物组成及含量

矿石中金矿物主要是自然金和黑钨金矿；金属硫化物以黄铁矿和毒砂居多，其次是

脆硫锑铅矿，含少量方铅矿和闪锌矿；其它金属矿物为赤铁矿、褐铁矿。

脉石矿物含量较高的是石英和绢云母，次为长石、白云石、方解石、黑云母、绿泥石和蒙脱石，含少量高岭石、透闪石、金红石、磷灰石等。

其他微量矿物尚见黝铜矿、黄铜矿、砷铁矿、铬铁矿、钛铁矿、白钨矿、辉铋矿、滑石和重晶石等。

#### 6.2.5 金矿物的赋存状态及嵌布特征

##### a. 金矿物的赋存状态和化学成分

经显微镜和扫描电镜下大量鉴定查明，矿石中金矿物为自然金和黑铋金矿。通过 MLA 对所发现的金矿物进行判别，自然金和黑铋金矿的比例大致为 2:3。

采用扫描电镜对粒度稍粗自然金和黑铋金矿进行能谱微区成分分析。分析结果表明：矿石中自然金的化学成分因类质同像置换并不十分稳定，其中含有少量的银，但金粒的金含量均大于 80%，自然金的平均成色为 936.3‰。黑铋金矿的化学成分较为稳定，平均含 Au64.50%、Bi35.50%。

##### b. 金矿物的粒度特征

经过光学显微镜和扫描电镜下观察表明，矿石中金矿物粒度极为细小，主要呈边界较为平整、棱角明显的角粒状或长角粒状产出，部分呈麦粒状、圆粒状。

根据对扫描电镜和 MLA 测量，对金矿物的粒度进行了统计，统计过程中均按金粒短轴方向的最大截距计算，结果列于表 6-4。

表 6-4 金矿物的粒度分布结果 (%)

| 粒径范围<br>(mm) | 自然金   |        | 黑铋金矿  |        |
|--------------|-------|--------|-------|--------|
|              | 分布率   | 累计分布率  | 分布率   | 累计分布率  |
| -0.010+0.005 | -     | -      | 17.17 | 17.17  |
| -0.005+0.001 | 90.98 | 90.98  | 59.60 | 76.77  |
| -0.001       | 9.02  | 100.00 | 23.23 | 100.00 |

由表 6-4 可以看出，矿石中自然金和黑铋金矿均属于微粒金的范畴，粒度均小于 0.01mm，且绝大部分小于 0.005mm，特别是自然金粒度均在 0.005mm 以下。

##### c. 金矿物的嵌布形式

根据对矿石光片和粗选金精矿的研究，可将矿石中金矿物的嵌布形式大致归纳为裂隙金、包裹金和粒间金等三种类型。各种嵌布形式金矿物的分布结果见表 6-5。

表 6-5 金矿物嵌布形式统计结果 (%)

| 嵌布形式 |        | 分布率   | 合 计   |
|------|--------|-------|-------|
| 裂隙金  | 毒砂裂隙金  | 43.84 | 53.62 |
|      | 黄铁矿裂隙金 | 9.78  |       |
| 包裹金  | 毒砂包裹金  | 24.67 | 34.31 |
|      | 黄铁矿包裹金 | 5.39  |       |
|      | 脉石包裹金  | 4.25  |       |
| 粒间金  | 毒砂-黄铁矿 | 4.27  | 12.07 |
|      | 毒砂-脉石  | 3.58  |       |
|      | 黄铁矿-脉石 | 2.06  |       |
|      | 脉石粒间   | 2.16  |       |

(1) 裂隙金 是样品中金矿物最重要的产出形式，特征是微细的金矿物沿金属硫化物中微裂隙充填，其中主要是嵌布在毒砂中，部分则见于黄铁矿内部的孔洞中，形态多为粒状、角粒状或长角粒状，由于粒度极为细小，显微镜下难以识别，仅能在扫描电镜下见。

(2) 包裹金 较常见及，但出现的频率低于裂隙金，通常是微细的金粒呈包裹体嵌布在毒砂内部，部分则包裹在黄铁矿或白云石等脉石中，同时在其出现的部位，亦可见金矿物沿上述载体矿物的裂隙充填。显然，包裹于载体矿物中的金粒因粒度过于细小，即使充分细磨也很难形成单体或出现金的暴露面。

(3) 粒间金 出现的频率不高，表现形式主要为微细的金粒沿毒砂-黄铁矿、毒砂-脉石、黄铁矿-脉石和脉石粒间充填分布，粒度在 0.005mm 以下，同时在其出现的部位，亦可见金矿物以包裹体的形式出现在上述载体矿物中。

金矿物嵌布形式统计分析结果表明：矿石中裂隙金占 53.62%、包裹金和粒间金分别占 34.31%和 12.07%。与毒砂嵌连的金矿物占 76.36%，与黄铁矿嵌连的金矿物占 21.5%。说明该矿石中金的主要载体矿物是毒砂，其次为黄铁矿。

综上所述，矿石中金矿物粒度十分细小，属微粒金的范畴，毒砂是金矿物的最主要载体矿物，次为黄铁矿、方解石和铁白云石等。金矿物与载金矿物间的镶嵌关系以裂隙金为主，次为包裹金，粒间金比例较少。

#### d. 金矿物的解离分析

采用碘浸取法对-200 目 80%和-200 目 90%两种不同磨矿细度的样品进行了金矿物的解离分析。结果列于表 6-6。

表 6-6 矿石中金矿物的解离分析结果 (%)

| 磨矿细度<br>(-200 目占%) | 金 相     | 单体金<br>及裸露金 | 硫化物中<br>包裹金 | 碳酸盐及铁氧<br>化物中包裹金 | 硅酸盐中<br>包裹金 | 合 计    |
|--------------------|---------|-------------|-------------|------------------|-------------|--------|
| 80                 | 含量(g/t) | 0.06        | 2.71        | 0.55             | 0.20        | 3.52   |
|                    | 分布率     | 1.70        | 76.99       | 15.63            | 5.68        | 100.00 |
| 90                 | 含量(g/t) | 0.08        | 2.76        | 0.48             | 0.20        | 3.52   |
|                    | 分布率     | 2.27        | 78.41       | 13.64            | 5.68        | 100.00 |

由表 6-6 可以看出：

(1) 磨细样品中单体金和裸露金的含量较低，分布率仅有 2%左右。随着磨矿细度的增加，单体金和裸露金的比例提高的幅度很小。原因是包裹金的含量较高，且金矿物的粒度过于细小，即使在细磨条件下也只有少量呈单体产出或出现金的暴露面。

(2) 两个磨细样中金均主要呈包裹状态分布在硫化物中，其中分布率占 76.99~78.41%，其次是包裹在碳酸盐及铁氧化物中。二者合计分布率在 92%左右，并不随磨矿细度增加而发生明显的降低。可见欲提高金的回收率，主要是回收硫化物中的包裹金，其次是方解石、白云石等碳酸盐脉石中的包裹金。

综合以上所述，细磨作业并不能显著有效地改善矿石中金的解离和存在形式，回收金主要是以硫化物等载体矿物为对象，回收包裹金。

#### 6.2.6 金属硫砷化物的嵌布粒度

矿石中金属硫、砷化物（包括黄铁矿、毒砂、脆硫锑铅矿和方铅矿）的嵌布粒度统计分析结果见表 6-7。

表 6-7 金属硫砷化物的嵌布粒度统计结果 (%)

| 粒 级<br>(mm) | 分布率   | 累计<br>分布率 | 粒 级 (mm)     | 分布率  | 累计<br>分布率 |
|-------------|-------|-----------|--------------|------|-----------|
| -2.33+1.65  | 55.66 | 55.66     | -0.15+0.105  | 1.74 | 97.11     |
| -1.65+1.17  | 9.28  | 64.94     | -0.105+0.074 | 1.85 | 98.96     |
| -1.17+0.83  | 4.64  | 69.57     | -0.074+0.052 | 0.45 | 99.41     |
| -0.83+0.59  | 9.28  | 78.85     | -0.052+0.037 | 0.27 | 99.69     |

|            |       |       |              |      |        |
|------------|-------|-------|--------------|------|--------|
| -0.59+0.42 | 10.44 | 89.29 | -0.037+0.026 | 0.19 | 99.88  |
| -0.42+0.30 | 3.48  | 92.77 | -0.026+0.019 | 0.05 | 99.92  |
| -0.30+0.21 | 1.74  | 94.50 | -0.019+0.010 | 0.04 | 99.96  |
| -0.21+0.15 | 0.87  | 95.37 | -0.010       | 0.04 | 100.00 |

统计分析结果表明：矿石中金属硫化物具不均匀中粗粒嵌布的特征，+1.65mm 的粗粒分布率达 55%以上，+0.21mm 的中粗粒占 94.50%。当粒级为+0.3mm 时，累计分布率为 92.77%。单纯从嵌布粒度来看，为使 90%左右的金属硫化物获得解离，矿石选择 -0.30mm 的磨矿细度即可，即-200 目约占 50%。为使 95%金属硫化物解离，选择-0.15~0.2mm 的细度，即-200 目约占 70%。

### 6.3 选矿试验研究及评价

#### 6.3.1 选矿试验

矿区内主要有石英闪长岩型金矿体、板岩型金矿体、铜金矿体三种矿体，业主委托长沙矿冶研究院有限责任公司及怀化湘西金矿设计科研有限公司完成了三份选矿试验报告；针对石英闪长岩型金矿体，业主委托长沙矿冶研究院有限责任公司及怀化湘西金矿设计科研有限公司进行了扩大连续选矿试验。

##### 6.3.1.1 实验室流程试验

2014 年 12 月~2015 年 2 月，怀化湘西金矿设计科研有限公司对矿区石英闪长岩型金矿石进行了首次选矿流程试验研究，提交了《甘肃省合作市以地南铜金矿区石英闪长岩型金矿石选矿流程试验研究报告》（2015 年 2 月）。

采用单一浮选流程，可获得的技术指标：在原矿金品位  $3.05 \times 10^{-6}$  时，得到金品位  $74.50 \times 10^{-6}$ ，银品位  $195.60 \times 10^{-6}$  的浮选金精矿，金回收率 84.49%。

2016 年 9 月~2016 年 10 月，怀化湘西金矿设计科研有限公司对区内板岩蚀变破碎带内金矿石、铜金矿石等 2 种类型矿石的选矿流程进行了试验研究，分别提交了《甘肃省合作市以地南矿区板岩型金矿石选矿流程试验研究报告》（2016 年 10 月）和《甘肃省合作市以地南矿区铜金矿石选矿流程试验研究报告》（2016 年 10 月）。其中，板岩蚀变破碎带内金矿石，采用单一浮选流程，可获得的技术指标：在原矿金品位  $3.08 \times 10^{-6}$  时，得到金品位  $74.40 \times 10^{-6}$ ，银品位  $21.10 \times 10^{-6}$  的浮选金精矿，金回收率 84.33%；铜金矿石采用混合浮选流程，获得的技术指标为：在原矿金品位  $12.13 \times 10^{-6}$ 、Cu 品位 0.20% 的条件下，通过混合浮选获得的金铜精矿，Au 品位  $156.63 \times 10^{-6}$ 、回收率为 89.49%，Cu 品位 1.85%、回收率为 63.26%。

实验室流程试验选矿试验样由甘肃加鑫公司、湖南有色二四五队、怀化湘西金矿设计科研有限公司和长沙矿冶研究院有限责任公司，在充分论证和科学研究的基础上确定。通过对各试验样中矿体与矿区对应矿体矿石 Au 平均品位对比结果来看，矿区选矿实验室流程试验样品具有代表性。通过对矿区内不同矿石类型的实验室流程试验试验，为后续的选矿试验提供了技术依据。

### 6.3.1.2 扩大连选试验

矿区的 Au4-1 和 Au3-1 矿体由石英闪长岩型金矿石组成，2 个矿体的金资源量占全区石英闪长岩型金资源量的 88.61%，占全区原生矿金资源量的 89.20%。

2016 年 9 月～2016 年 12 月，怀化湘西金矿设计科研有限公司和长沙矿冶研究院有限责任公司在实验室流程试验的基础上对区内石英闪长岩型金矿石进行了选矿试验(扩大连续试验)，提交了《甘肃省合作市以地南矿区英闪长岩型金矿石进行了选矿试验(扩大连续试验)研究报告》(2016 年 12 月)。

扩大连选试验矿样由甘肃加鑫矿业有限公司负责采取、包装、运输，共 1 件样品。矿样采自 Au4-1 、Au3-1 矿体，采样位置为矿床已有的 3010m、3055m、3110m、3155m、3160m 及 3205m 等探矿坑道中，样重 30t (Au4-1 矿体矿样 17.52t、Au3-1 矿体 7.51t、矿体顶板和底板围岩样品 5.03t)，入选试验样品位  $3.03 \times 10^{-6}$ 。

矿石磨矿细度-200 目 72%左右，采用 “一粗两扫两精，中矿顺序返回” 的单一浮选流程，获得金品位  $69.50 \times 10^{-6}$  的金精矿，浮选尾矿含金降至  $0.48 \times 10^{-6}$ ，金的浮选回收率为 84.74%。扩大连选试验的技术指标见表 6-8。

表 6-8 扩大连选试验闭路实验结果表

| 产品名称   | 矿 量   |              | Au 品位<br>( $\times 10^{-6}$ ) | Au 金属量<br>(g) | Au 回收率<br>(%) |
|--------|-------|--------------|-------------------------------|---------------|---------------|
|        | Q (t) | $\gamma$ (%) |                               |               |               |
| 产出：金精矿 | 0.88  | 3.69         | 69.50                         | 61.16         | 84.74         |
| 金浮尾矿   | 22.94 | 96.31        | 0.48                          | 11.01         | 15.26         |
| 合 计    | 23.82 | 100.00       | 3.03                          | 72.17         | 100.00        |
| 进入：原矿  | 23.82 | 100.00       | 3.03                          | 72.17         | 100.00        |

综上所述，通过对矿区 3 种类型矿石的实验室流程试验和石英闪长岩型金矿石的扩大连续试验，认为矿区金矿石的工业利用性能良好。

### 6.3.2 选矿试验评价

a. 根据三份试验室试验及一份扩大连续选矿试验报告，试验矿样均能代表相应的矿石类型，试验矿样均具有较好的代表性。石英闪长岩型矿石为该矿区的主要矿石类型，

针对该矿石进行了扩大连续选矿试验，矿样采取及配矿后的扩试矿样具有充分的代表性。

b. 该矿区不同类型的矿石，试验室试验均采用浮选工艺进行了选矿流程试验，试验结果较为可靠。针对石英闪长岩型金矿石，在试验室试验的基础上，试验单位又进行了扩大连续选矿试验，最终取得了与该型矿石小试结果基本接近的选别指标（精矿品位略低），扩试结果符合该矿的实际情况，试验结论基本详实可靠。基本满足本次选矿厂建设可研设计要求。

c. 试验单位只在扩大连续选矿试验过程中进行了矿石相对可磨度测定，但并未提供作为标准矿样的黄沙坪铅锌矿矿石测定过程中所用磨机的型号、容积和单位容积处理量，因此，根据该矿的矿石性质，本次设计球磨机的选型暂按类似矿石相对可磨度测试结果计算选取。

d. 试验报告中浮选工艺流程产出的尾矿金品位均较高，最低的尾矿含金品位为 0.48g/t，但试验单位均未进行相应的降低尾矿金品位的探索试验，因此，建议业主就降低尾矿含金品位方面委托相关试验单位再进行深入研究，以期在经济可行的情况下获得更高的选矿回收率。

### 6.3.3 本次设计选矿流程

鉴于扩大连续选矿试验的可靠性较高，因此，本次选厂设计主要参照石英闪长岩型金矿石扩大连续选矿试验报告进行。具体设计流程如下：

#### a. 碎磨流程

业主提供了三种不同矿石选矿试验，推荐了不同的磨矿细度。板岩型金矿石（磨矿细度为-200 目 75%）；铜金矿石（磨矿细度为-200 目 80%时）；石英闪长岩型金矿石（磨矿细度为-200 目 75%）。在此基础上，针对主体矿石（石英闪长岩型金矿石）进行了扩大连续试验，为保证 90%以上的金属硫化物获得解离，扩大连续试验对磨矿细度做了调整，确定磨矿细度控制在为-200 目 72.0%左右。本次设计综合考虑矿石性质，设计进入浮选作业的磨矿产品细度为-200 目 75%。

由于井下设有破碎锤，且用格筛控制块度，本次设计地面不再新建粗碎；磨矿流程推荐采用半自磨+球磨流程，即“SAB”流程。

#### b. 浮选流程

设计的流程为一次粗选、三次扫选（较扩试和原有选厂该作业增加一次）、三次精选的浮选工艺流程。根据板岩型矿石和角砾岩型矿石小试结果及推荐的选别流程，该设

计流程可很好的适应上述两种矿石的选别。

### c. 脱 水

浮选作业产出的金精矿采用浓密、压滤两段脱水流程。金精矿水分 $\leq 10\%$ ，脱水后的金精矿装车后外运销售。

选矿工艺流程图见图 6-1。

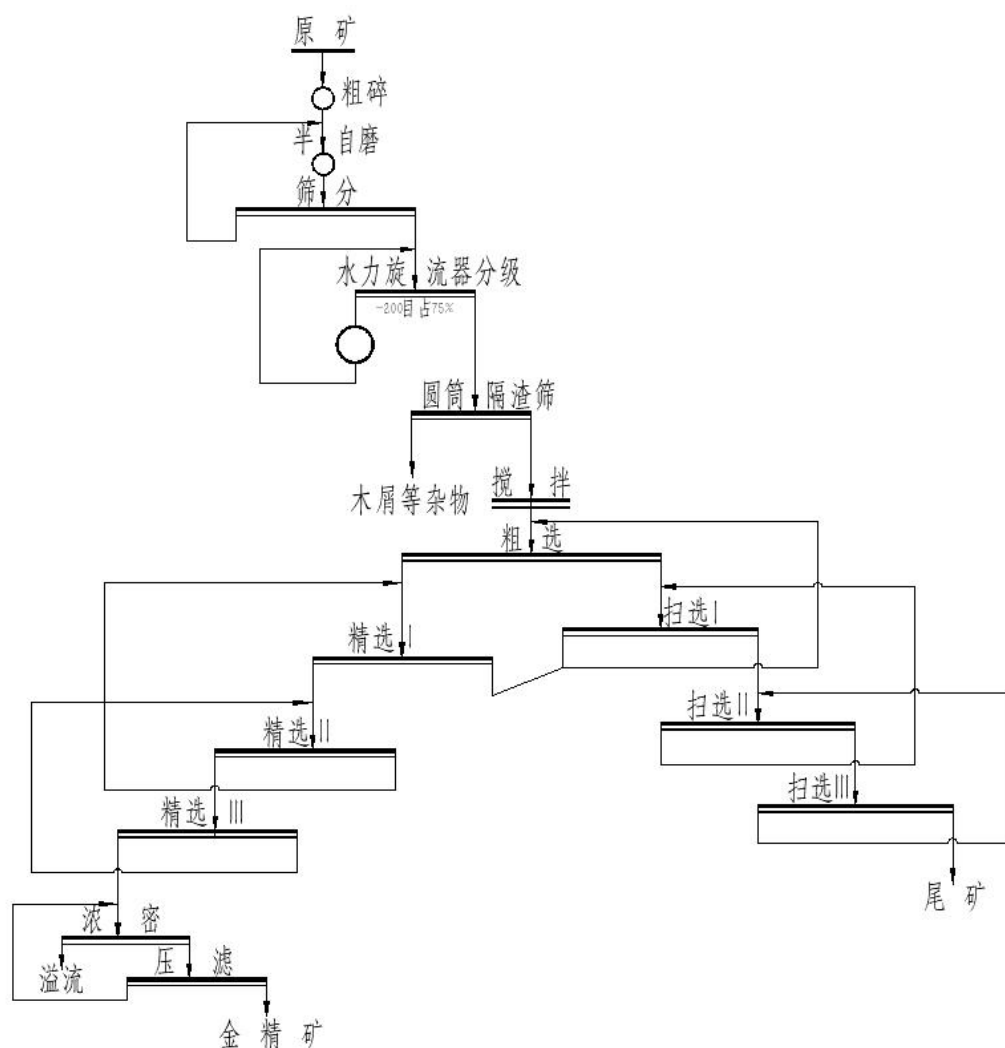


图 6-1 选矿工艺流程图

### 6.3.4 设计规模、工作制度、服务年限

选厂设计规模为处理原矿  $50 \times 10^4 \text{ t/a}$ ，年工作 300d，服务年限 14a。各车间的生产能力和工作制度见表 6-9。

表 6-9 各车间的生产能力和工作制度

| 车间名称 | 年工作日 (d) | 日工作班数 (班) | 班作业时间 (h) | 车间生产能力 (t/d) |
|------|----------|-----------|-----------|--------------|
|------|----------|-----------|-----------|--------------|

|      |     |   |   |                   |
|------|-----|---|---|-------------------|
| 磨选车间 | 300 | 3 | 8 | 1667              |
| 脱水车间 | 300 | 3 | 7 | 金精矿 142t/d, 达产年最大 |

### 6.3.5 产品方案

根据设计流程，选矿设计最终的产品为含砷金精矿。

选矿设计指标以该矿石的扩大连续选矿试验结果为基础，考虑实际生产时诸多不可预见因素对指标的影响，并结合处理矿石品位变化的实际情况而确定。鉴于采出的原生矿石中有价元素铅具有综合回收利用的价值，本次设计对原生矿中的铅也进行了设计回收（富集在金精矿中）。

表 6-10 选矿设计指标表

| 产品名称 | 产率 (%) | 品位 (g/t) |        |        | 回收率 (%) |        |        |
|------|--------|----------|--------|--------|---------|--------|--------|
|      |        | Au       | Ag     | Pb (%) | Au      | Ag     | Pb     |
| 金精矿  | 3.610  | 69.50    | 126.20 | 1.018  | 84.00   | 58.22  | 18.19  |
| 尾 矿  | 96.390 | 0.50     | 3.39   | 0.17   | 16.00   | 41.78  | 81.81  |
| 原 矿  | 100.00 | 2.987    | 7.827  | 0.202  | 100.00  | 100.00 | 100.00 |

## 6.4 尾矿设施

### 6.4.1 尾矿量

总尾矿量： $643.22 \times 10^4 \text{t}$ ，其中用于矿山充填的尾矿量  $336.55 \times 10^4 \text{t}$ ，充填后剩余尾矿量  $307.09 \times 10^4 \text{t}$  排放至尾矿库堆存，所需库容  $227.47 \times 10^4 \text{m}^3$ ；

尾矿浓度：25.76%；

尾矿粒度：-0.074mm 占 78%

尾矿松散密度： $1.35 \text{t/m}^3$

### 6.4.2 尾矿库址选择

在保护环境、节约基建投资的前提下，本次设计围绕选矿厂厂址，依据 1:1000 地形图并结合现场踏勘，选厂周围 10km 范围内适合建尾矿库的库址。

按照以地南铜金矿已探明的资源量，生产全期产生的尾矿总量为  $643.64 \times 10^4 \text{t}$  ( $476.77 \times 10^4 \text{m}^3$ )。本次设计采矿推荐采用嗣后充填法，充填骨料初步确定采用选矿尾砂，但目前尚未进行尾矿充填试验，充填用尾矿量尚难准确确定；并且以地南铜金矿矿区深部及边部矿体尚未封闭，扩大远景的可能性较大；另外，以地南铜金矿东侧同属甘肃加鑫矿业有限公司的南办-老豆村探矿权成矿前景较好，预测远景资源量可达中型以上规模。因此，为保证以地南铜金矿生产全期尾矿堆存需要及甘肃加鑫矿业有限公司今后的企业发展，更好落

实《关于印发防范化解尾矿库安全风险工作方案的通知》（应急〔2020〕15号）“强化源头准入，严格控制尾矿库数量”的精神，本次设计选择的尾矿库设在选矿厂东侧约2100m的西毛切克合上游，属于低山丘陵区沟谷型尾矿库。尾矿库总坝高64m，总库容 $571.6 \times 104 \text{m}^3$ ，属于三等尾矿库。该尾矿库满足矿山生产全期全部尾矿量的入库要求，库址属于低山丘陵区沟谷型尾矿库库址，地势总体北高南低，地形起伏较缓，地面最低高程约3230m，最大高程达3417m。

考虑尾矿库总库容和库内调洪要求，初期坝坝高为24m，该尾矿库初期坝坝轴线底标高3251.0m，坝顶标高3275.0m，坝高24.0m，坝顶宽4.0m，坝轴线长174.0m，坝型为碾压透水土石坝，坝体底部设置排水棱体和透水层，筑坝材料选用土石料，排水棱体和透水层采用堆石料，堆石料采用采矿废石加工，土石料库内挖取。在坝体上游坡面设置反滤层，反滤层结构从里到外依次为：土石坝—200mm厚砂卵石（ $D=13-76\text{mm}$ ）—1500mm厚块石（ $D=76-200\text{mm}$ ）—200mm厚砂卵石（ $D=13-76\text{mm}$ ）—200mm厚粗砂（ $D=2-13\text{mm}$ ）—无纺土工布（ $600\text{g/m}^2$ ）—200mm厚粗砂（ $D=2-13\text{mm}$ ）—500mm厚干砌块石护坡。上、下游均采用0.5m厚干砌毛石护坡，上游坡比1:1.8，沿上游坡面标高每隔10m设一道2m宽的锚固平台，下游坡比1:2.0，沿下游坡面标高每隔10m设一2m宽的马道，在下游坡与岸坡结合处设置截水沟。

尾矿库下游1km范围内无居民、河流、生态林地、基本农田，无任何民用、工业建筑物及其他重要生产生活设施，远离生态保护区，满足尾矿库选址要求。

#### 6.4.3 尾矿水的处理利用

尾矿库回水量除部分回水蒸发及尾矿自身含水外其余均返回选厂重复使用。由水工专业在尾矿库内设排水设施，统一将回水收集至库外截渗坝内，截渗坝坝顶标高为：3244m，需将尾矿回水压力输送至3295m续建尾矿斜井口后自流至3010m平硐新建 $1000 \text{m}^3$ 回水水仓。回水管线采用焊接钢管，管径按 $D273 \times 9$ 设计， $L=2.5\text{km}$ ，其中1.0km穿隧洞设镇墩、管枕及支架，1.5km埋设，埋设深度2.0m。

在尾矿库内设防渗设施，初期坝下游设有截渗坝，无渗水外流，除部分回水蒸发及尾矿自身含水外其余均返回选矿工艺使用。

## 7 环境保护、水土保持与复垦

### 7.1 设计企业环保标准

- (1) 《中华人民共和国环境保护法》2015年1月1日起正式实施；
- (2) 国务院令第253号发《建设项目环境保护管理条例》；
- (3) 国环字(87)第002号文《建设项目环境保护设计规定》；
- (4) 环发[2005]109号《矿山生态环境保护与污染防治技术政策》；
- (5) 《污水综合排放标准》GB8978-1996；
- (6) 《城市污水再生利用 城市杂用水水质》GB/T 18920-2020；
- (7) 《危险废物鉴别标准》GB5085.6-2007；
- (8) 《有色金属工业环境保护工程设计规范》GB50988-2014；
- (9) 《锅炉大气污染物排放标准》GB13271-2014；
- (10) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》GB12348-2008中的II类标准。
- (11) 《中华人民共和国矿产资源法》
- (12) 《中华人民共和国土地管理法》
- (13) 《中华人民共和国水土保持法》
- (14) 《中华人民共和国环境影响评价法》
- (15) 《地表水环境质量标准》(GB3838-2002)
- (16) 《土壤侵蚀分类分级标准》(SL190-2007)
- (17) 《水土保持综合治理技术规范》(GB/T16453.1-16453.6 2008)
- (18) 《生产建设项目水土保持技术标准》(GB50433-2018)
- (19) 《水土保持综合治理规划通则》(GB/T15772-2008)
- (20) 《环境影响评价技术导则-总纲》(HJ2.1-2011)
- (21) 《土地复垦质量控制标准》(TD/T1036-2013)
- (22) 《污水综合排放标准》(GB8978-1996)
- (23) 《地下水水质标准》(DZ/T0290-2015)
- (24) 《危险废物鉴别标准》(GB 5085.1-7-2019)
- (25) 《矿山地质环境监测技术规程》(DZ/T0287-2015)
- (26) 《滑坡防治工程勘查规范》GB/T 32864-2016

- (27) 《地质灾害防治条例》
- (28) 《建设项目环境保护分类管理名录》
- (29) 《国家危险废物名录》
- (30) 《土地复垦条例》
- (31) 《土地复垦条例实施办法》
- (32) 《中华人民共和国土地管理法实施条例》
- (33) 《矿山地质环境保护规定》
- (34) 《环境影响评价公众参与暂行颁发》(环发[2006]28 号)
- (35) 《关于加强环境影响评价管理防范环境风险的通知》(国家环境保护局, 环发[2005]52 号)

## 7.2 矿山主要污染源、污染物排放状况及治理

矿山的主要污染物有：坑内开采产生的废石及采矿废污水、粉尘、废气、废渣、噪声，生活污水和生活垃圾等。

### 7.2.1 废污水的产生及治理

1、采矿废水主要为坑内涌水。此废水不含有害物质，沉淀后作为采矿凿岩、喷洒用水消耗掉，剩余部分用于选矿工艺。

2、选矿工艺为闭路循环，排水除尾矿蒸发和充填尾矿自身含水外，其余全部回用于选厂，无有害废水排放。尾矿库周边设截水沟，库外雨水经截水沟排出。

精矿浓密池溢流水、充填系统浓密溢流水、尾矿库回水均返回 3010m 平硐新建回水水仓，供系统重复使用。

3、生活区：生活污水经化粪池和污水处理成套设备处理后，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》的要求后根据矿区、生活区绿化需要回用。

#### 4、初期雨水

在选厂排水边沟末端设 300m<sup>3</sup> 钢筋混凝土矩形初期雨水收集池 1 座，内设潜水泵 2 台，1 用 1 备，（不连续运行，有雨水时使用），将初期雨水提升至选厂回水高位水池供选矿工艺使用。

### 7.2.2 固体废弃物

企业投产后的废渣主要是采矿废石、选矿工艺排出的尾矿及生活垃圾。废石部分用于采空区充填，大部分通过平硐运至废石仓再由汽车运输至附近骨料加工厂作为原料出售。尾矿处置采用尾矿库堆存和井下充填。

生活垃圾拉运到当地政府统一的生活垃圾处理场处理垃圾。

### 7.2.3 粉尘废气

作业时主要产生、废气点有凿岩、爆破、装卸矿点等场所和有关的运输车辆等。设计采取了以下防降尘、废气措施：

(1) 地下开采采用湿式凿岩，对各产生尘点除进行喷雾洒水外，爆破后还要进行机械强制通风或辅助通风，爆破后及时向爆堆喷雾洒水，加强个人防护，佩戴防尘口罩等。并采取机械通风方式，完善通风系统，使作业环境的空气含尘浓度在规定的  $2\text{mg}/\text{m}^3$  以下。矿石在输送过程中将产生一定量的粉尘。采取的除尘措施是洒水降尘。

(2) 选矿厂的矿石在破碎、筛分、输送过程中将产生大量矿石粉尘，为此，除对各工艺设备采取有效的密闭外，还在各产生尘点设计了除尘系统，对含尘空气进行净化，净化后的空气含尘浓度均低于排放标准，排至室外高空排放。

(3) 对产生有毒有味气体的污染源，均设置局部机械排风系统或自然排风系统。

(4) 对分散散发有毒有味气体的车间，设计有屋顶风机进行车间整体机械通风，使含有有害物质的污染空气从车间较高处排入大气。

(5) 对于运输设备产生的燃油废气因总的产生量不大，又不集中，故对环境影响不大。

### 7.2.4 噪声

(1) 矿山生产产生的噪声主要有爆破噪声、机械噪声等，采矿机械和爆破产生的噪音约为  $95\sim 110\text{dB}$ ，但由于是地下开采，噪音受围岩及矿体的阻隔，对外界环境的影响甚小，凿岩工人佩戴专用耳塞。

(2) 选矿厂的碎矿、磨矿等设备产生的噪声约  $90\sim 110\text{dB}$ ，目前尚无较好的降噪措施，又有厂房屏蔽和阻隔，噪声不能远距离传播，故对外界环境影响甚小。生产中要求操作人员配戴防护用具。选厂空压机噪声属于重要噪声排放源，采用远离操作间或单独布置在空压机房的方式降噪。

通过以上各种措施，可确保厂界噪声达到《工业企业厂界噪声标准》中 II 类标准的要求。

## 7.3 水土保持与复垦

### 7.3.1 水土保持

矿山建设与生产由于修建道路、厂房、采矿开挖、剥离岩土、开拓坑道及生产中的弃渣等等，造成了边坡开挖，进一步破坏原有的地表植被，造成新的水土流失。

### 7.3.2 矿区水土流失因素及危害

#### 7.3.2.1 生产建设中导致水土流失的因素

##### (1) 破坏地貌及开挖边坡

矿山的建设需要修建公路、新建厂房和剥离岩土等，不可避免地破坏了原有的植被。公路的改造、场地的整平，造成了部分边坡开挖，矿山排土场也形成了许多填挖边坡。

##### (2) 基建和生产过程中弃土、弃渣等

基建期开拓的弃方、场地整平的余土排弃及生产期的废石排放。

#### 7.3.2.2 生产建设中造成的水土流失量

##### (1) 基建过程造成的弃土、弃石等工程量

基建期各工业场地整平尽量做到填挖平衡，避免安排取土、弃土场。

##### (2) 废石排放量

生产期内废石部分回填采空区，约 30%废石通过胶带运输至与中间堆场并排布置的废石仓，废石经废石仓由铲车装至汽车运输至临近砂石料加工厂就地堆存。

### 7.3.3 水土流失防治方案

#### 7.3.3.1 水土保持方案总体布局

按企业总体布置，划分矿山水土流失防治分区，即采矿工业场地、充填工业场地、选矿工业场地、生活办公区、尾矿库和辅助工业场地。

**表 7-1 水土保持方案总体布局表**

| 序号 | 分 区    | 项 目       | 水土保持措施             | 措施类型         |
|----|--------|-----------|--------------------|--------------|
| 1  | 采矿工业场地 | 场地整平及边坡开挖 | 护坡、排水沟、场地绿化        | 工程措施<br>植物措施 |
| 2  | 充填工业场地 | 场地整平及边坡开挖 | 修筑挡土墙、护坡、排水沟、场地绿化  | 工程措施<br>植物措施 |
| 3  | 选矿工业场地 | 场地整平及边坡开挖 | 修筑挡土墙、护坡、排水沟、场地绿化  | 工程措施<br>植物措施 |
| 4  | 生活办公区  | 场地整平及边坡开挖 | 修筑挡土墙、排水沟、场地绿化     | 工程措施<br>植物措施 |
| 5  | 尾矿库    | 尾矿坝坝体     | 修建截、排水沟坡面绿化、终期复土绿化 | 工程措施<br>植物措施 |
| 6  | 辅助工业场地 | 场地整平及边坡开挖 | 护坡、排水沟、场地绿化        | 工程措施<br>植物措施 |

#### 7.3.3.2 防治措施

依据“谁开发谁保护，谁造成水土流失谁负责治理”的原则，设计中制定了如下防

治措施：

#### （1）林草措施

在各工业场地内部、边坡及厂区周围的空地、缓坡等地带，种草种树，稳定边坡，防止水土流失，树种、草种的选择以适合当地的树种和草种，以提高成活率，达到预期的效果。

#### （2）工程措施

在场地高坡、陡坡地段采用挡土墙和护坡，减少边坡的水土流失；在场地和公路的平台内边坡下，修建排水沟，减少雨水对场地及填方边坡的冲刷，达到防治的目的。

#### 7.3.4 复垦

本矿区复垦的对象主要为废石临时堆场，对闭坑后关闭停用的废石临时堆场采用碎石覆盖或自然恢复原地貌。

### 7.4 绿色矿山建设

#### 7.4.1 绿色矿山建设基本原则

矿产资源高效开发与综合利用是建设绿色矿山的整体要求。建设绿色矿山应将绿色矿山的理念贯穿于矿产资源开发利用的全过程，强调开采方法科学化、资源利用高效化、企业管理规范化、生产工艺环保化、矿山环境生态化，实现矿产资源开发利用的经济效益、生态效益和社会效益最大化。

矿山在开采过程中应坚持以保护环境、资源利用和社区和谐作为绿色矿山建设的工作核心，坚持可持续发展的经营理念，高效开发利用矿山资源，合理有效保护周边环境，积极主动的与地方政府、设计科研单位等进行项目合作和沟通往来，在依法办矿、规范管理、科技创新、节能减排、环境保护、土地复垦、社区和谐和企业文化等方面进行合作及建设。主要表现在如下几方面。

##### （1）依法办矿，规范管理

a. 矿山应根据国家统一规划和产业布局合理进行开发建设，在运营发展过程中，始终坚持依法办矿的经营理念。严格遵守国家制定的各项法律法规。矿山自觉接受各级监督审查，足额缴纳采矿权使用费、矿产资源补偿费和矿产资源税等相关税费，使公司的生产经营管理处在法律、法规许可范围内，真正做到了依法办矿，合法经营。

b. 认真贯彻执行国家相关技术政策，始终坚持合理的采掘顺序。对此，矿山精心准备，组织地、测、采等各方技术力量，认真编写年度采掘技术计划和长远采掘技术规划。在实际管理中，积极协调，加强管理，确保每年年度计划得以保质保量地完成。同

时，按照国土资源部、甘肃省国土资源厅要求，全面开展矿山储量动态管理工作。

#### （2）走矿山绿色开发道路，搞好矿区绿化工作

矿山开发过程中，要始终坚持建设绿色矿山的理念，美化环境，在矿山生活区开展植树活动，将矿山生活办公区开辟成了绿色、和谐的办公环境。

#### （3）创建企业文化，彰显企业魅力

矿山应坚持以人为本的管理理念，深入开展企业文化建设，着力打造具有企业精神的企业文化。积极宣传国家的方针政策、各级党代会精神、安全生产和环境保护理念，进一步提高了矿区的美化、亮化档次，宣传企业文化、廉政文化、传统文化及习总书记系列讲话精神。形成“爱岗敬业、主动作为、开放自信、感恩奉献、担当创新、追求卓越”的工作精神。

#### （4）履行社会责任，造福社会

矿山应主动履行企业的社会责任，本着办实事、办真事，办好事的原则，尽最大努力履行社会责任，创造工作岗位，积极带动当地人民就业，造福社会。

为切实巩固保障矿山的矿产资源基础，全面提高矿产资源对矿山持续发展的保障能力。充分发挥矿山的规模、技术和管理优势，落实企业做大做强的发展方针，坚持“以依法办矿为前提，以安全生产为保障，以科技创新为先导，以综合利用为突破，以资源高效开发为中心，以节能环保为重点，以数字化矿山建设为契机，以夯实管理基础为手段”。以绿色矿山建设为目标，在污染防治、矿山环境恢复治理、土地复垦、科技创新、社区和谐和企业文化建设等方面做更大的引导与投入，为企业持续稳定发展提供更大的支撑保证。努力探寻满足矿山开发的资源效益、环境效益、经济效益、社会效益四者相统一的矿山发展模式。

#### 7.4.2 绿色矿山建设主要措施

矿区在建矿过程中应注意环境保护，将绿色矿山的理念贯穿于整个建矿过程中。主要措施如下：

（1）矿山在开采过程中应坚持以保护环境、资源利用和社区和谐作为绿色矿山建设的工作核心，坚持可持续发展的经营理念，高效开发利用矿山资源，合理有效保护周边生态环境，积极主动的与地方政府、设计科研单位等进行项目合作和沟通往来，在建立相关产业循环系统、合理利用伴生资源、建立“四节约”体系等方面进行合作及建设。

（2）节约用水。坚持“节流优先，治污为本，提高用水效率”方针，以建立节水型项目和企业为目标，以各生产型单位为主体，提高矿井水处理率、利用率，节水增效，

治污减排；加强用水管理，提高节水意识，完善供水、用水和节水制度，杜绝供水管道和用水设备的“跑冒滴漏”现象，实现分质供水和分类用水；依托矿区水资源供给状况建设项目，加快淘汰现有生产型单位中落后的高耗水工艺、设备和产品，大力推广先进的节水型或无水型工艺和技术。

（3）节约能源。努力营造有利于节能的机制环境，实现源头控制与存量挖潜、依规管理与制度激励、突出重点与全面推进相结合；以生产型单位为主体，以提高能源利用效率为核心，落实节能目标责任制，进一步建立和完善节能管理机制，强化节能目标管理。

（4）节约用地。制定项目用地和矿区土地节约利用规划，严格建设用地管理，开展项目用地的节约和集约利用，保证重点项目用地；积极开展矿区塌陷地治理和复垦工作，扩大土地利用领域。

（5）节约用材。把节材工作融入制度化和规范化生产管理范畴，制定材料和原料消耗定额，规范材料消耗定额管理，形成有效的节材工作激励机制；积极推进新材料应用，合理材料替代，降低材料费用。

（6）积极开展矿区“三废”减排治理工作，使矿区环境污染有所减轻，生态环境恶化趋势得到初步遏制，水土流失情况得到好转，区域环境质量得到明显改善，环境综合治理进一步加强。以废石综合利用、烟尘治理、工业及生活废水集中处理回用为重点，实现矿区污染物控制目标。加强清洁生产技术、环境污染治理技术和节能降耗减排技术的开发、引进与应用。

（7）开采过程中，加强矿产资源的综合利用率。

（8）提高矿井“三率”指标。矿井涌水通过竖井排至矿井水沉淀池回收处理。回收处理后的矿井水及生活废水回用于矿井的生产，绿化等，矿井水利用率达到 100%，满足《黄金行业绿色矿山建设规范》的要求。采矿回收率为 89%，选矿回收率 84%，满足绿色矿山建设中金矿资源合理开发利用“三率指标”的要求。矿井未来还应该重视矿井水利用水平，强化管理，把矿山建设成为绿色矿山。

## 7.5 环境影响评述

本次设计对污染源采取了相应的治理措施，污染物经综合治理后，可达到国家规定的相应标准。建议选加强环境管理及监测，确保污染治理措施设施的正常运转，并对其进行定期维修和保养，使之达到预期的治理效果，真正做到生产和环境保护“三同时”。

综上所述，该矿区地处偏远地区，周围人员稀少，环境容量大，设计对企业排出的

废水、废气、废渣及噪声等污染物均采取了有效的治理措施，还进一步提出了绿化及环境监测工作要求。因此认为，只要这些环保工程和措施很好的发挥作用，并建立长效机制予以保证，加强环境监测工作，企业建成投产后，对周边区域的大气、水、土壤及生态环境不会产生明显的影响。

## 8 劳动安全与卫生

### 8.1 设计依据

- (1) 《中华人民共和国矿山安全法》2021 年 9 月 1 日公布修正；
- (2) 《中华人民共和国安全生产法》2014 年 12 月；
- (3) 《中华人民共和国劳动法》2009 年 8 月修订；
- (4) 《中华人民共和国矿山安全法实施条例》1996 年 10 月；
- (5) 《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020；
- (6) 《爆破安全规程》GB6722-2014；
- (7) 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010；
- (8) 《国务院关于进一步强化企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23 号；
- (9) 国家矿山安全监察局关于印发《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》的通知 矿安〔2022〕4 号；
- (10) 《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》AQ2031-2011；
- (11) 《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》AQ2032-2011；
- (12) 《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》AQ2033-2023；
- (13) 《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》AQ2034-2023；
- (14) 《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》AQ2035-2023；
- (15) 《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》AQ2036-2011；
- (16) 《中华人民共和国消防法》（2021 修正）；
- (17) 《安全生产许可证条例》国令第 397 号；
- (18) 《民用爆炸物品安全管理条例》（国务院令第 466 号，国务院令第 653 号修订）；
- (19) 《建筑抗震设计规范》GB 50011-2010；
- (20) 《危险化学品重大危险源辨识》GB 18218-2018；
- (21) 《民用爆炸物品工程设计安全标准》GB 50089-2018；
- (22) 《机械安全防护装置固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求》GB/T8196-2018；
- (23) 《矿山电力设计标准》GB50070-2020；

(24) 《个体防护装备配备规范第 4 部分:非煤矿山》 GB39800.4-2020;

(25) 《国家安全监管总局关于印发金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”安装使用和监督检查暂行规定的通知》安监总管一[2010]168 号;

(26) 《选矿安全规程》GB18152-2000;

(27) 《尾矿库安全监督管理规定》(国家安监总局第 38 号令, 2011 年 7 月 1 日起实施)。

## 8.2 矿区地质环境对安全的影响

属构造~侵蚀型中高山区, 地形切割强烈, 沟谷发育, 地形坡降较大, 第四纪松散堆积物较薄, 植被发育一般, 基岩风化裂隙发育, 加之人类工程活动较强烈, 在外在因素的影响下, 有发生崩塌、滑坡和泥石流的潜在危险。目前, 矿区尚未发生崩塌、滑坡和泥石流地质灾害, 但潜在地灾隐患存在, 因此矿区地质灾害发育中等, 但区内居民稀少, 且矿山企业已对隐患点普遍实施了挡土墙加固及截排水沟的工程措施, 部分进行了平整卸荷, 同时开展定期的废石渣堆监测, 一定程度降低了地质灾害发生的可能性及危险性。

## 8.3 其它自然条件对安全的影响

### 8.3.1 坑内尘毒和有害物质来源

矿区可能出现的污染物主要为粉尘、炮烟及少量有害气体。

坑内主要的产尘点为凿岩、爆破和装运过程, 粉尘中游离  $\text{SiO}_2$  是造成矿工矽肺病的主要原因, 坑内炮烟主要来自井巷掘进和采场爆破作业。

### 8.3.2 雷电、地震等情况的安全防范措施

对雷电及火灾应采取相应的防护措施。矿区工程结构设计按 8 度设防, 设计基本地震加速度值为  $0.40g$ 。厂址应避开主要断裂带。

### 8.3.3 总体设计中的安全防范措施

设计中选取矿岩变形范围考虑了岩石的硬度、节理、含水性, 也考虑了断层对岩体变形的影响, 同时也考虑了开采深度、矿山服务年限等诸多因素, 所选取的移动角及确定的地表移动范围是合理的。

采矿工业场地内建筑物之间的距离都符合安全规程的规定, 同时考虑消防的需要, 留有消防通道, 万一失火, 消防车可通往任何着火点。

地表移动区对矿山生产安全及过往车辆、行人构成一定威胁。负责矿山安全的人员对预测移动区进行定期观测, 设置警戒圈, 铁丝网, 并设专人巡视, 严禁人畜入内。

## 8.4 矿床开采安全评述

### 8.4.1 地下开采采空区与崩落区安全管理措施

地下开采时对未处理的采空区周围的地压活动经常进行监测并及时预报，提出相应的防范措施。严格按设计的回采顺序进行开采，在回收矿柱时要及时处理采空区。

严禁在错动崩落区内耕种、放牧或其它作业，同时应加强监测管理，定期进行检查监测，并在地表圈定立桩标明错动危险区。

### 8.4.2 采矿工艺过程不安全因素及防范措施

坑内作业的主要不安全因素有：坑内采空区，采矿引起岩层移动造成地面错动、塌陷；矿山生产中要通过断层破碎带，有可能产生矿岩失稳现象，引起巷道及采场的片帮、冒顶；爆破作业中的炮烟、瞎炮等不安全因素和爆破器材本身的不安全因素；破碎、装卸矿点产生的粉尘；井下凿岩、运输引起的机械碰撞或触电事故以及井下火灾。

其防范的主要措施是：

井下爆破作业应严格执行《爆破安全规程(GB6722-2011)》。放炮前应给出明确的信号并加强警戒。爆破工要经过严格的培训并取得相关证书后方能上岗。

采场工作人员必须佩戴安全帽和穿着劳保服。凿岩采用湿式凿岩，对爆堆、装卸点等产尘点采用喷雾洒水降尘，定期进行粉尘和有害气体的测定工作。井下开采时，及时采取强制崩落围岩或自然塌落处理空区，严格控制采场暴露面积和暴露时间；矿体上盘围岩不太稳固时及时采取锚杆加钢筋网等有效的支护措施。在具体布置采矿矿块并进行采准切割和回采时应进行及时的测量，必要时留出保安矿柱，采矿时提出具体处理措施。

巷道掘进时，要注意检查、处理工作面顶、帮的浮石，及时进行支护。巷道开挖后围岩较好区域可不支护或采用喷射混凝土支护，围岩破碎或不稳定区域应采用喷锚网支护或整体混凝土支护。

爆破器材的贮存和爆破工作必须严格按《爆破安全规程》（GB6722—2011）的要求进行。

井下作业中的有毒有害气体主要为爆破产生的炮烟和各作业点产生的粉尘，采取加强通风和湿式作业及喷雾洒水等方法来解决。

地下开采时采用坑内机械通风系统，以保证坑内新风的供给。

矿井各中段、各采场在设计中均设有至少 2 个以上的独立安全出口，在井下应设置安全撤离方向路线标志，以确保在坑内突发灾害时，井下人员能够安全、及时地撤离至

安全地点。

对有滑波或泥石流危险的地段应加强观测并采取预防措施，其中废石不能堆放于沟内和沟边。

#### 8.4.3 竖井提升系统的安全可靠性

竖井提升系统的安全措施主要为：

(1) 在深度指示器上安装过卷终端开关，并与卷扬机电路闭锁，当提升容器超过正常提升的极限位置 0.5m 时，必须自动断电，并实现安全制动。过卷保护装置还应设置不能再向过卷方向接通电动机电源的联锁装置。

(2) 过卷扬区段内，装设有斜度为 1% 的楔形罐道，当容器过卷时，能将容器夹住。楔形罐道之上，设置有过卷挡梁（梁下装有缓冲木）。

(3) 井筒底部设有罐道顶梁、挡罐梁（梁上装有缓冲木），当容器过放时，楔形罐道能将容器夹住，当楔形罐道仍不能有效制动时，挡罐梁可保证提升容器不坠入井底水窝。在罐笼行程范围内不得有积水。

(4) 出车侧摇台装设摇臂限位托梁，保证矿车沿摇臂以一定的坡度下滑运行。

(5) 车场设备必须与卷扬机的控制回路闭锁，安全门关闭，摇台抬起到位后，提升机方能启动；罐笼不在车场停罐位置时，阻车器，安全门必须处于关闭状态，推车机不得动作。

(6) 为使罐笼在井筒中运行平稳，井筒中设有罐道导向，罐笼沿罐道运行。在罐笼顶部装有防坠器。

(7) 检修井筒或处理事故的人员，如需站在罐笼顶盖上工作时，在罐笼顶盖上应装设保护伞和栏杆。

(8) 设置松绳信号装置，并将松绳保护接入安全回路。

(9) 卷筒边缘应高出最外层钢绳的高度，至少应为钢绳直径的 2.5 倍；且卷筒上必须设有带绳槽的衬垫。

(10) 提升机工作制动或安全制动所产生的制动力矩，不得小于提升系统实际最大静力矩的三倍。

(11) 卷扬机的控制系统，除了正常提升外，还应满足检查井筒时，升降速度应不超过 0.3m/s；低速升降大型设备或长材料时，速度不超过 0.5m/s<sup>2</sup>。

(12) 设限速保护装置，以控制提升容器接近井口停靠位置时，速度不超过 2m/s。

(13) 提升设备应装设下列仪表：

提升速度 4m/s 以上的提升机，应装设速度指示器或自动速度记录仪；电压表和电流表；指示制动系统的气压表或油压表以及润滑油压表。

#### 8.4.4 斜井提升系统的安全可靠性

斜井提升系统的危险有害因素主要为跑车。主要安全防范措施如下：

(1) 斜井必须建立健全各种安全管理制度：提升机安全管理制度，人车安全管理制度，车场调度管理制度，提升钢丝绳检查、润滑、试验制度，连接装置检查制度，人车检查制度，矿车组检查制度；提升机安全操作规程，信号工安全操作规程，挂钩工安全操作规程，推车工安全操作规程等操作规程，各设备设施日常维护保养规程、各设备设施检修规程，钳工、电工安全操作规程等。

(2) 斜井提升机必须每班检查过卷、超速、闸瓦磨损等保护装置和制动装置，每班检查提升钢丝绳完好情况，定期检查电气开关触头接触情况。

(3) 定期对井口阻车器和网式捞车器以及吊桥检查维修，确保其处于完好状态。

(4) 斜井提升时，不应人货混合串车提升。

(5) 专用人车应有顶棚，并装有可靠的断绳保险器。首车与挂车的断绳保险器应相互连结，并能在断绳时起作用。断绳保险器应既能自动，也能手动。

(6) 运送人员的人车，应有随车安全员。随车安全员应坐在装有断绳保险器操纵杆的首车内。

(7) 运送人员的专用人车的首车和挂车车厢这间，除连接装置外，还应附挂保险链。连接装置和保险链，应经常检查，定期更换。

(8) 专用人车乘车人员携带的工具和零件不应伸出车外；在人车运行时和未停稳前，人员不应上下车或将头部和身体探出车外。

(9) 采用专用人车运送人员的斜井，还应装设符合下列规定的声、光信号装置。

(10) 斜井提升运输应有专人负责管理。乘车人员应听从随车安全员指挥，按指定地点上下车，上车后应关好车门，挂好车链。斜井运输时，不应蹬钩；人员不应在运输道上行走。

#### 8.4.5 通风系统的安全可靠性

采用主平硐（平硐、辅助斜井、竖井）进风，1<sup>#</sup>、2<sup>#</sup>回风井回风的对角双翼式通风系统。

根据开拓系统的布置方式，结合采矿方法的需要，3010m 以上中段设计采用主平硐（平硐、辅助斜井）进风，两翼回风井抽出式通风方式，风机设在出风井口处。3010m

以下中段设计采用平硐、竖井进风，两翼回风井抽出式通风方式。新鲜风流由主平硐（平硐、竖井）进入各中段，经平硐（中段车场）、中段运输巷道、穿脉巷道、采场人行通风天井进入采场，清洗工作面后，由采场局扇将污风排至上中段回风道，经上中段回风道进入回风井抽出地表。井巷掘进工作面、各种硐室、装卸矿点以及采场工作面采用局扇加强通风。3010m 中段上、下过渡期，由于 3010m 中段开采超前 2960m 中段，在 3010m 中段运输巷道设置风门将新鲜风流与污风分隔，2960m 中段的新鲜风流经竖井进入中段，经中段车场、中段运输巷道、穿脉巷道、采场人行通风天井进入采场，清洗工作面后，由采场局扇将污风排至上中段回风道（风门污风侧），经上中段回风道进入回风井抽出地表。当 2960m 中段开采位于风门新鲜风流一侧 100m 范围内，2960m 中段污风上至 3010m 中段后采用风筒将污风排至风门污风一侧，当 2960m 中段开采超过风门新鲜风流一侧 100m 范围时，重新设置 3010m 中段风门位置，从而保障井下作业环境良好。

井下总需风量为  $124\text{m}^3/\text{s}$ 。2<sup>#</sup>回风井（北侧回风井）矿井通风最容易时期通风阻力为 880.25Pa，最困难时期通风阻力为 890.06Pa。1<sup>#</sup>回风井（南侧回风井）矿井通风最容易时期通风阻力为 705.40Pa，最困难时期通风阻力为 1228.19Pa。设计 1<sup>#</sup>回风井选用一台 K40-8-No26 型风机，2<sup>#</sup>回风井选用一台 K45-6-No17 型风机，1<sup>#</sup>回风井的风机安装于地表风机房、2<sup>#</sup>回风井的风机安装于 3220m 回风道的风机硐室内，主风机的电机备用 1 台。

井巷掘进采用 JK58—1No4.0 型局部扇风机加强通风，采场内采用 JK55—1No5.0 型局部扇风机用风筒压入加强通风。坑内反风采用风机反转反风。

#### 8.4.6 矿山排水系统的安全可靠性

3010m 以上中段涌水和采矿生产废水通过泄水钻孔，自流汇至 3010m 中段沉淀池，循环使用。

3010m 以下正常涌水量、采矿生产废水采用接力排水方式，前期在 2860m 中段竖井车场附件设一个水仓，各中段涌水、废水通过泄水孔流入该水仓，再通过水泵由竖井排至地表高位水池，水泵型号为 MD85-45×7，共三台（一用一备一检修）。

中期在 2510m 中段设主排水泵站，站内设 MD85-67×7 型多级离心泵 3 台，2510m 以上正常涌水量、采矿生产废水通过泄水孔流入该水仓，再通过水泵由竖井地表高位水池，剩余涌水沉淀后返回至选厂。

后期在 2310m 中段设主排水泵站，站内设 MD85-45×7 型多级离心泵 3 台。

在中段回采时，开采时要求先行观察，必要时打超前钻进行探水，并观察水质和水量的变化，发现大的涌水，应及时采取堵孔或者引流排放的措施。

井下采用综合防水措施，在有发生突水危险的构造破碎带等处掘进时必须先探水、后掘进，水泵房等重要部位设防水闸门。

#### 8.4.7 运输安全

##### (1) 井下运输

运输线路均以设计规范和设计要求设计，其安全适应性满足国家有关规定。由于井下采用蓄电池电机车牵引矿车组运输，矿车飞车、矿车自滑、矿车脱轨、阻车器失效等原因容易造成人员伤害；同时在脱轨矿车上轨时易造成挤压伤人；车装满后上部有大块石头掉落伤人。一个区间内只能行驶一辆电机车，轨道坡度不大于 3%。作业人员必须正视前方，发现有人，及时发出警告。巷道规格必须要合乎要求，不得欠挖；巷道内照明良好，防止矿车挤伤。车辆通过巷道、弯道、坡度较大的地段或前方有车辆或视线有障碍时，必须减速并发出信号。

##### (2) 地表运输

- a. 双车道的路面宽度，应保证会车安全。
- b. 雾天或烟尘弥漫影响能见度时，应开亮车前黄灯与标志灯，并靠右减速行驶，前后车间距不小于 30m。视距不足 20m 时，应靠右暂停行驶，并不应熄灭车前、车后的警示灯。
- c. 冰雪或多雨季节道路较滑时，应有防滑措施并减速行驶，前后车距应不小于 40m。
- d. 在机动车运行前方，任何人发现有阻碍车辆行驶情况时，发出警号，司机应停车检查；地表公路运输，夜间运输作业区段，应有良好的照明。
- e. 正常作业条件下，同类车不应超车，前后车距离应保持适当。

#### 8.4.8 爆破作业的安全可靠性

在生产过程中，使用导爆管、炸药等爆破器材，如违章操作或操作不当，可能酿成意外恶性伤人爆炸事故。为防止爆破事故的发生，爆破工必须经专门培训，持证上岗；爆破工作区必须设警戒；避炮的安全距离必须在爆破警戒线以外；严禁打残眼；使用的炸药、雷管等爆破物品要到矿山炸药库领取，剩余的爆破物品当班退回炸药库，炸药、雷管分别存放和运输；爆破器材的使用和运输储存必须严格按《爆破安全规程》执行。

#### 8.4.9 尾矿库安全可靠性

坝体渗流分析：渗流分析选取尾矿坝最大剖面，计算尾矿坝初期坝（标高 3275m）、最终堆积坝（标高 3315m）两个工况，遭遇 300 年一遇洪水时浸润线情况，采用平面渗流数学模型复核该断面渗透稳定是否能满足规范要求。数学模型中对坝体各区、坝基各

层均按现有资料如实模拟；计算所选用渗流模型为达西流模式，即各土层中渗流均符合达西流动定律。

尾矿堆积坝的浸润线埋深大于 6.0m，满足尾矿堆积坝浸润线的最小埋深要求《尾矿设施设计规范》（表 8-14）和《构筑物抗震设计规范》（GB50191-2012）中抗震构造措施要求（一级、二级、三级尾矿坝下游坡面浸润线埋深不宜小于 6.0m）。

坝坡稳定计算按刚体极限平衡分析方法进行计算，由于尾矿库坝体及基础由多种材料组成，分布不均，为获得较为准确的滑裂面及安全系数，本次计算采用《碾压式土石坝设计规范(SL274-2020)》中 8.3.9 条所述：对于均质坝宜采用计及条块间作用力的简化毕肖普法(Simplified Bishop)，对于有软弱夹层的坝坡稳定分析及任何坝型可采用满足力和力矩平衡的摩根斯顿-普赖斯(Morgenstern—Price)等方法计算，本次计算采用简化毕肖普法进行计算。稳定计算时选取坝高最大的断面作为计算剖面。计算中浸润线的位置由二维渗流计算提供；对于地震情况的核算，采用《水工建筑物抗震设计规范》(DL5073-2000)中规定，考虑加速度为多边形分布的水平与竖向地震惯性力影响，地震基本烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.2g。

计算过程：

- a. 使用理正岩土计算软件，采用毕肖普法计算安全系数，计算软件自动搜索最危险滑弧；
- b. 考虑地震作用坝体稳定性计算。库区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为 0.2g，地震作用综合系数 0.25，地震作用重要性系数 1.00；
- c. 坝基为稍密碎石土；初期坝为库内粉质粘土，后期堆积坝为尾砂；
- d. 初期坝及终坝时稳定计算坐标原点在初期坝坝外坡坡趾处。即 X（0.000）、Y（0.000）；
- e. 孔隙水压力：程序自动计算，只需要输入渗流计算得出的浸润线位置即可。

尾矿库坝坡抗滑稳定最小安全系数符合《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）的要求，说明在浸润线埋深 8.0m 下坝体是稳定的。因此：尾矿堆积坝的控制浸润线埋深取 8.0m。

尾矿库监测：根据规范《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010），该尾矿库为三等库，需设置人工监测和自动监测相结合的安全监测设施，监测内容包括位移、浸润线、干滩、库水位、降雨量。

尾矿库报警通讯：为了便于生产管理，在尾矿库库区周围设立的专门值班室安装有

线电话一部，按要求应给尾矿库操作、管理人员配备移动电话，并确保畅通，以便及时与选厂联系。由选厂至尾矿库架设一回 4 芯单模光纤，作为视频监控及尾矿库在线监测系统数据传输通道。

在尾矿库设置尾矿库在线监测，包括视频监控及坝体位移监测，以及浸润线监测等，当尾矿坝体出现位移偏离大或浸润线过高等危急情况时，尾矿库在线监测系统发出声光警报信号，同时通过光纤线路及移动电话向矿山调度中心及地方安监部门发出警报信息。

尾矿库汛期调洪：尾矿库布置直径为 3.0m 排水井，排水井采用钢筋混凝土结构，当尾矿堆积至初期坝顶时，尾矿库调洪库容最小为  $6.7 \times 10^4 \text{m}^3$ ，由上式计算得  $q=14.3 \text{m}^3/\text{s}$ 。库内排洪系统泄洪能力为  $Q=23.24 \text{m}^3/\text{s}$ ，大于调洪流量，满足泄洪要求。

尾矿库安全管理：1、企业经营管理者是尾矿库安全生产的第一责任人，应在规定管辖的范围内指定或设立相应的机构，负责实施本规定中对尾矿库安全所规定的各项要求，组织制定适合本单位实际情况的规章制度，配备与实际工作需要相适应的专业技术人员或有实际工作能力的人员负责尾矿库的安全管理工作，保证必需的安全生产资金。2、企业建立下列尾矿库管理档案：(1) 建设文件及有关原始资料；(2) 组织机构和规章制度建设；(3) 特种作业人员的安全技术培训和持证上岗情况；(4) 防洪抢险组织和防洪物资的准备情况；(5) 尾矿库抗洪抢险措施；(6) 尾矿库各构筑物运行指标和实测数据；(7) 事故隐患的整改情况。

## 8.5 机电和其它

### 8.5.1 供电系统的安全性

根据矿区外部供电电源和内部用电负荷分布情况，在矿区新建 1 座 35/10kV 总降压变电所，电源从合作市门浪滩 110kV 变电站至以地南矿区 35kV 架空引来。总降压变电所内安装 1 台 12500kVA 主变压器。35kV 侧和 10kV 侧配电设备均室内配置，主变压器室外配置；变电所系统主接线型式为：35kV 单母线分段运行并设置联络，10kV 侧采用单母线分段运行并设置联络；10kV 馈线以放射式架空或电缆线路分别向采矿 10kV 变配电所、选矿 10kV 变配电所、尾矿回水输送泵站 10kV 变配电所（与泵房合建）以及锅炉房 10kV 变电站等供电。

本工程井下主排水泵、盲竖井提升机、南、北回风井风机用电为一级负荷，一级负荷安装功率为 2607kW，工作功率为 2068kW；电锅炉、消火栓泵、防排烟设施、火灾应急照明及疏散指示照明电源、消防控制室、火灾自动报警及联动控制装置等所有消防设备、

矿井通信和安全监控装置的设备电源及 10kV 球磨机、半自磨机等工艺流程主要设备为二级负荷，其余动力、照明均为三级用电负荷，

采矿工业场地设柴油发电机房，内设柴油发电机间、控制室等，建筑面积 72.0m<sup>2</sup>，安装 2 台 1000kW 10kV 并列运行柴油发电机组，作为矿区一级用电负荷的备用电源，若后期甲方与供电部门协商可另引来一路独立电源作为矿区一级用电负荷的备用电源，则柴油发电机组作为矿区应急电源使用。

外部引入矿区的电源，能够确保矿山生产的安全可靠。

#### 8.5.2 运输设备的安全可靠性

运输线路均以设计规范和安要求设计，其安全适应性满足国家有关规定。由于井下采用蓄电池电机车牵引矿车组运输，矿车飞车、矿车自滑、矿车脱轨、阻车器失效等原因容易造成人员伤害；同时在脱轨矿车上轨时易造成挤压伤人；车装满后上部有大块石头掉落伤人。一个区间内只能行驶一辆电机车，轨道坡度不大于 3‰。作业人员必须正视前方，发现有人，及时发出警告。巷道规格必须要合乎要求，不得欠挖；巷道内照明良好，防止矿车挤伤。车辆通过巷道、弯道、坡度较大的地段或前方有车辆或视线有障碍时，必须减速并发出信号。

#### 8.5.3 防雷、接地的可靠性分析

35/10kV 总降压变电所设独立式钢结构避雷针进行防直击雷保护，所有变配电所、高压线路和柱上变压器高压侧均装设氧化锌避雷器作为防感应雷和操作过电压保护；办公楼职工宿舍和磨浮、脱水车间等大型工业厂房均按二类防雷建筑设防；其它建构筑物均按三类防雷建筑设防。

本工程防雷接地、电气设备保护接地等共用接地体，所有正常情况下不带电的电气设备金属外壳均需可靠接地并设置总等电位连接，要求接地电阻不大于 1 欧姆。除井下低压供电系统采用中性点绝缘的 IT 型系统外，其余低压供电系统均采用 TN-C-S 或 TN-S 系统。

井下主要运输巷道、采区变电所照明采用 220V 带保护网节能灯具；井下采掘工作面照明采用 36V 保护式可移动照明；各生产车间照明均采用交流 220V 工厂节能型灯具；各变配电所、电控室、生产行政办公室和生活福利设施等均采用 220V 高效节能型荧光灯照明；生产检修照明采用 36V 手持式照明灯。生活区办公楼、职工公寓、10kV 变配电

所、中控室等处设应急照明，应急疏散指示照明系统采用集中控制型应急照明系统，应急时间不小于 90min。

### 8.6 矿山透水安全治理措施

教育井下职工必须熟悉透水象征，发现透水象征时须立即汇报给值班人员，并上报主管领导，未经研究分析和提出安全措施，同时也未确定水源以前，不得继续作业。

组织专人对探水点或淋水地点逐日进行观察，并记录变化情况，作出分析比较，如有明显变化，不得继续作业。必要时组织专业探水队，专门进行探水工作，制定探水制度，切实贯彻有象征必探的原则。

透水后，应在可能的情况下迅速观察和判断透水的地点、水源、涌水量、发生原因、危害程度等情况，根据预防灾害计划中规定的撤退路线，迅速撤退到透水地点以上的水平，而不能进入透水点附近及下方的独头巷道。

### 8.7 预防矿山火灾和水灾

在易燃品存放地点附近，严禁吸烟和明火取暖。车间要特别注意防火防爆，要加强对职工防火、灭火意识、知识和技能的教育，建、构筑物要严格遵守有关消防规定进行建设。设计对于各类建筑物内均设置有灭火器，室外设有消防水池和相关的消防栓，对于消防水池的水不能作为它用。

矿区地形有利于自然排水，矿床主要充水含水层位于断裂破碎带及其影响带，赋矿地层地下水主要受断裂的控制，但矿床主要充水含水层和构造破碎带富水性弱，矿坑内涌水量较小。

矿井井口的标高，应高于当地历史最高洪水位 1m 以上。工业场地的地面标高，应高于当地历史最高洪水位。矿山在建设时严禁在沟底布置和建设任何建、构筑物以及堆放矿石、废石；工业场地及废石临时堆场周边设置排水沟；靠近沟边应砌筑一定长度的护堤。

井下开采时的涌水，由竖井或平硐排出地表。在中段回采时，有可能存在老硐内存有一定量的积水，开采时要求先行观察，必要时打超前钻进行探水，并观察水质和水量的变化，发现大的涌水，应及时采取堵孔或者引流排放的措施。

### 8.8 井下安全避险六大系统

矿山应委托有资质的设计单位进行设计，矿山安全设施在通过安全主管部门的审批后，企业在生产过程中严格按照提出的有关要求及批复意见采取相应措施，就能达到国

国家对矿山生产企业的安全要求。

## 8.9 工业卫生

### 8.9.1 防噪声危害

采矿凿岩、空压机、地表破碎和选厂磨矿、浮选等地点在工作中产生的噪声，易引发伤害事故。设计中主扇放在回风井回风巷风机硐室内。职工宿舍均远离采矿井口和空压机房，同时采取隔离、吸音措施，减少噪声的传递扩散。生产中要求企业加强个人防护配备，减少噪声的危害，对噪声大的设备安装弹性橡胶垫和减振器。对噪音大的作业岗位，设置隔音值班室，以屏蔽噪声源和减少接触噪声源时间。

### 8.9.2 防粉尘危害

#### 8.9.2.1 坑内防尘措施

(1)通风除尘。为使井下有一个良好的工作环境，设计采用抽出式机械通风，局部以局扇加强通风，排出粉尘和有害气体。

(2)湿式作业。井下一律采用湿式凿岩，敷设完整的除尘供水系统，对工作面和装卸矿点用喷雾洒水降尘，爆破后对矿堆进行洒水降尘，定期进行巷道洗壁。

(3)粉尘监测。配备专职防尘人员和粉尘采样器、粉尘预捕集装置、呼吸性粉尘采样器、粉尘测定仪等设备。

(4)个体防护。所有接触粉尘作业人员均配备防尘口罩及防尘安全帽，确保井下作业人员免受粉尘危害。

#### 8.9.2.2 选矿生产系统防尘措施

选矿厂产尘点除加强设备的密封外，各产尘点均安装除尘设备收尘。对破碎筛分车间、浮选车间、药剂制备间等产生有害废气的车间厂房均采取通风除尘措施，全面通风换气，以达到有关规定的要求。建议在职业病防护设施设计中有针对性的进行设计，达到防尘效果。

### 8.9.3 防炮烟中毒

在采掘爆破时，会产生大量炮烟，炮烟中含有大量的 CO、NO<sub>x</sub> 气体，使氧气含量降低。这些气体直接危害着人体健康而发生炮烟中毒。为此，爆破后必须有足够的通风时间，炮烟被稀释，空气质量达到要求后，人员才能进入；加强通风，局部通风不良的场所，采用局扇通风。

## 8.10 矿山安全救护及管理

### 8.10.1 安全机构及人员配置

矿山设置安环科，负责该矿区安全检查及安全教育，矿长要负总责，各班组设兼职安全员。

#### 8.10.2 建立健全各项安全管理制度和操作规程

确定企业法人是安全生产第一责任人，建立健全各项安全管理制度和操作规程。建立对重点岗位（工种）安全检查制度，对易发生事故的装运、支护、凿岩操作工等伤害较严重的岗位（工种），作为重点检查的岗位。

#### 8.10.3 编制和完善企业生产安全事故应急救援预案

根据矿山的地质条件和自然因素以及生产工艺，分析可能引发事故的各种因素和预兆，组织职工学习、制定应急预案，定期演练“预案”，使每个职工都熟悉“预案”中的有关内容，熟悉井下避灾路线，自救措施，互救方法，对学习和演练中发现的问题和漏洞，及时采取措施进行完善。

#### 8.10.4 做好对员工的安全教育培训

主要包括全员安全教育、新职工的三级安全教育、特种作业人员的安全技术培训、班组长、安全员的安全教育培训、变换工种的安全教育、采用新工艺、新设备，在投产使用前的安全教育、对外来人员的安全教育、中层及中层以上干部的安全教育、管理人员及工程技术人员安全教育。教育职工严格遵守劳动纪律，不违章指挥，不违章作业和蛮干。

