

甘肃方舟矿业有限公司  
肃北县小翁考克山铁矿  
矿产资源开发与恢复治理方案



申报单位：甘肃方舟矿业有限公司

编制单位：兰州川泰工程咨询有限公司

二〇二四年四月

甘肃方舟矿业有限公司

肃北县小翁考克山铁矿

矿产资源开发与恢复治理方案编写人员



序号	专业	审核	签字
1	地质	冯旭东	冯旭东
2	水文	徐杰	徐杰
3	采矿	魏亚涛	魏亚涛
4	总图	贺茂昆	贺茂昆
5	矿机	成养南	成养南
6	选矿	任斌	任斌
7	电气	邹总辉	邹总辉
8	给排水	杨永强	杨永强
9	技术经济	赵佩	赵佩
10	环保安全	魏亚涛	魏亚涛

申报单位：甘肃方舟矿业有限公司

编制单位：兰州川泰工程咨询有限公司



甘肃方舟矿业有限公司  
肃北县小翁考克山铁矿  
矿产资源开发与恢复治理方案

申报单位：甘肃方舟矿业有限公司

法人代表：



编制单位：兰州川泰工程咨询有限公司

项目负责：魏亚涛

编写人员：魏亚涛、任斌、贺茂昆

赵佩、徐杰、冯旭东

制图人员：徐杰、冯旭东



第一部分：

甘肃方舟矿业有限公司  
肃北县小翁考克山铁矿  
矿产资源开发利用方案



申报单位：甘肃方舟矿业有限公司



编制单位：兰州川泰工程咨询有限公司

二〇二四年四月

## 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 .....	3
1.3 矿权设置情况 .....	6
1.4 周边矿业权、自然保护区分布情况 .....	7
1.5 矿山现状 .....	8
1.6 外部建设条件 .....	11
1.7 编制依据与原则 .....	11
2 矿产品需求现状和预测 .....	16
2.1 需求状况和预测 .....	16
2.2 产品价格分析 .....	20
3 矿产资源概况 .....	24
3.1 矿区总体概况 .....	24
3.2 该设计项目的资源概况 .....	25
4 主要建设方案的确定 .....	54
4.1 开采方案 .....	54
4.2 矿山工作制度及服务年限 .....	57
4.3 产品方案 .....	57
4.4 开拓运输方案 .....	57
4.5 厂址方案 .....	57
4.6 防排水方案 .....	58
4.7 供气方案 .....	61
4.8 供水方案 .....	61
4.9 供电方案 .....	62
5 矿床开采 .....	63
5.1 开采顺序和首采地段 .....	63
5.2 采矿方法 .....	63
5.3 开采移动范围 .....	69

5.4 矿山生产能力验证 .....	69
5.5 矿山服务年限 .....	70
5.6 开拓运输系统 .....	70
5.7 矿井通风系统 .....	77
5.8 基建工程量、三级矿量及保有期 .....	77
6 选矿及尾矿设施 .....	79
6.1 原矿性质 .....	79
6.2 试验研究及评价 .....	84
6.3 设计工艺流程及设计指标 .....	86
6.4 选矿厂主要设备 .....	87
6.5 车间组成 .....	88
6.6 尾矿处理 .....	88
7 环境保护、水土保持与复垦 .....	91
7.1 设计原则及环保标准 .....	91
7.2 矿山地质环境问题及防治措施 .....	92
7.3 矿山主要环境污染物及治理措施 .....	93
7.4 水土保持 .....	95
7.5 复垦 .....	96
7.6 环境影响评述 .....	97
8 绿色矿山建设 .....	98
8.1 依法办矿，矿山开采合法化 .....	98
8.2 矿区资源开发方式、资源利用高效化、达到同类矿山先进水平 .....	98
8.3 绿色开发开采方式现代化 .....	99
8.4 矿区生态环境保护 .....	99
8.5 节能减排 .....	101
8.6 企业规范管理 .....	102
8.7 安全生产 .....	103
8.8 企业文化 .....	104
9 劳动安全与卫生 .....	106

9.1 工程概述 .....	106
9.2 设计依据 .....	106
9.3 矿区地质环境对安全的影响 .....	107
9.4 其它自然条件对安全的影响 .....	107
9.5 矿床开采安全评述 .....	108
9.6 机电和其它 .....	111
9.7 矿山透水安全治理措施 .....	113
9.8 预防矿山火灾和水灾 .....	114
9.9 井下安全避险六大系统 .....	114
9.10 工业卫生 .....	114
9.11 矿山安全救护及管理 .....	115
10 经济效益评价 .....	117
10.1 编制依据及说明 .....	117
10.2 投资估算 .....	117
10.3 资金筹措 .....	118
10.4 产品销售及价格 .....	119
10.5 总成本费用 .....	119
10.6 损益估算 .....	120
10.7 盈利指标 .....	121
10.8 综合评价结论 .....	122
11 开发利用方案简要结论 .....	124
11.1 设计利用地质资源储量 .....	124
11.2 生产能力及服务年限 .....	124
11.3 产品方案 .....	124
11.4 采矿工艺方案 .....	124
11.5 选矿工艺方案 .....	124
11.6 厂址方案 .....	125
11.7 开拓运输方案 .....	125
11.8 项目综合效益评价 .....	126

11.9 主要问题与建议 .....126

附件:

1、《设计委托书》;

2、营业执照;

3、采矿许可证;

4、关于《甘肃省肃北县小翁考克山铁矿一带铁矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明,甘国土资储备字[2014]62号,甘肃省国土资源厅,2014年8月8日;

3、《甘肃省肃北县小翁考克山铁矿一带铁矿资源储量核实报告》评审意见书,甘国土资储评字[2014]68号,甘肃省矿产资源储量评审中心,2014年7月25日;

4、《甘肃省国土资源厅划定矿区范围的批复》,甘采证划字[2015]0003号,甘肃省国土资源厅,2015年3月27日;

5、《肃北县自然资源局关于甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿免做2023年度储量动态监测年报的通知》,肃北县自然资源局,2023年12月;

6、《小翁考克山铁矿坐标转换结果》,甘肃省测绘工程院,2024年7月30日;

7、《关于甘肃省肃北蒙古族自治县小翁考克山一带铁矿环境恢复治理情况的报告》,肃自然资报[2021]949号,肃北县自然资源局,2021年12月。

附图:

1、小翁考克山铁矿地形地质图

2、小翁考克山铁矿总体布置图(一)

3、小翁考克山铁矿总体布置图(二)

4、小翁考克山铁矿开拓系统纵投影图

5、小翁考克山铁矿3号勘探线剖面图

6、小翁考克山铁矿2号勘探线剖面图

7、浅孔留矿采矿方法图

8、沿走向分段空场采矿方法图

9、垂直走向分段空场采矿方法图

# 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

矿山位于瓜州县柳园镇北东 70km 处，行政区划隶属甘肃省肃北蒙古族自治县马鬃山镇管辖。柳园镇—博伦公司—广汇路从矿区附近通过，行程约 70km，交通较为方便（图 1）。

地理坐标（CGCS2000）：东经：95° 55′ 00″ ~96° 03′ 00″，北纬：41° 26′ 00″ ~41° 27′ 30″。

### 1.1.2 项目名称和隶属关系

项目名称：甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿矿产资源开发利用方案

隶属关系：甘肃方舟矿业有限公司

### 1.1.3 编制任务的来源及目的

2016 年，甘肃方舟矿业有限公司取得采矿证后，当时铁矿行情较差，铁精粉价格约 500 元/吨左右，加之此后的环保和资金原因，一直未开工建设。

原开发利用方案由兰州有色冶金设计研究院有限公司编制，该方案设计前期为露天开采，运输方式为汽车运输，采用的采剥方法为潜孔钻机穿孔，非电微差爆破，挖掘机装矿，自卸汽车运矿，露天回采  $156.70 \times 10^4$ t 矿石量，露天服务年限为 6.5 年，后期地下开采，开拓方式为竖井开拓，采矿方法为分段空场法和浅孔留矿法，地下回采  $116.37 \times 10^4$ t 矿石量，地下服务年限为 4.9 年。

原方案是以 2015 年时的技术经济条件作出的设计，在政策上，按《关于印发〈“十四五”矿山安全生产规划〉的通知》（应急〔2022〕64 号）第 21 条，“……矿山实现统一设计开采、统一生产经营、统一安全管理”，按《中共中央办公厅

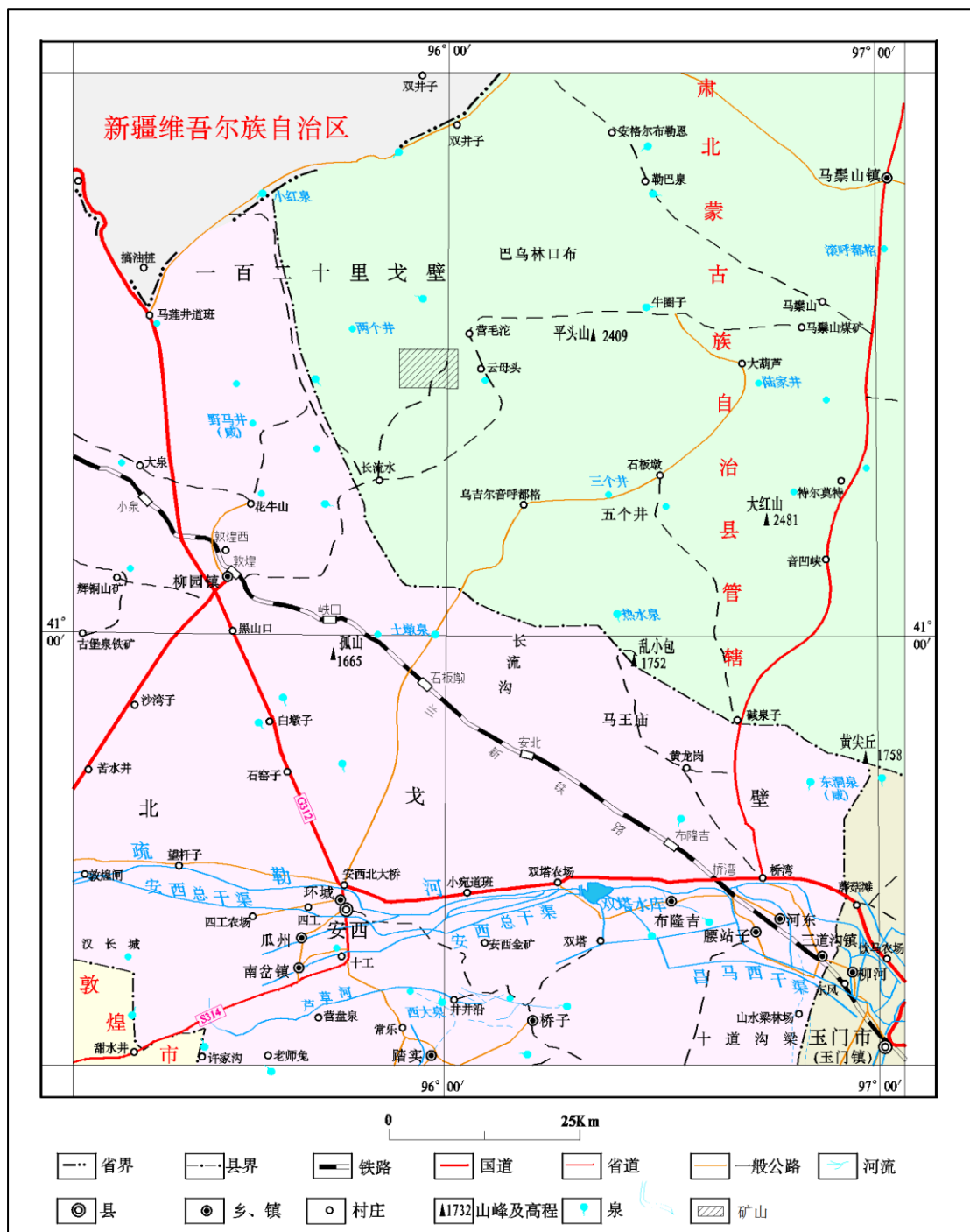


图 1 交通位置图

国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》(2023年9月6日)，“矿山开发没有进行一次性总体设计的，原则上不得审批安全设施设计”，按《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》(甘应急矿山(2022)95号)，“一个采矿许可证范围内的矿产资源开发应当由一家生产经营单位统一管理，一般只设置一个独立生产系统，且设计服务年限不得低于5年”。整体设计要求三合一设计和安全设施设计中的方案保持一致，原设计的后期地下开采年

限少于 5 年，在安全设施设计审查时很难通过审查，无法取得安全生产许可证，亦无法生产。

按《甘肃省自然资源厅关于深化矿产资源管理改革及进一步完善勘查开采登记工作的通知》（甘资规发〔2024〕2 号）第 13 条，“原矿产资源开发利用方案的矿区范围、生产规模、开采方式、主要开采矿种、开拓系统及其他情况发生重大变化，需重新编制开发利用方案的，可依据经矿产资源储量评审机构审查通过的最近一次矿产资源储量报告或经自然资源主管部门评审确认的储量年报（含《矿山资源储量年度变化表》）作为编制、审查矿产资源开发利用方案的依据。”

因此 2023 年 9 月，甘肃方舟矿业有限公司委托兰州川泰工程咨询有限公司编制《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿矿产资源开发利用方案》，目的是变更开采方式、扩大生产规模。

## 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

矿区地处甘肃北山地区，海拔 2250~2600m，最高峰七一铁矿山 2558.2m，属中低山区。山势走向近东西向，切割较浅，总体显示出北高南低的地形地貌特征。区内沟谷发育，大多为南北向，部分为北东向。

#### 1.2.1.2 气象

矿区属大陆性干旱气候，夏季炎热，冬季寒冷。年最高气温 35℃，最低气温-29.3℃，夏季日温差 15~25℃，年平均温度 4℃，10 月下旬至翌年 3 月为冻结期，最大冻土深度 >400cm。年平均降水量 63.3mm、蒸发量 3039.6mm。气候异常干燥，常年多风，风向以西北风为主，风力一般 4~7 级，最高达 8 级以上。

#### 1.2.1.3 水文

矿区干旱少雨，无常年性河流存在，亦无地表水分布，仅发育多条暂时性洪流作用形成的洪流沟谷，均为干沟，沟谷整体走向 154°~207°，区内延伸一般在 76m~967m 之间，最长达 1.09km，沟内出露岩性多为第四系松散-稍密的砂

土，表层弱胶结，下部松散、干燥，砂质均匀纯净，为中细一中粗砂，粒径 0.25mm 土。局部可见砾径 2.00mm~2.00cm 之间的角砾，磨圆度一般，呈亚圆形、亚棱角形。调查历史最高洪水位，过水断面宽在 1.00m~13.00m 之间，最宽可达 28.00m，洪水位高一般在 0.01m~0.22m 之间，最高可达 0.40m，糙率 97%，利用曼宁公式推算得瞬时流量一般在  $0.011\text{m}^3/\text{s}$ ~ $0.30\text{m}^3/\text{s}$  之间，最高达  $0.67\text{m}^3/\text{s}$ 。6~9 月集中而强度较大的降水往往可形成暂时性洪流。

#### 1.2.1.4 土壤植被

矿区土壤类型主要以灰棕荒漠土为主，灰棕漠土多分布在盆地中央，土层厚度随地形变化而异，常夹有小砾石，基层是砂砾层或粗沙层，表面是因风蚀而形成的砾面。土壤有机质含量低，自然肥力不高，部分土壤有盐渍化，土壤质地疏松，抗蚀抗冲性弱，易受风力侵蚀及水流冲刷流失。

矿区土地类型为裸岩石砾地，植被属荒漠草原植被类型。植被稀疏，植被覆盖率小于 10%。地表零星分布有麻黄、梭梭草、红砂、膜果麻黄、沙生针茅等旱生植物，丛状疏生。

#### 1.2.1.5 地震

矿区受罗雅楚山复式背斜南北翼的北西向次级断裂构造的影响，区内地质构造活动、地震活动较为强烈，属地震活动强烈区。根据《建筑抗震设计规范（GB50011—2016）》，矿区抗震设防烈度为 7 度，设计基本地震加速度值为  $0.10g$ 。

### 1.2.2 经济概况

2022 年，肃北县国内生产总值 25.9 亿元，按可比价格计算，比上年增长 17%。其中，第一产业增加值 1.5 亿元，增长 6.3%；第二产业增加值 13.9 亿元，增长 25%；第三产业增加值 10.5 亿元，增长 11.4%。三次产业结构由 2021 年的 7:48:45 调整为 5.8:53.7:40.5。在第三产业中，交通运输仓储和邮政业、批发和零售业、住宿和餐饮业、金融业、房地产业、其他服务业增加值分别增长 28.1%、4.5%、1.2%、3.8%、4.6%、10.1%。人均地区生产总值为 142198 元，按可比价格计算，比上年增长 17%。

2022 年，肃北县城镇居民人均可支配收入 46286.15 元，增长 3.5%；农村居民人均可支配收入 33749.78 元，增长 6.5%。城镇居民人均消费支出 39320.82

元，增长 4.7%；农村居民人均消费支出 28443.68 元，增长 6.2%。居民恩格尔系数城镇为 29%，农村为 27%。

2022 年，肃北县固定资产投资比上年增长 17.8%。按三次产业分，第一产业投资增长 660.6%；第二产业投资下降 4.0%，其中工业投资下降 4.1%；第三产业投资增长 86.2%。基础设施投资增长 96.4%。项目投资比上年增长 18.3%。其中，电力、热力、燃气及水生产和供应业投资下降 11.2%，交通运输、仓储和邮政业投资增长 76.7%，水利、环境和公共设施管理业投资增长 338.4%。

房地产开发投资比上年下降 32.8%，房屋施工面积 2.51 万平方米，下降 63%，其中，住宅施工面积 2.3 万平方米，下降 43.2%。商品房销售面积 0.75 万平方米，增长 27.12%，其中，住宅销售面积 0.72 万平方米，增长 28.6%。

2022 年，肃北县全部工业增加值 13.9 亿元，可比价计算增长 25%。规模以上工业增加值增长 39.4%，其中马鬃山经开区规上工业增加值增长 42.8%。在规模以上工业中，分经济类型看，国有控股企业增加值增长 36.7%；股份制企业增长 24.5%；私营企业增长 93%。分门类看，采矿业增长 55.3%，制造业下降 20.4%，电力、热力、燃气及水生产和供应业增长 29.6%。

发电装机容量 343385 万千瓦，比上年增长 50.9%。其中，水电装机容量 57863 万千瓦，增长 3.4%；并网太阳能发电装机容量 3902 万千瓦，增长 1.0%；并网风电装机容量 281620 万千瓦，增长 67.9%。规模以上工业企业利润 3.9 亿元，比上年增长 68.2%。分经济类型看，国有控股企业利润 4.5 亿元，比上年增长 88.4%；股份制企业 2.8 亿元，增长 19.6%；其他企业 0.35 亿元，增加 1412.7%。分门类看，采矿业利润 0.86 亿元，比上年下降 1.7%；制造业-0.57 亿元，下降 24%；电力、热力、燃气及水生产和供应业 3.6 亿元，增长 111.6%。规模以上工业企业每百元营业收入中的成本为 68.3 元，比上年增加 0.4 元。营业收入利润率为 10.1%，提高 0.7 个百分点。规模以上工业企业资产负债率为 77.8%，比上年降低 6.7 个百分点。规模以上工业企业成本费用利润率 11.8%，比上年增长 1.09 个百分点。

2023 年“三抓三促”行动开展以来，马鬃山经开区围绕百亿级矿产品精深加工基地、千万千瓦级新能源发电基地、亿吨级物流枢纽基地建设，在兴边富民产业发展、招商引资等工作中掀起大抓落实的热潮。以重点工作突破带动整体工

作提升,以主导产业为重点,由单一的矿产品开发转向矿产品精深加工、新能源、通道物流 3 个方向,推动矿产品开采加工延链、补链、强链,持续加快风光电布局,全面打造疆煤外运通道枢纽中心,将马鬃山品牌优势、资源优势、区位优势转化为经济优势。

窑街煤电集团酒泉天宝煤业公司红沙梁项目是省“十四五”期间建设的重点项目,也是河西地区在建的最大整装煤炭资源项目,年生产能力 440 万吨。为保证续建工程加快推进、新建项目早启动、高标准完成全年投资计划,天宝煤业公司全力以赴推动地面工程建设提速、提质、提效。

天宝煤业公司以“三抓三促”行动为抓手,聚焦项目建设、安全生产、经营管理等重点工作,持之以恒转作风、抓落实,各项工作呈现良好发展态势。至目前,露天矿已完成电煤保供任务 150 余万吨,矿井三条井筒累计掘进 2000 米,即将进入二期施工,地面工程全面开建,职工宿舍、综合服务中心、职工餐厅及供电线路等工程主体结构已完工。

马鬃山经开区是市级经济开发区,是市第五次党代会确定的“1246”总体工作思路的重要支点。2022 年,园区入驻规上企业 23 户,规上工业增加值同比增长 45%,固定资产投资同比增长 20%。2023 年上半年,马鬃山经开区(镇)完成规上工业总产值 16.99 亿元,同比增长 2.48%;完成工业增加值 7.8 亿元,同比下降 4.1%;完成固定资产投资 26.3 亿元,同比增长 2.8%。

### 1.3 矿权设置情况

2015 年,原甘肃省国土资源厅以甘采证划字【2015】0003 号文划定了矿区范围。2016 年,甘肃方舟矿业有限公司委托兰州有色冶金设计院有限公司编制了《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山一带铁矿矿产资源开发利用方案》,申办了采矿许可证。信息如下:

采矿权人:甘肃方舟矿业有限公司

采矿权证号:C6200002016072110142412

地址:兰州市城关区民主西路 146 号

矿山名称:甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿

经济类型:有限责任公司

开采矿种：铁矿

开采方式：露天/地下开采

生产规模：24.00 万吨/年

矿区面积：0.9195km<sup>2</sup>

有效期限：2016 年 7 月 8 日至 2026 年 7 月 8 日

采矿权范围拐点坐标见表 1。

表 1 采矿权范围拐点坐标表

拐点 编号	1980 西安坐标系		CGCS2000 坐标系	
	X 坐标	Y 坐标	X 坐标	Y 坐标
1				
2				
3				
4				

开采标高：+2381m~+2120m，矿区面积：0.9195km<sup>2</sup>，原采矿证证载坐标系西安 1980 坐标系，本项目坐标采用甘肃省测绘工程院转换后的国家大地 2000 坐标系，见附件 5。

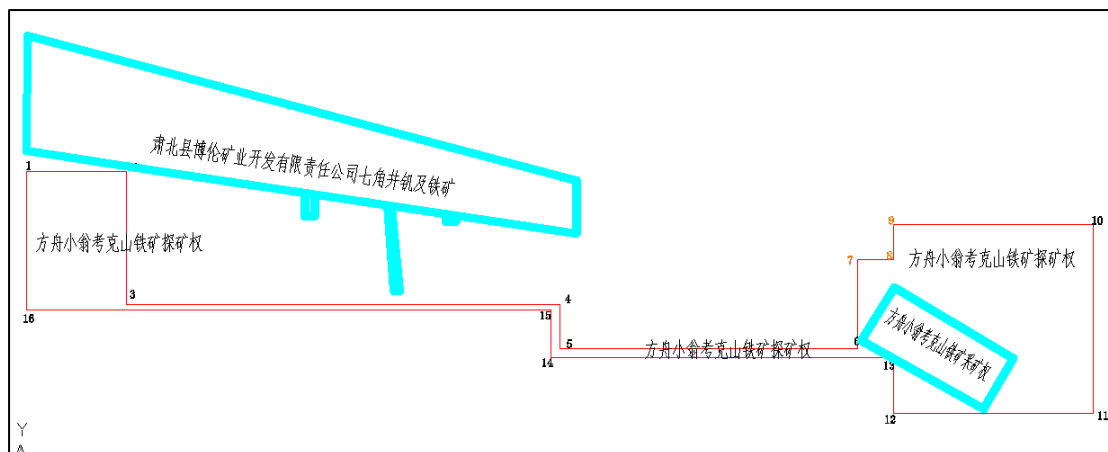


图 2 采矿权与探矿权范围相互位置图

## 1.4 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 3。周边开采的矿山主要有博伦公司七角井子铁矿、亚峰矿业长流水金矿、西脉集团花牛山铅锌矿、瓜州兴龙源投资有限公司东小泉金矿，未开采的采矿权有酒钢集团红山铁矿二矿区和五矿区、方舟矿业小翁考克山铁矿、金川公司黑山铜镍矿。

小翁考克山铁矿采矿权不在各类保护区或功能区范围内，距离最近的保护区为安西极旱荒漠自然保护区，位于矿区西北方向 40km 外的瓜州县境内。

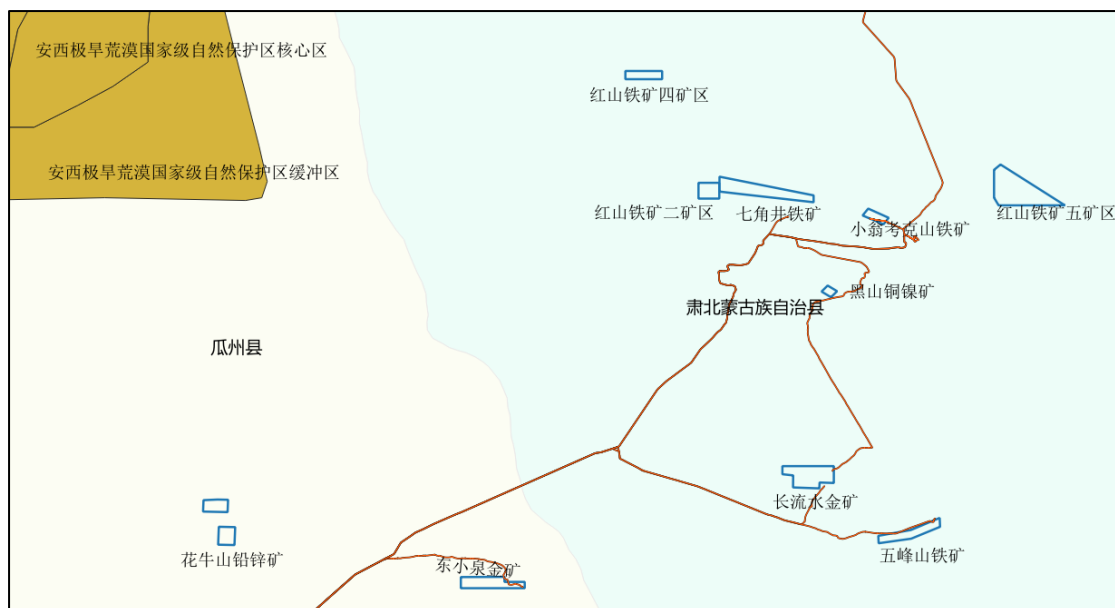


图 3 矿区与相邻的其他矿业权的位置关系图

## 1.5 矿山现状

### 1.5.1 历史设计概况

2014年7月，甘肃省地质矿产勘查开发局第二地质矿产勘查院编制的《甘肃省肃北县小翁考克山一带铁矿资源储量核实报告》评审备案后，甘肃方舟矿业有限公司取得了划定矿区范围的批复（甘采证划字【2015】0003号），委托兰州有色冶金设计研究院有限公司编制了《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山一带铁矿矿产资源开发利用方案》，并通过原甘肃省国土资源厅审查。

该方案总的利用资源/储量为(332)+(333)为 $273.07 \times 10^4 \text{t}$ ，平均品位28.39%，开采标高为2381m-2120m。推荐的采选生产规模为800t/d，即 $24.0 \times 10^4 \text{t/a}$ 。矿山总服务年限为12.4（含基建期1.0年），最终产品为64%的铁精粉。

开采方式：前期6.5年为露天开采，运输方式为汽车运输，采用的采剥方法为潜孔钻机穿孔，非电微差爆破，挖掘机装矿，自卸汽车运矿；后期4.9年采用地下开采，开拓方式为竖井开拓，采矿方法为分段空场法和浅孔留矿法。

设计可采出铁矿石资源量为 $273.07 \times 10^4 \text{t}$ ，其中露天回采 $156.70 \times 10^4 \text{t}$ ，地下回采 $116.37 \times 10^4 \text{t}$ 。

推荐的选矿流程为：破碎—弱磁—粗选—两次弱磁性精选产出最终铁精矿。

### 1.5.2 2016~2023 年概况

2016 年甘肃方舟矿业有限公司获得采矿证后,因为当时铁精粉的价格约 500 元/吨左右,铁矿行情较差,再次因为环保和资金原因,一直未动工建设,2019 年之后,又是三年疫情,因此小翁考克山铁矿为一座未开发的矿山。

### 1.5.3 2020 年探矿权范围治理工程

2020 年,小翁考克山铁矿探矿权申请延续,在办证前,需对前期勘查造成的矿山地质环境问题进行全面治理恢复,为此甘肃方舟矿业有限公司委托甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院对小翁考克山铁矿矿山地质环境问题进行现场调查核实,编制了《甘肃省肃北县小翁考克山一带铁矿矿山地质环境恢复治理专项方案》。

在采矿权范围外,探矿权范围内,自 2004 年至 2018 年间,企业通过槽探、钻探等工程对矿体进行了勘查,截止 2020 年 11 月 7 日,探矿权西区、东区共形成采坑 8 处、探槽 5 处、渣堆 33 处、钻机平台 9 处、房屋 4 处、水池 1 处、矿山道路 6957m 等。矿山地质环境恢复治理工程设计工作量主要为采坑回填 22771m<sup>3</sup>,采坑刺丝网围堵 1737m,探槽回填 142.8m<sup>3</sup>,渣堆整平 26402m<sup>3</sup>,渣堆清运 104514m<sup>3</sup>,房屋拆除 280 m<sup>2</sup>等,矿山地质环境恢复治理经费总投资 237.04 万元。

2021 年 12 月,肃北县自然资源局组织专家现场查看后,以《关于甘肃省肃北蒙古族自治县小翁考克山一带铁矿环境恢复治理情况的报告》(肃自然资报[2021]949 号)通过了本次治理验收。

### 1.5.4 采矿权范围内现状

#### 1.5.4.1 一号露天采坑

本矿露天采坑系 2013 年以前民采采矿所形成,一号露天采坑及所属排土场现状如图 4 所示。

一号露天采坑所采矿体为 Fe-III-1 矿体,露天采坑形似“蝌蚪形”,出入斜沟长 128m,采坑内部呈圆形,直径约 103m,深约 20m,大致形成了 2 个台阶,内部道路由出入沟进入,一次进入坑底。占地面积 1.42hm<sup>2</sup>。

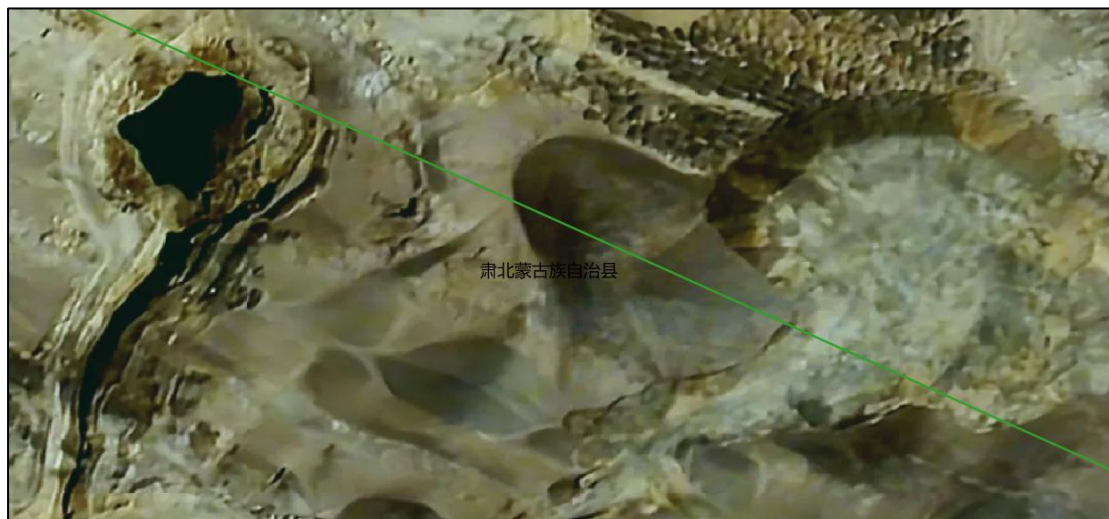


图 4 一号露天采坑及排土场现状图

一号露天采坑开采的矿体是 Fe-III-1 矿体，该矿体属于潜在资源量，设计不利用，在平面上，采坑与设计利用的 Fe-III-2 矿体距离 200m 以上，未来 Fe-III-2 矿体地下开采时，一号露天采场对其无影响。

#### 1.5.4.2 二号露天采坑

二号露天采坑所采矿体为 Fe-III-2 主矿体，二号露天采坑长 350m，上宽 50m，下宽 12m，采深最大 10m，南北边坡坡度约宽  $46^{\circ}$ 。

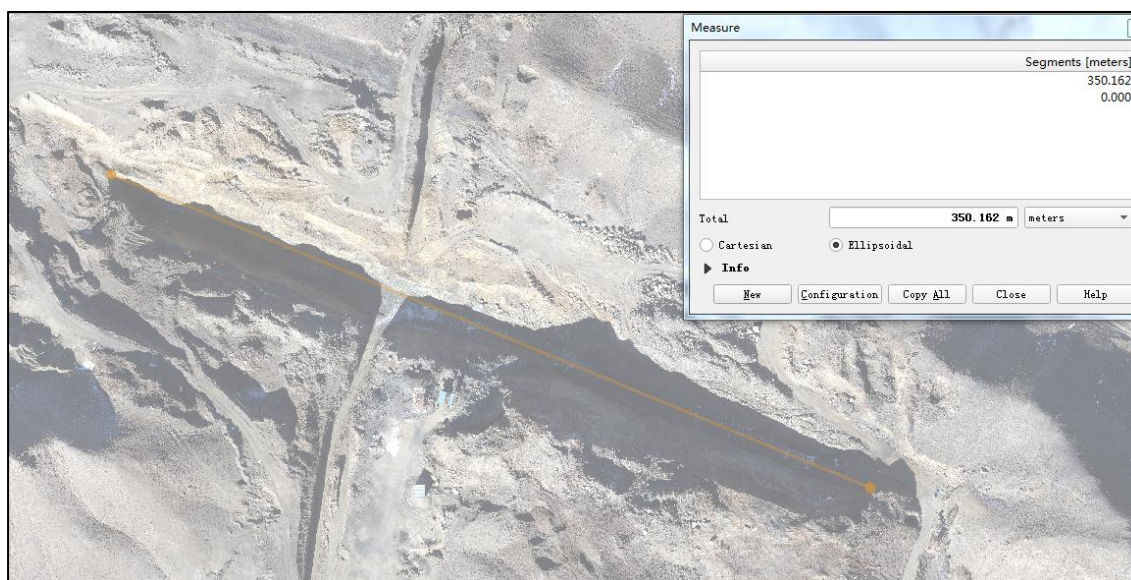


图 5 二号露天采坑现状图

二号露天采坑开采的矿体是地表露头的 Fe-III-1 矿体，未来 Fe-III-2 矿体地下开采时，二号露天采场位于地下采场的上部，因此要预留隔离矿柱。

#### 1.5.4.3 排土场

排土场位于露天采坑的正东 143m 处，形成了一个台阶，形态呈圆形，直径约 160m，面积为 1.64hm<sup>2</sup>，为历史民采人工堆填形成，已经过治理，排土场顶部进行平整，对北侧形成斜坡进行放坡处理，斜坡坡度约 35°，高度 5-7m，斜坡较为稳定。

## 1.6 外部建设条件

### 1、交通

矿区交通较为方便，兰新铁路、国道 312 线均通过柳园镇或附近，矿区位于瓜州县柳园镇北东方向，以矿区中心算起西偏南直距 70km 为兰新铁路线上的柳园镇（柳园车站），柳园镇—博伦公司—广汇路的公路从矿区附近通过，行程约 70km。项目建设所需原材料、设备均可通过公路运抵施工现场。

### 2、供水

生产过程中，井下抽出来的水经过沉淀后可供凿岩、降尘、防火等生产用水。生活用水由汽车用储水罐从博伦公司厂区内运输至矿区，供水可满足矿山生活和生产需要。

### 3、供电

本矿西侧 5km 为博伦公司，北侧 3km 为酒钢天亨选厂，柳园国家电网 35kV 已至长流水，供电条件良好。

### 4、通讯

移动信号及网络已覆盖周边长流水、七角井子区域，矿山通讯较方便。

### 5、物资供应

区内人烟稀少，一切生产物资、生活用品均需从柳园镇、瓜州县等地采购。

## 1.7 编制依据与原则

### 1.7.1 编制依据

#### 1.7.1.1 法律、法规依据

1、《中华人民共和国安全生产法》2021 修订版，2021 年 9 月 1 日起施行；

2、《中华人民共和国矿山安全法》中华人民共和国主席令第 65 号，2009 年 8 月 27 日；

3、《中华人民共和国矿产资源法（修正）》，2009 年 8 月 27 日；

4、《中华人民共和国消防法》中华人民共和国主席令第六号，2019 年 4 月 23 日；

5、《中华人民共和国职业病防治法》中华人民共和国主席令第六十号，2021 年 4 月 29 日第二次修正；

6、《民用爆炸物品安全管理条例（修订）》中华人民共和国国务院令第 653 号，2014 年 7 月 29 日；

7、甘肃省实施《中华人民共和国矿山安全法》办法，1997 年 1 月 20 日；

8、《甘肃省安全生产条例》，2023 年 1 月 1 日起施行；

#### 1.7.1.2 政策文件依据

1、《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）；

2、《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，2010 年 10 月 9 日；

3、《甘肃省国土资源厅关于实行采矿权项目三方案合一制度的通知》（甘国土资矿发〔2016〕140 号）；

4、《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）；

5、《矿山地质环境保护规定》（2019 年 7 月 16 日自然资源部第 2 次部务会议《自然资源部关于第一批废止修改的部门规章的决定》第三次修正）；

6、《甘肃省矿产资源总体规划（2021-2025）》（甘政发〔2022〕52 号）；

7、国家矿山安全监察局关于印发《关于加强非煤矿山安全生产工作的指导意见》的通知（矿安〔2022〕4 号）；

8、《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》（甘应急矿山〔2022〕95 号）；

9、《中共中央办公厅 国务院办公厅关于进一步加强矿山安全生产工作的意见》，2023年9月6日；

10、《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）；

11、《甘肃省自然资源厅关于深化矿产资源管理改革及进一步完善勘查开采登记工作的通知》（甘资规发〔2024〕2号）；

12、《肃北县矿产资源总体规划(2021-2025)》。

### 1.7.1.3 规范、规程依据

- 1、《厂矿道路设计规范》（GBJ22-87）；
- 2、《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- 3、《生活饮用水卫生标准》（GB5749-2006）；
- 4、《矿山安全标志》（GB14161-2008）；
- 5、《冶金矿山选矿厂工艺设计规范》（GB 50612-2010）；
- 6、《建筑物防雷设计规范》（GB50057-2010）；
- 7、《工业企业设计卫生标准》（GBZ1-2010）；
- 8、《冶金矿山采矿设计规范》（GB50830-2013）；
- 9、《尾矿设施设计规范》（GB 50863-2013）
- 10、《工业企业噪声设计控制规范》（GB/T50087-2013）；
- 11、《建筑设计防火规范》（GB50016-2014）；
- 12、《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119-2015）；
- 13、《爆破安全规程》（GB6722-2014，2016年修改版）；
- 14、《冶金行业绿色矿山建设规范》（DZ/T0319-2018）；
- 15、《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020）；
- 16、《矿产地质勘查规范铁、锰、铬》（DZ/T0200-2020）；
- 17、《尾矿库安全规程》（GB 39496-2020）；
- 18、《矿山电力设计标准》（GB50070-2020）；
- 19、《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020；
- 20、《绿色矿山建设规范第2部分：金属矿》（DB62/T4284.2-2021）；

21、《矿产资源“三率”指标要求第3部分：铁、锰、铬、钒、钛》  
(DZ/T0462.3-2023)。

### 1.7.2 基础资料

1、《甘肃省肃北县小翁考克山一带铁矿资源储量核实报告》，甘肃省地质矿产勘查开发局第二地质矿产勘查院，2014年7月；

2、《甘肃省肃北县小翁考克山一带铁矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明，甘国土资储备字[2014]62号，原甘肃省国土资源厅，2014年8月；

