# 合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿
# 矿产资源开发与恢复治理方案

申报单位：合作市合力矿业有限责任公司

二〇二二年八月

# 合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿
# 矿产资源开发与恢复治理方案

申报单位：合作市合力矿业有限责任公司

法人代表：徐小明

总工程师：李金春

编制单位：甘肃睿创地质生态工程有限公司

法　　人：宋旭东

项目负责人：李辉东

编写人员：李辉东　陈怀伟　宋旭东　杜志良

邓晓平　李荣富　张 伟

编制时间：二〇二二年八月

# 第一部分

# 矿产资源开发利用方案

合作市合力矿业有限责任公司

二〇二二年八月

# 目　录


1　概 述 ..... 1
1.1 项目概况 ..... 1
1.2 矿区地理位置、交通 ..... 2
1.3 自然地理与经济概况 ..... 3
1.4 矿山隶属关系及采矿权范围 ..... 4
1.5 矿山现状 ..... 4
1.6 周边矿业权及保护区设置情况 ..... 5
1.7 编制依据和原则 ..... 5
2　矿产品需求现状和预测 ..... 7
2.1 黄金需求现状及预测 ..... 7
2.2 本次设计价格确定 ..... 17
3　矿产资源概况 ..... 18
3.1 矿区总体概况 ..... 18
3.2 矿区及矿产地质概况 ..... 18
3.3　矿床水文地质及开采技术条件 ..... 26
3.4　矿床地质勘查工作评述 ..... 33
3.5 矿产资源/储量 ..... 35
3.6　本设计与矿区总体开发的关系 ..... 39
4.1 开采方案 ..... 40
4.2 矿山工作制度 ..... 40
4.3 建设规模 ..... 41
4.4 产品方案 ..... 42
4.5 开拓运输方案 ..... 42
4.6 厂址方案 ..... 43
4.7 防排水方案 ..... 44
4.8 矿区供水方案 ..... 45
4.9 矿区供电方案 ..... 45
5　矿 床 开 采 ..... 46
5.1 开采顺序和首采地段 ..... 46
5.2 移动带范围 ..... 46
5.3 采矿方法 ..... 46
5.4 矿山生产能力验证 ..... 50
5.5 矿山服务年限 ..... 51
5.6 开拓运输系统 ..... 52
5.7 矿井通风系统 ..... 55
5.8 排水系统 ..... 56
5.9 基建井巷工程量、三级矿量及保有期 ..... 56
6　选矿及尾矿设施 ..... 57
6.1 设计依据 ..... 57
6.2 原矿性质 ..... 57

6.3 选矿试验研究及评价 ..... 59
6.4 设计流程及指标 ..... 60
6.5 尾矿设施 ..... 62
6.6 存在问题及建议 ..... 63
7 环境保护、水土保持与复垦 ..... 64
7.1 设计环保标准 ..... 64
7.2 矿山主要污染物及治理措施 ..... 65
7.3 水土保持与复垦 ..... 67
7.4 绿色矿山建设 ..... 69
7.5 环境影响评述 ..... 72
8 劳动安全与卫生 ..... 73
8.1 工程概述 ..... 73
8.2 设计依据 ..... 73
8.3 矿区地质环境对安全的影响 ..... 73
8.4 其它自然条件对安全的影响 ..... 74
8.5 矿床开采安全评述 ..... 75
8.6 机电和其它 ..... 78
8.7 矿山透水安全治理措施 ..... 79
8.8 预防矿山火灾和水灾 ..... 79
8.9 井下安全避险六大系统 ..... 79
8.10 工业卫生 ..... 80
8.11 矿山安全救护及管理 ..... 81
8.12 安全与工业卫生投资 ..... 82
9 经济效益评价 ..... 83
9.1 投资估算 ..... 83
9.2 产品销售及价格 ..... 83
9.3 劳动定员 ..... 84
9.4 成本估算 ..... 84
9.5 销售税金及附加 ..... 85
9.6 项目经济效益预测 ..... 85
9.7 综合技术经济指标 ..... 86
10 开发利用方案简要结论 ..... 88
10.1 设计利用地质资源量 ..... 88
10.2 生产规模及服务年限 ..... 88
10.3 产品方案 ..... 88
10.4 采选方案 ..... 88
10.5 厂址方案 ..... 88
10.6 项目经济效益预测 ..... 89
10.7 存在的主要问题及建议 ..... 89

**附件：**

附件一：《设计委托书》；

附件二：关于《甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告》矿产资源储量评审备案证明，甘国土资储备字[2011]96 号，2011 年 10 月 24 日；

附件三：《甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告》评审意见书，甘国土资储评字（2011）96 号评审意见书，2011 年 8 月 18 日；

附件四：合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿截止 2014 年底固体矿产资源/储量报表；

附件五：营业执照；

附件六：采矿许可证；

附件七：关于合作市合力矿业有限责任公司岗义金矿采矿权延续的协查情况的复函；

附件八：资产负债表。

**附图：**

附图一：矿区地形地质图

附图二：总体布置图

附图三：开拓系统纵投影图

附图四：07 勘探线剖面图

附图五：10 勘探线剖面图

附图六：浅孔留矿法采矿方法图

附图七：分段空场采矿方法图

附图八：选矿工艺流程图

# 1 概 述

## 1.1 项目概况

合作市合力矿业有限责任公司成立于2007年6月18日,公司经营范围为矿山勘查、开发及贵金属加工销售。公司注册资本1500万元，其中上海惠天然投资控股集团有限公司出资1200万元占80%股权，柏兴文(自然人)出资300万元占20%股权。

岗岔金矿位于合作市佐盖曼玛乡岗岔村。历年来有多家地勘单位在本区进行了大量的地质工作，1965～2000年发现了岗岔金矿点综合化探异常；2004-2007年，合作市南方博大矿业有限责任公司与合作市政府签定协议，在该区开展了风险探矿；2007年合作市合力矿业有限责任公司取得该矿探矿权，2007年11月至2008年6月，受合作市合力矿业有限责任公司的委托,甘肃省国土资源规划研究院组织地质技术人员对岗岔一带金矿进行了普查评价工作，并完成了《甘肃省合作市岗岔一带金矿普查报告》，报告经甘肃省矿产资源储量评审中心评审并经甘肃省国土资源厅备案;中国建筑材料工业地质勘查中心甘肃总队于2011年7月提交了《甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告》，矿区范围内控制+推断+潜在矿产资源金矿石量1600422.52t，金金属量5459.0kg，平均品位3.41g/t，报告经甘肃省矿产资源储量评审中心评审并经甘肃省国土资源厅备案，依据甘肃省国土资源厅划定矿区范围批复（甘采证划字（2011）0008 号），2011年9月兰州有色冶金设计研究院有限公司编制了《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿开发利用方案》。2011年11月山东金都工程设计咨询有限公司编制出《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿采选项目可行性研究报告》，开采方式为地下开采，生产规模采矿为5万吨/年。2012年4月18日甘肃省工业和信息化委员会以《关于同意合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿300t/d采选项目开展前期工作的函》(甘工信函[2012]87号）同意项目开展前期工作。2012年10月西北矿冶研究院完成了《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿环境影响报告书》，甘肃省环境保护厅以《甘肃省环境保护厅关于合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿环境影响报告书的批复》（甘环评发[2012]152号）对该项目进行了环境影响评价批复。2012年10月23日合作市合力矿业有限责任公司通过探转采方式获得了岗岔金矿的采矿许可证，证号为C6200002012114110127791，有效期限自2012年11月23日至2022年11月23日，开采矿种为金矿，开采方式为地下开采，生产规模为5万吨/年，但未缴纳采矿权价款。

自2012年11月23日取得采矿证后，于2013年开展建厂前期筹备工作，完成了相关部门各项手续的办理完善及征地、村民补偿费等工作。2014年只对矿山进行了试采工作，共开采矿石量0.36万吨，其他设施如选矿厂、尾矿库等没有建设。由于矿区内历史遗留生态环境问题，2015年度环保部门要求采矿权人开展环境恢复治理工作，在未完成生态环境恢复治理的情况下，不得开展生产活动，为此自2015年度开始公司停止了一切开采活动，并对矿区内历史遗留的生态环境问题进行了恢复治理，通过多年的治理工作，矿山面貌得到实质性的改观。于2020年11月恢复治理工程分别通过了市县级验收州级复核（见附件六），因此，2015年至今岗岔金矿长期处于停产状态。

本次编制开发方案目的：延续采矿许可证。

合作市合力矿业有限责任公司特委托我公司编制《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿产资源开发利用方案》。

## 1.2 矿区地理位置、交通

矿区属合作市佐盖多玛乡辖区，地理坐标为东经103°01′45″－103°04′45″；北纬35°04′45″－35°06′30″。由合作市经合（作）和（政）公路到9km处的地吾尔段为柏油公路，地吾尔到下加门（矿区）为9km的简易公路相通，交通方便（见图1-1）。

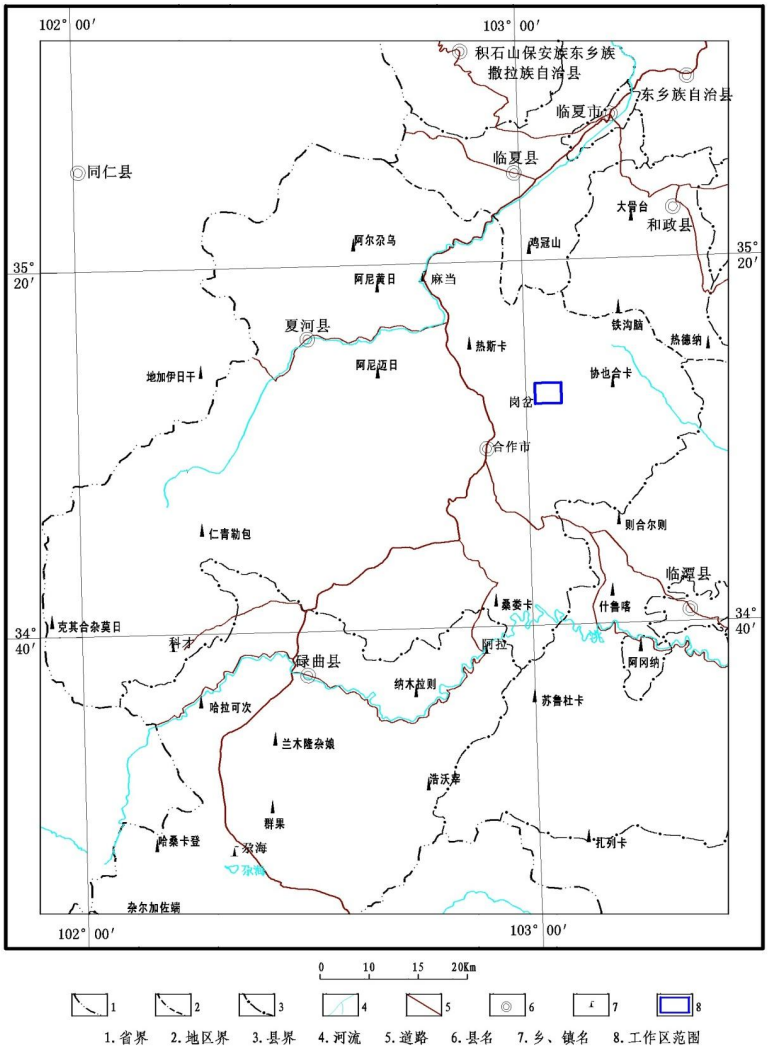



图 1-1　交通位置图

## 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北边缘，属高山草原地貌，海拔 3000-3400m 左右，相对高差近 400m。

矿区属高寒半湿润气候，气候寒冷湿润，年平均气温 2.7℃，一月最低，为-8.7℃，七月最高，为 13.8℃。绝对无霜期只有 40 余天，冬季较长，基本无夏季。该区年平均降水量为 440mm，降雨期每年七个月，7-9 月间降雨量最大，为 130mm 左右，常常阴雨数日，形成巨大山洪，对农田、建筑、交通等方面造成严重危害。降雪期为每年 11 月至翌年 2 月，最大达 24mm。年平均蒸发量为 1231.2mm，为降水量的 2.24 倍。

矿区水系发育，属于黄河水系洮河支流，一般支流均有常年流水，流量受季节和雨量控制，水质较好，可达国家饮用水标准，满足生产、生活需要。

矿区地处秦岭褶皱带，地震活动较频繁，根据《中国地震区划烈度图》，工作区抗震设防烈度为 7 度，基本地震加速度 0.10g。

1.3.2 经济概况

区内居民主要为藏族、汉族，以藏族为主，多集中于村镇和河流两岸，以农业为主，兼作牧业。主要农作物有青稞、蚕豆、油菜籽、碗豆、燕麦等。牧业以牛、羊为主。

甘南藏族自治州为少数民族聚居区，经济比较落后，但矿产资源丰富，从二十世纪九十年代初矿业开发兴起，并形成了少数较为稳定的矿山企业，如合作老豆金矿等一批小型矿山企业，对本地区经济发展起到了重要作用，矿业经济已成为本地区的主要经济支柱型产业。除此之外，工作区周边尚有乳品厂、绒毛厂、皮革厂、地毯厂等工矿企业，有些已停产或半停产，主要生产、生活物资主要依赖外地运入。

## 1.4 矿山隶属关系及采矿权范围

矿山隶属于合作市合力矿业有限责任公司。甘肃省原国土资源厅批复的采矿证范围见表 1-1。

表 1-1　　采矿权范围表

| 拐点号 | 1980 西安坐标系 | | 2000 国家大地坐标系 | | 备　注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | X（m） | Y（m） | X（m） | Y（m） | |
| 1 | | | | | |
| 2 | | | | | |
| 3 | | | | | |
| 4 | | | | | |
| | | | | | |

## 1.5 矿山现状

自 2012 年 11 月 23 日取得采矿证，设计开采方式为地下开采。设计生产规模为 $5\times10^4$t/a，于 2013 年开展建厂前期筹备工作，完成了相关部门各项手续的办理完善及

征地、村民补偿费等工作。2014 年只对矿山进行了试采工作，采用浅孔留矿法在 3250m 中段共开采矿石量 0.36 万吨，其他设施如选矿厂、尾矿库等没有建设。由于矿区内历史遗留生态环境问题，2015 年度环保部门要求立即开展环境恢复治理工作，在未完成生态环境恢复治理的情况下，不得开展生产活动，为此自 2015 年度开始公司停止了一切开采活动，并对矿区内历史遗留的生态环境问题进行了恢复治理，通过多年的治理工作，矿山面貌得到实质性的改观。于 2020 年 11 月恢复治理工程分别通过了县级验收州级复核，因此，2015 年至今岗岔金矿长期处于停产状态。

## 1.6 周边矿业权及保护区设置情况

矿区周边无其他矿业权设置。经合作市自然资源局协查，岗岔金矿矿权范围不在任何保护区范围。

## 1.7 编制依据和原则

1.7.1 编制依据和基础资料

（1）《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿产资源开发利用方案》设计委托书；

（2）甘肃省国土资源厅“甘采证划字[2011]0008 号”文《甘肃省国土资源厅划定矿区范围批复》；

（3）甘肃省国土资源厅“甘国土资储备字[2011]96 号”文《关于〈甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告〉矿产资源储量评审备案证明》；

（4）甘肃省矿产储量评审中心“甘国土资储评字（2011）96 号”文《<甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告>评审意见书》；

（5）《甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告》，中国建筑材料工业地质勘查中心甘肃总队，2011 年 7 月；

（6）《采矿许可证》，甘肃省国土资源厅，2011 年 3 月 22 日；

（7）《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿 2014 年度矿山储量年报》，中国建筑材料工业地质勘查中心甘肃总队，2014 年 12 月 10 日；

（8）《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）；

（9）《自然资源部办公厅关于做好矿产资源储量新老分类标准数据转换工作的通知》自然资办函〔2020〕1370 号；

（10）《甘肃省矿产资源总体规划（2021-2025）》；

（11）《矿产地质勘查规范 岩金矿》（DZ/T0205-2020）；

（12）《矿产地质勘查规范 铜、铅、锌、银、镍、钼》（DZ/T0214-2020）；

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

（14）《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）；

（15）《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020）

（16）《绿色矿山建设规范第 2 部分：金属矿》（DB62T 4284.2-2021）；

（17）《甘肃省绿色矿山建设规范地方标准》（DB62/T 4284.1-2021）；

（18）《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020；

（19）《国土资源部关于金矿资源合理开发利用“三率”指标要求（试行）的公告》（2012 年第 29 号）；

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

（21）业主提供的其他资料。

1.7.2 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 黄金需求现状及预测

### 2.1.1 金矿资源储量

#### 2.1.1.1 世界金矿资源概况

根据美国国家地质局2020年1月发布的全球矿产统计数据：截至2019年底全球黄金累计探明储量约为55400t，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9800t，占全球总量的17.69%；南非储量为6000t，占比为10.83%。全球黄金资源储量详见表2-1。

表2-1 全球黄金资源的储量和储量基础单位(t)

| 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 | 9800 | 17.69 | 加纳 | 2000 | 3.61 |
| 南非 | 6000 | 10.83 | 加拿大 | 2000 | 3.61 |
| 俄罗斯 | 5000 | 9.03 | 中国 | 1900 | 3.43 |
| 智利 | 3900 | 7.04 | 乌兹别克斯坦 | 1700 | 3.07 |
| 美国 | 3000 | 5.42 | 墨西哥 | 1400 | 2.53 |
| 印度尼西亚 | 3000 | 5.42 | 巴布亚新几内亚 | 1200 | 2.17 |
| 巴西 | 2400 | 4.33 | 其他 | 10000 | 18.05 |
| 秘鲁 | 2100 | 3.79 | 合计 | 55400 | 100.00 |

#### 2.1.1.2 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。

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。

### 2.1.2 黄金供给及需求分析

#### 2.1.2.1 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，比前一

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。

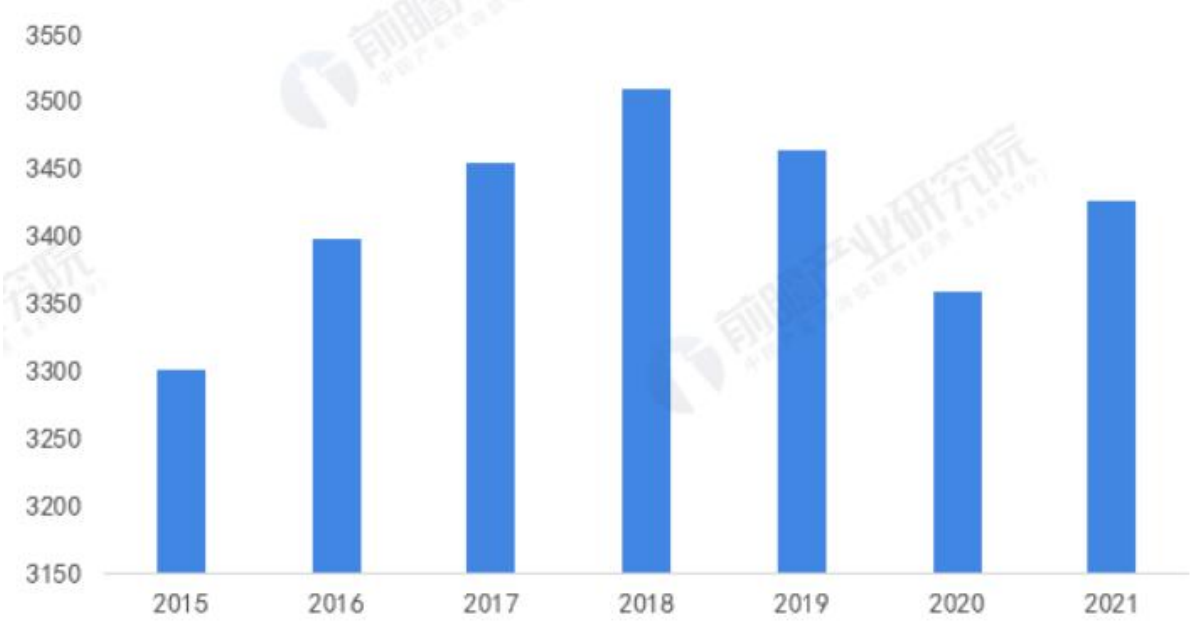



图 2-2　2015-2021 年全球矿产黄金产量（单位：吨）

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。

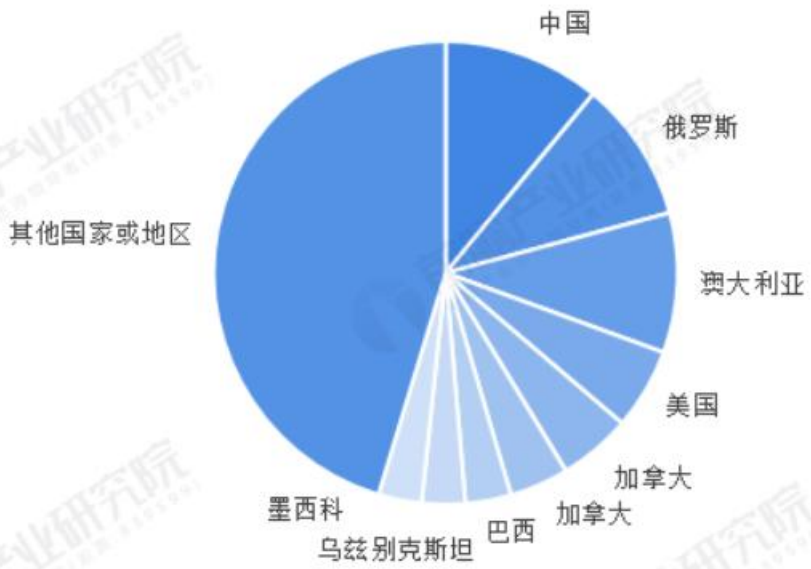



图 2-3　全球黄金生产区域分布

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。

**2.1.2.2 黄金国内外市场需求现状及预测**

从全球黄金消费需求来看，全球黄金消费数量呈现波动变化，整体在 4000 吨左右浮动。2020 年受疫情影响，全年全球黄金消费需求出现大幅下降至 3759.6 吨，为近几年最低值。2021 年则有所回暖，全球黄金消费量 4021 吨。

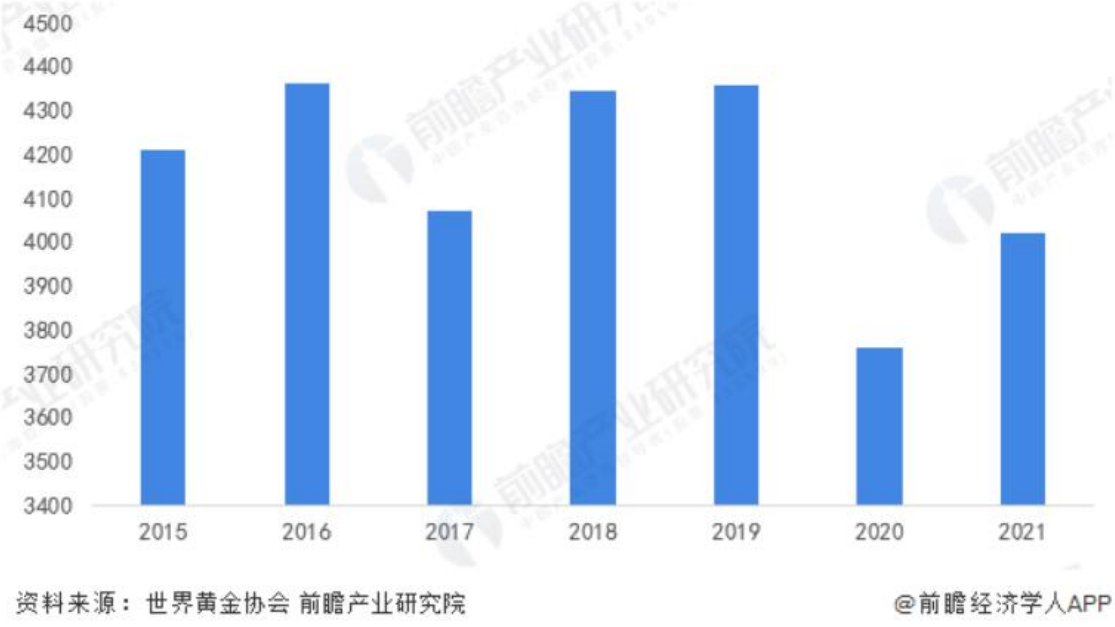



图 2-4　2015 年-2021 年全球黄金需求量（单位：吨）

从具体需求来看，其中，黄金首饰消费量消费需求占比最高达 2220.95 吨，占全球黄金消费比重的 50%以上;金条及金币消费量 1180.37 吨，占比接近 30%。

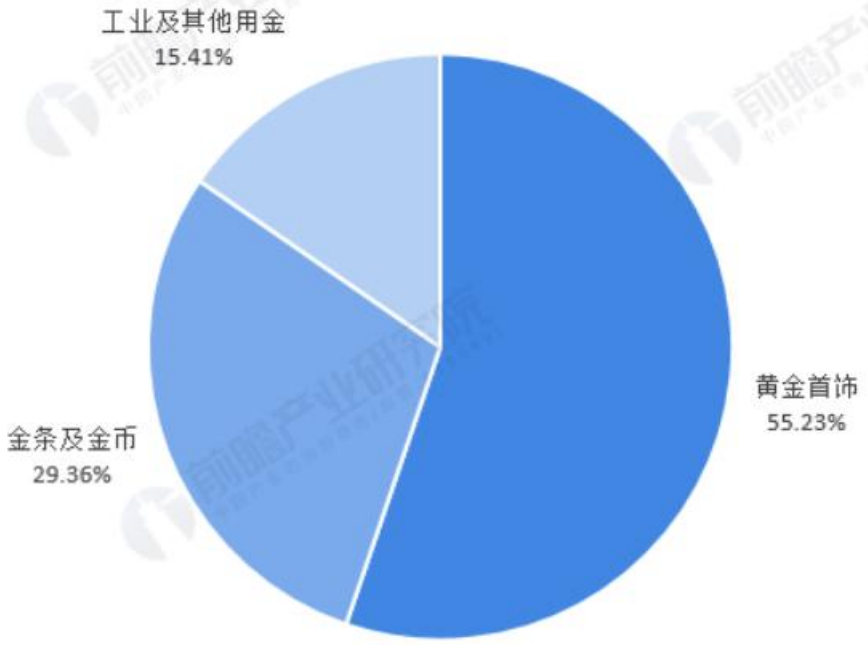



图 2-5　2021 年世界黄金消费需求占比

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。

#### 2.1.2.3 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。

### 2.1.3 黄金价格走势分析

#### 2.1.3.1 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。如果通涨剧烈，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，表现在价格上令金价下跌。

#### 2.1.3.2 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。

（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。

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。

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。

中国黄金价格呈现上升趋势，从 2015 年的 236.68 元/克，上涨至 2020 年的 390 元/克，2021 年中国黄金价格有所下降，价格为 373.66 元/克。2020 年中国黄金价格上涨的原因为黄金的避险属性决定的，疫情问题持续发酵，对全世界的经济生活都有冲击，作为保值的硬通货黄金备受追捧，价格也随之水涨船高。

图 2-6　2015 年-2021 年中国黄金价格变化走势

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。

### 2.1.3.3 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%。

近一年、三年金价走势分别见图 2-7～图 2-8。

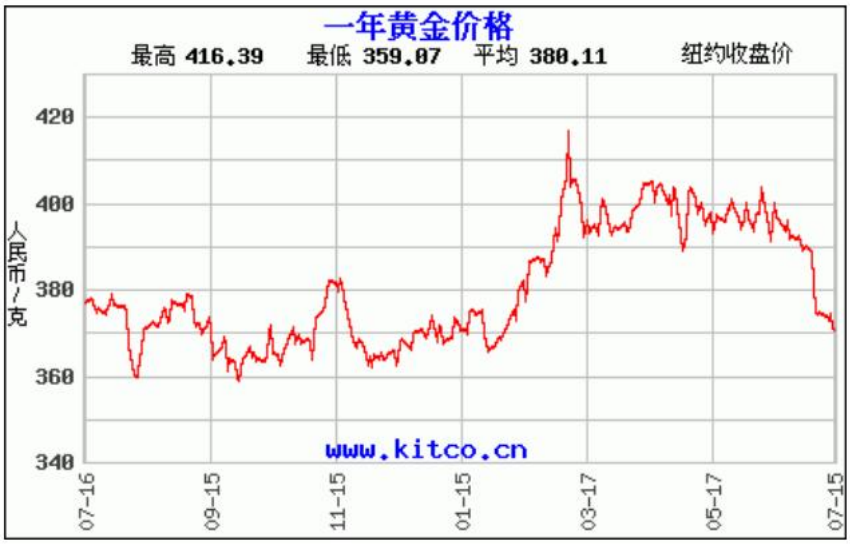



图 2-7　近一年黄金价格走势图

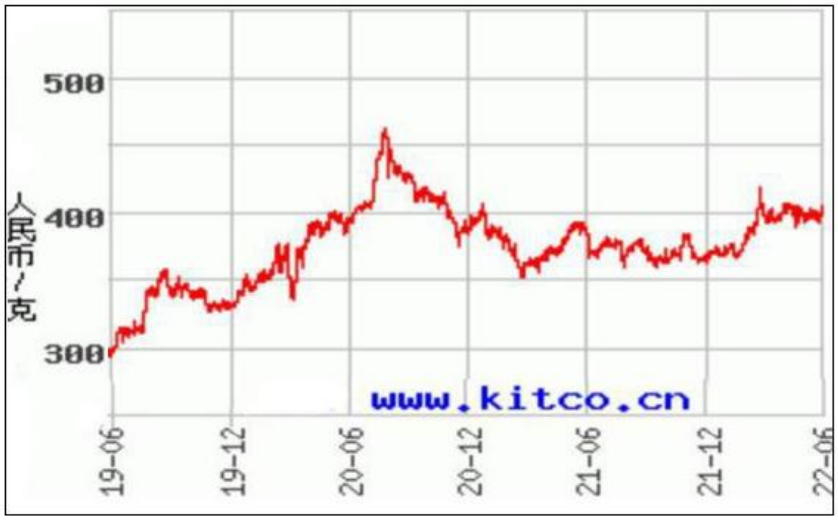



图 2-8 近三年黄金价格走势图

从图 2-7～8 可知：近一年（2021 年 7 月 17 日～2022 年 7 月 15 日）黄金价格最高 416.39 元/g，最低 359.07 元/g，平均 380.11 元/g；三年最高 460.69 元/g，最低 259.59 元/g，平均 375 元/g。

**2 本次设计价格确定**

通过以上分析，本次按照黄金的三年均价计价，即：黄金价格取 375（黄金免征增值税），金精矿价格按 265.13（计价系数按 70.7%）计算，价格为出厂价。

# 3 矿产资源概况

## 3.1 矿区总体概况

根据《甘肃省矿产资源总体规划(2021-2025 年)》，岩金矿山开发属于鼓励开采矿产。

合作市岗岔金矿区位于秦岭造山带碌曲—成县逆冲推覆构造带，矿床处于甘加—冶力关和桑科—合作北西向断裂间北北西向次级断裂中,属陇南—甘南地区铅锌、金、银矿产重要矿产集中勘查开发区，为岩金矿产鼓励勘查和开采区域。

## 3.2 矿区及矿产地质概况

3.2.1 矿区地质概况

3.2.1.1 地层

矿区出露地层有二叠系大关山组(Pdg)，侏罗系郎木寺组（Jlm），新近系甘肃群(NG)和第四系残坡积层（$Qh^{el d}$）、冲洪积层（$Qh^{al p}$）、人工堆积层（$Qh^{s}$）,它们主要分布于洼地及河谷地带。

二叠系大关山组(Pdg)：在本矿区分布较广，为一套变质火山岩夹碎屑岩建造，矿区内可划分 7 个岩性段，从老到新叙述如下：

（1）一岩性段（$Pdg^{1}$）

分布于测区北东部浪尕木嘿—浪尕木吉一带，厚度 514m，其岩性为浅绿色凝灰质板岩夹黑色含炭板岩。

（2）第二岩性段（$Pdg^{2}$）

分布于测区北中部下浪看木一带，厚度 103m，其岩性为浅灰色钙质板岩夹泥质灰岩。

（3）第三岩性段（$Pdg^{3}$）

分布于测区上加门—下浪看木一带，厚度 606m，其岩性为灰白色粉砂质板岩夹灰褐色—黄褐色长石石英砂岩。

（4）第四岩性段（$Pdg^{4}$）

分布于加门可—岗岔沟一带，厚度 131m，其岩性为灰褐色—灰白色石英砂岩。

（5）第五岩性段（$Pdg^{5}$）

分布于测区中西部下看木仓—下加门北一带，厚度 271m，其岩性为灰绿色凝灰质板岩夹砂岩和灰白色硅质条带。

（6）第六岩性段（$Pdg^{6}$）

分布于测区西南部下加门一带，厚度285m，其岩性为灰褐色安山岩、安山岩夹凝灰岩、安山质凝灰岩，是区内主要的含矿地层。北部受构造影响被切割成碎块状，岩层走向向北渐成南北向，岩石片理发育，片理产状基本上与岩层产状一致。

本段以安山岩为主，夹凝灰岩和安山质凝灰岩，岩石在断层发育地段和岩脉接触部位蚀变较强，蚀变安山岩、蚀变凝灰岩，凝灰岩常夹有晶屑、岩屑凝灰岩，金矿化常与蚀变岩有关。

（7）第七岩性段（$Pdg^{7}$）

分布于测区西南部下加门西南一带，厚度320m，其岩性为灰褐色—黄褐色褐铁矿化蚀变凝灰质粉砂岩、凝灰岩夹安山岩，含蚀变岩型金矿。岩石分布不均匀，变化较大，在闪长玢岩接触带附近角岩化较强，片理化发育。

本段以凝灰岩、凝灰质粉砂岩为主，夹安山岩。岩石在断层发育地段和岩脉接触部位蚀变较强，蚀变凝灰岩常有晶屑、岩屑、角砾凝灰岩。金矿化常与蚀变岩有关。

侏罗系郎木寺组（Jlm）：分布于矿区东南部岗岔沟北沿山脊一带，厚度大于580m，其岩性为绿灰、褐灰色英安斑岩，含石英安山岩、安山质火山角砾岩。

新近系甘肃群(NG)：分布于测区大部分地段，主要分布于山顶形成较平缓地貌。甘肃群(NG)与二叠系、侏罗系郎木寺组（Jlm）呈不整合接触关系，岩性为砖红色泥岩（局部含石膏），底部砾岩。

第四系残坡积层（$Qh^{e1d}$）、冲洪积层（$Qh^{a1p}$）、人工堆积层（$Qh^{s}$）：主要分布于下加门和岗岔沟一带的洼地及河谷中，为冲洪积、残坡积、堆积层，主要成分为含粉砂土，少量亚粘土、亚砂土，砂砾石等。

3.2.1.2 构造

测区处于合作—夏河断裂带南侧，由一系列逆冲断层及褶皱构成。矿区岩层总体为一倾向北西西的单斜构造，局部地层由于褶皱构造倾向北东，断裂构造发育，并且与成矿关系密切。

褶皱构造：

（1）加门背斜向斜构造

分布于下加门北大关山组第五岩性段（$Pdg^{5}$）中，表现为一背一向的连续褶皱构造，属宽缓对称褶皱，轴向170°，向北倾覆。

（2）下浪看木背斜向斜构造

分布于下浪看木背北大关山组第二岩性段（$Pdg^{2}$）中，表现为一背一向的连续褶皱

构造，属宽缓对称褶皱，轴向 160°，向北倾覆。

（3）层间紧闭褶皱

主要分布在大关山组第五岩性段（$Pdg^5$）中，表现为连续背斜向斜构造，宽度 20—30m，轴向与地层走向一致。

断裂构造：

（1）看木仓—下加门逆断层（F1）

分布于下看木仓—下加门，上盘为大关山组第五岩性段（$Pdg^5$），下盘为大关山组第六岩性段（$Pdg^6$），断层两侧岩性差别较大，上盘褶皱变形较强，常常开成一些紧闭褶皱。该断层存在约 30-100m 的断层破碎带，地貌显示负地形，在下加门一带由于覆盖层较厚，断层性质不明显。断层走向 125°-150°，倾向北东，倾角 35°-50°，断层在区内长 2.1km。

（2）F2 断层

分布于下加门北西山顶，为右行平移断层。断层在区内长 0.4km，宽 20-30m，断距约 100m，走向 65°。该断层为后期破坏断层，对大关山组第六、七岩性段（$Pdg^6$、$Pdg^7$）接触界线有错动。

（3）F3、F4、F5、F6 断层

分布于大关山组第六、七岩性段（$Pdg^6$、$Pdg^7$）中，断层走向 160°-170°，倾向北东，倾角 35°-55°。断层长 0.2-1.5km，断距一般小于 5m，具有逆断层特征，破碎带宽 20-50m，带内发育蚀变碎裂岩、断层透镜体、断层泥等，与 Au1、Au2、Au3、Au4 金矿体伴生，是区内的主要成矿断层。

（4）F7 断层

分布于大关山组第六岩性段（Pdg6）中，走向 30°，倾向北西，倾角 40°。断层长 0.2km，断距一般小于 5m，具有逆断层特征，与 Au5 金矿体伴生。破碎带宽 20-30m，带内发育蚀变碎裂岩、断层透镜体、断层泥等。

3.2.1.3 岩浆岩

矿区规模较大的侵入岩体主要为吉利岩体的东南部及外接触带，金矿体就分布在该岩体的外接触带。岩体岩性为花岗闪长岩，呈灰白、浅灰色，中细粒半自形粒状结构、斑状结构，块状构造。矿物粒度 0.2-1.5mm，成分为斜长石（40-60%）、钾长石（10-20%）、石英（20-30%）、角闪石（2-10%）、黑云母（5-10%）等。斜长石呈板状或柱状，具钠长石双晶或卡氏双晶，有时具环带构造；角闪石呈柱状或纤维状，为普通角闪石。岩石

具轻微的绢云母化、绿泥石化。

矿区内伴随燕山早期侵入岩的各类岩脉甚为发育，主要为闪长岩脉、闪长玢岩脉、石英闪长玢岩脉、花岗岩脉，少量辉绿岩脉、煌斑岩脉、石英脉等。这些岩脉与燕山早期侵入岩有密切伴生关系，岩脉的侵入及岩浆期后热液活动与区内矿产的形成具有密切的关系，展布方向主要为北北西向。

3.2.1.4 变质作用和围岩蚀变

矿区岩石主要经历了早期的区域变质作用和晚期的热液变质作用。

（1）区域变质作用

由于海西、印支、燕山期区域性的地壳运动，在本区大范围内发生区域变质作用，最典型的代表是在本区内形成板岩、千枚岩等。板岩具变余结构，板状构造，矿物成分基本上没有发生重结晶，板理面上有少量绢云母，绿泥石雏晶晶面显丝绢光泽，依所含杂质与碎屑物的多少，可分为炭质板岩、钙质板岩及砂质板岩，此外还有少量变质砂岩、结晶灰岩等。早期的区域变质作用为低级的埋藏变质作用，变质程度仅达绿片岩相，变质岩石包括各种板岩、硅质岩等，变质新生矿物有方解石、石英、绢云母等。

（2）热液变质作用

晚期的热液变质作用仅发育于局部的板岩中，表现为硅化、褐红色蚀变、角岩化三种形式。硅化在矿体围岩中较为发育，表现为石英细脉沿硅质岩裂隙及板岩板理分布，脉体一般长 0.1-0.5m、宽 0.005-0.02m；褐红色蚀变表现为各种板岩呈褐红色，并具蚀变晕圈构造；角岩化主要表现在岩体外接触带附近的板岩中。该期热液变质与金成矿关系较为密切。

（3）动力变质作用

在各断裂破碎带中发育动力变质岩石，包括断层泥、断层角砾岩。

区域变质作用对金矿成矿起积极作用，使其进一步富集成矿。围岩蚀变以硅化、高岭土化、褐铁矿化较为明显，且与成矿关系较为密切，二者呈正相关。可见后期热液作用对金矿化亦具有积极的作用。从区域地质发展历史及热液蚀变的特征分析，该期热液可能为区域变质热液。

3.2.2 矿床地质特征

3.2.2.1 矿体特征

金矿体分布于矿区西南部的下加门—下看木仓一带，赋存于二叠系大关山组第六、七岩性段（$Pdg^{6}$、$Pdg^{7}$）中，与 160-170° 断层关系密切，明显受该组断层控制。金矿体

多呈层状、似层状赋存于安山岩、凝灰岩、凝灰质砂岩的构造破碎带中，矿体与断层产状一致，界线明显。矿体长 40-857m，厚度 0.83-4.12m，平均厚度 1.81m。矿石平均品位 Au4.17g/t。

矿区共发现金矿体 13 个，其中工业矿体 5 个，低品位矿体 8 个。现将其特征简述如下：

**表 3-1　　岗岔金矿矿体特征一览表**

| 矿体编号 | | 矿体形态 | 矿体产状 | 矿体长度(m) | 矿体厚度(m) | 矿体平均品位 Au(g/t) | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Au1 | Au1-1 | 似层状-层状 | 250∠65 | 47.5 | 0.83 | 1.56 | 低品位矿 |
| | Au1-2 | 似层状-层状 | 250∠65 | 251 | 1.75 | 4.36 | |
| Au2 | Au2-1 | 似层状-层状 | 250∠78 | 132 | 1.03 | 2.43 | 低品位矿 |
| | Au2-2 | 似层状-层状 | 250∠78 | 53 | 1.36 | 2.32 | 低品位矿 |
| Au3 | Au3-1 | 似层状-层状 | 250-260∠50-80 | 857 | 2.20 | 4.19 | |
| | Au3-2 | 似层状-层状 | 260∠65 | 60 | 0.93 | 1.12 | 低品位矿 |
| | Au3-3 | 似层状-层状 | 260∠65 | 40 | 1.18 | 2.17 | 低品位矿 |
| | Au3-4 | 似层状-层状 | 255∠55 | 46 | 1.34 | 1.26 | 低品位矿 |
| | Au3-5 | 似层状-层状 | 260∠75 | 52.5 | 0.91 | 2.17 | 低品位矿 |
| Au4 | Au4-1 | 似层状-层状 | 250∠50-65 | 207 | 4.12 | 5.71 | |
| | Au4-2 | 似层状-层状 | 250∠65 | 80 | 1.32 | 2.48 | 低品位矿 |
| Au5 | | 似层状-层状 | 295∠45-60 | 310 | 0.89 | 4.09 | |
| Au6 | | 似层状-层状 | 260∠78 | 154 | 1.39 | 3.05 | |

⑴Au1 矿体

Au1-1 矿体

为低品位矿体，分布于 Au1-2 矿体西 3m 处，由 TC23-1 单工程控制。矿体呈似层状-层状赋存于凝灰质粉砂岩的构造蚀变带中，长 47.5m，厚 0.83 m，推测延深 11.88m。矿石品位 Au1.56g/t。

Au1-2 矿体

分布于下加门西南 1000m 处，由 TC23-1、TC27-1、TC31-1、TC17-1 控制，其中 TC17-1 未见矿。矿体呈似层状-层状赋存于凝灰质粉砂岩的构造蚀变带中，长 251m，厚 1.36-2.07m，平均厚度 1.75m，推测延深 40m。厚度不稳定，厚度变化系数 170.35%。该矿体仅有地表工程控制。矿体产状 250°∠65°，与构造蚀变带产状一致，二者接触界

线不明显。矿石品位 Au1.03-10.5g/t，平均品位 4.36g/t。矿石品位从中间向两端呈变贫趋势，品位变化系数为 552.19%。该矿体沿倾向未控制，北部 TC17-1 未见矿，南部没有工程控制，矿体规模有望进一步扩大。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

⑵Au2 矿体

Au2-1 矿体

为低品位矿体，分布于 Au1 矿体北东 400m 处，由 TC0-1、TC3-1、TC7-2 控制，其中 TC7-2 未见矿。矿体呈似层状，长 132m，厚 1.00-1.06 m，平均厚度 1.03m，推测延深 40m。厚度稳定，厚度变化系数 0.17%。矿体产状 250°∠78°，赋存于安山岩的构造蚀变带中，二者界线不明显。矿石品位 Au1.78-3.04g/t，平均品位 2.43g/t，品位变化系数为 32.94%。该矿体沿走向北部没有控制，倾向未控制，矿体规模有望进一步扩大。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

Au2-2 矿体

为低品位矿体，分布于 Au2-1 矿体南，由 TC15-1、TC15-2 控制，其中 TC15-2 未见矿化。矿体呈似层状，长 53m，厚 1.36 m，推测延深 13.25m，厚度稳定。矿体产状 250°∠78°，赋存于安山岩的构造蚀变带中，二者界线不明显。矿石品位 Au2.32g/t。该矿体沿走向倾向均未控制，矿体规模有望进一步扩大，矿石类型为黄铁矿化碎裂岩型金矿石。

⑶Au3 矿体

分布于下看木仓南 1200m 下加门南 800m 处，由金矿体 Au3-1 和低品位金矿体 Au3-2、Au3-3、Au3-4、Au3-5 组成。

Au3-1 矿体

分布于下看木仓南 1200m 下加门南 800m 处，呈层状产出，赋存于构造蚀变带中，围岩为安山岩。矿体长 857m，厚 0.83-8.04m，平均厚度 2.20m，厚度变化系数为 242.23%。矿体产状 250-260°∠50-70°，与构造蚀变带产状一致，二者呈渐变接触，界线不明显。矿石品位 Au1.00-24.15g/t，平均品位 Au4.19g/t，品位变化系数为 189.70%。矿石类型为蚀变岩型和黄铁矿化碎裂岩型金矿石。

该矿体地表 24 线-13 线（除 16 线因地形原因无法施工探槽）均有探槽工程控制并且都有效控制矿体，深部在 10、8、6、4、3、7、11 线有平硐工程控制，控制延深 30-60m，20、24 线有钻探工程控制，控制延深 70-127m。

Au3-2 矿体

为低品位矿体，分布于 Au3-1 西 10m 处，由 TC13-3 单工程控制，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 60m，厚 0.93m，推测延深 15m。矿体产状 260°∠65°，与构造蚀变带产状一致，二者界线不明显。矿石品位 Au1.12g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

Au3-3 矿体

为低品位矿体，分布于 Au3-1 西 6m 处，由 TC5-3 单工程控制，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 40m，厚 1.18m，推测延深 10m。矿体产状 260°∠65°，与构造蚀变带产状一致，二者界线不明显。矿石品位 Au2.17g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

Au3-4 矿体

为低品位矿体，分布于 Au3-1 西 2m 处，由 TC20-1 单工程控制，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 46m，厚 1.34m，推测延深 11.5m。矿体产状 255°∠55°，与构造蚀变带产状一致，二者界线不明显。矿石品位 Au1.26g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

Au3-5 矿体

为低品位隐伏矿体，分布于 3300 米中段、Au3-1 西 3m 处，由 PD1-CM1 单工程控制，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 52.5m，厚 0.91m，推测延深 13.13m。矿体产状 260°∠75°，与构造蚀变带产状一致，二者界线不明显。矿石品位 Au2.17g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

⑷Au4 矿体

Au4-1 矿体

分布于 Au3-1 矿体东部 150m 处，二者近于平行展布，由 TC24-2、TC20-2、TC18-4 三个工程控制，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 207m，厚 2.19-6.62m，平均厚度 4.12m，推测延深 40m。矿体厚度变化系数为 372.17%，属不稳定类型。矿体产状 250°∠50-65°，与构造蚀变带产状一致，二者界线不明显。矿石品位 Au1.18-20.10g/t，平均品位 Au5.71g/t，品位变化系数为 248.96%。该矿体沿走向倾向均未控制，矿体规模有望进一步扩大。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

Au4-2 矿体

为低品位矿体，分布于 Au4-1 西 4m 处，由 TC24-2 单工程控制，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 80m，厚 1.32m，推测延深 20m。矿体产状 255°∠55°，与构造蚀变带产状一致，二者界线不明显。矿石品位 Au2.48g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

⑸Au5 矿体

分布于下家门东，由 TC25-5、TC27-2、TC29-5、TC31-2、TC33-5 五个工程控制。

矿体呈似层状，长 310m，厚 0.81-1.0m，平均厚度 0.89m，厚度变化系数为 0.13%，推测延深 40m。矿体赋存于安山岩的构造蚀变带中，产状 295°∠45°。矿石品位 Au1.78-7.23g/t，平均品位 4.07g/t，品位变化系数为 39.83%。该矿体沿走向倾向均未控制，矿体规模有望进一步扩大。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

⑹Au6 矿体

为隐伏矿体，分布于 3300m 中段、3275m 中段和 3245m 中段，由 6、8、10、12 线 PD1-YM3、PD1-CM1、PD2-YM3、PD3、PD3-YM1 工程控制。矿体呈似层状赋存于构造蚀变带中，分布在 Au3-1 矿体西侧，构造蚀变带两侧围岩为安山岩。矿体长 154m，厚 0.82-2.74m,平均厚度 1.39m,厚度变化系数 34.11%,控制延深 57m。矿体产状 250-260°∠56-64°，与构造蚀变带产状一致。矿石品位 Au1.42-7.89g/t，平均品位 Au3.05g/t。矿石类型为蚀变岩型和黄铁矿化碎裂岩型金矿石。

3.2.2.2 矿石质量特征

矿石中金属矿物主要有黄铁矿、赤铁矿、褐铁矿、孔雀石、铜兰、黄铜矿、辉铜矿、毒砂、辉锑矿、闪锌矿、自然金等，脉石矿物主要有石英、长石、绢云母、绿帘石、绿泥石、阳起石等。

金的赋存状态：矿石中金多以自然金形式存在，多呈显微粒状集合体赋存于脉石和赤铁矿中，粒径一般 0.05-0.10mm，属以中粒金为主。自然金主要呈似板状、粒状、片状、不规则状等，其表面多粘有赤铁矿、黄钾铁矾等氧化物，主要载体矿物为黄铁矿、赤铁矿、黄钾铁矾、毒砂等。

矿石伴生有益组分为 Ag，品位 0.45-14.4g/t，平均 4.31g/t。有害元素为 As、S，As 品位为 0-0.27%，平均 0.07%；S 品位为 0.01%-2.96%，平均 0.34%。

矿石类型：按氧化程度可划分为氧化矿和原生矿。氧化矿石呈褐红色，以褐铁矿化、赤铁矿化为主；原生矿石结构较致密，以黄铁矿化、辉锑矿化、毒砂矿化为主。根据详查资料确定距地表 40-65m 左右为氧化带与原生带的界线。矿石按矿化原岩岩性可划分为碎裂蚀变凝灰质砂岩型、碎裂蚀变安山岩型、黄铁矿化碎裂岩型和蚀变石英脉型。

矿石结构主要有自形—半自形晶结构、它形晶粒状结构、碎裂结构、假象结构等，次为交代残余结构、乳浊状结构、填隙结构、反应边结构等。

矿石构造主要有星散浸染状构造，次为细脉状构造、网脉状构造，偶见块状构造。

3.2.2.3 矿体围岩和夹石

矿体顶底板围岩主要为凝灰质粉砂岩、凝灰岩、安山岩、闪长玢岩，其次为碎裂蚀

变岩。围岩中劈理、节理较发育，局部受断层构造影响较破碎。因此，围岩的坚固性虽较好，但其稳固性却较差。矿化蚀变带与围岩界线清楚且多为断层接触，但矿体与矿化蚀变带界线不清。矿体中很少有夹层（石）存在，个别夹层（石）为矿化碎裂蚀变岩。

矿区矿石多为黄铁矿、毒砂（赤铁矿、褐铁矿、黄钾铁矾）、萤石等中低温热液矿物组合，初步认为该矿床为中低温热液型构造蚀变岩型矿床。

## 3.3 矿床水文地质及开采技术条件

3.3.1 矿床水文地质条件

3.3.1.1 矿床水文地质条件概述

矿区地处青藏高原东北边缘，属浅切割的高山草原地貌，海拔 3000-3400m 左右，相对高差近 400m，按成因及特征可分为构造侵蚀低中山区和侵蚀堆积沟谷区两种类型。

构造侵蚀低中山区：区内海拔最高为 3369.3m，最低为 3120.4m，相对高差为 249m。山体山顶圆滑，山坡平缓，坡度多在 20°-30°，山脊线呈平缓的波状。地形切割程度中等，谷坡冲沟谷多呈“V”型。山体由中、新生界的基岩组成，由于经历多次构造运动的影响，褶皱、断裂较为发育。坡体表部残坡积土植被生长良好，草地覆盖度在 30%-50%左右，是良好的天然牧场。

侵蚀堆积沟谷区：指分布于矿区东、西两侧的坎木仓可合和加门可沟谷，为宽缓的“U”型谷。两沟谷发育方向为北北东向，总地势自北—南倾斜，海拔 3200-3050m，沟谷地面纵坡降 15-35‰。沟谷谷底宽度 80-180m 不等，发育有一级阶地和河漫滩。受沟谷地表水摆动侵蚀，两岸阶地不对称发育，最宽处达 120m，最窄处不足 10m，河漫滩宽度多在 12-16m。全新世以来，区域虽以上升运动为主，但在相对稳定的沟谷区仍沉积有一定厚度的冲洪积物。此外，在上述两沟谷两侧较大的冲沟沟口，发育有小规模的洪积扇。

矿区属高原大陆性季风气候，具有寒冷湿润、冬长夏短的气候特点。矿区多年平均气温 1.8℃，最低月份为元月（平均－22.8℃），最高月份为七月（平均 15.6℃），极端最高气温 28.4℃，极端最低气温－28.5℃。多年平均降水量 545.88mm，年内分配不均，60.22%集中在 6-9 月份，且多以暴雨形式出现。另外年际之间变化剧烈，丰水年降水量约为枯水年的 1.5 倍。冻土深度约 1.40m 左右。区内蒸发量较大，多年平均蒸发量为 1231.2mm，为降水量的 2.24 倍。

矿区地处低中山区，地表水系不发育。大夏河水系的一级支流坎木仓可合河及其支流—加门可西沟分别从主矿区的西部和东部流过，加门可西沟在距离矿区西南约 3.5Km

的季仓汇入木仓可合河，两河沟之间有分水岭相隔组成各自相对独立又相互联系的水文单元。据矿区西南 1.0km 处的合作市水务局测流点近年来的水文勘测资料和本次调查，木仓可合河在矿区一带多年平均流量为 0.21m³/s，最大洪水流量为 2.45m³/s；加门可西沟多年平均流量为 0.1m³/s，最大洪水流量为 1.32m³/s。坎木仓可合河为常年流水的河谷，加门可西沟时有断流出现。两沟地表水由大气降水、冰雪融化水、基岩裂隙水侧向排泄、沟谷地下潜流等补给形成，在每年的 6-9 月雨季期地表径流量较大，其它时间地表流量小。岗岔矿区基本处于坎木仓可合河和加门可西沟分水岭段，矿区段山体两面临水，山坡地形较陡，地表径流畅通。

矿区西南侧坎木仓可合河与加门可西沟交汇处下游 3.47km 处，河谷段的地面标高为 3100m，是矿区一带地面的最低位置，也是矿区最低侵蚀基准面（3100m）。

3.3.1.2 地下水类型及基本特征

根据地下水的赋存特征，区内地下水可以分为松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水和基岩裂隙水（含断裂带脉状水）三个类型。

松散岩类孔隙水：因分布在主矿区两侧，并与矿山深部基岩裂隙水可能存在一定的水力联系，而且涉及矿区供水，对河沟谷潜水特征进行必要的叙述。河沟谷潜水呈条带状分布于坎木仓可合河和加门可西沟河沟谷的河漫滩、一级阶地中，属河（沟）谷潜水。含水层岩性为砂碎石及块石，水位埋深 1-5m，含水层厚度较薄为 2-6m。单井涌水量 100-500m³/d，其中河漫滩、一级阶地中部富水性较好，一级阶地后缘地带含水层较薄相对贫水。水化学类型为 HCO3-－Ca2+－Mg2+型，矿化度 0.62g/L。河沟谷潜水补给主要受地表水渗入，沿河沟谷自上游向下游径流和排泄。是目前矿山勘探和当地牧民人畜饮用水的主要水源。

碎屑岩类孔隙裂隙水：指赋存在矿区山体顶部新近系泥岩夹砾岩中。本区新近系呈零星“片”状披覆于前第三系基岩形成的山梁顶部。地下水为所夹砂砾岩的风化裂隙水，在接近山顶地形较平坦处，有裂隙发育相对密集段的陡坎处只形成小范围湿地。该砾岩风化裂隙水层厚度仅 0.1-0.3m。由于降水补给少，加之含水层厚度薄且不稳定，水量贫乏。据《甘南区域水文地质普查报告》，该类水矿化度大于 2g/L，水质类型为 SO42-—Ca2+—Mg2+。

基岩裂隙水：赋存于矿体下部的板岩、砂岩的层间裂隙或构造裂隙中。矿区经历了多次构造运动，断裂纵横交错，断裂及断裂破碎带为地下水的储存创造了一定的空间条件，但由于岩石性质软，加之为压性、压扭性断裂，产生的构造裂隙多为闭合状。据已

施工平硐，所遇断层含水十分微弱，只有滴水现象。基岩裂隙水水质较好，矿化度0.39-0.52g/L，水化学类型为HCO3-－SO42-－Mg2+型。

3.3.1.3 含水层、隔水层分布特征与富水性

本次按矿区地下水的类型及其含水性将矿区范围内岩层划分为两个透水不含水岩组、两个含水岩组和一个相对隔水层。

(1)透水不含水层

①第四系透水不含水组

该类含水岩组主要由第四系松散岩类组成，主要包括处于矿区山体表部坡体上的残坡积物（$Q_4^{el+dl}$）及支沟和沟口洪积扇上的洪积物（$Q_4^{pl}$ ）。残坡积物广泛分布于矿区的坡麓地带，岩性为粉质粘土与下覆基岩风化碎块的混和体，厚度约0.5-5m。上述各类披覆于处于下部为基岩的倾斜山体表层，尽管渗透性较好，但没有地下水蓄存的地形条件，只在局部稍平缓有利地段形成薄层上层滞水。山体表面的降水大部分以地表径流方式排泄，少部分通过该松散层较快地沿下伏基岩层界面沿沟谷以潜流补给木仓可合河、加门可西沟或渗入下伏的基岩风化裂隙中转化为基岩裂隙水，属透水不含水松散层。

②二叠系板岩夹砂岩裂隙透水不含水岩组

该含水岩组分布于整个矿区。指含水层为岩层中的强—中等风化带和地下水位以上的层位。岩层风化与构造裂隙虽较为发育，但受充填介质的影响，风化裂隙带的蓄水及其连通作用较差，补给有限，基本不含水。在岩层深部构造裂隙多受挤压呈闭合状，张性裂隙随深度的增加而明显地减少，与上部的风化裂隙连通性不强。经硐探和钻孔证明，海拔3100m以上段含水十分贫乏，硐探只见有降水下渗产生的硐壁滴水，钻探过程中均没有发生涌水和漏水的现象。因此判断，矿床范围内在侵蚀基准面以上的二叠系板岩夹砂岩裂隙属透水不含水岩组。

(2)含水层特征

①河沟谷冲洪积含水组($Q_4^{a-pl}$)

该含水岩组分布于木仓可合河和加门可西沟河漫滩及一级阶地内，区内阶地发育呈断续状展布，除表部有薄层含砾粉质外，以下主要为漂石、块石、角砾、砂和少量的泥质组成，块石及角砾分选性中等，磨圆度差，在临近矿区的河沟谷中冲洪形成的第四系松散岩类厚度一般为3m-2m。

地下水位埋深一般在1-5m之间，含水层主要为块石和角砾，厚度2-6m。

地下水的富水性，在河漫滩和一级阶地前缘区，单井涌水量一般为100-500 $m^3/d$，

属中等富水区；一级阶地中部及后缘一带因受坡积物的影响，单井涌水量小于 100m³/d，属弱富水区。

②二叠系板岩夹砂岩裂隙含水岩组

指分布于山区，存在于地下水位以下，由二叠系板岩夹砂岩等裂隙组成的含水岩组。因构造作用，岩层中裂隙虽较为发育，但受含水介质充填影响，构造裂隙带的蓄水及其连通作用较差，含水量较为贫乏。从 ZK24-1 孔揭示情况来看，水位以下岩层构造裂隙受挤压呈闭合状，张性裂隙不发育，含水量贫乏。在 150m 以深钻探过程中均没有发生涌水的现象，仅有少量漏水现象，只在部分岩芯上可以看到有地下水活动的痕迹。因此，该含水岩组富水性弱、且含水不均一。

由于矿区内裂隙较发育的透水含水岩段（砂岩）与裂隙不发育的相对隔水岩段（板岩）相间分布，是导致水力联系比较微弱的主要原因。因此，在矿床范围内地下水不可能形成一个完整统一的地下水水位线，推断在局部地段地下水可独成一体形成小范围的上层滞水。

矿区地下水主要赋存于深部构造裂隙中，从钻探岩层组合分析，厚度一般约为 12-23m，但富水性受裂隙充填和闭合状况的影响，为地下水贫乏区，预计单井涌水量为 0.5-1m³/d，且大部分地段因连通性差，补给不足，基本上没有稳定的含水层存在。

断裂构造破碎带是区内基岩裂隙水的主要富水带。但各断裂带的含水特征也不尽相同。

矿区断裂构造比较发育，F1 为矿区的主干断裂，为逆断层，以北西—南东向构成了矿区的构造格架，此外还发育次一级的 F2、F3 和 F4 等断裂，也多属压扭性质。

矿区内主干断裂 F1，其破碎带宽度为 8m 左右，破碎带内的岩性主要由断层角砾岩、断层泥组成，这些挤压作用形成的构造岩多被后期大量断层泥的充填，多以闭合性裂隙为主。沿断裂带无地下水活动的迹象，是一条既不含水也不导水的断层。

矿区内的次一级断裂 F2、F3 和 F4 等，断续延伸长度仅为 600-1300m，断层破碎带宽度也仅为 0.5-3m 左右，其规模小，挤压揉皱的迹象明显，连通性较差，因此造成富水性差。上述断裂影响带含不均匀的脉状裂隙水，受充填影响，水量仍较贫乏，预计最大涌水量为 1—2m³/d 左右。通过对 ZK24-1 孔的抽水试验，流量只有为 0.9 m³/d，0.5h 后流量显著减小，24 小时后因补给不足而掉泵。

该含水岩组是矿床深部的主要充水来源。

(3)隔水岩层的特征

与含水岩层相比，矿区内相对隔水的岩层是二叠系的板岩，受矿区内的主导断裂 F1 及次级断裂 F2、F3 和 F4 等的切割，矿区构造裂隙虽然较为发育，但由于为压扭应力作用结果，产生的裂隙大多呈闭合状，连通性差，缺乏导水通道，富水性极其贫乏，而且分布极不均一，单井涌水量＜0.1$m^3$/d，为矿区内相对隔水的岩层。

3.3.1.4 地下水的补给、径流、排泄条件及动态特征

河沟谷区第四系冲洪积孔隙潜水，由地表水、大气降水补给而形成，地下水的补给较为稳定，径流条件好，地下水水力坡度一般在 5%-10%左右，随季节的变化地下水水位有一定的变幅，但变幅不大，一般为 0.5-1.0m 之间。