#### 8.10.5 矿山救护

企业应建立专职或兼职人员组成的救护和医疗急救组织，配备必要的装备、器材和药物。矿山设兼职救护队，负责矿山事故急救工作。

在生产过程出现伤害事故时，现场工人除自身进行救护外，安全人员需采取应急救援措施，除对伤害者进行简单救护外，应根据伤害程度及时通知地表工作人员，及时把伤员送至地表进行救护。

### 8.11 安全与工业卫生投资

采取以上矿山劳动安全、工业卫生等措施的投资额为 2342.54 万元。只要保证其“三同时”，在生产中严格执行有关法规，矿山生产是安全的，可以达到国家有关规定的要求。

## 9 经济效益评价

### 9.1 投资估算

估算矿山总投资为 67798.30 万元，其中新增建设投资为 53059.71 万元，利旧探矿工程建设投资 13638.77 万元，流动资金 7160.42 万元，铺底流动资金按 30% 计算，为 2148.13 万元。此次投资主要用于井巷工程开拓、厂房建设和设备的购置等。资金来源：30% 为企业自筹，70% 来自商业银行贷款，贷款年利率按 5 年以上长期贷款利率 4.35%。矿山的总投资按费用性质划分估算表见表 9-1，利旧工程投资划分见表 9-2。

表 9-1 总投资按费用性质划分估算表 单位：万元

| 费用名称      | 建筑工程     | 井巷工程     | 设备购置     | 安装工程    | 其它费用     | 合计       | 备注                       |
|-----------|----------|----------|----------|---------|----------|----------|--------------------------|
| I 工程费用    | 16796.34 | 14035.31 | 14911.99 | 7316.07 |          | 53059.71 | 其中利旧工程<br>13638.77<br>万元 |
| II 其它费用   |          |          |          |         | 7048.93  | 7048.93  |                          |
| III 预备费   |          |          |          |         | 3906.10  | 3906.10  |                          |
| V 基建期贷款利息 |          |          |          |         | 1635.43  | 1635.43  |                          |
| VI 铺底流动资金 |          |          |          |         | 2148.13  | 2148.13  |                          |
| 估算总价值     | 15796.34 | 14035.31 | 13911.99 | 6309.57 | 17745.09 | 67798.30 |                          |
| 占投资比例 (%) | 23.30    | 20.70    | 20.52    | 9.31    | 26.17    | 100.00   |                          |

表 9-2 利旧工程投资划分表

| 费用名称      | 建筑工程    | 井巷工程    | 设备购置   | 安装工程   | 其它费用    | 合计       |
|-----------|---------|---------|--------|--------|---------|----------|
| 估算总价值     | 3115.05 | 5938.79 | 2500.4 | 375.06 | 1709.47 | 13638.77 |
| 占投资比例 (%) | 22.84   | 43.54   | 18.33  | 2.75   | 12.53   | 100      |

项目所需流动资金最大年份为流动资金 7160.42 万元，其中铺底流动资金按 30% 计算，为 2148.13 万元。项目总投资为 72810.60 万元。

另外，3010m 以下盲竖井及其井巷开拓工程于生产第三年才开始建设，该部分投资共 9190.17 万元（详见表 9-3）未计入以上的建设投资中，而是作为维持运营投资在生产第 3-6 年分期投入。

表 9-3 维持运营投资（盲竖井及开拓工程）表

| 费用名称 | 井巷工程    | 设备购置    | 安装工程   | 合计      | 备注                   |
|------|---------|---------|--------|---------|----------------------|
| 工程费用 | 6878.95 | 2054.83 | 256.39 | 9190.17 | 维持运营投资在生产第 3-6 年分期投入 |

## 9.2 人员配备基本情况

本项目按岗位定员，按补勤人员考虑轮休。本项目人员共 463 人，其中采矿、选矿及辅助生产工人 429 人（三班），管理及技术人员 34 人。

## 9.3 产品销售及价格

根据财政部、国家税务总局《关于黄金税收政策问题的通知》（财税〔2002〕142 号）销售黄金矿砂免征增值税，结合黄金和白银的五年、十年均价计价并结合黄金及白银市场的变动，本次开发利用方案黄金价格取 350 元/g（黄金免征增值税），产出的金精矿含金 253.75 元/g（由于金精矿砷的含量为 12.52%，折价系数参考业主提供以往项目收购方案的折价系数 72.5%）计算；银金属按 4.0 元/g（含增值税）计价，金精矿含银按 2.92 元/g（折价系数按 73%）计算，价格均为出厂价，由采购方负责运输。

## 9.4 成本估算（不含税）

根据矿山实际情况，类比国内同类矿山，本开发利用方案估算矿石采矿成本为 198.10 元/t，选矿成本为 67.94 元/t。其中，折旧费用参照《有色金属工业技术经济设计规范》进行计算，企业固定资产折旧方法采用平均年限法，建构筑物类折旧年限按照 20a 计提；机械设备类按照 10a 计提，井巷工程按照 14a 考虑。其中，利旧资产井巷工程即其他按矿山服务期 14a 考虑，机械设备按剩余折旧年限 5a 考虑。固定资产残值均按 5%考虑。

表 9-4 单位综合成本构成表（不含税） 单位：元/吨

|     | 项目      | 采矿     | 选矿    | 其他    | 合计     |
|-----|---------|--------|-------|-------|--------|
| 1   | 生产成本    | 198.10 | 67.94 |       | 266.04 |
| 1.1 | 外购辅助材料  | 54.04  | 30.04 |       | 84.08  |
| 1.2 | 外购燃料    | 1.08   | 0.00  |       | 1.08   |
| 1.3 | 动力      | 27.45  | 19.25 |       | 46.70  |
| 1.4 | 工人工资及福利 | 60.45  | 6.88  |       | 67.33  |
| 1.5 | 折旧费     | 19.86  | 6.32  | 70.98 | 97.16  |
| 1.6 | 修理费     | 8.56   | 2.74  | 29.36 | 40.66  |
| 1.7 | 其他费用    | 26.66  | 2.71  | 0.00  | 29.37  |

|   |        |        |       |        |        |
|---|--------|--------|-------|--------|--------|
| 2 | 维简费    | 0.00   | 0.00  | 0.00   | 0.00   |
| 3 | 安全费用   |        |       | 19.00  | 19.00  |
| 4 | 环境治理费用 |        |       | 3.00   | 3.00   |
| 5 | 销售费用   |        |       | 0.98   | 0.98   |
| 6 | 管理费用   |        |       | 85.79  | 85.79  |
|   | 摊销费    |        |       | 6.34   | 6.34   |
| 7 | 财务费用   |        |       | 11.32  | 11.32  |
| 8 | 总成本费用  | 198.10 | 67.94 | 220.43 | 486.47 |
|   | 减：折旧费  | 19.86  | 6.32  |        | 97.16  |
|   | 摊销费    |        |       | 6.34   | 6.34   |
|   | 维简费    | 0      | 0     |        | 0.00   |
|   | 利息支出   |        |       | 11.32  | 11.320 |
| 9 | 经营成本   | 178.24 | 61.62 | 202.78 | 371.65 |

### 9.5 销售税金及附加

应缴纳的出让收益按精矿收入的 2.3% 计取。

### 9.6 项目经济效益预测

整个计算期内项目全投资财务内部收益率为 10.64%（所得税后），投资回收期为 9.36 年（所得税后，含基建期 3a），项目具备较好的经济效益。

### 9.7 综合技术经济指标

项目综合技术经济指标见表 9-5。从项目财务指标来看，项目财务指标尚可，项目是经济可行的。

表 9-5 综合技术经济指标表

| 序号 | 指标名称      | 单位  | 数量      | 备注 |
|----|-----------|-----|---------|----|
| 一  | 地质        |     |         |    |
| 1  | 设计可利用地质储量 |     |         |    |
|    | 总矿石量      | t   | 6752525 |    |
|    | 品位        | g/t | 3.32    |    |
|    | 金属量       | t   | 22.41   |    |
| 二  | 采矿        |     |         |    |
| 1  | 矿山规模      | t/d | 1666.67 |    |
|    | 年出矿量      | t/a | 500000  |    |
| 2  | 开采方式      |     | 地下开采    |    |

|     |           |                                                                              |          |  |
|-----|-----------|------------------------------------------------------------------------------|----------|--|
| 3   | 开拓方案      | 3010m 以上开拓运输系统：采用采用平硐+溜井+辅助斜井方案；3010m-2310 开拓运输系统：采用盲竖井开拓；2310m-2040 采用斜井开拓。 |          |  |
| 4   | 采矿方法      | 分段空场嗣后充填法、浅孔留矿嗣后充填法                                                          |          |  |
| 5   | 损失率       | %                                                                            | 11       |  |
| 6   | 贫化率       | %                                                                            | 10       |  |
| 7   | 出矿品位      | g/t                                                                          | 2.99     |  |
| 8   | 基建期       | 年                                                                            | 2        |  |
| 9   | 服务年限      | a                                                                            | 14       |  |
| 三   | 选矿        |                                                                              |          |  |
| 1   | 处理能力      | t/d                                                                          | 1666.67  |  |
| 2   | 年处理矿量     | 万吨                                                                           | 50       |  |
| 3   | 选矿厂服务年限   | 年                                                                            | 14       |  |
| 4   | 选矿工艺      | 半自磨+球磨+浮选+脱水                                                                 |          |  |
| 5   | 产品方案      |                                                                              | 金精矿      |  |
| 6   | 原矿品位      | g/t                                                                          | 2.99     |  |
| 7   | 回收率       | %                                                                            | 84       |  |
| 8   | 精矿产率      | %                                                                            | 3.61     |  |
| 9   | 精矿品位      | g/t                                                                          | 69.5     |  |
| 四   | 投资        |                                                                              |          |  |
| 1   | 建设投资      | 万元                                                                           | 67798.30 |  |
|     | 其中：新增建设投资 | 万元                                                                           | 54159.53 |  |
|     | 利旧资产      | 万元                                                                           | 13638.77 |  |
| 2   | 建设期利息     | 万元                                                                           | 1635.43  |  |
| 3   | 铺底流动资金    | 万元                                                                           | 2148.13  |  |
| 4   | 项目总投资     | 万元                                                                           | 67798.30 |  |
| 五   | 成本及费用     |                                                                              |          |  |
| 1   | 单位矿石成本费用  | 元/t                                                                          | 486.47   |  |
| 1.1 | 其中：采矿     | 元/t                                                                          | 198.10   |  |
| 1.2 | 选矿        | 元/t                                                                          | 67.94    |  |
| 1.3 | 管理费用      | 元/t                                                                          | 85.79    |  |
| 1.4 | 安全生产费     | 元/t                                                                          | 19       |  |
| 1.5 | 财务费用      | 元/t                                                                          | 11.32    |  |
|     | 其中：长期借款利息 | 元/t                                                                          | 7.34     |  |
|     | 流动资金借款利息  | 元/t                                                                          | 3.98     |  |

|     |                |      |          |        |
|-----|----------------|------|----------|--------|
| 1.6 | 营业费用           | 元/t  | 0.98     |        |
| 2   | 单位矿石经营成本及费用    | 元/t  | 371.65   |        |
| 六   | 经济效果及财务评价      |      |          |        |
| 1   | 产品产量           | kg   | 1254.5   |        |
| 2   | 销售价格           | 元/kg | 253750   |        |
| 3   | 产品销售收入         | 万元/a | 31832.30 | 金金属    |
| 4   | 资源税            | 万元/a | 732.14   |        |
| 5   | 增值税            | 万元/a | 0        |        |
| 6   | 城市维护建设税及教育费附加  | 万元/a | 0        |        |
| 7   | 总成本费用(含平均财务费用) | 万元/a | 24323.48 |        |
| 8   | 利润总额           | 万元/a | 6776.68  |        |
| 9   | 所得税            | 万元/a | 1694.17  |        |
| 10  | 税后净利润          | 万元/a | 5082.51  |        |
| 11  | 总投资收益率         | %    | 7.50     |        |
| 12  | 所得税前投资回收期      | 年    | 8.16     | 含基建期3年 |
| 13  | 所得税后投资回收期      | 年    | 9.36     | 含基建期3年 |
| 14  | 资本金财务内部收益率     | %    | 10.64    |        |

## 10 开发利用方案简要结论

### 10.1 设计利用地质资源量

原生金矿石（包括低品位金矿石）和氧化金矿石中的探明资源量和控制资源量全部利用，推断资源量按 70% 的可信度系数进行利用，氧化矿石均处于地表预留保安矿柱中，故设计暂不利用，为保护地表不塌陷，地表以下预留 16~20m 保安矿柱；为保证原有尾矿库（位于 42~56 线间，已闭库复垦）安全，设计将 42 线以南 3160m 至地表范围内的 Au4-1 号矿体预留为保安矿柱。本次预留地表保安矿柱和尾矿库保安矿柱资源量暂不参与设计利用。设计利用的探明资源量 2375120t, Au 品位 3.34g/t; 控制资源量 652055t, Au 品位 3.55g/t; 推断资源量 3725350t, Au 品位 3.27g/t，全矿合计 6752525t（探明+控制+推断），Au 平均品位 3.32g/t。

### 10.2 生产规模及服务年限

根据设计利用资源量推荐的生产规模为 1667t/d，即  $50 \times 10^4$  t/a。矿山服务年限为 14 年（不含基建期 3 年）。

### 10.3 开采方式及开采范围

该矿不适合采用露天开采，设计推荐采用地下开采。

开采范围为《划定矿区范围批复书》划定的甘肃加鑫矿业有限公司合作市以地南铜金矿开采范围（面积 5.21km<sup>2</sup>，开采标高 3400m~2040m），开采对象为批准范围内的所有可采矿体。

### 10.4 产品方案

矿山最终产品为金精矿。

### 10.5 采矿工艺

根据矿体的赋存情况和开采技术条件、水文地质条件，包括矿体的形态、厚度、倾角、品位分布及矿岩的稳固性，设计推荐浅孔留矿嗣后法、分段空场嗣后充填法、上向水平进路式尾砂胶结充填法、上向水平分层尾砂胶结充填法。采矿损失率 11%，贫化率 10%。

### 10.6 厂址方案

总体布置充分利用矿区地形条件，本着有利生产、方便管理、保证矿山生产安全、

节约用地，减少基建工程投资的原则进行。本企业由采矿工业场地、充填工业场地、35kV 总降压变电站、选矿工业场地、尾矿库、办公生活区、水源地及其他辅助设施组成，其中采矿工业场地、充填工业场地、选矿工业场地和办公生活区集中布置。

采矿工业场地（含充填制备系统）：本次设计采矿工业场地布置在 3010m 平硐口附近，布置有采矿综合楼（含采矿办公楼、采矿浴室、坑口预热机房）、采矿 10kV 变配电所、空压机站、柴油发电机房，场地控制标高为 3010m 和 2998m；充填制备系统布置 3010m 平硐口东南方向约 40m 处，含充填料制备站、浓密机、水泥仓、尾矿输送二级泵站、事故池等设施，场地控制标高为 3025m；采矿工业场地占地面积约  $1.20\text{hm}^2$ 。

选矿工业场地：选矿工业场地由选矿厂及其辅助设施组成。选矿厂规模为： $50.0 \times 104\text{t/a}$ ，工作制度：年工作 300d，每天 3 班，每班 8h。选矿主要车间根据工艺流程自上而下依次布置 1#转运站、废石仓、中间堆场、2#转运站、磨浮车间、浮选车间、浓密池（新建两台）、压滤及精矿车间。场地控制标高为 2989.50m-2961m，占地面积约  $3.12\text{hm}^2$ 。

尾矿库：尾矿库设在选矿厂东侧约 2100m 的西毛切克合上游，属于低山丘陵区沟谷型尾矿库。初期坝坝高为 24m，轴线最低标高 3251.0m，坝顶标高 3275.0m，坝顶宽 4.0m，坝顶长 174.0m，初期坝库容  $45.46 \times 104\text{m}^3$ 。尾矿堆积坝最终堆积标高 3315m，堆积高度 40m。尾矿库总库容为  $556.3 \times 104\text{m}^3$ ，尾矿库占地面积约  $46.05\text{hm}^2$ 。

废石场（仓）：石英闪长岩是良好的制砂石骨料原料，为了综合利用资源，在中间堆场东侧并排布置废石仓。采矿生产期采出的废石约  $7.5 \times 10^4\text{t/a}$ ，除部分回填采空区，约 30%废石由胶带运输至废石仓，由铲车装至汽车运输至附近砂石料加工厂就地堆存。

爆破器材库：矿山采用一体化爆破，其爆破材料购买、储存、运输、爆破作业等均委托当地有资质的民爆单位完成，矿山不设置爆破材料库。

生活办公区：办公生活区布置平硐所在的拉布在卡沟沟口，紧邻公路与选矿工业场地集中布置。布置有综合办公楼（含食堂、多功能会议厅）、职工宿舍等行政生活设施。场地控制标高为 2943.40m 和 2947m，占地面积约  $1.63\text{hm}^2$ 。

35kV 总降压变电站：本次设计紧邻充填制备站东南侧新建一座 35kV 总降压变电站，站内设一台 12500kVA 主变压器。场地控制标高为 3042m，占地面积约  $2250\text{m}^2$ 。

水源地及输水管线：本工程水源地为答浪沟河，取水位置位于宿舍楼西侧约 100m

处答浪沟河旁，输水管线通过加压泵站输送至各工业场地的高位水池。

### 10.7 项目经济效益预测

该项目的各项财务指标尚可。产品销售价格将是影响企业经济效益最敏感的因素，矿山生产的成本也是影响企业经济效益的因素之一。因此矿山建成后应加强管理，并注意加强探矿工作，降低综合生产成本。

### 10.8 存在的主要问题及建议

(1) 企业应提高矿山管理水平，降低开采过程中的矿石损失率、贫化率，提高回采率。

(2) 随着开采深度增加，增加了冒落、崩塌及其它地质灾害发生的机率，矿山企业在采矿过程中一定要加强预防，及时做好开采技术条件评价工作，应注意安全生产。

(3) 建议矿山加大采矿权外围探矿权勘查力度，同时开展深部勘查工作，扩大矿区及外围资源/储量，为矿山长远发展寻求资源储备。

# 甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位：甘肃加鑫矿业有限公司

编制单位：兰州有色冶金设计研究院有限公司

2023 年 5 月

# 甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿 矿山地质环境保护与土地复垦方案

申报单位： 甘肃加鑫矿业有限公司

法人代表： 王广有

编制单位： 兰州有色冶金设计研究院有限公司

法人或院长： 张宏昆

总工程师： 张国胜

项目负责： 黄旺宏

编写人员： 侯文强 苏成哲 甄大超

黄旺宏 刘友龙 辛培业

制图人员： 侯文强 苏成哲

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息摘要表

| 报告内容          | 摘要信息                   |
|---------------|------------------------|
| 矿山开采矿种        | 金矿                     |
| 生产规模          | 50万 t/a                |
| 开采方式          | 地下开采                   |
| 开采标高          | 3400～2040m             |
| 矿山服务年限        | 17a（含基建期3a）            |
| 评估区面积         | 8.961km <sup>2</sup>   |
| 评估区级别         | 一级                     |
| 矿山新增建设投资      | 54159.53万元             |
| 基建期及生产期废石总排放量 | 8.60万 m <sup>3</sup>   |
| 现状地质灾害        | 2处不稳定斜坡                |
| 预测地质灾害        | 塌陷                     |
| 已损毁土地方式       | 压占、挖损                  |
| 已损毁土地面积       | 13.894hm <sup>2</sup>  |
| 预测损毁土地方式      | 压占、塌陷                  |
| 预测新增净损毁土地面积   | 124.738hm <sup>2</sup> |
| 重点防治区面积       | 122.22hm <sup>2</sup>  |
| 次重点防治区面积      | 4.915hm <sup>2</sup>   |
| 一般防治区面积       | 768.995hm <sup>2</sup> |
| 复垦责任区面积       | 51.961hm <sup>2</sup>  |
| 矿山地质环境恢复治理费用  | 1235.35万元              |
| 土地复垦静态投资      | 634.83万元               |
| 矿山恢复及土地复垦静态投资 | 1870.18万元              |
| 矿山恢复及土地复垦动态投资 | 2324.29万元              |



# 目 录

|     |                        |        |
|-----|------------------------|--------|
| 1   | 前 言                    | - 1 -  |
| 1.1 | 任务的由来                  | - 1 -  |
| 1.2 | 编制目的                   | - 1 -  |
| 1.3 | 编制依据                   | - 2 -  |
| 1.4 | 方案适用年限                 | - 5 -  |
| 1.5 | 编制工作概况                 | - 5 -  |
| 2   | 矿山基本情况                 | - 9 -  |
| 2.1 | 矿山简介                   | - 9 -  |
| 2.2 | 矿区范围及拐点坐标              | - 10 - |
| 2.3 | 矿山开发利用方案简介             | - 11 - |
| 2.4 | 矿山开采历史及现状              | - 20 - |
| 3   | 矿区基础信息                 | - 21 - |
| 3.1 | 矿区自然地理                 | - 21 - |
| 3.2 | 矿区地质环境背景               | - 26 - |
| 3.3 | 社会经济概况                 | - 42 - |
| 3.4 | 矿区土地利用现状               | - 43 - |
| 3.5 | 矿山及周边其他人类重大工程活动        | - 44 - |
| 3.6 | 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析 | - 45 - |
| 4   | 矿山地质环境影响和土地损毁评估        | - 52 - |
| 4.1 | 矿山地质环境与土地资源调查概述        | - 52 - |
| 4.2 | 矿山地质环境影响评估             | - 53 - |
| 4.3 | 矿山土地损毁预测与评估            | - 80 - |
| 4.4 | 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围      | - 84 - |
| 5   | 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析     | - 90 - |
| 5.1 | 矿山地质环境治理可行性分析          | - 90 - |
| 5.2 | 矿区土地复垦可行性分析            | - 92 - |

|                                   |       |
|-----------------------------------|-------|
| 6 矿山地质环境治理与土地复垦工程.....            | 105 - |
| 6.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防.....          | 105 - |
| 6.2 矿山地质灾害治理.....                 | 112 - |
| 6.3 矿区土地复垦.....                   | 121 - |
| 6.4 含水层破坏修复.....                  | 128 - |
| 6.5 水土环境污染修复.....                 | 128 - |
| 6.6 矿山地质环境监测.....                 | 128 - |
| 6.7 矿区土地复垦监测和管护.....              | 132 - |
| 7 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....          | 136 - |
| 7.1 总体工作部署.....                   | 136 - |
| 7.2 阶段实施计划.....                   | 137 - |
| 7.3 近期年度工作安排（2024 年～2028 年）.....  | 140 - |
| 7.4 中远期年度工作安排（2029 年～2043 年）..... | 141 - |
| 8 经费估算与进度安排.....                  | 143 - |
| 8.1 经费估算依据.....                   | 143 - |
| 8.2 矿山地质环境治理工程经费估算.....           | 150 - |
| 8.3 土地复垦工程经费估算.....               | 161 - |
| 8.4 总费用汇总与安排.....                 | 170 - |
| 9 保障措施与效益分析.....                  | 173 - |
| 9.1 组织保障.....                     | 173 - |
| 9.2 技术保障.....                     | 173 - |
| 9.3 资金保障.....                     | 174 - |
| 9.4 监管保障.....                     | 177 - |
| 9.5 效益分析.....                     | 177 - |
| 9.6 公众参与.....                     | 178 - |
| 10 结论与建议.....                     | 181 - |
| 10.1 结论.....                      | 181 - |
| 10.2 存在的问题及建议.....                | 183 - |

**附表：**

矿山地质环境调查表

**附件：**

附件 1、编制委托书；

附件 2、土地利用现状图；

附件 3、划定矿区范围批复（甘采证划字（2023）0007 号）；

附件 4、甘南州 2022 年 5-6 月建设工程一类材料指导价格；

附件 5、公众调查表；

附件 6、营业执照。

**附图：**

L1592SQ05-13 矿山土地利用现状图；

L1592SQ05-14 矿山地质环境问题现状图；

L1592SQ05-15 矿山地质环境问题预测图；

L1592SQ05-16 矿山土地损毁预测图；

L1592SQ05-17 矿山地质环境治理工程部署图；

L1592SQ05-18 矿山土地复垦规划图。

# 1 前言

## 1.1 任务的由来

为了保证矿产资源开发与生态环境保护协调发展实现土地资源的持续利用，促进经济、社会 and 环境的和谐发展，减少矿区生态环境破坏，依据《中华人民共和国矿产资源法》、《中华人民共和国土地管理法》、《土地复垦条例》、《地质灾害防治条例》、《矿山地质环境保护规定》和《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》，《甘肃省地质环境保护条例》等有关规定，矿山企业在取得采矿许可的同时，应当编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

以地南铜金矿为新建矿山，矿山拟办理采矿许可证，依据上述法规和文件精神，甘肃加鑫矿业有限公司委托兰州有色冶金设计研究院有限公司编制《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

## 1.2 编制目的

编制矿山地质环境保护与土地复垦方案的目的是：通过对矿山地质环境、土地资源影响调查与评估，制定矿山企业在矿山建设、开采、闭坑各阶段的矿山地质环境保护与土地复垦方案，最大限度地减轻矿业活动对地质环境、土地资源的不利影响，实现矿山地质环境的有效保护与恢复治理、土地资源的有效保护与复垦，规范矿山开采与地质环境、土地资源保护的关系，为矿山企业的地质环境保护与恢复治理、土地复垦的管理与监督检查及自然资源行政主管部门的行政管理和矿山地质环境治理恢复基金等提供依据。其主要任务如下：

(1)查明评估区内的地质灾害、土地资源与地形地貌景观及地下含水层破坏等矿山地质环境问题类型及其特征，进行矿山地质环境影响现状评估；

(2)分析预测采矿活动可能引发、加剧地质灾害和对土地资源、地形地貌景观和地下含水层的破坏及水土环境的污染等矿山地质环境问题，开展矿山地质环境影响预测评估及矿山地质环境治理分区；进行土地损毁预测评估，确定土地复垦责任范围；

(3)根据矿山地质环境现状与预测评估结果，进行矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析；

(4)根据矿区所在地区土地利用总体规划、土地利用现状、损毁预测结果及待复垦土

地适宜性评价结果，确定各类被损毁土地的应复垦面积，合理确定复垦后的土地利用方向。并根据矿山开采的服务年限、土地损毁时间、损毁性质和损毁程度，确定复垦时间和复垦措施等。

(5)在有关法律、法规和政策的基础上，按照矿山开采工艺流程、生产安排及有关的行业标准和技术参数确定矿山地质环境保护与土地复垦方案、统计工程量、测算复垦工程的投资概算。

### 1.3 编制依据

#### 1.3.1 方案编制的主要法律、法规依据

(1)《中华人民共和国矿产资源法》(中华人民共和国主席令第18号，2009年8月27日)；

(2)《中华人民共和国土地管理法》(中华人民共和国主席令第32号，2020年1月1日实施)；

(3)《中华人民共和国环境保护法》(中华人民共和国主席令第9号，2015年1月1日)；

(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，2011年3月1日)；

(5)《中华人民共和国水污染防治法》(中华人民共和国主席令第70号，2018年1月1日)；

(6)《中华人民共和国环境影响评价法》(中华人民共和国主席令第48号，2016年9月1日)；

(7)《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》(中华人民共和国主席令第57号，2016年11月07日)

(8)《地质灾害防治条例》(国务院令[2003]第394号，2004年3月1日)；

(9)《土地复垦条例》(国务院令[2011]第592号，2011年3月5日)；

(10)《土地复垦条例实施办法》(国土资源部令[2013]第56号，2013年3月1日)；

(11)《中华人民共和国土地管理法实施条例》(国务院令[2014]第653号，2014年7月29日)；

(12)《环境保护公众参与办法》(环境保护部令[2015]第35号，2015年9月1日)

(13)《矿山地质环境保护规定》(自然资源部令[2019]第5号，2019年7月24日)；

(14)《甘肃省地质环境保护条例》(甘肃省人民代表大会常务委员会公告第42号，

2016年10月1日)；

(15)《甘肃省绿色矿山建设规范 第二部分：金属矿》(DB62/T 4284.1-2021，2021年04月15日)。

### 1.3.2 方案编制的有关政策性文件

(1)《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》(国土资发[1999]36号，1999年2月4日)。

(2)《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估的通知》(国土资发[2004]69号，2004年3月25日)；

(3)《财政部、国土资源部、环保总局关于逐步建立矿山环境治理和生态恢复责任机制的指导意见》财建[2006]215号，2006年2月10日；

(4)《关于加强生产建设项目土地复垦管理工作的通知》(国土资发[2006]225号，2006年9月30日)；

(5)国土资源部关于贯彻实施《土地复垦条例的通知》(国土资发[2011]50号，2011年4月17日)；

(6)《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》(国土规资[2016]21号，2017年1月3日)；

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

(8)《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复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)；

(9)《甘肃省国土资源厅关于实行采矿权项目三方案合一制度的通知》(甘国土资矿发[2016]140号，2016年11月23日)；

(10)《甘肃省国土资源厅关于实行采矿权项目三方案合一制度有关问题的补充通知》(甘国土资矿发[2017]43号)。

(11)《国土资源部关于贯彻落实全国矿产资源规划发展绿色矿业建设绿色矿山工作的指导意见》(国土资发[2010]第119号)；

(12)《甘肃省绿色矿山建设工作方案》(甘国土资发[2017]第228号)；

(13)《甘肃省省级绿色矿山建设要求及评定办法》甘国土资规[2018]4号。

### 1.3.3 方案编制的主要规范与标准

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

- (2) 《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）；
- (3) 《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719-2021）；
- (4) 《综合水文地质图图例及色标》（GB/T 14538-1993）；
- (5) 《土地复垦方案编制规程》第一部分：通则（TD/T103.1-2011）；
- (6) 《土地复垦方案编制规程》第四部分：金属矿（TD/T103.4-2011）；
- (7) 《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中华人民共和国国土资源部，2016.12；
- (8) 《泥石流灾害防治工程勘查规范》（DZ/T0220-2006）；
- (9) 《矿山地质环境监测技术规范》（DZ/T0287-2015）；
- (10) 《滑坡防治工程勘查规范》GB/T 32864-2016；
- (11) 《岩土工程勘察规范》GB50021-2001（2009 版）；
- (12) 《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- (13) 《地下水水质标准》（DZ/T00290-2015）；
- (14) 《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- (15) 《污水综合排放标准》（GB 8978-2015）；
- (16) 《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；
- (17) 《滑坡防治工程勘查规范》（DZ/T 0218-2006）；
- (18) 《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；
- (19) 《第三次全国国土调查技术规程》（TD/T1055-2019）；
- (20) 《黄金行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0314-2018）；
- (21) 《矿山地质环境监测技术规程》（DZ/T 0287-2015）；
- (22) 《矿山生态修复技术规范 第1部分：通则》（TDT 1070.1-2022）。

#### 1.3.4 其他依据

- (1) 《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》，湖南省有色地质勘查局二四五队，2017年4月；
- (2) 《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿矿产资源开发利用方案》，兰州有色冶金设计研究院有限公司，2021.5；
- (3) 《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿绿色矿山建设规划》，兰州有色冶金设计研究院有限公司，2020.7；
- (4) 《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿地质环境恢复治理工程实

施方案》，甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所，2019 年 9 月；

(5)《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿地质环境恢复治理工程工程验收第三方评估报告》，甘肃地质灾害防治工程勘查设计院，2020 年 8 月；

(6)《关于对甘肃省合作市以地南铜金矿勘探划定矿区范围有关事宜的复函》，甘南藏族自治州生态环境局合作分局，2020 年 11 月 4 日；

(7)编制委托书；

(8)本次调查搜集的其它相关资料。

#### 1.4 方案适用年限

根据《开发利用方案》，该矿山设计生产能力为  $50 \times 10^4 \text{t/a}$ ，矿山基建期 3a，生产服务年限为 14 年。闭坑后恢复治理和复垦工程实施期 1 年，管护期 2 年，矿山地质环境保护与土地复垦方案的服务年限确定为 20 年，方案的适用年限为 5 年。

根据治理的目标、任务，结合矿山开发利用方案，将方案实施期规划为近期、中期及远期保护与治理。近期保护与治理恢复实施规划年限 5 年（2024 年-2028 年），中期保护与治理恢复实施规划年限 12 年，即 2029 年-2040 年，远期保护与治理恢复实施规划年限 3 年，即 2041 年-2043 年。由于以地南铜金矿矿山服务年限大于 10 年，中远期的具体保护与治理恢复实施规划编制难度较大，为了实现创建绿色矿山的总体目标，根据《矿山地质环境保护规定》中规定的矿山开采年限大于 10 年的，每隔 5 年应对矿山地质环境保护与治理恢复方案修订一次。因此，在矿山近期保护与治理恢复规划实施完成后，应根据矿山开采对地质环境的实际影响情况，对该开发与恢复治理方案进行修订或重新编制。

#### 1.5 编制工作概况

##### 1.5.1 工作程序

本次工作程序严格按照原国土资源部 2016 年 12 月颁发的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》的规定进行。见图 1-1。

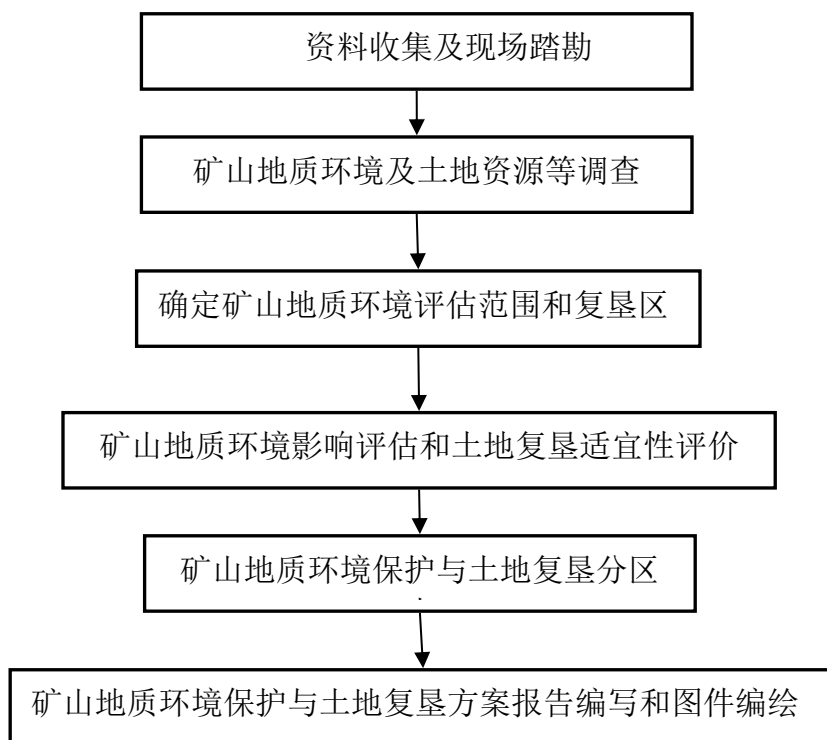


图 1-1 工作程序框图

### 1.5.2 工作方法

根据原国土资源部令第 44 号《矿山地质环境保护规定》、《土地复垦条例》及《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中确定的矿山地质环境保护与土地复垦工作的基本要求，在工作中首先明确思路，熟悉工作程序，确定工作重点，制定项目实施计划。在资料收集及现场踏勘的基础上，进行矿山地质环境现状调查，根据调查结果和开发利用方案，确定评估范围，划分评估级别，进行矿山地质环境影响现状评估、预测评估；通过对土地损毁环节与时序分析，以及损毁土地的现状评估及预测评估。在此基础上进行矿山地质环境保护与土地复垦分区，并确定复垦责任范围、土地类型及权属。通过对矿山地质环境及矿区土地复垦的可行性分析，制定矿山地质环境保护及土地复垦相关措施和防治工程以及总体工作部署和本方案适用期内分年度实施计划，提出保障措施和地质环境监测及土地复垦监测及管护方案，并进行经费估算和效益分析。

接受甲方委托后，我院成立了专门项目组，在现场调查前收集了《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》等资料，初步掌握了矿区地质环境条件、矿山概况及矿区土地利用现状。收集了区内有关地形图、地质图、土地利用现状图等图件作为评估工作底图和野外工作用图，结合矿山特点，分析已有资料，确定需要补充的资料，初步确定野外主要调查内容、调查方法和调查路线。

在对收集的资料初步分析后,项目组于 2023 年 3 月 14 日~3 月 15 日进行了野外调查。在调查过程中,积极访问矿区工作人员,土地所有权人(地方自然资源局),查明了矿山开发历史、现状、主要地质环境问题的发育和分布及矿区土地利用等情况。野外调查采用 1:10000 地形图为底图,对重点地段的地质环境问题点和主要地质现象点进行实测描述,调查分析其发生时间、基本特征、危害程度,并对其进行 GPS 定位、数码拍照和填制调查表格等工作,并及时调整室内设计的野外调查路线,优化野外调查工作方法。

在综合分析研究已有资料和现场调查的基础上,编制了以地南铜金矿矿山地质环境现状评估图、矿山地质环境预测评估图、矿山地质环境保护与恢复治理工程部署图、复垦区土地利用现状图、复垦区土地损毁预测图、复垦区土地复垦规划图,以图件形式反映评估区地质环境问题的分布、土地利用情况、影响程度和恢复治理工程和土地复垦工程,并编写了《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃合作市以地南铜金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

完成主要工程量见表 1-1。

表1-1 完成的主要工作量表

| 项目            |              |      | 单位              | 工作量         | 说明                                                    |   |
|---------------|--------------|------|-----------------|-------------|-------------------------------------------------------|---|
| 资料收集          | 文字           |      | 份               | 6           | 矿山基础资料，开采资料，灾评资料和矿山地质环境保护和土地复垦资料，相关规划，人类工程活动及相关环境问题资料 |   |
|               | 图件           |      | 套               | 8           | 矿山基础图件、开采现状图件、 土地利用图件等                                |   |
| 矿山地质环境与土地现状调查 | 调查面积         |      | km <sup>2</sup> | 8.96        | 包括矿区及周边                                               |   |
|               | 调查路线         |      | km              | 15          | 包括穿插路线                                                |   |
|               | 地质灾害调查       |      | 处               | 2           | 不稳定斜坡2处                                               |   |
|               | 地形地貌调查       | 调查面积 | km <sup>2</sup> | 8.96        | 规划生产区、岩芯库、探矿竖井、现状35KV 变电站、废弃房屋等                       |   |
|               | 土地资源调查       |      | km <sup>2</sup> | 8.96        | 包括矿区及周边土地类型、利用、损毁、植被调查                                |   |
|               | 破坏土地资源调查     |      | hm <sup>2</sup> | 13.894      | 包括规划生产区、岩芯库、探矿竖井、现状35KV 变电站、废弃房屋等对土地破坏情况现状调查          |   |
|               | 地面附着物及工程设施调查 |      | 处               | 12          | 包括房屋及其它工程设施                                           |   |
| 室内综合研究        |              | 主报告  |                 | 份           | 1                                                     |   |
|               |              | 图件绘制 |                 | 地质环境问题现状图   |                                                       | 1 |
|               |              |      |                 | 地质环境问题预测图   |                                                       | 1 |
|               |              |      |                 | 地质环境治理工程布置图 |                                                       | 1 |

|  |  |         |   |
|--|--|---------|---|
|  |  | 土地利用现状图 | 1 |
|  |  | 土地损毁预测图 | 1 |
|  |  | 土地复垦规划图 | 1 |

### 1.5.3 质量评述

兰州有色冶金设计研究院有限公司具有冶金行业、建筑工程、城市规划、工程咨询、工程造价咨询、工程总承包等多项甲级设计资质及建材行业、市政公用、施工图审查、地质灾害设计、危险性评估和地质灾害治理工程等乙级设计资质，具备相应编制人员和相关设施设备。

在前期调查及方案编制过程中，项目负责人结合项目特点，严格按 GB/T19001-2016 标准，兰州有色冶金设计研究院有限公司质量手册（LYBS-2018）相关要求，依据质量管理体系过程流程图，采用专业人员相互审查、专业设计组审查、专业设计院审查、公司审查的四级审查程序及制度的方式，保证项目质量目标的实现。

《方案》野外调查、室内综合研究、成果编写等一系列工作，均严格按相应《规范》要求进行。通过矿区土地利用现状图，统计了复垦区以及复垦责任范围的土地利用现状以及土地权属，并通过不同复垦单元工程设计确定了复垦工程总投资与分阶段投资计划。通过现场调查与资料分析，确定了评估区面积，对矿山地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染进行了现状分析与预测，根据现状与预测评估结果，将评估区划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，针对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染等问题提出防治措施及监测措施，估算了工程量与费用。

方案中所用原始数据一部分来源于现场调查，一部分由矿山企业提供，一部分引用于各类技术报告。我公司承诺报告中调查数据和引用资料真实可靠，采用的评估方法科学，得出的结论可靠。

### 1.5.4 方案的真实性与科学性

本方案义务人甘肃加鑫矿业有限公司保证本方案报审资料和编制资料真实、客观、无伪造、编造、变造、篡改等虚假内容，本方案编制单位兰州有色冶金设计研究院有限公司保证本方案按照科学、客观、真实的原则进行编制和报审。本方案义务人甘肃加鑫矿业有限公司及编制单位兰州有色冶金设计研究院有限公司对本方案的真实性和科学性负责。

## 2 矿山基本情况

### 2.1 矿山简介

#### 2.1.1 矿山简介

甘肃加鑫矿业有限公司成立于 2006 年，注册资金 11385.475 万元人民币。经营范围包括探矿权区域内金矿资源的详查、有色金属矿产的收购、加工和贸易（以上凭有效许可证经营）等，公司位于甘肃省甘南州合作市卡加道乡老豆村。目前，企业投资环境良好，资源丰富，员工队伍优秀，机械设施齐全。在未来努力把企业建设成为经营规模化、管理集约化、效益高效化的矿业公司。

以地南探矿权，首立日期为 2002 年 10 月 10 日，勘查项目名称为“甘肃省合作市以地南铜矿普查”，探矿权人为甘肃有色三队（现甘肃省有色地质勘查局白银矿产勘查院）。此后，该探矿权经过多次延续和变更。甘肃有色三队于 2004 年 10 月对该探矿权进行了第一次延续，又于 2005 年 10 月将该探矿权作为合作条件变更到其与加拿大鸿运资源有限公司合作成立的甘肃加鑫矿业有限公司。2007 年 10 月探矿权延续并变更矿种，由铜矿变为铜金矿，勘查项目名称变更为“甘肃省合作市以地南铜金矿普查”。2009 年 7 月湖南辰州矿业收购该探矿权，探矿权人名称未变，仍为“甘肃加鑫矿业有限公司”，而注册地由兰州市变更到甘南藏族自治州府合作市，同时勘查阶段转为详查，勘查项目名称变更为“甘肃省合作市以地南铜金矿详查”。探矿权分别于 2011 年 10 月、2013 年 10 月经过详查阶段内延续，并按相关政策 2 次缩减了勘查区面积，分别缩减为  $7.67\text{Km}^2$  和  $5.21\text{Km}^2$ 。该探矿权又于 2015 年 10 月经过延续并转段为勘探，勘查区面积仍为  $5.21\text{Km}^2$ 。

根据《划定矿区范围批复》（甘采证划字[2023]0007 号），采矿权范围由 8 个拐点组成，面积为  $5.21\text{km}^2$ 。

#### 2.1.2 矿区位置与交通

矿区位于甘肃省甘南藏族自治州府合作市北东方向，直距约 13km 处，行政区划隶属合作市卡加道乡管辖。矿区地理坐标：东经\*\*\*\*\*，北纬\*\*\*\*\*。

矿区交通条件相对较好，甘川公路（213 国道）、兰海高速均直接连通兰州—合作市，里程分别为 290km 和 220km。合作市至卡加道乡柏油路从矿区东侧约 20km 处通过，有简易公路从东往西穿过矿区，里程 5km。矿区交通位置图见图 2-1。



图 2-1 交通位置图

经甘南藏族自治州生态环境局合作分局核查，甘肃省合作市以地南铜金矿勘探划定矿区范围不涉及各类自然保护区及水源地保护区。详见甘南藏族自治州生态环境局合作分局《关于对甘肃省合作市以地南铜金矿勘探划定矿区范围有关事宜的复函》。

## 2.2 矿区范围及拐点坐标

根据《划定矿区范围批复》（甘采证划字〔2023〕0007 号），甘肃省自然资源厅批复的划定矿区范围由 8 个拐点组成，具体范围及拐点坐标见表 2-1。

表 2-1 划定矿区范围表

| 拐点编号 | 2000 国家大地坐标系 |       |
|------|--------------|-------|
|      | X            | Y     |
| 1    | *****        | ***** |
| 2    | *****        | ***** |
| 3    | *****        | ***** |
| 4    | *****        | ***** |
| 5    | *****        | ***** |
| 6    | *****        | ***** |
| 7    | *****        | ***** |
| 8    | *****        | ***** |

周边矿权设置情况：湖南辰州矿业于 2009 年 7 月收购了由甘肃有色三队与加拿大鸿运资源有限公司合作成立的甘肃加鑫矿业有限公司所属的下看木仓、南办-老豆村、

以地南、老虎山-阿什加等 4 个金矿探矿权，收购后探矿权人主体已变，但名称未变，仍为甘肃加鑫矿业有限公司，属于湖南辰州矿业的全资子公司，注册地由兰州市变更到甘南藏族自治州合作市；同时收购了甘肃省地矿局第三地质矿产勘查院所属的答浪沟金矿探矿权，收购后探矿权人变为湖南辰州矿业的全资子公司—甘肃辰州矿产开发有限责任公司。2010 年 7 月从下看木仓探矿权分割出录斗艘金矿探矿权，详查工作结束，于 2013 年 7 月转成录斗艘金矿采矿权，采矿权人变为甘肃辰州矿产开发有限责任公司。各矿权分布范围见图 2-2。

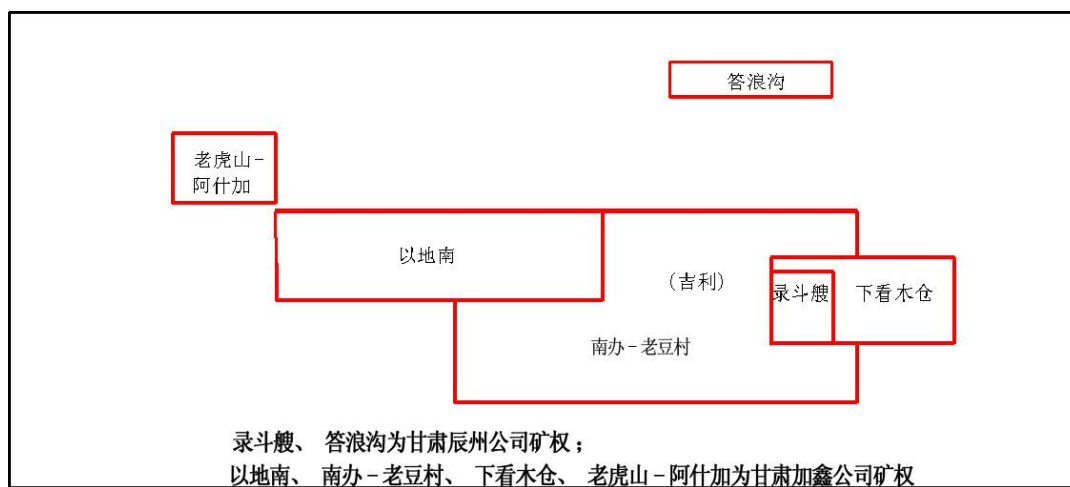


图 2-2 矿权分布范围示意图

## 2.3 矿山开发利用方案简介

### 2.3.1 项目基本情况

采矿权人：甘肃加鑫矿业有限公司

地 址：甘肃省合作市

矿山名称：甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：金矿

开采方式：地下开采

生产规模：50.00×10<sup>4</sup>t/a

矿区面积：5.21km<sup>2</sup>

开采深度：由 3400m 至 2040m 标高（拟申请）

生产年限：总服务年限为 17a（含基建期 3a）

### 2.3.2 开采方案

### 2.3.2.1 资源储量

根据《甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告评审评审意见书》（原甘肃省国土资源厅，甘国土资储评字〔2017〕38号），截止评审基准日（2017年4月30日），甘肃省合作以地南铜金矿勘探探矿权范围内查明的资源量为：

#### 1. 金矿

##### （1）原生矿石

探明+控制+推断资源量 8488116 吨，金金属量 28144 千克，平均品位  $3.32 \times 10^{-6}$ 。其中探明资源量 2405452 吨，金金属量 8074 千克，平均品位  $3.35 \times 10^{-6}$ ，控制资源量 668034 吨，金金属量 2378 千克，平均品位  $3.56 \times 10^{-6}$ ，推断资源量 5414630 吨，金金属量 17692 千克，平均品位  $3.27 \times 10^{-6}$ 。

其中工业品级的探明+控制+推断资源量 7926490 吨，金金属量 27088 千克，平均品位  $3.42 \times 10^{-6}$ ，低品位的探明+控制+推断资源量 561626 吨，金金属量 1056 千克，平均品位  $1.88 \times 10^{-6}$ 。

伴生组分资源量：勘查区原生矿伴生（控制资源量）银矿石量 7525979 吨，银金属量 83.09 吨，平均品位  $11.04 \times 10^{-6}$ ；伴生（推断资源量）铅矿石量 352866 吨，铅金属量 23593 吨，平均品位 0.67%；伴生（推断资源量）砷矿石量 755832 吨，砷金属量 154566 吨，平均品位 2.04%。

##### （2）氧化矿石

工业品级的探明+控制+推断资源量 120960 吨，金金属量 425 千克，平均品位  $3.51 \times 10^{-6}$ 。其中探明资源量 8787 吨，金金属量 31 千克，平均品位  $3.53 \times 10^{-6}$ ，控制资源量 32206 吨，金金属量 115 千克，平均品位  $3.57 \times 10^{-6}$ ，推断资源量 79967 吨，金金属量 279 千克，平均品位  $3.49 \times 10^{-6}$ 。

伴生组分资源量：勘查区氧化矿伴生（推断资源量）银矿石量 123555 吨，银金属量 1.48 吨，平均品位  $11.95 \times 10^{-6}$ ；伴生（推断资源量）铅矿石量 92285 吨，铅金属量 537 吨，平均品位 0.58%；伴生（推断资源量）砷矿石量 123555 吨，砷金属量 1439 吨，平均品位 1.16%。

##### （3）合计

探明+控制+推断资源量 8609076 吨，金金属量 28569 千克，平均品位  $3.32 \times 10^{-6}$ 。其中探明资源量 2414239 吨，金金属量 8105 千克，平均品位  $3.36 \times 10^{-6}$ ；控制资源量 700240 吨，金金属量 2493 千克，平均品位  $3.56 \times 10^{-6}$ ；推断资源量 5494597 吨，金金属

量 17971 千克，平均品位  $3.27 \times 10^{-6}$ 。

其中工业品级的探明+控制+推断资源量 8047450 吨，低品位的推断资源量 561626 吨，金金属量 1056 千克，平均品位  $1.88 \times 10^{-6}$ 。

## 2. 共生铜矿

共生铜控制+推断资源量 19469 吨，铜金属量 42 吨，平均品位 0.22%。其中控制资源量 6578 吨，铜金属量 14 吨，平均品位 0.22%；推断资源量 12891 吨，铜金属量 28 吨，平均品位 0.22%。

### 2.3.2.2 开采范围、层位

开采范围为拟申请矿区平面范围及标高范围，主要开采对象为该范围内的所有可采矿体。

### 2.3.2.3 开采方式、开拓运输方案及回采顺序

根据开发利用方案，该矿采用地下开采，根据已有工程、矿体赋存情况、以及工业场地的布置，总体分为 3010 以上和 3010m 以下两部分采区，3010m 以上采区采用主平硐+溜井+斜井的开拓方案，3010m 以下采区采用罐笼盲竖井开拓方案（双层罐笼+平衡锤两套提升），3010 主平硐采用胶带运输。设计全矿采用自上而下的开采顺序，中段内采用后退式回采。

#### a. 3010m 以上采区开拓方案

充分利用已有的 3010m、3110m、3160m、3220m 中段探矿工程，将 3010m 中段设为主运输平硐，采用有轨运输，3010m 以上各中段运输均采取有轨运输。3010m 及以上各中段采场采下的矿石由 ZWY-60 扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车运至矿石溜井（3220-3010m）翻卸，再由 3010m 主平硐溜井底部振动放矿机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车，编组后由 7t 电机车牵引运至 3010m 矿石胶带溜井，经胶带溜井底部振动放矿机装入胶带运出地表。3010m 本中段矿石 ZWY-60 扒碴机装入  $1.2\text{m}^3$  矿车运至 3010m 矿石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机装入胶带运出地表。开采的废石用于充填采空区。

利用以地南 3010m 以上原有以地斜井（3205m-3150m，倾角  $30^\circ$ ）、拉布寨卡斜井（3110m-3010m，倾角  $27.35^\circ$ ），将以地斜井延伸至 3110m 中段、两条斜井井筒和提升机硐室刷扩后使用。3010m 以上各中段的材料、设备通过 3220m 辅助盲斜井自 3010m 主平硐提升至各中段车场后至各作业点。人员由辅助盲斜井运输至各中段工作面。生产过程中的设备通过中段间的斜井上下至各工作面。

#### b. 3010m 以下采区开拓方案

### 双罐笼盲竖井开拓方案（双层罐笼+平衡锤两套提升）

新建罐笼盲竖井。竖井中设置两套独立提升设备：（1）主提升采用 4300×1450mm 双层罐笼+平衡锤多绳提升方式，承担 3010m 以下 1300t/d，井筒净直径 6.8m 矿石提升任务，主提升机采用 JKMD-3×4I 型井塔式多绳摩擦提升机，电机功率 630kW；（2）主副提升采用 4300×1450mm 双层罐笼+平衡锤多绳提升方式，承担 367t/d 矿石、250t/d 废石、人员、材料和设备等提升任务，副提升机采用 JKMD-3×4I 型井塔式多绳摩擦提升机，电机功率 630kW。提升机房均设置在 3055m 中段，竖井提升最低服务中段至 2310m，井底标高为 2275m，井深 780m。各中段均有马头门与竖井连通。

矿石通过 1.5m<sup>3</sup> 电动铲运机铲运至采场溜井，由振动放矿机装 1.2m<sup>3</sup> 侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引运至中段竖井车场，由 4300×1450mm 双层罐笼一次提升 4 辆 1.2m<sup>3</sup> 侧卸式矿车提至 3010m 中段，编组后由 7t 架线式电机车牵引至矿石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表中间堆场。

井下废石部分用于回填采空区外，其余废石采用扒碴机装入 1.2m<sup>3</sup> 侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引至中段竖井车场，由 4300×1450mm 双层罐笼一次提升 4 辆 1.2m<sup>3</sup> 侧卸式矿车提至 3010m 中段，编组后由 7t 架线式电机车牵引至废石胶带溜井，经溜井底部振动放矿机放至胶带运至地表废石仓。

3010m 以下人员、材料、小型设备通过副提升 4300×1450mm 双层罐笼提升或下放。

#### 2.3.2.4 采矿方法

依据开发利用方案，推荐的采矿方法以嗣后充填法为主，其他充填法为辅。

3010m 中段以上：

- a. 分段空场嗣后充填法(平底结构)：厚度>4m、矿岩中等稳固的矿体；
- b. 浅孔留矿嗣后充填法(平底结构)：厚度≤4m、矿岩中等稳固的矿体。

3010m 中段以下：

- a. 分段空场嗣后充填法(有底部结构)：3010 中段以下厚度>4m、矿岩中等稳固的矿体；
- b. 浅孔留矿嗣后充填法(有底部结构)：3010 中段以下厚度≤4m、矿岩中等稳固的矿体。
- c. 上向水平进路式尾砂胶结充填法：矿岩不稳固、上盘围岩特破碎的矿体。
- d. 上向水平分层尾砂胶结充填法：矿岩不稳固的矿体。

按照上述采矿方法的适用条件，对矿体逐个剖面进行统计，分段空场嗣后充填法占出矿比例的 20%，浅孔留矿嗣后充填法占出矿比例的 50%，上向水平分层（进路）尾砂胶结充填法占出矿比例的 30%。

### 2.3.2.5 供排水

#### 一、供水

采矿供水：充填和采矿工艺均对水质要求不高，故将坑内涌水做为矿山供水水源，剩余涌水沉淀后自流至 3010m 平硐回水水仓。

采矿用水量为  $466.8\text{m}^3/\text{d}$ ，充填站用水量为  $50\text{m}^3/\text{d}$ （主要为冲洗水和引流水），絮凝剂制备用水  $70\text{m}^3/\text{d}$  未预见水量  $58.68\text{m}^3/\text{d}$ ，总用水量为  $645.48\text{m}^3/\text{d}$ 。采矿井下正常涌水量为  $692.4\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为  $1670\text{m}^3/\text{d}$ ，水满足矿山生产用水。采矿工业场地 2h 室外消防用水量  $180\text{m}^3$ ，储存在  $800\text{m}^3$  新水高位水池内设有水位显示，并有高低水位报警及保证消防储备水不被它用的设施。采矿生产用水由该水池接出，自流至采矿工艺各用水点。在采矿工业场地、生活区共设 SA100/65-1.0 型室外地下消火栓 2 套，满足室外消防用水要求。

选矿供水：选矿厂生产新水用水量为  $841.07\text{m}^3/\text{d}$ 。由采场  $800\text{m}^3$  方形新水高位水提供，选厂 2h 室内外消防用水量  $324\text{m}^3$ ，储存在  $800\text{m}^3$  水池内设有水位显示，并有高低水位报警及保证消防储备水不被它用的设施。选矿生产用水由该水池接出，自流至选矿工艺各用水点。在选厂工业场地、生活区共设 SA100/65-1.0 型室外地下消火栓 4 套，满足室内外消防用水要求。选矿工业场地生产回水用量为  $4628.92\text{m}^3/\text{d}$ ，由精矿浓密溢流水、充填浓密溢流水、尾矿库回水三部分组成，其中精矿浓密溢流水在主厂房就近回用，充填站和尾矿库回水均输送至 3010m 平硐新建  $1000\text{m}^3$  回水水仓，再自流至选矿工艺各用水点重复使用。稀油站出水补加至选矿系统复用，减少新水用量，冷却水采用新水。设备冷却后的出水自流至水箱，经循环泵加压送至选矿工艺使用。用水量  $144.0\text{m}^3/\text{d}$ ，补充新水  $7.20\text{m}^3/\text{d}$ ，循环水  $136.8\text{m}^3/\text{d}$ ，设 IS50-32-160 型循环泵 2 台（1 用 1 备， $Q=6\sim 15\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=30\sim 23.5\text{m}$   $N=3\text{kW}$ ）， $5\text{m}^3$  钢板水箱一个。

生活供水：生活用水量  $118.80\text{m}^3/\text{d}$ 。由于本工程以答浪沟河地表水做为矿区水源，故矿区所有生活用水须经过处理后才能使用。

在选厂设生活水处理站一座（厂房利用已有筛分车间改造），尺寸  $L\times B\times H=12.0$

×12.0×6.0m，场地标高 2981.85m，高于生活区约 35m。其中设 JS-G-500 型净水器 1 台（ $Q=20\text{m}^3/\text{h}$ ）；JY-0.3/0.72A-1 型加药装置 1 套（ $Q=15\sim 20\text{g}/\text{t}$ ， $N=1.5\text{kW}$ ）；H908-50 型二氧化氯发生器 2 台（1 用 1 备，产氯量  $50\text{g}/\text{h}$ ， $N=0.2\text{kW}$ ）；采矿工业场地生活供水加压泵 2 台（SLS40-200 型离心泵， $Q=6\sim 10\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=50\text{m}$ ， $N=4\text{kW}$ ），1 用 1 备变频控制；选厂及生活区生活用水不锈钢板水箱 1 座，容积  $30\text{m}^3$ ，尺寸  $L\times B\times H=4.0\times 2.5\times 3.0\text{m}$ 。

## 二、排水

生产废水及生活污水：采矿废水主要为坑内涌水，正常涌水量  $692.4\text{m}^3/\text{d}$ ，最大  $1670\text{m}^3/\text{d}$ 。返回采、选工艺使用。

选矿采用全闭路生产流程，地面冲洗水均返回系统，除尾矿蒸发和充填尾矿自身含水外，其余全部回用于选厂，无有害废水排放。

生活污水排放量  $100\text{m}^3/\text{d}$ ，主要污染物为 SS、 $\text{BOD}_5$ ，这部分污水经化粪池后进入污水处理站进行处理，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》的要求后根据矿区、生活区绿化需要回用。

办公生活区分别设  $50\text{m}^3$ 、 $30\text{m}^3$  钢筋混凝土化粪池各 1 座，选用 MAST-5 加强型污水综合污废水处理设备 2 套。绿化用水泵选用 50WQZ12-28-3 型潜水排污泵 2 台（1 用 1 备， $Q=12\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=28\text{m}$ ， $N=3\text{kW}$ ）。

管线长度约 1400m，采用 DN300 HDPE 双壁波纹管。

雨水：在选厂设  $300\text{m}^3$  钢筋混凝土矩形初期雨水收集池 1 座，尺寸为  $L\times B\times H=4.0\times 21.0\times 3.5\text{m}$ ，内设 QY10-64-5.5 型潜水泵 2 台，1 用 1 备， $Q=15\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=70\text{m}$ ， $N=5.5\text{kW}$ （不连续运行，有雨水时使用），将初期雨水提升至 3010m 平硐新建  $1000\text{m}^3$  回水水仓供选矿工艺使用。雨水收集池设溢流控制设施，暴雨期多余雨水排至场地排洪沟。

初期雨水提升管线采用  $\text{D}89\times 4.5$  焊接钢管，管长 0.4km，埋设，管顶覆土厚度 1.5m。

### 2.3.2.6 固体废弃物排放与处理

矿山产生的固体废弃物主要是采矿废石、选矿工艺排出的尾矿及生活垃圾。废石总排放量 7.5 万 t/a，除部分回填采空区，约 30%废石由胶带运输至废石仓，由铲车装至汽车运输至附近砂石料加工厂就地堆存。选矿工艺排尾总量  $46.47\times 10^4\text{t}/\text{a}$ 。尾矿处置采用尾矿库堆存。

生活垃圾设临时堆存垃圾场，周围做好围护措施，定期运往当地垃圾集中处理厂。

### 2.3.2.7 矿山建设工程

地下开采时，根据确定的基建范围，达到规范要求的三级矿量和形成完善的开拓运输系统、通风系统、供电系统、供排水系统等，矿山基建期需完成下列工程量：

开拓工程：14170m/101077m<sup>3</sup>；

探矿工程：2870m/11480m<sup>3</sup>；

采切工程：3082m/19252m<sup>3</sup>；

合 计：20122m/131809m<sup>3</sup>。

### 2.3.3 矿山工作制度

根据矿山所在地的气候条件等因素，确定矿山工作制度为 300 天/a，3 班/d，8h/班。

### 2.3.4 总平面布置

总体布置充分利用矿区地形条件，本着有利生产、方便管理、保证矿山生产安全、节约用地，减少基建工程投资的原则进行。以地南铜金矿由采矿工业场地、充填工业场地、选矿工业场地、尾矿库、生活办公区、水源地及其他辅助设施组成。

采矿工业场地（含充填制备系统）：采矿工业场地布置在 3010m 平硐口附近，布置有采矿综合楼（含采矿办公楼、采矿浴室、坑口预热机房）、采矿 10kV 变配电所、空压机站、柴油发电机房，场地控制标高为 3010m 和 2998m；充填制备系统布置 3010m 平硐口东南方向约 40m 处，含充填料制备站、浓密机、水泥仓、尾矿输送二级泵站、事故池等设施，场地控制标高为 3025m；采矿工业场地占地面积约 1.20hm<sup>2</sup>。

选矿工业场地：选矿工业场地由选矿厂及其辅助设施组成。选矿厂规模为：50.0×10<sup>4</sup>t/a，工作制度：年工作 300d，每天 3 班，每班 8h。选矿主要车间根据工艺流程自上而下依次布置 1<sup>#</sup>转运站、废石仓、中间堆场、2<sup>#</sup>转运站、磨浮车间、浮选车间、浓密池、压滤及精矿车间。场地控制标高为 2989.50m-2961m，占地面积约 3.12hm<sup>2</sup>。

尾矿库：矿库设在选矿厂东侧约 2100m 的西毛切克合上游，属于低山丘陵区沟谷型尾矿库。初期坝坝高为 24m，轴线最低标高 3251.0m，坝顶标高 3275.0m，坝顶宽 4.0m，坝顶长 174.0m，初期坝库容 45.46×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。尾矿堆积坝最终堆积标高 3315m，堆积高度 40m。尾矿库总库容为 556.3×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>，尾矿库占地面积约 46.05hm<sup>2</sup>。

废石场：石英闪长岩是良好的制砂石骨料原料，为了综合利用资源，在中间堆场东侧并排布置废石仓。采矿生产期采出的废石约 7.5×10<sup>4</sup>t/a，除部分回填采空区，约 30% 废石由胶带运输至废石仓，由铲车装至汽车运输至附近砂石料加工厂就地堆存。

爆破器材库：矿山采用一体化爆破，其爆破材料购买、储存、运输、爆破作业等均

委托当地有资质的民爆单位完成，矿山不设置爆破材料库。

生活办公区：办公生活区布置平硐所在的拉布在卡沟沟口，紧邻公路与选矿工业场地集中布置。布置有综合办公楼（含食堂、多功能会议厅）、职工宿舍等行政生活设施。场地控制标高为 2943.40m 和 2947m，占地面积约 1.63hm<sup>2</sup>。

35kV 总降压变电站：紧邻充填制备站东南侧，分二期工程建设，一期新增一台 16000kVA 主变压器为以地南金矿供电；二期将原 35kVA 变电站电气设备迁移至新变电站，单独向甘肃辰州录斗艘金矿供电。场地控制标高为 3042m，占地面积约 2250m<sup>2</sup>。

水源地及输水管线：本工程水源地为答浪沟河，取水位置位于宿舍楼西侧约 100m 处答浪沟河旁，利用已有设施可以满足本工程用水需求，输水管线通过加压泵站输送至各工业场地的高位水池。

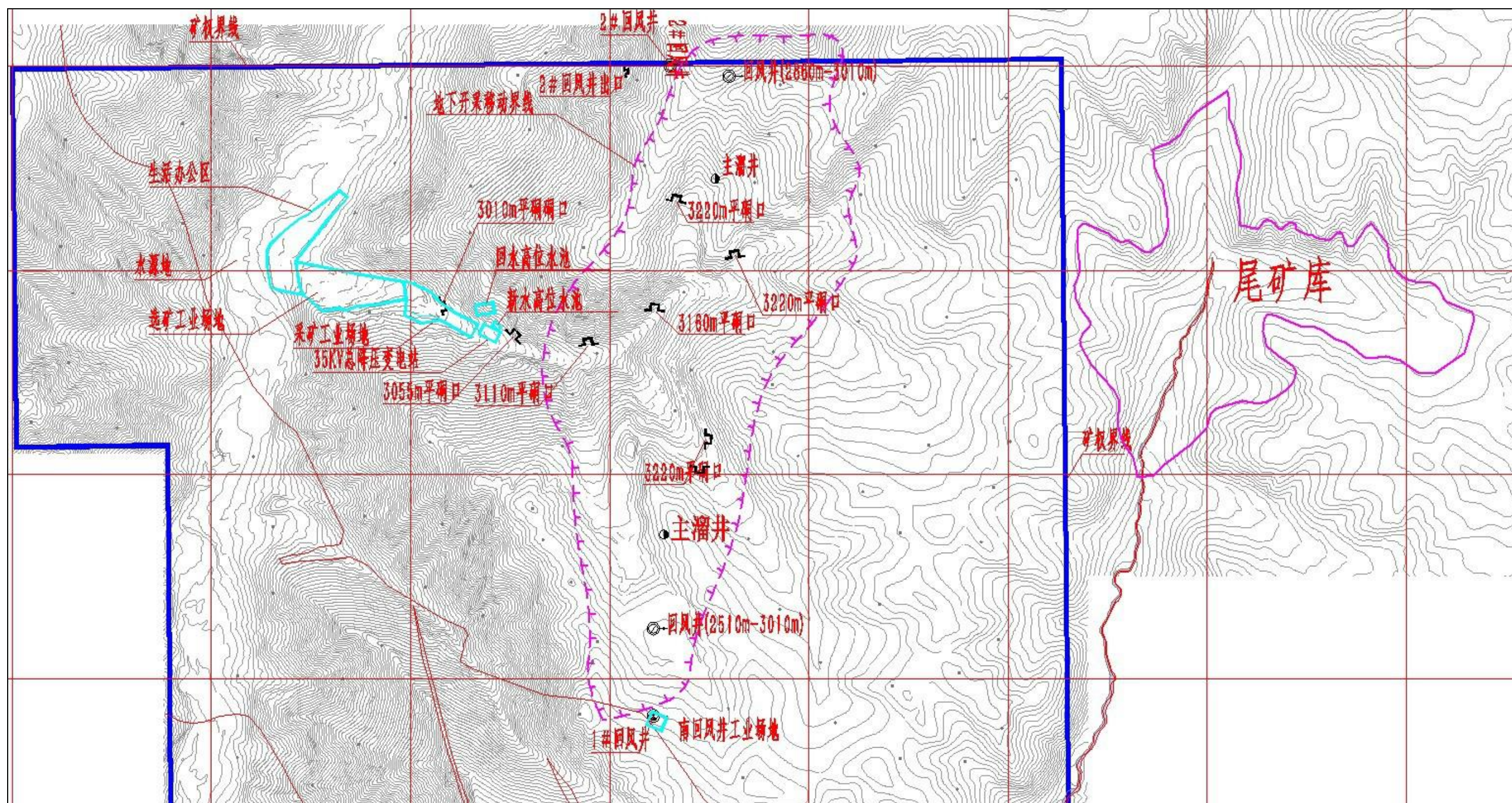


图 2-3 总体布置图

## 2.4 矿山开采历史及现状

### 2.4.1 矿山开发历史

探矿权演变历史：以地南探矿权，首立日期为 2002 年 10 月 10 日，勘查项目名称为“甘肃省合作市以地南铜矿普查”，探矿权人为甘肃有色三队（现甘肃省有色地质勘查局白银矿产勘查院）。此后，该探矿权经过多次延续和变更。甘肃有色三队于 2004 年 10 月对该探矿权进行了第一次延续，又于 2005 年 10 月将该探矿权作为合作条件变更到其与加拿大鸿运资源有限公司合作成立的甘肃加鑫矿业有限公司。2007 年 10 月探矿权延续并变更矿种，由铜矿变为铜金矿，勘查项目名称变更为“甘肃省合作市以地南铜金矿普查”。2009 年 7 月湖南辰州矿业收购该探矿权，探矿权人名称未变，仍为“甘肃加鑫矿业有限公司”，而注册地由兰州市变更到甘南藏族自治州府合作市，同时勘查阶段转为详查，勘查项目名称变更为“甘肃省合作市以地南铜金矿详查”。探矿权分别于 2011 年 10 月、2013 年 10 月经过详查阶段内延续，并按相关政策 2 次缩减了勘查区面积，分别缩减为  $7.67\text{Km}^2$  和  $5.21\text{Km}^2$ 。该探矿权又于 2015 年 10 月经过延续并转段为勘探，勘查区面积仍为  $5.21\text{Km}^2$ 。

### 2.4.2 矿山现状

自 1990~2013 年间，先后有包括甘肃有色三队和甘肃加鑫矿业有限公司在内的多家企业矿区进行过探矿，期间有个人（以当地村民为主）对矿区进行过乱采乱挖，形成了数 9 个挖损区和 11 处弃渣堆，挖损山体造成山体裸露，矿渣随意顺坡堆放，压占草地，破坏了矿区地质环境。2019 年根据环保督察的要求，合作市政府要求区内无序开采的矿山企业进行集中清理，并按照“谁破坏、谁治理”的原则，要求探矿权所属企业对矿权范围内矿山地质环境进行恢复治理。2019 年甘肃加鑫矿业有限公司委托甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿地质环境恢复治理工程实施方案》，2019 年 9 月 16 日-2020 年 6 月 30 日，甘肃加鑫矿业有限公司依据实施方案进行现场地质环境恢复治理，完成工程为：矿区 11 处渣堆进行平整，推平矿渣方量  $7.4\text{万 m}^3$ ，渣堆清运回填土方量约  $5.4\text{万 m}^3$ 、炸药库、管理房处拆除建筑物面积为  $9255\text{m}^2$ 、部署拦渣墙工程 406m、覆土植草绿化  $13.6\text{hm}^2$  及其附属的截排水工程 1420m、铁丝网围栏工程等，总投资为：732.23 万元。

