

第一部分：

兰州彤辉商贸有限责任公司
肃南县博怀沟一带铜铁矿
矿产资源开发利用方案

申报单位：兰州彤辉商贸有限责任公司

编制单位：金建工程设计有限公司甘肃分公司

编制日期：二〇二三年十月



目 录

1 概述	1
1.1 矿区位置、隶属关系和企业性质	1
1.2 自然地理及经济状况	2
1.3 矿权设置情况	4
1.4 批复的划定矿区范围	5
1.5 周边矿业权、自然保护区分布情况	6
1.6 矿山现状	7
1.7 外部建设条件	8
1.8 编制依据与原则	9
2 矿产品需求现状和预测	12
2.1 需求状况和预测	12
2.2 产品价格分析	16
2.3 产品价格取值	20
3 地质资源概况	22
3.1 矿区总体概况	22
3.2 矿区地质	23
3.3 矿床特征	24
3.4 水文地质条件	36
3.5 工程地质条件	43
3.6 环境地质条件	47
3.7 矿区开采技术条件评述	48
3.8 资源储量	48
3.9 设计利用资源量	50
3.10 对地质报告的评述	51
4 主要建设方案的确定	52

4.1 开采方案	52
4.2 产品方案	54
4.3 开拓运输方案	54
4.4 厂址方案	54
4.5 防排水方案	55
4.6 供气方案	56
4.7 供水方案	56
4.8 供电方案	57
5 矿床开采	58
5.1 开采顺序和首采地段	58
5.2 采矿方法	58
5.3 开采移动范围	62
5.4 矿山生产能力验证	62
5.5 矿山服务年限	64
5.6 开拓运输系统	64
5.7 矿井通风系统	68
5.8 基建工程量、三级矿量及保有期	69
6 选矿及尾矿设施	70
6.1 原矿性质	70
6.2 试验研究及评价	73
6.3 设计工艺流程及设计指标	74
6.4 选矿厂主要设备	75
6.5 车间组成	75
6.6 尾矿处理	76
7 环境保护、水土保持与复垦	78
7.1 设计原则及环保标准	78
7.2 矿山地质环境问题及防治措施	79

7.3	矿山主要环境污染物及治理措施	80
7.4	水土保持	82
7.5	复垦	83
7.6	环境影响评述	83
7.7	绿色矿山建设	83
8	劳动安全与卫生	87
8.1	工程概述	87
8.2	设计依据	87
8.3	矿区地质环境对安全的影响	88
8.4	其它自然条件对安全的影响	88
8.5	矿床开采安全评述	89
8.6	机电和其它	92
8.7	矿山透水安全治理措施	93
8.8	预防矿山火灾和水灾	94
8.9	井下安全避险六大系统	94
8.10	工业卫生	95
8.11	矿山安全救护及管理	96
8.12	安全与工业卫生投资	97
9	经济效益评价	98
9.1	编制依据及说明	98
9.2	投资估算	99
9.3	产品销售及价格	99
9.4	资金筹措	100
9.5	总成本费用	100
9.6	损益估算	101
9.7	盈利指标	102
9.8	综合评价结论	102

10 开发利用方案简要结论	104
10.1 申请批复的采矿权范围表	104
10.2 开发利用方案简要结论表	104
10.3 综合技术经济指标表	104
10.4 存在问题及建议	106

附件：

附件一：《设计委托书》；

附件二：矿产资源勘查许可证；

附件三：营业执照；

附件四：《肃南裕固族自治县人民政府关于甘肃省肃南县博怀沟一带铜矿普查探矿权延续的请示》（肃政发[2021]9号），肃南裕固族自治县人民政府；

附件五：《关于征求肃南县博怀沟一带铜矿普查审查延续探矿权意见的复函》（甘祁资函[2021]69号），甘肃祁连山国家级自然保护区管理局；

附件六：《关于甘肃省肃南县博怀沟一带铜矿普查申请延续探矿权涉及水源保护区等有关情况核查的复函》，张掖市生态环境局肃南分局；

附件七：《关于甘肃省肃南县博怀沟一带铜矿详查范围涉林草有关情况核查的复函》，肃南裕固族自治县林业和草原局；

附件八：《关于甘肃省肃南县博怀沟一带铜矿普查项目申请延续探矿权涉及重要河流等有关情况的复函》（肃水函[2021]18号），肃南裕固族自治县水务局；

附件九：《关于甘肃省肃南县博怀沟一带铜矿普查申请延续探矿权涉及重要公路等有关情况的复函》（肃交函[2021]19号），肃南裕固族自治县交通运输局；

附件十：《关于甘肃省肃南县博怀沟一带铜矿普查申请延续探矿权涉及旅游区及自然与文化遗产地等有关情况的复函》（肃文旅函[2021]10号），肃南裕固族自治县文体广电和旅游局；

附件十一：关于《甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿详查报告》矿产资源储量评审备案的复函（甘资储备字[2022]40号），甘肃省自然资源厅；

附件十二：《甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿详查报告》评审意见书（甘资储评字[2022]78号）；

附件十三：《划定矿区范围批复》（甘采证划字[2023]0006号），甘肃省自然资源厅。

附图：

- 1、博怀沟一带铜铁矿地形地质图
- 2、总平面布置图
- 3、开拓系统垂直纵投影图
- 4、04 勘探线剖面图
- 5、垂直走向无底柱分段崩落法
- 6、沿走向无底柱分段崩落法
- 7、浅孔留矿采矿方法图

1 概 述

1.1 矿区位置、隶属关系和企业性质

1.1.1 矿区位置和交通

矿区位于嘉峪关市西南方向 77km，距玉门市老市区 70km。行政区划隶属甘肃省张掖市肃南裕固族自治县管辖。地理坐标为东经：***~***，北纬：***~***（2000 国家大地坐标系），沿嘉峪关至镜铁山省道 215 线行程约 72km 处为柏油路，向南 5km 为便道，可到达矿区，距离最近的汽车站运输里程 65km，交通尚属便利，见图 1。

1.1.2 项目名称和隶属关系

项目名称：兰州彤辉商贸有限责任公司肃南县博怀沟一带铜铁矿矿产资源开发利用方案；

隶属关系：兰州彤辉商贸有限责任公司。

兰州彤辉商贸有限公司成立于 2005 年 4 日，法定代表人为朱振军，注册资本为***万元，社会信用代码为 9162010277341765XC。企业地址位于甘肃省兰州市城关区雁北路 2627 号 4 单元 402 室，所属行业为批发业，经营范围包含：矿产品普查（仅限甘肃省肃南县博怀沟一带铜矿普查）、销售、仪器仪表、计算机、健身器材、五金交电、农副产品（不含食品）、日用百货等。企业已配备矿业开发相关技术、管理人员，满足矿业开发基本条件。

1.1.3 编制任务的来源及目的

为加快矿区铁矿资源开发、促进地方经济发展，根据有关法律法规，兰州彤辉商贸有限责任公司委托金建工程设计有限公司依据已有工作成果编写《兰州彤辉商贸有限责任公司肃南县博怀沟一带铜铁矿矿产资源开发利用方案》，目的是

为了办理采矿证，对博怀沟一带铜铁矿及时开发，变资源优势为经济优势，促进当地经济发展和人员就业。

1.2 自然地理及经济状况

1.2.1 自然地理

1.2.1.1 地形地貌

矿区地处祁连山中段，山势陡峻巍峨，属高山区。一般海拔在 3500—4300m 之间，最低 3480m，最高 4387m。区内气候属高寒半干旱气候。

1.2.1.2 气象

矿区气候属祁连山高寒半干旱区，多风少雨，夏季凉爽，冬季严寒。昼夜温差大，气候干燥，多风少雨，无霜期短；7~9 月为本区主要降雨季节，多年平均降雨量 205.3mm，最大 245.2 mm，最小 126.6mm；某频率单日最大降雨量 14.3mm，多年平均气温 3.45℃，最低-25℃，最高 26℃；蒸发量 2115.5~2339.7 mm，最大相对湿度 36%。区内大风频繁，风向以东北、北西向为主，西北风居多，一般出现于每天下午，最大风速达 12.6m/s。每年 10 月中旬至翌年 5 月上旬为长达 7 月之久的霜冻期，最大冻土深度 1.40m，气压为 73327Pa。丰水期流量为 11.01-62.46L/s，枯水期干涸。矿区未发生过洪水。

1.2.1.3 水文

在矿区西北部海拔 4700m 山地，终年积雪，有冰川分布，是河西农业灌溉的主要水源。区内水系发育、河流密集，水源主要为冰雪融水。区内主要河流、溪沟的水系属疏勒河流域白杨河水系，矿区最低侵蚀面标高为 3510m。

1.2.1.4 土壤植被

矿区植被较发育，覆盖度一般 40%以上，植物种群以芨芨草、冰草、兰草为优势种群，植株高度一般 10-20cm，长势一般（植株多呈黄绿色），土壤类型为碎石类土，属半荒漠化景观。

1.2.1.5 地震

矿区地处甘肃省西部南山地区，区域地壳稳定性好，矿区抗震设防烈度为 VII 度，设计基本地震加速度值为 0.20g。

1.2.2 经济概况

甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿行政区划隶属肃南裕固族自治县，肃南裕固族自治县是全国唯一的裕固族自治县，地处河西走廊南部，俗有“万宝山”之称的祁连山中段北麓，东西长 650km，南北宽 120~200km，由四块不连片的地域组成，总面积 2.4 万 km²。

肃南裕固族自治县是一个以牧业为主的多民族自治县，与甘青两省 7 个市州的 15 个市县区接壤，现辖 6 乡 2 镇、9 个国有林牧场、101 个行政村和 3 个城镇社区，有裕固、藏、蒙古、回、汉等 15 个民族。2018 年，总人口 3.7 万人，其中农牧业人口 2.5 万人，非农牧业人口 1.2 万人。全县拥有耕地 9.1 万亩，可利用草原面积 2133 万亩，林地 497 万亩，冰川、河流等 944 万亩。

2021 年全年完成生产总值 23.95 亿元，增长 9.8%；城乡居民人均可支配收入分别达到 27100 元、17000 元，均增长 8.5%。全面建成小康社会实现程度达到 90.5%，居张掖市前列。

畜牧、矿藏、水能、旅游、土地是肃南裕固族自治县的五大资源优势。肃南是一个以牧业为主的县，畜牧业在自治县国民经济中占主导地位。全县有可利用草原面积 142.2 万公顷，为发展畜牧业经济提供了得天独厚的条件，是甘肃省重要的畜牧业商品基地。全县共饲养各类牲畜 82.01 万头只。目前，全县已基本建成 30 万只高山细毛羊基地、15 万只羔羊育肥基地、700 头马鹿养殖基地，初步形成了以羊、草、鹿为主的生产经营格局。

县境内矿产资源丰富，已探明的矿产 27 种，分布在 228 处。主要金属矿产有铜、铁、钨、铬、锰等。非金属矿有煤炭、萤石、石灰岩、石英沙、硫、粘土、石膏、石棉、磷镁、白云岩、玉石、芒硝、重晶石、大理石、矿泉水等。其中已探明的钨矿储藏量在全国单个矿山储藏量中排名前 5 位，储藏量达 46 万 t。

1.3 矿权设置情况

“甘肃省肃南县博怀沟一带铜矿(铁矿)详查”探矿权首设于 2008 年 2 月，由中华人民共和国国土资源部批准设立，矿权分别于 2011 年 7 月、2013 年 7 月、2019 年 6 月和 2021 年 6 月进行了矿权延续。矿业权沿革情况见表 1-1。

探矿权设立后，在勘查区发现了铁矿，并认为铁矿成矿条件优越、找矿潜力大，因此探矿权人根据取得的成果和国土资源部相关规定，申请勘查主矿种变更为铁矿，甘肃省国土资源厅组织专家进行了论证，并向自然资源部开发司上报了《关于上报专家论证意见的函》（甘国土资厅矿函[2015]127号）。但矿权人认为专家意见未明确铁矿资源是否为新发现矿种，2016年甘肃省自然资源厅再次组织专家进行了复议，并向国土资源部矿产开发司上报了《关于重新上报专家论证意见的函》（甘国土资厅矿函[2016]6号）。复议后专家组认为：探矿权人在勘查区内铜矿勘查过程中发现的铁矿应属新发现矿种。勘查主矿种由铜矿变更为铁矿，变更地质依据充分，属高风险类矿种变更为低风险类矿种；探矿权内铁矿类型为沉积变质型，依据“国土资发[2010]144号”文，不属于调整为第一类矿产的成因类型的铁矿。各延续期探矿权价款均已缴纳。

表 1-1 探矿权沿革一览表

序号	勘查许可证号	有效期限	面积 (km ²)	变化原因	勘查阶段	探矿权人
1	T01120080202 000417	2008.2.3— 2011.2.3	31.84	首次申请探 矿权	普查	兰州彤辉商 贸有限公司
2	T01120080202 000417	2011.7.25— 2013.7.25	31.84	探矿权第一 次延续	普查	
3	T01120080202 000417	2013.7.25— 2015.7.25	23.66	探矿权第二 次延续	普查	
4	T01120080202 000417	2019.6.20— 2021.6.21	15.41	探矿权第三 次延续	普查	
5	T01120080202 000417	2021.6.21— 2026.6.20	11.20	探矿权第四 次转段延续	详查	

1.4 批复的划定矿区范围

根据甘肃省自然资源厅《划定矿区范围批复》（甘采证划字[2023]0006号），矿区范围由5个拐点圈定，矿区面积约1.3370平方公里，见表1-2。

表 1-2 批复的划定矿区范围拐点表

点号	***			
	X	Y	东经	北纬
1	***	***	***	***
2	***	***	***	***
3	***	***	***	***

4	***	***	***	***
5	***	***	***	***
面积及 标高	面积***；标高***			

1.5 周边矿业权、自然保护区分布情况

矿区与相邻的其他矿业权的位置关系见图 2。周边开采的矿山主要有酒钢集团镜铁山矿，矿床已探明铁矿储量***万吨，矿产平均品位***%，矿山设计生产规模***万吨/年。张掖有色金属公司吊达坂铅锌矿，为小型铅锌矿。

批复的采矿权不在各类保护区或功能区，周边主要有祁连山国家公园甘肃片区、祁连山国家自然保护区、祁连山水源涵养生态保护红线等，与批复的采矿权范围相对位置见图 3。

图 2 矿区与相邻的其他矿业权的位置关系图

图 3 矿区与各类自然保护地相对位置图

1.6 矿山现状

本矿为探转采矿山，探矿权范围内仅有探矿期间形成了地表道路、钻机位和两处小采坑，采坑规模较小，估算采出矿石量不足 1 万吨。无其它任何工业设施和地下工程。

详查阶段完成和利用的主要实物工作量如下表 1-3：

表 1-3 详查阶段完成和利用主要实物工作量

工程名称	单位	普查阶段	详查阶段	本次共利用	备注
一、地形测量					
1、1:10000 地形测量	Km ²	15.41		15.41	
2、1:2000 地形测量	Km ²	2.50	2.50	2.50	
二、地质测量					
1、1:10000 地质修测	km ²	31.84	15.41	15.41	
2、1:10000 水工环地质简测	km ²		11.20	11.20	
3、1:10000 直流激电中梯测量	km ²	4			
4、1:1000 高精度磁测剖面	km	4.34			
5、1:2000 地质正测	km ²		2.50	2.50	
6、1:2000 水工环地质测量	km ²		2.50	2.50	

7、1:1000 地质剖面测量	km	12.00	9.014	21	
8、1:500 地质剖面测量	km	3.23	3.10	3.10	
9、1:1000 勘探线剖面测量	km	5.00	4.20	4.20	
10、1:2000 伽马能谱剖面测量	km		2	2	
11、1:1000 岩屑剖面测量	km		4	4	
12、1:1000 磁法剖面测量	km		11	11	
三、物化探					
1、1:25000 地球化学土壤测量	km ²		15.41	15.41	
四、钻探					
1、钻探	m/个	1446.9	4610.95	6057.85	
2、水文地质钻探	m/个		351.71	351.71	
五、山地工程					
1、槽探	m ³	4828	61	246.35	
2、坑探(穿脉)	m	46		46	
六、岩矿鉴定					
(一)岩矿分析					
1、基本分析	件	284	728	1012	
2、物相分析	件	10	26	36	
3、组合分析	件	12	15	15	
4、化学全分析	件	11	25	25	
5、岩石光谱全分析	件	110	300	300	
6、土壤样	件		620	620	
7、小体重测试	件	75	35	110	
8、薄片/光片	片	19	32	32	
9、岩石物理力学测试样	件				
10、内检	件	128	88	88	
11、外检	件	94	45	45	
12、水质全分析	件		4	4	
13、放射性样	件	8	1	9	
14、选矿试验样品	件		1	1	
七、其它地质工作					
1、GPS-B 级网控制点	点		4	4	
2、钻孔布设、校正、定测	点	6	19	25	

1.7 外部建设条件

1、交通

沿嘉峪关至镜铁山省道 215 线行程约 72km 处为柏油路，向南 5 公里为便道，可到达勘查区，距离最近的汽车站运输里程 65 公里，交通尚属便利。

2、供水

根据矿区所处的地理位置，周围地表水资源较丰富，汛期（6-10 月）可拦矿区博怀沟南岔上游地表水作为生产水源，6-9 月平均水量 1000m³/d 以上，生活用水可在玉门东镇的大红泉水库拉运；此外，距离矿区 6km 的博怀东沟丰水期流量 901/s（2021 年 9 月）以上，可作为今后开采期间的备用水源地。

3、供电

目前无动力电输送，但距离矿区约 10km 的水峡脑铁矿已建有动力电网，可向矿区输送动力用电。

4、通讯

矿区目前无任何通信运营商信号覆盖。

5、物资供应

生产、生活物资主要依赖于玉门东镇、嘉峪关、酒泉市供应。

1.8 编制依据与原则

1.8.1 编制依据

(1) 《甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿产资源开发与恢复治理方案》编制委托书；

(2) 《甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿详查报告》，甘肃省地质调查院，2022 年 8 月；

(3) 《甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿详查报告》矿产资源储量评审意见书，甘资储评字（2022）78 号；

(4) 《甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿详查报告》矿产资源储量评审备案的复函，甘资储备字（2022）40 号；

- (5) 《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）；
- (6) 《甘肃省矿产资源总体规划（2021-2025）》（甘政发〔2022〕52号）；
- (7) 《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2020）；
- (8) 《矿产地质勘查规范铁、锰、铬》（DZ/T0200-2020）；
- (9) 《固体矿产资源储量分类》（GB/T 17766-2020）；
- (10) 《绿色矿山建设规范第2部分：金属矿》（DB62T 4284.2-2021）；
- (11) 《甘肃省绿色矿山建设规范地方标准》（DB62/T 4284.1-2021）；
- (12) 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；
- (13) 《冶金矿山设计规范》（GB50830-2013）；
- (14) 《冶金行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0319-2018）；
- (15) 《矿山选矿工程设计与技术标准规范》（2018年11月20日）；
- (16) 《选矿安全规程》（GB/T18152-2000）；
- (17) 《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）；
- (18) 《国土资源部关于铁、铜、铅锌、稀土、钾盐和萤石等矿资源合理开发利用三率指标要求（试行）的公告》（2013年第21号）；
- (19) 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）；
- (20) 财政部自然资源部税务总局关于印发《矿业权出让收益征收办法》的通知（〔2023〕10号）；
- (21) 甘肃省自然资源厅等13部门关于印发《甘肃省高质量推进绿色矿山建设实施方案（2021-2025年）》的通知（甘资字〔2023〕11号）；
- (22) 《自然资源部关于进一步完善矿产资源勘查开采登记管理的通知》（自然资规〔2023〕4号）；
- (23) 《中华人民共和国安全生产法》（中华人民共和国主席令〔2021〕第88号,2021修改版）；
- (24) 《甘肃省安全生产条例》，甘肃省人民代表大会常务委员会公告第39号 2021年10月1日（修订）；

(25) 《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》（国家矿山安全监察局，矿安〔2022〕4号）；

(26) 《甘肃省应急管理厅关于进一步加强非煤矿山安全生产工作的通知》（甘应急2022 95号文）；

(27) 《金属非金属矿山安全规程》（GB16423-2020）；

(28) 业主提供的其他资料。

1.8.2 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、政策和技术规程、规范和标准；

2、在《甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿详查报告》的基础上，安全、高效、经济、充分利用资源；

3、建设方案必须从我国国情、国策和地区实情出发，充分利用已有的条件和设施，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、降低生产成本；

4、采用成熟可靠先进的生产工艺，装备水平应结合当地实际情况，符合先进、成熟、适用、便于操作管理和维修的原则；

5、高度重视环境保护、水土保持、节能和矿山安全，严格执行有关法规和政策。

2 矿产品需求现状和预测

2.1 需求状况和预测

2.1.1 铁需求状况和预测

从储量来看：2022 年全球铁矿石储量 1800 亿吨，澳大利亚、巴西、俄罗斯和中国合计占比 71.7%。根据 USGS 统计，以上国家铁矿石储量分别为 500 亿、340 亿吨、250 亿吨和 200 亿吨，分别占世界总储量的 27.8%、18.9%、13.9%和 11.1%。另外，印度、乌克兰和加拿大等国家铁矿石资源也较为丰富。

从品位来看：2022 年全球铁矿石平均品位为 46.6%，南非、印度平均品位超过 60%，乌克兰、中国、美国品位较低。根据 USGS2022 年统计，南非、印度平均铁矿石品位超过 60%；俄罗斯、伊朗铁矿石平均品位在 50%~60%之间；澳大利亚、瑞典、巴西平均铁矿石品位在 40%~50%之间。中国铁矿石平均品位仅 34.5%，远低于全球铁矿石平均品位 46.6%。

从产量来看：2022 年全球铁矿石产量达 24 亿吨，澳大利亚、巴西、印度、中国、俄罗斯产量占比 82%。根据 USGS 统计，2022 年全球铁矿石产量达 24 亿吨、同比降低 2.04%，主要集中在澳大利亚、巴西、印度、中国、俄罗斯五国，分别占全球铁矿石总产量的 37.5%、16.7%、9.6%、14.2%和 4.0%，合计占比达 82%。

从各个国家铁矿石平均成本来看：澳大利亚、巴西产量高且成本优势突出，全球铁矿石成本曲线的 80%和 90%分位集中在中国铁矿石成本位附近。根据 GovernmentofWesternAustralia 发布的《WESTERNAUSTRALIAIRONOREPROFILE - March2022》，2021 年 CFR 现金成本前五的国家为印度、澳大利亚、巴西、南非、俄罗斯，其 CFR 现金成本分别为 26.7、34.5、36.0、48.6、60.0 美元/吨，中国 CFR 现金成本为 82.8 美元/吨。结合 USGS 统计的 2022 年产量数据，全球铁矿石成本曲线的 80%和 90%分位集中在中国铁矿石成本位附近。

从主流矿山 C1 现金成本来看：中国铁精矿制造成本几乎是四大矿山成本的 4 倍之多，且历史成本下降幅度较小。根据四大矿山 2022 财年年报可知，四大

矿山铁矿石 C1 现金成本仅在 11.84-15.40 美元/吨，根据 Mysteel，2022 年国内重点矿山的铁精矿制造成本均值为 367.54 元/吨（使用 2021 年人民币兑美元平均汇率 1 元=0.1449 美元换算，等于 54.54 美元/吨），且近 7 年来均值为 359.37 元/吨，国内重点矿山铁精矿制造成本整体呈震荡态势。由此可见，四大矿山 C1 现金成本明显低于国内铁精矿制造成本。

从主流矿山 62%CFR 现金成本来看，四大矿山为 21.06-30.78 美元/干公吨。将四大矿山公布的 C1 现金成本换算为 62%品位时的 CFR 现金成本，计算公式为 62%CFR 现金成本（美元/干公吨）=（C1*（1+资源税率）+运价）*（1-含水量）*（62%/平均品位）。根据公司公告和 Wind 统计数据，计算得到淡水河谷、必和必拓、力拓、FMG2022 财年 62%CFR 现金成本分别为 30.78、21.34、22.11、21.06 美元/干公吨。

分地区来看，亚洲是全球铁矿石主要进口地区，大洋洲和美洲国家为主要出口地区。根据国际钢铁协会统计数据，从进口端看，2020 年亚洲全年铁矿石进口量为 14.0 亿吨，占全球铁矿石总进口量的 84.8%，领先第二名欧盟 28 国 12.6 亿吨。其中中国贡献了主要力量，作为铁矿石第一进口大国，2020 年铁矿石进口总量达到了 10.7 亿吨，占全球进口总量的 64.8%。从出口端看，2020 年大洋洲和美洲出口总量分别为 8.9 亿吨、4.3 亿吨，位列全球出口总量第一、二位。并且以对地区外出口为主，对地区内供给量较少，仅占出口总量的 0%，3.7%。此外，非洲和中东地区铁矿石出口量也排在前列，2020 年全年出口量为 1.2 亿吨，位列第三。尽管亚洲国家铁矿石出口总量较大，但对地区内供应为主，地区外出口量仅占出口总量的 6.5%。

分国别来看，铁矿石进口量前三位分别是中国、日本、韩国。根据 Mysteel 数据统计，2020 年三国铁矿石进口量分别为 10.7 亿吨、1.2 亿吨、0.8 亿吨，作为铁矿石需求大国的中国一年的铁矿石进口量几乎是日本的 9 倍。从下表可以看出，三国的进口来源主要是澳大利亚和巴西，其中澳大利亚和巴西对中国一年的出口量分别达到了 6.7 亿吨、2.3 亿吨。

铁矿石需求来自于长流程（高炉+转炉）高炉炼铁环节以及短流程（电炉）直接还原铁环节，分别从海外、国内长流程高炉炼铁以及全球直接还原铁三个角度，分析全球铁矿石的需求。

2021 年全球粗钢分工艺产量占比来看，转炉占比 71.6%，其中再分国别来看，中国转炉粗钢产量占全球转炉粗钢的 66.6%。根据国际钢铁协会统计数据，2021 年全球分工艺粗钢产量中，转炉粗钢占比 71.6%，电炉粗钢占比 27.9%。分国别看，转炉粗钢中国产量占比 66.6%，其次分别为日本、韩国、印度，占比分别为 5.6%、3.6%、3.6%。

2021 年中国粗钢产量 10.0 亿吨，其中转炉粗钢占比 89.6%，伊朗、意大利粗钢产量仅分别为 0.3、0.2 亿吨，但电炉粗钢占比分别高达 90.1%、81.9%。

海外长流程 2022 年 在建产能 1670 万吨、计划建设产能 2430 万吨。根据经合组织（OECD）于 2022 年 6 月发布的

《Latest Developments in Steelmaking Capacity》报告，我们统计了海外各国家或地区 2022 年 在建（Underway）和 2022-2023 年计划建设（Plan）的长、短流程产能。2022 年海外在建长流程产能 1670 万吨、短流程产能 2318.4 万吨，2022-2023 年计划建设长流程产能 2430 万吨、短流程产能 2737.6 万吨。结合项目进度信息，预计 2023 年海外长流程新增产能分别为 223 万吨。

2022 年中国长流程生铁产量占全球长流程生铁产量比例达 68.2%。根据国际钢铁协会统计数据，2022 年全球长流程生铁产量为 12.95 亿吨，同比增长 1.0%，其中中国长流程生铁产量达到 8.84 亿吨，同比增长 9.2%，产量占全球长流程生铁产量的 68.2%。

国家发改委发文将确保 2021 年实现粗钢产量同比下降。根据国家发改委 2021 年 4 月 1 日消息，2021 年粗钢产量压减工作将在巩固提升钢铁去产能成果基础上，统筹考虑做好“六稳”工作、落实“六保”任务、碳达峰碳中和长远目标节点要求以及钢铁行业平稳运行等因素，在保持钢铁行业供给侧结构性改革政策连续性和稳定性的同时，坚持市场化、法治化原则，区分情况，分类指导，重点压减环保绩效水平差、耗能高、工艺装备水平相对落后企业的粗钢产量，避免“一刀切”，确保实现 2021 年全国粗钢产量同比下降。

唐山环保限产升级，“碳达峰”政策初见成效。2021年3月18日，唐山市大气污染防治工作领导小组办公室发布《关于报送钢铁行业企业限产减排措施的通知》，要求唐山全市中除首钢股份公司迁安钢铁公司、首钢京唐钢铁联合有限责任公司之外的全流程钢铁企业，自3月20日0时至12月31日24时执行限产规定，减排比例为30%-50%。而根据Mysteel统计，2022年第13周全国247家钢铁企业高炉炼铁产能利用率为88.3%，较1-2月平均产能利用率下降3.2PCT。

碳达峰、“去产量”背景下，我们给予国内长流程生铁产量同比0%的中性假设，预计2023年国内长流程生铁产量将仍为8.63亿吨。

根据前文分析，2023年全球铁矿石产量增速或为3.2%，需求增速或仅为0.8%，供需趋弱，价格有望下探。

2.1.2 铜需求状况和预测

2022年疫情带来的需求悲观预期使得铜价在短期内大幅下挫，此后伴随着流动性大宽松以及全球需求的复苏，铜价于22年上半年创出历史新高，此后便在高位保持震荡趋势。

2020年底到2022年底美联储真正加息期间，铜价没有下跌，反而还有一定涨幅，这是因为市场会提前交易流动性收紧预期。2013年5月伯南克首次提出Taper概念让市场感到非常意外，十年期美债收益率迅速冲高，表明自那时起市场就已经开始形成流动性收紧预期。随后的一年半铜价持续下跌，到真正加息靴子落地以后铜价反而有所反弹。这表明影响铜价反映的并非流动性的真正收紧，而是流动性收紧的预期。

本轮周期的流动性收紧预期发生在2021年下半年。对应到本轮周期，同样地，2022年3月美联储第一次加息，加息时点铜价并未有明显反映，对于流动性收紧预期的交易应当发生在加息之前，以美债收益率辅助判断，2022年下半年市场就已经开始对流动性收紧形成担忧。

上一轮流动性收紧预期带来了铜价的明显下跌，而本轮周期中2022年下半年铜价始终维持高位震荡，表明本轮周期与上一轮有所区别。

两轮周期铜价表现不同源于通胀预期差异。以十年期美债利率（名义利率）与十年期通胀指数国债利率（TIPS，代表实际利率）之差代表通胀预期。上一轮周期中，流动性收紧预期之所以对铜价形成压制，是因为其降低了市场的通胀预期；而本轮周期中虽有流动性收紧预期，但通胀预期并未下降，因此铜价持续高位。从历史走势中也可以发现铜价与通胀预期相关性较强。

综上，2022 年一季度开始的加息并不会对铜价产生压制，因铜价会在加息之前便反映流动性收紧的预期。此外并非所有流动性收紧预期均会制约铜价，只有当其能够改变通胀预期时，才会对铜价产生影响。因此下半年无需担心加息本身，而更应当关注通胀预期的变化。

2022 年通胀将维持高位。加息能够在一定程度上抑制总需求，但供应端的紧缺在本轮通胀中也起到了至关重要的作用。考虑到国内疫情防控对全球产业链持续造成冲击、俄乌战争引发资源品及粮食短缺、美国劳动力市场持续短缺导致用工成本上升等因素，供应问题在短期内无法得到有效缓解，使得 22 年的通胀仍将维持高位，对铜价形成一定支撑。

2.2 产品价格分析

2.2.1 铁产品价格现状及预测

从供需环境来看，四大矿山年末存在冲量动机，并且疫情影响减弱，供应有望持续好转。国内冬季受到环保限产等因素影响，铁矿石需求或小幅下降。但随着疫苗研发推进，海外钢铁生产也会逐步恢复，带动需求增长。从港口库存情况来看，在国内旺盛的铁矿石需求的带动以及外矿发货量降低的影响下，2022 年我国铁矿石港口库存保持较低水平，6 月中旬最低降至 10617 万吨。下半年随着压港缓解以及海外铁矿石供应的好转有所提升，11 月初最高升至 12812 万吨。近期港口库存持续下降，截至 12 月 4 日，降至 12447 万吨，反映出铁矿石供需偏紧的格局，对铁矿石价格形成向上支撑。

数据显示，目前一季度粗钢产量同比降幅已经达到 2767 万吨，二季度受疫情影响，钢材产量在低需求的影响下，超过一季度的可能性不大，由此需求端减

弱，不利于铁矿石价格上涨。另外，铁矿石属于大宗商品，也是钢铁工业的主要原料。根据国家“稳物价、稳增长”的目标，国家会持续出台政策进行调控，稳定铁矿石价格。国外市场目前三大矿企生产不断恢复，二三月份以来受俄乌冲突停产导致的这一部分缺口也正在被其他矿山弥补。业内人士认为，综合来看下半年铁矿石价格或将更加稳定。

根据中国期货市场铁精粉的统计资料，中联钢合约近五年最高价为2020年5月19日的1300元/t，最低价为2019年10月15日的630元/t。

近一年、三年、五年铁矿石价格走势见图2-1~2-3。



图 2-1 近一年 62%粉矿指数



图 2-2 近三年 62%粉矿指数

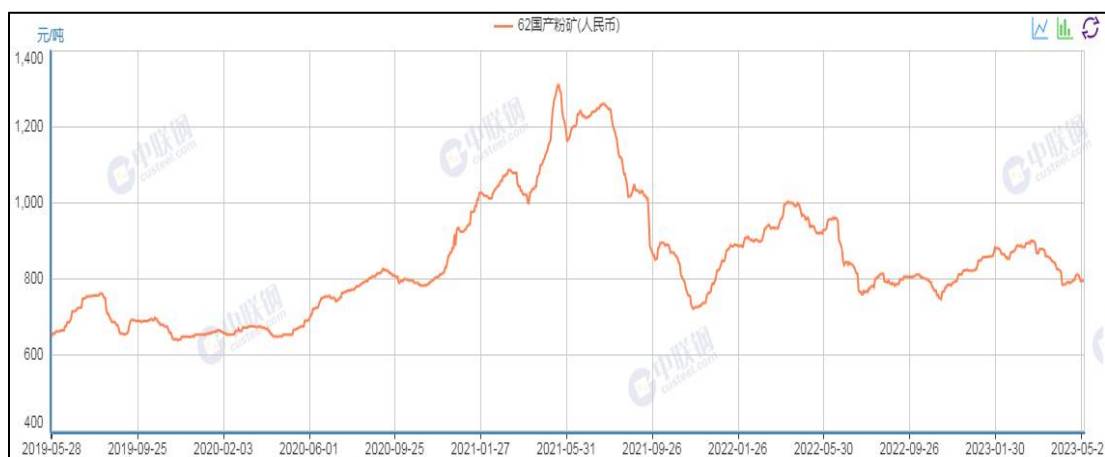


图 2-3 近五年 62%粉矿指数

2.2.2 铜产品价格现状及预测

铜的供给应当同时考虑矿端与冶炼端的变化，矿端供给变化主要取决于矿企存量项目产出及新建扩建产能，而冶炼端供给除受到冶炼厂本身产能扩张影响以外，还受到矿端影响：矿端供给较冶炼端宽松时，冶炼加工费回升，刺激冶炼端产能利用率提升，冶炼端供给随之提升；反之，矿端供给紧张时，其供应量将作为制约冶炼端产出的瓶颈。

预计 2022-2023 年在疫情以及南美地区社区抗议等活动的扰动下，铜精矿供给增速为 3.8%/4.8%，对应增量 80/105 万吨（对应约 30/20 万吨扰动导致的供给减少），增速较近年来略有加快；冶炼端受益于加工费与副产品利润回升，供应增速达 4.6%/4.5%，较近年来有明显抬升。

全球铜矿生产主要集中在南美的智利和秘鲁，两者合计产量占比接近 40%。22 年全球矿企生产活动自 21 年的疫情影响中部分恢复，但仍受到一些意外的检修及减产影响。据 ICSG 数据，22 年全球铜矿产量 2116 万吨，同比增长 2.4%。

疫情使得部分存量扩产及增量项目产能被延期释放。22-23 年计划内的铜矿供给增量较多，据 SMM 统计，22/23 年全球铜矿产量增量达到 110/96 万吨，增幅 5.2%/4.3%，增速较近几年有所提升。

铜价上涨背景下，因对铜企利润分配不满，秘鲁全国范围内社区抗议活动激增。Cuacone 铜矿自 2 月被附近社区居民切断供水已停产至今；Las Bambas 铜矿也受社区抗议影响于 4 月停产。上述两座铜矿 22 年产量达到秘鲁年产量的 20%。

不时爆发的抗议行为将持续对铜矿供应形成扰动，此外不时爆发的疫情将持续对供给形成扰动，铜矿产量实际增速存在低于预期可能性。

铜需求可以按下游应用领域可大致分为传统领域与新能源（电动车+风电+光伏）领域，传统领域又可进一步按国内外进行区分。传统领域当前用铜基数大，但增速趋缓，测算得 22/23 年全球传统领域对铜需求增速 1.2%/1.2%（假设国内电力/空调制冷/交通运输/电子/建筑领域需求增速分别为 2%/5%/-1%/2%/5%，海外传统领域需求无增长），带来需求增量分别为 31/32 万吨；预计未来新能源领域将成为铜需求主要增量来源。22/23 年其贡献需求增量 58/56 万吨，占比需求增量比重达到 65%/64%。

由于疫情延后了部分新增产能的释放，2022-2023 年铜矿计划内增量较多。但考虑到潜在的生产扰动情况（2022 年秘鲁社区抗议等活动等预计对产量造成较大影响），2022 年全球铜矿供应虽较 2021 年略有宽松，但难言过剩，预计 2023 年铜矿将有一定程度过剩。

考虑到前期矿企资本开支投入较少以及较多大型铜矿面临的品位下滑问题，2022-2023 年产能投放高峰期以后，预计铜矿产量增速将明显下滑。虽然当前高铜价会刺激矿商扩大资本开支，但铜矿的生产建设周期较长，从可研结束后的建设施工至投产也需要将近 3 年的时间。当前资本开支对应的产能无法在短期内释放，而新能源领域需求在中期仍将维持高增长态势，因而铜的供应将由 2023 年的宽松转向中期维度的短缺，对中期的铜价中枢提供一定支撑。



图 2-4 近一年铜价走势图



图 2-5 近三年铜价走势图

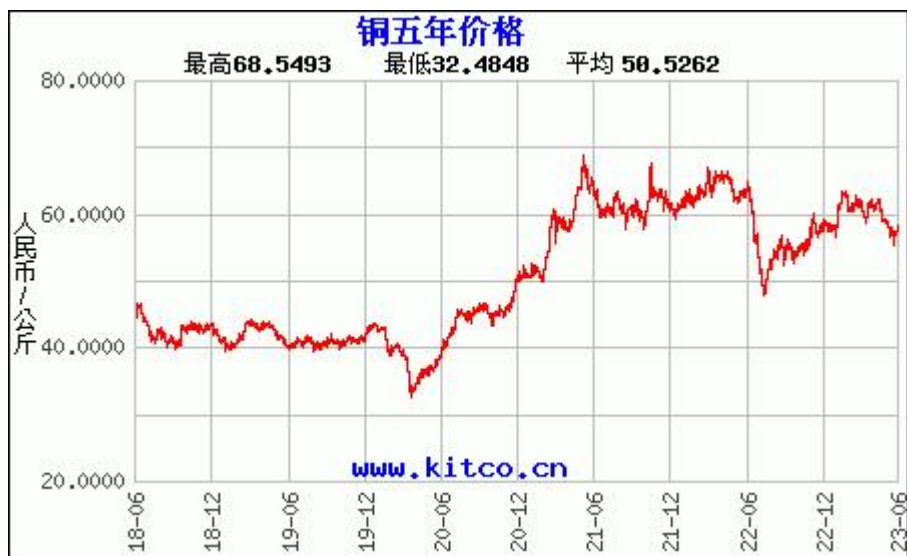


图 2-6 近五年铜价走势图

2.3 产品价格取值

铁精粉有销售半径，本矿产品售往酒钢，图 2-1~2-3 的中钢联 CSI 价格指数反映的是东部省份的产品价格，酒钢实际收购价低于 CSI 价格。如图 2-7 所示的 6 月 1 日酒钢采购价格为 700 元/吨。

实际收购工作中，酒钢每月在中钢联等网站会定期发布铁精粉采购公告，该公告如图 2-7 所示，酒钢每月对收购的铁精粉有个计划量，该计划量由多家供应商提供，收到供应商的应标通知后，随后对参与的供应商展开竞争性谈判，最终谈判价格低于采购价格。

本设计矿山规模为中型矿山，国内 62%铁精粉近三年含税均价为 914 元/t，不含税价格取 809 元/t，本项目取 62%铁精粉销售含税价为 814 元/t，不含税价格取 720 元/t。

铜金属含税价格取 68220 元/t，不含税价格取 60372 元/t。

The screenshot shows the Custeel website interface. At the top left is the Custeel logo (中联钢) and the URL custeel.com. A search bar is located at the top right. Below the navigation bar, the breadcrumb trail reads: 当前位置: 中联钢 >> 炉料频道 >> 钢厂采购价 >> 正文. The main heading is "6月1日甘肃地区钢厂铁精粉采购价格" (June 1st Gansu Region Steel Plant Iron Concentrate Procurement Price). Below the heading, it shows the date and time: 2023-06-01 10:04 来源: 中联钢. There are font size controls (大, 中, 小) and a refresh icon. A table lists procurement prices for two steel plants in Gansu. The table has columns for City, Steel Plant, Product Name, Grade, Price, Change, Unit, Price Attribute, Payment Method, and Remarks. Below the table are buttons for "打印" (Print) and "关闭" (Close). A "相关信息" (Related Information) section lists several previous procurement price announcements from May 2023.

城市	钢厂	品名	品位	价格	涨跌	单位	价格属性	付款方式	备注
甘肃	酒钢	铁精粉	65.0%	-	-	元/吨	干基含税	承兑	省内
甘肃	酒钢	铁精粉	63.0%	700	-	元/吨	干基含税	承兑	本地, 出厂基价

相关信息

- 6月2日甘肃地区钢厂铁精粉采购价格 06-02
- 5月31日甘肃地区钢厂铁精粉采购价格 05-31
- 5月30日甘肃地区钢厂铁精粉采购价格 05-30
- 5月29日甘肃地区钢厂铁精粉采购价格 05-29
- 5月26日甘肃地区钢厂铁精粉采购价格 05-26
- 5月25日甘肃地区钢厂铁精粉采购价格 05-25
- 5月24日甘肃地区钢厂铁精粉采购价格 05-24

图 2-7 酒钢 6 月 1 日采购公告

3 地质资源概况

3.1 矿区总体概况

3.1.1 矿区总体规划情况

博怀沟一带铜铁矿属于甘肃张掖—酒泉资源产业基地，区内主要矿产资源有铁矿石***亿吨、铜***万吨、钒（ V_2O_5 ）***万吨、钨（ WO_3 ）***万吨。以小柳沟钨钼国家规划矿区及桦树沟—黑沟铁（铜）矿、卡瓦铁矿等重点矿区为依托，利用铁、铜、钒、铬、钨、钼资源优势，发展产品的深加工技术，延伸产业链，发挥产业聚集效应，壮大经济规模，将该区建成国家重要的铁铜钨多金属资源开发加工产业基地。

3.1.2 矿区矿产资源概况

区内矿产较丰富，矿种有铁（菱铁矿、赤铁矿、镜铁矿、磁铁矿）、铜（黄铜矿、辉铜矿）、黄铁矿、石灰岩和煤矿。桦树沟组为区域内的主要含铁建造岩系，出露形态之伸展方向与区域构造线展布方向基本一致，沿桦树沟组展布方向的数十公里至百余公里范围内分布有众多铁矿床。铁矿主要分布勘查区南部，有桦树沟铁矿、黑沟铁矿、头道沟铁矿等。这些铁矿全部产于桦树沟组中，矿床类型均为同生海底喷流沉积型铁矿，通过对比本区含矿地层与镜铁山基本为同一层位，均为桦树沟组，矿体围岩也基本一致。

区内已发现大型铁矿床 2 处（桦树沟铁矿、黑沟铁矿），大型石灰岩矿床 1 处，小型铁矿 3 处、小型铜矿 3 处，小型黄铁矿 1 处，小型煤矿 1 处，铁矿（化）点 17 处，铜矿（化）点 9 处，黄铁矿化点 1 处，煤矿化点 1 处。98%的铁矿受地层控制，分布于太古界—元古界地层中，与沉积变质作用有关，2%的铁与热液作用有关。大部分的铜矿及黄铁矿受 NW 向断裂构造控制而分布于太古界—元古界地层中，它们与热液作用有关，而部分铜矿受地层控制而分布于青白口系龚岔群中，它们与沉积变质、沉积改造作用有关。

3.1.3 本设计与矿区总体开发的关系

该矿采矿权人为兰州彤辉商贸有限公司，属探转采新建矿山，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，开采矿种为铁矿，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。

本方案的编制目的是为了申办采矿许可证，使其符合《甘肃省矿产资源总体规划》中对中型铁矿规模的要求。

3.2 矿区地质

矿区位于秦祁昆造山系，北祁连弧盆系走廊南山岛弧（III）（图 2-1）。成矿区带属于北祁连 Cu、Pb、Zn、Fe、Cr、Au、Ag、硫铁矿、石棉成矿带，柳沟峡—九个青羊元古宙、加里东期 Cu、Pb、Zn、Fe、Au、W（Cr）成矿带（III）。区内构造复杂多样，褶皱、断裂构造极为发育。在漫长的地质演化过程中矿区经过多期次的构造运动，形成一幅新老叠加、形式多样的构造变形特征，总体构造线方向呈北西—南东向展布。侵入岩以加里东晚期的侵入岩为主，从基性—酸性都有出露。

3.2.1 地层

矿区地层属华北地层大区，秦祁昆地层区，祁连—北秦岭地层分区，北祁连地层小区。区域上出露地层有太古界—元古界北大河岩群、长城系桦树沟组、长城—蓟县系托莱南山群、青白口系龚岔群、中寒武统及下奥陶统阴沟群和第四系为主，其它地层零星分布。由于多期次岩体侵入、后期断裂破坏，致使地层残缺不全，分布零星。

3.2.2 构造

本区褶皱比较发育，主要发育于前寒武时期。褶皱走向北西西或近东西向，呈较大规模的复式褶皱形态，但由于后期岩浆侵入活动和断裂作用的破坏，保存完整者无几。

断裂主要以 NW 向冲断层为主，走向约 305° — 315° ，多数倾向 NE，个别 SW，倾角 50° — 60° ，其次为 NE 向断层，具平推性质。前者对区内矿产起控制作用，一方面为成矿热液的运移提供通道，起导矿作用；另一方面其所派生的次级构造为矿液的沉淀提供空间而起赋矿作用。

3.2.3 岩浆岩

区内岩浆活动强烈且频繁，主要发生于加里东晚期，形成的岩浆岩从超基性岩、基性岩、中性岩到酸性岩均有，分为二期：第一期形成的是超基性岩 (Σ_3^3) 和基性岩 (v_3^3) 以及辉长闪长岩 ($v \delta_3^3$)，岩石类型有：蛇纹石化绿泥石化橄辉岩、绿泥石化蛇纹石化辉橄岩、蛇纹石化橄榄岩和辉长岩、辉长闪长岩；第二期形成的是酸性岩和中性岩，岩石类型有：花岗岩 (γ_3^3) 和闪长岩 (δ_3^3)，表明其岩浆演化系列是从基性—中酸性。此外区内尚有一些未分期的小岩脉，主要有超基性岩脉 (Σ)，辉长岩脉 (v)、闪长岩脉 (δ)、花岗斑岩脉 ($\gamma \pi$) 和石英脉 (q)。其中超基性岩对镍、铬等矿产的形成起主导作用；部分铜矿产的形成与花岗闪长岩有内在的联系；部分铅、锌、铜矿产与石英脉有成生关系。

3.3 矿床特征

3.3.1 地层

矿区出露地层较为简单，主要为太古宇-早元古界北大河岩群 ($ArPt_1B$)、下奥陶统阴沟群 (O_1Y)，白垩系下统 (K_1) 及第四系。由于矿区部分地区 (约 30%) 被第四系坡积物覆盖。现分述如下：

3.3.1.1 太古宇-早元古界北大河岩群 ($ArPt_1B$)

北大河岩群呈北西向展布于矿区北部，出露面积约占勘查区总面积的 1/6，南侧与奥陶系阴沟群呈断层接触，北侧延出勘查区。主要岩性为灰绿色绿泥石英片岩、石英岩、绢云母千枚岩、大理岩及片麻岩等，厚约 508-548m。

3.3.1.2 奥陶系下统阴沟群 (O₁Y)

阴沟群大面积出露于矿区中南部，呈北西-南东向展布，倾角 50° -75°，区内出露最大厚度为 2264m。为一套火山岩-碎屑岩-碳酸盐岩建造，地貌上以形成高大陡峭山峰为特征。由于地表风化强烈，表面多呈灰-灰黑色。主要由灰绿色安山岩、灰绿色千枚岩、硅质灰岩、硅质岩、磁铁矿层等组成。受断裂构造的影响，岩石劈理较发育。本次工作根据地层层序、岩石学特征与区域对比，将该套地层划归奥陶系下统阴沟群下岩组 (O₁Y)，大致对应于下岩组上火山岩段。

一、地层层序及含矿特征

本次工作实测 2 条 1/1000 和 3 条 1/500 代表性地质剖面，基本查明了勘查区该地层层序，现将测区下奥陶统阴沟群地层层序列述如下：

下奥陶统阴沟群 (O ₁ Y)	厚 2264m
9. 深灰绿色变玄武安山岩夹变安山岩	755m
8. 灰黑色变安山岩	189m
7. 浅灰绿色钙质千枚岩	68m
6. 磁铁矿层	12m
5. 浅灰绿色钙质千枚岩	50m
4. 灰绿色安山质凝灰岩	241m
3. 灰绿色绿泥石英片岩	37m
2. 深灰绿色变玄武安山岩夹变安山岩	525m
1. 灰绿色绿泥石英片岩	387m

矿区铁矿产于该套地层中上部，其上为灰黑色变安山岩，下为安山质凝灰岩，层位稳定。铁矿赋存于浅灰绿色钙质千枚岩层中，矿体顶板发育褐铁矿化、黄铁矿化及碳酸盐化。

二、岩石学特征

该地层主要由灰绿色安山岩、灰绿色绿泥千枚岩、白云质灰岩、磁铁矿层等组成。

灰绿色绿泥千枚岩：岩石呈浅灰色、变余泥质结构，板状构造。矿物组成有绢云母—水云母（10%—60%）、绿泥石（<10—15%）、石英（<15%），残留少量泥质物（<5%），主要矿物颗粒粒径一般<0.02mm。其中石英呈细小粒状变晶，绢云母—水云母、绿泥石为新生矿物，呈细小鳞片作密集定向分布。

白云质灰岩：灰白色，厚层状—中厚层状，它形粒状结构，微晶结构，块状构造。矿物成分主要为方解石（35%±），粒径在0.04mm—0.1mm±，白云石（45%—50%），石英（3—5%±），氧化铁（1%—2%）。

灰绿色安山岩：灰绿色，斑状结构，块状构造，气孔—杏仁构造。岩石主要由斑晶斜长石和角闪石组成，斜长石粒径0.05mm—0.3mm±，基质为玻璃质。气孔呈椭圆状或不规则形状，内部被绿泥石或石英充填。局部见有石英细脉，黄铁矿呈星点状分布。

3.3.1.3 白垩系

在勘查区西部少量出露，出露面积0.38km²。主要岩性为砖红色砾岩、含砾砂岩、砂质泥岩、粘土岩呈韵律性互层，夹灰黑、灰绿色泥岩及灰白色泥灰岩和石膏层组成，与下奥陶统阴沟群不整合接触。

3.3.1.4 第四系

第四系广泛分布于河沟及山坡上，分为坡积物、冲积物和洪积物。其中坡积物分两类，一类由风化岩石碎块组成，碎块一般较大，0.2—20m，多在山脊部位残积于原地或呈石流分布，厚度一般较大，1—10m；另一类由风化碎块和土壤组成，土壤含量占20—50%，碎块一般较小，0.01—0.5m，一般沿山坡或者在山前堆积，厚2—20m。冲击物主要分布在沿河流或者季节性河流河道分布，由分化搬运砾石及沙土组成，厚2—20m。洪积物一般在河口地区堆积，由砾石、沙砾级碎块组成，分选差，粒径变化大，最大1—2m，厚度10—15m

3.3.2 构造

矿区位于北祁连西段，区内构造复杂，褶皱与断裂发育。褶皱主要表现为奥陶系阴沟群内发育的小规模的背、向形。而断裂构造广泛分布于矿区内，根据展布方向的不同可分为三组断裂，即北东向、北西向及近东西向 3 组。从断层的交切关系来看，北西向断裂规模小，属于区内的次级断裂活动时间最早；近东西向断层活动时间较晚，与区域构造方向一致，是区域性东西向断裂的组成部分，严格控制了矿区的地层分布；北东向断裂活动时间最晚，截切近东西向断层，空间上表现为地层错动，该组断裂对矿体具有破坏作用。由于区内第四系坡积—冲积物发育，地表覆盖严重，地表断裂活动迹象不明显，一些断裂是根据地层、蚀变带空间接触关系推测的。