3、《甘肃省肃北县小翁考克山一带铁矿资源储量核实报告》评审意见书，甘国土资储评字[2014]68号，甘肃省矿产资源储量评审中心，2014年7月；

4、《甘肃方舟矿业有限公司小翁考克山铁矿选矿试验研究报告》(KY-KH18-10SB-2010)，西北矿冶研究院，2010年10月；

5、《甘肃方舟矿业有限公司甘肃省肃北县小翁考克山一带铁矿矿产资源开发利用方案》，兰州有色冶金设计研究院有限公司，2015年8月；

6、《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山一带铁矿矿产资源开发利用项目环境影响报告书》，河南蓝森环保科技有限公司，2015年12月；

7、《甘肃省肃北县小翁考克山一带铁矿矿山地质环境恢复治理专项方案》，甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院，2020年12月；

8、现场收集和业主提供的其他资料，包括总体布置图、选矿资料、技术经济参数等；

9、《小翁考克山铁矿坐标转换结果》，甘肃省测绘工程院，2024年7月30日。

### 1.7.3 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、在地质报告基础上，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

铁是世界上发现最早，利用最广，用量也是最多的一种金属，其消耗量约占金属总消耗量的 95% 左右。铁矿石是指有可经济利用的铁元素的矿石，是钢铁生产的重要原料，通常含铁 50% 以上的称之为富矿，含铁量 35%-50% 的为低品矿，含铁量 25%-35% 的为贫矿，含铁量 25% 以下的为超贫矿。

根据铁矿石产品粒度的差异，铁矿石又可分为粉矿、块矿和精矿。对于高品位铁矿石，在矿山开采原矿后，经破碎筛分成块矿可直接用于生铁冶炼，并进一步生产粗钢和钢材等产品；对于低品位铁矿石，通常需先通过破碎、筛分、球磨、磁选/浮选等选矿程序形成含铁量较高的铁精矿后，再经过烧结工艺加工成高品位球团，最终用于生铁、粗钢和钢材等产品的冶炼生产。

根据美国地质调查局数据，全球铁矿石储量主要分布在澳大利亚、巴西、俄罗斯、中国、乌克兰等地。其中澳大利亚储量最为丰富，2022 年其储量为 510 亿吨，全球占比 28% 左右。中国储量约为 200 亿吨，全球占比 11% 左右，世界储量排名第四。

尽管中国储量较大，但我国铁矿石的平均品位仅为 34.5%，低于全球 47.2% 的平均水平，在全球主要铁矿石储量的国家中居末尾。以金属铁（铁元素）来计算，2022 年我国铁矿石含铁量仅为 69 亿吨左右，全球占比 8.1%。

我国铁矿石资源整体呈现贫矿多、富矿少、中小型矿多、矿石类型复杂、难开采等特征。我国是世界第一产钢大国，矿石需求量大，我国铁矿石大多依赖进口，自给能力较差。当前我国经济处于稳步复苏的关键时期，钢铁产业是国民经济的重要基础产业，铁矿石作为钢铁工业的重要原材料，提高我国铁矿石自给能力对资源保障安全和经济可持续发展具有重要意义。早在 2016 年，工信部在《钢铁工业调整升级规划（2016-2020 年）》中提到，“支持有条件的企业集团或联合体采用独资、合资等多种方式，稳步推进优质、低成本的矿产资源境外生产基地建设和海外优质矿山资源股权投资。持续推进国内重点成矿区带勘探工作，进一步摸清我国铁矿资源家底。支持一批竞争力强的现有国内铁矿企业，通过规模化、

集约化开发,提高矿山管理水平和生态环境,强化国内矿产资源的基础保障作用。”

“十二五”到“十四五”期间,相继出台多份围绕增强铁矿石供给的政策文件,以增强资源保障。

近年来全球铁矿石产量趋于稳定,产量地理分布集中,根据美国地质调查局数据,2015-2022年,全球铁矿石产量在22.8-26.8亿吨之间波动,金属铁产量变化整体跟随铁矿石产量变化趋势,在14-16.3亿吨之间波动。

铁矿石产量集中在澳大利亚、巴西等国,2022年,铁矿石产量、金属铁产量全球排名前四的国家均为澳大利亚、巴西、中国、印度;各个国家的铁矿石产量全球占比份额与其金属铁产量全球占比份额相差无几,2022年澳大利亚、巴西、中国、印度的铁矿石产量和金属铁产量全球占比均分别为34%、16%、15%、11%。

四大矿山(力拓、必和必拓、淡水河谷、FMG)铁矿石年产量合计全球占比42%左右,尽管四大矿山近年来各自产量增减不同,但整体产量趋于稳定。2023年四大矿山的铁矿石产量分别为:力拓3.32亿吨,同比+2.28%;必和必拓2.54亿吨,同比-0.69%;淡水河谷3.21亿吨,同比+4.35%;FMG2.14亿吨,同比-5.05%。四大矿山合计生产铁矿石11.21亿吨,同比+0.61%。

根据四大矿山发布的公司公告,其2024年的生产指导目标相较2023年均趋稳或有小幅增长,预计主流矿山2024年铁矿石供应保持稳定。

国内矿方面,为打破海外矿业寡头对国内钢企供给端的垄断,实现铁矿石自主可控,国家发改委联合工信部、财政部等七部委及中钢协于2022年推出了“基石计划”,即通过增加国内矿产量、提升废钢回收和利用、开发海外铁矿资源等三大举措,实现对铁矿石供给和价格的话语权。“基石计划”提出用2~3个“五年计划”时间,切实改变我国铁资源来源构成,从根本上解决钢铁产业链资源短板问题。首先力争实现一个目标:到2025年,实现国内矿产量、废钢消耗量和海外权益矿分别达到3.7亿吨、3亿吨和2.2亿吨,分别比2020年增加1亿吨、0.7亿吨和1亿吨。

“基石计划”于2021年开始酝酿,结合“基石计划”的正式提出,国内铁矿采选行业固定资产投资于2021-2022年显著增长,铁矿项目审批明显加快。2021年、2022年黑色金属矿采选业固定资产投资额同比增速分别为26.9%和

33.3%，2023年由于国内铁矿石供给增速（原矿产量同比+7.1%）大幅高于需求增速（生铁同比+0.7%），投资意愿开始减退，2023年黑色金属矿采选业固定资产投资额同比-6.8%。

国内各重点新建铁矿项目在铁矿行业政策持续加码下如火如荼地开展，国产铁矿石产能加速扩张，其中具有代表性的本溪思山岭铁矿、本溪大台沟铁矿、陈台沟铁矿、本溪南芬铁矿、河北马城铁矿等重点铁矿项目加快推进，项目产能在“十四五”期间陆续释放。未来随着“基石计划”项目的稳步推进，西鞍山铁矿采选工程等一批标志性大型特大型铁矿项目开工建设，预计国内矿供应在一定程度上能得到保障。

2016年2月，国务院发布《关于钢铁行业化解过剩产能实现脱困发展的意见》（国发〔2016〕6号），开启钢铁行业供给侧结构性改革。“十三五”期间，我国钢铁工业供给侧改革取得显著成效，全国累计压减粗钢产能1.5亿吨以上，提前两年超额完成“十三五”化解钢铁过剩产能上限目标任务，清除了1.4亿吨“地条钢”产能。“十四五”时期，我国钢铁工业仍然存在产能过剩压力大、产业安全保障能力不足、绿色低碳发展水平有待提升、产业集中度偏低等问题。目前钢铁行业正继续深化巩固供给侧改革，推进兼并重组，持续提升供给质量，推进绿色低碳转型，激发钢铁工业高质量发展新动能。

我国生铁、粗钢产量均在2020年达到峰值，分别为8.89亿吨和10.65亿吨。随着产能调整政策深入实施，叠加下游需求结构变化、国内外经济形势不佳等多重因素的共同影响，钢铁产量在2021、2022年持续下滑。2023年在疫情结束，我国经济恢复向好的情况下，粗钢产量同比轻微上涨0.11%。总的来说，我国粗钢产量已进入峰值平台期，《关于促进钢铁工业高质量发展的指导意见》中明确提到严禁新增钢铁产能，未来钢铁产量出现大幅增长是小概率事件。

在2023年11月23日已外发报告《减量发展的大背景下，钢铁行业存在的结构性机会》中，通过对钢铁主要应用下游（房地产、基建、机械、家电、汽车、造船）的分析，预计到2030年，钢材消费将下滑至8.44亿吨；结合钢材进出口状况，预计到2030年中国粗钢产量将下滑到9.2亿吨左右。钢铁产业进入减量发展阶段，对铁矿石的需求拉动有限。

炼钢工艺主要分为两种：长流程炼钢（高炉——转炉）和短流程炼钢（电炉）。长流程炼钢使用铁矿石作为主要原材料，通过烧结、高炉炼铁、转炉炼钢等工序生产钢水；短流程炼钢则主要使用废钢作为原材料，通过电炉融化废钢生产钢水。废钢是钢铁工业的绿色原料，也是唯一可大量替代铁矿石的铁素原料。用废钢生产 1 吨钢，可节约铁矿石 1.6 吨，能耗减少 0.35 吨标准煤，减少 1.6 吨二氧化碳排放，具有显著的节能减排效益。中国电炉钢占比远低于全球平均水平。根据世界钢协统计数据，2022 年我国电炉钢产量 9671 万吨，占粗钢总产量的 9.5%，远低于全球 28.3% 的平均水平，与美国、印度、俄罗斯、韩国、日本等国家存在较大差距。

为实现“双碳”目标，我国正加快推进工业绿色低碳转型，加强再生资源循环利用，大力发展循环经济。2022 年 7 月 7 日，工信部、发改委、生态环境部联合印发的《工业领域碳达峰实施方案》中提到，到 2025 年，废钢铁加工准入企业年加工能力超过 1.8 亿吨，短流程炼钢占比达 15% 以上。到 2030 年，富氢碳循环高炉冶炼、氢基竖炉直接还原铁、碳捕集利用封存等技术取得突破应用，短流程炼钢占比达 20% 以上。目前我国短流程炼钢占比与 20% 的目标还存在差不多一倍的差距，废钢作为短流程炼钢的主要原料，在政策推动下，未来随着电炉钢占比的提升，废钢替代铁矿石存在较大空间。

2021 年 7 月出台的《“十四五”循环经济发展规划》中指出，2020 年我国废钢铁资源总量达到 2.6 亿吨，并提出到 2025 年，我国废钢利用量要达到 3.2 亿吨。2021 年 9 月出台的《废钢铁产业“十四五”发展规划》中指出，“十二五”期间我国炼钢平均废钢比为 11.3%，“十三五”期间平均废钢比为 18.8%，比“十二五”提高 7.5 个百分点。“十三五”期间炼钢累计消耗废钢铁 8.74 亿吨，与用铁矿石炼钢相比累计节约 14.86 亿吨铁精粉，节能 3059 亿千克标煤，减少 13.98 亿吨二氧化碳和 26.2 亿吨固体废弃物排放，节能减排效果显著；并提出到“十四五”末，全国炼钢综合废钢比达到 30%。

废钢的利用符合钢铁行业可持续发展和绿色低碳的理念，并在一定程度上缓解我国铁矿石“卡脖子”的局面，保障原料供应安全，预计废钢消耗量未来将有所提高。

中国长期高炉-转炉炼钢占主导，原因之一是电炉钢利润多数时间少于高炉-转炉钢利润。以螺纹钢为例，2015年之前，在高炉螺纹钢吨钢利润在500元/吨以上的情况下，电炉螺纹钢利润处于亏损状态。“十三五”期间，受供给侧改革影响，电炉、转炉利润都相对较好。2022年后，高炉及电炉吨钢利润持续下滑，电炉钢再次进入亏损阶段。尽管有废钢替代铁矿石的预期，但在近年内，铁矿石仍然是炼钢最主要的需求原料。

目前我国铁矿石对外依存度较高，每年需进口铁矿石10亿吨以上。根据生铁产量所需铁元素，按照进口铁矿石平均品位62%测算，近年来我国铁矿石对外依存度高达80%左右。

在如此高的对外依存度下，我国近几年加大了对国内铁矿资源的开发力度。根据钢联数据，2023年我国铁精粉产量仅为2.88亿吨，距离发改委、工信部、财政部等七部委及中钢协于2022年推出的“基石计划”中提到的“力争到2025年实现国内矿产量3.7亿吨”的目标还有0.82亿吨的距离。假设《废钢铁产业“十四五”发展规划》中提到的“十四五末全国炼钢综合废钢比达到30%”的目标可以实现，根据2023年11月23日已外发报告《减量发展的大背景下，钢铁行业存在的结构性机会》中预测的2025年粗钢产量将下降至9.58亿吨左右，届时铁矿石（含铁量）需求量为6.7亿吨左右，远远超过目前国内铁精粉产量。因此，尽管未来钢铁减量发展，对铁矿石需求拉动有限。但在政策支持下，国内矿供应在一定程度上得到保障。为减少铁矿石对外依存度，减少进口矿的使用是重要途径，预计国内矿存在增长空间。

我国铁矿储量丰富，但可用资源短缺。尽管钢铁的减量发展对铁矿石整体需求拉动有限，但目前国内矿供给还处于较低水平，未来在“基石计划”推动下，国内矿供给存在增长空间，若海外矿供应保持稳定，铁矿石供需或将保持相对宽松局面。

## 2.2 产品价格分析

### 2.2.1 产品价格现状及预测

2023年10月基建用钢需求与此前预期一致，在基建资金压力较大，偿债压力较强的情况下，基建端用钢需求偏弱运行。

基建资金主要来自于一般公共预算支出、政府性基金和专项债，其中：一般公共预算主要来自于税收收入、行政事业性收入、国有资源有偿收入、转移性收入及其他收入。其中最主要的就是税收收入，在经济稳步恢复及稳增长预期下，地方税收收入较弱的情况下难以为基建提供资金支持，以财政支出中基建类支出占财政支出的占比情况来看，基建占比远低于往年水平，反映出财政在基建端的发力不足；政府性基金的主要资金来源为土地出让收入，在上文所述的地产下行周期中，终端销售转弱的连锁反应下，房地产企业拿地意愿持续转弱，致使其对基建端支持力度不足。

2023年10月24日，十四届全国人大常委会第六次会议闭幕。会议表决通过了全国人大常委会关于批准国务院增发国债和2023年中央预算调整方案的决议、十四届全国人大常委会关于授权国务院提前下达部分新增地方政府债务限额的决定。我国将增发1万亿元国债支持灾后恢复重建和提升防灾减灾救灾能力。此次增发的国债全部通过转移支付方式安排给地方，今年拟安排使用5000亿元结转明年使用5000亿元。

据财政部介绍资金将重点用于八大方面：灾后恢复重建、重点防洪治理工程、自然灾害应急能力提升工程、其他重点防洪工程、灌区建设改造和重点水土流失治理工程、城市排水防涝能力提升行动、重点自然灾害综合防治体系建设工程、东北地区和京津冀受灾地区等高标准农田建设。地方一般公共预算支出预算相应增加5000亿元，支出增幅由5.2%提高至7.4%。基建资金好转下，四季度钢材需求预期有所好转，但需要注意的是，一方面资金主要是用作化债，转向下游领域的投资额仍有待观望；另一方面资金主要下游领域为防泄洪等水利工程，该部分领域对于钢材需求较小，对钢材需求带动有限，实物工作量带动需求亦有待观望。此外，据经济观察网报道，8月25日国务院常务会议审议通过的《关于规划建设保障性住房的指导意见》文件（国发【2023】14号文，以下简称“14号文”），近期已传达到各城市人民政府、各部委直属机构。由于该文件明确提出“用改革创新的办法，在大城市规划建设保障性住房”、“推动建立房地产业转型发展新模式”，其中保障性住房地位提升空前，与市场的定位关系明确，被多地官员称为

“新房改方案”。保障性住房亦属于基建领域，需关注后续房改政策落地方案及对需求带动情况。

当前铁矿整体供需偏紧，供给端澳巴发运相对稳定，南非港口检修结束为环比带来增量，印度发运延续强势。国内部分矿山投产及复产致使精粉产量上涨，受季节性影响原矿产量或有所回落，但同比仍有增量。

需求端钢厂为保持市场份额，亏损下延续生产，钢厂区域成本差异显著，内陆钢厂亏损压力较大，而沿海钢厂成本相对较低，亏损压力较小，主流钢厂减产意愿偏弱。展望 11 月，除计划内常规检修外，部分内陆钢厂或仍有减产压力，但大范围检修预期基本宣布破产，行政减产亦如此。在此基础上，铁矿整体需求韧性较强，废钢价格下滑对铁元素形成替代，但供需偏紧格局仍难以扭转。

库存端低利润叠加年底资金压力较大，预计钢厂仍维持低库存不变，11 月上半月或将维持低库存策略不变，并随着进入月底，提前采购部分美金货为冬储做好准备，钢厂库存或有小幅抬升。港口端在铁水季节性回落下，或有小幅抬升，但受制于同比较高的铁水，预计累库幅度不及预期。当前铁矿整体供需偏紧，减产预期破产、成材卷板库存压力缓解后，市场博弈宏观预期对盘面的带动。海外市场定价美联储加息结束，但将维持较长时间的高利率，巴以冲突现缓解可能。国内在政府较为坚决的提振经济的决心下，政策利好不断，市场情绪转好。在较好的宏观预期、较强的政策支持下，预计铁矿偏强势运行，但短期近月合约监管压力较大，顶部压力较强，05 合约多头挤压严重，预计盘面维持高位震荡，在铁水季节性回落后盘面小幅回调，中长期仍偏强运行。

中国钢铁联合网编制的铁矿石现货价格指数(CSI)近年来的波动情况如下：



图 6 近五年铁矿石现货价格指数



图 7 近三年铁矿石现货价格指数



图 8 近一年铁矿石现货价格指数

## 2.2.2 产品价格取值

本设计矿山规模为中型矿山，由图 7，国内 62%铁精粉近三年（2021 年 6 月～2024 年 7 月）含税均价为 945 元/吨，不含税平均价格为 836 元/吨。

表 2 近三年 62%铁精粉价格表

日期	价格(元)	日期	价格(元)	日期	价格(元)	日期	价格(元)
2021/6/11	1232.12	2022/2/17	935.25	2022/11/29	823.95	2023/11/7	968.28
2021/6/29	1256.66	2022/3/10	966.80	2022/12/22	855.50	2023/11/28	1010.33
2021/7/22	1291.72	2022/3/31	991.35	2023/1/13	890.56	2023/12/20	1048.88
2021/8/6	1225.26	2022/4/17	1026.39	2023/2/4	904.61	2024/1/9	1094.42
2021/8/17	1148.29	2022/5/7	991.44	2023/2/25	915.16	2024/1/28	1055.97
2021/8/26	1064.31	2022/5/17	965.31	2023/3/21	936.22	2024/2/19	1042.03
2021/9/13	1060.86	2022/5/26	956.49	2023/4/8	897.76	2024/3/6	975.57
2021/9/24	994.39	2022/6/15	995.03	2023/4/28	852.31	2024/3/18	895.10
2021/9/29	906.91	2022/6/24	911.06	2023/5/17	831.36	2024/4/7	867.15
2021/10/14	927.94	2022/7/10	869.10	2023/6/5	848.91	2024/4/22	933.68
2021/11/4	886.00	2022/7/23	795.64	2023/6/27	883.96	2024/5/16	954.74
2021/11/17	809.03	2022/8/11	830.68	2023/7/22	894.52	2024/6/7	937.30
2021/12/4	760.08	2022/9/1	823.73	2023/8/14	891.07	2024/6/29	912.85
2021/12/23	812.62	2022/9/24	841.29	2023/9/5	933.12	2024/7/22	923.41
2022/1/7	879.15	2022/10/19	834.35	2023/9/24	975.17		
2022/1/27	924.70	2022/11/10	785.41	2023/10/15	936.72		
平均值 945 元/t							

## 3 矿产资源概况

### 3.1 矿区总体概况

#### 3.1.1 矿区总体规划情况

小翁考克山铁矿属于甘肃张掖—酒泉资源产业基地，区内主要矿产资源有铁矿石 4.12 亿吨、铜 29.56 万吨、钒 ( $V_2O_5$ ) 79.21 万吨、钨 ( $WO_3$ ) 41.22 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

转换后，全矿控制+推断资源量为 307.55 万吨，TFe 平均品位 28.40%，设计利用矿石量为 245 万吨，TFe 平均品位 28.59%。

#### 3.1.3 该设计与矿区总体开发的关系

该矿采矿权人为甘肃方舟矿业有限公司，属新建矿山，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变更开采方式、扩大生产规模，使其符合《甘肃省自然资源厅关于深化矿产资源管理改革及进一步完善勘查开采登记工作的通知(甘资规发〔2024〕2号)》的要求。

小翁考克山铁矿探矿权位于七角井子铁矿南侧外围，呈“哑铃”状，一矿段位于探矿权西侧，二、三、四矿段位于探矿权东侧，2015年划矿时，将二矿段和三矿段划进了采矿权范围内，一矿段和四矿段没有划进。

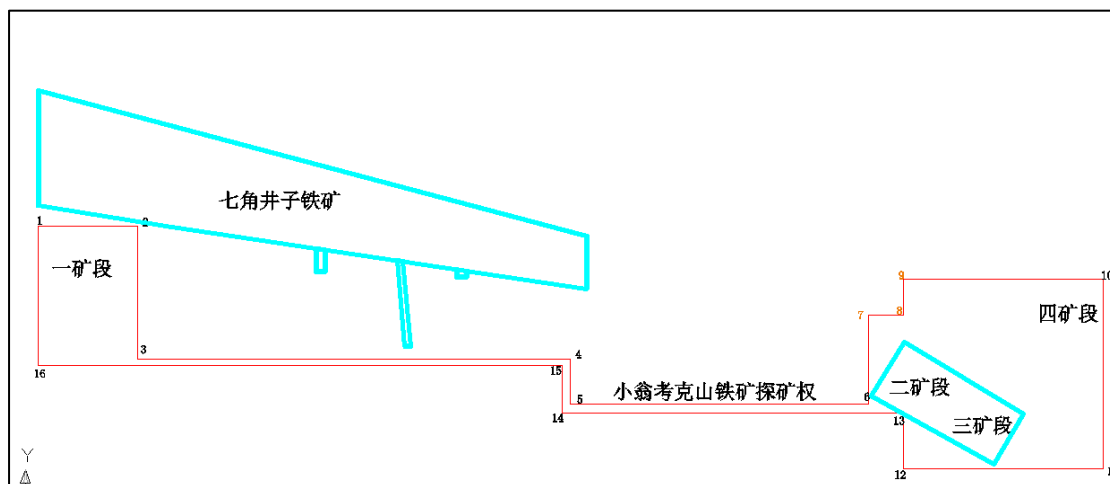


图 9 小翁考克山铁矿矿段相互位置图

因此本开发利用方案矿床资源概况章节重点叙述采矿权范围的内容，一矿段和四矿段简要提及。

## 3.2 该设计项目的资源概况

### 3.2.1 区域地质概况

本区地处塔里木板块东北边缘，属塔里木板块、中朝板块与西伯利亚板块的交汇部位，是多期板块拼裂而形成的复杂造山带，具多旋回复合造山的特点。区内岩浆活动频繁，规模较大，构造活动强烈，区域构造形迹表现为近东西向主断裂控制了区内地层及侵入岩的展布。

区域内出露的地层主要有蓟县系、寒武系、奥陶系、侏罗系、新近系、第四系等。

受大地构造位置的影响，本区褶皱、断裂构造发育，主构造线呈向北凸起的弧形展布，矿区及周边主要由砂井向斜和罗雅楚山背斜构成紧密的线状褶皱。

砂井向斜轴部位于矿区东部，轴向北西，向西渐转为东西向。形态为南东向收敛而抬起，北西向开阔而倾伏。核部由下奥陶统碎屑岩组成，两翼由寒武系硅质岩、碎屑岩及蓟县系平头山组上岩性段大理岩组成，并在核部可见闪长岩基及辉长岩枝侵入，断裂发育，以北西向冲断层为主，破坏了褶皱形态。向斜两翼之寒武系底部赋存有沉积变质型贫磁铁矿层，北东翼的贫磁铁矿层分布在砂井次级背斜构造的两翼，走向稳定，呈断续相连的似层状产出。

罗雅楚山复式背斜位于矿区中部，北东与砂井向斜毗邻，南侧被加里东期石英闪长岩体侵入破坏，背斜轴向北西西，出露长 22km，平均宽 4km，向西倾伏，倾伏角度  $20\sim 30^\circ$ ，核部由蓟县系平头山组上岩性段含炭大理岩、条带状大理岩和白云质大理岩组成，两翼由蓟县系平头山组上岩性段含绢云母石英岩、含矿层、下寒武统双鹰山组 ( $\in_{1s}$ )、中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}$ ) 及下奥陶统罗雅楚山组 ( $0_1l$ ) 组成，南北两翼具对称性。北翼地层出露较全，南翼由于断层破坏，造成地层和矿带缺失。背斜两翼次级褶皱发育，规模较大者有背斜南翼的向斜构造，平均宽约 800m，东端翘起而封闭。

主断裂在矿区自东向西由北西向转为近东西向，多为走向逆断层，次级断裂以北东向平推断层为主，均对矿体起破坏作用，北西向断裂不发育。

区内岩浆活动频繁而强烈，以加里东期和华力西期为主，岩性由酸性至基性均有出露。

区内岩脉发育，尤以矿区东部呈北东向延伸的辉长岩脉为多。一般宽数米至数十米，长 200~400m，最长者可达 1000m 以上，局部辉长岩脉由于后期蚀变作用，辉石颗粒边部析出磁铁矿颗粒，使岩石具中强磁性，含磁铁矿最高者可达 10~25%。此外，矿区从东到西，可见北东向闪长岩脉分布，部分岩脉受后期蚀变影响，暗色矿物析出磁铁矿，含量可达 1~2%，使岩石具弱—中等磁性。

区域内已发现矿产主要有铁、磷、钒等。其中罗雅楚山磷矿、砂井西南磷矿点、七角井子磁铁矿属沉积变质型矿床(点)。

### 3.2.2 矿区地质特征

#### 3.2.2.1 地层

矿区内出露地层主要为蓟县系平头山组上岩性段 ( $Jxp^2$ )、中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}$ )、下奥陶统罗雅楚山组下岩性段 ( $0_1l'$ )、侏罗系 ( $J_{1-2gn}$ )、新近系 ( $N_2$ )、第四系上更新统 ( $Q_3^{ap1}$ )，现分述如下：

##### a. 蓟县系平头山组上岩性段 ( $Jxp^2$ )

矿区内大面积出露，分布在矿区的中东部以及西北部，呈近东西向展布。该岩层厚度变化大，厚度在 410~1040m 以上，其在矿区中西端靠近背斜转折端部位厚度为 410m，在矿区中部达 750m，在矿区东部厚度为 1040m，由西向东其在

空间分布上呈现出逐渐增厚的变化特征。在矿区中部有少部分被第四系覆盖，西南部被加里东晚期花岗闪长岩（ $\gamma \delta_3$ ）吞蚀，留有少量的残余岩层。

b. 中、上寒武统西双鹰山组（ $\epsilon_{2+3x}$ ）

主要分布在矿区北东部、南西部，岩层呈不规则带状展布。磷、钒矿主要赋存于该组的黑色炭质板岩中，铁矿层赋存于下伏的含铁石英岩中，两者在空间分布上呈大致平行展布关系。

c. 下奥陶统罗雅楚山组下岩性段（ $O_1t^1$ ）：主要分布在矿区中东部的 II、III 矿段北侧，底部为绿褐色及灰褐色长英质变砂岩、变细粒石英砂岩夹硅质板岩薄层，厚度大于 470m。顶部为灰黑色硅质岩为主，夹大量粉砂岩、细砂岩。

d. 侏罗系（ $J_{1-2gn}$ ）：为一套褐红色砾岩、含砾砂岩夹砂质页岩。

e. 新近系（ $N_2$ ）：为一套桔红色灰质粉砂质泥岩。

f. 第四系上更新统（ $Q_3^{ap1}$ ）：冲积洪积砾石砂土，在矿区沟谷内大面积分布。

### 3.2.2.2 构造

根据矿体空间分布位置，自西向东将矿区内划分为 4 个铁矿段（即 I、II、III、IV 矿段），I 矿段铁矿体赋存于蓟县系平头山组上岩性段（ $Jxp^2$ （ $Fe+\phi$ ）含铁石英岩中，II、III、IV 矿段铁矿体赋存于中上寒武统西双鹰山组（ $\epsilon_{2+3x}$ （ $Fe+\phi$ ）含铁石英岩中。现按不同矿段将构造特征叙述如下：

a. 褶皱构造

向斜轴部位于 I 矿段中部，轴向北西，出露长 670m，宽 400m。形态为南东收敛而封闭，北西开阔而倾伏。核部由蓟县系平头山组上岩性段（ $Jxp^2$ ）结晶灰岩组成，两翼由蓟县系平头山组上岩性段（ $Jxp^2$ ）含铁石英岩、细砂岩、结晶灰岩、大理岩组成，并在核部及两翼可见南北向辉长岩脉侵入。I 矿段赋存于褶皱两翼的含铁石英岩中，受此褶皱控制，推断含铁层位形成向斜，资源前景良好。

b. 断裂构造

现将断裂构造特征分不同矿段叙述如下：

I 矿段断裂构造

$F_1$  断层：该断层近北西向围绕向斜核部与两翼间展布，长度 1300m，倾向  $45\sim 355^\circ$ ，倾角  $45\sim 53^\circ$ ，性质为压性逆断层。是蓟县系平头山组上岩性段中厚层

状结晶灰岩夹硅化灰岩与中薄层状细砂岩间的界面断层,控制了磁铁矿层的空间展布。断层面上可见垂直擦痕、阶步等,上盘结晶灰岩具强烈的褐铁矿化现象。

F<sub>2</sub>断层:该断层位于向斜构造北翼,长度约30m,倾向315°,倾角32°,性质为平推断层,该断层将其以西的含铁层位错失。断层两侧岩石普遍具定向排列,层间次级裂隙内充填交代有1~5cm的网状石英脉,断层面平直具水平擦痕。

## II、III矿段断裂构造

F<sub>4</sub>断层:该断层位于Fe-II-1铁矿层的底板处,长约268m,倾向190~225°,倾角约70°。顶板岩性为中薄层细砂岩,底板为中厚层结晶灰岩,断层西侧被花岗岩吞蚀,西侧尖灭于细砂岩中。铁矿体由含铁石英岩组成,具条带状构造,断层面上见挤压擦痕。断层性质为逆断层。

F<sub>5</sub>断层:该断层位于Fe-II-2铁矿层的顶底板部位,长约180m,倾向300°,倾角约68~70°。顶板岩性为中厚层结晶灰岩,具明显的挤压揉皱现象,褐铁矿化强烈,底板为中薄层细砂岩,断层北侧被花岗岩吞蚀,南侧被第四系上更新统覆盖。铁矿体由含铁石英岩组成,具条带状构造,断层面上见挤压擦痕。断层性质为逆断层。

F<sub>6</sub>断层:该断层位于Fe-III-2铁矿层的底板处,长约550m,倾向190~215°,倾角约64~84°。顶板岩性为中薄层细砂岩,底板为中厚层状结晶灰岩,具强烈的挤压破碎现象,褐铁矿化十分发育。断层两侧被花岗岩体吞蚀。铁矿体由含铁石英岩组成,磁铁矿具条带状构造,断层面上具擦痕,断层性质为逆断层。

F<sub>7</sub>断层:该断层位于Fe-III-2铁矿体东,长约100m,近北东向弧形延伸,弧顶向北西突出,倾向110~190°,倾角54~72°。形成的断层破碎带宽约1~3m,主要由角砾状结晶灰岩、细砂岩经粉末状物质胶结而成,有花岗岩脉、角闪岩脉侵入,断层面上见擦痕,两侧岩层具定向排列现象。该断层控制了中厚层结晶灰岩和中薄层细砂岩在空间上的展布,断层性质为压扭性。

F<sub>8</sub>断层:该断层位于矿区东部,长50m,近北东向弧形延伸,倾向南西,倾角66°。控制厚层结晶灰岩和中薄层细砂岩的空间展布,断层破碎带已被花岗岩脉侵入,断层面上留下擦痕,断层性质为逆断层。

F<sub>9</sub>断层:该断层位于Fe-III-1号铁矿体的东侧,断层近北西向弧形展布,弧顶向北东突出,长约100m,倾向190~290°,倾角54~72°,断层西端被花岗

岩体吞蚀，东端尖灭于寒武系地层中。断层破碎带宽约 1~3m，由碎裂状结晶灰岩角砾被粉末状物质胶结而成，底板由碎裂状褐铁矿化中厚层状结晶灰岩组成。在断层面上见垂直运动擦痕，断层破碎带中构造角砾岩定向排列、压扁现象明显，断层性质为逆断层。

F<sub>10</sub>断层：该断层位于 Fe-III-1 铁矿体东 90m，长度约 100m，呈近南北向舒缓波状延伸，倾向东，倾角 75°，该断层控制了中厚层结晶灰岩与中薄层硅质岩，还切断了其西的北东向逆断层。断层面上具垂直运动擦痕，两侧岩层具定向排列现象，断层性质为逆断层。

#### IV 矿段断裂构造

F<sub>11</sub>断层：该断层位于 Fe-IV-2 号铁矿体底板处，长约 180m，近东西向延伸，倾向南，倾角 80°，断层两端被花岗岩所吞蚀。顶板岩性为中厚层状结晶灰岩，底板岩性为薄层状细砂岩，铁矿体由含铁石英岩组成，断层面上具垂直运动擦痕，顶板附近结晶灰岩挤压揉皱，具强烈褐铁矿化、硅化，断层性质属于逆断层。

F<sub>12</sub>断层：该断层位于 Fe-IV-3 号铁矿体底板处，长约 210m，近东西向舒缓波状延伸，倾向南，倾角约 63°左右，断层两端被花岗岩所吞蚀。顶板岩性为中厚层状结晶灰岩，底板岩性为薄层状细砂岩，铁矿体由含铁石英岩组成，断层面上具垂直运动擦痕，顶板附近结晶灰岩挤压揉皱，具强烈褐铁矿化、硅化。断层性质属逆断层

### 3.2.2.3 岩浆岩

区内岩浆活动强烈，岩浆岩主要为华力西中期花岗岩（ $\gamma_4^{2d}$ ），次为不同期次的脉岩，分布于矿区北东部 II、III、IV 矿段。

### 3.2.2.4 变质作用

矿区变质作用主要有区域变质作用，广泛分布于蓟县系平头山组上岩性段、中上寒武统西双鹰山组和下奥陶统罗雅楚山组下岩性段地层中，主要形成浅变质的结晶灰岩、大理岩、石英岩、透闪石岩、粉砂质板岩、炭泥质板岩、硅质板岩、长英质变砂岩、变细粒石英砂岩、变粉砂岩等；接触变质作用和动力变质作用不甚发育。

### 3.2.2.5 围岩蚀变

矿区内蚀变作用较强，主要有硅化、碳酸盐化、绢云母化、褐铁矿化、绿泥石化、透闪石化等。

### 3.2.3 矿体特征

根据矿体空间分布位置，自西向东将矿区内划分为4个铁矿段（即I、II、III、IV矿段，其中Fe-III-2号矿体为主要详查矿体），共圈出了9条铁矿体（I矿段内Fe-I-1、Fe-I-2号铁矿体，II矿段内Fe-II-1、Fe-II-2号铁矿体，III矿段内Fe-III-1、Fe-III-2号铁矿体，IV矿段内Fe-IV-1、Fe-IV-2、Fe-IV-3号铁矿体）。现将各矿段铁、钒矿体地质特征叙述如下：

#### Fe-I-1号矿体特征

矿体呈层状或似层状赋存于蓟县系平头山组上岩性段（ $J_{xp}^2$ （Fe+ $\Phi$ ））含铁石英岩中。矿体受向斜构造影响，含矿极不均匀，铁矿体分布于南翼，地表控制长度约504m，矿体由工业矿体和低品位矿体组成，工业矿体平均厚度为4.48m，厚度变化系数为26%，TFe平均品位26.03%，品位变化系数为17%。通过在0号勘探线施工钻孔I ZK001对铁矿体深部进行了控制，在22.89~28.05m间见到铁矿体，厚度为4.82m，TFe平均品位22.67%。矿体产状 $30\sim 49^\circ \angle 53\sim 67^\circ$ ，含矿岩性为含铁石英岩，围岩蚀变为硅化、黄铁矿化、碳酸盐化、透辉石化等。

#### Fe-I-2号矿体特征

矿体呈似层状赋存于蓟县系平头山组上岩性段（ $J_{xp}^2$ （Fe+ $\Phi$ ））含铁石英岩中。地表控制长度约346m，矿体由低品位矿体组成，矿体平均厚度7.18m，TFe平均品位24.40%。矿体产状 $15\sim 37^\circ \angle 63\sim 78^\circ$ ，含矿岩性为含铁石英岩，围岩蚀变为硅化、黄铁矿化、碳酸盐化等。

#### Fe-II-1号矿体特征

矿体呈层状或似层状赋存于中上寒武统西双鹰山组（ $\epsilon_{2+3x}$ （Fe+ $\Phi$ ））含铁石英岩中，地表由探槽II TC9-1、II TC29-1控制。地表控制长度约275m，矿体由低品位矿体组成，矿体平均厚度9.38m，厚度变化系数为1%，TFe平均品位24.22%，TFe最高品位32.75%，品位变化系数为16%。矿体走向北西，产状 $210\sim 225^\circ \angle 75^\circ$ 。铁矿体顶板为中薄层细砂岩，底板为中厚层结晶灰岩，近断层面围岩具强烈的褐铁矿化。矿体北西端被海西中期花岗岩侵蚀，南东端尖灭于中薄层细砂岩

中。含矿岩性为含铁石英岩，主要蚀变为黄铁矿化、碳酸盐化、硅化、透辉石化、透闪石化等。

#### Fe-II-2 号矿体特征

铁矿体呈层状或似层状赋存于中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}(\text{Fe}+\phi)$ ) 含铁石英岩中。矿体控制长度 146m，由工业矿体和低品位矿体组成，工业矿体 (Fe-II-2-1) 平均厚度 7.24m，TFe 平均品位 29.46%，TFe 最高品位 34.79%；低品位矿体 (Fe-II-2-2) 平均厚度 7.27m，TFe 平均品位 21.84%。走向北东，倾向北西，倾角  $67\sim 75^\circ$ ，顶板为中厚层状结晶灰岩，底板为中薄层细砂岩。近铁矿体附近围岩具强烈褐铁矿化，岩石破碎程度高，断层两侧围岩岩层产状与断层产状相同。铁矿体北东端被海西中期花岗岩侵蚀，南西端被第四系上更新统覆盖。含矿岩性为含铁石英岩，围岩蚀变为黄铁矿化、碳酸盐化、硅化、透辉石化、透闪石化等。

#### Fe-III-1 号铁矿体特征

矿体呈囊状赋存在中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}(\text{Fe}+\phi)$ ) 含铁石英岩中，地表由探槽 III TC1-1 单工程控制，矿体控制长度 56m，由两层工业矿体组成，矿体平均厚度分别为 3.80m 和 28.50m，TFe 平均品位分别为 34.14% 和 33.24%，TFe 最高品位 43.59%，矿体产状  $270^\circ \angle 72^\circ$ 。矿体东端受北西弧形逆断层控制，西、南两端被华力西中期花岗岩侵蚀，矿体底板为中厚层状结晶灰岩，近断层面附近围岩具强烈褐铁矿化，岩石破碎。含矿岩性为含铁石英岩，围岩蚀变为黄铁矿化、硅化、透辉石化、透闪石化等，见零星分布的孔雀石化现象。

#### Fe-III-2 号铁矿体特征

矿体呈层状或似层状赋存在中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}$ ) 结晶灰岩和细砂岩接触带含铁石英岩中。矿体地表控制长度 565m，由工业矿体组成，矿体平均厚度 11.74m，厚度变化系数为 64%；TFe 平均品位 28.40%，TFe 最高品位 47.03%，品位变化系数为 23%。产状  $192\sim 222^\circ \angle 70\sim 87^\circ$ ，含矿岩性为含铁石英岩，矿体顶板为中薄层石英砂岩，矿体底板为中厚层状结晶灰岩，结晶灰岩具强烈褐铁矿化现象。主要蚀变为黄铁矿化、硅化、透辉石化、透闪石化等。

### IV 矿段

#### Fe-IV-1 号矿体特征

矿体呈透镜状赋存在中上寒武统西双鹰山组 ( $\epsilon_{2+3x}$ ) 含铁石英岩中, 铁矿体四周被海西中期花岗岩体侵蚀, 地表长度 200m, 平均厚度 12.80m, TFe 平均品位 31.63%, TFe 最高品位 37.36%, 产状  $195^\circ \angle 65^\circ$ 。含矿岩性为含铁石英岩, 主要围岩蚀变为黄铁矿化、硅化、透辉石化、透闪石化等。