### 3 矿区基础信息

#### 3.1 矿区自然地理

##### 3.1.1 气象

矿区属大陆性高寒湿润气候，冬季干冷漫长、夏季温凉而多雨，高寒湿润，四季不明显，长冬无夏，春秋短促，昼夜温差大，一日之中即有四季之分。根据合作市气象站（位于矿区西南面约 19km）观测资料：历年平均气温 3.29℃，月平均气温 3.44℃，极端最低温度-28.5℃，极端最高温度 28.4℃，11 月至翌年 4 月为结冰期；历年平均降雨量 552.52 mm，年最大降雨量 639.8mm，月平均降雨量 47.25mm，历年月最大降雨量 206.06 mm（2012 年 7 月）；最长连续降雨天数 15d；最大单次降水量 37mm（2012 年 7 月 25 日）；年平均相对湿度 65%。降水集中在 7~9 月份，经常阴雨连绵，占全年降雨量的 60%以上；多年平均蒸发量 1067.57mm；月平均蒸发量为 86.52mm，月最大蒸发量为 301.9mm。无霜期短，约 50 天。春、夏、秋季多东风，冬季多西风及西南风。区内气象灾害较频繁，主要是霜冻、寒潮、强降温、大雪、冰雹和秋季洪涝等。

表 3-1 项目区历年气象资料统计表（合作市气象站）

| 年份   | 降水量（mm） |     |       | 气温（℃） |       |     | 蒸发量（mm） |
|------|---------|-----|-------|-------|-------|-----|---------|
|      | 最高月     | 最低月 | 合计    | 最高月   | 最低月   | 年平均 |         |
| 2007 | 6       | 11  | 538.0 | 8     | 1     | 3.2 | 1077.8  |
|      | 105.4   | 0.1 |       | 14.0  | -10.2 |     |         |
| 2008 | 9       | 12  | 551.5 | 7     | 2     | 2.9 | 1040.4  |
|      | 103.4   | 0   |       | 13.2  | -10.4 |     |         |
| 2009 | 5       | 1   | 413.1 | 7     | 1     | 3.6 | 1062.1  |
|      | 91.7    | 0   |       | 14.2  | -8.3  |     |         |
| 2010 | 5       | 1   | 523.5 | 7     | 12    | 3.8 | 1187.1  |
|      | 111.5   | 0.1 |       | 15.0  | -9.5  |     |         |
| 2011 | 9       | 12  | 582.7 | 8     | 1     | 3.1 | 1074.7  |
|      | 127.2   | 1.3 |       | 13.3  | -11.5 |     |         |
| 2012 | 7       | 12  | 639.8 | 7     | 1     | 3.0 | 952.6   |
|      | 206.6   | 0.3 |       | 13.9  | -10.8 |     |         |
| 2013 | 7       | 3   | 548.5 | 8     | 1     | 3.5 | 1105.1  |
|      | 156.3   | 0   |       | 14.7  | -9.1  |     |         |
| 2014 | 7       | 1   | 500.4 | 8     | 1     | 2.9 | 1111.3  |
|      | 119.1   | 0.5 |       | 14.6  | -10.1 |     |         |
| 2015 | 9       | 1   | 621.8 | 8     | 1     | 3.2 | 980.3   |
|      | 106.8   | 0.1 |       | 15.0  | -11.5 |     |         |
| 2016 | 7       | 3   | 605.9 | 8     | 1     | 3.7 | 1084.3  |
|      | 110.3   | 0.2 |       | 14.8  | -10.6 |     |         |

##### 3.1.2 水文

矿区位于秦岭山脉西北段、青藏高原东部边缘的甘南高原区，为典型的高原中高山地貌，海拔标高一般在 2760~3422.4m，最大高差 577.4m。地形总体北东及西北部山体险峻地势高，山脊近南北向贯穿矿区，山坡坡度  $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ；中部及东南部河谷狭长较平坦地势低，河谷宽约 10~50m，近北北东向平行状分布。矿区最低侵蚀基准面为矿二沟出口处河床，海拔标高 2845.0m，矿区地形复杂程度属 V 类，地形有利于大气降水的排泄。矿床矿体控制最低标高为 1961.06m。

答浪沟河为矿区内主要河流，属大夏河二级支流，其源头位于北部矿区外。矿区内流长约 2.5km，落差 123m，由矿区北部流入，向南西迳流并纵贯矿区，在矿区西南角流出，于矿区外南部汇入卡加河，最终注入大夏河，区内汇水面积  $4.42\text{km}^2$ 。河水主要依靠山区冰川、积雪和降水补给，由山区向下游迳流。

矿区内分布答浪沟河的四条支流水沟，自北向南分别为拉不在卡沟、四合院后沟、矿二沟、矿三沟，总的流向是自东向西注入该河，其中四合院后沟为拉不在卡沟的支流。拉不在卡沟一般常年有水，丰水期流量为  $11.2\text{L/s}$ ，枯水期流量为  $2.2\text{L/s}$ ，一般流量约  $5.28\text{L/s}$ 。其余水沟均为季节性地表溪流，丰水期短暂有水，枯水期则干涸。

本次设计范围处于相对独立水文地质单元内，设计范围内约 66%以上资源储量位于当地最低侵蚀基准面之上。

矿区内地表溪流接受大气降水补给，流量随降雨起伏变化较大。降水补给后，就地排泄，地表迳流强，迳流时间短，溪流起天然排水作用。矿区部分含矿破碎带切割答浪沟河及拉不在卡沟，溪沟水可侧向渗入含矿破碎带，对风化带以上矿床开采有一定影响。

矿区及周边水系较发育，共有 2 条河流及 4 条地表溪沟（见表 6-3），其分布受分水岭控制。总体从图区中部近南北向山脊向两侧呈放射状展开，树枝状分布。矿区地跨中部分水岭山坡，分属两个支流水系，其大部属答浪沟水系，仅东南角小部分属西毛切克河水系。

矿区内分布答浪沟河的四条支流水沟，自北向南分别为拉不在卡沟、四合院后沟、矿二沟、矿三沟，总的流向是自东向西注入该河，其中四合院后沟为拉不在卡沟的支流。拉不在卡沟一般常年有水，丰水期流量为  $11.2\text{L/s}$ ，枯水期流量为  $2.2\text{L/s}$ ，一般流量约  $5.28\text{L/s}$ 。其余水沟均为季节性地表溪沟，丰水期短暂有水，枯水期则干涸。

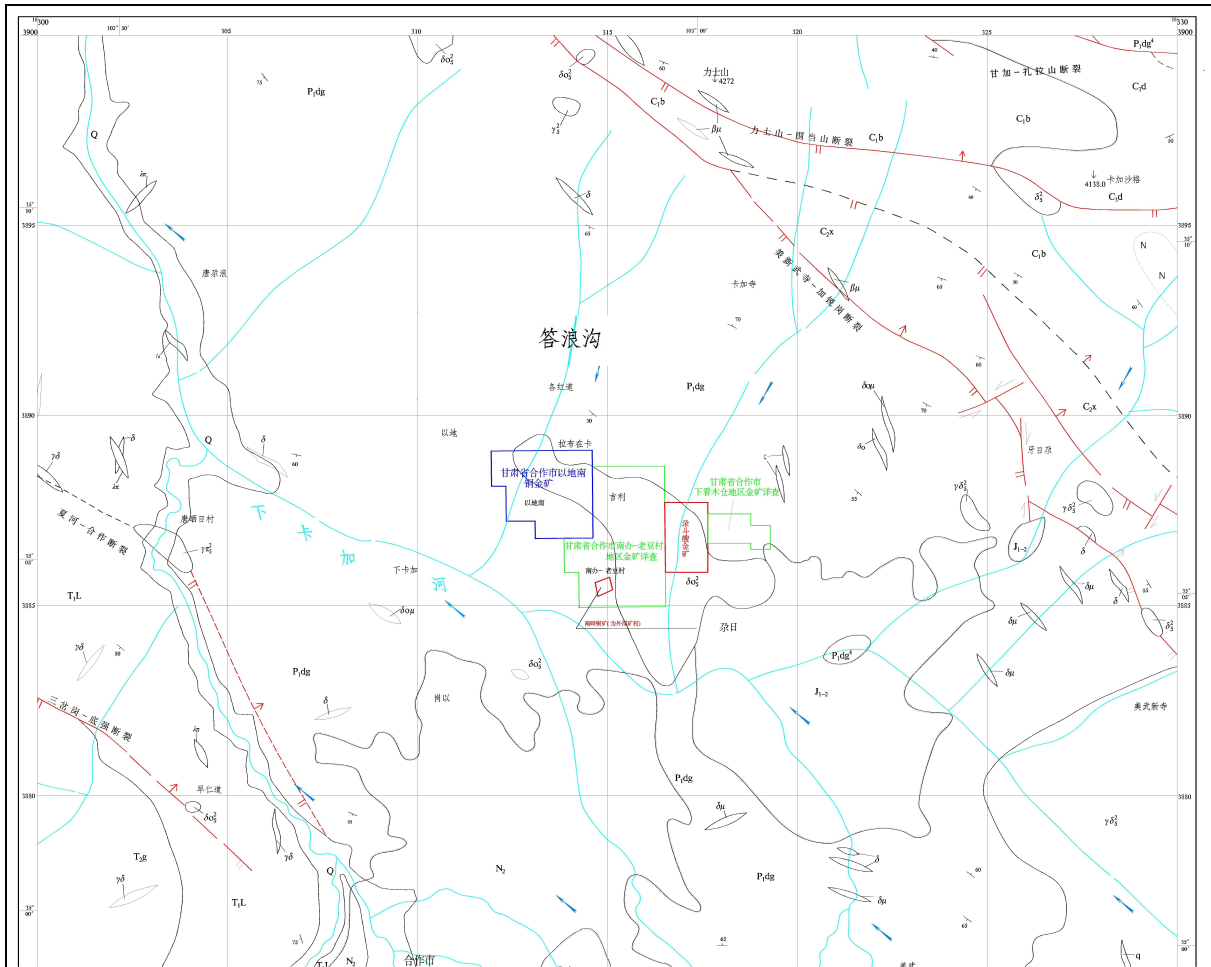


图 3-1 矿区及周边水系图

### 3.1.3 地形地貌

以地南矿区位于青藏高原东部边缘、秦岭山脉西北段的甘南高原区，为典型的高原中高山地貌（图 3-2），海拔标高一般在 2760~3422.4m。西部、南部地形切割强烈，局部形成悬崖陡壁，中部及东南侧带状分布狭长河谷，区内大部为高低起伏的山坡草原。山间“V”型冲沟发育，侵蚀切割强烈，沟相对深达 2~10m。地形总体北东及西北部山体险峻地势高，山脊近南北向贯穿矿区，山坡坡度  $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ；中部及东南部河谷狭长较平坦地势低，河谷宽约 10~50m，近北北东向平行状分布。矿区最大高差 577.4m，地形复杂程度属 V 类，矿区地形有利于大气降水的排泄。

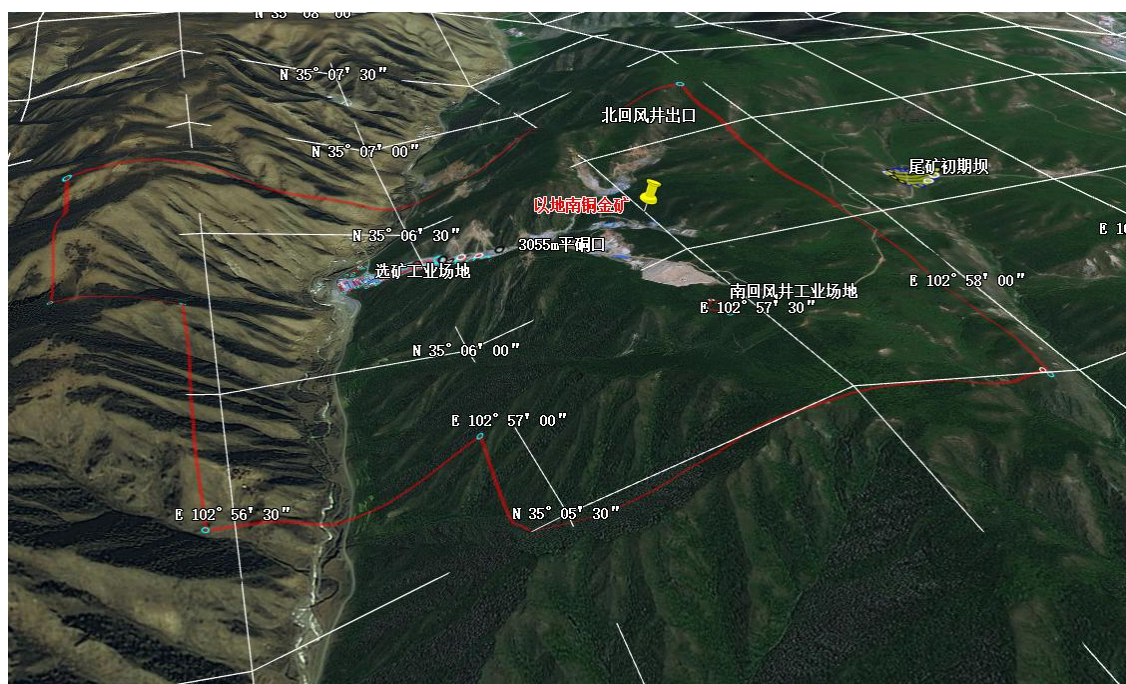


图 3-2 矿区地形地貌

### 3.1.4 植被

区内有 3 个植被类型：草甸、灌丛和草甸草原。草甸是本区面积较大的植被类型，分布于海拔 3140m~3800m。以蒿草、圆穗蓼为主，形成高山富草-矮富草-高草群丛。

灌丛分布海拔高度不等，有高山灌丛和河谷灌丛。高山灌丛以杜鹃属为建群植物形成杜鹃群丛；落叶阔叶灌丛以柳、沙棘、高山绣菊和窄叶鲜卑为主，构成山柳群丛-沙棘-高山绣菊群丛和鲜卑花丛。河谷灌丛沿河和溪谷分布，以金露梅、银露梅和种柳为主。形成金露梅群丛、银露梅群丛、柳灌丛等群丛。

草原是草甸草原，多分布在山的阳坡、半阳坡和林间空地，海拔 3000~4000m。以针茅属、离草为主，形成异针茅-高山凡草-线叶富草群丛。本区的草甸和草甸草原是优良的牧场。

矿区地处甘南牧区，属典型的草甸草原植被，以草本和小灌木为主，植物种类丰富，植被覆盖率在 80% 以上。



图 3-3 矿区植被

### 3.1.5 土壤

区内受高原、山地气候条件的作用，土壤多样化程度较高，而且随海拔高度的变化，土壤的类型呈规律性和垂直变化，可划分为亚高山草甸土、灰褐土、暗色草甸土三大类。

亚高山草甸土类分布面积大，向上与砾土或灰褐土相连。所处的气候带为高寒阴湿气候，土层厚度不等，成土母质为页岩的风化物。有深厚的腐殖质层，植被生长良好。灰褐土类分布面积不大。

据钻探资料，该区内地表面均浮有一层 0.5~0.7m 深的黑色土质并含大量水分的植物覆盖土，下一层是 0.3~2.3m 的砂砾粘土，含水最很大，第三层是厚 0.2~3.8m 的淤泥或砾石，以下各层砾石、微砂、砂质粘土比较复杂。



图 3-4 矿区土壤剖面

## 3.2 矿区地质环境背景

矿区处于华北板块与扬子板块两大板块碰撞带的北侧，即礼县-夏河逆冲推覆构造带的西南缘、力士山-新堡复式背斜及其南北两翼。区域构造形态复杂，地层强烈褶皱，断裂构造十分发育。其中，NW 向断裂对区内的地层、岩体、岩脉及矿床（点）分布，具有十分重要的控制作用。

### 3.2.1 地层岩性

矿区出露的地层主要有二叠系下统大关山群上部岩组（ $P_1dg$ ）、新近系上新统（ $N_2$ ）

及第四系(Q)。矿区中部为大面积的德乌鲁石英闪长岩体,北西、南东侧出露下二叠统大关山群上部岩组( $P_1dg$ )。矿区外围出露新近系上新统( $N_2$ )。矿区出露地层由老到新分述如下:

下二叠统大关山群上部岩组( $P_1dg$ ):分布在矿区北西、南东侧,主要为滨海-台缘斜坡-深海盆地相,岩石以碎屑岩为主,夹少量碳酸盐岩,另有呈透镜状的捕虏体出现于德乌鲁石英闪长岩体内接触带中。根据岩石组合,下二叠统大关山群上部岩组可划分为四个岩性段。

第一岩性段( $P_1dg^1$ ):岩性为含炭质板岩、泥质板岩夹浅变质砂岩及不纯灰岩条带,其中还夹有两层透镜状砾岩,沿层间裂隙有中酸性闪长玢岩脉贯入。而在破碎的中酸性闪长玢岩脉中常伴有Au矿化。厚度大于300m。

第二岩性段( $P_1dg^2$ ):岩性为含炭质板岩、泥质板岩夹少量浅变质砂岩、大理岩条带、透镜状砾岩、红柱石绢云母角岩,局部见闪长玢岩脉沿层间裂隙贯入,该岩性段为区内的主要含矿地层,底部以底砾岩与第一岩性段为界。厚度300~1200m。

第三岩性段( $P_1dg^3$ ):岩性为含炭质板岩、泥质板岩夹灰岩、砂岩、黑云母-白云母石英角岩。以夹较多的薄-中厚层灰岩及大理岩为特征。该岩性段底部以堆积底砾岩为界。厚度1356m。

第四岩性段( $P_1dg^4$ ):岩性为含炭质板岩、泥质板岩夹浅变质砂岩、黑云母-白云母石英角岩。厚度大于300m。

上述四个岩性段之间均为整合接触。总的来看,岩性自下而上表现出海进的地层层序。

第四系(Q):为腐殖层、黄土、残坡积物、冲积物等,广泛分布于区内山梁、坡、沟谷和河床中。局部残坡积层呈黄绿-黄褐色。厚度一般在3~10m。

### 3.2.2 地质构造

#### 3.2.2.1 构造

区内断裂及褶皱构造发育,并以断裂构造为主。

褶皱:矿区位于力士山-新堡复背斜的次级褶皱日加-上郎岗向斜的南西翼,总体为一单斜构造,岩层走向 $330^\circ \sim 315^\circ$ ,倾向NE,倾角 $50^\circ \sim 75^\circ$ 。次一级的含炭质板岩夹砂岩中的层间小褶曲极为发育,且多属柔性紧密褶曲,一般规模小,褶曲轴线展布

方向均为北西向。

断裂：矿区内断裂构造分为 NW 向层间断裂、近 SN 向断裂及羽状断裂三类。矿床中的矿体赋存于断裂构造形成的含矿破碎蚀变带中，即断裂构造与成矿关系密切。各类断裂构造特征简述如下。

NW 向层间断裂：基本顺层发育在二叠系下统大关山群上部岩组含砂质板岩、角岩、大理岩中，其与区域构造线一致，走向 NW-NWW，倾向 NE，倾角  $45^{\circ} \sim 70^{\circ}$ 。其中，主要有 2 条含矿破碎蚀变带  $F_8$ 、 $F_{12}$ ，均属 NW 向构造的低序次构造。

近 SN 向断裂：其与岩浆活动有关而分布在岩体内及内外接触带附近，为矿区内最重要的赋矿构造，其中共圈出 15 条含矿破碎蚀变带，均由破碎的石英闪长岩碎块和少量石英碎块、黑色断层泥组成，主要倾向 E，局部反倾向，倾角  $65^{\circ} \sim 88^{\circ}$ ，北部相对较缓  $58^{\circ} \sim 75^{\circ}$ ，局部受产状和裂隙影响，有些扭曲。近 SN 向断裂的  $F_3$ 、 $F_4$  两含矿破碎蚀变带中的 Au4-1、Au3-1 矿体为矿床中的主矿体，约占全区总金资源量的 89%。

羽状断裂：与区域构造线相配套的羽状断裂，常表现为晚期特征，只有当其与层间断裂和其它断裂相叠加时才具有找矿的意义，但延伸不长，一般规模较小。

F3 含矿破碎蚀变带：分布于矿区中部，沿走向长度 1600m，破碎蚀变带宽 5.0~13.0 m，走向  $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，倾向 SEE，倾角  $76^{\circ} \sim 81^{\circ}$ 。破碎带主要由次棱角状、棱角状的石英闪长岩碎块、含矿石英脉碎块，组成角砾，大小不等，一般 1~5cm，由岩粉及泥质物胶结，组成强度不大的半松散状角砾岩。具较明显的张性结构面特点。在破碎带的两侧或中部（位置不定），常见 1~2 条裂隙，宽 5~10cm，牛皮糖状黑色断层泥紧密充填其中，一般无矿化，裂隙面光滑平直，常见近水平擦痕，具明显的压扭性特点，属后期叠加构造成分。具强硅化、绢云母化，偶见黄铁矿细脉，金属矿物主要有细粒黄铁矿、毒砂。少量钴矿及坑道中见有块状辉锑矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿。赋存有 Au3-1、Au3-2 矿体。

F4 含矿破碎蚀变带：为该区主要控矿构造，位于 F3 含矿破碎蚀变带西侧，相距 150~200m，沿走向长度 1850m，断裂破碎带宽 4~25m，走向  $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，倾向 SEE，倾角  $78^{\circ} \sim 89^{\circ}$ ，多处局部近于直立，部分地段西倾，在深部 3000m 标高以下普遍向西反倾，倾角  $77^{\circ} \sim 88^{\circ}$ ，破碎带往深部延伸方向产状呈波状弯曲状。破碎带主要由次棱角状、棱角状的石英闪长岩碎块、北部为砂板岩碎块、含矿石英脉碎块组成角砾岩，大小不等，一般 1~6cm，由岩粉及泥质物胶结，组成强度不大的半松散状角砾，具明显的张性断层特点。在张性破碎带的两侧或中部（位置不定）常见 1~2 条裂隙，宽 5~10cm，牛皮糖状

黑色断层泥紧密充填其中，一般无矿化，裂隙面光滑平直，常见近水平擦痕，具明显的压扭性特点，属后期叠加构造成分。具强硅化、绢云母化、高岭土化，可见星散状、稠密浸染状、细脉状黄铁矿、毒砂，少数坑道及钻孔中见块状辉锑矿、方铅矿、闪锌矿、黄铜矿（图 3-2），脉石矿物有石英、绢云母等。F4 破碎蚀变带赋存有 Au4-1、Au4-2、Au4-3、Au4-4、Au4-5、Au4-6、Au4-7、Au4-8 等 8 个矿体。

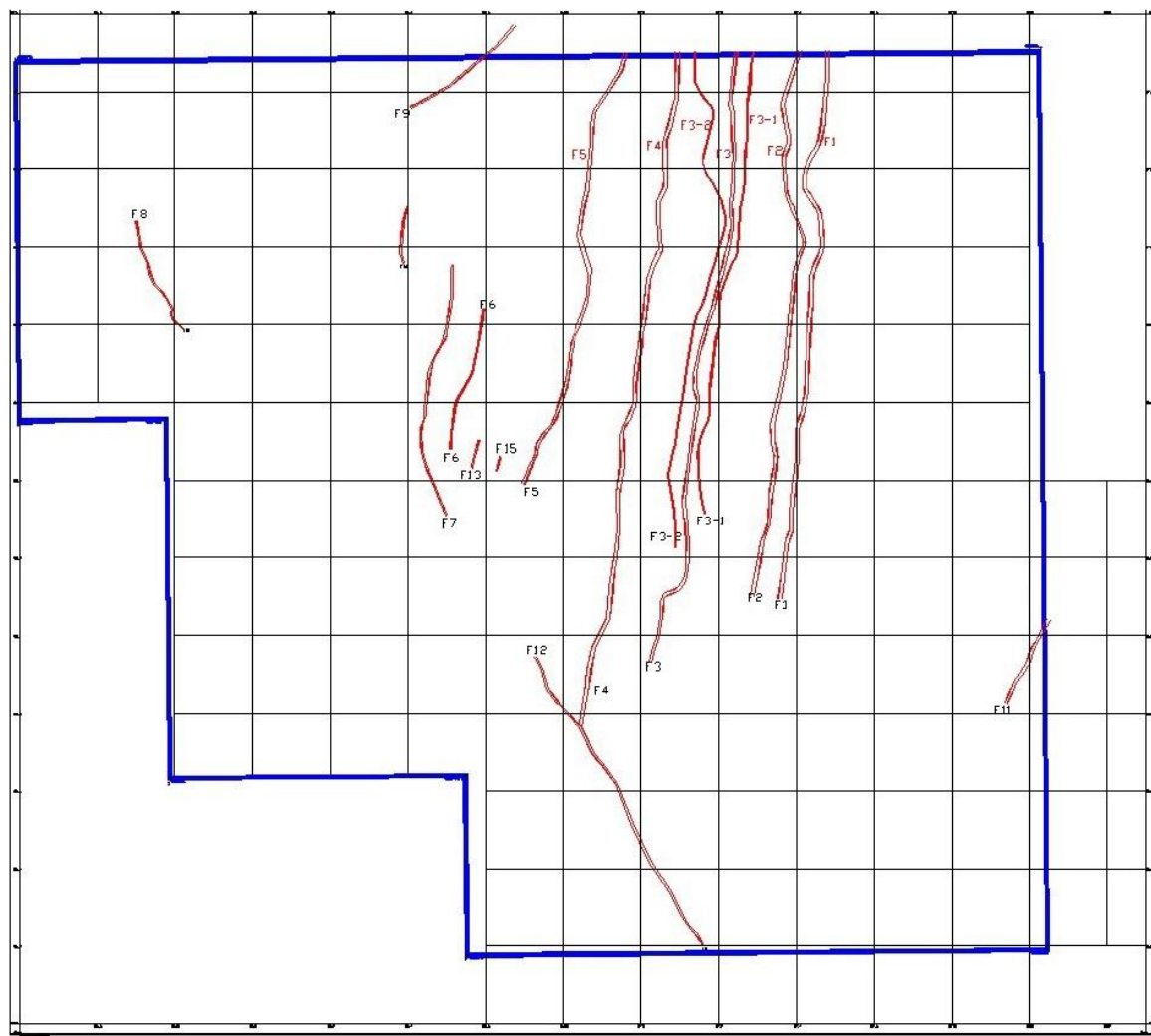


图 3-5 矿区断裂构造分布图

### 3.2.2.2 岩浆岩

侵入岩：区域内主要侵入体是德乌鲁石英闪长岩（ $\delta 0_5^2$ ）和其东部的录斗艘石英闪长斑岩，二者呈断层接触。德乌鲁岩体呈 NW-SE 向侵入二叠系下统大关山群和侏罗系杂日火山岩中，呈岩株状产出；录斗艘石英闪长斑岩为不规则小岩株。

区内德乌鲁岩体主要岩性为石英闪长岩，被第四系黄土大片覆盖，其呈 NW-SE 向穿过矿区中部，面积约  $4\text{km}^2$ 。岩体接触带的局部地段（如 3050m 中段 7 勘探线 F4 破碎带

接近岩体的接触带处)见有岩体侵入时的围岩(角岩)捕虏体、暗色矿物(角闪石)吸离体,自边缘到中心,岩体的相带分异不明显,岩体属中等剥蚀程度。矿区已发现的 17 条金矿化带,有 15 条属于该岩体及内接触带中的破碎蚀变带。

石英闪长岩:岩石呈灰白色,不等粒半自形粒状结构,块状构造。岩石中主要矿物成分为角闪石和中性斜长石,次要矿物为黑云母和石英,副矿物为不透明金属矿物(闪锌矿和黄铁矿),岩石中还含有后期充填的方解石脉。

脉岩:矿区内闪长玢岩脉及石英-方解石脉较发育,一般成群分布。岩脉多沿含炭质板岩、泥质板岩夹变质砂岩层间构造薄弱带贯入。

闪长玢岩脉:该脉岩呈岩墙或岩枝状贯入于岩体或围岩中,分布在岩体内的闪长玢岩脉,局部见黄铁矿化及金矿化,而分布在围岩中的闪长玢岩脉,常见铜矿化、黄铁矿化及金矿化,黄铜矿呈星点状分布。当闪长玢岩脉中出现黄铁矿化,且黄铁矿呈细粒或微粒状分布时,就能形成金矿体。该脉岩长 50~100m,最长达 200m;厚一般 1.0~2.0m,部分 3~4m,最宽达 6m。按其产状可分为 5 组: NNE / NW 或 SE  $\angle 65^{\circ} \sim 84^{\circ}$  ; NNW / NE  $\angle 52^{\circ} \sim 88^{\circ}$  ; S~N / E  $\angle 62^{\circ}$  ; NEE / SE  $\angle 55^{\circ}$  ; NWW / NE  $\angle 82^{\circ}$  。产状比较杂乱,但以 NNE、NNW 组为主, NWW、NEE 次之。

石英-方解石脉:一般沿裂隙贯入。石英脉最宽 10~20cm,一般数厘米或小于 1cm,呈微小细脉。方解石脉一般宽 5cm,一般多呈网脉状。沿断裂破碎带贯入的石英脉含有金属硫化物黄铁矿以及毒砂等,是区内重要的找矿标志。

### 3.2.2.3 地震

矿区大地构造处于祁吕弧形西翼褶皱带,力士山-新堡复背斜的次级褶皱日加-上浪岗褶皱的西南翼,夏河-合作断裂及美新武寺-加锐岗深大断裂带之间,各级断裂发育,构造活动较强,岩浆活动频繁,具备发生地震的环境条件。根据《中国地震动参数区划图》(GB18306-2015),项目区地震动峰值加速度为 0.15g,地震动反应谱特征周期为 0.40s,区域地震设防烈度为 VII 度第一组。

### 3.2.2.4 新构造运动

区内新构造运动较强,以区域性、断层差异性不均匀的间歇性构造隆起运动为主。矿区属典型的高原中高山地貌,海拔标高均在 2750m 以上,同时区域地处青藏高原与秦岭造山带地震带附近,新构造隆起强,因此矿区属较不稳定区,工程建设条件适宜但需要抗震设计。

### 3.2.3 水文地质

#### 3.2.3.1 矿区含水及隔水层特征

含水层特征：根据矿区地层岩性、构造及地下水埋藏条件、水理特征，将矿区地下水分为第四系松散堆积层类孔隙水、基岩裂隙水及构造裂隙水三大类型。

第四系松散堆积层类孔隙水：赋存于矿区第四系松散堆积层中，按成因、含水层分布及组成物质的不同可进一步划分为以下两类。

残坡积孔隙潜水含水层（I 1）：广泛分布于矿区坡麓之上的草地、旱地及凹地，由全新统残坡积粉质粘土、砂土夹岩石风化碎块及崩坡积碎石组成，残积物与坡积物之间无明显界线。钻孔揭露表现为岩石风化碎块与粘性土的混和物，结构松散，较干燥，无分选性，孔隙发育，区内分布不均匀，富水性弱，透水性弱-中等。该层以地下水位为界，以上部分属于透水而不含水层。地下水位埋深自山梁向坡脚由深渐浅，随季节动态变化大。

冲洪积孔隙潜水含水层（I 2）：主要分布于河流两岸及冲沟中，河床及冲沟一般宽2~50m，由黄褐色冲洪积砂砾、卵石、漂石及砂泥质物组成，该层厚度为1~20m，水位埋深为0.25~3m，透水性好。根据调查，单井涌水量1.18~10L/s，富水性中等~强。主要接受地表水、大气降水及基岩裂隙水的补给，自两侧向河流及沟底迳流。

基岩裂隙水含水层：分为浅变质岩类裂隙含水层（II 1）和岩浆岩类裂隙含水层（II 2）两类。

浅变质岩类裂隙含水层（II 1）：含水岩组为二叠系下统大山关群（ $P_1dg$ ）含炭板岩、泥质板岩及浅变质砂岩等。该层裂隙发育程度由浅至深渐弱，含水性亦随之变差。该含水层富水性极不均匀，呈带状或脉状。地下水位埋深自山梁向坡脚由深渐浅，据调查，泉水流量0.3~1.5L/s。根据本次勘探抽水试验资料，钻孔平均单位涌水量为0.0034L/s.m，平均渗透系数为0.0144m/d，富水性微弱。

岩浆岩类裂隙含水层（II 2）：含水层岩性为侵入的燕山期岩体及少量脉岩，间接构成矿体主要的顶、底板围岩。地下水主要赋存于基岩构造裂隙和风化裂隙中。该层浅部以风化裂隙为主，含风化裂隙潜水，深部以构造裂隙为主，含基岩构造裂隙水。该含水层在浅部表现为潜水，深部则承压，受裂隙发育程度、裂隙性质、规模及充填情况影响显著，呈带状，含水通道连通性不好，水力联系差，富水性不均匀。地下水位普遍较

大，埋深自山梁向坡脚由深渐浅。据调查，泉水流量为 0.35L/s。根据本次勘探抽水试验，含水层钻孔平均单位涌水量为 0.0016 L/s.m，平均渗透系数为 0.0092m/d，富水性微弱。

构造裂隙水含水层：矿区内小断裂构造发育，矿床地下水主要受断裂构造控制，虽然部分围岩的含水性弱～极弱，甚至不含水，但在横向和斜交断裂发育地带，形成脉状含水带。含水构造破碎带厚 0.71～158.84m，平均厚 12.97m。经抽水试验得知：构造裂隙含水带其钻孔平均单位涌水量为 0.0016～0.0034L/s.m，平均渗透系数为 0.0092～0.0174 m/d，富水性微弱，试验表明矿区内构造裂隙水基本与河水无水力联系。根据现有资料分析，矿区断层破碎带本身富水性微弱，导水性质差或基本不导水，可视为阻水构造，而断层破碎带及其两侧的次生裂隙发育，含构造裂隙水，但水量有限。

隔水层特征：矿区内无固定的稳定隔水层，裂隙不甚发育、岩体结构完整的块状石英闪长岩体及层状板岩、变质砂岩岩体均可视为相对隔水层。

### 3.2.3.2 地下水的补给、迳流、排泄条件

矿区地下水主要接受大气降水及冰雪消融水通过地表岩石风化裂隙、构造裂隙等途径入渗补给。矿区地下水迳流方向一般指向沟谷，矿区地下水的水力坡度值较大，强风化带裂隙水的渗透性能弱，地下水迳流缓慢，其迳流量、补给量、排泄量三值相等。矿区地下水流向以水系沟底为界可分为上下两个部分，沟底以上段为潜层地下水，沟底以下为深层地下水。潜层地下水受局部地形、风化裂隙带下限界面、地下分水岭控制，地下水以地下分水岭鼓丘顶点为界向两侧迳流，以泉水及垂直蒸发的形式排泄，仅有部分地下水向更深处以侧向补给的形式向下游排泄。深层地下水由东北向西南缓慢运移，最终排泄于大夏河。

### 3.2.3.3 矿床充水因素

矿床充水因素主要为基岩构造裂隙水、大气降水及巷道穿过的各含水层间裂隙水的入渗补给。其中，基岩构造裂隙水与矿体直接接触，是矿床直接充水因素；基岩层间裂隙水则通过断裂构造及采矿井巷对矿床充水，为矿床间接充水因素。根据目前资料，矿区断层破碎带多含（导）水性质弱，但其沟通的弱富水的基岩裂隙含水层可能经断裂入渗补给矿层地下水，尤其在切割河沟部位，地表水沿断裂向下入渗补给含水岩组，而后进入矿坑，故地表水也成为矿床充水因素之一。总体来看，构造断裂破碎带为矿床充水的主要通道及途径。

### 3.2.3.5 矿坑涌水量预测

地质勘探阶段，对 3130m 中段矿坑涌水量进行了长期动态观测（2014.7-2016.12），正常涌水量  $116\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量  $334\text{m}^3/\text{d}$ ，观测数据可靠性较强。开发方案中采用水文地质比拟法对 2360m 中段以上矿坑涌水量进行预测。矿山开采矿坑涌水主要由移动带内降雨下渗水、构造裂隙水构成。预测 2360m 中段以上矿坑正常涌水量为  $578\text{m}^3/\text{d}$ ，2360m 中段以上矿坑最大涌水量为  $1670\text{m}^3/\text{d}$ ，涌水量估算详细结果见表 3-2。

表 3-2 矿坑涌水量估算表

| 估算范围         | 正常涌水量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ ) | 最大涌水量 ( $\text{m}^3/\text{d}$ ) |
|--------------|---------------------------------|---------------------------------|
| 3010m 以上小计   | 119                             | 344                             |
| 3010-2860    | 133                             | 383                             |
| 2860-2760    | 85                              | 244                             |
| 2760-2660    | 81                              | 233                             |
| 2660-2510    | 112                             | 322                             |
| 2510-2360    | 50                              | 143                             |
| 2360-3010 小计 | 459                             | 1326                            |
| 合计           | 578                             | 1670                            |

### 3.2.3.6 水文地质条件评价

矿区勘探控制的主要矿体多位于当地最低侵蚀基准面之上，未来矿山采用地下开采方式，矿体距地表水体有一定距离。

矿床主要充水含水层及围岩富水性弱，主要断裂构造发育但含、导水性弱，含、导水通道不通畅。

矿区第四系及风化层覆盖广泛但含水贫乏，地形地貌条件有利于大气降水迳流排泄，地表水系虽发育，但与矿区主要含水层水力联系差。

矿区由北、东、南三面分水岭和答浪沟河组成的、相对独立的水文地质系统中，各主要充水含水层间水力联系差，主要补给通道不通畅，矿区补给条件较差，水文地质边界条件简单，预测的矿坑涌水量小。

总体评价，矿区是以弱富水的构造裂隙含水带及大气降水为主要来源，矿层（体）直接充水的裂隙充水型矿床，矿床水文地质条件属简单类型。

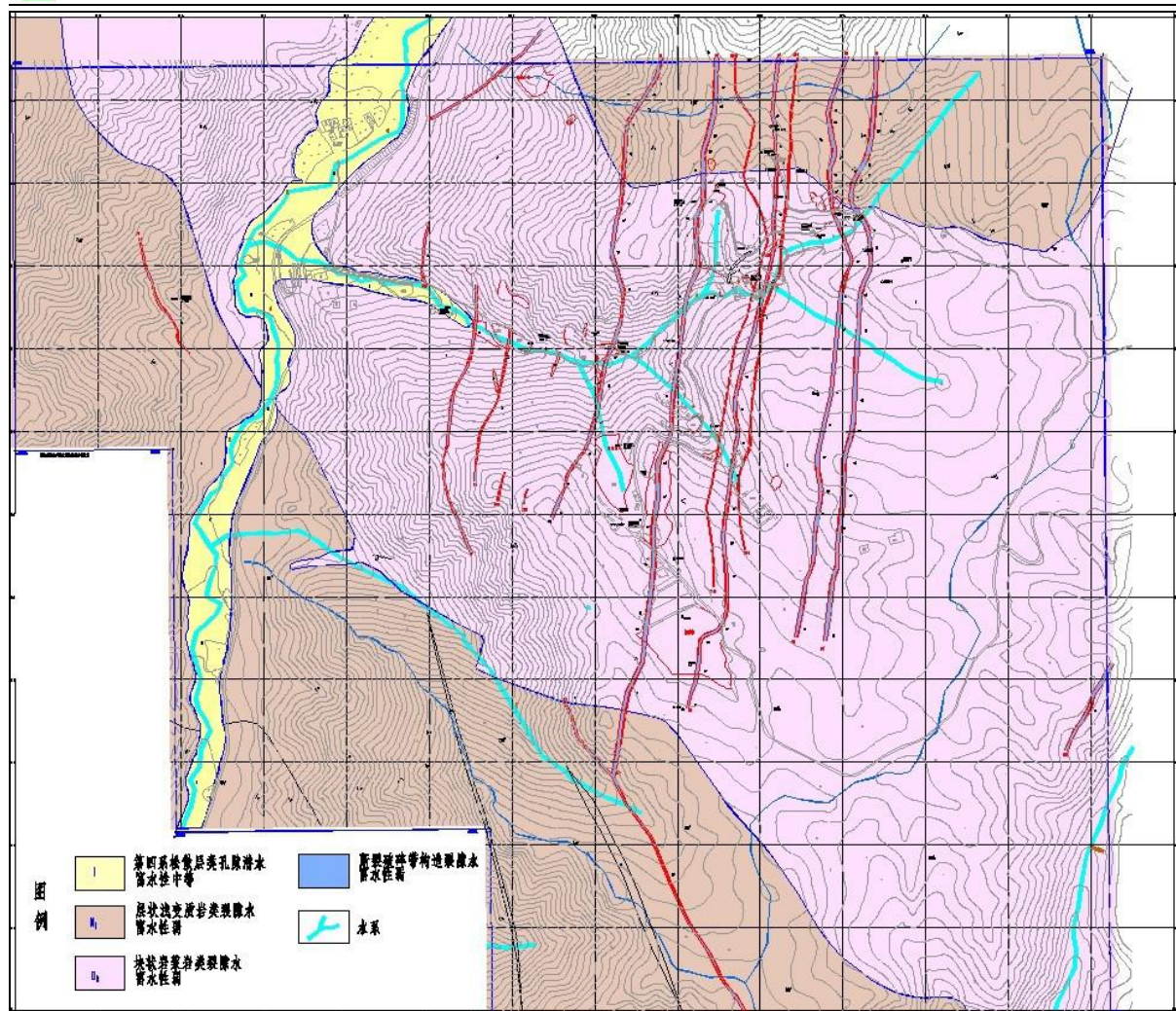


图 3-6 现状水文地质平面图

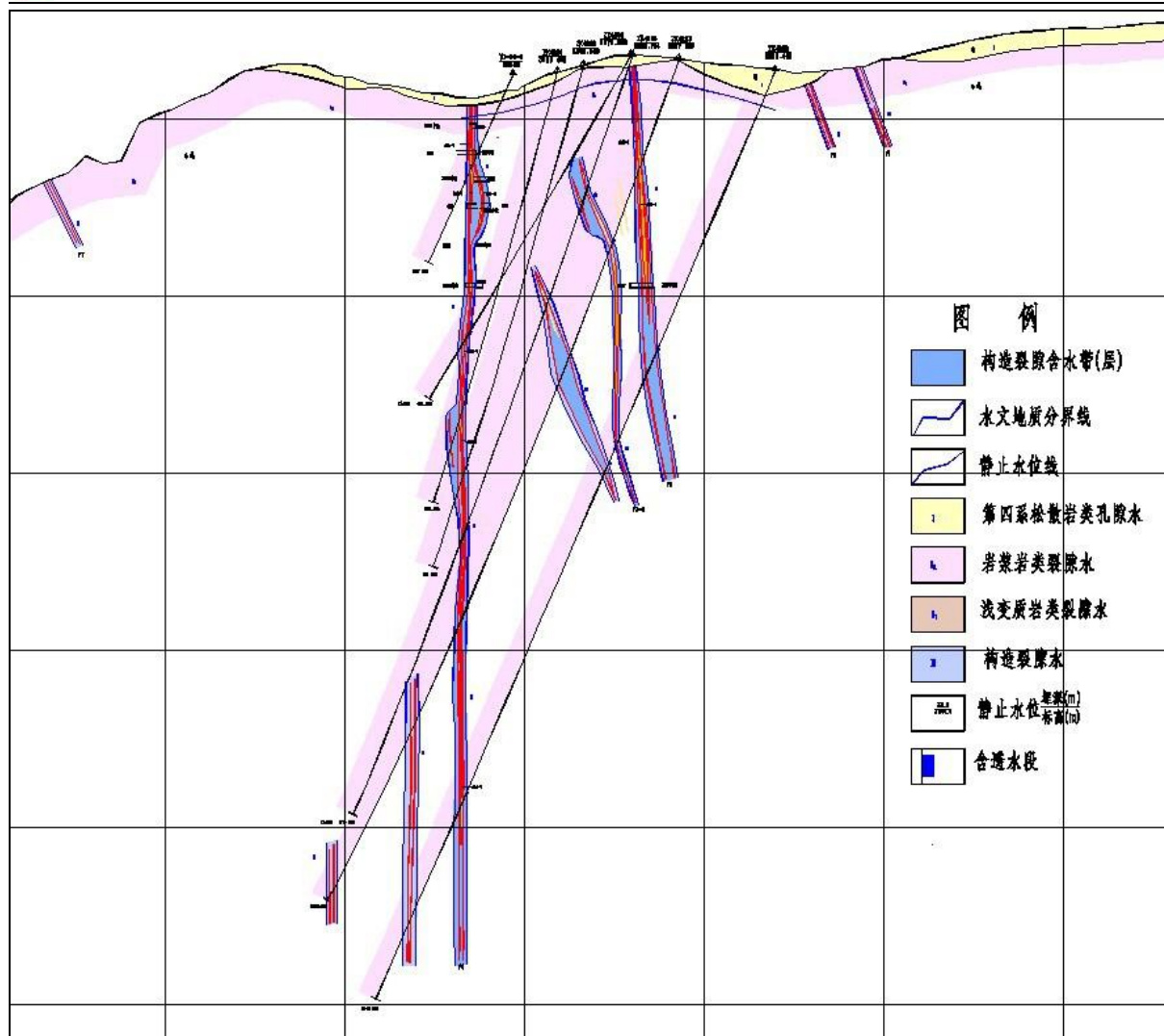


图 3-7 现状水文地质剖面图

### 3.2.4 工程地质

矿区地层主要由二叠系下统大山关群组地层及燕山期侵入岩组成。前者岩性为含炭板岩、泥质板岩夹浅变质砂岩及少量灰岩、大理岩条带、石英角岩；后者岩性为石英闪长岩、闪长玢岩。

根据岩石组合、岩石工程力学强度、成因类型、结构面的分布及岩体变形破坏特征将矿区工程地质岩（土）组分为散体结构新近沉积松散软弱土体、层状结构软弱-半坚硬浅变质岩类岩组、块状结构半坚硬-坚硬岩浆岩类岩组及碎裂结构软弱-半坚硬构造破碎带岩组。

#### 3.2.4.1 散体结构新近沉积松散软弱土体

矿区内按成因、物质组分可简单分为两类。

以卵石、漂石及砂砾土为主的冲洪积松散土体：该层主要分布于河流两岸及冲沟中，

多呈带状，河谷及冲沟一般宽2~50m，由冲洪积砂砾、卵石、漂石及砂泥质物组成。厚度0.5~20m，沟谷与河谷规模越大，则堆积厚度越大，最厚可达20m。一般卵漂石占60%~70%，砾石占20%~25%，砂占5%~10%。砂砾土工程地质性质较差，为松散结构的土体。

以含碎石的粉土、粉质粘土及砂土为主的残坡积、崩积松散土体：该层为第四系残坡积及崩积松散堆积物，上部含腐植质，广泛分布于区内山梁、坡麓及沟谷中。由残坡积粉质粘土、砂土夹岩石风化碎块及崩坡积碎石组成。厚度0.58~29.97m，平均厚度10.32m。一般山脊及陡坡堆积厚度较小（0.3~5 m），缓坡及沟谷堆积厚度稍大（3~30m）。粉土与粉质粘土工程地质性质差，未胶结，易垮塌，为单层结构的松散软弱土体。

#### 3.2.4.2 层状结构软弱-半坚硬浅变质岩组

该岩组广泛分布于矿区东北和东南部两侧，由二叠系含炭板岩、泥质板岩及浅变质砂岩，夹少量灰岩、大理岩条带和云英岩等组成；岩石地表风化强烈，裂隙由浅入深发育渐弱，深部多完整，但局部层间及构造破碎带两侧不规则裂隙发育。

该岩组以似层状~薄层状结构为主，结构体多为组合板状体，主要受Ⅲ、Ⅳ级结构面控制和影响，以Ⅳ级结构面的板理（片理）最为发育，板理与层理产状相同，层理在不同程度上受片理的改造和破坏，使层理面起伏不平；岩组Ⅲ级结构面表现为原生的软弱夹层与小型的层间错动及褶曲构造。岩石物理力学性质参数表明该岩组属软弱~半坚硬岩类，软化性较强，岩石RQD平均值为79.26%，岩石质量劣~极好，岩体多较完整，部分破碎。作为北部矿体顶、底板围岩，其岩体质量中等~良，岩体较稳固，坑道一般不需支护。

#### 3.2.4.3 块状结构半坚硬~坚硬岩浆岩类岩组

该岩组大面积分布于矿区中部地带，由石英闪长岩、闪长玢岩及少量脉岩等岩浆岩组成，块状构造，为侵入的燕山期岩体。该岩组以块状一整体块状结构为主，结构体形态多为长方体、立方体、菱形块体。主要受Ⅳ、Ⅴ级结构面控制和影响，以Ⅳ级结构面的节理裂隙最为发育，表现为原生的硬脆面遭构造应力作用的层间错动。结构面结合力较弱，属次生结构面，结构面间距0.3~1m，有的大于1m。岩石物理力学性质参数表明该岩组属坚硬岩类，吸水率及含水率较小，软化性相对弱，不易风化，岩石RQD平均值为82.48%，岩石质量好，岩体大部较完整致密，少量破碎。作为区内大部分矿体顶、底

板直接或间接围岩，稳固性一般较好。

#### 3.2.4.4 碎裂结构软弱～半坚硬构造破碎带类岩组

该岩组主要由 $F_3$ 、 $F_4$ 、 $F_5$ 等SN向断裂和NW向断裂 $F_8$ 、 $F_{12}$ 及其两侧构造影响的蚀变破碎带组成，多为压-压扭性应力作用形成，破碎带及构造影响带宽度一般1.8～35m。带内由石英闪长岩碎块，北部为砂质板岩碎块、石英脉碎块组成的角砾岩，由同质岩粉及泥质物胶结而成。断裂构造与成矿关系较密切，蚀变强烈，破碎带既是赋矿层也是直接或间接顶、底板围岩。

该岩组破碎带内以碎裂—碎裂散体结构为主，岩体结构面发育(构造及裂隙)，结构面结合力较弱，属次生IV、V级结构面，结构面间距0.1～0.4m，有的小于0.1m。弱风化带以上RQD值在0～20%之间；按岩石强度分类属软弱～半坚硬岩类，遇水易软化。该岩组多软弱破碎，特别是金矿体赋存部位呈半松散状、牛皮糖状断层泥多、蚀变软化强，其岩石RQD为0～93.33%，平均49.97%，岩石极劣～好。据坑道揭露显示含矿带部位均软弱、松散碎渣状，遇水易软化，稳固性差，但部分无矿部位岩体质量尚好。巷道掘进中遇该到岩层的地段时易发生垮塌、掉块、冒顶等不良工程地质问题，需对其进行支护。

综上所述，矿体围岩及间接顶、底板围岩大多为岩浆岩类，岩体质量良，稳固性好；部分为砂岩、板岩类，层状构造，岩体质量中等，岩体较稳固。但局部近矿围岩发育有构造裂隙带，岩体质量差，稳固性差，易出现垮塌、掉块等工程地质问题；矿床次级断裂构造蚀变破碎带发育，且是矿区金矿体主要赋存空间，为矿层直接顶、底板，多数含矿蚀变破碎带为区内的软弱层(带)，岩体稳固性差，未来坑道遇该层易发生垮塌、掉块、冒顶等不良工程地质问题；矿区岩石风化作用强烈，强风化层较厚(一般大于10m)，岩石软弱，岩体稳固性差，对边坡稳定不利，未来开采及矿山建设过程易发生崩塌和小型滑坡等工程地质问题。

主要矿岩物理力学参数如下：

硬度系数(f值)：矿石 8-10；石英闪长岩 8-10，角砾岩 4-6，板岩 4-6；

矿石体重：石英闪长岩型金矿石  $2.80\text{t/m}^3$ ，板岩型金矿石  $2.75\text{t/m}^3$ ，

围岩体重：石英闪长岩  $2.67\text{t/m}^3$ ，角砾岩  $2.57\text{t/m}^3$ ，板岩  $2.72\text{t/m}^3$

松散系数：1.66

自然安息角： $38^\circ$

综上所述，矿区地层变化不大，但地质构造发育，矿体围岩岩性较简单，岩体总体风化程度中等；局部软弱夹层、局部岩石节理、裂隙发育及构造破碎带影响矿岩的稳固性，局部地段易发生矿山工程地质问题。矿床岩石以块状岩类为主，一般较稳固，但在断裂破碎蚀变带附近，矿岩稳固性较差，需采取支护措施。矿区工程地质属中等复杂程度。

### 3.2.5 矿床地质特征

矿床成因类型属中低温热液型金矿床。矿床中矿体均赋存于断裂构造形成的含矿破碎蚀变带中，且受破碎蚀变带控制。矿区内的金矿体按赋矿岩性等划分为石英闪长岩型金矿体、板岩型金矿体、铜金矿体三种，其中石英闪长岩型金矿体所占矿床中矿体条数最多、资源量占比最大。地质勘查工作中在 11 条断裂含矿破碎蚀变带中共圈出 48 条矿体，其中，45 条石英闪长岩型金矿体、2 条板岩型金矿体、1 条铜金矿体。

矿区石英闪长岩型原生矿的 Au 矿石量约占全区总矿石量的 97.36%，Au 金属量约占全区总金属量的 97.26%，铜金矿、板岩型金矿和氧化矿资源量很少。主矿体 Au4-1 和 Au3-1 矿石类型属于石英闪长岩型金矿，二者的原生矿石量占全区总矿石量的 90.13%，Au 金属量约占全区总金属量的 87.87%，（其中 Au4-1 原生 Au 矿石量占全区总矿石量的 63.99%，Au 金属量约占全区总金属量的 61.54%；Au3-1 矿体原生 Au 矿石量占全区总矿石量的 26.14%，Au 金属量约占全区总金属量的 26.33%）。其余矿体规模较小。地质勘探工作中圈算的氧化矿在 Au4-1 和 Au3-1 两条矿体的浅部；共生铜金矿石仅分布于 Au(Cu)1-1 矿体中；板岩型金矿体编号为 Au8、Au12。

地质勘探报告按品级将金矿体划分为工业矿体和低品位矿体，其中：工业矿体 34 条，矿石量占全区金矿石量的 93.48%，Au 金属量占全区总 Au 金属量的 96.30%；低品位 14 条，矿石量占全区总矿石量的 6.52%，Au 金属量占全区总 Au 金属量的 3.7%。

矿床中各主矿体特征分述如下。

Au4-1 矿体：为矿区主要矿体，呈板状赋存于  $F_4$  破碎蚀变带中，分布于南起 58 线以南，北止 15 线以北的范围内。地表有 40TC2、OTC1、BT03 等 9 个探槽和剥土工程控制，南北控制长度为 1610m；深部有 3220m、3190m、3160m、3130m、3110m、3100m、3055m 和 3010m 等 8 个中段坑道控制，控制长度 1650m，深部有 48 个钻孔控制，控制最低标高 2340m，最大垂深 945m。矿体呈波状弯曲，走向  $5^\circ \sim 10^\circ$ ，总体走向  $7^\circ$ ，倾向以 SEE 为主，矿体呈波状弯

曲，局部直立甚至反倾，倾角  $77^{\circ} \sim 89^{\circ}$ ，矿体形态为略呈“S”形产出的板状。矿体厚度  $0.42 \sim 12.76\text{m}$ ，平均  $2.32\text{m}$ ，厚度变化系数  $45.50\%$ ，属厚度变化较稳定型矿体。矿体金品位  $1.13 \times 10^{-6} \sim 19.72 \times 10^{-6}$ ，平均  $3.19 \times 10^{-6}$ ，品位变化系数  $82.14\%$ ，属有用组份分布较均匀型矿体，即矿体沿走向及倾向厚度、品位变化均稳定。该矿体探明+控制+推断资源量类型资源量：矿石量  $559.75 \times 10^4\text{t}$ ，Au 金属量  $17878\text{kg}$ 。矿石量占总矿石量的  $65.02\%$ ，Au 金属量占总 Au 金属量的  $62.58\%$ 。

Au3-1 金矿体：产于  $F_3$  破碎蚀变带中，为矿区第二大矿体，呈板状，大型规模，分布于 58 线至 15 线，地表有 4 个探槽工程控制；浅部有 3205m、3155m、3110m、3055m、和 3010m 5 个中段坑道控制，深部有 23 个钻孔控制，控制矿体走向长  $1575\text{m}$ ，最低标高  $2855\text{m}$ ，最大斜深  $459\text{m}$ 。矿体沿走向呈波状弯曲，走向  $5^{\circ} \sim 10^{\circ}$ ，倾向 SEE，倾角  $75^{\circ} \sim 85^{\circ}$ ，局部近乎直立，矿体沿倾向亦呈波状弯曲，矿体形态为似板状。从 Au3-1 矿体垂直纵投影图看，在  $3000\text{m}$  高程以下的深部，由于钻探工程达不到勘查网度要求，矿体呈不连续、品位呈降低趋势。Au3-1 金矿体厚度  $0.39 \sim 9.80\text{m}$ ，平均  $2.34\text{m}$ ，厚度变化系数  $55.46\%$ ，属厚度变化稳定型矿体。金品位  $1.16 \times 10^{-6} \sim 8.28 \times 10^{-6}$ ，平均  $3.34 \times 10^{-6}$ ，品位变化系数  $123.15\%$ ，属有用组份分布较均匀型矿体。即矿体沿走向及倾向厚度、品位变化均稳定。该矿体探明+控制+推断资源量类型资源量：矿石量  $228.25 \times 10^4\text{t}$ ，Au 金属量  $7651\text{kg}$ 。矿石量占总矿石量的  $26.51\%$ ，Au 金属量占总 Au 金属量的  $26.78\%$ 。

矿床各主要矿体及次要矿体特征见下表 3-3。

表 3-3

矿床各主要矿体及次要矿体特征一览表

| 矿体<br>编号 | 赋矿<br>断裂<br>编号 | 赋存<br>标高<br>(m) | 矿体规模      |                 |        | 矿体<br>形态 | 矿体产状 (度) |         |       | 厚度<br>区间<br>(m) | 平均<br>厚度<br>(m) | 厚度变<br>化系数<br>(%) | Au 品位区间<br>(10 <sup>-6</sup> ) | Au 平均品<br>位 (10 <sup>-6</sup> ) | 品位变<br>化系数<br>(%) | 矿石量<br>(t) | Au 金属<br>量 (kg) | 备 注           |
|----------|----------------|-----------------|-----------|-----------------|--------|----------|----------|---------|-------|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------|-----------------|---------------|
|          |                |                 | 长度<br>(m) | 最大<br>斜深<br>(m) | 类<br>型 |          | 走向       | 倾向      | 倾角    |                 |                 |                   |                                |                                 |                   |            |                 |               |
| Au4-1    | F4             | 2340-3285       | 1610      | 850             | 大      | 板状       | 5-10     | SEE-NWW | 77-89 | 0.42-12.76      | 2.32            | 45.50             | 1.13-19.72                     | 3.27                            | 82.14             | 5597471    | 17878           | 石英闪长岩<br>型金矿体 |
| Au4-5    | F4             | 2800-2835       | 38        | 35              | 小      | 透镜体      | 7        | NWW     | 83    | 0.82            | 0.82            |                   | 3.48                           | 3.48                            |                   | 1626       | 6               |               |
| Au4-6    | F4             | 2065-2105       | 40        | 40              | 小      | 透镜体      | 8        | SEE     | 83    | 4.74            | 4.74            |                   | 3.07                           | 3.07                            | 46.99             | 10737      | 33              |               |
| Au4-2    | F4             | 3090-3150       | 380       | 62              | 中      | 脉状       | 5-10     | SEE     | 80-82 | 0.88-3.89       | 2.29            | 42.69             | 2.06-13.08                     | 4.19                            | 58.40             | 118006     | 493             |               |
| Au4-7    | F4             | 2840-2860       | 20        | 21              | 小      | 透镜体      | 7        | SEE     | 75    | 1.33            | 1.33            |                   | 5.52                           | 5.52                            | 69.29             | 771        | 4               |               |
| Au4-4    | F4             | 3090-3140       | 220       | 53              | 中      | 脉状       | 5-10     | SEE     | 70-72 | 0.78-3.35       | 1.65            | 54.15             | 2.78-16.96                     | 5.79                            | 76.39             | 28441      | 165             |               |
| Au3-1    | F3             | 2855-3310       | 1575      | 459             | 大      | 板状       | 5-10     | SEE     | 75-85 | 0.39-9.80       | 2.34            | 55.46             | 1.16-8.28                      | 3.32                            | 123.15            | 2282452    | 7651            |               |
| Au3-2    | F3             | 2570-2608       | 40        | 41              | 小      | 透镜体      | 7        | SEE     | 80    | 0.95            | 0.95            |                   | 11.08                          | 11.08                           | 95.55             | 2160       | 24              |               |
| AuCu1-1  | F1             | 3190-3260       | 170       | 74              | 小      | 不规则      | 5-10     | SEE     | 72-80 | 0.65-3.09       | 1.69            | 39.58             | 4.22-44.33                     | 13.91                           | 105.86            | 19469      | 42              | 铜金<br>矿体      |
| Au1-2    | F1             | 3185-3210       | 18        | 21              | 小      | 透镜体      | 6        | SEE     | 70    | 2.05            | 2.05            |                   | 7.19                           | 7.19                            | 59.08             | 1264       | 9               | 石英闪长岩<br>型金矿体 |
| Au2-1    | F2             | 3088-3268       | 270       | 186             | 中      | 不规则      | 5-10     | SEE     | 75    | 0.65-8.33       | 2.58            | 78.73             | 1.25-12.53                     | 4.21                            | 71.49             | 157811     | 665             |               |
| Au2-2    | F2             | 3030-3120       | 220       | 96              | 中      | 不规则      | 5-10     | SEE     | 70    | 0.48-2.68       | 1.58            | 43.84             | 2.85-6.14                      | 3.68                            | 69.53             | 35112      | 126             |               |
| Au2-3    | F2             | 3138-3158       | 17        | 21              | 小      | 透镜体      | 8        | SEE     | 70    | 1.11            | 1.11            |                   | 4.11                           | 4.11                            |                   | 634        | 3               |               |
| Au3-1-1  | F3-1           | 3100-3150       | 170       | 50              | 小      | 扁豆体      | 5-8      | SEE     | 82    | 1.14-1.84       | 1.50            | 23.33             | 1.01-20.98                     | 6.20                            | 134.54            | 13667      | 85              |               |
| Au3-1-2  | F3-1           | 3170-3205       | 20        | 28              | 小      | 扁豆体      | 7        | SEE     | 82    | 1.46-6.54       | 3.60            | 73.02             | 2.84-3.52                      | 3.31                            | 58.81             | 5606       | 19              |               |
| Au3-1-3  | F3-1           | 3220-3236       | 20        | 16              | 小      | 透镜体      | 9        | SEE     | 82    | 0.54-0.88       | 0.71            | 33.86             | 4.92-5.67                      | 5.38                            | 86.14             | 325        | 2               |               |
| Au3-1-5  | F3-1           | 3016-3036       | 20        | 20              | 小      | 透镜体      | 6        | SEE     | 82    | 4.84            | 4.84            |                   | 4.02                           | 4.02                            | 90.93             | 2735       | 11              |               |
| Au3-2-1  | F3-2           | 3060-3122       | 123       | 65              | 小      | 扁豆体      | 6-9      | NWW     | 73    | 0.71-3.89       | 1.64            | 71.13             | 1.82-3.51                      | 2.89                            | 66.39             | 14984      | 43              |               |
| Au3-2-2  | F3-2           | 3122-3142       | 91        | 21              | 小      | 扁豆体      | 5-8      | SEE     | 75    | 0.53-0.80       | 0.67            | 28.71             | 1.88-4.42                      | 2.89                            | 57.02             | 1759       | 5               |               |
| Au3-2-3  | F3-2           | 3137-3178       | 20        | 43              | 小      | 扁豆体      | 5-8      | SEE     | 73    | 0.88-3.03       | 2.29            | 53.39             | 1.91-7.33                      | 3.54                            | 79.68             | 3997       | 14              |               |

| 矿体<br>编号 | 赋矿<br>断裂<br>编号 | 赋存<br>标高<br>(m) | 矿体规模      |                 |        | 矿体<br>形态 | 矿体产状 (度) |       |    | 厚度<br>区间<br>(m) | 平均<br>厚度<br>(m) | 厚度变<br>化系数<br>(%) | Au 品位区间<br>(10 <sup>-6</sup> ) | Au 平均品<br>位 (10 <sup>-6</sup> ) | 品位变<br>化系数<br>(%) | 矿石量<br>(t) | Au 金属<br>量 (kg) | 备 注           |
|----------|----------------|-----------------|-----------|-----------------|--------|----------|----------|-------|----|-----------------|-----------------|-------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------|------------|-----------------|---------------|
|          |                |                 | 长度<br>(m) | 最大<br>斜深<br>(m) | 类<br>型 |          | 走向       | 倾向    | 倾角 |                 |                 |                   |                                |                                 |                   |            |                 |               |
| Au3-2-4  | F3-2           | 2710-2730       | 20        | 21              | 小      | 透镜体      | 8        | SEE   | 75 | 1.27            | 1.27            |                   | 5.01                           | 5.01                            | 114.47            | 735        | 4               |               |
| Au3-2-5  | F3-2           | 2970-3064       | 20        | 95              | 小      | 扁豆体      | 6        | NWW   | 75 | 0.64-4.18       | 2.41            | 103.87            | 2.70-3.43                      | 2.80                            | 17.90             | 6674       | 19              |               |
| Au3-2-7  | F3-2           | 3092-3181       | 60        | 93              | 小      | 扁豆体      | 7-9      | SEE   | 75 | 1.17-12.27      | 6.72            | 116.80            | 3.75-4.38                      | 4.33                            | 59.92             | 25041      | 108             |               |
| Au3-2-8  | F3-2           | 3045-3094       | 22        | 50              | 小      | 扁豆体      | 7-9      | SEE   | 73 | 1.25-5.92       | 3.59            | 92.11             | 1.44-5.37                      | 4.68                            | 70.03             | 8193       | 38              |               |
| Au3-2-9  | F3-2           | 2875-2895       | 48        | 42              | 小      | 扁豆体      | 8        | SEE   | 73 | 0.55-5.16       | 2.86            | 114.18            | 2.57-3.65                      | 2.67                            | 48.87             | 4014       | 11              |               |
| Au3-2-10 | F3-2           | 2807-2827       | 20        | 20              | 小      | 透镜体      | 7        | SEE   | 78 | 1.70            | 1.70            |                   | 3.53                           | 3.53                            | 25.42             | 962        | 3               |               |
| Au5-2    | F5             | 2781-2801       | 20        | 21              | 小      | 透镜体      | 5        | SEE   | 75 | 0.91            | 0.91            |                   | 2.55                           | 2.55                            |                   | 525        | 1               |               |
| Au5-3    | F5             | 2783-2884       | 96        | 105             | 小      | 透镜体      | 6-10     | SEE   | 75 | 1.24-2.69       | 1.90            | 38.62             | 1.41-3.02                      | 2.59                            | 55.68             | 29642      | 69              |               |
| Au5-4    | F5             | 2256-2276       | 20        | 21              | 小      | 透镜体      | 6        | SEE   | 75 | 2.12            | 2.12            |                   | 3.93                           | 3.93                            | 69.85             | 1176       | 5               |               |
| Au10-1   | F10            | 3090-3138       | 135       | 50              | 小      | 脉状       | 5-8      | SEE   | 80 | 0.78-7.00       | 3.17            | 73.90             | 2.86-9.46                      | 5.49                            | 45.26             | 38319      | 210             |               |
| Au10-2   | F10            | 3073-3093       | 20        | 21              | 小      | 透镜体      | 8        | SEE   | 77 | 0.92            | 0.92            |                   | 12.70                          | 12.70                           |                   | 529        | 7               | 板岩型<br>金矿体    |
| Au10-3   | F10            | 3066-3086       | 20        | 21              | 小      | 透镜体      | 7        | SEE   | 77 | 1.02            | 1.02            |                   | 7.16                           | 7.16                            |                   | 589        | 4               |               |
| Au8      | F8             | 2898-2994       | 46        | 125             | 小      | 脉状       | 320-340  | NE    | 50 | 1.06-1.99       | 1.64            | 30.77             | 2.55-3.89                      | 3.16                            | 24.35             | 31008      | 103             |               |
| Au11     | F11            | 3173-3276       | 177       | 103             | 小      | 脉状       | 5-15     | E-SEE | 85 | 1.40-1.49       | 2.02            | 56.44             | 2.13-5.98                      | 3.82                            | 148.17            | 55843      | 213             | 石英闪长岩<br>型金矿体 |
| Au12     | F12            | 3190-3274       | 177       | 89              | 小      | 脉状       | 320-340  | NE    | 70 | 1.20-2.17       | 1.74            | 28.28             | 1.95-6.79                      | 3.99                            | 46.60             | 34233      | 137             | 板岩型<br>金矿体    |

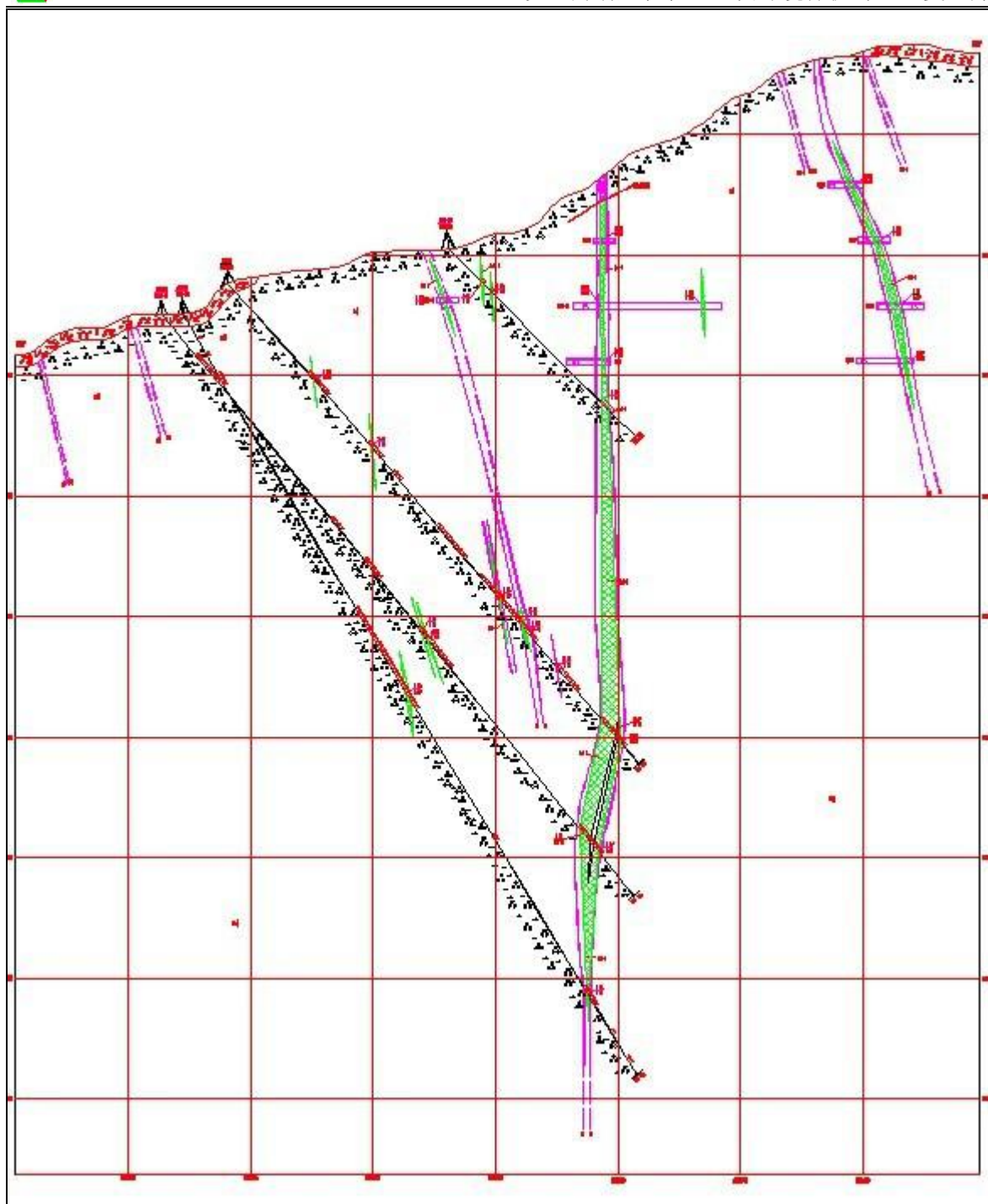


图 3-8 18 勘探线地质剖面

### 3.3 社会经济概况

合作市，隶属于甘肃省甘南藏族自治州，地处甘肃、青海、四川三省（区）的交汇处，总面积 2670 平方千米，其中草场面积 16.45 万公顷，耕地面积 1.02 万公顷，林地面积 1.33 万公顷，城区面积 11.4 平方千米。合作市耕地主要分布于河谷地和中南部山岳阳坡，地块零碎，坡度较大，每年播种面积约 60% 左右，每公顷产量在 2100 公斤左右。