褶皱构造单一，主要为一轴向 NWW 的弧形褶皱，轴线及北翼部分被断层所切，南翼倾角约 60° 。矿区从北向南发育 12 条断层，其中近东西向断层 2 条（F1 和 F5）、北东向断 4 条（F2、F7、F9、F10）、北西向断层 6 条（F3、F4、F6、F8、F11、F12）。

3.3.2.1 近东西向断裂

F1：位于矿区北部，横穿测区，沿山谷与山脊展布，由于覆盖严重，地表未见明显的断层活动迹象，在矿区东部水峡一带，见有逆冲破碎迹象，推测为一逆冲断层。断层下盘为太古界—下元古界北大河岩群变质沉积—火山岩建造，上盘为下奥陶统阴沟群浅变质火山岩系。总体走向为 $285-302^{\circ}$ ，产状为 $200-212^{\circ} \angle 60^{\circ}$ 。

F5：位于矿区中部，总体走向为 280° ，长度大于 2500m，主要沿山谷与山脊分布，断层破碎带宽约 10m，带内岩石破碎，片理化发育，片理方向平行断层面，断层上盘为蚀变玄武安山岩，下盘为蚀变安山岩，断层产状 $75^{\circ} \angle 45^{\circ}$ ，断层向东、西延伸部分均被第四纪植被、坡积物覆盖。在矿区中部见有一矿化蚀变带，岩石绿泥石化、绢云母化发育，初步推断为一正断层。

3.3.2.2 北东向断裂

F2：位矿区西北部，总体走向约为 30° ，北东、南西向延伸出测区，大多被第四系坡积物覆盖，断层多错段山脊，并多表现为鞍状负地形。在 TC0001 内

(173m处)该断层破碎带宽约40cm,带内岩石发生挤压型破碎,产状 $125^{\circ} \angle 65^{\circ}$,断层上盘为安山质凝灰岩,下盘为变安山岩。断层截断测区主要矿体,并在测区北部错断F1断层,根据F1断层及南侧地层南北方向错动变化,推测F2断层为一压扭性右型走滑断层,走滑断距约为70m。

F7:位于矿区东部,总体走向约为 35° ,为一推测断层,主要沿山谷展布,地表未见明显的断层活动迹象,断层两侧岩层不连续,并截断F5断层,断层性质不明。

F9:位于矿区东部水峡沟以西,总体走向约为 75° ,为一推测断层,地表覆盖严重,未见明显的断层互动迹象,主要沿山脊展布,断层以南为变安山玄武岩,断层以北为安山岩,断层东段被断层F7截断,断层性质不明。

F10:位于矿区西南部,总体走向约为 25° ,主要沿山谷展布,延伸长约700m,北东向延伸被第四纪坡积物所覆盖,断层在中段出露,长约200m,破碎带宽约10m,产状为 $110 \angle 40$,上盘为安山岩,下盘为灰绿色板岩,带内岩石较破碎,多发生绿泥石化、绢云母化,偶见方解石化,褐铁矿化,另见石英岩层被该断层所截断。

3.3.2.3 北西向断裂

F3:位于矿区中部,总体走向约为 305° ,推测长约2360m,断层北端被F1断层所截断,断层南端被F5断层所截断错动。断层主要沿山谷与山脊展布,南北两侧均为玄武质安山岩,性质不明。

F4:位于断层F3以东,总体走向约为 305° ,推测长约1500m,断层北端被F1断层所限制。断层主要沿山谷与山脊展布,南北两侧均为玄武质安山岩,蚀变安山岩等,性质不明。

F6:位于矿区西部,总体走向约为 290° ,推测长约700m,产状 $195^{\circ} \angle 73^{\circ}$,断层上盘为灰黑色石英岩,下盘为绢云母绿泥石英千枚岩。破碎带宽约5m,岩石破碎强烈,可见绿泥石化、绢云母化及硅化,并伴有褐铁矿化,另可见片理化发育。

F8: 位于西水峡沟以东, 总体走向约为 290° 。断层西段被 F7 断层所截断, 推测长度约为 800m。断层主要沿山脊展布, 南北两侧均为变安山岩, 主要根据地形地貌推测而出, 为一推测断层, 性质不明。

F11: 位于矿区西南部, 总体走向约为 310° , 主要沿山谷展布, 北西向延伸及断层中段被第四纪覆盖物所覆盖, 南东向延伸至测区外。断层在北端有一小段出露, 长约 25m, 破碎带宽约 5m, 产状为 $30^{\circ} \angle 45^{\circ}$, 断层上下均为石英岩, 带内岩石破碎, 黄铁矿化、褐铁矿化发育, 还可见绢云母化等。

F12: 位于西水峡沟以东, 总体走向约为 310° 。断层西段被 F7 断层所截断, 东段延伸至测区范围以外, 主要沿山谷展布, 主要根据地形地貌推测而出, 为一推测断层, 性质不明。

3.3.3 岩浆岩

矿区内岩浆活动较弱, 主要表现为加里东晚期的超基性岩及一些后期的脉岩。

3.3.3.1 超基性岩

超基性岩体呈 305° 方向延长的岩墙状, 岩石强烈蛇纹石化, 局部蚀变为蛇纹岩, 具铬铁矿化和镍矿化。定量光谱分析结果表明: Cr、Ni 元素丰度值较高, 其平均值 Cr 为 1617×10^{-6} , Ni 为 735×10^{-6} 。主要岩性为蛇纹石化辉橄岩、蛇纹岩、辉石岩。

蛇纹石化辉橄岩: 墨绿色, 交代网状结构、交代假象结构, 块状构造。岩石由橄榄石 (22%±)、蛇纹石 (55%±)、透辉石 (10%±)、氧化铁质 (7—8%±)、黑云母 (4%±) 组成。

蛇纹岩: 灰绿色, 交代假象结构, 块状构造, 主要由蛇纹石 (98%±) 和少量氧化铁质 (2%±) 组成。蛇纹石大部分呈纤维状, 部分呈片状。

辉石岩: 黑绿色, 自形晶结构, 块状构造。岩石主要由普通辉石 (95%±) 和黑云母 (5%±) 组成。

3.3.3.2 脉岩

主要为一些长轴呈北西向展布的石英脉。

3.3.4 变质作用

矿区地层遭受区域变质作用后，又叠加了热液蚀变与交代作用，动力变质作用及局部地段的接触变质作用。

3.3.4.1 区域变质作用

泥质岩经浅变质作用形成千枚岩及低级变质片岩，变质矿物组合为绢云母-绿泥石-石英。局部碳酸盐重结晶成结晶灰岩。

3.3.4.2 动力变质作用

矿区动力变质作用主要发育在压扭性断层带，岩石破碎，碳酸盐化、硅化明显。

3.3.4.3 围岩蚀变

矿体围岩具有明显的硅化、绿泥石化、碳酸盐化、黄铁矿化、褐铁矿化等蚀变。硅化、绿泥石化在矿区分布广泛，在含矿层中分布普遍，并且较强烈，含矿层中矿体顶、底板岩石出现大量的绿泥石矿物。碳酸盐化主要分布于断裂破碎带内，表现为岩石中有方解石脉出现。

3.3.5 矿体特征

矿区内共圈定铁矿体 11 条，隐伏铜矿体 3 条。

3.3.5.1 铁矿体特征

矿区以磁铁矿化为主，据地表所开展的高精度磁法测量及地质正测等工作成果，矿体主要集中分布于矿区北部、北东部。各矿体呈似层状近东西向展布。矿区共圈出具有工业价值的矿体 6 条，低品位矿体 5 条（矿体编号以矿体序号表示，例如“Fe1”），其中主矿体 1 条，为铁 1 矿体。主矿体控制资源量占矿区 97.63%。区内铁矿体受后期构造及其它成矿因素等影响，在走向或倾向上厚度变化幅度较大，局部呈透镜状。因单个矿体总体厚度不大，局部地段铁矿体沿走向、倾向可出现拉断、变薄等现象。其矿体特征见表 3-1。

Fe1 号矿体:为矿区主要矿体,呈似层状近东西向展布,倾向北北西,倾角 45° — 70° ,地表矿体只有 3 线、6 线出露于地表,由 TC0301、TC0601W 控制,深部连续,矿体主要由 ZK0301、ZK0302、ZK0101、ZK0102、ZK0103、ZK0001、ZK0002、ZK0003、ZK0004、ZK0005、ZK0202、SWZK-01、ZK0401、ZK0402、ZK0403、ZK0404、ZK0405、ZK0601、ZK0602、ZK0801 等工程控制。矿体厚度变化较大,单工程厚度为 2.52m—31.30m 之间,厚度变化系数 52.71%。单工程平均品位 TFe 26.34%—31.30%, mFe 3.83%—21.87%。矿体平均品位为 TFe 30.06%, mFe 17.36%, TFe 和 mFe 品位变化系数分别为 5.36%和 28.42%。含矿岩性为黑色硅质岩,顶底板围岩主要为浅灰白色硅质白云岩、浅灰绿色千枚岩。围岩蚀变主要有硅化、赤铁矿化、黄铁矿化、褐铁矿化、碳酸盐化等。地表探槽工程没有揭露到矿体中部,矿化主要集中在 03 线-06 线之间,向东被 F2 断层截断,向西地表存在尖灭趋势。而在深部钻探工程中,则矿化连续,矿体厚度较地表局部具有变大趋势,地表面工程厚度在 10.37、10.18m,而深部单工程厚度可达 31.30m,钻孔控制最大斜深 490m (见表 3-2)

表 3-1 矿体特征一览表

矿体号	标高	矿体规模						矿体品位			矿体产状		矿体形态
		矿体长度(m)	倾向延深(m)	矿体最小埋深(m)	矿体最大埋深(m)	平均厚度(m)	厚度变化系数(%)	单样品位范围(%)	单工程平均品位范围(%)	变化系数(%)	倾向(°)	倾角(°)	
Fe1	3342.28-3849.33	700	540	0	490	17.33	51.13	20.02-41.46	26.34-31.34	5.59	338-350	45-70	似层状、透镜状
	3758.98-3830.53	50	57.00	60.23	100.44	1.63		19.24-24.67	21.52		338	73	似层状
Fe2	3723.09-3759.41	50	22.30	0	44.56	1.30		31.53-34.27	32.90		10	48	似层状
Fe3	3765.36-3803.72	50	21.44	9.58	53.07	6.21		22.20-28.11	25.15		350	65	似层状
Fe4	3581.12-3620.08	50	40	246.15	283.69	4.33		25.27-32.87	27.33		338	89	似层状
Fe5	3823.49-3942.42	50	120.4	0	172.41	4.16	57.89	20.32-30.02	25.21-30.38	8.44	217	36-78	似层状
Fe6	3804.53-3834.66	50.00	40.00	197.37	261.43	5.43		20.49-24.60	25.18		217	36	似层状
	3800.67-3834.66	50.00	40.00	197.37	263.17	2.16		22.21-28.12	21.94		217	36	似层状
	3794.79-3834.66	50.00	40.00	197.37	264.92	4.32		21.09-23.14	22.38		217	36	似层状
Fe7	3784.71-3821.51	50	40	290.98	357.40	1.65		20.33-22.70	21.57		217	36	似层状

表 3-2 Fe1 号矿体探矿工程特征表

勘探线	工程编号	厚度 (m)	TFe (%)			控制斜深 (m)
			最低	最高	平均	
03	T0301	10.37	20.31	35.29	27.33	地表
03	ZK0301	7.09	20.23	33.10	26.42	110
01	ZK0102	13.84	21.44	38.47	28.82	243
01	ZK0103	2.52	24.27	36.33	28.74	109
00	ZK0004	21.05	18.31	36.29	28.34	82
00	ZK0001	30.64	18.91	36.82	30.62	161
00	ZK0002	27.39	24.04	38.42	31.18	277
00	ZK0003	20.28	24.00	34.19	29.79	333
00	ZK0005	0.17	23.21	23.21	23.21	467
02	SWZK-0	19.63	19.49	37.12	29.68	200
02	ZK0202	20.71	20.16	38.04	30.39	361
04	ZK0401	28.24	21.16	36.98	29.35	198
04	ZK0402	29.69	20.15	38.91	30.93	324
04	ZK0403	19.27	21.08	37.45	30.31	490
04	ZK0405	31.30	18.62	39.07	28.16	148
06	TC0601	10.18	22.70	36.52	30.14	地表
06	CM0601	9.46	24.55	34.43	30.29	27
06	ZK0601	4.65	25.70	36.13	30.90	128
06	ZK0602	20.39	20.61	39.42	31.30	335
08	ZK0801	4.47	21.27	33.70	25.26	66

Fe2 号矿体:呈似层状北东东向展布,倾向 10°, 倾角 48°, 由 TC0301 一个工程控制。该矿体长约 50m, 厚度为 1.30m。单工程平均品位 TFe 32.90%, mFe17.60%。向东、西两端地表存在尖灭趋势。

Fe3 号矿体:呈似层状北东东向展布,倾向 355°, 倾角 65°, 由 ZK0405 一个工程控制。该矿体长约 50m, 厚度为 6.21m。单工程平均品位 TFe 25.15%, mFe5.42%。向东、西两端地表存在尖灭趋势。

Fe4 号矿体:呈似层状北东东向展布,倾向 338°, 倾角 89°, 由 ZK0801 一个工程控制。该矿体长约 50m, 厚度为 4.33m。单工程平均品位 TFe 27.33%, mFe6.94%。向东、西两端地表存在尖灭趋势。

Fe5 号矿体:呈似层状北东东向展布,倾向 217° , 倾角 36° – 78° , 由 TC1201、ZK1201、ZK1202、ZK1601 等工程控制。该矿体长约 50m, 单工程厚度为 2.57m—6.13m 之间。单工程平均品位 TFe 25.21%–30.38%, mFe2.32%–25.42%。

Fe6 号矿体:有 2 个低品位矿体和一个工业矿体组成,第一个低品位矿体:倾向 217° , 倾角 36° , 由 ZK1202 一个工程控制。该矿体长约 50m, 厚度为 2.16m。单工程平均品位 TFe 21.94%, mFe0.20%。工业矿体:倾向 217° , 倾角 36° , 由 ZK1202 一个工程控制。该矿体长约 50m, 厚度为 5.43m。单工程平均品位 TFe 25.18%, mFe0.89%。第二个低品位矿体:倾向 217° , 倾角 36° , 由 ZK1202 一个工程控制。该矿体长约 50m, 厚度为 4.32m。单工程平均品位 TFe 22.38%, mFe0.20%。

Fe7d 号矿体:倾向 217° , 倾角 36° , 由 ZK1202 一个工程控制。该矿体长约 50m, 厚度为 1.65m。单工程平均品位 TFe 21.57%, mFe0.16%。

3.3.5.2 铜矿体特征

通过钻探施工,共圈定隐伏铜矿体 3 条,编号为 Cu1-1、Cu1-2 和 Cu1-3,矿体特征如下:

Cu1-1 号矿体:由 ZK0301、ZK0102 两个钻探工程控制,控制矿体长 213m,矿体厚度 1.42m–2.46m,矿体平均品位 0.64%。矿体倾向 340° , 倾角 50° , 向东侧伏。其中在 ZK0301 钻孔 63–65m 处矿体厚 1.42 米,单工程平均品位为 1.26%;在 ZK0102 钻孔 204.44–207.44m 处矿体厚 2.46 米,单工程平均品位为 0.65%。矿石矿物主要为黄铜矿、孔雀石、黄铁矿。该铜矿体赋存于 Fe1 铁矿体顶部,矿体顶板为灰绿色钙质板岩,底板为灰绿色钙质千枚岩型磁铁矿矿体,该铜矿体与 Fe1 铁矿体为异体共生关系,矿石类型为铜、铁矿。

Cu1-2 号矿体:由 ZK0202 单工程控制,见矿位置 277.55m–279.55m,矿体长 53m,矿体厚 1.48m,单工程平均品位为 0.61%。矿体倾向 341° , 倾角 47° 。矿石矿物主要为黄铜矿、黄铁矿。该铜矿体赋存于 Fe1 铁矿体顶部,矿体顶板为灰绿色钙质板岩,底板为灰绿色钙质千枚岩型磁铁矿矿体,该铜矿体与 Fe1 铁矿体为异体共生关系,矿石类型为铜、铁矿。

Cu1-3号矿体：由ZK0402单工程控制，见矿位置150.7m-152.7m，矿体长55m，矿体厚2.0m，单工程平均品位为0.41%。铜矿体顶板岩性为浅灰白色硅质白云岩，底板为深灰绿色安山岩。含矿岩性为绿泥石化绢云母化安山岩，矿石矿物为黄铜矿及少量黄铁矿。

3.3.6 矿石质量

3.3.6.1 矿石物质组成

金属矿物：铁矿石主要以磁铁矿为主，其次为赤铁矿，少量褐铁矿、菱铁矿，微量黄铁矿。铜矿石主要有黄铜矿、孔雀石、磁铁矿等。

脉石矿物：主要有石英、方解石、绢云母、绿泥石、碳酸盐。

3.3.6.2 矿石结构、构造

矿石结构单一，主要表现为半自形—它形晶粒状结构、它形晶粒状结构等。

矿石构造主要为块状构造、浸染状构造、枝状—网脉状构造。

3.3.7 矿石类型和品级

3.3.7.1 矿石自然类型

根据矿石中脉石矿物、金属矿物及其结构、构造、含量变化特征，对本矿区铁矿石和铁铜矿石自然类型进行了划分：

铁矿石自然类型简单，主要为磁铁矿石英岩型铁矿石，金属矿物以磁铁矿为主，夹少量赤铁矿与褐铁矿组成，呈粒状、片状集合体，浸染状构造，半自形—它形晶，粒径大小不一，多在0.01mm-0.05mm之间，少量可达0.1mm，矿石矿物集合体呈浸染状、条带状分布在脉石中。脉石矿物主要由石英、方解石、斜长石组成。

铜矿石自然类型分为两种，一种为与铁矿共生的千枚岩型铜铁矿石，一种为产于变安山岩中的黄铜型铜矿石。金属矿物为黄铜矿，呈星点状、浸染状不均匀分布，黄铜矿集合体大小约0.03mm—0.1mm。次为黄铁矿。

3.3.7.2 矿石工业类型

铁矿石的工业类型主要为需选弱磁性铁矿石。

3.3.8 矿体（层）围岩与夹石

根据对矿石类型的分类，本矿区矿体的顶底板围岩有以下几种：

1. 灰绿色钙质绿泥千枚岩：浅灰绿色—灰绿色，鳞片粒状变晶结构，碎裂结构，块状构造，略具层状构造。岩石主要由水白云母（50-60%）、方解石（<20%）、绿泥石（>30%）。岩石赤铁矿化较强，局部呈紫红色。水白云母等粘土矿物的杂乱排列，使岩石硬度较高。

2. 硅质岩：深灰色，隐晶质结构，块状构造，主要矿物成分为硅质，含量约为55%，陆源碎屑（40%），粘土质（5%），硅化强，局部发育黄铁矿化。多分布于底板。

3. 变安山岩：灰绿、灰黑色，变余安山结构，斑晶数量少，其矿物组成主要为辉石、角闪石、斜长石等，辉石呈短柱状，角闪石呈针状、斜长石呈板柱状，基质为隐晶质。岩石发生绿泥石化、绢云母化、硅化和碳酸盐化。

Fe1 矿体在4线深部存在两层夹石，夹石由钻孔 ZK0405 控制。夹石的推测长度都为50m，厚度2.03m，1.61m。岩性为钙质千枚岩：灰黄色，鳞片粒状变晶结构，碎裂结构，块状构造，略具层状构造。原岩已基本发生蚀变，矿物多为后期蚀变矿物，该层比重大，千枚理发育明显，岩石主要由水白云母（50-60%）、方解石（<20%）、绿泥石（>30%）。岩石赤铁矿化较强，局部呈紫红色。水白云母等粘土矿物的杂乱排列，使岩石硬度较高。矿层与夹石界线清楚。夹石中 TFe 含量 11.91-19.95%，mFe 含量<0.09-3.14%。其他矿体无夹石层。

3.4 水文地质条件

3.4.1 矿区水文地质条件

矿区两侧的博怀沟南岔、北岔汇合地带最低标高为3510m，也是矿区地表径流的汇流地段，因此确定矿区最低侵蚀面标高为3510m。矿区地表高程3650-3950m（平均高程3800m），处于季节性冻土区，主要矿体赋存标高介于3290-3800m

之间，已探明的主要矿体大部分（约占 57%）位于当地侵蚀基准面以上，少部分（约占 43%）位于侵蚀基准面以下，上部矿体有利于自然排水，下部矿体受侵蚀基准面制约不利于自然排水。

3.4.2 矿区含水层的类型及水文地质特征

矿区海拔标高 3650–3950m，为季节性冻土区。根据含水介质含水层类型可分为松散岩类孔隙含水岩组，基岩裂隙含水岩组，根据裂隙成因、含水层埋深等进一步分为表层风化裂隙含水岩组，下部构造裂隙含水岩组。

矿区山体的阳坡分布基岩裂隙水和松散岩类孔隙水。据调查，在枯水期或贫水年偶尔有泉水露头，而在丰水期或丰水年则多有泉水出露，流量随汛期阶段性降水或一次有效降水量的大小变化而变化。

3.4.2.1 冻结层上孔隙含水岩组

孔隙含水岩组主要分布于勘查区的表层，含水层岩性主要为第四系泥质砂碎石，受气候影响，含水层季节性融化，融化厚度一般 2–3m，地下水类型为潜水，水位埋深一般小于 1m，富水性弱，流量 0.08–0.869L/s（2021 年 5 月、9 月），地下水径流模数 2.581/s.km²；水化学类型为 SO₄²⁻-Ca²⁺-Mg²⁺型水（S05），矿化度 1.1g/L，PH 值 8.0。该套含水岩组有明显的季节性特征，每年的 9 月底至翌年 5 月底结冻，含水层以固态形式存在，主要补给源为大气降水、冰雪融水及相邻含水层的补给；补给区与径流区一致，流程短，沿沟谷自高处向低处，即自东而西排泄；6 月至 10 月由于气温相对较高，含水层解冻。融化的含水层厚度一般小于 3 m，单井出水量小于 100 m³/d，单位涌水量 < 0.11/s.m，富水性弱。

3.4.2.2 表层风化裂隙含水层岩组

大面积分布于勘查区山体阳坡表层，为季节性融冻层融化后释放的重力水，含水层埋深一般小于 1m，主要岩性为硅质灰岩、安山岩等，矿化度一般小于 1g/L，水化学类型为 SO₄²⁻-Ca²⁺-Mg²⁺型水（S04 号观察点），单位涌水量小于 0.11L/s.m，含水层富水性弱，主要为大气降水、冰雪融水补给，补给区与径流区一致，自高处向低处径流排泄，博怀沟南岔、北岔为基岩裂隙水的排泄场所。单泉流量小于

1. 0L/s, 地下水径流模数 $1-3\text{L/s}\cdot\text{km}^2$, 含水层厚度小于 3m, 单井涌水量一般小于 $100\text{m}^3/\text{d}$ 。

3.4.2.3 下部构造裂隙含水岩组

该类岩组水位埋深较大, 一般大于 100m, 如本次施工的 SWZK-01 号孔, 水位埋深 107.29m; 含水层岩性主要为硅质灰岩、凝灰质安山岩等, 含水层厚度一般大于 100m, 含水层具有微承压性, 降深 4.92m, 出水量 $27.65\text{m}^3/\text{d}$ ($0.321/\text{s}$), 单位涌水量 $0.0651/\text{s}\cdot\text{m}$, 富水性弱。地下水矿化度 2.236g/L , 水化学类型 $\text{SO}_4\text{-Ca-Mg}$ 型。该含水岩组主要接受上部的基岩裂隙水、孔隙水的垂向补给和上游的侧向补给, 而后自东向西流出区外, 与上部的基岩裂隙水呈不连续分布。

3.4.2.4 地表水特征

大致以矿区中部的山脊为分水岭, 矿区北测的地表水汇聚于博怀沟北岔, 北岔地表水流量一般小于 1L/s , 由于地表植被的调节作用, 降雨 1-2 天后, 地表径流缓慢增大, 但流程较短, 流出 150 m 左右即全部渗漏补给地下水; 矿区南侧发育博怀沟南岔, 5-10 月流量均大于 10L/s (见表 7-1), 其余时段或断流或封冻, 其补给来源主要为大气降水、基岩裂隙水、冰雪融水 (来自沟谷上游)。南岔两岸发育的植被对地表径流也有较强的调节作用, 雨后 1-2 天地表径流缓慢增大, 在详查区内流程 2700m 左右即渗漏殆尽。

3.4.2.5 泉水动态特征

通过对 S3 号点动态观测, 泉水一般没有稳定的地下水位, 多以季节性泉或地下潜流的形式存在, 枯水期多数泉水干涸, 丰水期随着降雨量的大小及昼夜气温的变化而变化, 流量动态变化比较明显。融冻层厚度随地势升高而变薄。单泉流量一般小于 1L/s , 流程较短。泉水不仅具有上层滞水和潜水的基本特征, 而且具季节性活动特点, 气温高则畅流, 气温低则固结。

3.4.2.6 地下水动态特征

地下水的高水位期一般在每年的 10-12 月, 滞后地表丰水期 1-2 个月, 低水位一般出现在每年 4-5 月, 水位差达 29m 之多。

3.4.2.7 矿床主要充水因素分析

1、矿区边界条件

矿区南北两侧及东部由山体围成圈椅状汇水地形，即降水补给边界，西侧开口，地势较低，构成地表水、地下水排泄边界。

具体表现为垂向补给（地表）和侧向补给（东侧上游）以及侧向（西侧）排泄（下游）。

垂向补给包括大气降水补给、孔隙水补给；侧向补给主要为上游（矿区东侧）的侧向补给，西侧则为下游的排泄边界，侧向补给量主要由地质历史时期储存地下水组成，在上游水头压力作用下，自东向西补给矿区（带）。矿区内边界，近似概化为圆形补给边界。

2、矿区补给水源和补给通道

（1）孔隙、裂隙水对矿井充水的影响

松散岩类孔隙水实际上为大气降水经冻（凝）结后储存而成，其外在的表现：当气温升高，冻结层上水即转化为地表径流而汇入博怀沟北岔，径流 150m 左右即渗失殆尽，渗失的过程实际为下渗补给下伏基岩裂隙水的过程，6 号勘探线向东至 12 号勘探线之间为孔隙水入渗的补给区，6 号勘探线向西至 3 号勘探线之间为径流区，3 号勘探线向西为排泄区（也是无矿区）。一般年份很少有地表径流流出区外（大雨过后，有少量地表水流出区外），博怀沟北岔地表径流与松散岩类孔隙水具有密切的转化关系，一般是松散岩类孔隙水补给地表水；平均径流模数 2.581/s，其渗漏量就成为矿床充水水源；当坑道揭露矿体或围岩时，孔隙水在非冻结时段便通过裂隙等通道进入矿井、坑道；在气温升高条件下，孔隙水缓慢融化汇集成泉（博怀沟北岔），但流程短，未出矿区即渗漏殆尽，而成为地下水的补给水源；故孔隙水对矿床充水有一定影响。

（2）博怀沟南岔地表水对矿井充水的影响

矿区南侧的博怀沟南岔位于矿区侧翼（S02 点，河床标高 3561m），该沟为矿区南侧地表水、地下水的主要排泄场所，雨后形成的地表径流迅速转变为地表水而排出区外，地形较有利于自然排水。故南岔地表水对矿坑涌水量影响不大。

（3）下部构造裂隙水对矿井充水的影响分析

下部基岩裂隙水埋深较大，开采条件下将以侧向径流的方式进入矿井，据本次水文地质勘探孔揭露水位埋深 107.29m，含水层厚度一般大于 100m，含水层岩性主要为硅质灰岩、凝灰质安山岩等，而硅质灰岩、凝灰质安山岩多构成矿体的间接、直接围岩，故下部基岩裂隙水对矿床充水影响较大。

(4) 大气降水补给

前面述及的地表水、孔隙水等实际上都是由大气降水转化而来，在不同的时段表现不同而已，本区大气降水也可直接入渗补给地下水而成为充水水源。

(5) 矿坑地下水补给通道

补给水源和补给通道结合起来，成为矿坑涌水的充分必要条件。表层浅部一般风化裂隙较为发育，降水可直接入渗补给，从岩芯编录中可以看到表层 0—20m 为风化带 ($RQD < 10\%$, 间接反映裂隙发育程度)，风化裂隙较为发育，构成表层补给通道。下部构造裂隙较为发育；一般来说，裂隙组数越多，裂隙越发育，岩体的 RQD 值越小，从钻孔 RQD 统计来看，表 7-12 列出的 7 个钻孔 RQD 值介于 25—65% 之间，其中 3 个钻孔 (ZK0005、ZK0802、ZK1202) 的不良岩层占比超过 60%；从岩性上来看，碳质板岩、碎裂状硅质灰岩，RQD 值一般小于 25%，多发育两组裂隙，构成弱含水层，安山岩 RQD 值一般介于 24%—59% 之间，一般发育 1—2 组裂隙，含水不均匀，千枚岩、磁铁矿化千枚岩 RQD 值 34.93—68.94%，一般发育一组裂隙，为本区隔水层；从断层 (F2 断层) 对岩体完整性影响层面来看，距离断层 F2 较近的 ZK0802 孔、ZK1202 孔 (距离 F2 断层 80—100m) RQD 值小于 25% 的不良岩体占钻孔控制深度比例达到 60% 以上，而距离断层较远的 ZK0004 孔、ZK0404 孔、ZK0003 孔、ZK0602 孔 (距离 F2 断层 200m 以上) RQD 小于 25% 的不良岩体占钻孔控制深度的平均比例为 34.34%，即距离断层 F2 越近，岩体越破碎，裂隙越发育。

综合矿区孔隙、裂隙水分布、F2 断层展布、地形地貌条件、岩体裂隙发育情况分析，认为矿区 6 线至 12 线之间的区域是各类水源补给矿坑水的有利区域，补给通道为较发育的各类裂隙。

3.4.3 坑内涌水量

未来矿体开采时，如果开采深度位于潜水面以上，则矿体本身体积内没有可以流出的重力水，其坑内涌水主要是矿体上下盘围岩中的重力水沿裂隙的渗入量，以及降水沿风化裂隙和断层渗入，充水特点是平时涌水量较少，降水时地下径流很快影响到坑内，对采矿工程造成影响。

当未来开采深度位于潜水面以下的第一、二个中段时，由于矿体厚度变化不大，矿体本身体积内可以流出的重力水数量有限，其坑内涌水大部分是矿体上下盘围岩中的重力水沿裂隙的渗入量，以及降水沿风化裂隙和断层渗入，充水特点是开始平时涌水量较稳定，降水时地下径流约 7~8 日后影响到坑内。

在潜水面下，矿体本身含水和上下盘围岩含水补给是坑内涌水的主要来源，矿体规模较小，含水亦少，水文地质学用影响半径来衡量围岩含水可以渗入坑内的最远距离，可以认为影响半径区域内的静储量水都是要被排出的。所以潜水面下的第一、二个中段生产时，坑内涌水最大，因为影响半径区域内的静储量水大量的渗入坑内，并被排出。

未来到了潜水面以下的第三个中段开采时，潜水水位已经下降到第二中段的底板，第三中段开采时，其涌水量也较小于上一中段涌水量，同时由于采深增加，雨期降水渗入量也减少。

按《矿坑涌水量预测计算规程》，本矿水文地质条件适合采用水均衡法计算，计算如下表所示：

表 3-3 博怀沟一带铜铁矿涌水量计算表

项目	符号	单位	涌水量		备注
			正常	最大	
采场正常涌水量	Q	m ³ /d	704	1303	
矿场面积上静储量	q ₁	m ³ /d	2.11	2.11	
含水层的给水度	μ		0.024	0.024	上盘
			0.024	0.024	下盘
疏干时间	t	d	3000	3000	
采场内被剥离含水层的面积	A	m ²	13200	13200	
采场内含水层平均疏干厚度	h _{cp}	m	20	20	按潜水水位高度确定
降落漏斗范围内的静储量	q ₂	m ³ /d	170	170	
降落漏斗的影响半径	R	m	876	876	库萨金经验公式
疏干地段(采矿场边缘)的周长	L	m	1816	1816	
塌陷区大气降水量	q ₃	m ³ /d	232.91	232.91	
年平均降水量	X	m	0.084	0.084	

项目	符号	单位	涌水量		备注
			正常	最大	
塌陷区面积	F_1	m^2	249547	249547	
年疏干时间	t	d	90	90.00	
移动带内的降水渗入量	q_4	m^3/d	299.46	898.37	

其中移动带内正常降雨径流渗入量,其正常降雨量应按雨季实际降雨日的日平均降雨量选取,最大降雨量要按设计频率 24h 暴雨渗入量选取。

中型铁矿设计暴雨频率取 10%,博怀沟一带铜铁矿属于年降雨量小于 1000mm 地区,按《冶金矿山采矿设计规范》,取设计频率暴雨径流渗入量的 5~8%作为正常降雨径流渗入量,本方案取 5%;设计频率暴雨渗入系数按《冶金矿山采矿设计规范》附录 C 选取为 0.15,正常降雨量和设计频率降雨量计算见表 3-4。

表 3-4 正常降雨量和设计频率降雨量计算表

项目		符号	单位	数值	备注
正常降雨	正常年降水量	P	m	0.084	地质报告
	集水面积	F	m^2	249547	设计数据
	径流量	Q_z	m^3/d	57.43	
设计频率降雨	集水面积	F	m^2	249547	设计数据
	设计频率暴雨量	H_p	m	0.024	
	频率为 P 的暴雨强度	S_p	mm/min	1.31	
	历年日最大降雨量平均值	\bar{H}	mm	20	《中国暴雨统计参数图集》
	皮尔逊 III 型曲线离均系数	ϕ		0.4	
	偏差系数	C_s		1.75	
	变差系数	C_v		0.5	《中国暴雨统计参数图集》
	降水历时	t	min	1440	
	暴雨强度递减指数	n		0.6	
径流量	Q_p	m^3/d	5989		

经计算,博怀沟一带铜铁矿 3350m 以上中段开采时,坑内正常涌水量 $704m^3/d$,最大涌水量 $1303m^3/d$,

3.4.4 水文地质勘探类型

依据《甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿详查报告》(甘肃省地质调查院,2022 年 8 月),肃南县博怀沟一带铜铁矿最低排泄基准面标高 3510m,主要矿体赋存标高介于 3290—3800m 之间,已探明的主要矿体大部分位于侵蚀基准面以上,地形较有利于自然排水,补给条件差,含水层富水性弱,第四系覆盖少,水文地质

边界条件简单，无老空水分布，疏干、排水不会产生地面塌陷、沉降。据此，依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-2021）标准，矿区水文地质勘探类型属第二类（基岩裂隙水）第二型（水文地质条件中等）。

3.5 工程地质条件

3.5.1 岩体工程地质类型及特征

根据各个岩带的力学性质、结构面特征等，共划分四个岩组。分别为 I 松散岩组；II 块状岩组；III 层（片）状岩组；IV 断层破碎岩组。

现将对采矿影响较大的各个岩组特征分述如下：

1、硅质灰岩岩组及特征

硅质灰岩，深灰色，隐晶质结构，层理构造，主要矿物成分为方解石，含量约为 75%，硅质 15%，其它矿物约为 10%，层理 2-5mm，裂隙发育，方解石脉发育，脉宽 0.1-2mm，岩芯以短柱状为主，约占 75%，长柱状约占 25%，裂隙线密度 3-6 条/m，裂隙面与岩芯轴夹角 10° 、 30° 、 40° ，RQD 平均值 38.41%。钻孔（SWZK-01、ZK0802）取样测试结果表明，单轴饱和极限抗压强度平均值 56.85Mpa（最大值 70.70，最小值 43.0Mpa）；单轴干燥极限抗压强度平均值 104Mpa（最大值 106，最小值 102Mpa），软化系数平均值 0.55（最大值 0.67，最小值 0.42）；天然抗剪强度粘聚力平均值 20.5Mpa（最大值 20.7，最小值 20.3Mpa）；抗剪强度内摩擦角 46° （最大值 51.6° ，最小值 40.4° ）；天然状态块体密度 $2.85\text{g}/\text{cm}^3$ （最大值 2.86，最小值 $2.84\text{g}/\text{cm}^3$ ）。吸水率 0.075（最大值 0.08，最小值 0.07）。岩石按坚硬程度分类为较硬岩，按软化系数分类为易软化岩石。

2、碎裂状硅质灰岩岩组及特征

碎裂状硅质灰岩，灰白色、灰黄色，隐晶质结构，层理构造，主要矿物成分为方解石，含量约为 75%，硅质 15%，其它矿物约为 10%；层理 2-8mm，裂隙发育，裂隙张开宽度 0.1-1mm，裂隙面粗糙，裂隙面有泥化现象，黄铁矿、褐铁矿化发育，岩芯多呈碎块状、短柱状，占 80%，RQD 平均值 18.43%。

3、硅质白云质灰岩岩组及特征

硅质白云质灰岩，灰—灰白色，隐晶质结构，厚层层理构造，主要矿物成分为方解石，含量约为 70%，硅质 10%，白云石 10%，其它矿物约为 10%，见少量黄铁矿，有碎裂现象，经后期胶结恢复完整形态；岩芯以短柱状为主，约占 52%，长柱状约占 48%，裂隙线密度 3-6 条/m，轴夹角 30° 、 60° 。RQD 值 44.7%。

4、硅质岩岩组及特征

深灰色、灰黑色，隐晶质结构，块状构造，主要矿物成分为硅质，含量约为 50%，陆源碎屑约占 45%，粘土质约占 5%。该层裂隙发育，方解石脉发育，见角砾，大小 1-5mm，局部岩性破碎。RQD 平均值 30.64%。

5、安山岩岩组及特征

安山岩，深灰色，局部黄褐色，斑状结构，块状结构，主要由斑晶和基质组成，斑晶（约 8%）主要为斜长石及少量暗色矿物；基质（约 92%）为隐晶质，主要由长石、角闪石及少量辉石组成，构造发育，绿泥石化发育，裂隙局部发育，沿裂隙充填方解石脉。岩芯多呈短柱状，约占 55%，长柱状约占 45%，裂隙线密度 1-3 条/m，裂隙面与岩芯轴夹角 30° 、 40° 。RQD 平均值 45.29%。

6、凝灰质安山岩岩组及特征

凝灰质安山岩，灰黑色，斑状结构，块状构造，岩石主要由斑晶（8%）和基质组成（82%），斑晶主要为斜长石及少量暗色矿物，基质为隐晶质，主要为长石、角闪石及少量辉石组成，凝灰质含量约 10%，主要为隐晶质矿物，粒度细，岩芯多呈短柱状、碎块状，RQD 平均值 36.32%。

钻孔（ZK0802、ZK0005）取样测试结果表明，单轴饱和极限抗压强度 15.1-37.6Mpa；单轴干燥极限抗压强度 43.0-83.9Mpa，软化系数 0.35-0.45；天然抗剪强度粘聚力值 1-14.4Mpa；抗剪强度内摩擦角 48.9° - 61.0° ；天然状态块体密度 2.76-2.78g/cm³，吸水率 0.08-0.12。

岩石按坚硬程度分类为较软岩-较硬岩，按软化系数分类可称为易软化岩石。

7、变安山岩岩组及特征

变安山岩，灰—浅绿色，变余斑状结构，块状构造，岩石蚀变强，绢云母化、绿泥石化强，碳酸盐化、褐铁矿化发育，斑晶少。岩芯以长柱状为主，约占 55%，

短柱状约占 45%，裂隙线密度 1-2 条/m，裂隙面与岩芯轴夹角 10° 、 30° 。RQD 平均值 32.07%。

8、凝灰岩岩组及特征

凝灰岩，灰色、灰绿色，隐晶凝灰结构，块状构造；主要由隐晶长英质组成，含量约为 95%，其它成分约为 5%，少量绢云母及火山角砾。矿物粒度细，方解石细脉发育，脉宽 1mm 左右。岩芯多呈长柱状，约占 55%，短柱状约占 45%，裂隙线密度 1-2 条/m，裂隙面与岩芯轴夹角 10° 、 30° 。RQD 平均值 58.02%。

9、安山质凝灰岩岩组及特征

安山质凝灰岩，深灰色，凝灰结构，块状构造。主要由凝灰质组成，含量约占 85%，

安山质约占 15%，少量绢云母及火山角砾，见少量绿泥石矿物沿裂隙发育，局部破碎，方解石细脉发育。RQD 值 24.72%。

10、碳质板岩岩组及特征

碳质板岩，黑色，变余泥质结构，板状构造，主要矿物成分为泥质，含量约为 85%，碳质约为 10%，其它成分约为 5%，可见板理 1-2mm，裂隙斜切板理，岩石多呈碎块状、粉末状，方解石脉发育。裂隙面与岩芯轴夹角 5° 、 10° 。RQD 平均值 11.71%。

11、磁铁矿化千枚岩岩组及特征

磁铁矿化千枚岩，灰色、褐红色，细粒鳞片变晶结构，千枚状构造；原岩已基本发生蚀变，矿物多为后期蚀变矿物，绿泥石矿物含量多，该层磁铁矿、赤铁矿含量高，矿物粒度细，比重大，硅化强，方解石细脉发育，脉宽 0.5-2mm。岩芯多呈长柱状，约占 55%，短柱状约占 45%，裂隙线密度 1-3 条/m，裂隙面与岩芯轴夹角 30° 、 40° 。RQD 值 54.97%。

钻孔(SWZK-01)取样测试结果表明，单轴饱和极限抗压强度平均值 65.6Mpa；单轴干燥极限抗压强度平均值 111.6Mpa，软化系数平均值 0.59；天然抗剪强度粘聚力平均值 19.7Mpa；抗剪强度内摩擦角 53.1° ；天然状态块体密度 3.42g/cm³。吸水率 0.08。

岩石按坚硬程度分类为坚硬岩，按软化系数分类可称为易软化岩石。

12、千枚岩岩组及特征

千枚岩，灰白色，细粒鳞片变晶结构，千枚状构造，原岩已基本发生蚀变，多为后期蚀变矿物，绿泥石矿物含量多，矿物粒度细，局部夹碳质板岩，薄层千枚理明显，岩芯多为长柱状，约占 60%，短柱状约占 40%，裂隙线密度 1-3 条/m，裂隙面与岩芯轴夹角 30°、40°。RQD 平均值 61.14%。

钻孔(SwzK-01)取样测试结果表明，单轴饱和极限抗压强度平均值 40.8Mpa；单轴干燥极限抗压强度平均值 66.0Mpa，软化系数平均值 0.62；天然抗剪强度粘聚力平均值 28.1Mpa；抗剪强度内摩擦角 46.5°；天然状态块体密度 2.98g/cm³。吸水率 0.07。

岩石按坚硬程度分类为坚较岩，按软化系数分类可称为易软化岩石。

13、层间破碎岩组及特征

土黄色、褐红色，破碎状、胶泥状，主要由泥土、碎石等组成，角砾主要由安山岩、灰岩等组成，角砾大小不等，大部分 0.2-1cm，棱角分明，泥土主要为土黄色，见褐铁矿化，见石英脉。RQD 平均值 19.34%。

14、辉橄岩组及特征

灰绿色，交代网状结构、交代假象结构，块状构造。岩石由橄榄石（22%±）、蛇纹石（55%±）、透辉石（10%±）、氧化铁质（7-8%±）、黑云母（4%±）组成。蛇纹石化发育。岩芯呈碎块状，方解石细脉发育，宽 0.5-4mm。RQD 平均值 7.05%。

3.5.2 岩石物理力学性质

岩石物理力学性质检测结果见表 3-5。

矿区上盘围岩、矿体、下盘围岩物理力学性质统计见表 3-6。

表 3-5 岩石物理力学性质检测统计表

编号	块体密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	软化 系数	单轴抗压强度 (Mpa)		抗剪强度	
				干燥	饱和	C	Φ
LXSWk1-(1-7、矿体)	3.42	0.08	0.59	111.6	65.6	19.7	53.1
LXSWk1-(8-13)(硅质灰岩)	2.86	0.07	0.42	102	43	20.3	40.4
LXZK802-(1-13、凝灰质安山岩)	2.78	0.12	0.35	43	15.1	14.4	48.9
LXZK802-(14-26、硅质灰岩)	2.82	0.08	0.67	106	70.7	20.7	51.6

编号	块体密度 (g/cm ³)	吸水率 (%)	软化 系数	单轴抗压强度 (Mpa)		抗剪强度	
				干燥	饱和	C	Φ
LXSWk1-(14-21)(千枚岩)	2.98	0.07	0.62	66	40.8	28.1	46.5
LXZK05-(1-9、凝灰质安山岩)	2.76	0.08	0.45	83.9	37.6	1	61

表 3-6 矿岩物理力学性质统计表

项目		上盘	矿石	下盘
物理 性质	体重	2.76t/m ³	3.42t/m ³	2.80t/m ³
	岩性	以变安山岩为主	浅灰黑色石英 岩	硅质岩 安山岩 凝灰质安山岩
	孔隙率	2.40%	2.40%	2.40%
	吸水率	0.08%	0.08%	0.12%
力学 性质	单轴抗压强度	40-70MPa	60-110MPa	15-80MPa
	抗剪强度	9-20	19	1-15
	内摩擦角	40-50	53	40-60

总体上来看，除矿体较稳固外，上下盘围岩大多数地段稳固程度较差，局部地段上下盘围岩为硅质板岩、硅质灰岩时稳固性较好，可采用浅孔留矿法，大多数地段适合用崩落法。

3.5.3 工程地质勘探类型划分

矿体及围岩以层状岩类为主（第四类），岩性较复杂，岩体层间破碎带较发育，软弱岩层以碳质板岩、层间破碎带、碎裂状硅质灰岩为主，融冻、风化作用对表层岩体的完整性影响较大，地下开采局部地段易发生矿山工程地质问题（归并为中等型）。因此，工程地质勘探类型属于第四类中等型。

3.6 环境地质条件

现状条件下区内无重大污染源，无热害及超标放射性元素，无瓦斯等可燃性和自燃性气体，有 3 处不稳定斜坡，但对开采影响较小。地下水、地表水评价项目中有多项指标评价均为 V 类；不宜直接饮用；预测评价矿坑排水对附近地表水体无影响，矿山开采对含水层结构影响较大；矿区地质环境质量环境不良，为第三类。

3.7 矿区开采技术条件评述

勘查区水文地质勘探类型为第二类第一型，即以裂隙充水为主，水文地质条件简单；工程地质勘探类型为第四类中等型，即以层状岩类为主，工程地质条件中等；环境地质质量中等；勘查区矿床开采技术条件属以工程地质问题、环境地质问题(复合性问题)为主，确定开采技术条件为II-4类型矿床。

3.8 资源储量

3.8.1 工业指标

博怀沟一带铜铁矿为含量较低的铁矿石(贫矿)，为需选铁矿石。根据铁物相分析分析结果，矿石中硅酸铁(sif_e)、硫化铁(sf_e)和碳酸铁(cf_e)三者的质量分数之和大于3%，矿石矿物成分复杂， $w(mFe)/w(TFe-siFe-sfFe-cFe) < 85\%$ 。因此详查区铁矿石为需选弱磁性铁矿石，铜矿规模较小。结合目前市场状况，利用《铁、锰、铬矿地质勘查规范》(DZ/0200-2020)、《铜、铅、锌、银、镍、钼矿地质勘查规范》(DZ/T0214—2020)推荐的工业指标较为合理。本矿区工业指标确定如下表3-7、3-8。

表 3-7 铁矿石工业指标一般要求

项 目	指 标 要 求
边界品位(质量分数)%	TFe≥20
最低工业品位(质量分数)%	TFe≥25
最小可采厚度 m	1
夹石剔除厚度 m	1

表 3-8 铜矿石工业指标一般要求

项 目	指 标 要 求
边界品位(质量分数)%	≥0.2
最低工业品位(质量分数)%	≥0.4
最小可采厚度 m	1
夹石剔除厚度 m	2

3.8.2 地质报告提交的资源量

资源量估算截止到 2022 年 7 月 31 日。资源量估算标高在 3342.28m—3949.59m 之间。本次参与储量估算的共有 7 条铁矿体、3 条铜矿体。矿区共获得控制+推断铁矿石量***万吨，TFe 平均品位***%，mFe 平均品位***%；其中控制铁矿石量***万吨，TFe 平均品位***%，mFe 平均品位***%，控制资源量占比 69.55%；推断铁矿石量***万吨，TFe 平均品位***%，mFe 平均品位***%；尚难利用矿产资源 6.09 万吨，TFe 平均品位 22.00%，mFe 平均品位 0.20%；潜在矿产资源 9.06 万吨，TFe 平均品位 26.29%，mFe 平均品位 4.97%。推断铜矿石量为***万吨，金属量***吨，平均品位***%。

资源量估算结果详见 3-9、3-10、3-11。

表 3-9 铁矿资源量汇总表

矿体编号	资源量类型	铁矿石量 (万吨)	平均品位 TFe (%)	平均品位 mFe (%)
Fe1	KZ	716.98	30.07	17.31
	TD	303.18	29.64	17.11
	KZ+TD	1020.16	29.94	17.25
Fe5	TD	10.69	26.25	8.72
矿区	KZ	716.98	30.07	17.31
	TD	313.87	29.53	16.82
	KZ+TD	1030.85	29.91	17.16

表 3-10 铁矿尚难利用、潜在矿产资源资源量汇总表

矿体编号	资源量类型	铁矿石量 (万吨)	平均品位 TFe (%)	平均品位 mFe (%)
Fe1	尚难利用矿产资源	1.45	21.52	0.22
Fe2	潜在矿产资源	0.51	32.90	17.60
Fe3	潜在矿产资源	2.16	25.15	6.02
Fe4	潜在矿产资源	2.87	27.33	6.94
Fe6	尚难利用矿产资源	1.35	21.94	0.20
	潜在矿产资源	3.52	25.18	0.89
	尚难利用矿产资源	2.72	22.38	0.20
Fe7	尚难利用矿产资源	0.57	21.57	0.16
矿区	尚难利用矿产资源	6.09	22.00	0.20
	潜在矿产资源	9.06	26.29	4.97

表 3-11 铜矿资源量估算表

矿体编号	勘探线号	资源量类型	矿石量 (万吨)	块段平均品位 (%)	金属量 (吨)
Cu1-1	05-03	TD	0.6	0.63	38.00
	03-01	TD	5.7	0.64	365.30
	01-00		1.4	0.65	92.82
	合计	TD	7.7	0.64	496.12
Cu1-2	02	TD	2.4	0.625	152.33
Cu1-3	04		1.2	0.41	51.20
总计		TD	11.3	0.61	699.65

3.9 设计利用资源量

3.9.1 设计利用资源量原则

根据有关设计规程和规定，参考《矿业权评估利用矿产资源储量指导意见》，经过综合分析考虑，本次开发利用方案铁、铜矿体设计利用原则为：

1. 对控制资源量（KZ），设计全部利用，本次按 1.0 可信度系数进行利用；
2. 对推断资源量（TD），控制程度低，可利用系数为 0.6~0.8，本次按 0.7 可信度系数进行利用；
3. 对尚难利用矿产资源，技术上可以开采，但 mFe 品位太低，冶炼成本高，不经济，设计不利用；待通过加强地质勘探资源储量级别后再利用。

3.9.2 设计利用资源量

本次开发方案设计范围为拟申请划定矿区范围内的所有矿体，其中设计利用铁矿石量 937 万吨，TFe 平均品位 29.94%，mFe 平均品位 17.20%；设计利用铜矿石量 7.91 万吨，Cu 平均品位 0.62%，金属量 490 吨。见表 3-12 和表 3-13。

表 3-12 设计利用铁矿资源量估算表

矿体编号	资源量类型	可利用铁矿资源量			设计可信度系数	设计利用铁矿资源量		
		矿石量 (万吨)	品位 (%)			矿石量 (万吨)	品位 (%)	
			TFe	mFe			TFe	mFe
Fe1	KZ	716.98	30.07	17.31	1	716.98	30.07	17.31
	TD	303.18	29.64	17.11	0.7	212.23	29.64	17.11
	KZ+TD	1020.16	29.94	17.25		929.21	29.97	17.26
Fe5	TD	10.69	26.25	8.72	0.7	7.48	26.25	8.72

矿区	KZ	716.98	30.07	17.31	1	716.98	30.07	17.31
	TD	313.87	29.53	16.82	0.7	219.71	29.53	16.82
	KZ+TD	1030.85	29.91	17.16		936.69	29.94	17.20

表 3-13 设计利用铜矿资源量估算表

矿体编号	资源量类型	可利用铜矿资源量			设计可信度系数	设计利用铜矿资源量		
		矿石量 (万吨)	品位	金属量		矿石量 (万吨)	品位	金属量
			(%)	(t)			(%)	(t)
Cu-1	TD	7.7	0.64	496	0.7	5.39	0.64	347
Cu-2	TD	2.4	0.63	152	0.7	1.68	0.63	107
Cu-3	TD	1.2	0.41	51	0.7	0.84	0.43	36
合计	TD	11.3	0.61	700	0.7	7.91	0.62	490