#### Fe-IV-2 号矿体特征

矿体呈似层状赋存在中上寒武统西双鹰山组 ( $\epsilon_{2+3x}$ ) 含铁石英岩中, 地表由探槽 IVTC0-1、IVTC2-1 控制, 铁矿体北、西、东侧被华力西中期花岗岩体侵蚀、南侧与细砂岩呈断层接触关系, 地表控制长度 270m, 矿体平均厚度 11.32m, 厚度变化系数为 53%; TFe 平均品位 26.63%, TFe 最高品位 33.52%, 品位变化系数为 1%。产状  $210^\circ \angle 80^\circ$ , 含矿岩性为含铁石英岩, 围岩蚀变为黄铁矿化、硅化、透辉石化、透闪石化等。

#### Fe-IV-3 号铁矿体特征

矿体呈层状或似层状赋存在中上寒武统西双鹰山组 ( $\epsilon_{2+3x}$ ) 结晶灰岩和细砂岩接触带含铁石英岩中, 地表由探槽 IVTC0、IVTC4、IVTC8 控制, 铁矿体东、西两侧被海西中期花岗岩侵蚀。矿体地表长度 230m, 平均厚度 10.72m, 厚度变化系数为 10%; TFe 平均品位 24.50%, TFe 最高品位 30.35%, 品位变化系数为 5%。两盘产状相对: 南盘产状  $10\sim 18^\circ \angle 68\sim 72^\circ$ , 北盘产状:  $180^\circ \sim 185^\circ \angle 56^\circ \sim 61^\circ$ , 含矿岩性为含铁石英岩, 围岩蚀变具强烈褐铁矿化现象。

表 3 小翁考克山铁矿体特征表

矿体编号	矿体规模 (m)			平均品位 (%)		矿体产状	矿体形态
	长度	厚度	延深	TFe	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
Fe-I-1	504	4.48	83	26.03		$30-53^\circ \angle 67^\circ$	层状、似层状
Fe-I-2	344	7.18	86	24.40		$15-63^\circ \angle 78^\circ$	似层状
Fe-II-1	276	9.38	69	24.23		$210-225^\circ \angle 75^\circ$	层状、似层状
Fe-II-2	146	5.50	36	23.56		$305-325^\circ \angle 67-75^\circ$	层状、似层状
Fe-III-1	56	31.96	14	33.35		$270 \angle 72^\circ$	囊状
Fe-III-2	565	10.68	230	26.22		$192-222^\circ \angle 70-87^\circ$	层状、似层状
Fe-IV-1	200	12.80	50	31.63		$195^\circ \angle 65^\circ$	透镜状
Fe-IV-2	270	11.32	68	24.20		$210^\circ \angle 80^\circ$	似层状
Fe-IV-3	230	10.72	58	24.50		南盘 $10-18^\circ \angle 68-72^\circ$ 北盘 $180-185^\circ \angle 56-61^\circ$	层状、似层状
V-1	138	3.40	35		0.88	$10-35^\circ \angle 61-78^\circ$	层状、似层状
V-2	100	22.30	200		1.61		层状、似层状

### 3.2.4 矿石质量

### 3.2.4.1 矿石物质组成

矿石中主要金属矿物以磁铁矿为主，少量及微量黄铁矿、胶状黄铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿、磁赤铁矿、黄铜矿、铜蓝、菱铁矿、钛铁矿、金红石、闪锌矿、方铅矿等。脉石矿物主要为石英，少量绿泥石、角闪石，其次有磷灰石、方解石、绢云母等，主要矿物含量见表 4。

表 4 矿石矿物组成及含量表

矿物名称	含量 (%)	矿物名称	含量 (%)
磁铁矿、磁赤铁矿等	46.5	闪锌矿	0.2
黄铁矿、磁黄铁矿等	0.2	方铅矿	微
褐铁矿、赤铁矿	2.0	磷灰石	1.0
菱铁矿	0.5	石英、绿泥石等综合脉石	49.5
黄铜矿	<0.1	合计	100.0

### 3.2.4.2 矿石化学成分

选矿试验中对原矿进行了多元素分析，原矿多元素分析结果见表 5，从表可以看出，矿石的主要组分为铁，铁含量 (TFe) 为 36.86%，铁含量达到工业指标，可供工业开发利用。铜、铅、锌含量低不具工业意义，砷、硫、磷含量较低，铁精矿质量标准符合炼铁工业要求。

表 5 原矿多元素分析结果表

成分	Cu	Pb	Zn	Fe	S	CaO
含量 (%)	0.013	0.013	0.05	36.86	0.28	5.22
成分	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	As	P	烧失量
含量 (%)	3.38	36.98	2.02	<0.05	0.23	2.54

### 3.2.4.3 矿石中主要金属矿物嵌布特征

#### a. 磁铁矿 Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>

磁铁矿含量约占矿物总量的 46.5%，矿石中分布基本均匀，呈稠密浸染状分布，或者与石英间隔呈条带状—浸染状分布，或者呈稀疏浸染状分布，磁铁矿多呈半自形、他形晶粒状产出，很少量呈粒状集合体产出，粒径一般都小于 0.20mm，一般在 0.015~0.074mm 之间。

沉积变质成因的磁铁矿结构、形态都比较简单，因此磁铁矿与石英、绿泥石间嵌布关系简单，以毗邻连生为主，界线平直，大多数易于解离；但是磁铁矿像糖粒一样，分布比较分散而且粒度很细，有些细粒的很难单体解离。

该矿石中硫化物很少，偶见黄铁矿、黄铜矿，磁铁矿与黄铁矿间嵌镶关系也很简单，两者毗邻连生，易于解离。磁铁矿与黄铜矿间有毗邻连生，也有包裹连生，偶见黄铜矿呈微粒状被包裹在磁铁矿中，这种微细粒包裹体很难单体解离。

b. 赤铁矿  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、磁赤铁矿  $r\text{-Fe}_2\text{O}_3$

赤铁矿和磁赤铁矿在矿石中含量较少，多沿着磁铁矿边缘及裂隙产出，交代磁铁矿形成网格状、环边状结构，在氧化带里，赤铁矿可由褐铁矿或纤铁矿、针铁矿经脱水作用形成。但也可以变成针铁矿和水赤铁矿等。在还原条件下，赤铁矿可转变为磁铁矿，称假象磁铁矿。粒度一般小于 0.02mm，硬度 5—6，比重 5—5.3。

c. 褐铁矿  $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

褐铁矿实际上并不是一个矿物种，而是针铁矿、纤铁矿、水针铁矿、水纤铁矿以及含水氧化硅、泥质等的混合物，化学成分变化大，含水量变化也大。

针铁矿  $\alpha\text{-FeO(OH)}$ ，纤铁矿  $\gamma\text{-FeO(OH)}$ ，含不定量的吸附水者，称水针(纤)铁矿，是磁铁矿的次生矿物。分布不均匀，形态复杂，呈团块状、不规则脉状、胶状、放射状、纤维状、粉末状集合体，以产出在脉石间隙以及磁铁矿边部为主，有些渗透到磁铁矿、黄铁矿间隙中，其间有时包裹磁铁矿，但含量甚微。

d. 菱铁矿  $\text{FeCO}_3$

菱铁矿含量约占矿物总量的 0.5%，分布很不均匀，呈微细粒状分散在脉石与磁铁矿间隙，粒径平均 0.03mm 左右。

e. 黄铁矿  $\text{FeS}_2$

黄铁矿约占总矿物含量 0.2%，黄铁矿产出状态有三种情况，第一种早期黄铁矿呈薇莓球体，粒径 0.05mm 左右，矿石中分布很分散，与磁铁矿嵌布关系不密切。

第二种黄铁矿呈结晶粒状，自形程度高，表面很干净，粒径较粗，与磁铁矿嵌镶关系简单，易于解离。

还有一种黄铁矿呈他形晶粒，与磁铁矿的嵌布关系较为复杂，粒径在 0.02~0.2mm 之间，它们常常互相交代，形成交代残余结构，这种结构彻底解离难度较大，或多或少会互相夹带。

f. 磁黄铁矿  $\text{Fe}_{1-x}\text{S}$

磁黄铁矿偶见，含量很低，呈他形晶粒状在脉石中产出，或被包裹在黄铁矿中，粒度平均 0.05mm。

g. 黄铜矿  $\text{CuFeS}_2$ 、铜蓝  $\text{CuS}$

铜矿物偶见，矿石中分布很分散，粒径较细小，一般小于 0.05mm，呈他形晶粒状被包裹在磁铁矿、黄铁矿中，或者嵌布于黄铁矿和磁铁矿的颗粒间。

铜蓝：微量，分布在黄铜矿边缘，为黄铜矿次生矿物，偶见在磁铁矿边缘产出。

h. 闪锌矿  $\text{ZnS}$ 、方铅矿  $\text{PbS}$

闪锌矿含量约占矿物总量的 0.2%，分布不均匀，很分散，呈不规则粒状产出，以充填在脉石间隙为主，粒径较细微。

方铅矿偶见，微细粒，分散在脉石间，或者与黄铜矿连生。

i. 脉石

脉石成分以石英为主，其次有绿泥石、角闪石等，少量方解石、磷灰石等。

石英：微细粒状，与磁铁矿呈条带状互层产出，其间隙中有绿泥石等。石英结构主要有两种，一种是以石英为主的条带中石英为基质，另一种石英呈颗粒状嵌布与磁铁矿为主的条带中，少量石英呈包体存在于铁矿物颗粒中。石英与磁铁矿间这种嵌布关系导致两者不易单体解离。

绿泥石、角闪石：绿泥石属于铁绿泥石，一般分布较分散，局部矿石较为富集，粒径平均 0.07mm 左右。与磁铁矿嵌布关系不密切。

磷灰石含量约占矿物总量的 0.5%，分散在石英粒间，自形、半自形结晶粒状，粒径一般在 0.05mm 左右，与磁铁矿简单连生。

### 3.2.5 矿石类型和品级

#### 3.2.5.1 矿石自然类型

矿区内矿石根据其主要铁矿物、主要脉石矿物的种类以及矿石的结构构造的不同，可划分三大自然类型，即磁铁矿石、石英角闪岩型铁矿石和条纹一条带状铁矿石。

#### 3.2.5.2 矿石工业类型

矿石的工业类型为需选铁矿石。

### 3.2.6 矿体（层）围岩和夹石

矿区内 I 矿段铁矿体产于蓟县系平头山组 ( $J_{xp}^2$ ) 含铁石英岩中, 顶板围岩为石英千枚岩, 底板围岩为透闪石岩。石英千枚岩呈显微鳞片粒状变晶结构, 千枚状构造; 岩石由石英、黑云母和绢云母组成。石英为显微粒状, 具定向分布, 黑云母为鳞片状, 为雏晶态。绢云母鳞片状, 数量较少, 磁铁矿呈尘点状零星分布; 透闪石岩呈纤柱状变晶结构, 块状构造。岩石主要由透闪石变晶组成, 含少量方解石、石英; 透闪石呈纤柱状、针柱状, 杂乱无定向; 集合体呈束状, 在其空隙间偶见微晶方解石、石英。在岩石裂隙之中方解石呈细脉状、条纹状充填。

II、III、IV 矿段中铁矿体产于中上寒武统西双鹰山组 ( $\epsilon_{2+3x}$ ) 含铁石英岩中, 顶板为中厚层状粒屑灰岩, 近矿附近围岩具强烈褐铁矿化, 岩石破碎程度高, 底板为变粉砂岩。粒屑灰岩具粒屑结构, 块状构造; 岩石主要由微晶方解石、粒屑、杂基组成。变粉砂岩具粉砂状结构, 块状构造。碎屑主要为石英、偶见黑云母、白云母、磁铁矿等; 石英粒径大, 属粗粉砂级, 呈棱角状、次棱角状、不规则状, 相互间呈点接触或线接触, 为颗粒支撑; 胶结物以钙质为主, 为微晶方解石; 含少量泥质充填在碎屑和胶结物之间, 在变质作用下重结晶为雏晶绢云母, 略具定向分布。

矿体中 (Fe-II-2、Fe-IV-3) 夹石多为石英岩、透辉石岩等, 夹石厚度 (2~4m) 大于剔除厚度, 含矿性较好 (TFe 品位 11~16%), 这是因为岩石后期改造和矿化程度不均匀所造成的。

### 3.2.7 矿床共（伴）生矿产

矿区内主要矿产为磁铁矿、次为钒矿, 在勘查过程中主要对矿体主要有用组分铁和钒进行了详细控制和勘查, 部分样品分析测试了铜的含量, 简单了解了铜等伴生有用组分的种类, 没有对铜、铅、锌、钛等伴生有用组分进行系统地分析测试, 根据矿区原生矿石选冶试验样, 对原矿多元素分析和原矿试金分析结果, 铜、铅、锌含量低不具工业意义。

### 3.2.8 矿石加工技术性能

矿石工业类型属需选铁矿石，工艺类型属于易选性矿石。矿石中磁铁矿分布较为均匀，嵌布粒度微细，粒度分析结果表明+400目仅占41.9%，因此该矿石在选矿过程中对磨矿细度要求较高。原矿中铁品位较高，均已达到工业矿体，且铁回收率较高（91.96%）。其它伴生有用组分因含量低无工业价值，有害组分硫、磷、砷含量低，危害较小。

### 3.2.9 矿床水文地质条件

#### 3.2.9.1 矿区水文地质概况

矿区地处天山—阴山纬向构造带，天山内蒙褶皱系、北山中间隆起带的双鹰山复式背斜中。区内岩浆活动频繁，规模较大，构造活动强烈。矿区及附近未见常年地表径流，依据地貌、岩性及地下水埋藏条件等，区内地下水可分为以下三种类型。

##### a. 第四系松散岩类孔隙潜水

主要零星分布于矿区内现代沟谷及山间洼地中，含水层主要岩性为第四系全新统砂碎石、含砾粗砂，厚度一般1~3m，水位埋深一般<2m。地下水来源主要是大气降水及周围山区暂时性洪流的补给。水量贫乏，单井涌水量可分为两个等级： $<10\text{m}^3/\text{d}$ 、 $10\sim 100\text{m}^3/\text{d}$ ，水质较差，矿化度 $1.60\sim 1.96\text{g}/\text{l}$ ，属微咸水。

##### b. 基岩裂隙水

根据含水层岩性不同，可进一步分为变质岩裂隙水和岩浆岩裂隙水两种亚类。变质岩裂隙水主要分布于矿区西北部，岩性主要为岩屑砂岩、板岩、硅质岩等。地下水极为贫乏，单井涌水量一般 $<10\text{m}^3/\text{d}$ ，分布极不均匀，埋深变化大。在地表水易富集的山涧洼地、冲沟沟口等位置，地下水埋藏相对较浅，水质较差，多属咸水。

岩浆岩裂隙水主要分布于矿区北东及其南部一带，岩性以花岗岩、闪长岩、辉绿岩为主。水位埋深因地而异，在地形低洼处大约小于5m，其余地段约在15~20m，水量中等—贫乏，单井涌水量一般 $10\sim 100\text{m}^3/\text{d}$ 。水质相对较好，矿化度 $1.2\sim 2.0\text{g}/\text{l}$ ，属微咸水。

##### c. 碳酸盐岩裂隙溶隙含水区

主要分布在矿区西南侧 I 矿段大理岩及矿层下部的灰岩裂隙溶隙中。一般水位埋深变化较大,分布极不均匀,水量中等一贫乏,单井涌水量一般 10~100m<sup>3</sup>/d,主要富集于地形低洼部位,水质较好,矿化度一般<3.0g/l,属微咸水。

### 3.2.9.2 矿床充水因素分析

矿区地下水主要有第四系砂砾、碎石孔隙潜水、基岩裂隙水(构造断裂脉状水)、碳酸盐岩裂隙水三种类型。

矿床主要充水因素为矿体围岩中赋存的裂隙水,特别是与构造有关的脉状裂隙水,对矿山井下开采可能构成威胁。但其补给来源不足,储水空间小,发生矿坑涌水、突水事件的可能性较低,而且主要以消耗地下水静储量为主。矿坑涌水主要来源于孔隙、裂隙或构造断裂导水方式,但随着深度增加裂隙率减小,水量也将逐步减小,构造断裂导水将成为主要影响因素,几乎不受大气降水影响。

矿区内沟谷发育,以暴雨形式的降水短时间内汇集于沟谷内泄下,形成很大的瞬时洪流量,沟谷与矿床一旦有导水的通道,井巷工程通过时洪水将会溃入井下,应加以必要的防范。

综上所述,该矿床水文地质条件属简单—中等型。

### 3.2.9.3 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 6 涌水量计算表

项目	符号	单位	小翁考克山铁矿		备注
			正常	最大	
采场正常涌水量	Q	m <sup>3</sup> /d	400	633	
矿场面积上静储量	q <sub>1</sub>	m <sup>3</sup> /d	1.52	1.52	
含水层的给水度	μ	上盘	0.05	0.05	
		下盘	0.05	0.05	
疏干时间	t	d	3600	3600	
采场内被剥离含水层的面积	A	m <sup>2</sup>	5476	5476	图上量取
采场内含水层平均疏干厚度	h <sub>cp</sub>	m	20	20	按潜水水位高度确定
降落漏斗范围内的静储量	q <sub>2</sub>	m <sup>3</sup> /d	213	213	
降落漏斗的影响半径	R	m	1011	1011	库萨金经验公式
疏干地段(采矿场边缘)的周长	L	m	1136	1136	图上量取
塌陷区大气降水量	q <sub>3</sub>	m <sup>3</sup> /d	68	68	
年平均降水量	X	m	0.06	0.06	核实报告提供
塌陷区面积	F <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	97159	97159	图上量取
年疏干时间	t	d	90	90.00	
移动带内的降水渗入量	q <sub>4</sub>	m <sup>3</sup> /d	117	350	

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。

设计暴雨频率取 20%,小翁考克山铁矿属于年降雨量小于 1000mm 地区,稳妥起见,径流渗入量取 5%。正常降雨量和设计频率降雨量计算见下表。

表 7 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	0.0633	地质报告
	集水面积	F	m <sup>2</sup>	97159	设计数据
	径流量	Q <sub>z</sub>	m <sup>3</sup> /d	16.85	
设计频率降雨	集水面积	F	m <sup>2</sup>	97159	设计数据
	设计频率暴雨量	H <sub>p</sub>	m	0.024	
	频率为 P 的暴雨强度	S <sub>p</sub>	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》

项目		符号	单位	数值	备注
雨	皮尔逊III型曲线离均系数	$\Phi$		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	$Q_p$	$m^3/d$	2332	

经计算，小翁考克山铁矿坑内正常涌水量  $400m^3/d$ ，最大涌水量  $633m^3/d$ 。

硬岩地下矿山生产是在竖向上，以生产中段、开拓采准中段(掘进中段)为环节，滚动循环、逐步向下的过程，因此上述计算的矿坑涌水量是任何一个生产循环中的涌水量。

### 3.2.10 工程地质条件

#### 3.2.10.1 岩土体的物理力学性质

区内地层主要由第四系松散软弱碎石土、层状石英砂岩、含铁角闪岩、硅质板岩等变质岩类；块状的中酸性侵入岩如花岗岩、斜长花岗岩等；块状碳酸岩盐类如结晶灰岩、大理岩、细晶灰岩和组成。根据其矿体与岩性空间展布关系对不同类型的岩分布别采取了八组岩石力学性质样现分别描述如下：

##### 1、松散软弱碎石土

主要由第四系冲洪积、残坡积松散岩类组成。冲洪积物组成的碎石土主要分布在矿区沟谷低洼处，一般为单层结构碎石土体，工程地质条件差。

##### 2、石英砂岩

该岩石一般位于含矿层上盘，局部在少量于矿层下盘，多呈层状出，岩石层理清晰，产状较为稳定，其抗压强度高，一般不易软化，属坚硬岩，工程地质性质较好。主要物理力学指标为：含水率 0%，天然块体密度  $2.65-2.62g/cm^3$ ，颗粒密度  $2.70-2.75g/cm^3$ ，软化系数一般大于 0.91，饱和单轴抗压强度  $62.7-77.2MPa$ 、饱和抗拉强度  $4.7-5.0MPa$ 、弹性模量  $5.00 \times 10^4-5.63 \times 10^4MPa$ 、泊松比 0.21-0.16、抗剪强度指标 C 值 52-55MPa， $\phi$  值  $73.5-75.5^\circ$ 。

##### 3、花岗岩

矿区大面积出露华力西中期花岗岩、斜长花岗岩等中酸性侵入岩，呈岩枝、岩脉状，多侵入于矿层上盘，岩石抗压强度较高，遇水不易软化，属坚硬岩，工程地质性质较好。其主要物理力学指标为：含水率 0%，天然块体密度

2.62-2.79g/cm<sup>3</sup>, 颗粒密度 2.63-2.81g/cm<sup>3</sup>, 单轴饱和抗压强度 96.2-103.3MPa, 干燥抗压强度 123.8-131.3MPa, 弹性模量 6.88-7.93×10<sup>4</sup>MPa, 泊松比 0.20-0.25, 软化系数一般大于 0.73-0.83, 抗剪强度 C 值 48.5-52.0MPa, φ 值 50.2-55.0°。

表 8 小翁考克山岩矿石物理力学指标测试结果一览表

样品编号	天然含水率 (%)	天然块体密度 (g/cm <sup>3</sup> )	块体干密度 (g/cm <sup>3</sup> )	颗粒密度 (g/cm <sup>3</sup> )	孔隙率 (%)	干燥抗拉强度 (MPa)	饱和抗拉强度 (MPa)	岩石名称
III-ZK1601L1	0.0	2.79	2.79	2.81	0.7	6.7	9.5	花岗岩
III-ZK1601L2	0.0	3.21	3.21	3.24	0.9	11.5	4.9	结晶灰岩
III-ZK1601L3	0.0	2.65	2.65	2.70	1.9	9.7	5.0	石英砂岩
III-ZK1001L1	0.0	2.62	2.62	2.75	4.7	4.3	4.7	石英砂岩
III-ZK1002L2	0.0	2.62	2.62	2.63	0.4	7.9	7.9	花岗岩
III-ZK1002L3	0.0	3.25	3.25	3.26	0.3	10.0	20.7	含铁角闪岩
III-ZK1002L4	0.0	2.90	2.90	2.91	0.3	12.7	12.8	结晶灰岩
III-ZK1001L2	0.0	3.08	3.08	3.19	3.4	17.6	11.6	含铁角闪岩

表 9 小翁考克山岩矿石物理力学指标测试结果一览表

样品编号	饱和单轴抗压强度 (MPa)	干燥单轴抗压强度 (MPa)	软化系数	弹性模量 Eav (MPa)	泊松比 μav	凝聚力 (MPa)	内摩擦角 (度)	岩石名称
III-ZK1601L1	96.2	131.3	0.73	7.93×10 <sup>4</sup>	0.20	52.00	55.0	花岗岩
III-ZK1601L2	33.0	182.2	0.18	2.90×10 <sup>4</sup>	0.17	30.20	51.0	结晶灰岩
III-ZK1601L3	77.2	84.6	0.91	5.00×10 <sup>4</sup>	0.21	52.00	73.5	石英砂岩
III-ZK1001L1	62.7	122.6	0.51	5.63×10 <sup>4</sup>	0.16	55.00	75.5	石英砂岩
III-ZK1002L2	103.3	123.8	0.83	6.88×10 <sup>4</sup>	0.25	48.50	50.2	花岗岩
III-ZK1002L3	143.0	164.2	0.87	2.13×10 <sup>4</sup>	0.19	25.50	53.2	含铁角闪岩
III-ZK1002L4	30.4	95.0	0.32	3.20×10 <sup>4</sup>	0.25	30.20	40.6	结晶灰岩
III-ZK1001L2	152.8	211.8	0.72	3.45×10 <sup>4</sup>	0.30	48.00	48.5	含铁角闪岩

#### 4、含铁角闪岩

为矿区主要含矿岩层, 岩层厚度一般 2-30m 之间, 致密坚硬, 属坚硬岩类, 工程地质性质较好, 其主要物理力学指标为: 含水率 0%, 天然块体密度 2.62-2.79g/cm<sup>3</sup>, 颗粒密度 3.08-3.25g/cm<sup>3</sup>, 单轴饱和抗拉强度 143.0-152.8MPa, 干燥抗压强度 164.2-211.8MPa, 弹性模量 2.13×10<sup>4</sup>-3.45×10<sup>4</sup>MPa, 泊松比 0.19-0.30, 软化系数一般大于 0.72-0.87, 抗剪强度 C 值 25-48MPa, φ 值 48.5-53.2°。

#### 5、结晶灰岩

该套碳酸盐岩，岩性主要为结晶灰岩多出现于矿层下盘，岩石较为软弱，局部裂隙发育，属较坚硬岩类，工程地质性质较好，其主要物理力学指标为：含水率 0%，天然块体密度 2.9-3.21g/cm<sup>3</sup>，颗粒密度 2.91-3.24g/cm<sup>3</sup>，单轴饱和抗压强度 30.4-33MPa，干燥抗压强度 95.0-182.2MPa，弹性模量  $2.9 \times 10^4$ - $3.2 \times 10^4$ MPa，泊松比 0.17-0.25，软化系数一般大于 0.18-0.32，抗剪强度 C 值 30.2MPa， $\phi$  值 40.6-51°。

### 3.2.10.2 工程地质岩组特征划分

#### 1、第四系松散碎石土岩组(A)

主要为全新统冲-洪积的砾石、亚沙土等，主要分布于矿区的洼地及小台地，多为冲洪积砾石、砂、亚砂土。根据钻孔揭露，厚度为 0-0.5m。厚度不均，散体状，疏松多孔，无胶结。少许由于粘土及盐渍的胶结成为大的块体。属散体结构岩体，呈松散状态，力学介质似连续，近于松散，岩石质量极劣、工程地质条件差。

#### 2、层状坚硬变质岩岩组(B)

主要是分布于矿区 I 矿段的蓟县系平头山组上岩性段 (Jxp<sup>2</sup>) 细砂岩，及矿区 II、III、IV 矿段下寒武统西双鹰山组 ( $\in 1S$ )、下奥陶统罗雅楚山组第一岩性段 (O111) 泥质板岩、粉砂质板岩、石英砂岩、含铁角闪岩、硅质板岩、变粉砂岩，岩石呈层状结构，薄板状构造。钻孔 RQD 值一般在 35-99%，平均为 62%，饱和单轴抗压强度为 62.7-147.9Mpa，岩体完整性一般中等-较差，据巷道调查，与矿体接触带岩体较为破碎，岩体被裂隙、节理切割为 10-30cm 的块体，岩体破碎，节理裂隙面，是构成该岩石的主要软弱结构面。该亚组岩石一般不易软化，受蚀变强烈的则易于软化。该亚组岩体强度相对较低，工程地质条件较差，是井巷的主要防护对象之一。

表 10 层状坚硬变质岩岩组 RQD 值统计表

岩石名称	与矿层关系	RQD 值 (%)	岩体质量				
			岩石完整性	岩体质量系数 (Z)	评价	岩体质量指标 (M)	评价
细砂岩	顶板	82	好				
石英砂岩	底板	78	好	1.97	一般	0.18	中等
含铁角闪岩	矿层	99	极好	1.42	一般	0.38	中等

变粉砂岩	底板	36	劣				
泥质板岩	顶板	35	劣				
粉砂质板岩	底板	40	劣				

### 3、块状坚硬侵入岩岩组(C)

矿区出露基岩主要华力西中期花岗岩、斜长花岗岩(γ42c), 次为不同期次的脉岩、分布于矿区北东部II、III、IV矿段。岩性较单一, 岩石呈花岗粒状结构、块状构造, 由酸性斜长石、正长石、石英、黑云母及微量副矿物组成。岩体与地层的侵入接触面较平整, 未见明显较大的结构面发育, 浅部基岩由于物理风化作用, 发育较多小裂隙, 次生结构面不均一, 大多无充填。钻孔RQD值一般77-80%, 平均为78%, 岩体完整性较好, 一般为中等完整-较完整, 局部段差, 岩体强度高, 饱和单轴抗压强度96.2-103.3Mpa。

表 11 块状坚硬变质岩岩组 RQD 值统计表

岩石名称	与矿层关系	RQD 值 (%)	岩体质量				
			岩石完整性	岩体质量系数 (Z)	评价	岩体质量指标 (M)	评价
花岗岩	顶板	80	好	1.02	一般	0.26	中等
黑云母花岗岩	底板	78	好				
斜长花岗岩	顶板	77	中等				

### 3、块状较坚硬碳酸盐岩岩组(D)

主要我分布于 I 矿段的蓟县系平头山组上岩性段(Jxp<sup>2</sup>)的结晶灰岩、大理岩、II、III矿段的的矿段岩性有粒状灰岩、结晶灰岩、细晶灰岩, 岩石较坚硬, 质量较好, 岩体较完整, 块状结构, 构造变形轻微, 基本稳定, 以IV、V级结构面为主, III、II级结构面少见, 面多闭合或附薄膜。钻孔RQD值一般78-89%, 平均为72%, 单轴抗压强度一般30.4-33MPa, 力学性质差, 软化性较强。裂隙水弱, 沿结构面可出现渗水、滴水现象。

表 12 块状较坚硬碳酸盐岩岩组(RQD) 值统计表

岩石名称	与矿层关系	RQD 值 (%)	岩体质量				
			岩石完整性	岩体质量系数 (Z)	评价	岩体质量指标 (M)	评价
结晶灰岩	底板	80	好	0.25	坏	0.08	差
大理岩	底板	78	好				
细晶灰岩	顶板	59	中等				

#### 3.2.10.3 结构面与结构体特征

结构面按其成因类型及构造性质分为原生结构面、构造结构面及次生结构面。

(1) 原生结构面:区内地层以单斜产出,层理结构面清晰,结构面平直,多由石英砂岩、细砂岩、硅质板岩、板岩等组成。

(2) 构造结构面:褶皱构造发育在 I 矿段中部轴向北西,出露长 670m,宽 400m。形态为南东收敛而封闭,北西开阔而倾伏,核部由蓟县系平头山组上岩性段(Jxp2)结晶灰岩组成,两翼由蓟县系平头山组上岩性段(Jxp2)含铁石英角闪岩、细砂岩、结晶灰岩、大理岩组成。

断裂构造在 I 矿段长度 1300m,倾向 45-355°,倾角 45-53°,性质为压性逆断层,断层近北西向围绕向斜核部与两翼间展布;II、III矿段发育 F2-F10 九条断裂构造其长度一般 50-550m 不等倾斜向延伸 10-230m 不等,倾向南西,倾角 54-84° 不等,断层性质多为逆断层,少数具有压扭性特征;IV 矿段发育两条断层长度 180-210m 不等性质为逆断层倾向南,倾角 63-80° 不等,其详细特征见下表。

表 13 矿区构造结构面特征一览表

矿段	名称	长度	性质	产状
I 矿段	F1 断层	1300	压性逆断层	倾向 45-355°, 倾角 45-53°
II 矿段	F3 断层	423	断层性质不明	倾向不明, 倾角 65° -70°
	F4 断层	268	逆断层	倾向 190-225°, 倾角约 70°
	F5 断层	160	逆断层	倾向 300°, 倾角约 68-70°
III 矿段	F6 断层	550	逆断层	倾向 190-215°, 倾角约 64-84°
	F7 断层	100	压扭性	倾向 110-190°, 倾角 54-72°
	F8 断层	50	逆断层	倾向南西, 倾角 66°
	F9 断层	100	逆断层	倾向 190-290°, 倾角 54-72°
	F10 断层	100	逆断层	倾向东, 倾角 75°
IV 矿段	F11	180	逆断层	倾向南, 倾角 80°
	F12	210	逆断层	倾向南, 倾角约 63°

(3) 次生结构面:主要发育于地表,以风化作用和溶蚀作用形成的风化裂隙,他们作用破坏原生结构面和构造结构面的完整性,使原生结构面和构造结构面变宽加深,加速了地表岩石风化,以破坏岩石的完整性。矿区地层次生结构面以风化节理裂隙以及溶蚀裂隙较为常见。

结构体是指岩石中被结构体切割并包围的不同形状和大小的岩体和块状集合体，岩体的结构和结构面的发育程度决定了结构体的特征，本矿区是以块状构造为主的结构体。

#### 3.2.10.4 矿体顶、底板稳固性评价

对于本矿区来说，矿体及其顶底板岩性，分布于全矿区大部，占到矿区面积的80%，岩性主要由灰黑石英砂岩、结晶灰岩、含铁角闪岩及一套中酸性侵入岩。岩体完整性较好，整体稳定性较好。

矿体顶板岩性多中酸性侵入岩，以花岗岩居多，下部未风化岩石稳定性较好，RQD值78%，岩体中等完整，顶板饱和状态下单轴抗压强度为96.2-103.3Mpa，抗拉强度7.9-9.5Mpa。上部（表层）风化岩石稳固性差，矿床上部的风化带，由于其节理发育，力学性质较差，对矿山开采不利，矿山开采时要采取措施加以处理，避免造成垮塌事故。含矿层岩性为含铁角闪岩，岩石致密坚硬，表层分抗风化能力强，其岩石裂隙基本不发育，单轴抗压强度为143.0-152.8Mpa，抗拉强度11.6-20.7Mpa力学性质较好，底板岩石主要为石英砂岩或结晶灰岩，石英砂岩RQD值一般在45-78%，岩体中等完整，底板饱和状态下单轴抗压强度为62.7-77.2Mpa，抗拉强度4.7-5.0Mpa，力学性质较好，结晶灰岩溶隙、溶洞发育，但发育程度不高，贯通性差，基本上都是独立存在，并且均被充填，充填物为硅质角砾和胶结物，胶结物成分为硅质和碳酸盐，充填物致密坚硬，强度高于原岩，见有微裂隙发育，对岩石强度破坏性小，单轴抗压强度为30.4-33.0Mpa，抗拉强度4.9-12.8Mpa力学性质相对较差，在矿山开采时易发生矿山工程地质问题。

#### 3.2.10.5 稳定性评价

硐室稳定性主要取决于矿体围岩的质量，以及应力的状态、地下水的赋存与活动条件等因素。依照《岩土工程勘察规范(GB50021-2001)》标准，含矿岩石及围岩质量为II-III级，围岩基本长期稳定，偶有掉块，无塌方，坑内无需支护。

矿区开拓地段岩层，属于坚硬半坚硬岩石，局部由于构造断裂带的影响，较软弱破碎，稳定性差，特别是矿区岩石由于饱水后抗压强度较小，属较软弱岩层，局部地段需进行必要的处理。矿区地处侵蚀构造山区，风化作用较强，风化裂隙

发育较浅,岩层较完整。随着开采深度的增加,含水构造破碎带的静水压力较大,有突水的可能,出水量随时间急剧下降,需注意防范。

矿区矿床及矿体上下盘围岩稳固性较好,属于坚硬半坚硬岩石,局部软弱,接近地表风化较重,饱水后抗压强度减小。矿石松散系数为 1.52,矿区自然安息角为  $37^{\circ}$ 。含矿岩石及围岩质量为 II—III 级,围岩基本长期稳定,偶有掉块,无塌方,坑内无需支护。矿区地处侵蚀构造山区,风化作用较强,风化裂隙发育较浅,岩层较完整。矿区矿床及矿体上下盘围岩稳固性较好。因此,矿区工程地质条件属简单~中等型。

表 14 矿岩物理力学参数汇总表

项目	单位	上盘	矿石	下盘
岩性		石英岩、变砂岩	铁矿石	变砂岩、灰岩
容重	$g/cm^3$	2.84	3.34	2.76
坚硬程度		坚硬	坚硬	坚硬
岩体质量		良好	良好	良好
单抽抗压强度	MPa	126	106	87
硬度系数		8~10	8~10	8~10
松散系数		1.52	1.52	1.52
稳固性		中等~极稳固	中等~极稳固	中等~极稳固
结构面	组	>3	<3	<3

### 3.2.11 环境技术条件

#### 3.2.11.1 区域稳定性

矿区受罗雅楚山复式背斜南北翼的北西向次级断裂构造的影响,区内地质构造活动、地震活动较为强烈,属地震活动强烈区。根据《建筑抗震设计规范(GB50011—2016)》,矿区抗震设防烈度为 7 度,设计基本地震加速度值为 0.10g。

#### 3.2.11.2 水质

矿区地下水水质较差,无地表径流,水化学类型主要为  $Cl-SO_4^{2-}-Ca^{2+}$ 、 $Cl-SO_4^{2-}-Ca^{2+}-Mg^{2+}$  型水。PH 值 7.22~9.43,溶解性总固体 318.13~680.75mg/L,总硬度 327.29~609.54mg/L,氯化物 53.53~69.84mg/L,硫酸盐 116.22~388.04mg/L,所检测项目指标均超过国家生活饮用水卫生标准。

#### 3.2.11.3 水量

矿区属中低山区，年平均降水量 63.3mm、蒸发量 3039.6mm，但在雨季则有暴雨降落。因矿区地形起伏，沟谷发育，坡降较大，短时间的暴雨即可形成山洪，沿河沟而下，瞬时流量很大，因此工程建筑物设施选址时必须考虑防洪。

矿区内无地表水，地下水也较为贫乏，矿坑内积水不多。从矿坑排水情况分析，矿坑水对矿区周围环境影响不大，生产生活用水必须靠外运和输水管道解决。但矿区内因采矿等人为因素的破坏，还要注意人为因素造成的采空区引发滑坡坍塌现象发生。

### 3.2.11.4 地质环境特征

矿区地处北山地区，海拔 2200m~2500m，属中低山区。区内气候异常干燥，多风少雨，不利于植被的生长。植被大多属于低矮的针状蒿草类植物。矿区现状滑坡、崩塌灾害均不发育。

### 3.2.11.5 放射性

为了解矿区矿石及废石放射性核素水平，建设单位于 2022 年 12 月委托中核化学计量检测中心核工业北京化工冶金研究院分析测试中心对矿区矿石及废石开展了核素监测。

#### 1) 铁矿石放射性核素监测

参考《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)中 5.4 伴生放射性矿开发区利用表 13 中的要求，及《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法》(试行)中的要求，针对本项目原矿石、废石分别进行放射性核素监测，铁矿放射性核素监测结果见下表。

表 15 铁矿放射性核素监测结果

序号	样品编号	检测结果 (Bq/kg)		
		238U	226Ra	232Th
1	WS2022101411	19.3	5.21	13.4
2	WS2022101412	22.5	10.6	11.5
3	WS2022101413	23.7	4.76	15
4	WS2022101414	21.7	14	12.4
5	WS2022101415	23.1	12.5	11.8
6	WS2022101416	45.2	26.9	26
7	WS2022101417	19.4	9.52	9.83
8	WS2022101418	15.2	15	13.6
9	WS2022101419	25.4	11.4	17.1
10	WS2022101420	15.6	10.2	12.4

序号	样品编号	检测结果 (Bq/kg)		
		238U	226Ra	232Th
11	WS2022101421	19.1	8.67	15
12	WS2022101422	11.2	8.95	19
13	WS2022101423	12.5	4.13	11.6
14	WS2022101424	12.6	4.97	13.8
15	WS2022101425	10.8	5.59	10.2
16	WS2022101426	9.7	5.74	10.7
17	WS2022101427	12.6	5.05	16.6
18	WS2022101428	13.7	6.26	10.3
19	WS2022101429	11.8	9.82	16.3
20	WS2022101430	11.6	6.38	13.4
21	WS2022101431	12.9	12.2	22.3
22	WS2022101432	16.9	15.9	10.5
23	WS2022101433	27.1	12.2	15.8
24	WS2022101434	11.6	10.9	34.2
25	WS2022101435	7.2	7.58	13.1

依据监测结果，铁矿矿石、废石放射性核素监测铀（钍）系单个核素活度浓度均未超过 1000Bq/kg(1Bq/g)。与甘肃省土壤天然放射性核素范围值 U-238、Th-232、Ra-226 含量（分别为 17.82-200.01Bq/kg、16.43-105.52Bq/kg、4.40-65.27Bq/kg）无显著差异，属于正常环境本底值。

#### 2) 钒矿石放射性核素监测

参考《辐射环境监测技术规范》(HJ61-2021)中 5.4 伴生放射性矿开发区利用表 13 中的要求，及《伴生放射性矿开发利用企业环境辐射监测及信息公开办法》(试行)中的要求，钒矿放射性核素监测结果见下表。

**表 16 钒矿放射性核素监测结果**

序号	样品编号	检测结果 (Bq/kg)		
		238U	226Ra	232Th
1	WS2022101401	104	110	78.1
2	WS2022101402	343	326	24.2
3	WS2022101403	146	133	48.5
4	WS2022101404	301	295	29.9
5	WS2022101405	118	106	54.3
6	WS2022101406	135	125	9.77
7	WS2022101407	106	110	56.4
8	WS2022101408	36.8	33.1	43.3
9	WS2022101409	35.3	35.5	16.2
10	WS2022101410	31.2	30.9	7.25