合作市自然资源丰富，优势产业迅速发展。合作市是以牧业为主的高原城市，也是

甘南州农畜产品集散中心，被中国乳制品工业协会命名为“中国牦牛乳都”。发展的主导产业有以牦牛、犏牛繁育、奶牛养殖和牦牛、藏羊畜产品加工为主的现代畜牧业，以藏中药材、优质青稞、杂交油菜、羊肚菌种植为主的高原特色种植业；藏传佛教历史悠久、草原风情浓郁的民俗文化旅游业；以黄金为主的绿色环保矿产业；医疗保健养生的传统藏学医药业；聚集城市经济快速发展的商贸流通业。

合作市人文景观独特，自然风光秀美。合作市是大香格里拉北线旅游集散中心和高原特色文化生态旅游目的地。位于市区北郊的米拉日巴佛阁是全藏区仅有的一座堡式宗教建筑，是安多地区藏传佛教名刹之一，其内置的佛像雕塑、唐卡、壁画等藏传佛教文物极具宗教特色；位于城区南郊的当周生态园草原民族风情浓郁，集森林和草原景观于一身，是休闲度假体验藏民族风情的胜地；境内巍峨壮观的阿尼念卿山、林叠峰转的勒秀洮河风景区、风光旖旎的美仁草原、扑朔迷离的岗岔溶洞等自然景观开发前景广阔；传统的晒佛节、插箭节、香浪节、民族运动会与香巴拉旅游艺术节交相辉映，构成了独具特色的民俗风情。

卡加道乡位于合作市东北部 18 公里处，是一个农牧结合的边远乡。东邻佐盖多玛乡，南靠佐盖曼玛乡，西依卡加曼乡，北接临夏州临夏、和政二县。截止 2020 年 11 月，全乡常住人口共 2758 人，以藏族为主。现辖 4 个行政村，26 个村民小组，一个藏传佛教寺院。

全乡土地总面积 55.4 万亩，林地面积 14.58 万亩（内有森林面积 7492 亩），草场面积 37.64 万亩。耕地面积 1.18 万亩。交通便利，全乡矿产资源丰富，铜矿、金矿等矿产资源储量丰富。我乡主导产业是畜牧业和种植业，畜牧业以养殖藏羊、牦牛、犏雌牛为主，粮食种植以青稞、燕麦为主。

本区居民主要生活燃料为牛粪和木柴。工业燃料缺乏，主要靠外地调运。动力资源较为丰富，有小型水电站与国家电网并网，并有 10 千伏高压线架设到矿区，供电稳定，极少有停、断电状况，电力供应完全能满足今后矿山生产、生活的需要。

中国移动网络覆盖全区。卡加道乡主要村寨均通县乡公路和村级简易公路。电力供应、对外通讯和交通较为方便。

建筑材料充裕，广泛分布有石英闪长岩、大理岩及石英岩，为良好的建筑材料和水泥原料。

### 3.4 矿区土地利用现状

根据“编制规范”，矿山地质环境保护与土地复垦方案涉及的范围包括采矿登记范

围和采矿活动可能影响的范围，评估范围根据矿山地质环境调查确定，根据此原则，在考虑以地南铜金矿采矿影响范围，项目生态现状调查区总面积 8.96km<sup>2</sup>，矿山建设过程中不存在占用基本农田的情况。

项目评估区土地利用现状详见表 3-4，采矿权范围内土地利用现状见表 3-5。本矿已陆续办理了相关用地手续，土地权属为卡加道乡的集体土地。

**表 3-4 评估区土地利用现状**

| 一级类型      | 二级类型  | 第三次全国土地调查<br>土地分类图式、图例、色标 | 面积              | 百分比    | 权属   |
|-----------|-------|---------------------------|-----------------|--------|------|
|           |       |                           | hm <sup>2</sup> | %      |      |
| 湿地        | 内陆滩涂  | 1106                      | 0.75            | 0.08   | 卡加道乡 |
| 耕地        | 旱地    | 0103                      | 17.79           | 1.99   | 卡加道乡 |
| 林地        | 乔木林地  | 0301                      | 69.69           | 7.78   | 卡加道乡 |
|           | 灌木林地  | 0305                      | 310.73          | 34.67  | 卡加道乡 |
|           | 其他林地  | 0307                      | 0.40            | 0.04   | 卡加道乡 |
| 草地        | 天然牧草地 | 0401                      | 448.22          | 50.02  | 卡加道乡 |
| 工矿用地      | 采矿用地  | 0602                      | 31.76           | 3.54   | 卡加道乡 |
| 住宅用地      | 农村宅基地 | 0702                      | 0.64            | 0.07   | 卡加道乡 |
| 特殊用地      | 坑塘水面  | 09                        | 0.09            | 0.01   | 卡加道乡 |
| 交通运输用地    | 公路用地  | 1003                      | 2.08            | 0.23   | 卡加道乡 |
|           | 农村道路  | 1006                      | 9.33            | 1.04   | 卡加道乡 |
| 水域及水利设施用地 | 河流水面  | 1101                      | 4.35            | 0.49   | 卡加道乡 |
|           | 坑塘水面  | 1104                      | 0.06            | 0.01   | 卡加道乡 |
| 其他土地      | 设施农用地 | 1202                      | 0.23            | 0.03   | 卡加道乡 |
| 合计        |       |                           | 896.13          | 100.00 |      |

**表 3-5 矿权范围内土地利用现状**

| 一级类型      | 二级类型  | 第三次全国土地调查<br>土地分类图式、图例、色标 | 面积              | 百分比   | 权属   |
|-----------|-------|---------------------------|-----------------|-------|------|
|           |       |                           | hm <sup>2</sup> | %     |      |
| 湿地        | 内陆滩涂  | 1106                      | 0.25            | 0.05  | 卡加道乡 |
| 耕地        | 旱地    | 0103                      | 9.66            | 1.85  | 卡加道乡 |
| 林地        | 乔木林地  | 0301                      | 47.58           | 9.13  | 卡加道乡 |
|           | 灌木林地  | 0305                      | 185.39          | 35.58 | 卡加道乡 |
|           | 其他林地  | 0307                      | 0.40            | 0.08  | 卡加道乡 |
| 草地        | 天然牧草地 | 0401                      | 237.65          | 45.61 | 卡加道乡 |
| 工矿用地      | 采矿用地  | 0602                      | 27.39           | 5.26  | 卡加道乡 |
| 住宅用地      | 农村宅基地 | 0702                      | 0.51            | 0.10  | 卡加道乡 |
| 交通运输用地    | 公路用地  | 1003                      | 1.72            | 0.33  | 卡加道乡 |
|           | 农村道路  | 1006                      | 7.29            | 1.40  | 卡加道乡 |
| 水域及水利设施用地 | 河流水面  | 1101                      | 2.95            | 0.57  | 卡加道乡 |
|           | 坑塘水面  | 1104                      | 0.06            | 0.01  | 卡加道乡 |
| 其他土地      | 设施农用地 | 1202                      | 0.23            | 0.04  | 卡加道乡 |
| 合计        |       |                           | 521.08          | 100   |      |

### 3.5 矿山及周边其他人类重大工程活动

评估区内含两个自然村，居民约200人，经济结构以农业和牧业为主，其中农业以

种植青稞、豆类为主，牧业以养殖牛、羊、马为主。近年来由于矿产资源调查以及矿山开发建设，对区内场地进行了大规模挖填平整，在山坡上开挖修路，在沟道堆放弃土弃渣等，因此，区内人类工程活动表现强烈，主要为以下几个方面：

#### （1）以往盗采乱挖现象

甘肃加鑫矿业有限公司进驻矿山前，本矿区存在当地群众盗采乱挖现象，重开采轻保护，长期乱采乱挖致使坡体结构遭到严重破坏，进而破坏了坡体原有的平衡结构，降低了不稳定斜坡的稳定性。

#### （2）矿产资源勘查

矿区矿产资源丰富，多年以来勘探队伍在此处进行了探矿活动，探矿过程中开挖探槽、探井，平整钻机场地，以及运输钻机设备过程中均对评估场地进行了不同程度的开挖，但开挖量较小，对坡体影响小。开挖形成的松散物随意堆放，易造成水土流失，对生态环境影响较大。

#### （3）修建道路

随着矿业活动的展开，在矿区范围内修建了部分简易道路，便于矿区与外界交通，对矿区生态环境造成了一定的影响或破坏。

总体而言，区内人类活动对地质环境影响程度较强烈。

### 3.6 矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

矿山为新建矿山，暂未进行大规模矿业开发活动，前期曾编制过《以地尾矿库闭库设计》及《甘肃加鑫矿业有限公司以地南铜金矿矿山地质环境恢复治理工程实施方案》。针对矿山历史遗留问题进行了恢复治理工作。

#### 1、尾矿库恢复治理情况

尾矿库：以地南已闭库尾矿库区域位于现岩芯库上方，为公司收购前遗留的五等尾矿库，恢复面积约 2.3 万 m<sup>2</sup>。

2016 年度甘肃加鑫矿业有限公司公司投入资金 320 余万元完成了相关闭库主体工作，根据《以地尾矿库闭库设计》及施工实际情况的方案编排，2017、2018 年度为库内回填土石方的自然沉降期，并在现库中心形成了约 7000m<sup>2</sup>的集水坑。

2019~2020 年，公司投入了资金 145 万元，完成了集水坑回填、库内面平整、覆土、种草、导流沟渠修整及监测设施完善等相关治理方案。目前库内 80%区域草皮发育良好，2020 年度适种季节进行养护、补撒草籽等工作，使之达到了原有的生态功能。

2023 年，甘肃省应急管理厅组织专家对以地尾矿库闭库工作进行了验收，对闭库方式、初期坝及库内土坝的拆除、拆除后达到的标准、坝体拆除时的安全措施等内容进行验收，验收结果为合格。

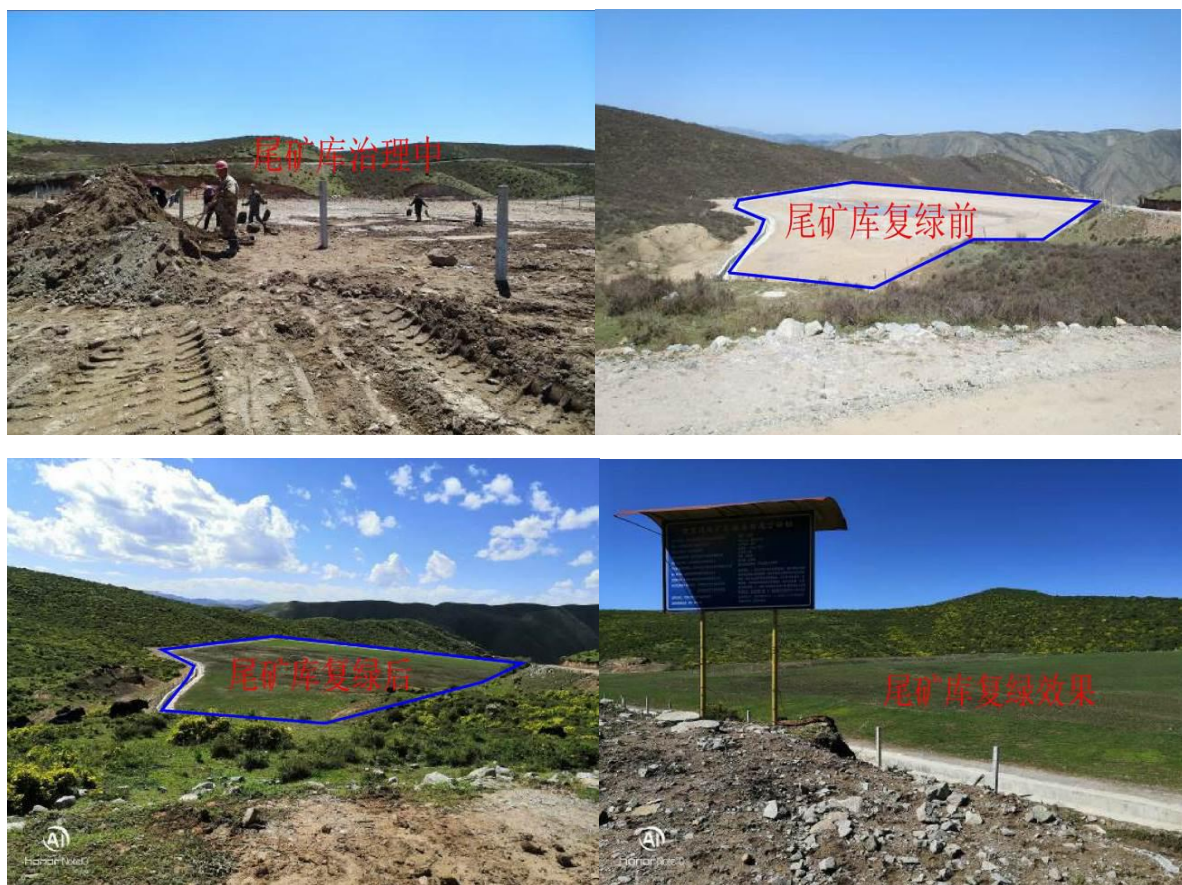


图3-9 以地南已闭库尾矿库区域

## 2、已完成环境恢复治理工程

完成工程为：矿区 11 处渣堆进行平整，推平矿渣方量  $7.4 \text{ 万 m}^3$ ，渣堆清运回填土方量约  $5.4 \text{ 万 m}^3$ 、炸药库、管理房处拆除建筑物面积为  $9255 \text{ m}^2$ 、部署拦渣墙工程 406m、覆土植草绿化  $13.6 \text{ hm}^2$  及其附属的截排水工程 1420m、铁丝网围栏工程等。治理工程共投资 732.23 万元。未进行恢复治理设计的为：几处建筑物岩芯库、选矿厂、通风口、变电站、规划生产区根据规划保留，留待探转采后统一规划使用。治理区域示意图如图 3-10，治理后的效果见图 3-11—3-19 所示。

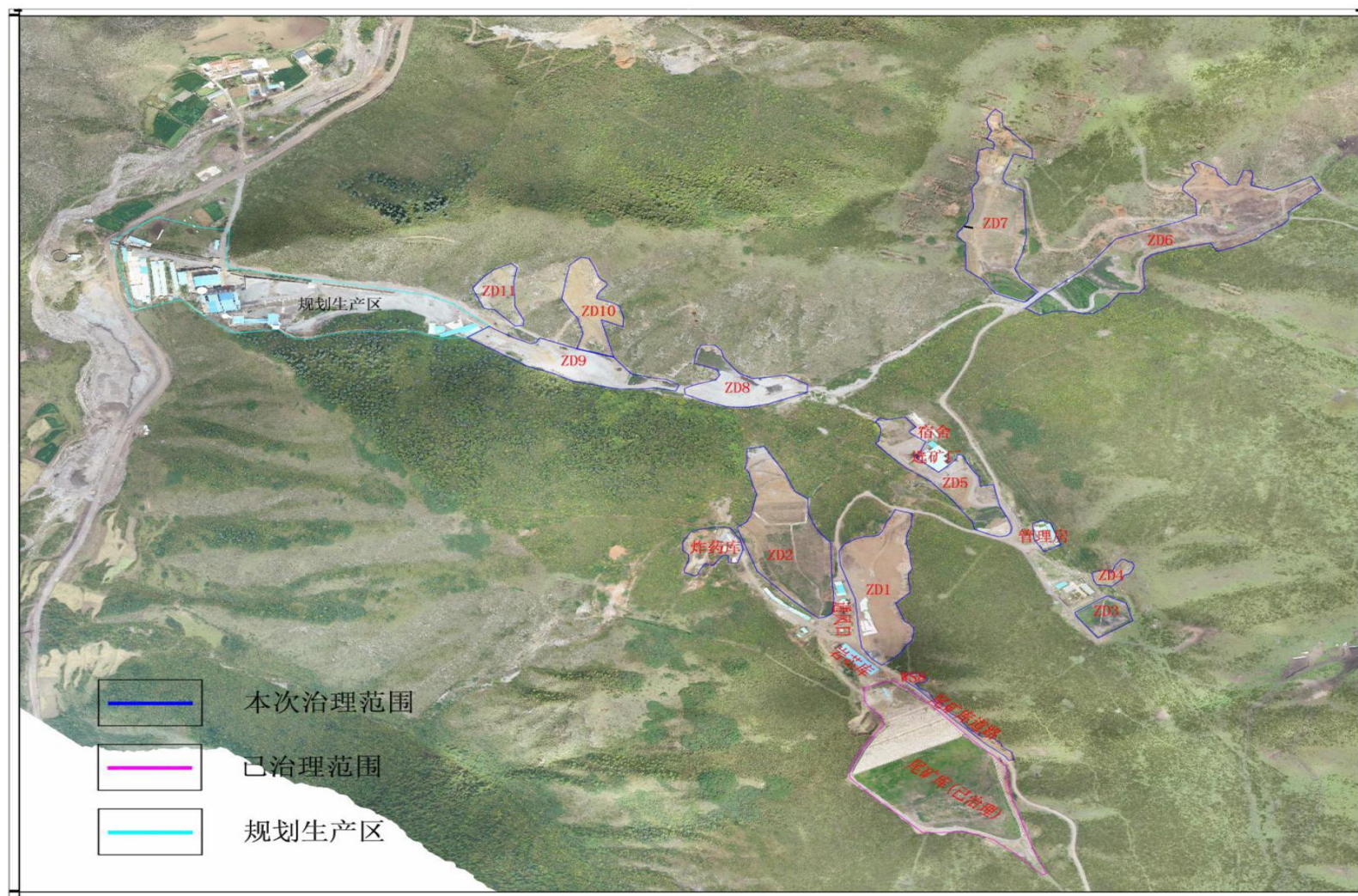


图 3-10 治理区域示意图



图3-11 治理区ZD01环境恢复图



图3-12 治理区ZD02环境恢复图



图3-13 治理区ZD03环境恢复图



图3-14 治理区ZD04环境恢复图



图3-15 治理区ZD05环境恢复图



图3-16 治理区ZD06环境恢复图



图3-17 治理区ZD07环境恢复图



图3-18 治理区ZD08环境恢复图



图3-19 治理区ZD10环境恢复图

2020年8月21日，甘肃地质灾害防治工程勘察设计院作为工程验收第三方评估机构对地质环境恢复治理工程进行验收，验收结果合格。

上述综合治理工程达到了防治地质灾害、恢复生态环境的目的，所采取的工程措施、生物措施能够达到土地复垦的要求。上述治理工程对本次矿山地质环境治理与土地复垦方案编制具有借鉴意义。规划生产区、变电站及岩芯库等场地考虑后期探转采的利用，因此最近一次治理过程中予以保留。

表 3-6 前次治理工程量明细表

| 序号 | 工程或费用名称        | 单位             | 数量      |
|----|----------------|----------------|---------|
| 一  | <b>渣堆平整</b>    |                |         |
| 1  | 机械挖土方（IV类土）    | m <sup>3</sup> | 73540   |
| 2  | 土方夯填（IV类土）     | m <sup>3</sup> | 21005   |
| 3  | 建筑物拆除（炸药库与管理房） | m <sup>2</sup> | 9255    |
| 二  | <b>覆土绿化</b>    |                |         |
| 1  | 覆土（客土拉运，II类土）  | m <sup>3</sup> | 40680   |
| 2  | 撒播草籽面积         | m <sup>2</sup> | 135600  |
| 3  | 栽植沙棘           | 株              | 11856   |
| 三  | <b>拦渣墙</b>     |                | 长 203m  |
| 1  | 基础开挖（IV类土）     | m <sup>3</sup> | 893.2   |
| 2  | 土方夯填（IV类土）     | m <sup>3</sup> | 182.7   |
| 3  | M10 浆砌块石       | m <sup>3</sup> | 1096.2  |
| 4  | 卵石反滤层          | m <sup>3</sup> | 18.3    |
| 5  | C20 混凝土压顶      | m <sup>3</sup> | 12.2    |
| 6  | 伸缩缝            | m <sup>2</sup> | 109.6   |
| 7  | 三七灰土           | m <sup>3</sup> | 312.6   |
| 8  | Φ100PVC 管      | m              | 223.3   |
| 9  | 砂浆抹面（厚 2cm）    | m <sup>2</sup> | 629.3   |
| 四  | <b>排水渠</b>     |                | 长 1420m |
| 1  | C20 现浇混凝土      | m <sup>3</sup> | 374.9   |
| 2  | 伸缩缝            | m <sup>2</sup> | 36.9    |
| 3  | 基础挖方（IV类土）     | m <sup>3</sup> | 1525.1  |
| 4  | 基础土方夯填（IV类土）   | m <sup>3</sup> | 40.3    |
| 5  | C10 混凝土垫层      | m <sup>3</sup> | 286.8   |
| 6  | 基础原土夯实         | m <sup>2</sup> | 1434.2  |
| 五  | <b>临时工程</b>    |                |         |
| 1  | 办公室            | m <sup>2</sup> | 200     |
| 2  | 住房、生活福利设施      | m <sup>2</sup> | 300     |
| 3  | 仓库             | m <sup>2</sup> | 300     |
| 4  | 脚手架搭拆          | m <sup>2</sup> | 340     |

## 4 矿山地质环境影响和土地损毁评估

### 4.1 矿山地质环境与土地资源调查概述

#### 4.1.1 资料收集与分析

我公司在接到委托书后，立即组织专业技术人员开展工作。现场矿山地质环境与土地资源调查时间为：2023年03月14日～20日，为期6天。在现场调查期间，通过查阅《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿勘探报告》、《甘肃加鑫矿业有限公司以地南铜金矿矿山地质环境恢复治理工程实施方案》、《甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿绿色矿山建设规划》等资料，掌握了矿山及其周边地质环境条件和工程建设概况，了解矿区地质环境情况；收集了地形地质图、土地利用现状图、植被覆盖度图等图件作为评估工作的底图及野外工作用图；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

#### 4.1.2 野外调查

为了全面了解矿区地质环境与土地资源情况，项目调查分为地质灾害现状调查、水土影响调查、损毁土地调查、植被土壤调查等方面。本次野外调查采取线路穿越法和追索相结合的方法进行，采用1:10000地形图为底图，同时参考合作市自然资源局收集的土地利用现状图、地貌类型图、植被覆盖度图等图件，对地质灾害现状、含水层、水土环境、土地损毁、植被土壤等方面进行详细调查。对地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述，调查其发生时间、基本特征及危害程度，并进行数码照相和GPS定位。调查范围包含拟申请矿区范围及采矿活动可能影响范围，共完成调查面积8.961km<sup>2</sup>，完成工作量见表4-1。

表 4-1 完成的主要工作量表

| 项 目       | 单位              | 数量   | 说明             |
|-----------|-----------------|------|----------------|
| 调查面积      | km <sup>2</sup> | 8.96 | 矿区及四周          |
| 调查路线      | km              | 13   |                |
| 收集利用资料    | 份               | 6    | 地质报告、邻近矿山相关资料等 |
| 现场访问      | 人次              | 10   | 现场工作人员         |
| 照片        | 张               | 45   | 数码             |
| 手持 GPS 定点 | 个               | 60   |                |
| 不稳定斜坡     | 个               | 2    |                |

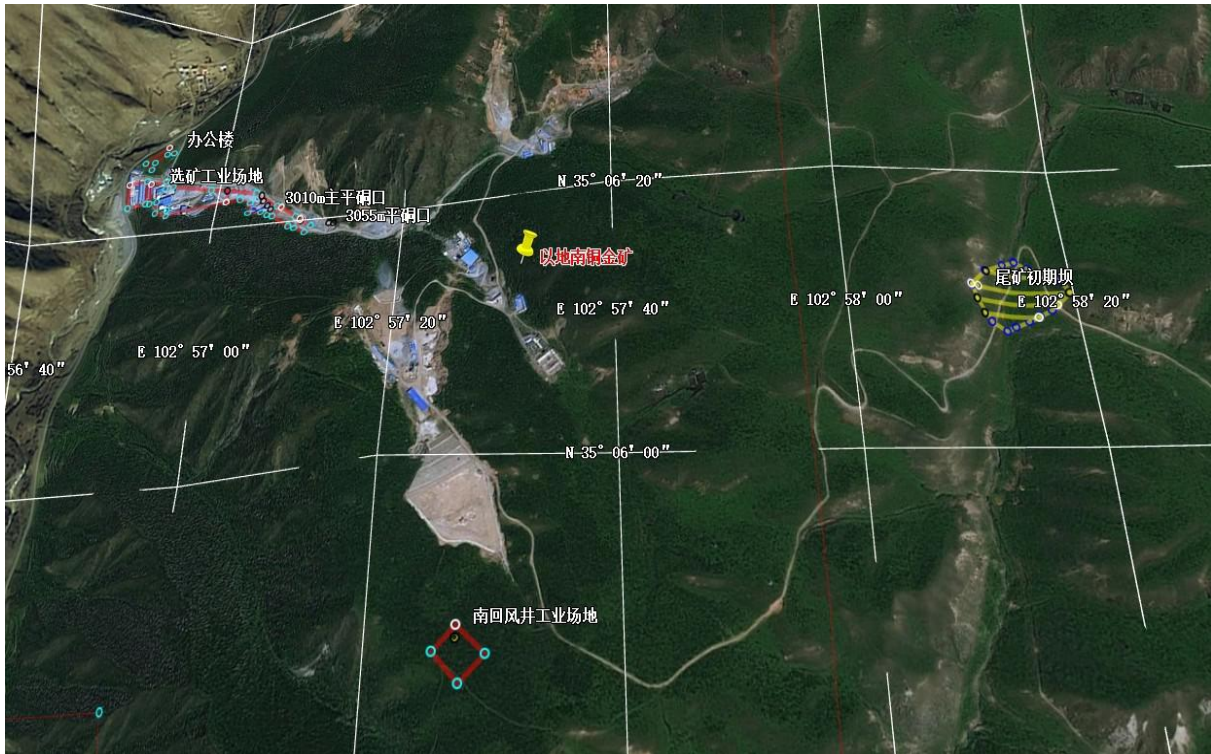


图 4-1 矿区及周边遥感影像图

## 4.2 矿山地质环境影响评估

### 4.2.1 评估范围和评估级别

#### 4.2.1.1 评估范围

本矿划定矿区范围面积达  $5.21\text{km}^2$ ，按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》的有关规定和“矿山地质环境保护与土地复垦方案编制基本要求”，根据矿山“开发利用方案”总体布置图，主要工程布置均位于矿权范围以内，结合矿区地质环境条件、地质灾害的分布和发育特征等综合确定。

确定的矿山地质环境影响评估区范围：以采矿权范围为核心，综合考虑采选工业场地、生活办公区、尾矿库等所有建设范围及影响范围，矿区及所有建设范围向外扩展  $300\sim 400\text{m}$ ，确定评估区总面积为  $8.961\text{km}^2$ （评估区范围参见附图）。

#### 4.2.1.2 评估级别

##### （1）评估区重要程度

根据调查，评估区行政区划属合作市卡加道乡范围，评估区内及周边自然村落人数  $200\sim 500$  人。项目占地区不属于自然保护区、风景名胜区、水源保护区等生态敏感区。甘川公路(213 国道)、兰海高速均直接连通兰州—合作市区，里程分别为  $290\text{km}$ 、 $220\text{km}$ 。

合作市至卡加道乡柏油路于 20km 处从矿区东侧通过，有简易公路从东往西穿过矿区，里程 5km；无电力工程或其它重要设施。不属于环境敏感区域。区内损毁土地类型包括天然牧草地、乔木林地、灌木林地、农村道路、采矿用地等。

综上，参考对照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》中的附录 B(表 B.1 评估区重要程度分级评估表，本方案表 4-2) 进行分级，评估区重要程度级别属于**较重要区**。

**表 4-2 评估区重要程度分级表**

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

### (2) 矿山建设规模

依据矿山开发利用方案，矿山年生产能力  $50.00 \times 10^4 \text{t/a}$ ，采用地下开采，开采矿种为金矿，参考对照《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》中的附录 D(表 D.1 矿山生产建设规模分类一览表，本文表 4-3)，该矿山为**大型矿山**。

**表 4-3 金矿矿山生产建设规模分类表**

| 矿种类别  | 计量单位 | 年生产量      |      |       | 备注 |
|-------|------|-----------|------|-------|----|
|       |      | 大型        | 中型   | 小型    |    |
| 金（岩金） | 万吨   | $\geq 15$ | 15-6 | $< 6$ | 矿石 |

### (3) 地质环境复杂程度分类

#### 1) 水文地质条件：

区内海拔高程一般在 2760~3422.4m，最高点位于矿区北东部的拉布在卡山，海拔高程 3422.4m，最低点为南东部矿二沟出口处，海拔高程 2845.0m（为矿区最低侵蚀基准面），本次设计范围处于相对独立水文地质单元内，设计范围内约 66%以上资源储量位于当地最低侵蚀基准面之上。矿山开采矿坑涌水主要由移动带内降雨下渗水、构造裂隙水构成，2360m 以上合计涌水量为  $1670 \text{m}^3/\text{d}$ ，根据矿床主要充水含水层及其空间分布特征，本矿床是以弱富水的构造裂隙含水带及大气降水为主要来源，矿层（体）直接充水

的裂隙充水型矿床，属水文地质条件**简单**的矿床。

## 2) 工程地质条件

矿区地层变化不大，但地质构造发育，矿体围岩岩性较简单，岩体总体风化程度中等；局部软弱夹层、局部岩石节理、裂隙发育及构造破碎带影响矿岩的稳固性，局部地段易发生矿山工程地质问题。矿床岩石以块状岩类为主，一般较稳固，但在断裂破碎蚀变带附近，矿岩稳固性较差，需采取支护措施。矿区工程地质属**中等**复杂程度。

## 3) 地质构造

矿区构造**较复杂**，矿区断裂构造较发育，可划分为 NW 向层间断裂、近 SN 向断裂及羽状断裂。矿区金矿化主要受近 SN 向断裂控制，金矿（化）体主要产于断裂带内的石英闪长岩、砂质板岩中。

## 4) 地质环境问题

矿区附近无重大污染源，地下水、地表水水质较好，矿石、废石不易析出对人体和环境有害组份，现状地质灾害不发育，未来井下开采时对环境有一定影响，但无大的破坏性，矿区地质环境问题**简单**。

矿区属地震烈度 VI 度区，属较稳定区域。区内地势相对平坦，地形起伏小，地形相对高差一般 50~100m 矿区开采以来，未曾发生过滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。

## 5) 采空区

以地南铜金矿属新建矿山，地下仅有少量坑探巷道，民采盗硐，无大的采空区，采动影响**较轻**。

## 6) 地形地貌

以地南矿区位于秦岭山脉西北段、青藏高原东部边缘的甘南高原区，为典型的高原中高山地貌，海拔标高一般在 2760~3422.4m。西部、南部地形切割强烈，局部形成悬崖陡壁，中部及东南侧带状分布狭长河谷，区内大部为高低起伏的山坡草原。山间“V”型冲沟发育，侵蚀切割强烈，沟相对深达 2~10m。地形总体北东及西北部山体险峻地势高，山脊近南北向贯穿矿区，山坡坡度  $15^{\circ} \sim 45^{\circ}$ ；中部及东南部河谷狭长较平坦地势低，河谷宽约 10~50m，近北北东向平行状分布。工作区海拔标高一般在 3300m 左右，最高点为位于矿区东北角的拉布在卡，标高 3422.40m，最低点位于调查区西南角的卡加河河床，标高 2762.10m。矿区最低侵蚀基准面为矿二沟出口处河床，海拔高程 2845.0m，矿区最大高差 577.4m，矿区地形有利于大气降水的排泄。评估区地貌条件**中等**。

参考对照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》中的附录 C(表 C.1 地下开

采矿山地质环境条件复杂程度分级表，本文表 4-4）进行分级，评估区地质环境复杂程度属于中等。

表 4-4 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

| 复 杂                                                                                                                                                      | 中 等                                                                                                                                                                | 简 单                                                                                                                               |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中迳流带或地表水联系密切，老窿（窑）水威胁大，矿坑正常涌水量大于 10000m <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏 | 主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中迳流带或地表水有一定联系，老窿（窑）水威胁中等，矿坑正常涌水量 3000～10000m <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水容易造成矿区周围主要充水含水层破坏 | 主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中迳流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 3000m <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小 |
| 矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差                                                | 矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5～10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等                                                              | 矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好                                    |
| 地质构造复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大                                                                        | 地质构造较复杂，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大                                                                                  | 地质构造简单，矿层（体）和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小                                                                      |
| 现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大                                                                                                                          | 现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大                                                                                                                                            | 现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小                                                                                                             |
| 采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈                                                                                                                    | 采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈                                                                                                                                | 采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻                                                                                                  |
| 地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致                                                                                         | 地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为 20°～35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交                                                                                            | 地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于 20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交                                                                |

#### （4）评估级别

综上所述，评估区重要程度为较重要区，矿山建设规模为大型，矿山地质环境条件复杂程度为中等。

参考对照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》中的附录 A（表 A.1 矿山地质环境影响评估分级表，本文表 4-5），确定该矿山的地质环境影响评估级别为一级。

表 4-5 矿山地质环境影响评估程度分级表

| 评估区重要程度 | 矿山建设规模 | 地质环境条件复杂程度 |    |    |
|---------|--------|------------|----|----|
|         |        | 复杂         | 中等 | 简单 |
| 重要区     | 大型     | 一级         | 一级 | 一级 |
|         | 中型     | 一级         | 一级 | 一级 |
|         | 小型     | 一级         | 一级 | 二级 |
| 较重要区    | 大型     | 一级         | 一级 | 一级 |
|         | 中型     | 一级         | 二级 | 二级 |
|         | 小型     | 一级         | 二级 | 三级 |
| 一般区     | 大型     | 一级         | 二级 | 二级 |
|         | 中型     | 一级         | 二级 | 三级 |
|         | 小型     | 二级         | 三级 | 三级 |

#### 4.2.1.3 评估工作方法与分级标准

##### 一、评估工作方法

(1) 首先按单点单要素的评估方法对每个形成矿山地质环境影响的点从地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、矿区水土环境污染四个方面进行评估，在评估图上取差表示，以便于评估图的分区。

(2) 每个方面评估完成后根据取差原则给出其对矿山地质环境影响的总体评价结论。土地资源破坏对矿山地质环境影响程度的总体结论在破坏的各类型土地面积累加后给出。

##### 二、分级标准

矿山地质环境影响程度分级标准《规范》附录 E（本文表 4-6）。

表 4-6 矿山地质环境影响程度分级表

| 影响程度分级 | 地质灾害                                                                                               | 含水层                                                                                                                                                        | 地形地貌景观                                                                  | 土地资源                                                                                                        |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 严重     | 地质灾害规模大，发生的可能性大<br>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<br>造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元<br>受威胁人数大于 100 人 | 矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道<br>矿井正常涌水量大于 10000 m <sup>3</sup> /d<br>区域地下水水位下降<br>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<br>不同含水层（组）串通水质恶化<br>影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难 | 对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大<br>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  | 占用破坏基本农田<br>占用破坏耕地大于 2hm <sup>2</sup><br>占用破坏林地或草地大于 4hm <sup>2</sup><br>占用破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm <sup>2</sup> |
| 较严重    | 地质灾害规模中等，发生的可能性较大<br>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<br>造成或可能造成直接经济损失 100~500 万元<br>受威胁人数 10~100 人     | 矿井正常涌水量 3000~10000 m <sup>3</sup> /d<br>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<br>矿区及周围地表水体漏失较严重<br>影响矿区及周围部分生产生活供水                                               | 对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大<br>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 | 占用破坏耕地小于等于 2hm <sup>2</sup><br>占用破坏林地或草地 2~4hm <sup>2</sup><br>占用破坏荒山或未开发利用土地 10~20hm <sup>2</sup>          |

|    |                                                                                   |                                                                                          |                                                                        |                                                                        |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|
| 较轻 | 地质灾害规模小,发生的可能性小<br>影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施<br>造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元<br>受威胁人数小于 10 人 | 矿井正常涌水量小于 3000 m <sup>3</sup> /d<br>矿区及周围主要含水层水位下降幅度小<br>矿区及周围地表水体未漏失<br>未影响到矿区及周围生产生活供水 | 对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小<br>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 | 占用破坏林地或草地小于等于 2hm <sup>2</sup><br>占用破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10hm <sup>2</sup> |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------|

注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。

#### 4.2.2 矿山地质灾害现状分析与预测

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》，矿山地质环境影响现状评估应在资料收集、分析及矿山地质环境调查的基础上，对评估区地质环境影响作出评估，矿山地质环境影响程度评估分级按附录 E《矿山地质环境影响程度分级表》进行分级。

经野外实地调查和对已有成果资料的综合分析，评估区内发育有两处不稳定斜坡。

##### 4.2.2.1 矿山地质灾害现状评估

###### 一、不稳定斜坡特征对矿山地质环境的影响评估

###### 1. 不稳定斜坡特征

###### ①X1 不稳定斜坡

X1 位于废弃选矿厂宿舍后侧，为房屋建筑修建过程中，对山体进行开挖形成的。X1 斜坡整体呈北东至南西向展布，坡面裸露，长约 80m，高 12~15m，坡度一般 45~65°，平均坡度约 55°。

该斜坡主要由灰岩组成，属岩质边坡，该斜坡破坏方式以潜崩为主，潜崩厚度一般 2~4m，平均厚度约 3m，体积  $0.3 \times 10^4 \text{m}^3$ ，规模等级属小型。组成坡体的基岩节理裂隙发育，节理面切割岩体多呈条块状、块状、碎块状，实测节理产状  $100^\circ \angle 69^\circ$ 、 $10^\circ \angle 63^\circ$ 。经调查访问，该潜崩体坡面时有掉块、落石现象发生。在降雨、地震及人类工程活动等不利工况条件下，边坡易产生变形失稳，发生崩塌、滑坡等地质灾害，主要威胁坡脚宿舍及人员等的安全。（图 4-2、图 4-3）。



图 4-2 X1 不稳定斜坡

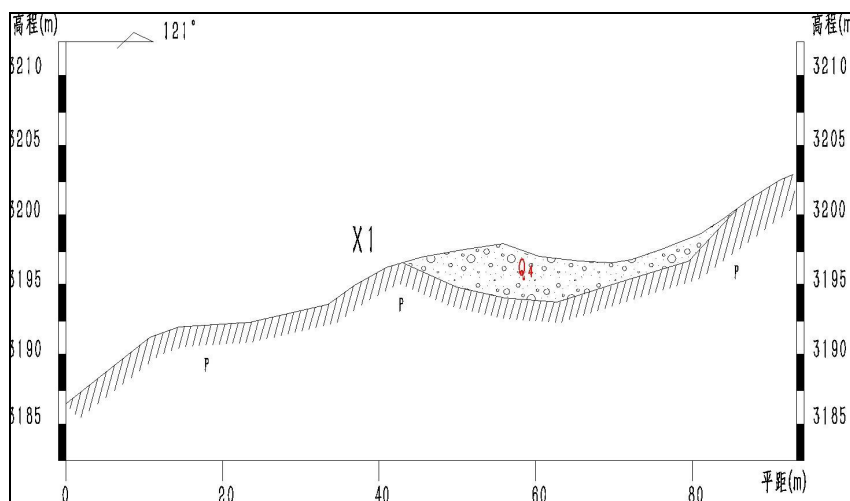


图 4-3 X1 不稳定斜坡地质剖面简图

## ②X2 不稳定斜坡

该不稳定斜坡为一上边坡，为矿山道路修建过程中，对山体进行开挖形成的，位于已闭库以地尾矿库东侧道路边坡。X2 斜坡整体呈北西至南东向展布，坡面裸露，平面与剖面形态均呈“折线形”，长约 70m，高 8-12m，坡度一般  $40^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，平均坡度约  $55^{\circ}$ 。

该斜坡主要由灰岩组成，属岩质斜坡，岩体较破碎，组成坡体的基岩节理裂隙发育，节理面切割岩体多呈条块状、块状、碎块状，实测节理产状  $100^{\circ}\angle 69^{\circ}$ 、 $10^{\circ}\angle 63^{\circ}$ 。经调查访问，该潜崩体坡面时有掉块、落石现象发生，构成斜坡的岩土体利于降水入渗增加坡体荷载。X2 不稳定斜坡主要威胁过往车辆及行人。在降雨、机械车辆振动及地震等不利条件下，边坡易产生变形失稳，发生崩塌、滑坡等地质灾害（图 4-4、图 4-5）。



图 4-4 X2 不稳定斜坡

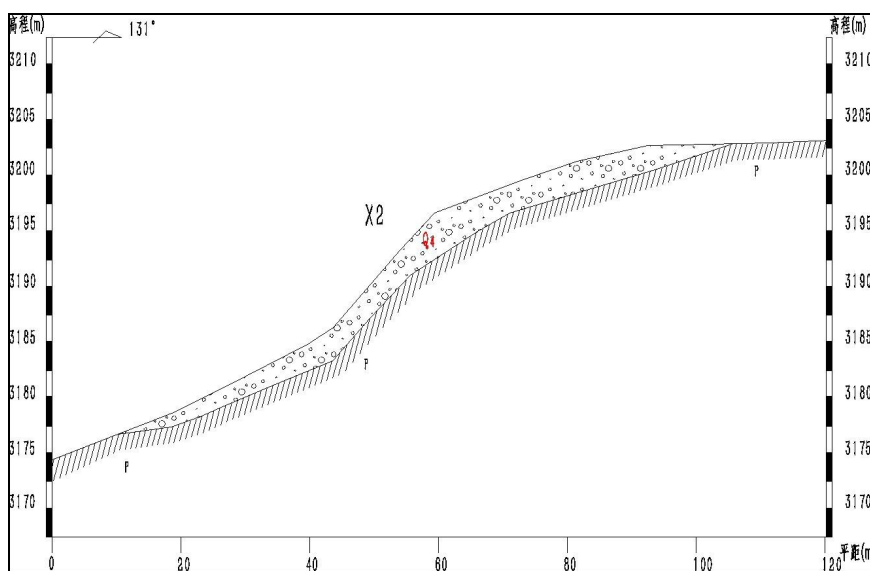


图 4-5 X2 不稳定斜坡地质剖面简图

## 2. 不稳定斜坡稳定性评价与危险性评估

X1 不稳定边坡坡脚无地表径流，坡脚为现状选矿厂宿舍，拟拆除，土体总体干燥，但在降雨形成地表水冲刷作用下，有发展趋势。坡体因修建房屋致使坡体陡峻，坡度一般  $45^{\circ}\sim 65^{\circ}$ ，坡面裸露，组成坡体基岩节理裂隙发育，节理面切割岩体多呈条块状、块状、碎块状，时有掉块、落石现象发生。坡肩有小裂缝，无明显变形迹象，存在积水地形。根据斜坡稳定性野外判别表 4-6，综合判定 X1 不稳定边坡整体稳定性较差，局部坡段稳定性差，在降水、地震、人类工程活动等不利工况条件下，发生灾害的可能性大。

X2 不稳定边坡坡脚无地表径流，坡脚一带平缓，坡脚为道路，土体总体干燥，但在

降雨形成地表水冲刷作用下,有发展趋势。坡体因修建道路致使坡体陡峻,坡度一般  $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ , 坡面裸露, 组成坡体基岩节理裂隙发育, 偶有掉块、落石现象发生。坡肩有小裂缝, 无明显变形迹象, 存在积水地形。根据斜坡稳定性野外判别表 4-5, 综合判定 X2 不稳定边坡整体稳定性较差, 局部坡段稳定性差, 在降水、地震、坡脚大量开挖等不利工况条件下, 发生灾害的可能性大。

表 4-7 斜坡稳定性野外判别表

| 斜坡要素 | 稳定性差                                                               | 稳定性较差                                                                            | 稳定性好                                                             |
|------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| 坡脚   | 临空, 坡度较陡且常处于地表迳流的冲刷之下, 有发展趋势, 并有季节性泉水出露, 岩土潮湿、饱水                   | 临空, 有间断季节性地表迳流流经, 岩土体较湿, 斜坡坡度在 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$ 之间                   | 斜坡较缓, 临空高差小, 无地表迳流流经和继续变形的迹象, 岩土体干燥                              |
| 坡体   | 平均坡度 $>40^{\circ}$ , 坡面上有多条新发展的裂缝, 其上建筑物、植被有新的变形迹象, 裂隙发育或存在易滑软弱结构面 | 平均坡度在 $30^{\circ} \sim 40^{\circ}$ 间, 坡面上局部有小的裂缝, 其上建筑物、植被无新的变形迹象, 裂隙较发育或存在软弱结构面 | 平均坡度 $<30^{\circ}$ , 坡面上无裂缝发展, 其上建筑物、植被没有新的变形迹象, 裂隙不发育, 不存在软弱结构面 |
| 坡肩   | 可见裂缝或明显位移迹象, 有积水或存在积水地形                                            | 有小裂缝, 无明显变形迹象, 存在积水地形                                                            | 无位移迹象, 无积水, 也不存在积水地形                                             |

表 4-8 不稳定斜坡稳定性调查评价汇总表

| 斜坡编号 | 坡脚                                                                     | 坡体                                                                                  | 坡肩                     | 稳定性级别                 | 发生地质灾害的可能性 |
|------|------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------|-----------------------|------------|
| X1   | 临空性良好, 无地表迳流, 坡度 $45^{\circ} \sim 65^{\circ}$ , 但在降雨形成地表水冲刷作用下, 有发展趋势。 | 平均坡度 $55^{\circ}$ , 坡度较陡, 坡面裸露, 坡体表面结构松散, 稳定性较差。                                    | 有小裂缝, 有位移迹象, 存在积水地形    | 较差                    | 较大         |
| X2   | 坡脚一带平缓, 坡脚为道路, 无地表迳流, 但在降雨形成地表水冲刷作用下, 有发展趋势。                           | 坡体因修建道路致使, 坡体陡峻, 坡度一般 $40^{\circ} \sim 60^{\circ}$ 。坡面裸露。组成坡体基岩节理裂隙发育, 偶有掉块、落石现象发生。 | 有小裂缝, 无明显变形迹象, 存在积水地形。 | 该斜坡整体稳定性较差, 局部坡段稳定性差。 | 较大         |

### 3. 可能造成的损失分析

依据评估规程, 按《矿山环境保护与综合治理方案编制规范》(DZ/T 0223-2011) 附录 E 表 E.1 (表 4-7) 及《地质灾害危险性评估规范》DZ/T 0286-2015 (表 4-8) 对 X1、X2 不稳定斜坡的危害程度进行分级评价。

X1 不稳定斜坡, 其破坏方式以滑坡为主, 现状情况下 X1 坡体一旦失稳, 可能造成的直接经济损失约 80 万, 险情等级为小型。

X2 不稳定斜坡, 其破坏方式以崩塌、滑坡为主, 整体稳定性较差, 局部坡段稳定性

差，在降水、地震、人类工程活动等不利工况条件下，发生崩塌灾害的可能性大，可能威胁坡脚一带临时过往行人以及后期矿山治理期间施工人员、设备等的安全，威胁人数 2~3 人，造成的直接经济损失小于 100 万元（运输车辆 2~3 辆），险情等级为小型。

表 4-9 地质灾害危害程度分级表

| 危害程度    | 灾情     |           | 险情       |             |
|---------|--------|-----------|----------|-------------|
|         | 死亡人数/人 | 直接经济损失/万元 | 受威胁人数/人  | 可能直接经济损失/万元 |
| 大（严重）   | ≥10    | ≥500      | ≥100     | ≥500        |
| 中等（较严重） | >3~<10 | >100~<500 | >10~<100 | >100~<500   |
| 小（轻）    | ≤3     | ≤100      | ≤10      | ≤100        |

注 1：灾情：指已发生的地质灾害，采用“人员伤亡情况”“直接经济损失”指标评价。  
 注 2：险情：指可能发生的地质灾害，采用“受威胁人数”“可能直接经济损失”指标评价。  
 注 3：危害程度采用“灾情”或“险情”指标评价。

#### 4. 矿山地质影响程度

根据上述对评估区现状的 1 处不稳定斜坡的稳定性（发生灾害的可能性）及其可能造成损失大小的综合分析评价，参考对照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》中的附录 E（表 E.1 矿山地质环境影响程度分级表，本方案表 4-10）。

现状条件下 X1、X2 斜坡稳定性较差，规模较小，发生的可能性较大，造成的损失较轻，综合判断不稳定边坡 X1、X2 对矿山地质环境影响程度为较严重。

表 4-10 矿山地质环境影响程度分级表

| 影响程度分级 | 地质灾害                                                                                      | 含水层                                                                                                                                        | 地形地貌景观                                                               | 土地资源                                                                                                 |
|--------|-------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 严重     | 地质灾害规模大，发生的可能性大，影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全，造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元，受威胁人数大于 100 人 | 矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道矿井正常涌水量大于 10000 m <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 | 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  | 占用破坏基本农田，占用破坏耕地大于 2hm <sup>2</sup> ，占用破坏林地或草地大于 4hm <sup>2</sup> ，占用破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm <sup>2</sup> |
| 较严重    | 地质灾害规模中等，发生的可能性较大，影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全，造成或可能造成直接经济损失 100~500 万元，受威胁人数 10~100 人     | 矿井正常涌水量 3000~10000 m <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                                        | 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 | 占用破坏耕地小于等于 2hm <sup>2</sup> ，占用破坏林地或草地 2~4hm <sup>2</sup> ，占用破坏荒山或未开发利用土地 10~20hm <sup>2</sup>       |
| 较轻     | 地质灾害规模小，发生的可能性小，影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施，造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元，受威胁人数小于 10 人                  | 矿井正常涌水量小于 3000 m <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                                                            | 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  | 占用破坏林地或草地小于等于 2hm <sup>2</sup> ，占用破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10hm <sup>2</sup>                                 |

注：分级确定采取上一级别优先原则，只要有一项要素符合某一级别，就定为该级别。

#### 4.2.2.2 矿山地质灾害预测评估

### 一、各场地建设可能引发的地质灾害预测评估

本项目为新建矿山，根据开发利用方案，拟建工程主要有采矿工业场地、充填工业场地、选矿工业场地、尾矿库、生活办公区、水源地及其他辅助设施等，由于各场地大部分位于现状规划生产区范围内，现状规划生产区已完成场地平整、截排水沟设置等工作，后期无大规模填挖活动，预测由此引发的滑坡、泥石流等地质灾害的可能性较低，对矿山地质环境影响程度**较轻**。



图 4-6 规划生产区现状图

### 二、尾矿库地质灾害问题预测评估

尾矿库设在选厂东侧约 2100m 的西毛切克合上游该库址属于低山丘陵区沟谷型尾矿库库址，地势总体北高南低，地形起伏较缓，地面最低高程约 3230m，最大高程达 3417m。

初期坝坝高为 24m，轴线最低标高 3251.0m，坝顶标高 3275.0m，坝顶宽 4.0m，坝顶长 174.0m，初期坝库容  $45.46 \times 10^4 \text{m}^3$ 。尾矿堆积坝最终堆积标高 3315m，堆积高度 40m。尾矿库总库容为  $571.66 \times 10^4 \text{m}^3$ ，尾矿库占地面积约  $46.05 \text{hm}^2$ ，为三等库。

尾矿堆积坝采用上游式自然冲积法筑坝方式。选厂排出的尾矿浆经压力管道输送至尾矿库坝前经放矿主管、支管分散放矿，使尾矿粗颗粒沉积于坝前，细颗粒沉积于库尾。取沉积于库前的粗颗粒尾砂筑成子坝，放矿主管随尾矿坝的上升而上移，堆坝过程中，严格

控制滩面长度与安全超高，保证最高洪水位时最小干滩长度不得小于 70.0m，最小安全超高不得小于 0.7m。

在初期放矿时，为避免矿浆冲刷土工布反滤层，须把放矿支管延伸至坝内坡脚处，待初期坝堆满后，再采用沿坝轴线轮流交替分散放矿作业。放满后再堆筑下一级子坝，将坝前分为冲积段、准备段、干燥段。

后期堆积坝采用人工堆筑子坝的上游式尾砂筑坝法筑坝：首先在运行坝顶堆筑高度为 1.0~2.0m、上游坡比为 1:1.5、下游坡比为 1:5.0 的子坝，然后在子坝后均匀放矿，一级子坝再构成堆积坝。

尾矿库下游 1km 范围内无居民、河流、生态林地、基本农田，无任何民用、工业建筑物及其他重要生产生活设施，远离生态保护区，不属于“头顶库”，现状条件下场区无崩塌、泥石流等不良地质作用，场地总体稳定性较好。

尾矿排放时坝前要均匀排放，分段交替放矿，冰冻期、事故期等需要集中放矿时，不得出现影响后续堆积坝体不稳定的不利因素。

尾矿库使用到设计最终坝高的 1/2~2/3 高度时，应对尾矿库堆积坝进行工程地勘和稳定性分析；使用到最终设计高度前 2~3 年，应进行闭库设计；最小干滩长度满足规范要求；确保排水构筑物不发生变形、位移、渗漏等。

应严格执行 2011 年 7 月 1 日实施的国家安监总局第 38 号令《尾矿库安全监督管理规定》。尾矿库建设、运行、闭库等严格按照《尾矿库安全技术规程》（AQ2006-2005）执行。尾矿库应安装在线监测系统，监测位移、浸润线、干滩、库水位、降水量，必要时还应监测孔隙水压力、渗透水量、混浊度。今后的生产中应加强监测，严格执行《尾矿库安全监测技术规范》（AQ2030-2010）的有关要求，确保运行安全。

综上，预测尾矿发生滑坡、泥石流等地质灾害的可能性较小。

### 三、地下采矿活动引发地质灾害预测评估

地下采矿活动引发的地质灾害主要为地面塌陷。

#### (1)地面塌陷特征预测

##### ①面积预测

依据矿体上下盘围岩的力学性质和推荐选用的采矿方法，类比同类矿山选取的崩落参数为：

上盘陷落角  $75^{\circ}$ ，移动角  $70^{\circ}$ ；

下盘陷落角  $75^{\circ}$ ，移动角  $70^{\circ}$ ；

两翼陷落角  $80^{\circ}$ ，移动角  $75^{\circ}$ ；

依据开采塌陷理论，按公式对地面塌陷的影响半径进行了预测：

$$r = H / \tan \beta$$

式中：H—平均采深，为 950m（矿体埋深加权平均值）；

$\beta$ —移动角。

按照上述确定的岩体移动角，圈定的地表移动范围长约 1680m，宽约 660m，面积  $76.17\text{hm}^2$ 。

## （2）变形量计算方法

### a. 开采深度

该矿山采用自上而下的回采顺序。平均开采深度为 800m。

### b. 地表移动最大下沉值

$$W_{\max} = \eta \cdot m \cdot \cos \alpha$$

式中：

$\eta$ —地表下沉系数，取 0.4；

m—矿床开采厚度（m），取矿体平均厚度 2.33m；

$\alpha$ —矿体法线厚度线与水平线的夹角，取  $40^{\circ}$ ；

经计算，地表移动最大下沉值为 0.71m。

### c. 最大水平移动值

$$U_{\max} = b \cdot W_{\max}$$

式中：

$U_{\max}$ —最大水平移动值（m）

b—水平移动系数，取 0.3

$W_{\max}$ —最大下沉值（m）

经计算，地表水平移动值为 0.21。

## （3）地表变形的破坏形式

因本矿层开采深度较大，开采过程中保留较厚大的顶底柱，且采用嗣后充填采矿法，根据计算结果及工程地质类比分析，预计地表移动变形呈连续而缓慢的特点，预测可能出现轻微的地面塌陷，塌陷盆地边缘可能出现永久裂缝带。

## （4）地表变形规律及沉降时间预测

根据计算结果，采矿地面塌陷区以拉伸变形、水平位移和倾斜位移为主，而沉降盆

地中心则以垂向沉降变形为主。根据统计分析，地表变形在时间上与井下采掘工作面的推进速度、距离等密切相关，一般当回采工作面自开切眼开始向前推进的距离相当于  $0.25H$  ( $H$  为平均采深) 时，开采影响即波及到地表，引起地表变形，形成地面塌陷。依据有关规范停采后地表沉降总延续时间：

$$T=2.5H。$$

式中： $H$ —采空区平均采深；

$T$ —地表沉降总延续时间， $d$ 。

区内主采矿体平均采深为  $800m$ ，理论计算停采后地表沉降总延续时间约为  $5.5$  年。以地南铜金矿埋藏较深，多为倾斜矿体，矿山在生产过程中采用嗣后充填采矿法。时间段分配上，初期剧烈变形，中期缓慢变形，晚期相对稳定。在出现地表裂缝和塌陷坑的部位，变形期相对要长，其影响程度相对严重。

## 2、地面塌陷分级

根据《甘肃省地质灾害危险性评估规程》地面塌陷分级标准（本方案表 4-11），矿区远期形成的地面塌陷或变形面积为  $0.76km^2$ ，地质灾害规模为中型。

**表 4-11 地面塌陷分级标准**

| 级别        | 塌陷或变形面积 ( $km^2$ )        |
|-----------|---------------------------|
| 巨型        | $\geq 10$                 |
| 大型        | $1-10$                    |
| <b>中型</b> | <b><math>0.1-1</math></b> |
| 小型        | $< 0.1$                   |

## 3、地质灾害发生的可能性

矿山在开采期地面塌陷地质灾害形成条件充分，根据地质灾害发生可能性按采空区地质灾害发生可能性划分表（表 4-12），判定矿区地面塌陷地质灾害发生的可能性。

**表 4-12 采空区地质灾害发生可能性划分**

| 采矿地表异动情况及开采深厚比                        | 地质灾害发生可能性   |
|---------------------------------------|-------------|
| 地表移动期内或深厚比小于 $120$                    | 可能性大        |
| 地表移动已结束或深厚比小于 $120-200$               | 可能性较大       |
| <b>地表移动已结束或深厚比大于 <math>200</math></b> | <b>可能性小</b> |

根据调查，现状条件下矿山无地面塌陷迹象。服务期内主矿体采深  $455-945m$  不等，平均采深约  $800m$ （矿体埋深加权平均值），各主矿体平均厚度  $0.39-12.76m$  不等，平均深厚比约  $340$ ，矿体发生地面塌陷地质灾害的可能性小。

#### 4、危害程度

预计总计形成的塌陷区面积为 76.17hm<sup>2</sup>。塌陷区周边无聚居区；矿山在塌陷区周围各路口设置围栏及警示牌，严禁人员进入，主要威胁林地和草地、至回风井矿山公路过路车辆、行人及矿区闲散人员，威胁人员应小于 5 人，财产小于 100 万元。

综上所述，预测矿山在服务期内形成的地面塌陷地质灾害发生地质灾害的规模为中型、变形程度小，可能造成直接经济损失及危害程度较小，但发生塌陷地质灾害的可能性大，对地形地貌的破坏程度为严重，综合判定预计矿山开采活动引发的地面塌陷地质灾害对矿山地质环境的影响程度为**严重**。

#### 四、采矿活动加剧地质灾害的预测评估

现状条件下，X1 不稳定斜坡属房屋修建过程中形成的不稳定斜坡，X2 不稳定斜坡属矿山道路修建过程中形成的不稳定斜坡，矿山将在近期对不稳定斜坡进行治理，治理后可消除不稳定斜坡地质灾害。预测后期发生崩塌、滑坡的可能性小，造成的损失小。预测采矿活动加剧地质灾害的可能性较小，对矿山地质环境影响程度**较轻**。

#### 五、远期工程建设可能引发或加剧矿山地质灾害预测

在矿山正常生产过程中，各工业场地均不再进行大规模填挖平整和削坡取土，因此预测生产过程中工程建设引发、加剧滑坡地质灾害的可能性较小，对矿山地质环境影响程度**较轻**。

### 4.2.3 矿区含水层破坏现状分析与预测

#### 4.2.3.1 地下含水层影响现状评估

根据矿区含水岩组及含水特征，矿床充水因素主要为基岩构造裂隙水、大气降水及巷道穿过的各含水层间裂隙水的入渗补给。其中，基岩构造裂隙水与矿体直接接触，是矿床直接充水因素；基岩层间裂隙水则通过断裂构造及采矿井巷对矿床充水，为矿床间接充水因素。根据目前资料，矿区断层破碎带多含（导）水性质弱，但其沟通的弱富水的基岩裂隙含水层可能经断裂入渗补给矿层地下水，尤其在切割河沟部位，地表水沿断裂向下入渗补给含水岩组，而后进入矿坑，故地表水也成为矿床充水因素之一。

目前，除探矿巷道外，矿山尚未大规模进行回采，未形成较大规模采空区，现状条件下暂无涌水外溢。对照《矿山地质环境影响程度分级表》，矿井涌水量小于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。矿山开采对地下含水层影响“**较轻**”。

#### 4.2.3.2 地下含水层的影响预测评估

##### 1. 含水层结构破坏预测

已有地质勘探成果表明，区内约 66% 的资源储量位于当地最低侵蚀基准面之上。矿区地下水迳流方向一般指向沟谷，矿区地下水的水力坡度值较大，强风化带裂隙水的渗透性能弱，地下水迳流缓慢，其迳流量、补给量、排泄量三值相等。矿区地下水流向以水系沟底为界可分为上下两个部分，沟底以上段为潜层地下水，沟底以下为深层地下水。潜层地下水受局部地形、风化裂隙带下限界面、地下分水岭控制，地下水以地下分水岭鼓丘顶点为界向两侧迳流，以泉水及垂直蒸发的形式排泄，仅有部分地下水向更深处以侧向补给的形式向下游排泄。深层地下水由东北向西南缓慢运移，最终排泄于大夏河。

生产过程中，井下开采形成的采空区、井巷工程均将对水层充水结构造成一定程度的破坏，但由于矿区水文地质边界相对封闭，矿床开采区地下水储存量小且不均，主要为基岩裂隙中储存的地下水，其充水因素较为单一。矿区及周边地下水水位下降幅度较小，对区域地下水水位影响较小。因此，开采活动对含水层破坏作用有限。

除地下采矿活动外，其余建设均为地表工程活动，对地下含水层产生影响的可能性小。

##### 2. 矿井涌水量预测

依据 3010m 中段以上实测涌水量，采用水文地质比拟法矿区涌水量进行预测，矿井疏干时正常涌水量仅为  $570\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量为  $1670\text{m}^3/\text{d}$ 。

##### 3. 矿区及周边生产生活用水影响

本工程水源地为答浪沟河，取水位置位于生活区附近答浪沟河上游，水源地布置大口井一座、设备用房一座，输水管线通过加压泵站输送至各工业场地的高位水池，以保证矿区生产生活所需用水量，生活用水须经过处理后使用。矿井涌水均用于矿山生产活动，剩余涌水沉淀后自流至 3010m 平硐回水水仓，故预测采矿活动不会影响到矿区及周围部分生产生活供水。

综上，矿井正常涌水量小于  $3000\text{m}^3/\text{d}$ ，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，根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》附录 E，预测矿山后续开采对地下含水层影响“较轻”。

#### 4.2.4 矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

##### 4.2.4.1 地貌景观影响现状评估

矿区地处青藏高原东部边缘、秦岭山脉西北段，为典型的高原中高山地貌。远离自然保护区、名胜风景区、军事禁区、文物保护区和地质遗迹保护区等敏感区，远离城市周围与主要交通干线。现有人为活动主要为牧民放牧、周边矿山生产及勘探活动。

现状条件下，矿山开采对地形地貌的影响和破坏主要表现为不稳定斜坡、规划生产区、岩芯库、探矿竖井、废弃通风口、已有 35KV 变电站、水源地、废弃选矿厂及宿舍、矿区道路对地形地貌的景观的影响和破坏。

##### 1. 不稳定斜坡

###### (1) 不稳定斜坡 X1

位于废弃选矿厂宿舍后侧，为房屋建筑修建过程中，对山体进行开挖形成的。X1 斜坡整体呈北东至南西向展布，坡面裸露，长约 50m，高 12~15m，坡度一般 45~65°，平均坡度约 55°。经调查访问，该潜崩体坡面时有掉块、落石现象发生。在降雨、地震及人类工程活动等不利工况条件下，边坡易产生变形失稳，发生崩塌、滑坡等地质灾害，主要威胁坡脚宿舍及人员等的安全。参照表 4-10，综合评估确定不稳定斜坡 X1 对地形地貌景观的影响和破坏程度**较严重**。



图 4-7 X1 不稳定斜坡

## (2) 不稳定斜坡 X2

该不稳定斜坡为一上边坡，为矿山道路修建过程中，对山体进行开挖形成的，位于已闭库以地尾矿库东侧道路边坡。X2 斜坡整体呈北西至南东向展布，坡面裸露，平面与剖面形态均呈“折线形”，长约 70m，高 8-12m，坡度一般 40~60°，平均坡度约 55°。经调查访问，该潜崩体坡面时有掉块、落石现象发生，构成斜坡的岩土体利于降水入渗增加坡体荷载。X2 不稳定斜坡主要威胁过往车辆及行人。在降雨、机械车辆振动及地震等不利条件下，边坡易产生变形失稳，发生崩塌、滑坡等地质灾害。参照表 4-10，综合评估确定不稳定斜坡 X2 对地形地貌景观的影响和破坏程度**较严重**。



图 4-8 X2 不稳定斜坡

## 2. 规划生产区

位于矿区西北部，为矿山前期拟定的生产生活区域，目前地表已基本硬化完成，现状占地面积 4.2hm<sup>2</sup>，该场地建设过程中对原始地形进行了高挖低填，形成平缓开阔场地，对山体的微地貌形态造成了破坏，地表构筑物设施对矿区地形地貌景观产生了影响，在可视范围内现有地面工程与周边地形地貌景观极不协调，参照表 4-10，综合评估确定规划生产区对地形地貌景观的影响和破坏程度**较严重**。



图 4-9 规划生产区现状图

### 3. 岩芯库

位于矿区中部，占地面积 940m<sup>2</sup>，参照表 4-10，综合评估确定岩芯库对地形地貌景观的影响和破坏程度较轻。



图 4-10 岩芯库现状图

#### 4. 探矿竖井

位于岩芯库北侧约 30m 处，目前矿山共遗留有探矿竖井共计 1 处，单个竖井场地占地面积约  $20\text{m}^2$ ，部分临时井架暂未撤出，探矿竖井场地一般选位在较平整处，占地面积较小，参照表 4-10，综合评估确定探矿竖井对原始地形地貌景观的影响和破坏程度**较轻**。



图 4-11 探矿竖井

#### 5. 废弃通风口

位于探矿竖井北侧约 20m 处，占地面积约  $120\text{m}^2$ ，占地面积较小，参照表 4-10，综合评估确定废弃通风口对原始地形地貌景观的影响和破坏程度**较轻**。

#### 6. 已有 35KV 变电站

位于矿区中部，道路可视范围之内，可视范围影响程度较严重。占地面积约  $3840\text{m}^2$ ，可视范围影响程度较严重，参照表 4-10，综合评估确定已有 35KV 变电站对原始地形地貌景观的影响和破坏程度**较严重**。

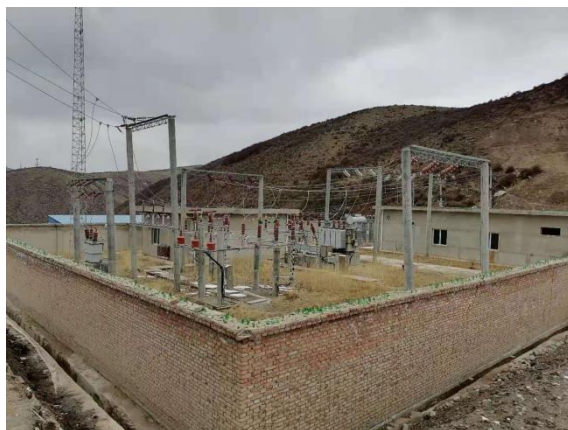


图 4-12 已有 35KV 变电站

### 7. 水源地

本工程水源地为答浪沟河，取水位置位于生活区附近答浪沟河上游，水源地布置大口井一座、设备用房一座，场地控制标高为 2940m，占地面积约 350m<sup>2</sup>，占地面积较小，土地利用类型为坑塘水面，参照表 4-10，综合评估确定水源地对原始地形地貌景观的影响和破坏程度**较轻**。

### 8. 废弃选矿厂

为前期民采所建的小选厂，位于矿区中部，占地面积 1080m<sup>2</sup>，占地面积较小，参照表 4-10，综合评估确定废弃选矿厂对原始地形地貌景观的影响和破坏程度**较轻**。



图 4-13 废弃选矿厂

### 9. 废弃选矿厂宿舍

位于废弃选矿厂西侧，占地面积 440m<sup>2</sup>，占地面积较小，参照表 4-10，综合评估确定废弃选矿厂宿舍对原始地形地貌景观的影响和破坏程度**较轻**。



图 4-14 废弃选矿厂宿舍

#### 9. 矿区道路

矿区修筑的道路总长度约 12km，总面积约 4.80hm<sup>2</sup>，路宽 3~4m，与乡道连接，评估区范围内道路占地面积共 9.012hm<sup>2</sup>，矿山道路依地形稍作平整、碾压而建，较为平整，无大规模的填挖方活动，现状评估矿山道路对该地区地形地貌景观的影响程度为较轻。

表 4-13 地形地貌景观影响现状评估

| 评价单元        | 分项评估          |          | 对地质环境<br>影响程度 | 占地面积<br>(hm <sup>2</sup> ) |
|-------------|---------------|----------|---------------|----------------------------|
|             | 对原生地形地貌景观破坏程度 | 可视范围影响程度 |               |                            |
| 不稳定斜坡 X1    | 较严重           | 较严重      | 较严重           | 0.084                      |
| 不稳定斜坡 X2    | 较严重           | 较严重      | 较严重           | 0.164                      |
| 规划生产区       | 较严重           | 较严重      | 较严重           | 4.20                       |
| 岩芯库         | 较轻            | 较轻       | 较轻            | 0.094                      |
| 探矿竖井        | 较轻            | 较轻       | 较轻            | 0.005                      |
| 废弃通风口       | 较轻            | 较轻       | 较轻            | 0.012                      |
| 已有 35KV 变电站 | 较严重           | 较严重      | 较严重           | 0.384                      |
| 水源地         | 较轻            | 较轻       | 较轻            | 0.035                      |
| 废弃选矿厂       | 较轻            | 较轻       | 较轻            | 0.108                      |
| 废弃选矿厂宿舍     | 较轻            | 较轻       | 较轻            | 0.044                      |
| 矿区道路        | 较轻            | 较轻       | 较轻            | 9.012                      |

#### 4.2.4.2 地形地貌景观影响预测评估

本矿山为新建矿山，根据开发利用方案，矿山采用一体化爆破，其爆破材料购买、储存、运输、爆破作业等均委托当地有资质的民爆单位完成，矿山不设置爆破材料库。矿山拟新建的工程主要有：采矿工业场地、充填工业场地、选矿工业场地、尾矿库、生活办公区、水源地及其他辅助设施。另外，矿山地下开采将会造成地面塌陷，形成一定的负地形，对地形地貌景观造成影响和破坏。

### 1. 采矿工业场地

设计采矿工业场地布置在 3010m 主平硐口附近，布置有采矿浴室、坑口预热机房、采矿办公楼、采矿 10kV 变配电所、空压机站、柴油发电机房，场地控制标高为 2996m；充填制备系统布置 3010m 主平硐口东南方向约 40m 处，含充填料制备站、浓密机、水泥仓、尾矿输送二级泵站、事故池等设施，场地控制标高为 3022m；采矿工业场地占地面积约  $1.50\text{hm}^2$ ，与规划生产区重叠面积  $1.01\text{hm}^2$ ，新增损毁面积  $0.49\text{hm}^2$ ，场地依地势而建，建于现状规划生产区，布局较为整齐，对原生地形地貌的影响程度小，预测评估部分仅对新增损毁部分进行评估，其对地形地貌景观影响程度**较轻**。

### 2. 选矿工业场地

选矿工业场地由选矿厂及其辅助设施组成。选矿厂规模为： $50.0\times 10^4\text{t/a}$ ，工作制度：年工作 300d，每天 3 班，每班 8h。选矿主要车间根据工艺流程自上而下依次布置 1<sup>#</sup>转运站、废石仓、中间堆场、2<sup>#</sup>转运站、3<sup>#</sup>转运站、磨浮车间、浮选车间、浓密池、尾矿输送一级泵站、压滤及精矿车间。场地控制标高为 2989m-2960m，占地面积约  $3.35\text{hm}^2$ ，全部位于规划生产区范围内，选矿厂建于现状规划生产区，布局较为整齐，对原生地形地貌的影响程度小，对地形地貌景观影响程度较轻，由于选矿工业场地全部位于规划生产区范围内，因此预测评估不再对其进行评估。