3.10 对地质报告的评述

3.10.1 主要成果

1、报告反映了该区以往工作程度，分析了区域地质、地球物理、地球化学和区域矿产特征。

2、基本查明了矿区的地层、构造、变质作用、围岩蚀变等地质特征。

3、基本查明了矿区内矿体的数目、主要矿体的产状、形态规模、品位等特征，基本查明了矿石质量特征，研究了矿石的结构、构造、矿物组成；了解了矿石中的伴生有益有害组份，总结了矿床成因。

4、基本查明了矿区水文地质、工程地质、环境地质特征，详查报告能满足编制开发利用方案的需求。

3.10.2 存在的问题及处理意见

1、采矿权范围内资源储量远景尚未基本查明，矿区范围 16 线以东未有工程验证是否有工业矿体存在。

2、部分矿体规模较小，深部迅速尖灭，生产探矿期间建议布置工程验证主矿体在无矿带走向边界。建议在矿山建设前加强探矿工作，加强对矿体上边界的控制，以免造成资源浪费。

4 主要建设方案的确定

4.1 开采方案

4.1.1 开采范围和开采对象

开采范围《划定矿区范围批复》(甘采证划字[2023]0006号)划定的采矿权范围,开采对象为该范围内的所有可采矿体,其中设计利用铁矿石量***万吨,设计利用铜矿石量7.91万吨。

4.1.2 开采方式选择

Fe1主矿体仅在03线和06线在地表露头,主要部分隐伏地面以下,从地表延伸至地下500m左右。地表山体陡峻,沟谷切割强烈,如采用露天开采,能够开采矿量较小约 41×10^4 t,同时需布置2个露天采坑,剥采比大,破坏原有地貌,且极易造成水土流失及带来山体滑坡失稳地质灾害,为尽可能降低矿业开发活动对地质环境环境的影响,同时避免矿山露天+井下多种方式开采,因此,推荐采用地下开采。

4.1.3 建设规模

按《矿产资源储量规模划分标准》,本矿以地质储量划分中型矿山。综合考虑矿体赋存情况、企业规划、资金状况及建设条件等因素,设计拟定了三个规模方案进行比较,即:

方案 I: 60×10^4 t/a, 2000t/d。

方案 II: 75×10^4 t/a, 2500t/d;

方案 III: 90×10^4 t/a, 3000t/d;

表 4-1 规模方案比较表

序号	项目		单位	方案 I	方案 II	方案 III	备注
				60×10^4 t/a	75×10^4 t/a	90×10^4 t/a	
1	设计 利用	铁矿石量	10^4 t	937	937	937	
		TFe 品位	%	29.94	29.94	29.94	

序号	项目		单位	方案 I	方案 II	方案 III	备注
				60×10 ⁴ t/a	75×10 ⁴ t/a	90×10 ⁴ t/a	
	矿量	mFe 品位	%	17.20	17.20	17.20	
		铜矿石量	10 ⁴ t	7.91	7.91	7.91	
		铜品位	%	0.62	0.62	0.62	
		铜金属	t	490	490	490	
2	采矿指标	损失率	%	18.25	18.25	18.25	铜矿采用浅孔留矿法开采, 损失率 10%, 贫化率 10%
		贫化率	%	18.25	18.25	18.25	
		矿石量	10 ⁴ t	937	937	937	
		TFe 品位	%	24.48	24.48	24.48	
		mFe 品位	%	14.06	14.06	14.06	
		铜矿石量	10 ⁴ t	7.91	7.91	7.91	
		铜品位	%	0.56	0.56	0.56	
3	工作制度	d/a	300	300	300		
4	生产规模	10 ⁴ t/a		60	75	90	
		t/d		2000	2500	3000	
5	服务年限(含基建期 1 年)	a	17	15	14		
6	选矿指标	铁精矿 1 产率	%	22.51	22.51	22.51	
		铁精矿 1 品位	%	62.00	62.00	62.00	
		铁精矿 1 回收率 TFe	%	57.00	57.00	57.00	
		铁精矿 2 产率	%	7.10	7.10	7.10	
		铁精矿 2 品位	%	62.00	62.00	62.00	
		铁精矿 2 回收率 TFe	%	18.00	18.00	18.00	
7	成本	总成本	元/t	170.53	170.00	169.53	
		采矿制造成本		73.05	73.05	72.05	
		选矿制造成本		63.36	63.36	63.36	
8	总投资	万元	33861	36540	40634		
9	流动资金	万元	1214	1350	1457		
10	价格	铁精粉(62%)	元/t	720	720	720	
		铜矿石(0.56%)	元/t	118	118	118	
11	经济核算	年销售收入	万元	12858	16023	19187	
		年生产成本	万元	10232	12745	15258	
		年税费总额	万元	2211	2832	3452	
		年总利润	万元	444	461	477	
		年所得税	万元	111	115	119	
		年净利润	万元	333	346	358	
12	财务评价	内部收益率(税前)	%	8.52	9.0	10.04	
		净现值(税前 I _c =8%)	万元	1009	2738	4467	
		投资回收期(税前)	a	9.44	8.0	6.23	

通过比较表可以看出，方案III规模最大，单位矿石成本较低，经济效益较好，有规模优势。因此本次设计推荐III方案，即 $90 \times 10^4 \text{t/a}$ 规模方案，在当前的市场条件下，在技术上是可行的，经济上也是合理的。

因三条铜矿体规模小，空间分布分散，总设计利用矿量仅有 $7.9 \times 10^4 \text{t}$ ，因此，矿山设计规模按铁矿体设计，开拓系统满足铜矿体开采时其产能作为补充，不计入设计开采规模。

4.2 产品方案

设计产品方案为铁精粉(62%)，铜矿矿量较少，以矿石形式出售，坑口品位 0.56%。

4.3 开拓运输方案

设计推荐全矿采用 3650m 主平硐+溜井+盲斜坡道开拓系统。详见 5.6 节。

4.4 厂址方案

总体布置充分利用矿区地形条件，本着有利生产、方便管理、保证矿山生产安全、节约用地，减少基建工程投资的原则进行。总体布置主要由办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库、排土场和炸药库。

1、办公生活区：布置在采矿工业场地南侧，为山坡地，包括办公楼、宿舍、食堂、浴室、锅炉房、车库等。采矿工业场地建宿舍一栋，为 4 层楼房，可满足采矿生产工人和管理人员住宿需要，办公生活区总占地面积 0.42hm^2 。

2、采矿工业场地：布置在 3650m 主平硐口，主要设施有硐口场地、空压机房、综合仓库、水池、变电所、柴油发电站等，共占地面积 0.14hm^2 。

3、排土场：位于 3650m 主平硐北侧，排土场共堆存 8 个台阶，单台阶高度 5m，堆置标高为 3570~3610，堆置总高度为 40m，最终总边坡角 23° ，小于废石自然安息角 39° 。边坡间的最终平台整平为 2% 的反向坡度。共占地面积 3.68hm^2 。

4、选矿工业场地：选矿工业场地布置于采矿工业场地西侧坡地上，包括生产区及生活区。①生产区，选矿车间从东往西依次布置有破碎车间、中细碎车间、筛分车间、磨矿及选别车间、焙烧车间、浓缩池、过滤厂房、精矿仓等，另外还包括仓库、锅炉房、机修、化验室、办公室、循环水池等。②生活区，在选矿车间南侧，生活区包括办公楼、食堂、浴室车库、宿舍等。选厂生产工人、辅助工人、管理人员共计约 58 人，设计建设宿舍楼一栋，共 2 层，基本可满足选厂住宿需要。

5、炸药库：矿山炸药库布置在办公生活区南侧 700m 处，布置有炸药库(10t)、雷管库、警卫值班室和消防水池。周围设有高度不低于 2.2m 的密实围墙。占地面积约 0.01hm²。

6、尾矿库：尾矿库库址选矿工业场地的西侧，直线距离约 900m，为山谷型尾矿库，库区占地 26.87hm²。

7、内外部运输：外部运输公路为沿嘉峪关至镜铁山省道 215 线，为柏油路，向南 5km 便道可到达矿区，交通便利。外部运输为社会车辆汽车运输，矿山开采矿石内部为无规胶轮车运输，厂区道路标准设计为矿山三级。

4.5 防排水方案

设计在 3650m 硐口设集水池(7m×3m×2m)，3650m 上部中段坑内涌水经泄水孔下放至 3650m 中段，经中段巷道水沟自流至 3650m 硐口集水池，然后泵送至采矿高位水池。

3650m 水平以下，在最下部 3350m 水平斜坡道石门设排水系统，由水泵硐室、内外水仓、防水门硐室、变电硐室等组成，3650m 水平以下各中段涌水经泄水钻孔汇至水仓内，由安装的水泵将水通过进风进及主平硐排至地表。

排水泵站内设 MD12-50×7 多级离心泵 3 台， $Q=12.5\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=350\text{m}$ ， $N=55\text{kW}$ ， $U=380\text{V}$ 。正常涌水时，1 台工作；最大涌水时，2 台工作。排水泵站尺寸 14×3.5×3.7（起吊梁底标高）m。

3350m 排水系统主要包括：水泵硐室、配电硐室、防水门硐室、联络巷道、水仓等。水泵硐室与配电硐室毗邻，各有一个出口通往中段平巷，在联络巷道内

安装防水门、栅栏门各一道，两个硐室中间设防火隔墙，并设防火门。水泵硐室底板高出该处井底车场巷道底板 500mm，配电硐室底板高出水泵硐室底板 300mm。水仓由两条独立的巷道组成，水仓入口处对面车场内设绞车硐室，以方便清泥。所有硐室采用 C20 整体砼 300mm 厚支护。水仓与吸水井之间设置 500mm 厚钢筋砼挡水墙。水仓由两个独立的巷道系统组成，不支护，底板采用 C15 砼 100mm 抹底，总容积 500m³。

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、中央变电所等重要部位设防水闸门。

4.6 供气方案

全矿设备最大用气量 127m³/min，考虑到高原修正系数 KG=1.56 后，计算全矿最大耗气量 Q=198m³/min。

在主平硐口地表建一座固定式的空气压缩站，站内设置 5 台 SA300A 风冷型螺杆式空气压缩机，其中 4 台工作，1 台备用。

SA300A 风冷型螺杆式空气压缩机：排气量 Q=50m³/min，排气压力 P=0.85Mpa，配套电动机：功率 300kW，10kV。

压缩空气经由 $\phi 299 \times 8$ 无缝钢管进入主平硐经副井送至井下各中段，再由支管分接到各用风工作面。

4.7 供水方案

企业总用水量为 3630m³/d，其中生活用水 30m³/d，采矿用水量 600m³/d、选矿用水量 3000m³/d，消防用水为 10L/s (2 支水枪)，连续供水 3 小时计算，消防用水量 108m³。

矿山坑内正常涌水量 704m³/d，最大涌水量 1303m³/d，优先采用坑内涌水，不足部分，在矿区博怀沟下游 1.2Km 处北大河支流白杨河管井取水，送至高位水池。

生活用水在生活区内设水净化处理站，再由变频加压设施送至各生活用水点。

4.8 供电方案

根据现场踏勘和业主提供的资料，目前矿山工程只有 30km 以外的电力电源可用。本项目计划在选矿厂建 35/10KV 变电所，在采矿处建 10kV 配电站及柴油发电站，其电源由业主委托当地供电部门完成。

5 矿床开采

5.1 开采顺序和首采地段

总体上采用自上而下逐中段，同一水平先上盘矿体后下盘矿体，同一矿体由回风方向向进风方向退采。设计首采地段为 3800m 中段、3750m 中段。

开采铁矿体时根据铜矿体赋存位置及产状布置采准工程同时对工业铜矿体进行开采。采出铜矿石地表设置堆场临时堆存，每堆存一万吨直接外销原矿。

5.2 采矿方法

按照矿体赋存条件、矿岩稳固程度、矿体规模及地表允许塌陷条件，参考类似矿山生产经验，设计推荐采用浅孔留矿法和崩落法，具体采矿方法选择如下：

矿体走向端部厚度 $\leq 5.0\text{m}$ 地段采用浅孔留矿法，该部分回采矿量约占 10%； $5.0 < \text{矿体厚度} \leq 15.0\text{m}$ 时采用沿走向分段崩落法，该部分回采矿量约占 20%；矿体厚度 $> 15.0\text{m}$ 时采用垂直走向分段崩落法，该部分回采矿量约占 70%。根据矿体赋存状态全矿崩落法占比 90%，浅孔留矿法占比 10%。

类别同类矿山指标经加权平均计算，采矿综合损失率 18.25%，贫化率 18.25%。

博怀沟一带铜铁矿矿床属于不稳固、急倾斜矿体，根据国土资源部发布的铁矿资源合理开发利用“三率”指标要求（试行），开采回采率应达到 79%及以上，根据所选用的采矿方法计算，综合损失率为 18.25%，开采回采率为 81.75% $> 79\%$ ，满足指标要求。

类别同类矿山铜矿石用浅孔留矿法开采，损失率 10%，贫化率 10%。

5.2.1 垂直走向无底柱分段崩落法

本采矿方法用于矿体厚度 $> 15\text{m}$ 矿体。

1、采准切割

矿块垂直矿体走向布置，矿块长 50m，分段高度 12.5m，共计 4 个分段，每个分段在每层矿体脉内布置 8 条凿岩出矿进路，每 100m 设一条穿脉平巷，在矿块穿脉平巷旁布置一条脉外矿石溜井。

采准工程主要包括：采区斜坡道、分段平巷、回采进路、矿石溜井等；切割工程主要包括：切割平巷、切割天井。

阶段运输巷道一般采用下盘沿脉加穿脉的布置方式，采用穿脉装矿。在运输中段掘进采场溜井；在矿体下盘布置一条采区斜坡道，由采区斜坡道掘进分段联络道通往各分段运输平巷，从分段运输平巷掘进分段回采进路至矿体上盘边界。然后在端部掘进切割平巷，在上盘矿岩交界处掘进切割天井，以切割天井与切割平巷为自由面，分次进行深孔分段微差爆破，拉开切割槽。

2、回采出矿

在采准切割工程完成后，从出矿进路端部开始，采用 YGZ-90 中深孔凿岩机凿上向扇形炮孔，炮孔排距为 1.5~2m，孔底距为 1.5~2m，采用 BQF-100 装药器装药，微差爆破，数码电子雷管起爆，每次爆 2 排孔。爆破落矿后进行通风，排出炮烟，然后进行撬毛，巷道局部不稳固地段支护处理。出矿采用 4m³ 和 2m³ 电动铲运机。

3、采场通风

新鲜风流经过采区斜坡道进入分段联络道、分段平巷及出矿进路，清洗工作面后，污风由局扇抽至敷设在进路内的风筒，沿回风天井到达上中段回风巷道，进入回风石门，经回风井排出地表。为加快爆破炮烟排出，每个采场采用两台局扇(压抽混合式)加强通风。

4、损失、贫化指标及矿块生产能力

参照国内类似矿山生产资料并结合矿山的实际情况，垂直走向无底柱分段崩落法设计选取损失率为 20%，贫化率为 20%，矿块生产能力 400t/d。

5、覆盖层形成及补充

初期覆盖层形成方式为一中段一、二分段崩落矿石。两分段崩落矿石放矿只放松散量约为崩落矿量的 1/3，最终形成约 20m 厚的矿石覆盖层，以后分段按崩落矿量正常放矿，开采过程中严格放矿管理，始终保持覆盖层厚度在 20m 以上。

覆盖层厚度不足时通过减少分段放矿量进行补充。必要时也可通过崩落上盘围岩补充废石覆盖层。

5.2.2 沿走向无底柱分段崩落法

本方法适用于 5~15m 厚度的单层矿体块段或多层矿体且夹石较厚的块段的回采。

1、采准切割

矿块沿矿体走向布置，矿块长 50m，分段高度 12.5m，共计 4 个分段，每个分段在每层矿体脉内布置 1 条出矿进路，每 50m 设一条穿脉平巷，在矿块穿脉平巷旁布置一条脉外矿石溜井。

采准工作主要包括下盘脉外运输平巷、溜矿井、采准斜坡道、分段联络道、分段巷道等。

切割工作为掘进切割平巷和切割井，并在切割平巷中采用 YGZ-90 型钻机钻凿上向平行炮孔以切割井为自由面形成切割立槽，设计每个矿块在每一分段布置一条切割井、一条切割槽。

2、回采工艺

回采工作在回采进路中进行，由中央向两翼推进。为了满足产量要求，设计考虑两个分段同时出矿。上分段超前下分段的距离要求为 10m。

采用 YGZ-90 型凿岩机打上向扇形炮孔，炮孔直径 65mm，排距 1.5~1.8m，孔底距 1.8~2m。采用 2# 岩石炸药爆破，装药机械选用 BQF-100 型装药器，毫秒数码电子雷管起爆，每次爆破 1~2 排炮孔。最优崩矿步距通过生产逐步摸索确定。

3、采场通风

回采工作面为独头巷道，无法形成贯穿风流，设计采用辅扇与局扇加强通风。在各回采进路口设一台 JK58-1N₀4 型局扇进行压入式通风，将回采进路中的污风经排至回风分段，随矿井主风流排出地表。

4、出 矿

出矿采用 2m³ 电动铲运机出矿，出矿时铲斗应从进路一侧向另一侧往复循环全断面均匀出矿，并保证相邻进路出矿均匀，以减少损失与贫化。上、下分段同时回采应注意出矿时间的调整，防止向溜井卸矿时发生安全事故。

5、沿走向无底柱分段崩落法设计选取损失率为 16.25%，贫化率为 16.25%，矿块生产能力 250t/d。

6、覆盖层形成及补充

同垂直走向无底柱分段崩落法覆盖层形成方式。

5.2.3 浅孔留矿法

1、矿块构成要素

矿块沿走向布置，设计矿块长 50m，高度为 50m，顶柱高 3m，间柱宽 8m，出矿进路间距 7m。

2、采准切割工作

采准工作包括人行通风天井、天井联络道、出矿进路，切割工作主要是拉底巷道。运输巷道为沿脉布置方式，出矿进路连通沿脉运输巷道和拉底巷道，人行通风天井布置在矿体内，每隔 5m 布置一条天井联络道。

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

3、矿房回采工作

矿房回采分梯段进行，用 YT-28 型上向式凿岩机凿近水平炮孔，人工装药。装药爆破后将崩落的矿石放出三分之一左右，使其凿岩工作面保持在 2.0m 以内，局部放矿后检查顶板，处理浮石，平整场地，为下一循环做好准备。

采用 2m³ 电动铲运机在出矿进路将矿石装入 5t 坑内矿用卡车。

4、矿柱回收及采空区处理

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、顶柱，同时一次爆破。采取封闭空区或顶板围岩自然塌落方式处理空区。

5、损失、贫化指标及矿块生产能力

参照国内类似矿山生产资料并结合矿山的实际情况，浅孔留矿法设计选取损失率为 10%，贫化率为 10%，矿块生产能力 100t/d。

5.3 开采移动范围

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

上盘陷落角 70°，移动角 65°；

下盘陷落角 70°，移动角 60°；

两翼陷落角 75°，移动角 70°；

地表岩石移动范围长 817m，宽 500m，面积 27.43hm²。

5.4 矿山生产能力验证

5.4.1 按中段可布矿块数验证生产能力

按可布矿块参照国内同类矿山企业的实际统计数值，三种采矿方法同时开采一个采场时矿块加权平均取 340t/d。根据各中段实际能够布置的采场数计算各中段的的生产能力见表 5-1。

表 5-1 按单中段可布置矿块数验证生产能力表

中段 (m)	矿体 长度 (m)	可布矿块数 (个)				矿块 利用 系数	同时工作矿块(个)				日产量 (t/d)	年产量 (t/a)
		穿 脉 崩 落 法	沿 脉 崩 落 法	浅 孔 留 矿 法	合 计		穿 脉 崩 落 法	沿 脉 崩 落 法	浅 孔 留 矿 法	合 计		
3800	136		1	2	3	0.5		1	1	2	350	105000
3750	150		1	2	3	0.5		1	1	2	350	105000
3700	653	9	3	2	14	0.5	5	1	1	7	2350	705000
3650	606	9	3	1	13	0.5	5	1	1	7	2350	705000
3600	519	9	2		11	0.5	5	1		6	2250	675000
3550	474	7	2	1	10	0.5	4	1	1	6	1950	585000
3500	430	7	1	1	9	0.5	4	1	1	6	1950	585000
3450	207	3	1	1	5	0.5	1	1	1	3	750	225000
3400	142		2	1	3	0.5		1	1	3	350	105000
3350	84		1	1	2	0.5		1	1	2	350	105000

5.4.2 按年下降速度验证生产能力

根据矿体产状和所选采矿方法以及装备水平，计算各中段的生产能力见表 5-2。

表 5-2 按年下降速度验证生产能力表

中段 (m)	矿量 (万 t)	年下降速度 (m/a)	服务年限 (a)	中段生产能力 (t/d)	年生产能力 (万 t/a)
3800	27	20	2.6	350	10.5
3750	61	20	5.8	350	10.5
3700	109	20	1.5	2350	70.5
3650	165	20	2.3	2194	70.5
3600	158	20	2.3	2106	67.5
3550	146	20	2.5	1942	58.5
3500	125	20	2.1	1664	58.5
3450	76	20	3.4	1010	22.5
3400	42	20	4.0	560	10.5
3350	29	20	2.8	387	10.5

5.4.3 按经济合理服务年限验证

$$\text{公式: } A=Q \eta / t(1-\rho)$$

式中: A——生产能力, t/a;

Q——设计利用储量, $937 \times 10^4 \text{t}$;

η ——采矿回收率, 81.75%;

ρ ——矿石贫化率, 18.25%;

t——经济合理服务年限, 10~20a。

计算结果: $A=46.85 \sim 93.7 \times 10^4 \text{t}$

综上所述, 按经济合理服务年限验证表明矿山可能的生产能力在 $46.85 \sim 93.7 \times 10^4 \text{t}$ 之间, 按单中段可布置矿块数验证生产能力和按年下降速度验证生产能力, 在同时开采两个中段时矿山有 9.8 年可以达到 3000t/d , $90 \times 10^4 \text{t/a}$ 生产能力, 接近经济合理服务年限低限 10 年要求, 为发挥企业的规模效益, 因此, 设计推荐矿山规模为 3000t/d , $90 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

5.5 矿山服务年限

根据设计利用资源量和推荐的矿山生产能力,为提高投资效果,经排产验证,矿山服务年限为14年(不含基建期1年),其中达产年期3年,稳产期9年,减产期2年。矿山达产期是指从矿山投产至达到设计生产能力的时期。达产期的长短与矿山规模、矿床地质条件、国家或市场对该矿资源急需的程度等有关。一般对矿山达产期的要求为:大型矿山3~5a,中型矿山2~3a,小型矿山1~2a。本矿服务年限达产期符合要求。考虑到经探矿使低级别资源量升级后增加的资源量,未来矿山的的服务年限有可能延长。

5.6 开拓运输系统

矿山设计利用铁矿石量937万吨,约800万吨矿石量在3500m水平以上,从矿体纵投影和中段矿量来分析,约360万吨矿石量在3650m以上,约420万吨矿石量在3500~3650m之间,从地表踏勘来看,3650m水平以上适合采用平硐溜井开拓方案,3650m以下的矿体可选择的开拓方案有:

I方案:3650m平硐+盲斜坡道开拓方案;

II方案:侧翼主(罐笼)副(罐笼)竖井开拓方案。

I、II案分别简述如下:

I方案:3650m平硐+盲斜坡道开拓方案

3650m主平硐硐口位于03线以西300m处,开口坐标 $X=4373062.545$, $Y=33391889.418$,开口方位角 66° ,掘断面 20.76 m^2 ,净断面 18.42 m^2 ,断面尺寸 $4.5\text{ m}\times 4.5\text{ m}$,在3650m平硐内部围岩稳固处掘进3650m~3350m盲斜坡道,盲斜坡道断面同3650m主平硐断面,坡度12%,每200m设错车硐室,每400m设60m长的缓坡段。

各中段开拓平巷位于矿体下盘25m位置,方位角 66° ,掘断面 20.76 m^2 ,净断面 18.42 m^2 ,断面尺寸 $4.5\text{ m}\times 4.5\text{ m}$,坡度5%上坡,每100m设装车硐室。中段采场矿石本中段直接装载到无轨胶轮车运输至地表。

盲斜坡道负担 3650m 以下各中段 $90 \times 10^4 \text{t/a}$ 矿石的运输任务、 $9 \times 10^4 \text{t/a}$ 废石的运输任务，井下所有材料、大型设备通过盲斜坡道出入。

II 方案：侧翼主（罐笼）副（罐笼）竖井开拓方案

在矿体西南翼采矿工业场地建设主副罐笼竖井，主井井筒净直径 4.5m，采用混凝土 300mm 厚整体支护，井口标高 3650m，井底标高 3330m，井深 320m，负担 $60 \times 10^4 \text{t/a}$ 矿石的提升；副井井筒净直径 6.0m，采用混凝土 350mm 厚整体支护，井口标高 3650m，井底标高 3330m，井深 320m，负担 $30 \times 10^4 \text{t/a}$ 矿石、全矿废石的提升，以及人员、材料、设备（包括电机车、铲运机、凿岩台车等大件）的提升及下放，凿岩台车、铲运机等大件拆成不可拆件后通过副井罐笼下放至井下。主、副井最低服务中段 3350m，同时兼做进风井。主井提升采用 $\Phi 2.8 \times 6$ 多绳提升机，电机功率 920kW，主井提升容器为 4[#] 双层单罐笼带平衡锤，副井提升采用 $\Phi 2.8 \times 6$ 多绳提升机，电机功率 1055kW，提升容器为 4[#] 双层单罐笼带平衡锤。

坑内每 50m 高度设一个有轨运输系统，矿石通过采场溜井底部的振动放矿机装入 2m^3 侧卸式矿车，编组后由 7t 架线式电机车牵引至主副竖井井底车场，上罐笼经主副提升机提至地表矿台翻卸后，经自卸汽车运至选矿厂原矿堆场翻卸。生产废石装入 0.7m^3 翻转式矿车，用 7t 架线式电机车牵引至副井井底车场，上罐笼经副井提升机提至地表翻卸，经自卸汽车运至排土场翻卸。

两个开拓方案的主要技术经济及优缺点比较分别见表 5-3、表 5-4。

表 5-3 开拓方案主要技术经济指标比较表 单位：万元（可比部分）

序号	条 件	单位	单价 (元)	方 案 I		方 案 II	
				3650m 主平硐盲 斜坡道		侧翼主（罐笼） 副（罐笼）竖井	
				数量	金额	数量	金额
一	基建费用						
1	地表部分						
1.1	土石方	元/ m^3	30	20000	60	28000	84
1.2	主井提升机房	元/ m^2	2000			105	21
1.3	副井提升机房	元/ m^2	2000			135	27
1.4	平硐硐口	元/ m^3	1200		30		
1.5	小计	万元			90		132
2	井下部分						
2.1	车场	元/ m^3	650			22699	1475
2.2	主井（ $\Phi 4.5 \text{m}$ ）	元/m	30000			320	960

序号	条 件	单位	单价 (元)	方 案 I		方 案 II	
				3650m 主平硐盲 斜坡道		侧翼主（罐笼） 副（罐笼）竖井	
2.3	副井（ $\phi 6.0m$ ）	元/m	45000			320	1440
2.4	马头门	元/m ³	800			1052	84
2.5	主平硐	元/m ³	600	16781	1007		
2.6	盲斜坡道	元/m ³	650	51162	3326		
2.7	小计	万元			4332		3960
3	提升设备						
3.1	$\phi 2.8 \times 6$ 多绳提 升机	套				2	1000
3.2	罐笼平衡锤	套				2	40
3.3	井口机械、托罐装 置	套				4	40
3.4	小计						1080
4	运输设备						
4.1	2m ³ 侧卸矿车	辆	22560			20	45
4.2	7t 电机车	台	150000			3	45
4.3	自卸汽车	台	400000	8	320		
4.4	小计				320		90
5	基建投资合计				4742		5262
6	差 值	万元					0
二	年经营费用						
1	主井提升	元/kWh	0.42			5382000	226
2	副井提升	元/kWh	0.42			5222250	219
3	斜坡道运输	元/t·km	1.5		181		
4	人员（含无轨运 输）	元/人年	100000	24	240	18	180
5	修理费	万元			142		158
6	合计	万元			564		783
7	差值	万元/年					219

表 5-4 开拓方案优缺点比较表

项目	I 方案	II 方案
	3650m 主平硐盲斜坡道	侧翼主（罐笼）副（罐笼）竖井
优点	1. 井口集中，管理方便； 2. 斜坡道布置机动灵活； 3. 年经营费用较低。	1. 基建工程量较小； 2. 基建工程一次到底； 3. 通风效果较好。
缺点	1. 斜坡道基建工程量较大； 2. 运营费用高。	1. 设备投资较大，维修费较高； 2. 两套井筒，管理难度较大； 3. 灵活性较低。

经详细的技术经济分析比较，设计推荐方案 I，即 3650m 主平硐+盲斜坡道开拓方案。整体上，全矿采用 3650m 主平硐+溜井+盲斜坡道开拓系统。

以 3650m 为界，3650m 水平以上采用 3650m 主平硐+溜井开拓系统，3700m、3750m、3800m 中段矿石通过溜井下放到 3650m 主平硐，经溜井底部的振动放矿机装入 20t 自卸汽车，由自卸汽车经主平硐运出坑外，运至选厂原矿堆场；各中段废石经废石溜井下放到 3650m 主平硐，经废石溜井底部的振动放矿机装入 20t 自卸汽车，由自卸汽车经主平硐运出坑外，运至排土场。采用采准盲斜坡道联络 3650m 以上各中段，各中段人员、材料、设备、大件等经 3650m~3800m 采准斜坡道上下。

3650m 水平以下采用 3650m 主平硐+盲斜坡开拓系统，3600m、3550m、3500m、3450m、3400m、3350m 中段采场的矿石通过采场溜井或盘区溜井下放到本中段水平，经溜井底部的振动放矿机装入 20t 自卸汽车，由自卸汽车经 3350m~3650m 盲斜坡道+3650m 主平硐运出坑外，运至选厂原矿堆场；各中段废石经废由自卸汽车经 3350m~3650m 盲斜坡道+3650m 主平硐运出坑外，运至排土场。人员、材料、设备、大件等经 3350m~3650m 盲斜坡道上下。

主要基建工程有：

1、3650m 主平硐(基建)

3650m 主平硐硐口位于 03 线以西 300m 处，开口坐标 X=***, Y=***, 开口方位角 66°，掘断面 18.42 m²，净断面 20.76 m²，断面尺寸 4.5m×4.5m，常规段 C20 喷砼支护 120mm，围岩不稳固地段采用锚网喷支护或整体砼 200mm 厚支护。3650m 主平硐位于矿体下盘沿脉 30m 处，在平硐内部围岩稳固处掘进 3650m~3800m 盲斜坡道和 3650m~3500m 盲斜坡道。

2、3650m~3800m 盲斜坡道(基建)

3650m~3800m 盲斜坡道连通 3700m、3750m、3800m 中段，承担此三中段的人员、材料、设备的运输任务，不担负此三中段的矿石、废石运输任务。3650m~3800m 盲斜坡道掘断面 11.95 m²，净断面 13.65 m²，断面尺寸 3.6m×3.7m，常规段 C20 喷砼支护 100mm，围岩不稳固地段采用锚网喷支护或整体砼 200mm 厚支护。

3、溜井

在 1 线和 4 线矿体下盘各设矿石溜井一条，溜井净断面 7.07 m^2 ，净直径 3m，在 3700m、3750m、3800m 中段 1 线和 4 线设溜井联络道连通溜井和下盘运输巷道，在各中段溜井口设车档和隔筛，车档高度不低于轮胎高度的 $2/5$ 。

在 3650m 溜井底部设装矿硐室，装矿硐室颞墙采用 500mm 厚现浇混凝土支护，振动放矿机型号为 ZZF3.5x1.2-12° /5.5 (G)，振动放矿机台板距离自卸汽车车斗高度 400mm。

4、进风井

3650m 以上进风井位于 5 线东 30m 矿体下盘，井筒中心坐标 $X=***$ ， $Y=***$ ， $Z=3650\text{m}\sim 3750\text{m}$ ，盲井深 100m；6 线西 30m 倒段金风井为 3750m \sim 3800m。井筒净断面 $\phi 3.0\text{m}$ ，承担矿体开采时进风任务。

3650m 以下进风井分两段，3650m \sim 3500m 段位于 3 线以东 30m 矿体下盘移动带以外；3500m \sim 3350m 段位于 2 线以西 30m 矿体下盘移动带以外，井深均为 150m，直径 2.5m。

5、回风井

回风井井口位于 8 线矿体下盘，井筒中心坐标 $X=***$ ， $Y=***$ ， $Z=3896\text{m}\sim 3500\text{m}$ ，井筒净断面 $\phi 3.0\text{m}$ 井深 396m。承担矿体开采时回风任务，井筒内设梯子间，作为安全出口。

6、中段开拓工程

由于矿体上部有地表剥蚀，为满足三级矿量的要求，本次设计基建中段有 3800m 中段、3750m 中段、3750m 中段。基建中段工程主要有脉外沿脉和勘探线穿脉工程。中段基建总长度 3800m。

5.7 矿井通风系统

设计全矿采用对角式机械通风系统，矿井总风量为各回采、备用、掘进工作面 and 独立通风的硐室以及矿井漏风量之和，经计算，总通风量为 $78\text{m}^3/\text{s}$ 。

新鲜风流从 3650m 主平硐进入，经盲进风井进入各中段下盘运输巷道，从人行通风天井进入浅孔采场或崩落法分层巷道，清洗工作面后，从另一侧人行通风

天井将污风排至上中段回风巷道，然后进入位于 8 线的回风井，污风经主扇抽到地表。

根据计算的矿井需风量和通风阻力，主扇选用 1 台 DK40-6-No19 型对旋轴流式风机，功率 $2 \times 132\text{kW}$ ，安装于回风井 3800m 中段石门处。

井巷掘进采用 JK55—2No4.5 型局部扇风机加强通风，采场内采用 JK58—1No4.0 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实现。

5.8 基建工程量、三级矿量及保有期

矿山基建范围包括：

3650m 主平硐、3650m~3800m 盲斜坡道、3700m 中段、3750m 中段、3800m 中段，3750m 中段和 3800m 中段穿脉巷道、1 线溜井、4 线溜井、进风井、8 线回风井、探矿工程、采切工程、硐室工程、排水工程。

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，矿山前期基建期需完成下列工程量：

基建工程量为：

探矿工程：741m/2964m³；

开拓工程：4459m/60868m³；

采切工程：5340m/43414m³；

合计：9797m/107246m³；

完成上述基建工程量后可获得的三级矿量及保有期为：

开拓矿量： $207 \times 10^4\text{t}$ ，保有期 2.3 年；

采准矿量： $98 \times 10^4\text{t}$ ，保有期 1.1 年；

备采矿量： $60 \times 10^4\text{t}$ ，保有期 0.6 年。

6 选矿及尾矿设施

6.1 原矿性质

6.1.1 矿物组成及含量

矿石物质成分研究表明,该磁铁矿属于磁铁矿和赤铁矿组成的细粒混合型致密块状赤铁-磁铁矿石英岩型铁矿石,赋矿岩石主要是千枚岩。矿石中以磁铁矿为主,其次为赤铁矿,少量褐铁矿、菱铁矿,微量黄铁矿,磁铁矿粒度以细粒为主;脉石矿物以石英为主,其次为绢云母等粘土矿物、白云石、方解石等碳酸盐矿物、绿泥石等。矿物组分见表 6-1。

表 6-1 矿石主要矿物组成定量

矿物名称	含量 (%)	矿物名称	含量
磁铁矿	26.0	黄铜矿及其他硫化物	微
赤铁矿	10.0	其他	微
菱铁矿	1.0	磷灰石	0.5
褐铁矿	3.0	综合脉石	58.5
黄铁矿	1.0	合计	100

6.1.2 矿石结构构造

矿石以致密块状构造为主,其次为稠密浸染状构造、稀疏浸染状构造、星散浸染状构造、条带状构造、脉状构造等。

矿石结构以细粒自形结构、细粒半自形、他形结构、交代溶蚀结构为主,其次有充填结构等。

6.1.3 主要矿物的嵌布特征

6.1.3.1 磁铁矿 Fe_3O_4

磁铁矿含量约占矿物总量的 26.0%，化学组成中 FeO 31.03%， Fe_2O_3 占 68.96%，铁黑色，或具暗蓝靛色。条痕黑，半金属光泽。不透明。无解理。断口不平坦。硬度 5.5~6.5。密度 5.16~5.18g/cm³。具强磁性，性脆。

该矿石中磁铁矿的分布整体看呈细粒均匀分散状态，细分有三种：

第一种细粒磁铁矿，呈八面体自形晶、菱形十二面体，其次为半自形、它形晶，粒径在 0.02~0.2mm 之间，其中绝大部分颗粒介于 0.02~0.07mm 之间。这种类型的磁铁矿约占磁铁矿总量的 70%~80%。

第二种微粒磁铁矿，呈星点状，粒径在 0.005~0.02mm 之间，大部分在 0.01~0.02mm 之间。这种类型的磁铁矿约占磁铁矿总量的 15%~20%。

第三种极微粒粉尘状，粒径小于 0.005mm，这种类型的磁铁矿约占磁铁矿总量的 0%~3%。

磁铁矿以微细粒均匀分散于脉石中的分布状态，致使磁铁矿较难与脉石单体分离，加之脉石为致密坚硬的硅质岩、石英岩等岩石，对磨矿细度的要求很高，由此确定该矿石属于较难选矿石。

6.1.3.2 赤铁矿 Fe_2O_3

赤铁矿含量约占矿石总量的 10.0%。该矿石赤铁矿有两种产出状态：第一种很常见，占赤铁矿总量的 95%以上，呈纤维状、鳞片状分散于脉石中，习惯称为云母赤铁矿，摩斯硬度 5.5~6.5，比重 4.9~5.3g/cm³。粒径小于 0.01mm。

赤铁矿形成晚于磁铁矿，分布不太均匀，局部矿石中呈不规则条带状围绕早期形成的磁铁矿分布，和磁铁矿简单连生。

第二种少见，为磁铁矿磁赤铁矿化的产物，产出于磁铁矿的边部及裂隙，和磁铁矿的边界呈渐变状态。

赤铁矿呈粒径微细的纤维状均匀分散的产出形态决定了赤铁矿较难和脉石分离。

6.1.3.3 菱铁矿 FeCO_3

菱铁矿约占矿物总量的 1.0%，分布不均匀， FeO 62%， CO_2 38%。经常有锰、镁等替代铁，形成锰菱铁矿、镁菱铁矿等变种。莫氏硬度 4，比重 3.7~4.0g/cm³。

呈自形、半自形粒状单晶或者集合体分布于脉石中，粒径一般在 0.1mm~0.2mm 之间。部分菱铁矿发生褐铁矿化形成交代假象结构，褐铁矿保留菱铁矿的晶体形态。

6.1.3.4 黄铁矿 FeS_2

黄铁矿约占矿物总量的 1.0%，黄铁矿的形成有两种形态，第一种形成于成矿早期，呈微细粒状零星分散于矿石中，较为自形，边部被褐铁矿交代形成交代残余结构，交代程度强烈者变成褐铁矿，形成假象结构。

第二种分布较广，形成于成矿晚期，有的呈单独黄铁矿脉体，有的和石英、碳酸盐一起呈脉状充填于矿石裂隙中。脉体中黄铁矿的形态有些呈集合体，有些呈单晶，这种晚期形成的黄铁矿普遍粒径较粗，蚀变程度较弱，粒径一般在 0.05mm~0.1mm。

6.1.3.5 褐铁矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3\cdot n\text{H}_2\text{O}$

褐铁矿含量约占矿物总量的 3.0%，由于它属于含铁矿物的风化产物，成分不纯，水的含量变化也很大。常由针铁矿、纤铁矿、水针铁矿及含水的氧化硅、泥质等混合组成。呈黄褐至褐黑色，条痕为黄褐色，半金属光泽，块状、钟乳状、葡萄状、疏松多孔状或粉末状，也常呈结核状或黄铁矿晶形的假象出现。褐铁矿粒径悬殊，范围较宽，一般在 0.01mm~0.2mm 之间。硬度随矿物形态而异，无磁性。

褐铁矿产出形态有两种，第一种较为常见，呈不规则脉体穿插于矿石中，脉体宽度小于 0.05mm。

第二种局部产出，为交代菱铁矿及少量黄铁矿的产物，形成交代假象结构，保留有菱铁矿和黄铁矿的晶体形态。

6.1.3.6 脉石

该矿石围岩为千枚岩，硅质岩，含矿岩性为硅质岩，围岩蚀变有硅化、赤铁矿化、黄铁矿化、褐铁矿化、碳酸盐化等。选矿试验综合样中脉石矿物以石英为主，其次有少量绢云母、绿泥石、碳酸盐等。石英大部分为坚硬致密的硅质岩及

石英岩，后期石英脉、碳酸盐脉体穿插于矿石裂隙中，脉体中石英颗粒较粗，其中混入黄铁矿等硫化物。

6.1.4 主要矿物的粒度特征

矿物粒度是按照压线法测定的，从统计的结果看，磁铁矿粒径微细，大于 0.074mm 的颗粒仅占 18%，而小于 0.02mm 的颗粒占 30%。赤、褐铁矿粒径则更加微细，绝大部分颗粒粒径小于 0.037mm。

6.2 试验研究及评价

6.2.1 选矿试验

2020 年 10 月，西北矿冶研究院受业主委托，对博怀沟一带铜铁矿矿石进行了选矿试验研究，并提交了《博怀沟铁矿可选性实验报告》。

试验在工艺矿物学研究基础上，进行了原矿可磨度测定试验研究，原矿破碎至-12mm 抛废研究，阶段磨矿-弱磁选-尾矿强磁-直接还原焙烧磁选、磁化焙烧-磨矿-磁选试验、直接还原焙烧-磨矿-磁选试验原则对比试验研究。抛废研究表明磁性产品产率 93.93%，产率大，抛废率不高；废石品位偏高，抛废作业对入选品位提升不大，该矿不适宜抛废流程。原则对比试验研究表明：采用阶段磨矿-弱磁选-尾矿强磁-直接还原焙烧磁选获得的铁精矿较其他两种原则流程具有品位、回收率高的优势。

在原则试验的基础，为更加详细确定磨矿-弱磁选的段数，进行了不同磨矿磁选段数和不同再磨细度的工艺试验。试验研究表明采用二段粗磨矿-弱磁选工艺虽然回收率较高，但铁精矿中铁品位仅 50.27%，无法达到磁铁矿类铁精矿品质要求，试验推荐弱磁选部分采用三段磨矿-弱磁选的工艺流程。

试验最终推荐三段磨矿-弱磁选-尾矿强磁-直接还原焙烧磁选工艺流程。试验结果见表 6-2。

表 6-2 推荐流程试验结果表

工艺流程	产品名称	产率 (%)	品位 TFe (%)	回收率 TFe (%)
三段磨矿-弱磁选-尾矿强磁-直接还原焙烧磁选工艺	铁精矿 1	29.77	62.54	60.70
	铁精矿 2	7.11	75.15	17.42
	尾矿	63.12	10.63	21.88
	原矿	100.00	30.67	100.00

6.2.2 试验评价

1. 西北矿冶研究院所做的选矿试验，其试样从矿物组分、矿石结构构造、主要矿物嵌布特征等分析，试样有一定的代表性，能够满足本次开发利用方案要求。

2. 试验单位对推荐的工艺流程进行了必要的基础试验、优化试验、条件试验等研究，获得了一定的选别指标，可作为本次设计的依据。

6.3 设计工艺流程及设计指标

6.3.1 设计工艺流程

1、破碎筛分流程

采用三段一闭路破碎筛分流程，供矿粒度 $\leq 500\text{mm}$ ，破碎产品粒度 -12mm 。

2、磨选流程

三段磨矿-弱磁选-尾矿强磁-直接还原焙烧磁选工艺流程。

3、脱水流程

采用浓缩磁选+过滤两段脱水流程，铁精矿最终含水 10%-12%。

6.3.2 设计指标

设计指标考虑到小型试验与实际生产的差异，并结合采出矿石的品位而确定。设计指标见表 6-3。

表 6-3 设计指标表

工艺流程	产品名称	产率 (%)	品位TFe (%)	回收率 TFe (%)
三段磨矿-弱磁选-尾矿强磁-直接还原焙烧磁选工艺	铁精矿1	22.51	62.00	57.00
	铁精矿2	7.10	62.00	18.00
	尾矿	70.39	8.69	25.00
	原矿	100.00	24.48	100.00

6.4 选矿厂主要设备

粗破碎设备	C96 颚式破碎机
中碎设备	GP100 圆锥破碎机
细碎设备	HP200 圆锥破碎机
筛分设备	2YA2460 圆振动筛
一段磨矿设备	Φ3.2×5.4m 格子型球磨机
二段磨矿设备	Φ2.7×3.6m 溢流型球磨机
三段磨矿	Φ2.1×3.0m 溢流型球磨机
磁选设备	CTB-1230 八台
强磁选机	S1oon-2000 立环脉动强磁选机
悬浮磁化焙烧炉	NEUH-20
立式搅拌磨机	JM-1200
磁选设备	CTB-1230 三台
浓缩磁选机	NCT-1240 六台
过滤机	TT-80 三台

6.5 车间组成

选矿厂由破碎筛分车间、磨选车间、脱水车间、悬浮磁化焙烧车间组成。

破碎筛分车间由粗碎车间、中细碎车间、筛分车间三大部分组成，中细碎设
在同一厂房，可节省检修设备；筛分车间独立设置，有利于环保除尘。各部分用
带式输送机连接。

磨选车间由粉矿仓、磨矿车间、磁选车间组成。磨选车间为多层配置，除水力旋流器给矿、磁选给矿用泵扬送外，其余各作业的矿浆都是自流，有利节能降耗；生产作业线短，厂房操作平台整齐美观、设备集中、操作管理方便。

脱水车间由浓缩磁选+过滤跨、精矿仓组成。浓缩磁选+过滤集中布置于1跨，有利于减少选厂占地，节约基建投资。

悬浮磁化焙烧车间由焙烧车间、磁选间组成。磁化焙烧后所得铁精矿2由泵输送至脱水车间，与铁精矿1合并后经浓缩磁选+过滤后，进精矿仓。铁精矿2与铁精矿1合并后一起脱水，有利于减少设备台数，可达到减少后期运营费用的目的。

此外有实化实验室及技术检查站、机修间、变配电所、综合仓库等。

6.6 尾矿处理

在保护环境、节约基建投资的前提下，本次设计围绕现有选矿厂厂址，依据1:2000地形图并结合现场踏勘进行了新建尾矿库库址选择，推荐使用位于选矿厂西侧约3km处山谷型尾矿库。该区为肃南县工业园区，政府已规划尾矿库指标。

尾矿库的等别：尾矿库的服务年限为17年，总坝高40.0m，总库容 $650.0 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其等别为四等。

根据《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599-2001）和《尾矿设施设计规范》（GB50863-2013）的规范，对尾矿库进行初步环保设计。充分考虑现场的工程地质条件、地形地貌等因素，确定尾矿库防渗层结构方案暂按如下设计：

库区防渗层结构（从尾矿至基础层）依次为：尾矿、细粒土（0.2m）、土工膜（1.5mm）、钠基膨润土防水毯（6000g/m²）、平整基础层。

由于防渗膜铺设范围很大，设计采用幅宽不小于7m的HDPE膜，不得采用再生HDPE材质的防渗膜。铺设时应尽量避免人为损伤防渗膜，如有意外，应及时用新鲜的母材修补。HDPE膜接缝采用双轨热熔焊接，每条焊缝均需要充气检验。土工布采用缝合连接，GCL膨润土垫则采用自然搭接，并且在两次搭接中间洒膨润土粉增强防渗。

在尾矿库建立一整套远程自动化安全监测分析评价预报系统,包括利用动态监测仪对尾矿库的实时安全监测、尾矿库与企业办公楼监控中心之间的通信子系统、监控中心计算机系统和 web 查询报表系统。建立尾矿库安全监控、安全分析评价,安全预警,安全指挥管理系统,对尾矿库的安全状态进行实时的监测、分析与预报,确保尾矿库的安全。

7 环境保护、水土保持与复垦

7.1 设计原则及环保标准

7.1.1 设计原则

1、贯彻《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》等法规，合理利用自然环境，防治环境污染和生态破坏，创造清洁适宜的生活、劳动环境，保护人民身体健康，促进经济发展。

2、以预防为主，治理为辅，合理规划，合理布局，综合利用。

7.1.2 采用法律、法规及规范、标准

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. 《地质灾害防治条例》（2004年3月1日）；
8. 《土地复垦条例》（2011年3月5日）；
9. 《基本农田保护条例》（2011年1月8日）；
10. 《土地复垦条例实施办法》（2013年3月1日）；
11. 《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2014年7月29日）；
12. 《矿山地质环境保护规定》（2016年1月5日）；
13. 《甘肃省环境保护条例》（2004年6月4日）；
14. 《水土保持综合治理技术规定》GB/T16453-1996；
15. 《开发建设项目水土保持方案技术规定》SL204-1998；
16. 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599—2020）；

- 17、《地表水环境质量标准》（GB3838-2002）；
- 18、《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；
- 19、《污水综合排放标准》（GB8978-2015）；
- 20、《地下水水质标准》（DZ/T00290-2015）；
- 21、《矿山地质环境监测技术规范》（DZ/T0287-2015）；
- 22、《滑坡防治工程勘查规范》GB/T 32864-2016；

7.2 矿山地质环境问题及防治措施

7.2.1 地质灾害及防治措施

1、地下开采时，开采活动可能使地压平衡被破坏，造成开采范围内形成岩移。

2、矿山道路等地面工程会形成边坡，边坡设计参数选取不当，可能会引起滑坡和泥石流等地质灾害。

3、矿山地处祁连山高寒高海拔山区，有可能发生冰雹、严寒冰冻、暴风、暴雨、雷电等自然灾害。

针对上述可能会引起的地质灾害，可采取以下防治措施：

根据地表岩移线，设置警戒线，防止人畜进入。

地下开采时，对其顶底板岩石力学性质要进行研究，根据岩石力学性质选择合适的采矿方法，并留适当的保安矿柱，采掘废石部分用于充填采空区、整修道路，大多数出坑的废石堆放于排土场。

矿山公路等地面工程的切坡，严格按有关标准规范设计和施工，必要时要进行边坡治理，雨季对水流损毁道路路面及时平整修复。

对采矿引起的可能崩塌处，加强监测，危险地段采区遮挡、拦截、支挡、护坡、镶补沟缝和削坡的单一或联合防治措施；对采矿引起的可能滑波采用削坡减载、边坡人工加固、预应力锚杆或锚索加固等措施予以整治。并提出切实可行的监测预防措施；将可能崩塌、滑坡处纳入安全员巡视范围内，每日进、出坑道前

后各观测一次。下雨是各种地质灾害的诱因之一，因此，下雨时要对各可能会引起的地质灾害的地方实行 24 小时监控。

对于冰雹、严寒冰冻、暴风、暴雨、雷电等自然灾害，可能对开采、运输安全产生影响，需建立健全有效的防洪系统，配置满足需要的应急器材，加强预警，采取适宜的防暑降温和防冻措施，停止在极端恶劣天气进行作业。

7.2.2 区域地质影响评价

本项目距离甘肃祁连山国家自然保护区较远，如图 1-2 所示，附近仅有少数牧民游牧。矿区微地貌中沟谷发育，植被稀疏，自然排水条件较好。据本次调查，未见有滑坡、泥石流等地质灾害，仅在沟脑、矿区东部山脊局部及冲沟两侧见有小型潜在崩塌体及不稳定斜坡等影响较小的地质灾害体，但距离矿区施工区及居住区有一定的距离，影响相对较小，矿山早期在建设或开采时，形成部分高陡边坡及采坑，易造成泥石流、崩塌等地质灾害，建议应进行削坡处理。下一步，应另行委托相关单位编制《矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

7.3 矿山主要环境污染物及治理措施

本项目主要污染物为粉尘、废气、废水、固体废弃物和噪声等。

设计严格执行国家有关的环保法规，采取先进的生产工艺、设备，将污染物的危害降至最低。

7.3.1 粉尘及废气

矿山作业的主要产尘点有凿岩、爆破、装卸矿点等场所，为使空气含尘量小于 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 以下，设计采取了以下防尘措施：坑内采用湿式凿岩；对各产尘点除进行喷雾洒水外，还要进行机械强制通风，各工作面要避免污风串联，采空区要进行密闭；爆破后及时向爆堆喷雾洒水，定期对巷道进行洗壁；加强个人防护，佩戴防尘口罩等。

为减少矿石运输过程中产生的粉尘，地面每班用水冲洗一次；凡生产过程中的产尘点，分区集中除尘，采用有效的除尘设备，净化后的空气排至大气。

通过以上处理措施，使矿石装卸点及工作地点的含尘浓度控制在 $2\text{mg}/\text{m}^3$ 允许范围内，排入室外浓度控制在 $100\text{mg}/\text{m}^3$ 以内，加之矿区远离居民区，不会影响矿区环境。