依据监测结果，钒矿矿石、废石放射性核素监测铀（钍）系单个核素活度浓度均未超过 1000Bq/kg(1Bq/g)。与甘肃省土壤天然放射性核素范围值 U-238、Th-232、Ra-226 含量（分别为 17.82-200.01Bq/kg、16.43-105.52Bq/kg、4.40-65.27Bq/kg）无显著差异，个别点位放射性核素监测结果略高于甘肃省土壤天然放射性核素范围。

### 3.2.11.6 矿区地质环境类型

区内岩浆岩发育，除大量的花岗岩呈岩基侵入外，还有石英脉、辉绿岩脉、角闪岩脉等岩脉。矿体及其上下盘围岩开采时还要防止放射性对人体的危害。

矿区坑道工作面粉尘浓度 1.4~2.0mg/m<sup>3</sup>，符合国家安全标准。

矿区开拓地段岩层，属于坚硬半坚硬岩石，局部由于构造断裂带的影响，较软弱破碎，稳定性差，特别是矿区岩石由于饱水后抗压强度较小，属较软弱岩层，局部地段需进行必要的处理。矿区地处侵蚀构造山区，风化作用较强，风化裂隙发育较浅，岩层较完整。随着开采深度的增加，含水构造破碎带的静水压力较大，有突水的可能，出水量随时间急剧下降，需注意防范。矿区进入开采以后，会产生大量的采矿废渣，选矿及采矿活动会对矿区内地下水及地表水造成污染，需提前进行预防设计，保证环境地质安全，该矿区地质环境质量良好。

## 3.2.12 资源储量

### 3.2.12.1 工业指标

资源量估算工业指标根据原《铁、锰、铬、钒矿地质勘查规范》（DZ/T0200—2002）规定，矿床规模属小型，采用需进行选矿的磁铁矿石一般工业指标。钒作为矿区内的异体共生矿产，只对工业矿体进行了圈定，矿区内选用的工业指标见表 17。

表 17 小翁考克山铁矿采用的工业指标

矿种	边界品位 (%)	最低工业品位 (%)	最低可采厚度 (m)	夹石剔除厚度 (m)
磁铁矿石 (TFe)	≥20	≥25	2	2
钒 (V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	≥0.5	≥0.7	≥0.7	≥0.7

### 3.2.12.2 《核实报告》评审备案资源量

经评审，截止评审基准日（2014年4月30日），肃北县小翁考克山一带铁矿详查探矿权范围内查明和预测的资源量为：

(332)+(333)+(334)?类铁矿石资源量为680.57万吨，TFe平均品位26.77%。其中(332)类铁矿石资源量为192.62万吨，TFe平均品位28.34%；(333)类铁矿石资源量为116.42万吨，TFe平均品位28.44%；(334)?类铁矿石资源量为371.53万吨，TFe平均品位25.44%。资源量估算结果见表18。

铁矿资源量估算标高为2120~2381米，矿床规模为小型。

**表 18 小翁考克山一带铁矿资源量估算结果汇总表**

资源量类别	矿石类型	矿石量 (万吨)	平均品位 (%)
(332)	工业矿体	192.62	28.34
(333)	工业矿体	114.93	28.5
	低品位矿体	1.49	23.34
	工业+低品位	116.42	28.44
(334)?	工业矿体	163.63	27.94
	低品位矿体	207.9	23.47
	工业+低品位	371.53	25.44
(332)+(333)+(334)?	工业矿体	471.18	28.24
	低品位矿体	209.39	23.47
	工业+低品位	680.57	26.77

异体共生(334)?类钒矿石量为117.46万吨，钒金属氧化物量( $V_2O_5$ )18606吨，平均品位1.58%。异体共生钒矿体资源量估算标高1867~2344米。

依据《固体矿产资源储量分类》GB/T17766-2020，原资源量类别应转换为新的资源量类型，即原332类应转换为控制资源量，333类应转换为推断资源量，334?类应转换为潜在资源，低品位矿体转换尚难利用矿产资源，则依据新标准转换后的矿山主元素保有资源量见表19。

**表 19 转换后铁矿资源量汇总表**

资源量类型	矿石类型	矿石量 (万吨)	平均品位 (%)
控制	工业矿体	192.62	28.34
推断	工业矿体	114.93	28.50
控制+推断		307.55	28.40

转换后，全矿控制+推断资源量为307.55万吨，TFe平均品位28.40%，潜在铁资源量为163.63万吨，TFe平均品位27.94%，尚难利用铁资源量209.39万吨，TFe平均品位23.47%。

异体共生潜在钒资源量为 117.46 万吨，钒金属氧化物量 ( $V_2O_5$ ) 18606 吨，平均品位 1.58%。

### 3.2.13 设计利用矿产资源储量

#### 3.2.13.1 设计利用原则

1、采矿权范围内的矿体利用，采矿权范围外的矿体不利用，如位于探矿权范围内，采矿权范围外的 Fe-I-1、Fe-I-2、Fe-IV-1、Fe-IV-2、Fe-IV-3 五条矿体。

2、对控制资源量全部利用，对推断资源量，合理的取值范围为 0.5~0.8，本矿在地质上属于红山铁矿三矿区，邻近的矿山铁矿一矿区经过多年开发，对矿体规模、形态、复杂程度、稳定程度、有用组分分布均匀程度、构造影响等因素已基本控制，因此按 0.7 利用。潜在和尚难利用资源量不利用，则设计利用矿体为 Fe-III-2。

3、二号露天采坑开采的矿体是地表露头的 Fe-III-1 矿体，未来 Fe-III-2 矿体地下开采时，二号露天采场位于地下采场的上部，因此要预留 15m 高的隔离矿柱。

#### 3.2.13.2 设计利用矿石量

按设计利用原则，全矿设计利用矿体为 Fe-III-2，设计利用矿石量为 245.47 万吨，TFe 平均品位 28.59%，设计利用矿石量计算见表 20，中段设计利用矿石量见表 21。

表 20 设计利用矿石量计算表

矿体编号	资源量	矿石量	平均品位	利用系数	矿石量	平均品位
	类型	(t)	(%)		(t)	(%)
Fe-I-1	潜在	408615	26.03	不利用	0	0
	尚难利用	196286	23.47	不利用	0	0
	尚难利用	14888	23.34	不利用	0	0
Fe-I-2	尚难利用	700963	24.4	不利用	0	0
Fe-II-1	尚难利用	589488	24.22	不利用	0	0
Fe-II-2	潜在	26807	29.46	不利用	0	0
	尚难利用	126097	21.84	不利用	0	0
Fe-III-1	潜在	83567	33.35	不利用	0	0
Fe-III-2	控制	1926173	28.34	1.0	1926173	28.34
	推断	1149308	28.5	0.7	804516	28.50

矿体编号	资源量	矿石量	平均品位	利用系数	矿石量	平均品位
	类型	(t)	(%)		(t)	(%)
Fe-IV-1	潜在	422400	31.63	不利用	0	0
Fe-IV-2	潜在	685856	26.63	不利用	0	0
Fe-IV-3	潜在	9029	25.61	不利用	0	0
	尚难利用	466193	23.4	不利用	0	0
合计		6805670			2730689	28.39
					含隔离矿柱	

表 21 中段设计利用矿石量表

中段 (m)	矿石量 (吨)	平均品位 (%)
隔离矿柱	275984	26.62
2280	957127	28.71
2230	762450	29.14
2180	533567	27.37
2140 及以下	201560	29.11
中段小计	2454704	28.59
中段+隔离矿柱	2730689	28.39

### 3.2.14 对地质勘探报告的评述

#### 3.2.14.1 主要成果

报告收集了以往矿区勘查相关资料,通过各种探矿方法和手段,详细查明了区内铁矿体和钒矿体数量、分布范围、赋存状态及顶底板岩性;详细查明了铁矿体和钒矿体规模、形态、产状、内部结构、厚度与品位的变化特征。详细查明了区内矿石矿物组合、矿石组构、有益有害组份的含量及分布、赋存状态,划分了矿石自然类型、工业类型及品级。对矿区各矿石类型的控矿因素、物质来源、矿床成因进行了研究。矿床勘探类型确定合理,勘探方法、手段的选择及工程勘查间距布置合理,工作质量达到了有关规范的要求,区内保有资源量可靠性高。本次方案编制依据的地质资料满足编制开发利用方案的要求。

#### 3.2.14.2 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,矿区范围空白地带未有工程验证是否有工业矿体存在。

2、主矿体规模较小，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。

3、建议加强外围探矿权勘探进度，实现潜在资源向资源储量之转化。

## 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

开采范围为采矿权范围，开采对象为唯一的一条设计利用矿体 Fe-III-2，位于采矿权范围东侧 K5 线~K6-1 线之间，设计利用矿石量为 245.47 万吨，TFe 平均品位 28.59%。

#### 4.1.2 开采方式选择

2015 年 8 月，兰州有色冶金设计研究院有限公司编制了《甘肃方舟矿业有限公司甘肃省肃北县小翁考克山一带铁矿矿产资源开发利用方案》，该方案通过原甘肃省国土资源厅的审查，甘肃方舟矿业有限公司据此获得小翁考克山铁矿采矿证。原设计是以铁精矿价格 600 元/t 测算的，露天境界内矿岩量合计为： $1224.3 \times 10^4 \text{t}$  ( $458.1 \times 10^4 \text{m}^3$ )，其中矿石  $156.7 \times 10^4 \text{t}$  ( $47.5 \times 10^4 \text{m}^3$ )，废石  $1067.6 \times 10^4 \text{t}$  ( $410.6 \times 10^4 \text{m}^3$ )，剥采比为 6.81t/t ( $8.6 \text{m}^3/\text{m}^3$ )，小于经济合理剥采比 6.9t/t。

故而原设计是以 24 万吨/年的生产能力露天生产 6.5 年后，转为地下开采，采用竖井开拓系统，以浅孔留矿法和分段空场法再生产 4.9 年。其中露天采出  $156.70 \times 10^4 \text{t}$  矿石量，占比 57%，地下采出  $116.37 \times 10^4 \text{t}$  矿石量，占比 43%。

目前，技术、经济、政策条件发生了变化，第一，从原设计的开拓系统纵投影图来看，露天采场回收  $156.70 \times 10^4 \text{t}$  矿石量后，两翼挂帮矿量和盆底矿体均要采用地采回收，因此，地采四个中段的开拓工程量均要施工，本矿按矿量来讲，属于小型铁矿，原设计为了尽早回笼资金，采用了两种开采方式，目前来看不太合理；第二，本矿探矿程度一般，深部未做工程，但本矿在地质上属于红山铁矿区，从相邻七角井子铁矿、红山二矿区、四矿区、五矿区的资料来看，矿体延伸均大于 500m，未来采用地下开采方式，延续性更好；第三，从省内既有相关案例看，露天转地下等同于新建一座地下矿山，工程竣工验收和环评验收通过后，

办理安全生产许可证后，才能正常进行地下生产，整个工作量和工程量比新建一座单一地下开采的矿山还要大，期间还要停产 2~3 年。

是否采用露天开采，按经济合理剥采比来确定，计算如下表所示。

表 22 经济合理剥采比计算表

序号	项目	符号	单位	露采	地采	备注
1	单位矿石采矿费用	a, c	元/t	17.00	62.92	现场收集
2	单位废石剥离费用	b	元/t	16.00		
3	一吨精矿的成本	a <sub>1</sub> , c <sub>d</sub>	元/t	196.68	337.03	
4	一吨精矿所需原矿量	T <sub>1</sub> , T <sub>d</sub>	t/t	2.55	2.74	
5	一吨原矿的选矿加工费用	f <sub>1</sub> , f <sub>d</sub>	元/t	60.00	60.00	
6	精矿品位	β <sub>1</sub> , β <sub>d</sub>	%	62.00	62.00	铁精粉
7	地质品位	α	%	28.59	28.59	
8	废石品位	α <sub>1</sub> , α <sub>d</sub>	%	0.00	0.00	
9	废石混入率	ρ <sub>1</sub> , ρ <sub>d</sub>	%	5.00	11.50	现场收集
10	选矿回收率	ε <sub>1</sub> , ε <sub>d</sub>	%	90.00	90.00	现场收集
11	视在回采率	n' <sub>1</sub> , n' <sub>d</sub>	%	100.00	100.85	
12	实际回采率	n <sub>1</sub> , n <sub>d</sub>	%	95.00	89.25	现场收集
13	每吨矿石加工成精矿的盈利	A <sub>1</sub> , A <sub>d</sub>	元	243.17	174.30	
14	采出矿石品位	α' <sub>1</sub> , α' <sub>d</sub>	%	26.97	25.13	
15	每吨精矿价格	P <sub>1</sub> , P <sub>d</sub>	元	836.00	836.00	三年均价
16	精矿盈利比较法		t/t	4.30		

露天和地下开采的矿石损失率和贫化率相差较大，因此采用精矿盈利比较法来确定经济合理剥采比，经计算，经济合理剥采比为 4.30t/t，参考 3 线剖面图和 2 线剖面图，岩石边坡线段和矿石边坡线段之比远大于 4.30，故采用露天开采不经济。

因此，本设计推荐采用地下开采方式。

#### 4.1.3 建设规模

按第五章生产能力论证可知，本矿单中段生产能力在  $22 \times 10^4 \text{t/a}$  上下，两中段同时生产最大挖潜可达  $50 \times 10^4 \text{t/a}$ ，两中段同时生产，生产组织较为宽裕，生产能力可达  $36 \times 10^4 \text{t/a}$ ，因此设计拟定了三个规模方案进行比较，即：

方案 I： $20 \times 10^4 \text{t/a}$ ，667t/d。

方案 II： $36 \times 10^4 \text{t/a}$ ，1200t/d；

方案 III:  $50 \times 10^4 \text{t/a}$ ,  $1667 \text{t/d}$ ;

通过比较表可以看出, 方案 III 规模较大, 原料、动力和直接人工费用有所上升, 因服务期较短导致折旧费增长较多, 但被 50 万吨的规模平摊后, 采矿成本较低, 有规模优势。因此本次设计推荐 II 方案, 即  $36 \times 10^4 \text{t/a}$  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。

表 23 规模方案技术经济比较表

序号	项目		单位	方案 I	方案 II	方案 III	
				$20 \times 10^4 \text{t/a}$	$36 \times 10^4 \text{t/a}$	$50 \times 10^4 \text{t/a}$	
1	设计利用矿量	铁矿石量	$10^4 \text{t}$	245.47	245.47	245.47	
		TFe 品位	%	28.59	28.59	28.59	
2	采矿指标	损失率	%	10.21	10.21	10.21	
		贫化率	%	11.60	11.60	11.60	
		矿石量	$10^4 \text{t}$	246.54	246.54	246.54	
		TFe 品位	%	25.38	25.38	25.38	
3	工作制度		d/a	300	300	300	
4	生产规模		$10^4 \text{t/a}$	20	20	36	
			t/d	667	667	1200	
5	服务年限(含基建期 2 年)		a	15	15	9	
6	选矿指标	铁精矿产率	%	36.84	36.84	36.84	
		铁精矿品位	%	62.00	62.00	62.00	
		回收率	%	90.00	90.00	90.00	
7	总成本		元/t	169.89	188.41	187.41	
8	总投资		万元	14783	15714	19643	
9	流动资金		万元	824	876	1123	
10	价格	铁精粉(62%)	元/t	836	836	836	
11	经济核算	年销售收入	万元	6160	11087	15399	
		年增值税		639	1116	1599	
		年生产成本	万元	3768	6747	9321	
		经营成本比例			0.556	0.556	0.556
		年税金及附加		320	583	801	
		年矿业权出让收益		110	198	274	
		年总利润	万元	1961	3558	5003	
		年所得税	万元	490	890	1251	
12	财务评价	内部收益率(税后)	%	13.90%	15.57%	15.37%	
		净现值(税后 $I_c=8\%$ )	万元	¥1,202	¥2,074	¥1,775	
		投资回收期(税后)	%	6.68	5.75	3.64	

本次设计推荐 II 方案  $36 \times 10^4 \text{t/a}$  规模方案，原因有二，其一为在当前的市场条件下，经济上较好，技术上经过有效的生产组织，是可行的；其二为本矿探矿程度略显不高，在生产期若大力生产探矿，则排产的紧促可缓解，即意味着对新增矿量有信心。

## 4.2 矿山工作制度及服务年限

根据矿山所在地的自然地理及内外部环境条件，确定矿山工作制度为 300 天/a，3 班/d，8h/班。

矿山服务年限为 9 年，其中基建期 2 年，稳产期 6 年，减产期 1 年。

## 4.3 产品方案

项目的最终产品为铁精粉 (62%)。

## 4.4 开拓运输方案

经方案比较，本方案采用 K9 线主斜坡道+K5 线罐笼副井+K6-1 线回风井开拓系统，详见 5.6 节。

## 4.5 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、排土场、炸药库、尾矿库、井口小型工业场地。

1、办公生活区：现场已有一座彩钢结构房屋，位于采矿权外道路南侧，场地控制标高 2340m，可用作职工宿舍，另新建办公生活区，包括办公楼、食堂、浴室车库、职工宿舍等。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，在新建办公生活区附近建设化验室及仓库一座，办公生活区总占地面积  $1.63 \text{hm}^2$ 。

2、采矿工业场地：布置在竖井井口，场地控制标高 2350m，主要设施有提升机房、空压机房、综合仓库、水池、变电所、柴油发电站等，共占地面积 0.5hm<sup>2</sup>。

3、排土场：位于采矿权西侧，排土场共堆存 2 个台阶，单台阶高度 4m，堆置标高为 2365m~2369m~2374m，堆置总高度为 8m，最终总边坡角 23°，小于废石自然安息角 35°。边坡间的最终平台整平为 2%的反向坡度。共占地面积 6.64hm<sup>2</sup>。

4、炸药库：矿山炸药库布置在采矿权范围外南侧 100m 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 0.28hm<sup>2</sup>。

5、选矿工业场地：选矿工业场地布置于采矿工业场地南侧坡地上，包括生产区及生活区。①生产区，选矿车间从西往东依次布置有矿石堆场、破碎车间、中细碎车间、筛分车间、磨矿及选别车间、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。占地面积约 1.43hm<sup>2</sup>。

6、尾矿库：尾矿库库址采矿权范围东侧 1.65km 处，为两面筑坝山谷型尾矿库，库区占地 27.36hm<sup>2</sup>。

7、辅助斜坡道硐口小型工业场地，占地面积共计 0.02hm<sup>2</sup>。

8、回风井口小型工业场地，占地面积共计 0.02hm<sup>2</sup>。

## 4.6 防治水方案

### 4.6.1 地表防治水方案

本矿位于罗雅楚山复式背斜北翼，矿体出露于山脊部位，排土场位于东西向的山沟内，该干沟自排土场挡土墙算起，长度为 1.38km，汇水面积为 0.283km<sup>2</sup>。本地为汛期降水量多而集中，连续最大 4 个月降水量出现在 5~8 月，占年降水总量的百分数在 70%以上；最大月降水量发生在 7 月，占年降水量的 20.4~38.2%；其它月份降水量很少，因此暴雨来临时，首当其冲的是排土场，需对排土场进行防洪验算，设计排水工程，防止形成泥石流。对于其他工业场地，在场地周边施工排水沟即可。

#### 4.6.1.1 外部截水洪峰流量

排土场等级为四级，排土场洪水重现期应采用 20 年一遇，根据《冶金矿山排土场设计规范》(GB51119—2015) 3.2.2 要求（三、四级排土场防洪标准不应小于 20 年，校核采用 50 年），设计按照 50 年重现期进行校核计算，依据《中国暴雨统计参数图集》及业主提供的当地的降雨统计数据计算，公式如下：

$$Q=0.278kiF$$

式中：Q—洪峰流量 (m<sup>3</sup>/s)；

k—径流系数，当地均为草原，取 0.25；

i—平均 1h 降雨强度 (mm/h)；

F—汇水面积 (km<sup>2</sup>)。

排土场上游汇水面积约 0.283km<sup>2</sup>，计算得当地 50 年重现期的平均 1h 降雨强度为 20mm/h，排土场上游洪峰流量约 1.42m<sup>3</sup>/s。

#### 4.6.1.2 外部截水沟水力计算

计算方法：按设计流量及确定的沟底纵坡 i，计算断面尺寸。

1、最小过水断面 ω 的计算

$$\omega_{\min} = 0.5y + 1.25 \sqrt{\frac{nQ}{\alpha^{y+0.5}i^{0.5}}}$$

$$\alpha = \frac{1}{2\sqrt{K} - m}$$

$$K = 2\sqrt{1 + m^2}$$

式中：y——可变指数；

m——边坡系数，m<sup>3</sup>/h；

n——粗糙系数；

表 24 最小过水断面计算表

序号	项目	符号	单位	数值	备注
1	最小过水断面面积	$\omega_{\min}$	m <sup>2</sup>	1.27	
2	可变指数	y		0.23	
3	R>1 时			0.23	
4	R<1 时			0.26	
5	粗糙系数	n		0.03	
6	边坡系数	m		0.5	
7	设计频率暴雨迳流量	Q	m <sup>3</sup> /s	1.42	

序号	项目	符号	单位	数值	备注
8		$\alpha$		0.38	
9		K		2.24	
10	沟底纵坡	i		0.01	

2、根据计算出的最小过水断面，计算水深

$$H = \sqrt{\frac{\omega_{\min}}{K - m}}$$

表 25 水沟最小水深计算表

序号	项目	符号	单位	数值	备注
1	水深	H	m	0.86	
2	最小过水断面面积	$\omega_{\min}$	m <sup>2</sup>	1.27	
3		K		2.24	
4	边坡系数	m		0.5	

3、计算沟底宽度

$$B = \frac{\omega}{H} - mH$$

表 26 水沟最小沟底宽度计算表

序号	项目	符号	单位	数值	备注
1	沟底宽度取值	B	m	1.5	
2	沟底宽度计算值	B	m	1.06	
3	最小过水断面面积	$\omega_{\min}$	m <sup>2</sup>	1.27	
4	水深	H	m	0.86	
5	边坡系数	m		0.5	

4、水沟设计尺寸

根据上述计算，兼顾工程施工方便，设计水沟为梯形断面，边坡系数 1:0.5，底宽 1500mm，高 1000mm，宽深比为 1.5，水沟沟底纵坡 1%。采用 MU30 浆砌块石结构，M10 水泥砂浆勾缝。

#### 4.6.1.3 内部排水

为防止雨水冲刷，设计对各工业场地平台设置 2%~5%反坡，并在安全平台内侧坡脚处设置平台排水沟；在排土场内部内部各台阶设排水沟，雨水经排水沟汇流后，引至外部截洪沟排出场外。

平台排水沟采用矩形断面，断面尺寸 0.4×0.4m，排水坡度≥0.3%，采用浆砌石或混凝土砌筑。

#### 4.6.2 井下防治水方案

小翁考克山铁矿坑内正常涌水量  $400\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量  $633\text{m}^3/\text{d}$ ，采矿生产废水  $360\text{m}^3/\text{d}$ ，计算正常排水量  $38\text{m}^3/\text{h}$ ，设计选取 MD46-30 $\times$ 9 多级离心泵 3 台，设计正常排水时，1 台工作；设计最大排水量时，2 台工作，1 台检修，单台水泵流量  $46\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 250m，电机功率 55kW。

设计在 2140m 副井井底车场新建排水系统，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，各有一个出口通往竖井车场，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。

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。在基建和生产过程中，若水文地质条件发生变化，涌水量变大，须根据新涌水量设计并施工排水系统。

## 4.7 供气方案

全矿最大用气量约  $91\text{m}^3/\text{min}$ ，计算用气量为  $122\text{m}^3/\text{min}$ ，选用 4 台 LG-44/8G 螺杆空压机，3 台工作，1 台备用，空压机电机功率 250kW，排气量  $44\text{m}^3/\text{min}$ ，排气压力 0.8MPa。

空压机房设在 K5 线新建竖井井口附近，机房内设 5t 电动单梁起重机以方便设备检修。压气主管为 1 条  $\phi 273\times 6\text{mm}$  的无缝钢管沿竖井敷设进入坑内。

## 4.8 供水方案

企业总用水量为  $2550\text{m}^3/\text{d}$ ，其中生活用水  $30\text{m}^3/\text{d}$ ，采矿用水量  $360\text{m}^3/\text{d}$ 、选矿用水量  $2160\text{m}^3/\text{d}$ ，消防用水为  $10\text{L/s}$  (2 支水枪)，连续供水 3 小时，消防用水量  $108\text{m}^3$ 。

矿山坑内正常涌水量  $400\text{m}^3/\text{d}$ ，最大涌水量  $633\text{m}^3/\text{d}$ ，优先采用坑内涌水，不足部分外购，来源有二，其一为博伦公司双七水线，年输水能力 60 万立方，其二为马鬃山供水工程七角井片区，年调水能力 683 万立方，生产、生活用水完全能够保障。

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。

## 4.9 供电方案

矿井供电电源引自柳园 35kV 供电电网，在工业场地 10kV 变电所安装变压器 2 台，一台为 1250KVA，另外一台 2000KVA，地表设柴油发电机房，新增一台 800kW 柴油发电机组作为备用电源。

矿井用电设备主要有提升机、电动铲运机、主扇、局扇、空压机、排水泵、振动放矿机、井内照明等。动力供电采用电缆，供电电压 380V，井内照明和供水泵供电电压 220V。

按《矿山电力设计标准》(GB50070-2020)，提升机(220kW)、排水泵(55kW)和主扇(200kW)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，柴油发电机组能承担采矿工程一级负荷的供配电；符合矿山供电应急电源有关规定。

## 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，同一矿体自一翼向另一翼逐矿块后退的回采顺序。

综上，首采地段选择在 2280m 中段的 K5~K2 线之间的工程易到位、矿体厚大、品位较高地段，共布置 7 个采场可完成备采矿量，从上至下，中段划分 2280m、2230m、2180m、2140m 共 4 个中段，具体见矿体纵投影图。

### 5.2 采矿方法

#### 5.2.1 采矿方法的选择

肃北县小翁考克山铁矿矿石赋存于中上寒武统西双鹰山组 ( $\epsilon_{2+3x}$ ) 含铁石英岩中，上盘围岩为长英质变砂岩和石英岩，下盘围岩是长英质变砂岩和灰岩，属坚硬、半坚硬岩层；矿岩结构面发育组数为 2~3，平均间距  $>1m$ ，结构面的结合程度好，主要结构面类型有节理、裂隙、层面，填充物以硅质胶结为主，含少量泥质胶结，结构类型为块状结构，完整程度为较完整。

从工程踏勘来看，本矿矿岩锤击声音清脆，回弹强烈乃至震手，属坚硬~极坚硬型，再则参考同一成矿带的邻近七角井子铁矿，岩石条件也好。

因此，小翁考克山铁矿矿岩整体上基本质量级别为 II-III 级，对于 II-III 级的工程岩体，其地下工程岩体自稳能力为跨度  $<10m$ ，可长期稳定，偶有掉块。跨度 10~20m，可基本稳定，局部可发生掉块或小塌方。

本矿地表允许崩落，矿石中等稳固以上，上下盘围岩中等稳固以上，顶板允许暴露面积在 500~1000  $m^2$  左右，矿体倾角  $70^\circ \sim 87^\circ$ ，属于急倾斜矿床，平均厚度 10.68m，最小厚度 2m，最大厚度 29.11m，属于薄矿床~中厚矿床，按矿体形态属于层状矿床，矿石平均品位为 28.39%，矿石价值较低。

因此首先排除崩落法，可采用的采矿方法为充填法和空场法。对于充填采矿方法比较选择，先计算充填临界品位，若出矿品位大于充填临界品位，则经济上

可以采用充填法,再对直接充填法和空场法进行技术经济比较,选择指标较好者,临界品位计算见下表。

表 27 临界品位计算表

序号	项目	符号	单位	数值	备注
1	临界品位	$\alpha$	%	23.87	
2	采矿成本	C1	元/t	65.69	实际数值
3	充填成本	C2		36	
4	选矿成本	C3	元/t	58.57	实际数值
5	采矿回收率	$\rho$	%	89.25	
6	选矿回收率	$\varepsilon$	%	90.00	试验数据
7	计价系数		%	100.00	
8	铁精粉价格	P	元/t	836	品位 62%

根据计算结果,充填临界品位为 23.87%,小于坑口出矿品位 25.27%,表明在经济条件下,采用直接充填法是可行的,以下对充填法和空场法进行技术经济比较。

表 28 充填法和空场法进行技术经济比较表

序号	项目		符号	方案 I 充填法	方案 II 空场法	备注
1	设计利用	矿石量	$10^4\text{t}$	245.47	245.47	
		品位	%	28.59	28.59	
2	采矿指标	损失率	%	10.00	10.21	
		贫化率	%	10.00	11.60	
3	采出矿量	采出矿量	t	245.47	249.33	
		品位	%	25.73	25.27	
4	成本	采选成本	元/t	179.03	143.03	
		采矿	元/t	74.70	74.70	
		充填	元/t	36.00	0.00	
		选矿	元/t	68.33	68.33	
5	选矿指标	选矿回收率	%	90.00	90.00	
		精粉品位	%	62.00	62.00	
		精矿产率		36.68	36.68	
6	计价系数		%	100	100	
7	铁精粉价格		元/t	836	836	
8	投资	总投资	万元	23783	19643	
		相同投资		19643	19643	
		充填站投资		4000		
		采掘设备		140		
9	经济核算	销售收入	万元/a	11241	11087	
		采选费用	万元/a	6445	6747	直接费用
		毛利润	万元/a	4796	3558	-1238
		税后内部收益率	%	12.15	15.57	

根据计算，当采用充填法时，由于每吨矿石多出充填成本 36 元/t，故方案 I 的毛利润较方案 II 少 1238 万元/a，充填法的投资多了 4000 万元，考虑投资的折算后，方案 I 的税后内部收益率为 12.15%，明显的低于方案 II，故在技术经济上，方案 II 为优。

在安全上，分段空场法作为空场法大类中的主要采矿方法，在全国地下矿山中，其采出矿量占比在 30%以上，和崩落法大类相当，经过多年的管理实践，其安全性是有保障的。

按矿体赋存条件，推荐主要采用浅孔留矿法、沿走向分段空场法和垂直走向分段空场法生产。

对于矿体厚度 5m 以下的矿体采用浅孔留矿法生产，对矿体厚度在 5~15m 之间的中厚矿体采用沿走向分段空场法生产，其余矿体厚度大于 15m 的矿体采用垂直走向分段空场法生产。

按各采矿方法的回采出矿量比例，浅孔留矿法占比 25%，沿走向分段空场法占比 50%，垂直走向分段空场法占比 25%。

## 5.2.2 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 50m，适用于矿体厚度小于 5m 的地段，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。采场内凿岩采用 YT-28 型气腿式凿岩机。

### 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 2m<sup>3</sup> 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。采场回采结束后，在本中段封闭穿脉巷道、出矿短穿、天井入口。

#### 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 7.32%，贫化率为 10.47%，矿块生产能力 100t/d。

### 5.2.3 沿走向分段空场法

#### 1、矿块构成要素

矿块沿走向布置，设计矿块长 50m，高度 50m，适用于矿体厚度在 5~15m 之间的地段，间柱宽 8m，顶柱高度 5m，平底结构布置，分段高度 12m，出矿进路间距 7m。

#### 2、采准切割工作

采准工程主要包括：采区斜坡道、穿脉巷道、出矿横巷、人行通风天井及天井联络道；切割工程主要有：拉底巷道、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，在穿脉中掘进出矿横巷和人行通风天井，通过人行通风天井掘进天井联络道，并连通分段凿岩道和采区斜坡道。在出矿横巷掘进出矿短穿，并连通拉底巷道，在矿房中沿走向掘进拉底巷道，以此为自由面形成出矿堑沟，分段凿岩巷道中施工切割横巷和切割天井，采用中深孔开槽法形成切割槽。采准、切割平巷采用 YT-28 型气腿式凿岩机凿岩，人行通风天井和切割井采用 YSP—45 型上向式凿岩机凿岩。采场内凿岩采用 YGZ-90 型导轨式中深孔凿岩机。

#### 3、矿房回采工作

采准切割工程完成后，在分段凿岩巷道中凿扇形中深孔，孔径 60~65mm，用 BQF-100 型装药器装乳化炸药，以切割天井为自由面，数码电子雷管起爆，每次爆破 2~3 排炮孔。爆破后的矿石落入底部堑沟，落矿块度控制在 500mm 以下，大块率≤10%，大块的二次破碎在出矿巷道用移动破碎锤进行。采场爆破后，采用 2m<sup>3</sup> 铲运机在出矿进路将矿石装入 5t 坑内矿用卡车。

4、采场通风：新鲜风流从人行通风天井经分段凿岩巷道进入采场，清洗工作面后，污风经上部回风巷道回到上中段运输巷道。

### 5、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。采场回采结束后，在本中段封闭穿脉巷道、出矿短穿、天井入口。

### 6、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，沿走向分段空场法设计选取贫化率为 10.80%，损失率为 10.80%，矿块生产能力 300t/d。

## 5.2.4 垂直走向分段空场采矿法

### 1、矿块构成要素

在矿体厚大地段以盘区形式垂直走向布置本采矿方法，盘区长度 200m，矿房和矿柱间隔布置，设计矿房长 20m，高度 50m，平均矿房厚度 $\geq 15$ m，矿柱宽 10m，顶柱高度 5m，平底结构布置，分段高度 12m，出矿进路间距 7m。

### 2、采准切割工作

采准工程主要包括：盘区斜坡道、穿脉巷道、出矿短穿、人行通风天井及天井联络道、分段凿岩巷道；切割工程主要有：拉底巷道、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，在穿脉中掘进出矿短穿和人行通风天井，通过人行通风天井掘进天井联络道，并连通分段凿岩道和盘区斜坡道。在出矿短穿连通两侧的拉底巷道，在矿房中垂直走向掘进拉底巷道，以此为自由面形成出矿堑沟，在分段凿岩巷道的尽头矿岩交界处施工切割横巷和切割天井，采用中深孔开槽法形成切割槽。采准、切割平巷采用 YT-28 型气腿式凿岩机凿岩，人行通风天井和切割井采用 YSP—45 型上向式凿岩机凿岩。采场内凿岩采用 YGZ-90 型导轨式中深孔凿岩机。

### 3、矿房回采工作

采准切割工程完成后，在各分段凿岩巷道中凿扇形中深孔，孔径 60~65mm，用 BQF-100 型装药器装乳化炸药，以切割天井为自由面，数码电子雷管起爆，每次爆破 2~3 排炮孔。各分段凿岩巷道逐步爆破，并在竖向上形成正台阶，爆破后的矿石落入底部堑沟，落矿块度控制在 500mm 以下，大块率 $\leq 10\%$ ，大块的二次破碎在出矿巷道用移动破碎锤进行。采场爆破后，采用 2m<sup>3</sup> 铲运机在出矿进路将矿石装入 5t 坑内矿用卡车。

4、采场通风：新鲜风流从人行通风天井经分段凿岩巷道进入采场，清洗工作面后，污风经上部回风巷道回到上中段运输巷道。

#### 5、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。采场回采结束后，在本中段封闭穿脉巷道、出矿短穿、天井入口。

#### 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，垂直走向分段空场法设计选取损失率为 11.92%，贫化率为 14.31%，矿块生产能力 400t/d。

全矿综合损失率为 10.21%，贫化率为 11.60%，矿块生产能力 275t/d。回收率为 89.79%，符合《矿产资源“三率”指标要求第 3 部分：铁、锰、铬、钒、钛》(DZ/T0462.3-2023)中一般指标 6.1.2.1 条，“地下开采的铁矿，稳固矿体的开采回采率一般不低于 86%”的指标要求。

三种采矿方法技术指标如下表所示。

**表 29 采矿方法技术指标表**

序号	项目名称	单位	采矿方法			综合指标
			垂直走向分段空场法	沿走向走向分段空场法	浅孔留矿法	
1	矿块(盘区)长度	m	200	50	50	
2	矿块厚度	m	>15m	小于 15m	小于 5m	
3	矿块高度	m	50	50	50	
4	顶柱高度	m	5	5	5	
5	底柱高度	m	平底	平底	平底	
6	间柱宽度	m	10	8	8	
7	出矿进路间距	m	10	10	10	
8	采矿方法所占比例	%	25	50	25	
9	矿体平均厚度	m	25	10	3	
10	平均倾角	°	70	70	70	
11	矿块生产能力	t/班	400	300	100	275
12	采切比	m/万 t	13.13	55.49	143.09	69.48
13		m <sup>3</sup> /万 t	298.69	462.88	372.51	423.75
14	凿岩台效	t/班	110	95	60	
15	出矿台效	t/班	250	200	200	
16	回采率	%	88.08	89.20	92.68	89.79
17	损失率	%	11.92	10.80	7.32	10.21
18	贫化率	%	14.31	10.80	10.47	11.60

### 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  $65^{\circ}$  , 移动角  $60^{\circ}$  ;

下盘陷落角  $65^{\circ}$  , 移动角  $60^{\circ}$  ;

两翼陷落角  $70^{\circ}$  , 移动角  $65^{\circ}$  ;

矿权范围内圈定了一个地表岩石移动范围, 长 650m, 宽 136m, 面积  $190\text{hm}^2$ 。

矿山开采期间, 需要对岩移范围内区域进行必要的安全管理, 并设置栅栏和警示牌, 严防人畜闯进。

### 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, 综合矿块生产能力取  $275\text{t/d}$ 。计算各中段的生产能力见表。

表 30 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	同时工作矿块数 (个)	矿块生产能力 (t/d)	日产量 (t/d)	年产量 (t/a)
2280	485	10	0.3	3	275	750	225000
2230	414	11	0.3	4	275	1000	300000
2180	326	9	0.3	3	275	750	225000
2140	210	6	0.3	2	275	500	150000

#### 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 31。

表 31 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)
2280	957127	20	2.5	1276	38
2230	762450	20	2.5	1017	30
2180	533567	20	2.5	711	21
2140	201560	20	2.5	269	8

### 5.4.3 按经济合理服务年限验证

公式： $A=Q\eta/t(1-\rho)$

式中：A——生产能力，t/a；

Q——设计利用储量， $245.47\times 10^4\text{t}$ ；

$\eta$ ——采矿回收率，89.79%；

$\rho$ ——矿石贫化率，11.60%；

t——经济合理服务年限，5~10a。

计算结果： $A=24.93\sim 49.87\times 10^4\text{t}$

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  $24.93\sim 49.87\times 10^4\text{t}$  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结果数值较为接近，单一中段生产，能力在  $22\times 10^4\text{t/a}$  左右，两个中段同时生产，能力在  $40\times 10^4\text{t/a}$  左右，因此，设计推荐矿山规模为  $1200\text{t/d}$ ， $36\times 10^4\text{t/a}$ 。

### 5.4.4 按新中段准备时间验证生产能力

矿山基建完成后备采矿量  $281708\text{t}$ ，可服务约 0.78 年，矿山投产后，在 2280m 中段采矿的同时，立即进行 2230m 中段的采准工作、2180m 中段的部分开拓工程，中段沿脉、穿脉的长度为  $1323\text{m}$ ，采场的采切工程量约  $2501\text{m}$ ，合计  $3073\text{m}$ ，5 个掌子面采用无轨设备施工，月进尺按  $100\text{m}$  计算，工作时间需要 5~6 个月，在上一中段的备采矿量开采完成时，新中段的开拓采准工作已完成，因此新水平有足够的准备时间来满足矿山正常生产。

## 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，经排产验证，矿山服务年限为 9 年，其中基建期 2 年，稳产期 6 年，减产期 1 年。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 service 年限有可能延长。

## 5.6 开拓运输系统

中部从上至下中段划分为 2280m、2230m、2180m、2140m 共四个中段。

矿体形态类似“一口锅”，从矿体分布看，2280m 中段有 957127 吨矿石量，2230 中段有 762450 吨矿石量，2180 中段有 533567 吨矿石量，2140 及以下中段有 201560 吨矿石量。