矿区第四系与基岩（含新近系）风化带地下水的补给来源主要为大气降水，大气降水沿透水岩土体孔隙或裂隙下渗，在连通较好的裂隙或孔隙中缓慢地流动，并在地势低洼（谷底）处以泉的形式或地下径流的方式排泄，最终汇集于坎木仓可合河、加门可西沟谷。该类地下水接受补给的山区至河沟谷区径流途径较短，由于矿区内松散岩类多为透水不含水的地层，下伏地层又为相对隔水的基岩层面，径流条件较好，水力坡度随地形的起伏而变化，一般在 15%-40%左右。在下伏的深部基岩含水层，因裂隙闭合及充填不甚发育，地下水的径流条件差，途径复杂，流速缓慢。

3.3.1.5 矿坑涌水量预测

根据岗岔金矿矿区含水岩组及断裂构造破碎带的含水特征，影响矿坑充水的主要因素有基岩裂隙水和次一级断裂构造破碎带中的脉状裂隙水。矿坑充水性质属于基岩裂隙充水，局部地段存在脉状充水的矿床。

由于主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿床主要充水含水层和构造破碎带富水性弱，所以矿床水文地质条件属简单类型。

根据岗岔金矿矿山矿体分布，矿床开采最低平硐标高确定为 3100m，因此选择矿床 3100m 标高段进行涌水量预测。

拟采用降水入渗系数法和径流模数法对涌水量进行预测比较适宜，以矿床开采范围内的总入渗补给量来代表矿坑最大涌水量，保证程度更高。

①降水入渗系数法

计算公式：$Q_{总}=Q_{有效}\times F\times \alpha$

式中：$Q_{总}$—降水入渗总量，单位 $m^3$；

$Q_{有效}$—有效降水量，单位 m/a；

F —入渗面积，单位 $m^2$；

α—降水入渗系数，无量纲。

根据“甘南地区区域水文地质普查报告（1：50 万）”有关降水入渗参数，选择近年来年降水量最大的 2003 年 608.4mm，该年有效降水量（≧5mm）为 510mm（0.510m），降水入渗系数取 0.13，矿区入渗区面积为 6.20$km^2$(2.20×$10^6m^2$)。

计算降水入渗量为：4.1110 万 $m^3$/a，即 112.63$m^3$/d。

②径流模数法

计算公式：$Q_{总}=M_{径流}\times F\times \alpha$

式中：$Q_{总}$—地下径流总量，单位 L/s。

$M_{径流}$—径流模数，单位 L/s.$km^2$；

F —径流入渗面积，单位 $m^2$；

α—丰水年换算系数（计算其为丰水年，取 1.0），无量纲。

由于矿坑涌水来自于上覆的板岩所夹砂岩裂隙含水岩组。因此，根据 1：50 万甘南区域水文地质普查报告，该区基岩山地的地下水径流模数 1.43-2.35L/s.$km^2$，按照矿坑涌水量预测的目的采用高值，即 235/s.$km^2$。矿区入渗区面积 0.62$km^2$。计算结果为 1.4571L/s（125.90$m^3$/d）。

按照矿坑涌水量评价的目的，采取取大原则，预测矿坑涌水量为：130$m^3$/d。

根据矿床主要充水含水层的容水空间特征，本矿床为裂隙充水矿床，即以基岩裂隙为主的裂隙充水矿床。

按矿体与主要充水含水层的空间关系，充水方式属顶板间接充水的矿床，矿床主要充水含水层位于矿层之上，矿层与主要充水含水层之间局部有弱透水层，基岩裂隙水通过顶板薄弱地段、构造破碎带、弱透水层进入矿坑。

主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿床主要充水含水层和构造破碎带富水性弱，属水文地质条件简单的矿床。

3.3.2 矿床工程地质条件

3.3.2.1 岩体类型及工程地质特征

根据矿区各类岩体的空间组合规律和工程地质特征，划分出四个工程地质岩组，分述如下：

⑴块状坚硬岩组

零星分布于矿区，由石英砂岩、安山岩和凝灰岩组成，具块状—微层状构造。按照甘肃华辰工程检测技术有限公司提供的检测报告，该岩组饱和状态下单向抗压强度65.1-75.7Mpa，软化系数0.40-0.68，抗剪强度7.59-10.08Mpa。岩性坚硬，岩体稳定，为矿山开采提供了优越条件。

⑵层状较硬岩组

零星分布于矿区，由钙质板岩、粉砂质板岩和变质砂岩组成。据《工程地质手册》提供的经验数值，该岩组饱和状态下单向抗压强度32.5-55.3Mpa，坚固系数2-3，硬度3-5,对矿床开采不利，特别是近地表部位，因岩石较破碎，作为露天开采时边坡稳定性差，若为洞采，该岩层易发生边帮坍塌及冒顶等现象。

⑶层状软弱岩组

零星分布于矿区，由泥岩组成。该岩组较软，据《工程地质手册》提供的经验数值，该岩组饱和状态下单向抗压强度15.5Mpa，坚固系数2-3，遇水易软化。

⑷零星松散岩组

分布于地表坡麓地带，呈松散--半固结状态，成分主要有粉砂土、粉质粘土、砂砾石等。粉质粘土遇水软化，其余具有一定的抗水软化能力。据《工程地质手册》提供的经验数值，该岩组饱和状态下单向抗压强度1Mpa，坚固系数小于1.0。

3.3.2.2 矿体及顶、底板围岩的稳固性

矿体岩石的稳固性：本矿主要矿体多产于碎裂蚀变安山岩中，均位于断层破碎带、接触带上，矿石大多较破碎，特别是在矿体厚度较大，破碎程度较高的地段，稳固性较差。

矿体顶、底板围岩的稳固性：矿体顶底板围岩为层状钙质板岩、粉砂质板岩，原生层面局部保持完整，属较坚硬岩组。矿体底板稳定性属一般，矿体顶板围岩因构造应力作用，碎裂结构较发育，局部夹砂岩，岩层稳定性降低，易沿临空面向下垮塌。因此，在未来的采掘过程中应加强安全管理，必要时对顶板进行支护。

综述：矿区地形地貌复杂，沟谷深切，局部构造带影响岩体的稳定性，易发生工程地质问题。在局部地段重力侵蚀活跃的地段，为不稳定边坡和泥石流发育提供了条件，进而造成水土流失，形成地质灾害。因此，该矿床工程地质条件属于中等。

3.3.3 矿区环境地质条件

工作区地处秦岭褶皱带，地震活动较频繁，根据《中国地震区划烈度图》，工作区抗震设防烈度为7度，基本地震加速度0.10g。

矿区山地两侧的沟谷延伸段，植被覆盖率较高，加之多为透水不含水，自然地质灾害不发育。

矿区现发育的不稳定边坡、泥石流均为过去乱采乱挖产生的地质灾害隐患体。经调查，泥石流发育有两处，分别位于矿山东、西两侧的谷坡冲沟中，该泥石流沟固体物质来源为过去采矿、修建道路过程中形成的废矿渣堆，依山坡零星分布，规模均为小型，已治理完毕，不稳定边坡一处，位于矿区山顶东侧坡体，断续长度 80-110m，因开挖矿硐剥离和爆破等产生,岩石碎裂和地表风化卸荷作用形成,高 10-15m 左右,坡度 70-80°的不稳定边坡。但不稳定边坡附近无建（构）筑物，也无人居住，因此，危害程度低，危险性小。

由于本矿矿体埋藏较深，为地下开采，故不致造成境界外崩塌、滑坡等地质灾害。

矿区及其周围植被发育程度较好，覆盖面较广，自然生态环境良好，属水土流失轻微区,但随着矿山开采和道路施工的进行，部分植被将遭到不同程度的破坏,然而由于本矿采取地下开采的方式，对植被的破坏程度较低。

矿区内地下水水位埋深较大，工业储量基本在地下水位标高以上，矿床主要开采阶段排水量很小，且水质较好，所以不会因矿坑排水造成区域内地下水污染和矿坑疏干产生地面沉降塌陷等问题。采矿将产生局部地表变形，但总体对地质环境破坏不大。区内无重大的污染源，矿石化学成分基本稳定，无其它环境地质隐患。矿区地质环境质量属中等。

矿区主要矿体均在当地侵蚀基准面以上，为弱充水区，采坑几乎没有涌水，地形有利于采坑水直接排放，水文地质条件简单。矿体赋存于断裂破碎带内，矿体顶底板围岩为层状钙质板岩、粉砂质板岩，原生层面局部保持完整，属较坚硬岩组。矿体底板稳定性属一般，矿体顶板围岩因构造应力作用，碎裂结构较发育，局部夹砂岩，岩层稳定性降低，硐室需要支护，工程地质条件中等。矿区空气清新，水质良好，废（石）渣中有害元素含量均未超标，对人体不会造成危害，地质灾害很少发生，生产安全条件有保障，环境地质条件良好。

综上所述，该矿床开采技术条件可划归为开采技术条件简单的（Ⅰ类）矿床。

## 3.4 矿床地质勘查工作评述

### 3.4.1 矿床地质勘查工作概况

1988 年，甘肃省地矿局化探队完成了合作幅 1：20 万区域化探扫面，发现了一系列以金为主的综合化探异常。2000 年，甘肃省地质调查院在矿区一带完成 1:5 万水系沉积

物测量860.0 km²,共圈出Au异常57个,部分异常经工程揭露证实为矿致异常。2004-2007年,合作市南方博大矿业有限责任公司与合作市政府签订协议,在该区开展了风险探矿。2007-2009年，合作市合力矿业有限责任公司聘请宁夏矿产地质调查所和甘肃省国土资源规划研究院先后开展地质普查工作，完成1:1万地质草测22.13 km²，1:2千地形地质测量1.88 km²，剥土650 m³，探槽2000 m³，坑探213m，化学样424个，可选性试验样1件，编写了《甘肃省合作市岗岔一带金矿普查报告》，获得金矿石量282486t，金金属量874kg，金平均品位3.09g/t。伴生（推断）+（潜在矿产资源）？银矿石量282486t，银金属量2736kg。甘肃省矿产资源储量评审中心以“甘国土资储评字（2008）92号”评审通过，甘肃省国土资源厅以“甘国土资储备字[2008]92号”备案。

受合作市合力矿业有限责任公司的委托，甘肃省建材地质总队组织地质技术人员对岗岔金矿开展详查地质工作，通过地质测量、槽探、钻探、硐探及工程编录、综合研究等手段，基本查明了矿区的地层、构造和岩浆岩等地质特征，圈定金矿体5个，低品位金矿体8个。详查完成的主要工作量有：1:1万地质修测22.13 km²，1:1万水工环测量22.13 km²，1:2千地形正测2.28 km²，1:2千地质简测2.28 km²，探槽7052.82 m³，钻探492.5m，坑探1642.6m，化学样733件，小体重样49个，浮选试验样1个。2010年12月编写了《甘肃省合作市岗岔一带金矿详查报告》提交评审。

详查将矿区定为第Ⅱ-Ⅲ勘探类型，以40×40m工程网度探求控制资源量，以80×80m工程网度探求推断资源量，以160×160m工程网度探求潜在矿产资源。

2011年,中国建筑材料工业地质勘查中心甘肃总队受合作市合力矿业有限责任公司委托，在前期普查、详查工作基础上，组织地质技术人员继续对岗岔一带金矿进行了补充详查和外围预查评价,详查时间自2011年1月至2011年7月。工作共完成槽探57.0m³，坑探242.6m，钻探3489.65m，1:10000地质修测22.13km²，1:2000地质简测2.28km²，工程点测量：88个，各类样品853件。共圈定金矿体5条，矿体长154-857m，厚0.89-4.12m。提交控制+推断+潜在矿产资源金矿石量1600422.52t，金金属量5459kg，Au平均品位3.34g/t；另有低品位金矿体8条，矿体长40-132m，厚度0.83-2.41m，控制+潜在矿产资源低品位金矿石量71538t,金金属量145kg,Au平均品位2.04g/t。Au3-1矿体提交伴生银5860kg, Ag平均品位4.31g/t。在此基础上编写提交了《甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告》,已通过甘肃省自然资源厅评审。

3.4.2 矿床地质勘查工作质量评述

通过以上工作，基本查明了矿区矿体数量及分布，基本查明了主矿体的规模、形态、

产状及厚度、品位变化情况；基本查明了矿石质量特征；基本查明了矿区水文地质、工程地质、环境地质等矿床开采技术条件；对矿石做了可选性试验，说明了矿石选冶试验结果。勘查方法、手段基本合理，工程质量基本满足相关规范的要求；矿体资源储量的估算方法正确，参数的选取基本正确，估算的资源量结果基本可靠。2011 年 6 月 28 日甘肃省矿产资源储量评审中心对该报告进行了评审，2011 年 7 月 12 日甘肃省国土资源厅以“甘国土资储备字[2011]50 号”文出具了《关于〈甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告〉矿产资源储量评审备案证明》,认为该报告达到了金矿详查程度要求,可以作为下一步工作的依据。但该报告也还存在如下问题:

a、氧化带和原生带的划分依据不充分，并且未单独圈算氧化矿，对矿床氧化程度和氧化带的调查研究不够，应在下一步工作中补充；

b、岗岔金矿矿区范围较大，对主要成矿带（即本次详查区）以外其它地段的工作程度还较低，除 Au3-1、Au6 矿体矿体外，其余矿体沿倾向无深部工程控制；

c、地质工作程度低，建议业主在开采时加强探采对比工作。

## 3.5 矿产资源/储量

### 3.5.1 资源/储量估算工业指标

工业指标采用《矿产地质勘查规范岩金矿》DZ/T0205-2020 附录 E 岩金矿的一般工业指标，即：

| | |
|---|---|
| 边界品位 | 1.0g/t |
| 最低工业品位 | 2.5g/t |
| 最小可采厚度 | ≥0.8m |
| 夹石剔除厚度 | ＞2m |
| 米·克/吨值 | 0.8 |
| 最低工业米·克/吨值 | 2.0 |

### 3.5.2 地质资源/储量

详查地质报告 Au3-1、Au6 主矿体工程控制程度较高，采用纵投影地质块段法进行资源储量估算,其余矿体采用算术平均法估算，《甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告》提交并经甘肃省原国土资源厅评审备案，评审基准日（2011 年 7 月 31 日），评审备案的矿区内的资源储量见表 3-2、**表 3-3、表 3-4**。

根据企业提交的 2014 年储量年报，2014 年该矿山在 Au3-1 矿体 10 至 12 线之间动用控制（原 332-10 块段）矿石资源量 3600 吨。

表 3-2　　评审备案的资源储量原表

| 块段 品级 | 资源量类别 | 矿石量(万吨) | 金属量(kg) | 平均品位($x10^{-6}$) |
|---|---|---|---|---|
| 工业矿体 | (332) | 8.94 | 304 | 3.40 |
| | (333) | 88.40 | 2910 | 3.29 |
| | （334 )? | 55.54 | 2100 | 3.78 |
| | ( 332 )+( 333 ) +（334 )? | 152.88 | 5314 | 3.48 |
| 低品位 | (332) | 0.87 | 21 | 2.41 |
| | ( 334 )? | 6.28 | 124 | 1.97 |
| | ( 332 )+ （334 )? | 7.15 | 145 | 2.04 |
| 合计 | (332) | 9.81 | 325 | 3.31 |
| | (333) | 88.40 | 2910 | 3.29 |
| | ( 334 ) ? | 61.82 | 2224 | 3.60 |
| | ( 332 )+( 333 ) +（334 )? | 160.03 | 5459 | 3.41 |

根据《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020）及《自然资源部办公厅关于做好矿产资源储量新老分类标准数据转换工作的通知》（自然资办函〔2020〕1370 号）将**表 3-2** 数据转为**表 3-3**。

表 3-3　　评审备案的资源储量转换表

| 块段 品级 | 资源量类别 | 矿石量(万吨) | 金属量(kg) | 平均品位($x10^{-6}$) |
|---|---|---|---|---|
| 工业矿体 | 控制 | 8.94 | 304 | 3.40 |
| | 推断 | 88.40 | 2910 | 3.29 |
| | 潜在 | 55.54 | 2100 | 3.78 |
| | 控制+推断+潜在 | 152.88 | 5314 | 3.48 |
| 低品位 | 控制 | 0.87 | 21 | 2.41 |
| | 潜在 | 6.28 | 124 | 1.97 |
| | 控制+潜在 | 7.15 | 145 | 2.04 |
| 合计 | 控制 | 9.81 | 325 | 3.31 |
| | 推断 | 88.40 | 2910 | 3.29 |
| | 潜在 | 61.82 | 2224 | 3.60 |
| | 控制+推断+ 潜在 | 160.03 | 5459 | 3.41 |

表 3-4　　评审备案的各个矿体资源储量表

| 矿体类型 | 矿体编号 | 资源量(t) | | | | 矿体平均厚度 h（m） | 平均品位 Au（g/t） | 金金属量（kg） | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 控制 | 推断 | 潜在矿产资源 | 合计 | | | 控制 | 推断 | 潜在矿产资 | 合计 |
| 工业矿体 | Au1-2 | | | 45155 | 45155 | 1.75 | 4.36 | | | 197 | 197 |
| | Au3-1 | 84580 | 870503 | 368053 | 1323136 | 2.46 | 3.30 | 286 | 2864 | 1212 | 4362 |
| | Au4-1 | | | 87743 | 87743 | 4.12 | 5.71 | | | 501 | 501 |
| | Au-5 | | | 28299 | 28299 | 0.89 | 4.06 | | | 115 | 115 |
| | Au6 | 4847 | 13510 | 26196 | 44553 | 1.56 | 3.12 | 18 | 46 | 75 | 139 |
| | 总计 | 89427 | 884013 | 555446 | 1528886 | 2.16 | 3.48 | 304 | 2910 | 2100 | 5314 |
| 低品位矿体 | Au1-1 | | | 1203 | 1203 | 0.83 | 1.66 | | | 2 | 2 |
| | Au2-1 | | | 13977 | 13977 | 1.03 | 2.43 | | | 34 | 34 |
| | Au2-2 | | | 2455 | 2455 | 1.36 | 2.44 | | | 6 | 6 |
| | Au3-1 | 8728 | | 27752 | 36481 | 2.41 | 1.86 | 21 | | 47 | 68 |
| | Au3-2 | | | 2151 | 2151 | 0.93 | 0.93 | | | 2 | 2 |
| | Au3-3 | | | 1213 | 1213 | 1.18 | 2.47 | | | 3 | 3 |
| | Au3-4 | | | 1822 | 1822 | 1.34 | 1.10 | | | 2 | 2 |
| | Au3-5 | | | 1612 | 1612 | 0.91 | 1.86 | | | 3 | 3 |
| | Au4-2 | | | 5428 | 5428 | 1.32 | 2.39 | | | 13 | 13 |
| | Au6 | | | 5196 | 5196 | 1.23 | 2.31 | | | 12 | 12 |
| | 总计 | 8728 | | 62809 | 71538 | 1.25 | 2.03 | 21 | | 124 | 145 |
| 总合计 | 控制 | 98155 | | | | 2.07 | 3.31 | 325 | | | |
| | 推断 | | 884013 | | | 2.53 | 3.29 | | 2910 | | |
| | 潜在矿产资源 | | | 618255 | | 2.89 | 3.60 | | | 2224 | |
| | 控制+推断 | 982168 | | | | | | 3235 | | | |
| | 控制+推断+潜在矿产资源 | | | | 1600424 | 2.50 | 3.41 | | | | 5459 |

3.5.3 设计利用资源储量

本次设计资源储量利用原则为：采矿权范围内经评审备案的工业矿石和低品位矿石资源储量（控制+推断）均参与设计，其中控制资源量全部利用，推断资源量按70%利用，由于潜在矿产资源工程控制程度低，本次设计暂不利用，通过下一步资源量级别升级后再利用,地表允许陷落,不留设保安矿柱。根据企业提交的2014年储量年报，2014年该矿山在Au3-1矿体10至12线之间动用控制（原332-10块段）矿石资源量3600吨。依据上述原则，本次设计利用的资源储量见表3-5。中段设计利用的资源储量见表3-6。

**表3-5　　设计利用资源储量表**

| 资源量类别 | 矿石类型 | 矿石量 | Au品位 | Au金属量 | 备 注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | （t） | （$10^{-6}$） | （kg） | |
| 控制 | 工业矿石 | 85827 | 3.39 | 291 | 全部利用(扣减2014年动用3600t) |
| 推断 | | 618809 | 3.29 | 2037 | 70%利用 |
| 控制+推断 | | 704636 | 3.30 | 2328 | |
| 控制 | 低品位矿石 | 8728 | 2.41 | 21 | 全部利用 |
| 控制 | 总计 | 94555 | 3.30 | 312 | 工业矿石量+低品位矿石量 |
| 推断 | | 618809 | 3.29 | 2037 | |
| 控制+推断 | | 713364 | 3.29 | 2349 | |

3.5.4 伴生资源量

该矿床伴生矿产除银以外，其他均达不到利用要求。银矿石量以Au3-1矿体矿石量为基础，评审备案的伴生银资源量均为潜在矿产资源类，估算伴生银矿石量1359617t，伴生银5860.0kg，银平均品位4.31g/t。银矿品位根据Au3-1矿体组合分析样分析结果采用算术平均法估算取得。鉴于银的资源类别为潜在矿产资源类（334），本次设计伴生银资源暂未利用，建议在生产阶段加强地质勘探工作，提高资源类别，在生产中应加强银的综合回收利用。

**表3-6　　中段设计利用资源储量表**

| 中段标高(m) | 资源类别 | 矿石量 (t) | Au品位 （$10^{-6}$） | Au金属量 （kg） | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3300 | 控制 | 23707 | 3.29 | 77 | |
| | 推断 | 30102 | 4.72 | 142 | |
| | 控制+推断 | 54409 | 4.08 | 222 | |
| 3250 | 控制 | 34208 | 3.77 | 130 | |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 推断 | 144644 | 3.39 | 491 | |
| | 控制+推断 | 178852 | 3.47 | 631 | |
| 3200 | 控制 | 27800 | 2.91 | 81 | |
| | 推断 | 175264 | 3.08 | 540 | |
| | 控制+推断 | 203064 | 3.06 | 621 | |
| 3150 | 控制 | 5930 | 2.64 | 16 | |
| | 推断 | 181865 | 3.24 | 589 | |
| | 控制+推断 | 187796 | 3.22 | 604 | |
| 3100 | 控制 | 2910 | 2.75 | 8 | |
| | 推断 | 86934 | 3.16 | 275 | |
| | 控制+推断 | 89844 | 3.15 | 283 | |
| 合计 | 控制 | 94555 | 3.31 | 312 | |
| | 推断 | 618809 | 3.29 | 2037 | |
| | 控制+推断 | 713364 | 3.29 | 2349 | |

## 3.6 本设计与矿区总体开发的关系

该矿采矿权人为合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿，属延续矿山，矿区周边无其它矿山及工业生产设施等,不存在任何边界争议和资源纠纷。本次设计采用地下开采，开采主矿种为金矿，充分考虑矿床的产出特征及矿床开采技术条件，根据实际情况，在技术可行的前提下，尽可能提高矿区范围内矿产资源的利用率和回收率，确保矿山资源得到充分利用。本方案的编制是为了延续采矿许可证，依采矿许可证范围之内的矿体进行设计。

# 4 主要建设方案的确定

## 4.1 开采方案

### 4.1.1 开采范围

此次开发利用方案的开采范围按照原有采矿证的证载范围，设计利用的 71.34×10⁴t 矿量分布在 15~24 勘探线，标高由 3400m~3100m 的 2 条矿体中，分别为 Au3-1、Au6 号矿体，这 2 条矿体为本次设计的开采对象。其中 Au3-1 号矿体为主要开采对象。

### 4.1.2 设计利用资源储量及采出资源储量

1、设计利用资源量储量

全矿设计利用的资源量为 71.34×10⁴t，金金属量 2349kg，平均品位为 3.29g/t。

2、采出资源量储量

设计开采范围内主矿体及小矿体产状主要以倾斜为主，结合选用的采矿方法、围岩的稳定性，同时考虑端部矿体开采时矿石量的损失等因素，类比同类矿山，经计算综合回收率为 88.5%，贫化率为 11.5%。

全矿设计采出资源量为 71.34×10⁴t，金金属量 2079kg，平均品位为 2.91g/t。

### 4.1.3 开采方式

Au3-1 矿体呈层状产出，矿体赋存于构造蚀变带中，围岩为安山岩；矿体与构造蚀变带产状一致，二者呈渐变接触，界线不明显。且矿区山大沟深，地形切割强烈；矿体急倾斜、厚度较薄。

若采用露天开采方式，采用原矿成本比较法可得，露采经济合理剥采比为 10.8m³/m³，参照此剥采比圈定露采境界，只能回收 3300m 以上的极少部分矿量，也即只能回收矿体露头向下延伸不多的矿量。采用露天开采，虽可采出一部分矿量，但仍有大部分矿量需要由地下方式采出。如果采取前期露天开采，后期地下开采的方式，地下开采设计并不会因前期露天开采而得到简化。同时，露天建设的投资部分在后期得不到利用，最终导致部分投资浪费，总体投资效益不好；且矿山规模小，生产期间开采方式的变化，造成人员不稳定，管理复杂等不利因素，因此仍然推荐地下开采方式。

## 4.2 矿山工作制度

根据矿山所在地的自然地理及内外部环境条件，确定矿山工作制度为 300 天/a，3

班/d，8h/班。

## 4.3 建设规模

根据本次方案确定的设计利用地质资源量，考虑矿体的赋存状况技术上可达到的生产能力范围内初步拟定了 2 个规模方案，即：

方案Ⅰ：$5\times10^4$t/a，167t/d

方案Ⅱ：$7\times10^4$t/a，233t/d

三方案的技术经济比较见表 4—1。

**表 4-1　　规模方案比较表　　（按可比因素）**

| 序号 | 指标名称 | | | 单位 | 规模方案 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | 数量方案Ⅰ 50000t/a | 方案II 70000t/a |
| 1 | 地质储量 | 矿石量 | Au | $10^4$t | 160.04 | 160.04 |
| | | | Ag | $10^4$t | 135.96 | 135.96 |
| | | 金属/矿物量 | Au | kg | 5459.00 | 5459.00 |
| | | | Ag | kg | 5860.00 | 5860.00 |
| | | 品位 | Au | g/t | 3.41 | 3.41 |
| | | | Ag | g/t | 4.31 | 4.31 |
| 2 | 储量评审基准日 | | 2011.7.31 | | | |
| 3 | 开采矿种 | 金矿 | | | | |
| 4 | 最终开采标高 | 3400～3100m | | | | |
| 5 | 设计利用矿量 | 矿石量 | Au | $10^4$t | 71.34 | 71.34 |
| | | 品位 | Au | g/t | 3.29 | 3.29 |
| | | 金属量 | Au | kg | 2349 | 2349 |
| 6 | 开采方式 | 地下开采 | | | | |
| 7 | 开拓方式 | 平硐溜井开拓 | | | | |
| 8 | 采矿方法 | 浅孔留矿采矿法、分段空场采矿法 | | | | |
| 9 | 贫损指标 | 采矿贫化率 | | % | 11.50 | 11.50 |
| | | 采矿损失率 | | % | 11.50 | 11.50 |
| 10 | 采出矿量 | 矿石量 | Au | $10^4$t | 71.34 | 71.34 |
| | | 品位 | Au | g/t | 2.91 | 2.91 |
| | | 金属量 | Au | kg | 2079 | 2079 |
| 11 | 规模及服务年限 | 生产规模 | | $10^4$t/a | 5.00 | 7.00 |
| | | 开采服务年限 | | a | 14.3 | 10.2 |
| 12 | 选矿回收率 | 金精矿 | Au | % | 85.00 | 85.00 |
| 13 | 企业最终产品 | 金精矿（Au 品位 12g/t） | | | | |
| 14 | 总产精矿含金属量 | 金精矿 | Au | kg | 1767.04 | 1767.04 |
| 15 | 年均产精矿含金属量 | 金精矿 | Au | kg | 124.08 | 173.71 |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 16 | 生产成本 | 采矿成本 | | 元/t | 226.54 | 244.02 |
| | | 选矿成本 | | 元/t | 148.21 | 159.86 |
| | | 期间费用 | | 元/t | 44.00 | 44.00 |
| | | 合计 | | 元/t | 418.75 | 447.87 |
| 17 | 销售价格 | 金精矿含 Au | | 元/g | 237.47 | 265.13 |
| 18 | 建设总投资 | | | 万元 | 8029 | 10117 |
| 19 | 年经济核算 | | 达产年销售收入 | 万元 | 3290 | 4606 |
| | | | 达产年生产成本 | 万元 | 2239 | 3067 |
| | | | 达产年销售税金及附加 | 万元 | 99 | 138 |
| | | | 达产年利润额 | 万元 | 952 | 1400 |
| | | | 达产年所得税 | 万元 | 238 | 350 |
| | | | 达产年净利润 | 万元 | 714 | 1050 |
| 20 | 财务评价 | | 投资利润率 | % | 8.89 | 10.38 |
| | | | 内部收益率(Ic=10%) | % | 13.72 | 18.29 |
| | | | | % | 10.51 | 15.64 |
| | | | 投资回收期 | a | 8.69 | 6.67 |

经上述分析比较，7.0×$10^4$t/a 规模方案年利润较高，投资收益率及投资回收期指标较 5×$10^4$t/a 规模方案为优。本矿山已办理了安全生产许可证，环评报告中生产规模为 5×$10^4$t/a。因此本次设计规模不变，生产规模仍为 5×$10^4$t/a。

本次开发利用方案的目的是在原有采矿权范围内进行采矿权延续，采矿权人、开采范围及生产组织方式等均没有变化，且已取得环评批复手续，因此，根据保有的矿产资源储量情况、采矿许可证核定的生产规模，经生产能力验证和排产计算，本次开发利用方案推荐的生产规模仍为：5×$10^4$t/a，167t/d。

## 4.4 产品方案

补充详查报告中的矿山最终产品为金精矿。若最终产品为合质金，一方面需增加氰化浸出投资，另一面是矿区处于黄河流域大夏河支流—坎木仓可合河水系，所发育坎木仓可合河、加门可西沟分别从矿区西侧和东侧流过；所在地为良好的天然牧场，环保压力较大。出于以上因素考虑，根据设计流程，选矿设计最终的产品为金精矿，金品位 12g/t。

## 4.5 开拓运输方案

本次设计采用平硐溜井开拓方案。

3100m 平硐为主平硐。3100m 水平以上采下矿石通过主溜井下放至 3100m 水平，经振动放矿机放矿装入 0.7m³侧翻转式矿车，中段矿车编组后，经 3t 蓄电池电机车牵引运至地表矿石矿仓，破碎后进入选厂中细碎矿仓。

中段内采用脉外平巷与穿脉巷道组成的运输方式，穿脉装矿窄轨运输。

各中段废石大部分充填井下采空区，部分用于筑坝，地表不设废石场。

人员、材料、设备经由平硐到各中段，风、水、电等管线均由平硐进入坑内各中段。

开拓运输方案详细介绍见 5.6 节。

## 4.6 厂址方案

各中段平硐位于矿体下盘，南北向，3250m 平硐南北贯穿山体，3200m、3150m、3100m 平硐均在矿体南端侧开口，南北方向，3100m 为主平硐。采矿工业场地位于 3100m 主平硐口的位置，采矿工业场地包括采矿办公室(排班室)、机修车间、仓库等，采矿工业场地占地面积约 0.10hm²。

选矿工业场地位于 3100m 主平硐口南侧地势开阔位置，场地标高 3070m，占地面积 0.75hm²。选矿厂由粗细碎车间、筛分车间、粉矿仓、磨矿车间、浮选车间、浓密车间、压滤车间、精矿仓、选厂试化验室等组成。

尾矿库位于选矿工业场地西南侧约 142m 处的沟谷内，尾矿库设计为透水堆石坝，采用一次性筑坝。坝轴线最低标高 3080m，坝顶标高 3130m，坝高 50m，外坡比 1：1.6，内坡比 1：1.8，为四等库。

爆破器材库位于采矿工业场地东北侧约 800m 处的山沟里。库容为 3t，占地面积 0.05hm²。

矿山办公生活区靠近选矿工业场地，靠近地表运输公路，场地标高为3080m，占地面积0.30hm$^2$。

矿区厂址布置见总体布置图。

## 4.7 防排水方案

1、地表防排水

矿区属高寒半湿润气候，气候寒冷湿润，年平均气温2.7℃，一月最低，为-8.7℃，七月最高为13.8℃。绝对无霜期只有40余天，冬季较长，基本无夏季。该区年平均降水量为440mm，降雨期每年七个月，7-9月间降雨量最大，可形成山洪，对农田、建筑、交通等方面造成危害。降雪期为每年11月至翌年2月，最大达24mm。年平均蒸发量为1231.2mm，为降水量的2.24倍。

岗岔金矿矿区位于坎木仓可合河、加门可西沟谷挟持、两面临空的分水岭地带，坎木仓可合河、加门可西沟分别从矿区西侧和东侧流过。坎木仓可合河为常年流水的河谷，加门可西沟时有断流出现。两沟地表水由大气降水、冰雪融化水、基岩裂隙水侧向排泄、沟谷地下潜流等补给形成，在每年的6-9月雨季期地表径流量较大，其它时间地表流量小。坎木仓可合河多年平均流量0.21m$^3$/s；加门可西沟多年平均流量0.1m$^3$/s。两条地表水流量随季节变化十分明显，每年夏季，特别是暴雨时，流量陡增；枯水期流量一般在0.02-0.051m$^3$/s，表流清澈。

开采段远高于两侧河沟谷地表水位。矿区所处的山地地形陡峻，地下水与地表水的径流和排泄条件良好，利于地表水与地下水的自然排泄。因此，矿床开采区的地下水储存量小，仅为基岩裂隙中储存的由大气降水入渗形成的层间地下水，其充水因素较为单一。矿区基岩裂隙含水层的分布空间有限，连通较差，地下水储存量小，且补给来源有限。

矿山各硐口均位于布置在当地历史最高洪水位1m以上，采矿工业场地、办公生活区场地、选厂周围设截排水沟。

采矿工业场地需收集其初期雨水，设100m$^3$钢筋混凝土矩形初期雨水收集池1座，将初期雨水提升至回水水仓供选矿工艺使用。雨水收集池设溢流口，暴雨期多余雨水排至场地排洪沟。

2、地下防排水

由于开拓方式采用平硐+溜井的开拓方式，主平硐标高为3100m，矿坑涌水及采矿废水可由平硐自流排出地表，经沉淀后用于选厂生产，矿山排水方式简单。

## 4.8 矿区供水方案

由于地表水来水量极不均一，夏秋季水量充沛，但水中泥沙含量较高，冬春季节河水流量小，并且大部分时间处于封冻；坎木仓可合河谷第四系冲洪积潜水含水层埋深较浅，厚度达4-6m，单井出水量400-600$m^3$/d，流经矿区的地下水径流量为38.20万$m^3$/a（1050$m^3$/d），水量完全能够满足矿山生产及生活用水需要。通过地下水质量综合评价，河谷区地下水属于该标准中III类水，属较好级别，适用于集中式生活饮用水水源及工、农业用水。

因此，建议选择地下水作为矿山供水水源地。

矿山生产生活用水约为640$m^3$/d，其中新水用量约140$m^3$/d。拟在选矿厂上游的岗岔河河岸边新建一座Φ4m，深6m的大口井，在大口井顶部新建一座取水泵房。

自水源地取水泵房向选厂100$m^3$ 新水高位水池及生活区50$m^3$生活水池分别直埋敷设一条D108×4 无缝钢管，管路覆土深度1.5m,管道长度约3km。另外建一座200$m^3$回水水池。

## 4.9 矿区供电方案

供电电源引自合作市工业园区35kv变电站，距矿山直线距离6km，保安电源引自距矿区1km的下加门村10kV变电站。

根据矿区用电负荷分布情况，拟在矿区负荷中心新建10kV开关站一座。10kV采用单母线分段方式，为采、选工程高压设备供电。主供电电源电压等级采用10kV；低压供电地表采用80V/220V三相四线制；井下采用380V三相四芯，第四芯作为接地。

根据矿山设计规程和本矿实际情况，确定本矿山主风机为I类负荷，主扇功率为37kW。

为确保井下用电安全，矿山在采矿工业场地配置备用柴油发电机组作为第二电源，容量250kW。

# 5 矿 床 开 采

## 5.1 开采顺序和首采地段

首采地段应选择在开采相对比较容易，勘探程度高，矿石品位较高的投资少见效快的地段。根据矿岩的物理力学性质和赋存条件，中段划分为3250m、3200m、3150m、3100m共4个中段，中段高度为50m。

根据矿石级别和开拓运输系统布置，确定的首采地段为3250m中段3—6勘探线间的矿块。本次设计全矿总体采用自上而下的开采顺序，中段内采用后退式回采，从上盘到下盘的开采顺序。主要开采对象为Au3-1矿体、Au6矿体。按设计选择的首采地段及采矿方法的出矿能力，基建采切布置在3250m中段3—6勘探线间的两矿体中，基建的矿块数5个，其中备采2个，采准3个。

## 5.2 移动带范围

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65°，移动角60°；

下盘陷落角70°，移动角65°；

两翼陷落角70°，移动角65°。

圈定的地表陷落范围见总体布置图，因此按照上述参数圈定的地表移动范围：长约1000m，宽约220m。

## 5.3 采矿方法

### 5.3.1 采矿方法的选择

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、矿体产状及矿岩的稳固性、地表是否允许陷落等。矿体平均厚度均在0.82m～4.5m不等，矿体倾角较陡，而且顶底板岩石稳固性一般。按照矿体赋存条件、矿岩稳固程度、矿石品位高低、及矿体规模，适宜的采矿方法主要为空场法或充填法。考虑到地表允许陷落和矿床探采结合的特点，依据本矿床围岩稳固性一般，部分区域矿石体稳固性较差，矿体急倾斜，厚度薄的特点，根据矿体的赋存特点以及矿岩的物理力学性质，推荐采矿方法如下：

（1）矿体厚度＞5.0m，采用分段空场法，

（2）矿体厚度≤5.0m，采用浅孔留矿法。

两种采矿方法的采矿比重分别为：分段空场法 25%、浅孔留矿法 75%。

5.3.2 回采工艺

5.3.2.1 分段空场法

a. 矿块构成要素

矿块沿矿体走向布置，矿块长 50m，宽为矿体厚度，中段高度 50m，分段高度 12mm，顶柱 4m,间柱宽 8m。

采场出矿采用铲运机，出矿进路与下盘脉外巷道相连，间距 7m。沿矿房走向布置分段凿岩巷道。

b. 采准切割工作

主要采准切割工作包括：在穿脉巷道矿体内沿矿体向上开凿的人行通风天井；与下盘脉外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平巷，与人材井联通，在矿房中间矿体上盘开凿切割天井，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、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. 矿房回采工作

在采准切割工程完成后，从切割槽开始，在分段凿岩巷道用中 YGZ90 打扇形中深孔，孔径 60～65mm，炮孔深度 5.0～12.0m，炮孔排距 1.5～2.0m，孔口距 0.5m，孔底距 1.8～2.0m。用 BQ-100 型装药器装炸药，数码雷管起爆，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 1m$^3$ 电动铲运机装矿车，落矿块度控制在≤500mm，大块率≤10%，大块的二次破碎在采场出矿巷道内采用地下移动碎石机破碎中进行。

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，污风经上部回风巷道回到上中段运输巷道。

d. 损失、贫化指标及矿块生产能力

设计选取矿块损失率、贫化率分别为 12％、12％，采场生产能力 200t/d。

5.3.2.2 浅孔留矿法

a. 采准、切割

矿块长 40m，阶段高度 50m，顶柱高 3m，间柱 8m，底部出矿短穿间距 6m，铲运机出矿。采准和切割工程主要有采场人行通风天井、采场联络道、采场溜井及拉底切割平巷。穿脉运输巷道每隔 40m 一条，人行材料通风天井布置在矿体内，每隔 5m 布置一条采场联络道。

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

b. 矿房回采

矿房回采分梯段进行，从拉底层空间开始，用 YT-28 型浅孔凿岩机钻凿倾斜上向孔，上向分层开采，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。每一回采循环，放出回采落矿量的 30%，保持矿房内矿石与回采工作面有不高于 2m 的作业空间。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。爆破后的矿石由铲运机在底部出矿短穿装入矿车。出矿块度≤350mm。

矿块平均生产能力为 100t/d。

c. 损失、贫化指标

矿块生产损失率、贫化率分别选取为 11.3%、11.3%。

两种采矿方法的主要技术经济指标见表 5－1。

**表 5－1　　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 | 浅孔留矿法 | 综　合 |
|---|---|---|---|---|---|
| 一 | 结构参数 | | | | |
| 1 | 矿块长度 | m | 40 | 40 | |
| 2 | 中段高度 | m | 50 | 50 | |
| 3 | 矿房宽 | m | 矿体厚 | 矿体厚 | |
| 4 | 顶柱高度 | m | 4 | 3 | |
| 5 | 分段高度 | m | 12 | | |
| 6 | 间柱宽度 | m | 8 | 8 | |
| 二 | 技术指标 | | | | |
| 1 | 采矿方法比重 | % | 25 | 75 | 100 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2 | 矿块生产能力 | t/d | 200 | 100 | 125 |
| 3 | 采切比 | m/kt（$m^3$/kt） | 8.46（51.34） | 7.6（34.3） | 7.82（38.56） |
| 4 | 损失率 | % | 12 | 11.3 | 11.5 |
| 5 | 贫化率 | % | 12 | 11.3 | 11.5 |
| 三 | 回采工艺 | | | | |
| 1 | 凿岩设备 | | YGZ-90 | YT28 | |
| 2 | 凿岩台效 | m/台班 | 45 | 60 | |

5.3.3 矿石损失、贫化指标及矿块生产能力

结合矿床开采技术特点和类似矿山采矿指标，设计回采的矿体中，厚度＞5m 的矿体采用分段空场法；厚度≤5m 的矿体采用浅孔留矿法，经计算，分段空场法占 25%的比例，浅孔留矿法占 75%的比例。

分段空场法贫化率 12%，损失率为 12%；浅孔留矿法贫化率 11.3%，损失率为 11.3%。经计算，综合贫化率 11.5%，综合损失率为 11.5%。

分段空场法矿块生产能力为 200t/d, 浅孔留矿法矿块生产能力为 100t/d,综合为 120/d。

分段空场法出矿块度≤350mm；浅孔留矿法出矿块度≤350mm。

5.3.4 矿柱回采及空区处理

矿柱回采是在矿房回采结束后进行，采用大量崩落法回采，间柱和顶柱及上中段底柱同时一次爆破。顶柱采用 QZJ100B 潜孔钻凿岩，间柱采用 YSP-45 型上向式凿岩机凿岩。

矿块回采结束后要进行空区处理，随着矿柱的回采(间柱、顶柱和底柱通常是同时一次回采，回采炮孔需提前布置)，上盘围岩随之崩落，在覆盖岩石下放矿，上部覆盖岩层不断下降，逐渐塌落至地表，消除井下采空区的重大隐患，从而一起处理了采空区。井下废石大部分就近充填至井下采空区，可在生产中段提前布置部分矿房，回采结束后，作为废石充填场地，废石通过铲运机就近倒运充填。部分独立的采空区采用封闭的办法处理。

5.3.5 采掘设备选型

根据上述需完成的工程量，掘进选用 YT-28 型气腿式凿岩机凿岩，铲运机出碴。人

行通风天井掘进采用 TG-2 天井掘进工作台配 YSP-45 上向式凿岩机；分段空场法采场凿岩采用 YGZ-90，浅孔留矿法采场凿岩采用 YT-28 凿岩机；矿柱回采采用 QZJ100B 型潜孔钻机。主要采掘设备详见表 5－2。

**表 5-2　　采 掘 设 备 明 细 表**

| 序号 | 设 备 名 称 | 单位 | 数量 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 使 用 | 备 用 | 总 数 |
| 1 | YT-28 型气腿式凿岩机 | 台 | 4 | 4 | 8 |
| 2 | YGZ-90 凿岩机 | 台 | 2 | 2 | 4 |
| 3 | YSP-45 型上向式凿岩机 | 台 | 4 | 2 | 6 |
| 4 | QZJ100B 型潜孔钻机 | 台 | 1 | 0 | 1 |
| 5 | HPH6 型砼喷射机 | 台 | 2 | 0 | 2 |
| 6 | TG-2 型天井掘进工作台 | 套 | 1 | 1 | 2 |
| 7 | JJM-1 慢动绞车 | 台 | 1 | 1 | 2 |

## 5.4 矿山生产能力验证

5.4.1 按中段可布置的矿块数验证

$$A=NKq/(1-Z)$$

式中：A——中段生产能力，t/d；

N——中段可布矿块数，个；

K——有效矿块利用系数；

q——矿块生产能力，t/d；

Z——副产矿石率，取 10%。

按中段可布置的矿块数验算，各中段的生产能力见表 5-3。

**表 5-3　　按中段可布置的矿块数验证单中段生产能力表**

| 中段(m) | 矿体有效长度(m) | 可布矿块数（个） | 矿块利用系数（K） | 同时工作矿块数（个） | 矿块生产能力（t/d） | 日产量（t/d） | 年产量（$10^4$t/a） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 3250 | 590 | 11 | 0.4 | 4 | 60 | 240 | 7.2 |
| 3200 | 696 | 14 | 0.4 | 5 | 60 | 300 | 9.0 |
| 3150 | 786 | 15 | 0.4 | 6 | 60 | 360 | 10.8 |
| 3100 | 144 | 3 | 0.4 | 1 | 60 | 60 | 1.8 |

5.4.2 按年下降速度验证生产能力

$$A=QV\eta/H(1-\rho)T$$

式中：A——中段生产能力,t/d；

Q——中段矿石量，t；

V——年下降速度，m/a；

η——采矿回收率，88.5%；

H——中段高度，50m；

ρ——矿石贫化率，11.5%；

T——年工作天数，300d。

按年下降速度 20m 计算各中段的生产能力见表 5－4。

**表 5-4　　按年下降速度验算单中段生产能力表**

| 中段(m) | 中段储量 ($\times10^4$t) | 年下降速度 (m/a) | 中段生产能力 | | 备　注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | t/d | $\times10^4$t/a | |
| 3250 | 17.89 | 20 | 239 | 7.16 | |
| 3200 | 20.31 | 20 | 271 | 8.12 | |
| 3150 | 18.78 | 20 | 250 | 7.51 | |
| 3100 | 8.98 | 20 | 120 | 3.59 | |

5.4.3 按经济合理服务年限验证

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

式中：A——生产能力，t/a；

Q——设计利用储量，71.34×$10^4$t；

η——采矿回收率，88.5%；

ρ——矿石贫化率，11.5%；

t——经济合理服务年限，14a。

计算结果：A=5.10 t/a

经三种方法的验证，设计矿山生产能力为 5×$10^4$t/a 在技术上可行，在经济上也是合理的。

## 5.5 矿山服务年限

本次设计可采资源量为 71.40×$10^4$t，按推荐的 5×$10^4$t/a 生产规模并考虑采矿损失、贫化后，经排产计算，矿山的服务年限为 15 年（不含基建期 1 年），投产期 1 年，达产期 13 年，减产期 1 年，同时还考虑到潜在矿产资源级别的资源量尚未利用，区内矿体勘探程度较低，区内储量有可能增大，矿山服务年限还可延长。

## 5.6 开拓运输系统

设计利用的 2 条矿体分布较为集中，能够形成统一的开拓运输系统。矿床水文地质条件较简单，工程地质条件及环境地质条件均属中等。综合考虑矿体的赋存特征、矿山规模及总体布置等因素，技术上可行的开拓运输方案为：

方案Ⅰ：阶段平硐开拓方案；

方案Ⅱ：平硐溜井—地表公路开拓方案；

方案Ⅲ：平硐溜井—辅助竖井开拓方案；

各方案分别简述如下：

方案Ⅰ：各中段矿石沿 3250m、3200m、3150m、3100m 中段平硐口运至地表矿石堆场，然后由汽车转运至选矿厂，人员、材料通过地表公路由汽车运至各生产中段，废石大部分用于充填空区，部分用于筑坝。

方案Ⅱ：平硐溜井—地表公路开拓方案：沿矿体走向于矿体下盘 3250m、3200m、3150m、3100m 四个水平设平硐，其中，3100m 中段为主平硐。平硐南端为采矿工业场地，北部设回风井。3100m 水平以上采下矿石通过主溜井下放至 3100m 水平装入矿车，中段矿车编组后，经 3t 蓄电池电机车牵引运至地表矿石矿仓。

各中段废石用于充填空区，人员、材料及设备沿地表公路由平硐到各中段，风、水、电等管线均由平硐进入坑内各中段。

方案Ⅲ：在 12 线矿体下盘掘一条竖井和一条溜井至 3100m 中段，然后掘阶段石门通达各中段矿体。竖井净直径 φ4.5m，净断面 15.904m$^2$，井深 117m，掘进断面 20.428m$^2$，采用 300mm 厚整体砼支护。人员、材料通过 3100m 主平硐运至竖井井底车场，经竖井罐笼提升至各中段。竖井提升容器为 2#a 单层单罐带平衡锤，提升机为 2JK-2/11.5 提升机，卷筒直径 2.0m。矿石通过溜井下放至 3100 主平硐，从主平硐运出，采矿产生的废石用于充填空区。

各方案技术经济比较见表 5-5，优缺点比较见表 5-6。

表 5-5　　开拓方案比较表　　（按可比因素计算）单位：万元

| 序号 | 项　　目 | 单位 | 单价 | 方案I | | 方案II | | 方案III | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | （元） | 数量 | 金额 | 数量 | 金额 | 数量 | 金额 |
| I | 基建投资 | | | | | | | | |
| 一 | 地面工程 | | | | | | | | |
| 1 | 地表公路 | km | 1500000 | 2.2 | 330 | 2.2 | 330 | | |
| 2 | 坑口工业场地（不含堆场） | 处 | 300000 | 4 | 120 | 4 | 120 | 2 | 60 |
| 3 | 装矿设施 | 处 | 280000 | 4 | 112 | 2 | 56 | 2 | 56 |
| 4 | 矿石堆场 | 处 | 500000 | 4 | 200 | 2 | 100 | 2 | 100 |
| 5 | 井架 | 座 | 450000 | | | | | 1 | 45 |
| 6 | 提升机房 | 座 | 400000 | | | | | 1 | 40 |
| | 小计 | | | | 762 | | 606 | | 301 |
| 二 | 井巷工程 | | | | | | | | |
| 1 | 竖井：砼 300mm，$S_{掘}$=15.9m$^2$ | m | 12000 | | | | | 217 | 260 |
| 2 | 马头门及井口机械基础（5 对） | m$^3$ | 650 | | | | | 400 | 26 |
| 3 | 主溜井：锰钢板砼，$S_{掘}$=9.621m$^2$ | m$^3$ | 1800 | | | 2501 | 450 | 2501 | 450 |
| 4 | 通风、检查、联络井 | m$^3$ | 400 | | | 1250 | 50 | 1250 | 50 |
| 5 | 竖井车场（3 个） | m$^3$ | 400 | | | | | 3600 | 144 |
| 6 | 中段巷道 | m | 1500 | | | | | 400 | 60 |
| | 小计 | | | | 0 | | 500 | | 991 |
| 三 | 设备 | | | | | | | | |
| 1 | 竖井提升机(含电控) | 台/套 | 2200000 | | | | | 1 | 220 |
| 2 | 罐笼及平衡锤 | 台/套 | 450000 | | | | | 1 | 45 |

| 序号 | 项　　目 | 单位 | 单价 | 方案I | | 方案II | | 方案III | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | （元） | 数量 | 金额 | 数量 | 金额 | 数量 | 金额 |
| 3 | 井口机械 | 套 | 200000 | | | | | 3 | 60 |
| 4 | 运矿、材料汽车 | 辆 | 250000 | 4 | 100 | 2 | 50 | 2 | 50 |
| 5 | 客车 | 辆 | 320000 | 2 | 64 | 2 | 64 | | |
| 6 | 吉普车 | 辆 | 120000 | 3 | 36 | 3 | 36 | | |
| | 小计 | | | | 200 | | 150 | | 375 |
| | 基建投资总计 | | | | 962 | | 1256 | | 1667 |
| | 差值 | | | | 0 | | 294 | | 705 |
| | | | | | | | | | |
| II | 年经营费 | | | | | | | | |
| 1 | 人员 | 人 | 60000 | 24 | 144 | 20 | 120 | 26 | 156 |
| 2 | 电耗/柴油（提升人员、材料） | kw.h/ kg | 0.8/6.5 | | 96 | | 80 | | 70 |
| 3 | 小计 | | | | 240 | | 200 | | 226 |
| 4 | 差值 | | | | 0 | | -40 | | -14 |

表 5-6　　开拓方案主要优缺点比较表

| 方案 / 项目 | 方案Ⅰ<br>阶段平硐方案 | 方案Ⅱ<br>平硐溜井—公路开拓方案 | 方案Ⅲ<br>平硐溜井辅助竖井方案 |
|---|---|---|---|
| 优点 | 1.基建投资较省；<br>2.基建周期较短；<br>3.投资回收较快。 | 1.基建工程量小、投资较省；<br>2.基建周期短；<br>3.投资回收快；<br>4.维护费低； | 1.矿山装备水平高、运输系统合理、工人劳动强度低；<br>2.生产不受天气影响。<br>3.矿山经营管理方便。 |
| 缺点 | 1.矿石地面运输受天气影响，且运输距离较长；<br>2.矿山辅助运输人员、材料不便；<br>3.工人劳动强度大，安全管理复杂；<br>4.坑口分散，矿石运距大，经营费高。 | 1.地面辅助运输受天气影响，运输人员、材料不便；<br>2.工人劳动强度大，安全管理复杂；<br>3.井下仍需掘进溜井系统，支护复杂。 | 1.基建工程量大，基建投资最高；<br>2.溜井、竖井支护复杂；<br>3.矿山投资回收期较长。 |

通过分析比较，基建投资费用从小到大依次为：方案Ⅰ＜方案Ⅱ＜方案Ⅲ，同时，年经营费用从小到大依次为：方案Ⅱ＜方案Ⅲ＜方案Ⅰ，综合各方案投资、年经营费、优缺点，本次设计推荐方案Ⅱ，即平硐溜井—地表公路运输开拓方案。

矿体下盘沿矿体走向的 3250m、3200m、3150m、3100m 四个水平设平硐，3100m 中段为主运输平硐。平硐南端为采矿工业场地，北部设回风井。

3100m 水平以上采下矿石通过主溜井下放至 3100m 水平，经振动放矿机放矿装入 0.7m$^3$侧翻转式矿车，中段矿车编组后，经 3t 蓄电池电机车牵引运至地表矿石矿仓，破碎后进入选厂中细碎矿仓。

中段内采用脉外平巷与穿脉巷道组成的运输方式，穿脉装矿窄轨运输。

各中段废石大部分充填井下采空区，部分用于筑坝。

人员、材料、设备经由平硐到各中段，风、水、电等管线均由平硐进入坑内各中段。

岗岔金矿开拓系统布置见纵投影图。

## 5.7 矿井通风系统

根据开拓系统的布置方式，通风采用对角式通风系统，抽出式通风方式，平硐为进风井，在矿体北翼下盘设回风井，直径 3.0m，内设人行梯子，兼作第二出口。新鲜风流经平硐进入到中段运输巷道，沿中段平巷到采场人行通风天井，清洗工作面后，由采场局扇将污风排至上中段回风道后，由主风机抽至地表。为保证通风效果，在采场设有

辅助风机，在掘进工作面要装有局部通风机。

经按采场和掘进工作面排尘风速，并考虑各卸矿点和硐室的需风量、内外部漏风系数后，经计算矿井总风量为21m³/s，折合万吨风量比4.2 m³/s，符合小型矿井万吨耗风量2～4.5 m³/s的规定。

根据风量与负压计算，并考虑到风机风量损失后，风井选用K40-4-NO.12型风机1台，风机功率37kW。井巷掘进采用JK55-2№4.5型局部扇风机加强通风，采场内采用JK58-1№4.0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

设计采用平硐溜井开拓方案，估算坑内涌水量为130 m³/d，井下涌水沿平硐流至地表沉淀池处理后，供井下采矿及选矿使用。

## 5.9 基建井巷工程量、三级矿量及保有期

为满足矿山生产的要求，确定基建范围为：3250m平硐、3100m主平硐，3100m至地表回风井，矿石溜井（3250m～3100m）,采切工程及探矿工程等。

为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，矿山基建期需完成下列工程量：

开拓工程：1786m/12143m³；

探矿工程：200m/800m³；

采切工程：909m/4911m³；

合　计：2895m/17854m³。

完成上述基建工程量后可获得三级矿量及保有期为：

开拓矿量：15.9万t，保有期3.18年；

采准矿量：5.4万t，保有期1.08年；

备采矿量：2.8万t，保有期0.56年。

# 6 选矿及尾矿设施

## 6.1 设计依据

(1)2011 年 7 月中国建筑材料工业地质勘查中心甘肃总队编写的《甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告》；

(2)采矿专业提供的设计利用资源量；

(3)2010 年 11 月西北矿冶研究院提交的《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿选矿试验研究报告》；

(4)其它从现场收集到的资料。

## 6.2 原矿性质

### 6.2.1 矿石化学成分

试验对来样进行了多元素分析，结果见表 6-1。试金分析结果见表 6-2。

**表 6-1　　矿石多元素化学分析（%）**

| 元素 | Cu | Pb | Zn | Fe | $SiO_2$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 含量 | 0.036 | 0.099 | 0.18 | 5.42 | 57.15 |
| 元素 | CaO | MgO | As | S | $Al_2O_3$ |
| 含量 | 2.35 | 3.16 | 0.23 | 1.19 | 12.73 |

**表 6-2　　原矿试金分析（%）**

| 元素 | Au | Ag |
|---|---|---|
| 含量 | 2.96 | 5.96 |

### 6.2.2 矿石矿物组分

根据野外肉眼观察，结合光薄片鉴定结果，矿石中主要金属矿物有黄铁矿、赤铁矿、褐铁矿、孔雀石、铜兰、黄铜矿、辉铜矿、毒砂、辉锑矿、闪锌矿、自然金等，主要脉石矿物有石英、长石、绢云母、绿帘石、绿泥石、阳起石等。

### 6.2.3 矿石结构构造

矿石结构主要有自形—半自形晶结构，它形晶粒状结构，碎裂结构，假象结构等，次为交代残余结构，乳浊状结构，填隙结构，反应边结构等。

自形—半自形晶结构：多数毒砂晶体呈菱面体、楔形体、长柱状等形态分布，少量黄铁矿呈立方体或五角十二面体产出。

它形晶粒状结构：黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿等金属硫化物在矿石中主要呈它形晶

粒状结构分布。

碎裂结构：黄铁矿、毒砂等金属硫化物受构造应力作用的影响，颗粒产生碎裂，其碎裂间隙多被晚期形成的矿物所胶结。

假象结构：为氧化矿石中常见的结构，原黄铁矿、毒砂等金属硫化物被金属氧化物所替代，其形态仍然保持原始形态。

交代残余结构：在氧化不彻底的矿石中，金属氧化物中常含有残余的黄铁矿或毒砂的残留体。

乳浊状结构：偶见有黄铜矿呈乳浊状嵌布于闪锌矿中。

填隙结构：黝铜矿常呈填隙结构嵌布于黄铁矿粒间。

反应边结构：金属氧化物沿原硫化物晶体周边分布。

矿石构造主要有星散浸染状构造，次为细脉状构造，网脉状构造，偶见块状构造。

星散浸染状构造：金属硫化物呈星散状浸染于矿石中。

细脉状构造：主要体现为金属硫化物黄铁矿、毒砂等沿脉石微裂隙呈细脉状浸染分布。

网脉状构造：褐铁矿沿黄铁矿多组斜交裂隙氧化交代呈网脉状。

块状构造：辉锑矿在矿石中局部富集呈块状构造。

6.2.4 矿石类型

矿区矿石类型相对简单。由于矿化受断裂控制较明显，不同矿石类型在空间的分布复杂多变，很难以矿石类型对矿体进行圈连并估算资源/储量。

按矿化原岩岩性可划分为碎裂蚀变凝灰质砂岩型、碎裂蚀变安山岩型、黄铁矿化碎裂岩型和蚀变石英脉型。

按氧化程度分为氧化矿石和原生矿石，氧化矿石呈褐红色，以褐铁矿化、赤铁矿化为主；原生矿石结构较致密，以黄铁矿化、辉锑矿化、毒砂矿化为主。

通过岩矿鉴定和野外岩性观察，以硫化物等于75%为边界值划分氧化矿石和原生矿石。氧化率＞75%的样品有3个，主要分布于氧化带，矿石原岩以裂蚀变凝灰质砂岩型、碎裂蚀变安山岩型、碎裂岩为主，代表的深度距地表40m以浅，氧化率＜75%的样品有1个，主要分布在约距地表40m以深地段，样品显示的氧化带与原生带的界面为一个不规则的波折面。因此以距地表40-65m左右确定为氧化带与原生带的界线较为合理。

由于在平硐和钻孔中对物相样的采集分析不够系统，目前的资料划分氧化带有困难，补充详查报告没有划分氧化矿石与原生矿石，将在以后勘查工作中予以研究并补充该项工作。

6.2.5 金的赋存特征

金矿物在矿石中嵌布粒度微细，+0.037mm 占 5.63%，0.037～0.01mm 细粒金占 6.74%，-0.01mm 微粒金占 87.63%。

金矿物嵌布状态以包裹金为主，占 82.34%（其中硫化物包裹占 63.85%，脉石包裹占 18.49%）；粒间金占 17.66%（其中脉石粒间占 14.68%，金属矿物与脉石粒间占 2.98%）。

## 6.3 选矿试验研究及评价

6.3.1 选矿试验

合作市合力矿业有限责任公司委托西北矿冶研究院进行矿石加工技术性能研究，西北矿冶研究院于 2010 年 11 月提交了《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿选矿试验研究报告》。针对岗岔金矿矿石特点进行了原则流程的确定、药剂探索试验、条件试验、开路试验研究，并在此基础上进行了闭路试验。

试验最终推荐流程为：原矿磨至 85%－200 目，经一次粗选、一次扫选、两次精选产出金精矿的工艺流程。试验推荐流程见图 6-1，闭路试验结果见表 6-3。

**表 6-3　　闭路试验结果表**

| 产品名称 | 产率（%） | 金品位（g/t） | 金回收率（%） |
|---|---|---|---|
| 金精矿 | 20.25 | 12.16 | 81.31 |
| 尾　矿 | 79.75 | 0.71 | 18.69 |
| 原　矿 | 100.00 | 3.03 | 100.00 |