7.3.2 废水

未来矿山开发对水环境的污染主要表现为矿坑排水。

矿山开发对地下水环境污染主要体现在矿体淋滤水及坑道水地下水的污染，矿坑水中 SO_4^{2-} 、Fe 离子会对地下水造成一定的污染，本项目地下采矿排出的废水主要是坑内地下涌水、凿岩及喷雾降尘废水。此废水除浊度偏高外，受污染较轻，经各主平硐排至坑口集水池沉淀后，使用潜水泵泵入管道中用于采矿作业和洗壁降尘。

矿区每天排放生活废水 $30\text{m}^3/\text{d}$ ，生活废水水质为 $\text{COD}_{\text{cr}} 270\text{mg}/\text{L}$ 、 $\text{BOD} 160\text{mg}/\text{L}$ 、 $\text{SS} 210\text{mg}/\text{L}$ ，年排放量 $9000\text{m}^3/\text{a}$ ，生活废水主要为职工日常洗涤等产生的污水。由于矿区设一座旱厕，所以生活污水排放量较少；其他生活洗涤水用于道路、作业面的洒水、喷水降尘。

厂区雨水采用道路边沟排入采矿工业场地下游雨水收集池后回用，废水基本不外排，其对周边环境基本上无影响。

7.3.3 固体废弃物

本工程固体废弃物主要为废石及生活垃圾等。

废石：本工程废渣主要是巷道开拓排出废石，小部分用于道路整修，其余有序的排放于地表排土场。

生活垃圾：有回收价值的金属、纸张、塑料等变废为宝，回收外销。其它生活垃圾集中处理。

7.3.4 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 $100\sim 115\text{dB}$ ，合理设计爆破工艺，采取控制爆破技术，降低爆破作业产生的噪声及震动。建议凿岩工人应佩戴专用耳塞。

设计首先选择低噪声设备、提高设备安装质量，降低机械设备产生的噪声。其次采用吸声、隔声、消声等技术，消除、控制或降低噪声源危害。在空压机在吸气、排气系统装设消声器；在空压机安装基础上加装弹簧减振器。通风机在进、出风道设置消声隔板，为司机建造隔音间，用吸音材料密封主扇风机机壳。对接触噪声源的操作人员，采用个体防护措施，佩戴耳塞、耳罩、防声棉和帽盔等。

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。

7.4 水土保持

7.4.1 水土流失防治方案

项目建设在整个服务年限期间，需在征用地范围内，进行挖方、填方、建设工业场地与附属设施、开采矿石、排弃土石和修建矿山道路等，这必将破坏原有地表地下水的结构和植被，改变了原地形地貌，产生不同程度的水土流失。

根据矿山采用的采矿工艺、场地布置、水土流失的危害程度，将水土保持分区为：采矿工业场地重点治理区，道路建设及其他场地治理区；建设区以外，即矿山生产和辅助各场地周围为直接影响区，属防护区。

采矿及辅助工业场地水土保持主要措施为排水、护坡、绿化，即：

- 1、工业场地内设完善的防排水系统。
- 2、对平整场地形成的裸露边坡设挡土墙。
- 3、岩土裸露场地进行自然恢复。

7.4.2 水土保持措施实施的保证措施

1、组织机构管理措施

建设单位应设立水土保持管理机构，建设项目开始之前，编制水土保持方案，并派专人领导和负责组织项目基建期和生产期的水土保持管理工作，把水土保持管理工作融合到生产建设管理的各个环节；根据矿山实际情况，下设的管理机构人员可由环保人员兼任。

2、技术保证措施

实施水土保持工程,要具有一定的水土保持专业素质及相应资质的施工队伍进行施工,并实行监理制。生产过程中,对水土保持设施,应安排具有水土保持专业技术人员进行管理、监督,为水土保持措施保质保量实施提供技术保障。

3、资金来源及管理使用办法

项目的水土保持措施资金由建设单位承担。资金应加强管理,做到资金及时到位,专款专用;对水土保持资金落实情况进行各级部门监督管理,保证水保资金逐项完全落实。

7.5 复垦

矿区本身属于基岩裸露区,植被覆盖率极低,因此矿业活动对天然植被的破坏影响较轻,对地形地貌景观破坏的破坏较严重。由于矿区高寒山区,基岩裸露、土壤贫瘠、降雨稀少,植被的自然生存条件差,因此生态植被的恢复主要应该以自然修复为主。

7.6 环境影响评述

矿山采用地下开采,对自然破坏较小。生活污水经处理达标后排放。生产粉尘、废气均采取了有效的除尘、通风措施后达标排放。噪声采取了减振防噪及隔音措施。针对生产中的水土流失因素采取了防治措施。企业成立环保领导小组,设置环保监测站。因此,项目在生产过程中不会对生态环境造成明显危害。

企业应委托有关单位进行环境影响评估,提交相关评估报告,并报送有关主管部门审查批复。未来企业生产只要严格按照环境影响报告书及批复意见提出的有关要求采取相应措施,完全可以达到国家对矿山生产企业的环保要求。

环保投资包括废水处理、固体废物处置、噪声防治、环境监测以及绿化等。环保投资为 3416 万元。

7.7 绿色矿山建设

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、矿区环境

矿区功能分区划分为采矿工业场地及生活区，布局合理。矿区设置了完善的地面运输、供水、供电、卫生、环保等配套设施，并在在生产区设置了操作提示牌、说明牌、线路示意图牌等标牌，标牌符合 GB/T13306 的规定；在道路交叉口、井口、矿坑、生产车间等设置了安全标志，安全标志要符合 GB14161 的规定。矿山计划对厂区道路硬化及路基边部覆土，场地整平等，与本区域内其它矿山企业看齐。

2、资源开发方式

本次设计中，根据矿床成矿地质特征，制定科学合理、因地制宜的开采规划，开拓和采准工作合理超前，开拓矿量、采准矿量及备采矿量保持合理关系，采场工作面推进均衡有序。

井下采用无轨装卸与运输系统，无轨设备机动灵活，开采高效，且采用电动铲运设备，创造良好的井下工作环境。

应根据根据不同的矿体赋存条件，选择合理的采矿方法，提高开采回采率和安全作业环境，开采回采率指标符合国土资源部关于铜矿资源合理开发利用“三率”指标要求。

3、资源综合利用

设计采用先进适用、经济合理的工艺综合回收利用共伴生资源，最大限度提高共伴生矿产资源综合利用率。根据铁矿资源合理开发利用“三率”指标要求，本方案中开采回采率、选矿回收率符合要求。

矿山采用先进的节水技术，确保水的循环、循序利用。坑内涌水小于 8.49m³/d，在集水池收集后用于采矿凿岩用水，废水循环利用率不低于 85%。

4、履行社会责任，造福社会

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

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

5、建立“四节约”体系

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

8 劳动安全与卫生

8.1 工程概述

矿山开采方式为地下开采,采用 3650m 主平硐+溜井+盲斜坡道开拓运输系统,采矿方法为垂直走向分段崩落法、沿走向分段崩落法和浅孔留矿法。生产规模为 3000t/d (90×10^4 t/a),企业最终产品确定为铁精粉和铜矿石。

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》2021 年 6 月修订;
- (3) 《中华人民共和国劳动法》2018 年 12 月 29 日修订;
- (4) 《中华人民共和国矿山安全法实施条例》1996 年 10 月;
- (5) 《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020;
- (6) 《爆破安全规程》GB6722-2014;
- (7) 《建筑抗震设计规范》GB50011-2010;
- (8) 《国务院关于进一步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

矿区处于奥陶系下统阴沟群(OY)，主要岩性为板岩、灰岩、凝灰岩、玄武岩、片岩、千枚岩、大理岩夹铁矿层及磷块岩，具有一定的稳固性。地貌上矿区地形陡峻、切割剧烈，相对高差大。从地震烈度来看，矿区及周边未发生过大于Ⅶ级的地震，Ⅴ～Ⅵ级的地震也很少发生，整体上属地壳次不稳定区，因此矿区工程地质勘查类型为第三类，属以层状岩类为主、工程地质条件中等的矿床。

根据《建筑工程抗震设防分类标准》本工程主要建筑物按Ⅶ度设计；厂区及建构筑物四周设有防洪堤或排洪沟，能够预暴雨期山坡雨水漫流对工业及生活设施的影响；地表各建、构筑物布置在地表错动范围以外，不受地表陷落影响；设计充分考虑工程地质条件中等偏差级的特征和水文地质条件复杂程度为简单的实际情况，采用巷道与断裂、破碎带斜交；巷道采用整体砼、喷锚网等联合支护型式；采用提高回采强度，合理安排回采顺序、优化采场结构参数、控制顶板暴露面积等措施采控制场地压。执行这些措施可有效保障地质环境对安全的影响。

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。

坑内主要的产尘点为凿岩、爆破和装运过程，粉尘中游离 SiO₂是造成矿工矽肺病的主要原因，坑内炮烟主要来自井巷掘进和采场爆破作业。

8.4.2 雷电、地震等情况的安全防范措施

根据国家地震局《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015)和《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，综合确定矿区抗震设防烈度为Ⅶ～Ⅷ度，最大震级 7～8 级，设计地震基本加速度值为 0.20g，反应谱特征周期 0.45s，设计地震分组为第二组，地壳稳定性划分为次不稳定的Ⅲ区。

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。

斜坡道运输系统设置专门的错车硐室、调度信号系统及安全管理制度，保障运输安全。

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

加强对采空区的监测监控，依据采空区的不同特征分别采取崩落围岩、废石充填和密闭等方法，防止采空区的突然坍塌对采矿生产造成严重影响。

利用后续生产掘进产生的废石作为充填材料，对就近采空区进行充填处理，废石层的厚度达到采空区高度的40%以上，满足冲击气浪缓冲层厚度要求，确保采空区安全稳定；对于围岩稳固、整体性好、不能自然崩落的采场，采用强制爆破手段崩落顶部围岩，使围岩充填采空区形成缓冲岩石垫层，控制地压转移，缓和顶板集中应力，防止采空区顶板塌落，以免生产巷道、设备和人员受到伤害。

对与主运输巷相邻的采空区采用混凝土和料石等材料进行封堵，封堵墙厚度不小于800mm。

加强现场巡视，及时了解采空区的安全状态，每班安排专人进行巡查。危险场所设置安全警示标志，严防人员误入造成伤害。

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(GB6722-2011)》。放炮前应给出明确的信号并加强警戒。爆破工要经过严格的培训并取得相关证书后方能上岗。

采场工作人员必须佩戴安全帽和穿着劳保服。凿岩采用湿式凿岩，对爆堆、装卸点等产尘点采用喷雾洒水降尘，定期进行粉尘和有害气体的测定工作。井下开采时，及时采取强制崩落围岩或自然塌落处理空区，严格控制采场暴露面积和暴露时间；矿体上盘围岩不太稳固时及时采取锚网喷或其他有效的支护方式。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。

本矿爆破作业外委本地有资质的企业负责，爆破器材的贮存和爆破工作必须严格按《爆破安全规程》（GB6722—2011）的要求进行，甲方做好安全监督及管理工作。

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。

对有滑坡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

矿体采用对角式通风系统，总通风量为 $78\text{m}^3/\text{s}$ ，主扇选用 1 台 DK40-6-No19 型对旋轴流式风机，所选主扇可以实现风机反转反风，符合反风安全要求有关规定。

巷道掘进、回采采用局扇辅助通风，井巷掘进采用 JK58-1No. 4 型通风机加强通风，采场内采用 JK58-1No. 3.5 型局部扇风机用风筒压入加强通风。同时辅以喷雾洒水降尘。在坑内测风站内定期监测风量、风速及空气质量，采取措施进行调整，保证工作面空气质量达到规定要求。

通风系统设计时全面统计了井下各需风点，根据安全规范要求确定了各需风点的风量，按实际情况乘以相应的漏风系数得到总风量，并根据同时工作最大人数、排尘风速、柴油设备供风三种方式验证了总风量的可靠性，确保系统建成后，通风系统的可靠性。

8.5.4 矿山排水系统的安全可靠性

本次设计根据矿体埋藏较深的特点，为节约能源，3650m 上部中段坑内涌水经泄水孔下放至 3650m 中段，经中段巷道水沟自流至 3650m 硐口集水池，然后泵送至采矿高位水池。3650m 水平以下，在最下部 3350 水平斜坡道石门设排水系统，由水泵硐室、内外水仓、防水门硐室、变电硐室等组成，3650m 水平以下各中段涌水经泄水钻孔汇至水仓内，由安装的水泵将水通过进风井、主平硐排至地表。排水泵站内设 MD12-50 \times 7 多级离心泵 3 台， $Q=12.5\text{m}^3/\text{h}$ ， $H=350\text{m}$ ， $N=55\text{kW}$ ， $U=380\text{V}$ 。正常涌水时，1 台工作；最大涌水时，2 台工作。

在生产过程中要加强对排水设施的维护保养，保证坑内排水系统的可靠运行。

8.5.5 运输安全

1. 矿山运输线路均依据规范和安全要求设计。
2. 地下开采车辆运行时防止挤人、碰人。
3. 对于汽车运行应按相关的交通法规执行。

8.5.6 排土场的安全可靠性

排土场废石排弃方式采用分层排放的方式，由下而上逐层排放，废石堆置自然安息角为 32° – 36° ，在排土场周围修筑截、排水沟，防止外围雨水进入。排放时用块石垫底，便于渗透下去的雨水排走。底部设置挡墙，防止废石阻断河道。废石场内平台设置 2%~5% 的反坡。废石场周围应圈定危险范围，并设立警戒标志，无关人员不应进入危险范围内。

8.5.7 坑口工业场地边坡安全

3650m 主平硐硐口工业场地位于边坡上，平台平台设置 3% 的反坡，边坡采用块石砌筑，并抹浆勾缝，防止塌方以及物体掉落。工业场地内仅有值班室，运到坑口的材料须有序摆置。

8.5.8 尾矿库安全可靠

尾矿库库址沟底较为平缓，且沟底有基岩裸露，坝体稳定性、安全性好。

在尾矿库建立一整套远程自动化安全监测分析评价预报系统，包括利用动态监测仪对尾矿库的实时安全监测、尾矿库与企业办公楼监控中心之间的通信子系统、监控中心计算机系统和 web 查询报表系统。建立尾矿库安全监控、安全分析评价，安全预警，安全指挥管理系统，对尾矿库的安全状态进行实时的监测、分析与预报，确保尾矿库的安全。

严格执行《尾矿库安全管理规程》，设专人管理，定期检查维护尾矿库，搞好防洪报警工作和坝体防渗工作。

8.5.9 爆破作业的安全可靠性

井下爆破作业严格执行《爆破安全规程》的规定，放炮前应有明确信号，加强安全警戒。爆破工要经过严格的培训，取得证书后方能上岗。爆破器材由爆破人员按当班爆破用量，严格按《爆破安全规程》的规定运输、存放、使用。

8.6 机电和其它

8.6.1 供电系统的安全可靠性

矿井供电电源引自当地 30kV 供电电网，在 3650m 工业场地 10kV 变电所安装一台 6000kVA 变压器，地表设柴油发电机房，内设一台 500kW 0.4kV 柴油发电机组作为备用电源；主扇用电负荷为一级，一级用电负荷采用两路独立电源供电并在末端进行切换，当电源故障时，500kW 柴油发电机组能承担采矿工程一级负荷（主扇）的供配电；符合矿山供电应急电源有关规定。

8.6.2 运输设备的安全性

运输线路均以设计规范和设计要求设计，其安全适应性满足国家有关规定。由于无轨设备运输，坑内运输巷道参数（包括宽度、高度、坡度、最小转弯半径、坡度、缓坡段坡度，人行道宽度、高度，躲避硐室，管路、电线、电缆悬挂，排水沟盖板等）设计不符合规范要求，路面建筑材料不符合车辆安全运行要求，巷道照明不满足车辆安全运行要求，道路的转弯、会车等危险地段的警示标志的设置不符合规范要求，人行道宽度、高度不符合规范要求等原因，会造成车辆伤害，触电、运输车辆碰撞、翻车、人员伤害等。因此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。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。

8.6.3 防雷、接地的可靠性分析

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。

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，切实贯彻有象征必探的原则。

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

矿山在掘进中段巷道前应进行探水工作，探水步骤为探水——掘进——再探水——再掘进，循环进行。探水钻孔终孔位置应始终超前掘进工作面一段距离。经探水证实无任何水害威胁，方可进行掘进工作。

探放水设备选用 ZYJ-420Z 专用探水钻机，钻孔直径 $\phi 60\text{mm}$ ，钻进深度 30m。

8.8 预防矿山火灾和水灾

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

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；靠近沟边应砌筑一定长度的护堤。

在穿过片岩破碎带时，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。

六大系统的建设包括监测监控系统建设、人员定位系统建设、紧急避险系统建设、压风自救系统建设、供水施救系统建设和通讯联络系统建设。

矿山要强化安全避险“六大系统”的日常维护管理，整理完善相关图纸、资料等技术档案，定期对各系统可靠性进行检查，发现问题及时处理，确保能够正常使用。把安全避险“六大系统”有关内容纳入矿山应急预案中，定期组织开展应急演练。对入井人员进行安全避险“六大系统”使用培训，确保每位员工都能了解、掌握并正确使用安全避险“六大系统”有关设备设施，真正发挥安全避险“六大系统”的安全保障作用，切实提高地下矿山抵御各种风险和灾害的能力。

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。设计中主扇放在回风井回风巷风机硐室内。职工宿舍均远离采矿井口和空压机房，同时采取隔离、吸音措施，减少噪声的传递扩散。生产中要求企业加强个人防护配备，减少噪声的危害，对噪声大的设备安装弹性橡胶垫和减振器。对噪音大的作业岗位，设置隔音值班室，以屏蔽噪声源和减少接触噪声源时间。

8.10.2 防粉尘危害

产生粉尘的地点有：采掘工作面、装矿硐室等。防尘措施主要有：

- 1、采用湿式凿岩。
- 2、采掘工作面爆破后必须待空气符合标准后，人员方可进入作业点。
- 3、装卸矿点洒水降尘。
- 4、定期清扫、冲洗巷道岩壁的集尘。
- 5、加强作业人员的个体防护，接尘人员必须配戴防尘口罩。

6、粉尘监测，矿山应配专职的防尘人员，在矿井建设和生产期间及时对井下粉尘进行监测。对不符合要求的地段，采取风流净化，确保空气质量达到要求。

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、NO_x 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，配备专职安全员 3 名，负责该矿区安全检查及安全教育，矿长负安全总责，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、选厂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

安全与工业卫生设施投资 1654 万元。

9 经济效益评价

9.1 编制依据及说明

- 1、本次设计的最终产品为铁精粉(62%)和铜矿石(Cu 品位 0.56%)。
- 2、辅助材料、燃料及动力消耗指标由各专业提供。
- 3、辅助材料、燃料及动力价格由企业提供，不足部分参照其他矿山及市场价格。
- 4、工资及福利费：项目在册总人数 182 人，其中生产工人 159 人，约占总人数的 87%，管理及技术人员 23 人，约占总人数的 13%，工人人均年工资 10 万元/人年，管理人员人均年工资 15 万元/人年，福利费为工资总额的 14%。
- 5、电费按 0.50 元/kWh（含增值税）计。
- 6、折旧及摊销：本矿山生产年限 15 年，开拓工程折旧年限按 15 年，残值率为 0%。房屋建筑物折旧年限按 20 年，残值率为 5%。机器设备折旧年限为 10 年，残值率为 5%。
- 7、修理费：修理费率固定资产总额的 4%。
- 8、不能抵扣的进项税额。对于产品出口项目和产品国内销售的增值税减免税项目，应将不能抵扣的进项税额计入总成本费用的其他费用或单独立项。
- 9、安全费用：根据《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),金属地下矿山每吨 15 元，四等及五等尾矿库每吨 5 元。
- 10、营业费用是指企业在销售商品过程中发生的各项费用以及专设销售机构的各项费用，按照 0.5 元/t 原矿计取。
- 11、工信部明确要求 2022 年 6 月底前停止生产、8 月底前停止销售除工业数码电子雷管外的其它工业雷管，全面推行数码电子雷管，数码电子雷管单价取 20 元/发。
- 12、最终产品售往 50km 以外的酒钢，运输单价取社会一般均价 0.5 元/t·km。

9.2 投资估算

投资范围包括：采矿工程、选矿工程、供电及通信工程、供水工程、总图运输工程、行政生活设施等工程费用，工程建设其他费用。

本项目总投资为 33861 万元，其中：建设投资 32189 万元，流动资金 1215 万元。本项目报批总投资为 33012 万元，其中：建设投资 32189 万元，铺底流动资金 365 万元。建设投资中工程费用为 26709 万元，工程建设其他费用为 1282 万元，工程预备费为 4199 万元。

按生产用途划分的投资分析见表 9-1，按投资构成划分的投资分析见表 9-2。

表 9-1 按生产用途划分的投资分析表

序号	费用名称	估算价值(万元)	占总估算价值(%)	备注
1	开拓工程	6917	21.25	
2	建筑工程	6209	19.07	
3	设备购置	12550	38.55	
4	安装工程	1033	3.17	
5	工程建设其他费用	1281	3.94	
6	工程预备费	4199	12.90	
7	铺底流动资金	365	1.12	
8	总估算价值	32554	100.00	

表 9-2 按投资构成划分的投资分析表

序号	费用名称	估算价值(万元)	占总估算价值(%)	备注
1	采矿工程	8744	27.17	
2	选矿工程	8431	26.19	
3	给排水工程	1149	3.57	
4	电力电信	4048	12.58	
5	总图运输工程	4337	13.47	
6	工程建设其他费用	1281	3.98	
7	工程预备费	4199	13.04	
8	总估算价值	32189	100.00	

9.3 产品销售及价格

企业销售铁精粉(62%)和铜矿石(0.56%)，铁精粉含税售价为 814.0 元/吨。

铜矿石在选厂加工矿石盈亏平衡计算的基础上给一定的利润，然后反推得每吨矿石售价。铜金属价格为 60372 元/t(不含税)，含铜 20.00%的铜精矿中铜的

计价系数 75%；选厂铜回收率取 90%，选厂加工成本 70 元/t，选矿加工矿石每吨利润给 40 元，推算得铜矿石售价为 118 元/t。

9.4 资金筹措

项目建设所需资金，根据业主意见，建设投资拟自筹 12875 万元，占 40%，剩余 60%申请银行借款，其中本金 19313 万元，建设期利息 459 万元，利率 4.75%。

流动资金拟自筹 486 万元，占 40%，剩余 60%申请银行借款，其中本金 725 万元，年利息 32 万元，利率 4.35%。

9.5 总成本费用

采矿单位制造成本 73.05 元/t，选矿单位制造成本 73.36 元/t。全矿总成本 188.03 元/t。达产年平均总成本费用 16922.7 万元。材料、动力、修理费均为含税价。

表 9-3 原矿单位综合成本构成表

序号	项目	采矿 (元/t)	选矿 (元/t)	其他 (元/t)	合计 (元/t)
一	直接成本	44.14	51.68		85.81
1	原材料及辅助材料	23.22	19.28		42.49
2	燃料及动力	6.43	15.75		22.18
3	工人工资及福利	14.50	16.65		31.15
二	制造费用	28.91	21.69		50.60
1	折旧	18.74	14.06		32.80
2	修理	10.17	7.63		17.81
三	生产成本	73.05	73.36		146.42
四	销售费用			7.90	7.90
1	直接销售			0.50	0.50
2	运费			7.40	7.40
五	管理费用			24.38	24.38
1	摊销			1.33	1.33
2	管理人员工资福利费用			2.85	2.85

序号	项目	采矿 (元/t)	选矿 (元/t)	其他 (元/t)	合计 (元/t)
3	地下开采安全费用			15.00	15.00
4	尾矿库安全费用			4.00	4.00
5	环境治理费用			1.20	1.20
六	财务费用			9.33	9.33
1	长期借款利息			8.80	8.80
2	短期借款利息			0.53	0.53
七	总成本				188.03
1	固定成本				120.87
2	可变成本				67.16
3	经营成本				109.27

9.6 损益估算

9.6.1 产品方案

项目的最终产品方案为铁精粉(62%)和铜矿石(Cu品位0.56%)。

9.6.2 产品销售

项目每年产出的铁精粉(62%)和铜矿石(Cu品位0.56%)，售往酒钢进行冶炼。

9.6.3 销售收入

项目达产年平均销售收入约27018.29万元(含税)。

9.6.4 税金及附加

根据《甘肃省人民代表大会常务委员会关于甘肃省资源税适用税率等有关事项的决定》(2020年7月31日省十三届人大常委会第十八次会议通过)，自2020年9月1日起，销售铁精粉，税按销售收入的3%计征，达产年销售铁精粉的资源税为810.55万元。销售铜原矿石按销售收入的4%计征，第8~15年销售铜矿石的资源税为4.72万元，达产年平均资源税为815.27万元。

增值税税率为 13%，扣除进项税后应税税率 8%计，达产年平均增值税为 2161.46 万元，城市维护建设税及教育费附加分别按增值税的 7%和 5%计，达产年平均城市维护建设税 151.30 万元，教育费附加 108.07 万元。达产年增值税及附加总计 2420.84 万元。

9.6.5 利润总额

项目达产年平均利润总额约 7674.75 万元。

9.6.6 所得税

所得税税率 25%，项目达产年平均所得税约 1918.69 万元。

9.6.7 税后利润

项目达产年平均税后利润约 5756.06 万元。

9.7 盈利指标

9.7.1 项目投资所得税后

项目投资财务内部收益率	12.38%
项目投资财务净现值(Ic=8%)	3983.65 万元
项目投资回收期(含基建期 1 年,下同)	8.5 年

9.7.2 项目投资所得税前

项目投资财务内部收益率	13.79%
项目投资财务净现值(Ic=8%)	4129.39 万元
项目投资回收期	8.2 年

9.7.3 总投资收益率 17.00%

9.8 综合评价结论

1、项目盈利能力较好。项目投资财务内部收益率(IRR)为 12.38%，高于 8% 的一般收益率；所得税后财务净现值 ($I_c=8\%$) 为 3983.65 万元，为大于零的正值，项目所得税后投资回收期包括建设期在内为 8.2 年，以上表明项目财务可行。

2、项目抗风险能力一般。盈亏平衡点为项目达产年设计生产能力的 75%。经过敏感性分析，产品售价对项目经济效益的影响较大。企业能在服务期内有效控制成本、收回全部投资并获得更好的投资收益。

10 开发利用方案简要结论

10.1 申请批复的采矿权范围表

点号	2000 国家大地坐标系			
	X	Y	东经	北纬
1	***	***	***	***
2	***	***	***	***
3	***	***	***	***
4	***	***	***	***
5	***	***	***	***
面积及标高	面积 1.3370km ² ；标高***m-***m			

10.2 开发利用方案简要结论表

矿区资源量	设计利用资源量：铁矿石量 937 万吨，TFe 平均品位 29.94%，mFe 平均品位 17.20%。铜矿石量 7.91 万吨，Cu 平均品位 0.62%，金属量 490 吨。	矿山服务年限	15 年（含基建期 1.0 年）
资源量核算基准	2022 年 7 月 31 日	开采方式	地下
开拓方案	3650m 主平硐+溜井+盲斜坡道	采矿方法	垂直走向无底柱分段崩落法、沿走向无底柱分段崩落法和浅孔留矿法综合损失率 18.25%，贫化率 18.25%
开采矿种	铁矿、铜矿	选矿方法	三段磨矿-弱磁选-尾矿强磁-直接还原焙烧磁选工艺流程
开采标高	3342m-3950m	企业最终产品	铁精粉和铜矿石
生产规模	90 万吨/年 (3000 吨/日)	矿山建设总投资	33861 万元

10.3 综合技术经济指标表

序号	项目		单位	数值	备注
1	设计 利用 矿量	铁矿石量	10 ⁴ t	937	
		TFe 品位	%	29.94	
		mFe 品位	%	17.20	
		铜矿石量	10 ⁴ t	7.91	
		铜品位	%	0.62	
		铜金属量	t	490	
2	采矿指标	损失率	%	18.25	
		贫化率	%	18.25	
		矿石量	10 ⁴ t	937.00	
		TFe 品位	%	24.48	
		mFe 品位	%	14.06	
		铜矿石量	10 ⁴ t	7.91	铜矿石用浅孔留矿 法开采，损失率 10%，贫化率 10%
		铜品位	%	0.56	
		铜金属	t	441	
3	工作制度		d/a	300	
4	生产规模		10 ⁴ t/a	90	
			t/d	3000	
5	服务年限(含基建期 1 年)		a	15	
6	选矿指标	铁精矿 1 产率	%	22.51	
		铁精矿 1 品位	%	62.00	
		铁精矿 1 回收率 TFe	%	57.00	
		铁精矿 2 产率	%	7.10	
		铁精矿 2 品位	%	62.00	
		铁精矿 2 回收率 TFe	%	18.00	
7	成本	总成本	元/t	188.03	
		采矿制造成本	元/t	73.05	
		选矿制造成本	元/t	73.36	
8	总投资		万元	33861	
9	流动资金		万元	1214	
10	价格	铁精粉(62%)	元/t	814	含税
		铜矿石(0.56%)	元/t	118	
11	经济核算	年销售收入	万元	27018.29	
		年生产成本	万元	16922.7	
		年税费总额	万元	2420.84	
		年总利润	万元	7674.75	
		年所得税	万元	1918.69	
		年净利润	万元	5756.06	
12	财务评价	内部收益率(税前)	%	13.79	
		净现值(税前 I _c =8%)	万元	4129.39	

序号	项目	单位	数值	备注
	投资回收期(税前)	a	8.5	
	内部收益率(税后)	%	12.38	
	净现值(税后 $I_c=8\%$)	万元	3983.65	
	投资回收期(税后)	a	8.2	

10.4 存在问题及建议

1、本矿局部地段岩石稳固性不好，部分地段存在千枚岩、凝灰岩，建议业主加强矿山支护工作，重视采空区处置和安全管理。

2、本矿资源禀赋一般，盈利指标一般，采选成本与产品售价是敏感性最高的两个指标，建议业主前期做好调查工作，有效控制投资风险。

3、本项目盈利的关键在于 TFe 回收率，选矿试验铁精粉 1 的 TFe 回收大于 60%，说明磁选过程中带动回收了一部分非磁性铁，建议业主委托相关研究单位，研究磁选是否可以取得更好的回收指标。

4、总体布置图中等高线来源有三：其一为《详查报告》的 1:2000 正测地形，其二为《详查报告》的 1:10000 地形，其三为尾矿库选址补测的 1:2000 地形。3650m 主平硐及硐口附近的采矿工业场地、选矿工业场地、排土场和办公生活区位于 1:10000 地形范围内，该区域 1:10000 等高线对比卫星图片，结合现场踏勘来看，精度不够，有所偏移，给选址带来了困难。建议业主下阶段补测两个 1:2000 范围之间的地形，供后期矿山设计和建设使用。

第二部分：

兰州彤辉商贸有限责任公司
肃南县博怀沟一带铜铁矿
矿山地质环境恢复与土地复垦方案


申报单位：兰州彤辉商贸有限责任公司

编制单位：金建工程设计有限公司甘肃分公司

编制日期：二〇二三年十月



矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

矿 山 企 业	企业名称	兰州彤辉商贸有限责任公司			
	法人代表	朱振军	联系电话	13993177788	
	单位地址	甘肃省兰州市城关区雁北路 2627 号 4 单元 402 室			
	矿山名称	兰州彤辉商贸有限责任公司 肃南县博怀沟一带铜铁矿			
	采矿许可证	<input checked="" type="checkbox"/> 新申 <input type="checkbox"/> 持有 <input type="checkbox"/> 变更 以上情况请选择一种并打“√”			
编 制 单 位	单位名称	金建工程设计有限公司甘肃分公司			
	法人代表	李兴德	联系电话	136 3937 0175	
	主 要 编 制 人 员	姓 名	职 责	联系电话	
		魏亚涛	项目负责	139 1984 9054	
		吴祎杰	报告编制	181 5223 1581	
		吴世宽	报告编制	136 5923 3736	
		李辉英	图件编制	188 9349 3932	
赵 佩	工程预算	177 8966 7630			
审 查 申 请	<p>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。</p> <div style="text-align: center;">  <p>申请单位(矿山企业)盖章</p> </div>				

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息摘要表

报告内容	摘要信息
矿山开采矿种	铁矿
生产规模	90万 t/a
开采方式	地下开采
采深	3342m-3950m
矿山服务年限	15a
评估区面积	322.92hm ²
评估区级别	一级
现状地质灾害	无
预测地质灾害	不稳定斜坡、泥石流、地面塌陷
已损毁土地方式	压占
已损毁土地面积	1.14hm ²
预测损毁土地方式	压占、挖损、塌陷
预测损毁土地面积	59.82hm ²
重点防治区面积	55.5hm ²
次重点防治区面积	5.46hm ²
复垦区面积	60.96hm ²
复垦责任区面积	58.70hm ²
矿山恢复治理费用	585.34万元
土地复垦动态投资	483.19万元
矿山恢复及土地复垦动态费用	1068.53万元

目 录

1	前 言	1
1.1	任务由来	1
1.2	编制目的	1
1.3	编制依据	2
1.4	方案的适用年限	4
1.5	编制工作概况	4
2	矿山基本情况	6
2.1	矿山简介	7
2.2	矿区范围及拐点坐标	7
2.3	矿山开发利用方案概述	9
2.4	矿山开采历史与现状	19
3	矿区基础信息	21
3.1	矿区自然地理	21
3.2	矿区地质环境背景	23
3.3	矿区社会经济概况	35
3.4	矿区土地利用现状	35
3.5	矿山及周边其它人类工程活动	36
3.6	矿山及周边矿山地质环境与土地复垦案例分析	36
4	矿山地质环境影响和土地损毁评估	38
4.1	矿山地质环境与土地资源调查概述	38
4.2	矿山地质环境影响评估	39
4.3	矿山土地损毁预测与评估	50
4.4	矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	55
5	矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析	61
5.1	矿山地质环境治理可行性分析	61
5.2	矿区土地复垦可行性分析	62
6	矿山地质环境治理与土地复垦工程	68
6.1	矿山地质环境保护与土地复垦预防	68
6.2	矿山地质灾害治理	73
6.3	矿区土地复垦	76

6.4	含水层破坏修复	79
6.5	水土环境污染修复	80
6.6	矿山地质环境监测	81
6.7	矿区土地复垦监测和管护	84
7	矿山地质环境治理与土地复垦工作部署	86
7.1	总体工作部署	86
7.2	阶段实施计划	86
8	经费估算与进度安排	90
8.1	矿山地质环境治理工程经费估算	90
8.2	土地复垦工程经费估算	103
8.3	总费用汇总	113
9	保障措施与效益分析	116
9.1	保障措施	116
9.2	效益分析	119
9.3	公众参与	119
10	结论及建议	123
10.1	结论	123
10.2	建议	123

附 图：

1、兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿山地质环境问题现状图（1:5000）

2、兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿土地利用现状图（1:5000）

3、兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿山地质环境问题预测图（1:5000）

4、兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿土地损毁预测图（1:5000）

5、兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿山地质环境治理工程部署图（1:5000）

6、兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿土地复垦规划图（1:5000）

1 前 言

1.1 任务由来

为保护矿山地质环境，减少矿产资源开采活动造成的矿山地质环境破坏，保护人民生命和财产安全，促进矿产资源的合理开发利用，珍惜和合理利用每一寸土地，改善生态环境，实现土地资源的持续利用，促进经济、社会 and 环境的和谐发展，根据《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国土地管理法》和甘肃省人民代表大会发布的《甘肃省地质环境保护条例》等国家、地方政府指定的有关法律法规及《矿山地质环境保护规定》、《地质灾害防治条例》及《土地复垦条例》的有关规定，依据《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》，矿山企业在取得采矿许可的同时，应当编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。

由于兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿（后简称“博怀沟铜铁矿”）属新建矿山，为了办理采矿证，受甘兰州彤辉商贸有限责任公司的委托，由金建工程设计有限公司甘肃分公司编制《兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

1.2 编制目的

按照《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）和《土地复垦条例》（国务院[2011]第 592 号令）、《土地复垦条例实施办法》（国土资源部令第 56 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）的要求，需对兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿编制矿山地质环境保护与土地复垦方案。通过编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，阐明矿山基本情况、基础信息，明确生产单位的矿山地质环境保护与土地复垦目标、任务，明确矿山地质环境恢复治理及土地复垦工程设计，进行工程部署及计划，提出保障措施，有效防止地质灾害的发生，降低地质灾害危害程度。使被损毁的土地恢复并达到最佳综合效益的状态，努力实现社会经济、生态环境的可持续发展，从而保护土地，防止水土流失，达到恢复生态环境保护生物多样性的目的。同时，为矿山地质环境保护与土地复垦的实施管理、监督检查以及相关费用征收等提供依据。本方案包含矿山地质环境现状分析、预测评估、防治措施，土地损毁状况的预测、

土地复垦方案设计等。各项工作内容和要求如下：

- 1、调查并查明矿区地质灾害形成的自然地理条件和地质环境背景条件；
- 2、基本查明因矿区以往开采对井区地质环境破坏、采矿活动可能造成的地质环境破坏及污染现状；
- 3、对评估区矿山地质环境问题进行现状评估与预测评估；
- 4、预测矿山开采期间土地损毁的类型，以及各类土地的损毁范围和损毁程度，量算并统计各类被损毁土地的面积。
- 5、根据矿区所在地区土地利用总体规划、土地利用现状、损毁预测结果及待复垦土地适宜性评价结果，确定各类被损毁土地的应复垦面积，合理确定复垦后的土地利用方向。并根据矿山开采的服务年限、土地损毁时间、损毁性质和损毁程度，确定复垦时间和复垦措施等。
- 6、在有关法律、法规和政策的基础上，按照矿山开采工艺流程、生产安排及有关的行业标准和技术参数确定矿山地质环境保护与土地复垦方案、统计工程量、测算复垦工程的投资概算。把矿山地质环境保护与土地复垦和矿山开采工艺统一设计，将费用列入矿山开采工程投资中。

1.3 编制依据

1.3.2 地方政策法规

- 1、《甘肃省地质环境保护条例》（2002年12月）；
- 2、《甘肃省水土保持条例》（2012年8月）；
- 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、《甘肃省地表水功能区划（2012—2030年）》（2012年）。

1.3.3 技术依据

- 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、《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》DZ/T0223—2011；
- 3、《土地复垦方案编制规程》第一部分：通则（TD/T103.1-2011）；
- 4、《土地复垦方案编制规程第4部分：金属矿》（TD/T1031.3-2011）；

- 5.甘肃省国土资源厅《矿山地质环境保护与恢复治理方案》编制基本要求（试行）2013.7;
- 6.《土地利用现状分类》GB/T 21010-2017;
- 7.《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;
- 8.《滑坡防治工程勘查规范》GB32864-2016;
- 9.《岩土工程勘察规范》GB50021—2009;
- 10.《建筑边坡工程技术规范》GB50330—2013;
- 11.《开发建设项目水土保持技术规范》GB50433—2008;
- 12.《水土保持综合治理技术规定》GB/T16453-1996;
- 13.《污水综合排放标准》GB8978-2015;
- 14.《地表水环境质量标准》GB3838-2002;
- 15.《地下水水质标准》DZ/T00290-2015;
- 16.《矿山地质环境监测技术规范》DZ/T0287-2015;
- 17.《土地复垦质量控制标准》TD/T1036-2013;
- 18.《生产项目土地复垦验收规程》TD/T1044-2014。
- 19.《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T0221-2006);
- 20.《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T 0286-2015）。
- 21.《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T1038—2013）；
- 22.甘肃省财政厅、国土资源厅《土地开发整理项目预算定额标准（甘肃省补充定额）》(甘财综〔2013〕67号);
- 23.《冶金行业绿色矿山建设规范》（DZ/T 0319-2018）；
- 24.《绿色矿山建设规范 第2部分：金属矿》（DB62/T 4284.2—2021）。

1.3.4 资料依据

- 1.《兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿产资源开发利用方案》（2023.4）；
- 2.本次调查搜集的其它相关资料。

1.3.5 任务依据

- 1.兰州彤辉商贸有限责任公司关于编制《兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》委托书；

2、兰州彤辉商贸有限责任公司关于编制《兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》的合同书。

1.4 方案的适用年限

根据《兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿产资源开发利用方案》，该矿井设计生产能力为90万吨/年，矿山服务年限为15年（含基建期1.0年）。

根据矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范要求及采矿实际情况，确定方案基准年为2023年，开发方案设计矿山服务年限约为15年，本方案服务年限为18年，即2023-2040年。

《方案》适用年限为5年，适用年限结束后，应重新开展野外矿山地质环境与土地损毁调查，依据已有的环境保护、土地复垦、治理和监测落实情况，修编《方案》，但在此期间，若矿山扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，应当重新编制矿山地质环境治理与土地复垦方案。

1.5 编制工作概况

接到委托后，金建工程设计有限公司甘肃分公司立即成立项目组。项目组成员一共7人，其中高级工程师2人，工程师4人，助理工程师1人。专业包括环境工程2人，水文地质2人，地质工程2人，测绘工程1人。两位高级工程师分别担任项目经理及技术负责人，全面负责并指导项目组成员工作，随时掌握项目进度及编制质量，负责项目财务审批等工作。其余人员负责现场资料收集及各章节编制。

金建工程设计有限公司甘肃分公司内部对项目管理制定一系列的流程控制，具体流程及主要工作内容见图1-1。根据具体流程，制定考核节点（图1-2），项目管理人员通过考核各控制节点工作完成情况，达到对项目进展情况的整体把握。工作程序严格按照ISO9001/2008质量体系文件要求，按顺序依次进行。

项目组2023年3月10日~2023年3月20日进行资料整理。根据《兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿产资源开发利用方案》确定矿山各建设项目建设位置、面积以及建设计划。通过收集1:10000肃南县土地利用现状图、规划图、基本农田分布图及1:5000地形图，统计了项目区、复垦区以及复垦责任范围的土地利用现状以及土地权属，并通过不同复垦单元工程设计确定了复垦工程总投资与分阶段投资计划。2023年3月11日~2023年3月20日

进行野外踏勘，通过现场调查与资料分析，确定了评估区面积，对矿山地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染进行了现状分析。2023年3月21日~2023年4月15日进行报告编制，根据现状与预测评估结果，将评估区划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区，针对地质灾害、含水层、地形地貌景观、水土环境污染提出预防控制措施、防治措施及监测措施，估算了工程量与费用。金建工程设计有限公司甘肃分公司承诺保证本方案中涉及的数据和结论的真实性和科学性。

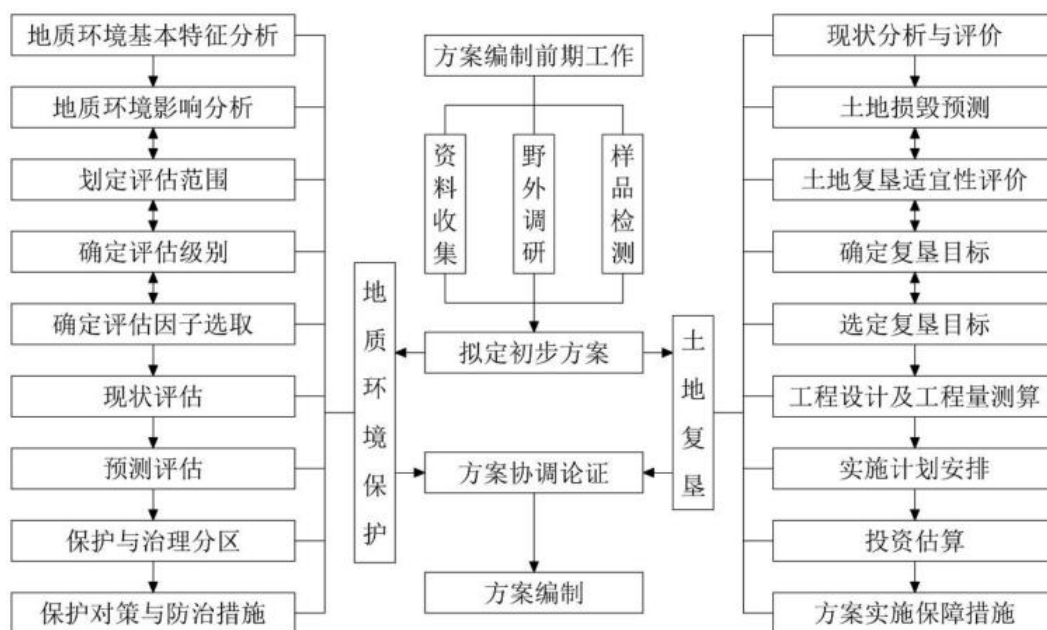


图 1-1 技术工作路线图

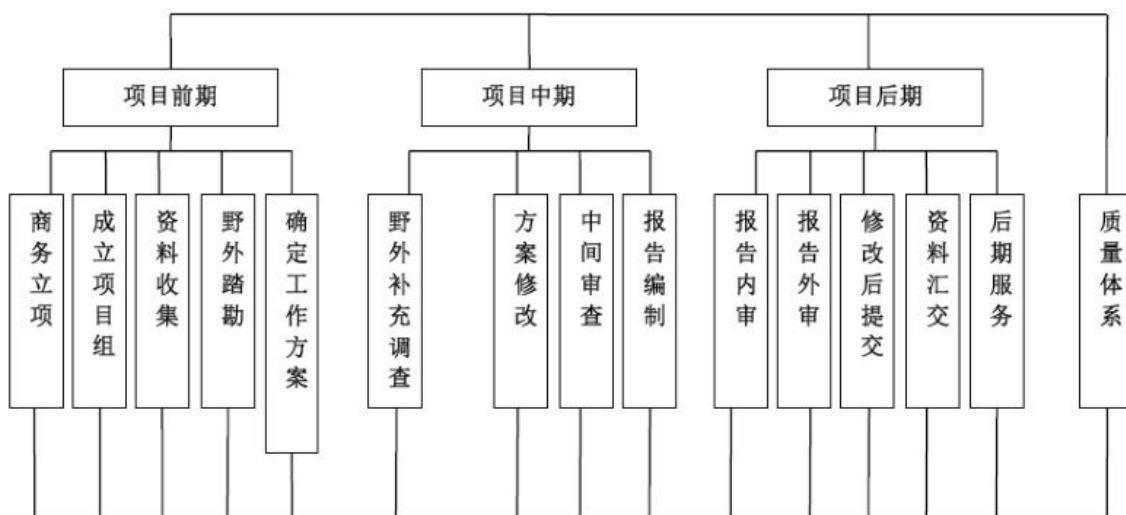


图 1-2 方案编制过程质量控制图

1.3.1 法律、政策依据

- 1、《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第 44 号，2009 年 3 月）（2019 修订）；
- 2、《中华人民共和国矿产资源法》（国务院第 152 号令，1997 年 1 月）（2009 修正）；
- 3、《中华人民共和国环境保护法》（国务院第 28 号令，1989 年 12 月 26 日）（2014 修订）；
- 4、《中华人民共和国水土保持法》（1991 年第 29 号令）（2010 修订）；
- 5、《中华人民共和国土地管理法》（2019.8.26 修订）；
- 6、《地质灾害防治条例》（国务院 394 号令，2003 年）；
- 7、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021.7.2 修订）；
- 8、《财政部、国土资源部、环保总局关于逐步建立矿山环境治理和生态恢复责任机制的指导意见》财建〔2006〕215 号文件；
- 9、《土地复垦条例》（国务院第 592 号令，2011.3）；
- 10、《土地复垦条例实施办法》（国土资源部 56 号令，2013.3.1）；
- 11、《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）；
- 12、《关于组织土地复垦方案编报和审查有关问题的通知》（国土资发〔2007〕81 号）；
- 13、《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）；
- 14、《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）；
- 15、《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）；
- 16、《甘肃省国土资源厅关于实行采矿权项目三方案合一制度有关问题的补充通知》（甘国土资矿发〔2017〕43 号）；
- 17、《甘肃省自然资源厅关于进一步加强采矿用地管理的通知》（甘资规发〔2020〕5 号）；
- 18、《国土资源部财政部环境保护部国家质量监督检验检疫总局中国银行业监

督管理委员会中国证券监督管理委员会关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号）；

19、《自然资源部办公厅关于以“三调”成果为基础做好建设用地审查报批地类认定的通知》（自然资办函〔2022〕411号）；

20、《甘肃省国土资源厅财政厅环境保护厅质量技术监督局中国银行业监督管理委员会甘肃监管局中国证券监督管理委员会甘肃监管局关于加快建设绿色矿山的实施意见》（甘国土资发〔2017〕228号）；

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

22、《关于加快建设绿色矿山的实施意见》（国土资规〔2017〕4号）；

23、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）。

2 矿山基本情况

2.1 矿山简介

矿山名称：兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿。

地理位置：甘肃省张掖市肃南裕固族自治县祁丰藏族乡。

经济类型：有限责任公司。

开采矿种：铁矿。

生产开采方式：地下开采。

生产规模：90×10⁴t/a。

矿区面积：1.33km²。

开采深度：3342m-3950m。

矿山服务年限：15年（含基建期1.0年）。

2.2 矿区范围及拐点坐标

矿区位于嘉峪关市西南方向77km，距玉门市老市区70km。行政区划隶属甘肃省张掖市肃南裕固族自治县管辖。地理坐标为东经：***~***，北纬：***~***（2000国家大地坐标），沿嘉峪关至镜铁山省道215线行程约72km处为柏油路，向南5公里为便道，可到达矿区，距离最近的汽车站运输里程65km，交通尚属便利（图2-1）。

矿区范围由6个拐点围成，如表2-1所示。

表 2-1

采矿权范围拐点坐标统计表

点号	2000 国家大地坐标系			
	X	Y	东经	北纬
1	***	***	***	***
2	***	***	***	***
3	***	***	***	***
4	***	***	***	***
5	***	***	***	***
面积及标高	拟申请采矿权面积 1.33km ² ；标高***m-***m			

图 2-1 矿区交通位置图

采矿权范围拐点坐标确定时已与“三区三线”成果进行核查，未与永久基本农田、生态保护红线和城镇开发边界等范围重叠（图 2-2）。

图 2-2 矿区与周边矿业权及自然保护区位置关系图

2.3 矿山开发利用方案概述

2.3.1 地质资源储量及设计利用资源/储量

1、地质报告提交资源储量

资源量估算截止到 2022 年 7 月 31 日。资源量估算标高在***m—***m 之间。本次参与储量估算的共有 7 条铁矿体、3 条铜矿体。矿区共获得控制+推断铁矿石量***万吨，TFe 平均品位***%，mFe 平均品位***%；其中控制铁矿石量***万吨，TFe 平均品位***%，mFe 平均品位***%；推断铁矿石量***万吨，TFe 平均品位***%，mFe 平均品位***%，控制资源量占比***%；尚难利用矿产资源 6.09 万吨，TFe 平均品位 22.00%，mFe 平均品位 0.20%；潜在矿产资源 9.06 万吨，TFe 平均品位 26.29，mFe 平均品位 4.97%。推断铜矿石量为***万吨，金属量***吨，平均品位***%。

2、利用方案设计利用资源/储量

根据开发利用方案，设计利用铁矿石量 937 万吨，TFe 平均品位 29.94%，mFe 平均品位 17.20%；设计利用铜矿石量 7.91 万吨，Cu 平均品位 0.62%，金属量 490 吨（表 2-2、表 2-3）。

表 2-2 设计利用铁矿资源表

矿体 编号	资源量 类型	可利用铁矿资源量			设计可 信度系 数	设计利用铁矿资源量		
		矿石量 (万吨)	品位 (%)			矿石量 (万吨)	品位 (%)	
			TFe	mFe			TFe	mFe
Fe1	KZ	716.98	30.07	17.31	1	716.98	30.07	17.31
	TD	303.18	29.64	17.11	0.7	212.23	29.64	17.11
	KZ+TD	1020.16	29.94	17.25		929.21	29.97	17.26
Fe5	TD	10.69	26.25	8.72	0.7	7.48	26.25	8.72
矿区	KZ	716.98	30.07	17.31	1	716.98	30.07	17.31

	TD	313.87	29.53	16.82	0.7	219.71	29.53	16.82
	KZ+TD	1030.85	29.91	17.16		936.69	29.94	17.20

表 2-3 设计利用铜矿资源表

矿体编号	资源量类型	可利用铜矿资源量			设计可信度系数	设计利用铜矿资源量		
		矿石量(万吨)	品位(%)	金属量(t)		矿石量(万吨)	品位(%)	金属量(t)
Cu-1	TD	7.7	0.64	496	0.7	5.39	0.64	347
Cu-2	TD	2.4	0.63	152	0.7	1.68	0.63	107
Cu-3	TD	1.2	0.41	51	0.7	0.84	0.43	36
合计	TD	11.3	0.61	700	0.7	7.91	0.62	490

2.3.2 生产能力及服务年限验证

根据开发利用方案，按经济合理服务年限验证生产能力。

公式： $A=Q\eta/t(1-\rho)$

式中：A——生产能力，t/a；

Q——设计利用储量， $937\times 10^4\text{t}$ ；

η ——采矿回收率，81.75%；

ρ ——矿石贫化率，18.25%；

t——经济合理服务年限，10~20a。

计算结果： $A=46.85\sim 93.7\times 10^4\text{t}$

综上所述，按经济合理服务年限验证表明矿山可能的生产能力在 $46.85\sim 93.7\times 10^4\text{t}$ 之间，按单中段可布置矿块数验证生产能力和按年下降速度验证生产能力，在同时开采两个中段时矿山有 9.8 年可以达到 3000t/d ， $90\times 10^4\text{t/a}$ 生产能力，接近经济合理服务年限低限 10 年要求，为发挥企业的规模效益，因此，设计推荐矿山规模为 3000t/d ， $90\times 10^4\text{t/a}$ 。