根据地表地形条件、中段矿量分布情况，可选择的开拓系统有：

方案 I：K9 线主斜坡道+K5 线进风管缆井+K6-1 线回风井开拓系统；

方案 II：K9 线辅助斜坡道+K5 线罐笼主井+K6-1 线回风井开拓系统；

方案 III：K9 线主斜坡道+K5 线罐笼副井+K6-1 线回风井开拓系统；

I、II 案分别简述如下：

方案 I：K9 线主斜坡道+K5 线进风管缆井+K6-1 线回风井开拓系统

主斜坡道井位于 K9 线，断面为  $4 \times 4\text{m}$ ，该断面可适用于 15 吨地下自卸车的外形参数，斜坡道需要一次施工至 2140m 中段，用以施工验收必备的主排水系统，斜坡道开口坐标  $X=4589640.819$ ， $Y=32502573.704$ ， $Z=2350 \sim 2090$ ，开口方位角  $30^\circ$ ，斜坡道坡度 8%，转弯半径 20m，净断面  $13.29 \text{ m}^2$ ，掘断面  $14.31 \text{ m}^2$ ，采用 C20 混凝土支护 100mm 厚，斜坡道每隔 120m 设错车硐室，兼做缓坡段。斜坡道直线段及弯道段总长度为 2497m，单个岔口工程量为  $212 \text{ m}^3$ ，单个调车硐室工程量为  $144 \text{ m}^3$ ，岔口及调车硐室共有 21 个，斜坡道工程量共计  $43209 \text{ m}^3$ 。

在 K5 线下盘移动范围外(北边)施工进风管缆井，进风管缆井净直径  $\phi 4\text{m}$ ，采用 C20 混凝土支护 300mm 厚，净断面  $12.57 \text{ m}^2$ ，掘断面  $14.53 \text{ m}^2$ ，开口坐标  $X=4589711.528$ ， $Y=32502872.490$ ， $Z=2340.000$ ，最低服务中段为 2140m，深度为 200m，工程量为  $3197 \text{ m}^3$ 。进风管缆井内安装梯子间，作为安全出口，敷设 1 趟供水管、2 趟回水管、1 趟压气管、通信线缆和动力线缆。

在 K6-1 线施工回风井，回风井净直径  $\phi 4.5\text{m}$ ，采用 C20 混凝土支护 300mm 厚，净断面  $15.91 \text{ m}^2$ ，掘断面  $18.1 \text{ m}^2$ ，开口坐标  $X=4589400.000$ ， $Y=32503211.399$ ， $Z=2330$ ，最低服务中段为 2140m，深度为 190m，工程量为  $3801 \text{ m}^3$ 。回风井内安装梯子间，作为第二安全出口，敷设 1 趟通信线缆，地表建有风机房，安装主扇风机。

中段运输巷道断面中段运输巷道断面宽  $2.7\text{m} \times$  高  $2.7\text{m}$ ，采用 C20 喷射混凝土支护 50mm 厚，墙高 2m，净断面  $8.99 \text{ m}^2$ ，掘断面  $9.32 \text{ m}^2$ 。坑内运输采用 UQ-5

地下自卸车，矿石由铲运机装入 UQ-5 地下自卸车，UQ-5 地下自卸车沿中段运输巷道将矿石和废石卸至主斜坡道联络道内，在联络道布置两条溜井，一条矿石溜井，一条废石溜井，溜井底部装有振动放矿机，通过振动放矿机将废石和矿石装入 UQ-15 地下自卸车中，UQ-15 地下自卸车经主斜坡道将矿石和废石运至地表。

经计算，需配备 9 台 UQ-5 地下自卸车，5 台 UQ-15 地下自卸车。

方案 II：K5 线罐笼主井+K9 线辅助斜坡道+K6-1 线回风井开拓系统；

在 K5 线上盘移动范围外(南边)施工一条罐笼主井，罐笼主井开口坐标  $X=4589711.528$ ， $Y=32502872.49$ ， $Z=2348\sim 2120$ ，罐笼主井净直径 5m，净断面  $19.64\text{ m}^2$ ，掘断面  $24.64\text{ m}^2$ ，采用强度等级为 C25 混凝土 300mm 厚整体支护，采用多绳落地摩擦式提升系统，井颈段高度 20m，井身段高度 208m，井底段高度 30m，井深总计 228m。负担矿石 360000t/a 的提升任务，负担废石 54000t/a 的提升任务，以及人员、设备、材料的提升及下放。

罐笼主井提升机选择 JKMD-1.85 $\times$ 4 多绳摩擦提升机，电动机功率 220kW，提升容器为 4 号双层罐笼带平衡锤，一次提升 2 辆  $2\text{ m}^3$  翻转式矿车，选择钢丝绳型号 6 $\times$ 19S+FC，钢丝绳最小破断拉力 234kN，钢丝绳公称直径 20mm，钢丝绳每米质量 1.44kg/m，载货安全系数 8.79，载人安全系数 18.77。

罐笼主井内安装梯子间，作为安全出口，敷设 1 趟供水管、2 趟回水管、1 趟压气管、通信线缆和动力线缆。

在 K9 线施工辅助斜坡道，承担生产不均衡时期少量的矿石、废石的提升任务，兼做无轨设备的下放通路，斜坡道开口点位于地表移动范围外，开口坐标  $X=4589640.819$ ， $Y=32502573.704$ ， $Z=2350\sim 2280$ ，开口方位角  $30^\circ$ ，辅助斜坡道坡度 12%，转弯半径 20m，净断面  $11.96\text{ m}^2$ ，掘断面  $12.96\text{ m}^2$ ，采用 C20 混凝土支护 100mm 厚，辅助斜坡道每隔 120m 设错车硐室，兼做缓坡段。辅助斜坡道直线段及弯道段总长度为 663m，单个岔口工程量为  $212\text{ m}^3$ ，单个调车硐室工程量为  $130\text{ m}^3$ ，岔口及调车硐室共有 6 个，辅助斜坡道工程量共计  $10645\text{ m}^3$ 。

K6-1 线回风井布置同方案一。

中段运输巷道断面中段运输巷道断面宽 2.7m $\times$ 高 2.7m，采用 C20 喷射混凝土支护 50mm 厚，墙高 2m，净断面  $8.99\text{ m}^2$ ，掘断面  $9.32\text{ m}^2$ 。坑内运输采用 UQ-5

地下自卸车，矿石由铲运机装入 UQ-5 地下自卸车，UQ-5 地下自卸车沿中段运输巷道将矿石和废石卸至各中段罐笼主井车场内，在主井车场内布置无轨转有轨倒运系统，将废石和矿石装入 2m<sup>3</sup> 翻转式矿车中，经主井提升至地表翻卸。

经计算，需配备 9 台 UQ-5 地下自卸车。

方案 III：K9 线主斜坡道+K5 线罐笼副井+K6-1 线回风井开拓系统；

K9 线主斜坡道、K6-1 线回风井、中段运输布置同方案 I。

在 K5 线上盘移动范围外(南边)施工一条罐笼副井，罐笼副井开口坐标 X=4589711.528，Y=32502872.49，Z=2348~2120，罐笼副井净直径 4m，净断面 12.57 m<sup>2</sup>，掘断面 16.62 m<sup>2</sup>，采用强度等级为 C25 混凝土 300mm 厚整体支护，采用多绳落地摩擦式提升系统，井颈段高度 20m，井身段高度 208m，井底段高度 20m，井深总计 228m。负担负担废石 54000t/a 的提升任务，以及人员、设备、材料的提升及下放。

罐笼副井提升机选择 JKMD-1.6×4 多绳摩擦提升机，电动机功率 160kW，提升容器为 2 号单层罐笼带平衡锤，一次提升 0.7m<sup>3</sup> 翻转式 1 辆，选择钢丝绳型号 6×19S+FC，钢丝绳最小破断拉力 189kN，钢丝绳公称直径 18mm，钢丝绳每米质量 1.17kg/m，载货安全系数 15.06，载人安全系数 13.56。

开拓方案技术经济比较、主要优缺点比较见表 31、32。

表 32 主要优缺点比较见表

项目	I 方案	II 方案	III 方案
		K9 线主斜坡道+K5 线进风管缆井+K6-1 线回风井	K9 线辅助斜坡道+K5 线罐笼主井+K6-1 线回风井开拓系统
优点	1. 斜坡道布置机动灵活; 2. 生产管理方便; 3. 大件下放迅速方便; 4. 系统简单;	1. 建设速度快; 2. 通风效果较好; 3. 年经营费用较低; 4. 人员下井安全可靠	1. 斜坡道布置机动灵活; 2. 通风效果较好 3. 大件下放迅速方便; 4. 年经营费用最低 5. 人员下井安全可靠
缺点	1. 斜坡道内空气质量不好; 2. 年经营费用居中; 3. 斜坡道内运输人员有安全风险。	1. 竖井施工难度大; 2. 管理不方便; 3. 年经营费用最高。	1. 斜坡道内空气质量不好; 2. 管理不方便; 3. 竖井施工难度大; 4. 基建投资最高。

表 33 开拓方案比较表

序号	项目	单位	单价	I 方案		II 方案		III 方案	
				工程量	金额	工程量	金额	工程量	金额
I	基建投资								
一	三通一平				20		20		20
二	井巷工程部分								
1	主井井筒 ( $\Phi_{掘}=5.0m$ , $S_{净}=19.63m^2$ , $S_{掘}=24.64 m^2$ )	$m^3$	32000			6355	826		
2	主井马头门及井口机械基础(4组)	$m^3$	1500			1056	158		
3	车场(4.5×3.5m, $S_{净}=16.06 m^2$ , $S_{掘}=17.13 m^2$ )	$m^3$	500			2056	103		

序号	项目	单位	单价	I 方案		II 方案		III 方案	
				工程量	金额	工程量	金额	工程量	金额
4	无轨转运系统(4组)	m/m <sup>3</sup>	500			6800	340		
5	石门巷道(2.7×2.7m, S <sub>净</sub> =7.4 m <sup>2</sup> , S <sub>掘</sub> =7.79 m <sup>2</sup> )	m/m <sup>3</sup>	550			4986	274		
1	副井井筒(Φ <sub>掘</sub> =4.0m, S <sub>净</sub> =12.57m <sup>2</sup> , S <sub>掘</sub> =16.62 m <sup>2</sup> )	m/m <sup>3</sup>	30000					4288	774
2	副井马头门及井口机械基础(4组)	m/m <sup>3</sup>	1500					816	122
3	车场(3.3×3.0m, S <sub>净</sub> =8.89 m <sup>2</sup> , S <sub>掘</sub> =9.71 m <sup>2</sup> )	m/m <sup>3</sup>	500					1165	58
4	石门巷道(2.7×2.7m, S <sub>净</sub> =7.4 m <sup>2</sup> , S <sub>掘</sub> =7.79 m <sup>2</sup> )	m/m <sup>3</sup>	550					4986	274
1	斜坡道(4×4m, S <sub>净</sub> =13.08 m <sup>2</sup> , S <sub>掘</sub> =14.94 m <sup>2</sup> )	m/m <sup>3</sup>	600	43209	2593	31760	1906	43209	2593
2	斜坡道中段石门(4×4m, S <sub>净</sub> =13.08 m <sup>2</sup> , S <sub>掘</sub> =14.94 m <sup>2</sup> )	m/m <sup>3</sup>	600	1046	63			1046	63
3	斜坡道转运系统	m/m <sup>3</sup>	600	8840	530			8840	530
4	进风管缆井(Φ4m, S <sub>净</sub> =12.57 m <sup>2</sup> , S <sub>掘</sub> =14.53 m <sup>2</sup> )	m/m <sup>3</sup>	30000	3749	774				
5	进风管缆井石门(3×3m, S <sub>净</sub> =9.14 m <sup>2</sup> , S <sub>掘</sub> =9.56 m <sup>2</sup> )	m/m <sup>3</sup>	500	1922	96				
	小计			58765	4076	53012	3627	64350	4435
二	设备部分								
1	提升机	台					150		80
2	4#双层罐笼	万元					30		
	2#单层罐笼								10
3	平衡锤	万元					12		8
4	井口机械及安全门	万元					50		50
5	井筒装备	万元					150		80

序号	项目	单位	单价	I 方案		II 方案		III 方案	
				工程量	金额	工程量	金额	工程量	金额
6	2m <sup>3</sup> 翻转式矿车	台					15		
7	0.7m <sup>3</sup> 翻转式矿车	台							8
1	UQ-15 地下自卸车	台			250		50		250
2	人车				30		30		
3	辅助车辆				60		60		
	小计				340		547		486
	基建投资总计			58765	4416	53012	4174	64350	4921
	差值					-5753	-242	5584	505
II	年经营费								
一	人员	元/人·a	100000		100		240		0.12
二	电耗	kW·h	0.5				59		11
三	维修费				177		167		197
	小计				277		466		208

从上表可以看出，在投资上，方案 II < 方案 I < 方案 III，在年经营费上，方案 III < 方案 I < 方案 II，的投资为 1766 万元，前者比后者多了 727 万元的投资；按人员下放的安全性上，方案 I 最低；方案 III 虽然投资最高，但兼具其它方案的优点。

因此推荐方案 III: K9 线主斜坡道+K5 线罐笼副井+K6-1 线回风井开拓系统。

## 5.7 矿井通风系统

设计全矿采用侧翼对角式机械通风系统，总通风量为  $108\text{m}^3/\text{s}$ 。

新鲜风流从 K5 线罐笼副井进入，经中段车场、石门进入下盘沿脉巷道，从穿脉巷道到达各矿体脉外出矿巷道，从人行通风天井或采区斜坡道进入采场，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 K6-1 线的回风井，污风经主扇抽出到地表。

K6-1 线回风井位于地表移动范围外，井口开口坐标  $X=4589426.536$ ， $Y=32503315.195$ ， $Z=2330\sim 2140$ ，净直径 4.5m，净断面  $15.90\text{m}^2$ 。

根据计算的矿井需风量和通风阻力，主扇选用 1 台 K40—6N<sub>0</sub>21 型风机，安装于 K6-1 线回风井地表风机房，电机功率 250kW。

井巷掘进采用 JK55—2N<sub>0</sub>4.5 型局部扇风机加强通风，采场内采用 JK58—1N<sub>0</sub>4.0 型局部扇风机用风筒压入加强通风。

坑内反风采用风机反转实现。冬季严寒天气时，启动进风井巷空气加热设施，使得空气温度不低于  $2^{\circ}\text{C}$ ；竖井设置保温措施，防止井口及井筒结冰。

## 5.8 基建工程量、三级矿量及保有期

矿山基建范围包括：

罐笼副井、回风井、斜坡道(地表~2280)、2280m 中段下盘沿脉、2280m 中段穿脉巷道、2280m 中段采切工程、2280m 中段探矿工程、2230m 中段下盘沿脉、2140m 排水系统。

大部分井巷工程布置在矿岩稳固的石英岩、灰岩地段，不支护；若遇到稳固性较差的片岩地段时采用喷射混凝土和喷锚网联合支护。采切工程都位于矿体中，一般不支护，若岩石不稳固，可临时采用锚杆支护。

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：360m/1440m<sup>3</sup>；

开拓工程：2197m/17347m<sup>3</sup>；

采切工程：1273m/8738m<sup>3</sup>；

合计：3830m/27525m<sup>3</sup>；

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：1648101t，保有期 4.58 年；

采准矿量：422562t，保有期 1.17 年；

备采矿量：281708t，保有期 0.78 年。

表 34 采矿回采进度计划表

中段	矿石量 (t)	平均品位 (%)	损失率 (%)	贫化率 (%)	采出矿 石量(t)	采出品 位(%)	基建期	
							2025	2026
2280	957127	28.71	10.21	11.60	972177	25.38		
2230	762450	29.14	10.21	11.60	774439	25.76		
2180	533567	27.37	10.21	11.60	541957	24.20		
2140	201560	29.11	10.21	11.60	204730	25.73		
合计	2454704				2493302			
TFe 品位		28.59				25.27		
中段	生产期							
	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	
2280	360000	360000	252177					
2230			107823	360000	306615			
2180					53385	360000	128572	
2140							204730	
合计	360000	360000	360000	360000	360000	360000	333302	
TFe 品位	25.38	25.38	25.49	25.76	25.53	24.20	25.14	

## 6 选矿及尾矿设施

### 6.1 选矿方案

#### 6.1.1 原矿性质

##### 6.1.1.1 原矿多元素分析

原矿多元素分析结果见表 35。

表 35 原矿多元素分析结果 (%)

元素	Cu	Pb	Zn	Fe	S	CaO
含量	0.013	0.013	0.05	36.86	0.40	5.22
元素	MgO	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	As	P	烧失量
含量	3.38	36.98	2.02	<0.05	0.23	2.54

##### 6.1.1.2 原矿铁物相分析

原矿铁物相分析结果见表 36。

表 36 原矿铁物相分析结果 (%)

相别	磁性铁	赤、褐铁矿中铁	黄铁矿中铁	菱铁矿中铁	硅酸盐中铁	总铁
含量	34.06	1.02	0.35	0.20	1.23	36.86
占有率	92.40	2.77	0.95	0.54	3.34	100.00

##### 6.1.1.3 原矿比重测定

该矿石比重为 3.76。

##### 6.1.1.4 可磨度测定

本次测定矿石相对可磨度的标准样为杨家杖子矿样。

待测矿样磨矿时间和细度见表 37。

表 37 磨矿细度试验结果

磨矿时间 (分)	12.8	14.2	17.2	21.6	25.5
标准样磨矿细度 (-0.074mm%)	60	65	75	85	90
待测样磨矿细度 (-0.074mm%)	76	80.5	89	97	98.5

待测矿样相对可磨度测定曲线见图 10。

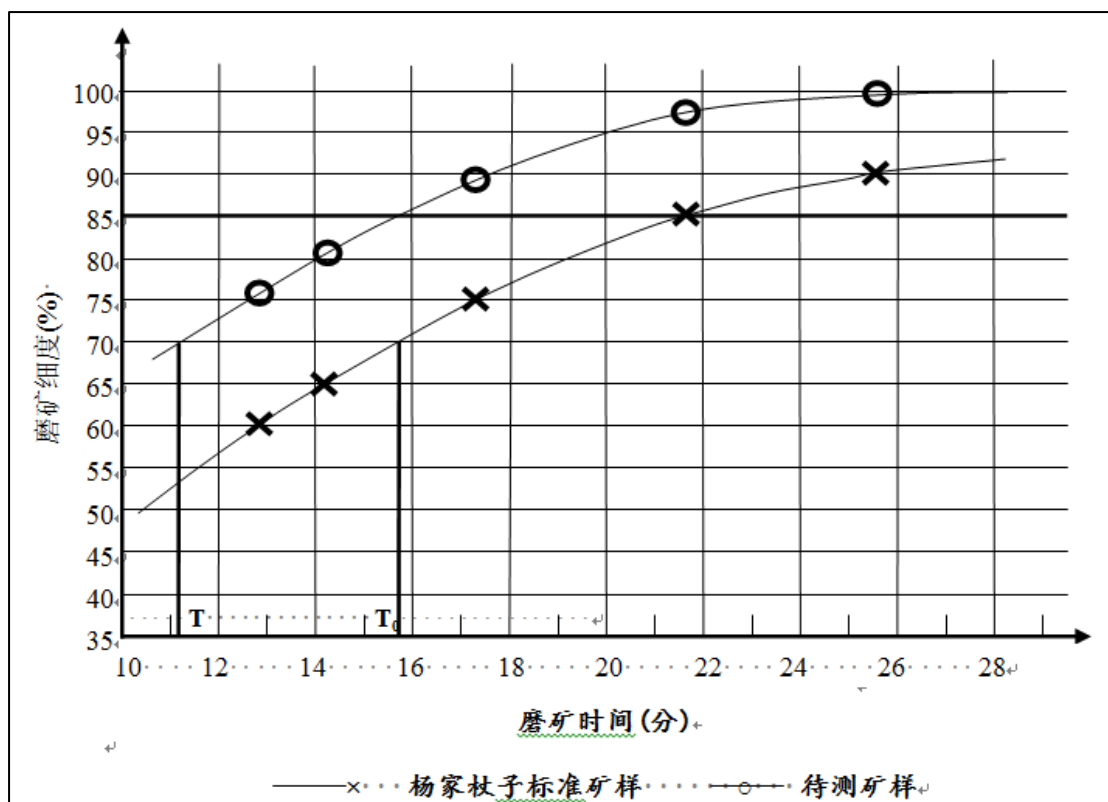


图 10 相对可磨度测定曲线图

当新生-0.074mm 粒级含量达到 70%时， $T_0=15.7$  分， $T=11.2$  分。

相对可磨度： $K=T_0/T=15.7/11.2=1.40$ 。

试验结果表明，该磁铁矿石较标准样易磨。

该试验结果可以作为该磁铁矿建立选矿厂选择磨矿机规格、型号的依据之一。

#### 6.1.1.5 原矿的矿物组成及含量

##### 一、矿石的矿物组成

金属矿物以磁铁矿为主，少量及微量黄铁矿、胶状黄铁矿、褐铁矿、磁黄铁矿、磁赤铁矿、黄铜矿、铜蓝、菱铁矿、钛铁矿、金红石、闪锌矿、方铅矿等。

脉石矿物主要为石英，少量绿泥石、角闪石，其次有磷灰石、方解石、绢云母等。

##### 二、矿物含量

矿物含量以显微镜下岩矿鉴定结果及 3—0mm 综合样鉴定为准，结合多元素化学分析、化学物相分析计算所得，结果见表 38。

表 38 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、磁赤铁矿等	46.5	闪锌矿	0.2
黄铁矿、磁黄铁矿等	0.2	方铅矿	微
褐铁矿、赤铁矿	2.0	磷灰石	1.0
菱铁矿	0.5	石英、绿泥石等综合脉石	49.5
黄铜矿	<0.1	合计	100.0

### 6.1.1.6 矿石的结构构造

#### 一、矿石类型

该矿石属于沉积变质型铁矿石，矿石以磁铁石英岩、绿泥磁铁石英岩、角闪磁铁石英岩、赤铁石英岩为主。矿石比较致密且硬度大。

#### 二、矿石构造

磁铁矿与石英组成具有黑白相间的条带—浸染状构造、稠密浸染状构造、稀疏浸染状构造、条纹状构造、斑点状构造、斑杂状构造、脉状构造等，变质程度高时，向片麻状过渡。

#### 三、矿石结构

矿石的主要结构以细粒状变晶结构为主，其次有交代结构、浸蚀结构、网状结构、筛孔状结构、包含结构、内部环带状结构等。

### 6.1.1.7 矿石中主要金属矿物嵌布特征

#### 一、磁铁矿 $Fe_3O_4$

化学式中含 Fe72.2%，O27.6%，等轴晶系。单晶体常呈八面体，较少呈菱形十二面体。在菱形十二面体面上，长对角线方向常现条纹。集合体多呈致密块状和粒状。颜色为铁黑色、条痕为黑色，半金属光泽，不透明，矿相显微镜下灰色带棕色调，均质。硬度 5.5—6.5。比重 4.9—5.2，具强磁性。

磁铁矿含量约占矿物总量的 46.5%，矿石中分布基本均匀，呈稠密浸染状分布，或者与石英间隔呈条带状—浸染状分布，或者呈稀疏浸染状分布，磁铁矿多呈半自形、他形晶粒状产出，很少量呈粒状集合体产出，粒径一般都小于 0.20mm，一般在 0.015—0.074mm 之间。

沉积变质成因的磁铁矿结构、形态都比较简单，因此磁铁矿与石英、绿泥石间嵌布关系简单，以毗邻连生为主，界线平直，大多数易于解离；但是磁铁矿像糖粒一样，分布比较分散而且粒度很细，有些细粒的很难单体解离。

该矿石中硫化物很少，偶见黄铁矿、黄铜矿，磁铁矿与黄铁矿间嵌镶关系也很简单，两者毗邻连生，易于解离。磁铁矿与黄铜矿间有毗邻连生，也有包裹连生，偶见黄铜矿呈微粒状被包裹在磁铁矿中，这种微细粒包裹体很难单体解离。

## 二、赤铁矿 $\text{Fe}_2\text{O}_3$ 、磁赤铁矿 $\text{r-Fe}_2\text{O}_3$

赤铁矿和磁赤铁矿在矿石中含量较少，多沿着磁铁矿边缘及裂隙产出，交代磁铁矿形成网格状、环边状结构，在氧化带里，赤铁矿可由褐铁矿或纤铁矿、针铁矿经脱水作用形成。但也可以变成针铁矿和水赤铁矿等。在还原条件下，赤铁矿可转变为磁铁矿，称假象磁铁矿。粒度一般小于 0.02mm，硬度 5—6。比重 5—5.3。

## 三、褐铁矿 $2\text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ :

褐铁矿实际上并不是一个矿物种，而是针铁矿、纤铁矿、水针铁矿、水纤铁矿以及含水氧化硅、泥质等的混合物，化学成分变化大，含水量变化也大。

针铁矿  $\alpha\text{-FeO(OH)}$ ，纤铁矿  $\gamma\text{-FeO(OH)}$ ，含不定量的吸附水者，称水针（纤）铁矿，是磁铁矿的次生矿物。分布不均匀，形态复杂，呈团块状、不规则脉状、胶状、放射状、纤维状、粉末状集合体，以产出在脉石间隙以及磁铁矿边部为主，有些渗透到磁铁矿、黄铁矿间隙中，其间有时包裹磁铁矿，但是量微。

## 四、菱铁矿 $\text{FeCO}_3$

菱铁矿含量约占矿物总量的 0.5%，分布很不均匀，呈微细粒状分散在脉石与磁铁矿间隙，粒径平均 0.03mm 左右。

## 五、黄铁矿 $\text{FeS}_2$

黄铁矿约占总矿物含量 0.2%，黄铁矿产出状态有三种情况，第一种早期黄铁矿呈莓球体，粒径 0.05mm 左右，矿石中分布很分散，与磁铁矿嵌布关系不密切。

第二种黄铁矿呈结晶粒状，自形程度高，表面很干净，粒径较粗，与磁铁矿嵌镶关系简单，易于解离；

还有一种黄铁矿呈他形晶粒，与磁铁矿的嵌布关系较为复杂，粒径在 0.02—0.2mm 之间，他们常常互相交代，形成交代残余结构，这种结构彻底解离难度较大，或多或少会互相夹带。

#### 六、磁黄铁矿 $Fe_{1-x}S$

偶见，呈他形晶粒状在脉石中产出，或被包裹在黄铁矿中，粒度平均 0.05mm。

#### 七、黄铜矿 $CuFeS_2$ 、铜蓝 $CuS$

铜矿物偶见，矿石中分布很分散，粒径较细小，一般小于 0.05mm，呈他形晶粒状被包裹在磁铁矿、黄铁矿中（见照片 3-6），或者嵌布于黄铁矿和磁铁矿的颗粒间。

铜蓝：微量，分布在黄铜矿边缘，为黄铜矿次生矿物，偶见在磁铁矿边缘产出。

#### 八、闪锌矿 $ZnS$ 、方铅矿 $PbS$

闪锌矿含量约占矿物总量的 0.2%，分布不均匀，很分散，呈不规则粒状产出，以充填在脉石间隙为主，粒径较细微。方铅矿偶见，微细粒，分散在脉石间，或者与黄铜矿连生。

#### 九、脉石

脉石成分以石英为主，其次有绿泥石、角闪石等，少量方解石、磷灰石等。

石英微细粒状，与磁铁矿呈条带状互层产出，其间隙中有绿泥石等。石英结构主要有两种：在以石英为主的条带中石英为基质，另一种石英呈颗粒状嵌布与磁铁矿为主的条带中，少量石英呈包体存在于铁矿物颗粒中。石英与磁铁矿间这种嵌布关系导致两者不易单体解离。

绿泥石、角闪石：绿泥石属于铁绿泥石，一般分布较分散，局部矿石较为富集，粒径平均 0.07mm 左右。与磁铁矿嵌布关系不密切。

磷灰石含量约占矿物总量的 0.5%，分散在石英粒间，自形、半自形结晶粒状，粒径一般在 0.05mm 左右，与磁铁矿简单连生。

### 6.1.1.8 主要矿物的粒度特征

矿物的粒度测定以矿石破碎至 3—0mm 综合样为准，压制成砂光片，以压线法逐粒实测矿物粒径，结果见表 39。

表 39 3-0mm 综合样主要矿物粒度测定结果 (%)

粒度范围 ( $\mu\text{m}$ )	磁铁矿		硫化物		脉石	
	个别	累计	个别	累计	个别	累计
>148.7						
148.7-105.1	3.2	3.2			10.3	10.3
105.1-74.3	3.7	6.9	25.0	25.0	14.6	24.9
74.3-52.6	11.2	18.1	7.9	32.9	7.5	32.4
52.6-37.2	23.8	41.9	11.0	43.9	18.6	51.0
37.2-26.3	18.3	60.2	14.0	57.9	25.0	76.0
26.3-18.6	25.1	85.3	26.1	84.0	20.0	96.0
18.6-13.1	11.2	96.5	11.2	95.2	4.0	100.0
13.1-9.3	0.5	97.0	4.1	99.3	0.0	100.0
9.3-6.6	0.5	97.5	0.7	100.0	0.0	100.0
6.6-4.6	2.5	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
$\leq 4.6$	0.0	100.0	0.0	100.0	0.0	100.0
合计	100.0		100.0		100.0	

## 6.1.2 产品检查

### 6.1.2.1 产品多元素分析

产品多元素分析结果见表 40。

表 40 产品多元素分析结果 (%)

分析元素	铁精矿	尾矿
Fe	64.96	6.21
Cu	0.008	0.016
Pb	0.01	0.015
Zn	0.02	0.06
S	0.13	0.64
As	<0.03	0.05
P	0.06	0.38
SiO <sub>2</sub>	2.11	67.44
CaO	1.04	8.96
MgO	0.65	6.47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0.32	4.15
烧失量	0.24	3.61

按《铁精矿》(GB/T 36704-2018), 达到了 C60 品级。

### 6.1.2.2 产品铁物相分析

产品铁物相分析结果见表 41。

表 41 产品铁物相分析结果

产品	相 别	磁性铁	赤、褐铁矿中铁	黄铁矿中铁	菱铁矿中铁	硅酸盐中铁	总铁
铁精矿	含 量	62.88	1.27	0.15	0.13	0.53	64.96
	占有率	96.80	1.95	0.23	0.20	0.82	100.00
尾矿	含 量	2.35	0.76	0.60	0.31	2.19	6.21
	占有率	40.74	12.24	9.66	4.99	35.27	100.00

### 6.1.2.3 产品比重测定

产品比重测定结果见表 42。

表 42 产品比重测定结果

产品名称	铁精矿	尾 矿
真比重	4.91	2.61

## 6.1.3 试验研究及评价

### 6.1.3.1 选矿试验

2010 年 10 月，西北矿冶研究院受业主委托，对小翁考克山铁矿进行了选矿试验研究，并提交了《小翁考克山铁矿选矿试验研究报告》。

试验在工艺矿物学研究基础上，进行了原矿磨矿细度试验、粗选磁场强度试验、粗精矿再磨细度试验、精选 I 磁场强度试验、精选 II 磁场强度试验，在确定磨矿细度和粗、精选磁场强度后，进行全流程试验，该结果即为最终试验结果。

由于该矿石嵌布粒度极为微细，因此，磨矿工艺采用了原矿粗磨—粗精矿再磨工艺。该矿石选矿工艺流程相对较为简单，即原矿磨至 70—200 目后，采用弱磁选机进行粗选，粗精矿再磨至 91—400 目后经两次精选产出铁精矿，精选中矿和粗选尾矿合并作为最终尾矿，试验取得了较好指标，铁精矿品位达到了 64.96%，回收率达到了 91.96%。试验结果见表 43。

表 43 推荐流程试验结果表

产品名称	产率 (%)	TFe 品位 (%)	铁回收率 (%)
铁精矿	52.23	64.96	91.96
尾矿	47.77	6.21	8.04
原矿	100.00	36.89	100.00

### 6.1.3.2 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。

### 6.1.4 设计流程及指标

#### 6.1.4.1 设计规模、产品方案、服务年限及工作制度

企业下属的五峰山铁矿生产能力 50 万吨/年，现有尾矿库库容为 43 万 m<sup>3</sup>，剩余服务年限 1.5 年，不能满足五峰山铁矿全部服务期内排尾需要，待五峰山尾矿库满时，矿石运往小翁考克山选厂进行选矿，因此设计小翁考克山选厂生产能力 86 万吨/年。

设计规模：2866.67t/d，86×10<sup>4</sup>t/a。

产品方案：铁精矿。

服务年限：选厂服务年限为 9 年，其中基建期 2 年，稳产期 6 年，减产期 1 年。

工作制度：选厂为连续工作制，年生产 300d，

破碎筛分车间：每天 3 班，每班 6h，

磨选车间：每天 3 班，每班 8h，

脱水车间：每天 3 班，每班 6h。

#### 6.1.4.2 工艺流程

根据选矿试验报告提供的工艺流程，再参考国内同类型矿山选矿厂的工艺流程，确定采用阶段磨矿阶段选别的选铁工艺流程。

##### 1、破碎筛分流程

采用三段一闭路破碎筛分流程。选矿厂设计入选最大块度为 450mm，最终产品粒度控制在 12mm 以下。

##### 2、磨选流程

采用选矿试验报告推荐的工艺流程，即阶段磨矿阶段选别的磨矿选别流程。

一段磨矿采用一段闭路磨矿流程，磨矿产品细度为-200 目占 70%，采用水力旋流器分级。

一段选别采用一段湿式弱磁选进行粗选，磁场强度为 1200 高斯，粗选精矿进二段磨矿。

二段磨矿采用一段闭路磨矿流程，磨矿产品细度为-400 目占 91%，采用水力旋流器+高频细筛进行分级。

二段选别采用两段湿式弱磁选进行精选，精选 I 磁场强度为 800 高斯，精选 II 磁场强度为 600 高斯，精选 II 精矿为最终产品。

粗选、精选 I、选 II 尾矿合并为最终尾矿。

### 3、脱水流程

采用浓缩+过滤两段脱水流程，精矿最终含水 10%-12%。

#### 6.1.4.3 设计指标

本次设计工艺指标以试验指标为准，并参考类似矿山生产实践确定。设计指标见表 44。

表 44 设计指标表

产品名称	产率 (%)	品位 (%)	回收率 (%)
		TFe	TFe
铁精矿	36.68	62.00	90.00
尾矿	63.32	3.99	10.00
原矿	100.00	25.27	100.00

#### 6.1.4.4 主要设备选择

粗碎：C100 颚式破碎机	1 台
中碎：HP200 圆锥破碎机	1 台
细碎：HP300 圆锥破碎机	1 台
筛分：2YA3660 圆振动筛	1 台
一段磨矿：MQY3660 溢流型球磨机	1 台
一段分级：FX450-6 水力旋流器	1 组
二段磨矿：KLM-160 立式搅拌磨机	1 台
二段分级：FX350-6 水力旋流器	1 组
2HFS1876V 高频细筛	1 台
粗选：CT1024 磁选机	2 台

精选 I：CT1018 磁选机	2 台
精选 II：CT93 磁选机	2 台
浓缩：BKT1224 浓缩磁选机	1 台
过滤：TT-120 陶瓷过滤机	1 台

### 6.1.5 车间组成

选厂由破碎筛分车间、磨选车间、脱水车间组成。破碎筛分车间由原矿仓、粗碎车间、中细碎车间、筛分车间组成。磨选车间由粉矿仓、磨矿车间、磁选车间组成。脱水车间由浓缩磁选+过滤跨、精矿仓组成。

此外还布置有试化验室及技术检查站、机修间、变配电所、综合仓库等生产辅助设施。

## 6.2 尾矿设施

### 6.2.1 基本工艺资料

- 1、选厂规模 86 万 t/a。
- 2、物理力学性质：尾矿真比重 2.61。
- 3、尾矿粒级：-0.074mm 占 87%。
- 4、尾矿平均堆积干容重：1.6t/m<sup>3</sup>。
- 5、选矿厂产出尾矿量 194.01 万 t/a。

值得说明的是，企业下属的五峰山铁矿现有尾矿库库容为 43 万 m<sup>3</sup>，不能满足五峰山铁矿全部服务期内排尾需要，待五峰山尾矿库满时，矿石运往小翁考克山选厂进行选矿，将尾矿排于小翁考克山尾矿库中，五峰山铁矿的尾矿占用小翁考克山尾矿库的库容为 102×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。

按《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿尾矿库工程项目建议书》，小翁考克山铁矿矿石量 273.07×10<sup>4</sup>t，尾矿产率约 63.54%，尾矿堆积干密度 1.4t/m<sup>3</sup>，总尾矿所需容积 123.9×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。

设计小翁考克山铁矿尾矿库总库容为  $357.6 \times 10^4 \text{m}^3$ ，能满足小翁考克山尾矿所需库容  $123.9 \times 10^4 \text{m}^3$ ，和五峰山铁矿的尾矿占用小翁考克山尾矿库的库容  $102 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

### 6.2.2 尾矿库址选择

在保护环境、节约基建投资的前提下，本次设计围绕现有选矿厂厂址，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，推荐使用位于矿山东南侧约 1.65km 处山谷型尾矿库。

甘肃方舟矿业有限公司拥有一尾矿库指标，经与肃北蒙古族自治县应急管理局前期沟通，县局同意企业在此新建尾矿库。

建议业主尽早委托具有资质的单位提交尾矿库工勘报告，方便进行下一步的设计工作。

### 6.2.3 尾矿坝

小翁考克山尾矿库为一次建坝尾矿库，尾矿坝坝轴线底标高 2241.0m，坝顶标高 2270.0m，坝高 29.0m，坝顶宽 4.0m，坝轴线长 470.0m，坝型为碾压不透水土石坝，上游坡比 1:2.0，下游坡比 1:2.0，上游坡在标高 2250.0m、2260.0m 处设宽 3.0m 嵌固平台，下游坡在标高 2250.0m、2260.0m 处设 2.0m 宽的马道，上、下游均采用 0.3m 厚干砌块石护坡，在坝体上游坡面铺设土工膜，土工膜与库区土工膜连接，土工膜上、下设置砂卵石保护层，在下游坡与岸坡结合处设置 C20 素混凝土截水沟，截水沟尺寸  $0.4 \times 0.4\text{m}$ ，壁厚 0.20m。在初期坝上设置踏步，踏步宽度 1.2m，两侧设扶手。

1 号副坝坝轴线底标高 2247.0m，坝顶标高 2270.0m，坝高 23.0m，坝顶宽 4.0m，坝轴线长 150.0m，坝型为碾压不透水土石坝，上游坡比 1:2.0，下游坡比 1:2.0，上游坡在标高 2260.0m 处设宽 3.0m 嵌固平台，下游坡在标高 2260.0m 处设 2.0m 宽的马道，上、下游均采用 0.3m 厚干砌块石护坡，在坝体上游坡面铺设土工膜，土工膜与库区土工膜连接。

2 号副坝坝轴线底标高 2251.0m，坝顶标高 2270.0m，坝高 19.0m，坝顶宽 4.0m，坝轴线长 363.0m，坝型为碾压不透水土石坝，上游坡比 1:2.0，下游坡比 1:2.0，上游坡在标高 2260.0m 处设宽 3.0m 嵌固平台，下游坡在标高 2260.0m

处设 2.0m 宽的马道, 上、下游均采用 0.3m 厚干砌块石护坡, 在坝体上游坡面铺设土工膜, 土工膜与库区土工膜连接。

3 号副坝坝轴线底标高 2267.0m, 坝顶标高 2270.0m, 坝高 3.0m, 坝顶宽 3.0m, 坝轴线长 27.0m, 坝型为碾压不透水土石坝, 上游坡比 1:2.0, 下游坡比 1:2.0, 上、下游均采用 0.3m 厚干砌块石护坡, 在坝体上游坡面铺设土工膜, 土工膜与库区土工膜连接。

为保证选址区域库容满足要求, 同时减小筑坝成本。按本次选定方案, 应沟道内采石筑坝。初期坝筑坝方量为 46.7 万 m<sup>3</sup>, 筑坝料全部自沟道开采, 无需外购土石方。开采后形成的库容作为尾矿库库容的一部分。

开挖的地下区域部分应放坡处理。对松散边坡, 放坡坡比不应陡于 1:2.0; 对岩质边坡, 坡比不应陡于 1:1.5。边坡高度 5.0m 设一级台阶。

为避免污染, 尾矿库采用防渗, 在库区和坝体尾矿堆存面均布置防渗系统。防渗系统包括土工布、土工膜和反滤层。库区全库防渗, 铺设厚度不小于 1.5mm 的 HEPD 土工膜, 土工膜每隔高度 10.0m 设一级锚固沟。

#### 6.2.4 尾矿综合利用设想

尾矿再利用主要有 4 种途径: 一是作为二次资源再选; 二是用于制作高标号水泥基免烧砖等建材; 三是用作土壤改良剂及微量元素肥料; 四是利用铁尾矿复垦植被。

#### 6.2.5 尾矿水的处理利用

尾矿库采用湿排, 采用库内囤船回水。

尾矿浆在库内澄清, 该选矿工艺中添加少量选别药剂, 因尾矿库是一个集沉淀、吸附、过滤、爆气、氧化功能于一体的大型构筑物, 通过物理净化、化学净化和生物净化作用, 净化后的水经囤船流经至坝外低处的回水池, 回水量 107.27m<sup>3</sup>/h, 建一座 600m<sup>3</sup>蓄水池, 选用 100-65-315 离心泵 (一用一备), 性能为 Q=60~120 m<sup>3</sup>/h, H=1.18~1.33Mpa, Y280S-2 电机, N=75kW, 380V; 同时配备一台 2BVX121 水环式真空泵 (带汽水分离器), 其最低吸入绝压为 33hPa, n=1445r/min, N=7.5kW。经 DN175 钢管加压送至厂区浊循环水池与浓缩池溢流水和厂区回水一起加压至各循环水用户。