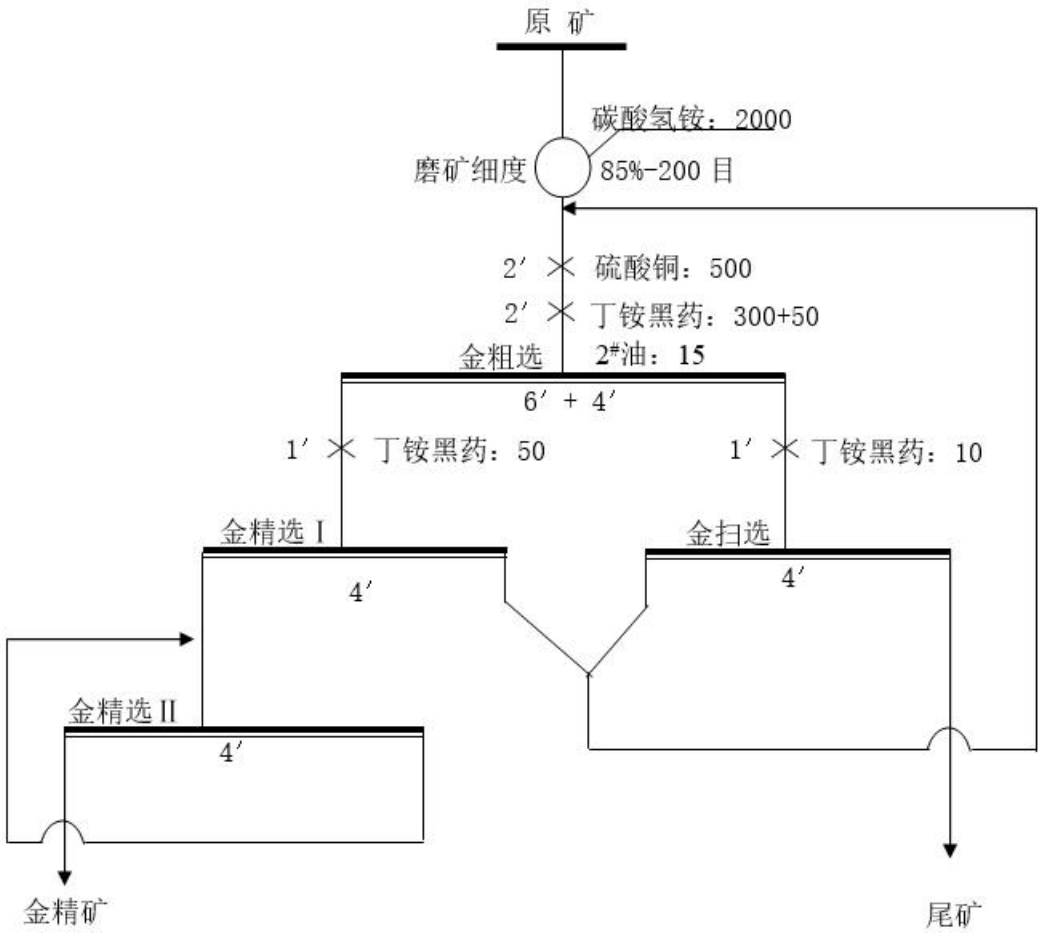



图 6-1　　试验推荐流程

6.3.2 选矿试验评价

1.西北矿冶研究院所做的选矿试验为试验室小型流程试验，对原矿品位、矿物组分、矿石类型、金的赋存状态等进行了分析，试样有一定的代表性，能够满足本次设计要求。

2.试验单位对推荐的工艺流程进行了必要的条件试验，获得了一定的选别指标。试验工艺流程和浮选药剂制度简单，数据重复性相对较好。可作为本次设计的依据。

## 6.4　设计流程及指标

6.4.1 设计规模、产品方案、服务年限及工作制度

设计规模：166.67t/d，$5.0\times10^4$t/a。

产品方案：浮选金精矿。

服务年限：14.3a。

工作制度：选厂为连续工作制，年生产 300d，

破碎筛分车间：每天 2 班，每班 5h，

磨浮车间：每天 3 班，每班 8h，

脱水车间：每天 3 班，每班 6h。

6.4.2 工艺流程

岗岔金矿补充详查地质报告中虽对该矿矿石类型进行了分析，地表为氧化矿石，深部为原生矿石，但由于对物相样的采集分析不够系统，划分氧化带有困难，报告中未对氧化矿、原生矿进行划分，只提交了原生矿资源量，没有提交氧化矿的资源量。所以，本次选矿工艺设计暂按选矿试验报告中推荐的原生矿浮选工艺流程进行。待以后的地质工作对氧化带的划分补充研究后，再确定氧化矿的处理方案。

根据选矿试验报告提供的工艺流程，再参考国内同类型矿山选矿厂的工艺流程，本次设计选别流程确定采用浮选工艺。由于试验对品位为 3.03g/t 的矿石只获得含金 12.16g/t，回收率为 81.31 的金精矿，本次设计在试验流程的基础上增加分别增加一次精选和一次扫选，以期达到提高精矿品位和回收率的目的。

设计的工艺流程如下：

（1）碎矿作业：采用两段一闭路工艺流程，原矿最大块度为 350mm，碎矿最终粒度为-15mm。

（2）磨矿作业：采用两段闭路磨矿流程，最终磨矿细度-200 目占 85%。分级作业采用水力旋流器分级。

（3）浮选作业：一粗两扫三精，中矿顺序返回，产出浮选金精矿和最终尾矿。

（4）脱水作业：浓密+压滤两段脱水，精矿含水率控制在 10%以下。

6.4.3 设计工艺指标

设计指标是以选矿试验指标并结合采出矿石品位的实际情况，参考距本项目 3km 处的录斗艘金矿实际生产指标而确定。录斗艘金矿实际生产指标见表 6-4，设计指标见表 6-5。

**表 6-4　　录斗艘金矿实际生产指标表**

| 项目 | 2016 年 | 2017 年 | 2018 年 | 2019 年 |
|---|---|---|---|---|
| 回收率（%） | 85.00 | 85.00 | 89.99 | 90.15 |

表 6-5　　设计指标表

| 产品名称 | 产率（%） | 金品位（g/t) | 金回收率（%） |
|---|---|---|---|
| 金精矿 | 20.68 | 12.00 | 85.00 |
| 尾　矿 | 79.32 | 0.55 | 15.00 |
| 原　矿 | 100.00 | 2.92 | 100.00 |

6.4.4 主要设备的选择

根据安全可靠、保证生产、节约能源，并适当留有富余能力，设计选用的主要设备如下：

碎矿：400×600 颚式破碎机　　1 台

Φ600 标准圆锥破碎机　　1 台

900×1800 自定中心振动筛　　1 台

一段磨矿分级：Φ1200×2400 湿式溢流型球磨机　　1 台

Φ150×2 水力旋流器　　1 组

二段磨矿分级：Φ1200×2400 湿式溢流型球磨机　　1 台

Φ150×2 水力旋流器　　1 组

浮选：

粗扫选 BF-2 浮选机　　10 台

精选 BF-1.2 浮选机　　7 台

浓密：NZ-6 中心传动浓密机　　1 台

压滤：XY40/800-U 厢式压滤机　　1 台

6.4.5 主要车间配置

选厂主要配置的车间有：粗细碎车间、筛分车间、粉矿仓、磨矿车间、浮选车间、浓密车间、压滤车间、精矿仓、选厂试化验室等。

## 6.5　尾矿设施

6.5.1 基础资料

（1）生产规模：166.67t/d，$5\times10^4$t/a；

（2）工作制度：300d/a，3 班/d，8h/班；

（3）排尾量：选矿厂服务年限为14.3a，服务期内排入尾矿库总尾砂量为57.41×$10^4$t；

（4）尾矿浓度：25%；

（5）尾矿粒度：-200目约占85%；

（6）尾矿堆积容重：1.42t/$m^3$；

（7）尾矿库服务年限：14.3a。

6.5.2 尾矿库

在保护环境、节约基建投资的前提下，根据矿区地形、地质条件，本次设计选择的尾矿库位于选矿工业场地西南侧约142m处的沟谷内，尾矿库下游3km以内无村庄及外部道路，只有矿山企业自己通行的便道，其选址合理。

尾矿库设计为透水堆石坝，采用一次性筑坝。坝轴线最低标高3080m，坝顶标高3130m，坝高50m，外坡比1：1.6，内坡比1：1.8，有效库容43.7×$10^4m^3$，为四等库。

项目服务期内总尾矿量为57.41×$10^4$t，40.43×$10^4m^3$，此尾矿库有效库容43.7×$10^4m^3$，库容满足选矿厂14.3a内堆放尾矿的要求。

库区附近人烟稀少，尾矿库库底及尾矿坝内坡在堆存尾矿前设防渗膜，可防止尾矿堆存的废水渗漏对地下水造成污染。

尾矿水经澄清后返回选厂使用，回水率为85%。

## 6.6 存在问题及建议

（1）加强地质探矿工作，补充对氧化带的划分研究，以确定氧化矿的处理方案。

（2）现阶段试验获得的金精矿品位以及回收率较低，建议下阶段设计前进行提高金精矿品位以及回收率的试验研究。

# 7 环境保护、水土保持与复垦

## 7.1 设计环保标准

### 7.1.2 采用法律、法规及规范、标准、政策及规范性文件

#### 7.1.2.1 法律法规

1.《中华人民共和国土地管理法》（2019 年 8 月 26 日第三次修订）；

2.《中华人民共和国水污染防治法》（2017 年 6 月 27 日第二次修订）；

3.《中华人民共和国矿产资源法》（2009 年 8 月 27 日）；

4.《中华人民共和国水土保持法》（2011 年 3 月 1 日）；

5.《中华人民共和国环境保护法》（2015 年 1 月 1 日）；

6.《中华人民共和国环境影响评价法》（2016 年 9 月 1 日）；

#### 7.1.2.2 技术规范、导则及标准

1.《环境影响评价技术导则-地面水环境》（HJ/T2.3-1993）；

2.《防洪标准》（GB50201-1994）；

3.《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）；

4.《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

5.《土壤侵蚀分类分级标准》（SL190-2007）；

6.《环境影响评价技术导则-大气环境》（HJ2.2-2008）；

7.《水土保持综合治理技术规范》（GB/T16453.1-16453.6 2008）；

8.《开发建设项目水土保持技术规范》（GB50433-2008）；

9.《水土保持综合治理规划通则》（GB/T15772-2008）；

10.《环境影响评价技术导则-声环境》（HJ/T2.4-2009）；

11.《环境影响评价技术导则-总纲》（HJ2.1-2011）；；

12.《环境影响评价技术导则-地下水环境》（HJ610-2011）；

13.《环境影响评价技术导则-生态影响》（HJ 19-2011）；

14.《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

15.《污水综合排放标准》（GB8978-2015）；

16.《地下水水质标准》（DZ/T00290-2015）；

17.《危险废物鉴别 标准》（GB 5085.1-7 -2019）；

18.《矿山地质环境监测技术规范》（DZ/T0287-2015）；

19.《滑坡防治工程勘查规范》GB/T 32864-2016；

#### 7.1.2.3 政策及规范性文件

1.《建设项目环境保护管理条例》（国务院第 253 号令，1998 年，2017 年修订）；

2.《地质灾害防治条例》（2004 年 3 月 1 日）；

3.《建设项目环境保护分类管理名录》（2008.10.1）；

4.《国家危险废物名录》（2008 年）；

5.《土地复垦条例》（2011 年 3 月 5 日）；

6.《土地复垦条例实施办法》（2013 年 3 月 1 日）；

7.《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014 年 7 月 29 日）；

8.《矿山地质环境保护规定》（2016 年 1 月 5 日）；

9.《环境影响评价公众参与暂行颁发》（环发[2006]28 号）；

10.《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 矿山主要污染物及治理措施

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

7.2.1 废水的产生及治理

1、采矿废水主要为坑内涌水，主要是凿岩、喷雾降尘废水，坑道涌水量较小,此废水除浊度偏高外，受污染较轻，不含有害物质，经主平硐排出进入地表沉淀池，返回坑内供凿岩及降尘使用，无外排。

日常水量较少时，通过渗水管排出至集水池，集水池内废水回收再利用，废水循环使用。

2、选矿工艺为闭路循环，排水除尾矿蒸发外，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。本项目选矿废水封闭循环使用，不外排，对地表水环境影响很小。

3、生活区：对于生活污水经化粪池初步处理后，采用地埋式一体化生化污水处理装置进一步处理，经处理后的废水中主要污染物浓度达到《污水综合排放标准》

(GB8978-2002)一级标准后，全部作为厂区及周围区域生态用水。

为了解决矿山废水对环境的影响，采取“防”、“治”、“管”相结合的方法，严格控制废水的形成与排放，主要对策有：

（1）控制水蚀及渗透。地下水、地表水及大气降雨渗入废石堆后，流出的的水具有污染性。因此，堵截给水，降低废石堆的透水性，防止和减少渗透；高速水流流经废石堆时会发生水蚀现象,污染水体;平整、压实废石堆以导开地表水流,防止废石堆水蚀。

（2）平整矿区及植被。平整遭到破坏的土地,可以掩盖污染源,减少水土流失,防止滑坡及消除积水；植被可以稳定土石,降低地表水流速度，因而能在一定程度上减少水土流失、水蚀、渗透。

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。废石部分用于充填井下采空区，其余作为尾矿筑坝，废石中不含有放射性物质和其他对人畜有害物质，对环境不产生危害，尾矿处置采用尾矿库堆存。

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，定时运往乡镇垃圾处理点，垃圾场应尽量少占土地，选择在矿区和居民区的下风向。

7.2.3 粉尘废气

作业时主要产尘、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 2mg/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

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100～115dB，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。

地面安装的空压机在开动时会有一定噪声，约90～110dB，设计中除设备基础作减震处理外，还利用建筑隔声减轻噪声的影响，鼓风机、空压机、风机放置在单独的风机房内，工人配备必要的劳保用品。鉴于矿山周围没有居民，噪声又不能远距离传播，经厂房围护结构隔音或安装消音器后，对外界环境影响甚小。

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。

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。

7.3.2 采矿引起的主要地质灾害的评价及监测预防措施

（1）引起的主要地质灾害评价与防治措施

① 崩塌

本矿山属于地下开采，虽然矿区岩石强度较高，稳定性好，矿山开采整体对矿区地质环境影响不大。随着开采深度的增加，可能会导致地面塌陷或地表开裂，造成矿区局部地表变形。但只要本项目构筑物布局合理，并划定地表移动线范围，在适当位置设立明显标志，在人员容易通过的地段设置防护铁丝网，塌陷区造成的影响也不会太大。

② 滑坡

矿区环境地质质量属第一类—良好，区域稳定性较好，岩体稳定性较好，滑坡地质灾害不发育。但存在由于长期开采造成的局部地表岩体破坏、松动，地形较陡峭处和修筑道路的地区暴雨季节有可能发生滑坡的可能，在修筑道路的过程中，应对可能引起滑坡的地段采取护坡及砌筑挡土墙等措施，减少事故的发生。另外，雨天减少行驶或驾车司机注意观察路面情况，可将滑坡造成的损失和破坏降到最低。

③ 泥石流

由于矿区地貌地形，矿区第四系松散堆积物分布范围广，加上降雨期利于雨水汇集，形成短暂洪水，造成的泥石流灾害，矿山要加强日常的检测和检查，以便及早采取措施，加强治理，以免发生矿山灾害。同时，矿山要加强开采废碴临时堆置与存放，尽量避开洪水经过区，并采取加固措施，以避免诱发人为泥石流灾害的发生。

（2）预防与监测措施

① 总图布置上坚持安全为主的原则，避免在有可能发生山崩、滑坡、滚石危害的地方建厂或设置建（构）筑物。工业场地及地面设施位置的选择应注意地形、地质条件，并考虑地下开采所引起的地表开裂、陷落、滚石、山崩、泥石流等可能造成的影响。

② 根据矿山地质条件和开采方式，圈定矿区地表塌陷范围。在地表塌陷范围内不能建设建（构）筑物。

③ 健全矿区山体变形的动态观测网，认真监测，系统积累资料，及时研究与分析。当得知可能发生不良工程地质活动现象时，应及时预报，并采取有效措施。

④ 生产中注意监测和鉴别巷道的顶板稳定性，总结顶板变形规律，确定有效的支护方法。选择适当的采矿方法和顶板管理措施，尽量减少上覆岩体的变形和位移，以避免地面塌陷和危岩体崩塌。

⑤ 有计划地安排岩土堆置和复垦等。

7.3.3 矿山闭坑时地质灾害的处理措施

矿山采用地下开采，矿山闭坑后，采场空区需要综合治理，保持稳定，不会造成新的地质灾害的发生。同时，对于采空区造成的地面沉陷进行复垦，恢复矿山植被。

矿山闭坑后，如果矿井没有其它安全可靠的用途，则密闭矿井入口，以防止人员进入，对地表工程、地面设施、废渣堆等进行整治，主要对这些临时建筑进行整平、覆盖土壤后移植树木进行处理。

生产设备将拆除，厂房将根据当地实地情况，改建为其它建筑使用或作为民用设施。

## 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业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，按照自然资源部、甘肃省自然资源厅要求，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，在污染物防治、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，选矿回收率为85%,采矿回收率为88.5%，符合最低“三率”指标要求。

（8）提高矿井“三率”指标。矿井涌水通过平硐自流至水沉淀池回收处理；采矿工业场地的生产生活污水通过管路及水沟集中回收至生活污水处理站，进行回收处理。回收处理后的矿井涌水及生活污水循环用于矿井的生产，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。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。

绿色勘查是地勘行业践行新发展理念的重要内容，是绿色矿山建设的首要任务。企业要坚持生态保护优先，争做先进理念的创新者和领跑者，大力推进绿色勘查。依靠先

进的勘查技术、工艺和方法，逐步减少对地表植被破坏较大的工程手段的应用，切实做到依法勘查、绿色勘查，既要探寻出更多的金山银山，更要保护好绿水青山。企业要及时组织制定绿色矿山建设方案，着力推进技术体系、标准体系、产业模式、管理方式和政策机制创新。要紧紧围绕退矿还绿、探矿护绿、采矿复绿的工作思路，提升生态环境发展质量；要坚持生态保护红线，大力推进绿色勘查和绿色开采，从源头减少和控制矿产资源开采过程中对生态环境的影响。在具体规划实施过程中，与实际相结合，进一步贯彻落实绿色矿山建设的工作方案，要抓紧达到绿色矿山建设标准。

合作市合力矿业有限责任公司秉持“要金山银山，更要绿水青山”的环保理念，坚持“开发与治理并重”的原则，加大水土保持与生态环境恢复资金投入，在矿区栽植树木数万余株，种草、恢复植被面积达数百亩，修整村级路 1.1 公里。

目前，合作市合力矿业有限责任公司拟按要求编制了《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿绿色矿山建设规划》，公司将根据绿色矿山规划要求，继续足额投入生态文明建设资金，争取早日全面实现绿色矿山各项目标。

### 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 工程概述

矿山采用地下开采方式，生产规模为 $5\times10^4$t/a，平硐溜井开拓。

## 8.2 设计依据

（1）《中华人民共和国矿山安全法》2009 年 8 月修订；

（2）《中华人民共和国安全生产法》2020 年 9 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（2016 年版）；

（8）《国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23 号；

（9）《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；

（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》AQ2033-2011

（13）《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》AQ2034-2011

（14）《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》AQ2035-2011

（15）《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》AQ2036-2011

## 8.3 矿区地质环境对安全的影响

年平均降水量为 440mm，降雨期每年七个月，7-9 月间降雨量最大，为 130mm 左右，常常阴雨数日，形成巨大山洪，对农田、建筑、交通等方面造成严重危害。年平均蒸发量为 1231.2mm，为降水量的 2.24 倍。

矿区内松散坡积物厚度一般为 2-5m，局部地段大于 10m，岩性为粉质粘土及碎石土，山地两侧的沟谷延伸段，坡度 22°-27°，植被覆盖率较高，多为透水不含水，自然地质灾害不发育。

地质灾害主要表现为泥石流，不稳定边坡两种类型，未见明显的山体滑坡、山体开裂、地面塌陷等其它地质灾害现象。矿山已有泥石流发育有两处，分别位于矿山东、西两侧的谷坡冲沟中，其固体物质来源为过去采矿、修建道路过程中形成的废矿渣堆，依山坡零星分布，规模均为小型，危害程度小，危险性小。

岗岔矿区主要位于两面临空，地形陡峻的低中山区。矿区东西两侧虽有地表水体，但因主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水。矿区透水层第四系与基岩（含新近系）风化带地下水的补给来源主要为大气降水，二叠系板岩夹砂岩裂隙透水不含水岩组，连通作用较差，补给有限，基本不含水。海拔 3100m 以上段含水十分贫乏。河沟谷冲洪积含水组在临近矿区的河沟谷中，属弱富水区；二叠系板岩夹砂岩裂隙含水岩组，分布于山区，存在于地下水位以下，富水性弱、且含水不均一。

矿区地下水主要赋存于深部构造裂隙中，但富水性受裂隙充填和闭合状况的影响，为地下水贫乏区，单井涌水量为 0.5-1$m^3$/d，且大部分地段因连通性差，补给不足，基本上没有稳定的含水层存在。

河沟谷区第四系冲洪积孔隙潜水，由地表水、大气降水补给而形成，矿区第四系与基岩（含新近系）风化带地下水的补给来源主要为大气降水，大气降水沿透水岩土体孔隙或裂隙下渗，在连通较好的裂隙或孔隙中缓慢地流动，并在地势低洼（谷底）处以泉的形式或地下径流的方式排泄，最终汇集于坎木仓可合河、加门可西沟谷。

矿山生产中的采场涌水及生产废水经平硐排出坑外经沉淀后供采选生产使用。此外，矿区附近的山区暴雨季节容易出现山洪，应当采取防洪措施，预以防范。但矿区范围内形成滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的可能性小，各种自然地质作用和采矿活动，对地质环境造成的破坏和影响不大。

## 8.4 其它自然条件对安全的影响

### 8.4.1 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。

废气主要来源于爆破和矿石装运过程，其中主要含有一氧化碳、氮氧化物和矿尘，其中一氧化碳和氮氧化物主要来源于爆破作业，矿尘主要来源于凿岩、爆破和装运三个基本生产工序。粉尘中游离 $SiO_2$ 是造成矿工矽肺病的主要原因。

8.4.2 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 7 度设防，设计基本地震加速度值为 0.10g。厂址应避开主要断裂带。

8.4.3 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。

## 8.5 矿床开采安全评述

8.5.1 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。

采空区灾害的主要表现形式有：片帮、冒顶、突水、地震、岩爆、冲击地压、地面塌陷、地面沉降、地面裂缝以及由其导致的滑坡、泥石流、地表植被破坏等多种形式。

矿块回采结束后要进行空区处理，随着矿柱的回采(间柱、顶柱和底柱通常是同时一次回采，回采炮孔需提前布置)，上盘围岩随之崩落，在覆盖岩石下放矿，上部覆盖岩层不断下降，逐渐塌落至地表，消除井下采空区的重大隐患，从而一起处理了采空区。井下废石大部分就近充填至井下采空区，可在生产中段提前布置部分矿房，回采结束后，作为废石充填场地，废石通过铲运机就近倒运充填。部分独立的采空区采用封闭的办法处理。

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。

8.5.2 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(GB6722-2014)》。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》（GB6722－2014）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。

地下开采时设计了坑内机械通风系统，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。

8.5.3 通风系统的安全可靠性

依据矿体的赋存特点、地形条件，结合推荐的开拓运输系统，考虑到抽出式通风排烟速度快，风流主要在回风段进行调节，不妨碍人行和运输，便于维护管理，工作可靠。采用一翼进风另一翼出风的单翼对角式通风系统，抽出式通风方式。新鲜风流由平硐进入各中段工作面，清洗工作面后污风由回风井排出地表。

经过计算，坑内总需风量为21m³/s，总负压115Pa，根据风量与负压计算，并考虑到风机风量损失后，风井选用K40-4-NO.12型风机1台，风机功率37kW。井巷掘进采用JK55-2№4.5型局部扇风机加强通风，采场内采用JK58-1№4.0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。

8.5.4 矿山排水系统的安全可靠性

井下涌水通过各中段平硐自流至地表沉淀池，处理后回用于矿山生产、绿化和除尘，不外排。

在上部中段回采时，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。

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。

8.5.5 运输安全

（1）井下运输

运输线路均以设计规范和安全要求设计，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，矿车自滑、矿车脱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。

8.5.6　爆破作业的安全可靠性

在生产过程中，使用数码雷管、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。

## 8.6 机电和其它

8.6.1 供电系统的安全可靠性

矿山坑内窄轨运输线路均依据设计规范和安全要求设计，其安全适应性满足国家有关规定。井下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，井下用电设备应形成统一的接地网。各用电设备设有专用受电开关，停送电要挂牌工作。

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，满足通风、通讯等需要，作为矿区一级用电负荷的备用电源。外部引入矿区的电源，能够确保矿山生产的安全可靠。

8.6.2 运输设备的安全可靠性

运输线路均以设计规范和安全要求设计，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，矿车自滑、矿车脱轨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。

8.6.3 防雷、接地的可靠性分析

矿区高耸建筑物均设置防雷击措施。

设计对选用的地面和井下设备均考虑了接地、防漏电、防过电压等保护，并对电气的防火、防爆及井下防静电等采取了相应的安全措施。

井下采区变电所变压器低压侧设漏电保护，井下采区变电所变压器低压侧为中性点

不接地系统。架空线路出线端和柱上变压器高压侧装设阀式避雷器，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。

### 8.7 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，切实贯彻有疑必探的原则。

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。

### 8.8 预防矿山火灾和水灾

在爆破材料库、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。

矿区主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，岗岔金矿床主要含水岩组为下二叠统第 1 岩性段的大理岩，浅部弱含风化裂隙潜水，就地接受大气降水补给，深部受断裂破碎带影响富水性较好，为脉状裂隙承压水，是矿坑充水的主要水源，对矿坑充水有一定影响。矿坑内涌水量可以自然排泄至矿硐外部，且涌水量较小。

矿山在建设时严禁在沟底布置和建设任何建、构筑物、工棚以及堆放矿石、废石；工业场地设置排水沟；靠近沟边应砌筑一定长度的护堤。

井下开采时的涌水，由平硐排出地表。在上部中段回采时，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。

### 8.9 井下安全避险六大系统

根据国家安全监管总局令第 36 号《建设项目安全设施“三同时”监督管理暂行办法》、“安监总管一〔2010〕168 号”文《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》及“安监总管一〔2011〕108 号”文《国家安全监管总局关于切实加强金属非金属地下矿山安全避险“六大系统”建设的通知》，矿山企业进行“六大系统”建设应具备完整的专项设计方案。专项设计应对矿山的开拓方式、生产规模、水文工程地质和自然条件以及生产系统等具有较强的适用性，尽量与生产系统紧密结合，便于“六大系统”运行维护，充分发挥“六大系统”的功能。

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，就能达到国家对矿山生产企业的安全要求。

## 8.10 工业卫生

### 8.10.1 防噪声危害

凿岩机、空压机、主扇等在工作中产生的噪声，易引发伤害事故。设计中主扇放在地表风机房内。职工宿舍均远离坑口和空压机房，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。

### 8.10.2 防粉尘危害

1、坑内防尘措施

⑴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。

⑵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。

⑶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、粉尘测定仪等设备及化验室，在矿井建设、生产期及时对井下粉尘进行监测和化验。

⑷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。

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。

8.10.3 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、NOx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。

## 8.11 矿山安全救护及管理

8.11.1 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。

8.11.2 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。

8.11.3 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。

8.11.4 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。

8.11.5 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护措施，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。

## 8.12 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135万元。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

项目新增建设投资 7573 万元；其中：开拓工程 1866 万元、建筑工程 1963 万元、设备购置 985 万元、安装工程 197 万元、其它费用 1751 万元、基本预备费 811 万元，项目建设资金全部自筹，新增投资主要用于开拓工程、设备购置与更新以及辅助公用工程。

根据公司 2022 年年末资产负债表，矿山固定资产净值为 63 万元。

项目估算流动资金 1311.37 万元，铺底流动资金（30%）393 万元。

项目估算投资=建设投资+建设期利息+利旧投资+铺底流动资金（流动资金的 30%）=7573 万元+0 万元+62.63 万元+393 万元=8029 万元。

矿山的总投资按费用性质划分估算表见表 9-1。

表 9-1 按费用构成划分投资分析表

| 序号 | 工程或费用名称 | 估 算 价 值（万元） | 占总估算价值(%) |
|---|---|---|---|
| Ⅰ | 工程费用 | 5011 | 62.41 |
| 1 | 开拓工程 | 1866 | 23.24 |
| 2 | 建筑工程 | 1963 | 24.45 |
| 3 | 设备购置 | 985 | 12.27 |
| 4 | 安装工程 | 197 | 2.45 |
| Ⅱ | 其他费用 | 1751 | 21.81 |
| Ⅲ | 基本预备费 | 811 | 10.11 |
| Ⅳ | 铺底流动资金 | 393 | 4.90 |
| | 新增估算投资（Ⅰ+Ⅱ+Ⅲ+Ⅳ） | 7966 | 99.22 |
| Ⅴ | 利旧固定资产 | 63 | 0.78 |
| | 合计 | 8029 | 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 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|
| 价值 | 13.67 | 37.92 | 8.36 | 2.68 | 62.63 |
| 占投资比例 | 21.83 | 60.54 | 13.35 | 4.28 | 100.00 |

## 9.2 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，金金属价格按市场 3 年均价 375 元/g 计价，折价系数参考类似项目销售合同的折价系数 70.7%计算（金精矿含金价格为 265.13 元/g），

价格均为出厂价。

需要说明的是，详查报告中还提交了银的资源量，但由于是该量的提交是通过组合分析确定的，鉴于银的资源类别为潜在矿产资源类，本次设计伴生银资源暂未利用，本次设计的精矿售价中未考虑银的价值，但在实际生产中应加强银的综合回收利用。

## 9.3 劳动定员

项目拟定总定员 70 人，其中：生产工人 62 人，管理和服务人员 8 人。

## 9.4 成本估算

根据财政部《关于不再规定冶金矿山维持简单再生产费用标准的通知》（财办资[2015]8 号），冶金矿山企业可根据生产经营情况自主确定是否提取维简费及提取的标准；本矿为金矿，参照冶金矿山不再计提维简费，井巷工程投资按折旧摊入成本。

本次成本估算范围包括采矿及选厂加工成精矿外售整个生产过程中所发生的费用，本项目成本费用按不含税价计算，按生产成本+期间费用法进行编制。

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 244.02 元/t，选矿成本为 159.86 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，机械设备类固定资产按 10 年折旧，房屋建筑物折旧年限按照 20 年计提，井巷工程按 15 年计提，设备及建筑固定资产残值均按 5%考虑，井巷工程不计残值。

**表 9-3　　单位综合成本构成表（不含税）单位：元/吨**

| 序号 | 项目 | 采矿 | 选矿 | 其它 | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 生产成本 | 244.02 | 159.86 | | 403.87 |
| 1.1 | 外购材料 | 34.14 | 31.15 | | 65.29 |
| 1.2 | 燃料动力 | 41.00 | 25.32 | | 66.32 |
| 1.4 | 工资及福利 | 76.96 | 41.44 | | 118.40 |
| 1.5 | 折旧 | 57.69 | 38.46 | | 96.15 |
| 1.6 | 修理费用 | 26.23 | 17.48 | | 43.71 |
| 1.7 | 其他制造费用 | 8.00 | 6.00 | | 14.00 |
| 2 | 矿山安全费用 | | | 15 | 15.00 |
| 3 | 尾矿库安全费用 | | | 5 | 5.00 |
| 4 | 环境治理费用 | | | 6 | 6.00 |
| 5 | 销售费用 | | | 8 | 8.00 |
| 6 | 管理费用 | | | 10 | 10.00 |
| 7 | 总成本费用 | 244.02 | 159.86 | 44.00 | 447.87 |
| | 减：折旧费 | 57.69 | 38.46 | | 96.15 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | 折旧性质的维简费 | | | 0 | 0.00 |
| 8 | 经营成本 | 186.33 | 121.40 | 44.00 | 351.72 |

## 9.5 销售税金及附加

根据《甘肃省财政厅国家税务总局甘肃省税务局甘肃省自然资源厅关于资源税有关事项的通知》（甘财税[2020]11 号），资源税的税目、税率、征税对象按照本通知所附《甘肃省资源税税目税率表》相关规定执行。资源税按精矿收入的 3%，年资源税为 98.69 万元。

## 9.6 项目经济效益预测

项目服务期实现总营业收入 46935.6 万元，缴纳营业税金及附加（资源税）1408.07 万元，利润总额 13070.27 万元，所得税 3394.43 万元，税后利润 9675.83 万元，整个计算期内项目财务内部收益率为 10.51%（所得税后），投资回收期为 8.69 年（所得税后，含基建期 1 年），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，项目财务指标较好，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 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 地质储量 | 矿石量 | Au | $10^4$t | 160.04 | 主矿种 |
| | | | Ag | $10^4$t | 135.96 | 伴生 |
| | | 金属/矿物量 | Au | kg | 5459.00 | |
| | | | Ag | kg | 5860.00 | |
| | | 品位 | Au | g/t | 3.41 | |
| | | | Ag | g/t | 4.31 | |
| 2 | 储量评审基准日 | | 2011.7.31 | | | |
| 3 | 开采矿种 | 金矿 | | | | |
| 4 | 最终开采标高 | | 3400～3100m | | | |
| 5 | 设计利用矿量 | 矿石量 | Au | 104t | 71.34 | 主矿种 |
| | | 品位 | Au | g/t | 3.29 | |
| | | 金属量 | Au | kg | 2349 | |
| 6 | 开采方式 | 地下开采 | | | | |
| 7 | 开拓方式 | 平硐溜井开拓 | | | | |
| 8 | 采矿方法 | 浅孔留矿采矿法、分段空场采矿法 | | | | |
| 9 | 贫损指标 | 采矿贫化率 | | % | 11.50 | |
| | | 采矿损失率 | | % | 11.50 | |
| 10 | 采出矿量 | 矿石量 | Au | $10^4$t | 71.34 | |
| | | 品位 | Au | g/t | 2.91 | |
| | | 金属量 | Au | kg | 2079 | |
| 11 | 规模及服务年限 | 生产规模 | | $10^4$t/a | 5.00 | 167t/d |
| | | 开采服务年限 | | a | 15.00 | |
| 12 | 选矿回收率 | 金精矿 | Au | % | 85.00 | |
| | | | | | | |
| 13 | 企业最终产品 | | 金精矿（Au 品位 12g/t） | | | |
| 14 | 总产精矿含金属量 | 金精矿 | Au | kg | 1767.04 | |
| 15 | 年均产精矿含金属量 | 金精矿 | Au | kg | 124.08 | |
| 16 | 生产成本 | 采矿成本 | | 元/t | 244.02 | |
| | | 选矿成本 | | 元/t | 159.86 | |
| | | 期间费用 | | 元/t | 44.00 | |
| | | 合计 | | 元/t | 447.87 | |
| 17 | 销售价格 | 金精矿含 Au | | 元/g | 265.13 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 18 | 建设总投资 | | | 万元 | 8029 | |
| 19 | 年经济核算 | | 达产年销售收入 | 万元 | 3290 | |
| | | | 达产年生产成本 | 万元 | 2239 | |
| | | | 达产年销售税金及附加 | 万元 | 98.69 | |
| | | | 达产年利润额 | 万元 | 952 | |
| | | | 达产年所得税 | 万元 | 238 | |
| | | | 达产年净利润 | 万元 | 714 | |
| 20 | 财务评价 | | 投资利润率 | % | 8.89 | |
| | | | 内部收益率(Ic=10%) | % | 13.72 | 所得税前 |
| | | | | % | 10.51 | 所得税后 |
| | | | 投资回收期 | a | 8.69 | 所得税后，含基建期 1年 |

# 10 开发利用方案简要结论

## 10.1 设计利用地质资源量

截至评审基准日，本次设计利用资源（控制+推断）矿石量 71.34×$10^4$t，Au 金属量 2349kg，平均品位 3.29g/t。可采储量为：矿石量 71.34×$10^4$t，Au 平均品位 2.91g/t，Au 金属量 2079kg。

## 10.2 生产规模及服务年限

矿山生产规模：167t/d，5×$10^4$t/a。

服务年限：15 年（不含基建期），其中投产期 1 年，达产 13 年，减产期 1 年。

矿山基建期 1 年。

## 10.3 产品方案

企业最终产品为金精矿。

## 10.4 采选方案

设计采用平硐溜井开拓方案，采矿方法为分段空场法和浅孔留矿法，采矿综合损失率 11.5%，综合贫化率 11.5%。

采用两段一闭路工艺流程，两段闭路磨矿流程，一粗两扫三精，中矿顺序返回，产出浮选金精矿和最终尾矿，浓密+压滤两段脱水。

选矿最终产品是浮选金精矿，金回收率 85%。

## 10.5 厂址方案

厂址总体布置上充分利用矿区地形条件，结合矿山开采及选矿生产工艺条件，本着有利生产、方便管理、保证矿山生产安全和节省占地，减少基建工程投资的原则进行的。

各中段平硐位于矿体下盘，采矿工业场地位于 3100m 主平硐口的位置，采矿工业场地包括采矿办公室(排班室)、机修车间、仓库等，采矿工业场地占地面积约 0.10$hm^2$。选矿工业场地位于 3100m 主平硐口南侧地势开阔位置，场地标高 3070m，占地面积 0.75$hm^2$。选矿厂由粗细碎车间、筛分车间、粉矿仓、磨矿车间、浮选车间、浓密车间、压滤车间、精矿仓、选厂试化验室等组成。尾矿库位于选矿工业场地西南侧约 142m 处的沟谷内，尾矿库设计为透水堆石坝，采用一次性筑坝。坝轴线最低标高 3080m，坝顶标高 3130m，坝高 50m，外坡比 1：1.6，内坡比 1：1.8，为四等库。

爆破器材库位于采矿工业场地东北侧约800m处的山沟里。库容为3t，占地面积0.05hm$^2$。矿山办公生活区靠近选矿工业场地，靠近地表运输公路，场地标高为3080m，占地面积0.30hm$^2$。

## 10.6 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。

## 10.7 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）矿山企业在开采过程中要加强预防地质灾害的发生，做好开采技术条件评价工作，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。

（4）加强地质探矿工作，补充对氧化带的划分研究，以确定氧化矿的处理方案。

（5）2014年只对矿山进行了试采工作，开采了部分矿石，该矿石量未缴纳价款。

（6）现阶段试验获得的金精矿品位以及回收率较低，建议进行提高金精矿品位以及回收率的试验研究。

# 第二部分

# 矿山地质环境保护与土地复垦方案

合作市合力矿业有限责任公司

二〇二二年八月

# 矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

<table>
<tr><td rowspan="6">矿山企业</td><td>企业名称</td><td colspan="3">合作市合力矿业有限责任公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>徐小明</td><td>联系电话</td><td>18919996186</td></tr>
<tr><td>单位地址</td><td colspan="3">甘肃省甘南州合作市金河宾馆</td></tr>
<tr><td>矿山名称</td><td colspan="3">合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿</td></tr>
<tr><td rowspan="2">采矿许可证</td><td colspan="3">☐新申请　　☑持有　　☐变更</td></tr>
<tr><td colspan="3">以上情况请选择一种并打“√”</td></tr>
<tr><td rowspan="7">编制单位</td><td>单位名称</td><td colspan="3">甘肃睿创地质生态工程有限公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>宋旭东</td><td>联系电话</td><td>13893185839</td></tr>
<tr><td rowspan="5">主要编制人员</td><td>姓　名</td><td>职　责</td><td>联系电话</td></tr>
<tr><td>李辉东</td><td>报告编制</td><td>17361698999</td></tr>
<tr><td>宋旭东</td><td>报告编制</td><td>13893185839</td></tr>
<tr><td>邓晓平</td><td>制图</td><td>15294225994</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>审查申请</td><td colspan="4">我单位已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。请予以审查。<br><br>申请单位（矿山企业）盖章<br><br>联系人：徐小明　　联系电话：18919996186</td></tr>
</table>

# 矿山地质环境保护与土地复垦方案摘要表

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| 项目概况 | 项目名称 | 合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿<br>矿山地质环境保护与土地复垦方案 | | |
| | 单位名称 | 合作市合力矿业有限责任公司 | | |
| | 单位地址 | 甘肃省甘南州合作市金河宾馆 | | |
| | 项目位置 | 合作市佐盖多玛乡 | | |
| | 项目区面积 | 2.28km$^2$ | 生产能力（或投资规模） | 矿石量 5.0×10$^4$t |
| | 评估区面积 | 2.28km$^2$ | 生产年限（或建设期限） | 15，基建期 1a |
| | 方案服务年限 | 20a | 方案适用年限 | 5a |
| 方案摘要 | 1. 合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿采矿权面积 2.28km$^2$，矿山设计开采能力 5×10$^4$t/a，矿山规模为小型，矿山生产服务年限 15a，基建期 1 年。<br>2.本方案适用年限应为 20a，即 2022 年 8 月至 2042 年 7 月。<br>3. 合作市岗岔金矿评估区面积为 1.1310km$^2$，评估区重要程度为重要区，地质环境条件复杂程度为复杂，矿山生产重设规模为小型。依据矿山地质环境影响评估精度分级表，确定该矿山地质环境影响评估分级为一级。<br>4.矿山地质环境重点防治区包括现有的矿山道路和尾矿库，总面积 3.64hm$^2$，占评估区总面积的 1.60%；次重点防治区包括选矿工业场地和地面塌陷区，总面积 26.19hm$^2$，占评估区总面积的 11.49%；一般防治区包括办公生活区、采矿工业场地、前期爆破材料库、平硐井口和其他采矿未影响的区域，总面积 198.17hm$^2$，占评估区总面积的 86.29%。<br>7. 矿区已损毁土地面积 2.07hm$^2$，拟损毁土地面积 28.26hm$^2$，复垦区面积合计 30.33hm$^2$。矿区内道路作为后期复垦工作管护及浇灌通道，本次设计预留，不进行复垦。道路总占压面积 1.77hm$^2$。因此，本方案确定的复垦责任范围面积为 28.56hm$^2$。<br>8. 矿山地质环境保护与恢复治理总估算为 79.69 万元，土地复垦静态总投资 85.48 万元，动态总投资 211.83 万元。两项总费用为 291.52 万元。近五年矿山地质环境保护与恢复治理总估算为 41.87 万元，土地复垦静态总投资 2.30 万元，动态总投资 2.67 万元。两项总费用为 44.54 万元。 | | | |

# 目　　录

**前　言 ..... 1**

一、任务由来 ..... 1

二、编制目的 ..... 2

三、方案编制的依据 ..... 3

四、方案适用年限 ..... 6

五、编制工作概况 ..... 7

**第一章　矿山基本情况 ..... 10**

一、矿山简介 ..... 10

二、矿山范围及拐点坐标 ..... 10

三、矿山开发利用方案概述 ..... 12

四、开采历史及现状 ..... 28

**第二章　矿区基础信息 ..... 32**

一、矿区自然地理 ..... 32

二、矿区地质环境背景 ..... 37

三、矿区社会经济概况 ..... 54

四、矿区土地利用现状 ..... 54

五、矿山及周围人类工程活动情况 ..... 55

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析 ..... 56

**第三章　矿山地质环境影响和土地损毁评估 ..... 65**

一、矿山地质环境与土地资源调查概述 ..... 65

二、矿山地质环境影响评估 ..... 66

三、矿山土地损毁预测与评估 ..... 86

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 ..... 92

**第四章　矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 ..... 98**

一、矿山地质环境治理可行性分析 ..... 98

二、矿区土地复垦可行性分析 ..... 100

**第五章　矿山地质环境治理与土地复垦工程 ..... 109**

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防 ..... 109

二、矿山地质灾害治理 ..... 112

三、土地复垦 ..... 117

四、含水层破坏修复 ..... 125

五、水土环境污染破坏修复 ..... 125

六、矿山地质环境监测 ..... 126

七、矿区土地复垦监测和管护 ..... 131

**第六章　矿山地质环境治理与土地复垦工作部署 ..... 134**

一、总体工作部署 ..... 134

二、阶段实施计划 ..... 134

三、近期年度工作安排 ..... 135

**第七章　经费估算与进度安排 ..... 138**

一、经费估算依据 ..... 138

二、矿山地质环境治理工程经费估算 ..... 145

三、土地复垦工程经费估算 ..... 147

四、总费用汇总与年度安排 ..... 151

**第八章　保障措施与效益分析 ..... 157**

一、保障措施 ..... 157

二、效益分析 ..... 162

三、公众参与 ..... 162

**第九章　结论与建议 ..... 165**

一、结论 ..... 165

二、建议 ..... 166

## 附 表：

矿山地质环境现状调查表

## 附 件：

（1）附件 1：合作市合力矿业有限责任公司岗义金矿矿山地质环境恢复治理工程竣工验收意见。

（2）附件 2：合作市自然资源局提供的矿区范围土地利用现状图；

（3）附件 3：关于缴纳矿山地质环境治理恢复基金、矿山土复垦费缴存承诺书；

（4）附件 4：合作市自然资源局关于《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿产资源开发与恢复治理方案》的审核意见；

（5）附件 5：合作市自然资源局关于项目土地权属证明的说明函；

（6）附件 7：土地复垦义务人的土地复垦承诺书；

（8）附件 8：土地复垦项目公众参与调查表；

（9）附件 9：合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿区及复垦区照片集。

## 附图：

| 序号 | 图　　名 | 图 号 | 比例尺 |
|---|---|---|---|
| 1 | 合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿山地质环境问题现状图 | 01 | 1：2000 |
| 2 | 合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿土地利用现状图 | 02 | 1：2000 |
| 3 | 合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿山地质环境问题预测图 | 03 | 1：2000 |
| 4 | 合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿区土地损毁预测图 | 04 | 1：2000 |
| 5 | 合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿区土地复垦规划图 | 05 | 1：2000 |
| 6 | 合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿山地质环境治理工程部署图 | 06 | 1：2000 |

# 前　言

## 一、任务由来

原合力公司成立之前2004～2007年，岗岔金矿由个人主分块露天开采，采取堆浸工艺进行提金，后来在政府规范要求下，2007年6月成立合作市合力矿业有限责任公司，11月取得探矿证，探矿面积22.13平方公里，于2010年8月进行股权转让，由上海惠天然控股集团有限公司控股80%，公司进行了工商股权和公司法人变更，新组建的合力公司组织工程技术人员，按照国家地质规范，对矿区进行地质勘探，由普查转详查，划定采矿权范围，于2012年11月取得了采矿证（证号C6200002012114110127791），采矿面积2.28平方公里，有效期10年。自2012年11月23日取得采矿证后，于2013年开展建厂前期筹备工作，完成了相关部门各项手续的办理完善及征地、村民补偿费等工作。2014年只对矿山进行了试采工作，共开采矿石量0.36万吨，其他设施如选矿厂、尾矿库等没有建设。

由于矿区内历史遗留生态环境问题，2015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。十几年开采矿区留下了大小堆浸场和排石场及破坏性开采面的面积30万平方左右，遗留堆渣废石量50多万吨。形成了12个挖损区和12处弃渣堆，挖损山体造成山体裸露，矿渣随意顺坡堆放，破坏了矿区地质环境。按照环保督察、市委市政府及主管部门的要求和公司自查梳理相关内容，合作市合力矿业有限责任公司委托甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所编制了《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿山地质环境恢复治理工程实施方案》，矿山自筹资金约850万元对开采形成的12个挖损区和12处弃渣堆进行平整、回填，覆土绿化方案，修建植生袋排水渠方案。经过治理，矿区矿山地质环境得到很大改善，使原有山体植被得到有效恢复，生态环境得到显著改善。矿山于2020年11月恢复治理工程分别通过了市县级验收州级复核，因此，2015年至今岗岔金矿长期处于停产状态。

现采矿证到期，为延续采矿权，保证矿产资源开发与生态环境保护协调发展，

加强矿山开发过程中的环境保护，促进矿山企业合理开发利用资源，最大限度的减少和降低矿业活动对矿区及周边环境的破坏和影响，同时落实地质环境治理与土地复垦措施，有计划地开展矿山地质环境保护与土地复垦工作，保护人民生命和财产安全，使矿区地质环境及时、有效的得到改善。根据《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第44号）、《土地复垦条例》(国务院令第592号)、《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)以及《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（国土资规〔2016〕21号）等文件精神和要求，合作市合力矿业有限责任公司委托甘肃睿创地质生态工程有限公司编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

## 二、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：通过对岗岔金矿矿山地质环境影响和土地资源利用情况调查、评估与分析预测，提出矿山地质环境保护与土地复垦方案及工程措施，最大限度地减轻矿业活动对矿山地质环境的不利影响，实现矿山地质环境的有效保护与恢复治理，落实土地复垦的法律法规和与政策要求，保证土地复垦能够按时进行，使矿山企业在开发矿产资源的同时合理用地、防止水土流失、恢复生态环境，为政府主管部门实施对矿山地质环境的有效监督和管理提供依据。

本方案编制的主要任务有：

1、实地调查合作市岗岔金矿矿山地质环境情况和土地资源利用情况，收集整理矿山基础资料及矿区地质环境资料，包括矿山地理位置、矿山企业概况、自然地理状况、矿山开发利用方案及矿山地质环境背景等区域地质资料；

2、对矿山地质环境影响和土地损毁现状进行分析评估，并预测矿山开采过程中可能会造成的矿山地质环境影响和土地损毁；

3、根据分析结果，从技术、经济、环境协调、水土资源平衡等方面对矿山地质环境治理与土地复垦的可行性进行分析；

4、制定矿山地质环境保护与土地复垦预防、地质环境治理与土地复垦工程措施；

5、依据工程对照标准进行经费估算，为管理部门收取矿山环境治理恢复基金和土地复垦保证金提供依据。

## 三、方案编制的依据

### （一）任务依据

《设计委托书》。

### （二）法律法规、政策依据

1.《中华人民共和国环境影响评价法（2018 修正）》（中华人民共和国主席令第二十四号，2018 年 12 月 29 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 28 号，2020 年 1 月 1 日）；

3.《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）；

4.《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）；

5.《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）；

6.《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）；

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

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

9.《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）；

10.《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）；

11.《建设项目环境影响评价分类管理名录》（环境保护部令[2014]第 44 号，2014 年 6 月 1 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》（国土资源部令[2016]第 64 号，2016 年 1 月 5 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）。

## （二）国家有关矿山环境保护与土地复垦政策性文件

1.《国务院关于全面整顿和规划矿山资源开发秩序的通知》（国发〔2005〕）28 号）；

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

3.《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）等；

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）；

5.《关于加强和改进土地开发整理工作的通知》（国土资发〔2005〕29 号）；

6.《关于加强矿山生态环境保护工作的通知》（国土资发〔1999〕36 号）；

7.《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）；

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、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）；

## （三）地方政策法律法规

1.《甘肃省人民政府关于进一步加强地质灾害防治工作的意见》（甘政发〔2009〕83 号文）；

2.《甘肃省地质环境保护条例 2004 年修正》（2004 年 6 月 4 日）；

3.《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）；

4.《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）；

5.《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）。

6.《甘肃省绿色矿山建设建设规范地方标准》（DB62/T 4284.1-2021）。

## （四）技术标准

1.《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》中华人民共和国国土资源部（2016.12）；

2.《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017）；

3.《岩土工程勘察规范》（GB 50021-2001）；

4.《滑坡防治工程勘查规范》（GB/T32864-2016）；

5.《水土保持综合治理技术规定》（GB/T16453-1996）；

6.《污水综合排放标准》（GB8978-2015）；

7.《土壤环境质量标准》（GB 15618-2008）；

8.《建筑边坡工程技术规范》（GB50330-2013）；

9.《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；

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

11.《土地复垦方案编制规程》第一部分：通则（TD/T103.1-2011）；

12.《土地复垦方案编制规程》第四部分：金属矿（TD/T103.4-2011）；

13.甘肃省国土资源厅制定的《矿山地质环境保护与恢复治理方案》编制基本要求（试行）（2013 年 7 月）；

14.《甘肃省地质灾害防治工程勘查设计技术要求》（试行）甘肃省国土资源厅（2003.5）；

15.《滑坡防治工程设计与施工技术规范》（DZ/T 0219-2006）；

16.《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》（DZ/T 0221-2006）；

17.《地下水水质标准》（DZ/T00290-2015）；

18.《开发建设项目水土保持方案技术规定》（SL204-98）；

19.《地下水监测规范》（SL/T183-2005）；

20.《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

21.《生产项目土地复垦验收规程》（TD/T 1044-2014）；

22.《矿山地质环境监测技术规范》（DZ/T0287-2015）；

23.《黄金行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0314-2018）。

### （五）资料依据

1、《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿产资源开发利用方案》（甘肃睿创地质生态工程有限公司，2022 年 7 月，以下简称《开发利用方案》）；

2、甘肃省国土资源厅“甘采证划字[2011]0008 号”文《甘肃省国土资源厅划定矿区范围批复》；

3、甘肃省国土资源厅“甘国土资储备字[2011]96 号”文《关于〈甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告〉矿产资源储量评审备案证明》；

4、甘肃省矿产储量评审中心“甘国土资储评字（2011）96 号”文《<甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告>评审意见书》；

5、《甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告》，中国建筑材料工业地质勘查中心甘肃总队，2011 年 7 月；

6、《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿山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，2020 年 9 月；

7、《采矿许可证》，甘肃省国土资源厅，2011 年 3 月 22 日；

## 四、方案适用年限

本次编制的《矿山地质环境保护与土地复垦方案》适用年限按照“国土资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》”的规定，依据本矿山服务年限和开采计划来确定。根据《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿产资源开发利用方案》（甘肃睿创地质生态工程有限公司，2022 年 7 月），矿山生产服务年限 15a，基建期 1 年。

故闭坑后恢复治理与复垦本着“边损毁、边复垦”的原则，确定矿山地质环境治理和复垦工程的实施在开采完毕后 1a 内完成，复垦完毕后管护期为 3a。

确定本方案的服务年限为矿山服务年限+恢复治理和复垦工作期＋管护期，确定方案服务年限应为20a，即2023年3月至2043年2月。

方案适用年限为5年。如矿山扩大开采规模、扩大矿区范围、变更开采方式时，应重新编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

## 五、编制工作概况

合作市岗岔金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案编制工作的技术路线及工作方法如下：

### （一）技术路线

本方案的编制按照国土资源部2016年12月下发《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》、参考《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T0223-2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.3-2011）规定的程序进行，方案编制程序见图 0-1。

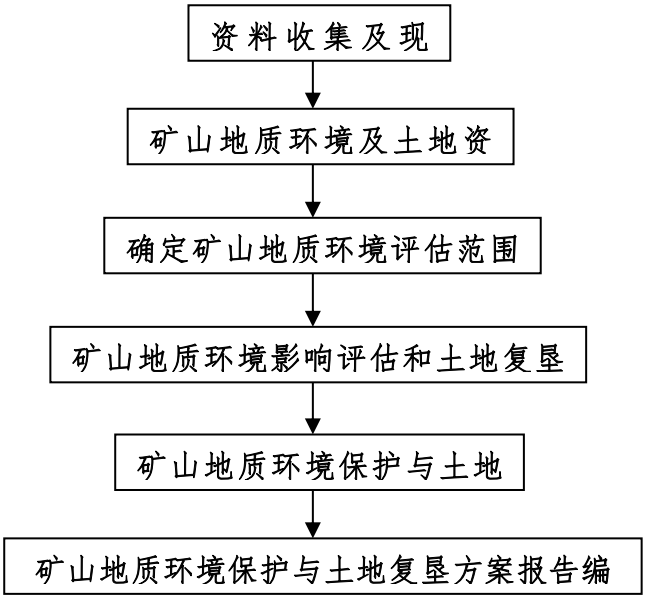



图 0-1 方案编制工作程序框图

### （二）工作方法

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（CZ/T0223-2011）和《土地复垦方案编制规程》（TD/T1031.3-2011）规定，结合本矿山的实际情况，本方案的编制主要采用资料收集、野外调查和综合分析的方法进行。

1、资料收集与分析

接受委托后，我单位成立了由3名技术人员组成的项目组，收集了《甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告》、《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿2014年度矿山储量年报》、《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿产资源开发利用方案》及相关区域地质资料等。通过分析已有资料，初步掌握了矿区地质环境条件和矿山概况，并初步确定了野外主要调查内容、调查方法及调查路线。

2、野外调查

项目组在初步分析收集资料的基础上，于2022年5月2日至6日进行了野外调查。在调查过程中，积极访问矿山工作人员，查明了矿山生产的历史和现状以及主要地质环境问题。对地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述，以进行1:5000的地形地质图为底图进行测绘填图和绘制工程地质剖面图，同时进行GPS定位、数码拍照和填制调查表格等工作，并根据野外实际情况及时调整室内设计的调查路线，优化野外调查工作方法。

3、室内资料整理及综合分析

通过收集资料的分析研究和野外的现场调查，针对矿山存在的地质环境问题，按照规范的规定进行矿山地质环境影响评估，并在评估的基础上进行保护与治理恢复分区，从而制定防治工程措施和土地复垦规划，根据防治工程量和土地复垦规划进行经费预算，同时编制了方案的相关图件，编写了《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

4．质量评述

为确保方案编制报告的质量，项目组负责人对方案编制工作进行全程质量监控，对野外矿山地质环境调查工作、室内综合研究和报告编制等工作及时进行质量检查和验收，并组织有关专家对矿山地质环境条件、评估级别、矿山地质灾害、矿区含水层破坏、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）、水土环境污染、土地占用与损毁等调查成果质量进行验收。报告编制完成后，项目组又征询了合作市合力矿业有限责任公司、合作市自然资源局和地方人民政府相关职能部门的意

见，并对方案进一步修改完善。

总之，本次工作收集的资料较全面，合作市合力矿业有限责任公司提供基础数据和现场调查数据真实可靠，矿山地质环境和土地资源调查及报告编制工作按国家现行有关技术规程规范进行，工作精度符合规程、规范要求，质量可靠，达到了预期目的。

5．资料的真实性与科学性

本方案义务人合作市合力矿业有限责任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，本方案编制单位甘肃睿创地质生态工程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。本方案义务人合作市合力矿业有限责任公司及编制单位甘肃睿创地质生态工程有限公司对本方案的真实性和科学性负责。

# 第一章　矿山基本情况

## 一、矿山简介

### （一）基本信息

矿山名称：合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿

采矿权人：合作市合力矿业有限责任公司

企业性质：有限责任公司

矿山位置：合作市佐盖多玛乡

采矿证号：C6200002012114110127791

采矿权面积：2.28km$^2$

开采矿种：金矿

生产开采方式：地下开采

生产规模：矿石量 5.0×10$^4$t

开采深度：3400m-3100 m

矿山服务年限：15a，基建期 1 年

### （二）地理位置

岗岔金矿位于合作市中部，行政区划隶属甘南藏族自治州合作市佐盖多玛乡辖区，由合作市经合（作）和（政）公路 9km 处的地吾尔为柏油公路，地吾尔到下加门（矿区）为 9km 的简易公路相通，即距市区 18km，交通方便（详见交通位置图 1-1）。其中心地理坐标为东经 103°01′45″－103°04′45″；北纬 35°04′45″－35°06′30″。2000 国家大地坐标系。

## 二、矿山范围及拐点坐标

根据《采矿许可证》范围，矿区范围由 4 个拐点圈定，登记面积 2.28km$^2$，开采深度为 3400m-3100m。矿区拐点坐标见表 1-1。

表 1-1　矿区拐点坐标表

| 点号 | 1980 西安坐标系 | | 2000 国家大地坐标系 | |
|---|---|---|---|---|
| | X | Y | X | Y |
| 1 | | | | |
| 2 | | | | |
| 3 | | | | |
| 4 | | | | |
| | | | | |

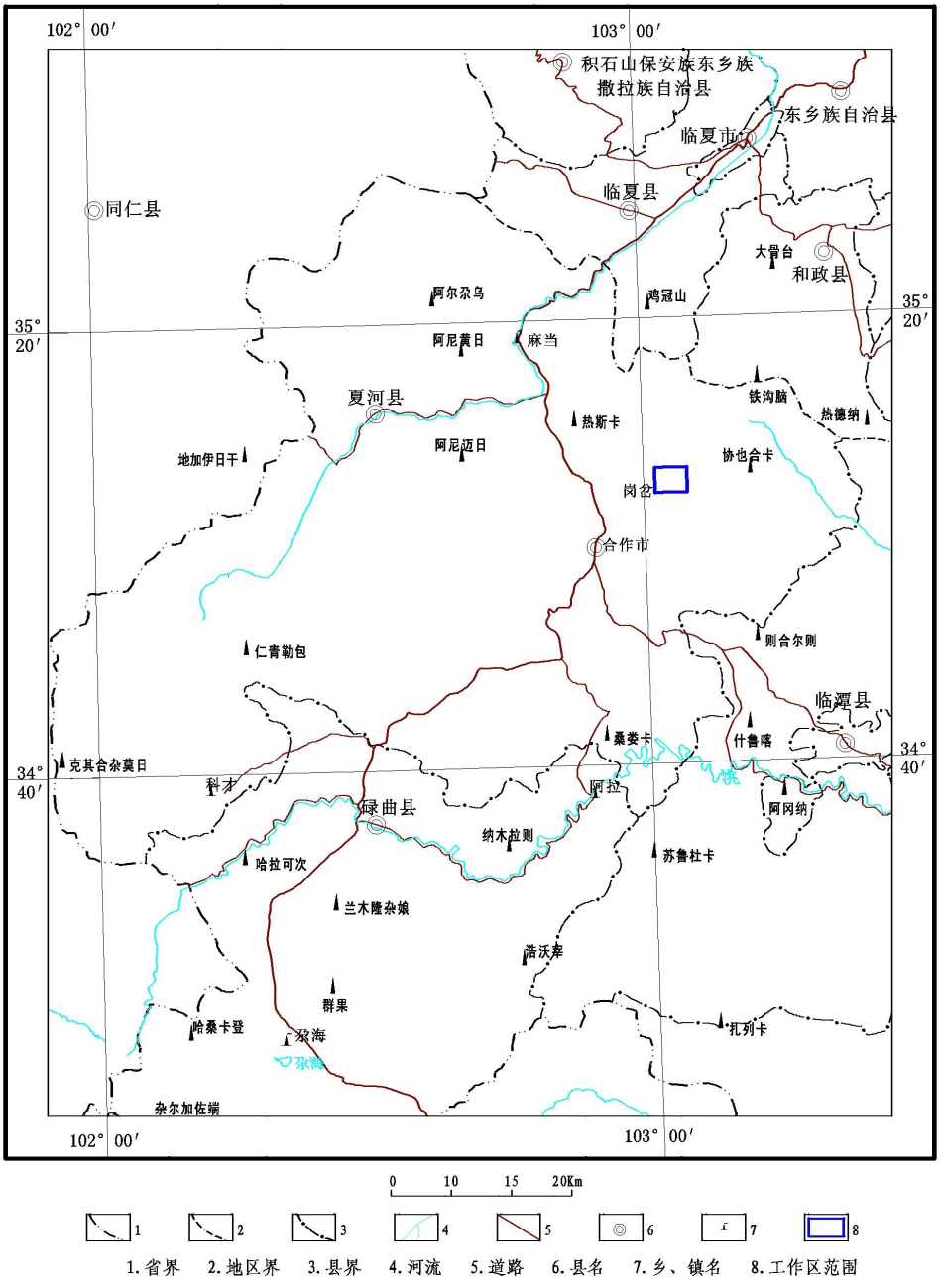



图 1-1　矿区交通位置图

# 三、矿山开发利用方案概述

## （一）矿山规模、开采方式、矿山服务年限及产品方案

1、生产规模

根据“开发利用方案”，矿山生产规模为 $5\times10^4$ t/a。

2、开采方式选择

根据矿体的赋存状况、矿山现状及矿区的地形特征，选择地下开采方式。

3、服务年限

根据“开发利用方案”，服务年限：15 年（不含基建期），其中投产期 1 年，达产 13 年，减产期 1 年。矿山基建期 1 年。

4、产品方案

采矿产品为金矿石，企业最终产品为金精矿。

## （二）矿区平面布置

需要说明的是矿山已经对历史开采形成了12个挖损区和12处弃渣堆，进行平整、回填，覆土绿化方案，修建植生袋排水渠方案的治理，并通过验收。矿山目前仅有办公生活区和矿区道路，需新建的场地有采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库、平硐和回风井口（3150平硐、3200平硐、3250平硐洞口、3100主平硐和回风井）和爆破材料库（图1-2）。