2.3.3 建设规模、开采方式及服务年限

1、建设规模

根据开发利用方案，设计生产规模为 $90\times 10^4\text{t/a}$ 。

2、开采方式

地下开采。

3、服务年限

矿山服务年限为 15 年（含基建期 1.0 年）。

2.3.4 产品方案

矿山最终产品为铁精粉、铜原矿。

2.3.5 矿山开采方案

1、开采顺序及首采地段选择

总体上采用自上而下逐中段，同一水平先上盘矿体后下盘矿体，同一矿体由回风方向向进风方向退采。设计首采地段为 3800m 中段、3750m 中段。

2、采矿方法及工艺

矿体走向端部厚度 $\leq 5.0\text{m}$ 地段采用浅孔留矿法，该部分回采矿量约占 10%； $5.0 <$ 矿体厚度 $\leq 15.0\text{m}$ 时采用沿走向分段崩落法，该部分回采矿量约占 20%；矿体厚度 $> 15.0\text{m}$ 时采用垂直走向分段崩落法，该部分回采矿量约占 70%。根据矿体赋存状态全矿崩落法占比 90%，浅孔留矿法占比 10%。

3、开拓运输系统

以 3650m 为界，3650m 水平以上采用 3650m 主平硐+溜井开拓系统，3700m、3750m、3800m 中段矿石通过溜井下放到 3650m 主平硐，经溜井底部的振动放矿机装入 20t 自卸汽车，由自卸汽车经主平硐运出坑外，运至选厂原矿堆场；各中段废石经废石溜井下放到 3650m 主平硐，经废石溜井底部的振动放矿机装入 20t 自卸汽车，由自卸汽车经主平硐运出坑外，运至排土场。采用采准盲斜坡道联络 3650m 以上各中段，各中段人员、材料、设备、大件等经 3650m~3800m 采准斜坡道上下。

3650m 水平以下采用 3650m 主平硐+盲斜坡开拓系统，3600m、3550m、3500m、3450m、3400m、3350m 中段采场的矿石通过采场溜井或盘区溜井下放到本中段水平，经溜井底部的振动放矿机装入 20t 自卸汽车，由自卸汽车经 3350m~3650m 盲斜坡道+3650m 主平硐运出坑外，运至选厂原矿堆场；各中段废石经废由自卸汽车经 3350m~3650m 盲斜坡道+3650m 主平硐运出坑外，运至排土场。人员、材料、设备、大件等经 3350m~3650m 盲斜坡道上下（图 2-3）。

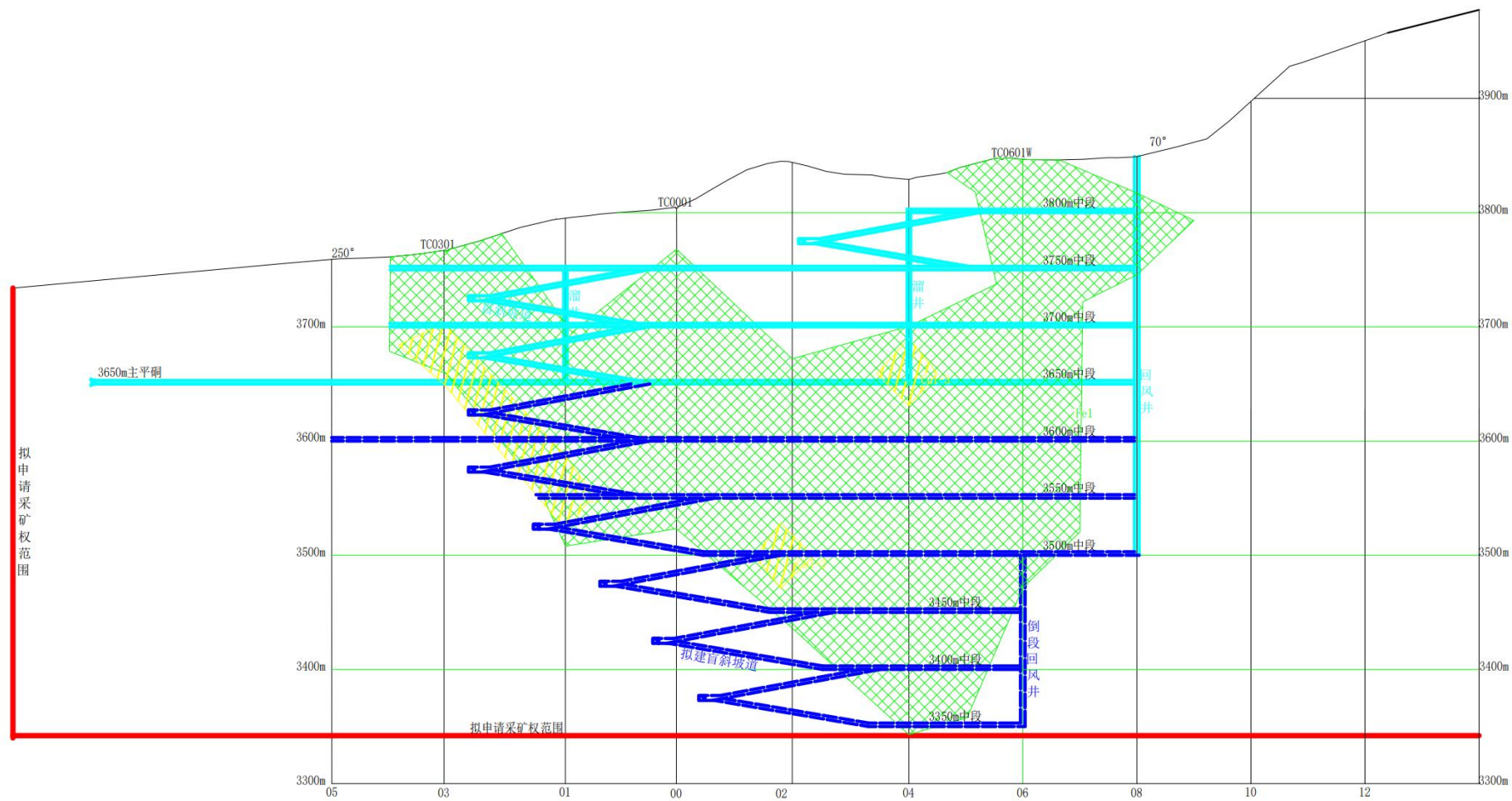


图 2-3 开拓系统投影图

2.3.6 选矿和尾矿库设置

1、选矿工艺流程

(1) 破碎筛分流程

采用三段一闭路破碎筛分流程，供矿粒度 $\leq 500\text{mm}$ ，破碎产品粒度 -12mm 。

(2) 磨选流程

三段磨矿-弱磁选-尾矿强磁-直接还原焙烧磁选工艺流程。

(3) 脱水流程

采用浓缩磁选+过滤两段脱水流程，铁精矿最终含水 10%-12%。

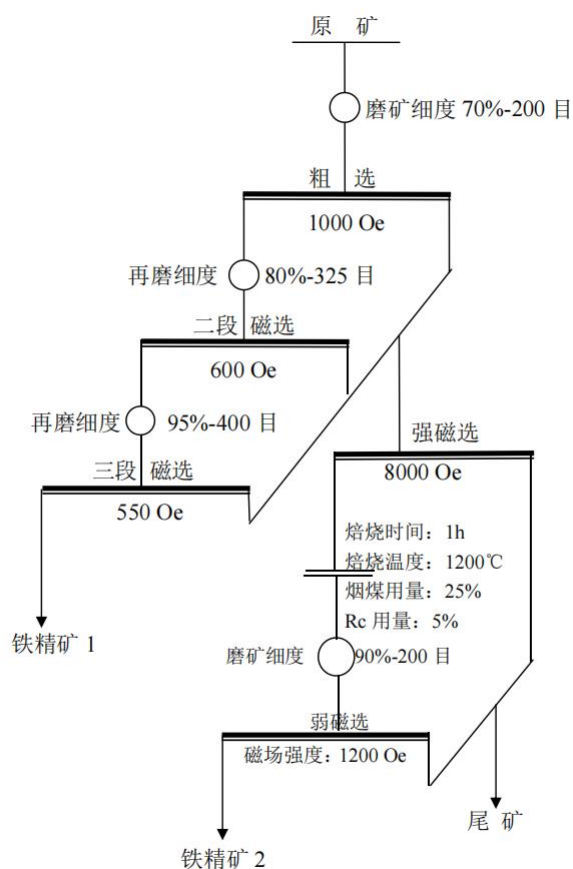


图 2-4 选矿工艺流程图

2、尾矿库

尾矿库位于选矿工业场地西侧约 3km 处，为山谷型尾矿库。

尾矿库的等别：尾矿库的服务年限为 17 年，总坝高 40.0m，总库容 $650.0 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其等别为四等。尾矿库防渗层结构设计：库区防渗层结构（从尾矿至基础层）依次为：尾矿、细粒土(0.2m)、土工膜（1.5mm）、钠基膨润土防水毯(6000g/m²)、平整基础层。

2.3.7 固体废弃物处置方式

工程固体废弃物主要为废石及生活垃圾等。

废石：本工程废渣主要是巷道开拓排出废石，小部分用于道路整修，其余有序的排放于地表排土场。

生活垃圾：有回收价值的金属、纸张、塑料等变废为宝，回收外销。其它生活垃圾集中处理。

2.3.8 废水处置方式

未来矿山开发对水环境的污染主要表现为矿坑排水。

矿山开发对地下水环境污染主要体现在矿体淋滤水及坑道水地下水的污染，矿坑水中 SO_4^{2-} 、Fe 离子会对地下水造成一定的污染，本项目地下采矿排出的废水主要是坑内地下涌水、凿岩及喷雾降尘废水。此废水除浊度偏高外，受污染较轻，经各主平硐排至坑口集水池沉淀后，使用潜水泵泵入管道中用于采矿作业和洗壁降尘。

矿区每天排放生活废水 $2\text{m}^3/\text{d}$ ，生活废水水质为 $\text{COD}_{\text{Cr}} 270\text{mg/L}$ 、 $\text{BOD} 160\text{mg/L}$ 、 $\text{SS} 210\text{mg/L}$ ，年排放量 $480\text{m}^3/\text{a}$ ，生活废水主要为职工日常洗涤等产生的污水。由于矿区设一座旱厕，所以生活污水排放量较少；其他生活洗涤水用于道路、作业面的洒水、喷水降尘。

厂区雨水采用道路边沟排入采矿工业场地下游雨水收集池后回用，废水基本不外排，其对周边环境基本上无影响。

2.3.9 地面工程建设情况

根据现场调查及已有资料，矿山为新建矿山，前期仅修建部分矿区道路，未修建任何矿山附属设施。修后期还需新建 1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处排土场、1 处尾矿库、1 处炸药库、1 处平硐、1 处回风井（图 2-5）。已建及拟建各建筑、场地规模见表 2-4。

表 2-4

矿山地面工程占地面积统计表

序号	建设时序	用地单元	土地损毁方式	面积 (hm ²)
1	已建	矿区道路	压占	0.78
2	拟建	办公生活区	压占	0.60
3		采矿工业场地	压占	0.50
4		选矿工业场地	压占	2.00
5		排土场	压占	3.68
6		尾矿库	压占	26.87
7		炸药库	压占	0.1
8		1处平硐	挖损	
9		1处回风井	挖损	
10		矿区道路	压占	0.92
合计				35.45

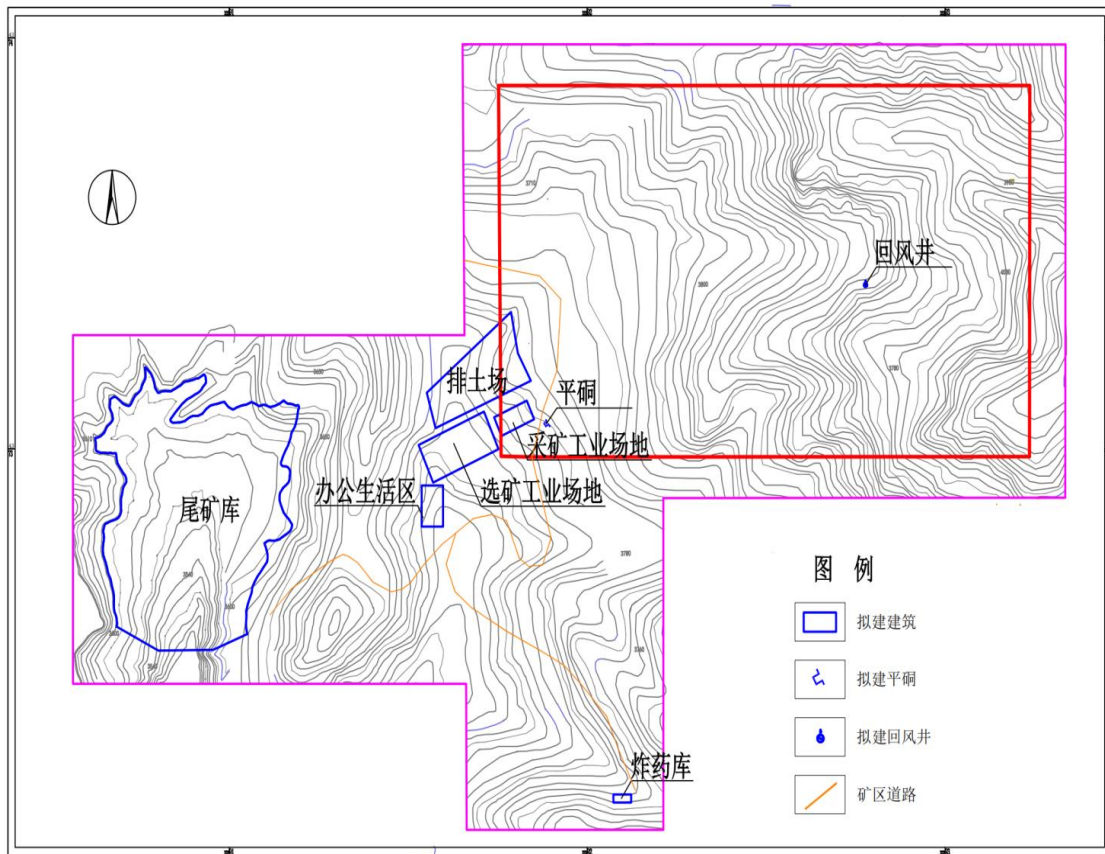


图 2-5 矿山平面布置图

1、已建工程

矿山已建矿区道路 1294m，道路宽约 6m，占地面积 0.78hm²。

2、拟建工程

①办公生活区

布置在采矿工业场地南侧，为山坡地，包括办公楼、宿舍、食堂、浴室、锅炉房、车库等。办公生活区建办公楼一栋，为 4 层楼房，可满足采矿生产工人和管理

人员办公、住宿、生活需要，办公生活区总占地面积 0.60hm²。

表 2-5 办公生活区主要建构筑物一览表

序号	建筑物名称	建筑规模 (m ²)	结构形式
1	办公楼	4000	钢混结构
2	食堂	300	砖混结构

②采矿工业场地

布置在 3650m 主平硐口，主要设施有硐口场地、空压机房、综合仓库、水池、变电所、柴油发电站等，共占地面积 0.50hm²。各部分主要建筑特征见下表。

表 2-6 采矿工业场地主要建构筑物一览表

序号	建筑物名称	建筑规模 (m ²)	结构形式
1	空压机站	360	钢筋混凝土
2	变电所	72	钢筋混凝土
3	采矿高位水池	300 (m ³) (直径 10m×3m 高)	钢筋混凝土池壁
4	值班室	32	钢筋混凝土
5	原矿堆场	无建筑	
6	破碎厂房	180	钢筋混凝土
7	碎矿堆场	无建筑	

③选矿工业场地

选矿工业场地布置于采矿工业场地西侧坡地上，包括生产区及生活区。①生产区，选矿车间从东往西依次布置有破碎车间、中细碎车间、筛分车间、磨矿及选别车间、焙烧车间、浓缩池、过滤厂房、精矿仓等。②生活区，在选矿车间南侧，生活区包括办公楼等。办公楼共 2 层，基本可满足选厂人员办公、住宿、生活需要。

选矿工业场地占地面积为 2.00hm²，其中破碎车间、中细碎车间、筛分车间、磨矿及选别车间、焙烧车间、浓缩池、过滤厂房、精矿仓为单层建筑，占地面积为 0.65hm²；停车场进行地面硬化，硬化厚度 10cm，面积共 0.32hm²。

④排土场

位于 3650m 主平硐北侧，排土场共堆存 8 个台阶，单台阶高度 5m，堆置标高为 3570~3610，堆置总高度为 40m，最终总边坡角 23°，小于废石自然安息角 39°。边坡间的最终平台整平为 2%的反向坡度。共占地面积 3.68hm²。

⑤尾矿库

尾矿库库址选矿工业场地的西侧，直线距离约 900m，为山谷型尾矿库，库区占地 26.87hm²。

⑥炸药库

矿山炸药库布置在办公生活区南侧 700m 处，布置有炸药库（10t）、雷管库、警卫值班室和消防水池。周围设有高度不低于 2.2m 的密实围墙。占地面积约 0.10hm²，建筑面积 300m²，为砖混建筑。

⑦ 1 处平硐

1 处平硐位于矿区西南部，圆弧拱断面，硐口断面约为 9.0m²。

⑧ 1 处回风井

1 处回风井位于矿区东部，硐口断面约为 4.0m²。

⑧ 矿区道路

矿山还需新建矿区道路 1532m，道路宽约 6m，占地面积 0.92hm²。

2.3.10 绿色矿山建设内容

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

矿山在开采过程中应坚持以保护环境、资源利用和社区和谐作为绿色矿山建设的工作核心，坚持可持续发展的经营理念，高效开发利用矿山资源，合理有效保护周边生态环境，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、矿区环境

矿区功能分区划分为采矿工业场地及生活区，布局合理。矿区设置了完善的地面运输、供水、供电、卫生、环保等配套设施，并在在生产区设置了操作提示牌、说明牌、线路示意图牌等标牌，标牌符合 GB/T13306 的规定；在道路交叉口、井口、矿坑、生产车间等设置了安全标志，安全标志要符合 GB14161 的规定。矿山计划对厂区道路硬化及路基边部覆土，场地整平等，与本区域内其它矿山企业看齐。

2、资源开发方式

本次设计中，根据矿床成矿地质特征，制定科学合理、因地制宜的开采规划，开拓和采准工作合理超前，开拓矿量、采准矿量及备采矿量保持合理关系，采场工作面推进均衡有序。

井下采用无轨装卸与运输系统，无轨设备机动灵活，开采高效，且采用电动铲运设备，创造良好的井下工作环境。

应根据不同的矿体赋存条件，选择合理的采矿方法，提高开采回采率和安全作业环境，开采回采率指标符合国土资源部关于铜矿资源合理开发利用“三率”指标要求。

3、资源综合利用

设计采用先进适用、经济合理的工艺综合回收利用共伴生资源，最大限度提高共伴生矿产资源综合利用率。根据铁矿资源合理开发利用“三率”指标要求，本方案中开采回采率、选矿回收率符合要求。

矿山采用先进的节水技术，确保水的循环、循序利用。坑内涌水小于 $8.49\text{m}^3/\text{d}$ ，在集水池收集后用于采矿凿岩用水，废水循环利用率不低于 85%。

4、履行社会责任，造福社会

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

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

4、建立“四节约”体系

(1) 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。

(2) 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。

(3) 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。

(4) 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。

2.3.11 矿山投资及生产成本情况

估算矿山总投资为 33861 万元，年净利润为 5756.06 万元，税后内部收益率 12.38%，投资回收期 8.2 年。

矿山的各项财务指标较好，说明投资进行矿山建设可获得比较好的投资回报和财务效益，矿山建设除为企业本身获取较好的经济效益外，同时可为社会增加就业机会及带动当地的经济效益。

2.4 矿山开采历史与现状

2.4.1 矿山开发历史

“甘肃省肃南县博怀沟一带铜矿(铁矿)详查”探矿权首设于 2008 年 2 月，由中华人民共和国国土资源部批准设立，矿权分别于 2011 年 7 月、2013 年 7 月、2019 年 6 月和 2021 年 6 月进行了矿权延续。首设矿权勘查阶段为普查，前三次延续为同阶段普查延续，2021 年最后一次为转段延续，勘查阶段转为详查（表 2-5）。探矿权设立后，在勘查区发现了铁矿，并认为铁矿成矿条件优越、找矿潜力大，因此探矿权人根据取得的成果和国土资源部相关规定，申请勘查主矿种变更为铁矿，甘肃省国土资源厅组织专家进行了论证，并向自然资源部开发司上报了《关于上报专家论证意见的函》（甘国土资厅矿函[2015]127 号）。但矿权人认为专家意见未明确铁矿资源是否为新发现矿种，2016 年甘肃省自然资源厅再次组织专家进行了复议，并向国土资源部矿产开发司上报了《关于重新上报专家论证意见的函》（甘国土资厅矿函[2016]6 号）。复议后专家组认为：探矿权人在勘查区内铜矿勘查过程中发现的铁矿应属新发现矿种。勘查主矿种由铜矿变更为铁矿，变更地质依据充分，属高风险类

矿种变更为低风险类矿种；探矿权内铁矿类型为沉积变质型，依据“国土资发[2010]144号”文，不属于调整为第一类矿产的成因类型的铁矿。

表 2-7 探矿权沿革一览表

序号	勘查许可证号	有效期限	面积 (km ²)	变化原因	勘查阶段	探矿权人
1	T0112008020 2000417	2008.2.3—2011.2.3	31.84	首次申请 探矿权	普查	兰州彤辉商 贸有限公司
2	T0112008020 2000417	2011.7.25—2013.7.25	31.84	探矿权第 一次延续	普查	
3	T0112008020 2000417	2013.7.25—2015.7.25	23.66	探矿权第 二次延续	普查	
4	T0112008020 2000417	2019.6.20—2021.6.21	15.41	探矿权第 三次延续	普查	
5	T0112008020 2000417	2021.6.21—2026.6.20	11.20	探矿权第 四次转段 延续	详查	

2.4.2 矿山开采现状

该矿山为新建矿山，无其它任何工业设施和地下工程，采矿权范围内仅有探矿期间形成了地表道路和两处采坑。

2.4.3 矿山企业对前次地质环境恢复治理方案的执行情况

该矿山为新建矿山，此前未编制矿山地质环境保护与恢复治理方案和土地复垦方案。探矿期间形成 2 处采坑，面积分别为 0.12hm²，0.24hm²，深度 3-5m。探矿结束后，针对两处采坑进行了土地平整，平整后 2 处采坑与周边地形地貌相协调，但未进行植被恢复，采坑内部基本无植被生长。

3 矿区基础信息

3.1 矿区自然地理

3.1.1 气象

根据肃南县原朱陇关气象站（距离勘查区约 55km，高程接近）多年气候资料（1959—1969 年），主要特征为：昼夜温差大，气候干燥，多风少雨，无霜期短；区内多年平均降雨量 265.2mm，最大 24 小时降雨量 47.0mm（出现时间 1997 年），最大小时降雨量 40.0mm，最大 30 分钟降雨量 33mm，最大 10 分钟降雨量 15.0mm，降水在年内分配不均，主要集中于 6~8 月。多年平均气温 3.45℃，最低-25℃，最高 26℃；蒸发量 2115.5~2339.7mm，最大相对湿度 36%。区内大风频繁，风向以北东、北西向为主，西北风居多，一般出现于每天下午，最大风速达 12.6 m/s。每年 10 月中旬至翌年 5 月上旬为长达 7 月之久的霜冻期，最大冻土深度 1.40m。

3.1.2 水文

矿区属疏勒河流域白杨河水系。白杨河发源于祁连山吊大板，为冰雪融水型河流，白杨河水库以上流域面积 2259km²，年径流量 0.48 亿 m³。矿区所在的博怀沟即为白杨河二级支流。博怀沟上游又分为两支沟，其中一支沟为博怀沟北岔，一支沟为博怀沟南岔。

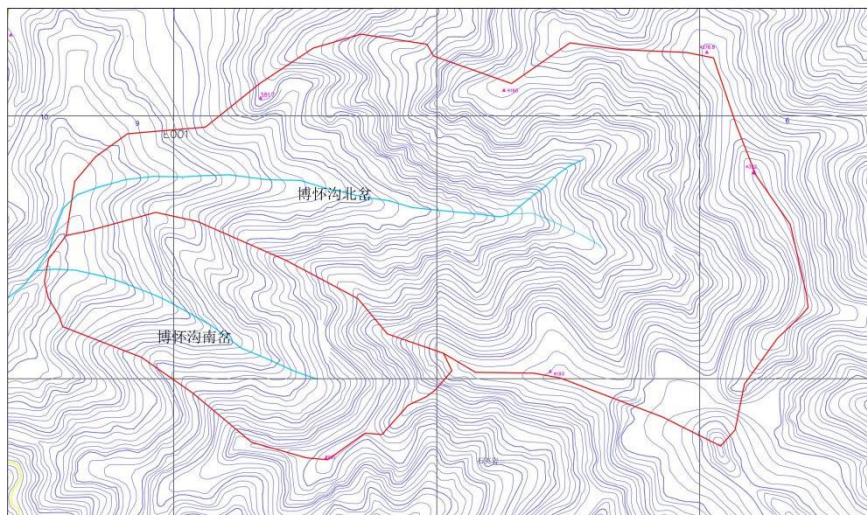


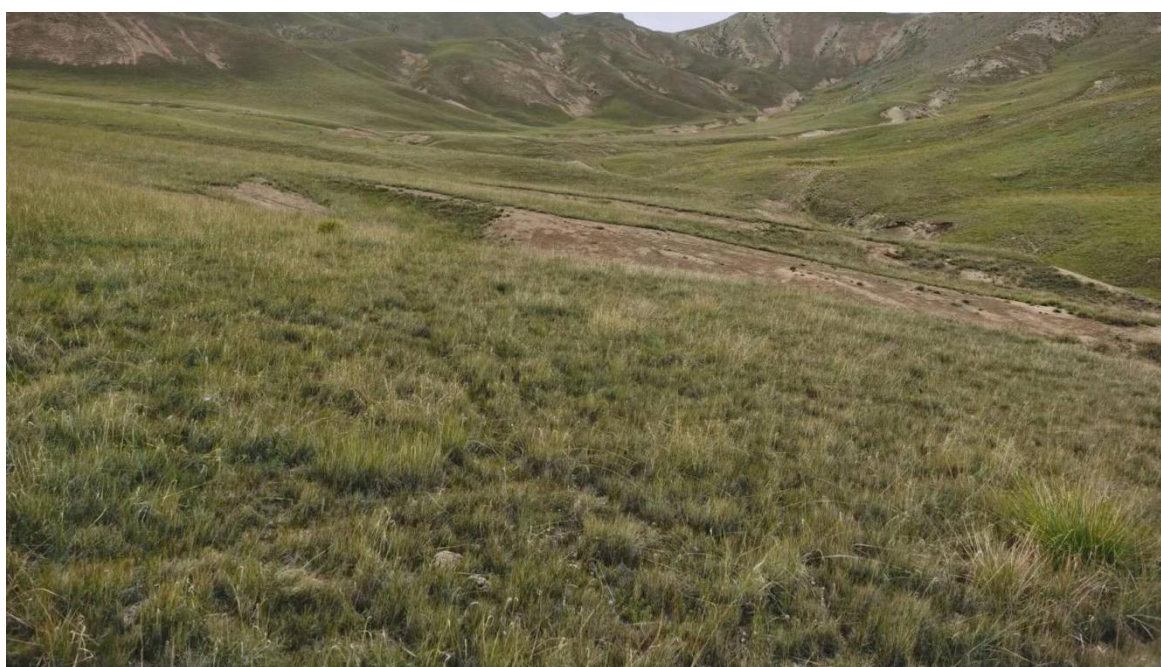
图 3-1 博怀沟南北岔流域图

博怀沟南岔流域面积 0.80km²，均坡降 24%，沟谷断面呈“U”型，上游沟宽 4-6m，向下游渐变为 6-8m，沟岸两侧阶地上植被较发育，沟底沉积砂砾卵（漂）石，流出约 2700m 即渗失殆尽。流量一般大于 10l/s，流水清澈。

博怀沟北岔流域面积 2.50km²，平均坡降 16%，沟谷断面呈“V”型，上游沟宽 0.5-1m，向下游渐变为 1-1.5m，沟岸两侧植被较发育，沟底沉积砂砾卵（漂）石。矿区上游（东部）地表径流即汇流于该沟谷，一般在每年 5-9 月产生地表径流，流量较小，平均流量 0.676l/s，雨后流量有所增大，该沟流水时而潜伏于地下，时而流淌于地表，流水清澈。

3.1.3 地形地貌

矿区位于祁连山中段，山势陡峻巍峨，属高山区。海拔 3500—4300m，相对高差 700~800m 左右，地势总体上自南东向北西倾斜，山势陡峻，山体尖锐，沟谷形态多为“V”字型，坡角介于 20~50°之间，局部大于 60°，地貌类型属中起伏高山地貌。



照片 3-1 地形地貌

3.1.4 植被

矿区植被较发育，覆盖度一般 80%以上，植物种群以芨芨草、冰草、兰草为优势种群，植株高度一般 10-20cm，长势一般（植株多呈黄绿色）。

3.1.5 土壤

矿区范围内地表主要为灰棕漠土，厚度 0.6~1.5m 不等，表层有机质含量小于 2%。



照片 3-2 土壤植被



照片 3-3 土壤植被

3.2 矿区地质环境背景

3.2.1 地层岩性

区内出露地层主要有为奥陶系阴沟群（OY）及第四系（Q）地层（图 2-2）。各地层岩石组合特征分述如下。

1、奥陶系阴沟群（OY）

大面积出露于矿区，呈北西-南东向展布，倾角 50° - 75° ，区内出露最大厚度为 2264m。为一套火山岩-碎屑岩-碳酸盐岩建造，地貌上以形成高大陡峭山峰为特征。由于地表风化强烈，表面多呈灰—灰黑色。主要由灰绿色安山岩、灰绿色千枚岩、硅质灰岩等组成。受断裂构造的影响，岩石劈理较发育。

3、第四系（Q）

该地层主要为第四系全新统洪积物（ Q_4^{pl} ）：主要分布于沟谷沟道中，组成物为碎石、砂。分选性、磨圆度差，粒径变化大。沟道堆积物厚度变化与沟谷纵坡降成反比，地层厚度一般 3~5m。

3.2.2 地质构造与地震

1、地质构造

（1）区域地质构造

区域北部在大地构造上属于阴山-天山纬向构造体系；南部北侧在大地构造体系上属于祁吕贺兰山字型构造体系，中南侧为康藏歹字型构造体系。受上述构造体系的影响,区内发育东西向或近东西向的构造带（图 3-2）。

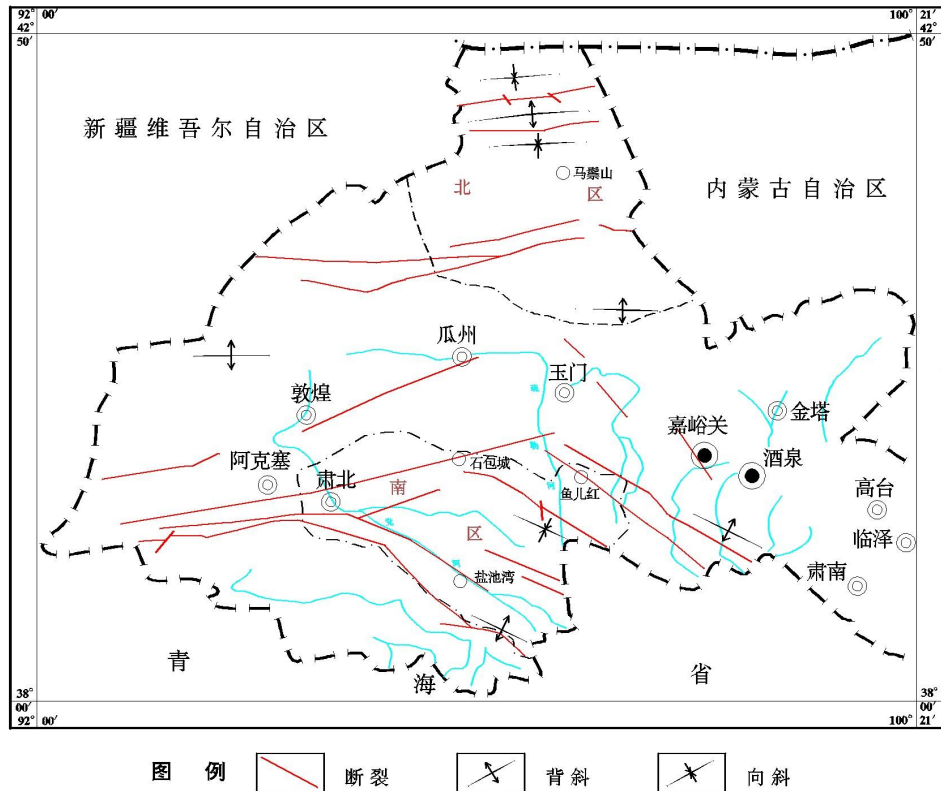


图 3-2 区域地质构造纲要图

(2) 矿区地质构造

矿区位于北祁连西段，区内构造复杂，褶皱与断裂发育。褶皱主要表现为奥陶系阴沟群内发育的小规模的背、向形。而断裂构造广泛分布于矿区内，根据展布方向的不同可分为三组断裂，即北东向、北西向及近东西向 3 组。从断层的交切关系来看，北西向断裂规模小，属于区内的次级断裂活动时间最早；近东西向断层活动时间较晚，与区域构造方向一致，是区域性东西向断裂的组成部分，严格控制了矿区的地层分布；北东向断裂活动时间最晚，截切近东西向断层，空间上表现为地层错动，该组断裂对矿体具有破坏作用。由于区内第四系坡积—冲积物发育，地表覆盖严重，地表断裂活动迹象不明显，一些断裂是根据地层、蚀变带空间接触关系推测的。

褶皱构造单一，主要为一轴向 NWW 的弧形褶皱，轴线及北翼部分被断层所切，南翼倾角约 60° 。矿区从北向南发育 12 条断层，其中近东西向断层 2 条（F1 和 F5）、北东向断 4 条（F2、F7、F9、F10）、北西向断层 6 条（F3、F4、F6、F8、F11、F12）。

2、新构造运动与地震

矿区位于河西走廊地震带，是我国近代多震、强震分布区之一，不但地震频繁

发生，而且强度也较大。据史料记载，周边区域内造成严重灾害的破坏性地震主要有三次：1609年酒泉东7.25级地震，1932年玉门昌马7.6级地震，2002年玉门5.9级地震。

根据国家地震局《中国地震动峰值加速度区划图》(GB18306-2015)和《建筑抗震设计规范》(GB50011-2010)，综合确定矿区抗震设防烈度为VII~VIII度，最大震级7~8级，设计地震基本加速度值为0.20g，反应谱特征周期0.45s，设计地震分组为第二组，地壳稳定性划分为次不稳定的III区。

3.2.3 水文地质条件

1 最低侵蚀基准面

矿区两侧的博怀沟南岔、北岔汇合地带最低标高为3510m，也是矿区地表径流的汇流地段，因此确定矿区最低侵蚀面标高为3510m。矿区地表高程3650-3950m（平均高程3800m），处于季节性冻土区，主要矿体赋存标高介于3290—3800m之间，已探明的主要矿体大部分（约占57%）位于当地侵蚀基准面以上，少部分（约占43%）位于侵蚀基准面以下，上部矿体有利于自然排水，下部矿体受侵蚀基准面制约不利于自然排水。

2 地下水类型及特征

矿区海拔标高3650-3950m，为季节性冻土区。根据含水介质含水层类型可分为松散岩类孔隙含水岩组，基岩裂隙含水岩组，根据裂隙成因、含水层埋深等进一步分为表层风化裂隙含水岩组，下部构造裂隙含水岩组。

矿区山体的阳坡分布基岩裂隙水和松散岩类孔隙水。据调查，在枯水期或贫水年偶尔有泉水露头，而在丰水期或丰水年则多有泉水出露，流量随汛期阶段性降水或一次有效降水量的大小变化而变化。

(1) 冻结层上孔隙含水岩组

孔隙含水岩组主要分布于矿区的表层，含水层岩性主要为第四系泥质砂碎石，受气候影响，含水层季节性融化，融化厚度一般2-3m，地下水类型为潜水，水位埋深一般小于1m，富水性弱，流量0.08-0.869L/s，地下水径流模数2.58l/s.Km²；水化学类型为SO₄²⁻-Ca²⁺-Mg²⁺型水，矿化度1.1g/L，PH值8.0。该套含水岩组有明显的季节性特征，每年的9月底至翌年5月底结冻，含水层以固态形式存在，主要补给源为大气降水、冰雪融水及相邻含水层的补给；补给区与径流区一致，流程短，沿沟谷自高处向低处，即自东而西排泄；6月至10月由于气温相对较高，含水层解冻。融化的含水层

厚度一般小于 3 m，单井出水量小于 100 m³/d，单位涌水量<0.1l/s.m，富水性弱。

(2) 表层风化裂隙含水层岩组

大面积分布于矿区山体阳坡表层，为季节性融冻层融化后释放的重力水，含水层埋深一般小于 1m，主要岩性为硅质灰岩、安山岩等，矿化度一般小于 1g/L，水化学类型为 SO₄²⁻-Ca²⁺-Mg²⁺型水，单位涌水量小于 0.1L/s.m，含水层富水性弱，主要为大气降水、冰雪融水补给，补给区与径流区一致，自高处向低处径流排泄，博怀沟南岔、北岔为基岩裂隙水的排泄场所。单泉流量小于 1.0L/s，地下水径流模数 1-3L/s·km²，含水层厚度小于 3m，单井涌水量一般小于 100m³/d。

(3) 下部构造裂隙含水层岩组

该类岩组水位埋深较大，一般大于 100m，如本次施工的 SWZK-01 号孔，水位埋深 107.29m；含水层岩性主要为硅质灰岩、凝灰质安山岩等，含水层厚度一般大于 100m，含水层具有微承压性，降深 4.92m，出水量 27.65m³/d (0.32l/s)，单位涌水量 0.065l/s.m，富水性弱。地下水矿化度 2.236g/L，水化学类型 SO₄-Ca-Mg 型。该含水岩组主要接受上部的基岩裂隙水、孔隙水的垂向补给和上游的侧向补给，而后自东向西流出区外，与上部的基岩裂隙水呈不连续分布。

3、矿坑涌水预测

未来矿体开采时，如果开采深度位于潜水面以上，则矿体本身体积内没有可以流出的重力水，其坑内涌水主要是矿体上下盘围岩中的重力水沿裂隙的渗入量，以及降水沿风化裂隙和断层渗入，充水特点是平时涌水量较少，降水时地下径流很快影响到坑内，对采矿工程造成影响。

当未来开采深度位于潜水面以下的第一个中段时，由于矿体厚度变化不大，矿体本身体积内可以流出的重力水数量有限，其坑内涌水大部分是矿体上下盘围岩中的重力水沿裂隙的渗入量，以及降水沿风化裂隙和断层渗入，充水特点是开始平时涌水量较稳定，降水时地下径流约 7~8 日后影响到坑内。

在潜水面下，矿体本身含水和上下盘围岩含水补给是坑内涌水的主要来源，矿体规模较小，含水亦少，水文地质学用影响半径来衡量围岩含水可以渗入坑内的最远距离，可以认为影响半径区域内的静储量水都是要被排出的。所以潜水面下的第一个、第二个中段生产时，坑内涌水最大，因为影响半径区域内的静储量水大量的渗入坑内，并被排出。

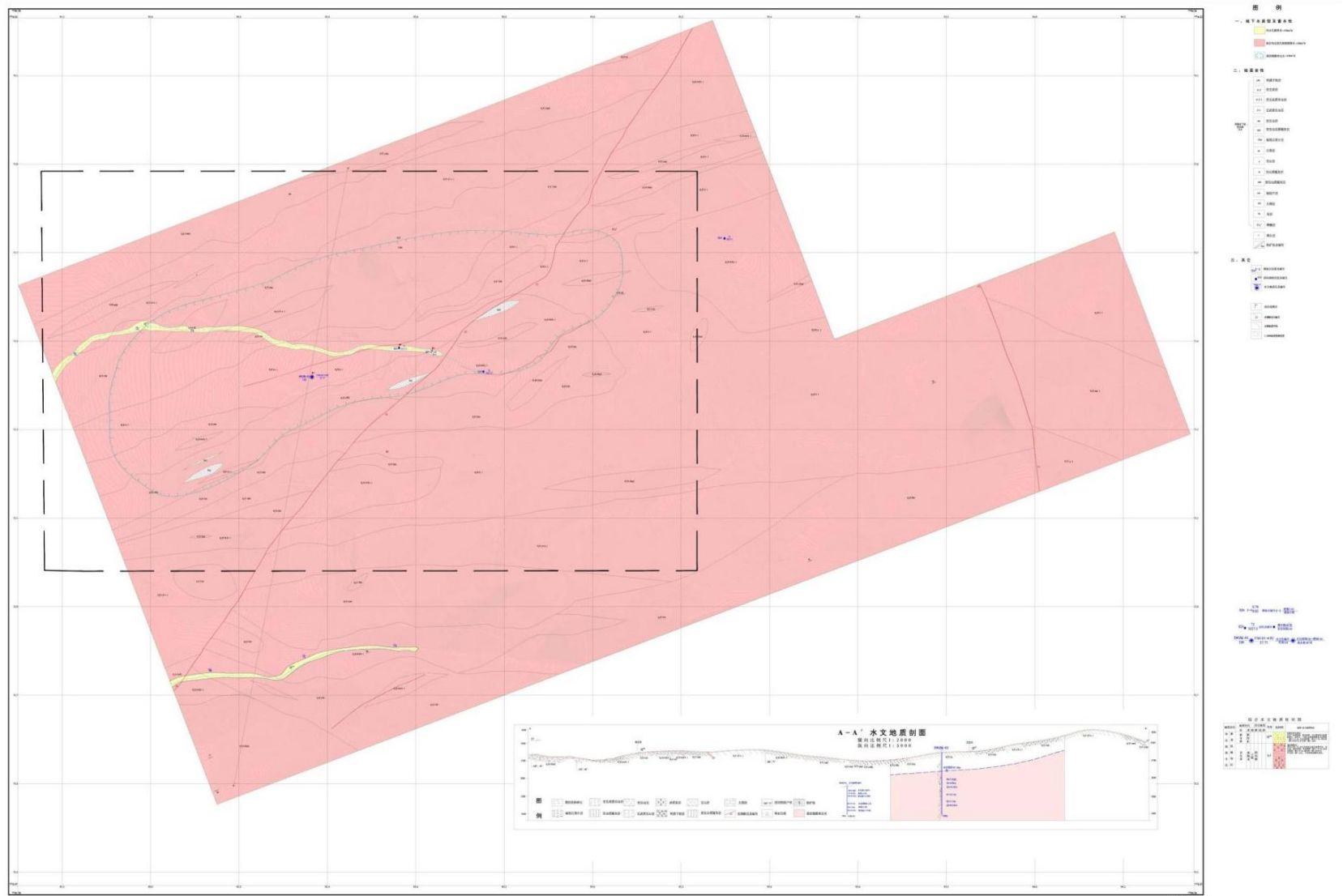


图 3-3 矿区水文地质平面

			正常	最大	备注
采场正常涌水量	Q	m ³ /d	704	1303	
矿场面积上静储量	q ₁	m ³ /d	2.11	2.11	
含水层的给水度	μ		0.024	0.024	上盘
			0.024	0.024	下盘
疏干时间	t	d	3000	3000	
采场内被剥离含水层的面积	A	m ²	13200	13200	
采场内含水层平均疏干厚度	h _{cp}	m	20	20	按潜水水位高度确定
降落漏斗范围内的静储量	q ₂	m ³ /d	170	170	
降落漏斗的影响半径	R	m	876	876	库萨金经验公式
疏干地段(采矿场边缘)的周长	L	m	1816	1816	
塌陷区大气降水量	q ₃	m ³ /d	232.91	232.91	
年平均降水量	X	m	0.084	0.084	
塌陷区面积	F ₁	m ²	249547	249547	
年疏干时间	t	d	90	90.00	
移动带内的降水渗入量	q ₄	m ³ /d	299.46	898.37	

其中移动带内正常降雨径流渗入量，其正常降雨量应按雨季实际降雨日的日平均降雨量选取，最大降雨量要按设计频率 24h 暴雨渗入量选取。

中型铁矿设计暴雨频率取 10%，博怀沟一带铜铁矿属于年降雨量小于 1000mm 地区，按《冶金矿山采矿设计规范》，取设计频率暴雨径流渗入量的 5~8% 作为正常降雨径流渗入量，本方案取 5%；设计频率暴雨渗入系数按《冶金矿山采矿设计规范》附录 C 选取为 0.15, 正常降雨量和设计频率降雨量计算见表 3-2。

表 3-2 正常降雨量和设计频率降雨量计算表

项目		符号	单位	数值	备注
正常降雨	正常年降水量	P	m	0.084	地质报告
	集水面积	F	m ²	249547	详查报告数据
	径流量	Q _Z	m ³ /d	57.43	
设计频率降雨	集水面积	F	m ²	249547	详查报告数据
	设计频率暴雨量	H _P	m	0.024	
	频率为 P 的暴雨强度	S _P	mm/min	1.31	
	历年日最大降雨量平均值	H̄	mm	20	《中国暴雨统计参数图集》
	皮尔逊Ⅲ型曲线离均系数	φ		0.4	
	偏差系数	C _S		1.75	
	变差系数	C _V		0.5	《中国暴雨统计参数图集》
	降水历时	t	min	1440	
	暴雨强度递减指数	n		0.6	
径流量	Q _P	m ³ /d	5989		

经计算，博怀沟一带铜铁矿 3350m 以上中段开采时，坑内正常涌水量 704m³/d，最大涌水量 1303m³/d，

4、矿区水文地质勘探类型

依据《甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿详查报告》（甘肃省地质调查院，2022年8月），肃南县博怀沟一带铜铁矿最低排泄基准面标高3510m，主要矿体赋存标高介于3290—3800m之间，已探明的主要矿体大部分位于侵蚀基准面以上，地形较有利于自然排水，补给条件差，含水层富水性弱，第四系覆盖少，水文地质边界条件简单，无老空水分布，疏干、排水不会产生地面塌陷、沉降。据此，依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-2021）标准，矿区水文地质勘探类型属第二类（基岩裂隙水）第二型（水文地质条件中等）。

3.2.4 工程地质条件

1、土体工程地质性质

由第四系全新统洪积碎块石组成，小范围分布于沟谷内，厚度3~5m不等。磨圆度差，棱角状，颗粒变化大，无胶结或半胶结，松散-中密，基土承载力特征值150~350KPa，工程地质性质较好。

2、岩体工程地质性质

（1）安山岩岩组及特征

安山岩，深灰色，局部黄褐色，斑状结构，块状结构，主要由斑晶和基质组成，斑晶（约8%）主要为斜长石及少量暗色矿物；基质（约92%）为隐晶质，主要由长石、角闪石及少量辉石组成，构造发育，绿泥石化发育，裂隙局部发育，沿裂隙充填方解石脉。岩芯多呈短柱状，约占55%，长柱状约占45%，裂隙线密度1-3条/m，裂隙面与岩芯轴夹角30°、40°。RQD平均值45.29%。

岩石按坚硬程度分类为坚较岩，按软化系数分类可称为易软化岩石。

（2）千枚岩岩组及特征

千枚岩，原岩已基本发生蚀变，多为后期蚀变矿物，绿泥石矿物含量多，矿物粒度细，局部夹碳质板岩，薄层千枚理明显，岩芯多为长柱状，约占60%，短柱状约占40%，裂隙线密度1-3条/m，裂隙面与岩芯轴夹角30°、40°。RQD平均值61.14%。

岩石按坚硬程度分类为坚较岩，按软化系数分类可称为易软化岩石。

（3）硅质灰岩岩组及特征

碎裂状硅质灰岩，灰白色、灰黄色，隐晶质结构，层理构造，主要矿物成分为方解石，含量约为75%，硅质15%，其它矿物约为10%；层理2-8mm，裂隙发育，裂隙张开宽度0.1-1mm，裂隙面粗糙，裂隙面有泥化现象，黄铁矿、褐铁矿化发育，岩芯多呈碎块状、短柱状，占80%，RQD平均值18.43%。

岩石按坚硬程度分类为坚较岩，按软化系数分类可称为易软化岩石。

3、矿体围岩与夹石

矿体顶底板围岩包括硅质灰岩、碎裂状硅质灰岩、碳质板岩、安山岩、凝灰岩、千枚岩等，变质作用与风化融冻作用使成矿地段围岩的各类结构面较为发育，这些结构面不仅使矿区赋矿地层岩石质量和完整性普遍变差，而且为地下水的赋存、富集、运移创造了条件。

4、围岩稳定性评价

由于矿带及其周边围岩破碎，沿脉道、穿脉道等井巷工程穿过层间破碎带、碳质板岩、碎裂状硅质灰岩等不良岩层时需要及时采取不同的支护措施，地下采场或巷道掘进时需短掘短进，采取光面爆破技术，合理预留矿柱，及时准确观察岩矿体的稳定性。

5、工程地质勘探类型

矿体及围岩以层状岩类为主（第四类），岩性较复杂，岩体层间破碎带较发育，软弱岩层以碳质板岩、层间破碎带、碎裂状硅质灰岩为主，融冻、风化作用对表层岩体的完整性影响较大，地下开采局部地段易发生矿山工程地质问题（归并为中等型）。因此，工程地质勘探类型属于第四类中等型。

3.2.5 环境地质条件

现状条件下区内无重大污染源，无热害及超标放射性元素，无瓦斯等可燃性和自燃性气体，有3处不稳定斜坡，但对开采影响较小。地下水、地表水评价项目中有多项指标评价均为V类；不宜直接饮用；预测评价矿坑排水对附近地表水体无影响，矿山开采对含水层结构影响较大；矿区地质环境质量环境质量不良，为第三类。

3.2.7 矿体地质特征

1、铁矿体特征

矿区以磁铁矿化为主，矿体主要集中分布于矿区北部、北东部。各矿体呈似层状近东西向展布。矿区共圈出具有工业价值的矿体6条，低品位矿体5条，其中主矿体1条，为铁1矿体。主矿体控制资源量占矿区97.63%。区内铁矿体受后期构造及其它成矿因素等影响，在走向或倾向上厚度变化幅度较大，局部呈透镜状。因单个矿体总体厚度不大，局部地段铁矿体沿走向、倾向可出现拉断、变薄等现象（表3-3）。