## 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》（2021年1月1日）；
- 2、《中华人民共和国水污染防治法》（2008年2月28日）；
- 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和填埋污染控制标准》（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》(GB8978-1996);
- 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/T32864-2016;

## 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、矿山地处北山高寒山区，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各区排土场。

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

距离最近的保护区为安西极旱荒漠自然保护区，位于矿区西北方向 40km 外的瓜州县境内，矿区生产不受自然保护区影响，也不影响自然保护区。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

矿山作业的主要产生尘点有凿岩、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；对各产生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；凡生产过程中的产生尘点，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  $\text{SO}_4^{2-}$ 、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，经高位水池沉淀后，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  $3600\text{m}^3/\text{a}$ ，生活废水主要为职工日常洗涤等产生的污水。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。

按《冶金矿山排土场设计规范》(GB51119-2015，排土场容积计算公式如下：

$$V=V_1 \cdot K_1 \cdot K_2$$

式中  $V$ ——需要的排土场容积， $\text{m}^3$ ；

$V_1$ ——剥离物实方量， $\text{m}^3$ ；

$K_1$ ——富裕系数，一般  $K_1=1.02\sim1.05$ ；

$K_2$ ——剥离物下沉后松散系数，一般  $K_2=1.20\sim1.35$ ；

将  $V_1=12.38 \times 10^4 \text{m}^3$ ， $K_1=1.03$ ， $K_2=1.3$ ，代入排土容积计算公式，得：即矿山服务年限期内所需排土场容积为  $16.58 \times 10^4 \text{m}^3$ 。

在地形图中进行图面作业，从 2360m 高程至 2368m 高程，计算得出排土场设计总容积  $V=28.77 \times 10^4 \text{m}^3$ ，排土场总容积  $28.77 \times 10^4 \text{m}^3 >$  废石所需要的设计总容积  $16.58 \times 10^4 \text{m}^3$ ，故排土场设计满足堆存要求。排土场库容详见下表。

表 45 排土场库容表

序号	等高线标高 (m)	等高线面积 (m <sup>2</sup> )	相邻两等高线面积平均值	相邻两等高线的高差	相邻两等高线的容积	累加容积 (m <sup>3</sup> )
1	2360	3259				0
			10296	2	20592	
2	2362	17333				20592
			24846.5	2	49693	
3	2364	32360				70285
			41383	2	82765	
4	2366	50405				153050
			67315	2	134630	
5	2368	84225				287680

选矿尾矿排放量 228744t/a，尾矿经处理后集中堆存于尾矿库。

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 100~115dB，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障措施

#### 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、技术保障措施

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，保证水土保持资金逐项完全落实。

## 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、噪声防治和环境监测等。环保投资为 240 万元。

## 8 绿色矿山建设

### 8.1 依法办矿，矿山开采合法化

矿山始终遵守国家法律法规和相关产业政策，依法办矿，未来将严格按照审批程序编制各项技术文件，各工程设计文件，严格按批复的设计进行建设，取得安全生产许可证，生产过程中，按规定定期对矿山安全生产现状进行评价；已有建设工程均取得环评批复，并严格按照《环境影响报告书》进行配套环保设施建设。公司按规定每季度向县国土资源局提交了井上井下工程对照图、采掘工程平面图。积极开展矿产资源储量动态管理，每季度都统计和估算资源储量，每月统计和填写三级矿量表，并报上级部门备案。每年均较好地完成并通过验收采矿权人矿产资源开发利用情况年度检查工作，依法缴纳各项税款，主要工程建设区域均取得用地手续，保障开采的合理化。

### 8.2 矿区资源开发方式、资源利用高效化、达到同类矿山先进水平

企业主要由 2350m 工业场地、2350m 斜坡道硐口工业场地、2350m 回风井口工业场地、新建排土场、选矿工业场地、办公生活区等区域组成，各功能分区布局合理；矿区地面道路、供水、供电、卫生、环保等配套设施齐全；主要生产区设置了各类提示牌、警示牌、说明牌、线路示意图等标牌及安全标志；破碎系统系统进行了全封闭处理，矿岩运输车辆车厢采用篷布覆盖，各矿仓、成品仓均实现了全封闭处置，车间采用除尘设备除尘，矿山道路定期洒水，各工作场所粉尘浓度符合 GB22.1 规定的粉尘浓度要求；矿山井下生产作业噪声一般不会传导至地表，破碎厂噪声通过厂房隔声及距离衰减降噪，生产过程中，主要通过设置人工操作间及佩戴保护用具来减轻噪声对人体健康的危害。

公司将聘请酒泉专业的园林设计公司亲自到矿区进行生态矿业设计，购置适宜于矿区保持水土流失的草籽及树种，在矿区内大面积种植，对省道至破碎厂道路两侧、厂区周围山坡进行复垦，对老排土场等进行整治，并硬化厂区道路。

综上，矿山全面实现了矿区绿化、美化，做到了整体环境整洁优美，生产运输、存储等管理规范有序。

设计及生产过程中，选用国家鼓励、支持和推广的采矿工业、技术和装备，采用开采效率高的采矿方法开采，矿山基本实现了机械化采矿。全矿综合损失率为 10.21%，贫化率为 11.60%，矿块生产能力 275t/d。回收率为 89.79%，符合《矿产资源“三率”指标要求第 3 部分：铁、锰、铬、钒、钛》(DZ/T0462.3-2023)中一般指标 6.1.2.1 条，“地下开采的铁矿，稳固矿体的开采回采率一般不低于 86%”的指标要求。

矿山在生产过程中，始终贯彻“边生产、边治理、边恢复”的原则，及时治理恢复矿山地质环境，复垦矿山压占和损毁土地。在工程规划中首先考虑环保，并把还土种草作为招标土石方剥离施工单位的一项最重要的指标，要求在开采矿石的同时，做到采剥、回填、覆土复垦同步实施。严格执行“揭开表土→分开堆放→回填→覆土→恢复植被”的复垦程序，以最快的速度恢复土地的利用价值，恢复草场的放牧功能。同时，尽力减少废弃土石的外排量，降低废弃土石对草场的占用和破坏。对开挖的陡坎用挖掘机刷成自然坡，有利于种植花草，恢复植被。

### 8.3 绿色开发开采方式现代化

在设备选型上，严格秉承高效、低能、环保、自动化、智能化要求，立足国内知名厂家，通过招标方式严格把关审定，保证设备的性能和质量。如破碎、凿岩、铲运、通风等机械设备将采用金川公司机械厂、宣化机械厂、淄博风机厂、天水风动厂等国内定点定型、畅销国内知名厂家产品。

### 8.4 矿区生态环境保护

公司按照“合理布局、因地制宜”的原则进行治理，并有计划、分步骤实施。一方面继续对矿区进行绿化，另一方面严格按照国家法律法规及批准后的土地复垦方案进行工作，按照“谁损毁、谁治理恢复”、“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山”、“因地制宜，边开采边治理边复垦”的总原则，根据矿山实际情况制定矿山地质环境保护与治理恢复目标。

矿山生产全过程(生命周期)环保措施如下:

做好施工规划与施工组织规划,在项目开工前,重点做好施工规划工作,合理布设施工场地,减少土地占用,建筑物按天然地势进行布设,减少挖填方量。对施工过程中产生的弃料尽可能地加以利用,不能利用的弃土、弃渣运走,不能运走的,合理堆放,堆放地点选择水蚀、风蚀威胁小且不影响景观的洼地内。施工结束后,及时对施工迹地进行清理平整,对无用的施工临时建筑予以拆除,平整场地,最大限度地避免了区域水土流失的增加。

矿山公路尽量沿天然地形修筑,以减少挖、填方量。在山坡上开辟路基时,做好护坡和挡土墙,避免造成水土流失量的增加。

闭矿后,拆除生产、生活设施,恢复、平整地表。

风蚀预防措施:废石集中堆放;硬化运输路面并采取洒水降尘措施,汽车拉运采用帆布覆盖;矿石及时外运,尽量减少储场积存量;彻底消灭矿山普遍存在的地面凹凸、废石四处可见,遇风扬尘四起,雨水乱流的局面,保证作业场矿石集中堆放,地面平整,矿区道路必须规划完整,采取措施,可最大限度地减少风蚀影响。

水蚀预防措施:根据项目区地形特点,要求利用自然沟谷修建排水渠,将附近沟谷积水和作业场雨雪水、短暂洪水有组织的排入该渠,用于防止夏季暴雨季节,短暂洪水侵害,在生产过程中要经常清理排水渠,以保证过水通畅,这样可以即可防洪又可在一定程度上减少项目水土流失。

景观恢复措施

保证作业场地的地面比较平整,这样既可改变景观又有利于降低水土流失,使原有的自然景观得到一定程度的恢复或改善。

矿山生态恢复建设

矿山的生态恢复建设主要分为矿山开采期间的生态补偿建设和矿山服务期满后的生态恢复建设。

采矿废石堆场将破坏采矿场地范围内的土地,使这部分土地失去原先的用途;同时对采矿场范围外的土地利用也会带来严重的危害。根据《中华人民共和国土地管理法》(1986.6.25)第三章第三十条规定,“采矿、取土后能够复垦的土地,

用地单位或者个人应当负责复垦，恢复利用”。国务院还颁布了《土地复垦规定》（1988.10.21），制定了“谁破坏、谁恢复”及“开采一片，复垦一片”的原则。

因此，按照边开采边治理恢复，终止采矿活动时必须恢复治理的总原则，必须做到生产期间尽可能不断地恢复被破坏的土地，消除各种污染源的危害。在矿山闭坑时（即矿山服务期满后），矿山地质环境恢复治理工作必须符合矿山安全、水土保持、土地复垦和环境保护工作的有关规定。闭坑时符合国家有关闭坑要求，提交矿山闭坑报告。

开采过程中产生的地表环境破坏要及时治理，达到复垦标准与验收条件的原则规定，待闭坑时，除移交给当地的建构筑物外，其他建构筑物予以拆除、清运废渣及掩埋垃圾，以保护原有的地貌景观不受到破坏。

矿山固体废弃物主要包括采场废石、收集器收集的粉尘以及废机油等，其中井下废石运出地表后，主要用于堆存于废石场，废机油临时贮存于危废暂存间，定期交由有资质单位处置，各固体废弃物全部实现了安全处置。

项目矿井涌水全部回用于生产工艺、降尘、绿化等，采矿工业场地、选矿采矿工业场地生活污水经地理一体化污水处理设施处理后达标排放或用于矿区绿化，对地表径流、洪水采取了相应的拦截、排水设施。

## 8.5 节能减排

公司认真贯彻落实科学发展观，以节能、环保为重点，不断完善能源管理的体系建设，加强能源科学管理，坚持强化管理与技术创新，加快技术改造，提升产品产业科技含量，提高能源利用效率，增强企业竞争力、促进企业高速、高效发展，以便适应当今经济和社会发展的需求。生产过程中做到采矿、选矿作业清洁化，能耗指标达到国内平均先进水平。

### 粉尘及废气的减排措施

井下凿岩、矿岩装卸等采用湿式作业，减少井下各工作面的粉尘产生量；在排风井中设置喷雾水帘，进一步降低粉尘排放浓度和排放量。井下爆破后，采用局扇加强采场和巷道的通风，通风45分钟~1小时后，工作人员才能进入，防止炮烟中一氧化碳浓度过高导致进入人员的窒息事故。井下碎矿产生的粉尘采用

湿式除尘装置处理后由风井排出。通过采取以上防治措施可以保证矿区环境空气中的粉尘浓度小于  $2.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

公司将投资 30 余万用于建设除尘系统，主要除尘设备为 KDLC 褶式滤筒脉冲除尘器，由北京矿迪科技有限公司采用美国 GE 能源集团公司最先进的过滤技术开发生产的一种新型除尘器。KDLC 褶式滤筒脉冲除尘器的优势在于：一是其内部采用 BHA 专利褶式滤筒，结构紧凑，节省空间；二是滤筒采用一体化设计，密封性好，方便安装更换；三是超高过滤效率达 99.99% 以上；四是节省压缩空气用量，与常规脉冲除尘器相比，喷吹压力可降低 20%~40%；五是贮气包配置自动放水阀，提高喷吹气体的质量等等。除尘器安装于破碎站，对产生的粉尘进行集中收尘。

#### 废水减排措施

矿山涌水替代新水使用，减少采矿的新水使用量，废水全部利用，利用率 100%。

生活污水采用化粪池和地理式生活污水处理装置处理达标后用于绿化。

## 8.6 企业规范管理

### 1、矿产资源开发利用方面

矿业开发严格遵守《矿产资源法》及相关国家法律法规和行业规定，结合企业实际制定了《地质储量管理办法》、《采矿工艺规范》等管理制度，严格按照制度进行管理，通过过程控制降低矿石的贫化率和损失率，提高回采率和选矿回收率，最终提高资源综合利用率。

### 2、土地复垦、生态重建方面

按照自然资源部门的审批要求，拟制定《地质环境保护与恢复治理》，并严格按照方案开展土地复垦、生态重建工作。

### 3、环境管理

(1) 贯彻执行国家和地方政府及上级有关部门制定的各类环境保护方针、政策、法律、法规及有关条例与环境标准。

(2) 环境管理制度包含的内容有：环境管理的指导思想、目的及要求；环境管理体制；实施环境管理的基本原则、途径、方法；环境保护的检查、考核及奖惩。

(3) 制定环境管理技术规程和相应检查标准

根据国家有关规定，结合当地的实际情况，制定该项目污染物排放控制标准；环境监测、检查技术规程；根据全矿的生产工艺及设备的环保技术管理要求，制定出操作规程。

(4) 建立环境保护责任制度

建立环境保护责任制度的根本目的在于明确矿区各层次、各部门、各生产单位、各类人员环境保护工作的范围、责任及权力。

(5) 建立环境保护业务管理制度

主要包括：环保设备的管理制度，环境监测的管理制度，环境保护考核制度，环境资料统计制度。

## 8.7 安全生产

“为了生产，生产必须安全”，而安全技术措施主要是防止自然灾害的发生，以及阻止生产过程中即将发生的事故。有异常情况的矿井采取相应的设施减少对生产的影响，为此设计依据矿山安全规程采取如下措施：

(1) 地质灾害事故的预防与治理

- ①严格按设计方案进行生产，严禁滥采乱挖。
- ②加强对采空区和危险边坡的监控。
- ③在可能发生地面塌陷地质灾害区段设置警示标志。
- ④及时进行危岩体的清理、危险边坡的削坡减重。
- ⑤及时清理沟谷中的松散堆积物。
- ⑥及时处理地质灾害隐患和险情，治理率达 100%。

(2) 矿山防水与防火

- ①在开采境界外修建截水沟，拦截地表水进入采区。
- ②设集水池，采用机械排水。

③在废石场等堆场外设置截水沟，防止地表水流入场内浸泡、冲刷边坡，提高边坡的稳定性。

④矿区设置消防器材。

⑤推土机、装载机和汽车配备灭火器，设备加燃油时严禁吸烟和明火照明。

⑥禁止使用汽油擦洗机械设备。

#### 5、安全保障和预警能力建设

进入深部开采时，拟建矿山安全避险“六大系统”，主要建设：井下人员定位系统、监测监控系统、井下通讯系统、压风自救系统、供水施救系统与紧急避险系统。

建立健全矿产资源开发利用、环境保护、土地复垦、生态重建、安全生产等规章制度和保障措施。积极加入并自觉遵守《绿色矿业公约》，制订了切实可行的绿色矿山建设方案，具有较为完善的组织管理机构和管理理念，具有健全的规章制度和保障措施。推进标准化建设，实现矿山管理的科学化、制度化和规范化。

## 8.8 企业文化

公司将继续加强企业文化建设，为加强员工们的凝聚力，构建浓厚的企业文化氛围，结合自身发展需要，每年举办各类文体活动达几十项，以活动为载体，有力的推进了企业文化、精神文明建设，塑造了员工共同的企业理念、道德标准、价值观念和行为规范，提高了干部职工的工作积极性。激发广大干部职工投身矿业建设的责任感和使命感，弘扬“艰苦创业，开拓进取”的企业精神，展现了公司职工风采。

今后生产过程中，企业将在以下方面加强企业文化建设工作：

第一阶段：总体设计，构建体系，进一步完善企业文化建设框架。

1、组建企业文化建设指导委员会

2、起草企业文化建设实施规划，确定企业文化建设所涉及的主要内容。

3、组织、宣传企业文化建设的基础知识，使广大员工初步了解企业文化的内涵和建设企业文化的重要意义。

4、逐步整理、完善企业文化建设框架内有关具体内容。

第二阶段：全面实施，整体推进。

在企业员工中广泛深入开展学习、宣传活动，使企业文化建设落实到每个岗位、每个员工的言行中，渗透到企业生产运行、管理、服务的全过程，融入到企业的各项规章制度中，全面培育、塑造企业精神、理念和价值观。

第三阶段：深化提高，总结评价。

通过调研，对企业文化建设实施情况进行总结、评价，对存在的问题和不足进行改进和完善。同时，根据形势的变化和企业发展的需要，进一步深化和创新企业文化的构成内容。

## 9 劳动安全与卫生

### 9.1 工程概述

矿山开采方式为地下开采，采用 K9 线主斜坡道+K5 线罐笼副井+K6-1 线回风井开拓系统，采矿方法为浅孔留矿法、沿走向分段空场法、垂直走向分段空场法。生产规模为 1200t/d ( $36 \times 10^4$ t/a)，企业最终产品确定为铁精粉。

### 9.2 设计依据

- 1、《中华人民共和国矿山安全法》2009 年 8 月；
- 2、《中华人民共和国安全生产法》2021 修订版，2021 年 9 月 1 日起施行；
- 3、《中华人民共和国劳动法》2018 年 12 月；
- 4、《中华人民共和国矿山安全法实施条例》1996 年 10 月；
- 5、《建设项目劳动安全卫生监察条例规定》劳动部 1996 年；
- 6、《金属非金属矿山安全规程》GB16423-2020；
- 7、《爆破安全规程》GB6722-2014；
- 8、《尾矿库安全监督管理规定》（国家安监总局第 38 号令，2011 年 7 月 1 日起实施）；
- 9、《建筑抗震设计规范》GB50011-2016；
- 10、《国务院关于加强企业安全生产工作的通知》（国发〔2010〕23 号）；
- 11、《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；
- 12、《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》AQ2031-2023；
- 13、《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》AQ2032-2023；
- 14、《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》AQ2033-2023；
- 15、《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》AQ2034-2023；
- 16、《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》AQ2035-2023；

17、《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》AQ2036-2023。

### 9.3 矿区地质环境对安全的影响

矿区处于中、上寒武统西双鹰山组，主要岩性为灰岩、石英岩，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。

### 9.4 其它自然条件对安全的影响

#### 9.4.1 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  $\text{SiO}_2$  是造成矿工矽肺病的主要原因，坑内炮烟主要来自井巷掘进和采场爆破作业。

#### 9.4.2 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》(GB50011-2016)，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。

#### 9.4.3 总体设计中的安全防范措施

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

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

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

## 9.5 矿床开采安全评述

### 9.5.1 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。

### 9.5.2 采矿工艺过程不安全因素及防范措施

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

其防范的主要措施是：

井下爆破作业应严格执行《爆破安全规程(GB6722-2014)》。放炮前应给出明确的信号并加强警戒。爆破工要经过严格的培训并取得相关证书后方可上岗。

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》(GB6722-2014)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。

### 9.5.3 通风系统的安全可靠性

设计全矿采用侧翼对角式机械通风系统，总通风量为  $108\text{m}^3/\text{s}$ 。主扇选用 1 台 K40-6No22 型风机，安装于 K6-1 线回风井地表风机房，电机功率 250kW。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,确保二期系统建成后,通风系统的可靠性。

#### 9.5.4 矿山排水系统的安全可靠性

小翁考克山铁矿坑内正常涌水量  $400\text{m}^3/\text{d}$ ,最大涌水量  $633\text{m}^3/\text{d}$ ,采矿生产废水  $360\text{m}^3/\text{d}$ ,计算正常排水量  $38\text{m}^3/\text{h}$ ,设计选取 MD46-30 $\times$ 9 多级离心泵 3 台,正常涌水时,1 台工作;最大涌水时,2 台工作,单台水泵流量  $46\text{m}^3/\text{h}$ ,扬程 250m,电机功率 55kW。

设计在 2140m 竖井车场新建排水系统,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。

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。

#### 9.5.5 斜坡道及无轨运输安全可靠性

1、辅助斜坡道直道断面尺寸 3600mm(宽) $\times$ 3600mm(高),净断面  $11.95\text{m}^2$ ,巷道断面的尺寸是参照  $2\text{m}^3$  电动铲运机、15t 地下运矿车等井下无轨设备尺寸,然后按照《冶金矿山采矿设计规范》设计的。

2、按装运矿石选用的地下运矿车尺寸确定斜坡道转弯半径  $R=15\text{m}$ ,竖曲线半径为 20m。斜坡道直道坡度按 12%设计,缓坡段及弯道按 3%设计。

3、装运矿石选用的  $2\text{m}^3$  电动铲运机配备一个 2 公斤的 ABC 类干粉灭火器,无轨设备至斜坡道墙壁最小距离不小于 0.6m,斜坡道的高度应按无轨运输设备与支护、悬挂物之间的间隙不小于 0.6m,斜坡道缓坡段和错车道设置在斜坡道与分段联络道交汇处,缓坡段坡度不应大于 3%,其长度能满足错车要求,错车道的长度和宽度需满足《冶金矿山采矿设计规范》的规定要求。

4、斜坡道躲避硐室断面尺寸 1.8m $\times$ 2.5m(宽 $\times$ 高),深度不小于 1m,躲避硐室设置在曲线段每隔不超过 15m,在直线段不应超过 30m。

5、井下工作人员携带便携式气体检测报警仪对尾气进行检测。

#### 9.5.6 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  $32\sim 36^\circ$ ，排土场总高度 8m，最终形成废石场边坡角不大于  $28^\circ$ 。

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  $2\%\sim 5\%$  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。

### 9.5.7 坑口工业场地边坡安全

各中段平硐硐口工业场地位于高陡边坡上，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。

### 9.5.8 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。

### 9.5.9 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。

## 9.6 机电和其它

### 9.6.1 供电系统的安全可靠性

矿井供电电源引自柳园 35kV 供电电网，在工业场地 10kV 变电所安装变压器 2 台，一台为 1250KVA，另外一台 2000KVA，地表设柴油发电机房，新增一台 800kW 柴油发电机组作为备用电源。

提升机、主扇、排水泵用电负荷为一级，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，800kW 柴油发电机组能承担采矿工程一级负荷的供配电；符合矿山供电应急电源有关规定。

### 9.6.2 提升运输设备的安全可靠性

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

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。

提升信号、摇台闭锁装置、安全制动、防过卷、提升钢丝绳在线检测及人行梯子间等设置齐全。运输线路以设计规范和安规程要求进行设计，其安全性满足国家有关规定。

### 9.6.3 选矿机械的安全可靠性

运转设备两侧设防护栏杆。高度超过 0.6m 的平台设栏杆；平台上的孔洞均设栏杆或盖板，平台边缘设安全防护板。过桥、梯子按安要求加设栏杆和扶手。

设备暴露在外面的运转部件，如传动皮带、皮带轮、联轴器等设防护罩或防护栏杆。

起重机械装设过卷、超载、极限位置限制器及启动、事故信号装置，并设置安全连锁保护装置。

### 9.6.4 运输设备的安全可靠性

运输线路均以设计规范和安要求设计，其安全适应性满足国家有关规定。由于无轨设备运输，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。

#### 9.6.5 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。

### 9.7 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。

## 9.8 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。

## 9.9 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。

按下井人员数 1.1 系数配置，最大班下井人数 25 人，总共 30 台自救器。

## 9.10 工业卫生

### 9.10.1 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。

### 9.10.2 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。

### 9.10.3 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<sub>x</sub> 气体，使氧气含量降低。这些气体直接危害着人体健康而发生炮烟中毒。为此，爆破后必须有足够的通风时间，炮烟被稀释，空气质量达到要求后，人员才能进入；加强通风，局部通风不良的场所，采用局扇通风。

## 9.11 矿山安全救护及管理

### 9.11.1 安全机构及人员配置

本矿同时工作的独立生产系统有 1 个，应当配备专职的矿长、总工程师和分管安全、生产、机电的副矿长各 1 人。

应当配备采矿、地质、测量、机电等专职技术人员，每个专业至少配备 1 人。

安环科配备不少于 5 人的专职安全生产管理人员，3 人负责地下开采，2 人负责尾矿库，负责该矿区安全检查及安全教育，矿长要负总责，各班组设兼职安全员。

### 9.11.2 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。

### 9.11.3 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。

### 9.11.4 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。

### 9.11.5 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。

### 9.11.6 安全与工业卫生投资

安全与工业卫生设施投资 678 万元。

## 10 经济效益评价

### 10.1 编制依据及说明

- 1、本次设计的最终产品为铁精粉(入选品位 62%)。
- 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 145 人，其中生产工人 128 人，约占总人数的 88%，管理及技术人员 17 人，约占总人数的 12%，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、电费按甘肃省电网销售电价表第四项，大宗工业用电平段电价取 0.48 元/kWh（含增值税）。
- 6、折旧及摊销：本矿山生产年限 7 年，开拓工程折旧年限按 7 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：按金属地下矿山每吨原矿 15 元计取。尾矿库安全费用按每吨原矿 5 元计取。
- 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、矿石内部运输距离 1km，运输单价取社会一般均价 0.5 元/t·km。

### 10.2 投资估算

投资范围包括：采矿工程、选矿工程、尾矿工程、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 19643 万元：建设投资 18004 万元，其中利旧工程 0 万元，建设期贷款利息 516 万元，流动资金 1123 万元。

本项目报批总投资为 18969 万元，其中：建设投资 18004 万元，其中利旧工程 0 万元，建设期贷款利息 516 万元，铺底流动资金 449 万元。

建设投资中工程费用为 13719 万元，工程建设其他费用为 1937 万元，工程预备费为 2348 万元。

按生产用途划分的投资分析见表 46，按投资构成划分的投资分析见表 47。

**表 46 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	2434	13.52%	
2	建筑工程	6292	34.95%	
3	设备购置	4058	22.54%	
4	安装工程	934	5.19%	
5	工程建设其他费用	1937	10.76%	
6	工程预备费	2348	13.04%	
	总估算价值	18004	100.00%	

**表 47 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	4384	24.35%	
2	选矿工程	3508	19.48%	
3	尾矿工程	3550	19.72%	
4	电力电信	695	3.86%	
5	给排水工程	348	1.93%	
6	供热工程	275	1.53%	
7	总图运输工程	958	5.32%	
8	工程建设其他费用	1937	10.76%	
9	工程预备费	2348	13.04%	
	总估算价值	18004	100.00%	

### 10.3 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 7202 万元，占 40%，剩余 60%申请银行借款，其中本金 10802 万元，建设期利息 516 万元，利率 4.9%。

流动资金拟自筹 449 万元，占 40%，剩余 60%申请银行借款，其中本金 674 万元，年利息 32 万元，利率 4.75%。

## 10.4 产品销售及价格

按市场分析章节，本项目取 62%铁精粉销售含税价为 945 元/t，不含税价格取 836 元/t。

## 10.5 总成本费用

采矿单位制造成本 74.70 元/t，选矿单位制造成本 68.33 元/t，全矿总成本 187.41 元/t，达产年平均总成本费用 6747 万元，原矿单位综合成本构成见表 48。

表 48 原矿单位综合成本构成表(元/吨)

序号	项目	采矿 (元/吨)	选矿 (元/吨)	其他 (元/吨)	合计
1	外购原材料费(不含税)	21.04	19.28		40.32
2	外购燃料及动力费(不含税)	10.42	15.75		26.17
3	工资及福利费	14.88	15.83		30.72
4	修理费(不含税)	6.10	9.15		15.24
5	其他费用	22.25	8.33		30.58
5.1	管理人员工资及福利	4.75	3.33		8.08
5.2	营业费用	1.00			1.00
5.3	地下开采安全费用	15.00			15.00
5.4	尾矿库安全费用		5.00		5.00
5.5	环境治理费用	1.50			1.50
6	经营费用(1+2+3+4+5)	74.70	68.33		143.03
7	折旧费			32.33	32.33
8	摊销费			7.69	7.69
9	财务费用			4.38	4.38
9.1	长期借款利息			3.49	
9.2	短期借款利息			0.89	
10	总成本费用合计(6+7+8+9)				187.41
	其中：可变成本				112.45
	固定成本				74.96
11	达产年平均总成本费用(万元)				6747

表 49 采矿劳动定员表

岗位	工种	一班	二班	三班	总计
工人	采场凿岩	4		4	47
	出矿铲运机司机		3	2	
	运矿车司机		3	3	
	掘进凿岩	3		3	
	掘进铲运机司机		3		
	掘进运矿车司机		3		
	水电巡检工	2	2		
	坑内信号推车工	1	2	2	
	地表信号推车工	1	1	1	
	带班队长	1	1		
	提升机司机	0	1	1	
技术	地质测量工程师	3			10
	采矿工程师	1			
	电力工程师	1			
管理	五职矿长	5			

表 50 选矿及尾矿劳动定员表

岗位	工种	一班	二班	三班	总计
技术管理	厂长	1	1		7
	班长	2	2		
	工程师	1			
工人	破碎	4	4	4	50
	球磨磁选	2	2	2	
	精粉浓密	1	1	1	
	尾矿浓密	1	1	1	
	电工	1	1	1	
	维修工	1	1	1	
	尾矿	1	1	1	
	办公财务	5			
	其他	5			

## 10.6 损益估算

### 10.6.1 销售收入

项目达产年平均销售收入约 11087 万元(不含增值税)。

### 10.6.2 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(入选品位62%),税按销售收入的4.5%计征,达产年销售铁精粉(入选品位62%)的资源税为498.93万元。

城市维护建设税按增值税的1%计,教育费附加按增值税的5%计,达产年城市维护建设税11.66万元,教育费附加72.07万元。

达产年税金及附加为582.66万元。

### 10.6.3 矿业权出让收益

每年采矿权出让收益为200万元。

### 10.6.4 利润总额

项目达产年平均利润总额约3558万元。

### 10.6.5 所得税

所得税税率25%,项目达产年平均所得税约890万元。

### 10.6.6 税后利润

项目达产年平均税后利润约2669万元。

## 10.7 盈利指标

### 10.7.1 项目投资所得税前

项目投资财务内部收益率	20.64%
项目投资财务净现值(Ic=12%)	5245万元
项目投资回收期(含基建期2年,下同)	5.18年

### 10.7.2 项目投资所得税后

项目投资财务内部收益率	15.57%
项目投资财务净现值(Ic=12%)	2074万元

项目投资回收期（含基建期 2 年，下同） 5.75 年

### 10.7.3 总投资收益率 18.11%

## 10.8 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) 15.57%，高于 12%的一般收益率；所得税后财务净现值（Ic=12%）为 2074 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 5.75 年，以上表明项目财务可行。

2、项目抗风险能力较好。盈亏平衡点为项目达产年设计生产能力的 53.67%，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。

表 51 综合技术经济指标表

序号	项目		单位	数值	备注
1	设计利用矿石量	铁矿石量	10 <sup>4</sup> t	245	
		TFe 品位	%	28.39	
2	采矿指标	损失率	%	10.21	
		贫化率	%	11.60	
		矿石量	10 <sup>4</sup> t	247	
		TFe 品位	%	25.38	
3	工作制度		d/a	300	
4	生产规模		10 <sup>4</sup> t/a	36	
			t/d	1200	
5	服务年限(含基建期 2 年)		a	9	
6	选矿指标	产率	%	36.84	
		品位	%	62	
		回收率 TFe	%	90	
7	成本	总成本	元/t	187.41	
		采矿制造成本	元/t	74.70	
		选矿制造成本		68.33	
		其他制造成本	元/t	44.39	
8	总投资		万元	19643	
9	流动资金		万元	1123	
10	价格		元/t	836	
11	经济核算	年销售收入	万元	11087	
		年生产成本	万元	6747	
		税金及附加	万元	583	
		矿业权出让收益	万元	200	
		年总利润	万元	3558	

序号	项目	单位	数值	备注	
	年所得税	万元	890		
	年净利润	万元	2669		
12	财务评价	内部收益率(税前)	%	20.64	
		净现值(税前 $I_c=8\%$ )	万元	5245	
		投资回收期(税前)	a	5.18	
		内部收益率(税后)	%	15.57	
		净现值(税后 $I_c=8\%$ )	万元	2074	
		投资回收期(税后)	a	5.75	

## 11 开发利用方案简要结论

### 11.1 设计利用地质资源储量

按设计利用原则，全矿设计利用矿体为 Fe-III-2，设计利用矿石量为 245 万吨，TFe 平均品位 28.59%。

### 11.2 生产能力及服务年限

矿山生产规模总共  $36 \times 10^4 \text{t/a}$ ，1200t/d。

矿山服务年限为 9 年，其中基建期 2 年，稳产期 6 年，减产期 1 年。

### 11.3 产品方案

项目的最终产品方案为铁精粉(入选品位 62%)。

### 11.4 采矿工艺方案

根据矿体的赋存情况和开采技术条件、水文地质条件，包括矿体的形态、厚度、倾角、品位分布及矿岩的稳固性，对于矿体厚度 5m 以下的矿体采用浅孔留矿法生产，对矿体厚度在 5~15m 之间的中厚矿体采用沿走向分段空场法生产，其余矿体厚度大于 15m 的矿体采用垂直走向分段空场法生产。

全矿综合损失率为 10.21%，贫化率为 11.60%，矿块综合生产能力 275t/d，回收率为 89.79%。

### 11.5 选矿工艺方案

设计采用三段一闭路破碎筛分流程，采用阶段磨矿阶段选别的磨矿选别流程，粗选、精选 I、选 II 尾矿合并为最终尾矿。采用浓缩+过滤两段脱水流程，精矿最终含水 10~12%。

## 11.6 厂址方案

1、办公生活区：现场已有一座彩钢结构房屋，位于采矿权外道路南侧，场地控制标高 2340m，可用作职工宿舍，另新建办公生活区，包括办公楼、食堂、浴室车库、职工宿舍等。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，在新建办公生活区附近建设化验室及仓库一座，办公生活区总占地面积 1.63hm<sup>2</sup>。

2、采矿工业场地：布置在竖井井口，场地控制标高 2350m，主要设施有提升机房、空压机房、综合仓库、水池、变电所、柴油发电站等，共占地面积 0.5hm<sup>2</sup>。

3、排土场：位于采矿权西侧，排土场共堆存 2 个台阶，单台阶高度 4m，堆置标高为 2365m~2369m~2374m，堆置总高度为 8m，最终总边坡角 23°，小于废石自然安息角 35°。边坡间的最终平台整平为 2%的反向坡度。共占地面积 6.64hm<sup>2</sup>。

4、炸药库：矿山炸药库布置在采矿权范围外南侧 100m 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 0.28hm<sup>2</sup>。

5、选矿工业场地：选矿工业场地布置于采矿工业场地南侧坡地上，包括生产区及生活区。①生产区，选矿车间从西往东依次布置有矿石堆场、破碎车间、中细碎车间、筛分车间、磨矿及选别车间、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。占地面积约 1.43hm<sup>2</sup>。

6、尾矿库：尾矿库库址采矿权范围东侧 1.65km 处，为两面筑坝山谷型尾矿库，库区占地 27.36hm<sup>2</sup>。

7、辅助斜坡道硐口小型工业场地，占地面积共计 0.02hm<sup>2</sup>。

8、回风井口小型工业场地，占地面积共计 0.02hm<sup>2</sup>。

## 11.7 开拓运输方案

K9 线主斜坡道+K5 线罐笼副井+K6-1 线回风井开拓系统。

## 11.8 三率指标分析

### 1、采矿回收率

设计采矿回采率 89.79%，符合《矿产资源“三率”指标要求第 3 部分：铁、锰、铬、钒、钛》（DZ/T0462.3-2023）第 6.1.2.1 条款关于“地下开采的铁矿，稳固矿体的开采回采率一般不低于 86%”的一般指标要求。

### 2、选矿回收率

选矿回收率 90.00%，符合《矿产资源“三率”指标要求第 3 部分：铁、锰、铬、钒、钛》（DZ/T0462.3-2023）第 6.1.2.2 条款关于“磁铁矿选矿回收率一般不低于 88%”的一般指标要求。

### 3、资源综合利用率

矿石伴生元素 Cu、Pb、Zn、Hg、As、S、Ag 等元素含量均偏低，达不到综合回收利用的要求。异体共生潜在钒资源量为 117.46 万吨，设计不利用。

## 11.9 项目综合效益评价

项目估算总投资为 19643 万元，达产年销售收入为 11087 万元，达产年生产总成本为 6747 万元，达产年销售税金及附加为 583 万元，年利润额为 3558 万元，年所得税为 890 万元，年净利润为 2669 万元，所得税后财务内部收益率为 15.57%，所得税后财务净现值为 2074 万元，投资回收期为 5.75 年（含基建期 2.0 年）。

## 11.10 主要问题与建议

1、本项目所处区域自然环境较恶劣，采用汽车运输，冰雹、暴风、暴雨会对户外作业产生影响。因此要及时了解气象情况，遇极端气象条件严禁户外作业。建议建设单位对山体滑坡、泥石流、暴雨、山洪等灾害联系相关单位开展灾害评估。

2、矿山保有资源量中潜在资源量占比较大，矿区深部有良好的找矿前景，建议矿山加大深部勘查工作，增加矿区资源/储量，为矿山长远发展寻求资源储备。

3、选矿试验报告作于 2010 年，包含了探矿权范围内四个矿段的样品，但后来只有二、三矿段划为采矿权范围，因此样品品位与采矿权范围内的设计品位有差距，建议业主重新补做选矿试验报告，指导选厂设计和建设。

第二部分：

甘肃方舟矿业有限公司  
肃北县小翁考克山铁矿  
矿山地质环境保护与土地复垦方案



申报单位：甘肃方舟矿业有限公司



编制单位：兰州川泰工程咨询有限公司

二〇二四年四月

### 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	甘肃方舟矿业有限公司			
	法人代表	李吉庆	联系电话	188 9377 1777	
	单位地址	甘肃省酒泉市肃北蒙古族自治县马鬃山镇云母头村 38 号			
	矿山名称	肃北县小翁考克山铁矿			
	采矿许可证	<input type="checkbox"/> 新申 <input type="checkbox"/> 持有 <input checked="" type="checkbox"/> 变更 以上情况请选择一种并打“√”			
编 制 单 位	单位名称	兰州川泰工程咨询有限公司			
	法人代表	魏亚涛	联系电话	139 1984 9054	
	主 要 编 制 人 员	姓 名	职 责	联系电话	
		魏亚涛	项目负责	139 1984 9054	
		冯旭东	报告编制	177 8965 5072	
		徐 杰	报告编制	150 9729 6992	
		贺茂昆	图件编制	187 9378 9111	
		赵 佩	工程预算	177 8966 7630	
审 查 申 请	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。				
	申请单位（矿山企业）盖章 				

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	36万 t/a
开采方式	地下开采
采深	2381m~2120m
矿山服务年限	9a
评估区面积	174.81hm <sup>2</sup>
评估区级别	一级
现状地质灾害	不稳定斜坡
预测地质灾害	不稳定斜坡、地面塌陷
已损毁土地方式	压占
已损毁土地面积	2.34hm <sup>2</sup>
预测损毁土地方式	压占、挖损、塌陷
预测损毁土地面积	47.04hm <sup>2</sup>
重点防治区面积	44.39hm <sup>2</sup>
次重点防治区面积	4.99hm <sup>2</sup>
一般防治区面积	125.43hm <sup>2</sup>
复垦区面积	49.38hm <sup>2</sup>
复垦责任区面积	49.38hm <sup>2</sup>
矿山恢复治理费用	136.95万元
土地复垦动态投资	598.21万元
矿山恢复及土地复垦动态费用	735.16万元