### 3. 尾矿库

尾矿库设在选矿厂东侧约 2100m 的西毛切克合上游，属于低山丘陵区沟谷型尾矿库。初期坝坝高为 24m，轴线最低标高 3251.0m，坝顶标高 3275.0m，坝顶宽 4.0m，坝顶长 174.0m，初期坝库容  $45.46\times 10^4\text{m}^3$ 。尾矿堆积坝最终堆积标高 3315m，堆积高度 40m。尾矿库总库容为  $571.66\times 10^4\text{m}^3$ ，尾矿库占地面积约  $46.05\text{hm}^2$ 。新建尾矿库对原生地形地貌的影响程度较大，对地形地貌景观影响程度**严重**。

### 4. 生活办公区

生活办公区布置主平硐所在的拉布在卡沟沟口，紧邻公路与选矿工业场地集中布置。布置有选矿办公楼（含食堂、中控室）、职工宿舍（4 栋）等生活行政设施。场地控制标高为 2943-2946m，占地面积约  $1.75\text{hm}^2$ ，与规划生产区重叠面积  $0.87\text{hm}^2$ ，新增损毁面积  $0.88\text{hm}^2$ ，预测评估部分仅对新增损毁部分进行评估，场地面积较小，综合判断对地形地貌景观影响程度**较轻**。

### 5. 地面塌陷区

根据开发利用方案，在地采结束后，预测形成一处塌陷区，占地共计  $76.17\text{hm}^2$ ，对

矿区原生地形地貌的影响或破坏程度较大，对可视范围内的地形地貌景观影响较大，对矿山地质环境影响程度**严重**。

#### 6. 新建 35KV 变电站

布置在采矿工业场地东侧，占地面积  $0.23\text{hm}^2$ ，对矿区原生地形地貌的影响或破坏程度较大，对可视范围内的地形地貌景观影响较大，对矿山地质环境影响程度**较严重**。

#### 7. $800\text{m}^3$ 新水采矿高位水池

布置在新建 35KV 总降压变电所北侧附近，占地面积  $0.021\text{hm}^2$ ，损毁地类为灌木林地和采矿用地。对局部地面进行了挖填，挖填厚度均小于  $2\text{m}$ ，对周边对地形地貌的原始性、完整性、连续性、可视性影响较小，对矿山地质环境影响程度**较轻**。

#### 8. $1000\text{m}^3$ 回水采矿高位水池

布置在  $800\text{m}^3$  新水采矿高位水池北侧附近，占地面积  $0.114\text{hm}^2$ ，损毁地类为灌木林地和采矿用地。对局部地面进行了挖填，挖填厚度均小于  $2\text{m}$ ，对周边对地形地貌的原始性、完整性、连续性、可视性影响较小，对矿山地质环境影响程度**较轻**。

#### 9. 新建道路

新建  $1.0\text{km}$  厂内联络道路，改造拓宽采选工业场地及生活办公区内部道路  $650\text{m}$ ，道路依地形稍作平整、碾压而建，较为平整，预测其对地形地貌景观影响程度**较轻**。

拟新建的选矿工业场地、部分采矿工业场地及部分生活办公区位于现状规划生产区之上，该部分已有建筑物加以改造后继续使用，故不拆除；岩芯库在后期生产中继续使用，暂不拆除；原有 35KV 变电站计划搬迁，现状变电站将拆除复垦；崩落范围以外建构筑物，其他已有建构筑物设施将在生产过程中逐步拆除复垦，预测其对地形地貌景观影响程度将转为较轻。

表 4-14 地貌景观影响预测评估

| 评价单元                      | 分项评估          |          | 对地质环境影响程度 | 占地面积( $\text{hm}^2$ ) |
|---------------------------|---------------|----------|-----------|-----------------------|
|                           | 对原生地形地貌景观破坏程度 | 可视范围影响程度 |           |                       |
| 采矿工业场地                    | 较严重           | 较严重      | 较严重       | 0.49                  |
| 新建 35KV 变电站               | 较严重           | 较严重      | 较严重       | 0.23                  |
| 尾矿库                       | 严重            | 严重       | 严重        | 46.05                 |
| 生活办公区                     | 较轻            | 较轻       | 较轻        | 0.88                  |
| 地面塌陷区                     | 严重            | 严重       | 严重        | 75.52                 |
| $800\text{m}^3$ 新水采矿高位水池  | 较轻            | 较轻       | 较轻        | 0.02                  |
| $1000\text{m}^3$ 回水采矿高位水池 | 较轻            | 较轻       | 较轻        | 0.11                  |
| 新建道路                      | 较轻            | 较轻       | 较轻        | 1.44                  |

#### 4.2.5 矿区水土环境污染现状分析与预测

矿区水土环境污染主要表现为：矿坑涌水及生产生活污水等未经净化处理就被直接排放及矿区大量粉尘的沉降、生活垃圾等对周围土壤造成污染；矿山建设工程压埋、挖毁土地，破坏当地土地资源与生态环境。

##### 4.2.5.1 水土环境污染现状评估

###### 1. 地表水环境污染

地表水采样点位分别布置在矿二沟溪沟水、四合院后沟溪沟水、以地一答浪沟河上游，检测项目为 PH、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷、硫化物、氟化物、六价铬、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、粪大肠菌群(个/L)、铜、铅、锌、镉、镍、砷、汞、硒、铁、锰和总铬。

根据检测结果可知，矿区地表水所监测的24项污染物均未超过《地表水环境质量标准》（GB3838-2020）III类水质标准要求。如主要污染物铅、镉、砷、氰化物均未检出，因此现状情况下矿山生产对地表水造成的污染小。检测结果详见表4-12。

###### 2. 地下水环境污染

地下水采样点位分别布置在夯砣下寨—3130 中段硐口水仓和 3055 中段硐口水仓，检测项目为 PH、色(度)、嗅和味、浑浊度(度)、肉眼可见物、总硬度、溶解性总固体、溶解氧、高锰酸盐指数、化学需氧量、五日生化需氧量、氨氮、总氮、总磷、硫化物、氟化物、六价铬、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫酸盐、硝酸盐(N)、亚硝酸盐(N)、氯化物、粪大肠菌群(个/L)、细菌总数、总大肠菌群、铜、铅、锌、镉、镍、砷、汞、硒、铁、锰和总铬，检测结果详见表 4-12。

生活水采样点位分别布置在矿二沟溪沟水、四合院后沟溪沟水、以地一答浪沟河上游、夯砣下寨—3130 中段硐口水仓及 3055 中段硐口水仓，检测项目与地下水一致，检测结果详见表 4-12。

矿石、岩石化学成分基本稳定，不易析出对人体与环境有害组份；矿山矿坑涌水、临时堆放废石淋滤水及生产生活污水等经过大量蒸发、长距离入渗衰竭，对区内基岩裂隙水造成污染的可能性较小。

表 4-15

水质检测数据

| 监测项目       | 地表水监测点位                                            |          |           | 标准限值                | 地下水监测点位            |            | 标准限值    | 标准限值    |
|------------|----------------------------------------------------|----------|-----------|---------------------|--------------------|------------|---------|---------|
|            | 矿二沟溪沟水                                             | 四合院后沟溪沟水 | 以地一答浪沟河上游 | Ⅲ类                  | 夯砣下寨—3130中段硐口水仓    | 3055中段硐口水仓 | Ⅲ类      | 生活饮用水   |
| pH（无量纲）    | 8.3                                                | 8.1      | 8.3       | 6~9                 | 8.4                | 8.5        | 6.5~8.5 | 6.5~8.5 |
| 色(度)       | /                                                  | /        | /         | /                   | <5                 | <5         | ≤15     | ≤15     |
| 嗅和味        | /                                                  | /        | /         | /                   | 无                  | 无          | 无       | 无       |
| 浑浊度(度)     | /                                                  | /        | /         | /                   | <1                 | <1         | ≤3      | ≤1      |
| 肉眼可见物      | /                                                  | /        | /         | /                   | 无                  | 无          | 无       | 无       |
| 总硬度        | /                                                  | /        | /         | /                   | 262                | 264        | ≤450    | ≤450    |
| 溶解性总固体     | /                                                  | /        | /         | /                   | 482                | 548        | ≤1000   | ≤1000   |
| 溶解氧        | 6.6                                                | 6.5      | 6.9       | ≥6                  | /                  | /          | /       | /       |
| 高锰酸盐指数     | 1.5                                                | 2.4      | 1         | ≤4                  | 1.7                | 2          | ≤3.0    | /       |
| 化学需氧量      | 6                                                  | 10       | 6.4       | ≤15                 | /                  | /          | /       | /       |
| 五日生化需氧量    | 0.89                                               | 1.02     | 0.95      | ≤3                  | /                  | /          | /       | /       |
| 氨氮         | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.5                | N.D                | N.D        | ≤0.2    | ≤0.5    |
| 总氮         | 4.06                                               | 1.32     | 3.11      | ≤0.5                | /                  | /          | /       | /       |
| 总磷         | N.D                                                | 0.033    | 0.024     | ≤0.1                | /                  | /          | /       | /       |
| 硫化物        | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.1                | /                  | /          | /       | ≤0.002  |
| 氟化物        | 0.15                                               | 0.12     | 0.09      | ≤1                  | 0.11               | 0.16       | ≤1.0    | ≤1.0    |
| 六价铬        | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.05               | N.D                | N.D        | ≤0.05   | ≤0.05   |
| 氰化物        | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.05               | N.D                | N.D        | ≤0.05   | ≤0.05   |
| 挥发酚        | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.002              | N.D                | N.D        | ≤0.002  | ≤0.002  |
| 石油类        | 0.02                                               | 0.03     | N.D       | ≤0.05               | /                  | /          | /       | /       |
| 阴离子表面活性剂   | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.2                | N.D                | N.D        | ≤0.3    | ≤0.3    |
| 硫酸盐        | 69.9                                               | 75.2     | 75.8      | ≤250                | 64.1               | 67.6       | ≤250    | ≤250    |
| 硝酸盐（N）     | 3.66                                               | 0.64     | 2.24      | ≤10                 | 1.58               | 6.48       | ≤20     | ≤10~20  |
| 亚硝酸盐（N）    | /                                                  | /        | /         |                     | N.D                | 0.005      | ≤0.02   | /       |
| 氯化物        | 25.4                                               | 27       | 25.5      | ≤250                | 34.9               | 35.5       | ≤250    | ≤250    |
| 粪大肠菌群（个/L） | <200                                               | <200     | <200      | ≤200                | /                  | /          | /       | /       |
| 细菌总数       | /                                                  | /        | /         |                     | 48                 | 55         | ≤100    | ≤100    |
| 总大肠菌群      | /                                                  | /        | /         |                     | <3                 | <3         | ≤3.0    | 不得检出    |
| 铜          | 0.063                                              | 0.057    | 0.043     | ≤1                  | 0.069              | 0.086      | ≤1.0    | 1       |
| 铅          | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤1                  | N.D                | N.D        | ≤0.05   | 0.01    |
| 锌          | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤1                  | N.D                | N.D        | ≤1.0    | 1       |
| 镉          | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.005              | N.D                | N.D        | ≤0.01   | 0.005   |
| 镍          | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.02               | N.D                | N.D        | ≤0.05   | 0.002   |
| 砷          | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.05               | N.D                | N.D        | ≤0.05   | 0.01    |
| 汞          | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤5*10 <sup>-5</sup> | N.D                | N.D        | ≤0.001  | 0.001   |
| 硒          | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.01               | N.D                | N.D        | ≤0.01   | 0.01    |
| 铁          | 0.164                                              | 0.252    | 0.144     | ≤0.3                | 0.182              | 0.185      | ≤0.3    | 0.3     |
| 锰          | 0.026                                              | 0.086    | 0.024     | ≤0.1                | 0.027              | 0.038      | ≤0.1    | 0.1     |
| 总铬         | N.D                                                | N.D      | N.D       | ≤0.05               | /                  | /          | /       | /       |
| 水环境质量      | Ⅱ类                                                 | Ⅱ类       | Ⅱ类        | 单位：mg/L             | Ⅲ类                 | Ⅲ类         | 单位：mg/L |         |
| 生活饮用水质量    | 符合饮用水卫生标准，可作生活饮用水源                                 |          |           |                     | 符合饮用水卫生标准，可作生活饮用水源 |            |         |         |
| 备注         | 1、“pH”为无量纲，“N.D”为未检出，“/”表示无此项                      |          |           |                     |                    |            |         |         |
|            | 2、地表水评价参照《GB3838-2002 地表水环境质量标准》表1 地表水环境质量基本项目标准限值 |          |           |                     |                    |            |         |         |
|            | 3、地下水环境质量评价参照《GB14848-1993 地下水质量标准》表1 地下水质量分类指标    |          |           |                     |                    |            |         |         |
|            | 4、生活饮用水质量评价参照《GB/T5749-2006 生活饮用水卫生标准》             |          |           |                     |                    |            |         |         |

### 3. 土壤污染

现场目测未发现土壤污染而使土壤结构变化的现象。矿石、岩石化学成分基本稳定，不易析出对人体与环境有害组份。

综合分析认为，矿山水土污染对地质环境的影响程度**较轻**。

#### 4.2.5.2 水土环境污染预测评估

##### 1. 地表水环境污染

本项目主要废水包括井下涌水、尾矿库排水、选厂排水以及生活污水。

采矿坑内正常涌水经坑内沉淀后，供采矿工艺使用，剩余涌水沉淀后返回至选厂；选矿工艺为闭路循环，排水除尾矿蒸发和充填尾矿自身含水外，其余全部回用于选厂，无有害废水排放；尾矿库周边设截水沟，库外雨水经截水沟排出；生活污水排放量 $100\text{m}^3/\text{d}$ ，经化粪池和污水处理成套设备处理后，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》的要求后根据矿区、生活区绿化需要回用。现状监测数据显示，其监测项目均满足相关标准要求。预测矿山开采对地表水环境污染**较轻**。

##### 2. 地下水环境污染

矿山井下多余的水通过处理后用于矿山生产，废石淋滤水仅在雨季遇连阴雨或强降雨时有短暂渗流。由于当地气候日照充足，地表蒸发量较大，经过大量蒸发、长距离入渗衰竭，对区内基岩裂隙水造成污染的可能性小和影响小。

尾矿库区内地层较稳定，无断层通过，不会造成因断层造成尾矿水水泄漏对地下水产生影响。此外，尾矿库库底铺设防渗膜，尾矿库防渗层结构的选择除符合《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》和《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）（GB18599-2001）的要求外，充分考虑现场的工程地质条件、地形地貌等因素，尾矿库防渗层结构方案如下：

尾矿库防渗层结构（从尾矿至基础层）依次为：

尾矿

复合土工膜（ $480\text{g}/\text{m}^2-1.5\text{mm}-480\text{g}/\text{m}^2$ ）

钠基膨润土防水垫（ $4800\text{g}/\text{m}^2$ ）

基础整平夯实

库区边坡防渗层结构（从尾矿至基础层）依次为：

在尾矿库内设防渗设施，初期坝下游设有截渗坝，坝顶标高 3243m，坝高 3m，坝轴线长 45m，无渗水外流，除部分回水蒸发及尾矿自身含水外其余均返回选矿工艺使用。

预测矿山开采对地下水环境污染**较轻**。

### 3. 土壤污染

由于矿坑水及生产生活污水均经过处理后，用于矿区道路及采场洒水降尘，绿化用水，不外排，对矿区土壤造成污染的可能性小，生活垃圾定点堆存后运至垃圾填埋场进行卫生填埋，对矿区土壤造成污染的可能性小。

对于采矿活动，区内废石作为砂石骨料的优质材料，全部进行外运销售，因此仅在中间堆场旁边建一小型废石仓，土壤污染主要为矿山开采爆破选用的铵油炸药，其主要成分硝酸铵，而硝酸铵在土壤中不留残物，均能被作物吸收，是生理中性肥料，利于植物生长。综上，预计运营期间各有害物质对厂区周围土壤环境对区域土壤环境影响**较轻**。

综合分析认为，预测矿山生产活动对矿山水土污染地质环境的影响程度“**较轻**”。

## 4.3 矿山土地损毁预测与评估

### 4.3.1 土地损毁环节与时序

#### 一、项目生产工艺流程

开采方式：地下开采。

开采标高：3400m~2040m。

建设工程布局：项目区主要有探矿竖井，已有房屋建筑，生活办公区，采矿工业场地，新建矿石临时堆场、水源地、矿山道路组成。

开拓运输方案：①3010m 以上采区开拓运输方案：主平硐+溜井+辅助斜井开拓。②3010m 以下采区开拓运输方案：竖井开拓，双层罐笼+平衡锤两套提升。

开采顺序：①首采地段为 3220m、3160m、3110m 中段。②采区内开采顺序为整体由上而下，中段内采用后退式开采。

地下开采采矿方法：①3010m 以上采区：分段空场嗣后充填法（平底结构，厚度>4m、矿岩中等稳固的矿体），浅孔留矿嗣后充填法（平底结构，厚度≤4m、矿岩中等稳固的矿体）；②3010m 以下采区：分段空场嗣后充填法（有底部结构，厚度>4m、矿岩中等稳固的矿体），浅孔留矿嗣后充填法（有底部结构，厚度≤4m、矿岩中等稳固的矿体），上向水平进路式尾砂胶结充填法（矿岩不稳固、上盘围岩特破碎的矿体），上向水平分层尾砂胶结充填法（矿岩不稳固的矿体）。

按照上述采矿方法的适用条件，对矿体逐个剖面进行统计，分段空场嗣后充填法占出矿比例的 20%，浅孔留矿嗣后充填法占出矿比例的 50%，上向水平分层（进路）尾砂胶结充填法占出矿比例的 30%。

废石处置：区内矿体围岩为石英闪长岩，属良好的制砂石骨料原料，为了综合利用资源，在中间堆场东侧并排布置废石仓。采矿生产期采出的废石除部分回填采空区，约50%废石由胶带运输至废石仓，由铲车装至汽车运输至附近砂石料加工厂就地堆存。

矿石开采运输流程：凿岩→爆破→落矿→装载→运输→选厂。

选矿工艺流程：磨矿流程为半自磨+球磨流程，浮选流程为一次粗选、三次扫选（较扩试和原有选厂该作业增加一次）、三次精选，浮选作业产出的金精矿采用浓密、压滤两段脱水流程。金精矿水分 $\leq 10\%$ ，脱水后的金精矿装车后外运销售。

## 二、土地损毁环节、顺序及损毁方式

### 1. 损毁环节

根据项目建设及开采工艺流程可知，对土地造成的损毁环节为：①矿山建设环节；②地下生产环节。

### 2. 损毁顺序及损毁方式

矿山生产对土地造成的损毁顺序为：①现有生产生活设施对土地造成的压占、挖损损毁；②生产过程中地下开采造成的塌陷损毁及尾矿产占损毁。

## 4.3.2 已损毁各类土地现状

### 4.3.2.1 损毁程度评估标准

根据类似工程的土地损毁程度调查情况，参考水土保持、地质灾害评估等学科的实际经验数据，目前较公认采用的土地损毁标准如下：

#### 一、土地挖损损毁程度等级标准

挖损土地损毁程度主要采用挖损深度、挖损面积两项指标进行评价。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。见表4-16。

表 4-16 挖损土地损毁程度评价因素及等级标准表

| 评价因素 | 评价因子                    | 评价等级    |          |          |
|------|-------------------------|---------|----------|----------|
|      |                         | 轻度损毁    | 中度损毁     | 重度损毁     |
| 地表挖损 | 挖损深度 (m)                | $< 2.0$ | 2.0~5.0  | $> 5.0$  |
|      | 挖损面积 (hm <sup>2</sup> ) | $< 1.0$ | 1.0~10.0 | $> 10.0$ |

#### 二、压占土地损毁程度等级标准

压占土地损毁程度等级采用压占面积和堆填高度两项指标进行评价。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 4-17 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表

| 评价因素 | 评价因子                    | 评价等级 |          |       |
|------|-------------------------|------|----------|-------|
|      |                         | 轻度损毁 | 中度损毁     | 重度损毁  |
| 地表压占 | 压占面积 (hm <sup>2</sup> ) | <1.0 | 1.0~10.0 | >10.0 |
|      | 堆填高度 (m)                | <5.0 | 5.0~10.0 | >10.0 |

### 三、地面塌陷土地损毁程度等级标准

地面塌陷土地损毁程度等级采用塌陷深度、塌陷面积、采空区地裂缝宽度等几项指标进行评价。

表 4-18 地面塌陷土地损毁程度评价因素及等级标准表

| 损毁等级 | 塌陷深度 (m) | 塌陷面积 (hm <sup>2</sup> ) | 地表裂缝长度 |
|------|----------|-------------------------|--------|
| 轻度   | <2       | <1                      | <10    |
| 中度   | 2~5      | 1~5                     | 10~50  |
| 重度   | >5       | >5                      | >50    |

#### 4.3.2.2 土地损毁现状评估

以地南铜金矿为新建矿山，在企业入驻前及探矿期间，形成探坑 1 处，施工钻孔 65 个（43393.42m），探槽 24 个（共计 4500m<sup>3</sup>），渣堆 11 处，探矿竖井计 1 处，简易道路 9km。

根据现场调查，目前，各探槽已全部采用废石回填，渣堆已全部治理完毕，钻孔平台已全部封孔平整。除上述区域外，其余已损毁土地均未进行治理与复垦。

未整治区域土地损毁类型主要为压占、挖损损毁。已损毁土地面积合计 13.894hm<sup>2</sup>，其中天然牧草地 0.653hm<sup>2</sup>，乔木林地 0.511hm<sup>2</sup>，坑塘水面 0.035hm<sup>2</sup>，采矿用地 3.683hm<sup>2</sup>，公路用地 1.718hm<sup>2</sup>，农村道路 7.294hm<sup>2</sup>。评估区已损毁土地均位于矿权范围内，损毁情况见表 4-19。

表 4-19 评估区已损毁土地统计表

| 序号 | 评价单元        | 土地损毁方式 | 损毁土地类型 | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 损毁程度 |
|----|-------------|--------|--------|-----------------------|------|
| 1  | 规划生产区       | 挖损、压占  | 天然牧草地  | 0.461                 | 中度   |
|    |             |        | 乔木林地   | 0.511                 |      |
|    |             |        | 采矿用地   | 3.228                 |      |
|    | 小计          |        |        | 4.200                 |      |
| 2  | 岩芯库         | 压占     | 采矿用地   | 0.094                 | 轻度   |
| 3  | 探矿竖井        | 压占     | 采矿用地   | 0.005                 | 轻度   |
| 4  | 废弃通风口       | 压占     | 采矿用地   | 0.012                 | 轻度   |
| 5  | 已有 35KV 变电站 | 压占     | 天然牧草地  | 0.192                 | 轻度   |
|    |             |        | 采矿用地   | 0.192                 |      |
|    | 小计          |        |        | 0.384                 |      |

| 序号 | 评价单元    | 土地损毁方式 | 损毁土地类型 | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 损毁程度 |
|----|---------|--------|--------|-----------------------|------|
| 6  | 水源地     |        | 坑塘水面   | 0.035                 | 轻度   |
| 7  | 废弃选矿厂   | 挖损、压占  | 采矿用地   | 0.108                 | 轻度   |
| 8  | 废弃选矿厂宿舍 | 压占     | 采矿用地   | 0.044                 | 轻度   |
| 9  | 矿区道路    | 挖损、压占  | 公路用地   | 1.718                 | 中度   |
|    |         |        | 农村道路   | 7.294                 |      |
|    | 小计      |        |        | 9.012                 |      |
|    |         | 合计     |        | 13.894                |      |

#### 4.3.2.3 拟损毁土地预测与评估

根据项目区的特性和本工程的施工、运行情况，未来矿山采矿活动可能造成土地损毁的活动主要为：采矿工业场地、南回风井工业场地、新建 35KV 变电站、生活办公区、采矿高位水池、生产尾砂堆存于尾矿库对土地的挖损、压占损毁，采矿活动诱发的地表塌陷。其中采矿工业场地占地面积约 1.50hm<sup>2</sup>，与规划生产区重叠面积 1.01hm<sup>2</sup>，新增损毁面积 0.49hm<sup>2</sup>；选矿工业场地由于全部位于规划生产区范围内，预测评估不再重复统计；生活办公区占地面积 1.75hm<sup>2</sup>，与规划生产区重叠面积 0.87hm<sup>2</sup>，新增损毁面积 0.88hm<sup>2</sup>。拟损毁土地统计过程中将重复面积予以扣除，评估区拟损毁面积共 124.738hm<sup>2</sup>，其中天然牧草地 61.678hm<sup>2</sup>，灌木林地 39.253hm<sup>2</sup>，采矿用地 19.47hm<sup>2</sup>，乔木林地 3.973hm<sup>2</sup>，其他林地 0.403hm<sup>2</sup>，旱地 0.105hm<sup>2</sup>（见表 4-20）。经合作市自然资源局、水保局、林业局、住建局、农牧局、环保局、水务局、旅游局核查，拟损毁土地均不在各类自然保护区和法律法规明令禁止矿产资源勘查开发的区域内。

表 4-20

矿区拟损毁土地统计表

| 序号 | 评价单元        | 土地损毁方式 | 损毁土地类型 | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 损毁程度 |
|----|-------------|--------|--------|-----------------------|------|
| 1  | 采矿工业场地      | 挖损、压占  | 采矿用地   | 0.36                  | 轻度   |
|    |             |        | 乔木林地   | 0.13                  |      |
|    |             |        | 小计     | 0.49                  |      |
| 2  | 南回风井工业场地    | 压占     | 灌木林地   | 0.144                 | 轻度   |
| 3  | 新建 35KV 变电站 | 挖损、压占  | 采矿用地   | 0.225                 | 轻度   |
| 4  | 尾矿库         | 压占     | 天然牧草地  | 46.05                 | 重度   |
| 5  | 生活办公区       | 挖损、压占  | 天然牧草地  | 0.466                 | 轻度   |
|    |             |        | 灌木林地   | 0.198                 |      |
|    |             |        | 旱地     | 0.105                 |      |
|    |             |        | 采矿用地   | 0.106                 |      |
|    |             |        | 小计     | 0.875                 |      |
| 6  | 地面塌陷区       | 塌陷     | 天然牧草地  | 15.162                | 重度   |
|    |             |        | 灌木林地   | 38.835                |      |

| 序号 | 评价单元                        | 土地损毁方式 | 损毁土地类型 | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 损毁程度 |
|----|-----------------------------|--------|--------|-----------------------|------|
|    |                             |        | 乔木林地   | 3.843                 |      |
|    |                             |        | 采矿用地   | 17.28                 |      |
|    |                             |        | 其他林地   | 0.403                 |      |
|    |                             |        | 小计     | 75.523                |      |
| 7  | 800m <sup>3</sup> 新水采矿高位水池  | 挖损、压占  | 灌木林地   | 0.016                 | 轻度   |
|    |                             |        | 采矿用地   | 0.005                 |      |
|    |                             |        | 小计     | 0.021                 |      |
| 8  | 1000m <sup>3</sup> 回水采矿高位水池 | 挖损、压占  | 灌木林地   | 0.060                 | 轻度   |
|    |                             |        | 采矿用地   | 0.054                 |      |
|    |                             |        | 小计     | 0.114                 |      |
| 9  | 新建道路                        | 挖损、压占  | 采矿用地   | 1.44                  | 中度   |
|    |                             | 合计     |        | 124.738               |      |

#### 4.4 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

##### 4.4.1 矿山地质环境保护与恢复治理分区

###### 4.4.1.1 分区原则和分区方法

###### 一、分区原则

###### 1. 以矿山地质环境现状和地质环境影响预测评估为基础的原则

在分析矿山地质环境条件，矿山地质灾害及主要地质环境问题分布、发育特征及其危害性的基础上，利用矿山地质环境影响评估结果进行分区。

###### 2. 与矿山工程建设紧密结合的原则

矿山地质环境评估的目的是为工程建设服务，评估时应结合该矿山工程建设特点，充分考虑矿山地质环境的影响程度，特别是地质灾害对工程建设的危害程度、危害方式和危害规模等，对工程无关的地质灾害点可降低分级。

###### 3. 预防保护和治理相结合的原则

矿山环境的破坏具有不

可逆性，即使恢复治理也必须付出高昂的代价。应注重环境破坏由事后管理向事前控制和预防转变，开发和保护并重，防、治并举，达到保护环境，防灾减灾的目的。

###### 4. 考虑矿山地质环境问题发育程度趋势性的原则

矿山地质环境问题发育程度趋势性的分析，主要是预测矿山地质环境问题对矿山工程在运营过程中的危害情况，如现状发育程度弱，但有逐年增强的趋势时，应对危害级别适当地提高。

## 二、分区方法

按照《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》（DZ/T 0233-2011），以矿山地质环境影响评估为基础，依据矿山建设工程布局和特点，根据矿山地质环境保护与恢复治理分区表（表 4-21），明确预防保护及治理的区域，采取区内相似，区际相异的原则，以定性分析为主，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。

**表 4-21 矿山地质环境保护与恢复治理分区表**

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

注：现状评估与预测评估结果不一致的采取就上原则进行分区

### 4.4.1.2 分区评述

根据矿山地质环境保护分区原则及分区方法，将矿山划分为矿山地质环境重点防治区（I）、次重点防治区（II）和一般防治区（III），见表 4-22。

#### 一、矿山地质环境重点防治区（I）

现状不稳定斜坡，位于地面塌陷范围内，矿山地质环境影响评估均为较严重；现状已有的废弃选矿厂、已有 35KV 变电站、探矿竖井、岩芯库、废弃通风口位于地面塌陷范围内，矿山地质环境影响评估均为较轻，按照就上分区的原则，全部计入重点防治区，次重点防治区和一般防治区统计时予以扣除。根据矿山地质环境影响预测评估结果，矿山地质环境重点防治区为地面塌陷区、尾矿库，总面积为 122.22hm<sup>2</sup>，占评估区总面积的 13.64%。可进一步分为 2 个亚区：

##### 1. 地表塌陷区（I<sub>1</sub>）

矿山最终将形成地面塌陷区，预测塌陷区东西方向长约 1680m，南北宽约 660m，总面积 76.17hm<sup>2</sup>。

目前矿山暂未进行开发建设活动，现状条件下未产生地下采空区和地表塌陷区，随着矿山开发建设活动的进行，预计矿山最终将形成一处塌陷区，预测矿山在服务期内形成的地面塌陷地质灾害规模为小型、可能造成直接经济损失及危害程度较小、但发生地质灾害的可能性大，预测评估矿山开采活动引发的地面塌陷地质灾害对矿山地质环境的影响程度为较严重；预测评估矿山开采引发含水层结构破坏对矿山地质环境影响的程度为较轻；塌陷坑和地裂缝的产生对原地形地貌景观有所改变，地形地貌景观影响严重，对水土环境污染较轻。

综合评估地面塌陷区对该区地质环境影响程度**严重**。

防治措施建议：因采矿引起的含水层破坏从结构角度来讲是不可恢复的，且区内含水层富水性弱，原则上可不进行治疗，一般等矿井闭坑后地下水位自然恢复。对该区其它矿山地质环境问题的治理，其实质是对塌陷裂缝的治理，因此，需及时对塌陷裂缝进行夯填，同时加强地质环境监测，并在塌陷区周边设置护栏和警示牌，防止意外的发生。

## 2. 尾矿库（I<sub>2</sub>）

尾矿库设在选矿厂东侧约 2100m 的西毛切克合上游，属于低山丘陵区沟谷型尾矿库，地势总体北高南低，地形起伏较缓，地面最低高程约 3230m，最大高程达 3417m，坝体稳定性、安全性好。

初期坝坝高为 24m，轴线最低标高 3251.0m，坝顶标高 3275.0m，坝顶宽 4.0m，坝顶长 174.0m，初期坝库容  $45.46 \times 10^4 \text{m}^3$ 。尾矿堆积坝最终堆积标高 3315m，堆积高度 40m。尾矿库总库容为  $571.66 \times 10^4 \text{m}^3$ ，尾矿库占地面积约  $46.05 \text{hm}^2$ ，为三等库。

该尾矿库损毁土地类型均为天然牧草地，预测评估认为尾矿库对该区地形地貌景观破坏程度严重，对含水层破坏程度较轻，对水土污染的程度较轻。

综合评估尾矿库对该区地质环境影响程度**严重**。

防治措施建议：尾矿坝边坡采取适当防护措施后，可复垦为草地。尾矿库闭库后，库面可覆盖 0.3m 废石，废石上覆盖腐殖土并播撒草籽，复垦为草地。

## 二、矿山地质环境次重点防治区（II）

根据矿山地质环境影响预测评估结果，矿山地质环境次重点防治区为不稳定斜坡、规划生产区、采矿工业场地、新建 35KV 变电站，确定次重点防治区总面积  $5.163 \text{hm}^2$ ，占评估区总面积的 0.55%。可进一步分为 3 个亚区：

规划生产区（II1）：位于矿区西北部，为矿山前期拟定的生产生活区域，目前地表已基本硬化完成，现状占地面积  $4.2 \text{hm}^2$ ，现状地质灾害不发育；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

综合评估规划生产区对该区地质环境影响程度**较严重**。

防治措施建议：近期对规划生产区未利用土地进行平整覆土，完成复垦工作；矿山闭坑后，拆除场地内不再利用的建筑物，对场地进行平整，进行监测等综合防治措施。

采矿工业场地（II2）：采矿工业场地布置在 3010m 主平硐口附近，采矿工业场地

占地面积约 1.50hm<sup>2</sup>，与规划生产区重叠面积 1.01hm<sup>2</sup>，新增损毁面积 0.49hm<sup>2</sup>，预测评估地质灾害不发育；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

综合评估采矿工业场地对该区地质环境影响程度**较严重**。

防治措施建议：矿山闭坑后，拆除场地内不再利用的建筑物，对场地进行平整，进行监测等综合防治措施。

新建 35KV 变电站（II3）：布置在采矿工业场地东侧，预测评估地质灾害不发育；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

综合评估新建 35KV 变电站对该区地质环境影响程度**较严重**。

防治措施建议：对场地进行绿化，加强环境保护，矿山闭坑后移交当地政府。

### 三、矿山地质环境一般防治区（III）

矿山地质环境一般防治区为其他建筑及评估区的其他区域，面积约 768.747hm<sup>2</sup>，主要包含探矿竖井、生活办公区、矿区道路，高位水池、水源地及区内其它未布置工程区域。区内现状及预测地质灾害不发育，对含水层的影响程度较轻，对地形地貌景观破坏程度较轻，对土地资源的影响程度较轻，对地质环境影响程度较轻。

主要防治措施建议：强环境保护，落实生产、生活污水、生活垃圾处理措施，不断改造办公、生活区环境。

表 4-22 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

| 分区级别       | 编号  | 分区名称        | 分布面积（hm <sup>2</sup> ） | 占比（%） | 矿山地质环境影响程度 |
|------------|-----|-------------|------------------------|-------|------------|
| 重点防治区（I）   | I1  | 地表塌陷区       | 76.170                 | 8.50  | 严重         |
|            | I2  | 尾矿库         | 46.050                 | 5.14  | 严重         |
| 小计         |     |             | 122.220                | 13.64 |            |
| 次重点防治区（II） | II1 | 规划生产区       | 4.200                  | 0.47  | 较严重        |
|            | II2 | 采矿工业场地      | 0.490                  | 0.05  | 较严重        |
|            | II3 | 新建 35KV 变电站 | 0.225                  | 0.03  | 较严重        |
| 小计         |     |             | 4.915                  | 0.55  |            |
| 一般防治区（III） | III | 其它          | 768.995                | 85.81 | 较轻         |

|    |         |        |  |
|----|---------|--------|--|
| 总计 | 896.130 | 100.00 |  |
|----|---------|--------|--|

#### 4.4.2 土地复垦区与复垦责任范围

复垦责任范围为复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。矿区地处甘南牧区，矿山道路、水源地、新建 35KV 变电站和生活办公区均可由当地群众使用，生活区内各建构筑物在闭坑后移交给当地居民用作仓库等；此外，由于地面塌陷的主要形式为塌陷裂缝，针对塌陷裂缝，仅在矿山地质环境恢复治理中进行裂缝夯填，不再单独进行复垦。复垦区域为现状规划生产区、采矿工业场地、南回风井工业场地、现有 35KV 变电站、废弃选矿厂及宿舍、尾矿库、探矿竖井、废弃通风口、岩芯库、高位水池，其中矿山现有 35KV 变电站搬迁后即进行复垦治理，规划生产区未利用土地、废弃选矿厂及宿舍、探矿竖井、废弃通风口计划在近期治理完毕。

矿山复垦区域总面积 51.961hm<sup>2</sup>，其中天然牧草地 46.703hm<sup>2</sup>，采矿用地 4.397hm<sup>2</sup>，乔木林地 0.641hm<sup>2</sup>，灌木林地 0.22hm<sup>2</sup>。复垦范围与复垦责任范围相同，土地复垦率为 100%。

表 4-23 复垦责任面积表

| 损毁时序 | 评价单元                        | 土地损毁方式 | 损毁土地类型 | 面积 (hm <sup>2</sup> ) | 损毁程度 |
|------|-----------------------------|--------|--------|-----------------------|------|
| 已损毁  | 规划生产区                       | 挖损、压占  | 天然牧草地  | 0.461                 | 中度   |
|      |                             |        | 乔木林地   | 0.511                 |      |
|      |                             |        | 采矿用地   | 3.228                 |      |
|      |                             |        | 小计     | 4.200                 |      |
|      | 岩芯库                         | 压占     | 采矿用地   | 0.094                 | 轻度   |
|      | 探矿竖井                        | 压占     | 采矿用地   | 0.005                 | 轻度   |
|      | 通风口                         | 压占     | 采矿用地   | 0.012                 | 轻度   |
|      | 已有 35KV 变电站                 | 压占     | 天然牧草地  | 0.192                 | 轻度   |
|      |                             |        | 采矿用地   | 0.192                 |      |
|      |                             |        | 小计     | 0.384                 |      |
|      | 废弃选矿厂                       | 压占     | 采矿用地   | 0.108                 | 轻度   |
|      | 废弃选矿厂宿舍                     | 压占     | 采矿用地   | 0.339                 | 轻度   |
|      | 分计                          |        |        | 5.142                 |      |
| 拟损毁  | 采矿工业场地                      | 挖损、压占  | 采矿用地   | 0.36                  | 轻度   |
|      |                             |        | 乔木林地   | 0.13                  |      |
|      |                             |        | 小计     | 0.49                  |      |
|      | 南回风井工业场地                    | 压占     | 灌木林地   | 0.144                 | 轻度   |
|      | 尾矿库                         | 压占     | 天然牧草地  | 46.05                 | 重度   |
|      | 800m <sup>3</sup> 新水采矿高位水池  | 挖损、压占  | 灌木林地   | 0.016                 | 轻度   |
|      |                             |        | 采矿用地   | 0.005                 |      |
|      |                             |        | 小计     | 0.021                 |      |
|      | 1000m <sup>3</sup> 回水采矿高位水池 | 挖损、压占  | 灌木林地   | 0.060                 | 轻度   |
|      |                             |        | 采矿用地   | 0.054                 |      |
|      |                             |        | 小计     | 0.114                 |      |

|  |    |  |  |        |  |
|--|----|--|--|--------|--|
|  | 分计 |  |  | 46.819 |  |
|  | 合计 |  |  | 51.691 |  |

#### 4.4.3 土地类型与土地权属

根据项目区域植被分布图，通过实地调查对区内地类进行统计，复垦区原土地利用类型为天然牧草地、乔木林地、灌木林地、采矿用地及旱地，其中天然牧草地 46.703hm<sup>2</sup>，采矿用地 4.397hm<sup>2</sup>，乔木林地 0.641hm<sup>2</sup>，灌木林地 0.22hm<sup>2</sup>。复垦区土地所有权为合作市卡加道乡集体所有，采矿用地使用权已为矿山所有，复垦（达到可利用状态后）后土地依然属合作市卡加道乡。

## 5 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

### 5.1 矿山地质环境治理可行性分析

#### 5.1.1 技术可行性分析

##### 5.1.1.1 地质灾害防治技术可行性分析

矿山地质灾害主要为矿山建设生产时期可能引发的滑坡、地面塌陷。可能发生的部位为尾矿库、部分高陡边坡及采区。

对于不稳定斜坡可采取控制坡角，设置截排水沟，挡土墙，加强监测等工程技术手段进行预防治理。对于地面塌陷可通过回填夯实平整，设置警戒等工程技术措施进行预防治理。以上工程技术措施均为已经成熟稳定的矿山地质灾害保护与治理措施，各施工点交通方便，无征地协调工作，施工简单易行，不存在难以克服的技术障碍，防治难度较小，技术上可以实现。

甘肃加鑫矿业有限公司针对矿山历史遗留的问题已进行了治理，恢复了矿区因历史采矿、探矿造成的地质环境破坏问题。共治理 11 处渣堆和 9 处挖损面，拆除 2 处建筑物（原炸药库及管理房），所治理区域已覆土绿化，消除压占损坏土地。

##### 5.1.1.2 含水层防治技术可行性分析

矿区采矿对地下含水层的影响，在采矿过程中主要采取疏排堵水等预防措施，待采矿结束闭坑后，逐步实现自我修复，不再设计工程修复方案。

##### 5.1.1.3 地形地貌修复技术可行性分析

本矿山对矿区地形地貌影响严重的主要是地表塌陷区和尾矿库，较严重的主要是矿区道路。

除需保留的建筑物及相关场地外，各场地主要通过建构筑物拆除，土地平整，植被绿化恢复；地下开采过程中形成的地面塌陷，通过外围设置警示牌，裂隙夯实，植被自然恢复，技术可行。

##### 5.1.1.4 水土污染防治技术可行性分析

本矿山污水主要为矿山生产、生活用水，收集处理后用于采场及道路洒水；矿坑涌水经处理后用于矿山生产和绿化，生活垃圾集中处理。矿山生产、生活用水、矿坑涌水及生活垃圾对水土环境造成污染的可能性小。矿山对土地资源的破坏主要为对土地的挖毁、压埋。除与地质灾害防治相同的措施外，主要预防防治措施为：尾矿库采用土工膜防渗。技术成熟可行。

作为矿产资源较为丰富的地区，我省一直十分重视对矿山地质环境治理的研究，积累了大量的地形地质、水文地质、工程地质、水文气象、农业以及社会经济等基础资料，这些都为本次项目区的矿山地质环境治理积累了大量实践经验。因而，开展甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿矿山地质环境保护与土地复垦项目在技术上是可行的。

### 5.1.2 经济可行性分析

根据《矿山地质环境保护规定》和《财政部国土资源部环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复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）的规定，矿区现状及预测存在的矿山地质环境问题属采矿权人负责治理恢复，治理恢复费用列入生产成本。企业设立矿山地质环境治理恢复基金，以基金的方式筹集治理恢复资金，用于矿区地质环境问题治理。

根据国土资发[2006]225号规定：“土地复垦费要列入生产成本或建设项目总投资并足额预算”。同时，我国《土地复垦条例》第三条指出：生产建设活动损坏的土地，按照“谁损毁，谁复垦”的原则，有生产建设单位或个人（土地复垦义务人）负责复垦。第十五条指出，土地复垦义务人应当将土地复垦费用列入生产成本或建设项目总投资。

根据开发利用方案，甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿矿山年生产规模为  $50.0 \times 10^4 \text{t/a}$ 。项目达产年平均销售收入为 31832.30 万元，达产年年总利润为 6776.68 万元，税后利润为 5082.51 万元。经济上可行。

### 5.1.3 生态环境协调性分析

矿山地质环境保护与治理恢复方案因地制宜、因害设防，采取拦、排、护、整、填等方面的综合治理措施对矿山地质环境问题进行治疗。方案实施后，将有效防止地质灾害的发生，降低地质灾害危害程度。本项目恢复土地类型以原土地类型为主，矿区植被覆盖率极低，不存在外来物种入侵问题；闭矿后采取地貌景观再造，并采取相应措施预防水土流失。通过地质灾害防治、含水层保护、地形地貌恢复、水土环境污染预防可将矿山地质环境保护目标、任务、措施和计划等落到实处。治理和复垦后，地形地貌景观整体相比于原状态会有所改善；通过预防、监测的设计和实施，确保含水层水质不受污染，地下水水位自然恢复，降低因采矿活动对含水层造成的影响。

综上，在实施矿山地质环境治理与土地复垦后，矿区的水土资源会有所改善，生物资源主要是地表植被有所增加，生态环境整体将会有所改善。使被破坏生态环境的可持续发展，达到恢复生态环境保护生物多样性、协调性的目的。

## 5.2 矿区土地复垦可行性分析

### 5.2.1 复垦区土地利用现状

根据矿山损毁土地现状调查和拟损毁土地分析，矿山已损毁土地面积为 13.894hm<sup>2</sup>，拟损毁土地面积为 124.738hm<sup>2</sup>，矿山道路、生活办公区、35KV 变电站、水源地在闭坑后移交给当地政府；地面塌陷区，仅在矿山地质环境恢复治理中进行裂缝夯填，不再单独进行复垦，复垦区域为现状规划生产区、采矿工业场地、南回风井工业场地、现有 35KV 变电站、废弃选矿厂及宿舍、尾矿库、探矿竖井、废弃通风口、岩芯库、高位水池，其中矿山现有 35KV 变电站搬迁后即进行复垦治理，规划生产区未利用土地、废弃选矿厂及宿舍、探矿竖井、废弃通风口计划在近期治理完毕。

矿山复垦区域总面积 51.961hm<sup>2</sup>，其中天然牧草地 46.703hm<sup>2</sup>，采矿用地 4.397hm<sup>2</sup>，乔木林地 0.641hm<sup>2</sup>，灌木林地 0.22hm<sup>2</sup>。复垦范围与复垦责任范围相同，土地复垦率为 100%。

### 5.2.2 土地复垦适宜性评价

根据矿山损毁土地现状调查和拟损毁土地分析，已损毁土地面积合计 13.894hm<sup>2</sup>，拟损毁土地面积合计 124.738hm<sup>2</sup>，项目运行期，共计损毁土地面积 138.632hm<sup>2</sup>。

复垦区域为除塌陷区、矿山道路、生活办公区、35KV 变电站、水源地以外的各土地损毁区域，总面积 51.961hm<sup>2</sup>。

#### 5.2.2.1 评价目的和原则

土地复垦适宜性评价的目的是通过分析土地复垦的可能性及其对生态环境产生的影响，确定拟复垦的土地对于某种用途的适宜性及适宜程度的高低，它是确定土地规划、土地利用方向的基本依据，是提出土地复垦措施的基础。

土地复垦适宜性评价的原则为：

1. 符合土地利用总体规划，并与其他规划相协调

恢复遭破坏土地资源的生态环境，需要符合《合作市国土空间总体规划（2021-2035 年）》，同时与项目所在地的国土空间规划相协调。

2. 因地制宜原则

在评价被损毁土地复垦适宜性时，应当分别根据被评价土地的区域性和差异性 etc 具体条件确定其利用方向。

3. 主导性限制因素与综合平衡原则

在充分分析、研究矿区土壤、气候、地形地貌、植被群落等多种自然因素和经济条

件、种植习惯等社会因素的基础上，同时根据土地破坏的类型、程度等，以自然属性为主，综合平衡后确定复垦利用方向。

#### 4. 复垦后土地可持续利用原则

把注重保护和加强环境系统的生产和更新能力放在首位。确保复垦后土地可持续利用。

#### 5. 社会因素和经济因素相结合原则

通过方案需要投入资源的大小进行比较，从土地整体效益出发，结合被破坏土地的空间位置、社会需求和周边自然景观、生态环境等确定最佳的利用方案。

### 5.2.2.2 评价依据

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

#### 1. 土地复垦的相关规程和标准

- ①《环境影响评价技术导则非污染生态影响》（HJ/T 19-1997）；
- ②《规划环境影响评价技术导则（试行）》（HJ/T 130-2003）；
- ③《开发区区域环境影响评价技术导则》（HJ/T 131-2003）；
- ④《生态环境状况评价技术规范（试行）》（HJ/T 192—2006）；
- ⑤《矿山环境保护与综合治理方案编制规范》（DZ/T 223-2007）
- ⑥《土地复垦方案编制规程》第一部分：通则（TD/T103.1-2011）；
- ⑦《土地复垦方案编制规程》第四部分：金属矿（TD/T103.4-2011）；
- ⑧《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）。

#### 2. 土地利用的相关法规和规划

包括土地管理的法规、项目所在地区的土地利用总体规划等。

#### 3. 矿区基础资料

- ①矿区土壤情况；
- ②矿区地形地貌；
- ③矿区土地利用现状。

### 5.2.2.3 评价单元划分

本方案主要以土地利用现状图作为评价的基础图件，考虑土地损毁程度，综合分析

以生产地段和地块作为主要因素进行划分评价单元。

本方案涉及的复垦对象包现状规划生产区、采矿工业场地、南回风井工业场地、现有 35KV 变电站、废弃选矿厂及宿舍、尾矿库、探矿竖井、废弃通风口、岩芯库、高位水池，单元划分时，紧邻地块或相似复垦对象划分为同一单元，具体划分见表 5-1：

表 5-1

土地适宜性评价单元类型划分结果表

| 序号 | 评价单元 |                             | 破坏土地面积<br>(hm <sup>2</sup> ) | 按土地破坏类<br>型统计 | 按破坏前的土地利用现状统计 (hm <sup>2</sup> ) |       |       |       |
|----|------|-----------------------------|------------------------------|---------------|----------------------------------|-------|-------|-------|
|    |      |                             |                              |               | 天然牧草地                            | 灌木林地  | 乔木林地  | 采矿用地  |
| 1  | 已有   | 规划生产区                       | 4.2                          | 挖损、压占         | 0.461                            |       | 0.511 | 3.228 |
| 2  |      | 岩芯库                         | 0.094                        | 压占            |                                  |       |       | 0.094 |
| 3  |      | 探矿竖井                        | 0.005                        | 压占            |                                  |       |       | 0.005 |
| 4  |      | 通风口                         | 0.012                        | 压占            |                                  |       |       | 0.012 |
| 5  |      | 已有 35KV 变电站                 | 0.384                        | 压占            | 0.192                            |       |       | 0.192 |
| 6  |      | 废弃选矿厂                       | 0.108                        | 压占            |                                  |       |       | 0.108 |
| 7  |      | 废弃选矿厂宿舍                     | 0.339                        | 压占            |                                  |       |       | 0.339 |
| 8  | 新增   | 采矿工业场地                      | 0.49                         | 挖损、压占         |                                  |       | 0.13  | 0.36  |
| 9  |      | 南回风井工业场地                    | 0.144                        | 挖损、压占         |                                  | 0.144 |       |       |
| 11 |      | 尾矿库                         | 46.05                        | 压占            | 46.05                            |       |       |       |
| 12 |      | 800m <sup>3</sup> 新水采矿高位水池  | 0.021                        | 挖损、压占         |                                  | 0.016 |       | 0.005 |
| 13 |      | 1000m <sup>3</sup> 回水采矿高位水池 | 0.114                        | 挖损、压占         |                                  | 0.06  |       | 0.054 |
| 14 | 合计   |                             | 51.961                       |               | 46.703                           | 0.22  | 0.641 | 4.397 |

### 5.2.2.4 土地复垦适宜性等级评定

#### 一、评价参评因素选择

参评因素的选择与评价标准的确定是土地适宜性评价的核心内容之一，直接关系到土地适宜性评价的科学性及评价精度的高低。参考《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）青藏高原区质量控制标准、《农用地定级规程》（TD/T1005-2003），《耕地地力调查与质量评价技术规程》（NY/T1634-2008）和《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003），借鉴矿山原有复垦经验，选出土地质地、地形坡度、土壤有机质含量、土地利用现状、地质灾害、灌溉条件、排水条件、岩土污染、有效土层厚度共 9 项参评因子作为土地复垦适宜性的参评指标。

#### 二、评价方法选择

本项目采用极限条件法进行土地复垦适宜性等级评定。

#### 三、评价体系

采用二级评价体系，分为土地适宜类和土地质量等，适宜类分适宜和不适宜，土地质量等再续分为一等地，二等地和三等地。

#### 四、评价因素等级标准确定

根据相关规程和标准，结合本地实际情况以及矿山复垦经验，确定复垦土地适宜性评价的等级评定标准见表 5-2

**表 5-2 土地复垦主要限制因素等级标准表**

| 限制因素及分级指标                          |        | 耕地评价  | 林地评价  | 草地评价  |
|------------------------------------|--------|-------|-------|-------|
| 土壤质地                               | 壤土     | 1     | 1     | 1     |
|                                    | 粘土、砂壤土 | 2     | 2     | 2     |
|                                    | 重粘土、砂土 | 3     | 3 或 N | 3     |
|                                    | 砂质土、砾质 | N     | N     | 3 或 N |
|                                    | 石质     | N     | N     | N     |
| 地形坡度（°）                            | <2     | 1     | 1     | 1     |
|                                    | 2~5    | 2     | 1     | 1     |
|                                    | 5~8    | 3     | 2     | 1     |
|                                    | 8~15   | N     | 2     | 1     |
|                                    | 15~25  | N     | 3     | 2     |
|                                    | >25    | N     | 3 或 N | 3 或 N |
| 土壤有机质含量<br>(g · kg <sup>-1</sup> ) | >4%    | 1     | 1     | 1     |
|                                    | 4%~3%  | 1     | 1     | 1     |
|                                    | 3%~2%  | 2     | 2     | 1     |
|                                    | 2%~1%  | N     | 3     | 2     |
|                                    | 0.6~1% | N     | 3 或 N | 3     |
|                                    | <0.6%  | N     | N     | 3 或 N |
| 地质灾害危险性程度                          | 良好     | 1     | 1     | 1     |
|                                    | 轻度     | 3 或 N | 2     | 1 或 2 |

| 限制因素及分级指标                                                                   |          | 耕地评价  | 林地评价  | 草地评价  |
|-----------------------------------------------------------------------------|----------|-------|-------|-------|
|                                                                             | 严重       | N     | 3 或 N | 2 或 3 |
| 灌溉条件                                                                        | 有稳定灌溉条件  | 1     | 1     | 1     |
|                                                                             | 灌溉水源保证一般 | 2     | 1     | 1     |
|                                                                             | 灌溉水源保证差  | 3 或 N | 2     | 1     |
|                                                                             | 无灌溉水源保证  | N     | 3     | 3 或 N |
| 排水条件                                                                        | 排水好      | 1     | 1     | 1     |
|                                                                             | 排水一般     | 2     | 1     | 1     |
|                                                                             | 排水差      | 3 或 N | 2 或 3 | 2     |
|                                                                             | 无        | N     | 3     | 3 或 N |
| 岩土污染                                                                        | 不        | 1     | 1     | 1     |
|                                                                             | 轻度       | N     | 1     | 1     |
|                                                                             | 中度       | N     | 3 或 N | 1 或 2 |
|                                                                             | 重度       | N     | N     | 3 或 N |
| 有效土层厚度<br>(cm)                                                              | >150     | 1     | 1     | 1     |
|                                                                             | 100~150  | 2     | 1     | 1     |
|                                                                             | 60~100   | 3     | 2     | 1     |
|                                                                             | 30~60    | 3 或 N | 3     | 2     |
|                                                                             | <30      | N     | N     | 2 或 3 |
| 注：说明：各分级标准参考《耕地后备资源调查与评价技术规程》（TD/T1007-2003）制定；1、2、3、N 分别表示 1 等、2 等、3 等、不适宜 |          |       |       |       |

#### 五、土地复垦适宜性等级评定结果与分析

在项目区土地质量调查的基础上，将参评的土地质量与复垦土地主要限制因素的农林牧评定等级标准对比，由限制最大，适宜性等级最低的土地质量参评指标决定该单元的土地适宜性等级。评价指标分析及初评结果见表 5-3，5-4。

表 5-3

项目土地复垦评价指标分析表

| 限制因素及分<br>级指标                     | 规划生产区        | 岩芯库          | 探矿竖井         | 通风口          | 已有 35KV 变<br>电站 | 废弃选矿<br>厂    | 废弃选矿<br>厂宿舍  | 采矿工业<br>场地   | 南回风井工业<br>场地 | 尾矿库          | 800m <sup>3</sup> 新水采矿高<br>位水池 | 1000m <sup>3</sup> 回水采矿<br>高位水池 |
|-----------------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|-----------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------------------------|---------------------------------|
| 土壤质地                              | 砂土至壤粘土       | 砂土至壤<br>粘土   | 砂土至壤<br>粘土   | 砂土至壤粘<br>土   | 砂土至壤粘<br>土      | 砂土至壤<br>粘土   | 砂土至壤<br>粘土   | 砂土至壤<br>粘土   | 砂土至壤粘土       | 砂土至壤粘<br>土   | 砂土至壤粘土                         | 砂土至壤粘土                          |
| 地形坡度 (°)                          | 0~5          | 0~5          | 0~5          | 0~5          | 0~5             | 0~5          | 0~5          | 0~5          | 0~5          | 0~5          | 0~5                            | 0~5                             |
| 土壤有机质含<br>量 (g·kg <sup>-1</sup> ) | 1~4          | 1~4          | 1~4          | 1~4          | 1~4             | 1~4          | 1~4          | 1~4          | 1~4          | 1~4          | 1~4                            | 1~4                             |
| 地质灾害危险<br>性程度                     | 良好           | 良好           | 良好           | 良好           | 良好              | 良好           | 良好           | 良好           | 良好           | 良好           | 良好                             | 良好                              |
| 灌溉条件                              | 灌溉水源<br>保证一般 | 灌溉水源<br>保证一般 | 灌溉水源<br>保证一般 | 灌溉水源<br>保证一般 | 灌溉水源<br>保证一般    | 灌溉水源<br>保证一般 | 灌溉水源<br>保证一般 | 灌溉水源<br>保证一般 | 灌溉水源<br>保证一般 | 灌溉水源<br>保证一般 | 灌溉水源<br>保证一般                   | 灌溉水源<br>保证一般                    |
| 排水条件                              | 排水好          | 排水好          | 排水好          | 排水好          | 排水好             | 排水好          | 排水好          | 排水好          | 排水好          | 排水好          | 排水好                            | 排水好                             |
| 岩土污染                              | 轻度           | 轻度           | 轻度           | 轻度           | 轻度              | 轻度           | 轻度           | 轻度           | 轻度           | 轻度           | 轻度                             | 轻度                              |
| 有效土层厚度<br>(cm)                    | <30          | <30          | <30          | <30          | <30             | <30          | <30          | <30          | <30          | <30          | <30                            | <30                             |
| 群众及部门意<br>见                       | 林地           | 林地           | 林地           | 林地           | 林地              | 林地           | 林地           | 林地           | 林地           | 草地           | 林地                             | 林地                              |

表 5-4

复垦适宜性评价结果表

| 评价单元        | 土地质量情况                                          | 评价类型 | 适宜性   | 主要限制因子                  | 最终复垦方向                                                                                                                        |
|-------------|-------------------------------------------------|------|-------|-------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 规划生产区       | 主要为项目生产生活相关建筑设施占用区，破坏前土地类型为采矿用地、天然牧草地、灌木林地及乔木林地 | 耕地评价 | N     | 原地表挖方，平整场地、区域地表组成物质多为硬岩 | 矿山新建采选工业场地、生活办公区及充填站大部分区域利用了规划生产区土地，矿山基建和生产期间可对未利用的规划生产区土地进行复垦，对厂区生活区进行绿化，生产结束后，生活办公区移交当地政府，其它建筑物拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。 |
|             |                                                 | 林地评价 | N     |                         |                                                                                                                               |
|             |                                                 | 草地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                                                               |
| 岩芯库         | 主要为探矿岩芯库压占，破坏前土地类型为采矿用地                         | 耕地评价 | N     | 原地表挖方，平整场地、区域地表组成物质多为硬岩 | 生产结束后，建筑物拆除清理，覆土播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。                                                                                          |
|             |                                                 | 林地评价 | N     |                         |                                                                                                                               |
|             |                                                 | 草地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                                                               |
| 探矿竖井        | 主要为探矿竖井作业压占，破坏前土地类型为采矿用地                        | 耕地评价 | N     | 原地表挖方，平整场地、区域地表组成物质多为硬岩 | 对井口进行封堵，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。                                                                                        |
|             |                                                 | 林地评价 | N     |                         |                                                                                                                               |
|             |                                                 | 草地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                                                               |
| 通风口         | 主要为探矿坑道施工期间回风相关建筑设施占用区，破坏前土地类型为采矿用地             | 耕地评价 | N     | 原地表挖方，平整场地、区域地表组成物质多为硬岩 | 生产结束后，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。                                                                                          |
|             |                                                 | 林地评价 | N     |                         |                                                                                                                               |
|             |                                                 | 草地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                                                               |
| 已有 35KV 变电站 | 主要为变电站相关建筑及电力设施占用区，破坏前土地类型为天然牧草地和采矿用地           | 耕地评价 | N     | 原地表挖方，平整场地、区域地表组成物质多为硬岩 | 变电站搬迁完毕后，覆盖 0.3m 腐殖土并播撒草籽，最终复垦为草地。                                                                                            |
|             |                                                 | 林地评价 | N     |                         |                                                                                                                               |
|             |                                                 | 草地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                                                               |
| 新建 35KV 变电站 | 主要为变电站相关建筑及电力设施占用区，破坏前土地类型为采矿用地                 | 耕地评价 | N     | 原地表挖方，平整场地、区域地表组成物质多为硬岩 | 矿山闭坑后移交当地政府。                                                                                                                  |
|             |                                                 | 林地评价 | N     |                         |                                                                                                                               |
|             |                                                 | 草地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                                                               |
| 废弃选矿厂       | 主要为建筑设施占用区，破坏前土地类型为采矿用地                         | 耕地评价 | N     | 原地表挖方，平整场地、区域地表组成物质多为硬岩 | 矿山基建与生产期间，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。                                                                                      |
|             |                                                 | 林地评价 | N     |                         |                                                                                                                               |
|             |                                                 | 草地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                                                               |

| 评价单元    | 土地质量情况                             | 评价类型 | 适宜性   | 主要限制因子                  | 最终复垦方向                                                                         |
|---------|------------------------------------|------|-------|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| 废弃选矿厂宿舍 | 主要为建筑设施占用区，破坏前土地类型为采矿用地            | 耕地评价 | N     | 原地表挖方，平整场地、区域地表组成物质多为硬岩 | 矿山基建与生产期间，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。                                       |
|         |                                    | 林地评价 | N     |                         |                                                                                |
|         |                                    | 草地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                |
| 采矿工业场地  | 主要为项目采矿相关建筑设施占用区，破坏前土地类型为采矿用地和乔木林地 | 耕地评价 | N     | 原地表挖方，平整场地、区域地表组成物质多为硬岩 | 矿山生产时，可对厂区生活区进行绿化，生产结束后，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。                         |
|         |                                    | 林地评价 | N     |                         |                                                                                |
|         |                                    | 草地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                |
| 采矿高位水池  | 主要为建筑设施占用区，破坏前为乔木林地                | 耕地评价 | N     | 原地表挖方，平整场地、区域地表组成物质多为硬岩 | 矿山生产时，可对项目区进行绿化，生产结束后，建筑拆除清理后复垦为灌木林地。                                          |
|         |                                    | 林地评价 | N     |                         |                                                                                |
|         |                                    | 草地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                |
| 尾矿库     | 地表组成物质主要为砂土，库面近似水平、尾矿坝坡度大于 25°。    | 耕地评价 | 3     | 阶梯状地形                   | 尾矿坝边坡采取适当防护措施后，可复垦为草地，尾矿库闭库后，库面可覆盖 0.3m 覆盖腐殖土并播撒草籽，附属建筑设施拆除清理，覆土后播撒草籽，最终复垦为草地。 |
|         |                                    | 林地评价 | 3 或 N |                         |                                                                                |
|         |                                    | 草地评价 | 3     |                         |                                                                                |

## 五、土地复垦适宜性等级评定结果与复垦方向的最终确定

### 1. 自然和社会经济因素分析

矿区位于秦岭山脉西北段、青藏高原东部边缘的甘南高原区，冬季干冷漫长、夏季温凉而多雨，高寒湿润，四季不明显，矿区及周边水系较发育，共有 2 条河流和 4 条地表溪沟，地表水资源较丰富。

本地区受高原、山地气候条件的作用，土壤多样化程度较高，而且随海拔高度的变化，土壤的类型呈规律性和垂直变化，可划分为亚高山草甸土、灰褐土、暗色草甸土三大类。亚高山草甸土类分布面积大，向上与砾土或灰褐土相连，所处的气候带为高寒阴湿气候，土层厚度不等，成土母质为页岩的风化物，有深厚的腐殖质层，植被生长良好；灰褐土类分布面积不大；该区地表均浮有一层 0.5~0.7m 深的黑色土质并含大量水分的植物覆盖土，下一层是 0.3~2.3m 的砂砾粘土，含水最很大，第三层是厚 0.2~3.8m 的淤泥或砾石，以下各层砾石、微砂、砂质粘土比较复杂。

由于受气候、地形、海拔等因素影响，植被类型以草甸草原和灌丛为主，植被发育。根据自然和社会经济分析可知，损毁土地再利用以生态利用、改善项目区生态环境、防止水土流失为主。

### 2. 政策因素分析

根据《合作市城乡统筹总体规划》、《合作市国土空间总体规划（2021-2035 年）》等相关规划，项目区的土地复垦工作应本着因地制宜、合理利用原则，坚持矿区开发与保护、开采与复垦相结合，实现土地资源的永久利用，并与社会、经济、环境协调发展。综合项目区的自然条件和原土地利用状况，项目区的土地复垦以草地和林地为主。

### 3. 公众参与分析

复垦义务单位以走访、座谈的方式了解和听取了相关土地权利人和相关职能部门的意见，建议复垦以植草和植树相结合、尽量恢复原有地貌为主。对于本项目而言，参考本项目植被分布及周边矿区的绿化栽植经验，选择的乔木、灌木与草种主要包括：乔木选择油松，灌木选择沙棘、柠条、紫穗槐、金露梅、高山柳等灌木，草种选择早熟禾、高山羊茅、披碱草等。

综上所述，根据土地利用总体规划，结合自然因素，社会经济因素，政策因素和公众意愿及上述复垦适宜性等级评定定性分析，确定矿山复垦责任范围和复垦方向如下：

#### 1. 规划生产区

矿山新建采选工业场地、生活办公区及充填站大部分区域利用了规划生产区土地，

矿山基建和生产期间可对未利用的规划生产区土地进行复垦，对厂区生活区进行绿化，生产结束后，生活办公区移交当地政府，其它建筑物拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地和乔木林地。

## 2. 岩芯库

生产结束后，建筑物拆除清理，覆土播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。

## 3. 探矿竖井

对井口进行封堵，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。

## 4. 废弃通风口

生产结束后，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。

## 5. 已有 35KV 变电站

变电站搬迁完毕后，覆盖 0.3m 腐殖土并播撒草籽，最终复垦为草地。

## 6. 废弃选矿厂

矿山基建与生产期间，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。

## 7. 废弃选矿厂宿舍

矿山基建与生产期间，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。

## 8. 采矿工业场地

矿山生产时，可对厂区生活区进行绿化，生产结束后，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地和乔木林地。

## 9. 南回风井工业场地

矿山生产时，可对厂区生活区进行绿化，生产结束后，建筑拆除清理，覆土后播撒草籽，种植灌木，最终复垦为灌木林地。

## 10. 采矿高位水池

矿山生产时，可对项目区进行绿化，生产结束后，建筑拆除清理后复垦为灌木林地。

## 11. 尾矿库

尾矿坝边坡采取适当防护措施后，可复垦为草地，尾矿库闭库后，库面可覆盖 0.3m 覆盖腐殖土并播撒草籽，附属建筑设施拆除清理，覆土后播撒草籽，最终复垦为草地。

以上复垦方向可使复垦后的土地最大限度地与周围环境保持一致，工程易于实施。

### 5.2.3 水土资源平衡分析

#### 5.2.3.1 土平衡分析

根据土地复垦质量控制标准（TD/T 1036-2013）表 D5 青藏高原区质量控制标准，在土石山区，灌木林地有效土层厚度 $\geq 30\text{cm}$ ，结合矿区实际情况，旱地覆土厚度按 30cm 考虑。矿区最终复垦面积为  $51.961\text{hm}^2$ ，需覆土量为  $15.588 \times 10^4\text{m}^3$ 。土地复垦所需的土方全部外购，因此矿山复垦需外购客土  $15.588 \times 10^4\text{m}^3$ ，客土来源为合作市，运输距离大约为 25km。

#### 5.2.3.2 水资源平衡分析

项目区属大陆性高寒湿润气候，冬季干冷漫长、夏季温凉而多雨，高寒湿润，四季不明显，昼夜温差大，每年 7-9 月为雨季，多年平均降水量 552.52mm，多年平均蒸发量 1067.57mm，年平均湿度 65%，可满足复垦植被的生长。此外，矿区内主要河流为答浪沟河，属大夏河二级支流，矿区内流长约 2.5km，落差 123m，由矿区北部流入，向南西迳流并纵贯矿区，在矿区西南角流出，汇水面积  $4.42\text{km}^2$ ，答浪沟河流入矿区的流量为  $140.0 \sim 371.29\text{L/s}$ ，流出矿区的流量为  $148.5 \sim 422.5\text{L/s}$ ，项目区水资源可满足矿山复垦要求。

#### 5.2.4 土地复垦质量要求

土地复垦质量要求结合矿山实际严格按《土地复垦质量控制标准》（TD/T 1036-2013）中青藏高原区土地复垦质量控制标准执行。

**表 5-5 以地南铜金矿土地复垦质量控制标准**

| 复垦方向 | 指标类型  | 基本指标                            | 控制标准                      |
|------|-------|---------------------------------|---------------------------|
| 林地   | 土壤质量  | 有效土层厚度/cm                       | $\geq 30$                 |
|      |       | 土壤容重/（ $\text{g}/\text{cm}^3$ ） | $\leq 1.5$                |
|      |       | 土壤质地                            | 砂土至壤粘土                    |
|      |       | 砾石含量/%                          | $\leq 25$                 |
|      |       | pH 值                            | 6.0-8.5                   |
|      |       | 有机质/%                           | $\geq 0.5$                |
|      | 生产力水平 | 定植密度/（株/ $\text{hm}^2$ ）        | 满足《造林作业设计规程》（LY/T 1607）要求 |
|      |       | 郁闭度                             | $\geq 0.30$               |
| 草地   | 土壤质量  | 有效土层厚度/cm                       | $\geq 30$                 |
|      |       | 土壤容重/（ $\text{g}/\text{cm}^3$ ） | $\leq 1.45$               |
|      |       | 土壤质地                            | 砂土至壤粘土                    |
|      |       | 砾石含量/%                          | $\leq 15$                 |
|      |       | pH 值                            | 6.5-8.5                   |
|      |       | 有机质/%                           | $\geq 0.3$                |

|  |       |                                 |                     |
|--|-------|---------------------------------|---------------------|
|  | 生产力水平 | 覆盖度/%                           | $\geq 30$           |
|  |       | 产量/ ( $\text{kg}/\text{hm}^2$ ) | 五年后达到周边地区同等土地利用类型水平 |

除以上要求外，还应满足如下要求：

1. 不产生水土流失，不造成二次污染；
2. 复垦后地形地貌与当地自然环境和景观相协调；
3. 复垦场地规范，平整；
4. 抗侵蚀能力达到损毁前的土地水平。

除以上要求外，矿山开采结束后还应拆除地面建（构）筑物，清理建筑垃圾。

## 6 矿山地质环境治理与土地复垦工程

### 6.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防

根据《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，边开采，边治理”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。
6. 坚持“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山”的原则：环境治理积极采用规模化的、先进的、经济的治理技术，同时，要按照循环经济实施减量化、资源化、再循环的基本要求，作为矿产开发利用和环境保护的行为准则，实现“高利用、低排放”的开发目标
7. 坚持“统筹规划，分类指导、突出重点，分步实施”原则。在调查研究基础上，从矿山生态环境实情出发，分别对各单元提出环境保护和治理要求，合理分区，统筹规划，分步实施，使方案具有较强的可操作性。

#### 6.1.1 目标任务

##### 6.1.1.1 总体目标

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”、“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，矿山地质环境保护与土地复垦预防的总体目标是：坚持科学发展观，在矿山开发过程中最大程度地遏制、减少与控制损毁土地和对地质环境破坏，并行之有效的治理矿山地质环境问题，为土地复垦工程创造良好的基础；闭采后，实现矿山地质环境恢复治理与土地复垦，努力创建绿色矿山，促进矿业开发与环境保护、人类生存环境、社会经济的持续、科学、和谐发展。

#### 6.1.1.2 具体目标

根据矿区地质环境特征、矿山资源开发利用方案及建设规划，为了科学、有效地保护矿山地质环境问题、控制损毁土地资源，方案制订的矿山地质环境保护与土地复垦预防目标如下：

- ①提高矿山地质环境治理的整体性效果。
- ②未来开采过程中，矿山地质灾害得到有效预防；最大程度地控制矿山地质灾害隐患，减少经济损失，避免人员伤亡。
- ③开采过程中，要采取“探采结合、先探后采”的方式，提前发现断层或导水通道，及时处理，进行保护性开采，减轻对含水层的破坏。
- ④依据绿色矿山要求，矿山应从源头开展地质环境保护工作，如未来废石尽量不出井，利用废石修路，实现资源化利用。
- ⑤定期进行水土环境监测。包括水位、水质（地表水、废水、地下水）及土壤质量、水土污染监测，矿山废水得到100%达标处理，水土环境污染得到遏制。
- ⑥矿业活动中减少、控制损毁土地面积和程度；闭坑后，全面恢复治理矿区地质环境，确保土地复垦率100%。