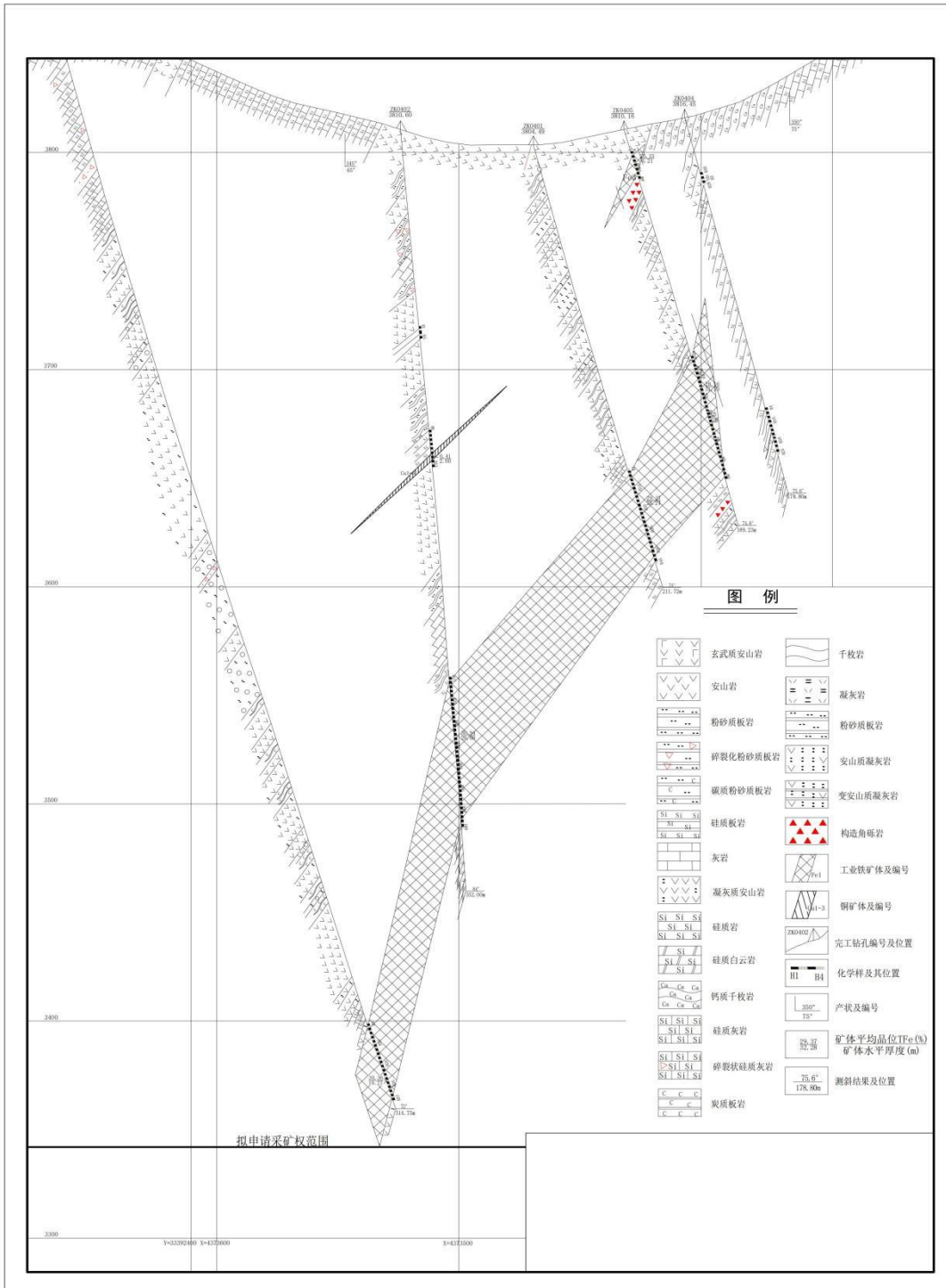


图 3-4 主要矿体勘探线剖面图

2、铜矿体特征

矿区内隐伏铜矿体 3 条，编号为 Cu1-1、Cu1-2 和 Cu1-3，矿体特征如下：

Cu1-1 号矿体：控制矿体长 213m，矿体厚度 1.42m-2.46m，矿体平均品位 0.64%。

矿体倾向 340°，倾角 50°，向东侧伏。其中在 ZK0301 钻孔 63-65m 处矿体厚 1.42 米，

单工程平均品位为 1.26%；在 ZK0102 钻孔 204.44-207.44m 处矿体厚 2.46 米,单工程平均品位为 0.65%。矿石矿物主要为黄铜矿、孔雀石、黄铁矿。该铜矿体赋存于 Fe1 铁矿体顶部，矿体顶板为灰绿色钙质板岩，底板为灰绿色钙质千枚岩型磁铁矿矿体，该铜矿体与 Fe1 铁矿体为共生关系，矿石类型为铜铁矿。

Cu1-2 号矿体：见矿位置 277.55m-279.55m,矿体长 53m，矿体厚 1.48m，单工程平均品位为 0.61%。矿体倾向 341°，倾角 47°。矿石矿物主要为黄铜矿、黄铁矿。该铜矿体赋存于 Fe1 铁矿体顶部，矿体顶板为灰绿色钙质板岩，底板为灰绿色钙质千枚岩型磁铁矿矿体，该铜矿体与 Fe1 铁矿体为共生关系，矿石类型为铜铁矿。

Cu1-3 号矿体：由 ZK0402 单工程控制，见矿位置 150.7m-152.7m,矿体长 55m，矿体厚 2.0m，单工程平均品位为 0.41%。铜矿体顶板岩性为浅灰白色硅质白云岩，底板为深灰绿色安山岩。含矿岩性为绿泥石化绢云母化安山岩，矿石矿物为黄铜矿及少量黄铁矿。

表 3-3

矿体特征统计表

	矿体号	矿体规模						矿体品位			矿体产状		标高	矿体形态	工程控制程度		
		矿体长度(m)	倾向延深(m)	矿体最小埋深	矿体最大埋深	平均真厚度(m)	厚度变化系数(%)	单样品位范围(%)	变化系数(%)	工程品位范围(%)	倾向(度)	倾角(度)			槽探(个)	坑探(个)	钻探(个)
1	Fe1	700	540	0	490	17.33	52.71	20.02-41.46	5.36	26.34-31.30.34	338-350	45-70	3357.6-3846.7	似层状、透镜状	4	1	20
2	Fe2d	50	33.62	0	26.51	1.94		23.45-24.78		24.34	10	48	3736.9-3763.6	似层状	1		
3	Fe3	50	44.46	0	22.81	1.30		31.53-34.27		32.90	10	48	3740.7-3758.8	似层状	1		
4	Fe4	50	18.52	14.20	28.72	5.59		22.20-28.11		25.22	350	65	3778.3-3794.1	似层状			1
5	Fe5d	50	50.00	40.88	87.97	2.71		19.24-24.67		21.55	338	73	3746.1-3809.9	似层状			1
6	Fe6	50	50.00	259.31	305.63	4.33		25.27-32.87		27.33	338	89	3564.3-3611.9	似层状			1
7	Fe7	50	50.00	0	114.64	1.62	41.08	20.32-30.02	7.65	25.89-30.38	217	36-78	3835.4-3950.7	似层状	1		2
8	Fe8d	50	50.00	117.46	134.44	4.09		20.49-24.60		25.18	217	36	3816.2-3842.7	似层状			1
9	Fe9	50	50.00	121.53	138.74	3.25		22.21-28.12		22.38	217	36	3812.1-3838.4	似层状			1
10	Fe10d	50	50.00	126.99	144.47	1.24		21.09-23.14		21.57	217	36	3806.7-3833.4	似层状			1
11	Fe11d	50	33.62	137.03	154.32	1.94		20.33-22.70		24.34	217	36	3796.3-3823.2	似层状			1

3.3 矿区社会经济概况

博怀沟铁矿行政区划隶属肃南裕固族自治县，肃南裕固族自治县是全国唯一的裕固族自治县，地处河西走廊南部，俗有“万宝山”之称的祁连山中段北麓，东西长650km，南北宽120~200km，由四块不连片的地域组成，总面积2.4万km²。

肃南裕固族自治县是一个以牧业为主的多民族自治县，与甘青两省7个市州的15个市县区接壤，现辖6乡2镇、9个国有林牧场、101个行政村和3个城镇社区，有裕固、藏、蒙古、回、汉等15个民族。2018年，总人口3.7万人，其中农牧业人口2.5万人，非农牧业人口1.2万人。全县拥有耕地9.1万亩，可利用草原面积2133万亩，林地497万亩，冰川、河流等944万亩。

2021年全年完成生产总值23.95亿元，增长9.8%；城乡居民人均可支配收入分别达到27100元、17000元，均增长8.5%。全面建成小康社会实现程度达到90.5%，居张掖市前列。

畜牧、矿藏、水能、旅游、土地是肃南裕固族自治县的五大资源优势。肃南是一个以牧业为主的县，畜牧业在自治县国民经济中占主导地位。全县有可利用草原面积142.2万公顷，为发展畜牧业经济提供了得天独厚的条件，是甘肃省重要的畜牧业商品基地。全县共饲养各类牲畜82.01万头只。目前，全县已基本建成30万只高山细毛羊基地、15万只羔羊育肥基地、700头马鹿养殖基地，初步形成了以羊、草、鹿为主的生产经营格局。

县境内矿产资源丰富，已探明的矿产27种，分布在228处。主要金属矿产有铜、铁、钨、铬、锰等。非金属矿有煤炭、萤石、石灰岩、石英沙、硫、粘土、石膏、石棉、磷镁、白云岩、玉石、芒硝、重晶石、大理石、矿泉水等。其中已探明的钨矿储藏量在全国单个矿山储藏量中排名前5位，储藏量达46万t。

3.4 矿区土地利用现状

3.4.1 土地利用类型

经实地踏勘调查结合2021年国土变更调查数据库成果资料统计，矿区范围总面积为1.33km²，其中包括2处采坑，矿区土地利用类型见表3-4。

表 3-4 矿区范围内土地利用现状结构表

序号	用地单元	一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	总面积 (hm ²)
		代码	名称	代码	名称		
1	1#采坑	04	草地	0404	其他草地	0.12	0.12
2	2#采坑	04	草地	0404	其他草地	0.24	0.24

3	其余区域	04	草地	0401	天然牧草地	59.42	133.38
		04	草地	0404	其他草地	73.93	
		11	水域及水利设施用地	1106	内陆滩涂	0.03	
合计 (hm ²)						133.74	35.10

矿区范围外还设置了办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、排土场、尾矿库、炸药库、矿区道路，面积共 35.10hm²，矿区范围外土地利用类型见表 3-5。

表 3-5 矿区范围外占用土地利用现状结构表

序号	用地单元	一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	总面积 (hm ²)
1	办公生活区	04	草地	0401	天然牧草地	0.60	0.60
2	采矿工业场地	04	草地	0401	天然牧草地	0.50	0.50
3	选矿工业场地	04	草地	0401	天然牧草地	2.00	2.00
4	排土场	04	草地	0401	天然牧草地	3.68	3.68
5	尾矿库	04	草地	0401	天然牧草地	26.87	26.87
6	炸药库	04	草地	0404	其他草地	0.1	0.1
8	矿区道路	04	草地	0401	天然牧草地	0.66	1.35
		04	草地	0404	其他草地	0.66	
		1106	水域及水利设施用地	1106	内陆滩涂	0.03	
合计 (hm ²)						35.10	35.10

3.4.2 土地权属状况

矿区位于肃南裕固族自治县祁丰藏族乡辖区，矿区土地权属为国有土地。

3.4.3 矿区基本农田情况

通过与肃南裕固族自治县土地利用现状图、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。

3.5 矿山及周边其它人类工程活动

矿区不在各类保护区或功能区，周边主要有祁连山国家公园甘肃片区、祁连山国家自然保护区、祁连山水源涵养生态保护红线等，与探矿权相对位置见图。

矿区周边前期进行矿业勘探，修建矿山道路，并在矿区内开挖形成 2 处采坑，2 处采坑进行了土地平整，平整后 2 处采坑与周边地形相协调，但由于局部进行开挖，形成不稳定斜坡，人类工程活动强度较小。

3.6 矿山及周边矿山地质环境与土地复垦案例分析

矿区周边分布肃北县石洞沟多金属矿，分布办公生活区、工业场地、废石场、

炸药库等建筑设施。根据文字报告及已有施工资料，办公生活区、炸药库主要进行建筑物拆除工程；废石场、工业场地进行土地平整工程，总投资 350 万元。

上述综合治理工程达到了恢复生态环境的目的，所采取的工程措施能够达到复垦裸土地的要求，对矿区周边环境的恢复起到了积极的作用，改善了当地生态环境。上述治理工程对本次矿山地质环境治理与土地复垦方案编制具有极大的借鉴意义。

4 矿山地质环境影响和土地损毁评估

4.1 矿山地质环境与土地资源调查概述

金建工程设计有限公司甘肃分公司在接到委托书后，立即组织专业技术人员开展工作。现场矿山地质环境与土地损毁调查时间为 2023 年 3 月 11 日~2023 年 3 月 20 日。在现场调查前，收集相关资料，掌握了矿区地质环境条件和工程建设概况；收集项目的环境影响报告等资料，了解矿区水土环境情况；收集地形地质图、土地利用现状图、土地利用规划图、基本农田现状图、地质灾害易发程度分区图、矿权分布图等图件、地貌类型图、植被覆盖度图等图件作为评估工作的底图及野外工作用图；分析已有资料情况，确定需要补充的资料内容；初步确定现场调查方法、调查线路和主要调查内容。

为全面了解矿区矿山地质环境与土地资源情况，本项目分为地质灾害现状调查、含水层影响调查、水土环境影响调查、损毁土地调查、植被土壤调查等方面。

地质灾害调查包括清查矿区范围内地质灾害点，主要对矿区范围内地质灾害的影响方式、程度进行调查评估。通过地质灾害调查确定其分布、类型、规模、形成机制、影响因素、危害方式及危害程度。

在野外地质灾害调查过程中，积极访问当地政府工作人员以及村民，调查主要地质环境问题的发育及分布状况，调整室内初步设计的野外调查线路，进一步优化野外调查工作方法。

为保证调查范围包括主要地质灾害点以及调查的准确性，野外调查采取线路穿越法和地质环境追索相结合的方法进行，采用（2000 国家大地坐标系）1: 5000 地形图为底图，同时参考 1: 10000 土地利用现状图、地貌类型图、植被覆盖度图等图件，对地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述，调查点数 52 个，数量符合《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）要求。

含水层影响调查主要是针对已有矿井对含水量结构、水量进行以评估矿山开采及工程建设对地下水的影响。为矿山生产建设运营期间对含水层的影响预测提供依据。

水土环境污染调查主要以收集区内已有环境监测资料为主。

地形地貌景观影响调查通过收集遥感影像图、高程等值线图、地形地貌分区图等，对地形地貌景观影响进行调查。

损毁土地调查通过前期收集矿山工程布置图，矿区范围内土地利用现状图以及矿区遥感影像图，通过现场调查，对已有建设项目的损毁范围、损毁程度、损毁时间进行调查并确定周边地类。以确保复垦工程措施的可行，以及复垦方向符合当地政策要求。

植被土壤调查根据土地利用现状图，确定矿区范围内各地类组成，对不同地貌单元的不同地类的植被进行调查，为复垦质量标准的确定提供扎实的依据。完成调查工作量见表 4-1。调查、评估完成工作量及质量符合《地质灾害危险性评估规范》（GB/T 40112-2021）的规范要求。

表 4-1 完成工作量一览表

项目	单位	工作量
调查面积	km ²	4.09
评估面积	km ²	3.23
调查线路	km	9.04
单点及设施调查	处	52
植被调查	处	18
数码照片	张	22
视频	段	2

4.2 矿山地质环境影响评估

4.2.1 评估范围和评估级别

1、评估范围

评估区范围由下列条件确定：其一是评估范围包括矿区划定范围及矿山所有地面建设；其二是采矿活动对地质环境的最远影响范围。

矿山属于井下开采，矿区地面工程较为集中，工程布局上主要包括 1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处排土场、1 处尾矿库、1 处炸药库、1 处平硐、1 处回风井，矿区道路。上述工程中多位于矿区范围西侧。

根据采矿区范围、工程布局及矿区周围环境地质问题，由于矿区范围内设施面积较小，影响范围较小，本次评估区范围为主要以矿区开采影响范围为界向外扩展 70m；矿区范围外基础设施由于多布置在沟道内，相对影响范围沿上下游扩大，以建设范围为界向外扩展 70-100m；尾矿库以建设范围向外扩展至小流域范围，评估区面积为 322.92hm²。

2、评估级别

(1) 评估区重要程度

根据现场调查及资料收集，评估区范围内无居民区，周边主要有祁连山国家公

园甘肃片区、祁连山国家自然保护区、祁连山水源涵养生态保护区，矿区及周边重要交通干线为矿山公路，区内土地类型以天然牧草地、其他草地为主。

根据评估区重要程度分级表（表 4-2），评估区重要程度级别属于重要区。

表 4-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有 500 人以上的居民集中居住区	分布有 200-500 人的居民集中居住区	居民居住分散,居民集中居住区人口在 200 人以下
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施;	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	无重要交通要道或建筑设施
矿区紧邻国家级自然保护区(含地质公园、风景名胜区等)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	破坏其它类型土地
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 矿区水文地质

矿山为地下采矿，矿区最低侵蚀面标高为 3510m。矿区地表高程 3650-3950m（平均高程 3800m），处于季节性冻土区，主要矿体赋存标高介于 3290—3800m 之间，已探明的主要矿体大部分（约占 57%）位于当地侵蚀基准面以上，少部分（约占 43%）位于侵蚀基准面以下，综上矿区水文地质条件属“中等”。

② 矿区工程地质

矿体顶底板围岩包括硅质灰岩、碎裂状硅质灰岩、碳质板岩、安山岩、凝灰岩、千枚岩等，变质作用与风化融冻作用使成矿地段围岩的各类结构面较为发育，这些结构面不仅使矿区赋矿地层岩石质量和完整性普遍变差，而且为地下水的赋存、富集、运移创造了条件。矿区工程地质条件的复杂程度属“中等”。

③ 矿区环境地质

现状条件下矿山地质环境问题的类型少，矿山地质环境复杂程度为“简单”。

④ 矿区位于祁连山中段，山势陡峻巍峨，属高山区。海拔 3500—4300m，相对高差 700~800m 左右，地势总体上自南东向北西倾斜，山势陡峻，山体尖锐，沟谷形态多为“V”字型，坡角介于 20~50°之间，局部大于 60°，地貌类型属中起伏高山地貌。矿区地形地貌条件属“复杂”。

矿区工程地质环境条件综合评价为“复杂”。

表 4-3

地下开采矿山矿山地质环境条件复杂程度分级表

复 杂	中 等	简 单
主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中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10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中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3000-10000m ³ /d，地下采矿和疏干排水容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于3000m 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。
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度5-10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。
地质构造复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大。	地质构造较复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大。	地质构造简单，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小。
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。
采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻。
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为20°-35°，相对高差较大，地面倾向与岩层倾向多为斜交。	地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。
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) 矿山建设规模

矿山年生产能力 $90 \times 10^4 \text{t/a}$ ，依据开发利用方案，采用地下开采，开采矿种为铁矿，根据表 4-4 判断该矿山为中型矿山。

表 4-4 矿山生产建设规模分类一览表

矿种类别	矿山生产建设规模级别（万吨/年）			备注
	大型	中型	小型	
铁	≥ 100	100-30	< 30	矿石

(4) 评估级别

综上所述，评估区重要程度为重要区，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，矿山建设规模为中型，依据矿山地质环境影响评估精度分级表（表 4-5），确定该矿山地质环境保护与恢复治理方案评估级别为一级。

表 4-5 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

3、评估工作方法与分级标准

(1) 评估工作方法

a 收集《张掖市祁连山黑河流域山水林田湖生态保护修复项目肃南县马蹄大野口煤炭开发矿区矿山生态环境恢复治理项目可行性研究报告》、《祁连山（黑河流域）山水林田湖生态保护修复工程实施方案》、《甘肃省肃南裕固族自治县地质灾害调查与区划报告》、《肃南裕固族自治县酥油口联营石灰石矿土地复垦报告》等相关资料，并通过项目区 1: 5000 地形图、1: 10000 肃南县土地利用现状图、规划图、基本农田分布图按单点单要素的评估方法对每个形成矿山地质环境影响的点从地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染四个方面进行评估验证，在评估图上取差表示，以便于评估图的分区。

b 每个方面评估完成后根据取差原则给出其对矿山地质环境影响的总体评价结论。土地资源破坏对矿山地质环境影响程度的总体结论在破坏的各类型土地面积累

加后给出。

(2) 分级标准

矿山地质环境影响分级标准 矿山地质环境影响程度分级标准《规范》附录 E (表 4-6)。

表 4-6 矿山地质环境影响程度分级表

影响程度分级	地质灾害	含水层	地形地貌景观	土地资源
严重	地质灾害规模大, 发生的可能性大; 影响到城市、乡镇、重要行政村、重要交通干线、重要工程设施及各类保护区安全; 造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元, 受威胁人数大于 100 人。	矿床充水主要含水层结构破坏, 产生导水通道; 矿井正常涌水量大于 10000 m ³ /d; 区域地下水水位下降; 矿区周围主要含水层(带)水位大幅下降, 或呈疏干状态, 地表水体漏失严重; 不同含水层(组)串通水质恶化; 影响集中水源地供水, 矿区及周围生产、生活供水困难。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大; 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	占用破坏基本农田, 占用破坏耕地大于 2hm ² ; 占用破坏林地或草地大于 4 hm ² ; 占用破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm ² 。
较严重	地质灾害规模中等, 发生的可能性较大; 影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重重要工程设施安全; 造成或可能造成直接经济损失 100-500 万元, 受威胁人数 10-100 人。	矿井正常涌水量 3000-10000 m ³ /d; 矿区及周围主要含水层(带)水位下降幅度较大, 地下水呈半疏干状态; 矿区及周围地表水体漏失较严重, 影响矿区及周围部分生产生活供水。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大, 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重。	占用破坏耕地小于等于 2 hm ² ; 占用破坏林地或草地 2-4 hm ² ; 占用破坏荒山或未开发利用土地 10-20hm ² 。
较轻	地质灾害规模小, 发生的可能性小; 影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施, 造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元; 受威胁人数小于 10 人。	矿井正常涌水量小于 3000 m ³ /d; 矿区及周围主要含水层水位下降幅度小, 矿区及周围地表水体未漏失, 未影响到矿区及周围生产生活供水。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小; 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	占用破坏林地或草地小于等于 2 hm ² ; 占用破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10hm ² 。

注: 综合评估分级确定采取上一级别优先的原则, 只要有一项要素符合某一级别, 就定为该级别。

4.2.2 矿山地质环境影响评估

矿山地质环境影响现状评估包括四方面, 分别是采矿活动对地质灾害、含水层、地形地貌景观和矿区水土环境影响和破坏程度。

1、矿区地质灾害现状分析与预测

(1) 现状评估

通过矿山地质环境的现场调查分析, 前期矿山未进行开采, 未出现地面塌陷; 区内坡面型冲沟汇水面积较小, 沟道内松散物质较少, 发育泥石流灾害的水动力条件不充分; 矿山道路建设中, 未进行开挖回填等工程; 探矿期间形成 2 处采坑进行

了土地平整，未形成不稳定斜坡，所以现状无地质灾害发育。

(2) 预测评估

a.排土场建设引发不稳定斜坡地质灾害预测评估

排土场位于山坡之上，山坡原始坡度 25-30°，排土场共堆存 8 个台阶，单台阶高度 5m，堆置标高为 3570~3610m，堆置总高度为 40m，最终总边坡角 23°，小于废石自然安息角 39°。

由于排土场已进行放坡设计，前缘堆积废石引发不稳定斜坡稳定性较好。威胁人数均小于 5 人，威胁财产均小于 50 万，由于威胁人员及财产较少，可能造成的损失小。所以建设、开采过程中不会引发不稳定斜坡、泥石流等地质灾害，所以排土场引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻。

b.基础设施建设、生产引发泥石流地质灾害预测评估

矿山在建设期间，在博怀沟内修建办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、排土场等多出基础设施，期间需要进行土地平整，挖高填低；生产期间排土场堆积于沟道中，增加沟底松散物堆积量，同时生产中会使水土流失加剧，引起矿区地质环境变差，为泥石流的发生增加了固体物源。

预测在基础设施建设、生产期间引发泥石流对矿区内采矿工业场地、选矿工业场地、排土场及过往车辆、工作人员及沟口村庄造成安全造成威胁和破坏，正常作业期受威胁人数约 20-50 人，直接经济损失 20-30 万元。预测基础设施建设、生产引发泥石流地质灾害对矿山地质环境的影响程度较严重。

c.矿山开采引发地面塌陷地质灾害预测评估

1) 矿山开采引发地面塌陷的预测评估

①地表移动最大下沉值

最大下沉值： $W_{\max}=Mq\cos\alpha$

下沉系数 q 主要依据相同地区、相同开采方法的矿山已产生地面塌陷通过 $q=W_{\max}/M\cos\alpha$ 反推计算。

式中： q -下沉系数，硬岩 0.2-0.4、中硬岩 0.4-0.6、软岩 0.6-0.8，取 0.6；

M -矿体厚度，二层矿体累计厚度 8.5m；

α -矿层倾角，取 51°。

依据上述参数计算的塌陷区最大下沉值为：

$$\text{最大下沉值： } W_{\max}=8.5 \times 0.6 \times \cos 51^{\circ}=3.21\text{m}$$

②最大水平移动值

$$\text{最大水平移动值： } U_{\max}=b \cdot W_{\max}$$

水平移动系数 b 主要依据相同地区、相同开采方法的矿山已产生地面塌陷通过 $b=U_{\max}/W_{\max}$ 反推计算。

式中： U_{\max} -最大水平移动值（m）

b -水平移动系数，一般 0.2-0.4，取 0.3

W_{\max} -最大下沉值（m）

依据上述参数计算的塌陷区最大水平移动值为：

$$\text{最大水平移动值： } U_{\max}=1.34 \times 0.3=0.402\text{m}$$

③塌陷区面积预测

依据《开发利用方案》剖面图实际圈定塌陷区的结果，矿山开采后，形成南北方向长约 415m，东西方向宽约 630m 的地面塌陷区，面积约为 24.95hm²。

2) 地质灾害发生的可能性

矿山在开采期地面塌陷地质灾害形成条件充分，根据地质灾害发生可能性按采空区地质灾害发生可能性划分表（表 4-7），判定矿区地面塌陷地质灾害发生的可能性。

表 4-7 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

矿山采深 380m，单矿体平均厚度 3.55m，竖向两层矿体总厚度 8.5m，深厚比为 44。根据表 4-8，矿山开采发生地面塌陷地质灾害的可能性为大。根据上述结果及工程地质类比分析，预计地表移动变形呈连续而缓慢的特点，预测可能出现轻微的地面塌陷，地面塌陷的主要表现形式为沿塌陷区边缘的一条闭合的塌陷裂缝。

3) 地面塌陷分级

根据《甘肃省地质灾害危险性评估规程》地面塌陷分级标准（表 4-8），预测在开采后形成的地面塌陷地质灾害规模为中型。

表 4-8

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) 影响程度

矿山开采形成的地面塌陷区面积约为 24.95hm²，塌陷规模为中型，最大下沉值为 3.21m，最大水平移动值为 0.402m，发生的可能性大。塌陷的主要表现形式为塌陷裂缝，塌陷区周边无聚居区，仅影响到附近草地及矿山生产设施，可能造成直接经济损失约 20 万元，受威胁人数约 2-5 人。

综上所述，预测开采期内形成的地面塌陷地质灾害规模中型、发生地质灾害的可能性大，对矿山地质环境影响程度严重。

2、矿区含水层破坏现状分析及预测

(1) 现状评估

矿区现状未开采，仅对地表对含水层结构的破坏影响程度为较轻。

(2) 预测评估

a 对地表水的影响

矿区南侧的博怀沟南岔位于矿区侧翼（S02 点，河床标高 3561m），该沟为矿区南侧地表水、地下水的主要排泄场所，雨后形成的地表径流迅速转变为地表水而排出区外，地形较有利于自然排水。故矿山开采对南岔地表水影响较轻。

b 对孔隙水的影响

松散岩类孔隙水实际上为大气降水经冻（凝）结后储存而成，其外在的表现：当气温升高，冻结层上水即转化为地表径流而汇入博怀沟北岔，径流 150m 左右即渗失殆尽，渗失的过程实际为下渗补给下伏基岩裂隙水的过程，6 号勘探线向东至 12 号勘探线之间为孔隙水入渗的补给区，6 号勘探线向西至 3 号勘探线之间为径流区，3 号勘探线向西为排泄区（也是无矿区）。一般年份很少有地表径流流出区外（大雨过后，有少量地表水流出区外），博怀沟北岔地表径流与松散岩类孔隙水具有密切的转化关系，一般是松散岩类孔隙水补给地表水；平均径流模数 2.58l/s，其渗漏量就成为矿床充水水源；当坑道揭露矿体或围岩时，孔隙水在非冻结时段便通过裂隙等通道进入矿井、坑道，矿井、坑道高度约为 3m，所以矿山开采对孔隙水含水层破坏高度约

为 3m。所以矿山开采对引起孔隙水水位下降，泉水流量减少，矿山开采对孔隙水影响较严重。

c 下部构造裂隙水对矿井充水的影响分析

下部基岩裂隙水埋深较大，含水层厚度一般大于 100m，含水层岩性主要为硅质灰岩、凝灰质安山岩等，而硅质灰岩、凝灰质安山岩多构成矿体的间接、直接围岩开采条件下将以侧向径流的方式进入矿井，开采矿体厚度累计为 8.5m，所以矿山开采对构造裂隙水含水层破坏高度约为 120m。所以矿山开采对使构造裂隙水含水层结构破坏、水位下降，矿山开采对构造裂隙水影响较严重。

综上预测评估矿山在生产期含水层破坏对矿山地质环境影响程度较严重。

3、矿区地形地貌破坏现状分析及预测

地形地貌景观破坏指因矿山建设与采矿活动而改变原有的地形条件与地貌特征，造成土地毁坏、山体破损、岩石裸露、植被破坏等现象，致使土地植被景观、天然地质遗迹产生一定的影响或破坏从而使矿山自然景观的观赏性、连续性、完整性、原始性等属性遭受破坏的现象。

(1) 现状评估

a 矿区道路

矿山现有设施为已建矿区道路。矿区道路沿地势而建，道路长 1294m，道路宽约 6m，占地面积 0.78hm²。道路修建过程中，对局部地面进行了挖填，压占面积 0.78hm²，堆填高度 0.3-0.5m，损毁厚度 0.3-0.5m，表土没有剥离，表层土壤已压实，对周边对地形地貌的原始性、完整性、连续性、可视性影响较严重，对矿山地质环境影响程度较严重。

b 采坑

矿山前期探矿形成 2 处采坑，面积分别为 0.12hm²，0.24hm²，深度 3-5m。探矿结束后，针对两处采坑进行了土地平整，平整后 2 处采坑与周边地形地貌相协调，但未进行植被恢复，采坑内部基本无植被生长。2 处采坑挖损面积分别为 0.12hm²、0.24hm²，挖损深度 3-5m，损毁厚度 3-5m，表土没有剥离，表层土壤破坏。2 处采坑对周边对地形地貌的原始性、完整性、连续性、可视性影响较严重，对矿山地质环境影响程度较严重。

(2) 预测评估

a 办公生活区

办公生活区位于矿区东侧山坡之上，占地面积 0.60hm^2 。办公生活区后期将进行少量土方挖填，压占面积 0.60hm^2 ，堆填高度 $0.2-0.3\text{m}$ ，损毁厚度 $0.3-0.5\text{m}$ ，表土后期需剥离，表层土壤后期需压实，对微地貌形态造成破坏，对所在区域的原生的地形地貌景观影响和破坏程度较严重，综合判断办公生活区对地形地貌景观影响较严重。

b 采矿工业场地

采矿工业场地位于矿区东侧山坡之上，占地面积 0.50hm^2 。采矿工业场地后期将进行少量土方挖填，压占面积 0.50hm^2 ，堆填高度 $0.2-0.3\text{m}$ ，损毁厚度 $0.3-0.5\text{m}$ ，表土后期需剥离，表层土壤后期需压实，对微地貌形态造成破坏，对所在区域的原生的地形地貌景观影响和破坏程度较严重，综合判断选采矿工业场地对地形地貌景观影响较严重。

c 选矿工业场地

选矿工业场地位于矿区东侧山坡之上，占地面积 2.00hm^2 。选矿工业场地后期将进行少量土方挖填，压占面积 2.00hm^2 ，堆填高度 $0.2-0.3\text{m}$ ，损毁厚度 $0.3-0.5\text{m}$ ，表土后期需剥离，表层土壤后期需压实，对微地貌形态造成破坏，对所在区域的原生的地形地貌景观影响和破坏程度较严重，综合判断地表仓库对地形地貌景观影响较严重。

d 排土场

排土场位于矿区东侧山坡之上，占地面积 3.68hm^2 。排土场共堆存 8 个台阶，单台阶高度 5m ，堆置标高为 $3570\sim 3610$ ，堆置总高度为 40m ，最终总边坡角 23° ，小于废石自然安息角 39° 。边坡间的最终平台整平为 2% 的反向坡度。排土场对微地貌形态造成破坏，对所在区域的原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重，综合判断机修车间对地形地貌景观影响严重。

e 尾矿库

尾矿库位于矿区东侧沟谷内，占地面积 26.87hm^2 。尾矿库后期将进行尾矿堆填，压占面积 26.87hm^2 ，堆填高度 40m ，损毁厚度 $3-5\text{m}$ ，表土后期需剥离，表层土壤后期需压实，对微地貌形态造成破坏，对所在区域的原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重，综合判断机修车间对地形地貌景观影响严重。

f 炸药库

炸药库位于矿区北侧山坡之上，已建设完成。炸药库占地面积 0.10hm^2 。炸药库

后期将进行少量土方挖填，压占面积 0.10hm^2 ，堆填高度 $0.2-0.3\text{m}$ ，损毁厚度 $0.3-0.5\text{m}$ ，表土后期需剥离，表层土壤后期需压实，对微地貌形态造成破坏，对所在区域的原生的地形地貌景观影响和破坏程度较严重，综合判断炸药库对地形地貌景观影响较严重。

g1 处平硐、1 处回风井

矿区拟建 1 处平硐、1 处回风井，平硐硐口面积均为 9m^2 ，回风硐口面积均为 4m^2 。已有平硐、回风井对局部的微地貌形态造成破坏，对矿区原生的地形地貌景观影响和破坏程度较严重，综合判断已有平硐对地形地貌景观影响较严重。

h 矿区道路

矿山还需新建矿区道路 1532m ，道路宽约 6m ，占地面积 0.92hm^2 。道路修建过程中，对局部地面进行了挖填，压占面积 0.92hm^2 ，堆填高度 $0.3-0.5\text{m}$ ，损毁厚度 $0.3-0.5\text{m}$ ，表土没有剥离，表层土壤已压实，对周边对地形地貌的原始性、完整性、连续性、可视性影响较严重，对矿山地质环境影响程度较严重。

i 地面塌陷

根据计算，矿山开采期地表水平移动值及地表移动最大下沉值均较小，面积较小，采空区塌陷在地表的表现形式为地表裂缝，地面塌陷规模属于中型，塌陷区没有其它人文景观、风景旅游区，没有交通干线经过。预测地面塌陷对地形地貌景观影响较严重。

j 表土堆放场

表土剥离后，堆放至表土堆放场，面积为 0.56hm^2 ，堆放高度 $1.5-2.0\text{m}$ 。由于表土堆放，对周边对地形地貌的原始性、完整性、连续性、可视性影响较严重，对矿山地质环境影响程度较严重。

4、矿区水土环境污染现状分析与预测

(1) 现状评估

矿山现阶段未进行开采，矿山水土环境污染对地质环境的影响程度较轻。

(2) 预测评估

预测矿山在服务年限内，对矿山水环境产生影响的主要是矿山生产过程中坑道排出的废水、选矿废水及生活污水。

坑道排出的废水经井下水仓沉淀后用泵扬送至地表高位水池，返回坑内供凿岩及降尘使用，基本无外排，对水土环境污染程度较轻。

生活污水经污水处理成套设备处理后，达到《污水综合排入标准》一级标准后排入地表排水沟，对水土环境污染程度较轻。

选厂尾矿废水经尾矿浆输送管道扬送至尾矿库，尾矿回水通过回水管道返回至选厂区回水池。进入尾矿库的矿浆废水，其中 80% 的废水回用于选矿工艺，剩余部分留存于尾矿库以蒸发方式消耗，不向外环境排放，但有渗漏风险，对水土环境污染程度较严重。

综合评定，预测在开采期尾矿库对水土环境污染程度较严重，其余均为较轻。

4.3 矿山土地损毁预测与评估

4.3.1 土地损毁环节与时序

1、采矿工艺流程

矿区开采方式为地下开采，可能会产生地面塌陷。

2、生产对土地造成的损毁环节、顺序及损毁方式

1) 损毁环节

根据项目生产工艺流程可知，对土地造成的损毁环节为：探矿环节（2 处采坑）；基础设施建设环节（包括 1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处尾矿库、1 处炸药库、1 处平硐、1 处回风井、矿区道路）；矿山开采环节（地面塌陷、1 处排土场、1 处表土堆放场地）。

2) 损毁顺序

已损毁土地：探矿环节（2 处采坑）；基础设施建设环节（矿区道路）。

拟损毁土地：基础设施建设环节（包括 1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处尾矿库、1 处炸药库、1 处平硐、1 处回风井、矿区道路）；矿山开采环节（地面塌陷、1 处排土场、1 处表土堆放场地）。

3) 损毁方式

对土地造成的损毁方式为：2 处采坑对土地的挖损损毁；基础设施建设对土地的压占、挖损损毁；地下开采造成的地面塌陷。

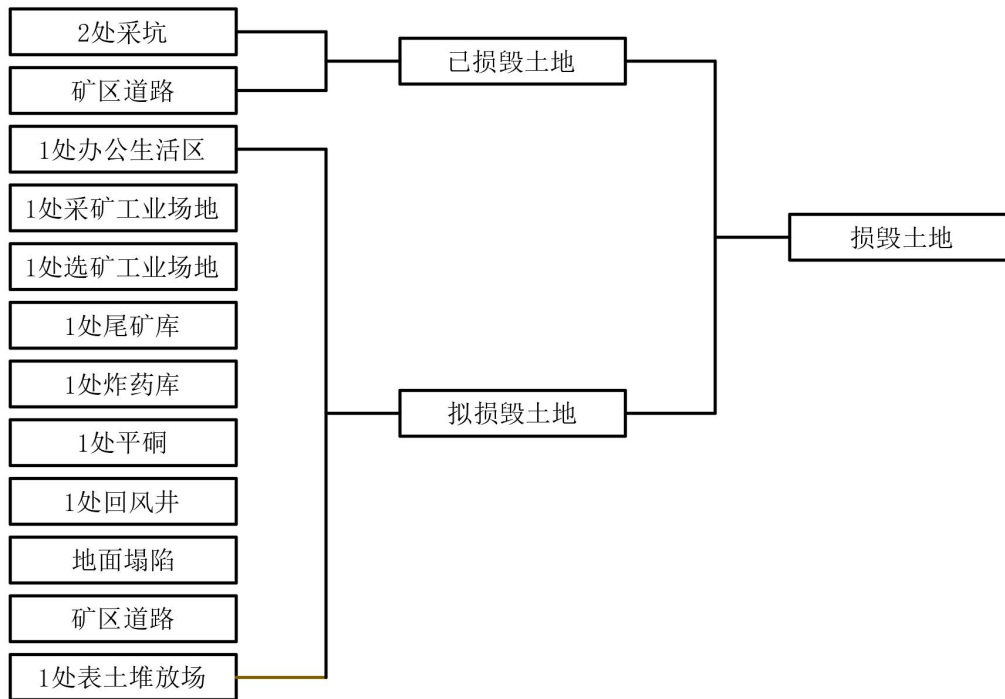


图 4-1 损毁环节、顺序及损毁方式示意图

4.3.2 已损毁各类土地现状

据现场调查，采矿已造成的土地损毁为：2 处采坑、矿区道路对土地的损毁方式为挖损、压占，2 处采坑位于矿区范围内，矿区道路位于矿区范围内外（表 4-9）。

表 4-9 土地已损毁一览表

序号	用地单元	位置	土地损毁方式	一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	总面积 (hm ²)
				代码	名称	代码	名称		
1	1#采坑	矿区内	挖损	04	草地	0404	其他草地	0.12	0.12
2	2#采坑	矿区内	挖损	04	草地	0404	其他草地	0.24	0.24
3	矿区道路	矿区内外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.46	0.78
				04	草地	0404	其他草地	0.26	
				11	水域及水利设施用地	1106	内陆滩涂	0.06	
合计									1.14

4.3.3 拟损毁土地预测与评估

1、拟损毁土地方式、面积预测

矿山拟新建 1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处排土场、1 处尾矿库、1 处炸药库、1 处平硐、1 处回风井、矿区道路、1 处表土堆放场。采矿工业场地、排土场位于矿区范围内外，其余基础设施均位于矿区范围外，损毁土地的方式为压占。此外，矿山开采形成的地面塌陷区对土地的损毁方式为塌陷损毁，位于矿区范围内（表 4-10）。

表 4-10

土地拟损毁一览表

序号	用地单元	位置	土地损毁方式	一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	总面积 (hm ²)
1	办公生活区	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.60	0.60
2	采矿工业场地	矿区内外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.50	0.50
3	选矿工业场地	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	2.00	2.00
4	排土场	矿区内外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	3.68	3.68
5	尾矿库	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	26.87	26.87
6	炸药库	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.1	0.1
7	矿区道路	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.45	0.92
				04	草地	0404	其他草地	0.43	
				11	水域及水利设施用地	1106	内陆滩涂	0.04	
8	地面塌陷区 (扣除采坑重叠面积)	区内	塌陷	04	草地	0401	天然牧草地	9.28	24.59
				04	草地	0404	其他草地	15.31	
9	表土堆放场	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.56	0.56
合计									59.82

2、矿山开采损毁土地总量

矿山开采损毁土地总量为已损毁土地和拟损毁土地之和，按照损毁土地类型汇总矿区损毁土地面积，汇总结果见表 4-11。

表 4-11

土地损毁一览表

号	损毁 时序	用地 单元	位置	土地损 毁方式	一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	总面 积 (hm ²)
1	已损 毁	1#采坑	矿区内	挖损	04	草地	0404	其他草地	0.12	0.12
2		2#采坑	矿区内	挖损	04	草地	0404	其他草地	0.24	0.24
3		矿区道 路	矿区外 外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.46	0.78
	04				草地	0404	其他草地	0.26		
	11				水域及水利 设施用地	1106	内陆滩涂	0.06		
小计										1.14
1	拟损 毁	办公生 活区	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.6	0.6
2		采矿工 业场地	矿区外 外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.5	0.5
3		选矿工 业场地	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	2	2
4		排土场	矿区外 外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	3.68	3.68
5		尾矿库	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	26.87	26.87
6		炸药库	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.1	0.1
7		矿区道 路	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.45	0.92
					04	草地	0404	其他草地	0.43	
					11	水域及水利 设施用地	1106	内陆滩涂	0.04	
8	地面塌 陷区 (扣除 采坑重 叠面 积)	矿区内	塌陷	04	草地	0401	天然牧草地	9.28	24.59	
				04	草地	0404	其他草地	15.31		
9	表土堆 放场	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.56	0.56	
小计										59.82
合计										60.96

3、拟损毁土地程度分析

该工程项目在采矿生产过程中对土地的损毁形式为挖损、压占和地面塌陷，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：

(1) 土地挖损损毁程度等级标准

挖损土地损毁程度主要采用挖损深度、挖损面积两项指标进行评价（表 4-12）。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 4-12 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

(2) 压占土地损毁程度等级标准

压占土地损毁程度等级采用压占面积和堆填高度两项指标进行评价 (表 4-13)。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 4-13 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 (m)	<5.0	5.0~10.0	>10.0

(3) 地面塌陷土地损毁程度等级标准

地面塌陷土地损毁程度等级采用塌陷深度、塌陷面积、采空区地裂缝宽度等几项指标进行评价 (表 4-14)。

表 4-14 地面塌陷土地损毁程度评价因素及等级标准表

损毁等级	塌陷深度 (m)	塌陷面积 (hm ²)	地表裂缝长度 (m)
轻度	<2	<1	<10
中度	2~5	1~5	10~50
重度	>5	>5	>50

(4) 评价结果

根据以上标准划分, 土地损毁轻度包括: 3 处地面塌陷; 土地损毁中度包括: 选矿厂、表土堆放场; 土地损毁重度包括: 尾矿库、4 处平硐、1#废石场、2#废石场、地面塌陷。评价结果见表 4-15。

表 4-15 土地损毁程度评价统计表

序号	损毁时	用地单元	位置	土地损毁方式	面积 (hm ²)	损毁特征	损毁程度
1	已损毁	1#采坑	矿区内	挖损	0.12	挖损深度 3-5m。	中度
2		2#采坑	矿区内	挖损	0.24	挖损深度 3-5m。	中度
3		矿区道路	矿区内外	压占	0.78		轻度
1	拟损毁	办公生活区	矿区外	压占	0.60	高度 10m。	中度
2		采矿工业场地	矿区内外	压占	0.50	高度 10m。	中度
3		选矿工业场地	矿区外	压占	2.00	高度 10m。	中度
4		排土场	矿区内外	压占	3.68	高度 40m。	重度
5		尾矿库	矿区外	压占	26.87	高度 30m。	重度
6		炸药库	矿区外	压占	0.1	高度 4m。	轻度
7		矿区道路	矿区外	压占	0.92		轻度
8		地面塌陷区	矿区内	塌陷	24.95		重度
9		表土堆放场	矿区外	压占	0.56	高度 1.5-2.0m。	中度

4.4 矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

4.4.1 矿山地质环境保护与恢复治理分区

1、分区原则及方法

(1) 分区原则

a 以矿山地质环境现状和地质环境影响评估为基础的原则

在分析矿山地质环境条件，矿山地质灾害及主要地质环境问题分布、发育特征及其危害性的基础上，充分利用矿山地质环境影响评估结果进行分区。

b 与矿山工程建设紧密结合的原则

矿山地质环境评估的目的是为工程建设服务，评估时应结合该矿山工程建设特点，充分考虑矿山地质环境的影响程度，特别是地质灾害对工程建设的危害程度、危害方式和危害规模等，对工程无关的地质灾害点可降低分级。

c 预防保护和治理相结合的原则

矿山环境的破坏具有不可逆或不可再生性，即使恢复治理也必须付出高昂的代价。应注重环境破坏由事后管理向事前控制和预防转变，开发和保护并重，防、治并举，达到保护环境，防灾减灾的目的。

d 考虑矿山地质环境问题发育程度趋势性的原则

矿山地质环境问题发育程度趋势性的分析，主要是预测矿山地质环境问题对矿山工程在运营过程中的危害情况，如现状发育程度弱，但有逐年增强的趋势时，应对危害级别适当地提高。

(2) 分区方法

按照《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 0233-2011）和《甘肃省国土厅关于转发国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与恢复治理方案编制与审查及有关工作的通知的通知》（甘国土资办发[2009]74号），以矿山地质环境影响评估为基础，依据矿山建设工程布局和特点，根据矿山地质环境保护与恢复治理分区表（表 4-16），明确预防保护及治理的区域，采取区内相似，区际相异的原则，以定性分析为主，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区。

表 4-16 矿山地质环境保护与恢复治理分区表

现状评估	预测评估		
	严重	较严重	较轻
严重	重点区	重点区	重点区
较严重	重点区	次重点区	次重点区
较轻	重点区	次重点区	一般区

注：现状评估与预测评估结果不一致的采取就上原则进行分区

2、分区评述

根据矿山地质环境保护分区原则及方法，划分为矿山地质环境重点防治区（I）、矿山地质环境次重点防治区（II）两个区。

1) 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、I3），排土场（I1）、尾矿库（I2）、地面塌陷（I3），矿山地质环境重点防治区总面积 55.50hm²，占评估区总面积的 17.19%。

a 排土场（I1）

现状评估：现状未发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：排土场引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

b 尾矿库（I2）

现状评估：现状未发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：排土场引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较严重。

b 地面塌陷（包括 2 处采坑）（I3）

现状评估：现状未发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：地面塌陷引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度严重；含水层破坏对矿山地质环境的影响较严重；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻或较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

2) 次重点防治区（II）

矿山地质环境次重点防治区分为三个亚区（II1、II2），基础设施（包括 1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处炸药库、1 处平硐、1 处回风井、1 处表土堆放区）（II1）、矿区道路（II2），矿山地质环境次重点防治区总面

积 5.46hm²，占评估区总面积的 1.69%。

a 基础设施（III1）

现状评估：现状不发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：矿山开采引发地质灾害对矿山地质环境影响为较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

b 矿区道路（II2）

现状评估：现状不发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：矿山开采引发地质灾害对矿山地质环境影响为较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。

其他区域现阶段不进行矿山地质环境防治，面积为 261.96hm²，占评估区总面积的 81.12%。

表 4-17

矿山地质环境治理分区及治理措施一览表

分区级别	分区名称	编号	面积 (hm ²)	矿山地质环境影响程度	治理措施
重点防治区	排土场	I1	3.68	现状评估：现状未发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。	设置挡渣墙工程、排导渠，对地形地貌、水土环境进行监测。
	尾矿库	I2	26.87	现状评估：现状未发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较严重。	对地形地貌、水土环境进行监测。
	地面塌陷 (包括 2 处采坑)	I3	24.95	现状评估：现状未发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：地面塌陷引发地质灾害对矿山地质环境的影响程度严重；含水层破坏对矿山地质环境的影响较严重；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻或较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。	进行监测，设置警示牌、围栏，进行裂缝夯填。
次重点防治区	基础设施	II2	3.76	现状评估：现状不发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：矿山开采引发地质灾害对矿山地质环境影响为较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。	设置排导渠，对地形地貌、水土环境进行监测。
	矿区道路	II3	1.70	现状评估：现状不发育地质灾害；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。预测评估：矿山开采引发地质灾害对矿山地质环境影响为较轻；含水层破坏对矿山地质环境的影响较轻；地形地貌景观破坏对矿山地质环境的影响较严重；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。	对地形地貌、水土环境进行监测。

4.4.2 土地复垦区与复垦责任范围

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，复垦区面积为 60.96hm²（表 4-18）。

表 4-18 复垦区土地利用现状表

号	损毁时序	用地单元	位置	土地损毁方式	一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	总面积 (hm ²)
					04	草地	0404	其他草地		
1	已损毁	1#采坑	矿区内	挖损	04	草地	0404	其他草地	0.12	0.12
2		2#采坑	矿区内	挖损	04	草地	0404	其他草地	0.24	0.24
3		矿区道路	矿区内外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.46	0.78
					04	草地	0404	其他草地	0.26	
					11	水域及水利设施用地	1106	内陆滩涂	0.06	
小计										1.14
1	拟损毁	办公生活区	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.6	0.6
2		采矿工业场地	矿区内外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.5	0.5
3		选矿工业场地	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	2	2
4		排土场	矿区内外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	3.68	3.68
5		尾矿库	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	26.87	26.87
6		炸药库	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.1	0.1
7		矿区道路	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.45	0.92
					04	草地	0404	其他草地	0.43	
					11	水域及水利设施用地	1106	内陆滩涂	0.04	
8	地面塌陷区（扣除采坑重叠面积）	矿区内	塌陷	04	草地	0401	天然牧草地	9.28	24.59	
				04	草地	0404	其他草地	15.31		
9	表土堆放场	矿区外	压占	04	草地	0401	天然牧草地	0.56	0.56	
小计										59.82
合计										60.96

根据矿区规划，矿山服务年限结束后，矿区道路可保留用于当地临时通行，因此复垦责任范围包括除矿区道路之外所有复垦区面积，所以复垦区面积为 60.96hm²，复垦责任面积为 58.70hm²。

4.4.3 土地类型与权属

1、土地利用类型

复垦责任面积为 559.26hm²，为天然牧草地、其他草地（表 4-19）。

表 4-19

复垦区土地利用现状结构表

一级地类		二级地类		面积 (hm ²)	占总面积的比例 (%)
04	草地	0401	天然牧草地	43.59	73.56
04	草地	0404	其他草地	15.67	26.44
合计				59.26	100.00

2、土地权属状况

复垦区土地权属为国有土地。获得采矿许可后，经肃南裕固族自治县自然资源局批准，签订土地临时使用协议，复垦区土地均为临时用地，矿山生产结束后，土地经过企业复垦，国土、农业部门组织通过验收后，使用权收归原有权属单位。

5 矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

5.1 矿山地质环境治理可行性分析

5.1.1 技术可行性分析

1、地质灾害防治技术可行性分析

根据评估分析，区内地质灾害类型主要为采矿引发地面塌陷。地面塌陷可通过优化开采工艺、充填法开采减轻地面塌陷变形，并通过地裂缝充填消除地表视觉影响，并通过警示牌工程进行预警。该类措施简单易行，技术上可行。

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。在发生突发情况时考虑抽出-处理技术、生物修复技术、化学氧化技术等。

3、水土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。

4、监测技术可行性分析

地质灾害监测以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。

5.1.2 经济可行性分析

1、地质灾害防治经济可行性分析

针对地面塌陷，采取充填开采等预防措施，成本低，经济可行。

2、含水层防治经济可行性分析

针对含水层破坏，主要以预防、监测为主。预防措施在生产期间在原有技术措施基础上进行改进即可完成，与含水层受到破坏之后进行修复相比具有巨大的经济优势。

3、水土污染防治经济可行性分析

水土污染防治以预防控制为主，具有省时、高效、经济的优点。

4、监测措施经济可行性分析

地质灾害监测以地面塌陷变形监测及人工巡查监测为主，成本较低；含水层

监测为水质、水位、水量监测，水质监测为现场监测、水位监测采取的是自动监测，成本相对较低，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，经济可行。

根据开发利用方案，该矿山年净利润为 5756.06 万元，税后内部收益率 12.38%，投资回收期 8.2 年。根据估算，矿山地质环境保护与土地复垦总的投资估算额为 1068.53 万元。其中地质环境保护工程投资 585.34 万元，土地复垦工程投资 483.19 万元。。该资金已计入矿山生产成本，因此矿山地质环境治理与土地复垦经费有保障。

5.1.3 生态环境协调性分析

本次矿山地质环境恢复不引入新的物种，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、含水层修复、水土污染环境修复可将矿山地质环境保护目标、任务、措施和计划等落到实处，降低地质灾害危害程度，保护含水层和水土环境。使被破坏的含水层及水土环境恢复、利用生态环境的可持续发展，达到恢复生态环境保护生物多样性、协调性的目的。

5.2 矿区土地复垦可行性分析

5.2.1 复垦区土地利用现状

复垦责任面积为 58.70hm²，为天然牧草地、其他草地（表 3-20）。

5.2.2 土地复垦适宜性评价

1、适宜性评价原则

（1）最佳效益原则。在充分考虑企业承受能力的基础上，以最小的复垦投入，获取最佳的经济效益、生态效益、社会效益。

（2）尽可能恢复原土地利用类型的原则。损毁的土地尽可能恢复为原土地利用类型。

（3）因地制宜和农业用地优先的原则。在确定待复垦土地的利用方向时，应根据评价单元的自然条件、区位和破坏状况等因地制宜确定其适宜性，不能强求一致。

（4）与地区土地的总体规划、农业规划等相协调的原则。在确定待复垦土地的适宜性时，不仅要考虑被评价土地的自然条件和破坏状况、还应考虑区域性的土地利用总体规划和农业规划等，统筹考虑本地区和项目区的生产建设发展。