## 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	5
1.5	编制工作概况	5
2	矿山基本情况	8
2.1	矿山简介	8
2.2	矿区范围及拐点坐标	8
2.3	矿山开发利用方案概述	9
2.4	矿山开采历史与现状	27
3	矿区基础信息	31
3.1	矿区自然地理	31
3.2	矿区地质环境背景	34
3.3	矿区社会经济概况	45
3.4	土地利用现状	46
3.5	矿山及周边其它人类工程活动	47
3.6	矿山及周边矿山地质环境与土地复垦案例分析	47
4	矿山地质环境影响和土地损毁评估	49
4.1	矿山地质环境与土地资源调查概述	49
4.2	矿山地质环境影响评估	50
4.3	矿山土地损毁预测与评估	62
4.4	矿山地质环境治理分区与土地复垦范围	66

5	矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 .....	72
5.1	矿山地质环境治理可行性分析 .....	72
5.2	矿区土地复垦可行性分析 .....	73
6	矿山地质环境治理与土地复垦工程 .....	78
6.1	矿山地质环境保护与土地复垦预防 .....	78
6.2	矿山地质灾害治理 .....	82
6.3	矿区土地复垦 .....	86
6.4	含水层破坏修复 .....	89
6.5	水土环境污染修复 .....	90
6.6	矿山地质环境监测 .....	91
6.7	矿区土地复垦监测和管护 .....	94
7	矿山地质环境治理与土地复垦工作部署 .....	96
7.1	总体工作部署 .....	96
7.2	阶段实施计划 .....	96
8	经费估算与进度安排 .....	100
8.1	矿山地质环境治理工程经费估算 .....	100
8.2	土地复垦工程经费估算 .....	109
8.3	总费用汇总 .....	128
9	保障措施与效益分析 .....	130
9.1	保障措施 .....	130
9.2	效益分析 .....	133
9.3	公众参与 .....	133
10	结论及建议 .....	137
10.1	结论 .....	137

**10.2 建议** ..... 137

**附 图:**

- 1、矿山地质环境问题现状图（1:2000）
- 2、尾矿库矿山地质环境问题现状图（1:2000）
- 3、土地利用现状图（1:2000）
- 4、尾矿库土地利用现状图（1:2000）
- 5、矿山地质环境问题预测图（1:2000）
- 6、尾矿库矿山地质环境问题预测图（1:2000）
- 7、土地损毁预测图（1:2000）
- 8、尾矿库土地损毁预测图（1:2000）
- 9、矿山地质环境治理工程部署图（1:2000）
- 10、尾矿库矿山地质环境治理工程部署图（1:2000）
- 11、土地复垦规划图（1:2000）
- 12、尾矿库土地复垦规划图（1:2000）



# 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、社会和环境的和谐发展，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。

由于甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿（后简称“小翁考克山铁矿”）属已有矿山，为了变更开采方式、扩大生产规模，受甘肃方舟矿业有限公司的委托，由兰州川泰工程咨询有限公司编制《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山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，需对甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山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

#### 1.3.1 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）。

### 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.《土地利用现状分类》GB/T 21010-2017；
- 6.《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；
- 7、《滑坡防治工程勘查规范》GB32864-2016；
- 8.《岩土工程勘察规范》GB50021—2009；
- 9.《建筑边坡工程技术规范》GB50330—2013；
- 10.《开发建设项目水土保持技术规范》GB50433—2008；
- 11.《水土保持综合治理技术规定》GB/T16453-1996；
- 12.《污水综合排放标准》GB8978-2015；
- 13.《地表水环境质量标准》GB3838-2002；
- 14.《地下水水质标准》DZ/T00290-2015；
- 15.《矿山地质环境监测技术规范》DZ/T0287-2015；
- 16.《土地复垦质量控制标准》TD/T1036-2013；
- 17.《生产项目土地复垦验收规程》TD/T1044-2014。
- 18、《崩塌、滑坡、泥石流监测规范》(DZ/T0221-2006)；
- 19、《地质灾害危险性评估规范》(GB/T40112-2021)。
- 20、《土地整治项目设计报告编制规程》（TD/T1038—2013）；
- 21、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);

- 22、《冶金行业绿色矿山建设规范》(DZ/T 0319-2018);
- 23、《绿色矿山建设规范 第2部分:金属矿》(DB62/T 4284.2—2021);
- 24、《地面沉降调查与监测规范》(DZ/T0283-2015);
- 25、《GB/T43933-2024 金属矿土地复垦与生态修复技术规范》;
- 26、《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》(GB/T 42362-2023);
- 27、《矿山土地复垦与生态修复监测评价技术规范》GB/T 43935-2024。

#### 1.3.4 资料依据

- 1、《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿矿产资源开发利用方案》(2024.3);
- 2、本次调查搜集的其它相关资料。

#### 0.3.5 任务依据

- 1、甘肃方舟矿业有限公司关于编制《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》委托书;
- 2、甘肃方舟矿业有限公司关于编制《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山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《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿矿产资源开发利用方案》，该矿井设计生产能力为36万吨/年，矿山服务年限为9年，其中基建期2年，稳产期6年，减产期1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2025年，开发方案设计矿山服务年限约为9年，开采结束后进行复垦效果监测和草地管护以及塌陷稳定期时间为3年，本方案服务年限为12年，即2025-2036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，兰州川泰工程咨询有限公司立即成立项目组。项目组成员一共5

人，其中高级工程师 2 人，工程师 3 人。专业包括环境工程 1 人，水文地质 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。

兰州川泰工程咨询有限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 2024 年 1 月 10 日~2024 年 1 月 20 日进行资料整理。根据《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山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 肃北县土地利用现状图、规划图、基本农田分布图，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。2024 年 1 月 21 日~2024 年 2 月 5 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。2024 年 2 月 21 日~2024 年 2 月 30 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。兰州川泰工程咨询有限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。

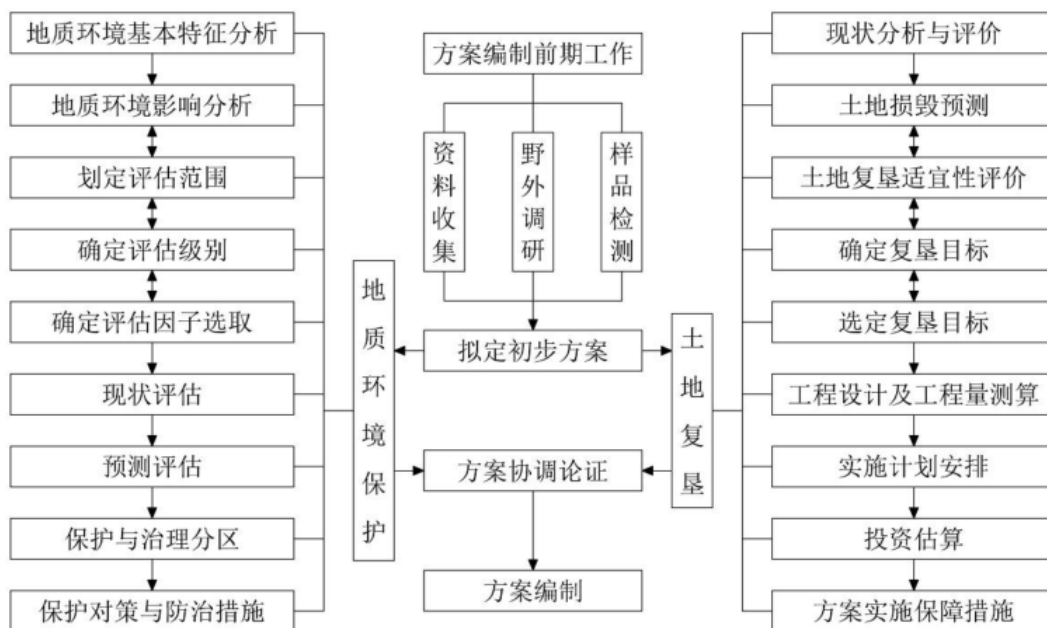


图 1-1 技术工作路线图

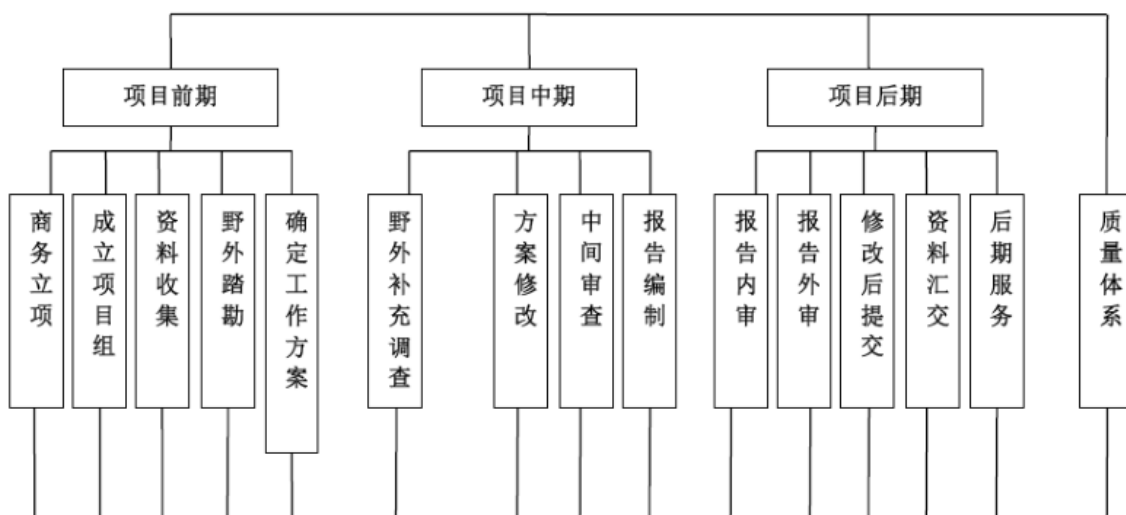


图 1-2 方案编制过程质量控制图

## 2 矿山基本情况

### 2.1 矿山简介

矿山名称：甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿。

地理位置：甘肃省肃北蒙古族自治县马鬃山镇。

经济类型：有限公司。

开采矿种：铁矿。

生产开采方式：地下开采。

生产规模： $36 \times 10^4 \text{t/a}$ 。

矿区面积： $0.9195 \text{km}^2$ 。

开采深度：2381m~2120m。

矿山服务年限：9年，其中基建期2年，稳产期6年，减产期1年。

### 2.2 矿区范围及拐点坐标

矿山位于瓜州县柳园镇北东70km处，行政区划隶属甘肃省肃北蒙古族自治县马鬃山镇管辖。离矿区最近的汽车站、火车站均在柳园镇，距矿区行程约70km。自柳园镇沿柳园—七角井柏油路行驶约70km便可到达矿区，交通方便（图1）。

地理坐标(CGCS2000)：东经： $95^{\circ}55'00'' \sim 96^{\circ}03'00''$ ，北纬： $41^{\circ}26'00'' \sim 41^{\circ}27'30''$ 。

采矿权范围由4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
1		
2		
3		
4		
标高：2381-2120m，面积： $0.9195 \text{km}^2$		

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。

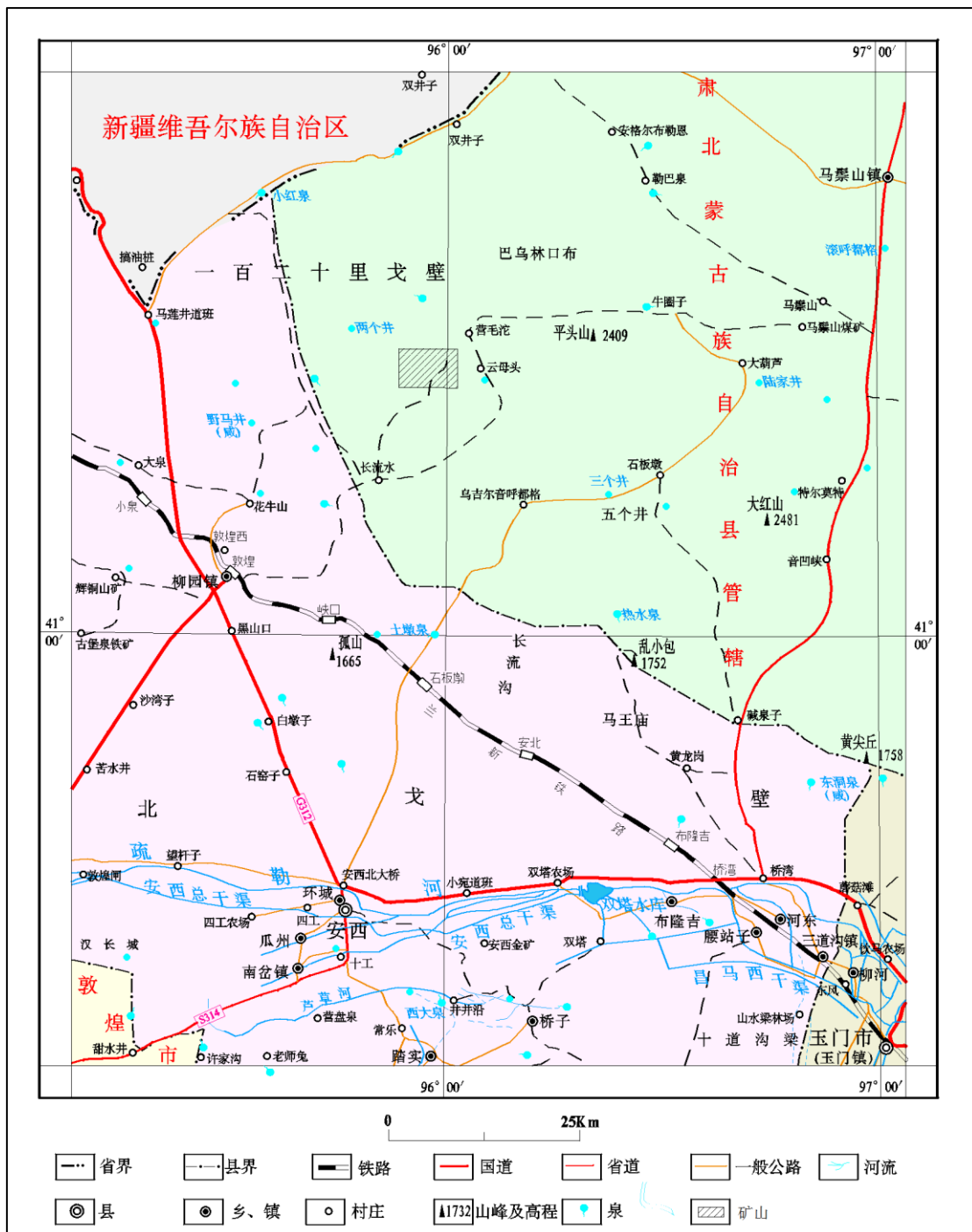


图 2-1 矿区交通位置图

### 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、《核实报告》评审备案资源量

经评审，截止评审基准日（2014年4月30日），肃北县小翁考克山一带铁矿详查探矿权范围内查明和预测的资源量为：

(332)+(333)+(334)?类铁矿石资源量为 680.57 万吨，TFe 平均品位 26.77%。其中 (332)类铁矿石资源量为 192.62 万吨，TFe 平均品位 28.34%；(333)类铁矿资源量为 116.42 万吨，TFe 平均品位 28.44%；(334)? 类铁石资源量为 371.53 万吨，TFe 平均品位 25.44%。

铁矿资源量估算标高为 2120~2381 米，矿床规模为小型。

异体共生 (334)?类钒矿石量为 117.46 万吨，钒金属氧化物量(V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)18606 吨，平均品位 1.58%。异体共生钒矿体资源量估算标高 1867~2344 米。

依据《固体矿产资源储量分类》GB/T17766-2020，原资源量类别应转换为新的资源量类型，即原 332 类应转换为控制资源量，333 类应转换为推断资源量，334? 类应转换为潜在资源，低品位矿体转换尚难利用矿产资源。

转换后，全矿控制+推断资源量为 307.55 万吨，TFe 平均品位 28.40%，潜在铁资源量为 163.63 万吨，TFe 平均品位 27.94%，尚难利用铁资源量 209.39 万吨，TFe 平均品位 23.47%。

异体共生潜在钒资源量为 117.46 万吨，钒金属氧化物量(V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>)18606 吨，平均品位 1.58%。

## 2、利用方案设计利用资源/储量

根据开发利用方案，按设计利用原则，全矿设计利用矿体为 Fe-III-2，设计利用矿石量为 245.47 万吨，TFe 平均品位 28.59%，设计利用矿石量计算见表 2-2，中段设计利用矿石量见表 2-3。

表 2-2 设计利用矿石量计算表

矿体编号	资源量	矿石量	平均品位	利用系数	矿石量	平均品位
	类型	(t)	(%)		(t)	(%)
Fe- I -1	潜在	408615	26.03	不利用	0	0
	尚难利用	196286	23.47	不利用	0	0
	尚难利用	14888	23.34	不利用	0	0
Fe- I -2	尚难利用	700963	24.4	不利用	0	0
Fe- II -1	尚难利用	589488	24.22	不利用	0	0
Fe- II -2	潜在	26807	29.46	不利用	0	0
	尚难利用	126097	21.84	不利用	0	0
Fe-III-1	潜在	83567	33.35	不利用	0	0
Fe-III-2	控制	1926173	28.34	1.0	1926173	28.34
	推断	1149308	28.5	0.7	804516	28.50
Fe-IV-1	潜在	422400	31.63	不利用	0	0
Fe-IV-2	潜在	685856	26.63	不利用	0	0
Fe-IV-3	潜在	9029	25.61	不利用	0	0
	尚难利用	466193	23.4	不利用	0	0

矿体编号	资源量	矿石量	平均品位	利用系数	矿石量	平均品位
	类型	(t)	(%)		(t)	(%)
合计		6805670			2730689	28.39
					含隔离矿柱	

表 2-3 中段设计利用矿石量表

中段 (m)	矿石量 (吨)	平均品位 (%)	
隔离矿柱	275984	26.62	
2270	957127	28.71	
2220	762450	29.14	
2170	533567	27.37	
2120	201560	29.11	
中段小计	2454704	28.59	
中段+隔离矿柱	2730689	28.39	

## 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， $245.47\times 10^4$ t；

$\eta$ ——采矿回收率，89.79%；

$\rho$ ——矿石贫化率，11.60%；

t——经济合理服务年限，5~10a。

计算结果： $A=24.93\sim 49.87\times 10^4$ 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  $24.93\sim 49.87\times 10^4$ 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结果数值较为接近，单一中段生产，能力在  $22\times 10^4$ t/a 左右，两个中段同时生产，能力在  $40\times 10^4$ t/a 左右，因此，设计推荐矿山规模为 1200t/d， $36\times 10^4$ 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  $36\times 10^4$ t/a。

## 2、开采方式

地下开采。

## 3、服务年限

矿山服务年限为 9 年，其中基建期 2 年，稳产期 6 年，减产期 1 年。

### 2.3.4 产品方案

矿山最终产品为铁精粉(62%)。

### 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，同一矿体自一翼向另一翼逐矿块后退的回采顺序。

综上，首采地段选择在 2280m 中段的 K5~K2 线之间的工程易到位、矿体厚大、品位较高地段，共布置 7 个采场可完成备采矿量，从上至下，中段划分 2280m、2230m、2180m、2140m 共 4 个中段。

#### 2、采矿方法及工艺

按各采矿方法的回采出矿量比例，浅孔留矿法占比 25%，沿走向分段空场法占比 50%，垂直走向分段空场法占比 25%。

#### 3、开拓运输系统

开拓运输系统为 K9 线主斜坡道+K5 线罐笼副井+K6-1 线回风井开拓系统。

主斜坡道井位于 K9 线，断面为 4×4m，该断面可适用于 15 吨地下自卸车的外形参数，斜坡道基建施工至 2280m 中段，斜坡道开口坐标 X=4589640.819，Y=32502573.704，Z=2350~2090，开口方位角 30°，斜坡道坡度 8%，转弯半径 20m，净断面 13.29 m<sup>2</sup>，掘断面 14.31 m<sup>2</sup>，采用 C20 混凝土支护 100mm 厚，斜坡道每隔 120m 设错车硐室，兼做缓坡段。

在 K5 线上盘移动范围外(南边)施工一条罐笼副井，罐笼副井开口坐标 X=4589711.528，Y=32502872.49，Z=2348~2120，罐笼副井净直径 4m，净断面 12.57 m<sup>2</sup>，掘断面 16.62 m<sup>2</sup>，采用强度等级为 C25 混凝土 300mm 厚整体支护，采用多绳落地摩擦式提升系统，井颈段高度 20m，井身段高度 208m，井底段高度 20m，井深总计 228m。负担负担废石 54000t/a 的提升任务，以及人员、设备、材料的提升及下放。

罐笼副井提升机选择 JKMD-1.6×4 多绳摩擦提升机，电动机功率 160kW，提升容器为 2 号单层罐笼带平衡锤，一次提升 0.7m<sup>3</sup> 翻转式 1 辆，选择钢丝绳型号 6×19S+FC，钢丝绳最小破断拉力 189kN，钢丝绳公称直径 18mm，钢丝绳每米质量 1.17kg/m，载货安全系数 15.06，载人安全系数 13.56。

在 K6-1 线施工回风井，回风井净直径  $\Phi$  4.5m，采用 C20 混凝土支护 300mm 厚，净断面 15.91 m<sup>2</sup>，掘断面 18.1 m<sup>2</sup>，开口坐标 X=4589400.000，Y=32503211.399，Z=2330，

最低服务中段为 2140m，深度为 190m，工程量为 3801m<sup>3</sup>。回风井内安装梯子间，作为第二安全出口，敷设 1 趟通信线缆，地表建有风机房，安装主扇风机。

中段运输巷道断面中段运输巷道断面宽 2.7m×高 2.7m，采用 C20 喷射混凝土支护 50mm 厚，墙高 2m，净断面 8.99 m<sup>2</sup>，掘断面 9.32 m<sup>2</sup>。坑内运输采用 UQ-5 地下自卸车，矿石由铲运机装入 UQ-5 地下自卸车，UQ-5 地下自卸车沿中段运输巷道将矿石和废石卸至主斜坡道联络道内，在联络道布置两条溜井，一条矿石溜井，一条废石溜井，溜井底部装有振动放矿机，通过振动放矿机将废石和矿石装入 UQ-15 地下自卸车中，UQ-15 地下自卸车经主斜坡道将矿石和废石运至地表。

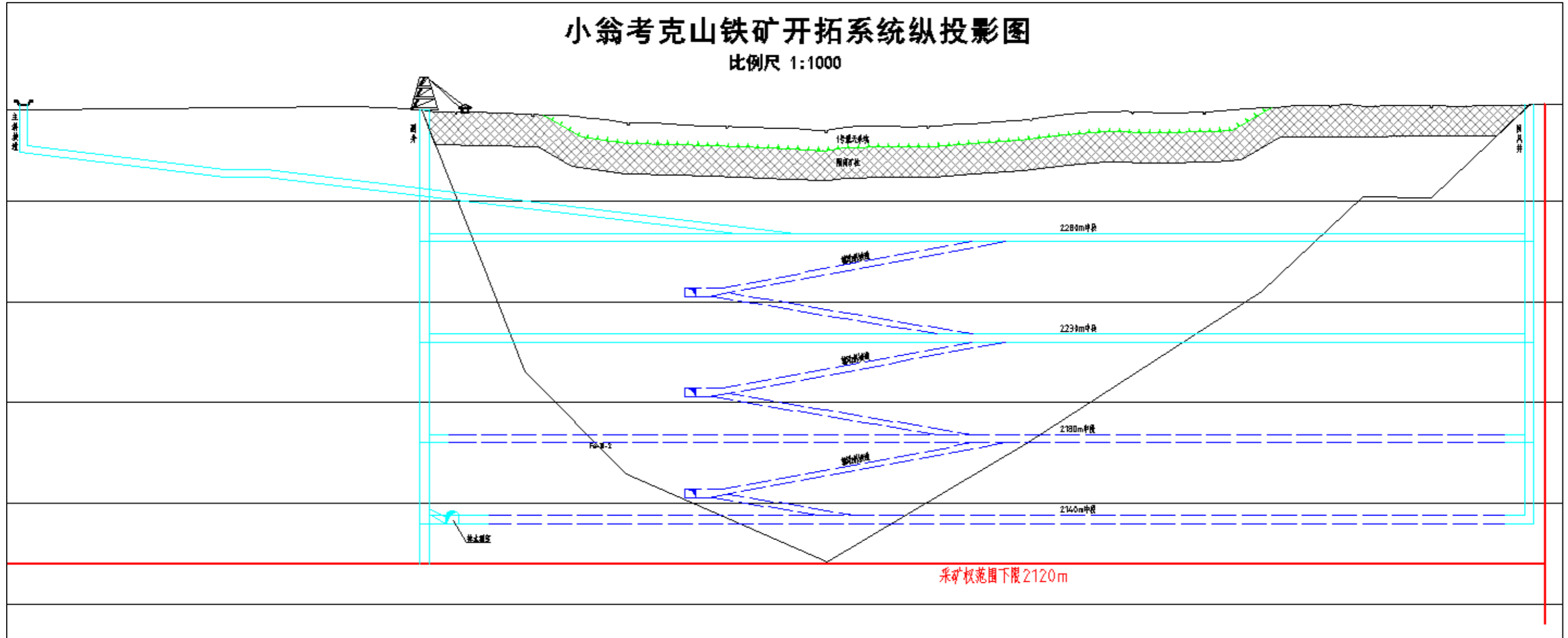


图 2-2 开拓系统投影图

### 2.3.6 选矿和尾矿库设置

#### 1、选矿工艺流程

##### a、破碎筛分流程

采用三段一闭路破碎筛分流程。选矿厂设计入选最大块度为 450mm，最终产品粒度控制在 12mm 以下。

##### b、磨选流程

采用选矿试验报告推荐的工艺流程，即阶段磨矿阶段选别的磨矿选别流程。

一段磨矿采用一段闭路磨矿流程，磨矿产品细度为-200 目占 70%，采用水力旋流器分级。

一段选别采用一段湿式弱磁选进行粗选，磁场强度为 1200 高斯，粗选精矿进二段磨矿。

二段磨矿采用一段闭路磨矿流程，磨矿产品细度为-400 目占 91%，采用水力旋流器+高频细筛进行分级。

二段选别采用两段湿式弱磁选进行精选，精选 I 磁场强度为 800 高斯，精选 II 磁场强度为 600 高斯，精选 II 精矿为最终产品。

粗选、精选 I、选 II 尾矿合并为最终尾矿。

##### c、脱水流程

采用浓缩+过滤两段脱水流程，精矿最终含水 10%-12%。

#### 2、尾矿库

拟建尾矿库位于矿山东南侧约 1.65km 处，为山谷型尾矿库。尾矿库的服务年限为 9 年，总坝高 29.0m，总库容  $357.6 \times 10^4 \text{m}^3$ ，其等别为四等。

尾矿库采用湿排，采用库内围船回水。

尾矿浆在库内澄清，该选矿工艺中添加少量选别药剂，因尾矿库是一个集沉淀、吸附、过滤、爆气、氧化功能于一体的大型构筑物，通过物理净化、化学净化和生物净化作用，净化后的水经围船流经至坝外低处的回水池，回水量  $107.27 \text{m}^3 / \text{h}$ ，建一座  $600 \text{m}^3$  蓄水池，选用 100-65-315 离心泵（一用一备），性能为  $Q=60 \sim 120 \text{m}^3 / \text{h}$ ， $H=1.18 \sim 1.33 \text{Mpa}$ ，Y280S-2 电机， $N=75 \text{kW}$ ，380V；同时配备一台 2BVX121 水环式真空泵（带汽水分离器），其最低吸入绝压为 33hPa， $n=1445 \text{r}/\text{min}$ ， $N=7.5 \text{kW}$ 。经 DN175 钢管加压送至厂区浊循环水池与浓缩池溢流水和厂区回水一起加压至各循环水用户。

### 2.3.7 固体废弃物处置方式

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。

选矿尾矿排放量 228744t/a，尾矿经处理后集中堆存于尾矿库。

### 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  $\text{SO}_4^{2-}$ 、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，经高位水池沉淀后，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 30m<sup>3</sup>/d，生活废水水质为 COD<sub>Cr</sub>270mg/L、BOD<sub>160</sub>mg/L、SS210mg/L，年排放量 3600m<sup>3</sup>/a，生活废水主要为职工日常洗涤等产生的污水。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，矿山未进行开采，前期仅修建宿舍。

矿山后期开采，还需新建办公生活区、采矿工业场地（1处竖井）、选矿工业场地、排土场、辅助斜坡道硐口小型工业场地（1处平硐）、回风井口小型工业场地（1处回风井）、炸药库、尾矿库、矿区道路（图 2-3、2-4）。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 <sup>2</sup> )
1	已建	宿舍	压占	0.07
2	拟建	办公生活区	压占	1.56
3		采矿工业场地（1处竖井）	压占、挖损	0.50
4		选矿工业场地	压占	1.43
5		排土场	压占	6.64

6		辅助斜坡道硐口小型工业场地 (1处平硐)	压占、挖损	0.10
7		回风井口小型工业场地(1处 回风井)	压占、挖损	0.10
8		炸药库	压占	0.28
9		尾矿库	压占	27.36
10		矿区道路	压占	0.95
合计				38.99

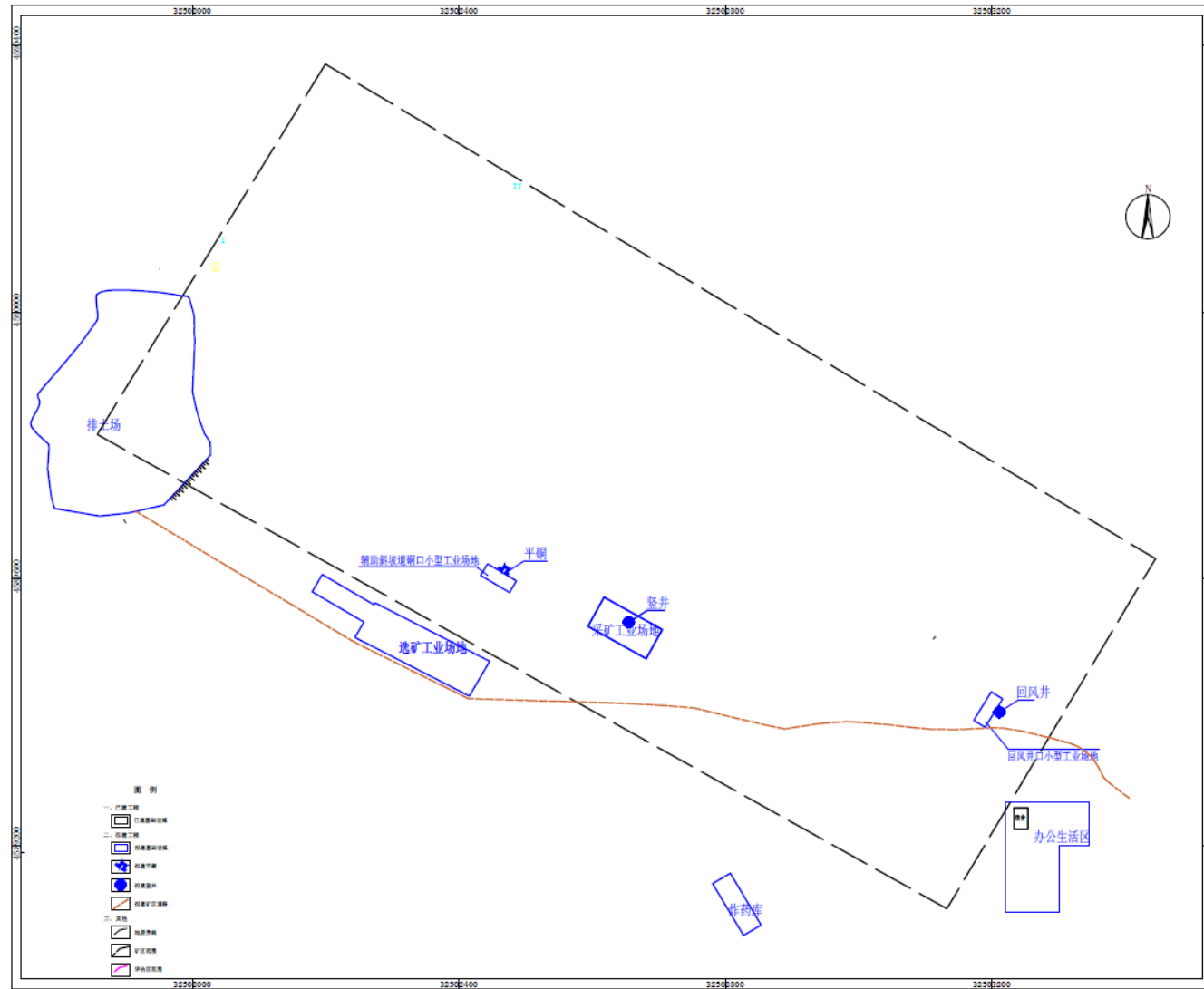


图 2-3 矿山平面布置图

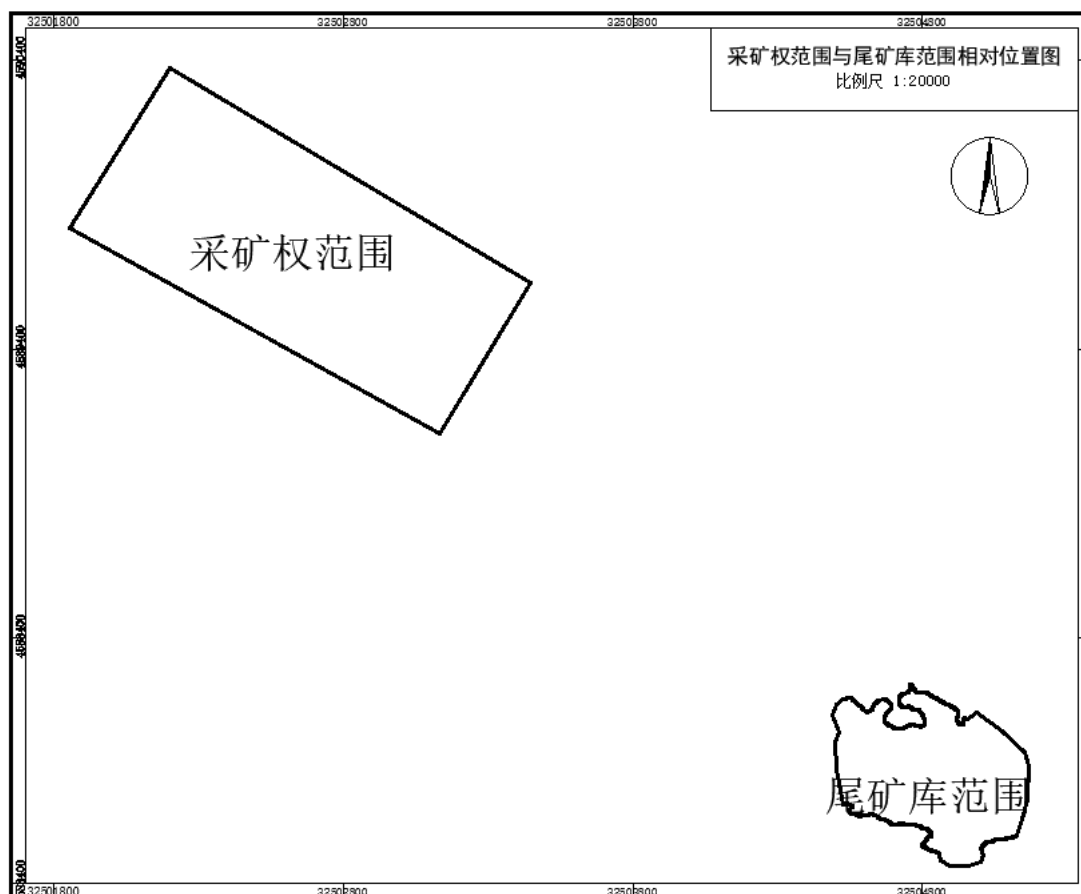


图 2-4 矿区范围与尾矿库相对位置图

## 1、已建工程

### ①宿舍

宿舍为座彩钢结构房屋，位于采矿权外道路南侧，场地控制标高 2330m，面积为 0.07hm<sup>2</sup>。



照片 2-1 宿舍

## 2、拟建工程

### ①办公生活区

已有宿舍可以继续利用，在外围扩建办公生活区，包括办公楼、食堂、浴室车库、职工宿舍等。选厂生产工人、辅助工人、管理人员共计约 58 人，设计新建宿舍楼一栋，共 2 层，基本可满足住宿需要，在新建办公生活区附近建设化验室及仓库一座，办公生活区扩建总占地面积  $1.56\text{hm}^2$ ，其中建筑面积  $9000\text{m}^2$ 。

#### ②采矿工业场地

布置在竖井井口，竖井为副井，硐口断面面积约  $20\text{m}^2$ ；场地控制标高 2350m，面积  $0.50\text{hm}^2$ ，主要设施有提升机房、空压机房、综合仓库、水池、变电所、柴油发电站等，建筑面积约  $1400\text{m}^2$ 。

#### ③选矿生活区

选矿工业场地布置于采矿工业场地南侧坡地上，包括生产区及生活区。①生产区，选矿车间从西往东依次布置有矿石堆场、破碎车间、中细碎车间、筛分车间、磨矿及选别车间、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。占地面积约  $1.43\text{hm}^2$ ，建筑面积约  $5400\text{m}^2$ 。

#### ④排土场

位于采矿权西侧，排土场共堆存 2 个台阶，单台阶高度 4m，堆置标高为 2365m~2369m~2374m，堆置总高度为 8m，最终总边坡角  $23^\circ$ ，小于废石自然安息角  $35^\circ$ 。边坡间的最终平台整平为 2% 的反向坡度。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。共占地面积  $6.64\text{hm}^2$ 。

#### ⑤辅助斜坡道硐口小型工业场地

辅助斜坡道硐口小型工业场地内设置 1 处平硐，平硐圆弧拱断面，硐口断面面积约为  $12\text{m}^2$ ；辅助斜坡道硐口小型工业场地用于放置采矿设施、车辆等，面积  $0.10\text{hm}^2$ ，仅进行场地平整，无建筑。

#### ⑥回风井口小型工业场地

回风井口小型工业场地内设置回风井，硐口断面面积约  $9\text{m}^2$ ；回风井口小型工业场地用于放置采矿设施、车辆等，面积  $0.10\text{hm}^2$ ，仅进行场地平整，无建筑。

#### ⑦炸药库

炸药库布置在采矿权范围外南侧 100m 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  $0.28\text{hm}^2$ ，建筑面积  $1100\text{m}^2$ 。

### ⑧尾矿库

尾矿库库址采矿权范围东侧 1.65km 处，为两面筑坝山谷型尾矿库，库区占地 27.36hm<sup>2</sup>。尾矿库总坝高 40.0m，总库容 650.0×10<sup>4</sup>m<sup>3</sup>。

### ⑨矿区道路

矿山后期还需修建矿区道路 1587m，道路宽约 6m，占地面积 0.95hm<sup>2</sup>。

## 2.3.10 绿色矿山建设内容

### 1、依法办矿，矿山开采合法化

矿山始终遵守国家法律法规和相关产业政策，依法办矿，未来将严格按照审批程序编制各项技术文件，各工程设计文件，严格按批复的设计进行建设，取得安全生产许可证，生产过程中，按规定定期对矿山安全生产现状进行评价；已有建设工程均取得环评批复，并严格按照《环境影响报告书》进行配套环保设施建设。公司按规定每季度向县国土资源局提交了井上井下工程对照图、采掘工程平面图。积极开展矿产资源储量动态管理，每季度都统计和估算资源储量，每月统计和填写三级矿量表，并报上级部门备案。每年均较好地完成并通过验收采矿权人矿产资源开发利用情况年度检查工作，依法缴纳各项税款，主要工程建设区域均取得用地手续，保障开采的合理化。

### 2、矿区资源开发方式、资源利用高效化、达到同类矿山先进水平

企业主要由 2350m 工业场地、2350m 斜坡道硐口工业场地、2350m 回风井口工业场地、新建排土场、选矿工业场地、办公生活区等区域组成，各功能分区布局合理；矿区地面道路、供水、供电、卫生、环保等配套设施齐全；主要生产区设置了各类提示牌、警示牌、说明牌、线路示意图等标牌及安全标志；破碎系统系统进行了全封闭处理，矿岩运输车辆车厢采用篷布覆盖，各矿仓、成品仓均实现了全封闭处置，车间采用除尘设备除尘，矿山道路定期洒水，各工作场所粉尘浓度符合 GBZ2.1 规定的粉尘浓度要求；矿山井下生产作业噪声一般不会传导至地表，破碎厂噪声通过厂房隔声及距离衰减降噪，生产过程中，主要通过设置人工操作间及佩戴保护用具来减轻噪声对人体健康的危害。