1、已建工程

（1）办公生活区

矿山办公生活区靠近选矿工业场地（照片 1-1），靠近地表运输公路，场地标高为 3080m，该场地南北向长约 60m，东西向宽约 50m，建筑物为彩钢结构，单层-双层建筑，建筑高度 3-6m，建筑面积约 900m$^2$，办公生活区一直服务到矿山闭坑，根据三次国土调查成果，办公生活区占地总面积 0.30hm$^2$，其中占用旱地 0.04hm$^2$，占用天然牧草地 0.06hm$^2$，占用采矿用地 0.20hm$^2$。

（2）矿区道路

矿山道路为连接各个场地的道路，现有矿区道路 3.04km（照片 1-2），平均宽度约 5m，矿区道路一直服务到矿山闭坑，根据三次国土调查成果，矿区道路占地面积 1.77hm$^2$，其中占用旱地 0.01hm$^2$，占用天然牧草地 0.20hm$^2$，占用采矿

用地 1.56hm$^2$。

照片 1-1　办公生活区照片

照片 1-2 矿区道路照片

**表 1—2　合作市岗岔金矿已建工程特征参数一览表**

| 建筑项目 | 占地面积（hm$^2$） | | 建筑物面积（m$^2$） | 建筑物材质 | 建筑物高度（m） | 占用土地类型 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 办公生活区 | 0.30 | 0.04 | 900 | 彩钢 | 3-6 | 旱地 |
| | | 0.06 | | | | 天然牧草地 |
| | | 0.20 | | | | 采矿用地 |
| 矿区道路 | 1.77 | 0.01 | - | - | - | 旱地 |
| | | 0.20 | | | | 天然牧草地 |
| | | 1.56 | | | | 采矿用地 |
| 合计 | 2.07 | | | | | |

2、拟建工程

需新建的场地有采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库、平硐和回风井口（3150平硐、3200平硐、3250平硐洞口、3100主平硐和回风井）和爆破材料库。

（1）采矿工业场

采矿工业场地位于 3100m 主平硐口的位置，包括采矿办公室(排班室)、发电机房、机修车间、车库、仓库等，建筑高度 3-6m，彩钢结构，建筑面积约 1100m$^2$，根据开发利用方案采矿工业场一直服务到矿山闭坑，采矿工业场地占地面积约 0.10hm$^2$，占用土地类型全部为天然牧草地。

**表 1—3 拟建采矿工业场地工程特征参数一览表**

| 建筑项目 | 建筑物面（m$^2$） | 建筑物材质 | 基础形式 | 建筑物高度（m） | 占用土地类型 |
|---|---|---|---|---|---|
| 采矿办公室 | 450 | 彩钢 | 独立基础 | 3.0-6.0 | 采矿用地 |
| 发电机房 | 50 | 彩钢 | 独立基础 | 3.0 | 采矿用地 |
| 机修车间 | 200 | 彩钢 | 独立基础 | 3.0 | 采矿用地 |
| 车库 | 200 | 砖混 | 独立基础 | 3.0 | 采矿用地 |
| 仓库 | 200 | 砖混 | 独立基础 | 3.0 | 采矿用地 |

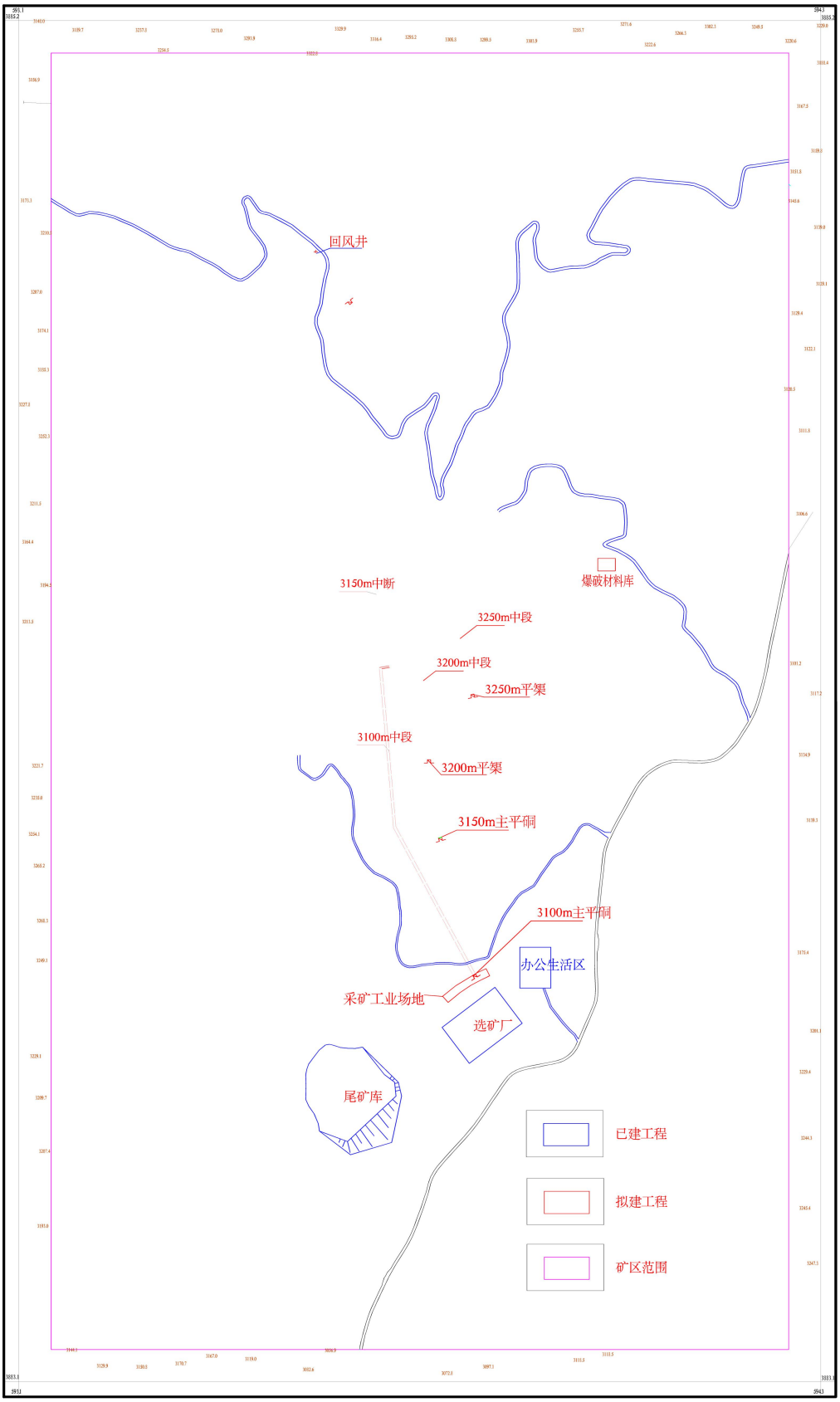

回风井
爆破材料库
3150m中断
3250m中段
3200m中段
3250m平架
3100m中段
3200m平架
3150m主平硐
3100m主平硐
办公生活区
采矿工业场地
选矿厂
尾矿库
已建工程
拟建工程
矿区范围

图 1-2 矿区平面布置图

（2）选矿工业场地

选矿工业场地位于3150m主平硐口南侧约260m的地势开阔位置。选矿厂由破碎筛分车间、磨矿车间、浮选车间、压滤车间、精矿仓及化验室等组成。根据开发利用方案选矿工业场地一直服务到矿山闭坑，建筑高度5m，建筑采用彩钢结构，单层建筑，建筑面积约5000m$^2$，选矿工业场地总占地面积0.75hm$^2$，其中占用旱地0.27hm$^2$，占用天然牧草地0.48hm$^2$。

（3）尾矿库

尾矿库位于选矿工业场地西南侧约142m处的沟谷内，尾矿库下游3km以内无村庄及外部道路，只有矿山企业自己通行的便道，其选址合理。

尾矿库设计为透水堆石坝，采用一次性筑坝。坝轴线最低标高3080m，坝顶标高3130m，坝高50m，外坡比1：1.6，内坡比1：1.8，有效库容43.7×10$^4$m$^3$，为四等库。项目服务期内总尾矿量为57.41×10$^4$t，40.43×10$^4$m$^3$，此尾矿库有效库容43.7×10$^4$m$^3$，库容满足堆放尾矿的要求。库区附近人烟稀少，尾矿库库底及尾矿坝内坡在堆存尾矿前设防渗膜，可防止尾矿堆存的废水渗漏对地下水造成污染。尾矿水经澄清后返回选厂使用，回水率为85%。根据开发利用方案尾矿库一直服务到矿山闭坑。尾矿库总占地面积1.87hm$^2$，其中占用旱地0.18hm$^2$，占用天然牧草地0.99hm$^2$，占用采矿用地0.70hm$^2$。

（4）爆破材料库

爆破器材库位于采矿工业场地东北侧约800m处的山沟里，库容为3t。根据开发利用方案爆破材料库一直服务到矿山闭坑。建筑物采用砖混结构，单层建筑，建筑高度3m，建筑面积300m$^2$，爆破材料库占地面积0.05hm$^2$，占用土地类型全部为采矿用地。

（5）平硐和回风井口

各中段平硐位于矿体下盘，南北向，3250m平硐南北贯穿山体，3200m、3150m、3100m平硐均在矿体南端侧开口，南北方向，3100m为主平硐，各个中断在下部贯通，井在矿体北翼下盘设回风井，直径3.0m。根据开发利用方案平硐和回风井口一直服务到矿山闭坑。每个平硐及通风井口占地面积0.01hm$^2$，平硐及通风井口总占地面积约0.05hm$^2$，其中占用天然牧草地0.01hm$^2$，占用采矿用地0.04hm$^2$。

表 1—4 合作市岗岔金矿拟建工程特征参数一览表

| 建筑项目 | 占地面积（$hm^2$） | | 建筑物面积（$m^2$） | 建筑物材质 | 建筑物高度（m） | 堆积、挖损高度（m） | 占用土地类型 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 采矿工业场地 | 0.10 | 0.10 | 1100 | 彩钢 | 3-6 | — | 天然牧草地 |
| 选矿工业场地 | 0.75 | 0.27 | 5000 | 彩钢 | 5 | — | 旱地 |
| | | 0.48 | | | | | 天然牧草地 |
| 尾矿库 | 1.87 | 0.18 | — | — | — | 35 | 旱地 |
| | | 0.99 | | | | | 天然牧草地 |
| | | 0.70 | | | | | 采矿用地 |
| 爆破材料库 | 0.05 | 0.05 | 300 | 砖混 | 3 | — | 采矿用地 |
| 平硐和回风井口 | 0.05 | 0.01 | — | — | — | 3 | 天然牧草地 |
| | | 0.04 | | | | | 采矿用地 |

## （三）拟开采矿体资源储量

### 1、开采范围及开采对象

此次开发利用方案的开采范围按照原有采矿证的证载范围，设计利用的 $71.40\times10^4$t 矿量，分布在 15~24 勘探线，标高由 3400m~3100m 的 2 条矿体中，分别为 Au3-1、Au6 号矿体，这 2 条矿体为本次设计的开采对象。其中 Au3-1 号矿体为主要开采对象。

### 2、保有资源量

详查地质报告Au3-1、Au6主矿体工程控制程度较高，采用纵投影地质块段法进行资源储量估算，其余矿体采用算术平均法估算，《甘肃省合作市岗岔一带金矿补充详查报告》提交并经甘肃省原国土资源厅评审备案，评审基准日（2011年7月31日），评审备案的矿区内的资源储量见表1-5。

根据企业提交的2014年储量年报，2014年该矿山在Au3-1矿体10至12线之间动用控制（原332-10块段）矿石资源量3000吨。

表 1-5 合作市岗岔金矿资源储量估算结果表

| 矿体类型 | 矿体编号 | 资源量(t) | | | | 矿体平均厚度 h(m) | 平均品位 Au（g/t） | 金金属量（kg） | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 控制 | 推断 | 远景 | 合计 | | | 控制 | 推断 | 远景 | 合计 |
| 工业矿体 | Au1-2 | | | 45155 | 45155 | 1.75 | 4.36 | | | 197 | 197 |
| | Au3-1 | 84580 | 870503 | 368053 | 1323136 | 2.46 | 3.30 | 286 | 2864 | 1212 | 4362 |
| | Au4-1 | | | 87743 | 87743 | 4.12 | 5.71 | | | 501 | 501 |
| | Au-5 | | | 28299 | 28299 | 0.89 | 4.06 | | | 115 | 115 |
| | Au6 | 4847 | 13510 | 26196 | 44553 | 1.56 | 3.12 | 18 | 46 | 75 | 139 |
| | 总计 | 89427 | 884013 | 555446 | 1528886 | 2.16 | 3.48 | 304 | 2910 | 2100 | 5314 |
| 低品位矿体 | Au1-1 | | | 1203 | 1203 | 0.83 | 1.66 | | | 2 | 2 |
| | Au2-1 | | | 13977 | 13977 | 1.03 | 2.43 | | | 34 | 34 |
| | Au2-2 | | | 2455 | 2455 | 1.36 | 2.44 | | | 6 | 6 |

| | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Au3-1 | 8728 | | 27752 | 36481 | 2.41 | 1.86 | 21 | | 47 | 68 |
| | Au3-2 | | | 2151 | 2151 | 0.93 | 0.93 | | | 2 | 2 |
| | Au3-3 | | | 1213 | 1213 | 1.18 | 2.47 | | | 3 | 3 |
| | Au3-4 | | | 1822 | 1822 | 1.34 | 1.10 | | | 2 | 2 |
| | Au3-5 | | | 1612 | 1612 | 0.91 | 1.86 | | | 3 | 3 |
| | Au4-2 | | | 5428 | 5428 | 1.32 | 2.39 | | | 13 | 13 |
| | Au6 | | | 5196 | 5196 | 1.23 | 2.31 | | | 12 | 12 |
| | 总计 | 8728 | | 62809 | 71538 | 1.25 | 2.03 | 21 | | 124 | 145 |
| 总合计 | 控制 | 98155 | | | | 2.07 | 3.31 | 325 | | | |
| | 推断 | | 884013 | | | 2.53 | 3.29 | | 2910 | | |
| | 远景 | | | 618255 | | 2.89 | 3.60 | | | 2224 | |
| | 控制+推断 | 982168 | | | | | | 3235 | | | |
| | 控制+推断+远景 | | | | 1600424 | 2.50 | 3.41 | | | | 5459 |

## 3、设计利用资源量

本次设计资源储量利用原则为：采矿权范围内经评审备案的工业矿石和低品位矿石资源储量（控制+推断）均参与设计，其中控制资源量全部利用，推断资源量按70%利用，由于远景资源量工程控制程度低，本次设计暂不利用，通过下一步资源量级别升级后再利用。依据上述原则，全矿设计利用的资源量为71.40×$10^4$t，金金属量2352kg，平均品位为3.29g/t。本次设计利用的资源储量见表1-6。

表1-6　设计利用资源/储量表

| 资源量类别 | 矿石类型 | 矿石量（t） | Au品位（$10^{-6}$） | Au金属量（kg） | 备 注 |
|---|---|---|---|---|---|
| 控制 | 工业矿石 | 85827 | 3.39 | 291 | 全部利用（扣减2014年动用3600t） |
| 推断 | | 618809 | 3.29 | 2037 | 70%利用 |
| 控制+推断 | | 704636 | 3.30 | 2328 | |
| 控制 | 低品位矿石 | 8728 | 2.41 | 21 | 全部利用 |
| 控制 | 总计 | 94555 | 3.30 | 312 | 工业矿石量+低品位矿石量 |
| 推断 | | 618809 | 3.29 | 2037 | |
| 控制+推断 | | 713364 | 3.29 | 2349 | |

## 3、采出资源量储量

设计开采范围内主矿体及小矿体产状主要以倾斜为主，结合选用的采矿方法、围岩的稳定性，同时考虑端部矿体开采时矿石量的损失等因素，类比同类矿山，经计算综合回收率为88.5%，贫化率为11.5%。

全矿设计采出资源量为71.34×104t，金金属量2079kg，平均品位为2.91g/t。

## （四）矿山开拓方式

### 1、矿山开拓、运输系统

设计利用的 2 条矿体分布较为集中，能够形成统一的开拓运输系统。

3100m 平硐为主平硐。3100m 水平以上采下矿石通过主溜井下放至 3100m 水平，经振动放矿机放矿装入 0.7m3 侧翻转式矿车，中段矿车编组后，经 3t 蓄电池电机车牵引运至地表矿石矿仓，破碎后进入选厂中细碎矿仓。

中段内采用脉外平巷与穿脉巷道组成的运输方式，穿脉装矿窄轨运输。

各中段废石大部分充填井下采空区，部分用于筑坝，地表不设废石场。

人员、材料、设备经由平硐到各中段，风、水、电等管线均由平硐进入坑内各中段。见图 1-3 岗岔金矿开拓系统布置见纵投影图。

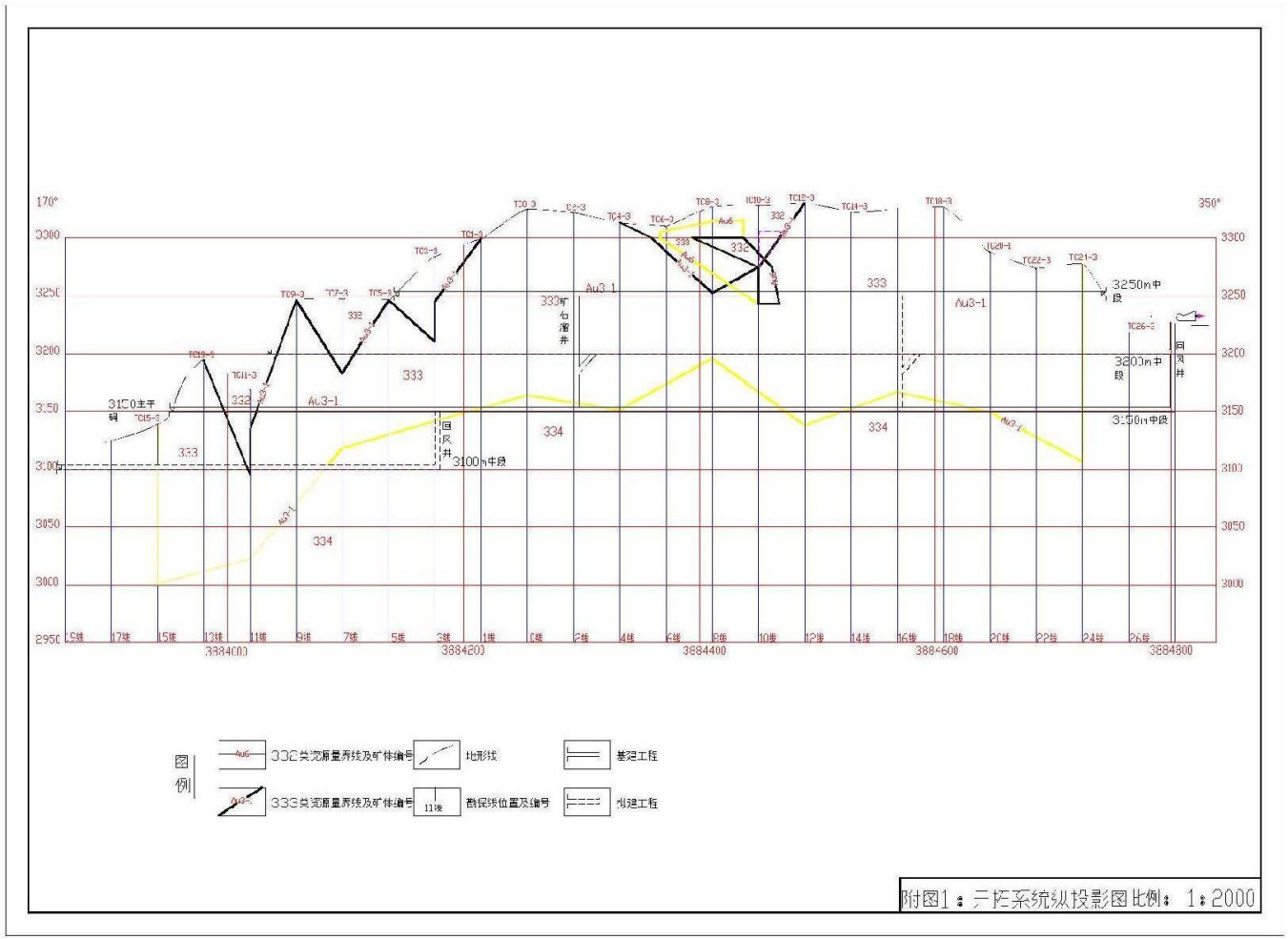



图 1-3 岗岔金矿开拓系统布置见纵投影图

## 2、开采顺序和首采地段

首采地段应选择在开采相对比较容易，勘探程度高，矿石品位较高的投资少见效快的地段。根据矿岩的物理力学性质和赋存条件，中段划分为3250m、3200m、3150m、3100m共4个中段，中段高度为50m。

根据矿石级别和开拓运输系统布置，确定的首采地段为3250m中段3—6勘探线间的矿块。本次设计全矿总体采用自上而下的开采顺序，中段内采用后退式回采，从上盘到下盘的开采顺序。主要开采对象为Au3-1矿体、Au6矿体。按设计选择的首采地段及采矿方法的出矿能力，基建采切布置在3250m中段3—6勘探线间的两矿体中，基建的矿块数5个，其中备采2个，采准3个。

## 3、采矿方法及采剥工艺

（1）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、矿体产状及矿岩的稳固性、地表是否允许陷落等。矿体平均厚度均在0.82m～4.5m不等，矿体倾角较陡，而且顶底板岩石稳固性一般。按照矿体赋存条件、矿岩稳固程度、矿石品位高低、及矿体规模，适宜的采矿方法主要为空场法或充填法。考虑到地表允许陷落和矿床探采结合的特点，依据本矿床围岩稳固性一般，部分区域矿石体稳固性较差，矿体急倾斜，厚度薄的特点，根据矿体的赋存特点以及矿岩的物理力学性质，推荐采矿方法如下：

（1）矿体厚度＞5.0m，采用分段空场法，

（2）矿体厚度≤5.0m，采用浅孔留矿法。

两种采矿方法的采矿比重分别为：分段空场法25%、浅孔留矿法75%。

（2）回采工艺

①分段空场法

a. 矿块构成要素

矿块沿矿体走向布置，矿块长50m，宽为矿体厚度，中段高度50m，分段高度12mm，顶柱4m,间柱宽8m。

采场出矿采用铲运机，出矿进路与下盘脉外巷道相连，间距7m。沿矿房走向布置分段凿岩巷道。

b. 采准切割工作

主要采准切割工作包括：在穿脉巷道矿体内沿矿体向上开凿的人行通风天井；与下盘脉外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平巷，与人材井联通，在矿房中间矿体上盘开凿切割天井，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、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. 矿房回采工作

在采准切割工程完成后，从切割槽开始，在分段凿岩巷道用中 YGZ90 打扇形中深孔，孔径 60～65mm，炮孔深度 5.0～12.0m，炮孔排距 1.5～2.0m，孔口距 0.5m，孔底距 1.8～2.0m。用 BQ-100 型装药器装炸药，数码雷管起爆，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 1m$^3$ 电动铲运机装矿车，落矿块度控制在≤500mm，大块率≤10%，大块的二次破碎在采场出矿巷道内采用地下移动碎石机破碎中进行。

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，污风经上部回风巷道回到上中段运输巷道。

d. 损失、贫化指标及矿块生产能力

设计选取矿块损失率、贫化率分别为 12%、12%，采场生产能力 200t/d。

② 浅孔留矿法

a. 采准、切割

矿块长 40m，阶段高度 50m，顶柱高 3m，间柱 8m，底部出矿短穿间距 6m，铲运机出矿。采准和切割工程主要有采场人行通风天井、采场联络道、采场溜井及拉底切割平巷。穿脉运输巷道每隔 40m 一条，人行材料通风天井布置在矿体内，每隔 5m 布置一条采场联络道。

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

b. 矿房回采

矿房回采分梯段进行，从拉底层空间开始，用 YT-28 型浅孔凿岩机钻凿倾斜上向孔，上向分层开采，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。每一回采循环，放出回采落矿量的 30%，保持矿房内矿石与回采工作面有不高于 2m 的作业空间。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。爆破后的矿石由铲运机在底部出矿短穿装入矿车。出矿块度≤350mm。

矿块平均生产能力为 100t/d。

c. 损失、贫化指标

矿块生产损失率、贫化率分别选取为 11.3％、11.3％。

两种采矿方法的主要技术经济指标见表1－7。

**表 1－7　　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 | 浅孔留矿法 | 综　合 |
|---|---|---|---|---|---|
| 一 | 结构参数 | | | | |
| 1 | 矿块长度 | m | 40 | 40 | |
| 2 | 中段高度 | m | 50 | 50 | |
| 3 | 矿房宽 | m | 矿体厚 | 矿体厚 | |
| 4 | 顶柱高度 | m | 4 | 3 | |
| 5 | 分段高度 | m | 12 | | |
| 6 | 间柱宽度 | m | 8 | 8 | |
| 二 | 技术指标 | | | | |
| 1 | 采矿方法比重 | % | 25 | 75 | 100 |
| 2 | 矿块生产能力 | t/d | 200 | 100 | 125 |
| 3 | 采切比 | m/kt（m3/kt） | 8.46（51.34） | 7.6（34.3） | 7.82（38.56） |
| 4 | 损失率 | % | 12 | 11.3 | 11.5 |
| 5 | 贫化率 | % | 12 | 11.3 | 11.5 |
| 三 | 回采工艺 | | | | |
| 1 | 凿岩设备 | | YGZ-90 | YT28 | |
| 2 | 凿岩台效 | m/台班 | 45 | 60 | |

（3）矿石损失、贫化指标及矿块生产能力

结合矿床开采技术特点和类似矿山采矿指标，设计回采的矿体中，厚度＞5m的矿体采用分段空场法；厚度≤5m的矿体采用浅孔留矿法，经计算，分段空场法占25%的比例，浅孔留矿法占75%的比例。

分段空场法贫化率12%，损失率为12%；浅孔留矿法贫化率11.3%，损失率为11.3%。经计算，综合贫化率11.5%，综合损失率为11.5%。

分段空场法矿块生产能力为200t/d, 浅孔留矿法矿块生产能力为100t/d,综合为120/d。

分段空场法出矿块度≤350mm；浅孔留矿法出矿块度≤350mm。

（4）矿柱回采及空区处理

矿柱回采是在矿房回采结束后进行，采用大量崩落法回采，间柱和顶柱及上中段底柱同时一次爆破。顶柱采用 QZJ100B 潜孔钻凿岩，间柱采用 YSP-45 型上向式凿岩机凿岩。

矿块回采结束后要进行空区处理，随着矿柱的回采(间柱、顶柱和底柱通常是同时一次回采，回采炮孔需提前布置)，上盘围岩随之崩落，在覆盖岩石下放矿，上部覆盖岩层不断下降，逐渐塌落至地表，消除井下采空区的重大隐患，从而一起处理了采空区。井下废石大部分就近充填至井下采空区，可在生产中段提前布置部分矿房，回采结束后，作为废石充填场地，废石通过铲运机就近倒运充填。部分独立的采空区采用封闭的办法处理。

（5） 采掘设备选型

根据上述需完成的工程量，掘进选用 YT-28 型气腿式凿岩机凿岩，铲运机出碴。人行通风天井掘进采用 TG-2 天井掘进工作台配 YSP-45 上向式凿岩机；分段空场法采场凿岩采用 YGZ-90，浅孔留矿法采场凿岩采用 YT-28 凿岩机；矿柱回采采用 QZJ100B 型潜孔钻机。主要采掘设备详见表 1-8。

**表 1-8 采掘设备明细表**

| 序号 | 设 备 名 称 | 单位 | 数量 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 使 用 | 备 用 | 总 数 |
| 1 | YT-28 型气腿式凿岩机 | 台 | 4 | 4 | 8 |
| 2 | YGZ-90 凿岩机 | 台 | 2 | 2 | 4 |
| 3 | YSP-45 型上向式凿岩机 | 台 | 4 | 2 | 6 |
| 4 | QZJ100B 型潜孔钻机 | 台 | 1 | 0 | 1 |
| 5 | HPH6 型砼喷射机 | 台 | 2 | 0 | 2 |
| 6 | TG-2 型天井掘进工作台 | 套 | 1 | 1 | 2 |
| 7 | YT-28 型气腿式凿岩机 | 台 | 4 | 4 | 8 |

## 4、矿井通风系统

根据开拓系统的布置方式，通风采用对角式通风系统，抽出式通风方式，平硐为进风井，在矿体北翼下盘设回风井，直径 3.0m，内设人行梯子，兼作第二出口。新鲜风流经平硐进入到中段运输巷道，沿中段平巷到采场人行通风天井，清洗工作面后，由采场局扇将污风排至上中段回风道后，由主风机抽至地表。为保证通风效果，在采场设有辅助风机，在掘进工作面要装有局部通风机。

经按采场和掘进工作面排尘风速，并考虑各卸矿点和硐室的需风量、内外部漏风系数后，经计算矿井总风量为 21m3/s，折合万吨风量比 4.2 m3/s，符合小型矿井万吨耗风量 2～4.5 m3/s 的规定。

根据风量与负压计算，并考虑到风机风量损失后，风井选用 K40-4-NO.12 型风机 1 台，风机功率 37kW。井巷掘进采用 JK55-2№4.5 型局部扇风机加强通风，采场内采用 JK58-1№4.0 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。

## （五）防治水方案

### 1、地表防排水

岗岔金矿矿区位于坎木仓可合河、加门可西沟谷挟持、两面临空的分水岭地带，坎木仓可合河、加门可西沟分别从矿区西侧和东侧流过。坎木仓可合河为常年流水的河谷，加门可西沟时有断流出现。两沟地表水由大气降水、冰雪融化水、基岩裂隙水侧向排泄、沟谷地下潜流等补给形成，在每年的 6-9 月雨季期地表径流量较大，其它时间地表流量小。坎木仓可合河多年平均流量 0.21$m^3$/s；加门可西沟多年平均流量 0.1$m^3$/s。两条地表水流量随季节变化十分明显，每年夏季，特别是暴雨时，流量陡增；枯水期流量一般在 0.02-0.051$m^3$/s，表流清澈。

开采段远高于两侧河沟谷地表水位。矿区所处的山地地形陡峻，地下水与地表水的径流和排泄条件良好，利于地表水与地下水的自然排泄。因此，矿床开采区的地下水储存量小，仅为基岩裂隙中储存的由大气降水入渗形成的层间地下水，其充水因素较为单一。矿区基岩裂隙含水层的分布空间有限，连通较差，地下水储存量小，且补给来源有限。

矿山各硐口均布置在当地历史最高洪水位 1m 以上，采矿工业场地、办公生活区场地、选厂周围设截排水沟。

### 2、地下防排水

由于开拓方式采用平硐+溜井的开拓方式，3100m 为主平硐，估算坑内涌水量为 130$m^3$/d，井下涌水沿平硐流至地表沉淀池处理后，用于矿山生产、绿化和除尘，不外排。

在上部中段回采时，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。

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。

## （六）矿山主要污染物及治理措施

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

### 1、废水的产生及治理

（1）采矿废水主要为坑内涌水，主要是凿岩、喷雾降尘废水，坑道涌水量较小，此废水除浊度偏高外，受污染较轻，不含有害物质，经主平硐排出进入地表沉淀池，返回坑内供凿岩及降尘使用，无外排。

日常水量较少时，通过渗水管排出至集水池，集水池内废水回收再利用，废水循环使用。

2、选矿工艺为闭路循环，排水除尾矿蒸发外，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。本项目选矿废水封闭循环使用，不外排，对地表水环境影响很小。

3、生活区：对于生活污水经化粪池初步处理后，采用地埋式一体化生化污水处理装置进一步处理，经处理后的废水中主要污染物浓度达到《污水综合排放标准》(GB8978-2002)一级标准后，全部作为厂区及周围区域生态用水综合利用。

为了解决矿山废水对环境的影响，采取“防”、“治”、“管”相结合的方法，严格控制废水的形成与排放，主要对策有：

①控制水蚀及渗透。地下水、地表水及大气降雨渗入废石堆后，流出的的水具有污染性。因此，堵截给水，降低废石堆的透水性，防止和减少渗透；高速水流流经废石堆时会发生水蚀现象，污染水体；平整、压实废石堆以导开地表水流，防止废石堆水蚀。

②平整矿区及植被。平整遭到破坏的土地，可以掩盖污染源，减少水土流失，防止滑坡及消除积水；植被可以稳定土石，降低地表水流速度，因而能在一定程度上减少水土流失、水蚀、渗透。

### 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。废石部分用于充填井下采空区，其余作为尾矿筑坝，废石中不含有放射性物质和其他对人畜有害物质，对环境不产生危害，尾矿处置采用尾矿库堆存。

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，定时运往乡镇垃圾处理点，垃圾场应尽量少占土地，选择在矿区和居民区的下风向。

### 3、 粉尘废气

作业时主要产尘、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 $2mg/m^3$ 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。

### 4、 噪声

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 100～115dB，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。

地面安装的空压机在开动时会有一定噪声，约 90～110dB，设计中除设备基础作减震处理外，还利用建筑隔声减轻噪声的影响，鼓风机、空压机、风机放置在单独的风机房内，工人配备必要的劳保用品。鉴于矿山周围没有居民，噪声又不能远距离传播，经厂房围护结构隔音或安装消音器后，对外界环境影响甚小。

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。

## （七）供水供电方案

1、供水方案

由于地表水来水量极不均一，夏秋季水量充沛，但水中泥沙含量较高，冬春季节河水流量小，并且大部分时间处于封冻；坎木仓可合河谷第四系冲洪积潜水含水层埋深较浅，厚度达 4-6m，单井出水量 400-600$m^3$/d，流经矿区的地下水径流量为 38.20 万 $m^3$/a（1050$m^3$/d），水量完全能够满足矿山生产及生活用水需要。通过地下水质量综合评价，河谷区地下水属于该标准中III类水，属较好级别，适用于集中式生活饮用水水源及工、农业用水。

因此，建议选择地下水作为矿山供水水源地。

矿山生产生活用水约为 640$m^3$/d，其中新水用量约 140$m^3$/d。拟在选矿厂上游的岗岔河河岸边新建一座Φ4m，深 6m 的大口井，在大口井顶部新建一座取水泵房。自水源地取水泵房向选厂 100$m^3$ 新水高位水池及生活区 50$m^3$ 生活水池分别直埋敷设一条 D108×4 无缝钢管，管路覆土深度 1.5m，管道长度约 3km。另外建一座 200$m^3$ 回水水池。

水源地取水泵房在矿山生产结束后可留给当地居民作为取水灌溉，牲畜饮水留用，后期不复垦。

2、供电方案

供电电源引自合作市工业园区 35kv 变电站，距矿山直线距离 6km，保安电源引自距矿区 1km 的下加门村 10kV 变电站。

根据矿区用电负荷分布情况，拟在矿区负荷中心新建 10kV 开关站一座。10kV 采用单母线分段方式，为采、选工程高压设备供电。主供电电源电压等级

采用 10kV；低压供电地表采用 80V/220V 三相四线制；井下采用 380V 三相四芯，第四芯作为接地。

根据矿山设计规程和本矿实际情况，确定本矿山主风机为 I 类负荷，主扇功率为 37kW。

为确保井下用电安全，矿山在采矿工业场地配置备用柴油发电机组作为第二电源，容量 250kW。

### （八）投资估算及经济技术评价

项目新增建设投资 5105 万元；其中：开拓工程 1466 万元、建筑工程 1275 万元、设备购置 756 万元、安装工程 166 万元、其它费用 895 万元、基本预备费 547 万元，项目建设资金全部自筹，新增投资主要用于开拓工程、设备购置与更新以及辅助公用工程。

项目服务期实现总营业收入 42038.94 万元，缴纳营业税金及附加（资源税）1261.17 万元，利润总额 12289.17 万元，所得税 3124.83 万元，税后利润 9164.34 万元，整个计算期内项目财务内部收益率为 14.14%（所得税后），投资回收期为 7.31 年（所得税后，含基建期 1 年），项目具备较好的经济效益。

项目达产年平均销售收入约 2946.53 万元，年均生产成本 1982.5 万元，营业税金及附加 88.40 万元，年均税前利润总额约 876.08 万元，年均所得税约 219.02 万元，年均税后利润约 657.06 万元。

以上各项财务指标表明，本项目具有财务盈利能力和抗风险能力，项目在财务上是可行的。

## 四、开采历史及现状

### （一）开采历史

（1）矿山情况简介

原合力公司成立之前 2004～2007 年，矿区由个人主分块露天开采，采取堆浸工艺进行提金，后来在政府规范要求下，2007 年 6 月成立合作市合力矿业有限责任公司，11 月取得探矿证，探矿面积 22.13 平方公里，于 2010 年 8 月进行股权转让，由上海惠天然控股集团有限公司控股 80%，公司进行了工商股权和公

司法人变更，新组建的合力公司组织工程技术人员，按照国家地质规范，对矿区进行地质勘探，由普查转详查（槽探工程编录 7552 方，硐探工程 6620 米，钻探工程 26380 米），到划定采矿权范围，于 2012 年 11 月取得了采矿证（证号 C6200002012114110127791），采矿面积 2.28 平方公里，采深 300 米，有效期 10 年。自 2012 年 11 月 23 日取得采矿证后，于 2013 年开展建厂前期筹备工作，完成了相关部门各项手续的办理完善及征地、村民补偿费等工作。2014 年只对矿山进行了试采工作，共开采矿石量 0.36 万吨，其他设施如选矿厂、尾矿库等没有建设。

由于矿区内历史遗留生态环境问题，2015 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。十几年开采矿区留下了大小堆浸场和排石场及破坏性开采面的面积 30 万平方左右，遗留堆渣废石量 50 多万吨。形成了 12 个挖损区和 12 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。按照环保督察、市委市政府及主管部门的要求和公司自查梳理相关内容，合作市合力矿业有限责任公司委托甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所编制了《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿山地质环境恢复治理工程实施方案》，矿山自筹资金约 850 万元对开采形成的 12 个挖损区和 12 处弃渣堆进行平整、回填，覆土绿化方案，修建植生袋排水渠方案。经过治理，矿区矿山地质环境得到很大改善，使原有山体植被得到有效恢复，生态环境得到显著改善。矿山于 2020 年 11 月恢复治理工程分别通过了市县级验收州级复核（见附件），因此，2015 年至今岗岔金矿长期处于停产状态。

现有采矿证 2012 年 11 月 23 日甘肃省国土资源厅为合作市合力矿业有限责任公司延续了采矿许可证，有效期三年。

矿山名称：合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿

采矿权人：合作市合力矿业有限责任公司

企业性质：有限责任公司

矿山位置：合作市佐盖多玛乡

采矿证号：C6200002012114110127791

采矿权面积：2.28km$^2$

开采矿种：金矿

生产开采方式：地下开采

生产规模：矿石量 5.0×10$^4$t

开采深度：3400m-3100 m

有效期：十年，2012 年 11 月 23 日至 2022 年 11 月 23 日

## （二）开采现状

自 2012 年 11 月 23 日取得采矿证，设计开采方式为地下开采。设计生产规模为 5×10$^4$t/a，于 2013 年开展建厂前期筹备工作，完成了相关部门各项手续的办理完善及征地、村民补偿费等工作。2014 年只对矿山进行了试采工作，采用浅孔留矿法在 3250m 中段共开采矿石量 0.36 万吨，其他设施如选矿厂、尾矿库、废石场等没有建设。由于矿区内历史遗留生态环境问题，2015 年度环保部门要求立即开展环境恢复治理工作，在未完成生态环境恢复治理的情况下，不得开展生产活动，为此自 2015 年度开始公司停止了一切开采活动，并对矿区内历史遗留的生态环境问题进行了恢复治理，通过多年的治理工作，矿山面貌得到实质性的改观。于 2020 年 11 月恢复治理工程分别通过了县级验收州级复核，因此，2015 年至今岗岔金矿长期处于停产状态。

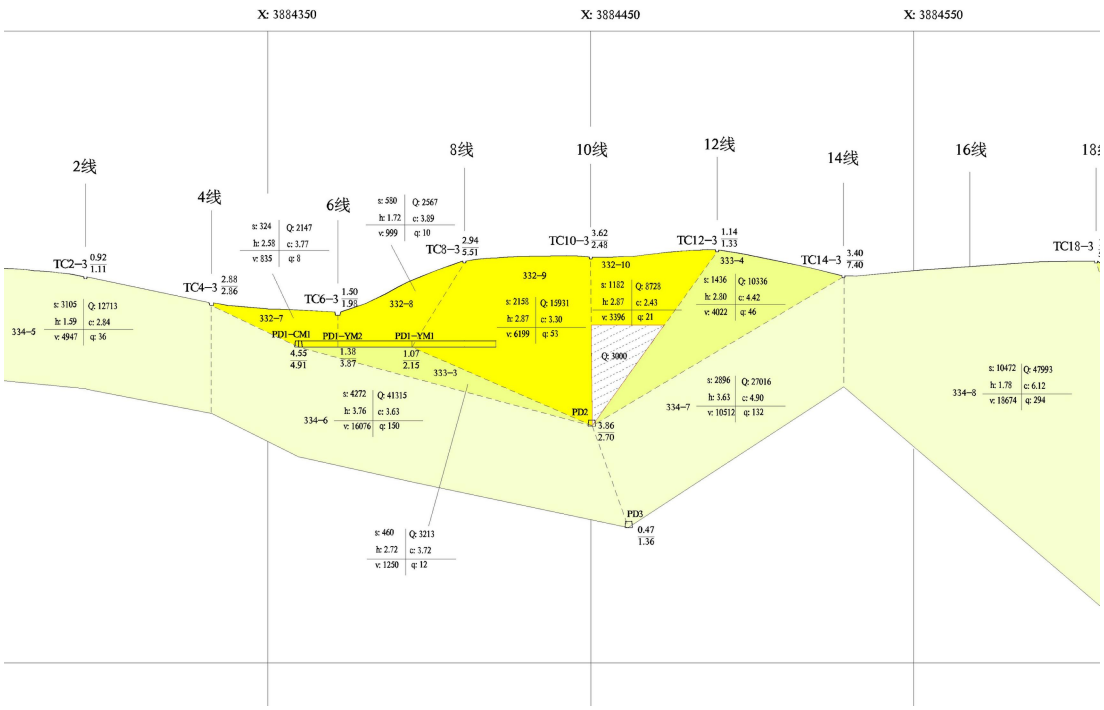


图 1-4　已动用资源纵投影位置示意图

## （三）相邻矿山分布及开采情况

矿区周边无其他矿业权设置。经合作市自然资源局协查，岗岔金矿矿权范围不在任何保护区范围，见开发利用方案附件：《合作市自然资源局关于合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿采矿权申请延续的请示》文件中的核查情况内容。

# 第二章　矿区基础信息

## 一、矿区自然地理

### （一）气象

项目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 1.47 m，平均冻土厚度 0.98 m。

合作市具高寒湿润、气候多变的草原气候特征，冬季较长，基本无夏季，四季不明显，长冬无夏，春秋短促，气温日差较大，一日之中即有四季之分。多年逐月平均气温最高月份为 7 月（极端最高气温为 28.4℃），最低月份为 1 月（极端最低气温为-28.5℃），年平均气温 1.7℃，平均无霜期为 46 天。多年平均降水量为 558.1mm，主要集中于 7-9 月，占全年降水量的 59.22%，且年际变化显著，大致呈现 9 年左右一个周期的变化规律。年均蒸发量 1230.2mm，是降水量的 2.25 倍，年平均大（暴）雨 1.5 天。具体见图 2-1、图 2-2、图 2-3。

大风、冰雹、雷雨天气活动频繁，时常危及人们的生命财产。根据合作市气象站提供资料：

年平均气温：　2.6 ℃

极端最低温度：　-28.5℃

极端最高温度：　28.4 ℃

年平均降雨量：　533.4 mm

连续降雨量最大天数：15d

最大降水量度：　75.9mm

年平均相对湿度：65%

年平均气压：　534hpa

年平均风速：　1.6m/s

历年最大风速：　19.0m/s

历年最大静风率： 43%

主导风向： NNW

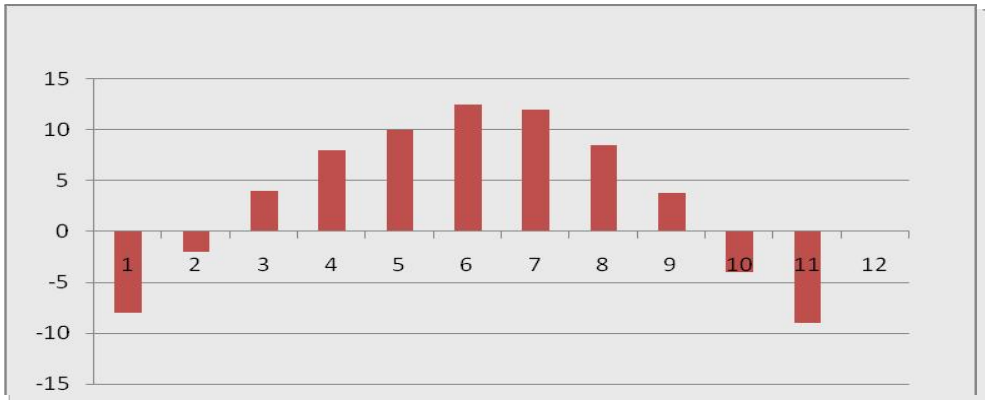



图 2-1 合作市多年月平均气温图

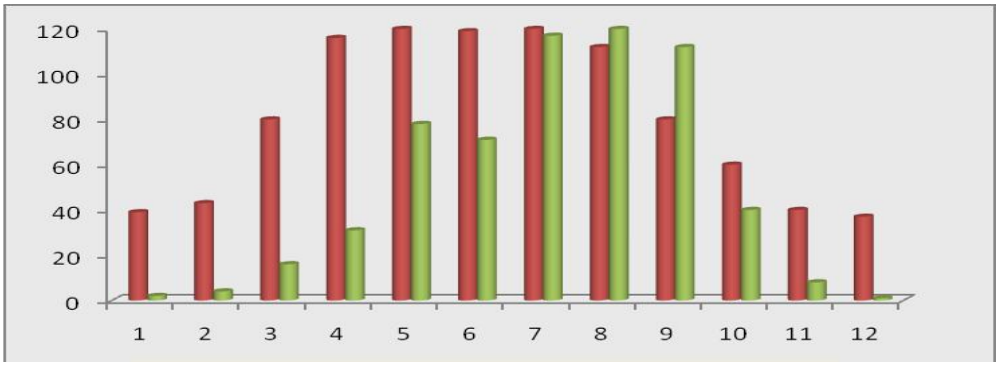



图 2-2 合作市多年月平均降水量、蒸发量图

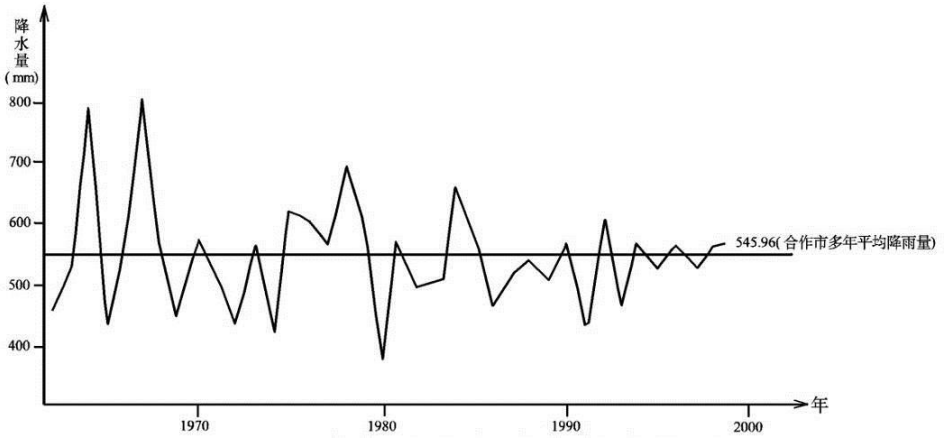



图 2-3 合作市气象站多年年降水量曲线图

## （二）水文

矿区属于大夏河支流—坎木仓可合河水系。所发育坎木仓可合河、加门可西沟分别从矿区西侧和东南部通过，均发源于太子山南麓佐盖多玛的浅山地带，于矿区西南 3.5km 的季仓汇流。坎木仓可合河流域面积约 58km$^2$，流径长度 13.74km；加门可西沟流域面积约 24.8km$^2$，流径长度 11.80km，为季节性洪水沟，最后汇入冈查河。据合作市水务局测流资料，坎木仓可合河多年平均流量 0.21m$^3$/s，年平均输砂量 2.43×10$^4$t；加门可西沟多年平均流量 0.1m$^3$/s。地表水流量随季节变化十分明显，每年夏季尤其暴雨时，流量陡增，并且水中含沙量较大；枯水期流量一般在 0.02-0.051m$^3$/s，表流清澈。年内输砂量时间分布与丰水期分布基本一致（图 2-1）。引用岗岔金矿详查中水文计算结果，坎木仓可合河 100 年一遇的洪峰流量为 2.45m$^3$/s；加门可西沟 100 年一遇的洪峰流量为 1.32m$^3$/s。这里土壤平均侵蚀模数为 510t/km$^2$•a，在冬春季土壤封冻时间较长。除此之外，冈查河从东北向流入矿区东南角，转向南后，再自东向西从矿区以南流过，对目前矿区建设和生产无影响。

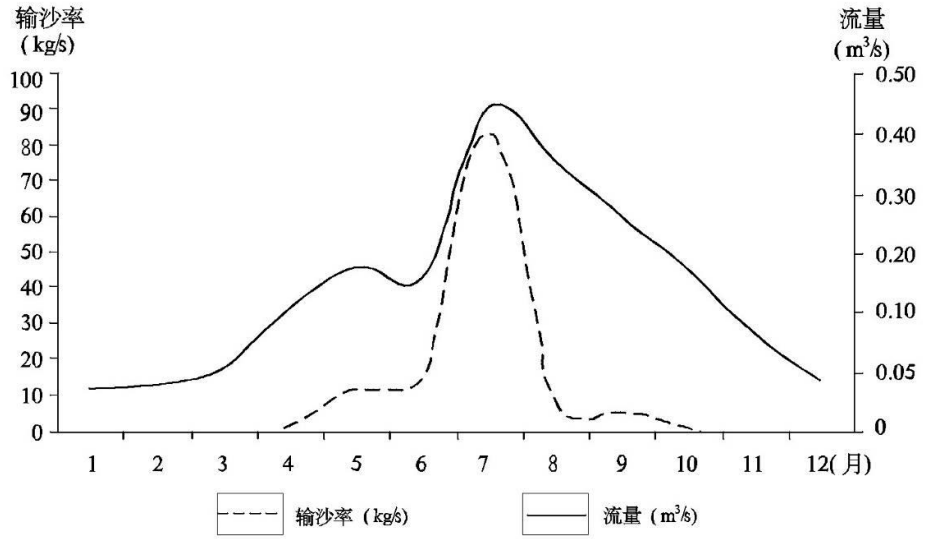



图 2-4　坎木仓可河流量、输砂率曲线图

## （三）地形地貌

矿区属高山草原，海拔高程 3012～3495m，整体地势东北高，西南低。其地貌类型可分为构造侵蚀低中山区和侵蚀堆积沟谷区两种（图 2-5）。

构造侵蚀低中山区：海拔高程 3036～3368.83m，山体由中、新生界的基岩

组成，在整个矿区呈两条近平行的梁状地形，山脊线呈舒缓波状，起伏坡度一般20°～30°，两侧谷坡坡度一般20°～35°，谷坡冲沟较发育，小流域面积规模不一，沟谷切割深度一般170～250m，切割密度2.8～4.6km/km$^2$。受多次构造运动影响，褶皱、断裂较为发育。地表风化壳普遍发育，厚薄不均，上覆草被为主，覆盖率30%～50%，是良好的天然牧场。

侵蚀堆积沟谷区：海拔高程2965～3126m，主要为坎木仓可合和加门可西沟两个山间沟谷，为宽缓的“U”型谷，整体由东北向西南倾斜，比降15～35‰，在加茂贡玛处宽达350m，在下坎木仓宽达200m以上，一般宽度80～180m，发育有一级阶地和河漫滩，其上多为草地。两岸阶地不对称发育，河漫滩宽度多在12～16m。此外，在矿区内各较大支沟沟口，发育有小规模的洪积扇。现代河床、沟床下切，侵蚀明显。

**图2-5 矿区地形地貌**

## （四）植被

在本区有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，布于海拔3140m～3800m。以蒿草、圆穗蓼主，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。

项目区地处甘南牧区，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，植被覆盖度在 80%以上。（照片 2-1）。

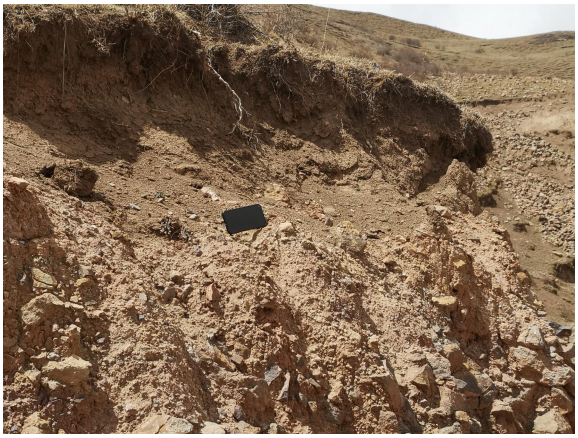
## （五）土壤

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。

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 的砂砾粘上，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。（照片 2-2）。

照片 2-1 矿区植被



照片 2-2 矿区土壤（约 0.5-0.7m 后的黑色土质）

## 二、矿区地质环境背景

根据《甘肃省矿产资源总体规划(2021-2025 年)》，岩金矿山开发属于鼓励开采矿产。

合作市岗岔金矿区位于秦岭造山带碌曲—成县逆冲推覆构造带，矿床处于甘加—冶力关和桑科—合作北西向断裂间北北西向次级断裂中,属陇南—甘南地区铅锌、金、银矿产重要矿产集中勘查开发区，为岩金矿产鼓励勘查和开采区域（图2-6）。

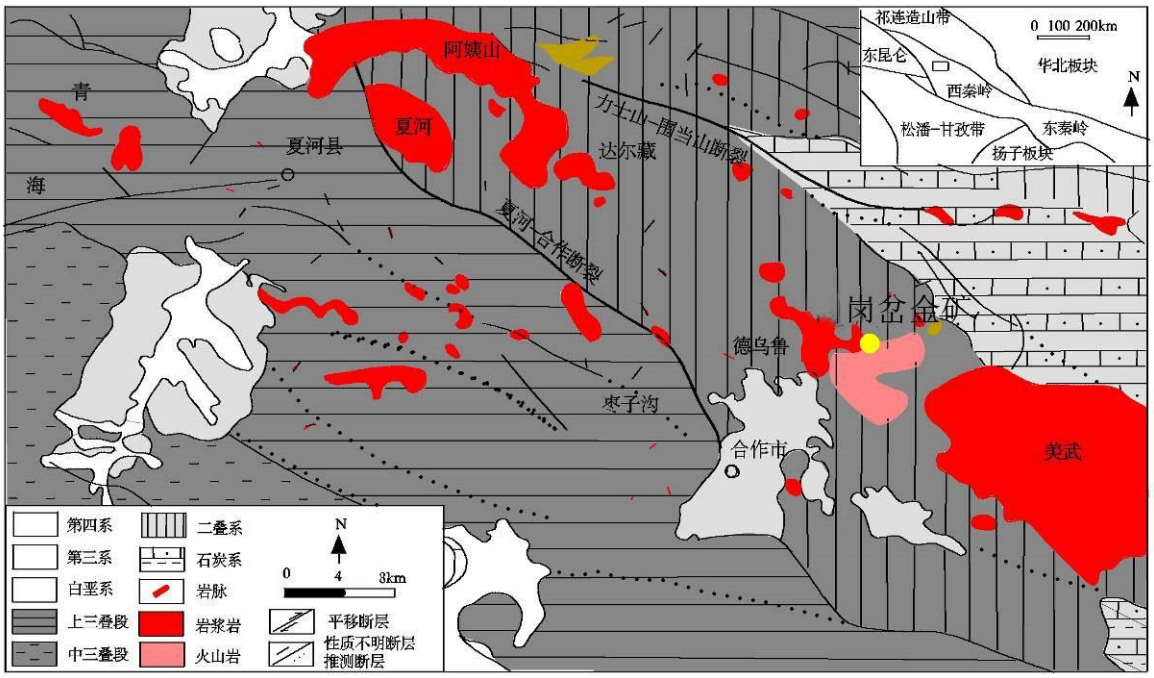



图 2-6　西秦岭夏河-合作地区地质略图

### （一）地层岩性

矿区出露地层有二叠系大关山组(Pdg)，侏罗系郎木寺组（Jlm），新近系甘肃群(NG)和第四系残坡积层（$Qh^{eld}$）、冲洪积层（$Qh^{alp}$）、人工堆积层（$Qh^{s}$），它们主要分布于洼地及河谷地带。

1、二叠系大关山组(Pdg)：

在本矿区分布较广，为一套变质火山岩夹碎屑岩建造，矿区内可划分 7 个岩性段，从老到新叙述如下：

（1）一岩性段（$Pdg^{1}$）

分布于测区北东部浪尕木嘿—浪尕木吉一带，厚度514m，其岩性为浅绿色凝灰质板岩夹黑色含炭板岩。

（2）第二岩性段（$Pdg^2$）

分布于测区北中部下浪看木一带，厚度103m，其岩性为浅灰色钙质板岩夹泥质灰岩。

（3）第三岩性段（$Pdg^3$）

分布于测区上加门—下浪看木一带，厚度606m，其岩性为灰白色粉砂质板岩夹灰褐色—黄褐色长石石英砂岩。

（4）第四岩性段（$Pdg^4$）

分布于加门可—岗岔沟一带，厚度131m，其岩性为灰褐色—灰白色石英砂岩。

（5）第五岩性段（$Pdg^5$）

分布于测区中西部下看木仓—下加门北一带，厚度271m，其岩性为灰绿色凝灰质板岩夹砂岩和灰白色硅质条带。

（6）第六岩性段（$Pdg^6$）

分布于测区西南部下加门一带，厚度285m，其岩性为灰褐色安山岩、安山岩夹凝灰岩、安山质凝灰岩，是区内主要的含矿地层。北部受构造影响被切割成碎块状，岩层走向向北渐成南北向，岩石片理发育，片理产状基本上与岩层产状一致。

本段以安山岩为主，夹凝灰岩和安山质凝灰岩，岩石在断层发育地段和岩脉接触部位蚀变较强，蚀变安山岩、蚀变凝灰岩，凝灰岩常夹有晶屑、岩屑凝灰岩，金矿化常与蚀变岩有关。

（7）第七岩性段（$Pdg^7$）

分布于测区西南部下加门西南一带，厚度320m，其岩性为灰褐色—黄褐色褐铁矿化蚀变凝灰质粉砂岩、凝灰岩夹安山岩，含蚀变岩型金矿。岩石分布不均匀，变化较大，在闪长玢岩接触带附近角岩化较强，片理化发育。

本段以凝灰岩、凝灰质粉砂岩为主，夹安山岩。岩石在断层发育地段和岩脉接触部位蚀变较强，蚀变凝灰岩常有晶屑、岩屑、角砾凝灰岩。金矿化常与蚀变岩有关。

2、侏罗系郎木寺组（Jlm）：

分布于矿区东南部岗岔沟北沿山脊一带，厚度大于 580m，其岩性为绿灰、褐灰色英安斑岩，含石英安山岩、安山质火山角砾岩。

3、新近系甘肃群(NG)：

分布于测区大部分地段，主要分布于山顶形成较平缓地貌。甘肃群(NG)与二叠系、侏罗系郎木寺组（Jlm）呈不整合接触关系，岩性为砖红色泥岩（局部含石膏），底部砾岩。

4、第四系残坡积层（$Q_4^{el-dl}$）、冲洪积层（$Q_4^{al-pl}$）、人工堆积层（$Q_4^{ml}$）：

区内第四系主要分布于下加门和岗岔沟一带的洼地及河谷中，为残坡积（$Q_4^{el-dl}$）、冲洪积（$Q_4^{al-pl}$）、人工堆积（$Q_4^{ml}$）层。其中，残坡积（$Q_4^{el-dl}$）层上部岩性为亚粘土、亚砂土、砂，下部为砾石、碎石及块石等，由上述基岩风化后形成，颗粒磨圆度次棱角状—棱角状，分选性差，厚度不一，最大达 3m。冲洪积（$Q_4^{al-pl}$）层上部岩性为亚砂土、砂，下部为砂碎石及块石等，河水、洪水冲蚀堆积形成，颗粒磨圆度一般次棱角状，分选性差，厚度达 6m。人工堆积（$Q_4^{ml}$）层是历史采矿过程中人为作用产生的，为砂、碎石、块石，沿采坑、探坑、或边坡堆置，现已经恢复治理，表面覆土种草。

## （二）地质构造

矿区处于合作—夏河断裂带南侧，由一系列逆冲断层及褶皱构成。矿区岩层总体为一倾向北西西的单斜构造，局部地层由于褶皱构造倾向北东，断裂构造发育，并且与成矿关系密切。

1、褶皱

（1）加门背斜向斜构造

分布于下加门北大关山组第五岩性段（$Pdg^5$）中，表现为一背一向的连续褶皱构造，属宽缓对称褶皱，轴向 170°，向北倾覆。

（2）下浪看木背斜向斜构造

分布于下浪看木背北大关山组第二岩性段（$Pdg^2$）中，表现为一背一向的连续褶皱构造，属宽缓对称褶皱，轴向 160°，向北倾覆。

（3）层间紧闭褶皱

主要分布在大关山组第五岩性段（$Pdg^5$）中，表现为连续背斜向斜构造，宽

度 20—30m，轴向与地层走向一致。

2、断层

（1）看木仓—下加门逆断层（F1）

分布于下看木仓—下加门，上盘为大关山组第五岩性段（$Pdg^5$），下盘为大关山组第六岩性段（$Pdg^6$），断层两侧岩性差别较大，上盘褶皱变形较强，常常形成一些紧闭褶皱。该断层存在约 30-100m 的断层破碎带，地貌显示负地形，在下加门一带由于覆盖层较厚，断层性质不明显。断层走向 125°-150°，倾向北东，倾角 35°-50°，断层在区内长 2.1km。

（2）F2 断层

分布于下加门北西山顶，为右行平移断层。断层在区内长 0.4km，宽 20-30m，断距约 100m，走向 65°。该断层为后期破坏断层，对大关山组第六、七岩性段（$Pdg^6$、$Pdg^7$）接触界线有错动。