（5）综合分析主导因素相结合，以主导因素为主的原则。影响待复垦土地利用方向的因素很多，包括自然条件、土壤性质、原利用类型、破坏状况和社会需求

等多方面，但各因素对土地复垦利用的影响程度不同，应选择其中的主导因素作为评价的主要依据。

(6) 自然属性与社会属性相结合，以自然属性为主的原则。对于被损毁土地适宜性评价既要考虑它的自然属性如土壤、气候、地貌和破坏程度，也要考虑它的社会属性如种植习惯、业主意愿、社会需求和资金来源等。在进行适宜性评价时，应以自然属性为主确定复垦利用方向。

(7) 理论分析与实践检验相结合的原则。对项目区被破坏土地进行适宜性评价时，要根据已有资料作综合的理论分析，同时考虑项目区农业生产发展前景、科技进步以及生产和生活水平提高所带来的社会需求方面的变化，确定复垦土地的开发利用方向。

2、评价依据

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

(1) 土地复垦的相关规程和标准

包括《土地复垦方案编制规程》(TD/T 1031.1-2011)、《土地复垦质量控制标准》(TD/T 1036-2013)、地方性的复垦标准和实施办法等。

(2) 土地利用的相关法规和规划

包括土地管理的法规、项目所在地区的土地利用总体规划等。

3、评价方法

根据矿区损毁特点，被损毁土地的适宜性评价方法如下：

(1) 确定评价对象，制定适宜性标准

以破坏土地的地块作为评价单元，以破坏后的地形、土质、土层状况、复垦工程可达到的覆土厚度、结合自然条件等确立土地评价指标，根据有关评价指标，评定质量等级。

(2) 土地适宜类型、等级和面积统计

由于造成土地破坏的原因不同，因此所选择的参评因素和主导因素也不同。结合项目区内实际状况和破坏土地的预测，确定坡度、耕作层厚度、有效土层厚度、小于 2cm 砾石含量、灌排条件、保水保肥能力、非均匀沉降 7 个主要评价因子，进

行项目区基础设施占地土地复垦适宜性评价。

(3) 评价标准

根据对项目区各评价单元实地考察，参考相关技术规范的评价标准，制定处适合项目区土地适宜性评价的标准，见表 5-1。

表 5-1 项目区土地复垦适宜性评价等级标准

因素类别	宜耕地		宜园地		宜林地	宜草地
	一等	二等	一等	二等		
坡度 (°)	<3	<10	<25	<25	<40	<35
耕作层厚度 (cm)	>30	>30	>30	>20	>10	---
有效土层厚度 (cm)	>60	>60	>40	>40	>30	20-30
小于 2cm 砾石含量 (%)	<5	<20	<30	<30	---	<40
灌排条件	有保障	一般	一般	一般	---	---
保水保肥能力	非常好	较好	一般	一般	一般	---
非均匀沉降	无	轻度	轻度	中度	中度	---

4、复垦评价单元划分

本方案主要以土地利用现状图作为评价的基础图件，由于土壤类型、地貌、植被、土地利用现状等情况基本一致，考虑土地损毁程度，综合分析以生产地段和地块作为主要因素进行划分评价单元。

本方案涉及的复垦对象包括 2 处采坑、1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处排土场、1 处尾矿库、1 处炸药库、1 处平硐、1 处回风井、地面塌陷、1 处表土堆放场。评价单元划分如下：

评价单元一：2 处采坑；评价单元二：1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处排土场、1 处尾矿库、1 处炸药库、1 处表土堆放场；评价单元三：1 处平硐、1 处回风井；评价单元四：地面塌陷。

5、复垦过程

根据土地复垦适宜性评价等级标准，结合项目区实际情况，对项目区损毁土地复垦适宜性作出如下分析，4 个评价单元复垦方向均为天然牧草地和裸岩石砾地，具体见表 5-2。

表 5-2 项目区土地复垦适宜性评价结果

单元编号	单元	坡度(°)	有效土层厚度(cm)	小于 2cm 砾石含量(%)	灌排条件	保水保肥能力	非均匀沉降	适宜性评价结果
一单元	2 处采坑	<5	---	<20	---	一般	无	天然牧草地
二单元	1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处排土场、1 处尾矿库、1 处炸药库、1 处表土堆放场	<5	---	<20	---	一般	无	天然牧草地
三单元	1 处平硐、1 处回风井	<5	---	<20	---	一般	无	天然牧草地
四单元	地面塌陷	<20	---	<20	---	一般	轻度	天然牧草地、其他草地

5.2.3 水土资源平衡分析

1、土资源平衡分析

项目区各复垦单元复垦方向为天然牧草地、其他草地，地面塌陷复垦为天然牧草地、其他草地，地表植被未进行破坏，不进行表土剥离、覆土工程；表土堆放场表土未收到破坏，不进行表土剥离、覆土工程；其他区域复垦为天然牧草地的区域需覆土 30cm。

(1) 表土剥离

1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处排土场、1 处尾矿库、1 处炸药库均为新建工程，在建设之前，先进行表土剥离，剥离厚度 0.32m，共剥离土方 108000m³。

表 5-3 表土剥离计算表

序号	用地单元	面积(hm ²)	表土剥离厚度(m)	表土剥离工程量(m ³)
1	办公生活区	0.60	0.32	2100
2	采矿工业场地	0.50	0.32	1750
3	选矿工业场地	2.00	0.32	7000
4	排土场	3.68	0.32	12880
5	尾矿库	26.87	0.32	94045
6	炸药库	0.1	0.32	350
	合计			108000

(2) 表土堆放

表土堆放至尾矿库东部地形平坦处，堆放面积 0.56hm²，堆放高度 1.5-2.0m，堆

放坡度不超过 40°，未进行覆土使用时进行草籽播撒养护，防止堆土流失。

(3) 覆土

2 处采坑、1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处排土场、1 处尾矿库、1 处炸药库在均需覆土，覆土厚度 0.30m，共覆土 102330m³。

表 5-4 覆土计算表

序号	用地单元	面积 (hm ²)	覆土厚度 (m)	覆土工程量 (m ³)
1	2 处采坑	0.36	0.3	1080
2	办公生活区	0.6	0.3	1800
3	采矿工业场地	0.5	0.3	1500
4	选矿工业场地	2	0.3	6000
5	排土场	3.68	0.3	11040
6	尾矿库	26.87	0.3	80610
7	炸药库	0.1	0.3	300
	合计			102330

(3) 土资源平衡分析

根据表土剥离工程量和覆土工程量计算可得，表土剥离可满足覆土要求。

2、水资源平衡分析

项目区各复垦单元复垦方向为天然牧草地和其他草地，依靠天然降水进行自然植被恢复，无需进行水资源平衡分析。

5.2.4 土地复垦质量要求

1、土地复垦目标和任务

复垦方向为天然牧草地和其他草地，复垦责任面积为 59.26hm²，复垦面积 59.26hm²，复垦率 100%（表 5-5）。

表 5-5 土地复垦前后对比表

一级地类		二级地类		复垦前面积 (hm ²)	复垦后面积 (hm ²)	变化面积 (hm ²)	变幅 (%)
04	草地	0401	天然牧草地	43.59	43.95	+0.36	+0.61
04	草地	0404	其他草地	15.67	15.31	-0.36	-0.61
合计				59.26	59.26		

2、土地复垦质量要求

矿山开发应采取以防为主、避让与治理相结合的方针，分别对可能产生的损毁采取预防控制与复垦治理措施。矿山复垦对象为所有损毁土地，复垦方向为旱地、灌木林地。

根据本项目损毁土地的特点和当地的生态环境状况，结合《土地复垦质量控制标准》（TD1036-2013）中西北干旱区土地复垦质量控制标准，并广泛征求了当地有

关部门意见，总结矿山已复垦土地积累的经验基础上，制定了本方案的土地复垦质量要求。

对井口进行封堵，防止进一步对土地的损毁；井口挖损部分土地抗侵蚀能力、抗水土流失能力接近被挖损、被压占土地的天然状态拆除地面建（构）筑物，清理被压占土地的建筑垃圾和废石矿渣，使之与原始状态接近；土地抗侵蚀能力、抗水土流失能力接近被挖损、被压占土地的天然状态。

6 矿山地质环境治理与土地复垦工程

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》、《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》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，原则如下：

1、遵循“以人为本”的原则，确保人民生命财产安全，提高人居环境质量；

2、坚持“预防为主，防治结合”、“在保护中开发、在开发中保护”的原则，将源头控制和恢复治理的思想贯彻到矿山地质环境治理与土地复垦工程的每个环节中；

3、坚持“因地制宜，讲求实效”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程要与矿山的建设、生产相结合，根据矿山地质环境影响及土地损毁评估的结果，制定科学合理的工程技术措施；

4、坚持“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”、“技术可行，经济合理”的原则，矿山地质环境治理与土地复垦工程应按照国家制定的技术规范进行，方案要切实可行，同时注重环境恢复治理的经济效益，保持生态环境的协调统一；

5、坚持“总体部署，分期治理”的原则，根据矿山地质环境治理与土地复垦工程设计，提出矿山地质环境治理与土地复垦总体目标任务，做出矿山服务期限内的总体工作部署和实施计划，分年限分步部署落实。

6.1 矿山地质环境保护与土地复垦预防

6.1.1 目标任务

“预防为主，保护先行”，为从源头上保护矿山地质环境与土地资源，矿山在生产期间，可以采取一些合理的保护与预防措施，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。

根据矿山地质环境影响及土地损毁评估的结果，针对矿山地质环境治理分区及土地复垦责任范围，现就本矿山地质环境保护与土地复垦预防提出如下任务：

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。

6.1.2 主要技术措施

地质灾害的防治应本着“预防为主，避让与防治相结合”的原则，掌握时机，把灾害的损失减少到最低水平，保证拟建工程的安全。根据“矿山地质灾害现状评估及预测评估”的结果，在工程建设施工过程中，必须加强地质环境保护，尽量减轻人类工程对地质环境的不利影响，避免和减少会引发矿山地质灾害的行为，尽可能避免引发或加剧地质灾害。

根据现状评估和预测评估结果，矿区内存在的地质灾害类型主要为不稳定斜坡和采矿引发地面塌陷。因此，要采取必要的预防措施减少或避免地面塌陷灾害的发生。

1) 不稳定斜坡预防措施

人员、机械应远离坡脚活动，避免斜坡垮塌威胁工作人员及机械。斜坡避免坡顶加载和坡脚开挖，完善截排水系统并设置监测措施。

2) 地面塌陷预防措施

应合理预留矿柱、矿墙，按照开发利用方案设计进行开采，对采空区及时回填处理，避免或减少采空区地面塌陷和地裂缝的发生。

3、地面塌陷警示牌、围栏

在预测整个服务年限的地面塌陷区外围 3m 设立警示牌，明确地质灾害隐患区范围、危险性及注意事项，警示人们远离危险区或在区内谨慎行事，注意自身安全，防治意外发生。警示牌上用汉语文字书写内容“地面塌陷隐患区，严禁入内”。设立的警示牌采用预制水泥桩和牌（见图 6-1），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。警示牌设置间距视山坡及沟道地形条件确定，对于地下低洼起伏地段间距为 80m，开阔平坦、通视性较好的地段其间距为 200-250m。估算警示牌数量为 10 个。

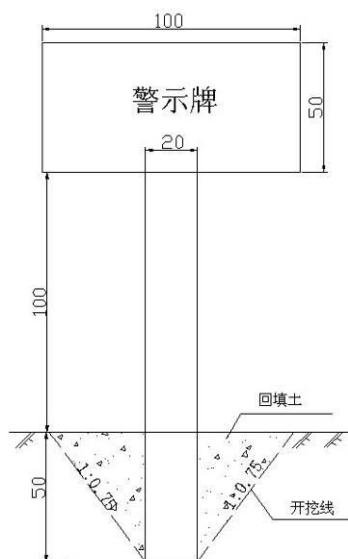


图 6-1 警示牌设计图

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，围栏长度 1975m。

2、含水层保护措施

含水层防治主要是强调含水层的自我修复能力。采矿期间主要预防防治措施为：

1) 矿山开采过程中严格按有关要求控制爆破强度，最大程度减轻对周围岩体的扰动破坏，减轻爆破震动对含水层透水性的影响，从而减轻地下水渗漏。

2) 矿坑涌水应按照设计处理，循环使用。

3) 矿区生产、生活污水采用分流制排放，生活污水经排水管道，排入设在管网末端的 SMD 型埋地式污水处理装置，达到《污水综合排放标准》(GB8978-1996) 后排放，生活废水经排水管道，排入污水处理站，达到排放标准后用于补充生产用水。

4) 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；

5) 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；

6) 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；

7) 管理措施

(1) 在人员素质和管理水平提高上下功夫，严格定期检查各种设备的制度，积极培养工作人员的责任意识，提高工作人员的技术水平。

(2) 加大环境执法力度，实施建设项目“三同时”制度，杜绝将污废水直接排放地表及支沟中，以防止受到污染的地表水入渗补给地下水而间接污染地下水水质。

(3) 一旦发生事故，立即启动应急预案和应急系统，把对地下水的影响降低到

最小程度。

8) 风险事故应急措施

无论预防工作如何周密，风险事故总是难以根本杜绝，因此，必须制定地下水风险事故应急响应预案，明确风险事故状态下应采取封闭、截流等措施，提出防止受污染地下水扩散和对受污染的地下水进行治理的具体方案。

(1) 风险应急预案

对地下水的污染，矿山企业应根据《中华人民共和国水污染防治法》编制相应的应急方案，并按照《关于印发<企业突发环境事件风险评估指南（试行）的通知》（环办[2014]34号），将地下水风险纳入单位环境风险事故评估中，防止对周围地下水环境造成污染。

(2) 成立事故应急对策指挥中心

成立由多个部门组成的事故应急对策指挥中心。负责在发生事故后进行统一指挥、协调处理好抢险工作。

(3) 建立事故应急通报网络

网络交叉点包括消防部门、环保部门、卫生部门、水利部门及公安部门等。一旦发生事故，第一时间通知上述部门协作，采取应急防护措施。并第一时间通知上游相关供水工程，做好应急准备。

(4) 应急措施

污染物质扩散影响地下水水质，而且地下水一旦遭受污染，很难恢复。一旦发生风险泄漏事故，先判定可能漏失层位，然后分析可能产生的地下水位抬升和污染物质扩散范围，再利用可能扩散范围内的已有井孔对相关层位进行地下水动态监测。如果风险事故对地下水影响较大，影响到地下水供水或其它目的，可以通过抽排地下水，将可能的污染物质抽出处理；另外，还可以通过如建造帷幕等的工程措施，隔断污染途径，辅助抽水处理，减轻甚至避免对地下水造成不利的影响。

一旦发生地下水污染事故，应立即启动应急预案，并采取相应的应急措施，包括：①查明并切断污染源；②探明地下水污染深度、范围和污染程度；③依据探明的地下水污染情况，合理布置封闭、截流措施，并对受污染水体进行抽排工

9) 地下水资源量保护措施

(1) 本区地下水资源贫乏，因此应加强节水措施，优化水资源配置，节约和保护水资源，提高水资源利用效率和效益，制定节水方案，生产废水回注率要求达到

100%，使水资源得到合理利用。

(2) 加强工业用水的计量与控制，对重点用水系统和设备配置计量水表和控制仪器，逐步完善计算机和自动监控系统，建立完善相应的统计报表，建立用水和节水计算机管理系统和数据库。

(3) 积极开展清洁生产审核机制，加强用水管理，不断研究开发新的节水减污清洁生产技术，提高水的利用率，降低耗水指标。

(4) 对矿区内地下水位、地下水开采量情况进行长期观测，总结地下水变化规律，密切关注当地地下资源环境变化状况，以便在有可能产生影响时及时采取关井、限采等保护措施。

3、地形地貌景观保护措施

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采取预防控制措施。

1) 采用充填开采，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

1) 固体废弃物严格按照设计进行处理。产生的生活垃圾，在办公生活区定点设置垃圾箱，由垃圾车统一运往当地生活垃圾填埋场进行处理，采取卫生填埋的处置方式；生活污水处理站污水净化处理产生的污泥经堆肥处置后，可用于绿化施肥。

2) 采矿排出的废水主要是坑内地下涌水、凿岩及喷雾降尘废水。此废水除浊度偏高外，受污染较轻，经水沟自流至坑口沉淀池沉淀后部分送回井下循环使用；尾矿库日常水量较少时，通过渗水管排出至下游集水池，集水池内废水回收再利用，废水返回选厂循环使用。

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。本矿山为申请延续采矿权矿山，应将土地复垦方案纳入生产建设计划，土地复垦要与矿山开采同时进行。

(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。

(3) 因地制宜，综合利用的原则

土地复垦要按照土地利用总体规划及村镇规划等，合理确定复垦土地的用途，宜农则农，宜林则林，使复垦后的土地得到综合利用。

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。施工期间临时占地应设置在工业场地内，以减少对周边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。

6.1.3 主要工程量

矿山地质灾害治理工程主要工程量见表 6-1。

表 6-1 地质灾害预防工程量一览表

序号	工程类别	单位	数量	备注
一	地面塌陷预防			
1	警示牌	个	10	
2	围栏	m	1975	

6.2 矿山地质灾害治理

6.2.1 目标任务

矿山的建设生产活动会与所处的矿山地质环境产生相互作用，导致岩土体变形以及矿区地质、水文地质、土地资源等环境发生严重变化，继而遭受、引发或加剧矿山地质灾害。因此，为防止矿山地质环境恶化，防止矿山地质灾害对地面设施及人员造成伤害，需对矿区地质灾害进行治理，消除地质灾害隐患，避免不必要的经济损失和人员伤亡。

本矿山地质灾害治理任务为：根据矿区内的自然地理条件、地质环境条件、地质灾害现状及地质灾害危险性现状评估、预测评估结果，针对矿山可能引发、加剧的地质灾害，提出必要的技术措施进行综合治理。

6.2.2 工程设计

根据地质灾害现状评估和预测评估结果，可知矿区内存在的地质灾害类型主要为不稳定斜坡和地面塌陷，因此主要采取必要的预防措施减少或避免矿山地质灾害的发生。虽然排土场前缘不稳定斜坡已进行分级放坡，但是由于坡脚未进行支挡，且未设置排水渠，所以针对排土场采取坡面设置排水渠、坡脚设置挡渣墙的方法进行治理；针对预测泥石流的影响，设置排导渠针对沟道进行排导；地面塌陷产生的可能性大，但是根据计算，地面塌陷最大最大下沉值为 0.67m，最大水平移动值为 0.43m，多形成沿塌陷区周边的裂缝，不会形成较大塌陷情况，且周边无村庄分布，不需要进行裂缝夯填处理。

6.2.3 技术措施

1、挡渣墙

针对排土场前缘，在斜坡前缘设置挡渣墙进行治理，坡脚挡渣墙长度 260m。挡渣墙为 C25 浆砌块石结构，设计高度 5.5m（其中基础埋深 2.5m），墙顶宽 0.5m，墙底宽 1.6m，胸坡比 1:0.4，背坡比 1:0.2。挡渣墙设计断面图见图 6-2。

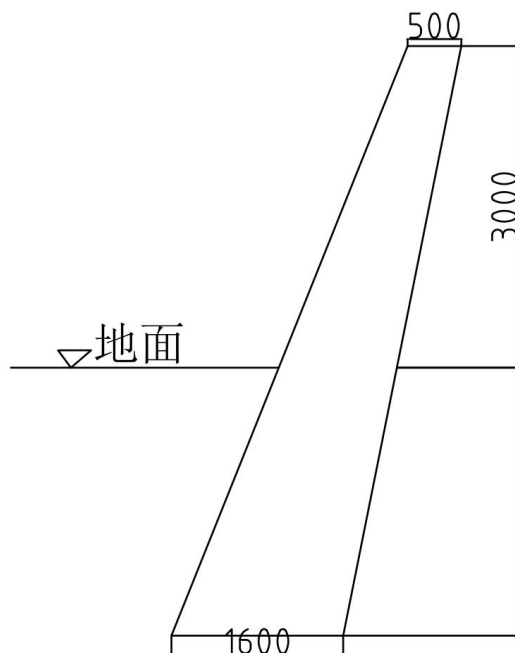


图 6-2 挡渣墙大样图

2、排水渠

排土场前缘不稳定斜坡未设计排水渠，需在坡顶、马道设置截排水渠，截排水渠长度 755m。排水渠采用梯形断面，顶宽 0.5m，底宽 0.3m，深 0.5m，壁厚 0.15m，

渠肩 0.1m，材料为 C20 混凝土（图 6-3）。

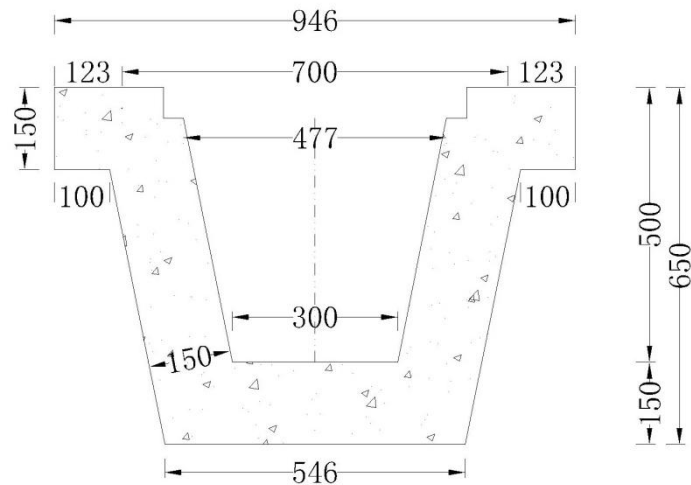


图 6-3 排水渠大样图（图中尺寸为 mm）

3、排导渠

为了避免泥石流对矿区的威胁，在矿区办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、排土场西侧修建排导渠，对沟道进行排导。排导渠采用 C20 混凝土浇筑，顶宽 0.5m，底宽 1.3m，截面高 4.0m，胸坡比 1: 0.2，基础埋深 1.5m，地面以上 2.5m。堤身设一排泄水孔，材料采用 $\phi 110$ PVC 管，高出地面 0.5m（图 6-4）。

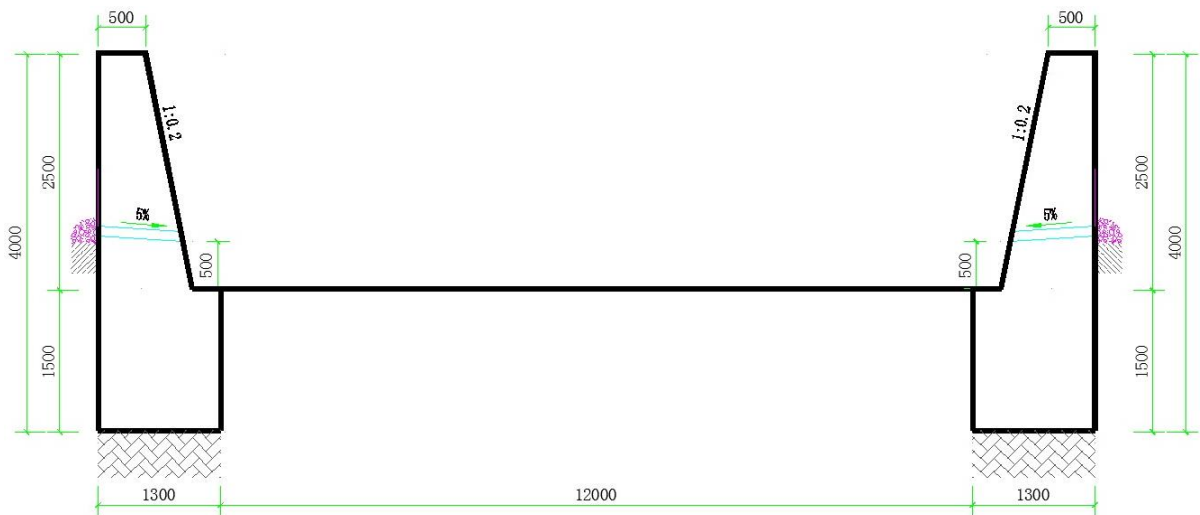


图 6-4 排导渠大样图（图中尺寸为 mm）

排导渠需修建 633m，根据统计计算，排导渠每延米工程量及总工程量见下表。

表 6-2 排导渠工程量一览表

项目名称	c20 砼 (m ³)	伸缩缝 (m ²)	砂砾石 (m ³)	PVC 管 (m)
每延米工程量	7.66	0.4	0.24	0.9
总工程量	4849	253	152	570

6.2.4 主要工程量

矿山地质灾害治理工程主要工程量见表 6-3。

表 6-3 地质灾害治理工程量一览表

序号	工程类别	单位	数量	备注
1	挡渣墙			
(1)	浆砌块石（挡渣墙）	m ³	1502	
(2)	土方开挖	m ³	1180	
(3)	土方回填	m ³	559	
(4)	砂砾石反滤层	m ³	159	
2	排水渠			
(1)	C20 混凝土	m ³	190	
(2)	土方开挖	m ³	823	
3	排导渠			
(1)	C20 混凝土	m ³	4849	
(2)	伸缩缝	m ²	253	
(3)	砂砾石	m ³	152	
(4)	PVC 管	m	570	

6.3 矿区土地复垦

6.3.1 目标任务

依据土地复垦适宜性评价结果结合当地实际，本方案复垦责任范围面积为 58.70hm²，土地复垦率为 100%。

6.3.2 工程设计

根据复垦适宜性分析结果，可知土地复垦方向为天然牧草地和其他草地。采取井口封堵、建筑物拆除、土地平整、植被复绿的方法进行复垦。

6.3.3 技术措施

1、表土剥离

基础设施建设之前，对办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、炸药库及排土场、尾矿库进行表土剥离，剥离厚度 0.32m，剥离工程量计算见水土资源平衡分析章节。

2、井口封堵

矿山共有 1 处平硐、1 处回风井，闭坑后为了安全和恢复地貌景观，需要将其全部封闭。具体施工方案如下：建议采用浆砌块石将平硐井口进行封堵，封堵厚度为 3m（图 6-4）。竖井设计井口处下挖 2m，在井口上铺盖钢筋砼预制板，后进行碎石回填压实（图 6-4）。预制板采用 C25 混凝土浇筑，为矩形，板厚 0.3m，宽 1.5m，

长 5.0m，配双层双向 $\phi 18$ 钢筋， $\phi 10$ 箍筋，箍筋间距 200mm（图 6-5）。



图 6-5 井口封闭示意图

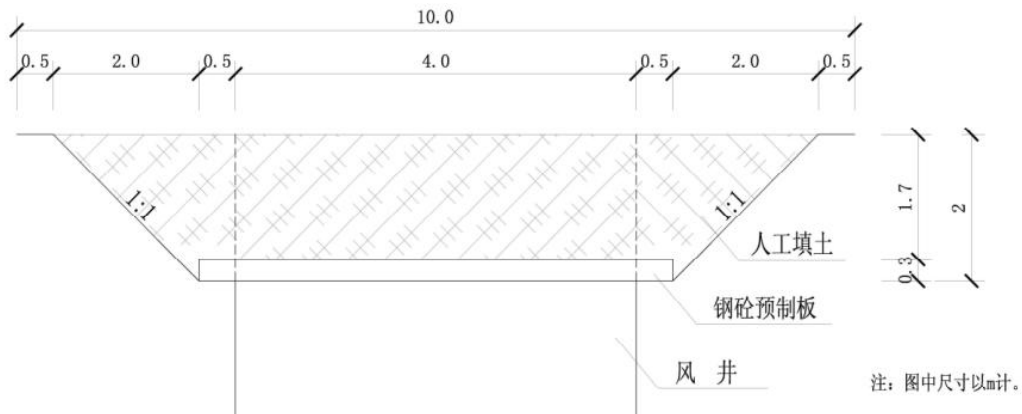


图 6-6 回风井井口封闭示意图

3、建筑物拆除

在矿山闭坑后，针对 1 处办公生活区、1 处采矿工业场地、1 处选矿工业场地、1 处炸药库拆除矿区建筑物。拆除后的建筑垃圾回填至采矿巷道内。拆除工程量为 11974m³，计算见下表。

表 6-4 建筑物拆除工程量一览表

序号	基础设施	建筑物名称	建筑规模 (m ²)	拆除厚度(m)	拆除体积 (m ³)
1	办公生活区	办公楼	4000	1.0	4000
2		食堂	300	1.0	300
3	采矿工业场地	空压电站	360	1.0	360
4		变电所	72	1.0	72
5		采矿高位水池	300 (m ³) (直径 10m×3m 高)	1.0	10
6		值班室	32	1.0	32
7		原矿堆场	无建筑		
8		破碎厂房	180	1.0	180
9		碎矿堆场	无建筑		
10	选矿工业	选矿建筑	6500	1.0	6500

序号	基础设施	建筑物名称	建筑规模 (m ²)	拆除厚度(m)	拆除体积 (m ³)
1	办公生活区	办公楼	4000	1.0	4000
2		食堂	300	1.0	300
11	场地	地面硬化	3200	0.1	320
12	炸药库	炸药库	0.02	1.0	200
		合计			11974

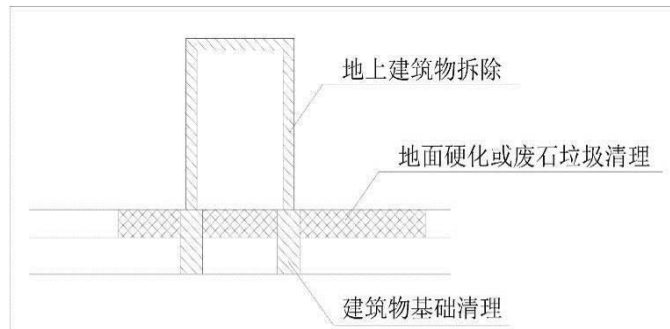


图 6-7 建筑物拆除示意图

4、土地平整

在闭坑复垦阶段，待拆除工程完毕后，对办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、炸药库及排土场、尾矿库进行平整，使平整后的地形地貌尽量与周边地形地貌相近，平整采用推土机进行推平，平整面积为 33.75hm²，平均平整厚度为 0.2m，平整土方量约为 67500m³。

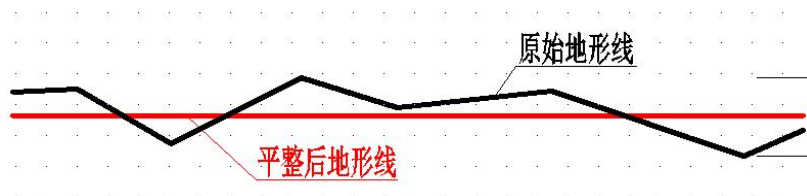


图 6-8 土地平整示意图

5、覆土

基础设施建设前，需对 2 处采坑进行覆土。建筑物拆除后，需对办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、炸药库及排土场、尾矿库进行覆土，覆土厚度 0.3m，覆土工程量计算见水土资源平衡分析章节。。

6、植草绿化

植被恢复工程分两部分，一是指表土堆放场内表土对方后进行植草，植草面积 0.56hm²；二是办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、炸药库及排土场、尾矿库土地平整结束后，将 2 处采坑、办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、炸药库及排土场、尾矿库、表土堆放场复垦为天然牧草地，植草面积 34.11hm²。复垦

的主要方式是：覆种植与当地土壤相适生的草种，以芨芨草为主，可向当地农民购买。

6.3.4 主要工程量

土地复垦工程主要工程量见表 6-6。

表 6-5 土地复垦工程量一览表

序号	工程类别	单位	数量	备注
1	表土剥离	m ³	108000	
1	浆砌块石	m ³	27	
2	C25 混凝土（回风井封堵）	m ³	0.9	
3	钢筋	t	0.85	
4	建筑物拆除	m ³	11974	
5	土地平整	m ³	67500	
	覆土	m ³	102330	
6	植草	hm ²	34.67	

6.4 含水层破坏修复

6.4.1 目标任务

矿山在开采过程中，不可避免地会对地下水含水层造成一定程度的影响。井巷揭穿基岩裂隙水，对各层含水层的穿越，影响了含水层整体结构，对含水层构成了扰动。爆破使围岩松动形成地下水新的导水通道。因此，针对矿山开采过程中可能产生的地下水污染，针对性的提出含水层破坏修复的相关措施，保护地下水资源。由于本项目尚未发生大规模的含水层破坏，因此仅提出一些工程技术措施，供发生含水层破坏时参考。

6.4.2 工程设计

1、设计原则

1) 强调水生态自我修复

统筹考虑水环境承载力和经济发展需求，充分利用生物-生态修复技术改善水体水质和水环境，发挥自然生态系统的自我修复能力。

2) 防污与治污兼顾

针对含水层水污染类型及特点，因地制宜地提出污染源头控制，防渗控制措施，风险事故应急措施，实现防污与治污的兼顾。

3) 因地制宜原则

含水层修复是一个复杂的过程，要达到预期目标，又要避免对含水层本身和周边环境的不利影响，对实施过程的准确性要求比较高。在确定修复方案之前，必须

对含水层做详细的调查研究，在此基础上制定合乎本地区具体情况和特点，合乎自然条件、适应经济发展需要的方案。

2、设计方案

通过对矿区的实地调查走访和收集的相关资料进行分析，依据地形、地貌及含水层特征，参考同类矿山含水层修复经验，经技术、经济等方面综合比较，确定矿山应在生产过程中首先进行地下水监测，后根据监测结果再制定修复方案。

6.4.3 技术措施

矿山应在生产过程中首先进行地下水监测，后根据监测结果再制定修复方案。所以此处技术措施并无针对性，不在具体提处技术措施。

6.4.4 主要工程量

根据现状评估与预测评估结果，目前，评估区含水层尚未受到严重污染，因此不需要特别计算工程量。

6.5 水土环境污染修复

6.5.1 目标任务

矿山生产过程中将产生施工垃圾、生活污染垃圾和废（污）水，包括污泥、废弃预料、施工人员的一次性餐具、饮料瓶等废物残留于土壤中，这些在土壤中难以生物降解的固体废物，影响作物生长。另外，废石场、废石临时堆放场雨水任意排放会造成土壤污染，矿坑排水不处理任意排放会造成附近土壤造成污染。污染物通过土壤，在自然降水作用下，可能通过包气带渗透至潜水层而污染包气带潜水，造成水土环境污染。针对矿山开采过程中产生的水土环境污染，采取相应的预防和修复措施，达到污染治理与生态恢复的目的。

6.5.2 工程设计

1、设计原则

1) 可行性原则：修复技术的可能性主要体现在两个方面：一是经济方面的可行性，即成本不能太高；而是效用方面的可行性，即修复后能达到预期目的，见效快。

2) 因地制宜原则：土地污染物的去除和钝化是一个复杂的过程，要达到预期目标，又要避免对土壤本身和周边环境的不利影响，对实施过程的准确性要求比较高。在确定修复方案之前，必须对土壤做详细的调查研究，在此基础上制定方案。

2、设计方案

通过对矿区实地调查走访和收集的相关资料进行分析，依据地表水，土壤样品

测试结果，参考同类矿山含水层修复实践经验，经技术、经济等方面综合比较，确定修复方案为置换法。

6.5.3 技术措施

水土环境污染修复常用技术措施有置换法、生物化学还原技术等，根据现场走访调查，本项目采取防控措施主要为地面植物绿化，采用植物修复法防止尾矿渗漏对水土环境的污染。

置换法指将被污染的软土消除，用稳定性好的土体回填并压实或夯实。该方法相对简单，操作方法简单，见效快。

6.5.4 主要工程量

根据水土环境影响评估，现状水土环境污染较轻，预测采矿活动对水土环境影响程度较轻，因此，水土污染防治以预防控制为主，修复不涉及工程量。

6.6 矿山地质环境监测

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、闭矿治理期间及后续期间。根据《矿山地质环境监测技术规程》，本项目监测级别属于三级。

6.6.1 目标任务

矿山建设及采矿活动引发地面塌陷地质灾害、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。

6.6.2 工程设计

1、地质灾害监测

针对地面塌陷进行监测，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

1) 地下水位自动监测法

采用自动高频率采集和数据传输，地下水位自动监测仪由压力传感器、温度传感器、电缆线、数据连接线、数据传输装置组成。具有成本低、效率高，不受工作环境、气候条件限制。

2) 地下水采样送检测试法

井下采取水样时需在水平面下大于 3m 处，井口采取时需抽水 10min 以上，水温、水位、水量、pH、电导率、氧化还原电位、溶解氧、浊度、Ca²⁺和 HCO₃⁻要求现场测量，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，现场密封样品，贴上水样标签。

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

土壤采样送检测试法

采集平面混合样品时，采样深度 0~20cm，将一个采样单元内各采样分点采集的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1kg 左右。采集剖面样时，剖面的规格一般为长 1.5m、宽 0.8m、深 1.2m，要求达到土壤母质层或潜水水位处，剖面要求向阳，采样要自下而上，分层采取耕作层、沉积层、风化母岩层或母质层样品，严禁混淆。采取重金属样品采用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤再取样，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品内衬塑料袋。采样的同时，由专人填写样品标签，采样记录；标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度。

6.6.3 技术措施

1、地质灾害监测

地面塌陷变形监测方法：在预测地面塌陷区埋设基岩标自动监测，设计在地面塌陷区布置监测剖面线 3 条，在监测点布置线每隔 150m 布置一个监测点，监测线长度合计 1630m，共埋设基岩标 11 个，采用水准测量对地面变形进行监测，测量仪器采用 S3 型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，观测中误差小于 25mm/km。按 6 个月监测 1 次计，15 年内共监测 330 点·次。

2、含水层监测

地下水监测点使用地下巷道涌水取水，布置 3 个监测点监测层位为基岩裂隙水，进行地下水水质和水量监测。地下水水质监测检测项目包括汞、铬、砷、铅、镉，水量监测采用人工监测，监测频率为 2 次/年，15 年内水质和水量监测共 90 点·次。

3、地形地貌景观监测

1) 监测对象、要素

(1) 地形地貌景观破坏

监测要素：植被损毁面积，监测比例尺为 1: 10000。

(2) 地形地貌景观恢复

监测要素：植被损毁面积，监测比例尺为 1: 10000。

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。遥感影像解译采用直判法、对比法、邻比法和综合判断法，监测比例尺为 1: 10000。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%。监测按 1 年 2 次计算，15 年内共监测 30 次。

4、水土环境监测

共布设土壤环境破坏监测点 5 个，监测频率：土壤重金属含量、有机污染物、土壤粒径、含水量、导电率、酸碱度、碱化度等 2 次/年，监测时长 15 年，15 年内 5 个监测点共监测 150 次。

采集平面混合样品时，采样深度 0~20cm，将一个采样单元内各采样分点采集

的土样混合均匀，采用四分法，最后留下 1kg 左右。采集剖面样时，剖面的规格一般为长 1.5m、宽 0.8m、深 1.2m，要求达到土壤母质层或潜水水位处，剖面要求向阳，采样要自下而上，分层采取耕作层、沉积层、风化母岩层或母质层样品，严禁混淆。采取重金属样品采用竹片或竹刀去除与金属采样器接触的部分土壤再取样，样品袋要求为棉布袋，潮湿样品内衬塑料袋。采样的同时，由专人填写样品标签，采样记录；标签一式两份，一份放入袋中，一份系在袋口，标签上标注采样时间、地点、样品编号、监测项目、采样深度和经纬度。

6.6.4 主要工程量

矿山地质环境监测工程主要工程量见表 6-6。

表 6-6 矿山地质环境监测工程量一览表

治理工作内容	单位	工程量
1、地质灾害监测		
地面塌陷监测	点数	330
2、含水层监测		
水质水量监测	点次	90
3、地形地貌监测	次	30
4、水土环境监测		
土壤监测	点次	150

6.7 矿区土地复垦监测和管护

6.7.1 目标任务

1、矿区土地复垦监测

为督促落实土地复垦责任，保障复垦土地能够按时、保质、保量完成，为调整土地复垦方案中复垦目标、标准、措施及计划安排提供重要依据，预防发生重大事故并减少对土地造成损毁，需进行矿区土地复垦监测。

本矿区土地复垦监测的任务为：通过开展土地损毁监测工作，对土地损毁状况、土壤质量和植被恢复效果进行动态监测、跟踪评价，及时掌握矿区土地资源损毁，保证复垦后土壤质量、植被效果达到土地复垦质量要求，为提出改善土地质量的建议和措施提供依据。

2、矿区土地复垦管护

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

本矿区土地复垦管护的任务为：通过实施管护工程，包括复垦土地植被管护等，

对复垦后的草地进行补种，病虫害防治，保证植被恢复效果。植被管护时间应根据区域自然条件及植被类型确定，管护年限3年。

6.7.2 措施和内容

因该地区的土地复垦工作对周边地区的生态环境有着重要意义，同时土地复垦过程中的监测非常重要，主要为损毁土地监测及复垦效果监测。以此来验证、完善土地损毁预测与复垦措施，从而保证复垦目标的实现。

1、土地损毁监测设计

实际工程建设过程中可能与开发利用方案有出入，从而造成预测结果、复垦措施与实际情况有较大出入。因此，本项目必须做好土地损毁监测。主要采取人工巡查的方式进行，共设置监测点5处，监测频率为每6个月1次，土地损毁监测期限为15年，要求记录准确可靠，及时整理、提交并与预测结果对比。

2、复垦效果监测设计

监测内容：监测内容主要为植物长势、高度、覆盖度等。监测点布设范围：主要布置在拟复垦地区，共5个。监测频率为每六个月1次，监测期限为3年，要求记录准确可靠，及时整理、提交并与预测结果对比。

3、复垦管护工程设计

由于采矿活动对当地环境造成一定干扰，为了使复垦后的土地资源得到快速恢复，有必要对复垦草地土地植被加以管护，管护面积为34.67hm²，管护期为3年，管护工程量为104.01hm²·年。

土地复垦监测和管护工程量见下表。

表 6-7 土地复垦监测和管护工程量一览表

治理工作内容	单位	工程量
1、土地损毁监测	点数	150
2、复垦效果监测	点数	30
3、草地地管护	hm ² ·年	104.01

7 矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

7.1 总体工作部署

由于矿山服务年限为 15 年,矿山地质环境治理分为近期、中期,近期为 2023-2027 年,中期为 2028-2037 年;土地复垦分为近期、中期、远期,近期为 2023-2027 年,中期为 2028-2037 年,远期为 2038-2040 年。治理工作和复垦工作细化至每年工作量。

7.2 阶段实施计划

1、矿山地质环境治理

2023 年完成挡渣墙、排导渠、警示牌、围栏等工程并进行各项监测工程;2024 年-2037 年进行各项监测工程;2037 年完成排水渠等工程并进行各项监测工程。

分期	年度	挡渣墙				排水渠		警示牌	围栏	排导渠				地面塌陷监测	水质水量监测	地形地貌监测	土壤监测
		浆砌块石	土方开挖	土方回填	砂砾石	C20混凝土	土方开挖			C20混凝土	伸缩缝	砂砾石	PVC管				
		m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³			m ³	m ²	m ³	m				
近期	2023	1502	1180	559	159			10	1975	4849	253	152	570	22	6	2	10
	2024													22	6	2	10
	2025													22	6	2	10
	2026													22	6	2	10
	2027													22	6	2	10
中期	2028													22	6	2	10
	2029													22	6	2	10
	2030													22	6	2	10
	2031													22	6	2	10
	2032													22	6	2	10
	2033													22	6	2	10
	2034													22	6	2	10
	2035													22	6	2	10
	2036													22	6	2	10
2037					190	823							22	6	2	10	
合计		1502	1180	559	159	190	823	10	1975	4849	253	152	570	330	90	30	150

表 7-1

矿山地质环境治理工程建筑工程量表

3、土地复垦

2023 年完成表土剥离、2 处采坑覆土植被绿化工程、表土堆放场植被绿化工程；2024-2036 年进行表土堆放场草地养护工程和各项监测工程；2037 年完成建筑物拆除、土地平整、井口封堵、覆土、植草等工程并进行各项监测工程；2038 年-2040 年进行管护和复垦效果监测工程。

表 7-2 土地复垦工程建筑工程量表

分期	年度	表土剥离	浆砌块石	C25 混凝土	钢筋	建筑物拆除	土地平整	覆土	植草	土地损毁监测	复垦效果监测	管护
		m ³	m ³	m ³	t	m ³	m ³	m ³	hm ²	点次	点次	hm ² /年
近期	2023	108000						1080	0.92	10		
	2024									10		0.92
	2025									10		0.92
	2026									10		0.92
	2027									10		
中期	2028									10		
	2029									10		
	2030									10		
	2031									10		
	2032									10		
	2033									10		
	2034									10		
	2035									10		
	2036									10		
	2037		27	0.9	0.85	11974	67500	101250	33.75	10		
远期	2038										10	33.75
	2039										10	33.75
	2040										10	33.75
合计		108000	27	0.9	0.85	11974	67500	102330	34.67	150	30	104.01

8 经费估算与进度安排

矿山地质环境治理工程投资主要包括建筑工程费、其他费用、基本预备费三部分，其中其他费用包括建设管理费、勘察设计费、其他费用三部分。

土地复垦工程投资主要包括建筑工程费、其他费用、监测管护费、预备费四部分，其中其他费用包括前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费、竣工验收费、业主管理费五部分。

8.1 矿山地质环境治理工程经费估算

8.1.1 经费估算依据

估算主要依据资料：

- 1、《兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》；
- 2、《甘肃省地质环境项目投资编制方法》甘国土资环发【2018】105号文件；
- 3、《公路工程营业税改征增值税计价依据调整方案》甘交规划【2016】173号文件；
- 4、《甘肃省水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》甘水规计发【2016】260号文件；
- 5、《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；
- 6、《关于调整增值税税率的通知》财税【2018】32号文件；
- 7、《甘肃省人民政府关于印发甘肃省征地补偿区片综合价及甘肃省征地补偿统一年产值标准的通知》甘政发【2017】17号文件。
- 8、《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（甘肃省水利厅 2013 版）；
- 9、《甘肃省水利水电建筑工程施工机械台时费定额》（甘肃省水利厅 2013 版）。

8.1.2 投资估算

1、人工预算单价

（1）计算依据：

人工预算单价（元/工日）=基本工资+辅助工资+工资附加费；

人工预算单价（元/工时）=人工预算单价（元/工日）÷8（工时/工日）。

(3) 地区等级为四类地区，人工预算单价如下：

表 8-1 人工单价（工长）计算表

地区类别		四类地区	定额人工等级	工长
序号	项目	计算式	单位	单价
1	基本工资	695 元/月×12 月÷234 天	元/工日	35.64
2	辅助工资		元/工日	9.66
(1).	施工津贴	4 元/天×365 天×95%÷234 天	元/工日	5.93
(2).	高原补贴	25 元/月×12 月÷234 天	元/工日	1.28
(3).	夜餐津贴	(3.5+4.5)/2×20%	元/工日	0.80
(4).	节假日加班津贴	31.54×11 天×3 倍÷250 天×35%	元/工日	1.65
3	工资附加费		元/工日	24.10
(1).	职工福利基金	(35.64+9.66)×14%	元/工日	6.34
(2).	工会经费	(35.64+9.66)×2%	元/工日	0.91
(3).	养老保险费	(35.64+9.66)×20%	元/工日	9.06
(4).	医疗保险费	(35.64+9.66)×7.2%	元/工日	3.26
(5).	工伤保险费	(35.64+9.66)×1%	元/工日	0.45
(6).	失业保险基金	(35.64+9.66)×2%	元/工日	0.91
(7).	住房公积金	(35.64+9.66)×7%	元/工日	3.17
4	1、2、3 项之和		元/工日	69.40
5	人工预算单价		元/工时	8.67

表 8-2 人工单价（高级工）计算表

地区类别		四类地区	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	645 元/月×12 月÷234 天	元/工日	33.08
2	辅助工资		元/工日	9.54
(1).	施工津贴	4 元/天×365 天×95%÷234 天	元/工日	5.93
(2).	高原补贴	25 元/月×12 月÷234 天	元/工日	1.28
(3).	夜餐津贴	(3.5+4.5)/2×20%	元/工日	0.80
(4).	节假日加班津贴	29.23×11 天×3 倍÷250 天×35%	元/工日	1.53
3	工资附加费		元/工日	22.67
(1).	职工福利基金	(33.08+9.54)×14%	元/工日	5.97
(2).	工会经费	(33.08+9.54)×2%	元/工日	0.85
(3).	养老保险费	(33.08+9.54)×20%	元/工日	8.52
(4).	医疗保险费	(33.08+9.54)×7.2%	元/工日	3.07
(5).	工伤保险费	(33.08+9.54)×1%	元/工日	0.43
(6).	失业保险基金	(33.08+9.54)×2%	元/工日	0.85
(7).	住房公积金	(33.08+9.54)×7%	元/工日	2.98
4	1、2、3 项之和		元/工日	65.29
5	人工预算单价		元/工时	8.16

表 8-3 人工单价（中级工）计算表

地区类别		四类地区	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	515 元/月×12 月÷234 天	元/工日	26.41
2	辅助工资		元/工日	9.23
(1).	施工津贴	4 元/天×365 天×95%÷234 天	元/工日	5.93
(2).	高原补贴	25 元/月×12 月÷234 天	元/工日	1.28
(3).	夜餐津贴	(3.5+4.5)/2×20%	元/工日	0.80
(4).	节假日加班津贴	23.33×11 天×3 倍÷250 天×35%	元/工日	1.22
3	工资附加费		元/工日	18.96
(1).	职工福利基金	(26.41+9.23)×14%	元/工日	4.99
(2).	工会经费	(26.41+9.23)×2%	元/工日	0.71
(3).	养老保险费	(26.41+9.23)×20%	元/工日	7.13
(4).	医疗保险费	(26.41+9.23)×7.2%	元/工日	2.57
(5).	工伤保险费	(26.41+9.23)×1%	元/工日	0.36
(6).	失业保险基金	(26.41+9.23)×2%	元/工日	0.71
(7).	住房公积金	(26.41+9.23)×7%	元/工日	2.49
4	1、2、3 项之和		元/工日	54.60
5	人工预算单价		元/工时	6.83

表 8-4 人工单价（初级工）计算表

地区类别		四类地区	定额人工等级	初级工
序号	项目	计算式	单位	单价
1	基本工资	360 元/月×12 月÷234 天	元/工日	18.46
2	辅助工资		元/工日	8.86
(1).	施工津贴	4 元/天×365 天×95%÷234 天	元/工日	5.93
(2).	高原补贴	25 元/月×12 月÷234 天	元/工日	1.28
(3).	夜餐津贴	(3.5+4.5)/2×20%	元/工日	0.80
(4).	节假日加班津贴	16.41×11 天×3 倍÷250 天×35%	元/工日	0.85
3	工资附加费		元/工日	14.54
(1).	职工福利基金	(18.46+8.86)×14%	元/工日	3.83
(2).	工会经费	(18.46+8.86)×2%	元/工日	0.55
(3).	养老保险费	(18.46+8.86)×20%	元/工日	5.46
(4).	医疗保险费	(18.46+8.86)×7.2%	元/工日	1.97
(5).	工伤保险费	(18.46+8.86)×1%	元/工日	0.27
(6).	失业保险基金	(18.46+8.86)×2%	元/工日	0.55
(7).	住房公积金	(18.46+8.86)×7%	元/工日	1.91
4	1、2、3 项之和		元/工日	41.86
5	人工预算单价		元/工时	5.23

2、材料预算单价

(1) 计算依据：

材料预算单价=(材料出厂或市场价+运杂费)×(1+采购保管费率)，采购保管费率2.75%；

砂石料工地预算单价=购买原价+运杂费（按吨公里计价）；

运杂费=（运距×吨公里运价×毛重系数+装卸费）。

（2）本工程建筑材料主要为水泥、砂子等，砂石料在肃南县石料场购买，水泥从肃南县购买，材料运距及原价见附表8-5。

3、施工机械台时费

施工机械台时费根据《甘肃省水利水电建筑工程施工机械台时费定额》（甘肃省水利厅2013版）及《甘肃省水利工程营业税改征增值税计价依据调整办法》甘水规计发【2016】260号文件计算。

施工机械台时费一类费用中的折旧费除以1.15调整系数、修理及替换设备费除以1.11调整系数，安装拆卸费不作调整。

4、各项费用的标准及计算依据

（1）建筑工程费

a 费率

依据《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号文件计取费率：

措施费：取直接工程费的4.0%；

间接费：取人工费的(一般土方工程取13%，一般石方及砂石备料工程取16%，混凝土工程取60%，钻孔灌浆工程取45%，其他工程取39%)；

利润：取直接费与间接费之和的7%；

依据《关于调整增值税税率的通知》财税【2018】32号文件：

税金：取直接费、间接费和利润之和的10%。

扩大费：取直接费、间接费、利润和税金之和的10%。

b 建筑工程单价计算方法如下：

表 8-7 建筑工程单价计算表

序号	费用项目	计算方法
1	直接费	直接工程费+措施费
(1)	直接工程费	人工费+材料费+机械费
(2)	措施费	直接工程费*措施费费率之和
2	间接费	人工费*间接费率
3	利润	(直接费+间接费)×利润率
4	税金	(直接费+间接费+利润)×税率
5	扩大费	(直接费+间接费+利润+税金)×扩大系数
6	单价合计	直接费+间接费+利润+税金+扩大费