#### 6.1.1.3 任务

矿山地质环境保护与土地复垦预防的宗旨是：在矿山在建设、生产等活动中的破坏地质环境及控制土地资源破坏，为恢复治理与土地复垦创造良好的基础；主要任务如下：

- ①建立健全矿山地质环境保护的组织领导机构，完善管理规章与目标责任制度，明确矿山法人代表为矿山地质环境保护与灾害预防的第一责任人，设立专门岗位并安排责任心强、懂技术的专职人员负责矿山地质环境保护的日常管理工作。
- ②矿山地质灾害预防任务：加大矿山废石综合利用力度，利用尽可能利用废石充填采坑或空区；地下开采应及时进行充填，同时避免引发崩塌、地面塌陷等地质灾害；建立边坡监测系统，布置好巡查、监测工作，确保沟渠通畅，预防泥石流地质灾害发生，

减少对人身财产的危害和经济损失。

③含水层破坏的预防保护任务：开采过程中采取预防措施，减轻地下水水位下降程度；定期对矿区含水层水位、水质进行动态监测；开采结束后，对平硐及时封堵，使地下水位恢复上升，达到区域地下水位水平。

④地形地貌景观破坏的预防保护任务：严格控制采幅，尽量减少废石产出，利用废石充填空区或修路，严控废石堆放破坏地形地貌景观；做好边开采边治理工作，及时恢复矿区地形地貌景观。

⑤水土环境污染的预防控制任务：提高矿山废水综合利用率，杜绝有毒有害废水排放，防止水土环境污染；对工业场地堆场硬化，并设废水收集池，防止固体废物淋滤液污染地表水、地下水和土壤；加强对地表水、废水、地下水及土壤环境进行动态监测，建立矿区的水文、地质、土壤数据库；采取堵漏、隔水、止水等措施防止地下水串层污染；推进矿区水土环境污染防治工作开展，防止水土环境污染程度加剧。

⑥矿区土地复垦预防任务：制定对矿业活动损毁土地、植被资源进行恢复治理的方案，并采取有针对性的工程措施及临时防护措施，新建工程尽量利用已损毁土地建设，减小和控制被损毁土地的面积和程度，改善矿区生态环境，确保矿业开发与区域生态环境和人文环境的协调发展。

## 6.1.2 主要技术措施

### 6.1.2.1 矿山地质环境预防措施

#### 一、矿山地质灾害预防措施

地质灾害的防治应本着“预防为主，避让与防治相结合”的原则，把灾害的损失减少到最低水平，保证拟建工程的安全。

矿山现状地质灾害隐患点主要为2处不稳定斜坡，预测后期可能引发地面塌陷、地裂缝地质灾害。为了保护矿山地质环境和矿山开采过程中的生产安全，采取的预防防治措施主要有：

#### 1、地面塌陷、地裂缝的预防措施

合理预留矿柱，按照开发利用方案设计进行开采，采矿方法选用嗣后充填采矿法和上向水平分层充填法，避免或减少采空区地面塌陷和地裂缝的发生。为预防地面塌陷灾害，应对预测地面塌陷范围进行场地围护，在预测地面塌陷范围边界外扩20m设置铁丝网围栏，并在塌陷区边界上设置围栏和警示牌，防治意外事故发生。

#### 2、泥石流防控措施

矿山在建设期间已对堆积在沟道内及沟道两侧挖填松散物进行清理或碾压，应定期进行巡视，严禁后续生产过程中随意弃土弃渣，弃土弃渣应拉出场地进行集中压实处理；若将来要在该区域生产布置生活设施，应选在沟谷宽阔、地势较高的台地上，防止泥石流对其构成威胁。在汛期施工期间，应加强对泥石流的监测预警，一旦发现险情，应及时撤离人员；保护性开采，加强泥石流监测。

3、建议在不稳定斜坡及滑坡处设置醒目的风险提示和危险警示标志，采取相关措施限制车辆和人员进入，避免发生意外。

围栏及警示牌制作详见图 6-1、2。

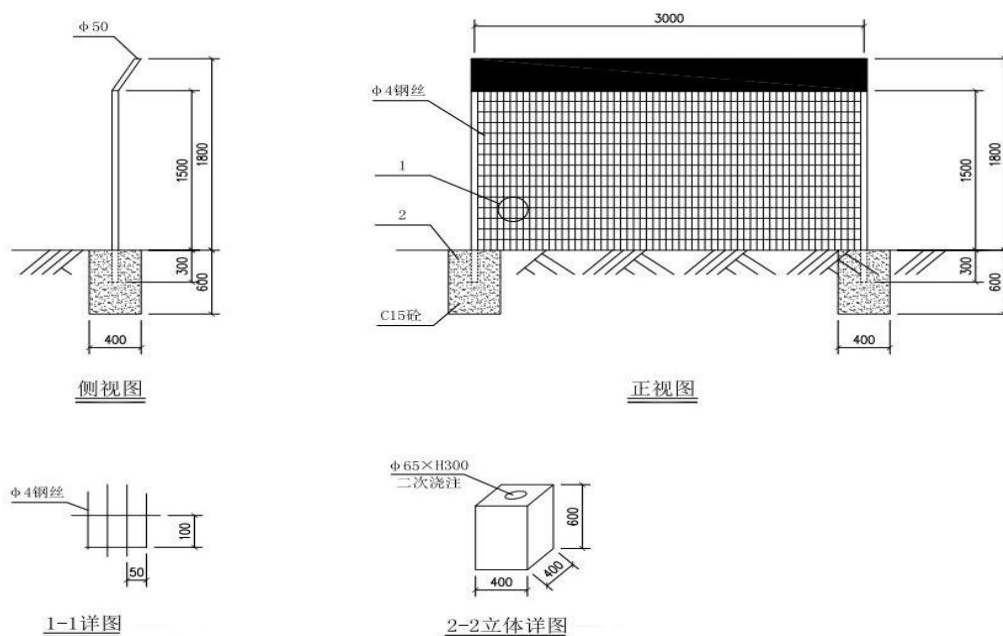


图 6-1 永久围栏典型设计图（单位：mm）

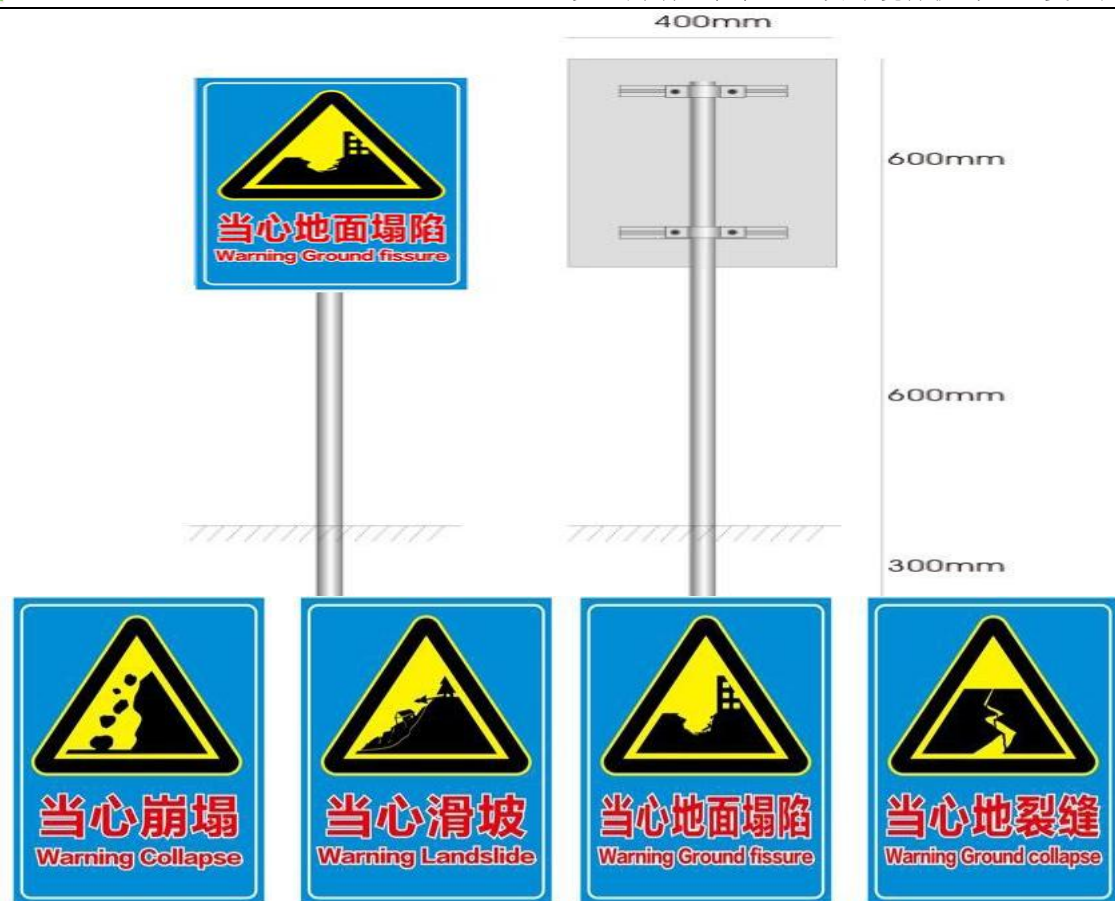


图 6-2 警示牌制作图

## 二、含水层保护措施

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录 E，矿山为新建矿山，现状条件下含水层基本未受人为扰动，含水层现状影响程度为较轻。预测生产过程中，形成的采区及井巷工程均将对含水层及充水结构造成一定程度的破坏。矿山可通过以下手段进行预防防治：

1. 矿山开采过程中严格按有关要求控制爆破强度，最大程度减轻对周围岩体的扰动，从而减轻地下水渗漏。
2. 井下涌水采用集中排水方式，在最低中段设排水泵房，坑内的涌水及生产废水集中于中段水仓后，经排水泵房敷设在竖井中的排水管直接扬至地表高位水池，沉淀后再利用。
3. 严格按设计进行开采，及时封闭空区，减小围岩移动变形对含水层结构的破坏。
4. 进行地下水水质的定期检测工作，及时预防可能的地下水污染。
5. 制定相关风险应急预案。

### 三、地形地貌景观保护措施

本矿山对矿区地形地貌影响较严重的主要是塌陷区、矿、废石临时堆场，其他工程设施对矿区定性地貌影响较轻。主要保护措施有：

1. 厂房紧邻集中布置，减少占地，尽量避免开挖，减少对土地表土层的破坏。
2. 按相关要求或规定，通过矿山地质环境专项治理进行治理，边开采边治理。
3. 矿山开采过程中及开采后形成的地面塌陷，通过外围设置警示牌，裂隙夯实。
4. 堆场内堆料按设计要求合理堆置，做到观感整齐。
5. 工业场地、生活办公区、矿山道路合理规划。
6. 边生产、边复垦。

7. 加强环境保护，落实生活污水、生活垃圾处理措施，落实绿地管护措施，不断改造办公、生活区环境。

### 四、水土环境污染预防措施

矿山污水主要为矿山生产、生活用水，收集处理后用于采场及道路洒水；矿坑涌水经处理后用于矿区道路及采场洒水降尘，绿化用水，不外排；生活垃圾集中处理。矿山生产、生活用水、矿坑涌水及生活垃圾对水土环境造成污染的可能性小。矿山对土地资源的破坏主要为地表塌陷、各场地房屋建筑、道路等对土地的压埋。主要预防防治措施为：

1. 制定严格的矿山环境保护制度，严禁过界开挖，严禁机械随地碾压。
2. 矿山工业场地及矿山道路合理规划、布置绿化带，美化环境。
3. 严格按照废水处理制度及程序对矿山生产生活废水、地面清洁产生的污水进行处理。

#### 6.1.2.2 土地复垦预防措施

##### 一、预防控制原则

1. 土地复垦与生产建设统一规划，矿山开采与土地复垦同步进行的原则

本矿为新建矿山，应将土地复垦方案纳入生产建设计划，土地复垦要与矿山开采同时进行，使矿山开采对当地的环境影响降到最低。

2. 源头控制、防复结合的原则

从源头采取预防、控制措施，尽量减少对土地不必要的损毁。坚持预防为主、防治结合、节约用地原则，使土地资源损毁面积和程度控制在最小范围和最低限度。

### 3. 因地制宜，综合利用的原则

土地复垦要按照土地利用总体规划及矿山所处环境等实际条件等，合理确定土地复垦方向，使复垦后的土地得到综合利用。

## 二、预防控制措施

1. 优化设计，控制单个场地用地面积。减少对土地表土层的损毁，建设和生产过程中应加强规划和施工管理，尽量缩小对土地的影响范围，各种生产建设活动应严格控制在规划区域内，废石、生活垃圾严禁乱堆乱放。施工期间应尽量减少临时占地，以减少地表扰动面积；对水土保持影响较大的工程应尽量避免雨季施工。

2. 优化设计、控制新建道路长度，充分利用周边现有道路。

3. 合理安排矿山建设总体布局；适当预留矿柱，控制地下水位下降和防止突然涌水，以减少塌陷的发生；巷道通过含水层时，注浆止水，避免或减少预防塌陷区的地下水位下降，防止产生地面塌陷；建立地面塌陷监测网。在矿山设计和运营过程中应采取切实可行的防治措施，尽可能让废石不出井，直接充填井下采空区，通过充填管理顶板防止地面塌陷，通过适当留设矿柱支撑顶板防止地面塌陷，从开采工艺上尽量减少地表下沉和沉陷面积。

4. 防止塌陷引发地质灾害。随着开采时间的增加，采空区范围逐渐加大，塌陷范围及塌陷深度亦随之扩大和增加，严重威胁着矿山的生产安全，为减少因塌陷坑过深引发崩塌、滑坡地质灾害，应对地表裂缝进行充填处理，防止形成滑坡、泥石流。塌陷区的治理与采场的治理工作相结合，对塌陷区还可以因地制宜，采取多种方式进行综合治理。同时，应及时对塌陷区等危险区域范围设置危险边界警示标，以防对人畜造成危害。

5. 土地复垦工作实施的过程中，应利用原地拟破坏的表土资源，尽量不要从其它地方挖运土壤，剥离表土集中堆放，做好表土的剥离和养护工作。

### 6.1.3 主要工程量

表 6-1 矿山地质环境保护预防工程量汇总

| 工程措施 | 分项工程   | 单位             | 工程量  |      |
|------|--------|----------------|------|------|
|      |        |                | 近期   | 中远期  |
| 围栏   | 地面塌陷区  | m <sup>2</sup> | 2708 | 5209 |
|      | 采矿工业场地 |                | 936  |      |
|      | 选矿工业场地 |                | 1224 |      |
|      | 尾矿库    |                | 6971 |      |
| 警示牌  | 地面塌陷区  | 块              | 8    |      |
|      | 尾矿库    |                | 7    |      |
| 截水沟  | 尾矿库    | m              | 4033 |      |

## 6.2 矿山地质灾害治理

### 6.2.1 目标任务

#### 一、目标

矿山地质环境保护与恢复治理总体目标为：建立起相对完善的矿山地质环境保护和恢复治理防治体系和监督管理体系，在基本掌握矿山地质环境问题的分布状况与影响程度的基础上，对矿山地质环境进行恢复治理，最大限度的防治矿山地质灾害发生，避免和减少矿区土地资源、地形地貌、含水层的破坏，实现矿产开发与矿山地质环境保护的协调发展。

具体目标为：

- 1、对威胁采矿活动的地质灾害进行治理，保障矿山正常生产；
- 2、防止区域主要含水层结构的破坏及地下水位的大幅下降；
- 3、避免和减少对地形地貌景观的影响；
- 4、维护和治理矿区生态环境，使矿山地质环境得到明显改善；
- 5、避免和减少对土地资源的影响和破坏，采取有效工程措施对受影响和破坏的土地进行恢复治理，使其恢复原貌或用途。

#### 二、任务

在综合考虑矿区地质环境现状及其发展趋势的基础上，确定本次矿山地质环境保护与恢复治理的主要任务为：

- 1、提出地质灾害防治方案；
- 2、提出预防区内含水层破坏的措施；
- 3、提出地形地貌景观修复或再造方案；
- 4、提出维护和治理矿区生态环境方案，使矿山地质环境得到明显改善；
- 5、提出矿山地质环境监测方案。

### 6.2.2 工程设计

以地南铜金矿矿区内现状发育及后期地下开采、尾矿坝可能引发的主要地质灾害有不稳定边坡及地面塌陷等，根据方案服务年限、适用年限及矿区实际情况，将矿区地质灾害分为近期（现状治理期）和中远期治理期进行治理工程设计。

#### 1、近期治理工程（现状治理期 2024 年-2028 年）

近期地质灾害治理主要针对矿区内发育的 2 处不稳定边坡进行治理。

### (1) X1 不稳定斜坡

X1 不稳定斜坡位于现状选矿厂宿舍后侧，为房屋建筑修建过程中，对山体进行开挖形成的。X1 斜坡整体呈北东至南西向展布，坡面裸露，长约 50m，高 12~15m，坡度一般 45~65°，平均坡度约 55°。该斜坡主要由黄土、泥质及灰岩组成，属岩质边坡，组成坡体的基岩节理裂隙发育，节理面切割岩体多呈条块状、块状、碎块状，实测节理产状 100°∠69°、10°∠63°。经调查访问，该潜崩体坡面时有掉块、落石现象发生。具体治理工程措施如下：

#### ①坡面挂网喷浆

1. X1 不稳定斜坡属岩质边坡，清理坡面不稳定岩土体，尽可能使坡面变缓，坡脚设置护脚墙；坡面自下而上于高于地面以上 2.0/4.0/6.0/8.0/10.0m 处设置 5 排 L=4.5/6.0/4.5/6.0/4.5 的锚杆。

2. 锚杆材料采用单根 HRB400  $\Phi$  25 钢筋，水泥砂浆强度为 C30，注浆压力不小于 0.5MPa。锚杆孔  $\Phi$  130mm，与水平面夹角 15°；喷浆厚度 100mm，强度为 C30，钢筋网采用 HPB300  $\Phi$  6.5 钢筋，网格尺寸为 100mm $\times$ 100mm；钢筋网与锚杆采用 2  $\Phi$  16 的钢筋水平通长加强，并且与钢筋网点焊连接，钢筋网采用钢筋 U 形卡钉入坡体固定，U 形卡按纵横向间距按 1m 布置，U 形卡采用  $\Phi$  6.5 钢筋预制，坡顶翻边 1.0m，坡脚深入墙背 1.0m，每 10m 设置一道伸缩缝，缝深 5cm。

3. 整个坡面泄水孔暂布置泄水孔，间距竖向 2.0m，水平 2.0m，梅花型布置。

#### ②护脚墙

1. 护脚墙为混凝土结构，墙身高 3.00m，净高 2.00m；墙顶宽 0.50m，底宽 0.80m，台宽 1.00m，面坡坡度 1:0.2，背坡坡度 1:0.1；墙体强度为 C30，基础开挖坡度 1:0.4。墙底设置 L 型排水边沟，使得挡墙与路面无缝连接。

2. 护脚墙墙体泄水孔孔径  $\varnothing$  110PVC 管，最下一排泄水孔距地面高度为 0.3m，间距 2m，呈梅花型布置。

3. 沿护脚墙长每隔 5m 设置伸缩缝 1 道，缝宽 2cm，缝内沿墙的内、外、顶三边填塞沥青木板条，塞入深度 0.2m。

4. 护脚墙总长度为 55m。

#### ③L 型排水边沟

L 型排水边沟布置于护脚墙墙脚及道路内侧，C25 砼现浇，边宽 10cm，高 20cm，底厚 10cm，内空 60cm，保证 L 型排水边沟使得墙体与道路之间的空隙地带无缝填充，防

止水流侵蚀坡体和下渗。L 型排水边沟总长度为 55m。

#### ④坡顶截水沟

为防止坡面雨水对斜坡坡顶及坡面进行冲刷，设计在坡顶设截水沟。截水沟断面尺寸  $0.3\text{m} \times 0.4\text{m}$ ，壁厚  $0.1\text{m}$ ，C25 砼现浇，底部采用三七灰土夯填。截水沟总长度为  $70\text{m}$ 。

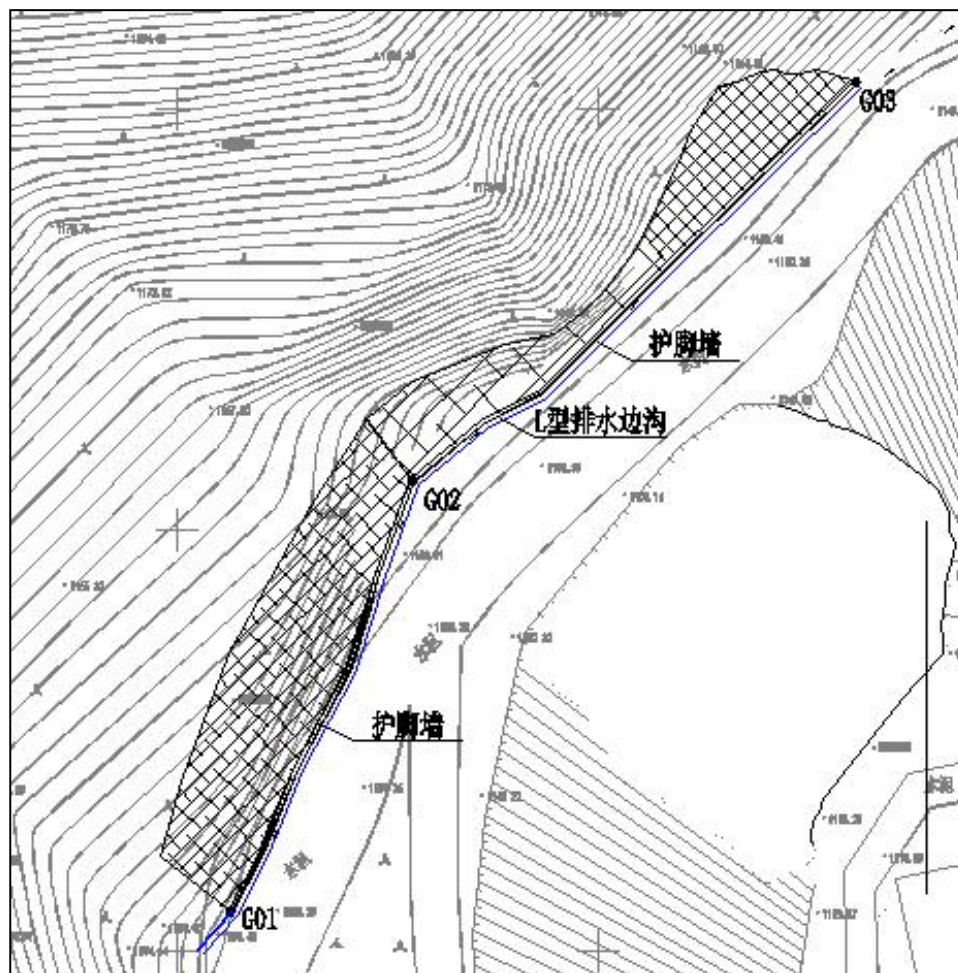


图 6-3 不稳定斜坡治理设计平面图

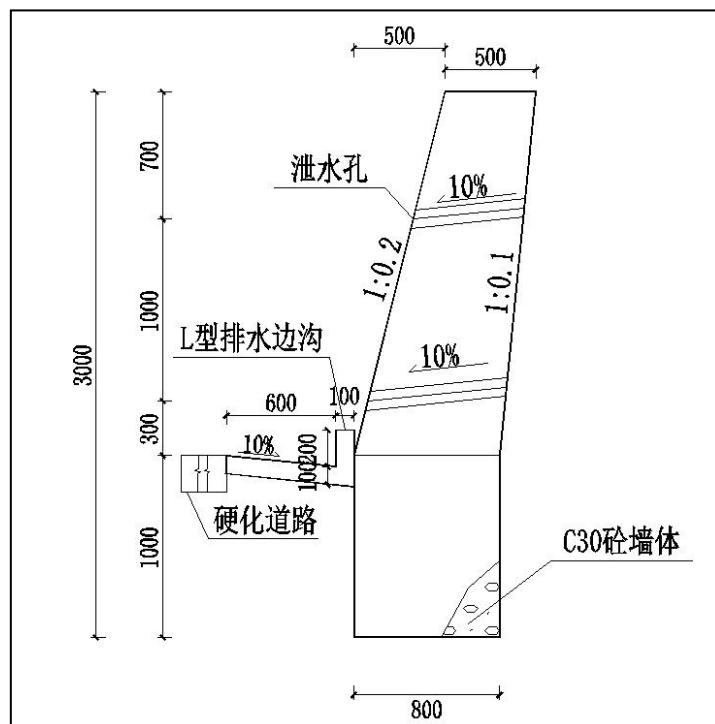


图 6-4 护脚墙大样图 (单位: mm)

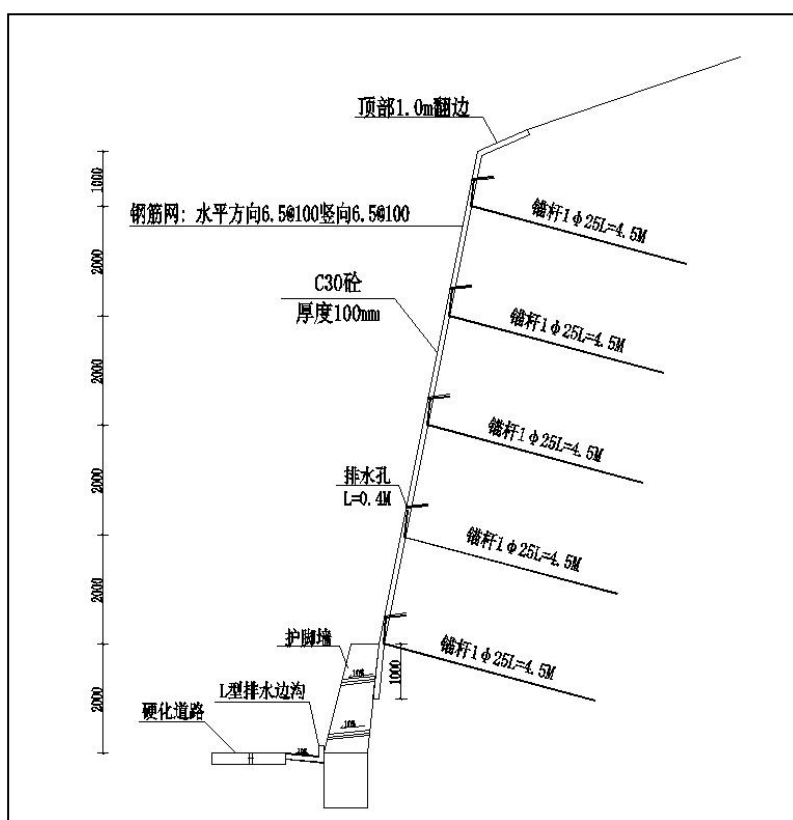


图 6-5 锚杆剖面示意图

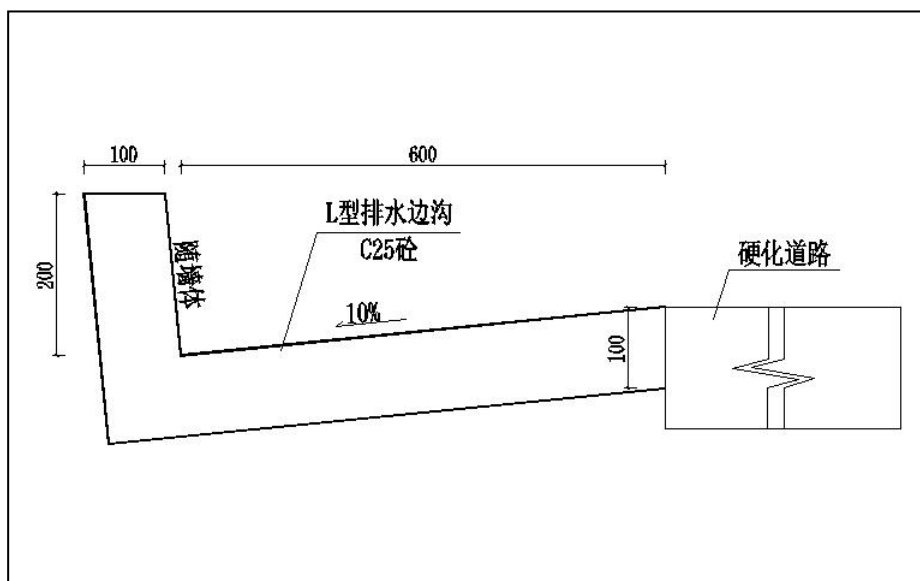


图 6-6 L 型排水边沟示意图

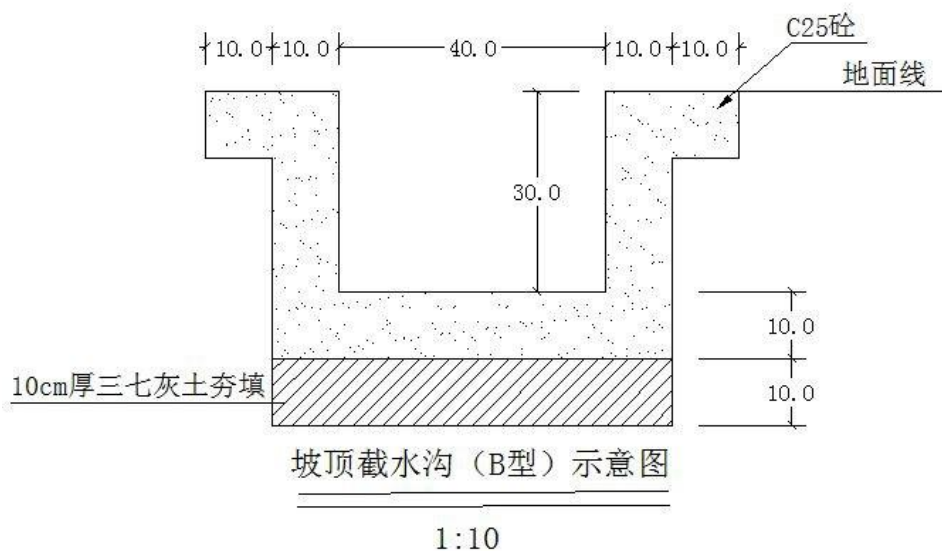


图 6-7 坡顶截水沟示意图

表 6-2 X1 不稳定斜坡治理工程

| 编号  | 工程或费用名称     | 单位             | 数量      |
|-----|-------------|----------------|---------|
| (一) | 护脚墙工程       |                |         |
| 1   | 土方开挖        | m <sup>3</sup> | 297.00  |
| 2   | 夯填土方        | m <sup>3</sup> | 462.00  |
| 3   | C30 砼挡墙     | m <sup>3</sup> | 115.50  |
| 4   | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 9.03    |
| 5   | Φ110PVC 泄水孔 | m              | 89.10   |
| (二) | 排水边沟        |                |         |
| 1   | 土方开挖        | m <sup>3</sup> | 5.94    |
| 2   | C25 砼       | m <sup>3</sup> | 8.58    |
| 3   | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 1.17    |
| (三) | 喷锚挂浆工程      |                |         |
| 1   | 削方          | m <sup>3</sup> | 1782.00 |
| 2   | C30 水泥砂浆喷挂  | m <sup>3</sup> | 91.31   |
| 3   | 锚杆 (4.5m)   | 根数             | 72      |
| 4   | 锚杆 (6.0m)   | 根数             | 48      |
| 5   | 钢丝网片制安      | m <sup>2</sup> | 913.10  |
| 6   | Φ50PVC 泄水孔  | 个              | 125     |
| (四) | 截排水沟工程      |                |         |
| 1   | 人工挖土方       | m <sup>3</sup> | 38.28   |
| 2   | 夯填土方        | m <sup>3</sup> | 9.90    |
| 3   | C25 砼浇筑     | m <sup>3</sup> | 10.49   |
| 4   | 三七灰土        | m <sup>3</sup> | 4.20    |
| 5   | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 2.80    |

## (2) X2 不稳定斜坡

X2 不稳定斜坡为一上边坡，为矿山道路修建时对山体开挖所形成，位于已闭库以地尾矿库东侧道路边坡。X2 斜坡整体呈北西至南东向展布，坡面裸露，平面与剖面形态均呈“折线形”，长约 70m，高 8-12m，坡度一般 40~60°，平均坡度约 55°。该斜坡主要由黄土、灰岩组成，属岩质斜坡，岩体较破碎，组成坡体的基岩节理裂隙发育，节理面切割岩体多呈条块状、块状、碎块状，实测节理产状 100°∠69°、10°∠63°，坡面时有掉块、落石现象发生，构成斜坡的岩土体利于降水入渗增加坡体荷载。

X2 不稳定斜坡与 X1 不稳定斜坡治理工程类似，边坡底部设护脚墙，坡面挂网喷浆，护脚墙墙脚设 L 型排水边沟，坡顶设截水沟。X2 不稳定斜坡治理主要工程量详见表 6-3。

表 6-3 X2 不稳定斜坡治理工程

| 编号  | 工程或费用名称      | 单位             | 数量      |
|-----|--------------|----------------|---------|
| (一) | 护脚墙工程        |                |         |
| 1   | 土方开挖         | m <sup>3</sup> | 405.00  |
| 2   | 夯填土方         | m <sup>3</sup> | 630.00  |
| 3   | C30 砼挡墙      | m <sup>3</sup> | 616.50  |
| 4   | 伸缩缝          | m <sup>2</sup> | 9.03    |
| 5   | Φ 110PVC 泄水孔 | m              | 121.50  |
| (二) | 排水边沟         |                |         |
| 1   | 土方开挖         | m <sup>3</sup> | 8.10    |
| 2   | C25 砼        | m <sup>3</sup> | 11.70   |
| 3   | 伸缩缝          | m <sup>2</sup> | 1.64    |
| (三) | 喷锚挂浆工程       |                |         |
| 1   | 削方           | m <sup>3</sup> | 2430.00 |
| 2   | C30 水泥砂浆喷挂   | m <sup>3</sup> | 124.52  |
| 3   | 锚杆 (4.5m)    | 根数             | 105     |
| 4   | 锚杆 (6.0m)    | 根数             | 70      |
| 5   | 钢丝网片制安       | m <sup>2</sup> | 1245.20 |
| 6   | Φ 50PVC 泄水孔  | 个              | 185     |
| (四) | 截排水沟工程       |                |         |
| 1   | 人工挖土方        | m <sup>3</sup> | 49.22   |
| 2   | 夯填土方         | m <sup>3</sup> | 12.73   |
| 3   | C25 砼浇筑      | m <sup>3</sup> | 13.49   |
| 4   | 三七灰土         | m <sup>3</sup> | 5.40    |
| 5   | 伸缩缝          | m <sup>2</sup> | 3.60    |

## 2、中远期治理工程（现状治理期 2029 年-2043 年）

中远期地质灾害治理主要针对矿区开采引发的地表塌陷区及地裂缝进行治理。

### （1）裂缝回填

1) 塌陷裂缝是塌陷区地表变形的形式，根据地裂缝的尺寸，本方案确定裂缝区复垦工程分为自然恢复和人工治理两种途径。

①自然恢复：裂缝宽度小于 10cm，以自然恢复为主，10cm 以下的裂缝对地表植被影响有限，借助风沉积、雨水冲击等自然动力，这类裂缝在较短时间内可以恢复。

②人工治理：裂缝宽度大于 10cm，采用人工就近挖取高处土石方直接充填，并将地块挖高填低进行平整。这种方法土方工程量小，土壤的理化性质扰动较小。裂缝回填

工序：裂缝处表层土剥离和存放→裂缝充填→表土回覆。

## 2) 充填地面塌陷地裂缝工程量的计算

按照不同类型强度类型的地裂缝情况，其充填方量的工程量也不近相同。设地裂缝宽度为  $a$ （单位：m，按 0.12m 计算），则地裂缝可见深度  $W$ （单位：m）计算时可采用以下经验公式进行计算：

$$W = 10\sqrt{a}$$

设塌陷裂缝的间距为  $C$ （单位：m），每公顷土地的裂缝系数为  $n$ ，则每公顷面积塌陷裂缝的长度  $U$ （单位：m）可按以下经验公式进行计算：

$$U = \frac{10000}{C}n$$

每公顷塌陷地裂缝填充土石方量  $V$ （单位： $m^3/hm^2$ ）可按下列经验公式计算：

$$V = 0.5aUW$$

每一图斑塌陷裂缝充填土石方量  $M_{vi}$ （单位： $m^3$ ）可按下列式计算：

$$M_{vi} = VF$$

$F$ —图斑面积（ $hm^2$ ）

根据工程地质类比分析，裂缝破坏的程度分为轻度、中度、重度三种类型，其技术参数见表 6-4。

表 6-4 地裂缝各破坏程度类型计算

| 破坏程度 | 裂缝宽度 | 裂缝间距 | 裂缝系数 | 裂缝深度 | 裂缝长度 | 公顷土石方量     |
|------|------|------|------|------|------|------------|
|      | $a$  | $C$  | $n$  | $W$  | $U$  | $V$        |
|      | m    | m    |      | m    | m    | $m^3/hm^2$ |
| 轻度   | 0.1  | 50   | 1.5  | 3.2  | 300  | 47         |
| 中度   | 0.2  | 40   | 2    | 4.5  | 500  | 224        |
| 重度   | 0.3  | 30   | 2.5  | 5.5  | 833  | 685        |

本次预测塌陷区面积为  $71.67hm^2$ ，损毁程度为重度，参照 6-4，估算夯填土方量为  $49094m^3$ ，回填土方可直接利用周边土体进行充填。

塌陷区夯填后，上部不修筑构筑物，夯实系数取 0.93，裂缝填土由挖掘机或推土机进行，夯实由 2.8kW 打夯机实施。

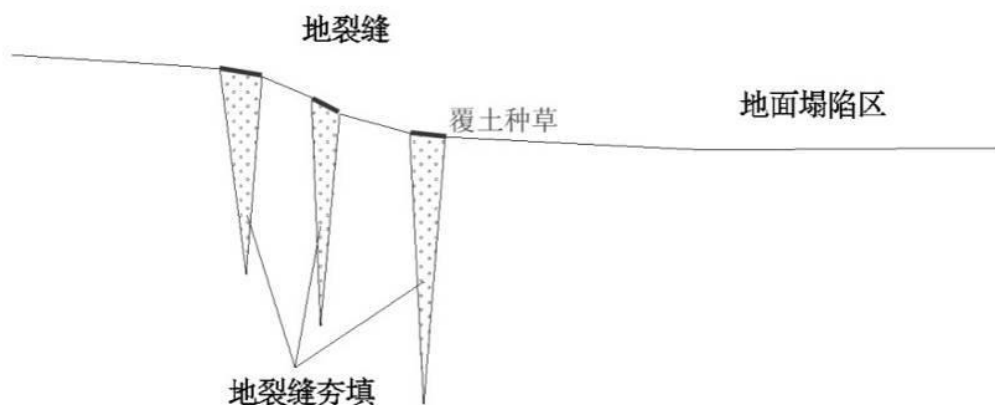


图 6-8 塌陷区裂缝充填示意图

### 6.2.3 技术措施

根据现状矿山地质环境问题及采矿活动引发的矿山地质环境问题，矿山地质环境恢复治理措施主要为：

#### 1. 对采矿塌陷区裂缝进行充填处理；

裂缝处表层土剥离和存放：在裂缝两侧剥离宽 0.5m，厚 0.3m 的耕植土，临时堆放在裂缝两侧。

裂缝充填：按反滤的原理填堵裂缝、孔洞。首先用粗砾石填堵孔隙，其次用次粗砾石填堵，当充填高度距剥离后的地表 1m 左右时，开始用木杠进行第一次捣实，然后每充填 0.5m 捣实一次，直到与剥离后的地表基本平齐为止。对于裂缝分布密度较大的区域，可在整个区域内剥离表土并深挖至一定标高，再用废土石统一充填并铺垫，每填 0.3~0.5m 夯实一次，夯实土地的干容量达到  $1.40\text{t}/\text{m}^3$  以上，用反滤层填堵后，可防止水土流失。

表土回覆：将裂缝两侧和平整范围周边剥离的土，均匀覆盖在已完成回填的地表上进行铺整。

#### 2. 建立、实施矿山地质环境监测系统；

3. 对于有危险的地段，应及时设置安全警戒线，尽快撤出危险区内的人员与设备，严禁无关人员和设备进入危险区，并采取有效措施消除危害，避免造成重大损失。

### 6.2.4 主要工程量

**表 6-5 地质灾害治理工程量一览表**

| 编号                 | 工程或费用名称     | 单位             | 近期（2024-2028） | 中远期（2029-2043） |
|--------------------|-------------|----------------|---------------|----------------|
| <b>一、不稳定斜坡治理工程</b> |             |                |               |                |
| （一）                | 护脚墙工程       |                |               |                |
| 1                  | 土方开挖        | m <sup>3</sup> | 702.00        |                |
| 2                  | 夯填土方        | m <sup>3</sup> | 1092.00       |                |
| 3                  | C30 砼挡墙     | m <sup>3</sup> | 273.00        |                |
| 4                  | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 18.06         |                |
| 5                  | Φ110PVC 泄水孔 | m              | 210.60        |                |
| （二）                | 排水边沟        |                |               |                |
| 1                  | 土方开挖        | m <sup>3</sup> | 14.04         |                |
| 2                  | C25 砼       | m <sup>3</sup> | 20.28         |                |
| 3                  | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 2.80          |                |
| （三）                | 喷锚挂浆工程      |                |               |                |
| 1                  | 削方          | m <sup>3</sup> | 4212.00       |                |
| 2                  | C30 水泥砂浆喷挂  | m <sup>3</sup> | 215.83        |                |
| 3                  | 锚杆（4.5m）    | 根数             | 177.00        |                |
| 4                  | 锚杆（6.0m）    | 根数             | 118.00        |                |
| 5                  | 钢丝网片制安      | m <sup>2</sup> | 2158.30       |                |
| 6                  | Φ50PVC 泄水孔  | 个              | 310.00        |                |
| （四）                | 截排水沟工程      |                |               |                |
| 1                  | 人工挖土方       | m <sup>3</sup> | 87.50         |                |
| 2                  | 夯填土方        | m <sup>3</sup> | 22.63         |                |
| 3                  | C25 砼浇筑     | m <sup>3</sup> | 23.98         |                |
| 4                  | 三七灰土        | m <sup>3</sup> | 9.60          |                |
| 5                  | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 6.40          |                |
| <b>二、裂缝夯填工程</b>    |             |                |               |                |
| 1                  | 裂缝夯填        | m <sup>3</sup> | 7364          | 41730          |

## 6.3 矿区土地复垦

### 6.3.1 目标任务

通过土地复垦工作的开展，创造出一个土地复垦高效利用与矿区生态环境重建相结合的样板，为区域土地复垦提供经验和示范效应。本项目通过土地复垦工作要实现以下目标：

1. 根据土地适宜性评价结果，本项目复垦方向为林地和草地，复垦责任面积为 51.961hm<sup>2</sup>，最终土地复垦面积为 51.961hm<sup>2</sup>，土地复垦率为 100%。

2. 改善生态环境，控制水土流失和土壤沙化。

### 6.3.2 复垦措施

#### 6.3.2.1 工程技术措施

根据本方案拟损毁土地预测结果，方案期内全部矿石开采完成后，在复垦区域内的土地损毁方式主要为地表压占、塌陷。土地复垦主要设计内容为：建筑物拆除、土地清理、平整，硐口及井口封堵等。

#### 6.3.2.2 生物措施

本区属半干旱高寒山地气候，该地区少雨、干旱、蒸发强烈、日照充足，昼夜温差大。地面植物遭到损毁后依靠自然恢复较困难，且周期漫长。所以要快速恢复植被，首要的工作是筛选先锋植物和适生植物以重建生态系统。

##### 1. 植物的筛选

植被对维持生态系统的平衡起着关键性作用，矿山开采将使原地面植物遭到损毁，因此要及时恢复植被。

生物选择应具有以下特征：

（1）应在生物学特征上与主要树种有一定的差异，能够互补，尤其应具有耐阴性或一定的耐阴性；

（2）具有较强的抵抗自然灾害的能力，特别是耐火性和抗虫性，且不应与主要树种有共同的病虫害或是转主寄生关系；

（3）有一定的经济和美学价值；

（4）有较强的繁殖能力，以利于进行自我恢复等。

为保证植物复垦措施能顺利有效的实行，根据“因地制宜、因害设防”的原则，按照立地条件和立地类型，参考当地植被分布及当地的栽植经验。

对于本项目而言，参考本项目植被分布及周边矿区的绿化栽植经验，选择的乔木、灌木与草种主要包括：乔木选择油松，灌木选择沙棘、柠条、紫穗槐、金露梅、高山柳等灌木，草种选择早熟禾、高山羊茅、披碱草等。

油松：为松科针叶常绿乔木，高达 30m，胸径可达 1m。树皮下部灰褐色，裂成不规则鳞块。大枝平展或斜向上，老树平顶；小枝粗壮，雄球花柱形，长 1.2-1.8 厘米，聚生于新枝下部呈穗状；球果卵形或卵圆形，长 4-7cm。种子长 6-8mm，连翅长 1.5-2.0cm、翅为种子长的 2-3 倍。花期 5 月，球果第二年 10 月上、中旬成熟。

金露梅：灌木，小枝红褐色，羽状复叶，叶柄被绢毛或疏柔毛，小叶片长圆形、倒卵长圆形或卵状披针形，两面绿色，单花或数朵生于枝顶，花梗密被长柔

毛或绢毛，萼片卵圆形，顶端急尖至短渐尖，花瓣黄色，宽倒卵形，花期 6 月。

生于海拔 3000~4000m 的高山山坡，高 1~2 m。

早熟禾：生于高山灌丛和高山草甸，海拔 3200~5400m，为根茎密丛型多年生草，生活力很强，耐低温寒冷的气候。早熟禾地上部低矮，一般仅 1~3cm，生长良好时 3~5cm，与其伴生的禾草和杂类草也仅 5~10cm。

高山羊茅：生山坡草地、高山草甸，海拔 2000~4300 m，多年生草本。根状茎粗壮，弯曲，直径 1~2cm。茎直立，高 15~60cm，不分枝，2~3 条自根状茎发出。高山羊茅为典型的多年生高寒草甸种，广泛分布在甘南藏族自治州及其毗邻地区的高山、亚高山草甸中。

## 2. 植物的种植

根据当地植被品种、土壤立地条件的不同及《水土保持综合治理技术规范》，确定造林、植草密度。植物的种植是土地复垦的工作重点，根据“边损毁，边复垦”的原则，在复垦条件成熟之后，及时对损毁的土地种植植物，恢复植被。根据损毁地类及土地适宜性评价确定植被恢复类型，选择适宜的植物品种和种植方式，根据损毁面积、需补种面积比例、需要植树的密度来确定需要种植的数量。

### （1）撒播技术。

撒播技术：撒播技术应用于整个复垦区域的草本种植。草籽撒播施工工序为植物材料选择→场地平整→人工撒播草籽（施肥）。

播种方式：在进行地貌重塑的基础上散播后细齿耙轻轻拉平，形成 3~5cm 的覆土层，覆土宜浅不宜深，不露种子即可。播种时间：春秋播种，选择土壤墒情好时播种，春播以 5、6 月完成为宜，秋播最迟不得超过 9 月底。

管理：完成播种后，随机通过喷洒方式浇水，有效保持土壤湿度和温度，待出苗后雨季可适可追肥，并对对缺苗地块进行补播。

### （2）挂网喷播技术及养护。

#### ①三维网喷播基质及草籽配比

喷播基质主要由复合基质、土壤调节材料、粘结材料、肥料、纤维及植物种子等组成。

复合基质：由种植土 10%、草炭 15%、食用菌废渣 20%、牛粪 20%、秸秆末 15%、污泥 20%组成；

土壤调节材料：为交联聚丙烯酰胺和聚丙烯酸钾盐共聚物的土壤保水剂

0.1%~1.5%、聚乙烯醇 0.1%~1.5%、凹凸棒粉 1%~18%、pH 调节剂 0.2%~2%、蛭石、珍珠岩或其他燃烧物；

粘结材料：为高分子聚合物，聚丙烯酰胺(PAM)； 肥料：包括有机肥、无机复合肥、长效缓释肥；

纤维：为有机纤维，长度 2~3cm，用于减小基质干裂；

种子：设计播撒当地草籽种类为披碱草、高山羊茅、黑麦草、沙棘、柠条，种植配比为 1:1:1:1:1，播撒草籽量 40g/m<sup>2</sup>。厚层基质喷播采用双层喷播，第一层为基质材料层，厚度约 10~12cm；第二层为种子层，厚度为 3~4cm。

### ②三维网喷播养护要求

覆盖：种子层喷播后覆盖草帘、遮阳网或无纺布等保墒，夏季降低地表温度，冬季提高地表温度，促进植物的萌芽生长，保护出苗前坡面的基质免遭雨水冲刷，确保种子出苗整齐和节省水资源。覆盖草帘时顺风向相互连接重叠 5~10cm，并随山体坡面的走势而变化，用“v”型与“U”型锚钉将草帘或网钉在坡面基质上，间距 30~50m，呈梅花状排列，而在坡面转角、凸凹处需加密钉，使网更贴附坡面，在坡面平整处可减少锚钉数量。

补种：对于面积较少的块区，可利用原有种子按照植物配置比例，加水拌合喷播基质，采取人工抹泥巴的方式进行补种，厚度为 1~2cm。对秃斑面积较大边坡，则采用湿喷机，将植物种子、喷播基质、水、保水剂、粘合剂等拌合喷播，喷播厚度 0.5~1.0cm。补种完成后，覆盖草帘，并重点养护管理，直到出苗。

浇水：喷播后的草种在经过水分充分浸透后 7d 开始发芽，要即时进行浇水养护，否则会造成种子坏死。坡面采用了喷播方式，浇水采取少量多次，反复喷撒，浇透为止。

### 6.3.2.3 化学措施

增施有机肥料，提高土壤肥力：有机质是土壤肥力的重要影响因素，切实提高土壤有机质含量对复垦后土地快速恢复地力有非常重要的意义。在改良土壤过程中，有机肥料和无机肥料配合施用，以有机肥料为主，包括厩肥、人粪尿、堆肥等，可以增加土壤有机质和养分，改良土壤性质，提高土壤肥力，按照 1000kg/hm<sup>2</sup>，追施有机肥。

### 6.3.3 工程设计

根据本方案拟损毁土地预测结果，方案期内全部矿石开采完成后，在复垦区域内的

土地损毁方式主要为地表压占、塌陷。土地复垦主要设计内容为：建筑物拆除、土地清理、平整，硐口及井口封堵等。

### 6.3.3.1 土地清理平整工程设计

土地清理是指在矿山服务期满后建设场地地面建筑、地下基础及场地内废石垃圾进行清运，并对场地进行平整。矿区主要构筑物有采矿工业场地的空压机房、变电所、排班室；充填站、选矿工业场地厂房等，拆除清理后，共产生建筑垃圾 16866m<sup>3</sup>。清理的垃圾运至外部进行处理。拆除工作结束后，对土地进行平整压实。

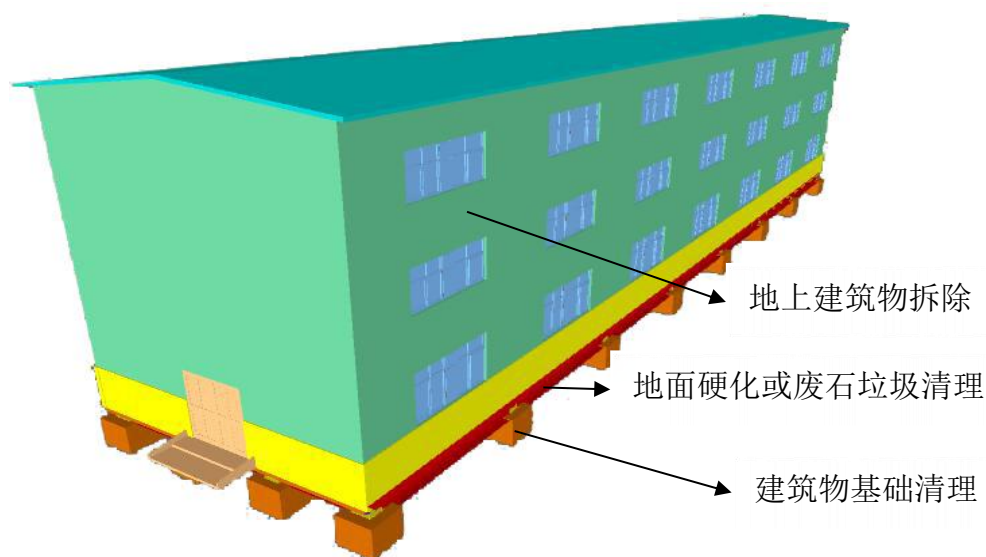


图 6-9 建筑物拆除示意图

拆除工程完毕后，需对场地进行平整压实，使区内地形坡度不大于 5°，地面高差不大于 0.4m，平整采用推土机进行推平，平整区域主要为各堆场、工业场地及各房屋建筑区域，平均平整厚度为 0.2m。

表 6-6 土地平整回填工程量表

| 项目             | 占地面积            | 建筑面积           | 建筑垃圾           | 平整土方量          | 覆土方量           | 草籽播撒面积          | 备注 |
|----------------|-----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|-----------------|----|
|                | hm <sup>2</sup> | m <sup>2</sup> | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> | m <sup>3</sup> | hm <sup>2</sup> |    |
| 探矿竖井           | 0.005           | 50             | 23             | 10             | 15             | 0.005           | 近期 |
| 岩芯库            | 0.094           | 936            | 431            | 188            | 282            | 0.094           |    |
| 废弃通风口          | 0.012           | 120            | 55             | 24             | 36             | 0.012           |    |
| 废弃选矿厂          | 0.108           | 1077           | 495            | 216            | 324            | 0.108           |    |
| 废弃选矿厂宿舍        | 0.339           | 339            | 156            | 678            | 1017           | 0.339           |    |
| 已有 35kV 总降压变电所 | 0.384           | 3843           | 1768           | 768            | 1152           | 0.384           |    |
| 规划生产区未利用土地     | 0.465           |                | 2300           | 930            | 1395           | 0.465           |    |

|                             |        |       |        |        |        |        |     |
|-----------------------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|-----|
| 分计                          | 1.407  | 6365  | 5227.9 | 2814   | 4221   | 1.407  |     |
| 规划生产区利用土地                   | 3.735  | 13066 | 6010   | 7470   | 11205  | 3.735  | 中远期 |
| 采矿工业场地                      | 0.49   | 4563  | 2099   | 980    | 1470   | 0.49   |     |
| 南回风井工业场地                    | 0.144  | 140   | 64     | 288    | 432    | 0.144  |     |
| 尾矿库                         | 46.05  |       |        | 92100  | 138150 | 46.05  |     |
| 0                           | 0      | 7401  | 3404   | 0      | 0      | 0      |     |
| 800m <sup>3</sup> 新水采矿高位水池  | 0.021  | 50    | 23     | 42     | 63     | 0.021  |     |
| 1000m <sup>3</sup> 回水采矿高位水池 | 0.114  | 80    | 37     | 228    | 342    | 0.114  |     |
| 分计                          | 50.554 | 25300 | 11638  | 101108 | 151662 | 50.554 |     |
| 合计                          | 51.961 | 31665 | 16866  | 103922 | 155883 | 51.961 |     |

### 6.3.3.2 井口、硐口封堵工程设计

目前，矿山共有探矿竖井计 1 处，后续生产过程中，矿山将新增罐笼盲竖井 1 条，斜井 1 条，风井 4 条，平硐口 8 处。探矿活动结束后或矿山闭坑后，必须对井口和平硐硐口封堵，具体设计如下：在各井口上铺盖钢筋砼预制板，后进行人工回填压实碎石，预制板采用 C25 混凝土浇筑，配双层宽配双层钢筋（ $\Phi 14@250$ ）；平硐硐口采用 M10 浆砌块石封堵（预留排水通道），封堵厚度 1m。

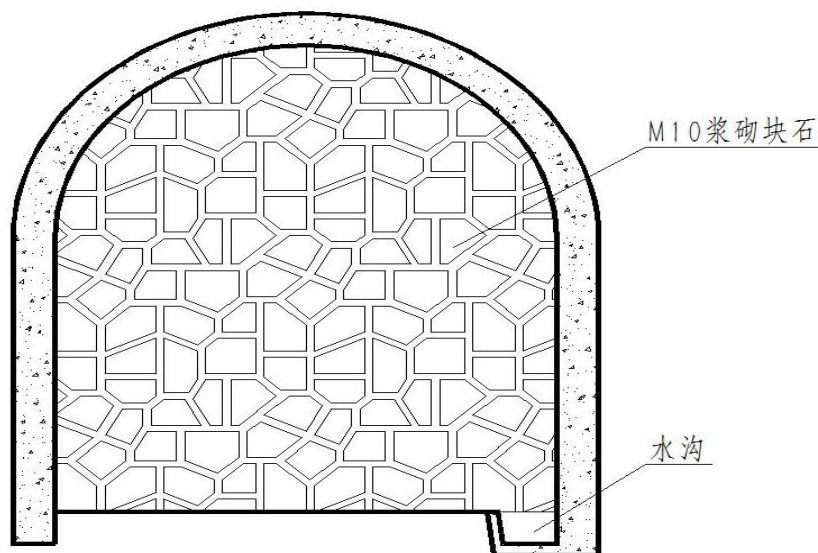


图 6-10 硐口封堵示意图

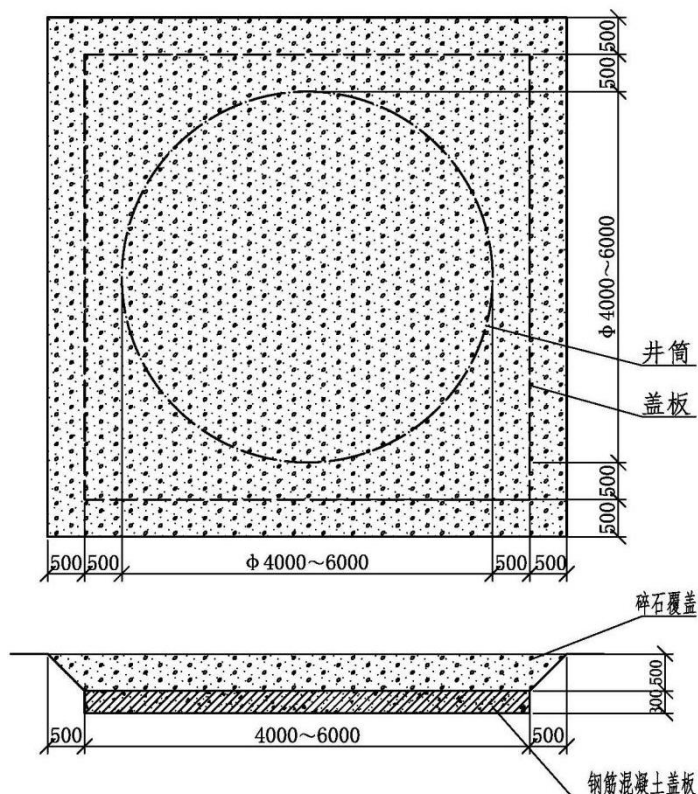


图 6-11 井口封闭示意图

## 6.3.4 主要工程量

表 6-7

矿区土地复垦工程量汇总表

| 复垦时序 | 序号 | 项目    | 单位              | 数量     | 备注         |
|------|----|-------|-----------------|--------|------------|
| 近期   | 1  | 建筑物拆除 | m <sup>3</sup>  | 5228   |            |
|      | 2  | 垃圾清运  | m <sup>3</sup>  | 5228   | 运距 1.5~3km |
|      | 3  | 场地平整  | m <sup>3</sup>  | 2814   |            |
|      | 4  | 表土覆盖  | m <sup>3</sup>  | 4221   |            |
|      | 5  | 草籽播种  | hm <sup>2</sup> | 0.47   |            |
|      | 6  | 乔木栽种  | 棵               | 0.00   |            |
|      | 7  | 灌木栽种  | 棵               | 697    |            |
|      | 8  | 井口封堵  | m <sup>3</sup>  | 2.70   |            |
|      | 9  | 硐口封堵  | m <sup>3</sup>  | 6.96   | 钢筋砼        |
| 中远期  | 1  | 建筑物拆除 | m <sup>3</sup>  | 11638  |            |
|      | 2  | 垃圾清运  | m <sup>3</sup>  | 11638  | 运距 1.5~3km |
|      | 3  | 场地平整  | m <sup>3</sup>  | 101108 |            |
|      | 4  | 表土覆盖  | m <sup>3</sup>  | 151662 |            |
|      | 5  | 井口封堵  | m <sup>3</sup>  | 50.55  | 钢筋砼        |
|      | 6  | 硐口封堵  | m <sup>3</sup>  | 961    | M10 浆砌块石   |
|      | 7  | 草籽播种  | hm <sup>2</sup> | 5792   |            |
|      | 8  | 乔木栽种  | 棵               | 16.20  |            |

| 复垦时序 | 序号 | 项目    | 单位              | 数量     | 备注         |
|------|----|-------|-----------------|--------|------------|
|      | 9  | 灌木栽种  | 棵               | 62.64  |            |
| 合计   | 1  | 建筑物拆除 | m <sup>3</sup>  | 16866  |            |
|      | 2  | 垃圾清运  | m <sup>3</sup>  | 16866  | 运距 1.5~3km |
|      | 3  | 场地平整  | m <sup>3</sup>  | 103922 |            |
|      | 4  | 表土覆盖  | m <sup>3</sup>  | 155883 |            |
|      | 5  | 井口封堵  | m <sup>3</sup>  | 18.90  | 钢筋砼        |
|      | 6  | 硐口封堵  | m <sup>3</sup>  | 69.60  | M10 浆砌块石   |
|      | 7  | 草籽播种  | hm <sup>2</sup> | 51.96  |            |
|      | 8  | 乔木栽种  | 棵               | 961    |            |
|      | 9  | 灌木栽种  | 棵               | 6489   |            |

#### 6.4 含水层破坏修复

矿区是以弱富水的构造裂隙含水带及大气降水为主要来源，矿层（体）直接充水的裂隙充水型矿床，矿床水文地质条件简单。由于采矿引起的含水层破坏从结构角度来讲是不可恢复的，根据地下含水层修复“强调水生态自我修复”的原则，矿区采矿对地下含水层的影响，在采矿过程中主要采取疏排堵水等预防措施，待采矿结束闭坑后，逐步实现自我修复，不再设计工程修复方案。

#### 6.5 水土环境污染修复

预测矿山在接下来的开采过程中，对地表水、地下水及土壤的污染程度较小，矿山水土污染对地质环境的影响程度较轻。地表塌陷区、尾矿库对土地资源的破坏为重度，现状规划生产区、矿区道路对土地资源的破坏为中度，其他单元均为轻度。由此认为，本矿山水土环境修复的主要对象是土地资源。其目标是土地资源修复，最大程度恢复矿区自然环境，减轻矿山开采对区内自然环境的影响。故该项修复可待矿山闭坑后，在进行专业生态环境修复，故本次不再设计工程修复方案。

本项目尾矿库库底铺膜防渗，服务期满停止运行后，库内积水逐渐减少，尾矿表面逐渐干化，成为干燥松散的堆积物，对其主要采取稳定固化，表土覆盖填埋后进行绿化等措施进行修复。

#### 6.6 矿山地质环境监测

##### 6.6.1 目标任务

矿山建设及采矿活动可能引发或加剧地面塌陷、滑坡及含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染等矿山地质环境问题。在矿山开采过程中，为切实加强矿山地质环境保护，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环

境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山建设、生产、闭坑治理期间及后续期间。矿山地质环境监测主要包括地质灾害监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境污染监测四个部分。

## 6.6.2 监测设计

### 6.6.2.1 地质灾害监测

对地面塌陷设变形观测墩进行专业的变形监测；对不稳定斜坡则采用人工巡视的方法进行监测。

### 6.6.2.2 含水层监测

水位、水量定期采用人工现场调查、取样分析辅以地下水位自动监测仪及利用现有坑道内涌水中段所处位置(高程)监测开采中段地下水位、水量。矿坑水流量观测可采用流量表或堰板法。地下水位监测的方法和精度应满足《供水水文地质勘查规范》的要求。

地下水水质监测定期采用人工现场调查、取样分析方法监测地下水水质变化情况，监测布点及频次应符合《地下水环境监测技术规程》（HJ 164—2020）规定。

### 6.6.2.3 地形地貌景观、土地资源监测

采取监测员地表巡视和卫星遥感或无人机航拍监测相结合的方法，防止过界压占土地、掩埋植被、破坏矿区环境。

### 6.6.2.4 水土环境污染监测

- 1、地表水水质采用采样送检测试法。
- 2、地下水水质采用采样送检测试法。
- 3、土壤污染程度采用采样送检测试法。

## 6.6.3 技术措施

在矿山开采过程中，为切实加强矿山地质环境保护，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山建设、生产、闭坑治理期间及后续期间。

### 6.6.3.1 地质灾害监测措施

地质灾害监测依据地质灾害监测技术规范（DB11T 1677-2019）进行布置。监测项目主要地面塌陷监测、不稳定斜坡监测。

## 一、地面塌陷监测

地面塌陷监测是在预测地面塌陷区进行定时、定点监测。监测周期与采矿进度同步，一般应每天有专人到矿区进行巡视，并定时用测量仪器监测。

1. 监测范围：主要是矿区预测地面塌陷区进行定时、定点监测。在未受地下开采影响区布设 2 个固定监测点；在地面塌陷区设 4 个固定监测点，共 6 个固定监测点。在地面沉陷区沿走向布设 10 条观测线，重点布置在断层上下盘位置，沿倾向布设 15 条观测线做为移动监测点，线距 50m，点距 100m，共设移动监测点 80 个。监测周期与采矿进度同步，应每天有专人到矿区进行巡视，并定时用测量仪器监测。

2. 监测内容：主要监测地表岩土体的变形、开裂情况(地表下沉量、水平移动量、地裂缝宽度、深度、长度等)。

3. 监测设施：固定监测桩采用底面边长 0.3m，顶面边长 0.5m，高 0.5m 的正四方棱柱，用 C15 混凝土浇注，墩顶按要求安装归心盘。并采用 GPS、全站仪，结合人工现场水准测量。移动监测桩采用边长 0.1m，高 0.5m 木楔固定于地面。

4. 监测次数：监测时间为每年每点监测 12 次，近期(2026~2028 年)共观测 2064 次，远期(2029~2043 年)共观测 12384 次。

### 5. 监测数据处理

对地面塌陷监测数据进行整理并建立地面塌陷灾害数据库及资料分析处理系统，应用相应的地理信息系统及数据处理方法对监测数据进行分析处理并进行预测分析，绘制相应的分析图件。及时对监测资料按月、年进行建档保存，并根据监测结果编制监测报告。

## 二、不稳定斜坡监测

不稳定斜坡计划在近期治理完毕，针对不稳定斜坡的变形情况主要采用人工巡视的方法，观测边坡的变形情况，每月观测一次，近期(2024~2028 年)共观测 120 次。

### 6.6.3.2 含水层监测

对矿区范围内地下水进行监测，为准确判定地下水含水层疏干情况提供依据，在坑道设置监测点 2 处(3010m、2860m 中段水仓附近)，每月进行一次观测，主要监测地下水的渗水和漏水水量情况，以推测开采时是否对含水层造成破坏。以人工测量为主。每月监测一次，监测按每年每点 12 次计算，近期(2024~2028 年)内共监测 120 次，远期(2027~2038 年)内共监测 360 次。

### 6.6.3.3 地形地貌景观监测

遥感影像监测法具有物多光谱信息和高空间分辨率，感测范围大，信息量大，获取信息

快，更新周期短。选择免费提供的空间分辨率优于 1m 的多光谱遥感数据，在同一地区，不同同时相的遥感数据在同一季节获取。优先选用影像层次丰富、图像清晰、色调均匀、反差适中的遥感图像资料。要求少积雪、积水和低植被，云、雪覆盖量低于 10%，且不可遮盖被监测的目标物和其他重要标志物。遥感影像解译采用直判法、对比法、邻比法和综合判断法。遥感解译标志建立后进行外业调查验证，验证率不低于图斑总数的 30%，解译与外业验证之间的误差不超过 5%。采取监测员地表定期巡视的方法，防止废渣过界压占土地、掩埋植被、破坏矿区环境。每月巡视监测一次，共监测 20 年，其中近期(2024~2028 年)共监测 60 次，中远期(2029~2043 年)内共监测 180 次。

#### 6.6.3.4 水土环境污染监测

矿山的采矿废水主要为坑内涌水，此废水不含有害物质，沉淀后作为采矿凿岩、喷洒用水消耗掉，剩余部分用于选矿工艺。

选矿工艺为闭路循环，排水除尾矿蒸发和充填尾矿自身含水外，其余全部回用于选厂，无有害废水排放。尾矿库周边设截水沟，库外雨水经截水沟排出。精矿浓密池溢流水、充填系统浓密溢流水、尾矿库回水均返回 3010m 平硐新建回水水仓，供系统重复使用。

生活污水经化粪池和污水处理成套设备处理后，达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》的要求后根据矿区、生活区绿化需要回用。

企业投产后的废渣主要是采矿废石、选矿工艺排出的尾矿及生活垃圾。废石部分用于采空区充填，大部分通过平硐运至废石仓再由汽车运输至附近骨料加工厂作为原料出售。尾矿处置采用尾矿库堆存和井下充填。

生活垃圾设专用垃圾场，周围做好围护措施，生活垃圾应集中在垃圾场堆放或填埋处理，垃圾场应尽量少占土地，选择在矿区和居民区的下风向。

综上所述，矿山生产无危废产生。地表水和地下水水质监测简述如下：

地表水水质监测：在答浪沟河下游和尾矿库下游各布设 1 个监测点，分别在在每年上半年 3 月和下半年 9 月进行取样送检，其中近期(2024~2028 年)监测 20 次，中远期(2029~2043 年)监测 60 次。

地下水水质监测：在答浪沟河下游和尾矿库下游设置地下水监测井进行取样送检，送检时间分别在在每年上半年 3 月和下半年 9 月，监测 20 年，其中近期监测 20 次，中远期监测 60 次。监测执行《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）V 类标准，检测项目包括：pH、总硬度、溶解性总固体、氯化物、高锰酸盐指数、硝酸盐、亚硝酸盐、氨

氮、氟化物、硫酸盐、铁、锰、铜、锌、汞、砷、铅、镉、六价铬等。

土壤污染程度监测：在采矿工业场地、选矿工业场地、南回风井工业场地及生活办公区分别布设一处监测点，监测时间频次与地下水相同，近期监测 20 次，远期监测 60 次。分析主要依据为《土壤环境质量标准》(GB15618-2018)，检测项目包括：pH、镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、氰化物。

#### 6.6.4 主要工程量

表 6-8 矿山环境监测工程量统计表

| 序号  | 监测项目     | 次数 |      |       |
|-----|----------|----|------|-------|
|     |          | 单位 | 近期数量 | 中远期数量 |
| 1   | 地质灾害     |    |      |       |
| 1.1 | 地面塌陷监测   | 次  | 2064 | 12384 |
| 1.2 | 不稳定斜坡监测  | 次  | 120  |       |
| 2   | 含水层监测    | 次  | 120  | 360   |
| 3   | 地形地貌监测   | 次  | 60   | 180   |
| 4   | 水土环境污染监测 |    |      |       |
| 4.1 | 地表水水质监测  | 次  | 20   | 60    |
| 4.2 | 地下水水质监测  | 次  | 20   | 60    |
| 4.3 | 土壤污染监测   | 次  | 20   | 60    |

#### 6.7 矿区土地复垦监测和管护

##### 6.7.1 目标任务

土地复垦监测包括土地损毁监测和复垦效果监测，是对土地复垦区域内复垦前后的土地利用状况的动态变化进行定期或不定期的监测管理。其目的在于各级土地监管部门提供准确的土地复垦后利用变化情况，便于及时进行土地利用数据更新与对比分析，包括复垦区内各类土地面积变化、自然灾害（主要是地质灾害）变化、土壤属性等变化情况。土地复垦监测重点是土壤属性、地形、水文（水质）与复垦前相比较，为土地复垦项目达标验收及后期土地利用管理提供依据。