（3）F3、F4、F5、F6 断层

分布于大关山组第六、七岩性段（$Pdg^6$、$Pdg^7$）中，断层走向 160°-170°，倾向北东，倾角 35°-55°。断层长 0.2-1.5km，断距一般小于 5m，具有逆断层特征，破碎带宽 20-50m，带内发育蚀变碎裂岩、断层透镜体、断层泥等，与 Au1、Au2、Au3、Au4 金矿体伴生，是区内的主要成矿断层。

（4）F7 断层

分布于大关山组第六岩性段（Pdg6）中，走向 30°，倾向北西，倾角 40°。断层长 0.2km，断距一般小于 5m，具有逆断层特征，与 Au5 金矿体伴生。破碎带宽 20-30m，带内发育蚀变碎裂岩、断层透镜体、断层泥等。

## （三）岩浆岩

矿区规模较大的侵入岩体主要为吉利岩体的东南部及外接触带，金矿体就分布在该岩体的外接触带。岩体岩性为花岗闪长岩，呈灰白、浅灰色，中细粒半自形粒状结构、斑状结构，块状构造。矿物粒度0.2-1.5mm，成分为斜长石（40-60%）、钾长石（10-20%）、石英（20-30%）、角闪石（2-10%）、黑云母（5-10%）等。斜长石呈板状或柱状，具钠长石双晶或卡氏双晶，有时具环带构造；角闪石呈柱状或纤维状，为普通角闪石。岩石具轻微的绢云母化、绿泥石化。

矿区内伴随燕山早期侵入岩的各类岩脉甚为发育，主要为闪长岩脉、闪长玢

岩脉、石英闪长玢岩脉、花岗岩脉，少量辉绿岩脉、煌斑岩脉、石英脉等。这些岩脉与燕山早期侵入岩有密切伴生关系，岩脉的侵入及岩浆期后热液活动与区内矿产的形成具有密切的关系，展布方向主要为北北西向。

## （四）水文地质条件

1、 矿床水文地质条件概述

矿区地处青藏高原东北边缘，属浅切割的高山草原地貌，海拔 3000-3400m 左右，相对高差近 400m。

构造侵蚀低中山区：区内海拔最高为 3369.3m，最低为 3120.4m，相对高差为 249m。山体山顶圆滑，山坡平缓，坡度多在 20°-30°，山脊线呈平缓的波状。地形切割程度中等，谷坡冲沟谷多呈“V”型。山体由中、新生界的基岩组成，由于经历多次构造运动的影响，褶皱、断裂较为发育。坡体表部残坡积土植被生长良好，草地覆盖度在 30%-50%左右，是良好的天然牧场。

侵蚀堆积沟谷区：指分布于矿区东、西两侧的坎木仓可合和加门可沟谷，为宽缓的“U”型谷。两沟谷发育方向为北北东向，总地势自北—南倾斜，海拔 3200-3050m，沟谷地面纵坡降 15-35‰。沟谷谷底宽度 80-180m 不等，发育有一级阶地和河漫滩。受沟谷地表水摆动侵蚀，两岸阶地不对称发育，最宽处达 120m，最窄处不足 10m，河漫滩宽度多在 12-16m。全新世以来，区域虽以上升运动为主，但在相对稳定的沟谷区仍沉积有一定厚度的冲洪积物。此外，在上述两沟谷两侧较大的冲沟沟口，发育有小规模的洪积扇。

矿区属高原大陆性季风气候，具有寒冷湿润、冬长夏短的气候特点。多年逐月平均气温最高月份为 7 月（极端最高气温为 28.4℃），最低月份为 1 月（极端最低气温为-28.5℃），年平均气温 1.7℃，平均无霜期为 46 天。多年平均降水量为 558.1mm，主要集中于 7-9 月，占全年降水量的 59.22%，且年际变化显著，大致呈现 9 年左右一个周期的变化规律。年均蒸发量 1230.2mm，是降水量的 2.25 倍，年平均大（暴）雨 1.5 天。

矿区西南侧坎木仓可合河与加门可西沟交汇处下游 3.47km 处，河谷段的地面标高为 3100m，是矿区一带地面的最低位置，也是矿区最低侵蚀基准面（3100m）。

2、 地下水类型及基本特征

根据地下水的赋存特征，区内地下水可以分为松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水和基岩裂隙水（含断裂带脉状水）三个类型。

（1）松散岩类孔隙水

涉及矿区供水，对河沟谷潜水特征进行必要的叙述。河沟谷潜水呈条带状分布于坎木仓可合河和加门可西沟河沟谷的河漫滩、一级阶地中，属河（沟）谷潜水。含水层岩性为砂碎石及块石，水位埋深 1-5m，含水层厚度较薄为 2-6m。单井涌水量 100-500$m^3$/d，其中河漫滩、一级阶地中部富水性较好，一级阶地后缘地带含水层较薄相对贫水。水化学类型为$HCO_3$-－$Ca^{2+}$－$Mg^{2+}$型，矿化度 0.62g/L。河沟谷潜水补给主要受地表水渗入，沿河沟谷自上游向下游径流和排泄。是目前矿山勘探和当地牧民人畜饮用水的主要水源(图 2～7)。

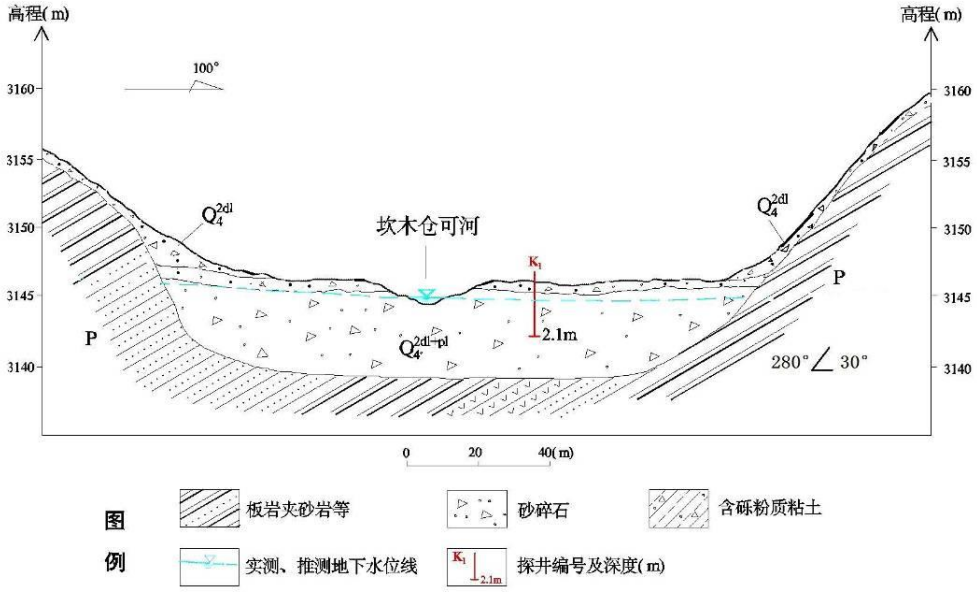



图 2－7　坎木仓可河河谷水文地质剖面图

（2）碎屑岩类孔隙裂隙水

指赋存在矿区山体顶部新近系泥岩夹砾岩中。本区新近系呈零星“片”状披覆于前第三系基岩形成的山梁顶部。地下水为所夹砂砾岩的风化裂隙水，在接近山顶地形较平坦处，有裂隙发育相对密集段的陡坎处只形成小范围湿地。该砾岩风化裂隙水层厚度仅 0.1-0.3m。由于降水补给少，加之含水层厚度薄且不稳定，水量贫乏。据《甘南区域水文地质普查报告》，该类水矿化度大于 2g/L，水质类型为 $SO_4^{2-}$—$Ca^{2+}$—$Mg^{2+}$。

（2）基岩裂隙水

赋存于矿体下部的板岩、砂岩的层间裂隙或构造裂隙中。矿区经历了多次构造运动，断裂纵横交错，断裂及断裂破碎带为地下水的储存创造了一定的空间条件，但由于岩石性质软，加之为压性、压扭性断裂，产生的构造裂隙多为闭合状。

据已施工平硐，所遇断层含水十分微弱，只有滴水现象，如 PD-3 平硐在 156m～158m、230.5m～234m、320～350m 见有断裂破碎带，均为压性断裂形成，掌子面湿润，硐壁有滴水现象，流量为 4～8 滴/分，2～5 天后基本干涸。其它两条 PD-1、PD-2 在硐探过程中所遇到断裂带的地下水与前者具有相似性，基岩裂隙水水质较好，矿化度 0.39-0.52g/L，水化学类型为 $HCO_3$-－$SO_4^{2-}$－$Mg^{2+}$型。

矿区勘探完成的两眼勘探孔（编号 ZK20-1、ZK24-1），分别位于谷坡和山梁鞍部，ZK20-1 孔口标高 3289.572m，孔深 155.20m；ZK24-1 孔口标高 3246.537m，孔深 337.30m。ZK20-1 孔未见到地下水位。ZK24-1 孔在 150m 左右见到弱含水层，但漏浆现象不明显，终孔后实测地下水位埋深 145m，抽水试验显示，流量只有为 0.9 $m^3/d$，0.5h 后流量显著减小，24 小时后因补给不足而掉泵。

3、 含水层、隔水层分布特征与富水性

本次按矿区地下水的类型及其含水性将矿区范围内岩层划分为两个透水不含水岩组、两个含水岩组和一个相对隔水层。

（1）透水不含水层

①第四系透水不含水组

该类含水岩组主要由第四系松散岩类组成，主要包括处于矿区山体表部坡体上的残坡积物（$Q_4^{el+dl}$）及支沟和沟口洪积扇上的洪积物（$Q_4^{pl}$ ）。残坡积物广泛分布于矿区的坡麓地带，岩性为粉质粘土与下覆基岩风化碎块的混和体，厚度约 0.5-5m。上述各类披覆于处于下部为基岩的倾斜山体表层，尽管渗透性较好，但没有地下水蓄存的地形条件，只在局部稍平缓有利地段形成薄层上层滞水。山体表面的降水大部分以地表径流方式排泄，少部分通过该松散层较快地沿下伏基岩层界面沿沟谷以潜流补给木仓可合河、加门可西沟或渗入下伏的基岩风化裂隙中转化为基岩裂隙水，属透水不含水松散层。

②二叠系板岩夹砂岩裂隙透水不含水岩组

该含水岩组分布于整个矿区。指含水层为岩层中的强—中等风化带和地下水位以上的层位。岩层风化与构造裂隙虽较为发育，但受充填介质的影响，风化裂

隙带的蓄水及其连通作用较差，补给有限，基本不含水。在岩层深部构造裂隙多受挤压呈闭合状，张性裂隙随深度的增加而明显地减少，与上部的风化裂隙连通性不强。经硐探和钻孔证明，海拔 3100m 以上段含水十分贫乏，硐探只见有降水下渗产生的硐壁滴水，钻探过程中均没有发生涌水和漏水的现象。因此判断，矿床范围内在侵蚀基准面以上的二叠系板岩夹砂岩裂隙属透水不含水岩组。

（2）)含水层特征

①河沟谷冲洪积含水组($Q_4^{a-pl}$)

该含水岩组分布于木仓可合河和加门可西沟河漫滩及一级阶地内，区内阶地发育呈断续状展布，除表部有薄层含砾粉质外，以下主要为漂石、块石、角砾、砂和少量的泥质组成，块石及角砾分选性中等，磨圆度差，在临近矿区的河沟谷中冲洪形成的第四系松散岩类厚度一般为 3m-2m。

地下水位埋深一般在 1-5m 之间，含水层主要为块石和角砾，厚度 2-6m。

地下水的富水性，在河漫滩和一级阶地前缘区，单井涌水量一般为 100-500 $m^3/d$，属中等富水区；一级阶地中部及后缘一带因受坡积物的影响，单井涌水量小于 $100m^3/d$，属弱富水区。

②二叠系板岩夹砂岩裂隙含水岩组

指分布于山区，存在于地下水位以下，由二叠系板岩夹砂岩等裂隙组成的含水岩组。因构造作用，岩层中裂隙虽较为发育，但受含水介质充填影响，构造裂隙带的蓄水及其连通作用较差，含水量较为贫乏。从 ZK24-1 孔揭示情况来看，水位以下岩层构造裂隙受挤压呈闭合状，张性裂隙不发育，含水量贫乏。在 150m 以深钻探过程中均没有发生涌水的现象，仅有少量漏水现象，只在部分岩芯上可以看到有地下水活动的痕迹。因此，该含水岩组富水性弱、且含水不均一。

由于矿区内裂隙较发育的透水含水岩段（砂岩）与裂隙不发育的相对隔水岩段（板岩）相间分布，是导致水力联系比较微弱的主要原因。因此，在矿床范围内地下水不可能形成一个完整统一的地下水水位线，推断在局部地段地下水可独成一体形成小范围的上层滞水。

矿区地下水主要赋存于深部构造裂隙中，从钻探岩层组合分析，厚度一般约为 12-23m，但富水性受裂隙充填和闭合状况的影响，为地下水贫乏区，预计单井涌水量为 0.5-$1m^3/d$，且大部分地段因连通性差，补给不足，基本上没有稳定

的含水层存在。

断裂构造破碎带是区内基岩裂隙水的主要富水带。但各断裂带的含水特征也不尽相同。

矿区断裂构造比较发育，F1 为矿区的主干断裂，为逆断层，以北西—南东向构成了矿区的构造格架，此外还发育次一级的 F2、F3 和 F4 等断裂，也多属压扭性质。

矿区内主干断裂 F1，其破碎带宽度为 8m 左右，破碎带内的岩性主要由断层角砾岩、断层泥组成，这些挤压作用形成的构造岩多被后期大量断层泥的充填，多以闭合性裂隙为主。沿断裂带无地下水活动的迹象，是一条既不含水也不导水的断层。

矿区内的次一级断裂 F2、F3 和 F4 等，断续延伸长度仅为 600-1300m，断层破碎带宽度也仅为 0.5-3m 左右，其规模小，挤压揉皱的迹象明显，连通性较差，因此造成富水性差。上述断裂影响带含不均匀的脉状裂隙水，受充填影响，水量仍较贫乏，预计最大涌水量为 1—2$m^3$/d 左右。通过对 ZK24-1 孔的抽水试验，流量只有为 0.9 $m^3$/d，0.5h 后流量显著减小，24 小时后因补给不足而掉泵。

该含水岩组是矿床深部的主要充水来源。

（3）隔水岩层的特征

与含水岩层相比，矿区内相对隔水的岩层是二叠系的板岩，受矿区内的主导断裂 F1 及次级断裂 F2、F3 和 F4 等的切割，矿区构造裂隙虽然较为发育，但由于为压扭应力作用结果，产生的裂隙大多呈闭合状，连通性差，缺乏导水通道，富水性极其贫乏，而且分布极不均一，单井涌水量＜0.1$m^3$/d，为矿区内相对隔水的岩层。

4、 地下水的补给、径流、排泄条件及动态特征

河沟谷区第四系冲洪积孔隙潜水，由地表水、大气降水补给而形成，地下水的补给较为稳定，径流条件好，地下水水力坡度一般在 5%-10%左右，随季节的变化地下水水位有一定的变幅，但变幅不大，一般为 0.5-1.0m 之间。

矿区第四系与基岩（含新近系）风化带地下水的补给来源主要为大气降水，大气降水沿透水岩土体孔隙或裂隙下渗，在连通较好的裂隙或孔隙中缓慢地流动，并在地势低洼（谷底）处以泉的形式或地下径流的方式排泄，最终汇集于坎

木仓可合河、加门可西沟谷。该类地下水接受补给的山区至河沟谷区径流途径较短，由于矿区内松散岩类多为透水不含水的地层，下伏地层又为相对隔水的基岩层面，径流条件较好，水力坡度随地形的起伏而变化，一般在 15％-40%左右。在下伏的深部基岩含水层，因裂隙闭合及充填不甚发育，地下水的径流条件差，途径复杂，流速缓慢。

5、 矿坑涌水量预测

根据岗岔金矿矿区含水岩组及断裂构造破碎带的含水特征，影响矿坑充水的主要因素有基岩裂隙水和次一级断裂构造破碎带中的脉状裂隙水。矿坑充水性质属于基岩裂隙充水，局部地段存在脉状充水的矿床。

由于主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿床主要充水含水层和构造破碎带富水性弱，所以矿床水文地质条件属简单类型。

根据岗岔金矿矿山矿体分布，矿床开采最低平硐标高确定为 3100m，因此选择矿床 3100m 标高段进行涌水量预测。

拟采用降水入渗系数法和径流模数法对涌水量进行预测比较适宜，以矿床开采范围内的总入渗补给量来代表矿坑最大涌水量，保证程度更高。

①降水入渗系数法

计算公式：$Q_{总}=Q_{有效}\times F\times\alpha$

式中：$Q_{总}$—降水入渗总量，单位 $m^3$；

$Q_{有效}$—有效降水量，单位 m/a；

F —入渗面积，单位 $m^2$；

α—降水入渗系数，无量纲。

根据“甘南地区区域水文地质普查报告（1：50 万）”有关降水入渗参数，选择近年来年降水量最大的 2003 年 608.4mm，该年有效降水量（≧5mm）为 510mm（0.510m），降水入渗系数取 0.13，矿区入渗区面积为 6.20$km^2$(2.20×$10^6m^2$)。

计算降水入渗量为：4.1110 万 $m^3$/a，即 112.63$m^3$/d。

②径流模数法

计算公式：$Q_{总}=M_{径流}\times F\times\alpha$

式中：$Q_{总}$—地下径流总量，单位 L/s。

$M_{径流}$—径流模数，单位 L/s.$km^2$；

F —径流入渗面积，单位 $m^2$；

α—丰水年换算系数（计算其为丰水年，取 1.0），无量纲。

由于矿坑涌水来自于上覆的板岩所夹砂岩裂隙含水岩组。因此，根据 1：50 万甘南区域水文地质普查报告，该区基岩山地的地下水径流模数 1.43-2.35L/s.$km^2$，按照矿坑涌水量预测的目的采用高值，即 235/s.$km^2$。矿区入渗区面积 0.62$km^2$。计算结果为 1.4571L/s（125.90$m^3$/d）。

按照矿坑涌水量评价的目的，采取取大原则，预测矿坑涌水量为：130$m^3$/d。

根据矿床主要充水含水层的容水空间特征，本矿床为裂隙充水矿床，即以基岩裂隙为主的裂隙充水矿床。

按矿体与主要充水含水层的空间关系，充水方式属顶板间接充水的矿床，矿床主要充水含水层位于矿层之上，矿层与主要充水含水层之间局部有弱透水层，基岩裂隙水通过顶板薄弱地段、构造破碎带、弱透水层进入矿坑。

主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿床主要充水含水层和构造破碎带富水性弱，根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12791—2021），本矿床水文地质条件属于简单型。

## （六）工程地质条件

1、岩土体工程地质类型的划分及特征

根据矿区出露地层的时代、成因、坚硬程度、结构面特征、建造类型，矿区岩土体类型及特征如下：

1、岩体类型及工程地质特征

根据矿区各类岩体的空间组合规律和工程地质特征，划分出四个工程地质岩组，分述如下：

（1）块状坚硬岩组

零星分布于矿区，由石英砂岩、安山岩和凝灰岩组成，具块状—微层状构造。按照甘肃华辰工程检测技术有限公司提供的检测报告，该岩组饱和状态下单向抗压强度 65.1-75.7Mpa，软化系数 0.40-0.68，抗剪强度 7.59-10.08Mpa。岩性坚硬，岩体稳定，为矿山开采提供了优越条件。

（2）层状较硬岩组

零星分布于矿区，由钙质板岩、粉砂质板岩和变质砂岩组成。据《工程地质

手册》提供的经验数值，该岩组饱和状态下单向抗压强度 32.5-55.3Mpa，坚固系数 2-3，硬度 3-5,对矿床开采不利，特别是近地表部位，因岩石较破碎，井下开采时该岩层易发生边帮坍塌及冒顶等现象。

（3）层状软弱岩组

零星分布，由泥岩组成。该岩组较软，据《工程地质手册》提供的经验数值，该岩组饱和状态下单向抗压强度 15.5Mpa，坚固系数 2-3，遇水易软化。

（4）零星松散岩组

分布于地表坡麓地带，呈松散--半固结状态，成分主要有粉砂土、粉质粘土、砂砾石等。粉质粘土遇水软化，其余具有一定的抗水软化能力。据《工程地质手册》提供的经验数值，该岩组饱和状态下单向抗压强度 1Mpa，坚固系数小于 1.0。

2、矿体及顶、底板围岩的稳固性

矿体岩石的稳固性：本矿主要矿体多产于碎裂蚀变安山岩中，均位于断层破碎带、接触带上，矿石大多较破碎，特别是在矿体厚度较大，破碎程度较高的地段，稳固性较差。

矿体顶、底板围岩的稳固性：矿体顶底板围岩为层状钙质板岩、粉砂质板岩，原生层面局部保持完整，属较坚硬岩组。矿体底板稳定性属一般，矿体顶板围岩因构造应力作用，碎裂结构较发育，局部夹砂岩，岩层稳定性降低，易沿临空面向下垮塌。因此，在未来的采掘过程中应加强安全管理，必要时对顶板进行支护。

综述：矿区地形地貌复杂，沟谷深切，局部构造带影响岩体的稳定性，易发生工程地质问题。在局部地段重力侵蚀活跃的地段，为不稳定边坡和泥石流发育提供了条件，进而造成水土流失，形成地质灾害。因此，根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12791—2021），该矿床工程地质条件属于中等。

## （七）环境地质条件

1、地震和新构造运动

工作区地处秦岭褶皱带，地震活动较频繁，根据《中国地震区划烈度图》，工作区抗震设防烈度为 7 度，基本地震加速度 0.10g。

2、地质灾害现状

矿区经过多年的环境恢复治理，原有的大量挖损面和废石渣堆得到有效的治理，地质灾害得到消除，现状矿区发现不稳定边坡一处，为修建道路形成，坡度

一般 40～60°，坡高 8-12m，坡宽 120m 左右，坡向约 325°、局部坡段坡体存在危岩体。坡面裸露，坡脚有少量的堆积采矿渣堆。斜坡失稳发生崩塌灾害的可能性较大，威胁坡脚一带临时过往行人以及后期运输车辆、设备等和人员的安全，规模小，危害程度低，危险性小。

3、环境污染现状

矿区及其周围植被发育程度较好，覆盖面较广，自然生态环境良好，属水土流失轻微区,但随着矿山开采和道路施工的进行，部分植被将遭到不同程度的破坏，然而由于本矿采取地下开采的方式，对植被的破坏程度较低。

矿区内地下水水位埋深较大，工业储量基本在地下水位标高以上，矿床主要开采阶段排水量很小，且水质较好，所以不会因矿坑排水造成区域内地下水污染和矿坑疏干产生地面沉降塌陷等问题。采矿将产生局部地表变形，但总体对地质环境破坏不大。区内无重大的污染源，矿石化学成分基本稳定，无其它环境地质隐患。矿区地质环境质量属中等。

4、矿区地质环境类型

矿区主要矿体均在当地侵蚀基准面以上，为弱充水区，采坑几乎没有涌水，地形有利于采坑水直接排放，水文地质条件简单。矿体赋存于断裂破碎带内，矿体顶底板围岩为层状钙质板岩、粉砂质板岩，原生层面局部保持完整，属较坚硬岩组。矿体底板稳定性属一般，矿体顶板围岩因构造应力作用，碎裂结构较发育，局部夹砂岩，岩层稳定性降低，硐室需要支护，工程地质条件中等。矿区空气清新，水质良好，废（石）渣中有害元素含量均未超标，对人体不会造成危害，地质灾害很少发生，生产安全条件有保障，环境地质条件良好。

综上所述，根据矿区环境地质特征及《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-2021）判定，该区环境地质类型属第I类，环境地质条件为简单型。

综上所述，根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12791—2021），本矿区水文地质条件简单、工程地质条件中等、地质环境质量简单，将本矿区开采技术条件划分为Ⅱ类，即开采技术条件中等的矿床。

## （八）矿体地质特征

岗岔金矿金矿体分布于矿区西南部的下加门—下看木仓一带，赋存于二叠系大关山组第六、七岩性段（$Pdg^6$、$Pdg^7$）中，与 160-170°断层关系密切，明显受

该组断层控制。金矿体多呈层状、似层状赋存于安山岩、凝灰岩、凝灰质砂岩的构造破碎带中，矿体与断层产状一致，界线明显。矿体长 40-857m，厚度 0.83-4.12m，平均厚度 1.81m。矿石平均品位 Au4.17g/t。

矿区共发现金矿体 13 个，其中工业矿体 5 个，低品位矿体 8 个。现将其特征简述如下：

**表 2-1　岗岔金矿矿体特征一览表**

| 矿体编号 | | 矿体形态 | 矿体产状 | 矿体长度(m) | 矿体厚度(m) | 矿体平均品位 Au(g/t) | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Au1 | Au1-1 | 似层状-层状 | 250∠65 | 47.5 | 0.83 | 1.56 | 低品位矿 |
| | Au1-2 | 似层状-层状 | 250∠65 | 251 | 1.75 | 4.36 | |
| Au2 | Au2-1 | 似层状-层状 | 250∠78 | 132 | 1.03 | 2.43 | 低品位矿 |
| | Au2-2 | 似层状-层状 | 250∠78 | 53 | 1.36 | 2.32 | 低品位矿 |
| Au3 | Au3-1 | 似层状-层状 | 250-260∠50-80 | 857 | 2.20 | 4.19 | |
| | Au3-2 | 似层状-层状 | 260∠65 | 60 | 0.93 | 1.12 | 低品位矿 |
| | Au3-3 | 似层状-层状 | 260∠65 | 40 | 1.18 | 2.17 | 低品位矿 |
| | Au3-4 | 似层状-层状 | 255∠55 | 46 | 1.34 | 1.26 | 低品位矿 |
| | Au3-5 | 似层状-层状 | 260∠75 | 52.5 | 0.91 | 2.17 | 低品位矿 |
| Au4 | Au4-1 | 似层状-层状 | 250∠50-65 | 207 | 4.12 | 5.71 | |
| | Au4-2 | 似层状-层状 | 250∠65 | 80 | 1.32 | 2.48 | 低品位矿 |
| Au5 | | 似层状-层状 | 295∠45-60 | 310 | 0.89 | 4.09 | |
| Au6 | | 似层状-层状 | 260∠78 | 154 | 1.39 | 3.05 | |

（1）Au1 矿体

Au1-1 矿体

为低品位矿体，分布于 Au1-2 矿体西 3m 处，由 TC23-1 单工程控制。矿体呈似层状-层状赋存于凝灰质粉砂岩的构造蚀变带中，长 47.5m，厚 0.83 m，推测延深 11.88m。矿石品位 Au1.56g/t。

Au1-2 矿体

分布于下加门西南 1000m 处，矿体呈似层状-层状赋存于凝灰质粉砂岩的构造蚀变带中，长 251m，厚 1.36-2.07m，平均厚度 1.75m，推测延深 40m。厚度不稳定，厚度变化系数 170.35%。矿体产状 250°∠65°，与构造蚀变带产状一

致，二者接触界线不明显。矿石品位 Au1.03-10.5g/t，平均品位 4.36g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

（2）Au2 矿体

Au2-1 矿体

为低品位矿体，分布于 Au1 矿体北东 400m 处，矿体呈似层状，长 132m，厚 1.00-1.06 m，平均厚度 1.03m，推测延深 40m。矿体产状 250°∠78°，赋存于安山岩的构造蚀变带中，二者界线不明显。矿石品位 Au1.78-3.04g/t，平均品位 2.43g/t，品位变化系数为 32.94%。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

Au2-2 矿体

为低品位矿体，分布于 Au2-1 矿体南，由 TC15-1、TC15-2 控制，其中 TC15-2 未见矿化。矿体呈似层状，长 53m，厚 1.36 m，推测延深 13.25m，厚度稳定。矿体产状 250°∠78°，赋存于安山岩的构造蚀变带中，二者界线不明显。矿石品位 Au2.32g/t。矿石类型为黄铁矿化碎裂岩型金矿石。

（3）Au3 矿体

分布于下看木仓南 1200m 下加门南 800m 处，由金矿体 Au3-1 和低品位金矿体 Au3-2、Au3-3、Au3-4、Au3-5 组成。

Au3-1 矿体

分布于下看木仓南 1200m 下加门南 800m 处，呈层状产出，赋存于构造蚀变带中，围岩为安山岩。矿体长 857m，厚 0.83-8.04m，平均厚度 2.20m，矿体产状 250-260°∠50-70°，矿石品位 Au1.00-24.15g/t，平均品位 Au4.19g/t。矿石类型为蚀变岩型和黄铁矿化碎裂岩型金矿石。

Au3-2 矿体

为低品位矿体，分布于 Au3-1 西 10m 处，由 TC13-3 单工程控制，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 60m，厚 0.93m，推测延深 15m。矿体产状 260°∠65°，与构造蚀变带产状一致，二者界线不明显。矿石品位 Au1.12g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

Au3-3 矿体

为低品位矿体，分布于 Au3-1 西 6m 处，由 TC5-3 单工程控制，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 40m，厚 1.18m。矿石品位 Au2.17g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

Au3-4 矿体

为低品位矿体，分布于 Au3-1 西 2m 处，矿体长 46m，厚 1.34m，延深 11.5m。矿体产状 255°∠55°，矿石品位 Au1.26g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

Au3-5 矿体

为低品位隐伏矿体，分布于 3300 米中段、Au3-1 西 3m 处，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 52.5m，厚 0.91m，矿体产状 260°∠75°，矿石品位 Au2.17g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

（4）Au4 矿体

Au4-1 矿体

分布于 Au3-1 矿体东部 150m 处，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 207m，厚 2.19-6.62m，平均厚度 4.12m，推测延深 40m。矿体产状 250°∠50-65°。矿石品位 Au1.18-20.10g/t，平均品位 Au5.71g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

Au4-2 矿体

为低品位矿体，呈层状赋存于构造蚀变带中。矿体长 80m，厚 1.32m，矿石品位 Au2.48g/t。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

（5）Au5 矿体

分布于下家门东，矿体呈似层状，长 310m，厚 0.81-1.0m，平均厚度 0.89m，矿体赋存于安山岩的构造蚀变带中，产状 295°∠45°，平均品位 4.07g/t，品位变化系数为 39.83%。矿石类型为蚀变岩型金矿石。

（6）Au6 矿体

为隐伏矿体，分布于 3300m 中段、3275m 中段和 3245m 中段，矿体呈似层状赋存于构造蚀变带中，矿体长 154m，厚 0.82-2.74m，平均厚度 1.39m，矿体产状 250-260°∠56-64°，矿石品位 Au1.42-7.89g/t，平均品位 Au3.05g/t。矿石类型为蚀变岩型和黄铁矿化碎裂岩型金矿石。

2、矿石质量特征

（1）矿石物质组成

矿石中金属矿物主要有黄铁矿、赤铁矿、褐铁矿、孔雀石、铜兰、黄铜矿、辉铜矿、毒砂、辉锑矿、闪锌矿、自然金等，脉石矿物主要有石英、长石、绢云母、绿帘石、绿泥石、阳起石等。

金的赋存状态：矿石中金多以自然金形式存在，多呈显微粒状集合体赋存于脉石和赤铁矿中，粒径一般 0.05-0.10mm，属以中粒金为主。自然金主要呈似板状、粒状、片状、不规则状等，其表面多粘有赤铁矿、黄钾铁矾等氧化物，主要载体矿物为黄铁矿、赤铁矿、黄钾铁矾、毒砂等。

矿石伴生有益组分为 Ag，品位 0.45-14.4g/t，平均 4.31g/t。有害元素为 As、S， As 品位为 0-0.27%，平均 0.07%；S 品位为 0.01%-2.96%，平均 0.34%。

矿石类型：按氧化程度可划分为氧化矿和原生矿。氧化矿石呈褐红色，以褐铁矿化、赤铁矿化为主；原生矿石结构较致密，以黄铁矿化、辉锑矿化、毒砂矿化为主。根据详查资料确定距地表 40-65m 左右为氧化带与原生带的界线。矿石按矿化原岩岩性可划分为碎裂蚀变凝灰质砂岩型、碎裂蚀变安山岩型、黄铁矿化碎裂岩型和蚀变石英脉型。

（2）矿石结构

主要有自形—半自形晶结构、它形晶粒状结构、碎裂结构、假象结构等，次为交代残余结构、乳浊状结构、填隙结构、反应边结构等。

（3）矿石构造

主要有星散浸染状构造，次为细脉状构造、网脉状构造，偶见块状构造。

3、矿体围岩和夹石

矿体顶底板围岩主要为凝灰质粉砂岩、凝灰岩、安山岩、闪长玢岩，其次为碎裂蚀变岩。围岩中劈理、节理较发育，局部受断层构造影响较破碎。因此，围岩的坚固性虽较好，但其稳固性却较差。矿化蚀变带与围岩界线清楚且多为断层接触，但矿体与矿化蚀变带界线不清。矿体中很少有夹层（石）存在，个别夹层（石）为矿化碎裂蚀变岩。

矿区矿石多为黄铁矿、毒砂（赤铁矿、褐铁矿、黄钾铁矾）、萤石等中低温热液矿物组合，初步认为该矿床为中低温热液型构造蚀变岩型矿床。

## 三、矿区社会经济概况

矿区行政隶属合作市佐盖多玛乡管辖。合作市，隶属于甘肃省甘南藏族自治州，地处青藏高原的东北边缘，甘、青、川三省交界处，东连卓尼县，南靠碌曲县，西接夏河县，北临临夏回族自治州和政县、临夏县。国道213线和省道306线贯城而过，是内地通往青海、西藏的交通要道，距省会兰州226公里，是甘南藏族自治州州府所在地，也是全州政治、经济、文化、科技和金融中心。合作藏语音译为“黑错”，意为羚羊出没的地方，1956年成立合作镇，属夏河县管辖。1996年5月经国务院批准成立合作市，1997年筹建，1998年1月1日正式挂牌运作。全市现辖6乡镇（3镇3乡）及4街道、39个村民委员会、8个社区、249个村民小组。2020年，合作市预计全市地区生产总值达到58.9亿元，年均增长5.9%，是“十二五”末的1.8倍；完成规模以上工业增加值5.7亿元，年均增长5%。

矿区所在的佐盖多玛乡居民主要为藏族、汉族，以藏族为主，多集中于村镇和河流两岸，以农业为主，兼作牧业。主要农作物有青稞、蚕豆、油菜籽、碗豆、燕麦等。牧业以牛、羊为主，经济比较落后，但矿产资源丰富，从二十世纪九十年代初矿业开发兴起，并形成了少数较为稳定的矿山企业，如合作老豆金矿等一批小型矿山企业，对本地区经济发展起到了重要作用，矿业经济已成为本地区的主要经济支柱型产业。除此之外，工作区周边尚有乳品厂、绒毛厂、皮革厂、地毯厂等工矿企业，有些已停产或半停产，主要生产、生活物资主要依赖外地运入。

矿区内中国移动和中国电信的通讯网络已覆盖，可以随时随地与外界联系。

## 四、矿区土地利用现状

### （一）土地利用现状分类依据

依据合作市自然资源资源局提供的《合作市土地利用现状图》（全国第三次土地调查）和《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017），结合遥感解译、现场调查及实地判读，核实土地利用现状情况，形成合作市岗岔金矿土地利用现状图（附图2）。

## （二）矿区土地利用类型及权属

依据土地利用现状图及实地调查结果，合作市岗岔金矿本次矿区现状土地利用总面积约 2.28km²，矿区土地利用现状主要为永久性基本农田、旱地、灌木林地、天然牧草地、采矿用地、农村宅基地、农村道路用地。矿区土地权属均属合作市佐盖多玛乡下加门村集体所有土地，根据合作市自然资源局调查，区内权属清楚，无权属纠纷。各类型土地数量详见表 2-2。

表 2-2　矿区土地利用现状表

| 一级地类 | | 二级地类 | | 面积（$hm^2$） | 占总面积比例（%） |
|---|---|---|---|---|---|
| 编码 | 名称 | 编码 | 名称 | | |
| 01 | 耕地 | 0105 | 永久性基本农田 | 0.02 | 0.01 |
| 01 | 耕地 | 0103 | 旱地 | 8.80 | 3.86 |
| 03 | 林地 | 0305 | 灌木林地 | 50.85 | 22.30 |
| 04 | 草地 | 0401 | 天然牧草地 | 108.26 | 47.48 |
| 06 | 工矿仓储用地 | 0602 | 采矿用地 | 59.31 | 26.01 |
| 07 | 住宅用地 | 0702 | 农村宅基地 | 0.16 | 0.07 |
| 10 | 交通运输用地 | 1006 | 农村道路 | 0.59 | 0.26 |
| 合计 | | | | 228.00 | 100.00 |

## （三）矿区基本农田情况

依据土地利用现状图及实地调查结果，矿区范围和永久基本农田重叠范围为 0.02 $hm^2$，通过土地损毁预测图与合作市土地利用现状图、土地利用总体规划图叠加分析，且与矿方相关部门求证，本项目开发地面建设工程项目用地不占用基本农田，不存在征用或租用基本农田现象。也不在保护区和风景名胜区范围内。

# 五、矿山及周围人类工程活动情况

矿区位于甘肃省合作市佐盖多玛乡下加门村，距合作市行程约 20km，地貌类型有构造侵蚀低中山区和侵蚀堆积沟谷区两种。矿区范围内无重要的电力工程、铁路干线、二级以上交通干线、地质遗迹、人文景观，也非重要风景区、国家重点保护的历史文物和名胜古迹所在地等。矿区及附近主要分布有 1 处常住居民点，为下加门村，大部分为牧民，15 户约 80 人。区内人类工程活动强烈，主要有采矿、放牧、耕地、修筑公路等。

1、采矿活动：十几年开采矿留下了大小堆浸场和排石场及破坏性开采面的面积 30 万平方左右，遗留堆渣废石量 50 多万吨，形成了 12 个挖损区和 12 处弃

渣堆，主要分布在下加门 1 号沟、下加门 2 号沟、下加门 3 号沟、看木仓发阳沟、看木仓大库西子沟 5 条沟中，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。后经过恢复治理，矿区环境得到极大改善。

2、放牧：区内分布着 1 处居民点，多以放牧为主。矿区的开采使得周边放牧草场范围减少，过度放牧对矿区周边生态植被破坏；但放牧数量较少，对当地生态植被影响范围较小，因此对地质环境影响较小。

3、耕地：区内耕地较少，多分布在沟谷及坡脚地带，当地村民农业耕作对矿区地质环境影响较小。矿业开发占用了有限的耕地，加之开挖、占压的破坏行为将导致耕地减少，水土流失现象增大。

4、修筑公路：评估区内现有农村硬化道路、矿区修建砂石道路，无其他重要交通干线或建筑设施。修筑公路开挖坡脚以及占压破坏植被，将破坏地形地貌和当地生态环境，但矿区道路占地较小，因此对地质环境影响较小。

# 六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

## （一）矿山地质环境治理与土地复垦情况

1、矿山恢复治理工程简介

原合力公司成立之前 2004～2007 年，矿区由个人主分块露天开采，采取堆浸工艺进行提金，后来在政府规范要求下，2007 年 6 月成立合作市合力矿业有限责任公司，11 月取得探矿证，探矿面积 22.13 平方公里，自 2012 年 11 月 23 日取得采矿证后，于 2013 年开展建厂前期筹备工作，完成了相关部门各项手续的办理完善及征地、村民补偿费等工作。2014 年只对矿山进行了试采工作，共开采矿石量 0.36 万吨，其他设施如选矿厂、尾矿库等没有建设。

由于矿区内历史遗留生态环境问题，2015 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。十几年开采矿留下了大小堆浸场和排石场及破坏性开采面的面积 30 万平方左右，遗留堆渣废石量 50 多万吨，形成了 12 个挖损区和 12 处弃渣堆，主要分布在下加门 1 号沟、下加门 2 号沟、下加门 3 号沟、看木仓发阳沟、看木仓大库西子沟 5 条沟中，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。按照环保督察、市委市政府及主管部门的要求和公司自查梳理相关内容，合作市合力矿业有限责任公司委托甘肃省科学院地质自然灾害防治研究所编制了《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿山地质环境恢复治理工程实施方案》，矿山自筹资金约 850 万元对开采形成的 12 个挖损区和 12 处弃渣堆进行平整、回填，覆土绿化方案，修建植生袋排水渠方案。经过治理，矿区矿山地质环境得到很大改善，使原有山体植被得到有效恢复，生态环境得到显著改善。矿山于 2020 年 11 月恢复治理工程分别通过了市县级验收州级复核。

主要的治理措施为：

1）针对岗岔金矿矿区下加门 1 号沟、下加门 2 号沟、下加门 3 号沟、看木仓发阳沟、看木仓大库西子沟 5 条沟中的矿山地质环境问题，根据合作市合力矿业有限责任公司委托，本次治理对象只涉及地表工程，主要为：对矿区内 12 处渣堆（Z1-Z12 为弃渣堆）进行平整、回填，覆土绿化方案，对挖损面危岩进行清理，渣堆两侧布设植生袋排水渠方案。

2）针对岗岔金矿矿区内各区域的矿山地质环境问题，经综合研究论证，拟采用危岩清理、渣堆平整、植生袋排水、覆土绿化工程等治理措施，改善矿山地质环境问题。

2、矿山恢复治效果对比

1）加门 1 号沟恢复治理效果对比（照片 2-3，2-4）

照片 2-3 加门 1 号沟沟恢复前

照片 2-4 加门 1 号沟恢复后

2）加门 2 号沟恢复治理效果对比（照片 2-5，2-6、2-7，2-8，2-9、2-10、2-11）

照片 2-5 加门 2 号沟 2 号沟下堆场恢复前

照片 2-6 加门 2 号沟下堆场恢复后

照片 2-7 加门 2 号沟中上部恢复前

照片 2-8 加门 2 号沟中上部恢复后

照片 2-9 加门 2 号沟 2 号沟上部恢复前俯瞰

照片 2-10 加门 2 号沟恢复后俯瞰全景

照片 2-11 加门 2 号沟恢复后全景

3）加门 3 号沟恢复治理效果对比（照片 2-12，2-13）

照片 2-12 加门 3 号沟上堆场平台恢复前

照片 2-13 加门 3 号沟上部废石场恢复后

4）看木仓发阳沟恢复治理效果对比（照片 2-14，2-15，2-16，2-17，2-18，2-19）

照片 2-14 发阳沟顶部采坑恢复前

照片 2-15 发阳沟顶部采坑恢复后

照片 2-16 发阳沟下堆场恢复前

照片 2-17 发阳沟下堆场恢复后

照片 2-18 看木仓发阳沟整体恢复治理效果图

5）看木仓大库西子沟恢复治理效果对比（照片 2-19，2-20）

照片 2-19 大库西子沟堆场恢复前

照片 2-20 大库西子沟堆场恢复后

## （二）矿山周边的地质环境治理与土地复垦情况

矿区属于合作市的加甘滩金矿位于甘肃省夏河县阿木去乎镇，矿区距离合作市 45km，距离岗岔金矿约 70km。甘滩金矿 2016-2020 年期间开展的恢复治理工作已经通过夏河县、甘南州以及甘肃省相关部门以及专家组的验收。加甘滩金矿恢复治理工作将为此次岗岔金矿矿山地质环境与土地复垦工作提供重要借鉴依据。加甘滩金矿在 2016-2020 年开展的恢复治理工作情况如下：

1、矿山于 2016 年对废石场边坡治理及土地复垦，主要治理措施为：在废石场边坡坡脚设置不低于 3m 的挡渣墙 661m，对边坡坡面分四级（局部五级）进行平整，坡率 1:1.8，平整方量约 73000m$^3$，每级坡面及马道均设置截水渠，总长 1644m，并对坡面进行覆土绿化，覆土厚度 30cm，草籽采用符合矿区生长条件的高山羊毛，在马道上覆土 50cm，栽植了耐寒的油松。

2、针对 2016 年环保督察指出的氰化堆浸渣堆的问题，冰华矿业公司于 2017 年对渣堆东北侧边坡的治理和土地复垦，主要治理措施为：在渣堆东北侧坡脚设置两头高 3m，中间高 5m，总长 412m 的拦渣墙，对该侧坡面下部两级坡面（局

部四级）进行平整，平整坡率 1.8m，在第一级坡面设置了浆砌石护坡，二级坡面设置了格构护坡，并在上述坡面及马道上设置截水渠，总长 1433m，并对坡面进行覆土绿化，覆土厚度 30cm，草籽采用高山羊毛。

根据加甘滩环境治理及复垦经验，目前在边坡及渣堆覆土绿化进行植被建设经济技术可行。现场调查时，加甘滩堆场及边坡在建设过程中削坡平整+覆土绿化后，主要播种当地的耐寒草本植物披碱草和羊茅草，该草耐低温、耐寒，成活率较好。复垦后与周边环境协调一致。

照片 2-21　加甘滩金矿堆浸场覆土植草绿化

照片 2-22　堆浸场覆土植草绿化及坡面

# 第三章　矿山地质环境影响和土地损毁评估

## 一、矿山地质环境与土地资源调查概述

### （一）资料收集与分析

接受委托后，我单位成立 3 名技术人员组成的项目组，收集了《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿产资源开发利用方案》、《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿矿山地质环境恢复治理工程实施方案》、土地利用现状图及相关区域地质资料等。初步掌握了矿区地质环境条件和矿山概况，确定了野外主要调查内容、调查方法及调查路线。查明了合作市岗岔金矿现状下的地质环境问题、土地类型及其损毁特征。以地面调查与测绘、野外数字采集系统等专项地质灾害测量为主要手段，采矿活动对原生地形地貌景观的影响和破坏，采矿活动对土地资源的影响和破坏以占压、挖损、塌陷为主。

### （二）野外调查

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 1：2000 地形地质图为底图，参考土地利用现状图、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。在调查过程中，积极访问矿山工作人员，查明了矿山生产的历史和现状以及主要地质环境问题。对地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述，并对典型的矿山地质环境问题进行较大比例的测绘填图和绘制工程地质剖面图，同时进行 GPS 定位、数码拍照和填制调查表格等工作，并根据野外实际情况及时调整室内设计的调查路线，优化野外调查工作方法。完成的主要工作量如表 3-1。

表 3-1　完成的主要工作量

| 序号 | 项 目 | 单 位 | 数 量 | 说　明 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 1:2000 地形测量 | $km^2$ | 2.8 | 矿区及外延 25m |
| 2 | 调查面积 | $km^2$ | 2.8 | 矿区及四周 |
| 3 | 调查路线 | km | 5 | 包括穿插路线 |
| 4 | 灾害调查点 | 处 | 3 | 现状地质灾害不发育 |
| 5 | 收集利用资料 | 份 | 5 | 区域地质、水文地质工程地质、气象等 |
| 6 | 现场访问 | 人次 | 5 | 现场工作人员 |
| 7 | 现场照片 | 张 | 130 | 数码 |

## 二、矿山地质环境影响评估

### （一）评估范围和评估级别

#### 1、评估范围

评估范围根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规（DZ/T0223-2011）》（以下简称“编制规范”）的相关要求，矿山地质环境保护与恢复治理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。本次工作评估区范围确定的原则为：矿区所有的设施和建筑物现状及预测影响范围都在矿区范围内，

依据评估区范围确定原则，结合现状及预测的采矿活动影响范围，确定本次工作评估区面积为矿区面积，约为 2.28km$^2$。

#### 2、评估级别

根据《编制规范》，矿山地质环境影响评估级别依据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定。

（1）评估区重要程度

根据现场调查及资料收集，评估区有少量牧民居住，但人口在 200 人以下；矿区及周边无重要交通干线及建筑设施；矿区远离各级自然保护区及旅游景点；矿区范围内及周边无重要水源地分布；采矿活动破坏土地类型主要为旱地、天然牧草地和采矿用地。根据评估区重要程度分级表（表 3-2），确定合作市岗岔金矿区重要程度为**重要区**。

表 3-2　评估区重要程度分级表

| 重 要 区 | 较 重 要 区 | 一 般 区 |
|---|---|---|
| 分布有 500 人以上的居民集中居住区 | 分布有 200～500 人的居民集中居住区 | **居民居住分散，居民集中居住区人口在 200 人以下** |
| 分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利电力工程或其他重要建筑设施 | 分布有二级公路，小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施 | **无重要交通要道或建筑设施** |
| 矿区紧邻国家级自然保护区（含地质公园、风景名胜区等）或重要旅游景区（点） | 紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区（点） | **远离各级自然保护区及旅游景区（点）** |
| 有重要水源地 | 有较重要水源地 | **无较重要水源地** |
| **破坏耕地、园地** | 破坏林地、草地 | 破坏其他类型土地 |
| 注：评估区重要程度分级确定采取上一级别优先的原则，只要有一条符合者即为该级别。 | | |

（2）矿山地质环境条件复杂程度

1）水文地质条件

岗岔金矿矿区无地表径流，主要矿体位于当地侵蚀基准面以上，地形有利于自然排水，矿床主要充水含水层和构造破碎带富水性弱，预测矿坑最大涌水量为130m$^3$/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。矿区水文地质条件属**简单**。

2）地层岩性

矿体顶底板围岩为层状钙质板岩、粉砂质板岩，原生层面局部保持完整，属较坚硬岩组。矿体底板稳定性属一般，矿体顶板围岩因构造应力作用，碎裂结构较发育，局部夹砂岩，岩层稳定性降低，易沿临空面向下垮塌。矿山工程场地地基稳定性**中等**。

3）地质构造

矿区岩层总体为一倾向北西西的单斜构造，局部地层由于褶皱构造倾向北东，断裂构造发育，并且与成矿关系密切。并切割矿层（体）围岩，对井下采矿安全影响**较大**。

4）地质环境问题

现状条件下矿山地质环境问题主要为道路边存在的一处不稳定斜坡，其他地质环境稳定已经得到治理，矿山环境问题少，矿山地质环境复杂程度为“简单”。现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小，地质环境复杂程度为**简单**。

5）采空区

合作市岗岔金矿为生产矿山，依据现场调查及结合矿山生产资料，现形成的采空区面积较小，前期开采的露天采坑已进行回填处理，采矿活动影响较轻。地质环境复杂程度为**简单**。

6）地形地貌

矿区属高山草原，海拔高程 3012～3495m，整体地势东北高，西南低，山脊和坡谷较陡，地形总体起伏大，地形坡度一般大于 35°，相对高差大，地质环境复杂程度为**复杂**。

根据《编制规范》附录 C（见表 3-3），综合确定矿区矿山地质环境复杂程度为**复杂**。

表 3-3　井工开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

| 类别 | 复　杂 | 中　等 | 简　单 |
|---|---|---|---|
| 水文地质 | 1.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、地下水集中径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 10000m3/d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。 | 1.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、地下水集中径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 3000-10000m³/d，地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。 | **1.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、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于3000m³/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。** |
| 地层岩性 | 2.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。 | **2.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。** | 2.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 | 3.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。 | **3.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。** | **3.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。** |
| 地质环境问题 | 4.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。 | 4.现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。 | **4.现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。** |
| 采空区 | 5.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。 | **5.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。** | 5.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。 |
| 地形地貌 | **6.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。** | 6.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。 | 6.、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。 |
| 注：采取就上原则。前 6 条中只要有一条满足某一级别，应定为该级别。 | | | |

（3）矿山生产建设规模

根据《合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿产资源开发利用方案》，合作市岗岔金矿主要开采金矿石，年开采规模为5×10⁴t。根据《编制规范》附录D（表3-4），合作市岗岔金矿矿山生产建设规模为**小型**。

**表3-4　矿山生产建设规模分类一览表**

| 矿种类别 | 计量单位 | 年生产量 | | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | 大型 | 中型 | 小型 | |
| 金（岩金） | ×10⁴t | ≥15 | 15～6 | **＜6** | 矿石 |

（4）评估级别

根据《编制规范》，矿山地质环境影响评估级别应根据评估区重要程度、矿山地质环境条件复杂程度、矿山生产建设规模等进行综合确定(表3-5)。

**表3-5　矿山地质环境影响评估精度分级表**

| 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 |

综上所述，合作市岗岔金矿评估区重要程度为重要区，地质环境条件复杂程度为复杂，矿山生产重设规模为小型。依据矿山地质环境影响评估精度分级表（表3-4），确定该矿山地质环境影响评估分级为一级。

## （二）矿山地质环境影响程度分级标准

根据《编制规范》，矿山地质环境现状评估的主要内容是针对矿山现状地质灾害对矿山地质环境的影响或破坏、采矿活动对地下水含水层的影响或破坏、采矿活动对地形地貌景观的影响或破坏以及对土地资源破坏等方面进行评估，并根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》附录E《矿山地质环境影响程度分级表》（表3-6）进行分级。

表 3-6　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；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 10000m³/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。 | 破坏基本农田；破坏耕地大于 2hm²；破坏林地或草地大于 4hm²；<br>破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm²。 |
| 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 3000～10000m³/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。 | 破坏耕地小于等于 2hm²；破坏林地或草地 2～4hm²；<br>破坏荒山或未开发利用土地 10～20hm²。 |
| 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 3000m³/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。 | 破坏林地或草地小于等于 2hm²；<br>破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10hm²。 |

## （三）矿山地质灾害现状分析与预测

### 1、矿山地质灾害现状评估

通过调查，矿山大多地质灾害已经得到有效的治理和恢复，现状评估区发育的地质灾害主要为一处道路开挖形成的不稳定斜坡（X1），其他地质灾害不发育。

（1）不稳定斜坡特征

X1 斜坡为运输道路修建过程中开挖山体形成，整体呈南北向展布，平面与剖面形态均呈“折线形”。属岩质斜坡，其坡体由灰岩组成。坡体整体高陡临空，坡度一般 40～60°，坡高 8-12m，剖宽 120m 左右，坡向约 325°、局部坡段坡

体存在危岩体。坡面裸露，坡脚有少量的堆积采矿渣堆。该斜坡局部坡段存在孤立的危岩体，其危岩体高陡临空随时有崩塌的可能。该斜坡破坏方式以潜崩为主，潜崩厚度一般 1～3m，平均厚度约 2m，体积 $0.5\times10^4m^3$。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。

照片 3-1　X1 不稳定斜坡照片

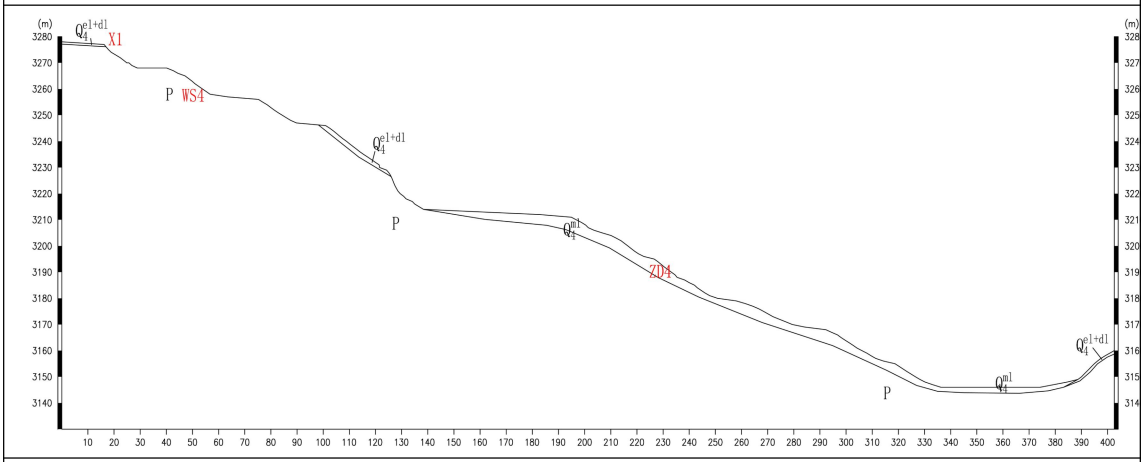



图 3-1　X1 剖面简图

（2）不稳定斜坡稳定性评价

根据 X1 不稳定斜坡现状所处的地质环境条件、临空特征及变形迹象，并与以往同类灾害发生条件进行类比，经综合分析后，参照斜坡稳定性野外判别表（3-7）判定其稳定性。

评估区发育的 X1 临空条件良好，有少量的堆积采矿渣堆，不稳定斜坡坡度均在 40°-60°之间，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，局部地段已发生小规模垮塌，边坡坡体周边植被覆盖好，坡脚处目前基本无工程防护措施，存在易滑软弱结构面，极易发生潜崩。

结合表 3-7 的条件综合分析认为，评估区现状发育的一处不稳定斜坡边坡稳定性差（表 3-8）。

**表 3-7 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径流的冲刷之下，有发展趋势，并有季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水 | 临空，有间断季节性地表径流流经，岩土体较湿，斜坡坡度在 30～45°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°，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 30～40°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°，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 3-8 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 |
|---|---|---|---|---|
| X1 | 临空性良好，无地表径流流经，坡度约 40°-60°° | 平均坡度 50°-60°间，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 | 较破碎，发育有裂缝等 | 差 |

（3）不稳定斜坡影响程度分级别

不稳定边坡影响程度主要依据是不稳定边坡已造成灾害的损失大小和可能危害的人口和财产的多少。采用以调查资料定性为主，定量为辅原则根据矿山环境影响程度分级表（矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范附录 E）进行分级。

X1 斜坡整体稳定性较差，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，斜坡失稳发生崩塌灾害的可能性较大，威胁坡脚一带临时过往行人以及后期运输车辆、设备等和人员的安全，威胁人数 3～8 人，威胁财产约 100 万元，险情等级为小型，对矿山地质环境的影响严重。

## 2、矿山地质灾害预测评估

预测评估是在现状评估的基础上，根据矿产资源开发利用方案和采矿地质环境条件特征，分析预测采矿活动可能引发或加剧的地质环境问题及其危害，评估

矿山建设和生产可能对矿山地质环境造成的影响。

（1）矿山开采可能引发地质灾害危险性预测评估

根据开发利用方案，矿山采用地下开采的方式，矿山后期开采可能引发地质灾害的主要表现为采空区引起的地面塌陷及其伴生的地裂缝，等可能引发的地质灾害。

1）地面塌陷预测

①开采深度

根据合作市岗岔金矿开发利用方案，现状条件下，评估区没有出现地面塌陷地质灾害。主要开采对象为 Au3 矿体。Au3 矿体平均厚度 1.31m，开采标高由 3400m~3100m 的 2 条矿体，开采深度 H 达到=300m。

②地面塌陷预测

按照《建筑物、水体、铁路及主要井巷煤柱留设与压煤开采规程》（以下简称“三下”规程），采用概率积分法进行预测。

a.计算公式

最大下沉值：$W_0=qM\cos\alpha$

$W_0$—最大下沉值，m；

q—下沉系数；

M—矿体开采厚度，m；

α—矿体倾角，度。

最大倾斜值：$I_0= W_0/r$

$r=H/tg\beta$

$I_0$—最大倾斜值，mm/m；

r—开采影响半径，m；

$W_0$—最大下沉值，mm；

H—矿体开采深度，m；

tgβ—主要影响角正切。

b.计算参数的选取

（①）下沉系数 q

按照“三下”规程中覆岩综合评价系数 P 及地质开采条件来求取，其计算公式为：

q=0.5（0.9+P）

P 为覆岩综合评价系数，取决于覆岩岩性及厚度，计算公式为：

$$P=\frac{\sum_{i=1}^{n}M_iQ_i}{\sum_{i=1}^{n}M_i}$$

式中：Mi—覆岩 i 分层的法线厚度，m；

Qi—覆岩 i 分层的岩性评价系数，由“三下”规程中表 4.2 查得。

经查表，岩性评价系数 Qi 按区内地层取值，则由下至上蚀变安山岩、蚀变凝灰岩可取 0.5—0.7，取平均值 0.6；第四系残冲、洪积等现代松散沉积物可取 1.0—1.1，取值 1.05。覆岩厚度按平均值取值，第四系 1m、蚀变安山岩、蚀变凝灰岩取 300m。最终得出 q=0.50。

（②）主要影响角正切 tgβ

本矿区地下开采段矿体倾角 62—72°之间，取平均值 67°，tgβ取值 2.14。

（③）开采影响半径

开采影响半径计算公式为：r=H/tgβ

计算得出 r=300/2.14=140.18m。

c.地表移动与变形预测

依据上述参数及计算公式，矿山地面塌陷预测结果为：

最大下沉值：Wmax=1.31×0.50×cos67°=0.25m，

最大倾斜值：Imax=0.25/140.18=0.0018m。

③地面塌陷面积

根据开发利用方案，本矿山开采方式为地下开采。选定矿体上下盘及侧翼岩石参数如下： 上盘陷落角 65°，移动角 60°；下盘陷落角 70°，移动角 65°；两翼陷落角 70°，移动角 65°。

依据上述计算结果，岗岔金矿整个服务年限地面沉陷面积形成长 1000m、宽约 280m 的地面塌陷区（T），面积约为 0.258km$^2$。

根据《甘肃省地质灾害危险性评估规程》地面塌陷分级标准（表 3-9），岗岔金矿在生产期形成的地面塌陷地质灾害规模为中型。

**表 3-9　地面塌陷分级标准**

| 级别 | 塌陷或变形面积（$km^2$） |
|---|---|
| 巨型 | ≥10 |
| 大型 | 1~10 |
| 中型 | 0.1~1 |
| 小型 | ＜0.1 |

④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 3-10），判定矿区地面塌陷地质灾害发生的可能性。

**表 3-10　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 |
| 地表移动已结束或深厚比小于 200 | 可能性小 |

方案服务期内矿山企业将对矿山根据开发利用方案有序开采，因此，地表移动会在开采过程中逐渐加剧。岗岔金矿最大采深 300m，矿体平均厚度 1.31m，深厚比为 229.01。根据表 3-10，岗岔金矿发生地面塌陷地质灾害的可能性小。根据上述结果及工程地质类比分析，预测地表移动变形呈连续而缓慢的特点，可能出现轻微的地面塌陷，地面塌陷的主要表现形式为塌陷裂缝。

⑤塌陷稳定时间

采矿地面塌陷区以水平位移和倾斜位移为主。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：

$T=2.5H_0$

式中：$H_0$—采空区平均采深，取 300m；

T—地表沉降总延续时间，d。

经计算，矿山闭坑后塌陷总移动时间时间为 700 天。

⑥地面塌陷影响程度

矿山最大下沉值为 0.25m，大倾斜值为 0.0018m，深厚比 229.01，发生的可能性小，塌陷的主要表现形式为地裂缝。塌陷区周边无居区，也无重要矿山基础设施，仅会威胁到矿山工作人员人身安全，预测威胁人数 1-5 人，造成经济损之小于 5 万元，危险性小。

综上所述，预测岗岔金矿在开采期内形成的地面塌陷地质灾害规模中型、形成的地面塌陷地质发生地质灾害的可能性小，预测威胁人数 1-5 人，造成经济损之小于 5 万元，对矿山地质环境影响程度较严重。