(2) 其他费用

依据《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号文件：

本项目其他费用包括建设管理费、工程勘查设计费，其中：

a 建设管理费

建设单位管理费：占建安工程费的2%；

b 工程勘查设计费

工程勘查设计费：按《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号文件及国家计委、建设部关于发布《工程勘察设计收费管理规定》的通知，计价格【2002】10号文件计取。

(3) 预备费

依据《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号文件：

a 基本预备费：按建筑、安装工程费、临时工程费、设备购置费、其它费用之和的10%计算；

b 价差预备费：在上级未通知物价上涨指数前不计算价差预备费。

表 8-5

矿山地质环境治理工程材料预算价格表

序号	材料名称及规格	单位	吨公里 运费 (元)	原价依据	单位 毛重 系数 (T)	每吨运输费						材料价格					
						起点	终点	运输工具	运距 (km)	运费	装卸费	运杂费	原价	运输费总计	运到工地 仓库价	采购保管费 2.75%	合计
1	砂子	m ³	0.43	市场除税价	1.60	肃南县	施工现场	汽车	20	16.96	3.15	20.11	63.16	20.11	83.27		83.27
2	碎石	m ³	0.43	市场除税价	1.65	肃南县	施工现场	汽车	20	17.49	3.15	20.64	63.16	20.64	83.80		83.80
3	砾石	m ³	0.43	市场除税价	1.65	肃南县	施工现场	汽车	20	17.49	3.15	20.64	46.64	20.64	67.28		67.28
4	块石	m ³	0.48	市场除税价	1.70	肃南县	施工现场	汽车	20	19.72	7.65	27.37	63.16	27.37	90.53		90.53
5	鹅卵石	m ³	0.48	市场除税价	1.70	肃南县	施工现场	汽车	20	19.72	7.65	27.37	87.46	27.37	114.83		114.83
6	32.5 级水泥	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	452.41	19.25	471.66	12.97	484.63
7	型钢	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	4157.00	19.25	4176.25	114.85	4291.10
8	钢筋	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	4057.00	19.25	4076.25	112.10	4188.35
9	钢板	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	4430.00	19.25	4449.25	122.35	4571.60
10	电焊条	kg		市场除税价		肃南县	施工现场	汽车	20				5.65	0.00	5.65	0.16	5.81
11	铁丝	kg		市场除税价		肃南县	施工现场	汽车	20				7.20	0.00	7.20	0.20	7.40
12	白灰	t		市场除税价		肃南县	施工现场	汽车	20				439.76	0.00	439.76	12.09	451.85
13	圆木	m ³	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	1907.76	19.25	1927.01	52.99	1980.00
14	板方材	m ³	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	1794.00	19.25	1813.25	49.86	1863.11
15	锯材	m ³	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	2000.00	19.25	2019.25	55.53	2074.78
16	木柴	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	165.66	19.25	184.91	5.09	190.00
17	沥青	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	6117.78	19.25	6137.03	168.77	6305.80
18	煤沥青	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	5820.17	19.25	5839.42	160.58	6000.00
19	青丝	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	2705.81	19.25	2725.06	74.94	2800.00
20	麻絮	m ³	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60		11.60	1448.25	11.60	1459.85	40.15	1500.00
21	铅丝	kg		市场除税价		肃南县	施工现场	汽车	20				8.56	0.00	8.56	0.24	8.80
22	铁钉	kg		市场除税价		肃南县	施工现场	汽车	20				7.90	0.00	7.90	0.22	8.12
23	预埋铁件	kg		市场除税价		肃南县	施工现场	汽车	20				7.90	0.00	7.90	0.22	8.12
24	钢绞线	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	5820.17	19.25	5839.42	160.58	6000.00
25	钢管	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	4110.00	19.25	4129.25	113.55	4242.80
26	卡扣件	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	6112.14	19.25	6131.39	168.61	6300.00
27	钢模板	t	0.48	市场除税价	1.00	肃南县	施工现场	汽车	20	11.60	7.65	19.25	5722.84	19.25	5742.09	157.91	5900.00
28	钢钎	kg		市场除税价		肃南县	施工现场	汽车	20				6.50	0.00	6.50		6.50
29	汽油	t	0.56	市场除税价	1.30	肃南县	施工现场	汽车	20	17.16	10.81	27.97	7882.76	27.97	7910.73		7910.73
30	柴油	t	0.56	市场除税价	1.15	肃南县	施工现场	汽车	20	15.18	10.81	25.99	7450.30	25.99	7476.29		7476.29

表 8-6

矿山地质环境治理工程机械台时费表

序号	机械名称及规格	台时费合计	第一类费用	一类费用			二 类 费 用														其他		
				折旧费	修理及 替换设 备费	安装拆 卸费	小计	工资（工时）		风（m³）		水（m³）		电（kw.h）		汽油（kg）		柴油（kg）		煤（kg）			
								单价		单价		单价		单价		单价		单价		单价			
								数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量		金额	数量
1	搅拌机 0.4m³	50.21	8.88	2.91	4.90	1.07	41.33	1.30	6.83					8.60	3.77								
2	振捣器 2.2KW	8.60	2.18	0.48	1.71		6.42							1.70	3.77								
3	胶轮车	0.82	0.82	0.23	0.59		0.00																
4	拌合楼 4×1.5	841.08	295.56	229.48	66.08		545.52	11.70	6.83					123.40	3.77								
5	变频机组 4.5kw	21.41	5.56	1.17	4.39		15.85							4.20	3.77								
6	钢筋切割机 10KW	43.54	2.22	0.79	1.21	0.22	41.33	1.30	6.83					8.60	3.77								
7	钢筋调直机 4-14KW	40.37	4.32	1.42	2.47	0.44	36.04	1.30	6.83					7.20	3.77								
8	电焊机 30KVA	114.93	1.73	0.91	0.62	0.19	113.21							30.00	3.77								
9	对焊机 150 型	322.22	4.60	1.50	2.35	0.76	317.62	1.30	6.83	8.10	0.21	3.20	1.50	80.10	3.77								
10	蛙式打夯机 2.8KW	24.16	1.08	0.15	0.93		23.08	2.00	6.83					2.50	3.77								
11	风砂水枪	48.34	0.60	0.21	0.39		47.74			202.50	0.21	4.10	1.50										
12	钢筋弯曲机 6-40mm	33.55	2.04	0.47	1.33	0.24	31.51	1.30	6.83					6.00	3.77								
13	型钢剪断机 13KW	60.46	13.47	7.65	4.49	1.33	46.99	1.30	6.83					10.10	3.77								
14	载重汽车 5t	82.67	16.84	6.88	9.96		65.83	1.30	6.83							7.20	7.91						
15	载重汽车 10t	113.05	37.64	18.54	19.10		75.41	1.30	6.83									8.90	7.48				
16	装载机 1m³	101.61	19.47	11.64	7.83		82.14	1.30	6.83									9.80	7.48				
17	推土机 59KW	101.17	21.99	9.56	11.94	0.49	79.18	2.40	6.83									8.40	7.48				
18	推土机 74KW	134.23	38.60	16.81	20.93	0.86	95.63	2.40	6.83									10.60	7.48				

8.1.3 估算结果

经详细分析估算，矿山地质环境治理工程总投资为 585.34 万元，其中建筑工程费 465.55 万元，其他费用 66.57 万元，基本预备费 53.21 万元。工程总投资详细估算及单价见下表。

表 8-8 矿山地质环境治理费用总估算表 单位：万元

编号	工程和费用名称	费用构成					占建安工程投资%
		建筑工程	设备购置	安装工程	其他费用	合计	
一	建筑工程	465.55				465.55	87.49%
二	临时工程	0.00				0.00	0.00%
四	其他费用				66.57	66.57	12.51%
1	建设管理费				29.33	29.33	
2	勘查设计费				37.24	37.24	
五	基本预备费				53.21	53.21	一~三部分合计的 10%
工程总估算价		465.55			119.79	585.34	

表 8-9 矿山地质环境治理工程治理费用总估算表 单位：万元

序号	工程和费用名称	单位	数量	预算金额（万元）		备注
				单价	合价	
第一部分：建筑工程					465.55	
一	挡渣墙				67.18	
1	浆砌块石	m ³	1502.00	418.38	62.84	
2	土方开挖	m ³	1180.00	6.61	0.78	
3	土方回填	m ³	559.00	19.62	1.10	
4	砂砾石反滤料	m ³	159.00	155.15	2.47	
二	排水渠				13.77	
1	C25 混凝土	m ³	190.00	696.35	13.23	
2	土方开挖	m ³	823.00	6.61	0.54	
三	排导渠				348.37	
1	C20 混凝土		4849.00	696.35	337.66	
2	伸缩缝		253.00	225.16	5.70	
3	砂砾石		152.00	155.15	2.36	
4	PVC 管		570.00	46.55	2.65	
四	其他				6.23	
1	警示牌	个	10.00	300.00	0.30	市场价
2	围栏	m	1975.00	30.00	5.93	市场价
五	矿山地质环境监测				30.00	
1	地面塌陷监测	点数	330.00	500.00	16.50	市场价
2	水质水量监测	点次	90.00	500.00	4.50	市场价
3	地形地貌监测	次	30.00	500.00	1.50	市场价
4	土壤监测	点次	150.00	500.00	7.50	市场价

表 8-10 矿山地质环境治理工程建筑工程年度估算表

分期	年度	挡渣墙				排水渠		警示牌	围栏	排导渠				地面塌陷监测	水质水量监测	地形地貌监测	土壤监测	合计 (万元)
		浆砌块石	土方开挖	土方回填	砂砾石	C20混凝土	土方开挖			C20混凝土	伸缩缝	砂砾石	PVC管					
	单位	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	m ³	个	m	m ³	m ²	m ³	m	点次	点次	次	点次	
	单价(元)	418.38	6.61	19.62	155.15	696.35	6.61	300.00	30.00	696.35	225.16	155.15	46.55	500.00	500.00	500.00	500.00	
近期	2023	1502.00	1180.00	559.00	159.00			10.00	1975.00	4849.00	253.00	152.00	570.00	22.00	6.00	2.00	10.00	
	小计	62.84	0.78	1.10	2.47			0.30	5.93	337.66	5.70	2.36	2.65	1.10	0.30	0.10	0.50	423.78
	2024													22.00	6.00	2.00	10.00	
	小计													1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
	2025													22.00	6.00	2.00	10.00	
	小计													1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
	2026													22.00	6.00	2.00	10.00	
	小计													1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
	2027													22.00	6.00	2.00	10.00	
	小计													1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
	合计	62.84	0.78	1.10	2.47			0.30	5.93	337.66	5.70	2.36	2.65	5.50	1.50	0.50	2.50	431.78
中期	2028													22.00	6.00	2.00	10.00	
	小计													1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
	2029													22.00	6.00	2.00	10.00	
	小计													1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
	2030													22.00	6.00	2.00	10.00	
	小计													1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
	2031													22.00	6.00	2.00	10.00	
	小计													1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
	2032													22.00	6.00	2.00	10.00	
	小计													1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
	2033													22.00	6.00	2.00	10.00	

小计														1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
2034														22.00	6.00	2.00	10.00	
小计														1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
2035														22.00	6.00	2.00	10.00	
小计														1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
2036														22.00	6.00	2.00	10.00	
小计														1.10	0.30	0.10	0.50	2.00
2037					190.00	823.00								22.00	6.00	2.00	10.00	
小计					13.23	0.54								1.10	0.30	0.10	0.50	15.77
合计					13.23	0.54								11.00	3.00	1.00	5.00	33.77
合计	62.84	0.78	1.10	2.47	13.23	0.54	0.30	5.93	337.66	5.70	2.36	2.65	16.50	4.50	1.50	7.50	465.55	

表 8-11 矿山地质环境治理工程单价计算表（浆砌块石）

工程项目：M10 浆砌块石					单位：100m ³	
定额编号：30035						
工作内容：拆搭跳板，选料、洗石、找平、砌筑，拌制砂浆、勾缝、养护，场内石料运输。						
序号	费用名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）	备 注
一	直接费	元			29782.15	
(一)	直接工程费	元			28363.95	
1	人工费	元			9414.46	
1)	工长	工时	19.15	8.67	166.11	
2)	中级工	工时	618.99	6.83	4224.60	
3)	初级工	工时	960.10	5.23	5023.74	
2	材料费	元			18329.30	
1)	块石	m ³	108.00	90.53	9777.24	
2)	砂浆	m ³	35.30	239.68	8460.87	
3)	其他材料费	%		0.50	91.19	
3	机械费	元			620.19	
1)	灰浆搅拌机	台时	11.49	35.62	409.14	
2)	胶轮车	台时	258.25	0.82	211.05	
(二)	措施费	元			1418.20	直接工程费的 5%
二	间接费	元			2829.30	直接费的 9.5%
小 计		元			32611.45	一+二
三	利润	元			2282.80	(一+二) *7%
四	税金	元			3140.48	(一+二+三) *9%
单价合计		元			38034.74	一+二+三+四
五	扩大 10%费用	元			3803.47	(一+二+三+四) *10%
单价合计（扩大 10%）		元			41838.21	一+二+三+四+五

表 8-12 矿山地质环境治理工程单价计算表（土方开挖）

工程项目：1m ³ 挖掘机挖IV类土					单位：100m ³	
定额编号：10392						
工作内容：挖、装、运、卸、空回等。						
序号	费用名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）	备 注
一	直接费	元			477.15	
(一)	直接工程费	元			454.43	
1	人工费	元			33.88	
1)	初级工	工时	6.48	5.23	33.88	
2	零星材料费	%		5.00	21.64	
3	机械费	元			398.91	
1)	挖掘机 1m ³	台时	2.23	178.72	398.91	
(二)	措施费	元			22.72	直接工程费的 5%
二	间接费	元			33.40	直接费的 7%
小 计		元			510.55	一+二
三	利润	元			35.74	(一+二) *7%
四	税金	元			54.63	(一+二+三) *9%
单价合计		元			600.92	一+二+三+四
五	扩大 10%费用	元			60.09	(一+二+三+四) *10%
单价合计（扩大 10%）		元			661.01	一+二+三+四+五

8-13 矿山地质环境治理工程单价计算表（土方回填）

工程项目：土方回填					计算单位：100m ³	
定额编号：10765						
工作内容：5m 以内取土、回填、洒水、夯实。						
序号	费用名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）	备注
一	直接费	元			1361.08	
(一)	直接工程费	元			1296.26	
1	人工费	元			1294.33	
1)	初级工	工时	247.36	5.23	1294.33	
2	材料费	元			1.93	
1)	水	m ³	1.26	1.50	1.90	
2)	其他材料费	%		2.00	0.04	
(二)	措施费	元			64.81	直接工程费的 5%
二	间接费	元			168.26	人工费的 13%
小 计		元			1529.34	一+二
三	利润	元			107.05	(一+二) *7%
四	税金	元			147.28	(一+二+三) *9%
单价合计		元			1783.67	一+二+三+四
五	扩大 10%费用	元			178.37	(一+二+三+四) *10%
单价合计		元			1962.04	一+二+三+四+五

表 8-14 矿山地质环境治理工程单价计算表（砂砾石反滤料）

工程项目：砂砾石反滤料					计算单位：100m ³	
定额编号：30007						
工作内容：修坡、铺填、整平、压实。						
序号	费用名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）	备注
一	直接费	元			11759.37	
(一)	直接工程费	元			11199.40	
1	人工费	元			2567.84	
1)	工长	工时	9.29	8.67	80.56	
2)	初级工	工时	475.35	5.23	2487.28	
2	材料费	元			8631.55	
1)	砾（碎）石	m ³	20.60	83.80	1726.28	
2)	砂	m ³	81.90	83.27	6819.81	
3)	其他材料费	%		1.00	85.46	
(二)	措施费	元			559.97	直接工程费的 5%
二	间接费	元			333.82	人工费的 16%
小 计		元			12093.18	一+二
三	利润	元			846.52	(一+二) *7%
四	税金	元			1164.57	(一+二+三) *9%
单价合计		元			14104.28	一+二+三+四
五	扩大 10%费用	元			1410.43	(一+二+三+四) *10%
单价合计（扩大 10%）		元			15514.71	一+二+三+四+五

表 8-15 矿山地质环境治理工程单价计算表 (C20 混凝土)

工程项目: C20 混凝土浇筑						单位: 100m ³
定额编号: 40136						
工作内容: 模板制作、安装、拆除, 混凝土搅拌、浇筑、养护, 场内材料运输及清理场地等。						
序号	费用名称	单位	数量	单价 (元)	合价 (元)	备注
一	直接费	元			47750.09	
(一)	直接工程费	元			45476.28	
1	人工费	元			10879.82	
1)	工长	工时	47.83	8.67	414.85	
2)	高级工	工时	76.51	8.16	624.39	
3)	中级工	工时	832.05	6.83	5678.76	
4)	初级工	工时	795.38	5.23	4161.82	
2	材料费	元			29055.45	
1)	锯材	m ³	0.36	2074.78	746.92	
2)	组合钢模板及卡扣件	kg	167.40	6.30	1054.62	
3)	型钢	kg	49.10	4.29	210.69	
4)	铁件	kg	1.50	8.12	12.18	
5)	预埋铁件	kg	76.60	8.12	621.78	
6)	电焊条	kg	9.52	5.81	55.27	
7)	铁钉	kg	0.68	8.12	5.52	
8)	C20 混凝土	m ³	103.00	248.96	25643.32	
9)	水	m ³	90.00	1.50	135.44	
10)	其他材料费	%		2.00	569.71	
3	机械费	元			5541.00	
1)	载重汽车 5t	台时	3.72	82.67	307.53	
2)	电焊条 30kVA	台时	4.65	114.93	534.44	
3)	搅拌机 0.4m ³	台时	39.06	50.21	1961.06	
4)	振捣器 2.2KW	台时	86.49	8.60	743.77	
5)	风水枪	台时	36.27	48.34	1753.30	
6)	胶轮车	台时	161.82	0.82	132.25	
7)	其他机械费	%		2.00	108.65	
(二)	措施费	元			2273.81	直接工程费的 5%
二	间接费	元			6527.89	人工费的 60%
	小计	元			54277.98	一+二
三	利润	元			3799.46	(一+二)*7%
四	税金	元			5226.97	(一+二+三)*9%
	单价合计	元			63304.41	一+二+三+四
五	扩大 10%费用	元			6330.44	(一+二+三+四)*10%
	单价合计	元			69634.86	一+二+三+四+五

表 8-16 矿山地质环境治理工程单价计算表（伸缩缝）

工程名称：沥青麻丝伸缩缝						计算单位：100m ²
定额编号：40494						
工作内容：清洗、融化、浸刷塞缝、涂烧沥青。						
序号	费用名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）	备 注
一	直接费	元			15713.32	
(一)	直接工程费	元			14965.07	
1	人工费	元			3062.32	
1)	工长	工时	15.31	8.67	132.83	
2)	高级工	工时	24.50	8.16	199.94	
3)	中级工	工时	266.44	6.83	1818.44	
4)	初级工	工时	174.13	5.23	911.11	
2	材料费	元			11902.75	
1)	沥青	kg	870.00	6.31	5486.04	
2)	煤沥青	kg	1730.00	6.00	10380.01	
3)	木柴	kg	910.00	0.19	172.90	
4)	青麻	kg	440.00	2.80	1232.00	
5)	其他材料费	%		1.00	117.85	
(二)	措施费	元			748.25	直接工程费的 5%
二	间接费	元			1837.39	人工费的 60%
小 计					17550.71	一+二
三	利润				1228.55	(一+二)*7%
四	税金				1690.13	(一+二+三)*9%
单价合计					20469.40	一+二+三+四
五	扩大 10%费用	元			2046.94	(一+二+三+四)*10%
单价合计（扩大 10%）					22516.34	一+二+三+四+五

8.2 土地复垦工程经费估算

8.2.1 经费估算依据

1、中华人民共和国财政部、中华人民共和国国土资源部，财综 [2011]128 号文件（财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知）；

2、财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》（2012）。

3、定额依据

(1) 甘肃省财政厅、国土资源厅《土地开发整理项目预算定额标准（甘肃省补充定额）》(甘财综〔2013〕67号)；

(2) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（2012）。

8.2.2 投资估算

本项目土地复垦费用包括工程施工费、设备费、前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管理费、监测与管护以及预备费（基本预备费、价差预备费和风险金）等几个部分构成。

1) 施工费

施工费由直接费、间接费、企业利润和税金组成。

直接费：指工程施工过程中直接消耗在工程项目上的活劳动和物化劳动。由直接工程费和措施费组成。

(1) 直接施工费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

a) 人工费

参照表 8-14。

2) 前期工作费

前期工作费包括土地利用与生态现状调查费、土地复垦方案编制费、土地勘测费、设计费以及项目招标代理费等费用。按照《土地开发整理项目预算定额标准》（2012年），这些费用的计算以分档定额计费方式和差额定率累进法等方法计算，区间按照内插法确定。

3) 工程监理费

项目承担单位委托具有工程资质的单位，按照国家有关规定进行全过程的监督与管理所发生的费用。以施工费和设备费为基数，采用分档定额计费方式计算，区间按照内插法确定。

4) 竣工验收费

竣工验收费指土地复垦工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，包括工程复核费、工程验收费、决算编制与审计费、土地重估与登记费、标记设定费等费用。以施工费和设备费为基数，按照相应的差额定率累积法计算。

表 8-17 土地复垦人工单价计算表

序号	项目	计算公式	乙类	甲类
1	基本工资	基本工资（元/月）*地区工资系数*12月/240	19.22	22.61
2	辅助工资		3.34	6.55
(1)	地区津贴	津贴标准（元/月）*12月/240	0.00	0.00
(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	0.20	0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资（元/工日）*2*11/250工日*k ₃	0.25	0.70
3	工资附加费		10.94	14.14
(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	5.83
(4)	医疗保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资（元/工日）]*费率标准（%）	0.902	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)	职工失业保险	[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（%）	1.13	1.46
人工费单价				
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=43.30			
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=33.50			
填表说明：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%。 职工福利基金计算中的涉及费率标准：甲工取 14%，乙工取 14%。 工会经费计算中涉及的费率标准：甲工取 2%，乙工取 2%。 养老保险费计算中涉及的费率标准：甲工取 20%，乙工取 20%。 医疗保险费计算中涉及的费率标准：甲工取 4%，乙工取 4%。 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%。 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%。 住房公积金计算中涉及的费率标准：甲工取 5%，乙工取 5%。				

5) 业主管管理费

管理费指项目承担单位为项目的组织、管理所发生的各项管理性支出。管理费按施工费、前期工作费、工程监理费、竣工验收费之和为基数，采用差额定率累积法计算。

6) 预备费

预备费是指考虑了土地复垦期间可能发生的风险因素，从而导致复垦费用增加的费用。本项目预备费包括基本预备费、价差预备费和风险金。

(1) 基本预备费

指为解决在工程施工过程中因自然灾害、设计变更等所增加的费用。本方案按施工费与前期工作费、工程监理费、竣工验收费、业主管管理费之和的 7.00%计取。

(2) 风险金

鉴于本项目占用土地点多、面广、线长，在开采许可期限内的实际生产和设施

维护过程中有不确定性因素。为确保土地复垦能按计划实施，故在复垦投资中增加风险备用金。本次风险金设置费率为 2%。

8.2.3 估算结果

1、静态投资

项目静态投资总估算为 379.24 万元，亩均静态投资 0.4307 万元，动态总投资 483.19 万元，亩均动态投资 0.5488 万元。其中建筑工程费为 275.32 万元，监测与管护费为 24.60 万元，其他费用为 39.12 万元；预备费 144.14 万元。

表 8-18 土地复垦估算总表

序号	工程和费用名称	费用（万元）	费率（%）
一	工程施工费	275.32	56.98
二	设备费	0.00	0.00
三	其他费用	39.12	8.10
四	监测管护费	24.60	5.09
(一)	复垦监测费	9.00	
(二)	管护费	15.60	
五	预备费	144.14	29.83
(一)	基本预备费	33.90	
(二)	价差预备费	103.95	
(三)	风险金	6.29	
六	静态总投资	379.24	
七	动态总投资	483.19	100.00

表 8-19 土地复垦工程费用估算表

序号	定额编号	单项名称	单位	工程量	综合单价	合计
	(1)					
一、土地复垦						2753213.51
1	30077[甘补充]	建筑物拆除	100m ³	119.74	8750.72	1047811.07
2	10405[甘补充]	土地平整	100m ³	675.00	1002.12	676429.51
3	10210[甘补充]	表土剥离	100m ³	1080.00	356.79	385333.99
4	10392[甘补充]	覆土	100m ³	1023.30	467.50	478388.15
5	30020[甘补充]	浆砌块石	100m ³	0.27	29247.72	7896.88
6	40273[甘补充]	C25 混凝土	100m ³	0.01	51625.34	464.63
7	40196[甘补充]	钢筋制作安装	t	0.85	6541.84	5560.56
8	90030[甘补充]	植草	hm ²	34.67	4364.83	151328.73
总 计						2753213.51

表 8-20 土地复垦监测与管护费用估算表

序号	工程名称 (1)	计算单位 (2)	工程量 (3)	单价 (4)	合计 (5)
1	土地损毁监测	点次	150.00	500.00	7.50
2	复垦效果监测	点次	30.00	500.00	1.50
3	管护	hm ²	104.01	1500.00	15.60

表 8-23

土地复垦工程施工费、监测管护费分年度估算总表

分期	年度	表土剥离	浆砌块石	C25 混凝土	钢筋	建筑物拆除	土地平整	覆土	植草	土地损毁监测	复垦效果监测	管护	合计 (万元)
	单位	m ³	m ³	m ³	t	m ³	m ³	m ³	hm ²	点次	点次	hm ² /年	
	单价 (元)	3.57	292.48	516.25	6541.84	87.51	10.02	4.68	4364.83	500.00	500.00	1500.00	
近期	2023	108000.00						1080.00	0.92	10.00			
	小计	38.53						0.50	0.40	0.50			39.94
	2024									10.00		0.92	
	小计									0.50		0.14	0.64
	2025									10.00		0.92	
	小计									0.50		0.14	0.64
	2026									10.00		0.92	
	小计									0.50		0.14	0.64
	2027									10.00			
	小计									0.50			0.50
	合计	38.53						0.50	0.40	2.50		0.41	42.35
中期	2028									10.00			
	小计									0.50			0.50
	2029									10.00			
	小计									0.50			0.50
	2030									10.00			
	小计									0.50			0.50
	2031									10.00			
	小计									0.50			0.50
	2032									10.00			
	小计									0.50			0.50
2033									10.00				
小计									0.50			0.50	

	2034									10.00			
	小计									0.50			0.50
	2035									10.00			
	小计									0.50			0.50
	2036									10.00			
	小计									0.50			0.50
	2037		27.00	0.90	0.85	11974.0 0	67500.00	101250. 00	33.75	10.00			
	小计		0.79	0.05	0.56	104.78	67.64	47.33	14.73	0.50			236.38
	合计		0.79	0.05	0.56	104.78	67.64	47.33	14.73	5.00			240.88
远 期	2038									10.00	33.75	43.75	
	小计									0.50	5.06	5.56	
	2039									10.00	33.75	43.75	
	小计									0.50	5.06	5.56	
	2040									10.00	33.75	43.75	
	小计									0.50	5.06	5.56	
	合计									1.50	15.19	16.69	
合计	38.53	0.79	0.05	0.56	104.78	67.64	47.84	15.13	7.50	1.50	15.60	299.92	

表 8-24 土地复垦工程单价计算表（表土剥离）

定额编号:	10210[甘补充]				单位: 100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				319.02
(一)	直接工程费				307.35
1	人工费				25.13
(1) .	甲类工	工日	0	43.3	0
(2) .	乙类工	工日	0.75	33.5	25.13
2	机械费				245.66
(1) .	挖掘机 1m ³	台班	0.29	834.17	245.66
3	其他费用	%	13.5	270.79	36.56
(二)	措施费	%	3.8	307.35	11.68
二	间接费	%	5	319.02	15.95
三	利润	%	3	334.98	10.05
四	税金	%	3.41	345.03	11.77
合计		元			356.79

表 8-25 土地复垦工程单价计算表（建筑物拆除）

定额编号:	30077[甘补充]				单位: 100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				7824.47
(一)	直接工程费				7538.02
1	人工费				7538.02
(1) .	甲类工	工日	11.00	43.30	476.35
(2) .	乙类工	工日	209.00	33.50	7001.85
(3) .	其他费用	%	0.80	7478.19	59.83
(二)	措施费	%	3.80	7538.02	286.44
二	间接费	%	5.00	7824.47	391.22
三	利润	%	3.00	8215.69	246.47
四	税金	%	3.41	8462.16	288.56
合计		元			8750.72

表 8-26 土地复垦工程单价计算表（土地平整）

定额编号:	10405[甘补充]				单位: 100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				896.04
(一)	直接工程费				863.24
1	人工费				134.01
(1)	甲类工	工日	0.00	43.30	0.00
(2)	乙类工	工日	4.00	33.50	134.01
2	机械费				639.51
(1)	推土机 74KW	台班	0.16	705.25	109.31
(2)	履带式拖拉机 74KW	台班	0.59	730.43	430.22
(3)	蛙式打夯机 2.8KW	台班	0.28	111.50	31.11
(4)	刨毛机	台班	0.16	444.29	68.87
3	其他费用	%	11.60	773.51	89.73
(二)	措施费	%	3.80	863.24	32.80
二	间接费	%	5.00	896.04	44.80
三	利润	%	3.00	940.85	28.23
四	税金	%	3.41	969.07	33.05
合计		元			1002.12

表 8-27 土地复垦工程单价计算表（浆砌块石）

定额编号:	30020[甘补充]				单位: 100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				26151.88
(一)	直接工程费				25194.49
1	人工费				6491.94
(1)	甲类工	工日	9.50	43.30	411.39
(2)	乙类工	工日	181.50	33.50	6080.55
2	材料费				18627.19
(1)	块石	m ³	108.00	90.99	9827.35
(2)	砂浆	m ³	34.65	253.96	8799.84
3	其他费用	%	0.30	25119.13	75.36
(二)	措施费	%	3.80	25194.49	957.39
二	间接费	%	5.00	26151.88	1307.59
三	利润	%	3.00	27459.47	823.78
四	税金	%	3.41	28283.26	964.46
合计		元			29247.72

表 8-28 土地复垦工程单价计算表（C25 混凝土）

定额编号:	40273[甘补充]		金额单位: 元		计算单位: 100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				45725.38
(一)	直接工程费				43631.08
1	人工费				5194.19
(1) .	甲类工	工日	34.75	43.30	1504.82
(2) .	乙类工	工日	110.13	33.50	3689.37
2	材料费				33482.61
(1) .	锯材	m ³	1.30	2070.76	2691.98
(2) .	钢滑膜	kg	194.70	5.36	1042.70
(3) .	砼	m ³	103.00	281.90	29035.35
(4) .	铁件	kg	88.00	8.10	712.58
3	机械费				364.19
(1) .	插入式振捣器 2.2KW	台班	13.80	26.40	364.19
4	其他费用	%	1.00	39040.99	390.41
5	砼拌制	m ³	103.00	30.08	3098.23
6	砼运输	m ³	103.00	10.69	1101.45
(二)	措施费	%	4.80	43631.08	2094.29
二	间接费	%	6.00	45725.38	2743.52
三	利润	%	3.00	48468.90	1454.07
四	税金	%	3.41	49922.96	1702.37
合计		元			51625.34

表 8-29 土地复垦工程单价计算表（钢筋制安）

定额编号:	40196[甘补充]				单位: t
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				5794.21
(一)	直接工程费				5528.82
1	人工费				546.64
(1) .	甲类工	工日	4.50	43.30	194.87
(2) .	乙类工	工日	10.50	33.50	351.77
2	材料费				4334.10
(1) .	钢筋	t	1.02	4179.18	4262.76
(2) .	铁丝	kg	4.00	7.38	29.52
(3) .	电焊条	kg	7.22	5.79	41.81
3	机械费				648.09
(1) .	钢筋调直机 14kw	台班	0.19	81.80	15.22
(2) .	风砂枪	台班	0.47	362.90	168.75
(3) .	钢筋剪断机 20kw	台班	0.12	158.24	19.62
(4) .	钢筋弯曲机φ6-40	台班	0.12	86.89	10.77
(5) .	电焊机直流 30KVA	台班	1.55	219.60	340.39
(6) .	对焊机电弧 150	台班	0.12	562.51	69.75
(7) .	载重汽车 5t	台班	0.05	369.28	17.17
(8) .	其他费用	%	1.00	641.67	6.42
(二)	措施费	%	4.80	5528.82	265.38
二	间接费	%	6.00	5794.21	347.65
三	利润	%	3.00	6141.86	184.26
四	税金	%	3.41	6326.11	215.72
合计		元			6541.84

表 8-30 土地复垦工程单价计算表（覆土）

定额编号:	10392[甘补充]				单位: 100m ³
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				418.01
(一)	直接工程费				402.71
1	人工费				383.53
(1)	甲类工	工日	0.25	43.30	10.83
(2)	乙类工	工日	11.13	33.50	372.71
2	机械费				0.00
(1)	蛙式打夯机 2.8KW	台班	0.00	111.50	0.00
3	其他费用	%	5.00	383.53	19.18
(二)	措施费	%	3.80	402.71	15.30
二	间接费	%	5.00	418.01	20.90
三	利润	%	3.00	438.91	13.17
四	税金	%	3.41	452.08	15.42
合计		元			467.50

表 8-31 土地复垦工程单价计算表（植草绿化）

定额编号:	90022[甘补充]				单位: hm ²
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				3902.82
(一)	直接工程费				3759.94
1	人工费				87.94
(1)	甲类工	工日			0.00
(2)	乙类工	工日	2.63	33.50	87.94
2	材料费				3672.00
(1)	草籽	kg	80.00	45.00	3600.00
(2)	其他材料费	%	2.00	3600.00	72.00
(二)	措施费	%	3.80	3759.94	142.88
二	间接费	%	5.00	3902.82	195.14
三	利润	%	3.00	4097.96	122.94
四	税金	%	3.41	4220.90	143.93
合计		元			4364.83

2、动态投资

(1) 计算步骤

价差预备费的计算步骤如下:

- 1) 以第一部分工程费用作为计算基数。其中引进设备若采用合同价, 则单独列出, 不计算或少计算价差预备费。
- 2) 确定计算期。以概算编制年作为第 1 年, 包括建设前期年数和建设期年数。
- 3) 按照建设进度计划, 计算并列出一部分工程费用的年度用款计划。

4) 以规定的投资价格上涨指数，按复利计算价差预备费。

(2) 计算公式

$$PC = \sum_{t=1}^n I_t [(1+f)^{t-1} - 1]$$

式中： PC — 价差预备费；

I_t — 第 t 年的工程费用；

f — 建设期价格上涨指数；规定的投资价格上涨指数为 3%，按复利计算价差预备费；

n — 建设期；

t — 年份。

(3) 估算结果

矿山服务年限为 15 年，方案服务年限 18 年，动态总投资 483.19 万元，亩均动态投资 0.5488 万元。

表 8-32 土地复垦动态投资计算表

复垦时间	年份	静态投资额 (万元)	价差预备费(万元)	动态投资额 (万元)
2023 年	2023	48.2932	3.3805	51.6737
2024 年	2024	0.7714	0.1118	0.8832
2025 年	2025	0.7714	0.1736	0.9450
2026 年	2026	0.7714	0.2398	1.0112
2027 年	2027	0.6046	0.1879	0.7925
2028 年	2028	0.6046	0.1879	0.7925
2029 年	2029	0.6046	0.1879	0.7925
2030 年	2030	0.6046	0.1879	0.7925
2031 年	2031	0.6046	0.1879	0.7925
2032 年	2032	0.6046	0.1879	0.7925
2033 年	2033	0.6046	0.1879	0.7925
2034 年	2034	0.6046	0.1879	0.7925
2035 年	2035	0.6046	0.1879	0.7925
2036 年	2036	0.6046	0.1879	0.7925
2037 年	2037	302.4055	93.9864	396.3919
2038 年	2038	6.7259	2.0904	8.8163
2039 年	2039	6.7259	2.0904	8.8163
2040 年	2040	6.7259	0.0000	6.7259
	小计	379.24	103.95	483.19
总 计		379.24	103.95	483.19

8.3 总费用汇总

经详细分析估算，矿山地质环境保护与土地复垦总的投资估算额为 1068.53 万元。其中地质环境保护工程投资 585.34 万元，土地复垦工程投资 483.19 万元。工程总投资详细估算见下表。

表 8-33 总投资估算表 单位：万元

序号	工程或费用名称	地质环境保护	土地复垦
1	工程施工费	465.55	275.32
2	监测与管护费		24.60
2	其它费用	66.57	39.12
3	不可预见费	53.21	144.14
合 计		585.34	483.19
总计		1068.53	

9 保障措施与效益分析

9.1 保障措施

9.1.1 组织保障措施

为保证兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案的顺利实施。兰州彤辉商贸有限责任公司应在矿区设立矿山地质环境保护与土地复垦实施管理机构，全面负责本方案设计工程的具体工作开展，矿山地质环境保护与土地复垦管理机构设专职工作人员 1 至 2 人。矿山地质环境保护与土地复垦实施管理机构负责协调本方案与主体工程及其他有关方案的管理，具体职责包括：

1) 贯彻执行国家和地方政府、自然资源部门有关矿山地质环境保护与土地复垦的方针政策，制定本单位矿山地质环境保护与土地复垦管理规章制度。

2) 建立目标责任制，把矿山地质环境保护与土地复垦列为工程进度、质量考核的内容之一，制定阶段矿山地质环境保护与土地复垦计划与年度实施计划。

3) 协调矿山地质环境保护与土地复垦工程与有关工程的关系，确保本项目工程正常施工，最大程度减少生产建设活动对土地的损毁，保证损毁土地及时复垦。

4) 深入工程现场检查，掌握生产建设过程中土地损毁状况及矿山地质环境保护与土地复垦措施落实情况。

5) 定期向主管领导汇报复垦进展情况，每年向肃北县自然资源局报告土地损毁及复垦情况，接受肃北县自然资源局的监督检查。

9.1.2 技术保障措施

矿山环境保护与土地复垦工作定期培训技术人员、咨询相关专家、开展科学实验、引进先进技术，以及对土地损毁情况进行动态监测和评价。具体可采取以下技术保障措施：

1) 加强与相关技术单位的合作，加强对国内外具有先进技术单位的学习研究，及时吸取经验，完善复垦措施。

2) 根据实际生产情况和土地损毁情况，进一步完善矿山地质环境保护与土地复垦方案，拓展复垦报告编制的深度和广度，做到所有复垦工程遵循复垦报告设计。

3) 严格按照建设工程招标制度选择和确定施工队伍，要求施工队伍具有相关等级的资质。

4) 建设、施工等各项工作严格按照有关规定，按照年度有序进行。

5) 选择有技术优势和社会责任感的监理单位，委派技术人员与监理单位密切合作，确保施工质量。

6) 定期培训技术人员、咨询相关专家、开展科学实验、引进先进技术，以及对土地损毁情况进行动态监测和评价。

9.1.3 资金保障措施

1、矿山地质环境治理恢复基金管理及使用

根据《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质治理恢复保证金 建立矿山环境治理恢复基金的指导意见》【财建（2017）638号】、《甘肃省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》，兰州彤辉商贸有限责任公司应在在银行设立对公专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复基金科目，每月提取基金并反映基金的提取与使用情况。

兰州彤辉商贸有限责任公司要严格按照矿山地质环境保护与土地复垦方案确定的经费预算、工程实施计划、进度安排等自主使用基金。完成矿山地质环境治理恢复工程后应及时申请工程验收，工程验收合格后核算基金使用情况。

2、土地复垦资金管理及使用

土地复垦项目在治理资金的筹措上，全部由企业自筹。兰州彤辉商贸有限责任公司与当地国土资源管理部门、银行三方签订《土地复垦费用监管协议》，按时足额缴存土地复垦费用，并接受当地自然资源管理部门的监督和管理，履行土地复垦义务。

为确保土地复垦工程的实施，计划主要采取的措施是：

一是建立土地复垦项目资金专户、设置专账，及时将每年计提的土地复垦资金入专户，实行专账、专人管理，并实行先入后拨的办法。

二是项目建设严格执行进度拨款制度，规范资金运行网络。坚持按项目计划，按工程进度拨款。

三是严格审核工程单据。即，第一次拨款使用完毕后，项目实施单位将原始凭证报国土部门、财政部门，经审查无误填制核销单，项目单位凭核销单记帐，再按工程进度第二次拨款。

四是实行项目资金报表制度。为了及时掌握资金使用情况，资金拨出后，财政部门和项目主管部门按照资金流向到工程现场看进度，查资金到位及使用情况，发

现问题及时纠正。

五是建立健全质量监督体系，对大宗的物资和设备购置一律实行招标采购。从原材料购进，到工程施工，设有专职工程质量监督员，财政根据质量监理的合格手续兑现工程资金，对质量不合格的工程拒付资金。

六是坚持竣工工程审计制度，阶段复垦工程完工后，按工程实施阶段编制工程决算，登记好账务，接受审计部门审计。建立和完善跟踪监测和验收制度。对土地复垦项目的建设进度、工程质量和资金使用等情况，进行全程跟踪监测，开展定期或不定期的检查，项目实施完毕后，组织专家和有关人员进行验收，确保土地复垦目标的实现。

七是加强项目后续管理。通过广泛的宣传，提高矿区土地复垦区群众对土地复垦项目后续管理重要性的认识，并通过“乡规民约”等形式，对项目的后续管理作出安排，确保项目的可持续性，充分发挥其效益。

八是做好固定资金登记、移交和管护措施的落实工作。工程验收合格后，及时移交资产，投入使用，发挥效益。同时制定严格的管护制度，落实管护责任，严防资产流失。使有限的资金发挥更大的经济效益和社会效益，促进项目工程顺利实施。

9.1.4 监督保障措施

经批准后的矿山地质环境保护与土地复垦方案具有法律强制性，不得擅自更改。矿山地质环境保护与土地复垦方案有重大变更的，兰州彤辉商贸有限责任公司需向当地自然资源主管部门申请。自然资源主管部门有权依法对矿山地质环境保护与土地复垦方案实施情况进行监督管理。兰州彤辉商贸有限责任公司作为土地复垦义务人应强化土地复垦施工管理，严格按照方案要求进行自查，并主动与当地自然资源主管部门取得联系，加强与当地自然资源主管部门的合作，自觉接受当地自然资源主管部门的监督管理。

根据《财政部 国土资源部 环境保护部关于取消矿山地质治理恢复保证金 建立矿山环境治理恢复基金的指导意见》【财建（2017）638号】、《甘肃省矿山地质环境治理恢复基金管理办法》，兰州彤辉商贸有限责任公司应在在银行设立对公专用账户，单独设置矿山地质环境治理恢复基金科目，每月提取基金并反映基金的提取与使用情况。

土地复垦资金有矿山企业按方案分期预存，由当地国土管理部门指定专用账户和专门的财务机构，此机构严格监督矿山企业的复垦资金缴纳情况和使用情况，矿

山企业需要对应成立财务机构，负责资金的提取和复垦资金的应用分配，确保复垦资金做到专款专用，确保复垦工作的顺利进行和复垦目标的顺利实现。

9.2 效益分析

9.2.1 防灾减灾效益

矿山地质环境保护与土地复垦方案的实施，不仅能适时地保护和恢复自然生态环境，也能有效防治因矿业活动引发的地质灾害隐患，为当地经济建设发展创造良好的社会环境，其防灾减灾效益显著。

9.2.2 生态环境效益

矿山地质环境保护与土地复垦工程实施后，可缓解或消除一系列业已存在的矿山地质环境问题，矿区被破坏和压占的土地资源得到治理、恢复，地貌景观得以改善，将有效控制矿业活动引发的水土流失，改变矿区脏、乱、差的矿山地质环境现状，使整个矿山真正成为绿色生态矿山。

9.2.3 经济效益

随着本工程的实施，以及配套环保措施的完善，能够防治矿区的地质灾害及水土流失的加剧发生，保证矿区的安全正常生产。由此可见，矿山地质环境保护与土地复垦的投资对工程生产的经济效益是潜在和间接的。

9.2.4 社会效益

矿山地质环境保护与土地复垦不仅有效保护和恢复矿山地质生态环境，减少了因矿业活动引起的水土流失，也起到有效防治因矿业活动引发的环境问题和地质灾害隐患。同时，对矿山环境实施治理及对因矿业活动影响的土地进行复垦也是采矿权人的责任，是国家保护土地资源和矿山地质环境治理政策、法规实施的必然要求，矿山地质环境保护与土地复垦将有利于推进政策、法规的全面落实，对矿山地质环境改善起到良好的促进作用，保护矿区土地资源，有利于当地矿业经济及生态环境和谐、持续发展。

9.3 公众参与

公众参与可以使公众了解项目建设可能带来的土地资源、生态环境损毁等问题，增加公众对土地复垦工作的认同感。有助于减少复垦规划失误，增加规划的合理性。能够对土地复垦工作的实施，包括复垦后的质量和效益等起到监督作用。

9.3.1 公众参与的环节与内容

公众参与包括了全程参与和全面参与。公众参与的环节包括方案编制前期、方案编制期间、方案实施过程中、竣工验收阶段等。参与对象包括土地权利人、行政主管部门、复垦义务人以及其他社会个人或者团体。参与内容包括土地复垦的方向、复垦标准、复垦工程技术措施等。

1、矿山地质环境保护与土地复垦方案编制前的公众参与

矿山地质环境保护与土地复垦方案编制前的公众参与为方案编制前实行。针对土地等相关政府部门、土地权利人等。公众参与调查主要采取访谈的方式，通过访谈内容及收集的相关资料初步确定复垦区拟采取的复垦设计方向。具体内容包括：

查阅矿山提供基础资料，访谈当地村民，了解矿区自然条件，重点是地形、地貌、土壤和植被、当地的种植习惯，以及项目所在地经济情况；

查阅当地土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，访谈规划、土地等政府部门，确定其对复垦方案待复垦区域规划用途；

参考矿区已有矿山地质环境保护与恢复治理项目以及土地复垦项目的内容分析以及对矿山工作人员的走访，确定对矿区矿山地质环境保护与土地复垦工作的安排和复垦用途的确定；

2、方案编制期间的公众参与

方案编制过程中，为使评价工作更具民主化、公众化，遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见，鉴于矿山复垦项目点多、面广、线长的特点，此次参与主要有当地群众问卷调查、相关政府部门意见收集。

3、方案实施过程中和复垦工程竣工验收公众参与计划

方案实施中监测效果方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的复垦技术，积极宣传矿山地质环境保护与土地复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，需要制定包括张贴公告、散发传单、走访以及充分利用电视、网络、报纸、电话等多媒体手段，确保参与者充分知晓项目计划、进展和效果。努力扩大宣传范围，让更多的群众加入到公众参与中来。在政府相关职能部门方面，除继续走访项目区内国土部门外，还应加大和扩大重点职能部门的参与力度，如林业局、环保局和审计局等。在媒体监督方面，应加强与当地电视台、网站、报社等媒体的沟通，邀请他们积极参与进来，加大对复垦

措施落实情况的报道（如落实不到位更应坚决予以曝光），形成全社会共同监督参与的机制。

1) 复垦实施前

根据本方案确定的复垦时序安排，在每年制订复垦实施方案时进行一次参与式公众调查，主要是对损毁土地面积、损毁程度和临时土地保护措施实施效果进行调查。

2) 复垦实施中和管护期

复垦实施中每年进行一次参与式公众调查，主要是对复垦进度、复垦措施落实和资金落实情况、复垦实施效果进行调查。管护期应每季度进行一次公众调查，主要对复垦效果、管护措施和管护资金落实情况进行调查。如遇大雨等特殊情况应增加调查次数。

3) 复垦监测与竣工验收

复垦监测结果应每年向公众公布一次，对公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。邀请当地相关政府部门、专家和群众代表进行验收，确保验收工作公平、公正和公开。

9.3.2 公众参与形式

根据项目特点，设计公众参与形式包括信息发布、信息反馈以及信息交流。

1、信息发布

信息发布为让公众了解项目的一个很好方式，包括广播、电视、电台、报纸、期刊及网络等形式。根据矿山开采项目的特点，在方案实施前在矿区所涉及的村委会进行项目复垦规划公告，方案实施过程中和复垦工程竣工验收阶段将计划采取网络、报纸等几个易为广大群众了解的形式对项目进展等进行公示，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。

通过访谈、通信、问卷、电话等社会调查方式收集信息。复垦方案编制前及编制期间，编制人员在矿山所在区域采取了访谈、问卷等形式广泛的收集了意见，为复垦设计方向的确定奠定了基础。

3、信息交流

信息交流方式包括会议讨论和建立信息中心，如设立热线电话和公众信息、开展社会调查等，针对复垦方向的确定听取了各方面的意见与建议。

9.3.3 公众参与具体方法

本复垦方案编制过程中，为使复垦工作更具民主化、公众化，遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见，鉴于矿山复垦项目点多、面广、线长的特点，此次参与矿山相关负责人员、当地群众问卷调查、相关政府部门意见收集。编制人员走访了矿山地质环境保护与土地复垦影响区域的土地权利人代表，听取了他们的意见，得到了他们的大力支持。

9.3.4 矿山地质环境保护与土地复垦座谈会

针对矿山地质环境保护与土地复垦，矿山企业组织召开了矿山地质环境保护与土地复垦座谈会，矿方和复垦编制人员分别就矿山开采的损毁土地的情况、复垦方向、复垦措施等向参会的领导、专家、村民代表做了汇报，参会人员针对矿山可能造成的损毁情况、土地的复垦方向及复垦措施提出自己的建议和看法。

10 结论及建议

10.1 结论

1、兰州彤辉商贸有限责任公司甘肃省肃南县博怀沟一带铜铁矿矿区面积 1.33km^2 ，矿山设计开采能力 $90\times 10^4\text{t/a}$ ，矿山服务年限为 15a。

2、根据采矿区范围、工程布局及矿区周围环境地质问题，本次评估区范围为主要以矿区范围为界向外扩展 70m，矿区范围外基础设施以建设范围为界向外扩展 70-100m，尾矿库以建设范围向外扩展至小流域范围，评估区面积为 322.92hm^2 。评估区重要程度为重要区，矿山地质环境条件复杂程度为复杂，矿山建设规模为中型，确定该矿山地质环境保护与恢复治理方案评估级别为一级。

3、将矿山划分为矿山地质环境重点防治区（I）、矿山地质环境次重点防治区（II）两个区。重点防治区（I）面积为 55.5hm^2 ，次重点防治区（II）面积为 5.46hm^2 。

4、矿山已损毁土地面积 1.14hm^2 ，拟损毁土地面积 59.82hm^2 ，复垦责任范围包括除矿区道路之外所有复垦区面积，所以复垦区面积为 60.96hm^2 ，复垦责任面积为 58.70hm^2 ，复垦方向为天然牧草地、其他草地。

5、矿山地质环境治理措施主要为挡渣墙、排水渠、排导渠，设置警示牌、围栏、矿山地质环境监测。土地复垦主要措施为表土剥离、建筑物拆除、土地平整、井口封堵、覆土、植草绿化管护、土地复垦监测、管护。

6、矿山地质环境保护与土地复垦总的投资估算额为 1068.53 万元。其中地质环境保护工程投资 585.34 万元，土地复垦工程投资 483.19 万元。

7、项目在组织、技术、资金及监管方面保障程度较高，项目实施后防灾减灾、经济、社会及生态效益显著。

10.2 建议

1、矿山企业是矿山地质环境防治的主体责任人，应当按照自然资源主管部门批复的《方案》切实开展矿山地质环境治理与土地复垦工程。树立不破坏就不治理、少破坏就少治理的理念，充填开采的保护性开采方式等，源头预防，边开发边治理，建设绿色矿山。

2、矿山地质环境是在采矿爆破、岩移、降水及可能地震波等综合影响下复杂变化的地质环境，因此高度重视动态监测对于科学预测、超前防治的重要意义。专人负责监测地质灾害，发现前兆，及时报告自然资源主管部门，同时将人员撤离至安

全地带。

3、治理地质灾害应委托有相应资质的勘查、设计及施工单位，同时要保管好防治工程前后文字、图纸及影像资料，及时提交申请验收，验收通过后申请保障金返还。

4、《方案》与水土保持、环境影响评价等相结合，科学规划与统一实施，避免重复性工程与不必要的经费浪费。

5、矿山应根据实际开采情况，适时对方案进行修改，调整矿山环境保护与土地复垦工作内容。《方案》适用年限结束后，应重新开展野外矿山地质环境与土地损毁调查，依据已有的环境保护、土地复垦、治理和监测落实情况，修编《方案》，但在此期间，若矿山扩大开采规模、变更矿区范围或者开采方式的，应当重新编制矿山地质环境治理与土地复垦方案。

6、《方案》不代替矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程勘查、设计，具体实施过程中应委托具有相关资质单位编制施工图设计。