通过对土地复垦项目区的监测，检验项目的土地复垦成果以及建设过程中遭到损毁的土地是否得到了“边损毁、边复垦”，是否达到土地复垦方案提出的目标和国家规定的标准；及时了解项目建设及运行过程中土地损毁的动态变化情况，判断项目复垦工程技术合理性；为建设单位和监管部门提供实时信息。

##### 6.7.2 措施和内容

###### 6.7.2.1 土地损毁监测

监测内容：记录损毁范围、面积、地类、权属等，并与预测结果进行对比分析。

监测点的布设：在基建及生产期内对生活办公区，采矿工业场地，选矿工业场地，充填站，尾矿库及污水处理设施，新建矿区道路，高位水池及塌陷区等进行监测，共计 15 个监测点。

监测方法：用皮尺或手持 GPS 野外定点监测损毁范围、面积，对照土地利用现状图记录损毁地类、权属走访。

监测频率：每年 2 次/监测点。

监测工作量：近期 150 次，中远期 450 次。

监测时间：2024 年～2043 年。

#### 6.7.2.2 植被损毁监测

监测内容：记录矿山生产期间植被破坏情况。

监测点的布设：对生活办公区，采矿工业场地，选矿工业场地，充填站，尾矿库及污水处理设施，新建矿区道路，高位水池及塌陷区等进行监测，共布置 15 个监测点。

监测方法：人工巡视。

监测频率：每年 2 次/监测点。

监测工作量：监测 20 年，600 次。

监测时间：2024 年～2043 年。

#### 6.7.2.3 复垦效果监测

监测内容：本项目主要为：①土壤质量监测，②植被监测，主要对植物长势、覆盖度进行监测。

监测点的布设：对所有场地进行监测。

监测方法：土壤质量监测主要采取人工巡视的方法监测地形坡度、有效土层厚度等，并对每个监测点土壤取样一组化验土壤有效水分、容重、pH 值、有机质含量、作物有效营养成分等；复垦植被监测主要对植被长势、覆盖度进行巡视监测。

监测频率：土壤质量监测在复垦完成后取土化验 2 次，共监测 88 次，近期 28 次，中远期 60 次。

监测时间：2027～2028 年、2041～2043 年。

#### 6.7.2.4 监测管理

生产建设项目土地复垦工作的最终目的是减少土地损毁，对项目复垦责任范围内遭到损毁的土地进行治理，把损毁了的土地恢复到原始状态，甚至通过复垦工程措施的施

行，提高复垦区域内土地利用水平。因此，通过阶段报告对工程进展过程中的土地损毁及复垦状况、施工中存在的土地损毁隐患及应采取的措施及时向土地复垦义务人报告，以便土地复垦义务人采取相应的措施。

土地复垦监测档案材料定期归档，永久保存。

#### 6.7.2.5 管护措施

##### 一、表土管护

表土剥离后必须采取管护措施。剥离的表土在堆土场地堆积后将表面翻耕整平，首先应进行绿化覆盖、沤肥养护，防止裸露风蚀或水土流失。可在土堆顶部和侧面种植牧草。生产结束需复垦时，由表土堆放场提供所需土壤，后与其它场地同时进行复垦。

##### 二、草地与灌木林地管护

复垦草地管护的目标就是苗全，苗壮。具体包括以下内容

##### 1. 破除土表板结

草种播种后出苗前，土壤表层形成板结层，妨碍种子顶土出苗，可采用短齿钉齿耙轻度耙地或采用灌溉措施破除板结。

##### 2. 补苗

幼苗成活率低于复垦要求时，须及时补种。补苗时需保证土壤水分充足。

##### 3. 灌溉与施肥

牧草与灌木在苗期根系不够发达，在旱象时应及时灌溉。当出现明显的缺素症状时，应及时追肥。

##### 4. 病虫害管理

牧草及灌木苗期容易受病虫害侵袭，一旦发现病虫害现象时，及时喷洒农药。

##### 5. 返青期管护

返青期应严格禁牧，发现牲畜进入复垦区时应及时驱赶。

##### 三、设施管护

对复垦区内沟渠、道路、电网，应按时有计划地对其进行维护和保养，保证设施无损坏，保障复垦项目区正常工作。

#### 6.7.3 工程设计及主要工程量

**表 6-9 土地复垦监测工程量统计表**

| 项目     | 监测点（个） | 频次          | 近期数量 | 中远期数量 | 备注      |
|--------|--------|-------------|------|-------|---------|
| 土地损毁监测 | 15     | 2 次/年 • 监测点 | 150  | 450   | 公用部分仅统计 |

|         |    |            |     |     |                  |
|---------|----|------------|-----|-----|------------------|
| 植被损毁监测  | 15 | 2 次/年 •监测点 | 150 | 450 | 工程量，不进行<br>投资计算。 |
| 复垦效果监测  | 15 | 2 次/年 •监测点 | 28  | 60  |                  |
| 表土管护    | 1  | 2 次/年 •监测点 | 10  | 30  |                  |
| 草地与林木管护 | 8  | 4 次/年 •监测点 | 28  | 64  |                  |

## 7 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

### 7.1 总体工作部署

甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿位于甘肃省合作市。矿山服务年限 17 年（含基建期 3 年）。闭坑后恢复治理和复垦工程实施期 1 年，管护期 2 年，因此，确定本方案服务期为 20 年，分近期（2024 年～2028 年）和中远期（2029 年～2043 年），本方案基准年为 2024 年。

矿山地质环境保护与土地复垦工作，既要统筹兼顾全面部署，又要结合实际、突出重点，集中有限资金，采取科学、经济、合理的方法，分轻、重、缓、急逐步完成。

围栏、警示牌在近期进行；地面塌陷变形监测在近期、中期进行；含水层监测在近期、中期进行；地形地貌景观监测在近期、中期进行；水土污染监测在近期、中期进行。按照“近细远粗”原则，针对近期阶段、首年度工作计划作出细化。

土地复垦分近期、中远期进行，主要以监测为主，在闭矿后，完成对工业场地建筑物的拆除、场地平整及覆土绿化，土地复垦率达到 100%。

#### 7.1.1 矿山地质环境治理总体工作安排

通过分析，矿山地质环境治理工程主要有矿山地质灾害预防工程，矿山地质灾害治理工程、含水层破坏修复、地形地貌景观破坏修复、水土环境污染修复、矿山地质环境监测工程。

1、地质灾害预测：在地面塌陷范围、不稳定斜坡、尾矿库设置警示牌，在地面塌陷范围、尾矿库外围设置围栏。

2、地质灾害治理：矿山现状地质灾害主要为不稳定斜坡引发的滑坡，本方案设计在第一阶段对不稳定斜坡地质灾害点进行治理。

3、含水层破坏修复：以地南铜金矿对含水层破坏主要以预防为主，并在矿山整个开采过程中对其采取监测措施。

4、地形地貌景观破坏修复：地形地貌景观破坏主要以预防为主，并在矿山整个开采过程中对其采取监测措施。

5、水土环境污染修复：矿山对水土环境污染破坏以预防为主，并在矿山整个开采过程中对矿坑涌水通过污水处理站进行处理，并采取监测措施。

矿山地质环境监测工程：矿山地质环境监测主要是对地质灾害破坏、含水层破坏、地形地貌景观破坏和水土环境污染破坏进行监测。本方案设计从 2024-2043 年对评估区

进行为期 20 年的监测。

### 7.1.2 矿山土地复垦总体工作安排

1. 根据土地复垦方向确定的土地复垦面积为 51.961hm<sup>2</sup>，复垦范围与复垦责任范围一致，复垦率为 100%。复垦方向主要为灌木林地和草地。

2. 土地复垦分近期、中远期进行，近期计划完成对规划生产区未利用土地、探矿竖井、废弃选矿厂及宿舍、不稳定斜坡的复垦工作，中远期在闭矿后，完成对建构筑物的拆除、场地平整及覆土绿化，土地复垦率达到 100%。

3. 土地损毁和植被损毁监测贯穿方案始终，并在复垦后进行为期 2 年的管护和复垦效果监测。

## 7.2 阶段实施计划

### 7.2.1 矿山地质环境保护工作阶段实施计划

#### 1、阶段划分

矿山地质环境保护工作总体部署时间为 2024 年-2043 年。根据以地南铜金矿的生产工艺流程和建设特点等对矿山地质环境保护工程进行安排，共划分为近期和中远期两个阶段，近期为 2024 年~2028 年，中远期为 2029 年~2043 年。

#### 2、各阶段矿山地质环境保护的位置、目标和任务

根据总体工作部署阶段划分，确定本方案各阶段矿山地质环境保护的位置、目标和任务。通过分析可知，矿山地质环境保护工程主要有预防控制措施、矿山地质灾害治理工程、矿山地质环境监测工程等。

根据矿山地质环境影响评估，确定本方案矿山地质灾害治理工程采取的主要措施有预防控制工程、不稳定斜坡治理工程；矿山地质环境监测工程主要是对评估区进行为期 20 年的监测。

各阶段矿山地质环境保护的任务安排详见表 7-1，地质环境恢复治理年度工作安排见表 7-2。

表 7-1

矿山地质环境保护任务安排

| 编号           | 工程或费用名称     | 单位             | 近期（2024-2028 年） | 中远期（2029-2043 年） |
|--------------|-------------|----------------|-----------------|------------------|
| 一、地质环境保护预防工程 |             |                |                 |                  |
| 1            | 围栏          | m <sup>2</sup> | 11840           | 5209             |
| 2            | 警示牌         | 块              | 15              |                  |
| 3            | 尾矿库截水沟      | m              | 4033            |                  |
| 一、不稳定斜坡治理工程  |             |                |                 |                  |
| (一)          | 护脚墙工程       |                |                 |                  |
| 1            | 土方开挖        | m <sup>3</sup> | 702.00          |                  |
| 2            | 夯填土方        | m <sup>3</sup> | 1092.00         |                  |
| 3            | C30 砼挡墙     | m <sup>3</sup> | 273.00          |                  |
| 4            | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 18.06           |                  |
| 5            | Φ110PVC 泄水孔 | m              | 210.60          |                  |
| (二)          | 排水边沟        |                |                 |                  |
| 1            | 土方开挖        | m <sup>3</sup> | 14.04           |                  |
| 2            | C25 砼       | m <sup>3</sup> | 20.28           |                  |
| 3            | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 2.80            |                  |
| (三)          | 喷锚挂浆工程      |                |                 |                  |
| 1            | 削方          | m <sup>3</sup> | 4212.00         |                  |
| 2            | C30 水泥砂浆喷挂  | m <sup>3</sup> | 215.83          |                  |
| 3            | 锚杆（4.5m）    | 根数             | 177.00          |                  |
| 4            | 锚杆（6.0m）    | 根数             | 118.00          |                  |
| 5            | 钢丝网片制安      | m <sup>2</sup> | 2158.30         |                  |
| 6            | Φ50PVC 泄水孔  | 个              | 310.00          |                  |
| (四)          | 截排水沟工程      |                |                 |                  |
| 1            | 人工挖土方       | m <sup>3</sup> | 87.50           |                  |
| 2            | 夯填土方        | m <sup>3</sup> | 22.63           |                  |
| 3            | C25 砼浇筑     | m <sup>3</sup> | 23.98           |                  |
| 4            | 三七灰土        | m <sup>3</sup> | 9.60            |                  |
| 5            | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 6.40            |                  |
| 二、裂缝夯填工程     |             |                |                 |                  |
| 1            | 裂缝夯填        | m <sup>3</sup> | 7364            | 41730            |
| 三、矿山地质环境监测工程 |             |                |                 |                  |
| 1            | 地质灾害        |                |                 |                  |
| 1.1          | 地面塌陷监测      | 次              | 360             | 864              |
| 1.2          | 不稳定斜坡监测     | 次              | 120             | 288              |
| 2            | 含水层监测       | 次              | 120             | 288              |
| 3            | 地形地貌监测      | 次              | 60              | 144              |
| 4            | 水土环境污染监测    |                |                 |                  |
| 4.1          | 地表水水质监测     | 次              | 10              | 24               |
| 4.2          | 地下水水质监测     | 次              | 10              | 24               |
| 4.3          | 土壤污染监测      | 次              | 10              | 24               |

表 7-2 地质环境恢复治理年度工作安排表

| 项目 \ 时间        | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029-2040 | 2041 | 2042 | 2043 |
|----------------|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|
| 不稳定斜坡 X1、X2 治理 |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 设置围栏及警示牌       |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 监测系统增设         |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 地质灾害监测         |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 含水层监测          |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 地形地貌监测         |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 水土环境污染监测       |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 土地损毁监测         |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 植被损毁监测         |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 裂缝充填           |      |      |      |      |      |           |      |      |      |

### 7.2.2 矿山土地复垦工作阶段实施计划

#### 1、阶段划分

土地复垦分近期、中远期进行，近期为 2024 年～2028 年，中远期为 2029 年～2043 年。

#### 2、各阶段土地复垦位置、目标和任务

土地复垦近期主要完成对现有 35KV 变电站、规划生产区未利用土地、废弃选矿厂及宿舍、探矿竖井、废弃通风口的复垦工作，并开展监测工程和表土管护，定期开展土地损毁监测工作，加强对土地损毁的监测和管控。中远期矿山开采结束后对各处硐口和井口采取封堵措施，并完成对矿区地表建筑物的拆除、清运、平整覆土、植树种草绿化等复垦工作，同时做好土地损毁监测、植被管护等监测和管护措施。最终土地复垦面积为 51.961hm<sup>2</sup>。

各阶段矿山土地复垦任务安排详见表 7-3，土地复垦年度工作安排见表 7-4。

表 7-3 矿山土地复垦任务安排

| 序号       | 项目    | 单位              | 数量              |                  |
|----------|-------|-----------------|-----------------|------------------|
| 一、土地复垦工程 |       |                 | 近期（2024-2028 年） | 中远期（2029-2043 年） |
| 1        | 建筑物拆除 | m <sup>3</sup>  | 5228            | 11638            |
| 2        | 垃圾清运  | m <sup>3</sup>  | 5228            | 11638            |
| 3        | 场地平整  | m <sup>3</sup>  | 2814            | 101108           |
| 4        | 表土覆盖  | m <sup>3</sup>  | 4221            | 151662           |
| 5        | 草籽播种  | hm <sup>2</sup> | 0.47            | 50.55            |
| 6        | 乔木栽种  | 棵               | 0               | 961              |
| 7        | 灌木栽种  | 棵               | 697             | 5792             |
| 8        | 井口封堵  | m <sup>3</sup>  | 2.7             | 16.2             |
| 9        | 硐口封堵  | m <sup>3</sup>  | 6.96            | 62.64            |

| 二、土地复垦监测及管控 |         |   |     |     |
|-------------|---------|---|-----|-----|
| 1           | 土地损毁监测  | 次 | 150 | 450 |
| 2           | 植被损毁监测  | 次 | 150 | 450 |
| 3           | 复垦效果监测  | 次 | 28  | 60  |
| 4           | 表土管护    | 次 | 10  | 30  |
| 5           | 草地与林木管护 | 次 | 28  | 64  |

表 7-4 土地复垦年度工作安排表

| 项目        | 时间 | 2024 | 2025 | 2026 | 2027 | 2028 | 2029-2040 | 2041 | 2042 | 2043 |
|-----------|----|------|------|------|------|------|-----------|------|------|------|
|           |    |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 建筑物拆除     |    |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 垃圾清运      |    |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 场地平整      |    |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 表土覆盖      |    |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 硐口封堵      |    |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 井口封堵      |    |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 草籽播种/灌木栽种 |    |      |      |      |      |      |           |      |      |      |
| 植被管护      |    |      |      |      |      |      |           |      |      |      |

### 7.3 近期年度工作安排（2024 年～2028 年）

#### 7.3.1 矿山地质环境保护年度工作安排

##### 1、2024 年度工作安排

- ①建立矿山地质环境保护工作行政领导机构，使各部门负责人具体落实到个人；
- ②对现存不稳定斜坡 X1、X2 进行治理，坡脚设置挡土墙，挡土墙外侧设置 L 型排水边沟，坡顶及外围设置截水沟，挡土墙下游设置废石淋滤水收纳池；
- ③在地表陷落带、尾矿库等危险区域四周设置警示牌，在崩落区范围周边设置围栏；
- ④在尾矿库周边设截排水沟；
- ⑤建立矿山监测系统，开展地质灾害监测，对含水层、地形地貌、土地资源破坏、水土环境污染等进行监测。

##### 2、2025 年度工作安排

- ①坚持对不稳定斜坡 X1、X2 等边坡进行地质灾害监测，持续对含水层、地形地貌、土地资源破坏、水土环境污染等进行监测。

##### 3、2026 年度工作安排

- ①继续对不稳定斜坡 X1、X2 等边坡进行地质灾害监测，持续对含水层、地形地貌、土地资源破坏、水土环境污染等进行监测。
- ②对塌陷区裂缝进行夯填。

#### 4、2027 年度工作安排

①矿山进行投产，展开地面塌陷区监测，继续对不稳定斜坡 X1、X2 进行地质灾害监测，持续对含水层、地形地貌、土地资源破坏、水土环境污染等进行监测。

②对塌陷区裂缝进行夯填。

#### 5、2028 年度工作安排

①继续对地面塌陷区、不稳定斜坡 X1、X2 进行地质灾害监测，持续对含水层、地形地貌、土地资源破坏、水土环境污染等进行监测。

②对塌陷区裂缝进行夯填。

### 7.3.2 矿山土地复垦年度工作安排

#### 1、2024 年度工作安排

首年度复垦工作主要是建立土地复垦监测系统并实施监测工作；对规划生产区未利用土地、废弃选矿厂及宿舍、现有 35KV 变电站、探矿竖井、废弃通风口、不稳定斜坡清理平整后进行覆土绿化；在办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库、南回风井工业场地、水源地等场地布置监测点进行土地损毁和植被损毁监测。

#### 2、2025 年度工作安排

对各构筑物单元进行土地损毁、植被损毁监测，做好表土管护工作和先期复垦区域复垦效果监测及林草地管护工作。

#### 3、2026 年度工作安排

对各构筑物单元进行土地损毁、植被损毁监测，做好表土管护工作和先期复垦区域复垦效果监测及林草地管护工作。

#### 4、2027 年度工作安排

对各构筑物单元进行土地损毁、植被损毁监测，做好表土管护工作和先期复垦区域复垦效果监测及林草地管护工作。

#### 5、2028 年度工作安排

对各构筑物单元进行土地损毁、植被损毁监测，做好表土管护工作和先期复垦区域林草地管护工作。

### 7.4 中远期年度工作安排（2029 年～2043 年）

#### 7.4.1 矿山地质环境保护工作安排

##### 1、2029～2040 年

①继续对地面塌陷区进行位移监测，持续对含水层、地形地貌、土地资源破坏、水

土环境污染等进行监测；②对塌陷区裂缝进行夯填。

2、2041～2043 年

①对地面塌陷区进行位移监测，持续对含水层、地形地貌、土地资源破坏、水土环境污染等进行监测。

#### 7.4.2 矿山土地复垦工作安排

1、2029～2040 年

持续对土地损毁、植被损毁开展监测工作。

2、2041 年

①矿山闭坑后，对矿山进行全面复垦：拆除各类建构筑物、清理建筑垃圾，对场地进行平整，之后表土回覆，植树种草绿化，封堵平硐硐口与井口，启动复垦效果监测与植被管护。

②继续对土地损毁、植被损毁进行监测。

3、2041～2042 年

对复垦单元进行复垦效果监测与植被管护。

## 8 经费估算与进度安排

### 8.1 经费估算依据

#### 8.1.1 矿山地质环境恢复与恢复治理经费估算的原则和依据

##### 8.1.1.1 编制依据

1. 原甘肃省国土资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》的通知（甘国土资环发[2018]105号）；
2. 《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448号）；
3. 《甘肃省人民政府关于调整全省最低工资标准的通知》（甘政发〔2015〕34号）；
4. 《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格〔2015〕299号）；
5. 《关于调整增值税税率的通知》（财税【2018】32号）。

##### 8.1.1.2 定额依据

1. 《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（甘肃省水利厅，2013）；
2. 《甘肃省水利水电工程施工机械台时费定额》（甘肃省水利厅，2013）。

##### 8.1.1.3 基础单价

###### 1、人工工资单价

根据原甘肃省国土资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》的通知（甘国土资环发[2018]105号）“甘肃省四类地区划分明细”，合作市属二类地区，结合甘水规计发〔2013〕1号文《甘肃省水利水电工程设计概（估）算编制规定》所确定的各地区类别基本工资标准。计算项目区人工单价为：工长 62.82 元/工日（7.85 元/工时），高级工 59.12 元/工日（7.39 元/工时），中级工 49.66 元/工日（6.21 元/工时），初级工 38.57 元/工日（4.82 元/工时）（表 8-1~4）。

表 8-1

工长人工单价计算表

| 地区  | 类别       | 二类地区                                           | 工种类别 | 工长     |
|-----|----------|------------------------------------------------|------|--------|
| 序号  | 项目       | 公式                                             |      | 单价     |
| 1   | 基本工资     | $615 \times 12 \div 234$                       |      | 31.538 |
| 2   | 辅助工资     |                                                |      | 9.466  |
| (1) | 高原补贴     | $25 \times 12 \div 234$                        |      | 1.282  |
| (2) | 施工津贴     | $4 \times 365 \times 0.95 \div 234$            |      | 5.927  |
| (3) | 食品津贴     | $(3.5 + 4.5) \div 2 \times 0.20$               |      | 0.800  |
| (4) | 节日加班津贴   | 基本工资 $\times 3 \times 11 \div 250 \times 0.35$ |      | 1.457  |
| 3   | 工资附加费    |                                                |      | 21.815 |
| (1) | 职工福利基金   | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$      |      | 5.741  |
| (2) | 工会经费     | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$       |      | 0.820  |
| (3) | 养老保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$      |      | 8.201  |
| (4) | 医疗保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7.2\%$     |      | 2.952  |
| (5) | 工伤保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1\%$       |      | 0.410  |
| (6) | 职工失业保险基金 | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$       |      | 0.820  |
| (7) | 住房公积金    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7\%$       |      | 2.870  |
| 4   | 人工工日预算单价 |                                                |      | 62.820 |
| 5   | 人工工时预算单价 | 人工预算单价 (元/工日) $\div 8$ (工时/工日)                 |      | 7.85   |

表 8-2

高级工人工单价计算表

| 地区  | 类别       | 二类地区                                           | 工种类别 | 高级工    |
|-----|----------|------------------------------------------------|------|--------|
| 序号  | 项目       | 公式                                             |      | 单价     |
| 1   | 基本工资     | $615 \times 12 \div 234$                       |      | 29.231 |
| 2   | 辅助工资     |                                                |      | 9.360  |
| (1) | 高原补贴     | $25 \times 12 \div 234$                        |      | 1.282  |
| (2) | 施工津贴     | $4 \times 365 \times 0.95 \div 234$            |      | 5.927  |
| (3) | 食品津贴     | $(3.5 + 4.5) \div 2 \times 0.20$               |      | 0.800  |
| (4) | 节日加班津贴   | 基本工资 $\times 3 \times 11 \div 250 \times 0.35$ |      | 1.350  |
| 3   | 工资附加费    |                                                |      | 20.530 |
| (1) | 职工福利基金   | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$      |      | 5.403  |
| (2) | 工会经费     | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$       |      | 0.772  |
| (3) | 养老保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$      |      | 7.718  |
| (4) | 医疗保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7.2\%$     |      | 2.779  |
| (5) | 工伤保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1\%$       |      | 0.386  |
| (6) | 职工失业保险基金 | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$       |      | 0.772  |
| (7) | 住房公积金    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7\%$       |      | 2.701  |
| 4   | 人工工日预算单价 |                                                |      | 59.121 |
| 5   | 人工工时预算单价 | 人工预算单价 (元/工日) $\div 8$ (工时/工日)                 |      | 7.39   |

表 8-3

中级工人工单价计算表

| 地区  |          | 类别                                             | 二类地区 | 工种类别 | 中级工    |
|-----|----------|------------------------------------------------|------|------|--------|
| 序号  | 项目       | 公式                                             |      |      | 单价     |
| 1   | 基本工资     | $615 \times 12 \div 234$                       |      |      | 23.333 |
| 2   | 辅助工资     |                                                |      |      | 9.087  |
| (1) | 高原补贴     | $25 \times 12 \div 234$                        |      |      | 1.282  |
| (2) | 施工津贴     | $4 \times 365 \times 0.95 \div 234$            |      |      | 5.927  |
| (3) | 食品津贴     | $(3.5 + 4.5) \div 2 \times 0.20$               |      |      | 0.800  |
| (4) | 节日加班津贴   | 基本工资 $\times 3 \times 11 \div 250 \times 0.35$ |      |      | 1.078  |
| 3   | 工资附加费    |                                                |      |      | 17.248 |
| (1) | 职工福利基金   | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$      |      |      | 4.539  |
| (2) | 工会经费     | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$       |      |      | 0.648  |
| (3) | 养老保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$      |      |      | 6.484  |
| (4) | 医疗保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7.2\%$     |      |      | 2.334  |
| (5) | 工伤保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1\%$       |      |      | 0.324  |
| (6) | 职工失业保险基金 | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$       |      |      | 0.648  |
| (7) | 住房公积金    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7\%$       |      |      | 2.269  |
| 4   | 人工工日预算单价 |                                                |      |      | 49.669 |
| 5   | 人工工时预算单价 | 人工预算单价 (元/工日) $\div 8$ (工时/工日)                 |      |      | 6.21   |

表 8-4

初级工人工单价计算表

| 地区  |          | 类别                                             | 二类地区 | 工种类别 | 初级工    |
|-----|----------|------------------------------------------------|------|------|--------|
| 序号  | 项目       | 公式                                             |      |      | 单价     |
| 1   | 基本工资     | $615 \times 12 \div 234$                       |      |      | 16.410 |
| 2   | 辅助工资     |                                                |      |      | 8.768  |
| (1) | 高原补贴     | $25 \times 12 \div 234$                        |      |      | 1.282  |
| (2) | 施工津贴     | $4 \times 365 \times 0.95 \div 234$            |      |      | 5.927  |
| (3) | 食品津贴     | $(3.5 + 4.5) \div 2 \times 0.20$               |      |      | 0.800  |
| (4) | 节日加班津贴   | 基本工资 $\times 3 \times 11 \div 250 \times 0.35$ |      |      | 0.758  |
| 3   | 工资附加费    |                                                |      |      | 13.395 |
| (1) | 职工福利基金   | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$      |      |      | 3.525  |
| (2) | 工会经费     | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$       |      |      | 0.504  |
| (3) | 养老保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$      |      |      | 5.036  |
| (4) | 医疗保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7.2\%$     |      |      | 1.813  |
| (5) | 工伤保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1\%$       |      |      | 0.252  |
| (6) | 职工失业保险基金 | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$       |      |      | 0.504  |
| (7) | 住房公积金    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 7\%$       |      |      | 1.762  |
| 4   | 人工工日预算单价 |                                                |      |      | 38.57  |
| 5   | 人工工时预算单价 | 人工预算单价 (元/工日) $\div 8$ (工时/工日)                 |      |      | 4.82   |

## 2. 材料估算价格

建筑材料主要为水泥、砂子、石子、块石等，其估算价格皆为运至建筑工地的价格；材料购置原价取自《甘南州 2022 年 5-6 月建设材料指导价格》，材料运距 26.5km。具体见表 8-12。

## 3. 施工用水、电价

施工用水、电单价，按《甘肃省地质灾害防治工程可行性研究投资估算编制办法（试行）》之规定计算及现场实际情况，水费每立方米 0.35 元，外购电费每千瓦时 0.57 元。

4. 机械台班费，定额标准主要按《甘肃省水利水电工程施工机械台时费定额》及《水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448 号）计算，依据甘肃省国土资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目工程投资编制方法》的通知（甘国土资环发〔2018〕105 号文）中规定：第一类费用中的折旧费除以 1.13 系数，修理及替换设备费除以 1.09 的系数，安拆费不作调整；第二类费用中油料价格以现行市场价为准。

### 8.1.1.4 费用构成及计算标准

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，地质环境治理工程费用构成主要包括前期费用（勘察费、设计费）、施工费、设备费、监测费、工程监理费、竣工验收收费、业主管理费、预备费（基本预备费和风险金）等；

#### 1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、计划利润、税金及扩大费（10%）组成，费率依据甘肃省国土资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目工程投资编制方法》的通知（甘国土资环发〔2018〕105 号）计取。

①直接费：由直接工程费、措施费组成。

a. 直接工程费：由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×人工费单价。

估算材料价格来源于《甘南州 2022 年 5-6 月建设材料指导价格》或用市场调查价。

施工机械使用费=工程量×施工机械使用费单价。施工机械使用费定额的计算中，机械台班依据《甘肃省水利水电工程施工机械台时费定额》及水利部办公厅关于调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》（办财务函〔2019〕448 号）计算。

b. 措施费

措施费包括冬雨施工增加费、临时设施费、夜间施工增加费、施工辅助、特殊地区

施工增加费。按直接工程费（或人工费）的百分率计算，依据《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》，合作市费率取 5.0%。

## ②间接费

一般土方工程取人工费的 13%；一般石方及砂石备料工程取人工费的 16%；砼工程取人工费的 60%；钻孔灌浆工程取人工费的 45%；其他工程取人工费的 39%；机械化施工土方工程取直接费的 7%；机械化施工石方工程取直接费的 9.5%。

## ③计划利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利，是按规定应计入工程造价的利润。依据《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》，利润率取 7%，计算基础为直接费和间接费之和。

## ④税金

依据《关于重新调整甘肃省建设工程计价依据增值税税率有关规定的通知》（甘建价[2019]9118 号文）及《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》，税金费率标准为 9%，计算基础为直接费、间接费、利润及材料价差之和。

## ⑤扩大费

费率按 10%计取

### 2、设备购置费

本项目未涉及安装工程，因此无设备购置费。

### 3、其它费用

根据原甘肃省国土资源厅关于印发《甘肃省地质环境项目工程投资编制方法》的通知（甘国土资环发[2018]105 号文）中规定，其他费用包括建设管理费、工程监理建设费、招标代理服务费、建设及施工场地征用费、勘查设计费、其他费用及工程预备费（基本预备费），其中：

（1）建设管理费：包括建设单位管理费、工程施工监理费、招标代理费。

①监理费：根据《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格[2015]299 号文件）参考市场价计取。

②招标代理费：根据《国家发展改革委关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知》（发改价格[2015]299 号文件）参考市场价计取。

（2）工程勘查设计费：按合同额计取。

### 4、预备费：

只计基本预备费，取建筑工程费+临时工程费+其他费用和的 10%。根据《现代咨询方法与实务》2019 年版及《甘肃省国土资源厅关于印发〈甘肃省地质环境项目工程投资编制办法〉的通知》甘国土资环发〔2018〕105 号，根据政府相关部门规定，目前我国投资项目的建设期价格上涨指数按零计取，因此不再计算涨价预备费。

### 8.1.2 土地复垦经费估算的原则和依据

#### 8.1.2.1 文件依据

(1) 中华人民共和国财政部、中华人民共和国国土资源部，财综〔2011〕128 号文件（财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知）；

(2) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》（2012）；

(3) 甘肃省财政厅、甘肃省国土资源厅，甘财综〔2013〕67 号文件（财政厅、国土资源厅关于印发土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额的通知）；

(4) 《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》试行（2013）；

(5) 《土地整治工程建设标准编写规程》（TD/T1045-2016）；

(6) 《土地整治重大项目可行性研究报告编制规程》（TD/T1037-2013）；

(7) 《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012~2016）；

(8) 《土地整治项目工程量计算规则》（TD/T1039-2013）；

(9) 《甘肃省土地开发整理工程建设标准》（GTJ01-10）；

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

(11) 《住房和城乡建设部办公厅关于重新调整建设工程计价依据增值税税率的通知》（建办标函〔2019〕193号文）。

#### 8.1.2.2 定额依据

(1) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算定额》（2012）；

(2) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（2012）；

(3) 《土地开发整理项目预算定额甘肃省补充定额》试行（2013）；

(4) 《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》试行（2013）。

#### 8.1.2.3 费用构成及计算标准

根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》，土地复垦费用构成包括前期费用（勘察费、设计费）、施工费、设备费、监测与管护费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、预备费（基本预备费和风险金）等。

## 1、工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、计划利润和税金组成。

(1) 直接费：由直接工程费、措施费组成。

a. 直接工程费：由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费=工程量×人工费单价。人工费中人工预算单价是根据当地实际，按《土地开发整理项目预算编制规定》（财政部、国土资源部，2012）计算得出。

预算材料价格来源于《合作市 2020 年第一季度实物法调整的综合材料预算指导价的通知》或用市场调查价。

施工机械使用费=工程量×施工机械使用费单价。施工机械使用费定额的计算中，机械台班依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（财政部、国土资源部 2012）。

b. 措施费

措施费包括冬雨施工增加费、临时设施费、夜间施工增加费、施工辅助、特殊地区施工增加费。按直接工程费（或人工费）的百分率计算，该项目中工程费率取 4.0%。

(2) 间接费

间接费包括企业管理费和规费，依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》，按工程种类分别计取，计算基础为直接费。

(3) 计划利润

利润是指施工企业完成所承包工程获得的盈利，是按规定应计入工程造价的利润。利润率取 7%，计算基础为直接费和间接费之和。

(4) 税金

税金指国家税法规定的应计入工程造价内的营业税、城市维护建设税和教育费附加。依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制行规定》，税金费率标准为 9%，计算基础为直接费、间接费和利润之和。

## 2、设备购置费

本项目未涉及安装工程，因此无设备购置费。

## 3、其它费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费构成。

(1) 前期工作费

前期工作费包括土地清查勘察费、项目可行性研究费、土地勘测费、项目规划设计及预算编制费、项目招标代理费等，依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算

编制暂行规定》财建中规定，前期工作费按工程施工费的 0.5%计取。

### （2）工程监理费

指项目承担单位委托有资质的监理单位，按国家有关规定进行全程的监督与管理所发生的费用，按市场价执行。

### （3）竣工验收费

竣工验收费包括项目工程复核费、工程验收费、项目决算的编制与审计费。依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》，竣工验收费分别差额定率累进法计算。

### （4）业主管理费

业主管理费是指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的费用，包括项目管理人员的工资、补助工资、其他工资、职工福利费、公务费、业务招待费等，依据财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》财建中规定，业主管理费按工程施工费、前期工作费、工程监理费和竣工验收费之和作为基数，采用差额定率累进法计算。

## 4. 预备费

预备费（不可预见费）是指在施工过程中因自然灾害、设计变更及不可预见因素的变化而增加的费用。按照财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》，不可预见费按工程施工费、设备费和其他费用之和的 3%计取。

涨价预备费以建安工程费、设备及工器具购置费之和为基数计取，价格上涨指数按 3%计取。

## 8.2 矿山地质环境治理工程经费估算

### 8.2.1 总工程量与投资估算

根据上述工程概况、编制原则、依据和编制办法，经详细分析估算，矿山地质环境恢复治理总工程量见表 8-5，总估算见表 8-6。

**表 8-5 矿山地质环境恢复治理工程量汇总表**

| 编号                  | 工程或费用名称     | 单位             | 近期（2024-2028） | 中远期（2029-2043） |
|---------------------|-------------|----------------|---------------|----------------|
| <b>一、地质环境保护预防工程</b> |             |                |               |                |
| 1                   | 围栏          | m <sup>2</sup> | 11840         | 5209           |
| 2                   | 警示牌         | 块              | 15            |                |
| 3                   | 尾矿库截水沟      | m              | 4033          |                |
| <b>二、不稳定斜坡治理工程</b>  |             |                |               |                |
| (一)                 | 护脚墙工程       |                |               |                |
| 1                   | 土方开挖        | m <sup>3</sup> | 702.00        |                |
| 2                   | 夯填土方        | m <sup>3</sup> | 1092.00       |                |
| 3                   | C30 砼挡墙     | m <sup>3</sup> | 273.00        |                |
| 4                   | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 18.06         |                |
| 5                   | Φ110PVC 泄水孔 | m              | 210.60        |                |
| (二)                 | 排水边沟        |                |               |                |
| 1                   | 土方开挖        | m <sup>3</sup> | 14.04         |                |
| 2                   | C25 砼       | m <sup>3</sup> | 20.28         |                |
| 3                   | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 2.80          |                |
| (三)                 | 喷锚挂浆工程      |                |               |                |
| 1                   | 削方          | m <sup>3</sup> | 4212.00       |                |
| 2                   | C30 水泥砂浆喷挂  | m <sup>3</sup> | 215.83        |                |
| 3                   | 锚杆（4.5m）    | 根数             | 177.00        |                |
| 4                   | 锚杆（6.0m）    | 根数             | 118.00        |                |
| 5                   | 钢丝网片制安      | m <sup>2</sup> | 2158.30       |                |
| 6                   | Φ50PVC 泄水孔  | 个              | 310.00        |                |
| (四)                 | 截排水沟工程      |                |               |                |
| 1                   | 人工挖土方       | m <sup>3</sup> | 87.50         |                |
| 2                   | 夯填土方        | m <sup>3</sup> | 22.63         |                |
| 3                   | C25 砼浇筑     | m <sup>3</sup> | 23.98         |                |
| 4                   | 三七灰土        | m <sup>3</sup> | 9.60          |                |
| 5                   | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 6.40          |                |
| <b>三、裂缝夯填工程</b>     |             |                |               |                |
| 1                   | 裂缝夯填        | m <sup>3</sup> | 7364          | 41730          |
| <b>四、矿山地质环境监测工程</b> |             |                |               |                |
| 1                   | 地质灾害        |                |               |                |
| 1.1                 | 地面塌陷监测      | 次              | 2064          | 12384          |
| 1.2                 | 不稳定斜坡监测     | 次              | 120           | 288            |
| 2                   | 含水层监测       | 次              | 120           | 288            |
| 3                   | 地形地貌监测      | 次              | 60            | 144            |
| 4                   | 水土环境污染监测    |                |               |                |
| 4.1                 | 地表水水质监测     | 次              | 10            | 24             |
| 4.2                 | 地下水水质监测     | 次              | 10            | 24             |
| 4.3                 | 土壤污染监测      | 次              | 10            | 24             |

表 8-6 矿山地质环境恢复治理总投资估算分析表

| 序号     | 工程或费用名称 | 单位 | 近期合价    | 中远期合价  | 备注           |
|--------|---------|----|---------|--------|--------------|
| 一      | 建筑工程    | 万元 | 699.28  | 313.02 |              |
| 二      | 其他费用    |    | 91.96   | 18.78  |              |
| 1      | 建设管理费   |    | 31.47   | 14.09  |              |
| 2      | 勘查设计费   |    | 50.0    |        |              |
| 三      | 基本预备费   |    | 79.12   | 33.18  | 一～三部分合计的 10% |
| 工程总估算价 |         |    | 870.36  | 364.99 |              |
|        | 合计      |    | 1235.35 |        |              |

## 8.2.2 单项工程量与投资估算

### 8.2.2.1 单项工程量

表 8-7 矿山地质环境保护预防工程量汇总

| 工程措施 | 分项工程   | 单位             | 工程量  |      |
|------|--------|----------------|------|------|
|      |        |                | 近期   | 中远期  |
| 围栏   | 地面塌陷区  | m <sup>2</sup> | 2709 | 5209 |
|      | 采矿工业场地 |                | 936  |      |
|      | 选矿工业场地 |                | 1224 |      |
|      | 尾矿库    |                | 6971 |      |
| 警示牌  | 地面塌陷区  | 块              | 8    |      |
|      | 尾矿库    |                | 7    |      |
| 截水沟  | 尾矿库    | m              | 4033 |      |

表 8-8 地质灾害治理工程量一览表

| 类别 | 项目名称    | 近期 (m <sup>3</sup> ) | 远期 (m <sup>3</sup> ) |
|----|---------|----------------------|----------------------|
| 1  | 塌陷区裂缝充填 | 7364                 | 41730                |

表 8-9 矿山环境监测工程量统计表

| 序号  | 监测项目     | 次数 |      |       |
|-----|----------|----|------|-------|
|     |          | 单位 | 近期数量 | 远期数量  |
| 1   | 地质灾害     |    |      |       |
| 1.1 | 地面塌陷监测   | 次  | 2064 | 12384 |
| 1.2 | 不稳定斜坡监测  | 次  | 120  |       |
| 2   | 含水层监测    | 次  | 120  | 360   |
| 3   | 地形地貌监测   | 次  | 60   | 180   |
| 4   | 水土环境污染监测 |    |      |       |
| 4.1 | 地表水水质监测  | 次  | 20   | 60    |
| 4.2 | 地下水水质监测  | 次  | 20   | 60    |
| 4.3 | 土壤污染监测   | 次  | 20   | 60    |

### 8.2.2.2 单项工程估算

表 8-10

矿山地质环境恢复治理单项工程投资估算表

| 序号                     | 工程或费用名称     | 单位             | 数 量     | 单价<br>(元) | 合价<br>(万元)     |
|------------------------|-------------|----------------|---------|-----------|----------------|
| <b>I 建筑工程</b>          |             |                |         |           | <b>1012.30</b> |
| <b>近期（2024-2028 年）</b> |             |                |         |           | <b>699.28</b>  |
| 第一部分：矿山地质环境预防治理工程      |             |                |         |           |                |
| 一                      | 矿山地质环境预防工程  |                |         |           |                |
| 1.1                    | 围栏          | m <sup>2</sup> | 9680.40 | 21.60     | 20.91          |
| 1.2                    | 警示牌         | 个              | 15      | 225       | 0.34           |
| 1.3                    | 截水沟         | m              | 4033.00 | 1300.00   | 524.29         |
| 1.4                    | 塌陷区裂缝夯填     | m <sup>3</sup> | 7364.09 | 18.67     | 13.75          |
| 二                      | 矿山地质环境治理工程  |                |         |           |                |
| 1、不稳定斜坡治理工程            |             |                |         |           |                |
| (一)                    | 护脚墙工程       |                |         |           |                |
| 1                      | 土方开挖        | m <sup>3</sup> | 702     | 2.65      | 0.19           |
| 2                      | 夯填土方        | m <sup>3</sup> | 1092    | 18.67     | 2.04           |
| 3                      | C30 砼挡墙     | m <sup>3</sup> | 273     | 569.05    | 15.53          |
| 4                      | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 18.06   | 222.00    | 0.40           |
| 5                      | Φ110PVC 泄水孔 | m              | 210.6   | 41.00     | 0.86           |
| (二)                    | 排水边沟        |                |         |           |                |
| 1                      | 土方开挖        | m <sup>3</sup> | 14.04   | 14.89     | 0.02           |
| 2                      | C25 砼       | m <sup>3</sup> | 20.28   | 678.38    | 1.38           |
| 3                      | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 2.8032  | 222.00    | 0.06           |
| (三)                    | 喷锚挂浆工程      |                |         |           |                |
| 1                      | 削方          | m <sup>3</sup> | 4212    | 2.65      | 1.11           |
| 2                      | C30 水泥砂浆喷挂  | m <sup>3</sup> | 215.83  | 1440.43   | 31.09          |
| 3                      | 锚杆（4.5m）    | 根数             | 177     | 425.00    | 7.52           |
| 4                      | 锚杆（6.0m）    | 根数             | 118     | 485.00    | 5.72           |
| 5                      | 钢丝网片制安      | m <sup>2</sup> | 2158.3  | 121.00    | 26.12          |
| 6                      | Φ50PVC 泄水孔  | 个              | 310     | 41.00     | 1.27           |
| (四)                    | 截排水沟工程      |                |         |           |                |
| 1                      | 人工挖土方       | m <sup>3</sup> | 87.5    | 14.89     | 0.13           |
| 2                      | 夯填土方        | m <sup>3</sup> | 22.63   | 18.67     | 0.04           |
| 3                      | C25 砼浇筑     | m <sup>3</sup> | 23.98   | 678.38    | 1.63           |
| 4                      | 三七灰土        | m <sup>3</sup> | 9.6     | 75.37     | 0.07           |
| 5                      | 伸缩缝         | m <sup>2</sup> | 6.4     | 222.00    | 0.14           |
| 第二部分：矿山地质环境监测          |             |                |         |           |                |
| 一                      | 地质灾害        |                |         |           |                |
| 1.1                    | 地面塌陷监测      | 次              | 2064    | 150       | 30.96          |
| 1.2                    | 不稳定斜坡监测     | 次              | 120     | 150       | 1.80           |
| 二                      | 含水层监测       | 次              | 120     | 450       | 5.40           |

|     |                          |                |       |       |               |
|-----|--------------------------|----------------|-------|-------|---------------|
| 三   | 地形地貌监测                   | 次              | 60    | 150   | 0.90          |
| 四   | 水土环境污染监测                 |                |       |       |               |
| 4.1 | 地表水水质监测                  | 次              | 20    | 650   | 1.30          |
| 4.2 | 地下水水质监测                  | 次              | 20    | 650   | 1.30          |
| 4.3 | 土壤污染监测                   | 次              | 20    | 1500  | 3.00          |
|     | <b>中远期（2029-2043 年）</b>  |                |       |       | <b>313.02</b> |
|     | <b>第一部分：矿山地质环境预防治理工程</b> |                |       |       |               |
| 一、  | 围栏                       |                | 5209  | 21.60 | 11.25         |
| 二   | 塌陷区裂缝夯填                  | m <sup>3</sup> | 41730 | 18.67 | 77.91         |
|     | <b>第二部分：矿山地质环境监测</b>     |                |       |       |               |
| 一   | 地质灾害监测                   |                |       |       |               |
| 1.1 | 地面塌陷监测                   | 次              | 12384 | 150   | 185.76        |
| 1.2 | 不稳定斜坡监测                  | 次              | 0     | 150   | 0.00          |
| 二   | 含水层监测                    | 次              | 360   | 450   | 16.20         |
| 三   | 地形地貌监测                   | 次              | 180   | 150   | 2.70          |
| 四   | 水土环境污染监测                 |                |       |       |               |
| 4.1 | 地表水水质监测                  | 次              | 60    | 850   | 5.10          |
| 4.2 | 地下水水质监测                  | 次              | 60    | 850   | 5.10          |
| 4.3 | 土壤污染监测                   | 次              | 60    | 1500  | 9.00          |

**表 8-11 其它费用估算表**

|   | 费用名称      | 单位 | 占建安费或建设工程费比例 | 近期    | 中远期   |
|---|-----------|----|--------------|-------|-------|
| 一 | 建设管理费     | 万元 |              | 万元    | 万元    |
| 1 | 建设单位管理费   | 万元 | 2.00%        | 13.99 | 6.26  |
| 2 | 工程施工监理费   | 万元 | 2.50%        | 17.48 | 7.83  |
| 二 | 勘察设计费     | 万元 |              |       |       |
| 1 | 勘察设计费     | 万元 | 合同价          | 50.0  |       |
| 三 | 施工安全防护措施费 | 万元 | 1.50%        | 10.49 | 4.70  |
| 四 | 合计        | 万元 |              | 91.96 | 18.78 |

### 8.2.3 矿山环境治理工程施工单价分析

| 表 8-12                                    |                     |        |               | 主要材料预算价格计算表（单位：元） |        |                  |             |              |                  |               |                    |                                   |                            |               |                            |               |                   |  |
|-------------------------------------------|---------------------|--------|---------------|-------------------|--------|------------------|-------------|--------------|------------------|---------------|--------------------|-----------------------------------|----------------------------|---------------|----------------------------|---------------|-------------------|--|
| 序<br>号                                    | 材料<br>名称            | 单<br>位 | 原<br>价<br>（元） | 运 杂 费             |        |                  |             |              |                  |               |                    | 原<br>价<br>运<br>费<br>合<br>计<br>（元） | 场<br>外<br>运<br>输<br>损<br>耗 |               | 采<br>购<br>及<br>保<br>管<br>费 |               | 预 算<br>单 价<br>（元） |  |
|                                           |                     |        |               | 起<br>点            | 终<br>点 | 运<br>输<br>方<br>式 | 运<br>距 （km） | 吨公里运费<br>（元） | 单<br>位<br>毛<br>重 | 运<br>费<br>（元） | 装<br>卸<br>费<br>（元） |                                   | 费<br>率<br>（%）              | 金<br>额<br>（元） | 费<br>率<br>（%）              | 金<br>额<br>（元） |                   |  |
| 1                                         | 钢筋 HPB300 Φ6.5~10mm | t      | 5319.87       | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.53         | 1                | 14.05         | 20.0               | 5354                              |                            |               | 2.75                       | 147.2         | 5501.1            |  |
| 2                                         | 钢筋 HRB400 Φ12~14mm  | t      | 5253.49       | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.53         | 1                | 14.05         | 20.0               | 5288                              |                            |               | 2.75                       | 145.4         | 5432.9            |  |
| 3                                         | 钢模板                 | t      | 5535.69       | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.53         | 1                | 14.05         | 20.0               | 5570                              |                            |               | 2.75                       | 153.2         | 5722.9            |  |
| 4                                         | 型钢                  | t      | 5684.4        | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.53         | 1                | 14.05         | 20.0               | 5718                              |                            |               | 2.75                       | 157.3         | 5875.7            |  |
| 5                                         | 多孔砖 240×115×53mm    | 千块     | 595.98        | 砖厂                | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.48         | 2.63             | 33.45         | 9.51               | 639                               |                            |               |                            |               | 638.9             |  |
| 6                                         | 砂子                  | m3     | 140.94        | 砂石料场              | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.48         | 1.65             | 20.99         | 5.7                | 168                               | 2.5                        | 4.2           |                            |               | 171.8             |  |
| 7                                         | 碎石 10~63mm          | m3     | 140.68        | 砂石料场              | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.48         | 1.65             | 20.99         | 2.5                | 164                               | 1                          | 1.6           |                            |               | 165.8             |  |
| 8                                         | 块石                  | m3     | 103           | 砂石料场              | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.48         | 1.7              | 21.62         | 5.7                | 130                               | 1                          | 1.3           |                            |               | 131.6             |  |
| 9                                         | 水泥 P032.5R(复合)      | t      | 542.58        | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.53         | 1                | 14.05         | 6.9                | 564                               |                            |               | 2.75                       | 15.5          | 579.0             |  |
| 10                                        | 水泥 P042.5R(普通)      | t      | 556.39        | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.53         | 1                | 14.05         | 6.9                | 577                               |                            |               | 2.75                       | 15.9          | 593.2             |  |
| 11                                        | 电焊条                 | kg     | 8             | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        |              |                  |               |                    | 8                                 |                            |               |                            |               | 8.0               |  |
| 12                                        | 锯材                  | m3     | 2200          | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        |              |                  |               |                    | 2200                              |                            |               |                            |               | 2200.0            |  |
| 13                                        | 铁钉                  | kg     | 6.1           | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        |              |                  |               |                    | 6.1                               |                            |               |                            |               | 6.1               |  |
| 14                                        | 播撒草籽                | hm²    | 737.1         | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        |              |                  |               |                    | 737                               |                            |               |                            |               | 737.1             |  |
| 15                                        | 乔木栽种                | 100 棵  | 2869.2        | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        |              |                  |               |                    | 2869                              |                            |               |                            |               | 2869.2            |  |
| 16                                        | 灌木栽种                | 100 棵  | 2845.6        | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        |              |                  |               |                    | 2846                              |                            |               |                            |               | 2845.6            |  |
| 17                                        | 有机化肥                | t      | 3500.0        | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        |              |                  |               |                    | 3500                              |                            |               |                            |               | 3500.0            |  |
| 18                                        | 92 号汽油              | t      | 7440.00       | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.53         | 1.3              | 18.26         |                    | 7458                              |                            |               | 2.75                       | 205.1         | 7663.4            |  |
| 19                                        | 0 号柴油               | t      | 7000.00       | 合作市               | 矿区     | 汽车               | 26.5        | 0.53         | 1.15             | 16.15         |                    | 7016                              |                            |               | 2.75                       | 192.9         | 7209.1            |  |
| 注：材料购置价格按《甘南州 2022 年 5-6 月建设工程一类材料指导价格》计取 |                     |        |               |                   |        |                  |             |              |                  |               |                    |                                   |                            |               |                            |               |                   |  |

| 表 8-13 机械台班费 |      |               |       |            |       |          |       |            |        |      |        |    |        |       |           |      |        |      |        |      |
|--------------|------|---------------|-------|------------|-------|----------|-------|------------|--------|------|--------|----|--------|-------|-----------|------|--------|------|--------|------|
| 序号           | 定额编号 | 机械名称寄规格       | 台时费   | 一类费用(元/台时) |       |          |       | 二类费用（元/台时） |        |      |        |    |        |       |           |      |        |      |        |      |
|              |      |               |       | 小计         | 折旧费   | 修理及替换设备费 | 安装拆卸费 | 二类费合计      | 人工费    |      | 汽油     |    | 柴油     |       | 电         |      | 水      |      | 风      |      |
|              |      |               |       |            |       |          |       |            | (元/工时) |      | (元/kg) |    | (元/kg) |       | (元/kw. h) |      | (元/m³) |      | (元/m³) |      |
|              |      |               |       |            |       |          |       |            | 工时     | 金额   | 数量     | 金额 | 数量     | 金额    | 数量        | 金额   | 数量     | 金额   | 数量     | 金额   |
| 1            | 1002 | 单斗挖掘机油动斗容 1m³ | 174.2 | 55.1       | 25.46 | 27.18    | 2.42  | 119.1      | 2.7    | 16.8 |        |    | 14.2   | 102.4 |           |      |        |      |        |      |
| 2            | 1044 | 推土机 88kw      | 156.5 | 50.8       | 23.65 | 26.67    | 0.44  | 105.7      | 2.4    | 14.9 |        |    | 12.6   | 90.8  |           |      |        |      |        |      |
| 3            | 1095 | 蛙式夯实机 2.8kw   | 14.9  | 1.1        | 0.15  | 0.93     |       | 13.8       | 2      | 12.4 |        |    |        |       | 2.5       | 1.4  |        |      |        |      |
| 4            | 1096 | 风镐            | 10.2  | 2.0        | 0.42  | 1.54     |       | 8.2        |        |      |        |    |        |       |           |      |        |      | 74.5   | 8.2  |
| 5            | 2002 | 混凝土搅拌机 0.4m³  | 20.1  | 8.9        | 2.91  | 4.90     | 1.07  | 11.2       | 1.3    | 6.3  |        |    |        |       | 8.6       | 4.9  |        |      |        |      |
| 6            | 2049 | 振捣器 2.2kW     | 3.2   | 2.2        | 0.48  | 1.71     |       | 1.0        |        |      |        |    |        |       | 1.7       | 1.0  |        |      |        |      |
| 7            | 2080 | 风水（砂）枪        | 24.3  | 0.6        | 0.21  | 0.38     |       | 23.7       |        |      |        |    |        |       |           |      | 4.1    | 1.44 | 202.5  | 22.3 |
| 8            | 3013 | 自卸汽车 8t       | 116.2 | 32.4       | 19.99 | 12.43    |       | 83.7       | 1.3    | 10.2 |        |    | 10.2   | 73.5  |           |      |        |      |        |      |
| 9            | 8011 | 空压机           | 33.7  | 6.9        | 1.98  | 4.21     | 0.67  | 26.8       | 1.3    | 9.6  |        |    |        |       | 30.2      | 17.2 |        |      |        |      |
| 10           | 9022 | 离心水泵 17kW     | 21.9  | 2.4        | 0.27  | 1.59     | 0.51  | 19.5       | 1.3    | 8.1  |        |    |        |       | 20.1      | 11.5 |        |      |        |      |

|                                                                                                 |      |                       |      |     |     |     |     |      |     |     |  |  |  |  |    |      |  |  |            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------|-----------------------|------|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|--|--|--|--|----|------|--|--|------------|
|  <b>LERINM</b> |      | 以地南铜金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 |      |     |     |     |     |      |     |     |  |  |  |  |    |      |  |  |            |
| 11                                                                                              | 9129 | 电焊机 30kVA             | 21.2 | 2.7 | 0.7 | 1.7 | 0.4 | 18.5 | 1.3 | 8.1 |  |  |  |  | 18 | 10.4 |  |  |            |
| 12                                                                                              | 2046 | 喷浆机 75L               | 28.8 | 9.1 | 2.0 | 6.7 | 0.3 | 19.7 | 1.3 | 6.3 |  |  |  |  | 2  | 1.1  |  |  | 111.8 12.3 |

表 8-14

人工挖截排水沟沟槽综合单价分析表

| 截排水沟人工挖沟槽                    |        |                      |       |        |         |
|------------------------------|--------|----------------------|-------|--------|---------|
| 定额编号：10061                   |        | 单位：100m <sup>3</sup> |       |        |         |
| 工作内容：挖土、修边底、抛土于沟边两侧 0.5m 以外。 |        |                      |       |        |         |
| 编号                           | 名称     | 单位                   | 数量    | 单价(元)  | 综合单价(元) |
| 一                            | 直接费    |                      |       |        | 1193.3  |
| (一)                          | 直接工程费  |                      |       |        | 1136.5  |
| 1                            | 人工费    |                      |       |        | 1114.2  |
| (1)                          | 工长     | 工时                   | 4.6   | 7.85   | 36.1    |
| (2)                          | 高级工    | 工时                   | 0     | 7.39   | 0.0     |
| (3)                          | 中级工    | 工时                   | 0     | 6.21   | 0.0     |
| (4)                          | 初级工    | 工时                   | 223.6 | 4.82   | 1078.1  |
| 2                            | 零星材料费  | %                    | 2     | 1114.2 | 22.3    |
| 3                            | 机械费    |                      |       |        | 0.0     |
| (二)                          | 措施费    | %                    | 5     | 1136.5 | 56.8    |
| 二                            | 间接费    | %                    | 7.0   | 1193.3 | 83.5    |
| 三                            | 利润     | %                    | 7.0   | 1276.9 | 89.4    |
| 四                            | 材料价差   |                      |       |        | 0.0     |
| 五                            | 未计价材料费 |                      |       |        | 0.0     |
| 六                            | 税金     | %                    | 9     | 1366.2 | 123.0   |
|                              | 综合单价   |                      |       |        | 1489.2  |

表 8-15

土地平整综合单价分析表

|                 |          |                      |      |       |         |
|-----------------|----------|----------------------|------|-------|---------|
| 定额编号：10278      |          | 单位：100m <sup>3</sup> |      |       |         |
| 工作内容：推土机推渣平整场地。 |          |                      |      |       |         |
| 编号              | 名称       | 单位                   | 数量   | 单价(元) | 综合单价(元) |
| 一               | 直接费      |                      |      |       | 697.4   |
| (一)             | 直接工程费    |                      |      |       | 664.2   |
| 1               | 人工费      |                      |      |       | 26.5    |
| (1)             | 工长       | 工时                   | 0    | 7.85  | 0.0     |
| (2)             | 高级工      | 工时                   | 0    | 7.39  | 0.0     |
| (3)             | 中级工      | 工时                   | 0    | 6.21  | 0.0     |
| (4)             | 初级工      | 工时                   | 5.5  | 4.82  | 26.5    |
| 2               | 零星材料费    | %                    | 10   | 26.5  | 2.7     |
| 3               | 机械费      |                      |      |       | 635.0   |
| (1)             | 推土机 88kW | 台时                   | 4.77 | 133.1 | 635.0   |
| (二)             | 措施费      | %                    | 5    | 664.2 | 33.2    |
| 二               | 间接费      | %                    | 7.0  | 697.4 | 48.8    |
| 三               | 利润       | %                    | 7.0  | 746.2 | 52.2    |
| 四               | 材料价差     |                      |      |       |         |
| 五               | 未计价材料费   |                      |      |       | 0.0     |
| 六               | 税金       | %                    | 9    | 798.5 | 71.9    |
|                 | 综合单价     |                      |      |       | 870.3   |

**表 8-16 挖掘机挖挡土墙基坑综合单价分析表**

|                |        |                      |      |       |         |
|----------------|--------|----------------------|------|-------|---------|
| 定额编号：10025     |        | 单位：100m <sup>3</sup> |      |       |         |
| 工作内容：挖土、清理、修底。 |        |                      |      |       |         |
| 编号             | 名称     | 单位                   | 数量   | 单价(元) | 综合单价(元) |
| 一              | 直接费    |                      |      |       | 183.3   |
| (一)            | 直接工程费  |                      |      |       | 174.5   |
| 1              | 人工费    |                      |      |       | 19.8    |
| (1)            | 工长     | 工时                   | 0    | 7.85  | 0.0     |
| (2)            | 高级工    | 工时                   | 0    | 7.39  | 0.0     |
| (3)            | 中级工    | 工时                   | 0    | 6.21  | 0.0     |
| (4)            | 初级工    | 工时                   | 4.1  | 4.82  | 19.8    |
| 2              | 零星材料费  | %                    | 5    | 19.8  | 1.0     |
| 3              | 机械费    |                      |      |       | 153.8   |
| (1)            | 挖机机    | 台时                   | 1.04 | 147.9 | 153.8   |
| (二)            | 措施费    | %                    | 5    | 174.5 | 8.7     |
| 二              | 间接费    | %                    | 7.0  | 183.3 | 12.8    |
| 三              | 利润     | %                    | 7.0  | 196.1 | 13.7    |
| 四              | 材料价差   |                      |      |       | 0.0     |
| 五              | 未计价材料费 |                      |      |       | 0.0     |
| 六              | 税金     | %                    | 9    | 209.8 | 18.9    |
|                | 综合单价   |                      |      |       | 228.7   |

**表 8-17 截排水沟砌筑综合单价分析表**

|                            |       |                      |       |         |         |
|----------------------------|-------|----------------------|-------|---------|---------|
| 定额编号：40013                 |       | 单位：100m <sup>3</sup> |       |         |         |
| 工作内容：模板制作、安装、拆除、混凝土 浇筑、养护。 |       |                      |       |         |         |
| 编号                         | 名称    | 单位                   | 数量    | 单价(元)   | 综合单价(元) |
| 一                          | 直接费   |                      |       |         | 45669.7 |
| (一)                        | 直接工程费 |                      |       |         | 43494.9 |
| 1                          | 人工费   |                      |       |         | 3566.5  |
| (1)                        | 工长    | 工时                   | 19.1  | 7.85    | 150.0   |
| (2)                        | 高级工   | 工时                   | 31.8  | 7.39    | 235.0   |
| (3)                        | 中级工   | 工时                   | 255   | 6.21    | 1583.2  |
| (4)                        | 初级工   | 工时                   | 331.5 | 4.82    | 1598.3  |
| 2                          | 材料费   |                      |       |         | 39077.2 |
| (1)                        | 混凝土   | m <sup>3</sup>       | 103   | 372.1   | 38330.3 |
| (2)                        | 水     | m <sup>3</sup>       | 180   | 2.0     | 360.0   |
| (3)                        | 其他材料  | %                    | 1     | 38690.3 | 386.9   |
| 3                          | 机械费   |                      |       |         | 851.2   |

|     |        |    |       |         |         |
|-----|--------|----|-------|---------|---------|
| (1) | 混凝土振动器 | 台时 | 44    | 3.2     | 138.7   |
| (2) | 风水（砂）枪 | 台时 | 29.32 | 24.3    | 712.5   |
| (3) | 其他机械费  | %  | 11    | 851.2   | 93.6    |
| (二) | 措施费    | %  | 5     | 43494.9 | 2174.7  |
| 二   | 间接费    | %  | 7.0   | 45669.7 | 3196.9  |
| 三   | 利润     | %  | 7.0   | 48866.6 | 3420.7  |
| 四   | 材料价差   |    |       |         |         |
| 五   | 未计价材料费 |    |       |         | 0.0     |
| 六   | 税金     | %  | 9     | 52287.2 | 4705.9  |
|     | 综合单价   |    |       |         | 56993.1 |

表 8-18 挡土墙砌筑综合单价分析表

|                            |        |                      |       |         |         |
|----------------------------|--------|----------------------|-------|---------|---------|
| 定额编号：40071                 |        | 单位：100m <sup>3</sup> |       |         |         |
| 工作内容：模板制作、安装、拆除、混凝土 浇筑、养护。 |        |                      |       |         |         |
| 编号                         | 名称     | 单位                   | 数量    | 单价(元)   | 综合单价(元) |
| 一                          | 直接费    |                      |       |         | 46311.5 |
| (一)                        | 直接工程费  |                      |       |         | 44106.2 |
| 1                          | 人工费    |                      |       |         | 2329.4  |
| (1)                        | 工长     | 工时                   | 8.2   | 7.85    | 64.4    |
| (2)                        | 高级工    | 工时                   | 19    | 7.39    | 140.4   |
| (3)                        | 中级工    | 工时                   | 152.4 | 6.21    | 946.2   |
| (4)                        | 初级工    | 工时                   | 244.4 | 4.82    | 1178.4  |
| 2                          | 材料费    |                      |       |         | 41357.9 |
| (1)                        | 混凝土    | m <sup>3</sup>       | 103   | 391.3   | 40306.9 |
| (2)                        | 水      | m <sup>3</sup>       | 120   | 2.0     | 240.0   |
| (3)                        | 其他材料   | %                    | 2     | 40546.9 | 810.9   |
| 3                          | 机械费    |                      |       |         | 418.9   |
| (1)                        | 混凝土振动器 | 台时                   | 40.5  | 3.2     | 127.7   |
| (2)                        | 风水（砂）枪 | 台时                   | 10    | 24.3    | 243.0   |
| (3)                        | 其他机械费  | %                    | 13    | 370.7   | 48.2    |
| (二)                        | 措施费    | %                    | 5     | 44106.2 | 2205.3  |
| 二                          | 间接费    | %                    | 7.0   | 46311.5 | 3241.8  |
| 三                          | 利润     | %                    | 7.0   | 49553.3 | 3468.7  |
| 四                          | 材料价差   |                      |       |         |         |
| 五                          | 未计价材料费 |                      |       |         | 0.0     |
| 六                          | 税金     | %                    | 9     | 53022.0 | 4772.0  |
|                            | 综合单价   |                      |       |         | 57794.0 |

表 8-19

裂缝夯填综合单价分析表

| 定额编号：10445             |           |    | 单位：100m <sup>3</sup> |         |         |
|------------------------|-----------|----|----------------------|---------|---------|
| 工作内容：推土机推松、运送、卸除、拖平、空回 |           |    |                      |         |         |
| 编号                     | 名称        | 单位 | 数量                   | 单价(元)   | 综合单价(元) |
| 一                      | 直接费       |    |                      |         | 1496.08 |
| (一)                    | 直接工程费     |    |                      |         | 1424.83 |
| 1                      | 人工费       |    |                      |         | 1152.38 |
| (1)                    | 工长        | 工时 | 1.6                  | 7.85    | 12.56   |
| (2)                    | 高级工       | 工时 | 0                    | 7.39    | 0.00    |
| (3)                    | 中级工       | 工时 | 0                    | 6.21    | 0.00    |
| (4)                    | 初级工       | 工时 | 236.4                | 4.82    | 1139.81 |
| 2                      | 零星材料费     | %  | 5                    | 1152.38 | 57.62   |
| 3                      | 机械费       |    |                      |         | 214.84  |
| (1)                    | 打夯机 2.8kw | 台时 | 14.40                | 14.92   | 214.84  |
| (二)                    | 措施费       | %  | 5                    | 1424.83 | 71.24   |
| 二                      | 间接费       | %  | 7.0                  | 1496.08 | 104.73  |
| 三                      | 利润        | %  | 7.0                  | 1600.80 | 112.06  |
| 四                      | 材料价差      |    |                      |         | 0       |
| 五                      | 未计价材料费    |    |                      |         | 0       |
| 六                      | 税金        | %  | 9                    | 1712.86 | 154.16  |
|                        | 综合单价      |    |                      |         | 1867.01 |

表 8-20

喷浆综合单价分析表

| 定额编号：70434             |         |                | 单位：100m <sup>2</sup> |         |         |
|------------------------|---------|----------------|----------------------|---------|---------|
| 工作内容：凿毛、冲洗、配料、喷浆、修饰、养护 |         |                |                      |         |         |
| 编号                     | 名称      | 单位             | 数量                   | 单价(元)   | 综合单价(元) |
| 一                      | 直接费     |                |                      |         | 5512.91 |
| (一)                    | 直接工程费   |                |                      |         | 5250.39 |
| 1                      | 人工费     |                |                      |         | 1152.38 |
| (1)                    | 工长      | 工时             | 1.6                  | 7.85    | 12.56   |
| (2)                    | 高级工     | 工时             | 0                    | 7.39    | 0.00    |
| (3)                    | 中级工     | 工时             | 0                    | 6.21    | 0.00    |
| (4)                    | 初级工     | 工时             | 236.4                | 4.82    | 1139.81 |
| 2                      | 材料费     |                |                      |         | 3303.10 |
| (1)                    | 水泥      | t              | 4.09                 | 482.82  | 1974.72 |
| (2)                    | 砂子      | m <sup>3</sup> | 6.12                 | 206.19  | 1261.86 |
| (3)                    | 水       | m <sup>3</sup> | 5                    | 0.35    | 1.75    |
| (5)                    | 其他材料费   | %              | 2                    | 3238.34 | 64.77   |
| 3                      | 机械费     |                |                      |         | 794.91  |
| (1)                    | 喷浆机 75L | 台时             | 14.3                 | 28.76   | 411.28  |
| (2)                    | 风水枪     | 台时             | 7.1                  | 24.30   | 172.54  |

|     |        |    |      |         |         |
|-----|--------|----|------|---------|---------|
| (3) | 风镐     | 台时 | 20.0 | 10.16   | 203.22  |
| (4) | 其他材料费  | %  | 1    | 787.04  | 7.87    |
| (二) | 措施费    | %  | 5    | 5250.39 | 262.52  |
| 二   | 间接费    | %  | 7.0  | 5512.91 | 385.90  |
| 三   | 利润     | %  | 7.0  | 5898.81 | 412.92  |
| 四   | 材料价差   |    |      |         | 0       |
| 五   | 未计价材料费 |    |      |         | 0       |
| 六   | 税金     | %  | 9    | 6311.73 | 568.06  |
|     | 综合单价   |    |      |         | 6879.79 |

### 8.3 土地复垦工程经费估算

#### 8.3.1 总工程量与投资估算

##### 8.3.1.1 总工程量表

8-21

矿区土地复垦工程量汇总

| 序号          | 项目      | 单位              | 数量   |        | 备注         |
|-------------|---------|-----------------|------|--------|------------|
| 一、土地复垦工程    |         |                 | 近期   | 中远期    |            |
| 1           | 建筑物拆除   | m <sup>3</sup>  | 5228 | 11638  | 运距 1.5~3km |
| 2           | 垃圾清运    | m <sup>3</sup>  | 5228 | 11638  |            |
| 3           | 场地平整    | m <sup>3</sup>  | 2814 | 101108 |            |
| 4           | 表土覆盖    | m <sup>3</sup>  | 4221 | 151662 |            |
| 5           | 草籽播种    | hm <sup>2</sup> | 0.47 | 50.55  |            |
| 6           | 乔木栽种    | 棵               | 0    | 961    |            |
| 7           | 灌木栽种    | 棵               | 697  | 5792   |            |
| 8           | 井口封堵    | m <sup>3</sup>  | 2.7  | 16.2   | 钢筋砼        |
| 9           | 硐口封堵    | m <sup>3</sup>  | 6.96 | 62.64  | M10 浆砌块石   |
| 二、土地复垦监测及管控 |         |                 |      |        |            |
| 1           | 土地损毁监测  | 次               | 150  | 450    |            |
| 2           | 植被损毁监测  | 次               | 150  | 450    |            |
| 3           | 复垦效果监测  | 次               | 28   | 60     |            |
| 4           | 表土管护    | 次               | 10   | 30     |            |
| 5           | 草地与林木管护 | 次               | 28   | 64     |            |

##### 8.3.2.2 投资估算

表 8-22

土地复垦投资总估算表（单位：万元）

| 序号 | 工程或费用名称 | 近期估算金额 | 中远期估算金额 | 总计     | 各费用占总费用的比例（%） |
|----|---------|--------|---------|--------|---------------|
|    |         | （万元）   | （万元）    | （万元）   |               |
| 1  | 工程施工费   | 119.9  | 368.94  | 488.88 | 77.01         |
| 2  | 设备购置费   | 0      | 0.00    | 0.00   | 0.00          |
| 3  | 其它费用    | 54.58  | 47.93   | 102.51 | 16.15         |
| 4  | 不可预见费   | 5.24   | 12.51   | 17.74  | 2.79          |
| 5  | 监测管护费   | 6.89   | 18.81   | 25.70  | 4.05          |

|     |        |        |        |        |
|-----|--------|--------|--------|--------|
| 总 计 | 186.65 | 448.18 | 634.83 | 100.00 |
|-----|--------|--------|--------|--------|