⑦五年服务期内变形预测分析

根据开发利用方案，本矿山建设期为 1a，则本方案适用期 5a 内达产采矿期为 4a，方案适用期内开采范围小，不会有地表裂隙等出现。

## （四）矿区含水层破坏现状分析与预测

1、矿区含水层破坏现状分析

（1）含水层结构的破坏

根据调查和已有资料的分析，现状条件下，地下开采平硐穿越二叠系板岩夹砂岩裂隙含水层，属弱含水层，据调查，历史地下开采期间生产规模小，开采形成的采空区规模小，地下开采期间开挖矿体及围岩对含水层结构造成破坏规模小。

（2）矿井涌水疏干对含水层影响

根据平硐开拓及采矿期间矿井涌水观测记录，矿山生产期间每小时出水量很小，只有滴水现象，如 PD-3 平硐在 156m～158m、230.5m～234m、320～350m 处掌子面湿润，硐壁有滴水现象，流量为 4～8 滴/分，2～5 天后基本干涸，地下开采规模较小，矿井涌水量小，矿井涌水疏干未造成区域地下水位下降，未形成降落漏斗。综上所述，现状条件下，矿井涌水疏干对含水层的影响较轻。

（3）对矿区及附近水源的影响

矿山现状处于停产，已有的开采区开采规模小，对含水层的影响较轻，现状用水为两名工作人员的生活用水，从外拉运，矿山现状未对矿区生活用水造成影响，已有采矿活动对矿区及附近水源的影响程度较轻。

（4）对地下水水质影响

根据现场调查及已有资料分析，可能造成地下水水质污染的途径主要为地下

开采期间生产生活废水及降水淋滤渣堆等对地下水水质的影响。矿山开采期间生产废水不含有害物质，生产废水循环利用对地下水水质造成污染的可能性小，对含水层水质影响较轻。矿山生活废水进行集中处理排放，入渗含水层对地下水水质造成污染的可能性小。降水淋滤水对含水层水质有一定影响，根据现场调查，前期的渣堆等已经进行治理，降水淋滤水造成含水层水质污染的可能性小。

需要说明的是由于岗岔金矿矿区内早期行私人地表采矿，原合力公司设立探矿权后进行了以采代探活动，采取堆浸工艺进行提金，新合力公司进行了探矿活动，2020 年 3 月合作市合力矿业有限责任公司委托长春黄金研究院有限公司编制了《合作市合力矿业有限责任公司堆浸氰化尾渣现状调查报告》，结果表明：合力矿业堆浸渣为 2004 年至 2007 年期间民采遗留下来的氰化尾渣，2008 年至今未开展选矿业务。经调查矿区现有一号沟、二号沟、三号沟、发阳沟、大库西子沟 5 个沟谷 8 个堆浸渣场。根据对 5 个沟谷中堆浸渣的调查与检测分析结果可知：堆浸渣毒性浸出液中总铜、总铅、总锌、总砷、总汞、总镉、总铬、铬（六价）、氰化物等污染物指标均低于《氰渣规范》中相关污染控制要求，为一般固废。目前这些渣堆已经完全平整、覆土、绿化治理后通过验收。

**表 3-11　土壤检测结果　　单位：mg/kg**

| 检测项目 | 检测结果 | | | | | 建设用地筛选值（第二类用地） | 建设用地管制值（第二类用地） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 取样位置 | 一号沟 | 二号沟 | 三号沟 | 发阳沟 | 大库西子沟 | | |
| 样品编号 | HLT1204106 | HLT1207206 | HLT1208306 | HLT1208406 | HLT1211506 | | |
| As | 33.6 | 36.0 | 22.8 | 30.5 | 134 | 60 | 140 |
| Cd | 0.32 | 0.16 | 0.16 | 0.14 | 0.46 | 65 | 172 |
| Cr6+ | <2 | <2 | <2 | <2 | 2 | 5.7 | 78 |
| Cu | 30.1 | 24.7 | 26.5 | 25.8 | 83.6 | 18000 | 36000 |
| Pb | 67.0 | 46.4 | 31.3 | 32.2 | 108 | 800 | 2500 |
| Hg | 0.042 | 0.060 | 0.036 | 0.034 | 0.744 | 38 | 82 |
| Ni | 29.0 | 30.0 | 32.4 | 29.8 | 26.8 | 900 | 2000 |
| Zn | 122 | 82.4 | 79.8 | 80.0 | 96.8 | -- | -- |

综上所述，现状的采矿活动对矿区主要含水层结构造成局部小规模破坏，未造成矿区及周围地表水体漏失，未影响到矿区及周围部分生产生活供水。根据表 3-6，综合分析认为现状条件下对含水层破坏对矿山地质环境影响程度较轻。

2、矿区含水层破坏预测评估

矿山开采对含水层的影响主要表现在对含水层结构的破坏和生产、生活污水对地表水和地下水的影响。

（1）含水层结构的破坏

矿山开采方式为地下开采，矿山含水岩组为河沟谷冲洪积含水层和二叠系板岩夹砂岩裂隙含水层，含水层富水性为弱。形成的采空区及矿井开拓形成的平硐对含水层结构造成一定程度的破坏，从根本上改变了矿区地下水的赋存条件。故预测矿山开采对含水层结构的破坏较严重，对矿山地质环境影响程度为较严重。

（2）矿井涌水量

矿区无地表径流，开采深度范围内亦无地下水赋存。由于矿坑涌水来自于上覆的板岩所夹砂岩裂隙含水岩组。因此，根据 1：50 万甘南区域水文地质普查报告，该区基岩山地的地下水径流模数 1.43-2.35L/s.km$^2$，按照矿坑涌水量预测的目的采用高值，即 235/s.km$^2$。矿区入渗区面积 0.62km$^2$。计算结果为 1.4571L/s（125.90m$^3$/d）。

按照矿坑涌水量评价的目的，采取取大原则，预测矿坑涌水量为：130m$^3$/d。

矿坑涌水量小，可能存在的矿井充水隐患就是大气降雨倒灌。降雨倒灌一般有两条途径，一是通过巷道涌入地下，二是沿裂隙入渗地下。但因矿区降水量很小，加之地形条件十分有利于自然排水，故降雨倒灌的可能性很小。在今后的开采运营中，建议做好坑口及地表采坑的排水工作，以防雨水倒灌。

（3）根据塌陷区范围预测采空区形成的冒裂带范围影响不到地表水体和河谷潜水含水层的边界，通过长距离构造裂隙补给的水量小可忽略不计，预测矿山开采造成矿区及周围地表水体漏失的可能性较小。

（4）矿区及周边生产生活用水

矿山生产生活用水约为 640m$^3$/d，其中新水用量约 140m$^3$/d。拟在选矿厂上游的岗岔河河岸边新建一座Φ4m，深 6m 的大口井，在大口井顶部新建一座取水泵房。自水源地取水泵房向选厂 100m$^3$ 新水高位水池及生活区 50m$^3$ 生活水池分别直埋敷设一条 D108×4 无缝钢管，管路覆土深度 1.5m，管道长度约 3km。

预测采矿活动不会影响到矿区及周围部分生产生活供水。生活中产生的废水、污水量较少，经消毒处理后进行循环使用，不会导致地下水水质恶化。可见生活污水对矿山地质环境影响程度较轻。

（5）对地下水水质影响

根据现场调查及已有开发利用方案资料分析，设计开采年限内矿山开采方式与现状采矿流程和生产方式基本相一致，拟新建尾矿库场地设计进行防渗处理，

且矿山生产产生的废石在井下回填不外排，拟建尾矿库淋滤水对地下水质的影响程度较轻。故预测矿山开采对地下水质的影响程度较轻。

综上所述，预测采矿必然会形成一定规模的采空区，进而可能形成地面塌陷，从根本上改变了矿区地下水的赋存条件，开采对含水层结构的破坏较严重，矿坑最大涌水量 130$m^3$/d，不会造成矿区及周围地表水体漏失，不会影响到矿区及周围部分生产生活供水，故预测矿山开采导致的含水层影响和破坏对矿山地质环境影响程度为较严重。

## （五）矿区地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）破坏现状分析与预测

1、矿山开采对地形地貌景观破坏现状分析

评估区及周边无自然保护区、人文景观、风景旅游区等，可视范围内无重要交通干线，不在城市周围，对地形地貌景观的影响主要体现在对原生地形地貌景观影响和破坏，矿山活动改变了原有地形地貌景观的原始性、连续性、完整性、观赏性。矿区远离重要交通干线，可视范围影响程度较轻。现分矿段对矿区地形地貌景观破坏进行分析：

需要说明的是矿山已经对历史开采形成了挖损区和渣堆，进行平整、回填，覆土绿化，恢复后与现有自然景观和谐，本次不再写入对地形地貌景观的破坏。现状矿山对地形地貌景观的影响和破坏主要为办公生活区和矿区道路等。

（1）办公生活区

矿山办公生活区靠近选矿工业场地，靠近地表运输公路，南北向长约 60m，东西向宽约 50m，建筑物为彩钢结构，单层-双层建筑，建筑高度 3-6m，建筑面积约 900$m^2$，办公生活区占地总面积 0.30$hm^2$。办公生活区占地面积较小，对原生地形地貌影响和破坏程度较轻；均位于三线两区可视范围之外，可视范围影响程度较轻。综合评估认为办公生活区破坏地形地貌景观对矿山地质环境影响程度较轻。

（2）矿区道路

矿山道路为连接各个场地的道路，现有矿区道路 3.04km，平均宽度约 5m，占地面积 1.77$hm^2$。矿区道路破坏了原始地貌景观的连续性、完整性、原始性和观赏性，对原生地形地貌影响和破坏程度严重；矿区道路位于三线两区可视范围

之外，可视范围影响程度较轻。综合评估矿区道路破坏地形地貌景观对矿山地质环境影响程度严重。

**表 3-12 岗岔金矿地形地貌影响和破坏程度现状评估表**

| 分区 | 面积（$hm^2$） | 分项评估 | | 对地质环境影响程度 |
|---|---|---|---|---|
| | | 原生地形地貌破坏程度 | 可视范围影响程度 | |
| 办公生活区 | 0.30 | 较轻 | 较轻 | 较轻 |
| 矿区道路 | 1.77 | 严重 | 较轻 | 严重 |

2、地形地貌景观破坏预测评估

本次拟新建采矿工业场地、选矿场、尾矿库、选矿厂、平硐和回风井口（3150平硐、3200平硐、3250平硐洞口、3100主平硐和回风井）和爆破材料库。预测评估仅对采矿产生的地面塌陷及新建工程对地形地貌景观的影响和破坏进行评估，已建工程对矿区地形地貌景观影响于现状评估相同，本节不再赘述。

（1）采矿工业场地

采矿工业场地位于3100m主平硐口的位置，包括采矿办公室(排班室)、发电机房、机修车间、车库、仓库等，建筑高度3-6m，彩钢结构，采矿工业场地占地面积约0.10$hm^2$，占用土地类型全部为天然牧草地0.01$hm^2$。采矿工业场地占地面积小，对原生地形地貌影响和破坏程度较轻；采矿工业场地位于三线两区可视范围之外，可视范围影响程度较轻。综合评估认为采矿工业场地破坏地形地貌景观对矿山地质环境影响程度较轻。

（2）选矿工业场地

选矿工业场地位于3150m主平硐口南侧约260m的地势开阔位置。选矿厂由破碎筛分车间、磨矿车间、浮选车间、压滤车间、精矿仓及化验室等组成。建筑高度5m，建筑采用彩钢结构，单层建筑，建筑面积约5000$m^2$，选矿工业场地总占地面积0.75$hm^2$，其中占用旱地0.27$hm^2$，占用天然牧草地0.48$hm^2$。选矿工业场地占地面积大，破坏了原始地貌景观的连续性、完整性、原始性和观赏性，对原生地形地貌影响和破坏程度较严重；选矿工业场地位于三线两区可视范围之外，可视范围影响程度较轻。综合评估认为采矿工业场地破坏地形地貌景观对矿山地质环境影响程度较严重。

（3）尾矿库

尾矿库位于选矿工业场地西南侧约142m处的沟谷内，坝轴线最低标高

3080m，坝顶标高 3130m，坝高 50m，外坡比 1：1.6，内坡比 1：1.8，有效库容 $43.7\times10^4m^3$，为四等库。项目服务期内总尾矿量为 $57.41\times10^4t$，$40.43\times10^4m^3$，库容满足堆放尾矿的要求。库区附近人烟稀少，尾矿库库底及尾矿坝内坡在堆存尾矿前设防渗膜，可防止尾矿堆存的废水渗漏对地下水造成污染。尾矿水经澄清后返回选厂使用，回水率为 85%。尾矿库总占地面积 $1.87hm^2$，其中占用旱地 $0.18hm^2$，占用天然牧草地 $0.99hm^2$，占用采矿用地 $0.70hm^2$。尾矿库占地面积较大，对矿区原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重；尾矿库均位于三线两区可视范围之外，可视范围影响程度较轻，综合评估认为尾矿库破坏地形地貌景观对矿山地质环境影响程度严重。

（4）平硐和回风井口

各中段平硐位于矿体下盘，南北向，3250m 平硐南北贯穿山体，3200m、3150m 平硐均在矿体南端侧开口，南北方向，3150m 为主平硐，洞口直径约 3.0m，各个中断在下部贯通，井在矿体北翼下盘设回风井，直径 3.0m。每个平硐及通风井口占地面积 $0.01hm^2$，平硐及通风井口总占地面积约 $0.05hm^2$，其中占用天然牧草地 $0.01hm^2$，占用采矿用地 $0.04hm^2$。平硐和回风井口对土地造成垂向的挖损损坏，损毁占地面积较小，对原生地形地貌影响和破坏程度较轻；平硐和回风井口位于三线两区可视范围之外，可视范围影响程度较轻。综合评估认为平硐和回风井口破坏地形地貌景观对矿山地质环境影响程度较轻。

（5）爆破材料库

爆破器材库位于采矿工业场地东北侧约 800m 处的山沟里，库容为 3t。建筑物采用砖混结构，单层建筑，建筑高度 3m，建筑面积 $300m^2$，爆破材料库占地面积 $0.05hm^2$ 占用土地类型全部为采矿用地。爆破材料库占地面积小，建筑高度低，对原生的地形地貌景观影响和破坏程较轻；爆破材料库位于三线两区可视范围之外，可视范围影响程度较轻。综合评估认为矿石堆场破坏地形地貌景观对矿山地质环境影响程度较轻。

（6）地面塌陷

预测岗岔金矿采矿活动在地表形成岩石移动变形带，形成塌陷区。矿山开采期内形成的地面塌陷区面积约为 $25.80.hm^2$，最大下沉值为 0.25m，大倾斜值为 0.0015m，据计算结果及工程地质类比分析，预测可能出现轻微的地面塌陷，塌

陷盆地边缘可能出现轻微永久裂缝，但塌陷区域面积较大，破坏了原始地貌景观的连续性、完整性、原始性和观赏性，对原生地形地貌影响和破坏程度较严重；预测塌陷区位于三区两线可视范围之外，可视范围影响程度较轻。综合预测评估塌陷区破坏地形地貌景观对矿山地质环境影响程度较严重。

**表 3-13 合作市岗岔金矿地形地貌景影响和破坏程度预测评估表**

| 分区 | | 面积（$hm^2$） | 分项评估 | | 对地质环境影响程度 |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 原生地形地貌破坏程度 | 可视范围影响程度 | |
| 已建工程 | 办公生活区 | 0.30 | 较轻 | 较轻 | 较轻 |
| | 矿区道路 | 1.77 | 严重 | 较轻 | 严重 |
| 拟建工程 | 采矿工业场地 | 0.10 | 较轻 | 较轻 | 较轻 |
| | 选矿工业场地 | 0.75 | 较严重 | 较轻 | 较严重 |
| | 尾矿库 | 1.87 | 严重 | 较轻 | 严重 |
| | 平硐和回风井口 | 0.05 | 较轻 | 较轻 | 较轻 |
| | 爆破材料库 | 0.05 | 较轻 | 较轻 | 较轻 |
| 地面塌陷 | | 25.80 | 较严重 | 较轻 | 较严重 |

## （六）矿区水土环境污染现状与预测

1、矿区水土环境污染现状分析

（1）水污染

生产废水主要是凿岩、喷雾降尘废水及井巷涌水。由于坑内涌水不大，井下生产排放废水量小，井下涌水沿平硐流至地表沉淀池处理后，供井下采矿及选矿使用，对地表水水质基本无影响。

矿山开采期间生产废水不含有害物质，生产废水循环利用对地下水水质造成污染的可能性小，对含水层水质影响较轻。矿山生活废水进行集中处理排放，入渗含水层对地下水水质造成污染的可能性小。降水淋滤水对含水层水质有一定影响，根据现场调查，前期的渣堆等已经进行治理，降水淋滤水造成含水层水质污染的可能性小。

（2）土壤污染

采石场淋滤水及矿区大量粉尘、废气的沉降、生活垃圾等可能会对周围土壤造成污染。土壤污染主要为采石场的弃土和掘进废石，弃土、掘进废石淋滤水沉淀或侵入土壤， 会使土壤板结、硬化，破坏土壤结构，影响植物生长。矿区粉尘、废气的沉降主要为矿物质粉粒，会对表层土壤造成污染，遇降水会致使土壤表层板结、硬化；生活垃圾集中处理，属一般污染物，对土壤的污染程度较小。

矿山前期采取堆浸工艺进行提金， 2020 年 3 月合作市合力矿业有限责任公司委托长春黄金研究院有限公司编制了《合作市合力矿业有限责任公司堆浸氰化尾渣现状调查报告》，结果表明：合力矿业堆浸渣为 2004 年至 2007 年期间民采遗留下来的氰化尾渣，2008 年至今未开展选矿业务。经调查矿区现有一号沟、二号沟、三号沟、发阳沟、大库西子沟 5 个沟谷 8 个堆浸渣场。根据对 5 个沟谷中堆浸渣的调查与检测分析结果可知：堆浸渣毒性浸出液中总铜、总铅、总锌、总砷、总汞、总镉、总铬、铬（六价）、氰化物等污染物指标均低于《氰渣规范》中相关污染控制要求，为一般固废。目前这些渣堆已经完全平整、覆土、绿化治理后通过验收。

综合分析认为，矿山开采对地表水造成污染的可能性小、对基岩裂隙水造成污染的可能性小、对松散岩类孔隙水造成污染的可能性较大、造成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。

2、矿区水土环境污染预测评估

（1）生产废水

生产废水主要是凿岩、喷雾降尘废水及井巷涌水。由于坑内涌水不大，井下生产排放废水量小，井下涌水沿平硐流至地表沉淀池处理后，供井下采矿及选矿使用，对地表水水质基本无影响。

矿山开采期间生产废水不含有害物质，生产废水循环利用对地下水水质造成污染的可能性小，对含水层水质影响较轻。矿山生活废水进行集中处理排放，入渗含水层对地下水水质造成污染的可能性小。降水淋滤水对含水层水质有一定影响，根据现场调查，前期的渣堆等已经进行治理，降水淋滤水造成含水层水质污染的可能性小。

（2）生活污水

生活中产生的废水及生活办公区产生的污水量较少，集中收集后经化粪池并消毒处理后进行排放，对地下水产生污染的可能性较小。

（3）尾矿库淋滤水

尾矿库底部均设有防渗措施，尾矿库周边设有截水渠，防止淋滤水外流，淋滤水自然蒸发，不外排，对地下水污染的可能性较小。

综上所述，预测矿山生产对矿山地质环境影响程度较轻。

## （七）矿山地质环境影响现状评估分级与分区

1、现状评估分级

评估区现状条件下，现有道路边 1 处不稳定斜坡隐患，对矿山地质环境影响程度严重；前期小规模开采对含水层结构造成破坏规模小，矿区及周围地表水体未漏失，未影响矿区及周围生产生活供水，对含水层的影响较轻；现状办公生活区对地形地貌景观影响对地形地貌景观破坏影响程度较轻；现状矿山道路对地形地貌景观影响对地形地貌景观破坏影响程度严重；矿区潜在的污染源为浸渣，为一般固废。目前这些渣堆已经完全平整、覆土、绿化，造成水土污染的可能性较小，现状矿山生产对矿区水土环境污染影响程度较轻。

根据矿山地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境破坏对矿山地质环境影响程度现状分级，通过对以上矿山地质环境问题各因素现状评估结果综合叠加分析，编制了矿山地质环境现状评估图，进行了矿山地质环境现状评估分区，按《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 E，矿山地质环境影响现状评估具体见表 3-14。

**表 3-14　评估区矿山地质环境影响程度现状分级表**

| 项目名称 | 分项评估 | | | | 矿山地质环境影响程度分级 | 面积 $hm^2$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 地质灾害 | 含水层 | 地形地貌景观 | 水土环境污染 | | |
| 办公生活区 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 0.30 |
| 矿区道路 | 严重 | 较轻 | 严重 | 较轻 | 严重 | 1.77 |

2、现状评估分区

根据矿山地质环境评估分级结果将评估区划分为 1 级 1 个区块，其中矿山地质环境影响严重区为 1 块，主要现有矿山道路，总面积 1.77$hm^2$，占评估区总面的 0.78%；矿山地质环境影响较轻区主要为矿山道路以外的区域，面积 226.23$hm^2$，占评估区总面积的 99.22%。详见矿山地质环境影响程度现状分区见表 3-15。

**表 3-15 矿山地质环境影响程度现状分区表**

| 评估区域 | 项目名称 | 地质灾害 | 含水层 | 地形地貌景观 | 水土环境污染 | 矿山地质环境影响程度分级 | 面积（$hm^2$） | 占评估区面积% |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 严重区 | 矿区道路 | 严重 | 较轻 | 严重 | 较轻 | 严重 | 1.77 | 0.78 |
| 较轻区 | 其他区域 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 226.23 | 99.22 |
| 合计 | | | | | | | 228.00 | 100.00 |

## （八）矿山地质环境影响预测评估分级与分区

1、预测评估分级

预测岗岔金矿拟新建采矿工业场地对地形地貌影响和破坏程度较严重；预测尾矿库对矿山地质环境影响程度严重；预测岗岔金矿拟新建采矿工业场地、爆破材料库对矿山地质环境影响程度较轻；预测岗岔金矿在开采期内形成的地面塌陷地质灾害规模中型、形成的地面塌陷发生地质灾害的可能性小，对矿山地质环境影响程度较严重；预测平硐和回风井口对矿山地质环境影响程度较轻，但平硐和回风井口与地面塌陷区存在重复损毁，就高处理预测预测平硐和回风井口对矿山地质环境影响程度较严重。

预测岗岔金矿在开采期内形成的地面塌陷地质灾害规模中型、形成的地面塌陷发生地质灾害的可能性小，对矿山地质环境影响程度较严重，塌陷区面积较大，对地形地貌影响和破坏程度较严重，对矿山地质环境影响程度较严重。

根据矿山地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境破坏对矿山地质环境影响程度预测分级，通过对以上矿山地质环境问题各因素预测评估结果综合叠加分析，编制了矿山地质环境预测评估图，进行了矿山地质环境现预测估分区，按《矿山地质环境保护与治理恢复方案编制规范》（DZ/T 0223-2011）附录 E，矿山地质环境影响预测评估具体见表 3-16。

**表 3-16 评估区矿山地质环境影响程度预测分级表**

| 项目名称 | 分项评估 | | | | 矿山地质环境影响程度分级 | 面积 $hm^2$ | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 地质灾害 | 含水层 | 地形地貌景观 | 水土环境污染 | | | |
| 办公生活区 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 0.30 | |
| 矿区道路 | 严重 | 较轻 | 严重 | 较轻 | 严重 | 1.77 | |
| 采矿工业场地 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 0.10 | |
| 选矿工业场地 | 较轻 | 较轻 | 较严重 | 较轻 | 较严重 | 0.75 | |
| 尾矿库 | 较轻 | 较轻 | 严重 | 较轻 | 严重 | 1.87 | |
| 平硐和回风井口 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较严重 | 0.05 | 塌陷区重复损毁，就高为较严重 |
| 爆破材料库 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 0.05 | |
| 地面塌陷 | 较严重 | 较轻 | 较严重 | 较轻 | 较严重 | 25.76 | 扣除重复损毁 $0.36hm^2$ |

2、预测评估分区

根据矿山地质环境保护恢复治理分区原则及方法将矿区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。重点防治区包括现有的矿山道路和尾矿库，总面积 $3.64hm^2$，占评估区总面积的 1.60%；次重点防治区包括

选矿工业场地、地面塌陷区和平硐井口，总面积 26.24hm²（扣除矿区道路重复损毁面积），占评估区总面积的 11.51%；一般防治区包括办公生活区、采矿工业场地、前期爆破材料库和其他采矿未影响的区域，总面积 198.12hm²，占评估区总面积的 86.89%。详见矿山地质环境影响程度预测分区见表 3-17。

**表 3-17 矿山地质环境影响程度预测分区表**

| 评估区域 | 项目名称 | 地质灾害 | 含水层 | 地形地貌景观 | 水土环境污染 | 矿山地质环境影响程度分级 | 面积（hm²） | 合计（hm²） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 重点防治区 | 矿区道路 | 严重 | 较轻 | 严重 | 较轻 | 严重 | 1.77 | 3.64 |
| | 尾矿库 | 较轻 | 较轻 | 严重 | 较轻 | 严重 | 1.87 | |
| 次重点防治区 | 选矿工业场地 | 较轻 | 较轻 | 较严重 | 较轻 | 较严重 | 0.75 | 26.24 |
| | 地面塌陷 | 较严重 | 较轻 | 较严重 | 较轻 | 较严重 | 25.44 | |
| | 平硐和回风井口 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较严重 | 0.05 | |
| 一般防治区 | 办公生活区 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 0.30 | 198.12 |
| | 采矿工业场地 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 0.10 | |
| | 爆破材料库 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 0.05 | |
| | 其他区域 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 较轻 | 197.67 | |
| 合计 | | | | | | | 228.00 | 228.00 |

# 三、矿山土地损毁预测与评估

## （一）对土地造成破坏的环节、时序和方式

1、生产工艺

矿区开采方式为地下开采。本次设计产品方案为金精矿，金品位 12g/t。

项目生产路程：基建→开拓→采矿→装载→运输→选矿→销售→闭坑→复垦。

2、生产对土地造成的损毁环节、时序及损毁方式

（1）损毁环节

根据矿山基建内容及开采工艺特点，逐一分析各环节产生土地损毁的可能性、损毁方式。

现状损毁单元主要为办公生活区和矿区道路的压占损坏。

该矿山为开采矿山，预测基建期及后续采矿活动造成土地损毁环节为：

（1）新建平硐和回风井口对土地造成挖损损毁；

（2）采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库、选矿工业场地和爆破材料库对土地造成压占损毁；

（3）采矿活动造成地表移动变形、塌陷，造成表土层松动，损毁植物的生存环境，对土地造成塌陷损毁。

（2）损毁时序

根据工作面接续计划，按开采时间结合开采区域划分开采时段，合作市岗岔金矿土地损毁时序如下图（图 3-5）。

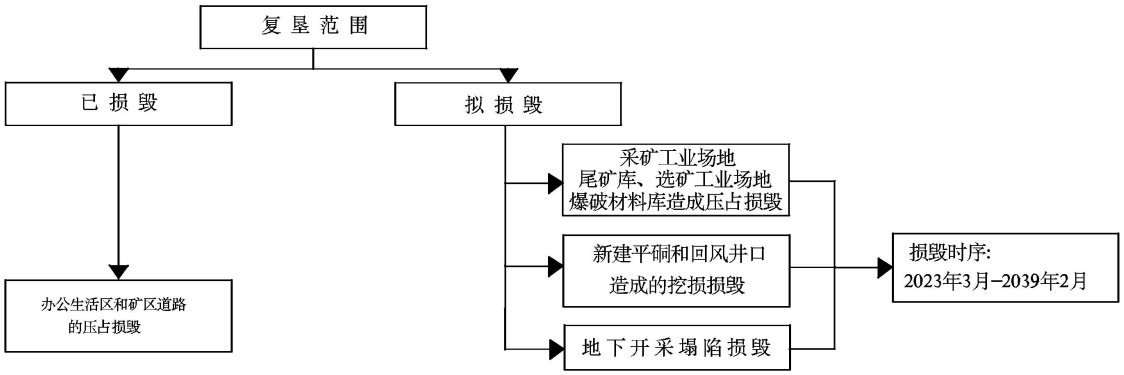



**图 3-5　合作市岗岔金矿土地损毁时序图**

（3）损毁方式

合作市岗岔金矿在生产过程中对土地的主要损毁方式为压占、挖损、塌陷（见表 3-18）。

**表 3—18 合作市岗岔金矿土地损毁方式一览表**

| 损毁方式 | 产生原因 | 损毁环节 | 范围 | 破坏方式 |
|---|---|---|---|---|
| 沉陷 | 地下采空，地表连续变形 | 地下开采 | 地表变形区 | 塌陷 |
| 压占 | 工程建设 | 基础建设 | 办公生活区、矿区道路、采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库和爆破材料库 | 压占 |
| 挖损 | 工程建设及开采 | 矿山开采及开拓 | 平硐和回风井口 | 挖损 |

## （二）已损毁各类土地现状

合作市岗岔金矿属于续建矿山。据现场调查，矿区工程活动造成的土地损毁类型主要为办公生活区和矿区道路造成的压占损毁。

1、土地压占

（1）土地压占面积

①办公生活区：办公生活区占地总面积 0.30hm$^2$，其中占用旱地 0.04hm$^2$，占用天然牧草地 0.06hm$^2$，占用采矿用地 0.20hm$^2$。

②矿区道路：矿区道路占地面积 1.77hm$^2$，其中占用旱地 0.01hm$^2$，占用天然牧草地 0.20hm$^2$，占用采矿用地 1.56hm$^2$。

合作市岗岔金矿现状压占损毁土地总计 2.07hm$^2$，其中损坏旱地 0.05hm$^2$，损毁天然牧草地 0.26 hm$^2$，损毁采矿用地 1.76 hm$^2$（表 3-19）。

**表 3-19 合作市岗岔金矿已压占损毁土地面积统计表**

| 序号 | 分区 | 压占面积（hm$^2$） | | 损毁土地类型 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 办公生活区 | 0.30 | 0.04 | 旱地 |
| | | | 0.06 | 天然牧草地 |
| | | | 0.20 | 采矿用地 |
| 2 | 矿区道路 | 1.77 | 0.01 | 旱地 |
| | | | 0.20 | 天然牧草地 |
| | | | 1.56 | 采矿用地 |
| 合计 | | 2.07 | | |

（2）土地损毁程度

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，目前较公认采用的标准如下：

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（表 3—20），两项因子中有一项满足即判定为该等级。

**表 3—20 合作市岗岔金矿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$^2$） | ＜1.0 | 1.0—10.0 | ＞10.0 |
| | 堆填高度 | ＜5.0 | 5.0—10.0 | ＞10.0 |

已压占土地损毁程度等级评价见表 3-21。

**表 3—21 合作市岗岔金矿已压占土地损毁程度评价表**

| 序号 | 分区 | 损毁方式 | 损毁面积（hm$^2$） | 堆填高度（m） | 损毁特征 | 损毁程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 办公生活区 | 压占 | 0.30 | 3-6 | 压占损毁 | 中度 |
| 2 | 矿区道路 | 压占 | 1.77 | - | 压占损毁 | 轻度 |
| 合计 | | | 2.07 | | | |

2、已损毁土地小结

综上所述，现合作市岗岔金矿已损毁土地共 2.07hm$^2$，其中损毁旱地 0.05hm$^2$，损毁天然牧草地 0.26hm$^2$，损毁采矿用地 1.76hm$^2$。已损毁土地中，轻度损毁面积总计 1.77m$^2$，占比为 85.51%，中度损毁面积总计 0.30hm$^2$，占比为 14.49%，无重度损毁（表 3—22）。

**表 3—22 合作市岗岔金矿已损毁土地统计表**

| 损毁土地分区 | | 损毁类型 | 损毁程度 | 占地一级地类 | | 占地二级地类 | | 面积 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 编码 | 名称 | 编码 | 名称 | （hm$^2$） |
| 压占损毁 | 办公生活区 | 压占 | 中度 | 01 | 耕地 | 0103 | 旱地 | 0.04 |
| | | | | 04 | 草地 | 0401 | 天然牧草地 | 0.06 |
| | | | | 06 | 工矿仓储用地 | 0607 | 采矿用地 | 0.01 |

| | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 矿区道路 | 压占 | 轻度 | 01 | 耕地 | 0103 | 旱地 | 0.01 |
| | | | | 04 | 草地 | 0401 | 天然牧草地 | 0.20 |
| | | | | 06 | 工矿仓储用地 | 0607 | 采矿用地 | 1.56 |
| 总计 | | | | | | | | 2.07 |

3、已损毁土地复垦情况

现办公生活区和矿区道路可在后期开采中继续利用，故未进行复垦。

## （三）拟损毁土地预测与评估

根据开发利用方案，岗岔金矿拟损毁土地方式主要为：采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库和爆破材料库对土地造成压占损毁；新建平硐和回风井口对土地造成挖损损毁；地下开采造成地表岩石移动变形，形成塌陷损毁。

1、土地压占

（1）土地压占面积

①采矿工业场地包括采矿办公室(排班室)、发电机房、机修车间、车库、仓库等，建筑高度 3-6m，彩钢结构，建筑面积约 1100m$^2$，采矿工业场地占地面积约 0.10hm$^2$，占用土地类型全部为天然牧草地。

②选矿工业场地由破碎筛分车间、磨矿车间、浮选车间、压滤车间、精矿仓及化验室等组成。建筑高度 5m，建筑采用彩钢结构，单层建筑，建筑面积约 5000m$^2$，选矿工业场地总占地面积 0.75hm$^2$，其中占用旱地 0.27hm$^2$，占用天然牧草地 0.48hm$^2$。

③尾矿库总坝高 50m，总占地面积 1.87hm$^2$，其中占用旱地 0.18hm$^2$，占用天然牧草地 0.99hm$^2$，占用采矿用地 0.70hm$^2$。

④爆破材料库建筑物采用砖混结构，单层建筑，建筑高度 3m，建筑面积 300m$^2$，爆破材料库占地面积 0.05hm$^2$，占用土地类型全部为采矿用地。

岗岔金矿拟压占损毁土地统计表见（表 3-23）。

**表 3—23 合作市岗岔金矿拟压占损毁土地面积统计表**

| 序号 | 分区 | 面积（hm$^2$） | | 建筑高度（m） | 堆积、挖损高度（m） | 占用土地类型 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 采矿工业场地 | 0.10 | 0.10 | 3-6 | — | 天然牧草地 |
| 2 | 选矿工业场地 | 0.75 | 0.27 | 5 | — | 旱地 |
| | | | 0.48 | | | 天然牧草地 |
| 3 | 尾矿库 | 1.87 | 0.18 | — | 35 | 旱地 |
| | | | 0.99 | | | 天然牧草地 |
| | | | 0.70 | | | 采矿用地 |
| 5 | 爆破材料库 | 0.05 | 0.05 | 3 | — | 采矿用地 |
| 合计 | | 3.17 | 3.17 | | | |

（2）土地损毁程度

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（表3—20），两项因子中有一项满足即判定为该等级。

合作市岗岔金矿拟压占土地损毁程度见（表3-24）。

**表3-24　合作市岗岔金矿拟压占土地损毁程度统计表**

| 序号 | 分区 | 损毁方式 | 损毁（hm2） | 堆填高（m） | 损毁特征 | 损毁程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 采矿工业场地 | 压占 | 0.10 | 3-6 | 压占损毁 | 中度 |
| 2 | 选矿工业场地 | 压占 | 0.75 | 5 | 压占损毁 | 中度 |
| 3 | 尾矿库 | 压占 | 1.87 | 35 | 压占损毁 | 重度 |
| 5 | 爆破材料库 | 压占 | 0.05 | 3 | 压占损毁 | 轻度 |
| 合计 | | | 2.77 | | | |

2、土地挖损

（1）土地挖损面积

3250m平硐南北贯穿山体，3200m、3150m平硐均在矿体南端侧开口，每个平硐及通风井口占地面积0.01hm$^2$，平硐及通风井口总占地面积约0.05hm$^2$，其中占用天然牧草地0.01hm$^2$，占用采矿用地0.04hm$^2$。

（2）土地挖损损毁程度

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，目前较公认采用的标准如下：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（表3—25）。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

**表3—25　合作市岗岔金矿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$^2$） | ＜1.0 | 1.0—10.0 | ＞10.0 |

合作市岗岔金矿拟挖损土地损毁程度见（表3-26）。

**表3-26 合作市岗岔金矿拟挖损土地损毁程度统计表**

| 分区 | 损毁方式 | 损毁面积 hm$^2$ | 挖损高度（m） | 占地二级地类 | 损毁特征 | 损毁程度 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 平硐和回风井口 | 挖损 | 0.01 | 3 | 天然牧草地 | 挖损损毁 | 中度 |
| | | 0.04 | | 采矿用地 | | |

3、塌陷损毁

（1）地面塌陷面积

预测合作市岗岔金矿采矿活动在地表形成岩石移动变形带，形成塌陷区。最大下沉值为0.25m，大倾斜值为0.0015m。预测塌陷面积25.80hm$^2$，其中拟损毁灌木林地4.35hm$^2$，拟损毁天然牧草地4.80hm$^2$，拟损毁采矿用地16.65hm$^2$。

（2）地面塌陷损毁程度

按照合作市岗岔金矿土地利用现状，结合《土地复垦方案编制规程》附录B中沉陷土地损毁程度分级参考标准(表3-27)。

**表3-27 合作市岗岔金矿沉陷土地损毁程度分级标准**

| 损毁等级 | 水平变形（mm/m） | 附加倾斜（mm/m） | 下沉（m） | 沉陷后潜水位埋深（m） | 生产力降低（%） |
|---|---|---|---|---|---|
| 轻度 | ≤10.0 | ≤20.0 | ≤2.0 | ≥1.0 | ≤20.0 |
| 中度 | 10.0-20.0 | 20.0-50.0 | 2.0-6.0 | 0.3-1.0 | 20.0-60.0 |
| 重度 | ＞20.0 | ＞50.0 | ＞6.0 | ＜0.3 | ＞60.0 |

依据表3-27，岗岔金矿采矿活动形成地面塌陷损毁土地程度均为轻度。

4、土地重复损毁

合作市岗岔金矿预测塌陷区与现有道路和平硐通风井口存在重复损毁，与道路重复损毁面积为0.32hm$^2$，重复损毁土地类型为采矿用地；与平硐通风井口重复损毁面积为0.04hm$^2$，重复损毁土地类型为采矿用地。合计重复损毁面积为0.36hm$^2$。扣除重复损毁后塌陷区面积为25.44hm$^2$。

5、拟损毁土地小结

综上所述，岗岔金矿拟损毁土地共28.26hm$^2$，损毁旱地0.45hm$^2$，损毁灌木林地3.99hm$^2$，损毁天然牧草地6.38hm$^2$，损毁采矿用地17.44hm$^2$。其中轻度损毁面积总计25.49hm$^2$，占比为90.20%，中度损毁面积总计0.90hm$^2$，占比为3.18%，重度损毁面积总计1.87hm$^2$，占比为6.62%（表3—28）。

**表3-28　合作市岗岔金矿拟损毁土地面积统计表**

| 分区 | 损毁类型 | 损毁程度 | 占地一级地类 | | 占地二级地类 | | 占地面积（hm$^2$） | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 编码 | 名称 | 编码 | 名称 | | | |
| 采矿工业场地 | 压占 | 中度 | 04 | 草地 | 0401 | 天然牧草地 | 0.10 | 0.10 | |
| 选矿工业场地 | 压占 | 中度 | 01 | 耕地 | 0103 | 旱地 | 0.75 | 0.27 | |
| | | | 04 | 草地 | 0401 | 天然牧草地 | | 0.48 | |
| 尾矿库 | 压占 | 重度 | 01 | 耕地 | 0103 | 旱地 | 1.87 | 0.18 | |
| | | | 04 | 草地 | 0401 | 天然牧草地 | | 0.99 | |
| | | | 06 | 工矿仓储用地 | 0607 | 采矿用地 | | 0.70 | |
| 爆破材料库 | 压占 | 轻度 | 06 | 工矿仓储用地 | 0607 | 采矿用地 | 0.05 | 0.05 | |

| | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 平硐和回风井口 | 挖损 | 中度 | 04 | 草地 | 0401 | 天然牧草地 | 0.05 | 0.01 | |
| | | | 06 | 工矿仓储用地 | 0607 | 采矿用地 | | 0.04 | |
| 地面塌陷 | 沉陷 | 轻度 | 03 | 林地 | 0305 | 灌木林地 | 25.44 | 3.99 | |
| | | | 04 | 草地 | 0401 | 天然牧草地 | | 4.80 | |
| | | | 06 | 工矿仓储用地 | 0607 | 采矿用地 | | 16.65 | |
| 合计 | | | | | | | 28.26 | 28.26 | |

**表 3-29 合作市岗岔金矿已损坏和拟损毁土地面积统计表**

| 损毁土地分区 | | 损毁类型 | 占地二级地类 | | 占地面积（$hm^2$） | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 编码 | 名称 | | | |
| 已损毁 | 办公生活区 | 压占 | 0103 | 旱地 | 0.30 | 0.04 | |
| | | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.06 | |
| | | | 0607 | 采矿用地 | | 0.20 | |
| | 矿区道路 | 压占 | 0103 | 旱地 | 1.77 | 0.01 | |
| | | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.20 | |
| | | | 0607 | 采矿用地 | | 1.56 | |
| 小计 | | | | | 2.07 | 2.07 | |
| 拟损毁 | 采矿工业场地 | 压占 | 0401 | 天然牧草地 | 0.10 | 0.10 | |
| | 选矿工业场地 | 压占 | 0103 | 旱地 | 0.75 | 0.27 | |
| | | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.48 | |
| | 尾矿库 | 压占 | 0103 | 旱地 | 1.87 | 0.18 | |
| | | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.99 | |
| | | | 0607 | 采矿用地 | | 0.70 | |
| | 爆破材料库 | 压占 | 0607 | 采矿用地 | 0.05 | 0.05 | |
| | 平硐和回风井口 | 挖损 | 0401 | 天然牧草地 | 0.05 | 0.01 | |
| | | | 0607 | 采矿用地 | | 0.04 | |
| | 地面塌陷 | 沉陷 | 0305 | 灌木林地 | 25.44 | 3.99 | 扣除重复损毁采矿用地面积0.36$hm^2$ |
| | | | 0401 | 天然牧草地 | | 4.80 | |
| | | | 0607 | 采矿用地 | | 16.65 | |
| 小计 | | | | | 28.26 | 28.26 | |
| 合计 | | | | | 30.33 | 30.33 | |

# 四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

## （一）矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则

（1）坚持“以人为本”的原则

以确保矿山的安全运行、保护人民生命财产和人类生存的地质环境安全为原则，既要考虑到矿山活动遭受的现状危害，同时也要考虑采矿活动中引发或加剧矿山地质环境对周围地质环境的影响。

（2）与地质环境条件紧密结合的原则

地质环境条件是矿山地质环境问题发育的基础，也是控制和影响地质环境问题发育程度的主要因素，故分区应与其紧密结合。

（3）与采矿活动紧密结合的原则

矿山地质环境保护分区目的是为了保护与恢复治理矿业活动对矿山地质环境产生的影响或破坏的结果，分区时应紧密结合工程建设特点，充分考虑工程建设对矿山地质环境问题的影响或破坏方式和破坏程度。

（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分析，主要是预测矿山地质环境问题对矿山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，应对危害级别适当提高。

2、分区方法

在现状评估与预测评估的基础上，选取地质灾害对矿山地质环境影响的现状与预测评估结果、矿区含水层破坏现状与预测评估结果、采矿活动对地形地貌景观影响的现状与预测评估结果、采矿活动对土地资源影响的现状与预测评估结果等作为分区指标，利用叠加法，根据《编制规范》附录 F（表 3-30），进行矿山地质环境保护分区。

**表 3-30　合作市岗岔金矿矿山地质环境保护分区表**

| 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 |

3、分区评述

合作市岗岔金矿矿山地质环境评估区总面积为 2.28km$^2$。根据现状评估和预测评估，通过叠加，按照矿山地质环境保护分区原则及分区方法将矿区划分为矿山地质环境重点防治区（Ⅰ）、地质环境次重点防治区（Ⅱ）和地质环境一般防治区（Ⅲ）（表 3-31）。

（1）矿山地质环境重点防治区（Ⅰ）

根据矿山地质环境影响现状与预测评估结果，矿山地质环境重点防治区分为两个亚区（Ⅰ1、Ⅰ2）。矿区道路（Ⅰ1）重点防治区和尾矿库（Ⅰ2）重点防治区。总面积 3.64hm$^2$，占评估区总面积的 1.60%。

1）矿山道路重点防治区（Ⅰ1）

矿山道路，占地面积1.77hm$^2$，其中占用旱地0.01hm$^2$，占用天然牧草地0.20hm$^2$，占用采矿用地1.56hm$^2$。现状矿山道路边发育有一处不稳定斜坡，对矿山地质环境影响程度严重；矿山道路对地形地貌景观影响程度严重；对水土环境污染影响程度较轻。预测和现状一致。

主要防治措施：对道路边发育的不稳斜坡的危岩进行削坡清理，监测预警（地质灾害监测等）等措施相结合进行综合防治。

2）尾矿库重点防治亚区（Ⅰ2）

尾矿库总坝高50m，库底及尾矿坝内坡在堆存尾矿前设防渗膜，可防止尾矿堆存的废水渗漏对地下水造成污染。尾矿水经澄清后返回选厂使用，回水率为85%。尾矿库总占地面积1.87hm$^2$，其中占用旱地0.18hm$^2$，占用天然牧草地0.99hm$^2$，占用采矿用地0.70hm$^2$。

现状条件下尾矿库尚未开建，预测尾矿库按要求堆放，地质灾害不发育；对地下含水层破坏较轻；对矿区地形地貌景观影响严重；对水土环境污染影响和破坏程度为较轻。

主要防治措施：矿山闭坑后期对场地平整、覆土和植被重建，监测预警（地质灾害监测等）等措施相结合进行综合防治。

（2）矿山地质环境次重点防治区（Ⅱ）

根据矿山地质环境影响现状与预测评估结果，矿山地质环境次重点防治区分为选矿工业场地、地面塌陷区和平硐井口，总面积26.24hm$^2$，占评估区总面积的11.51%。

1）选矿工业场地次重点防治区（Ⅱ1）

选矿工业场地由破碎筛分车间、磨矿车间、浮选车间、压滤车间、精矿仓及化验室等组成。建筑高度5m，建筑采用彩钢结构，单层建筑，建筑面积约5000m$^2$，选矿工业场地总占地面积0.75hm$^2$，其中占用旱地0.27hm$^2$，占用天然牧草地0.48hm$^2$。现状选矿工业场地为建设，预测地质灾害不发育；对地下含水层破坏较轻；对矿区地形地貌景观影响较严重；对水土环境污染影响和破坏程度为较轻。

主要防治措施：闭坑后对选矿工业场地建筑拆除、对场地平整、覆土和植被重建，监测预警（地质灾害监测等）等措施相结合进行综合防治。

2）塌陷区次重点防治区和平硐井口（Ⅱ2）

现状条件下未出现塌陷区，预测矿山开采期内形成的地面塌陷区面积约为25.49hm$^2$，最大下沉值为0.25m，该区地质灾害发生的可能性小，对矿山地质环境影响程度较严重，平硐井口对矿山地址环境影响较轻，但与塌陷区存在重复损毁，就高评价为对矿山地质环境影响程度较严重。

主要防治措施：闭坑后对平硐及通风井口进行封闭对场地平整、覆土和植被重建；矿山沉降结束后对出现的地裂分回填和整平，监测预警（地质灾害监测等）等措施相结合进行综合防治。

（3）矿山地质环境一般防治区（Ⅲ）

矿山地质环境重点防治区以外的区域为一般防治区，包括办公生活区、采矿工业场地、前期爆破材料库和其他采矿未影响的区域，总面积198.12hm$^2$，占评估区总面积的86.89%。该区地质灾害不发育，对矿山地质环境影响程度较轻，对含水层影响程度轻，对地形地貌景观的影响程度轻，对水土环境污染的影响较轻。

主要防治措施：闭坑后对井口进行封闭、建筑拆除、对场地平整、覆土和植被重建，监测预警（地质灾害监测等）等措施相结合进行综合防治。

**表3—31　矿山地质环境保护与恢复治理分区表**

| 分区名称 | 亚区名称 | 面积（hm$^2$） | 现状和预测的矿山地质环境问题 | 防治措施 |
|---|---|---|---|---|
| 矿山地质环境次重点防治区 | 矿区道路重点防治亚区 | 1.77 | 现状矿山道路边发育有一处不稳定斜坡，对矿山地质环境影响程度严重；矿山道路对地形地貌景观影响程度严重；对水土环境污染影响程度较轻。预测和现状一致。 | 对矿带道路边发育的不稳斜坡的危岩进行削坡清理，监测预警（地质灾害监测等）。 |
| | 尾矿库重点防治亚区 | 1.87 | 现状条件下尾矿库尚未开建，预测尾矿库按要求堆放，地质灾害不发育；对地下含水层破坏较轻；对矿区地形地貌景观影响严重；对水土环境污染影响和破坏程度为较轻。 | 矿山闭坑后期对场地平整、覆土和植被重建，监测预警（地质灾害监测等）等措施相结合。 |

| 分区名称 | 亚区名称 | 面积（$hm^2$） | 现状和预测的矿山地质环境问题 | 防治措施 |
|---|---|---|---|---|
| 矿山地质环境次重点防治区 | 选矿工业场地次重点防治区 | 0.75 | 现状选矿工业场地为建设，预测地质灾害不发育；对地下含水层破坏较轻；对矿区地形地貌景观影响较严重；对水土环境污染影响和破坏程度为较轻 | 闭坑后对选矿工业场地建筑拆除、对场地平整、覆土和植被重建，监测预警（地质灾害监测等）等措施相结合进行综合防治 |
| | 地面塌陷区及平硐井口次重点防治亚区 | 25.49 | 预测塌陷区对矿山地质环境影响严重；平硐井口对矿山地址环境影响较轻，但与塌陷区存在重复损毁，就高评价为对矿山地质环境影响程度较严重。 | 闭坑后对平硐及通风井口进行封闭、矿山沉降结束后对出现的地裂纹回填和整平。 |
| 矿山地质环境一般防治区 | | 198.17 | 办公生活区、采矿工业场地、前期爆破材料库和其他采矿未影响的区域。该区地质灾害不发育，对矿山地质环境影响程度较轻，对含水层影响程度轻，对地形地貌景观的影响程度轻，对水土环境污染的影响较轻。 | 闭坑后对爆破材料库建筑拆除、对场地平整、覆土和植被重建，监测预警（地质灾害监测等）等措施相结合进行综合防治。 |

## （二）土地复垦区与复垦责任范围

复垦区面积为已损毁与拟损毁土地面积之和，依据对矿区土地利用现状的分析及矿区拟损毁土地的预测，复垦区为全部损毁土地。矿区已损毁土地面积2.07$hm^2$，拟损毁土地面积28.26$hm^2$，复垦区面积合计30.33$hm^2$。

根据矿区规划，矿山服务年限结束后，区内无留续使用的永久性建设用地，对矿区进行封闭，不再使用。矿区道路可保留用于当地临时通行和作为复垦的管护通道。因此，本次不纳入复垦区范围如下：

矿区内道路作为后期复垦工作管护及浇灌通道，本次设计预留，不进行复垦。道路总占压面积1.77 $hm^2$。

因此，本方案确定的复垦责任范围面积为28.56$hm^2$。本项目将采取有效措施对复垦区范围内土地进行全部复垦。复垦责任范围构成详见表3—32。

**表3-32 合作市岗岔金矿复垦区范围构成表**

| 损毁土地分区 | 损毁类型 | 占地二级地类 | | 占地面积（$hm^2$） | | 备注 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 编码 | 名称 | | | |
| 办公生活区 | 压占 | 0103 | 旱地 | 0.30 | 0.04 | |
| | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.06 | |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 0.20 | |
| 采矿工业场地 | 压占 | 0401 | 天然牧草地 | 0.10 | 0.10 | |
| 选矿工业场地 | 压占 | 0103 | 旱地 | 0.75 | 0.27 | |
| | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.48 | |
| 尾矿库 | 压占 | 0103 | 旱地 | 1.87 | 0.18 | |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.99 | |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 0.70 | |
| 爆破材料库 | 压占 | 0607 | 采矿用地 | 0.05 | 0.05 | |
| 平硐和回风井口 | 挖损 | 0401 | 天然牧草地 | 0.05 | 0.01 | |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 0.04 | |
| 地面塌陷 | 沉陷 | 0305 | 灌木林地 | 25.44 | 3.99 | 扣除重复损毁采矿用地面积0.36hm$^2$ |
| | | 0401 | 天然牧草地 | | 4.80 | |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 16.65 | |
| 合计 | | | | 28.56 | 28.56 | |

## （三）土地类型与权属

1、土地利用类型

复垦区包括全部损毁用地，土地利用现状损毁用地为旱地、灌木林地、天然牧草地和采矿用地。

2、土地权属状况

复垦区内土地权属均属合作市佐盖多玛乡下加门村集体所有土地。获得采矿许可后，合作市合力矿业有限责任公司同下加门村签订土地临时使用协议，获得采矿使用权，矿山生产结束后，土地经过企业复垦，自然资源部门组织通过验收后，使用权收归下加门村所有。根据当地自然资源部门调查结果，复垦区土地权属清楚，无土地权属纠纷。

3、土地权属调整措施及方案

项目复垦后，矿区内的土地权属不变，界限不变，复垦后的土地交付下加门村管理。

# 第四章　矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

## 一、矿山地质环境治理可行性分析

### （一）技术可行性分析

根据评估分析，评估区发育的地质灾害主要为现有道路不稳定斜坡，其他区域地质灾害不发育。预测地质灾害主要为地下开采形成的地面塌陷区及采矿引发灾害。

对矿区道路边发育的不稳斜坡的危岩进行削坡清理，设置警示牌；对塌陷区形成的裂缝，可通过夯填进行有效治理，设置警示牌，并设置铁丝围栏；废石场上方修建截排水区防治雨水灌入，并在下方修建挡墙，警示牌，重点加强监测。

综上所述，所采取的预防措施、工程措施均为已经成熟稳定的矿山地质灾害保护与治理措施。施工简单易行，技术上可以实现。

2.含水层防治技术可行性分析

含水层防治主要是强调含水层的自我修复能力，根据现状及预测，矿山开采对含水层的影响和破坏程度较轻，含水层破坏原则上不可修复，闭坑后自然恢复即可。

3.矿山地形地貌景观治理技术可行性分析

根据评估结果，矿山开采对地形地貌景观的破坏主要为尾矿库、选矿工业场、地面塌陷、办公生活区、采矿工业场地、平硐及通风井口、爆破材料库等造成的原始地形破坏。矿山闭坑后，主要通过建构筑物拆除、井口封闭、土地平整、植被绿化等手段恢复原有地形地貌。以上措施技术上可行。评估区内无地质遗迹、人文景观、各类自然保护区、风景旅游区。

4.水土环境污染防治技术可行性分析

本项目工程建设及采矿活动对水土环境的污染程度均较轻，可通过一般性预防控制措施即可降低水土环境污染的程度，主要采取控制污染物排放及按照设计处置固体、液体废弃物，技术可行性较强。

5.监测技术可行性分析

地质灾害监测以人工巡查监测及塌陷区地面变形监测为主，含水层监测为水

质、水位、水量监测、地形地貌景观采取遥感监测、水土环境污染监测等均为常规性监测，矿山地质环境监测技术可行。

整个保护与综合治理工程相对简单，只需投入一定的工作量对地质环境进行改造，对矿区实施地质环境治理的技术要求不高，在企业人力、物力、财力的可承受范围之内。另外，我省拥有众多从事此类勘察、设计、施工工作的专业队伍，为方案的实施提供了技术保障，技术上是可行的。

## （二）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。

根据开发利用方案经济评价，项目达产年平均销售收入约 2946.53 万元，年均生产成本 1982.5 万元，营业税金及附加 88.40 万元，年均税前利润总额约 876.08 万元，年均所得税约 219.02 万元，年均税后利润约 657.06 万元。

综上所述，矿山地质环境治理的投入所占企业年销售额比重很小，不会对企业构成太大影响，地质环境保护与治理方案经济上可行。

## （三）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理。方案实施后，将显著提高土地利用率和生产力，并增加当地生态环境容量。

本次矿山地质环境恢复原地类为旱地、灌木林地、天然牧草地和采矿用地，不引入新的植被物种，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。

因此，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。

## 二、矿区土地复垦可行性分析

### （一）复垦区土地利用现状

依据全国第三次土地调查件和《土地利用现状分类》（GB/T 21010-2017），通过遥感解译、现场调查及实地判读，核实土地利用现状情况，制作了本项目的土地利用现状图（附图 2）。

本项目复垦区面积为 28.56hm$^2$，土地利用类型为旱地、灌木林地、天然牧草地和采矿用地。

### （二）土地复垦适宜性评价

土地适宜性评价根据土地的自然和社会经济属性，研究土地对预定用途的适宜与否、适宜程度及其限制状况，对复垦土地进行适宜性评价。目的是通过评价来确定复垦后的土地用途，以便合理安排复垦的生物措施。因此，土地适宜性评价是土地复垦的基础评价，是决定土地复垦方向的依据。

评价方法可采用因素限制法和相关因素分析法综合评价方法。按一般土地适宜性评价步骤，首先对需要评价的土地进行土地质量调查，编制图件，并根据土地利用总体规划等文件，提出该土地利用的目标，两者进行比配后，调整利用目标或提高土地质量来完成土地适宜性评价工作。

依据《土地管理法》的有关规定，必须对被破坏土地进行复垦，使其重新得到利用。土地适宜性评价是以具体的土地利用方式和类型对土地条件的要求，逐个与土地资源类型的性质相互匹配并确认其适宜性过程，使其结果成为土地复垦的依据。依据分级标准对复垦土地适宜性进行分级评价。

1.复垦土地适宜性评价单元类型划分的原则

（1）综合分析原则

矿区待复垦土地单元的形成，除受区域气候、地貌、土壤、水文、地质等自然成土因素的影响外，更重要的是受人为因素的影响，如土地破坏类型、破坏程度、重塑地貌形态和利用方式等，这就要求在进行待复垦土地适宜性评价单元类

型划分时，就要结合考虑各因素之间的相互关系、组合方式以及对土地质量的影响。

（2）主导因素原则

在综合分析的基础上，对不同时期、不同部位出现的参评单元类型的主导因素作出较为准确的判断，尤其要注意同一参评单元类型在复垦不同阶段的主导因素的转换。这也是与原土地适宜性评价显著不同、且要求更高的一点。

（3）最佳效益原则

采场若随机排弃、堆置，将会出现若干个土地单元类型，在若干个土地单元类型中，应该筛选出通过复垦可产生经济、生态和社会三大效益高度统一的单元类型，而且应与该区域的土地生态环境相协调一致。即此单元的复垦还应充分考虑矿山经济条件承受力，以最小的复垦投入获得最大的产值，同时还需考虑矿区生产安全、矿区环境改善和促进社会进步的生态效益和社会效益。

2.复垦土地适宜性评价单元类型划分方法

评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象。土地利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。见表 4—1。

**表 4-1　合作市岗岔金矿土地复垦责任范围评价单元划分表**

| 序号 | 土地适宜性评价单元类型 | 面积（$hm^2$） |
|---|---|---|
| 1 | 办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库 | 1.20 |
| 2 | 尾矿库 | 1.87 |
| 3 | 平硐和回风井口 | 0.05 |
| 7 | 地面塌陷 | 25.44 |
| 8 | 合计 | 28.56 |

3.复垦土地适宜性评价参评因素的选择

参评因素的选择应选择那些对土地利用影响明显而相对稳定的因素，以便能通过因素指标值的变动决定土地的适宜状况。项目土地利用受到土地利用共性因素（土壤侵蚀、地形坡度、土壤质地、有效土层厚度、排灌条件等）的影响。根据合作市一带多年的土地复垦经验，共选出 7 项参评因子，分别为：坡度、土壤侵蚀、灌溉条件、土壤有机质、岩土污染、有效土层厚度和地表物质组成。

4.土地复垦适宜性评价等级划分

根据《土地复垦技术标准》和有关政策法规，借鉴全国各地土地复垦适宜性

评价中参评因素属性的确定方法，把土地复垦适宜性评价等级数确定为 4 级标准，分别定为：1 级（适宜）、2 级（较适宜）、3 级（勉强适宜）和 4 级（不适宜）。各评价因素的具体等级标准目前国内外尚无精确的划分值，各个评价因子的评价标准参照《农、林、牧生产用地污染控制标准》、《土地复垦技术标准》和《土地整理工程设计》等中的要求，详见表 4—2。

**表 4—2　复垦土地主要限制因素的农林牧业等级标准**

| 限制因素及分级指标 | | 农业 | 林业 | 牧业（草地） |
|---|---|---|---|---|
| 土壤侵蚀 | 微度侵蚀 | 1 | 1 | 1 |
| | 轻度侵蚀 | 1 | 1 | 1 |
| | 中度侵蚀 | 2 | 1 | 1 |
| | 强度侵蚀 | 3 | 2 | 2 |
| | 极强、剧烈侵蚀 | 3 或 4 | 3 | 3 |
| 地形坡度 | ＜3 | 1 | 1 | 1 |
| | 4—7 | 1 或 2 | 1 | 1 |
| | 8—15 | 2 | 1 | 1 |
| | 16—25 | 3 | 2 或 1 | 2 |
| | 26—35 | 4 | 2 | 3 |
| | ＞35 | 4 | 3 或 2 | 4 或 3 |
| 地表物质组成 | 壤土 | 1 | 1 | 1 |
| | 粘土、砂壤土 | 2 | 1 | 1 |
| | 重粘土、砂土 | 2 或 3 | 2 | 2 |
| | 砂质土、砾质 | 4 | 3 或 4 | 3 |
| | 石质 | 4 | 4 | 4 |
| 有效土层厚度（cm） | ＞100 | 1 | 1 | 1 |
| | 99—60 | 2 | 1 | 1 |
| | 59—30 | 3 | 1 | 1 |
| | 29—10 | 4 | 2 或 3 | 2 |
| | ＜10 | 4 | 3 或 4 | 3 |
| 灌溉条件 | 有稳定灌溉条件的干旱、半干旱土地 | 1 | 1 | 1 |
| | 灌溉水源保证差的干旱、半干旱土地 | 2 | 2 | 1 |
| | 无灌溉水源保证干旱、半干旱土 | 3 | 3 | 2 |
| 岩土污染 | 不 | 1 | 1 | 1 |
| | 轻度 | 2 | 2 | 2 |
| | 中度 | 3 | 2 或 3 | 3 |
| | 重度 | 4 | 4 | 4 |
| 土壤有机质（$g \cdot kg^{-1}$） | ＞10 | 1 | 1 | 1 |
| | 10—6 | 2 或 3 | 1 | 1 |
| | ＜6 | 3 或 4 | 2 或 3 | 2 或 3 |

5.复垦土地各类参评单元的土地质量状况

经调查，矿区所在合作市具高寒湿润、气候多变的草原气候特征，冬季较长，基本无夏季，年平均气温 1.7℃。多年平均降水量为 558.1mm，主要集中于 7-9

月，占全年降水量的 59.22%，年均蒸发量 1230.2mm，是降水量的 2.25 倍。调查区土壤类型以亚高山草甸土为主。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。矿区植被灌从以沙棘沙棘-高山绣菊群丛和鲜卑花丛为主，草以针茅-高山凡草-线叶富草为主。

经综合分析，确定合作市岗岔金矿复垦土地各类参评单元的土地质量状况见表 4—3。

**表 4-3　复垦土地各类参评单元的土地质量状况**

| 参评单元 | 土壤侵蚀 | 地形坡度（°） | 地表物质组成 | 有效土层厚度（cm） | 排水条件 | 灌溉水源保证 | 土壤有机质（$g \cdot kg^{-1}$） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库 | 轻度 | ＜5 | 砂质土、砾质或碎石砂砾石 | 50-70 | 不淹没、排水好 | 无 | ＞10 |
| 尾矿库 | 重度 | 15—40 | 砂质土、砾质或碎石砂砾石 | 50-70 | 不淹没或排水好 | 无 | ＞10 |
| 平硐和回风井口 | 重度 | 90 | 砂质土、砾质或碎石砂砾石 | ＜30 | 不淹没或排水好 | 无 | ＞10 |
| 地面塌陷 | 中度 | 5—35 | 砂质土、砾质或碎石砂砾石 | 50-70 | 不淹没或排水好 | 无 | ＞10 |

注：土壤有机质含量参考收集资料及《岩土工程手册》中有机质含量参数。其他土地质量状况由现场踏勘后得出的结果。

6、复垦土地适宜性评价方法及评价结果

（1）评价方法

本次评价采用最小限制因素法评价土地的适宜性。

（2）各类复垦土地类型单元的土地适宜性评价等级

将各复垦土地类型单元的土地质量状况（表 4—3）分别与复垦土地主要限制因素的农林牧等级标准（表 4—2）对比，其中限制最大、适宜性等级最低的土地质量参评项目决定该单元的土地适宜性等级，见表 4—4。

**表 4-4　复垦土地的适宜性评价等级表**

| 适宜性评价单元 | 适宜性 | | |
|---|---|---|---|
| | 农业 | 林业 | 牧业（草地） |
| 办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库 | 3 或 4 | 3 或 4 | 2 或 3 |
| 尾矿库 | 4 | 3 或 4 | 2 或 3 |
| 平硐和回风井口 | 4 | 3 或 4 | 2 或 3 |
| 地面塌陷 | 4 | 3 或 4 | 2 或 3 |

根据表 4—4 评价等级，结合上述分析可知，复垦区农业适宜性评价等级为 4 级，即不适宜；林业适宜性评价等级为 3 或 4 级，即不适宜至勉强适宜；牧业（草地）适宜性评价等级为 2 或 3 级，即较适宜至勉强适宜。

（3）土地适宜性分析

根据土地利用总体规划及相关规划，按照“宜农则农，宜林则林，宜牧则牧”的因地制宜复垦原则，在充分尊重土地权益人意愿的前提下，根据原土地利用类型、土地损毁情况、公众参与意见等，在经济可行、技术合理的条件下，确定拟复垦土地的最佳利用方向。

①土地利用现状分析

项目破坏区域主要有办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库、尾矿库、平硐和回风井口、地面塌陷，土地利用现状分析具体如下：

办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地和爆破材料库对土地造成压占损毁，损毁程度为轻度-中度，损毁面积合计 1.20hm$^2$，损毁旱地 0.31hm$^2$，损毁天然牧草地 0.64hm$^2$，损毁采矿用地 0.25hm$^2$。参考适宜性评价等级，根据因地制宜的复垦原则，土地复垦为天然牧草地。

尾矿库对土地造成压占损毁，全部为重度损毁，损毁面积合计 1.87hm$^2$，其中损毁旱地 0.18hm$^2$，损毁天然牧草地 0.99hm$^2$，损毁采矿用地 0.70hm$^2$。参考适宜性评价等级，根据因地制宜的复垦原则，土地复垦为天然牧草地。

平硐和回风井口，对土地造成挖损损毁，损毁程度为中度损毁，损毁土地面积 0.05hm$^2$，其中损毁天然牧草地 0.01hm$^2$，损毁采矿用地 0.04hm$^2$。参考适宜性评价等级，根据因地制宜的复垦原则，土地复垦为天然牧草地。

地面塌陷区，对土地造成沉陷损毁，损毁程度为轻度，损毁土地面积 25.44hm$^2$，其中损毁灌木林地 3.99hm$^2$，损毁天然牧草地 4.8hm$^2$，损毁采矿用地 16.65hm$^2$。塌陷区最大下沉值为 0.25m，深厚比 229.01，发生的可能性小，塌陷的主要表现形式为地裂缝，地表土地性质未发生大的变化，植被不会有大的破坏，参考适宜性评价等级，根据因地制宜的复垦原则，塌陷区损毁的灌木林地 3.99hm$^2$ 复垦为灌木林地，损毁的天然牧草地 4.8hm$^2$ 复垦为天然牧草地，损毁采矿用地 16.65hm$^2$ 复垦为天然牧草地。

复垦单元土地利用现状分析表见（表 4-5）。

表 4-5 复垦单元土地利用现状分析表

| 复垦土地单元 | 损毁类型 | 占地二级地类 | | 占地面积（$hm^2$） | | 适宜复垦方向 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 编码 | 名称 | | | |
| 办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库 | 压占 | 0103 | 旱地 | 1.20 | 0.31 | 天然牧草地 |
| | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.64 | 天然牧草地 |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 0.25 | 天然牧草地 |
| 尾矿库 | 压占 | 0103 | 旱地 | 1.87 | 0.18 | 天然牧草地 |
| | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.99 | 天然牧草地 |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 0.70 | 天然牧草地 |
| 平硐和回风井口 | 挖损 | 0401 | 天然牧草地 | 0.05 | 0.01 | 天然牧草地 |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 0.04 | 天然牧草地 |
| 地面塌陷 | 沉陷 | 0305 | 灌木林地 | 25.44 | 3.99 | 灌木林地 |
| | | 0401 | 天然牧草地 | | 4.80 | 天然牧草地 |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 16.65 | 天然牧草地 |
| 合计 | | | | 28.56 | 28.56 | |

②技术可行性分析

近几年来，我省完成了众多矿山地质环境治理及土地复垦项目，形成了一套成熟的适宜于当地的地质环境治理技术和治理经验，为本项目的实施提供了有力的技术支持。

本方案结合项目区实际情况，确定复垦土地的最佳方向为天然牧草地，损毁土地为旱地、灌木林地，复垦方法相对简单。因此，开展合作市岗岔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。

④公众因素分析

本项目复垦设计中通过征求合作市自然资源局意见，作为确定复垦方向的参考。合作市自然资源局提出，项目区确定的土地复垦用途需符合《合作市土地利用总体规划》，在尽可能恢复本区原有地貌的同时，应重点加强采坑及塌陷区治理，土地尽量复垦为原有土地类型，但是合作山区生态环境脆弱区域，按照国家生态建设需要，需逐步进行退耕， 根据上述原则，**复垦方向原则上不再考虑复垦为耕地**。

本方案对公众意见进行了采纳，认为较为符合实际，复垦区复垦利用应综合考虑和因地制宜，合理利用。

（4）确定的土地复垦类型

根据适宜性评价等级，结合土地利用现状、土地损毁情况、公众因素和环境角度等情况综合考虑，确定合作市岗岔金矿的土地复垦方向见表 4—5。

根据《土地复垦方案编制规程》附录 C，土地复垦适宜性评价结果见表 4—6，

复垦前后土地利用结构调整见表 4—7。

**表 4-6　土地复垦适宜性评价结果表**

| 复垦土地单元 | 损毁类型 | 占地二级地类 | | 占地面积（$hm^2$） | | 适宜复垦方向 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 编码 | 名称 | | | |
| 办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库 | 压占 | 0103 | 旱地 | 1.20 | 0.31 | 天然牧草地 |
| | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.64 | 天然牧草地 |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 0.25 | 天然牧草地 |
| 尾矿库 | 压占 | 0103 | 旱地 | 1.87 | 0.18 | 天然牧草地 |
| | | 0401 | 天然牧草地 | | 0.99 | 天然牧草地 |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 0.70 | 天然牧草地 |
| 平硐和回风井口 | 挖损 | 0401 | 天然牧草地 | 0.05 | 0.01 | 天然牧草地 |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 0.04 | 天然牧草地 |
| 地面塌陷 | 沉陷 | 0305 | 灌木林地 | 25.44 | 3.99 | 灌木林地 |
| | | 0401 | 天然牧草地 | | 4.80 | 天然牧草地 |
| | | 0607 | 采矿用地 | | 16.65 | 天然牧草地 |
| 合计 | | | | 28.56 | 28.56 | |

**表 4-7　复垦前后土地利用结构调整表**

| 一级地类 | | 二级地类 | | 面积（$hm^2$） | | 变幅（%） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 编码 | 名称 | 编码 | 名称 | 复垦前 | 复垦后 | |
| 01 | 耕地 | 0103 | 旱地 | 0.49 | 0 | -1.72 |
| 03 | 林地 | 0305 | 灌木林地 | 6.44 | 3.99 | 0 |
| 04 | 草地 | 0401 | 天然牧草地 | 17.64 | 24.57 | 115.69 |
| 06 | 工矿仓储用地 | 0607 | 采矿用地 | 3.99 | 0 | -13.97 |

## （三）水土资源平衡分析

1、水资源平衡分析

（1）供水量分析

设计复垦项目区不具备人工灌溉条件，项目区附近无灌溉水源。根据当地气象资料，复垦区属高寒湿润气候，多年平均降水量为 558.1mm，水量较为充沛。根据矿山已有复垦工程经验，矿区前期复垦过程中依靠天然降水复垦取得了较好的效果。

2、土资源平衡分析

（1）表土剥离

表土剥离和堆放在开发利用方案中已经设计，地面塌陷区表层土壤未扰动，不需要进行剥离和覆土，基建期对拟建场除新建平硐及通风井口外场地地表土均进行剥离存放，作为土地复垦客土来源。经调查矿区土层厚度一般在 50-70cm，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，甘南地区生态环

境脆弱，对地表草皮单独剥离，妥善覆盖在剥离的表土上进行养护，以便后期复垦。表土剥离厚度约 50cm，剥离量量总计 33950m³。各场地表土剥离量统计表见表 4-8。

**表 4-8　表土剥离量统计表**

| 拟建工程 | 面积（hm²） | 表土剥离深度（cm） | 表土剥离量(m³) | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 采矿工业场地 | 0.10 | 50 | 500 | |
| 选矿工业场地 | 0.75 | 50 | 3750 | |
| 尾矿库 | 1.87 | 50 | 9350 | |
| 爆破材料库 | 0.05 | 50 | 250 | |
| 合计 | 2.77 | | 13850 | |

（2）需土量分析

结合当地气候条件及周边复垦案例，本次设计对需复垦场地均进行覆土，覆土厚度 30cm，项目所需覆土量见表 4-9。

**表 4-9　项目复垦所需土量一览表**

| 序号 | 复垦单元 | 复垦面积（hm²） | 覆土面积（hm²） | 覆土厚度（cm） | 覆土量（m³） |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 办公生活区 | 0.30 | 0.30 | 30 | 900 |
| 2 | 采矿工业场地 | 0.10 | 0.10 | 30 | 300 |
| 3 | 选矿工业场地 | 0.75 | 0.75 | 30 | 2250 |
| 4 | 尾矿库 | 1.87 | 1.87 | 30 | 5610 |
| 6 | 平硐和回风井口 | 0.05 | 0.05 | 30 | 150 |
| 7 | 爆破材料库 | 0.05 | 0.05 | 30 | 150 |
| 合计 | | 3.12 | 4.37 | 3.12 | 9060 |

（3）土资源平衡分析

复垦区需覆土量 9060m³，表土剥离量总计 13850m³，可满足复垦所需客土量要求，可保证复垦工作成功。本方案复垦原则为“边开采、边复垦”，多余土方可就地整平也可供矿区作为辅助原材料使用。

剥离土方就近堆存于每个厂区专门的表土养护区域内，也可起到绿化场地作用，场内表土需单独划定区域进行堆放，严禁废石与表土混合堆放。

## （四）土地复垦质量要求

根据土地适宜性评价结果，本项目复垦方向为为灌木林地和天然牧草地，复垦责任面积为 28.56hm²，最终土地复垦面积为 28.56hm²。

土地复垦后质量应达到验收标准，涉及的复垦方向为灌木林地和天然牧草地，但是灌木林地所在的塌陷区土壤和植被基本未扰动，只需回填地裂缝，本次

主要设计复垦为天然牧草地方向。参考 2013 年实施的《土地复垦质量控制标准》TD/T 1036—2013 中对土地复垦质量的要求，项目区位于甘肃省南部，属于青藏高原东部甘南高原，复垦地类应当分别满足以下基本要求：

① 地形

地面坡度≤25°。

② 土壤质量

有效土层厚度≥20cm；

土壤容重≤1.45g/cm$^3$；

土壤质地：壤质沙土至壤粘土；

砾石含量≤30%；

PH：6.5～8.5；

有机质≥0.5%。

③ 配套设施

达到当地行业工程建设标准要求。

④ 生产力水平

覆盖度≥20%；

产量：五年后复垦区单位面积产量，达到周边地区同土地利用类型中等产量水平。

根据现场调查情况，建议选择草种主要为耐寒的披肩草、茛芨草等。

**表 4—10 复垦草种选择**

| 草种 | 披肩草、茛芨草等 |
|---|---|

# 第五章　矿山地质环境治理与土地复垦工程

## 一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

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

1、遵循“以人为本”的原则，确保人民生命财产安全，提高人居环境质量；

2、坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发、在开发中保护”的原则，将源头控制和恢复治理的思想贯彻到矿山地质环境治理与土地复垦工程的每个环节中；

3、坚持“因地制宜，讲求实效”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程要与矿山的建设、生产相结合，根据矿山地质环境影响及土地损毁评估的结果，制定科学合理的工程技术措施；

4、坚持“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”、“技术可行，经济合理”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程应按照国家制定的技术规范进行，方案要切实可行，同时注重环境恢复治理的经济效益，保持生态环境的协调统一；

5、坚持“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，根据矿山地质环境治理与土地复垦工程设计，提出矿山地质环境治理与土地复垦总体目标任务，做出矿山服务期限内的总体工作部署和实施计划，分年限分步部署落实。

### （一）目标任务

“预防为主，保护先行”，为从源头上保护地质、生态环境，岗岔金矿在建设与生产期间，要采取一些合理的地质环境保护与土地复垦预防措施，减少和控制矿山地质环境问题，为矿山地质环境恢复治理和土地复垦创造良好的条件。

在矿山开发的同时，尽可能少损毁原有土地，保护好现有的生态环境和地质环境；采矿过程中对环境造成的影响和破坏，可以边生产边保护、治理；矿业开采结束后，及时进行全面的治理复垦。以切实保护和治理矿山环境与土地复垦为

最终目标，严格控制矿产资源开发对矿山环境的扰动和破坏，最大限度地减少和避免矿山地质环境问题的发生，改善和提高矿山环境质量。合作市岗岔金矿矿山地质环境保护与土地复垦的主要任务有：

1.采取矿山地质灾害预防措施减少或避免矿山地质灾害的发生，消除地质灾害隐患，避免造成不必要的经济损失和人员伤亡。

2.及时采取含水层预防保护措施，消除矿山开采过程中各种不利因素，减少对地下水资源的影响。

3.采取地形地貌景观保护措施，避免或减少矿山开采过程中对矿区地形地貌景观的破坏。

4.采取水土环境污染预防措施，防止水土环境的污染。

5.采取土地复垦预防控制措施，减缓对土地资源的影响。

## （二）主要技术措施

1.矿山地质灾害预防措施

（1）对不稳定斜坡上的危岩体进行削坡，并设立危险警示牌，进行监测预警等措施相结。

（2）矿山地下开采过程中，应严格按照开发利用方案采矿，加强顶板管理；边开采、边回填，废渣石回填采空区，减少地面塌陷及地裂缝的发生，减轻对地形地貌及土地资源的破坏。

（3）如发生采空塌陷应及时封堵、夯填，防治地表水渗入地下与地下巷道贯通，威胁矿山安全。

（4）设立地面变形监测网，建立预警机制，指导并验证充填工作，对出现的异常现象及时分析、整理。做到早发现、早预报、早治理。

2、含水层保护措施

矿区范围内基本不含稳定的地下水，属非含水地层。对矿区地下含水层的保护有以下措施：（1）按开发利用方案设计进行开采，减小围岩移动变形对含水层结构的破坏程度；（2）揭穿含水层的井巷工程，应采取止水措施，防止地下水的串层污染；（3）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；（4）生活废水经处理达标后，方可排入沟道。

3、地形地貌景观（地质遗迹、人文景观）保护措施

按照“统一规划、源头控制、防复结合”的原则，根据自身生产方式与工艺的特点，针对不同的生产环节和破坏形式，分别在已建场地及拟建场地和临时用地采取预防控制措施。

（1）合理预留矿柱、矿墙，及时充填采空区，减小地面塌陷的范围及程度；

（2）采用集中布置的原则，减少场地数量，节约土地资源；

（3）采用新工艺，减少占用土地面积；

（4）尽量避免开挖，减少对土地表土层的破坏。

4、水土环境污染预防措施

本矿山污水主要为矿山生产、生活用水，收集处理后用于道路洒水降尘，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建筑物和尾矿库、矿山道路对土地资源破坏和影响较严重。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）禁止随处堆放弃渣废石土，提高废石土综合利用率，有序堆放合理利用。

（3）通过地质灾害治理，播撒草种，自然恢复；矿山工业场地及矿山道路合理规划、布置绿化带，美化环境。

（4）采矿排出的废水和坑内涌水除浊度偏高外，不含有害物质，可用于生活区或矿山道路的洒水降尘。矿山生活废水经处理后用于生活区或矿山道路的防尘降水或绿化灌溉，提高矿山废水综合利用率。

（5）尾矿库水土环境污染预防措施

尾矿库及尾矿渣堆底部均设有防渗措施，尾矿库周边设置有截水渠，防止淋滤水外流，淋滤水可自然蒸发，不外排，尾矿库两侧沟谷汇水面积小，雨水经截排水沟导流排入下游沟谷，不会流入尾矿库造成新的水土污染，对地下水污染的可能性较小。

5.土地复垦预防控制措施

（1）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。岗岔金矿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。

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、节约用地的原则，使土地损毁面积和程度控制在最小范围和最低限度。

（2）预防控制措施

1）水土流失防治措施

矿山的开采及建设不可避免的破坏了原有的植被。施工期间应尽量减少临时占地，以减少地表扰动面积和对植被的破坏。

2）降低对土地损毁的程度

规范化施工，减少不必要的人为损毁。在满足矿山开采需求的条件下，尽量采取对土地损毁程度小的采矿方法，而且要在采矿过程中不断创造新技术降低土地损毁程度。

### （三）主要工程量

本项目矿山地质环境保护与土地复垦预防措施除对生产过程中提出有针对性的措施建议外，部分工程措施与矿山地质灾害治理、土地复垦、含水层破坏修复、水土环境污染修复等治理措施有相同的工程内容，故本次不做重复统计。

## 二、矿山地质灾害治理

### （一）目标任务

1、总体目标

根据区内地质环境特征、矿山开采现状及矿山地质环境影响程度评估结果，确定本矿山地质环境保护与恢复治理的目标是依靠科技手段、发展循环经济、建设绿色矿山。在矿山开采过程中，始终贯彻“预防为主、防治结合”的原则，对出现的矿山地质环境问题及时进行有效防治；矿山开采结束后，对遗留的矿山地质环境问题进行具有全面性、针对性、可行性、实用性的恢复治理。

通过对矿山地质环境保护和恢复治理，最大限度减少矿山地质环境问题对周边环境的影响和破坏，避免和减缓地质灾害的形成、发生而造成的损失，有效遏制矿产资源开发对含水层、地形地貌景观、土地资源的影响破坏，确保区内人民

群众生命财产及矿山建设生产安全，实现矿产资源开发利用与地质环境保护协调发展，达到矿区地质环境与周边环境相协调统一，实现社会效益、环境效益及经济效益可持续同步发展。

2、具体目标

（1）严格按照《开发利用方案》进行采矿活动，采用合理有效的治理、监测预警措施，保证矿山地质环境问题监测覆盖率100%，杜绝矿业活动对矿山职工及周边群众的生命财产造成影响和损失，确保人民群众生活及矿产资源开发利用正常、安全进行。

（2）避免和减缓对自然地形地貌景观的影响、破坏，及时对已破坏的地貌景观进行恢复治理。

（3）避免和减缓对土地资源的占用、破坏，采取有效措施对受影响破坏的土地进行恢复治理，使其恢复原状或其他适宜用途。

（4）在生产过程中，做好矿石开采区内高陡边坡的监测预警及防治措施。

（5）合理利用、排放废弃物，对固体废弃物和污废水进行综合利用，力争达到废弃物零排放，减缓其对含水层、地形地貌景观影响和土地资源的影响破坏。

（6）保护和恢复治理矿区及周边地质环境，使矿山环境得到明显改善，并与周边环境协调统一。在矿山开采过程中，对出现的矿山地质环境问题及时进行治理，防止破坏扩大化，把矿业活动对矿区地质环境的影响降低到最小程度；矿山开采结束后，对遗留的矿山地质环境问题进行全面恢复治理。

## （二）工程设计

矿区内生态环境脆弱，矿山生产对山体地形地貌及植被有一定的破坏作用，必须选用经济合理的技术方法进行治理，才能获得良好的经济效益和环境效益。根据评估分析，区内地质灾害为一处修建道路开挖形成的不稳定斜坡，预测地质灾害主要为生产建设过程中可能引发崩滑、滑坡及采矿引发地面塌陷灾害。

根据合作市岗岔金矿的生产特点、矿山开采进度安排结合本方案的适用年限及服务年限，设计将矿山地质环境治理划分为近期和中远期2个阶段。其中近期为2023年3月—2028年2月，中远期为2028年3月—2043年2月。

1.近期（2023年3月—2028年2月）

（1）道路开挖形成的不稳定斜坡斜X1坡治理

X1 斜坡属岩质斜坡，其坡体由灰岩组成。坡体整体高陡临空，坡度一般 40～60°，坡高 8-12m，坡宽 120m 左右，坡向约 325°、局部坡段坡体存在危岩体。危岩体主要为修路过程中破坏原有基岩稳定，形成的附石，坡面裸露，坡脚有少量的堆积采矿渣堆。该斜坡局部坡段存在孤立的危岩体，其危岩体高陡临空随时有崩塌的可能。该斜坡破坏方式以潜崩为主，潜崩厚度一般 1～3m，平均厚度约 2m，体积 $0.5\times10^4m^3$。威胁临时过往行人以及后期运输车辆、设备等和人员的安全，评估区道路开挖形成的不稳定斜坡斜坡主要治理措施为：

①对不稳定斜坡危岩体进行机械刷方削坡措施，石质路段采用 1：0.25 斜坡，清除表面附石和危岩体，预防崩塌、落石等。

②在不稳定斜坡附近道路边明显处设置警示牌，警示牌上明确写清“边坡危险、注意落石”字样。

经估算，危岩清理量约为 $5000m^3$，共设立警示牌 4 处。

（2）生产建设过程中可能引发崩滑

矿山地下开采时需建 4 处平硐及一处通风天井，且井口建设所需面积小；建设过程中，场地相对高差小，岩石坚硬，3 处井口建设过程中引发崩滑灾害可能性小，危险性小，本次仅在井口设置警示牌。共设置警示牌 5 处。

2.中远期（2028 年 3 月—2043 年 2 月）

（1）采矿引发地面塌陷灾害

根据开发利用方案，矿山生产规模为 5 万 t/a，预测矿山开采期内形成的地面塌陷区面积约为 $25.44hm^2$，最大下沉值为 0.25m，针对地面塌陷主要采取夯填裂缝、设置警示牌、围栏的方法进行治理，重点加强监测，监测工程量在后续地质灾害监测中详述。

经估算，需设置警示牌约设置警示牌 23 个，铁丝围栏长约 2350m，采取夯填裂缝 $1221.12m^3$。

持续对评估区内的地质环境开展动态监测，动态治理，并做好相关台帐记录，监测内容包括不稳定斜坡变形、水土资源破坏等。

## （三）技术措施

根据前述，本次治理技术措施主要针对道路开挖形成的不稳定斜坡斜坡、开采井口、预测地面塌陷，主要的措施为设置警示牌，塌陷区地裂缝回填、设置警示牌和铁丝围栏。

1、道路开挖形成的不稳定斜坡斜坡和开采井口警示牌

对现状不稳定斜坡进行取刷削坡后，在不稳定斜坡附近路边设置警示牌，警示牌上明确写清“边坡危险、注意落石”字样。设立的警示牌采用预制水泥桩和牌（见图 5-1），桩长 1.5m，桩截面 5×20cm，警示牌长宽厚尺寸 100cm×50cm×5cm。桩埋置于地下 0.5m，高出地面 1.5m。

合作市岗岔金矿矿山地下开采时需建 4 处平硐及一处通风天井，井口建设过程中引发崩滑灾害可能性小，危险性小，设计在井口设置警示牌，警示牌上明确写清“井口危险、严禁进入”字样。

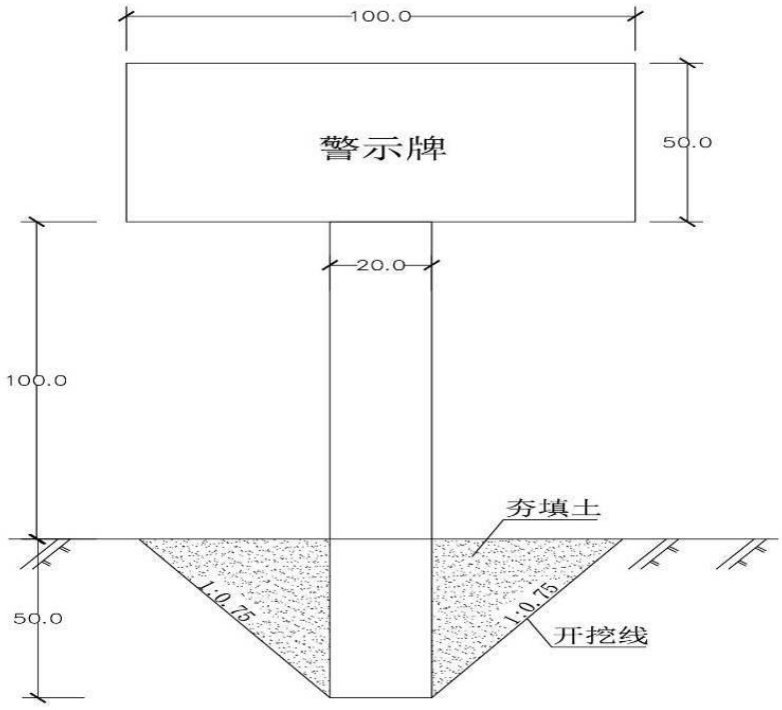



图 5-1　　警示牌设计图

3、地面塌陷围栏及警示牌

由于区内预测地面塌陷区地裂缝发育具有不确定性，故在预测塌陷区外围设置围栏及警示牌，警示牌上明确写清“塌陷危险区、严禁进入”字样。设立的警示

牌采用预制水泥桩和牌（见图 5-1），桩长 1.5m，桩截面 5×20cm，警示牌长宽厚尺寸 100cm×50cm×5cm。桩埋置于地下 0.5m，高出地面 1.5m。矿设计警示牌间距为 80-100m。

在地面塌陷周边设置围栏，防止有人进入。围栏采用在水泥桩上绕三箍铁丝进行设置，设计高度 1.5m。

1）充填地面塌陷地裂缝技术方法和要求

（1）本次利用裂缝区周边土体进行回填，上部要用 3：7 灰土夯填，采用机动车或人力车装运至回填地点附近堆放。

（2）用机动车或手推车取堆放点土体对地裂缝进行回填，在回填部位或削高垫低部位表层覆盖土壤。

（3）在回填地裂缝距地表约 1m 左右时，每隔 30cm 左右分层用木杠或夯石分层捣实，直至与地面平齐。在回填完成后将表层土壤充填在表面，充填的土壤应略高于周围 20cm。

2）充填地面塌陷地裂缝工程量的计算

按照不同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），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：

$$U = \frac{1000}{C}n$$

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 Mvi（单位：$m^3$）可按下式计算：

Mvi=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 5-1。

表 5-1　地裂缝各破坏程度类型计算参数表

| 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 | 48 |
| 中度 | 0.2 | 40 | 2 | 4.5 | 500 | 225 |
| 重度 | 0.3 | 30 | 2.5 | 5.5 | 833 | 687 |

本次预测塌陷区治理面积 3.73$hm^2$，损毁程度为轻度，参照表 5-1，估算夯填土方量为 1221.12$m^3$。

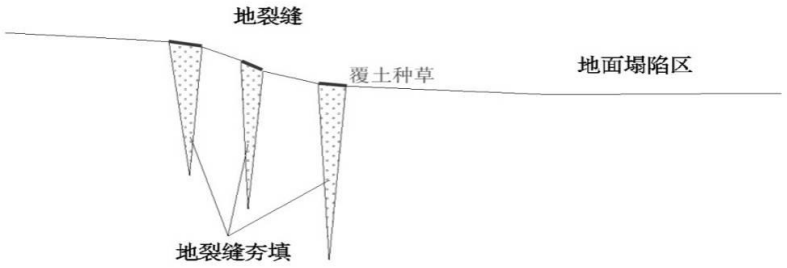



图 5-2　地裂缝夯填示意图

## （四）主要工程量

需要说明的是：地质灾害、含水层破坏及水土污染治理监测布置在矿山地质环境监测章节，故矿山地质灾害治理章节中未布设工作量。

矿山地质灾害治理工程主要工程量见表 5-2。

| 编号 | 项目 | 单位 | 工作量 | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | | 近期 | 中远期 | 合计 |
| **一** | **道路开挖形成的不稳定斜坡斜 X1 坡** | | | | |
| （一） | 警示牌 | 个 | 4 | | 4 |
| （二） | 危岩清理 | m | 5000 | | 5000 |
| **二** | **开采井口警示牌** | | | | |
| （一） | 警示牌 | 个 | 5 | | 5 |
| **三** | **地面塌陷灾害治理工程** | | | | |
| （一） | 警示牌 | 个 | | 23 | 23 |
| （一） | 围栏 | m | | 2350 | 2350 |
| （三） | 裂缝夯填土石方 | $m^3$ | | 1221.12 | 1221.12 |

# 三、土地复垦

## （一）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、实现土地复垦面积 28.56hm$^2$，土地复垦率为 100%。

2、通过对项目区的综合整治，提高复垦质量，使得复垦区域三年后各类土地质量不低于周边地区同等土地利用类型水平。

3、通过项目的实施，增加当地剩余劳动力就业机会，增加收入。

4、改善生态环境，控制水土流失。

## （二）工程设计

复垦工程主要为：办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库建筑物拆除、平整、覆土、种草植被重建；尾矿库闭坑后平整、覆土和植被重建措施；平硐和通风井口进行封闭，井口周围整平、覆土和植被重建措施；地面塌陷区进行植被重建。

复垦时间安排：本次复垦工作共分为近期和中远期 2 个阶段。其中近期为 2023 年 3 月—2028 年 2 月，中远期为 2028 年 3 月—2043 年 2 月。

1.近期（2023 年 3 月—2028 年 2 月）

（1）办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库、平硐和通风井口一直要利用到矿山闭坑，近期矿山可对办公生活区种花种草绿化，改善生活环境，本次不计算工作量。

针对土壤环境开展监测工作，为后续土地复垦提供技术参数，具体监测工程见后续矿区土地复垦监测章节。

2. 中远期（2028 年 3 月—2043 年 2 月）

（1）办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库复垦设计

办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地和爆破材料库对土地造成压占损毁，损毁程度为轻度-中度，损毁面积合计 1.20hm$^2$，损毁旱地 0.31hm$^2$，损毁天然牧草地 0.64hm$^2$，损毁采矿用地 0.25hm$^2$。参考适宜性评价等级，根据因地制宜的复垦原则，土地复垦为天然牧草地。

1）土壤重构工程

①场地拆除

矿山闭坑后爆破材料库砖混结构、办公生活区、选矿工业场地的硬化地面进行拆除，拆除垃圾运往井下回填，建筑垃圾多为砖混结构的砖头和混凝土块，对

地下水无污染。采矿调度室、汽车修理平台、材料仓库、磅房为彩板房结构，彩钢房拆除后可进行回收利用。

墙体拆除量公式为：

$V = A \times B \times C \times m$

其中：A—墙体宽；B—墙体高；C—墙体周长；m—楼层数量。

根据砖混结构施工经验，复垦区典型砖混结构房屋墙体宽度平均按 0.4m 计（图 5-3），墙体高度按开发利用方案设计情况计算，房屋的地基部分高度平均为 1m（图 5-5），代入公式可粗略估算砖混结构房屋的墙体拆除量为 120m³（表 5—3）。估算合作市岗岔金矿彩板房拆除量约 100m²（表 5—4）。

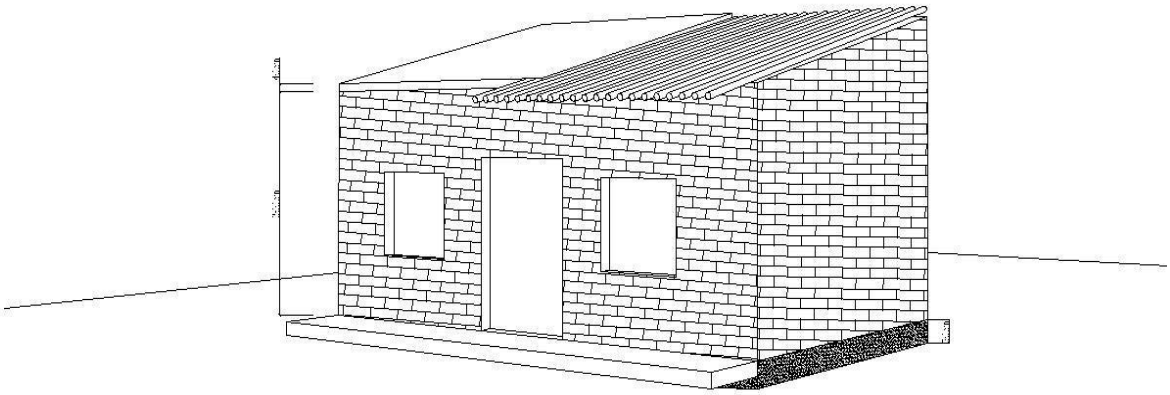


图 5—3　砖混结构墙体厚度示意图

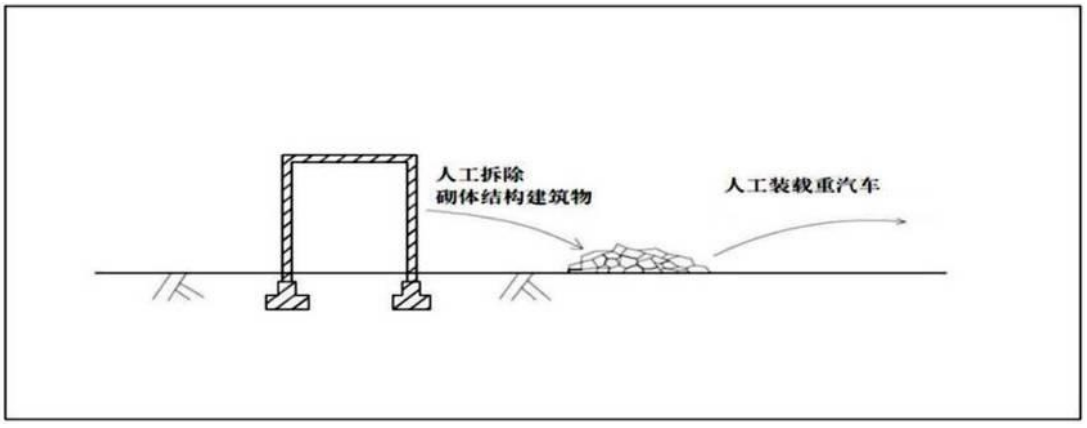



图 5-4　建筑物拆除示意图

表 5-3 彩板房筑物拆除量估算表

| 建构筑物 | 建筑物高度 | 建筑面积（m²） | 拆除量（m²） |
|---|---|---|---|
| 办公生活区 | 3 | 900 | 900 |
| 采矿工业场地 | 3 | 1100 | 1100 |
| 选矿工业场地 | 5 | 5000 | 5000 |
| 总计 | | | 7000 |

表 5-4　砖混建筑物拆除量估算表

| 建构筑物 | 建筑物高度 | 建筑面积（$hm^2$） | 建筑长（m） | 建筑宽（m） | 拆除量（$m^3$） |
|---|---|---|---|---|---|
| 爆破材料库 | 3 | 0.03 | 30 | 10 | 300 |
| 办公生活区硬化地面 | 0.3 | 900 | | | 300 |
| 选矿工业场地硬化地面 | 0.3 | 5000 | | | 1500 |
| 总计 | | | | | 2100 |

②平整工程

拆除工程完毕后，对场地进行平整，地面高差不大于 0.1m，平整采用推土机进行推平。采矿工业场平整土地面积 1.20$hm^2$，平整压实厚度按 30cm 计，总平整压实土方量为约为 3600$m^3$。

③覆土工程

在平整后的场地表层进行覆土，以利于复垦。由于场地基建时期表土进行了剥离堆放，因此，本复垦方案覆土来源均为剥离表土。

采用自卸汽车将表土由取土场运至覆土场地，平均运距小于 1.0km，覆土厚度 30cm，覆土工程量为 3600$m^3$。

④扬尘防护

I、在拆除建筑物工地周围设置围挡，对围挡落尘当定期进行清洗，保证施工工地周围环境整洁。

II、水泥和其他易飞扬物、细颗粒散体材料，安排在库内存放或遮盖，运输时要防止遗洒、飞扬，卸运时采取码放措施，减少污染。

III、运送各种材料、垃圾、渣土等必须有遮盖和防护措施，防止此类材料飞扬、洒落和流溢。

IV、施工现场垃圾要及时清运，清运垃圾、拆旧建筑物时，应配合洒水，减少扬尘污染。

V、确定车辆出场专用清洗冲刷台，车辆经清洗和覆盖后出场，严防车辆携带泥沙出场造成遗撒。

2）植被重建工程

覆土结束后直接播撒草籽，播种草籽面积 1.20$hm^2$，播种量 60kg。

播种前对种子清洗、去芒及药物拌种，提高出芽率和防止地老虎等虫害。采

用撒播方式，撒播时尽量撒播均匀。草种选用乡土物种披肩草、芨芨草等，草籽纯度要98%以上，发芽率95%以上。

播种量视种子的发芽率而定，通常每公顷播撒量为50kg。播种深度一般在2-5cm。播种时间在夏季雨季来临时为宜，同时播种前应进行一次土地灌溉，防止萌芽后的幼苗因干旱造成大量吊根死亡现象。然后进行覆土，用圆盘耙覆土一次即可，这种一般可保证种子入土2-5cm。夏季雨季来临时播种后以天然降水为主要水量补给来源。

（2）尾矿库复垦设计

尾矿库对土地造成压占损毁，全部为重度损毁，损毁面积合计1.87hm$^2$，其中损毁旱地0.18hm$^2$，损毁天然牧草地0.99hm$^2$，损毁采矿用地0.70hm$^2$。参考适宜性评价等级，根据因地制宜的复垦原则，土地复垦为天然牧草地。尾矿库在开采结束后，尾矿库需经过专业机构和人员做无害化处理，使尾矿达到一般固废后方可进行复垦。

1）土壤重构工程

①平整工程

尾矿库在开采结束后，采用推土机进行场地平整。尾矿库最终面积1.87hm$^2$，平均平整厚度为0.3m，平整土方量约为5610m$^3$。

②覆土工程

在平整后的尾矿库表层进行覆土，以利于复垦。由于场地基建时期表土进行了剥离堆放，因此，本复垦方案覆土来源均为剥离表土。

覆土可直接从原地取土，拉运距离小于500m，覆土厚度约30cm，覆土工程量为5610m$^3$。

③扬尘防护

I、运送各种材料、表土等必须有遮盖和防护措施，防止此类材料飞扬、洒落和流溢。

II、施工现场垃圾要及时清运，清运垃圾，并配合洒水，减少扬尘污染。

III、确定车辆出场专用清洗冲刷台，车辆经清洗和覆盖后出场，严防车辆携带泥沙出场造成遗撒。

2）植被重建工程

植被重建工程技术方法与前述一致，覆土结束后直接播撒草籽让其自然恢复即可。播种草籽面积 1.87hm$^2$，播种量 93.5g。

（3）平硐和回风井口复垦设计

平硐和回风井口，对土地造成挖损损毁，损毁程度为中度损毁，损毁土地面积 0.05hm$^2$，其中损毁天然牧草地 0.01hm$^2$，损毁采矿用地 0.04hm$^2$。参考适宜性评价等级，根据因地制宜的复垦原则，土地复垦为天然牧草地。

1）土壤重构工程

①井口封闭工程

复垦区有平硐和回风井口硐口 5 个，待矿山闭坑后，需对其进行封堵，封堵面积共计为 35.33m$^2$，封堵厚度为 1m，共需 M10 浆砌块石 35.33m$^3$。

②平整工程

井口封闭后对井口附近土地进行平整，平整面积 0.05hm$^2$，平均平整厚度为 0.5m，平整土方量约为 150m$^3$。

②覆土工程

平整结束后对井口附近进行覆土，以利于复垦，本复垦方案覆土来源均为剥离表土，拉运距离小于 100m，覆土厚度约 30cm，覆土工程量为 150m$^3$。

2）植被重建工程

植被重建工程技术方法与前述一致，覆土结束后直接播撒草籽让其自然恢复即可。播种草籽面积 0.05hm$^2$，播种量 2.5kg。

（5）塌陷区复垦工程设计

地面塌陷区，对土地造成沉陷损毁，损毁程度为轻度，损毁土地面积 25.44hm$^2$，其中损毁灌木林地 3.99hm$^2$，损毁天然牧草地 4.8hm$^2$，损毁采矿用地 16.65hm$^2$。塌陷区最大下沉值为 0.25m，深厚比 229.01，发生的可能性小，塌陷的主要表现形式为地裂缝，地表土地性质未发生大的变化，基本未扰动，植被不会有大的破坏，参考适宜性评价等级，根据因地制宜的复垦原则，塌陷区损毁的灌木林地 3.99hm$^2$ 复垦为灌木林地，损毁的天然牧草地 4.8hm$^2$ 复垦为天然牧草地，损毁采矿用地 16.65hm$^2$ 复垦为天然牧草地。

1）土壤重构工程

①）回填工程

矿山闭坑后，待塌陷区岩石变形沉稳后，对地裂缝进行回填，回填工作已经在地质灾害治理中设计。

2）植被重建工程

塌陷的主要表现形式为地裂缝，地表土地性质未发生大的变化，基本未扰动，植被不会有大的破坏，只需要播撒适量的草籽即可，在灌木林区也可在草籽中混入少量沙棘种子一起播撒，据现场调查，草籽和沙棘种子价格基本一致。播种草籽面积 25.44hm$^2$。

## （三）技术措施

1、技术措施

合作市岗岔金矿土地复垦措施主要为工程技术措施。工程复垦技术是指工程复垦中，按照矿山自然环境条件和复垦土地利用方向要求，对受影响的土地采取清理、回填、平整、覆土等各种手段进行处理。

（1）拆除废弃建构筑物；

（2）对平硐和回风井口进行封闭；

（3）土地平整，平整厚度 30cm；

（4）利用基建期剥离表土进行覆土，覆土厚度不小于 30cm；

（5）复垦为草地的覆土平整后撒播草籽，播种量为 50kg/hm$^2$。

硬化物拆除工程主要针对合作市岗岔金矿建筑物在闭坑以后进行，一次性将复垦区内地面建（构）筑物进行拆除、包括硬化地面混凝土结构层及碎石垫层，凿除桩基础拆迁方式建议人工加机械（图 5-5）。

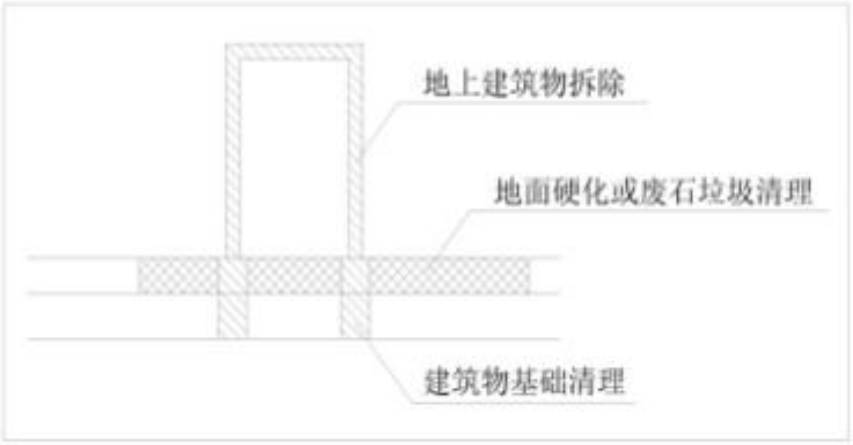



图 5-5　　硬化物拆除示意图

（6）平硐洞口封闭工程

闭坑后为了安全和恢复地貌景观，需要将洞口全部封闭，洞口直径 2.8m，采用 M10 浆砌块石封堵，封堵厚度为 1m。

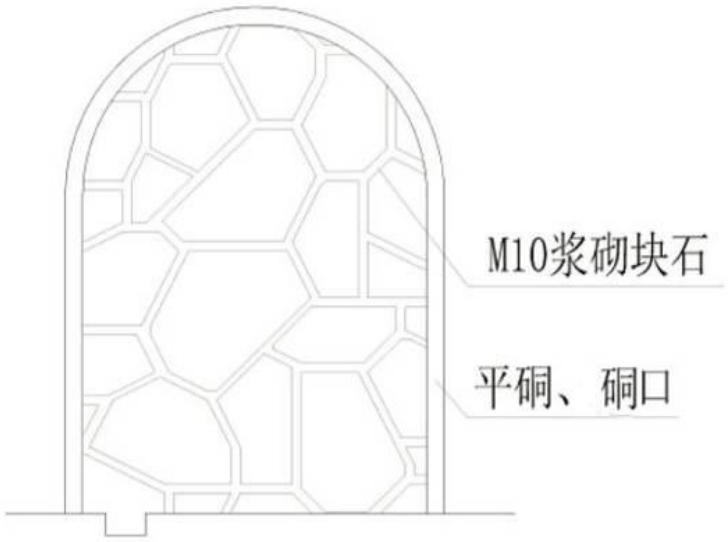



**图 5-6 平硐硐口封闭示意图**

（7）场地平整工程

在地表建（构）筑物清理拆除完成后，地面塌陷沉降结束后、进行人工场地平整，以减少矿山开采后造成不平整的土地坡度，使场地达到可利用状态。

2、生物措施

根据本项目的气候条件、土壤、地形地貌和植被等条件，确定本项目植物措施中水分和土壤因子为植被生长的主导因子，以地形地貌为次要因素，结合立地条件对复垦区采取植被恢复和绿化等防护措施。因地制宜，选择当地原有适宜当地生长的草籽。

播撒选用的草种首选乡土物种披肩草、茭茭草等，此类植物为野生草本植物，耐干旱、耐冷热，产量高而质优，又能改良土壤，为牲畜所喜爱。草籽播撒施工工序为植物材料选择→场地平整→覆土→人工播撒草籽。播种前对种子清洗、筛选及药物拌种，提高出芽率和防止地老虎等虫害。撒播时尽量撒播均匀。

## （四）主要工程量

岗岔金矿矿区土地复垦主要工程量包括建筑物拆除工程、井口封堵工程，场地平整工程、覆土工程和种草工程。合作市岗岔金矿土地复垦工作量见表 5-8。

表 5-8　合作市岗岔金矿土地复垦主要工程量表

| 编号 | 项目 | | 单位 | 工作量 | | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 近期 | 中远期 | |
| 1 | 办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料 | 建筑物拆除（砖混） | $m^3$ | | 2100 | 2100 |
| | | 建筑物拆除（彩钢） | $m^2$ | | 7000 | 7000 |
| | | 土地平整 | $m^3$ | | 3600 | 3600 |
| | | 覆土 | $m^3$ | | 5610 | 5610 |
| | | 植被重建（种草） | $hm^2$ | | 1.20 | 1.20 |
| 2 | 尾矿库 | 土地平整 | $m^3$ | | 5610 | 5610 |
| | | 覆土 | $m^3$ | | 5610 | 5610 |
| | | 植被重建（种草） | $hm^2$ | | 1.87 | 1.87 |
| 3 | 平硐回风井井口 | 井口封闭（浆砌石） | $m^3$ | | 35.33 | 35.33 |
| | | 土地平整 | $m^3$ | | 150 | 150 |
| | | 覆土 | $m^3$ | | 150 | 150 |
| | | 植被重建（种草） | $hm^2$ | | 0.05 | 0.05 |
| 4 | 塌陷区 | 植被重建（种草） | $hm^2$ | | 25.44 | 25.44 |

## 四、含水层破坏修复

矿山开采过程中，不可避免地会对地下水含水层造成一定程度的影响。采矿必然会形成一定规模的采空区，进而可能形成地面塌陷，从根本上改变了矿区地下水的赋存条件，影响了含水层整体结构，对含水层构成了扰动。因采矿引起的含水层破坏从结构角度来讲是不可恢复的，对疏干排水造成的影响和治理成本较大，且区内含水层富水性弱，原则上可不进行治理，一般等矿井闭坑后地下水位自然恢复，矿山未来开采应进一步做好预防措施。因此认为含水层的修复主要以监测为主，详见第六节。

## 五、水土环境污染破坏修复

矿山开采方式为地下井工开采，预测未来矿山开采对水土环境产生的主要污染源有：采矿废水及生活污水、生活垃圾、开采产生的废石。结合设计采矿工程，在矿山地质环境问题现状分析和预测分析的基础上，合作市岗岔金矿地下开采对水土环境污染影响和破坏程度小。生产废水循环利用，生活污水经化粪池处理后灌溉等。且矿区内已设置有专门的尾矿库，淋滤水可自然蒸发，不外排，不会造成水土污染，故本次治理方案不再对水土环境污染进行设计修复工作，矿山未来开采应进一步做好预防措施。

## 六、矿山地质环境监测

### （一）目标任务

矿山建设及采矿活动引发或可能引发地质灾害、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。

### （二）工程设计

#### 1、地质灾害监测

（1）现状堆积和开采边坡地质灾害监测

矿区内地质灾害为一处修建道路开挖形成的不稳定斜坡，专人进行地质灾害巡查，及时发现地质灾害隐患。

（2）基建引发的崩塌边坡监测

对预测矿山基建期新建 5 处平硐回风井井口的崩塌等位置进行地质灾害人工巡查监测，及时发现地质灾害隐患。

（3）预测地面塌陷区监测

对地面塌陷进行监测，在预测塌陷区布置 1 个检测点，在未受影响的区域布置一个检测点。共 2 个监测点。主要监测地表岩土体的变形情况。所有观测点应设水泥墩或其它固定标志，采用 GPS、全站仪，结合人工现场测量。

#### 2、含水层监测

由于区内含水层富水性弱，故本次不再布置监测工程。

#### 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。选择空间分辨率 2.5m 的多光谱遥感数据，在同一地区，不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%。

### 4、水土环境监测

（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。

## （三）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。

### 1、地质灾害监测

（1）现状不稳定斜坡边地质灾害监测

①监测内容

监测不稳定斜坡、崩塌、滑坡隐患点的位置、稳定性、变形等。

②监测网点的布设

根据矿体地质特征及矿山开采情况，主要在不稳定斜坡边布设监测点。共布设 1 个地质灾害监测点。采用预制混凝土棱台，规格为顶面 0.3 m×0.3m，底面为 0.5m×0.5m，高 0.8 m。顶面中心埋置倒“丁”字型Ø20 圆钢，圆钢中心打“十”字口。

③监测方法

采用巡视、统计、地面观察、GPS 仪器测量等方法。监测结果要做好记录，发现异常情况，要及时向主管部门汇报。

④监测频率

每一个月监测一次，采用不间断监测，贯穿于治理工程始终，雨季要加密监测，对监测数据实时进行整理，建立监测点详细资料，监测时长 20 年，共监测 240 次。

（2）基建引发的崩塌边坡监测

①监测内容

监测针对预测矿山基建期新建 5 处平硐回风井井口的崩塌隐患点的位置、稳定性、变形等。

②监测网点的布设

根据矿体地质特征及矿山开采情况，主要在 5 处平硐回风井井口布设监测点。共布设 5 个地质灾害监测点。。

③监测方法

采用巡视、统计、地面观察、GPS 仪器测量等方法。监测结果要做好记录，发现异常情况，要及时向主管部门汇报。

④监测频率

每一个月监测一次，采用不间断监测，贯穿于治理工程始终，雨季要加密监测，对监测数据实时进行整理，建立监测点详细资料，监测时长 15 年，共监测 900 次。

（3）地面塌陷监测

随着矿山开采的进行，地面将逐渐形成塌陷，应主要从地表变形监测入手，落实地质灾害监测。

①监测内容

监测内容包括：地表下沉量、水平移动量、地裂缝宽度、深度，建筑物裂缝宽度、长度等内容。

②监测方法

采用水准测量对地面建筑物和地表开裂进行监测，测量仪器采用水准仪配合区格木质双面标尺，作业前对仪器和标尺应进行检查和鉴定。测量采用中丝法读数，直读视距，观测采用后—后—前—前顺序，精度达到三等，观测中误差<25mm/km。

③技术要求

监测点应建立在便于长期保存和寻找地段，每次变形观测宜采用相同的图形和观测方法、统一仪器和观测方法、固定观测人员。

④监测频率

监测时间为地表移动时间，监测频率每月 1 次，雨季及发现变形异常时须加

密观测。由矿山专人或委托有资质的单位定时监测，记录要准确、数据要可靠，并及时整理观测资料，向地质灾害管理部门提交观测报告；地质灾害管理部门负责监督管理。

⑤监测点布设及监测次数

预测塌陷区布置两个检测点，在未受影响的区域布置一个检测点。共 3 个监测点。监测频率每点每月一次，塌陷区监测时长 20 年，总计监测次数为 720 次。

## 2、含水层监测

因矿区含水层富水性较弱，本次仅设计利用已有井巷系统对地下水进行水质监测（同地下水环境污染一同监测）。后期矿山生产过程中建议施工水文地质勘探孔进行地下水位、水质的监测。

## 3、地形地貌景观监测

（1）监测要素

地形地貌景观破坏监测要素：植被损毁面积。

地形地貌景观恢复监测要素：植被损毁面积。

（2）监测方法及频率

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。选择空间分辨率 2.5m 的多光谱遥感数据，在同一地区，不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。按照《地质调查项目预算标准》（2020）改地区航（卫）图片可解程度为类Ⅰ，按 1:5000 比例尺解译，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%。地形地貌景观破坏监测频率 2 次/年，监测时长 20 年。总计监测次数 40 次。

4、水土环境监测

（1）地表水水质监测

地表水采样送检测试法采用单层采水瓶，采集瞬时水样，现场测量水温、水位、水量、pH、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、$Ca^{2+}$和 $HCO_3^-$，计数

保留两位小数。采样器进行前期处理，容器做到定点、定项，现场添加保存后密封样品，贴上水样标签。在尾矿库下游和上游布设两个监测点，分别在在每年上半年 3 月和下半年 9 月进行取样送检，监测 16 年，共监测 64 次。

（2）地下水水质监测

在井下设 1 个监测点，进行取样送检，采样器进行前期处理，容器做到定点、定项，现场密封样品，贴上水样标签。每年 2 次，分别在上半年 3 月和下半年 9 月取样，监测 16 年，共监测 32 次。

（3）土壤污染程度监测

在采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库、塌陷区及采矿活动未影响区域，共布设监测点 6 个，每年 2 次，分别在上半年 3 月和下半年 9 月取样，监测 20 年，共监测 240 次。

（4）水土环境监测样品采集要求

地表水及地下水水样由专人按时进行采集，做好采样记录，采集水样时保证样品采集容器干净并贴好标签，以免混样。及时送往有关测试单位进行检测，以免样品变质。

土样采集按照设计点位由专人按时采取，并做好采样记录，及时送往有关测试单位进行检测。每件样品单独装袋，并贴好标签，避免样品污染。

（5）水土环境监测样品分析指标

①地表水监测指标

依据《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）,地表水环境质量监测指标分别为：水温、pH 值、溶解氧、高锰酸盐指数、COD、BOD5、氨氮、总磷、铜、锌、氟化物、砷、硒、汞、镉、铬、铅、氰化物、挥发酚、石油类、阴离子表面活性剂、硫化物、粪大肠菌群。

②地下水监测指标

依据《地下水质量标准》（GB/T14848-2017）中规定，地下水质量监测指标分别为：PH、总硬度、溶解性总固体、氯化物、氟化物、硫化物、硫酸盐、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、高锰酸盐指数、挥发性酚、阴离子表面活性剂、耗氧量、氰化物、砷、汞、六价铬、镉、铅、铁、锰、铜、锌、铝、大肠菌群、三氯甲烷、四氯化碳、苯、甲苯。

③土壤监测指标

依据《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）,土壤环境质量监测指标分别为：镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、六六六、滴滴涕。

## （四）主要工程量

矿山地质环境监测工程主要工程见表 5-9。

表 5-9 矿山地质环境保护与治理主要监测工程量表

| 序号 | 监测项目 | | 单位 | 工作量 | | 合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 近期 | 中远期 | |
| 1 | 地质灾害 | 现状道路不稳定边坡 | 次 | 60 | 180 | 240 |
| | | 基建期崩塌 | 次 | 300 | 600 | 900 |
| | | 地面塌陷 | 次 | 180 | 540 | 720 |
| 2 | 地形地貌 | 遥感解译 | 次 | 10 | 30 | 40 |
| 3 | 水土环境 | 地表水监测 | 次 | 20 | 44 | 64 |
| | | 地下水监测 | 次 | 10 | 22 | 32 |
| | | 土壤污染监测 | 次 | 60 | 180 | 240 |

# 七、矿区土地复垦监测和管护

## （一）目标任务

土地复垦的监测和管护是保证复垦工程实施效果，实现土地功能恢复的重要措施手段。项目土地复垦监测工程主要目标为通过土地损毁监测及时了解土地损毁工程损毁土地项目变化以便及时调整复垦工程安排，通过土地质量监测保证复垦后土地肥力土地质量达到周边土地水平，保证复垦后植被与生态环境一致性。

## （二）监测及管护设计

1.监测工程设计

（1）复垦效果监测

随着复垦工程的进行，为了保证工程达标，对已完成复垦工程的区域需要进行复垦效果监测，重点监测复垦后草地的土壤质量、植被和配套设施情况。

①监测时间

在复垦工程完成后进行初次监测，每年检测两次，每个复垦单元连续监测 3 年。

②土壤质量监测

针对复垦后其它草地的土壤质量监测内容如下：

地面坡度、有效土层厚度、pH 值、有机质、全氮、有效磷、速效钾、土壤表层盐分含量。

由矿方出资委托有资质的专业土壤化验机构进行，采样监督人员为当地村民。

复垦单元内，按复垦单元布设土壤理化指标采样点，每个复垦单元布设 1 个采样点，样品采集采用等量混合法采集，各个监测点每年检测 2 次。

③复垦植被监测

复垦植被监测内容包括：植物生长势、高度、种植密度、成活率、郁闭度、产量（生长量）。

监测方法为样方随机调查法，由矿方出资雇佣专职人员（或当地村民）进行监测。

复垦单元内，按复垦单元布设监测点，每个复垦单元布设 1 个监测点，每个监测点每年监测 2 次。

2.管护工程设计

在复垦完成后 3 年内，应划定一定时期作为禁牧期，在塌陷区边界设立警示标志，禁止外界人、畜进入复垦区，对复垦植被进行踩踏、破坏等扰动措施，特别是在每年草发芽期，禁止牲畜食草。

复垦区域复垦以后，由企业将土地归还给村土地所以权人，依靠天然降水补给自然恢复。

## （三）措施和内容

1.监测措施及内容

土地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，其目的在于获取准确的土地复垦后利用变化情况，检验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，判断项目复垦工程技术合理性，及时对土地复垦工程进行修改或完善。本项目的土地复垦效果监测，指对复垦区的用地面积的变化、复垦区土壤属性等的变化情况。重点是土壤质量、复垦植被监测。

（1）土壤监测

复垦为农、林、牧业用地的土地自然特性监测内容，为复垦区地形坡度、有效土层的厚度、土壤有效水分、土壤容重、酸碱度(pH)、有机质含量、有效磷含量、全氮含量、土壤侵蚀模数等；其监测方法以《土地复垦技术标准》（试行）为准，监测频率为每年 2 次。

（2）复垦植被监测

复垦为草地的植被监测内容为植物生长势、高度、覆盖度、产草量等。监测方法为样方随机调查法。在复垦规划的服务年限内，每年监测两次。

2.管护措施及内容

草地管护措施：划定一定时期作为禁牧期，设立警示标志，禁止外界人、畜进入复垦区。复垦以后，由企业将土地归还给村集体，依靠天然降水补给自然恢复。

## （四）主要工程量

（1）土地复垦监测工程量

土地复垦监测主要工程量如下：

**表 5-10　土地复垦监测工程量**

| 序号 | 监测项目 | 点位个数 | 监测频率 | 监测量 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 近期 | 中远期 | 总计 |
| 1 | 土壤质量检测 | 4 | 2 次/点·年 | 40 | 120 | 160 |
| 2 | 复垦植被监测 | 4 | 2 次/点·年 | 0 | 24 | 24 |

（2）管护工程量

矿区复垦管护面积 28.56hm$^2$。

# 第六章　矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

## 一、总体工作部署

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。总体部署即是矿山闭坑后要达到的目标，根据矿山地质环境现状、存在的主要矿山地质环境问题和评估结果，该矿山地质环境保护与土地复垦总体部署任务是通过该方案的实施，最大限度地避免或减轻因矿山工程建设和采矿活动对矿山地质环境的影响和破坏，闭坑后实现矿山地质环境的有效恢复，即矿山关闭后地表应基本恢复到采矿前的状态，对存在的地质灾害隐患应采取永久性防治措施，使矿山地质环境问题得到有效治理，保证矿区经济社会发展和周围居民生命财产安全。

## 二、阶段实施计划

### （一）矿山地质环境治理

根据合作市岗岔金矿的生产特点、矿山开采进度安排结合本方案的适用年限及服务年限，设计将矿山地质环境治理分为近期和中远期 2 个阶段。其中近期为 2023 年 3 月—2028 年 2 月，中远期为 2028 年 3 月—2043 年 2 月。

1.近期（2023 年 3 月—2028 年 2 月）

（1）对道路开挖形成的不稳定斜坡斜 X1 进行取刷方削坡，设置警示牌。

（2）生产建设过程中可能引发崩滑

矿山地下开采时需建 5 处平硐和通风井口，且井口建设所需面积小；建设过程中，井口建设过程中引发崩滑灾害可能性小，危险性小，本次仅在井口设置警示牌，重点加强监测，监测工程量在地质灾害监测中详述。