### 8.3.2 单项工程量与投资估算

#### 8.3.2.1 单项工程量

表 8-23 矿区土地复垦工程量汇总

| 序号       | 项目    | 单位              | 数量   |        | 备注         |
|----------|-------|-----------------|------|--------|------------|
| 一、土地复垦工程 |       |                 | 近期   | 中远期    |            |
| 1        | 建筑物拆除 | m <sup>3</sup>  | 5228 | 11638  | 运距 1.5~3km |
| 2        | 垃圾清运  | m <sup>3</sup>  | 5228 | 11638  |            |
| 3        | 场地平整  | m <sup>3</sup>  | 2814 | 101108 |            |
| 4        | 表土覆盖  | m <sup>3</sup>  | 4221 | 151662 |            |
| 5        | 草籽播种  | hm <sup>2</sup> | 0.47 | 50.55  |            |
| 6        | 乔木栽种  | 棵               | 0    | 961    |            |
| 7        | 灌木栽种  | 棵               | 697  | 5792   |            |
| 8        | 井口封堵  | m <sup>3</sup>  | 2.70 | 16.20  | 钢筋砼        |
| 9        | 硐口封堵  | m <sup>3</sup>  | 6.96 | 62.64  | M10 浆砌块石   |

表 8-24 土地复垦监测工程量统计表

| 项目      | 监测点（个） | 频次          | 近期数量 | 中远期数量 | 备注                  |
|---------|--------|-------------|------|-------|---------------------|
| 土地损毁监测  | 15     | 2 次/年 • 监测点 | 150  | 450   | 公用部分仅统计工程量，不进行投资计算。 |
| 植被损毁监测  | 15     | 2 次/年 • 监测点 | 150  | 450   |                     |
| 复垦效果监测  | 15     | 2 次/年 • 监测点 | 28   | 60    |                     |
| 表土管护    | 1      | 2 次/年 • 监测点 | 10   | 30    |                     |
| 草地与林木管护 | 8      | 4 次/年 • 监测点 | 28   | 64    |                     |

#### 8.3.2.1 单项工程估算

表 8-25 矿区土地复垦工程估算表

| 序号 | 定额编号  | 项目    | 单位                | 近期估算（2024-2028） |         |        | 近期估算（2029-2043） |         |        | 总计     |
|----|-------|-------|-------------------|-----------------|---------|--------|-----------------|---------|--------|--------|
|    |       |       |                   | 数量              | 综合单价（元） | 合价（万元） | 数量              | 综合单价（元） | 合价（万元） | （万元）   |
| 1  | 40192 | 建筑物拆除 | 100m <sup>3</sup> | 52.28           | 18993.8 | 99.30  | 116.38          | 18993.8 | 221.05 | 320.35 |
| 2  | 20285 | 垃圾清运  | 100m <sup>3</sup> | 52.28           | 3022.7  | 15.80  | 116.38          | 3022.7  | 35.18  | 50.98  |
| 3  | 20272 | 场地平整  | 100m <sup>3</sup> | 28.14           | 359.9   | 1.01   | 1011.08         | 359.9   | 36.39  | 37.41  |
| 4  | 10303 | 表土覆盖  | 100m <sup>3</sup> | 42.21           | 328.9   | 1.39   | 1516.62         | 328.9   | 49.89  | 51.28  |
| 5  | 90031 | 草籽播种  | hm <sup>2</sup>   | 0.47            | 737.1   | 0.03   | 50.55           | 737.1   | 3.73   | 3.76   |
| 6  | 90020 | 乔木栽种  | 100 棵             | 0.00            | 2869.2  | 0.00   | 9.61            | 2869.2  | 2.76   | 2.76   |
| 7  | 90021 | 灌木栽种  | 100 棵             | 6.97            | 2845.6  | 1.98   | 57.92           | 2845.6  | 16.48  | 18.46  |

|    |       |      |                   |      |         |        |      |         |        |        |
|----|-------|------|-------------------|------|---------|--------|------|---------|--------|--------|
| 8  | 30020 | 井口封堵 | 100m <sup>3</sup> | 0.03 | 43972.6 | 0.12   | 0.16 | 43972.6 | 0.71   | 0.83   |
| 9  | 30020 | 硐口封堵 | 100m <sup>3</sup> | 0.07 | 43972.6 | 0.31   | 0.63 | 43972.6 | 2.75   | 3.06   |
| 10 | 合计    |      |                   |      |         | 119.94 |      |         | 368.94 | 488.88 |

**表 8-26 土地复垦监测及管护工程估算表**

| 序号 | 监测项目    | 近期估算（2024-2028） |             |            | 中远期估算（2029-2043） |             |            | 总计<br>(万元) |
|----|---------|-----------------|-------------|------------|------------------|-------------|------------|------------|
|    |         | 次数              | 综合单价<br>(元) | 合价<br>(万元) | 次数               | 综合单价<br>(元) | 合价<br>(万元) |            |
| 1  | 土地损毁监测  | 150             | 150         | 2.25       | 450              | 150         | 6.75       | 9.00       |
| 2  | 植被损毁监测  | 150             | 150         | 2.25       | 450              | 150         | 6.75       | 9.00       |
| 3  | 复垦效果监测  | 28              | 650         | 1.82       | 60               | 650         | 3.9        | 5.72       |
| 4  | 表土管护    | 10              | 150         | 0.15       | 30               | 150         | 0.45       | 0.60       |
| 5  | 草地与林地管护 | 28              | 150         | 0.42       | 64               | 150         | 0.96       | 1.38       |
| 6  | 合计      |                 |             | 6.89       |                  |             | 18.81      | 25.70      |

**表 8-27 其他费用预算表**

| 序号  | 费用名称        | 计算式                                              | 近期预算金额 | 中远期预算金额 | 各项费用占其<br>他费用的比例 |
|-----|-------------|--------------------------------------------------|--------|---------|------------------|
|     |             |                                                  | (万元)   | (万元)    |                  |
|     | (1)         | (2)                                              | (3)    | (4)     | (5)              |
| 1   | 前期工作费       |                                                  | 33.20  | 7.38    | 39.58%           |
| 1.1 | 土地清查费       | 工程施工费×0.5%                                       | 0.60   | 1.85    |                  |
| 1.2 | 项目可行性研究费    | 参考市场价                                            | 20.00  |         |                  |
| 1.3 | 项目勘测费       | 工程施工费×1.5%                                       | 1.80   | 5.54    |                  |
| 1.4 | 项目设计与预算编制费  | 参考市场价                                            | 10.00  |         |                  |
| 1.5 | 项目招标代理费     | 参考市场价                                            | 0.80   |         |                  |
| 2   | 工程监理费       | 参考市场价                                            | 12.00  | 25      | 36.09%           |
| 3   | 拆迁补偿费       |                                                  | 0      | 0       |                  |
| 4   | 竣工验收收费      |                                                  | 4.63   | 14.25   | 18.41%           |
| 4.1 | 工程复核费       | (工程施工费+设备购置费)×0.7%                               | 0.84   | 2.58    |                  |
| 4.2 | 工程验收收费      | (工程施工费+设备购置费)×1.4%                               | 1.68   | 5.17    |                  |
| 4.3 | 项目决算编制与审计费  | (工程施工费+设备购置费)×1.0%                               | 1.20   | 3.69    |                  |
| 4.4 | 整理后土地重估与登记费 | (工程施工费+设备购置费)×<br>0.65%                          | 0.78   | 2.40    |                  |
| 4.5 | 标识设定费       | (工程施工费+设备购置费)×<br>0.11%                          | 0.13   | 0.41    |                  |
| 5   | 业主管管理费      | (工程施工费+设备购置费+前期工<br>作费+监理费+拆迁补偿费+竣工验<br>收费)×2.8% | 4.75   | 1.31    | 5.91%            |
| 总计  |             |                                                  | 54.58  | 47.93   | 100.00%          |

**表 8-28 不可预见费预算表**

| 序号 | 费用名称 | 工程施工费 | 设备费 | 其他费用 | 小计 | 费率(%) | 合计 |
|----|------|-------|-----|------|----|-------|----|
|----|------|-------|-----|------|----|-------|----|

|    | 1   | 2      | 3    | 4      | 5      | 6 | 7     |
|----|-----|--------|------|--------|--------|---|-------|
| 1  | 近期  | 119.94 | 0    | 54.58  | 174.53 | 3 | 5.24  |
| 2  | 中远期 | 368.94 | 0    | 47.93  | 416.86 | 3 | 12.51 |
| 总计 |     | 488.88 | 0.00 | 102.51 | 591.39 |   | 17.74 |

表 8-29 价差预备费计算表

| 序号 | 年度   | 静态投资计划  | 价格上涨指数 | 价差费率 | 价差预备费  |
|----|------|---------|--------|------|--------|
|    |      | (万元)    |        |      | (万元)   |
| 1  | 2024 | 393.46  | 3%     | 1    | 0      |
| 2  | 2025 | 264.54  | 3%     | 1.03 | 7.94   |
| 3  | 2026 | 264.54  | 3%     | 1.06 | 16.11  |
| 4  | 2027 | 73.49   | 3%     | 1.09 | 6.81   |
| 5  | 2028 | 73.49   | 3%     | 1.13 | 9.22   |
| 6  | 2029 | 32.87   | 3%     | 1.16 | 5.23   |
| 7  | 2030 | 32.87   | 3%     | 1.19 | 6.38   |
| 8  | 2031 | 32.87   | 3%     | 1.23 | 7.55   |
| 9  | 2032 | 32.87   | 3%     | 1.27 | 8.77   |
| 10 | 2033 | 32.87   | 3%     | 1.30 | 10.02  |
| 11 | 2034 | 32.87   | 3%     | 1.34 | 11.30  |
| 12 | 2035 | 32.87   | 3%     | 1.38 | 12.63  |
| 13 | 2036 | 32.87   | 3%     | 1.43 | 13.99  |
| 14 | 2037 | 32.87   | 3%     | 1.47 | 15.40  |
| 15 | 2038 | 32.87   | 3%     | 1.51 | 16.85  |
| 16 | 2039 | 32.87   | 3%     | 1.56 | 18.34  |
| 17 | 2040 | 32.87   | 3%     | 1.60 | 19.87  |
| 18 | 2041 | 379.83  | 3%     | 1.65 | 247.97 |
| 19 | 2042 | 13.55   | 3%     | 1.70 | 9.52   |
| 20 | 2043 | 13.55   | 3%     | 1.75 | 10.21  |
| 合计 |      | 1870.84 |        |      | 454.11 |

### 8.3.3 土地复垦工程施工单价分析

表 8-30 甲类工人工单价计算表

| 地区  |        | 类别                                             | 六类工资区 | 工种类别 | 甲类工    |
|-----|--------|------------------------------------------------|-------|------|--------|
| 序号  | 项目     | 公式                                             |       |      | 单价     |
| 1   | 基本工资   | $540 \times 12 \div 240$                       |       |      | 27.000 |
| 2   | 辅助工资   |                                                |       |      | 6.688  |
| (1) | 地区津贴   |                                                |       |      | 0.000  |
| (2) | 施工津贴   | $3.5 \times 365 \times 0.95 \div 240$          |       |      | 5.057  |
| (3) | 夜餐津贴   | $(3.5+4.5) \div 2 \times 0.2$                  |       |      | 0.800  |
| (4) | 节日加班津贴 | 基本工资 $\times 11 \times 2 \div 250 \times 0.35$ |       |      | 0.832  |
| 3   | 工资附加费  |                                                |       |      | 17.350 |
| (1) | 职工福利基金 | (基本工资+ 辅助工资) $\times 14\%$                     |       |      | 4.716  |
| (2) | 工会经费   | (基本工资+ 辅助工资) $\times 2\%$                      |       |      | 0.674  |
| (3) | 养老保险费  | (基本工资+ 辅助工资) $\times 20\%$                     |       |      | 6.738  |
| (4) | 医疗保险费  | (基本工资+ 辅助工资) $\times 4\%$                      |       |      | 1.348  |
| (5) | 工伤保险费  | (基本工资+ 辅助工资) $\times 1.5\%$                    |       |      | 0.505  |

|     |          |                                          |        |
|-----|----------|------------------------------------------|--------|
| (6) | 职工失业保险基金 | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$ | 0.674  |
| (7) | 住房公积金    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 8\%$ | 2.695  |
| 4   | 人工工日预算单价 |                                          | 51.038 |

表 8-31

乙类工人工单价计算表

| 地区  |          | 类别                                                    | 四类工资区 | 工种类别 | 乙类工    |
|-----|----------|-------------------------------------------------------|-------|------|--------|
| 序号  | 项目       | 公式                                                    |       |      | 单价     |
| 1   | 基本工资     | $445 \times 12 \div 240$                              |       |      | 22.250 |
| 2   | 辅助工资     |                                                       |       |      | 3.383  |
| (1) | 地区津贴     |                                                       |       |      | 0.000  |
| (2) | 施工津贴     | $2.0 \times 365 \times 0.95 \div 240$                 |       |      | 2.890  |
| (3) | 夜餐津贴     | $(3.5 + 4.5) \div 2 \times 0.05$                      |       |      | 0.200  |
| (4) | 节日加班津贴   | $\text{基本工资} \times 11 \times 2 \div 250 \times 0.15$ |       |      | 0.294  |
| 3   | 工资附加费    |                                                       |       |      | 13.201 |
| (1) | 职工福利基金   | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 14\%$             |       |      | 3.589  |
| (2) | 工会经费     | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$              |       |      | 0.513  |
| (3) | 养老保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 20\%$             |       |      | 5.127  |
| (4) | 医疗保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 4\%$              |       |      | 1.025  |
| (5) | 工伤保险费    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 1.5\%$            |       |      | 0.384  |
| (6) | 职工失业保险基金 | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 2\%$              |       |      | 0.513  |
| (7) | 住房公积金    | $(\text{基本工资} + \text{辅助工资}) \times 8\%$              |       |      | 2.051  |
| 4   | 人工工日预算单价 |                                                       |       |      | 38.834 |

表 8-32

矿山土地复垦工程单价分析表（一）

|                                                                               |       |    |                      |         |         |
|-------------------------------------------------------------------------------|-------|----|----------------------|---------|---------|
| 定额编号：40192                                                                    |       |    | 单位：100m <sup>3</sup> |         |         |
| 工作内容：毗邻房屋的支顶, 拆除室内地坪以上的全部建筑物, 并将拆下的砖瓦、木材等可用的材料运至建筑物 30 米以内指定地点分类码放整齐渣土原地清理归堆。 |       |    |                      |         |         |
| 编号                                                                            | 名称    | 单位 | 数量                   | 单价(元)   | 综合单价(元) |
| 一                                                                             | 直接费   |    |                      |         | 15510.0 |
| (一)                                                                           | 直接工程费 |    |                      |         | 14913.5 |
| 1                                                                             | 人工费   |    |                      |         | 7521.1  |
| (1)                                                                           | 甲类工   | 工日 | 0                    | 51.0    | 0.0     |
| (2)                                                                           | 乙类工   | 工日 | 181                  | 38.8    | 7029.0  |
| (3)                                                                           | 其他费用  | %  | 7                    | 7029.0  | 492.0   |
| 2                                                                             | 材料费   |    |                      |         | 0.0     |
| 3                                                                             | 机械费   |    |                      |         | 7392.4  |
| (1)                                                                           | 空压机   | 台班 | 36                   | 126.5   | 4552.7  |
| (2)                                                                           | 风镐    | 台班 | 72                   | 39.4    | 2839.7  |
| (二)                                                                           | 措施费   | %  | 4                    | 14913.5 | 596.5   |
| 二                                                                             | 间接费   | %  | 5.0                  | 15510.0 | 775.5   |
| 三                                                                             | 利润    | %  | 7.0                  | 16285.5 | 1140.0  |
| 四                                                                             | 材料价差  |    |                      |         | 0.0     |

|   |        |   |   |         |         |
|---|--------|---|---|---------|---------|
| 五 | 未计价材料费 |   |   |         | 0.0     |
| 六 | 税金     | % | 9 | 17425.5 | 1568.3  |
|   | 综合单价   |   |   |         | 18993.8 |

表 8-33 矿山土地复垦工程单价分析表（二）

| 定额编号：20285                                |          |    |      |        | 单位：100m <sup>3</sup> |
|-------------------------------------------|----------|----|------|--------|----------------------|
| 工程名称：拆除运输                                 |          |    |      |        |                      |
| 工作内容：拆除建筑物废弃物运至 2km 米以内指定地点码放，人工装矿车，卸载空回。 |          |    |      |        |                      |
| 编号                                        | 名称       | 单位 | 数量   | 单价(元)  | 综合单价(元)              |
| 一                                         | 直接费      |    |      |        | 2100.2               |
| (一)                                       | 直接工程费    |    |      |        | 2007.9               |
| 1                                         | 人工费      |    |      |        | 102.2                |
| (1)                                       | 甲类工      | 工日 | 0.1  | 51.0   | 5.1                  |
| (2)                                       | 乙类工      | 工日 | 2.5  | 38.8   | 97.1                 |
| 2                                         | 材料费      |    |      |        | 0.0                  |
| 3                                         | 机械费      |    |      |        | 1905.7               |
| (1)                                       | 挖掘机      | 台班 | 0.60 | 824.0  | 494.4                |
| (2)                                       | 自卸汽车 5t  | 台班 | 3.31 | 376.0  | 1244.5               |
| (3)                                       | 推土机 59kW | 台班 | 0.3  | 413.2  | 123.9                |
| (4)                                       | 其他费用     | %  | 2.3  | 1862.9 | 42.8                 |
| (二)                                       | 措施费      | %  | 4.6  | 2007.9 | 92.4                 |
| 二                                         | 间接费      | %  | 5.0  | 2100.2 | 105.0                |
| 三                                         | 利润       | %  | 7.0  | 2205.3 | 154.4                |
| 四                                         | 材料价差     |    |      |        | 0.0                  |
| 五                                         | 未计价材料费   |    |      |        | 0.0                  |
| 六                                         | 税金       | %  | 9.0  | 2359.6 | 212.4                |
|                                           | 综合单价     |    |      |        | 2572.0               |

表 8-34 矿山土地复垦工程单价分析表（三）

|                    |       |    |                    |       |       |
|--------------------|-------|----|--------------------|-------|-------|
| 工程名称：（播撒草籽）        |       |    |                    |       |       |
| 定额编号：90031         |       |    | 单位：hm <sup>2</sup> |       |       |
| 工作内容：种子处理、人工撒播草籽土。 |       |    |                    |       |       |
| 编号                 | 项目名称  | 单位 | 数量                 | 单价(元) | 合计(元) |
| 一                  | 直接费   |    |                    |       | 601.9 |
| (一)                | 直接工程费 |    |                    |       | 578.8 |
| 1                  | 人工费   |    |                    |       | 334.0 |
| (1)                | 甲类工   | 工日 |                    | 51.04 | 0.0   |
| (2)                | 乙类工   | 工日 | 8.6                | 38.8  | 334.0 |
| 2                  | 材料费   |    |                    |       | 244.8 |
| (1)                | 草籽    | kg | 30.00              | 8.0   | 240.0 |
| (2)                | 其他费用  | %  | 2.0                | 240.0 | 4.8   |
| 3                  | 机械费   |    |                    |       | 0.0   |
| (二)                | 措施费   | %  | 4                  | 578.8 | 23.2  |
| 二                  | 间接费   | %  | 5                  | 601.9 | 30.1  |
| 三                  | 利润    | %  | 7                  | 632.0 | 44.2  |

|   |        |   |   |       |       |
|---|--------|---|---|-------|-------|
| 四 | 材料价差   |   |   |       | 0.0   |
| 五 | 未计价材料费 |   |   |       | 0.0   |
| 六 | 税金     | % | 9 | 676.3 | 60.9  |
|   | 综合单价   |   |   |       | 737.1 |

表 8-35

矿山土地复垦工程单价分析表（四）

| 定额编号：20272           |          |    |      |       |         |
|----------------------|----------|----|------|-------|---------|
| 单位：100m <sup>3</sup> |          |    |      |       |         |
| 工程名称：场地平整            |          |    |      |       |         |
| 工作内容：推土机推渣平整场地。      |          |    |      |       |         |
| 编号                   | 名称       | 单位 | 数量   | 单价(元) | 综合单价(元) |
| 一                    | 直接费      |    |      |       | 293.9   |
| (一)                  | 直接工程费    |    |      |       | 282.6   |
| 1                    | 人工费      |    |      |       | 57.5    |
| (1)                  | 甲类工      | 工日 | 0.1  | 51.0  | 0.0     |
| (2)                  | 乙类工      | 工日 | 1.3  | 38.8  | 50.5    |
| (3)                  | 其他费用     | %  | 13.9 | 50.5  | 7.0     |
| 2                    | 材料费      |    |      |       | 0.0     |
| 3                    | 机械费      |    |      |       | 225.1   |
| (1)                  | 推土机 55kW | 台班 | 0.47 | 479.0 | 225.1   |
| (二)                  | 措施费      | %  | 4    | 282.6 | 11.3    |
| 二                    | 间接费      | %  | 5.0  | 293.9 | 14.7    |
| 三                    | 利润       | %  | 7.0  | 308.6 | 21.6    |
| 四                    | 材料价差     |    |      |       |         |
| 五                    | 未计价材料费   |    |      |       | 0.0     |
| 六                    | 税金       | %  | 9.0  | 330.2 | 29.7    |
|                      | 综合单价     |    |      |       | 359.9   |

表 8-36

矿山土地复垦工程单价分析表（五）

| 工程项目：硐口封堵             |       |                |       |         |          |
|-----------------------|-------|----------------|-------|---------|----------|
| 定额编号：30020            |       |                |       |         |          |
| 单位：100m <sup>3</sup>  |       |                |       |         |          |
| 工作内容：选石、修石、拌合砂浆、砌筑、勾缝 |       |                |       |         |          |
| 编号                    | 名称    | 单位             | 数量    | 单价(元)   | 综合单价(元)  |
| 一                     | 直接费   |                |       |         | 36141.25 |
| (一)                   | 直接工程费 |                |       |         | 34751.20 |
| 1                     | 人工费   |                |       |         | 6803     |
| (1)                   | 甲类工   | 工日             | 7.7   | 51.04   | 435      |
| (2)                   | 乙类工   | 工日             | 127.7 | 38.83   | 6368     |
| 2                     | 材料费   |                |       |         | 27775.31 |
| (1)                   | 块石    | m <sup>3</sup> | 108   | 131.6   | 14215.74 |
| (2)                   | 砂浆    | m <sup>3</sup> | 34.65 | 391.3   | 13559.56 |
| 3                     | 其他费用  | %              | 0.5   | 34578.3 | 172.89   |
| (二)                   | 措施费   | %              | 4     | 34751.2 | 1390.0   |
| 二                     | 间接费   | %              | 5.0   | 36141.2 | 1807.1   |
| 三                     | 利润    | %              | 7.0   | 37948.3 | 2656.4   |
| 四                     | 材料价差  |                |       |         |          |

|   |        |   |     |         |         |
|---|--------|---|-----|---------|---------|
| 五 | 未计价材料费 |   |     |         | 0.0     |
| 六 | 税金     | % | 9.0 | 40604.7 | 3654.4  |
|   | 综合单价   |   |     |         | 44259.1 |

表 8-37 矿山土地复垦工程单价分析表（六）

|            |        |    |          |        |        |
|------------|--------|----|----------|--------|--------|
| 工程项目：乔木栽种  |        |    |          |        |        |
| 定额编号：90020 |        |    | 单位：100 棵 |        |        |
| 工作内容：乔木栽种。 |        |    |          |        |        |
| 编号         | 项目名称   | 单位 | 数量       | 单价(元)  | 合计(元)  |
| 一          | 直接费    |    |          |        | 2342.9 |
| (一)        | 直接工程费  |    |          |        | 2252.8 |
| 1          | 人工费    |    |          |        | 93.2   |
| (1)        | 甲类工    | 工日 |          | 51.04  | 0.0    |
| (2)        | 乙类工    | 工日 | 2.4      | 38.83  | 93.2   |
| 2          | 材料费    |    |          |        | 2159.6 |
| (1)        | 苗木     | 棵  | 102.00   | 21.0   | 2142.0 |
| (2)        | 水      | m3 | 4.5      | 2      | 9.0    |
| (3)        | 其他费用   | %  | 0.4      | 2151.0 | 8.6    |
| 3          | 机械费    |    |          |        | 0.0    |
| (二)        | 措施费    | %  | 4.0      | 2252.8 | 90.1   |
| 二          | 间接费    | %  | 5.0      | 2342.9 | 117.1  |
| 三          | 利润     | %  | 7.0      | 2460.1 | 172.2  |
| 四          | 材料价差   |    |          |        | 0.0    |
| 五          | 未计价材料费 |    |          |        | 0.0    |
| 六          | 税金     | %  | 9        | 2632.3 | 236.9  |
|            | 综合单价   |    |          |        | 2869.2 |

表 8-38 矿山土地复垦工程单价分析表（七）

|            |       |                |          |        |        |
|------------|-------|----------------|----------|--------|--------|
| 工程项目：灌木栽种  |       |                |          |        |        |
| 定额编号：90021 |       |                | 单位：100 棵 |        |        |
| 工作内容：灌木栽种。 |       |                |          |        |        |
| 编号         | 项目名称  | 单位             | 数量       | 单价(元)  | 合计(元)  |
| 一          | 直接费   |                |          |        | 2281.8 |
| (一)        | 直接工程费 |                |          |        | 2194.0 |
| 1          | 人工费   |                |          |        | 0.0    |
| (1)        | 甲类工   | 工日             |          |        | 0.0    |
| (2)        | 乙类工   | 工日             | 2.4      | 0.0    | 0.0    |
| (3)        | 其他费用  | %              | 2.5      | 0.0    | 0.0    |
| 2          | 材料费   |                |          |        | 2194.0 |
| (1)        | 苗木    | 棵              | 102.00   | 21.0   | 2142.0 |
| (2)        | 水     | m <sup>3</sup> | 4.5      | 2      | 9.0    |
| (3)        | 其他费用  | %              | 2.0      | 2151.0 | 43.0   |

|     |        |   |     |        |        |
|-----|--------|---|-----|--------|--------|
| 3   | 机械费    |   |     |        | 0.0    |
| (二) | 措施费    | % | 4.0 | 2194.0 | 87.8   |
| 二   | 间接费    | % | 5.0 | 2281.8 | 114.1  |
| 三   | 利润     | % | 7.0 | 2395.9 | 167.7  |
| 四   | 材料价差   |   |     |        | 0.0    |
| 五   | 未计价材料费 |   |     |        | 0.0    |
| 六   | 税金     | % | 11  | 2563.6 | 282.0  |
|     | 综合单价   |   |     |        | 2845.6 |

表 8-39 矿山土地复垦工程单价分析表（八）

|                    |        |    |                    |       |       |
|--------------------|--------|----|--------------------|-------|-------|
| 工程项目：播撒草籽          |        |    |                    |       |       |
| 定额编号：90031         |        |    | 单位：hm <sup>2</sup> |       |       |
| 工作内容：种子处理、人工撒播草籽土。 |        |    |                    |       |       |
| 编号                 | 项目名称   | 单位 | 数量                 | 单价(元) | 合计(元) |
| 一                  | 直接费    |    |                    |       | 601.9 |
| (一)                | 直接工程费  |    |                    |       | 578.8 |
| 1                  | 人工费    |    |                    |       | 334.0 |
| (1)                | 甲类工    | 工日 |                    | 51.04 | 0.0   |
| (2)                | 乙类工    | 工日 | 8.6                | 38.8  | 334.0 |
| 2                  | 材料费    |    |                    |       | 244.8 |
| (1)                | 草籽     | kg | 30.00              | 8.0   | 240.0 |
| (2)                | 其他费用   | %  | 2.0                | 240.0 | 4.8   |
| 3                  | 机械费    |    |                    |       | 0.0   |
| (二)                | 措施费    | %  | 4                  | 578.8 | 23.2  |
| 二                  | 间接费    | %  | 5                  | 601.9 | 30.1  |
| 三                  | 利润     | %  | 7                  | 632.0 | 44.2  |
| 四                  | 材料价差   |    |                    |       | 0.0   |
| 五                  | 未计价材料费 |    |                    |       | 0.0   |
| 六                  | 税金     | %  | 9                  | 676.3 | 60.9  |
|                    | 综合单价   |    |                    |       | 737.1 |

表 8-40 矿山土地复垦工程单价分析表（九）

|                        |       |    |                      |       |         |
|------------------------|-------|----|----------------------|-------|---------|
| 工程项目：表土覆盖              |       |    |                      |       |         |
| 定额编号：10303             |       |    | 单位：100m <sup>3</sup> |       |         |
| 工作内容：推土机推松、运送、卸除、拖平、空回 |       |    |                      |       |         |
| 编号                     | 名称    | 单位 | 数量                   | 单价(元) | 综合单价(元) |
| 一                      | 直接费   |    |                      |       | 268.60  |
| (一)                    | 直接工程费 |    |                      |       | 258.27  |
| 1                      | 人工费   |    |                      |       | 7.77    |
| (1)                    | 乙类工   | 工日 | 0.2                  | 38.83 | 7.77    |
| 2                      | 材料费   |    |                      |       | 0       |
| 3                      | 机械费   |    |                      |       | 250.51  |

|     |             |    |      |        |        |
|-----|-------------|----|------|--------|--------|
| (1) | 推土机 功率 55kw | 台班 | 0.47 | 494.74 | 232.53 |
| (2) | 自卸汽车 5t     | 台班 | 1.35 | 448.29 | 6.05   |
| (3) | 其他费用        | %  | 5    | 238.58 | 11.93  |
| (二) | 措施费         | %  | 4    | 258.27 | 10.33  |
| 二   | 间接费         | %  | 5.0  | 268.60 | 13.43  |
| 三   | 利润          | %  | 7.0  | 282.03 | 19.74  |
| 四   | 材料价差        |    |      |        | 0      |
| 五   | 未计价材料费      |    |      |        | 0      |
| 六   | 税金          | %  | 9    | 301.78 | 27.16  |
|     | 综合单价        |    |      |        | 328.94 |

#### 8.4 总费用汇总与安排

经详细分析估算，本项目矿山地质环境保护与土地复垦总的静态投资估算额为1870.18万元。其中近期地质环境保护工程投资870.36万元，中远期地质环境保护工程投资364.99万元，土地复垦工程静态投资634.83万元。项目静态投资总额1870.18万元，动态投资总额2324.29万元。

工程总投资详细估算见下表。

表 8-41

总投资估算表

单位：万元

| 序号     | 工程或费用名称 | 地质环境保护<br>（近期） | 地质环境保护<br>（中远期） | 土地复垦(近期) | 土地复垦（（中远期） |
|--------|---------|----------------|-----------------|----------|------------|
| 1      | 工程施工费   | 699.28         | 313.02          | 119.94   | 368.94     |
| 2      | 设备购置费   | 0.00           | 0.00            | 0.00     | 0.00       |
| 3      | 其它费用    | 91.96          | 18.78           | 54.58    | 47.93      |
| 4      | 不可预见费   |                |                 | 5.24     | 12.51      |
| 5      | 管护费     |                |                 | 6.89     | 18.81      |
| 6      | 预备费     | 79.12          | 33.18           |          |            |
| 静态投资小计 |         | 870.36         | 364.99          | 186.65   | 448.18     |
| 静态投资分计 |         | 1235.35        |                 | 634.83   |            |
| 静态投资合计 |         | 1870.18        |                 |          |            |
| 动态投资合计 |         | 2324.29        |                 |          |            |

表 8-42

地质灾害治理与土地复垦年度费用安排表

| 工程费用名称 |       |              | 单位         | 数量                | 总费用            | 各年费用安排（万元） |         |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|--------|-------|--------------|------------|-------------------|----------------|------------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--|
|        |       |              |            |                   | （万元）           | 2024 年     | 2025 年  | 2026 年 | 2027 年 | 2028 年 | 2029 年 | 2030 年 | 2031 年 | 2032 年 | 2033 年 | 2034 年 | 2035 年 | 2036 年 | 2037 年 | 2038 年 | 2039 年 | 2040 年 | 2041 年 | 2042 年 | 2043 年 |      |  |
| 地质灾害质量 | 工程施工  | 围栏           |            | m <sup>2</sup>    | 9680.40        | 32.17      | 32.17   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       | 警示牌          |            | 块                 | 15.00          | 0.34       | 0.34    |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       | 裂缝夯填         |            | m <sup>3</sup>    | 49093.95       | 91.66      | 0.00    | 0.00   | 0.00   | 6.87   | 6.87   | 6.49   | 6.49   | 6.49   | 6.49   | 6.49   | 6.49   | 6.49   | 6.49   | 6.49   | 6.49   | 6.49   | 6.49   |        |        |      |  |
|        |       | 截水沟          |            | m                 | 4033.00        | 524.29     | 174.76  | 174.76 | 174.76 |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       | 护脚墙工程        | 土方开挖       |                   | m <sup>3</sup> | 702.00     | 0.19    | 0.19   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | 夯填土方       |                   | m <sup>3</sup> | 1092.00    | 2.04    | 2.04   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | C30 砼挡墙    |                   | m <sup>3</sup> | 273.00     | 15.53   | 15.53  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | 伸缩缝        |                   | m <sup>2</sup> | 18.06      | 0.40    | 0.40   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | Φ110PVC泄水孔 |                   | m              | 210.60     | 0.86    | 0.86   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       | 排水边沟         | 土方开挖       |                   | m <sup>3</sup> | 14.04      | 0.02    | 0.02   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | C25 砼      |                   | m <sup>3</sup> | 20.28      | 1.38    | 1.38   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | 伸缩缝        |                   | m <sup>2</sup> | 2.80       | 0.06    | 0.06   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       | 喷锚挂浆工程       | 削方         |                   | m <sup>3</sup> | 4212.00    | 1.11    | 1.11   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | C30 水泥砂浆喷挂 |                   | m <sup>3</sup> | 215.83     | 31.09   | 31.09  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | 锚杆（4.5m）   |                   | 根数             | 177.00     | 7.52    | 7.52   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | 锚杆（6.0m）   |                   | 根数             | 118.00     | 5.72    | 5.72   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | 钢丝网片制安     |                   | m <sup>2</sup> | 2158.30    | 26.12   | 26.12  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | Φ50PVC泄水孔  |                   | 个              | 310.00     | 1.27    | 1.27   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       | 截排水沟工程       | 人工挖土方      |                   | m <sup>3</sup> | 87.50      | 0.13    | 0.13   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | 夯填土方       |                   | m <sup>3</sup> | 22.63      | 0.04    | 0.04   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | C25 砼浇筑    |                   | m <sup>3</sup> | 23.98      | 1.63    | 1.63   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | 三七灰土       |                   | m <sup>3</sup> | 9.60       | 0.07    | 0.07   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       |              | 伸缩缝        |                   | m <sup>2</sup> | 6.40       | 0.14    | 0.14   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        | 地质灾害  | 地质灾害         | 地面塌陷监测     |                   | 次              | 14448      | 216.72  | 0.00   | 0.00   | 0.00   | 15.48  | 15.48  | 15.48  | 15.48  | 15.48  | 15.48  | 15.48  | 15.48  | 15.48  | 15.48  | 15.48  | 15.48  | 15.48  |        |        |      |  |
|        |       |              | 不稳定斜坡监测    |                   | 次              | 120        | 1.80    | 0.36   | 0.36   | 0.36   | 0.36   | 0.36   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |      |  |
|        |       | 含水层监测        |            |                   | 次              | 480        | 21.60   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08   | 1.08 |  |
|        |       | 地形地貌监测       |            |                   | 次              | 240        | 3.60    | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18   | 0.18 |  |
|        |       | 水土环境<br>污染监测 | 地表水水质监测    |                   | 次              | 80         | 6.40    | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32 |  |
|        |       |              | 地下水水质监测    |                   | 次              | 80         | 6.40    | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32   | 0.32 |  |
|        |       |              | 土壤污染监测     |                   | 次              | 80         | 12.00   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60   | 0.60 |  |
|        |       | 其它费用         |            |                   |                |            | 110.74  | 18.39  | 18.39  | 18.39  | 18.39  | 18.39  | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25   | 1.25 |  |
|        |       | 预备费          |            |                   |                |            | 112.30  | 15.82  | 15.82  | 15.82  | 15.82  | 15.82  | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21   | 2.21 |  |
|        |       | 小计           |            |                   |                |            | 1235.35 | 339.67 | 211.84 | 211.84 | 59.43  | 59.43  | 27.94  | 27.94  | 27.94  | 27.94  | 27.94  | 27.94  | 27.94  | 27.94  | 27.94  | 27.94  | 27.94  | 5.96   | 5.96   | 5.96 |  |
| 土地     | 工程施工费 | 建筑物拆除        |            | 100m <sup>3</sup> | 16866          | 320.35     | 33.10   | 33.10  | 33.10  |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 221.05 |        |        |        |      |  |
|        |       | 垃圾清运         |            | 100m <sup>3</sup> | 16866          | 50.98      | 5.27    | 5.27   | 5.27   |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        |        | 35.18  |        |        |        |      |  |

| LERINM |           |         | 以地南铜金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案 |        |         |        |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        |       |      |  |
|--------|-----------|---------|-----------------------|--------|---------|--------|--------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|-------|------|--|
| 复垦     |           | 场地平整    | 100m³                 | 103922 | 37.41   | 0.34   | 0.34   | 0.34   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | 36.39  |       |      |  |
|        |           | 表土覆盖    | 100m³                 | 155883 | 51.28   | 0.46   | 0.46   | 0.46   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | 49.89  |       |      |  |
|        |           | 草籽播种    | hm²                   | 51     | 3.76    | 0.01   | 0.01   | 0.01   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | 3.73   |       |      |  |
|        |           | 乔木栽种    | 棵                     | 961    | 2.76    | 0.66   |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | 2.76   |       |      |  |
|        |           | 灌木栽种    | 棵                     | 6489   | 18.46   | 0.66   | 0.66   | 0.66   |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | 16.48  |       |      |  |
|        |           | 井口封堵    | 100m³                 | 18.9   | 0.83    | 0.12   |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | 0.71   |       |      |  |
|        |           | 硐口封堵    | 100m³                 | 69.6   | 3.06    | 0.31   |        |        |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        | 2.75   |       |      |  |
|        | 监测管<br>护费 | 土地损毁监测  | 次                     | 600    | 9.00    | 0.45   | 0.45   | 0.45   | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45   | 0.45   | 0.45  | 0.45 |  |
|        |           | 植被损毁监测  | 次                     | 600    | 9.00    | 0.45   | 0.45   | 0.45   | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45  | 0.45   | 0.45   | 0.45  | 0.45 |  |
|        |           | 复垦效果监测  | 次                     | 88     | 5.72    |        |        |        | 0.91  | 0.91  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        | 1.95  | 1.95 |  |
|        |           | 表土管护    | 次                     | 40     | 0.60    |        |        |        | 0.08  | 0.08  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        | 0.23  | 0.23 |  |
|        |           | 草地与林木管护 | 次                     | 92     | 1.38    |        |        |        | 0.21  | 0.21  |       |       |       |       |       |       |       |       |       |       |        |        | 0.48  | 0.48 |  |
|        | 其它费用      |         |                       |        | 102.51  | 10.92  | 10.92  | 10.92  | 10.92 | 10.92 | 3.20  | 3.20  | 3.20  | 3.20  | 3.20  | 3.20  | 3.20  | 3.20  | 3.20  | 3.20  | 3.20   | 3.20   | 3.20  | 3.20 |  |
|        | 不可预见费     |         |                       |        | 17.74   | 1.05   | 1.05   | 1.05   | 1.05  | 1.05  | 0.83  | 0.83  | 0.83  | 0.83  | 0.83  | 0.83  | 0.83  | 0.83  | 0.83  | 0.83  | 0.83   | 0.83   | 0.83  | 0.83 |  |
|        | 小计        |         |                       |        | 634.83  | 53.79  | 52.70  | 52.70  | 14.06 | 14.06 | 4.93  | 4.93  | 4.93  | 4.93  | 4.93  | 4.93  | 4.93  | 4.93  | 4.93  | 4.93  | 4.93   | 373.87 | 7.58  | 7.58 |  |
|        | 合计        |         |                       |        | 1870.18 | 393.46 | 264.54 | 264.54 | 73.49 | 73.49 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 32.87 | 379.83 | 13.55  | 13.55 |      |  |

## 9 保障措施与效益分析

### 9.1 组织保障

为保证矿山地质环境保护与土地复垦工作的顺利完成，必须建立健全矿山地质环境保护与土地复垦的组织管理机构。矿山地质环境保护与土地复垦工作的第一责任人矿权人，具体组织实施矿山地质环境保护与土地复垦方案。合作市自然资源局是该矿山地质环境保护与土地复垦项目的监督管理机构，履行政府职能，负责该矿山地质环境保护与土地复垦资金的落实，并对该矿山地质环境保护与土地复垦的落实情况进行指导、检查、监督和管理。采矿权人和主管部门应各尽其责，相互配合，加强交流与沟通，提高工作效率，圆满完成恢复治理方案中提出的各项任务。

成立以矿长为组长的矿山地质环境保护与土地复垦领导小组，负责实施本矿区矿山地质环境保护与土地复垦工作，下矿山地质环境保护与土地复垦办公室，全面负责矿山地质环境保护与土地复垦的落实。并做好以下管理工作：

1. 组织实施矿山地质环境保护与土地复垦方案提出的各项措施。
2. 建立矿山地质环境治理恢复基金，按时按量缴存，分阶段申请提取费用。
3. 及时申请矿山地质环境保护与土地复垦工程验收。
4. 明确分工，责任落实到人，并做好有关各方的联系和协调工作。

### 9.2 技术保障

加强对矿山企业技术人员的培训，组织专家咨询研讨，开展试验示范研究，引进先进技术，跟踪监测，追踪绩效。

1. 为确保治理方案的顺利实施，应委托相关技术单位组织编制施工图，细化和完善施工图。

2. 为了提高矿山恢复治理和土地复垦的科学化水平，保证工作的顺利进行，应建立专业治理和复垦队伍，保证矿山恢复治理工程和土地复垦高质量、高效率的完成。

3. 方案实施前我单位委派技术人员与建设单位密切合作，了解方案中的技术要点。在实施中根据方案内容，编制阶段实施计划和年度实施计划，及时总结阶段性治理和复垦实践经验。

4. 根据实际生产情况地质环境变化情况和土地损毁情况，进一步完善矿山地质环境保护与土地复垦方案，拓展方案的深度和广度，做到所有治理工程遵循设计。工程实施后，对效果进行综合评价，总结优点与不足之处，为国家矿山地质环境治理和土地复垦

提供经验。

### 9.3 资金保障

根据“谁开发谁保护、谁破坏谁治理、谁投资谁受益”的原则，矿山采矿权人必须负责进行矿山地质环境保护与土地复垦，投资金额按照本方案设计及有关行政管理规定执行。业主应做好矿山地质环境保护与土地复垦资金的使用管理，保证资金及时足额到位、实行专户存储、专款专用、不得挪作它用，以保障矿山地质环境保护与土地复垦工程工作顺利进行。

1、矿山地质环境治理资金保障根据《矿产资源权益金制度改革方案》，将在矿山环境治理恢复环节建立矿山环境治理恢复基金制度，将环境治理成本内部化，加强生态文明建设：由矿山企业单设会计科目，按照销售收入的一定比例计提，计入企业成本，由企业统筹用于开展矿山环境保护和综合治理。有关部门根据各自职责，加强事中事后监管，建立动态监管机制，督促企业落实矿山环境治理恢复责任。

2、矿山土地复垦资金保障方案批准后所需复垦费用，应尽快落实，确定所需费用及时足额到位，保证方案按时保质保量完成。生产建设单位需做好土地复垦费用的管理工作，防止和避免土地复垦费用被截留、挤占、挪用。根据《土地复垦条例》的规定，土地复垦义务人应当将土地复垦费用列入生产成本或者建设项目总投资，土地复垦费用使用情况接受自然资源主管部门的监督。为了切实落实土地复垦工作，土地复垦义务人应按照土地复垦方案提取相应的复垦费用，专项用于损毁土地的复垦。同时，应有相应的费用保障措施，督促土地复垦义务人按照土地复垦方案安排、管理、使用土地复垦费用。根据《中华人民共和国土地管理法》、《中华人民共和国合同法》、《土地复垦条例》和其他相关法律法规的规定，为落实土地复垦费用，保障土地复垦的顺利开展，土地复垦义务人（乙方）、自然资源主管部门（甲方）和银行（丙方）三方，或土地复垦义务人（乙方）、自然资源主管部门（甲方）双方应本着平等、自愿、诚实信用的原则，签订《土地复垦费用监管协议》。

（1）资金来源“谁损毁，谁复垦”是法律明确基本规定的责任和义务，矿山企业作为复垦义务人承诺本矿山的土地复垦资金由矿山企业全部承担，土地复垦资金从矿山企业成本逐年计提，并确保复垦资金落到实处。本矿从产品销售费用中提取土地复垦专用资金。

（2）费用存储矿山企业应根据《土地复垦费用监管协议》将土地复垦费用存入土地复垦费用专用账户。土地复垦费用账户应按照“企业所有，政府监管，专户存储，专

款专用”的原则进行管理，并应建立土地复垦费用专项使用的具体财务管理制度。土地复垦费用应根据《土地复垦费用监管协议》的约定进行存储，土地复垦费用存储受自然资源主管部门监督，建议按以下规则进行存储：矿山企业依据土地复垦方案及阶段土地复垦计划中确定的费用预存计划，分期将土地复垦费用存入土地复垦费用专用账户，并于每个费用预存计划开始后的 10 个工作日内存入。土地复垦费用存储所产生的利息，可用于抵减下一期应存储的土地复垦费用。不能按期存储土地复垦费用的，须每天按未存储土地复垦费用的万分之一向土地复垦费用共管账户缴纳滞纳金，滞纳金不能用于抵减下一期应存储的土地复垦费用。所有存款凭证提交审计部门审核，审核结果交自然资源主管部门备案。

### （3）资金计提

按照当年的治理和复垦计划、提取矿山地质环境治理恢复基金，从 2024 年开始提取第一笔基金费用，第一年土地复垦费用按照《土地复垦条例实施办法》中第一次预存的数额不得少于土地复垦费用总金额的百分之二十的规定进行提取。同时资金提取遵循“端口前移”原则，提取基金不少于前期治理所需基金，并在采矿结束前（2043 年）足额提取所有基金费。基金提取安排见表 9-1。

**表9-1 基金提取安排表**

| 年份   | 计提费用（万元） | 占总费有比例（%） |
|------|----------|-----------|
| 2024 | 393.46   | 21.03     |
| 2025 | 264.54   | 14.14     |
| 2026 | 264.54   | 14.14     |
| 2027 | 73.49    | 3.93      |
| 2028 | 73.49    | 3.93      |
| 2029 | 32.87    | 1.76      |
| 2030 | 32.87    | 1.76      |
| 2031 | 32.87    | 1.76      |
| 2032 | 32.87    | 1.76      |
| 2033 | 32.87    | 1.76      |
| 2034 | 32.87    | 1.76      |
| 2035 | 32.87    | 1.76      |
| 2036 | 32.87    | 1.76      |
| 2037 | 32.87    | 1.76      |
| 2038 | 32.87    | 1.76      |
| 2039 | 32.87    | 1.76      |
| 2040 | 32.87    | 1.76      |
| 2041 | 379.83   | 20.30     |
| 2042 | 13.55    | 0.72      |
| 2043 | 13.55    | 0.72      |
| 合计   | 1870.84  | 100.00    |

#### (4) 费用使用与管理

土地复垦费用由土地复垦施工单位用于复垦工作，由甘肃加鑫矿业有限公司以地南铜金矿的土地复垦管理机构具体管理，受自然资源主管部门的监督。建议按以下方式使用与管理土地复垦费用：

①资金拨付由施工单位根据复垦工程进度向土地复垦管理机构提出申请，经审查签字后，报财务审批。每次提取复垦资金超过两万，或每月提取复垦资金超过十万，土地复垦管理机构应取得自然资源主管部门的同意。

②施工单位每年年底，根据土地复垦实施规划和年度计划，做出下一年度的复垦资金使用预算。土地复垦管理机构对复垦资金使用预算进行审核，并报自然资源主管部门审查备案。

③资金使用中各科目实际支出与预算金额间相差超过 20%的，需向土地复垦管理机构提交书面申请，经主管领导审核同意后方可使用。

④施工单位按期填写复垦资金使用情况报表，对每一笔复垦资金的用途均应有详细明确的记录。复垦资金使用情况报表按期提交土地复垦管理机构审核备案。

⑤每年年底，施工单位需提供年度复垦资金预算执行情况报告。土地复垦管理机构审核后，报自然资源主管部门备案。

⑥每一复垦阶段结束前，土地复垦管理机构提出申请，自然资源主管部门组织对阶段土地复垦实施效果进行验收，并对土地复垦资金使用情况进行审核，同时对复垦账户的资金进行清算。在复垦效果和复垦资金审核通过的基础上，账户剩余资金直接滚动计入下阶段复垦。

⑦矿山企业应按照土地复垦方案和阶段土地复垦计划完成全部复垦任务后向自然资源主管部门提出最终验收申请。验收合格后，可向自然资源主管部门申请从土地复垦费用共管账户中支取结余费用的 80%。其余费用应在自然资源主管部门会同有关部门在最终验收合格后方可取出。

⑧对监用、挪用复垦资金的，追究当事人、相关责任人的责任，给予相应的行政、经济、刑事处罚。

(5) 资金审计由当地自然资源局和审计局对项目区土地复垦专项资金进行监督和审计。当地自然资源局相关人员将定期对复垦资金进行检查验收，确保每笔复垦资金落到实处，真正用在土地复垦工程上。对滥用、挪用资金的，坚决追究当事人、相关责任人的责任，并给予相应的行政、经济以及刑事处罚。

对本项目复垦资金进行严格控制与审查，一是对资金来源是否足额进行审查；二是对资金管理进行审查；三是对使用的用途、使用范围、效果等情况进行审查。自然资源管理部门和审计部门要定期和不定期地对资金的运作进行审计监督，资金的统筹安排，作为“三同时”工程进行验收。审查的组成单位由自然资源、财政、审计、建设、环保、水利等部门组成。总之，保证建设资金及时足额到位，保障土地复垦工作顺利进行。土地复垦实施竣工验收时，建设单位应就土地复垦投资估算调整情况、分年度安排投资、资金到位情况和经费支出情况写出总结报主管部门和监督部门审计审查备案。若投资规模不够，不能按设计方案进行土地复垦，主管部门和监督机构应督促业主单位按原复垦计划追加投资。对滥用、挪用复垦资金的追究当事人和相关责任人的责任，给予相应的行政、经济、责任，以至于刑事责任。当地自然资源局将加强对复垦项目区土地复垦专项资金的审计，确保以下几点：

- ①确定资金的内部控制制度存在、有效并一贯被执行；
- ②确定会计报表所列金额真实；
- ③确定资金的会计记录正确无误，金额正确，计量无误，明细账和总账一致，是否有被贪污或挪用现象；
- ④确定资金的收支真实，货币计价正确；
- ⑤确定资金在会计报表上的揭露恰当。

#### 9.4 监管保障

经批准后的矿山地质环境保护与土地复垦方案不得擅自更改。矿山地质环境保护与土地复垦方案有重大变更的，公司需向当地主管部门申请。自然资源局有权依法对矿山地质环境保护与土地复垦方案实施情况进行监督管理。甘肃加鑫矿业有限公司作为地质环境保护与土地复垦义务人应强化土地复垦施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与当地自然资源局取得联系，加强与当地主管部门的合作，自觉接受监督管理。

为保障自然资源局实施土地复垦监管工作，矿山应当根据矿山地质环境保护与土地复垦方案、编制并实施阶段地质环境问题预防治理与土地复垦计划和年度地质环境问题预防治理与土地复垦实施计划，定期报告当年复垦情况，接受自然资源局对复垦实施情况的监督检查，接受社会对地质环境保护与土地复垦实施情况监督。

自然资源主管部门在监管中发现地质环境保护与土地复垦义务人不履行复垦义务的，按照有关法律法规和政策文件的规定进行处罚。

#### 9.5 效益分析

### 一、经济效益

根据开发利用方案，甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿矿山年生产规模为  $50.0 \times 10^4 \text{t/a}$ 。项目达产年平均销售收入为 31908.98 万元，达产年年总利润为 7523.75 万元，税后利润为 5642.81 万元。

矿山服务期限约 17 年（含基建期 3 年），税后总利润 67738.99 万元。地质灾害治理及土地复垦静态投资总额为 1870.18 万元，仅占税后总利润的 2.76%。经济上可行。

### 二、环境效益

通过对矿山现状地质环境问题与开采产生的地质环境问题采取相应预防工程措施和恢复治理工程措施进行矿山地质环境恢复治理，可以防止地质灾害对矿山开采活动可能造成的危害，基本恢复矿山土地资源、地形地貌景观，最大程度减轻采矿对区内地质环境的影响，实现资源开发与地质环境保护和谐发展的目标，环境效益显著。

### 三、社会效益

矿山地质环境保护与土地复垦不仅有效保护和恢复矿山地质生态环境，减少了因矿业活动引起的水土流失，也起到有效防治因矿业活动引发的环境问题和地质灾害隐患。同时，对矿山环境实施治理及对因矿业活动影响的土地进行复垦也是采矿权人的责任，是国家保护土地资源和矿山地质环境治理政策、法规实施的必然要求，矿山地质环境保护与土地复垦将有利于推进政策、法规的全面落实，对甘南州矿山地质环境改善起到良好的促进作用，保护矿区土地资源，有利于当地矿业经济及生态环境和谐、持续发展。

## 9.6 公众参与

公众参与可以使公众了解项目建设可能带来的土地资源、生态环境损毁等问题，增加公众对地质环境保护与土地复垦工作的认同感。有助于减少地质环境保护与土地复垦规划失误，增加规划的合理性。同时对地质环境保护与土地复垦工作的实施及其实施的质量、实施的效果等有效的起到监督作用。

### 一、公众参与的环节与内容

公众参与包括了全程参与和全面参与。公众参与的环节包括方案编制前期、方案编制期间、方案实施过程中、地质环境恢复工程与土地复垦竣工验收阶段等。参与对象包括土地权利人、行政主管部门、复垦义务人以及其他社会个人或者团体。参与内容包括地质环境保护与治理恢复工程的落实与实际效益、土地复垦的方向及复垦标准、复垦工程技术措施与适宜物种等。

### 二、方案编制前的公众参与

矿山地质环境保护与土地复垦方案编制前的公众参与为方案编制前实行。针对矿产、土地等相关政府部门、土地权利人等。公众参与调查主要采取访谈的方式，通过访谈内容及收集的相关资料初步确定复垦区拟采取的复垦设计方向。具体内容包括：查阅矿山提供基础资料，访谈当地周边居民，了解项目区自然条件，重点是地形、地貌、土壤和植被、当地的种植习惯，以及项目所在地经济情况；查阅当地土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，访谈规划、土地等政府部门，确定其对本方案待复垦区域规划用途；参考矿山已有的土地复垦内容分析以及对该矿工作人员的走访，确定对项目区土地复垦工作的安排和复垦用途的确定。

### 三、方案编制期间的公众参与

方案编制过程中，为使评价工作更具民主化、公众化，遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见，鉴于该矿复垦的特点，此次参与主要有当地群众访问、相关政府部门意见收集。

### 四、方案实施过程中公众参与

方案实施中、矿山地质环境保护与土地复垦效果监测等方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的复垦技术，积极宣传地质环境保护与土地复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，需要制定包括张贴公告、散发传单、走访以及充分利用网络、电话等段，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。努力扩大宣传范围，让更广泛的群众加入到公众参与中来。在政府相关职能部门方面，除继续走访项目区内自然资源部门外，还应加大和扩大重点职能部门的参与力度，如环保局等。在媒体监督方面，应加强与当地媒体的沟通，邀请他们积极参与进来，加大对地质环境保护与土地复垦措施落实情况的报道（如落实不到位更应坚决予以曝光），形成全社会共同监督参与的机制。

1. 地质环境保护与土地复垦实施前根据本方案确定的地质环境保护与土地复垦时序安排，在每年制订地质环境保护与土地复垦实施方案时进行一次参与式公众调查，主要是对地质环境问题处置、损毁土地面积、损毁程度和临时土地保护措施实施效果进行调查。

#### 2. 地质环境保护与土地复垦实施中

地质环境保护与土地复垦实施过程中每年进行一次参与式公众调查，主要是对地质

### 3. 地质环境与土地复垦监测与竣工验收

地质环境与土地复垦监测结果应每年向公众公布一次，对公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。邀请当地相关政府部门、专家和群众代表进行验收，确保验收工作公平、公正和公开。

## 10 结论与建议

### 10.1 结论

1. 甘肃加鑫矿业有限公司甘肃省合作市以地南铜金矿为新建矿山，根据《划定矿区范围批复》（甘采证划字[2023]0007号），采矿权范围由8个拐点组成，面积为 $5.21\text{km}^2$ 。开采深度3400m~2040m标高。采用地下开采，设计生产规模为 $50\times 10^4\text{t/a}$ ，属大型矿山。

2. 矿山设计利用矿石量 $675.25\times 10^4\text{t}$ ，服务年限为17年（包含基建期3年）。闭坑后考虑矿山地质环境恢复治理和土地复垦施工期限1年，管护期2年。最终确定本方案服务年限为17年+1年+2年=20年。方案编制基准年为2024年。

考虑到矿山服务年限较长，因此本方案将其划分为近期5年（2024年~2028年）和中远期15年（2029年~2043年）。同时今后每5年对本方案进行一次修订。若矿山扩大开采规模、变更矿区范围或开采方式时，应当重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

#### 3. 矿山地质环境影响与土地毁损评估

##### （1）矿山地质环境影响评估

以地南铜金矿矿山地质环境条件复杂程度属于“中等”类型，矿山生产建设规模为“大型”，评估区重要程度属“较重要区”。对照《技术要求》附录A，确定矿山地质环境影响评估级别为“一级”。

矿区地质灾害现状与预测：现状条件下X1、X2斜坡稳定性较差，规模较小，发生的可能性较大，造成的损失较轻，综合判断不稳定边坡X1、X2对矿山地质环境影响程度为**较严重**。

本项目为新建矿山，根据开发利用方案，拟建工程主要有采矿工业场地、南回风井工业场地、选矿工业场地、尾矿库、生活办公区、水源地及其他辅助设施等，由于各场地选址区域相对平坦，且无大规模填挖活动，预测由此引发的滑坡、泥石流等地质灾害的可能性较低，对矿山地质环境影响程度**较轻**。

预测尾矿库发生滑坡、泥石流等地质灾害的可能性较小，矿山生产过程中，采出的废石为石英闪长岩，属优质的砂石骨料，除部分回填采空区外，其他废石由胶带运输至废石仓，由铲车装至汽车运输至附近砂石料加工厂销售，矿山不设置废石场；预测矿山在服务期内形成的地面塌陷地质灾害发生地质灾害的规模为中型、变形程度小，可

能造成直接经济损失及危害程度较小，但发生塌陷地质灾害的可能性小，综合判定预计矿山开采活动引发的地面塌陷地质灾害对矿山地质环境的影响程度为**严重**。

矿区地下含水层破坏现状分析与预测：矿井正常涌水量小于  $3000\text{m}^3/\text{d}$ ，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，根据《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制规范》附录 E，预测矿山后续开采对地下含水层影响“**较轻**”。

矿区地处青藏高原东部边缘、秦岭山脉西北段，为典型的高原中高山地貌。远离自然保护区、名胜风景区、军事禁区、文物保护区和地质遗迹保护区等敏感区，远离城市周围与主要交通干线。现有人为活动主要为牧民放牧、周边矿山生产及勘探活动。现状评估不稳定斜坡、规划生产区及已有 35KV 变电站对地形地貌景观的影响和破坏程度为**较严重**，探矿竖井、岩芯库、废弃通风口、水源地、废弃选矿厂、废弃选矿厂宿舍及矿区道路对地形地貌景观的影响和破坏程度为**较轻**。

预测新建尾矿库、地表塌陷区对矿山地形地貌景观的影响程度为“**严重**”，采矿工业场地、新建 35KV 变电站对矿山地形地貌景观的影响程度为**较严重**，其他其他建设活动对矿山地形地貌景观的影响程度为**较轻**。

## （2）矿山土地损毁现状与预测评估

以地南铜金矿为新建矿山，在企业入驻前及探矿期间，形成探坑 1 处，施工钻孔 65 个（ $43393.42\text{m}$ ），探槽 24 个（共计  $4500\text{m}^3$ ），渣堆 11 处，探矿竖井计 1 处，大小房屋建筑 2 处，废弃通风口 1 处，岩芯库 1 处，简易道路  $9\text{km}$ 。

根据现场调查，目前各探槽已全部采用废石回填，渣堆已全部治理完毕，钻孔平台已全部封孔平整，已有建筑拆除并治理了 2 处。除上述区域外，其余已损毁土地均未进行治理与复垦。未整治区域土地损毁类型主要为压占损毁，已损毁土地面积合计  $13.894\text{hm}^2$ ，其中天然牧草地  $0.653\text{hm}^2$ ，乔木林地  $0.511\text{hm}^2$ ，采矿用地  $3.683\text{hm}^2$ ，公路用地  $1.718\text{hm}^2$ ，坑塘水面  $0.035\text{hm}^2$ ，农村道路  $7.294\text{hm}^2$ 。规划生产区及矿区道路对土地的损毁程度为中度，其余各单元对土地的损毁程度为**轻度**。

矿区拟损毁土地单元主要为尾矿库、地表塌陷区、采矿工业场地（包含充填站）、南回风井工业场地、生活办公区、水源地、采矿高位水池及新建道路，拟损毁土地共  $124.738\text{hm}^2$ ，其中天然牧草地  $61.678\text{hm}^2$ ，灌木林地  $39.253\text{hm}^2$ ，采矿用地  $19.47\text{hm}^2$ ，乔木林地  $3.973\text{hm}^2$ ，其他林地  $0.403\text{hm}^2$ ，旱地  $0.105\text{hm}^2$ 。

其中尾矿库、地表塌陷区对土地的损毁程度为**重度**，新建矿区道路对土地的损毁程

度为**中度**，其余各单元对土地的损毁程度均为**轻度**。

### (3) 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

本矿山地质环境治理划分为矿山地质环境重点防治区、次重点防治区和一般防治区三个区，重点防治区面积  $122.22\text{hm}^2$ ，次重点防治区面积  $4.915\text{hm}^2$ ，一般防治区面积  $768.995\text{hm}^2$ 。

复垦责任范围为复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。矿区地处甘南牧区，矿山道路、生活办公区、水源地及新建 35KV 变电站均可由当地群众使用，生活办公区内各建构筑物在闭坑后移交给当地居民用作仓库等；此外，由于地面塌陷的主要形式为塌陷裂缝，针对塌陷裂缝，仅在矿山地质环境恢复治理中进行裂缝夯填，不再单独进行复垦。复垦区域为现状规划生产区、采矿工业场地、南回风井工业场地、废弃选矿厂及宿舍、现有 35KV 变电站、尾矿库、水源地、岩芯库、高位水池，其中矿山现有 35KV 变电站搬迁后即进行复垦治理。

矿山复垦区域总面积  $51.961\text{hm}^2$ ，其中天然牧草地  $46.703\text{hm}^2$ ，采矿用地  $4.397\text{hm}^2$ ，乔木林地  $0.641\text{hm}^2$ ，灌木林地  $0.22\text{hm}^2$ 。复垦范围与复垦责任范围相同，土地复垦率为 100%。

(4) 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析认为，矿山地质环境预防治理措施与土地复垦方案技术成熟、操作性强、经济可靠、具有一定的生态协调性，措施、方案可行。

(5) 对矿山现状和开采引发的地质环境、土地复垦问题采取工程措施预防、地质环境与土地复垦监测、环境保护及闭坑恢复的措施进行矿山地质环境保护与土地复垦。

本项目矿山地质环境保护与土地复垦总的静态投资估算额为 1870.18 万元。其中近期地质环境保护工程投资 870.36 万元，中远期地质环境保护工程投资 364.83 万元，土地复垦工程静态投资 634.83 万元。项目静态投资总额 1870.18 万元，根据开发利用方案，项目达产年平均销售收入为 31832.30 万元，达产年年总利润为 6776.68 万元，税后利润为 5082.51 万元，矿山服务期限约 17 年（含基建期 3 年），税后总利润 67738.99 万元。地质灾害治理及土地复垦费用为 1870.18 万元，仅占税后总利润的 2.76%，经济上可行。

## 10.2 存在的问题及建议

1. 本方案是依据矿权范围内探明的可采储量计算的服务年限，并在现有的开发方式进行分析的，若将来允许矿山扩大开采深度，开发利用方案发生变动，应修订或重新编

制治理方案。

2. 矿山开采设计和生产过程中，应加强安全监测和环境保护。

3. 本次矿山地质环境保护与治理恢复方案不代替治理工程施工设计方案，建议矿山在治理时进行治理工程施工设计方案的编制。

矿山地质环境现状调查表

|                      |                         |                     |        |                                         |                             |                  |                                           |                     |                        |                                        |                     |         |                     |                        |
|----------------------|-------------------------|---------------------|--------|-----------------------------------------|-----------------------------|------------------|-------------------------------------------|---------------------|------------------------|----------------------------------------|---------------------|---------|---------------------|------------------------|
| 矿山<br>基本<br>概况       | 企业名称                    | 甘肃加鑫矿业有限公司          |        |                                         |                             | 通讯地址             | 甘肃省甘南州合作市卡加道乡老豆村                          |                     |                        |                                        | 邮编                  | 747000  | 法人代表                | 王广有                    |
|                      | 电话                      | 13467952738         | 传真     |                                         | 坐标                          | 东经*****, 北纬***** |                                           |                     |                        | 矿类                                     | 金属矿                 | 矿种      | 金                   |                        |
|                      | 企业规模                    |                     | 200人   |                                         | 设计生产能力(10 <sup>4</sup> t/a) |                  | 50                                        |                     | 设计服务年限                 |                                        | 17a（含基建期3a）         |         |                     |                        |
|                      | 经济类型                    |                     | 有限责任公司 |                                         |                             |                  |                                           |                     |                        |                                        |                     |         |                     |                        |
|                      | 矿山面积(km <sup>2</sup> )  |                     | 5.21   |                                         | 实际生产能力(10 <sup>4</sup> t/a) |                  | /                                         |                     | 已服务年限                  |                                        | /                   | 开采深度(m) | 3400~2040m          |                        |
|                      | 建矿时间                    |                     | /      |                                         | 生产现状                        |                  | /                                         |                     | 采空区面积(m <sup>2</sup> ) |                                        | 无                   |         |                     |                        |
|                      |                         |                     |        |                                         | 采矿方式                        |                  | 地下开采                                      |                     | 开采层位                   |                                        | /                   |         |                     |                        |
| 采矿<br>占用<br>破坏<br>土地 | 规划生产区                   |                     |        | 废弃选矿厂及宿舍                                |                             |                  | 已有35KV变电站                                 |                     |                        | 道路及前期探矿                                |                     |         | 总计                  | 已治理面积(m <sup>2</sup> ) |
|                      | 数量(个)                   | 面积(m <sup>2</sup> ) |        | 数量(个)                                   | 面积(m <sup>2</sup> )         |                  | 数量(个)                                     | 面积(m <sup>2</sup> ) |                        | 数量/个                                   | 面积(m <sup>2</sup> ) |         | 面积(m <sup>2</sup> ) |                        |
|                      | 1                       | 42000               |        | 1                                       | 1520                        |                  | 1                                         | 3840                |                        | 5                                      | 3840                |         | 0                   |                        |
|                      | 占用土地情况(m <sup>2</sup> ) |                     |        | 占用土地情况(m <sup>2</sup> )                 |                             |                  | 占用土地情况(m <sup>2</sup> )                   |                     |                        | 破坏土地情况(m <sup>2</sup> )                |                     |         |                     |                        |
|                      | 耕地                      | 基本农田                | 0      | 耕地                                      | 基本农田                        | 0                | 耕地                                        | 基本农田                | 0                      | 耕地                                     | 基本农田                | 0       | 0                   |                        |
|                      |                         | 其它耕地                | 0      |                                         | 其它耕地                        | 0                |                                           | 其它耕地                | 0                      |                                        | 0                   |         |                     |                        |
|                      |                         | 小计                  | 0      |                                         | 小计                          | 0                |                                           | 小计                  | 0                      |                                        | 小计                  | 0       | 0                   |                        |
|                      | 林地                      |                     | 5110   | 林地                                      |                             | 0                | 林地                                        |                     | 0                      | 林地                                     |                     | 0       | 5110                |                        |
|                      | 其它土地                    |                     | 36890  | 其它土地                                    |                             | 1520             | 其它土地                                      |                     | 3840                   | 其它土地                                   |                     | 72940   | 133830              |                        |
|                      | 合计                      |                     | 42000  | 合计                                      |                             | 1520             | 合计                                        |                     | 3840                   | 合计                                     |                     | 72940   | 138940              |                        |
| 采矿固<br>体废弃<br>物排放    | 类型                      |                     |        | 年排放量(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a) |                             |                  | 年综合利用量(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> /a) |                     |                        | 累计积存量(10 <sup>4</sup> m <sup>3</sup> ) |                     |         | 主要利用方式              |                        |
|                      | 废石（土）                   |                     |        |                                         |                             |                  | 0                                         |                     |                        |                                        |                     |         |                     |                        |
|                      | 煤矸石                     |                     |        |                                         |                             |                  | 0                                         |                     |                        |                                        |                     |         | -                   |                        |
|                      | 合计                      |                     |        |                                         |                             |                  | 0                                         |                     |                        |                                        |                     |         |                     |                        |



LERINM

矿山地质环境现状调查表（续）

| 含水层破坏情况           | 影响含水层的类型     |      | 区域含水层遭受影响或破坏的面积(km²) | 地下水位最大下降幅度(m) | 含水层被疏干的面积(m²) | 受影响的对象  |         |         |         |         |          |            |          |          |   |
|-------------------|--------------|------|----------------------|---------------|---------------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|------------|----------|----------|---|
|                   | 基岩裂隙水和断裂带裂隙水 |      | -                    | -             | -             | -       |         |         |         |         |          |            |          |          |   |
| 地形地貌景观破坏          | 破坏的地形地貌景观类型  |      | 被破坏的面积(m²)           |               | 破坏程度          | 修复的难易程度 |         |         |         |         |          |            |          |          |   |
|                   | 中低山区         |      | 138940               |               | 中等            | 中等      |         |         |         |         |          |            |          |          |   |
| 采矿引起的崩塌、滑坡、泥石流等情况 | 种类           | 发生时间 | 发生地点                 | 规模            | 影响范围(m²)      | 体积(m³)  | 危害      |         |         |         | 发生原因     | 防治情况       | 治理面积(m²) |          |   |
|                   | -            | -    | -                    | -             | 0             | 0       | 0       | 死亡人数(人) | 受伤人数(人) | 破坏房屋(间) | 毁坏土地(m²) | 直接经济损失(万元) | 0        |          |   |
|                   | -            | -    | -                    | -             | 0             | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        | 0          | 0        |          |   |
|                   | -            | -    | -                    | -             | 0             | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        | 0          | 0        |          |   |
|                   | -            | -    | -                    | -             | 0             | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        | 0          | 0        |          |   |
| 采矿引起的面塌陷情况        | 发生时间         | 发生地点 | 规模                   | 塌陷坑(个)        | 影响范围(m²)      | 最大长度(m) | 最大深度(m) | 危害      |         |         |          | 发生原因       | 防治情况     | 治理面积(m²) |   |
|                   | -            | -    | -                    | 0             | 0             | 0       | 0       | 死亡人数(人) | 受伤人数(人) | 破坏房屋(间) | 毁坏土地(m²) | 直接经济损失(万元) | -        | -        | 0 |
|                   | -            | -    | -                    | 0             | 0             | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        | 0          | -        | -        | 0 |
|                   | -            | -    | -                    | 0             | 0             | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        | 0          | -        | -        | 0 |
|                   | -            | -    | -                    | 0             | 0             | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        | 0          | -        | -        | 0 |
| 采矿引起的地裂缝情况        | 发生时间         | 发生地点 | 数量(个)                | 最大长度(m)       | 最大宽度(m)       | 最大深度(m) | 走向      | 危害      |         |         |          | 发生原因       | 防治情况     | 治理面积(m²) |   |
|                   | -            | -    | 0                    | 0             | 0             | 0       | 0       | 死亡人数(人) | 受伤人数(人) | 破坏房屋(间) | 毁坏土地(m²) | 直接经济损失(万元) | -        | -        | 0 |
|                   | -            | -    | 0                    | 0             | 0             | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        | 0          | -        | -        | 0 |
|                   | -            | -    | 0                    | 0             | 0             | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        | 0          | -        | -        | 0 |
|                   | -            | -    | 0                    | 0             | 0             | 0       | 0       | 0       | 0       | 0       | 0        | 0          | -        | -        | 0 |

填表单位：甘肃加鑫矿业有限公司

填表日期：2023年4月15日

填表人：刘友龙