2.中远期（2028 年 3 月—2043 年 2 月）

（1）采矿引发地面塌陷灾害

沉降结束后针对地面塌陷主要采取夯填裂缝、设置警示牌、围栏的方法进行治理，重点加强监测。

（2）持续对评估区内的地质环境开展动态监测，动态治理，并做好相关台帐记录，监测内容包括不稳定斜坡变形、水土资源破坏等。

### （二）土地复垦

根据合作市岗岔金矿的生产特点、矿山开采进度安排结合本方案的适用年限及服务年限，本次复垦工作分为近期和中远期 2 个阶段。其中近期为 2023 年 3 月—2028 年 2 月，中远期为 2028 年 3 月—2043 年 2 月。

1.近期（2023 年 3 月—2028 年 2 月）

（1）针对土壤环境开展监测工作，为后续土地复垦提供技术参数。

2.中远期（2028 年 3 月—2043 年 2 月）

（1）开采结束后，办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库建筑物拆除、平整、覆土、种草植被重建；

（2）尾矿库闭坑后平整、覆土和植被重建；

（3）平硐和通风井口进行封闭，井口周围整平、覆土和植被重建措施；

（4）塌陷区进行植被重建；

## 三、近期年度工作安排

### （一）矿山地质环境治理近期年度工作安排

近五年（2023 年 3 月—2028 年 2 月）矿山地质环境治理主要工程量。

1.2023 年 3 月-2024 年 2 月

（1）对道路开挖形成的不稳定斜坡斜 X1 进行取刷方削坡，设置警示牌，经估算，危岩清理量约为 5000$m^3$，共设立警示牌 4 处。

（2）生产建设过程中可能引发崩滑

矿山地下开采时需建 5 处平硐和回风井口口设置警示牌，设置警示牌 5 处。

（3）对已有对道路开挖形成的不稳定斜坡进行监测 12 次，对基建期井口可能的崩塌进行监测 60 次，地面塌陷监测 36 次，地形地貌景观破坏和恢复监测的遥感解译次数 2 次，地表水监测 4 次，地下水监测 2 次，土壤污染监测 12 次。

2. 2024 年 3 月-2025 年 2 月

对已有对道路开挖形成的不稳定斜坡进行监测 12 次，对基建期井口可能的崩塌进行监测 60 次，地面塌陷监测 36 次，地形地貌景观破坏和恢复监测的遥感

解译次数 2 次，地表水监测 4 次，地下水监测 2 次，土壤污染监测 12 次。

3. 2025 年 3 月-2026 年 2 月

对已有对道路开挖形成的不稳定斜坡进行监测 12 次，对基建期井口可能的崩塌进行监测 60 次，地面塌陷监测 36 次，地形地貌景观破坏和恢复监测的遥感解译次数 2 次，地表水监测 4 次，地下水监测 2 次，土壤污染监测 12 次。

4. 2026 年 3 月-2027 年 2 月

对已有对道路开挖形成的不稳定斜坡进行监测 12 次，对基建期井口可能的崩塌进行监测 60 次，地面塌陷监测 36 次，地形地貌景观破坏和恢复监测的遥感解译次数 2 次，地表水监测 4 次，地下水监测 2 次，土壤污染监测 12 次。

5. 2027 年 3 月-2028 年 2 月

对已有对道路开挖形成的不稳定斜坡进行监测 12 次，对基建期井口可能的崩塌进行监测 60 次，地面塌陷监测 36 次，地形地貌景观破坏和恢复监测的遥感解译次数 2 次，地表水监测 4 次，地下水监测 2 次，土壤污染监测 12 次。

矿山地质环境治理近期年度工程量汇总如下表 6-1：

**表 6-1　矿山地质环境治理工程近期年度工程量汇总表**

| 项目 | | 分项 | 单位 | 工程量 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2023 年 3 月—2024 年 2 月 | 2024 年 3 月—2024 年 2 月 | 2025 年 3 月—2026 年 2 月 | 2026 年 3 月—2027 年 2 月 | 2027 年 3 月—2028 年 2 月 |
| 道路边不稳定斜坡 | | 警示牌 | 个 | 4 | | | | |
| | | 危岩清理 | $m^3$ | 5000 | | | | |
| 平硐回风井口 | | 警示牌 | 个 | 5 | | | | |
| 地质环境监测 | 地质灾害 | 道路边不稳定斜坡 | 次 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| | | 基建期井口崩塌监测 | 次 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 |
| | | 地面塌陷监测 | 次 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 |
| | 地形地貌 | 遥感解译 | 次 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | 水土污染监测 | 地表水监测 | 次 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| | | 地下水监测 | 次 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |
| | | 土壤污染监测 | 次 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |

## （二）土地复垦近期年度工作安排

近五年（2023 年 3 月-2028 年 2 月）土地复垦分年度工作主要为：

办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料库、平硐和通风井口

一直要利用到矿山闭坑。

现阶段主要针对土壤环境开展监测工作，为后续土地复垦提供技术参数，具体监测工程见后续矿区土地复垦监测章节。

1. 2023 年 3 月-2024 年 2 月

土壤质量监测 8 次。

2. 2024 年 3 月-2025 年 2 月

土壤质量监测 8 次。

3. 2025 年 3 月-2026 年 2 月

土壤质量监测 8 次。

4. 2026 年 3 月-2027 年 2 月

土壤质量监测 8 次。

5. 2027 年 3 月-2028 年 2 月

土地复垦近期年度工程量汇总如下：

**表 6-2　土地复垦近期年度工程量汇总表**

| 分项 | 单位 | 工程量 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2023 年 3 月—2024 年 2 月 | 2024 年 3 月—2024 年 2 月 | 2025 年 3 月—2026 年 2 月 | 2026 年 3 月—2027 年 2 月 | 2027 年 3 月—2028 年 2 月 |
| 土壤质量监测 | 次 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 |

# 第七章　经费估算与进度安排

## 一、经费估算依据

### （一）矿山环境恢复治理经费估算依据

1. 编制依据

（1）《甘肃省地质环境项目工程投资编制方法》甘国土资环发[2018]105 号；

（2）《甘肃省地质灾害防治工程投资编制办法》甘国土资环发〔2008〕105 号文件；

（3）《关于调整甘肃省建设工程人工单价的通知》甘建价〔2011〕514 号文件；

（4）《关于调整甘肃省建设工程税金费率的通知》甘建价〔2011〕215 号文件；

（5）《甘肃省地质灾害防治工程初步设计概（估）算费用构成及计算标准（试行）》（甘国土资环发）；

（6）财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》（2012）；

（7）市场调研数据。

2.定额依据

（1）《甘肃省水利水电建筑工程概算定额》（甘肃省水利厅 2013 版）；

（2）《甘肃省水利水电工程施工机械台班费定额》（甘肃省水利厅 2013 版）；

（3）《甘肃省水利水电工程设计概（估）算编制规定》（甘肃省水利厅 2013 版）；

（4）财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算定额》（2012）；

（5）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.基础单价分析

（1）人工预算单价

工长8.16元/工时；高级工7.65 元/工时；中级工6.42元/工时；初级工4.98元/工时。

（2）主要材料预算单价

本工程建筑材料主要为水泥、钢材、砂石料，均可在合作市购买，汽车运距

约30km；其预算价格均为运至工地的价格，材料价格参照《合作市2022年第一季度实物法调整的综合材料预算指导价格》和当地材料市场价格确定，见附表7-7。

**人工预算单价计算 1**

| 地区类别：三类 | | | 定额人工等级：工长 | |
|---|---|---|---|---|
| 序号 | 项目 | 计算式 | 单位 | 单价 |
| 1 | 基本工资 | 650 元×12 月÷234 天 | 元/工日 | 33.33 |
| 2 | 辅助工资 | | 元/工日 | 9.29 |
| 1） | 施工津贴 | 4 元×365 天×95%÷234 天 | 元/工日 | 5.93 |
| 2） | 高原津贴 | 20 元×12 月/234 天 | 元/工日 | 1.03 |
| 3） | 夜餐津贴 | （3.5 元+4.5 元）÷2×20% | 元/工日 | 0.8 |
| 4) | 节日加班津贴 | 33.33 元×11 天×3 倍÷250 天×35% | 元/工日 | 1.54 |
| 3 | 工资附加费 | | 元/工日 | 22.68 |
| 1） | 职工福利费 | （33.33 元+9.29 元）×14% | 元/工日 | 5.97 |
| 2） | 工会经费 | （（33.33 元+9.29 元）×2% | 元/工日 | 0.85 |
| 3） | 养老保险费 | （33.33 元+9.29 元）×20% | 元/工日 | 8.53 |
| 4） | 医疗（大病、生育）保险费 | （33.33 元+9.29 元）×7.2% | 元/工日 | 3.07 |
| 5） | 工伤保险费 | （33.33 元+9.29 元）×1% | 元/工日 | 0.43 |
| 6） | 职工失业保险基金 | （33.33 元+9.29 元）×2% | 元/工日 | 0.85 |
| 7） | 住房公积金 | （33.33 元+9.29 元）×7% | 元/工日 | 2.98 |
| 4 | 1、2、3 项之和 | | 元/工日 | 65.3 |
| 5 | 人工预算单价 | 65.3 元÷8 | 元/工时 | 8.16 |

**人工预算单价计算表 2**

| 地区类别：三类 | | | 定额人工等级：高级工 | |
|---|---|---|---|---|
| 序号 | 项目 | 计算式 | 单位 | 单价 |
| 1 | 基本工资 | 600 元×12 月÷234 天 | 元/工日 | 30.77 |
| 2 | 辅助工资 | | 元/工日 | 9.17 |
| 1） | 施工津贴 | 4 元×365 天×95%÷234 天 | 元/工日 | 5.93 |
| 2） | 高原津贴 | 20 元×12 月/234 天 | 元/工日 | 1.03 |
| 3） | 夜餐津贴 | （3.5 元+4.5 元）÷2×20% | 元/工日 | 0.8 |
| 4) | 节日加班津贴 | 30.77 元×11 天×3 倍÷250 天×35% | 元/工日 | 1.42 |
| 3 | 工资附加费 | | 元/工日 | 21.25 |
| 1） | 职工福利费 | （30.77 元+9.17 元）×14% | 元/工日 | 5.59 |
| 2） | 工会经费 | （30.77 元+9.17 元）×2% | 元/工日 | 0.8 |
| 3） | 养老保险费 | （30.77 元+9.17 元）×20% | 元/工日 | 7.99 |
| 4） | 医疗（大病、生育）保险费 | （30.77 元+9.17 元）×7.2% | 元/工日 | 2.88 |
| 5） | 工伤保险费 | （30.77 元+9.17 元）×1% | 元/工日 | 0.4 |
| 6） | 职工失业保险基金 | （30.77 元+9.17 元）×2% | 元/工日 | 0.8 |
| 7） | 住房公积金 | （30.77 元+9.17 元）×7% | 元/工日 | 2.8 |
| 4 | 1、2、3 项之和 | | 元/工日 | 61.19 |
| 5 | 人工预算单价 | 61.19 元÷8 | 元/工时 | 7.65 |

**人工预算单价计算表 3**

| 地区类别：三类 | | | 定额人工等级：中级工 | |
|---|---|---|---|---|
| 序号 | 项目 | 计算式 | 单位 | 单价 |
| 1 | 基本工资 | 480 元×12 月÷234 天 | 元/工日 | 24.62 |
| 2 | 辅助工资 | | 元/工日 | 8.89 |
| 1） | 施工津贴 | 4 元×365 天×95%÷234 天 | 元/工日 | 5.93 |
| 2） | 高原津贴 | 20 元×12 月/234 天 | 元/工日 | 1.03 |
| 3） | 夜餐津贴 | （3.5 元+4.5 元）÷2×20% | 元/工日 | 0.8 |
| 4) | 节日加班津贴 | 24.62 元×11 天×3 倍÷250 天×35% | 元/工日 | 1.14 |
| 3 | 工资附加费 | | 元/工日 | 17.82 |
| 1） | 职工福利费 | （24.62 元+8.89 元）×14% | 元/工日 | 4.69 |
| 2） | 工会经费 | （24.62 元+8.89 元）×2% | 元/工日 | 0.67 |
| 3） | 养老保险费 | （24.62 元+8.89 元）×20% | 元/工日 | 6.7 |
| 4） | 医疗（大病、生育）保险费 | （24.62 元+8.89 元）×7.2% | 元/工日 | 2.41 |
| 5） | 工伤保险费 | （24.62 元+8.89 元）×1% | 元/工日 | 0.34 |
| 6） | 职工失业保险基金 | （24.62 元+8.89 元）×2% | 元/工日 | 0.67 |
| 7） | 住房公积金 | （24.62 元+8.89 元）×7% | 元/工日 | 2.35 |
| 4 | 1、2、3 项之和 | | 元/工日 | 51.33 |
| 5 | 人工预算单价 | 51.33 元÷8 | 元/工时 | 6.42 |

**人工预算单价计算表 4**

| 地区类别：三类 | | | 定额人工等级：初级工 | |
|---|---|---|---|---|
| 序号 | 项目 | 计算式 | 单位 | 元/工日 |
| 1 | 基本工资 | 340 元×12 月÷234 天 | 元/工日 | 17.44 |
| 2 | 辅助工资 | | 元/工日 | 8.56 |
| 1） | 施工津贴 | 4 元×365 天×95%÷234 天 | 元/工日 | 5.93 |
| 2） | 高原津贴 | 20 元×12 月/234 天 | 元/工日 | 1.03 |
| 3） | 夜餐津贴 | （3.5 元+4.5 元）÷2×20% | 元/工日 | 0.8 |
| 4) | 节日加班津贴 | 17.44 元×11 天×3 倍÷250 天×35% | 元/工日 | 0.81 |
| 3 | 工资附加费 | | 元/工日 | 13.83 |
| 1） | 职工福利费 | （17.44 元+8.56 元）*14% | 元/工日 | 3.64 |
| 2） | 工会经费 | （17.44 元+8.56 元）*2% | 元/工日 | 0.52 |
| 3） | 养老保险费 | （17.44 元+8.56 元）*20% | 元/工日 | 5.2 |
| 4） | 医疗（大病、生育）保险费 | （17.44 元+8.56 元）*7.2% | 元/工日 | 1.87 |
| 5） | 工伤保险费 | （17.44 元+8.56 元）*1% | 元/工日 | 0.26 |
| 6） | 职工失业保险基金 | （17.44 元+8.56 元）*2% | 元/工日 | 0.52 |
| 7） | 住房公积金 | （17.44 元+8.56 元）*7% | 元/工日 | 1.82 |
| 4 | 1、2、3 项之和 | | 元/工日 | 39.82 |
| 5 | 人工预算单价 | 38.82 元÷8 | 元/工时 | 4.98 |

定额标准按《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（2013），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1.15系数，修理及替换设备费除以1.11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。

治理部分各项目的综合单价为考虑治理所需的各种材料费、施工所需人工费和机械台班费在内的直接工程费用综合单价。

3.工程估算

（1）建筑工程

建筑工程概算单价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）中规定计取费率：

措施费：取直接工程费的4.0%。

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%。

利润：取直接费与间接费之和的7%。

税金：按直接费、间接费和利润之和的9%。

（2）其他费用

根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，其他费用包括勘查设计费，其中：

建设单位管理费：按建安工程费用2%计算；

勘查设计费：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，中标后按实际中标价。

（3）基本预备费

预备费：建筑工程费+临时工程费+其他费用之和的10%。

## （二）土地复垦经费估算的原则和依据

1.土地复垦经费估算的原则和依据

（1）文件依据

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）；

财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》（2012）；

《土地整治工程建设标准编写规程》（TD/T1045-2016）；

（2）定额依据

财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算定额》（2012）；

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）。

2.费用构成分析计算

结合当地实际情况和标准，参照当地人工、水、材料、草籽、机械台班等的基础价格，确定本项目工程估算单价，再按照工程量乘以单价编制静态投资估算，并根据生态复垦工程进度的安排编制分年度投资估算。静态投资估算由工程施工费、设备费、其它费用(包括前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费)和不可预见费组成。在计算中，以万元为单位，取小数点后两位计到百，汇总后取整计到万元。

（1）工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。直接费由直接工程费、措施费组成。

人工预算单价、材料用量、施工机械使用费定额根据《土地开发整理项目预算定额标准》中规定计取。通过计算，本项目甲类工人工日预算单价为 56.54 元/工日，乙类工人工日预算单价为 43.29 元/工日。

1）直接费

A、直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械费组成。

B、措施费

措施费是指为完成工程项目施工，发生于该工程施工前和施工过程中非工程实体项目的费用。主要包括：临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费和特殊地区施工增加费。

a、临时设施费

不同工程类别的临时设施费率见表 7—1。

**表 7—1　临时设施费费率表**

| 序号 | 工程类别 | 计算基础 | 措施费费率 |
|---|---|---|---|
| 1 | 土方工程 | 直接工程费 | 2 |
| 2 | 石方工程 | 直接工程费 | 2 |
| 3 | 砌体工程 | 直接工程费 | 2 |
| 4 | 混凝土工程 | 直接工程费 | 2 |
| 5 | 其他工程 | 直接工程费 | 2 |

b、冬雨季施工增加费

按直接工程费的百分率计算，费率为 0.7—1.5%。本项目不在冬雨季施工，费率取小值 0.7%。

c、夜间施工增加费

按直接工程费的百分率计算，费率为 0.2%。

d、施工辅助费

按直接工程费的百分率计算，费率为 0.7%。

e、安全措施施工费

按直接工程费的百分率计算，费率为 0.2%。

2）间接费

间接费包括企业管理费和财务费用，依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定，间接费按工程类别进行计取。间接费费率见表 7—2。

**表 7—2 间接费费率表**

| 序号 | 工程类别 | 计算基础 | 间接费费率 |
|---|---|---|---|
| 1 | 土方工程 | 直接工程费 | 5 |
| 2 | 石方工程 | 直接工程费 | 6 |
| 3 | 砌体工程 | 直接工程费 | 5 |
| 4 | 混凝土工程 | 直接工程费 | 6 |
| 5 | 其他工程 | 直接工程费 | 5 |

3）利润

利润指施工企业完成所承包工程获得的盈利。依据《土地开发整理项目预算定额标准》规定，费率取 3.0%，计算基础为直接费和间接费之和。

4）税金

税金指按照国家规定应计入造价内的增值税、城市维护建设税和教育附加费。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

设备购置费包含设备出厂原价以及运输到工地后所发生的所有费用之和。本项目不涉及设备购置。

（3）其他费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费等组成。

1）前期工作费

前期工作费指土地开发整理项目在工程施工前所发生的各项支出，包括：土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标费。具体各项取费见其他费用表。

2）工程监理费

工程监理费按工程施工费的 1.5%计算。具体各项取费见其他费用表。

3）工验收费

竣工验收费主要包括：项目工程验收费、项目决算的编制与审计费，整理后土地的重估与登记费等。竣工验收费按工程施工费的 3.86%计算。具体各项取费见其他费用表。

竣工验收费=工程复核费（取费 0.7%）+工程验收费（取费 1.4%）+项目决算编制与审计费（取费 1.0%）+整理后土地重估与登记费（取费 0.65%）+标识设定费（取费 0.11%）

4）业主管理费

业主管理费主要包括：项目管理人员的工资、补助工资、其它工资、职工福利费、公务费、业务招待费等。业主管理费按不超过工程施工费、前期工作费和工程监理费及竣工验收费之和的 2.8%计算。具体各项取费见其他费用表。

5）预见费

预备费包含基本预备费、价差预备费和风险金。

A 基本预备费

它是指由于如下原因导致费用增加而预留的费用：①设计变更导致的费用增加；②不可抗力导致的费用增加；③隐蔽工程验收时发生的挖掘及验收结束时进行恢复所导致的费用增加。基本预备费按照工程施工费和其他费用之和 3%计费。

B 价差预备费

它是指建设项目在建设期间内由于价格等变化引起工程造价变化的预测预

留费用。费用内容包括：人工、材料、施工机械的价差费，建筑安装工程费及工程建设其他费用调整，利率、汇率调整等增加的费用。

计算方法：根据施工年限，以分年度静态投资为计算基数；按照甘肃省物价变动趋势，适时调整和发布的年物价指数计算。

计算公式：$$E=\sum_{n=1}^{N}F_{n}[(1+P)^{n-1}-1]$$

式中： E——价差预备费；N——合理复垦工期；n——施工年度； Fn——复垦期间分年度静态投资第 n 年的投资； P——年物价指数，本项目按 6%计算。

## 二、矿山地质环境治理工程经费估算

本节工程经费估算在查阅了国家及地方规范要求及市场调研的基础上进行估算。

### （一）总工程量及投资估算

根据上述编制原则、依据和编制办法，经分析计算，本矿山地质环境保护与治理恢复工程总投资为 79.69 万元（表 7－3、7－4）。

表 7－3 矿山地质环境恢复治理工程量汇总表

| 项目 | 治理工程 | 分项 | 单位 | 工程量 |
|---|---|---|---|---|
| **第一部分：治理工程** | | | | |
| 一 | **矿山环境预防与治理工程** | | | |
| 地质环境治理 | 开采平硐及通风井口 | 开采洞口警示牌 | 个 | 5 |
| | 道路开挖形成的不稳定斜坡斜 X1 坡 | 警示牌 | 个 | 4 |
| | | 危岩清理 | 100m$^3$ | 50 |
| | 地面塌陷灾害治理工程 | 警示牌 | 个 | 23 |
| | | 围栏 | m | 2350 |
| | | 裂缝夯填土石方 | 100m$^3$ | 12.21 |
| 二 | **监测工程** | | | |
| 地质环境监测 | 地质灾害 | 道路不稳定边坡 | 次 | 240 |
| | | 井口崩塌边坡监测 | 次 | 900 |
| | | 地面塌陷监测 | 次 | 720 |
| | 地形地貌 | 遥感解译 | 次 | 40 |
| | 水土环境 | 地表水监测 | 次 | 64 |
| | | 地下水监测 | 次 | 32 |
| | | 土壤监测 | 次 | 240 |

表 7－4　矿山地质环境恢复治理工程总估算表

| 序号 | 工程和费用名称 | 费用（万） | 占工程总估比例 |
|---|---|---|---|
| **第一部分：治理工程** | | **56.77** | **71.24%** |
| 一 | 矿山地质环境防护工程 | 15.41 | 19.33% |
| 二 | 监测工程 | 41.36 | 51.90% |
| **第二部分：其他费用** | | **15.68** | **19.67%** |
| 一 | 建设管理费 | 3.97 | 4.99% |
| 二 | 方案编制费 | 10.00 | 12.55% |
| 三 | 其他费用 | 1.70 | 2.14% |
| **第三部分：预备费用** | | **7.24** | **9.09%** |
| 工程总估算价 | | 79.69 | 100.00% |

## （二）分部工程量及投资估算

表 7－5 矿山地质环境恢复治理分布工程费用估算表

| 项目 | 治理工程 | 分项 | 单位 | 工程量 | 单价（元） | 投资估算（万元） |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **第一部分：治理工程** | | | | | | **56.77** |
| **一** | **矿山环境预防与治理工程** | | | | | **15.41** |
| 地质环境治理 | 开采平硐及通风井口 | 开采洞口警示牌 | 个 | 5 | 217.68 | 0.11 |
| | 道路开挖形成的不稳定斜坡斜 X1 坡 | 警示牌 | 个 | 4 | 217.68 | 0.09 |
| | | 危岩清理 | 100m$^3$ | 50 | 1763.34 | 8.82 |
| | 地面塌陷灾害治理工程 | 警示牌 | 个 | 23 | 217.68 | 0.50 |
| | | 围栏 | m | 2350 | 19.9 | 4.68 |
| | | 裂缝夯填土石方 | 100m$^3$ | 12.21 | 996.84 | 1.22 |
| **二** | **监测工程** | | | | | **41.36** |
| 地质环境监测 | 地质灾害 | 道路不稳定边坡 | 次 | 240 | 120 | 2.88 |
| | | 井口崩塌边坡监测 | 次 | 900 | 120 | 10.80 |
| | | 地面塌陷监测 | 次 | 720 | 100 | 7.20 |
| | 地形地貌 | 遥感解译 | 次 | 40 | 3200 | 12.80 |
| | 水土环境 | 地表水监测 | 次 | 64 | 800 | 5.12 |
| | | 地下水监测 | 次 | 32 | 800 | 2.56 |
| | | 土壤监测 | 次 | 240 | 800 | 19.20 |

表 7－6 矿山地质环境其他费用和预备费用估算表

| 编号 | 工程或费用名称 | 单位 | 计算式 | 合价(万元) |
|---|---|---|---|---|
| **第二部分：其他费用** | | | | **15.68** |
| **一** | **建设管理费** | **万元** | | **3.97** |
| 1 | 建设单位管理费 | 万元 | 第一部分×2.00% | 1.14 |
| 2 | 工程施工监理费用 | 万元 | 第一部分×2.50% | 1.42 |
| 3 | 招标代理费 | 万元 | 第一部分×2.50% | 1.42 |
| **二** | **勘察设计费** | **万元** | | **10.00** |
| 1 | 勘察设计费 | 万元 | **合同价** | 10.00 |
| **三** | **其他费用** | **万元** | | **1.70** |
| 1 | 施工安全措施费 | 万元 | 第一部分×2.00% | 1.14 |
| 2 | 工程保险费 | 万元 | 第一部分×1.0% | 0.57 |
| **第三部分：预备费用** | | **万元** | **第一、二部分×10%** | **7.24** |
| **合计** | | **万元** | | **79.69** |

表 7—7 主要材料预算价格表

| 序号 | 材料名录 | 单位 | 单价（元） | 备注 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 水（工程用水） | t | 1.87 | |
| 2 | 柴油 | kg | 6.80 | 含运输、保管费 |
| 3 | 汽油 | kg | 8.93 | 含运输、保管费 |
| 4 | 块石 | $m^3$ | 120 | |
| 5 | 普通水泥 | t | 333 | 42.5 袋装 |
| 6 | 商品混凝土 | $m^3$ | 405 | C25 |

表 7—8　单项工程单价估算表

| 序号 | 工程名称 | 计量单位 | 直接费 | | | | | | 间接费（元） | 利润（元） | 税金（元） | 总计（元） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 人工费 | 材料费 | 施工机械费 | 直接工程费 | 措施费 | 合计 | | | | |
| 1 | 警示牌 | 个 | 100 | 75 | 0 | 175.00 | 6.65 | 181.65 | 8.75 | 5.71 | 21.57 | 217.68 |
| 2 | 铁丝网围栏 | m | 10 | 6 | 0 | 16.00 | 0.61 | 16.61 | 0.80 | 0.52 | 1.97 | 19.90 |
| 3 | 危岩清理 | 100 $m^3$ | 117.41 | 0 | 1287.26 | 1404.67 | 53.38 | 1458.05 | 84.28 | 46.27 | 174.75 | 1763.34 |
| 4 | 挖基 | 100 $m^3$ | 0 | 0 | 1720.42 | 1720.42 | 65.38 | 1785.80 | 86.02 | 56.15 | 212.08 | 2140.05 |
| 5 | 浆砌石（挡墙） | $m^3$ | 81.44 | 405.39 | 42.77 | 529.60 | 20.12 | 549.72 | 31.78 | 17.45 | 65.88 | 664.83 |
| 6 | 夯填土方 | 100 $m^3$ | 801.38 | 0 | 0 | 801.38 | 30.45 | 831.83 | 40.07 | 26.16 | 98.79 | 996.84 |

# 三、土地复垦工程经费估算

## （一）工程费用估算

1. 人工预算单价

甲类工人工预算单价 56.54 元/工日，乙类工人工日预算单价 43.29 元/工日。

表 7-9

**表 7-9　土地复垦人工单价预算价格表**

| 序号 | 项目 | 计算公式 | 乙类工 | 甲类工 |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 基本工资 | 基本工资（元/月）地区工资系数*12 月/240 | 29.33 | 33.86 |
| 2 | 辅助工资 | | 3.34 | 6.55 |
| （1） | 地区津贴 | 津贴标准（元/月）*12 月/240 | 0 | 0 |
| （2） | 施工津贴 | 津贴标准（元/天）*365 天*$K_1$/240 | 2.89 | 5.06 |
| （3） | 夜餐津贴 | （3.5 元/中班＋4.5 元/夜班）/2* *$K_2$ | 0.2 | 0.8 |
| （4） | 节日加班津贴 | 基本工资（元/工日）*2*11/250 工日*$K_3$ | 0.25 | 0.7 |
| 3 | 工资附加费 | | 10.62 | 14.02 |
| （1） | 职工福利基金 | 【基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）】*费率标准（%） | 3.16 | 4.08 |
| （2） | 工会经费 | 【基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）】*费率标准（%） | 0.45 | 0.58 |
| （3） | 养老保险费 | 【基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）】*费率标准（%） | 4.51 | 5.38 |
| （4） | 医疗保险费 | 【基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）】*费率标准（%） | 0.90 | 1.17 |
| （5） | 工伤保险费 | 【基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）】*费率标准（%） | 0.338 | 0.437 |
| （6） | 失业保险费 | 【基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）】*费率标准（%） | 0.451 | 0.58 |
| （7） | 住房公积金 | 【基本工资（元/工日）＋辅助工资（元/工日）】*费率标准（%） | 1.8 | 2.33 |
| 人工单价费 | | | | |
| 甲类 | | 人工工日预算单价（元/工日）=基本工资+辅助工资+工资附加费= 56.54 | | |
| 乙类 | | 人工工日预算单价（元/工日）=基本工资+辅助工资+工资附加费=43.29 | | |
| 填报说明 | | 地区工资系数按十一类工资区计取。 | | |
| 地区津贴标准按甘肃省现行津贴标准计算，地区津贴补贴费率取4%。<br>职工福利基金计算中的涉及费率标准：甲工取14%，乙工取14%。<br>工会经费计算中涉及的费率标准：甲工取2%，乙工取2%。<br>养老保险费计算中涉及的费率标准：甲工取20%，乙工取20%。<br>医疗保险费计算中涉及的费率标准：甲工取4%，乙工取4%。<br>工伤保险费计算中涉及的费率标准：甲工取1.5%，乙工取1.5%。<br>职工失业保险基金计算中涉及的费率标准：甲工取 2%，乙工取 2%。<br>住房公积金计算中涉及的费率标准：甲工取 8%，乙工取 8%。 | | | | |

2.工程单价估算

土地复垦工程单价估算见（表 7—10）：

**表 7-10　土地复垦工程单价估算表**

| 序号 | 工程名称 | 计量单位 | 直接费 | | | | | | 间接费（元） | 利润（元） | 税金（元） | 总计（元） |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 人工费 | 材料费 | 施工机械费 | 直接工程费 | 措施费 | 合计 | | | | |
| 1 | 土石方夯填 | $m^3$ | 0.08 | 0 | 5.28 | 5.36 | 0.27 | 5.63 | 0.54 | 0.44 | 0.74 | 7.43 |
| 2 | 拆除（彩钢房） | $m^2$ | 30.00 | 0 | 0 | 30.00 | 1.14 | 31.14 | 1.80 | 0.99 | 3.73 | 37.66 |
| 3 | 拆除（砖混） | $100m^3$ | 7346.54 | 0 | 0 | 7346.54 | 27910 | 7625.71 | 368.23 | 239.81 | 288.17 | 8521.85 |
| 4 | 覆土工程 | $100m^3$ | 801.38 | 0 | 941.14 | 1742.52 | 66.22 | 1808.74 | 87.13 | 19.85 | 67.05 | 1982.77 |
| 5 | 土地平整 | $100m^3$ | 132.69 | 0 | 0.00 | 132.69 | 5.04 | 137.73 | 6.63 | 4.33 | 5.20 | 153.89 |
| 6 | M10 浆砌石 | $m^3$ | 81.44 | 405.39 | 42.77 | 529.60 | 20.12 | 549.72 | 31.78 | 17.45 | 65.88 | 664.83 |
| 7 | 种草（撒播草籽） | $hm^2$ | 94.06 | 2000 | 0 | 2094.06 | 79.57 | 2173.63 | 104.70 | 68.35 | 82.13 | 2428.81 |

3、工程费用投资估算汇总

土地复垦工程费用投资估算如下（表 7—11）：

表 7-11　土地复垦工程费用投资估算表

| 编号 | 项目 | | 单位 | 合计 | 单价 | 投资估算 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| **一** | **土地复垦工程** | | | | | **61.20** |
| 1 | 办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、爆破材料 | 建筑物拆除（砖混） | $100m^3$ | 21 | 8521.85 | 17.90 |
| | | 建筑物拆除（彩钢） | $100m^2$ | 70 | 2167.54 | 15.17 |
| | | 土地平整 | $100m^3$ | 36 | 153.89 | 0.55 |
| | | 覆土 | $100m^3$ | 36 | 1982.77 | 7.14 |
| | | 植被重建（种草） | $hm^2$ | 1.2 | 2428.81 | 0.29 |
| 2 | 尾矿库 | 土地平整 | $100m^3$ | 56.1 | 153.89 | 0.86 |
| | | 覆土 | $100m^3$ | 56.1 | 1982.77 | 11.12 |
| | | 植被重建（种草） | $hm^2$ | 1.81 | 2428.81 | 0.44 |
| 3 | 平硐和通风井口 | 井口封闭（浆砌石） | $m^3$ | 35.33 | 664.83 | 2.35 |
| | | 土地平整 | $m^3$ | 1.5 | 153.89 | 0.02 |
| | | 覆土 | $100m^3$ | 1.5 | 1982.77 | 0.30 |
| | | 植被重建（种草） | $hm^2$ | 0.05 | 2428.81 | 0.01 |
| 4 | 塌陷区 | 植被重建（种草） | $hm^2$ | 25.44 | 1982.77 | 5.04 |
| **二** | **土地复垦监测** | | | | | **8.14** |
| 1 | 土壤质量检测 | | 次 | 160 | 500 | 8.00 |
| 2 | 复垦植被监测 | | 次 | 24 | 56.54 | 0.14 |
| **三** | **土地复垦管护** | | | | | **4.19** |
| 1 | 草地管护 | | $hm^2$ | 28.56 | 1466 | 4.19 |
| 合计 | | | | | | 73.53 |

## （二）其他费用估算

其他费用估算如下（表 7—12）：

表 7-12　土地复垦其他费用估算表

| 序号 | 费用名称 | 计费基数 | 费率 | 预算金额（万元） | 各项费用占其他费用比例（%） |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 前期工作费 | | | 5.77 | 61.03 |
| 1.1 | 土地清查费 | 工程施工费 | 0.50% | 0.37 | 3.89 |
| 1.2 | 项目可行性研究费 | 工程施工费 | 2% | 1.47 | 15.55 |
| 1.3 | 项目勘测费 | 工程施工费 | 2% | 1.47 | 15.55 |
| 1.4 | 项目设计及预算编制费 | 工程施工费 | 3% | 2.21 | 23.32 |
| 1.5 | 项目招投标费 | 工程施工费 | 0.35% | 0.26 | 2.72 |
| 2 | 工程监理费 | 工程施工费 | 2% | 1.47 | 15.55 |
| 3 | 竣工验收费 | 工程施工费 | 0.80% | 0.59 | 6.22 |
| 4 | 业主管理费 | 工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费 | 2% | 1.63 | 17.20 |
| 合计 | | | | 9.46 | 100.00 |

## （三）土地复垦预备费用估算

土地复垦预备费用估算见下（表 7—13）：

表 7-13　土地复垦预备费费用估算表

| 序号 | 费用名称 | 计费基数 | 费率 | 预算金额（万元） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 基本预备费 | 工程施工费+其他费用 | 3% | 2.49 |
| 2 | 价差费 | | 6% | 126.35 |
| 合计 | | | | 128.84 |

表 7—14　土地复垦价差预备费估算表

| 年度 | 静态投资（万元） | 价差费率 | 价差预备费（万元） |
|---|---|---|---|
| 2023 | 0.46 | 6% | 0.00 |
| 2024 | 0.46 | 6% | 0.03 |
| 2025 | 0.46 | 6% | 0.06 |
| 2026 | 0.46 | 6% | 0.09 |
| 2027 | 0.46 | 6% | 0.12 |
| 2028 | 0.46 | 6% | 0.16 |
| 2029 | 0.46 | 6% | 0.19 |
| 2030 | 0.46 | 6% | 0.23 |
| 2031 | 0.46 | 6% | 0.27 |
| 2032 | 0.46 | 6% | 0.32 |
| 2033 | 0.46 | 6% | 0.36 |
| 2034 | 0.46 | 6% | 0.41 |
| 2035 | 0.46 | 6% | 0.47 |
| 2036 | 0.46 | 6% | 0.52 |
| 2037 | 0.46 | 6% | 0.58 |
| 2038 | 0.46 | 6% | 0.64 |
| 2039 | 70.93 | 6% | 109.26 |
| 2040 | 5.60 | 6% | 9.48 |
| 2041 | 0.52 | 6% | 0.96 |
| 2042 | 0.52 | 6% | 1.05 |
| 2043 | 0.52 | 6% | 1.15 |
| 合计 | 85.45 | | 126.35 |

表 7—15 土地复垦动态投资估算表

| 年度 | 静态投资（万元） | 价差预备费（万元） | 动态投资（万元） |
|---|---|---|---|
| 2023 | 0.46 | 0.00 | 0.46 |
| 2024 | 0.46 | 0.03 | 0.49 |
| 2025 | 0.46 | 0.06 | 0.52 |
| 2026 | 0.46 | 0.09 | 0.55 |
| 2027 | 0.46 | 0.12 | 0.58 |
| 2028 | 0.46 | 0.16 | 0.62 |
| 2029 | 0.46 | 0.19 | 0.65 |
| 2030 | 0.46 | 0.23 | 0.69 |
| 2031 | 0.46 | 0.27 | 0.73 |
| 2032 | 0.46 | 0.32 | 0.78 |
| 2033 | 0.46 | 0.36 | 0.82 |
| 2034 | 0.46 | 0.41 | 0.87 |
| 2035 | 0.46 | 0.47 | 0.93 |
| 2036 | 0.46 | 0.52 | 0.98 |
| 2037 | 0.46 | 0.58 | 71.51 |
| 2038 | 0.46 | 0.64 | 6.24 |
| 2039 | 70.93 | 109.26 | 109.78 |
| 2040 | 5.60 | 9.48 | 10.00 |
| 2041 | 0.52 | 0.96 | 1.48 |
| 2042 | 0.52 | 1.05 | 86.50 |
| 2043 | 0.52 | 1.15 | 1.15 |
| 合计 | 85.45 | | 296.33 |

**表 7—16 土地复垦投资估算总表**

| 序号 | 工程或费用名称 | 费用（万元） | 各项费用占比率% |
|---|---|---|---|
| **一** | **工程施工费** | **73.53** | **34.71%** |
| **二** | **其他费用** | **9.46** | **4.47%** |
| **四** | **预备费** | 128.84 | **60.82%** |
| （一） | 基本预备费 | 2.49 | **1.18%** |
| （二） | 价差预备费 | 104.29 | **49.23%** |
| **五** | **静态总投资** | **85.48** | **40.35%** |
| **六** | **动态总投资** | **211.83** | **100.00%** |

## 四、总费用汇总与年度安排

### （一）总费用汇总

矿山地质环境保护与恢复治理总估算为 79.69 万元，土地复垦静态总投资 85.48 万元，动态总投资 211.83 万元。两项总费用为 291.52 万元。

表 7-17　总投资估算表

| 序号 | 矿山地质环境恢复治理工程 | | 土地复垦 | |
|---|---|---|---|---|
| | 项目 | 费用（万元） | 项目 | 费用（万元） |
| 1 | 治理工程 | 56.77 | 工程施工费 | 73.53 |
| 2 | 其他费用 | 15.68 | 其他独立费用 | 9.46 |
| 3 | 预备费用 | 7.24 | 预备费 | 106.78 |
| | 合计 | 79.69 | 合计 | 189.77 |
| 总计 | 269.46 | | | |

## （二）近五年年度经费安排

近五年矿山地质环境保护与恢复治理总估算为 41.87 万元，土地复垦静态总投资 2.30 万元，动态总投资 2.67 万元。两项总费用为 44.54 万元。

1.地质环境保护治理

根据估算总投资、工作进度安排和分项工程投资估算确定近期（2023 年 3 月—2028 年 2 月）地质环境保护治理经费安排。近五年矿山地质环境恢复治理分布分年度投资估算表 7—18。

近五年地质环境保护工程其他费用分年度估算表 7—19。

2.土地复垦

根据估算总投资、工作进度安排和分项工程投资估算确定近期（2023 年 3 月—2028 年 2 月）土地复垦经费安排。

（1）近五年工程投资估算

第一阶段土地复垦工程费用分年度投资估算见表 7—20。

（2）其他费用估算

近五年其他费用分年度估算见表 7—21。

（3）不可预见费用估算

近五年不可预见费用分年度估算见表 7—22。

（4）总费用汇总

近五年土地复垦费用分年度汇总见表 7—23。

**表 7—18　近五年地质环境治理工程费用分年度投资估算**

| 项目 | | 分项 | 单位 | 工程量 | | | | | 单价（元） | 投资估算（万元） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2023年3月—2024年2月 | 2024年3月—2024年2月 | 2025年3月—2026年2月 | 2026年3月—2027年2月 | 2027年3月—2028年2月 | | 2023年3月—2024年2月 | 2024年3月—2024年2月 | 2025年3月—2026年2月 | 2026年3月—2027年2月 | 2027年3月—2028年2月 |
| 地质灾害治理工程 | | 平硐及通风井口警示牌 | 个 | 5 | | | | | 217.68 | 0.11 | | | | |
| | | 道路边坡警示牌 | 个 | 4 | | | | | 217.68 | 0.09 | | | | |
| | | 道路边坡危岩清理 | $100m^3$ | 50 | | | | | 1763.34 | 8.82 | | | | |
| 地质环境监测 | 地质灾害 | 道路不稳定边坡 | | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 120 | 0.10 | 0.14 | 0.14 | 0.14 | 0.14 |
| | | 洞口崩塌监测 | 次 | 60 | 60 | 60 | 60 | 60 | 120 | 0.58 | 0.72 | 0.72 | 0.72 | 0.72 |
| | | 地面塌陷监测 | 次 | 36 | 36 | 36 | 36 | 36 | 100 | 0.24 | 0.36 | 0.36 | 0.36 | 0.36 |
| | 地形地貌 | 遥感解译 | 次 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 3200 | 0.56 | 0.64 | 0.64 | 0.64 | 0.64 |
| | 水土污染监测 | 地表水监测 | 次 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 800 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 | 0.32 |
| | | 地下水监测 | 次 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 800 | 0.10 | 0.16 | 0.16 | 0.16 | 0.16 |
| | | 土壤监测 | 次 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 800 | 0.60 | 0.96 | 0.96 | 0.96 | 0.96 |
| 合计 | | | | | | | | | | 12.32 | 3.30 | 3.30 | 3.30 | 3.30 |

表 7—19 近五年地质环境保护工程其他费用分年度估算表

| 序号 | 费用名称 | 单位 | 计算式 | 预算金额（万元） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2023 年 3 月—2024 年 2 月 | 2024 年 3 月—2024 年 2 月 | 2025 年 3 月—2026 年 2 月 | 2026 年 3 月—2027 年 2 月 | 2027 年 3 月—2028 年 2 月 |
| **第二部分：其他费用** | | | | **12.32** | **0.33** | **0.33** | **0.33** | **0.33** |
| **一** | **建设管理费** | **万元** | 第一部分×2.00% | **0.86** | **0.23** | **0.23** | **0.23** | 0.19 |
| 1 | 建设单位管理费 | 万元 | 第一部分×2.50% | 0.25 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.05 |
| 2 | 工程施工监理费用 | 万元 | 第一部分×2.50% | 0.31 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.07 |
| 3 | 招标代理费 | 万元 | | 0.31 | 0.08 | 0.08 | 0.08 | 0.07 |
| **二** | **勘察设计费** | **万元** | **合同价** | **10.00** | **0.00** | **0.00** | **0.00** | **0.00** |
| 1 | 勘察设计费 | **万元** | | 10.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| **三** | **其他费用** | **万元** | 第一部分×2.00% | **0.37** | **0.10** | **0.10** | **0.10** | **0.08** |
| 1 | 施工安全措施费 | 万元 | 第一部分×1.0% | 0.25 | 0.07 | 0.07 | 0.07 | 0.05 |
| 2 | 工程保修费 | 万元 | **第一、二部分×10%** | 0.12 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| **第三部分：预备费用** | | **万元** | **第一、二部分×10%** | **2.36** | **0.36** | **0.36** | **0.36** | **0.36** |
| **小计** | | | | **25.91** | **3.99** | **3.99** | **3.99** | **3.99** |
| **合计** | | | | 41.87 | | | | |

**表 7—20　近五年土地复垦工程费用投资分年度估算表**

| 分项 | 单位 | 工程量 | | | | | 单价 | 投资估算（万元） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 2023 年 3 月—2024 年 2 月 | 2024 年 3 月—2024 年 2 月 | 2025 年 3 月—2026 年 2 月 | 2026 年 3 月—2027 年 2 月 | 2027 年 3 月—2028 年 2 月 | （元） | 2023 年 3 月—2024 年 2 月 | 2024 年 3 月—2024 年 2 月 | 2025 年 3 月—2026 年 2 月 | 2026 年 3 月—2027 年 2 月 | 2027 年 3 月—2028 年 2 月 |
| 土地质量监测 | 次 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 500 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |
| 合计 | | | | | | | | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 |

**表 7—21　近五年土地复垦其他费用分年度估算表**

| 序号 | 费用名称 | 计费基数 | 费率 | 预算金额（万元） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2023 年 3 月—2024 年 2 月 | 2024 年 3 月—2024 年 2 月 | 2025 年 3 月—2026 年 2 月 | 2026 年 3 月—2027 年 2 月 | 2027 年 3 月—2028 年 2 月 |
| 1 | 前期工作费 | | | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 | 0.03 |
| 1.1 | 土地清查费 | 工程施工费 | 0.50% | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 1.2 | 项目可行性研究费 | 工程施工费 | 2% | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 1.3 | 项目勘测费 | 工程施工费 | 2% | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 1.4 | 项目设计及预算编制费 | 工程施工费 | 3% | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 1.5 | 项目招投标费 | 工程施工费 | 0.35% | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 2 | 工程监理费 | 工程施工费 | 2% | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 3 | 竣工验收费 | 工程施工费 | 0.80% | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 |
| 4 | 业主管理费 | 工程施工费+前期工作费+工程监理费+竣工验收费 | 2% | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 合计 | | | | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 |

**表 7—22 近五年土地复垦预备费用分年度估算表**

| 序号 | 费用名称 | 计费基数 | 费率 | 预算金额（万元） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | 2023 年 3 月—2024 年 2 月 | 2024 年 3 月—2024 年 2 月 | 2025 年 3 月—2026 年 2 月 | 2026 年 3 月—2027 年 2 月 | 2027 年 3 月—2028 年 2 月 |
| 1 | 基本预备费 | 工程施工费+其他费用 | 3% | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 |
| 2 | 价差费 | | 6% | 0.00 | 0.03 | 0.06 | 0.09 | 0.12 |
| 合计 | | | | 0.01 | 0.04 | 0.07 | 0.10 | 0.13 |

**表 7—23　近五年土地复垦费用分年度估算汇总表**

| 项目 | 预算金额（万元） | | | | | 各项费用占其他费用比例（%） | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | 2023 年 3 月—2024 年 2 月 | 2024 年 3 月—2024 年 2 月 | 2025 年 3 月—2026 年 2 月 | 2026 年 3 月—2027 年 2 月 | 2027 年 3 月—2028 年 2 月 | 2023 年 3 月—2024 年 2 月 | 2024 年 3 月—2024 年 2 月 | 2025 年 3 月—2026 年 2 月 | 2026 年 3 月—2027 年 2 月 | 2027 年 3 月—2028 年 2 月 |
| 工程施工费 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 0.40 | 67.27 | 2.12 | 2.12 | 2.12 | 26.38 |
| 其他独立费用 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 0.05 | 67.29 | 2.12 | 2.12 | 2.12 | 26.35 |
| 基本预备费 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.01 | 0.00 | 1.35 | 3.38 | 5.41 | 89.86 |
| 静态投资 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 0.46 | 67.08 | 2.14 | 2.14 | 2.14 | 26.49 |
| 价差费 | 0.00 | 0.03 | 0.06 | 0.09 | 0.12 | 0.00 | 1.35 | 3.38 | 5.41 | 89.86 |
| 动态投资 | 0.46 | 0.49 | 0.52 | 0.58 | 0.62 | 64.80 | 2.10 | 2.10 | 2.26 | 28.74 |
| 合计静态投资 | 2.30 | | | | | | | | | |
| 合计动态投资 | 2.67 | | | | | | | | | |

# 第八章　保障措施与效益分析

## 一、保障措施

为了使矿山地质环境保护与土地复垦项目保质保量、科学圆满的完成，必须采取多种措施有机结合，以确保该项目的如期完成。

### （一）组织措施

矿山地质环境治理与土地复垦资金全额纳入企业生产成本，为了保证矿山地质环境治理与土地复垦方案提出的各项地质环境治理和复垦措施顺利实施，企业建立有力的组织领导体系是十分必要和关键的。就本项目而言，矿方将成立以主管（环保、拆迁安置、土地复垦与节能工作）副总经理牵头的拆迁安置、地质环境治理与土地复垦领导小组，领导小组成员由计划、财务、纪检、工程、环保与土地等职能部门成员组成，企业内抽调或招聘测量、环境地质、土地复垦与土地管理专业技术人员负责本公司征地、沉陷观测、土地复垦工作的日常管理和组织实施工作；负责组织协调本公司与县自然资源局、水利水保、农业等相关部门；负责制订年度矿山地质环境治理与土地复垦计划、组织实施年度矿山地质环境治理与土地复垦计划和土地复垦工程验收；负责协调、保证、监督各项矿山地质环境治理与土地复垦措施按期保质实施，并积极配合土地行政主管部门的监督、检查及验收工作。

1、加强法规宣传教育，增强企业员工的地质环境及生态保护意识、增强责任感，使各项治理工程落实到人，并加强矿山内部的自检工作。

2、建立健全工程质量管理体系。要组建项目管理部门，建立健全质量管理工作体系；强化项目的技术管理工作。项目实施中，严格按照国家及行业有关规范、规定施工，层层分解质量目标，确保工程质量。

3、建立健全安全保证体系。从项目的前期论证到实施、施工，都必须建立有效的安全管理体系，建立健全各类安全管理规章和制度，把安全摆在突出位置。在项目的实施过程中，项目主管部门、项目实施部门和施工队伍都要严格遵守安全规章制度，按照“管生产必须管安全”和“谁主管谁负责”的原则，做到安全零事故。

## （二）技术措施

矿山地质环境保护与土地复垦工作必须牢固树立科学技术是第一生产力的观点，坚持以科技为先导，依靠科学技术，把高标准、高质量、高科技作为一条主线贯穿到矿山地质环境保护与土地复垦的全过程。强化项目的技术管理工作，围绕项目大力开展科技攻关。同时企业可聘请有关专家对矿山地质环境保护与土地复垦工程进行专业咨询，对不合理的方案和措施及时进行调整，多方论证选择最优实施方案，使矿山地质环境保护与土地复垦工程切实有效。

## （三）资金保障措施

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

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

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、计提方式

按照本方案土地复垦投资估(概)算结果，从复垦第一年开始提取土地复垦资金，逐年提取，且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。每次提取的资金量按照本方案的动态投资提取计划执行。

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，并在采矿结束前足额提取所有基金费。基金提取安排见表8-1。本矿从2023年开始提取土地复垦资金，逐年计提，并将土地复垦资金列入当年生产成本。复垦费用必须在闭坑前1年计提完毕。

表 8-1 基金提取安排表

| 年份 | 土地复垦提取费用（万元） | 矿山地质环境治理提取费用（万元） | 各年提取费用合计（万元） |
|---|---|---|---|
| 2023 | 0.46 | 25.91 | 26.37 |
| 2024 | 0.49 | 3.99 | 4.48 |
| 2025 | 0.52 | 3.99 | 4.51 |
| 2026 | 0.58 | 3.99 | 4.57 |
| 2027 | 0.62 | 3.99 | 4.61 |
| 合计 | 2.67 | 41.87 | 44.54 |

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，由合作市岗岔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，结予相应的行政、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。

## 二、效益分析

合作市岗岔金矿矿山地质环境保护与土地复垦工程的实施，在改善生态环境和促进地方经济建设发展等方面将收到显著的综合性效益。

### （一）社会效益

矿山开采挖损压占破坏土地资源、影响地形地貌景观，进而破坏地质环境，影响生态环境。因此，规划矿山地质环境保护与土地复垦，不只是一个技术方案问题，更是具有深远的社会意义。矿山地质环境保护与土地复垦不仅可保护当代人生命财产安全，避免和减少地质灾害损失，提高人民生活质量，而且可以留青山绿水于后代，做到社会效益、经济效益和环境效益的可持续发展，构建文明富裕、和谐进步的社会。

### （二）环境效益

矿山地质环境保护与土地复垦的环境效益是一种综合性的效益，具有渐进式累计增生的特点，环境效益是一切效益之根本，对破坏了的矿山地质环境采取各项措施治理，潜在综合效益长久而非经济价值能估算的。它不仅可美化景观，还可控制水土流失、调节小区域气候，增加水源涵养。

### （三）经济效益

矿山地质环境保护与土地复垦所产生的经济效益表现在两方面：通过及时保护与治理，可避免和减少矿山地质环境问题的产生，避免耗费大量的人力物力财力来解决历史遗留问题；经过整治自然地貌景观得以恢复，成效显著。

## 三、公众参与

矿山地质环境保护与土地复垦中的公众参与是指项目建设单位及土地复垦报告编制单位通过公众参与工作同公众之间的一种双向交流，其目的是：收集土地管理部门、土地使用者和所有者对项目占地及开展后期复垦工作的意见和建议，以明确项目的土地复垦可行性。

本次公众参与调查采取问卷调查的形式，公开征求公众的意见。

1.公众参与调查对象及调查问卷发放情况

本次问卷调查分为个体调查和团体调查，个体调查主要调查合作市岗岔金矿所在的佐盖多玛乡周边居民的意见，团体调查对象为合作市自然资源局、佐盖多玛乡镇政府等。

本次公众参与调查共发放调查表 15 份，回收问卷 15 份，回收率 100％，问卷有效率 100%。

调查结果提供了矿区附近地区人群和个体对土地利用现状以及本报告提出的复垦方案的看法以及对建设单位土地复垦的看法和意见等。

2.公众调查结果的统计

在调查问卷的各项内容中，由于公众关心的问题不同或对同一问题存在多种理解等，故按人次统计调查结果，将主要问题的公众参与调查统计结果列于表 8-2。

3.公众主要意见分析

通过公众调查，项目区群众对复垦有一定程度的了解，100％的人赞成项目建设，无人反对项目的建设。

4.公众对土地复垦的意见和建议

公众认为合作市岗岔金矿的土地复垦方案可行，主要是希望建设单位重视实施和抓好日常管理，并提出如下建议：

（1）建设单位应按照报告提出的土地复垦措施，并加强对复垦后的保育工作，尽可能地减轻水土流失，改善当地生态环境。

（2）尽量将占用的土地恢复其原有的使用功能。

（3）建设单位应优先聘用当地居民从事复垦工作，解决他们的就业问题。

（4）有关团体非常赞同合作市岗岔金矿开展土地复垦工作，希望方案实施过程中综合考虑项目区域的当地条件，确保复垦效果满足验收要求。同时，希望在发展经济的同时，能很好的保护好生态环境，减少水土流失，改善当地居民生活水平。

5、公众参与结论

从保护土地、生态环境和促进经济发展等角度考虑，100％的人支持开展项目土地复垦工作，无人反对。大多数公众认为合作市岗岔金矿土地复垦可大力改善当地的土地利用状况，改善当地的生态环境，促进当地农牧业发展。

**表 8—2　公众参与调查统计结果**

| 问题 | 选择项 | | 选择人次 | 百分比（%） |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 目前您认为项目环境质量如何？ | 环境质量良好 | 3 | 20% |
| | | 环境质量较好 | 6 | 40% |
| | | 环境质量一般 | 2 | 13% |
| | | 环境质量较差 | 4 | 27% |
| 2 | 矿山开采后，您认为区域存在的主要环境问题： | 大气污染 | 2 | 13% |
| | | 水污染 | 3 | 20% |
| | | 噪声污染 | 8 | 53% |
| | | 生态损毁 | 2 | 13% |
| | | 无环境问题 | 0 | 0% |
| 3 | 您是否了解该项目的相关政策及有关复垦措施： | 了解 | 3 | 20% |
| | | 了解一些 | 10 | 67% |
| | | 不了解 | 2 | 13% |
| 4 | 对于本矿方案的复垦措施和复垦质量要求，您的看法： | 符合实际，可行 | 10 | 67% |
| | | 比较符合实际，基本可行 | 5 | 33% |
| | | 不符合实际情况，不可行 | 0 | 0% |
| 5 | 矿山开采运营期间，您觉得下列哪些问题对您的生活有影响： | 机械噪声 | 10 | 67% |
| | | 施工扬尘 | 7 | 47% |
| | | 施工废水 | 2 | 13% |
| | | 施工期的安全问题 | 2 | 13% |
| | | 施工车辆造成现有道路拥挤 | 8 | 53% |
| | | 增加工作机会 | 7 | 47% |
| | | 其它 | 0 | 0% |
| 6 | 土地损毁后，您认为下列哪些方面对您的生活有影响： | 农田耕种 | 0 | 0% |
| | | 林业栽植 | 0 | 0% |
| | | 安全方面 | 3 | 20% |
| | | 居住环境方面 | 14 | 93% |
| 7 | 对于采矿带来的土地资源减少，您希望采取以下哪种措施予以缓解： | 复垦造地 | 0 | 0% |
| | | 企业赔偿 | 10 | 67% |
| | | 政府补偿 | 5 | 33% |
| | | 其它 | 0 | 0% |
| 8 | 矿山的建设及开发是否对区域生态环境造成影响： | 有影响，影响较大 | 7 | 47% |
| | | 有影响，影响较小 | 8 | 53% |
| | | 无影响 | 0 | 0% |
| 9 | 矿山的建设及开发是否对区域农林业生产造成影响： | 有影响，影响较大 | 2 | 13% |
| | | 有影响，影响较小 | 10 | 67% |
| | | 无影响 | 3 | 20% |
| 10 | 矿山闭坑后，您认为对区域社会经济影响： | 十分有利 | 3 | 20% |
| | | 一般 | 5 | 33% |
| | | 影响不大 | 7 | 47% |
| 11 | 您对该项目持何种态度： | 坚决支持 | 10 | 67% |
| | | 有条件赞成 | 5 | 33% |
| | | 无所谓 | 0 | 0% |
| | | 反对 | 0 | 0% |

# 第九章　结论与建议

## 一、结论

1.合作市合力矿业有限责任公司岗岔金矿采矿权面积2.28km$^2$，矿山设计开采能力5×10$^4$t/a，矿山规模为小型，矿山生产服务年限15 a，基建期1年。

2.本方案的服务年限为矿山服务年限+恢复治理和复垦工作期＋管护期，确定方案服务年限应为20a，即2023年3月至2043年2月。方案适用年限为5年。

3.合作市岗岔金矿评估区面积为2.28km$^2$，评估区重要程度为重要区，地质环境条件复杂程度为复杂，矿山生产重设规模为小型。依据矿山地质环境影响评估精度分级表，确定该矿山地质环境影响评估分级为一级。

4. 现状评估认为，矿区现有1处不稳定斜坡隐患，对矿山地质环境的影响程度为严重；前期小规模开采造成含水层破坏对矿山地质环境的影响程度为较轻；矿山道路造成地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响程度为严重，办公生活区造成地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响程度为较轻；现状矿区水土环境污染对矿山地质环境的影响程度为较轻。

5.预测评估认为：新建采矿工业场地对矿山地质环境影响程度严重；预测尾矿库对矿山地质环境影响程度严重；预测岗岔金矿拟新建采矿工业场地、平硐和回风井口（3150平硐、3200平硐、3250平硐洞口、3100主平硐和回风井）和爆破材料库对矿山地质环境影响程度较轻；预测岗岔金矿在开采期内形成的地面塌陷地质灾害规模中型、形成的地面塌陷发生地质灾害的可能性小，对矿山地质环境影响程度较严重。

6.根据矿山地质环境保护恢复治理分区原则及方法将矿区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。重点防治区包括现有的矿山道路和尾矿库，总面积3.64hm$^2$，占评估区总面积的1.60%；次重点防治区包括选矿工业场地、地面塌陷区和平硐井口，总面积26.24hm$^2$，占评估区总面积的11.51%；一般防治区包括办公生活区、采矿工业场地、前期爆破材料库和其他采矿未影响的区域，总面积198.11hm$^2$，占评估区总面积的86.89%。

7.矿区已损毁为办公生活区和矿区道路造成的压占损毁，已损毁土地共

2.07hm$^2$，其中损毁旱地 0.05hm$^2$，损毁天然牧草地 0.26hm$^2$，损毁采矿用地 1.76hm$^2$。已损毁土地中，轻度损毁面积总计 1.77m$^2$，占比为 85.51%，中度损毁面积总计 0.30hm$^2$，占比为 14.49%，无重度损毁。

8.岗岔金矿拟损毁土地共 28.26hm$^2$，损毁旱地 0.45hm$^2$，损毁灌木林地 3.99hm$^2$，损毁天然牧草地 6.38hm$^2$，损毁采矿用地 17.44hm$^2$。其中轻度损毁面积总计 25.49hm$^2$，占比为 90.20%，中度损毁面积总计 0.90hm$^2$，占比为 3.18%，重度损毁面积总计 1.87hm$^2$，占比为 6.62%

9. 矿区已损毁土地面积 2.07hm$^2$，拟损毁土地面积 28.26hm$^2$，复垦区面积合计 30.33hm$^2$。矿区内道路作为后期复垦工作管护及浇灌通道，本次设计预留，不进行复垦。道路总占压面积 1.77hm$^2$。因此，本方案确定的复垦责任范围面积为 28.56hm$^2$。

10. 矿山地质环境保护与恢复治理总估算为 79.69 万元，土地复垦静态总投资 85.48 万元，动态总投资 211.83 万元。两项总费用为 291.52 万元。近五年矿山地质环境保护与恢复治理总估算为41.87万元，土地复垦静态总投资2.30万元，动态总投资 2.67 万元。两项总费用为 44.54 万元。

## 二、建议

1.根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制指南》、《土地复垦条例实施办法》，要求方案实施后每 5 年修订一次。

2.建议当地自然资源管理和环境保护部门对矿区进行定期检查，重点是地质环境及灾害隐患防治措施的落实情况，发现问题及时解决，把防治地质灾害、恢复矿山生态环境的工作落到实处。并与环境保护、土地复垦工作紧密结合起来，促进经济的可持续发展。

3.对于矿山开采引发的矿山地质环境问题必须采取相应的防治措施，对破坏的生态环境进行及时的整治和恢复。

4.矿山建设和开采过程中，必须每半年向当地自然资源主管部门以文字和图件形式报告矿山建设情况、开采现状、地质环境的变化情况及已采取的整治和恢复措施。

5.矿山应建立健全地质环境问题监测体系，在进行矿山环境问题保护与治理

过程中不断积累经验和相关资料，为后期编制方案提供依据。

6.若矿山开采过程中开发利用方案发生变化、矿山开采规模发生变化、资源利用情况发生变化，均应重新编制《矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

7.本方案不代替相关工程勘察、治理设计。