公司将聘请酒泉专业的园林设计公司亲自到矿区进行生态矿业设计，购置适宜于矿区保持水土流失的草籽及树种，在矿区内大面积种植，对省道至破碎厂道路两侧、厂区周围山坡进行复垦，对老排土场等进行整治，并硬化厂区道路。

综上，矿山全面实现了矿区绿化、美化，做到了整体环境整洁优美，生产运输、存储等管理规范有序。

设计及生产过程中，选用国家鼓励、支持和推广的采矿工业、技术和装备，采用开采效率高的采矿方法开采，矿山基本实现了机械化采矿。全矿综合损失率为10.21%，贫化率为11.60%，矿块生产能力275t/d。回收率为89.79%，符合《矿产资源“三率”指标要求第3部分：铁、锰、铬、钒、钛》(DZ/T0462.3-2023)中一般指标6.1.2.1条，“地下开采的铁矿，稳固矿体的开采回采率一般不低于86%”的指标要求。

矿山在生产过程中，始终贯彻“边生产、边治理、边恢复”的原则，及时治理恢复矿山地质环境，复垦矿山压占和损毁土地。在工程规划中首先考虑环保，并把还土种草作为招标土石方剥离施工单位的一项最重要的指标，要求在开采矿石的同时，做到采剥、回填、覆土复垦同步实施。严格执行“揭开表土→分开堆放→回填→覆土→恢复植被”的复垦程序，以最快的速度恢复土地的利用价值，恢复草场的放牧功能。同时，尽力减少废弃土石的外排量，降低露天矿废弃土石对草场的占用和破坏。对开挖的陡坎用挖掘机刷成自然坡，有利于种植花草，恢复植被。

### 3、绿色开发开采方式现代化

在设备选型上，严格秉承高效、低能、环保、自动化、智能化要求，立足国内知名厂家，通过招标方式严格把关审定，保证设备的性能和质量。如破碎、凿岩、铲运、通风等机械设备将采用金川公司机械厂、宣化机械厂、淄博风机厂、天水风动厂等国内定点定型、畅销国内知名厂家产品。

### 4、矿区生态环境保护

公司按照“合理布局、因地制宜”的原则进行治理，并有计划、分步骤实施。一方面继续对矿区进行绿化，另一方面严格按照国家法律法规及批准后的土地复垦方案进行工作，按照“谁损毁、谁治理恢复”、“预防为主，防治结合”、“在保护中开发，在开发中保护”、“依靠科技进步，发展循环经济，建设绿色矿山”、“因地制宜，边开采边治理边复垦”的总原则，根据矿山实际情况制定矿山地质环境保护与治理恢复目标。

矿山生产全过程(生命周期)环保措施如下：

做好施工规划与施工组织规划，在项目开工前，重点做好施工规划工作，合理布设施工场地，减少土地占用，建筑物按天然地势进行布设，减少挖填方量。对施

工过程中产生的弃料尽可能地加以利用，不能利用的弃土、弃渣运走，不能运走的，合理堆放，堆放地点选择水蚀、风蚀威胁小且不影响景观的洼地内。施工结束后，及时对施工迹地进行清理平整，对无用的施工临时建筑予以拆除，平整场地，最大限度地避免了区域水土流失的增加。

矿山公路尽量沿天然地形修筑，以减少挖、填方量。在山坡上开辟路基时，做好护坡和挡土墙，避免造成水土流失量的增加。

闭矿后，拆除生产、生活设施，恢复、平整地表。

风蚀预防措施：废石集中堆放；硬化运输路面并采取洒水降尘措施，汽车拉运采用帆布覆盖；矿石及时外运，尽量减少储场积存量；彻底消灭矿山普遍存在的地面凹凸、废石四处可见，遇风扬尘四起，雨水乱流的局面，保证作业场矿石集中堆放，地面平整，矿区道路必须规划完整，采取措施，可最大限度地减少风蚀影响。

水蚀预防措施：根据项目区地形特点，要求利用自然沟谷修建排水渠，将附近沟谷积水和作业场雨雪水、短暂洪水有组织的排入该渠，用于防止夏季暴雨季节，短暂洪水侵害，在生产过程中要经常清理排水渠，以保证过水通畅，这样可以即可防洪又可在一定程度上减少项目水土流失。

#### 景观恢复措施

保证作业场地的地面比较平整，这样既可改变景观又有利于降低水土流失，使原有的自然景观得到一定程度的恢复或改善。

#### 矿山生态恢复建设

矿山的生态恢复建设主要分为矿山开采期间的生态补偿建设和矿山服务期满后的生态恢复建设。

采矿废石堆场将破坏采矿场地范围内的土地，使这部分土地失去原先的用途；同时对采矿场范围外的土地利用也会带来严重的危害。根据《中华人民共和国土地管理法》（1986.6.25）第三章第三十条规定，“采矿、取土后能够复垦的土地，用地单位或者个人应当负责复垦，恢复利用”。国务院还颁布了《土地复垦规定》（1988.10.21），制定了“谁破坏、谁恢复”及“开采一片，复垦一片”的原则。

因此，按照边开采边治理恢复，终止采矿时必须恢复治理的总原则，必须做到生产期间尽可能不断地恢复被破坏的土地，消除各种污染源的危害。在矿山闭坑时（即矿山服务期满后），矿山地质环境恢复治理工作必须符合矿山安全、水土

保持、土地复垦和环境保护工作的有关规定。闭坑时符合国家有关闭坑要求，提交矿山闭坑报告。

开采过程中产生的地表环境破坏要及时治理，达到复垦标准与验收条件的原则规定，待闭坑时，除移交给当地的建构筑物外，其他建构筑物予以拆除、清运废渣及掩埋垃圾，以保护原有的地貌景观不受到破坏。

矿山固体废弃物主要包括采场废石、收集器收集的粉尘以及废机油等，其中井下废石运出地表后，主要用于堆存于废石场，废机油临时贮存于危废暂存间，定期交由有资质单位处置，各固体废弃物全部实现了安全处置。

项目矿井涌水全部回用于生产工艺、降尘、绿化等，采矿工业场地、选矿采矿工业场地生活污水经地理一体化污水处理设施处理后达标排放或用于矿区绿化，对地表径流、洪水采取了相应的拦截、排水设施。

## 5、节能减排

公司认真贯彻落实科学发展观，以节能、环保为重点，不断完善能源管理的体系建设，加强能源科学管理，坚持强化管理与技术创新，加快技术改造，提升产品产业科技含量，提高能源利用效率，增强企业竞争力、促进企业高速、高效发展，以便适应当今经济和社会发展的需求。生产过程中做到采矿、选矿作业清洁化，能耗指标达到国内平均先进水平。

### 粉尘及废气的减排措施

井下凿岩、矿岩装卸等采用湿式作业，减少井下各工作面的粉尘产生量；在排风井中设置喷雾水帘，进一步降低粉尘排放浓度和排放量。井下爆破后，采用局扇加强采场和巷道的通风，通风 45 分钟~1 小时后，工作人员才能进入，防止炮烟中一氧化碳浓度过高导致进入人员的窒息事故。井下碎矿产生的粉尘采用湿式除尘装置处理后由风井排出。通过采取以上防治措施可以保证矿区环境空气中的粉尘浓度小于  $2.0\text{mg}/\text{m}^3$ 。

公司将投资 30 余万用于建设除尘系统，主要除尘设备为 KDLC 褶式滤筒脉冲除尘器，由北京矿迪科技有限公司采用美国 GE 能源集团公司最先进的过滤技术开发生产的一种新型除尘器。KDLC 褶式滤筒脉冲除尘器的优势在于：一是其内部采用 BHA 专利褶式滤筒，结构紧凑，节省空间；二是滤筒采用一体化设计，密封性好，方便安装更换；三是超高过滤效率达 99.99% 以上；四是节省压缩空气用量，与常规脉冲

除尘器相比，喷吹压力可降低 20%~40%；五是贮气包配置自动放水阀，提高喷吹气体的质量等等。除尘器安装于破碎站，对产生的粉尘进行集中收尘。

#### 废水减排措施

矿山涌水替代新水使用，减少采矿的新水使用量，废水全部利用，利用率 100%。

生活污水采用化粪池和地理式生活污水处理装置处理达标后用于绿化。

### 6、企业规范管理

#### 矿产资源开发利用方面

矿业开发严格遵守《矿产资源法》及相关国家法律法规和行业规定，结合企业实际制定了《地质储量管理办法》、《采矿工艺规范》等管理制度，严格按照制度进行管理，通过过程控制降低矿石的贫化率和损失率，提高回采率和选矿回收率，最终提高资源综合利用率。

#### 土地复垦、生态重建方面

按照自然资源部门的审批要求，拟制定《地质环境保护与恢复治理》，并严格按照方案开展土地复垦、生态重建工作。

#### 环境管理

贯彻执行国家和地方政府及上级有关部门制定的各类环境保护方针、政策、法律、法规及有关条例与环境标准。环境管理制度包含的内容有：环境管理的指导思想、目的及要求；环境管理体制；实施环境管理的基本原则、途径、方法；环境保护的检查、考核及奖惩。制定环境管理技术规程和相应检查标准。根据国家有关规定，结合当地的实际情况，制定该项目污染物排放控制标准；环境监测、检查技术规程；根据全矿的生产工艺及设备的环保技术管理要求，制定出操作规程。

#### 建立环境保护责任制度

建立环境保护责任制度的根本目的在于明确矿区各层次、各部门、各生产单位、各类人员环境保护工作的范围、责任及权力。

#### 建立环境保护业务管理制度

主要内容包括：环保设备的管理制度，环境监测的管理制度，环境保护考核制度，环境资料统计制度。

### 7、安全生产

“为了生产，生产必须安全”，而安全技术措施主要是防止自然灾害的发生，以及阻止生产过程中即将发生的事故。有异常情况的矿井采取相应的设施减少对生产的影响，为此设计依据矿山安全规程采取如下措施：

(1) 地质灾害事故的预防与治理

- ①严格按设计方案进行生产，严禁滥采乱挖。
- ②加强对采空区和危险边坡的监控。
- ③在可能发生地面塌陷地质灾害区段设置警示标志。
- ④及时进行危岩体的清理、危险边坡的削坡减重。
- ⑤及时清理沟谷中的松散堆积物。
- ⑥及时处理地质灾害隐患和险情，治理率达 100%。

(2) 矿山防水与防火

- ①在开采境界外修建截水沟，拦截地表水进入采区。
- ②设集水池，采用机械排水。
- ③在废石场等堆场外设置截水沟，防止地表水流入场内浸泡、冲刷边坡，提高边坡的稳定性。
- ④矿区设置消防器材。
- ⑤推土机、装载机和汽车配备灭火器，设备加燃油时严禁吸烟和明火照明。
- ⑥禁止使用汽油擦洗机械设备。

## 8、企业文化

公司将继续加强企业文化建设，为加强员工们的凝聚力，构建浓厚的企业文化氛围，结合自身发展需要，每年举办各类文体活动达几十项，以活动为载体，有力的推进了企业文化、精神文明建设，塑造了员工共同的企业理念、道德标准、价值观念和行为规范，提高了干部职工的工作积极性。激发广大干部职工投身矿业建设的责任感和使命感，弘扬“艰苦创业，开拓进取”的企业精神，展现了公司职工风采。

今后生产过程中，企业将在以下方面加强企业文化建设工作：

第一阶段：总体设计，构建体系，进一步完善企业文化建设框架。

- (1) 组建企业文化建设指导委员会
- (2) 起草企业文化建设实施规划，确定企业文化建设所涉及的主要内容。

(3) 组织、宣传企业文化建设的基础知识，使广大员工初步了解企业文化的内涵和建设企业文化的重要意义。

(4) 逐步整理、完善企业文化建设框架内有关具体内容。

第二阶段：全面实施，整体推进。

在企业员工中广泛深入开展学习、宣传活动，使企业文化建设落实到每个岗位、每个员工的言行中，渗透到企业生产运行、管理、服务的全过程，融入到企业的各项规章制度中，全面培育、塑造企业精神、理念和价值观。

第三阶段：深化提高，总结评价。

通过调研，对企业文化建设实施情况进行总结、评价，对存在的问题和不足进行改进和完善。同时，根据形势的变化和企业发展的需要，进一步深化和创新企业文化的构成内容。

#### 2.3.11 矿山投资及生产成本情况

项目估算总投资为 19643 万元，达产年销售收入为 11087 万元，达产年生产总成本为 6747 万元，达产年销售税金及附加为 583 万元，年利润额为 3558 万元，年所得税为 890 万元，年净利润为 2669 万元，所得税后财务内部收益率为 15.57%，所得税后财务净现值为 2074 万元，投资回收期为 5.75 年（含基建期 2.0 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

2014 年 7 月，甘肃省地质矿产勘查开发局第二地质矿产勘查院编制的《甘肃省肃北县小翁考克山一带铁矿资源储量核实报告》评审备案后，甘肃方舟矿业有限公司拿到了划定矿区范围的批复（甘采证划字【2015】0003 号），委托兰州有色冶金设计研究院有限公司编制了《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山一带铁矿矿产资源开发利用方案》，并通过原甘肃省国土资源厅审查。

该方案总的利用资源/储量为 332+333 为  $273.07 \times 10^4 \text{t}$ ，平均品位 28.39%，开采标高为 2381m-2120m。推荐的采选生产规模为 800t/d，即  $24.0 \times 10^4 \text{t/a}$ 。矿山总服务年限为 12.4（含基建期 1.0 年），最终产品为 64% 的铁精粉。

开采方式：前期为露天开采，运输方式为汽车运输，采用的采剥方法为潜孔钻机穿孔，非电微差爆破，挖掘机装矿，自卸汽车运矿；后期地下开采，开拓方式为竖井开拓，采矿方法为分段空场法和浅孔留矿法。

设计可采出铁矿石资源量为  $273.07 \times 10^4 \text{t}$ ，其中露天回采  $156.70 \times 10^4 \text{t}$ ，地下回采  $116.37 \times 10^4 \text{t}$ 。

露天采坑情况：

本矿 2013 年以前民采采矿所形成露天采坑和排土场。露天采坑及所属排土场现状如图 2-5 所示。

露天采坑形似“十字形”，出入斜沟长 128m，采坑内部呈圆形，直径约 103m，深约 5-10m，大致形成了 2 个台阶，内部道路由出入沟进入，一次进入坑底。

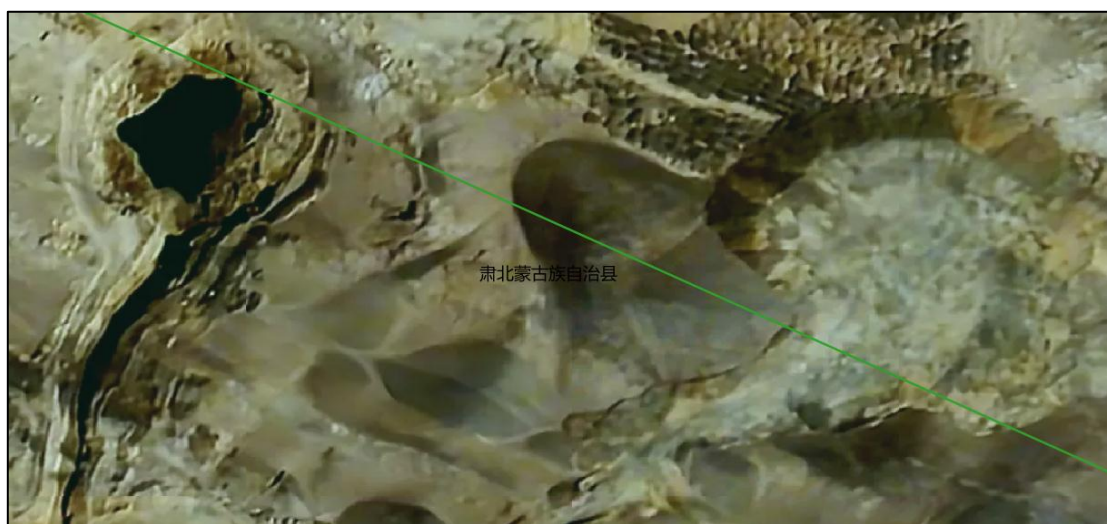


图 2-5 露天采坑及排土场现状图

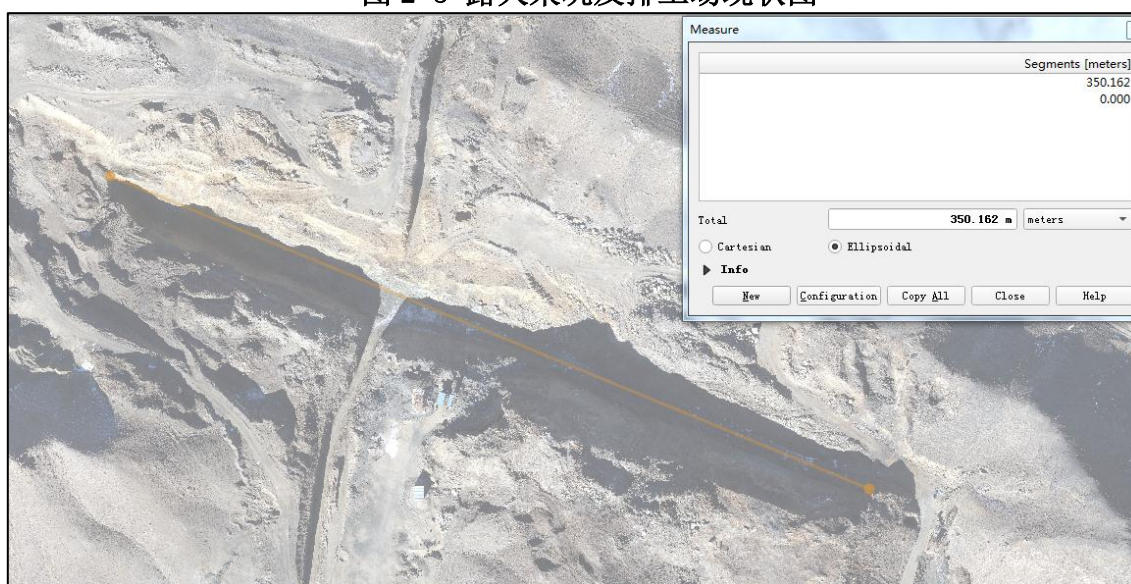


图 2-6 露天采坑现状图

排土场情况：排土场位于露天采坑的正东 143m 处，形成了一个台阶，形态呈圆形，直径约 160m，面积为 1.64hm<sup>2</sup>，为历史民采人工堆填形成，已经过治理，排土场顶部进行平整，对北侧形成斜坡进行放坡处理，斜坡坡度约 35°，高度 5-7m，斜坡较为稳定。

#### 2.4.2 矿山开采现状

2016 年甘肃方舟矿业有限公司获得采矿证后，因为当时铁精粉的价格约 500 元/吨左右，铁矿行情较差，再次因为环保和资金原因，一直未开工建设，2019 年之后，又是三年疫情，因此小翁考克山铁矿为一座未开发的矿山。

#### 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

2020 年，小翁考克山铁矿探矿权申请延续，在办证前，需对前期勘查造成的矿山地质环境问题进行全面治理恢复，为此甘肃方舟矿业有限公司委托甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院对小翁考克山铁矿矿山地质环境问题进行现场调查核实，编制了《甘肃省肃北县小翁考克山一带铁矿矿山地质环境恢复治理专项方案》。

在采矿权范围外，探矿权范围内，自 2004 年至 2018 年间，企业通过槽探、钻探等工程对矿体进行了勘查，截止 2020 年 11 月 7 日，探矿权西区、东区共形成采坑 8 处、探槽 5 处、渣堆 33 处、钻机平台 9 处、房屋 4 处、水池 1 处、矿山道路 6957m 等。矿山地质环境恢复治理工程设计工作量主要为采坑回填 22771m<sup>3</sup>，采坑刺丝网围堵 1737m，探槽回填 142.8m<sup>3</sup>，渣堆整平 26402m<sup>3</sup>，渣堆清运 104514m<sup>3</sup>，房屋拆除 280 m<sup>2</sup>等，矿山地质环境恢复治理经费总投资 237.04 万元。

2021 年 12 月，肃北县自然资源局组织专家现场查看后，以《关于甘肃省肃北蒙古族自治县小翁考克山一带铁矿环境恢复治理情况的报告》(肃自然资报[2021]949 号)通过了本次治理验收。

肃北蒙古族自治县自然资源局

肃自然资报[2021]949号

签发人：张际鹏

肃北县自然资源局  
关于甘肃省肃北蒙古族自治县小翁考克山一带  
铁矿环境恢复治理情况的报告

酒泉市自然资源局：

甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山一带铁矿探矿权，经省国土资源厅新颁发的肃北县小翁考克山一带探矿权许可证证号：T62120090302030534；有效期限：自2016年3月2日至2018年3月1日，勘查面积：5.79平方公里。矿种为：铁矿。

该公司为延续肃北县小翁考克山铁矿探矿权，于2021年6月29日，该公司向肃北县自然资源局提请小翁考克山铁矿探矿权环境恢复治理项目县级验收的申请后，肃北县自然资源局通过会议研究决定，由肃北县自然资源局矿山生态修复办公室牵头，

1

图 2-7 验收意见

### 3 矿区基础信息

#### 3.1 矿区自然地理

##### 3.1.1 气象

本区地处大陆腹地，属大陆性中温带干旱性气候区。常年干燥，降水少，蒸发大，冬冷夏热，昼夜温差悬殊，日照长，风沙多。灾害性天气主要是干旱、大风、沙暴、干热风 and 霜冻，尤其干旱频繁严重。

根据马鬃山气象站 2000—2022 年观测资料，多年平均气温 4.6℃，每年 10 月至翌年 3 月为干寒期，平均气温零下 11.2—12.9℃，极端最低气温—37.1℃（2002 年 12 月 25 日）；5-9 月为干热高温期，平均气温 19.6—22.4℃，极端最高气温 35.3℃（2000 年 7 月 11 日）。多年平均降水量 63.6mm，年最大降水量 114.9mm（2003 年），年最小降水量 28.6mm（2004 年），日最大降水量 32.9mm（2009 年 9 月 5 日）。降水多集中在 6—8 月，此间降水量约占年降水量 80%左右。多年平均蒸发量 2299.1mm，主要集中在 3—9 月。10 月下旬至翌年 3 月上旬为冻结期，最大冻土深度 >128cm。终年常见西北风，最大风力 10 级以上，8 级以上大风天气 40 天左右，且多出现于冬、春两季。平均相对湿度 39.7%—56.0%。年日照时数 3331.3—3574.5h。主要灾害性天气为大风、沙尘、大风雪。

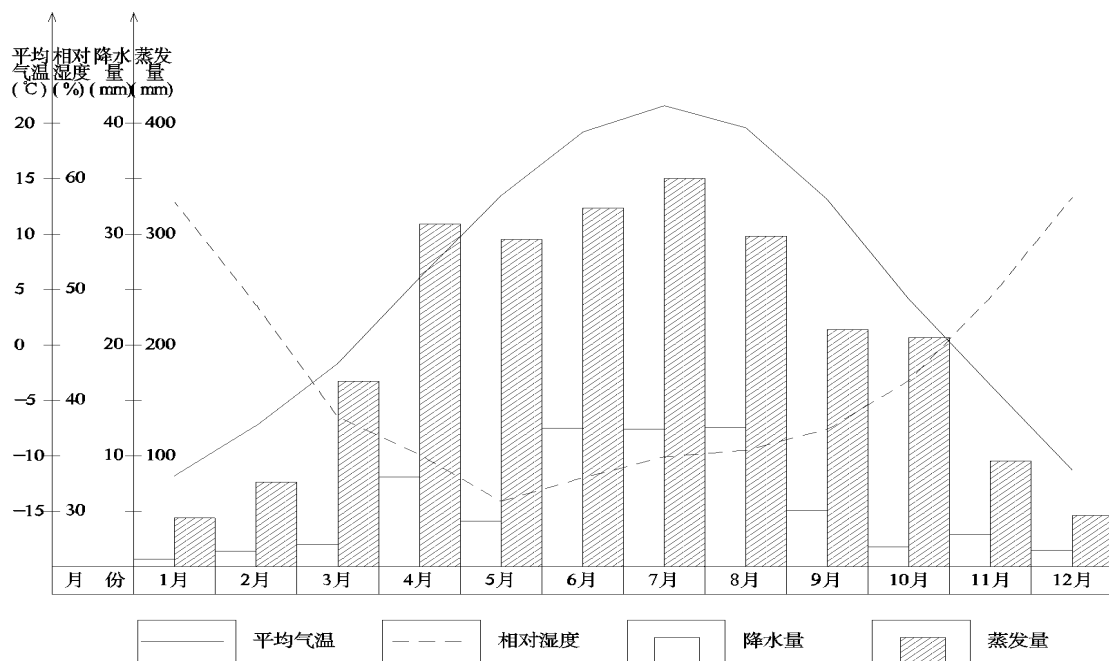


图 3-1 2000—2022 年气象要素图

### 3.1.2 水文

矿区干旱少雨，无常年性河流存在，亦无地表水分布，仅发育多条暂时性洪流作用形成的洪流沟谷，均为干沟，沟谷整体走向  $154^{\circ}\sim 207^{\circ}$ ；区内延伸一般在  $76\text{m}\sim 967\text{m}$  之间，最长达  $1.09\text{km}$ 。调查历史最高洪水位，过水断面宽在  $1.00\text{m}\sim 13.00\text{m}$  之间，最宽可达  $28.00\text{m}$ ，洪水位高一般在  $0.01\text{m}\sim 0.22\text{m}$  之间，最高可达  $0.40\text{m}$ ，糙率  $97\%$ ，利用曼宁公式推算得瞬时流量一般在  $0.011\text{m}^3/\text{s}\sim 0.30\text{m}^3/\text{s}$  之间，最高达  $0.67\text{m}^3/\text{s}$ 。6 月~9 月集中而强度较大的降水往往可形成暂时性洪流。

本矿位于罗雅楚山复式背斜北翼，矿体出露于山脊部位，排土场位于东西向的山沟内，该干沟自排土场挡土墙算起，长度为  $1.38\text{km}$ ，汇水面积为  $0.283\text{km}^2$ 。本地为汛期降水量多而集中，连续最大 4 个月降水量出现在 5~8 月，占年降水总量的百分数在  $70\%$  以上；最大月降水量发生在 7 月，占年降水量的  $20.4\sim 38.2\%$ ；其它月份降水量很少，因此暴雨来临时，首当其冲的是排土场，需对排土场进行防洪验算，设计排水工程，防止形成泥石流。对于其他工业场地，在场地周边施工排水沟即可。

排土场等级为四级，排土场洪水重现期应采用 20 年一遇，根据《冶金矿山排土场设计规范》（GB51119—2015）3.2.2 要求（三、四级排土场防洪标准不应小于 20 年，校核采用 50 年），设计按照 50 年重现期进行校核计算，依据《中国暴雨统计参数图集》及业主提供的当地的降雨统计数据计算，公式如下：

$$Q=0.278kiF$$

式中：Q—洪峰流量（ $\text{m}^3/\text{s}$ ）；

k—径流系数，当地均为草原，取 0.25；

i—平均 1h 降雨强度（ $\text{mm}/\text{h}$ ）；

F—汇水面积（ $\text{km}^2$ ）。

排土场上游汇水面积约  $0.283\text{km}^2$ ，计算得当地 50 年重现期的平均 1h 降雨强度为  $20\text{mm}/\text{h}$ ，排土场上游洪峰流量约  $1.42\text{m}^3/\text{s}$ 。

外部截水沟水力计算，计算方法：按设计流量及确定的沟底纵坡  $i$ ，计算断面尺寸。

#### 1、最小过水断面 $\omega$ 的计算

$$\omega_{\min} = 0.5y + 1.25 \sqrt{\frac{nQ}{\alpha y + 0.5 i^{0.5}}}$$

$$\alpha = \frac{1}{2\sqrt{K-m}}$$

$$K = 2\sqrt{1+m^2}$$

式中：y——可变指数；

m——边坡系数，m<sup>3</sup>/h；

n——粗糙系数；

根据开发利用方案，在矿区周边设计水沟为梯形断面，边坡系数 1:0.5，底宽 1500mm，高 1000mm，宽深比为 1.5，水沟沟底纵坡 1%。采用 MU30 浆砌块石结构，M10 水泥砂浆勾缝。

### 3.1.3 地形地貌

矿区地处甘肃北山地区，海拔 2250—2600m，最高峰七一铁矿山 2558.2m，属中低山区。山势走向近东西向，切割较浅，总体显示出北高南低的地形地貌特征。区内沟谷发育，大多为南北向，部分为北东向。



照片 3-1 地形地貌

### 3.1.4 植被

矿区植被属荒漠草原植被类型，植被稀疏，植被覆盖率小于 10%。地表零星分布有麻黄、梭梭草红砂、膜果麻黄、沙生针茅等旱生植物，丛状疏生。

山坡坡面植被稀疏，植被覆盖率小于 10%，局部低洼地段及沟道植被聚集生长，分布有麻黄、梭梭草红砂、膜果麻黄、沙生针茅等旱生植物。

### 3.1.5 土壤

矿区土壤类型主要以灰棕荒漠土为主，主要集中在盆地中央低洼部位，分布很不均匀。

土层厚度随地形变化而异，山坡坡脚处土层相对较厚，厚度 0.5-2m，山坡坡面

处厚度相对较薄，厚度大 0.5m 左右，常夹有小砾石，土壤有机质含量低，自然肥力不高，部分土壤有盐渍化，土壤质地疏松，抗蚀抗冲性弱。

在盆地中央低洼部位及沟道内，土壤一般厚度 0.5-1cm，局部地段 2m。土壤有机质含量低，自然肥力不高，部分土壤有盐渍化，土壤质地疏松，抗蚀抗冲性弱，易受风力侵蚀及水流冲刷流失。



照片 3-2 土壤植被

## 3.2 矿区地质环境背景

### 3.2.1 地层岩性

矿区内出露地层主要为蓟县系平头山组上岩性段 ( $Jxp^2$ )、及第四系 (Q) 地层。各地层岩石组合特征分述如下。

#### 1、蓟县系平头山组上岩性段 ( $Jxp^2$ )

矿区内大面积出露，呈近东西向展布。该岩层厚度变化大，由西向东其在空间分布上呈现出逐渐增厚的变化特征。在矿区中部有少部分被第四系覆盖，南西部被加里东晚期花岗闪长岩吞蚀，留有少量的残余岩层。

#### 3、第四系 (Q)

第四系全新统冲洪积物 ( $Q_4^{al+pl}$ )：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。

第四系全新统人工堆积物 ( $Q_4^{ml}$ )：分布于矿区北部，主要为历史民采采矿后堆积的废渣，岩性主要为碎石、块石，较纯净，呈棱角状，厚 3-10m。

### 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 3-1）。

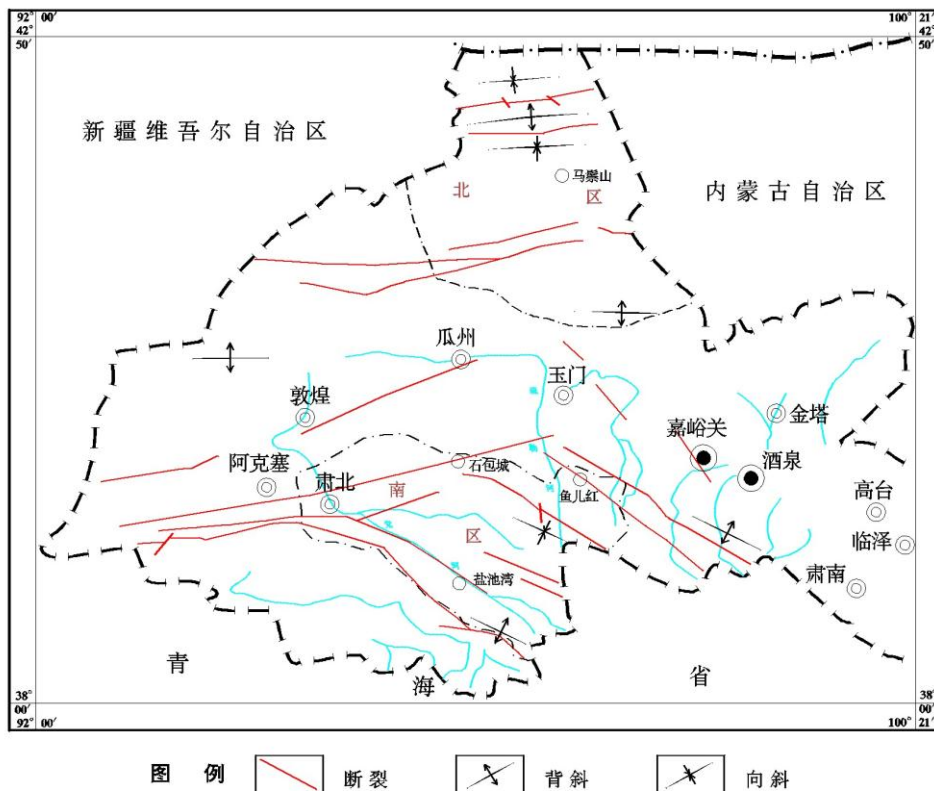


图 3-1 区域地质构造纲要图

##### (2) 矿区地质构造

###### a 褶皱构造

向斜轴部位于 I 矿段中部，轴向北西，出露长 670m，宽 400m。形态为南东收敛而封闭，北西开阔而倾伏。核部由蓟县系平头山组上岩性段 ( $J_{xp}^2$ ) 结晶灰岩组成，两翼由蓟县系平头山组上岩性段 ( $J_{xp}^2$ ) 含铁石英岩、细砂岩、结晶灰岩、大理岩组成，并在核部及两翼可见南北向辉长岩脉侵入。I 矿段赋存于褶皱两翼的含铁石英岩中，受此褶皱控制，推断含铁层位形成向斜，资源前景良好。

###### b 断裂构造

现将断裂构造特征分不同矿段叙述如下：

###### I 矿段断裂构造

F<sub>1</sub> 断层：该断层近北西向围绕向斜核部与两翼间展布，长度 1300m，倾向 45~355°，倾角 45~53°，性质为压性逆断层。是蓟县系平头山组上岩性段中厚层状结晶灰岩夹硅化灰岩与中薄层状细砂岩间的界面断层，控制了磁铁矿层的空间展布。断层面上可见垂直擦痕、阶步等，上盘结晶灰岩具强烈的褐铁矿化现象。

F<sub>2</sub> 断层：该断层位于向斜构造北翼，长度约 30m，倾向 315°，倾角 32°，性质为平推断层，该断层将其以西的含铁层位错失。断层两侧岩石普遍具定向排列，层间次级裂隙内充填交代有 1~5cm 的网状石英脉，断层面平直具水平擦痕。

## II、III 矿段断裂构造

F<sub>4</sub> 断层：该断层位于 Fe-II-1 铁矿层的底板处，长约 268m，倾向 190~225°，倾角约 70°。顶板岩性为中薄层细砂岩，底板为中厚层结晶灰岩，断层西侧被花岗岩吞蚀，西侧尖灭于细砂岩中。铁矿体由含铁石英岩组成，具条带状构造，断层面上见挤压擦痕。断层性质为逆断层。

F<sub>5</sub> 断层：该断层位于 Fe-II-2 铁矿层的顶底板部位，长约 180m，倾向 300°，倾角约 68~70°。顶板岩性为中厚层结晶灰岩，具明显的挤压揉皱现象，褐铁矿化强烈，底板为中薄层细砂岩，断层北侧被花岗岩吞蚀，南侧被第四系上更新统覆盖。铁矿体由含铁石英岩组成，具条带状构造，断层面上见挤压擦痕。断层性质为逆断层。

F<sub>6</sub> 断层：该断层位于 Fe-III-2 铁矿层的底板处，长约 550m，倾向 190~215°，倾角约 64~84°。顶板岩性为中薄层细砂岩，底板为中厚层状结晶灰岩，具强烈的挤压破碎现象，褐铁矿化十分发育。断层两侧被花岗岩体吞蚀。铁矿体由含铁石英岩组成，磁铁矿具条带状构造，断层面上具擦痕，断层性质为逆断层。

F<sub>7</sub> 断层：该断层位于 Fe-III-2 铁矿体东，长约 100m，近北东向弧形延伸，弧顶向北西突出，倾向 110~190°，倾角 54~72°。形成的断层破碎带宽约 1~3m，主要由角砾状结晶灰岩、细砂岩经粉末状物质胶结而成，有花岗岩脉、角闪岩脉侵入，断层面上见擦痕，两侧岩层具定向排列现象。该断层控制了中厚层结晶灰岩和中薄层细砂岩在空间上的展布，断层性质为压扭性。

F<sub>8</sub> 断层：该断层位于矿区东部，长 50m，近北东向弧形延伸，倾向南西，倾角 66°。控制厚层结晶灰岩和中薄层细砂岩的空间展布，断层破碎带已被花岗岩脉侵入，断层面上留下擦痕，断层性质为逆断层。

F<sub>9</sub> 断层：该断层位于 Fe-III-1 号铁矿体的东侧，断层近北西向弧形展布，弧顶向北东突出，长约 100m，倾向 190~290°，倾角 54~72°，断层西端被花岗岩体吞蚀，

东端尖灭于寒武系地层中。断层破碎带宽约 1~3m，由碎裂状结晶灰岩角砾被粉末状物质胶结而成，底板由碎裂状褐铁矿化中厚层状结晶灰岩组成。在断层面上见垂直运动擦痕，断层破碎带中构造角砾岩定向排列、压扁现象明显，断层性质为逆断层。

F<sub>10</sub> 断层：该断层位于 Fe-III-1 铁矿体东 90m，长度约 100m，呈近南北向舒缓波状延伸，倾向东，倾角 75°，该断层控制了中厚层结晶灰岩与中薄层硅质岩，还切断了其西的北东向逆断层。断层面上具垂直运动擦痕，两侧岩层具定向排列现象，断层性质为逆断层。

#### IV 矿段断裂构造

F<sub>11</sub> 断层：该断层位于 Fe-IV-2 号铁矿体底板处，长约 180m，近东西向延伸，倾向南，倾角 80°，断层两端被花岗岩所吞蚀。顶板岩性为中厚层状结晶灰岩，底板岩性为薄层状细砂岩，铁矿体由含铁石英岩组成，断层面上具垂直运动擦痕，顶板附近结晶灰岩挤压揉皱，具强烈褐铁矿化、硅化，断层性质属于逆断层。

F<sub>12</sub> 断层：该断层位于 Fe-IV-3 号铁矿体底板处，长约 210m，近东西向舒缓波状延伸，倾向南，倾角约 63°左右，断层两端被花岗岩所吞蚀。顶板岩性为中厚层状结晶灰岩，底板岩性为薄层状细砂岩，铁矿体由含铁石英岩组成，断层面上具垂直运动擦痕，顶板附近结晶灰岩挤压揉皱，具强烈褐铁矿化、硅化。断层性质属逆断层。

### 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、区域水文地质条件

矿区地处天山—阴山纬向构造带，天山内蒙褶皱系、北山中间隆起带的双鹰山复式背斜中。区内岩浆活动频繁，规模较大，构造活动强烈。矿区及附近未见常年

地表径流,依据地貌、岩性及地下水埋藏条件等,区内地下水可分为以下三种类型。

#### (1) 第四系松散岩类孔隙潜水

主要零星分布于矿区内现代沟谷及山间洼地中,含水层主要岩性为第四系全新统砂碎石、含砾粗砂,厚度一般1—3m,水位埋深一般 $<2\text{m}$ 。地下水来源主要是大气降水及周围山区暂时性洪流的补给。水量贫乏,单井涌水量可分为两个等级: $<10\text{m}^3/\text{d}$ 、 $10\text{—}100\text{m}^3/\text{d}$ ,水质较差,矿化度 $1.60\text{—}1.96\text{g/l}$ ,属微咸水。

#### (2) 基岩裂隙水

根据含水层岩性不同,可进一步分为变质岩裂隙水和岩浆岩裂隙水两种亚类。变质岩裂隙水主要分布于矿区西北部,岩性主要为岩屑砂岩、板岩、硅质岩等。地下水极为贫乏,单井涌水量一般 $<10\text{m}^3/\text{d}$ ,分布极不均匀,埋深变化大。在地表水易富集的山涧洼地、冲沟沟口等位置,地下水埋藏相对较浅,水质较差,多属咸水。

岩浆岩裂隙水主要分布于矿区北东及其南部一带,岩性以花岗岩、闪长岩、辉绿岩为主。水位埋深因地而异,在地形低洼处大约小于 $5\text{m}$ 。水量中等—贫乏,单井涌水量一般 $10\text{—}100\text{m}^3/\text{d}$ 。水质相对较好,矿化度 $1.2\text{—}2.0\text{g/l}$ ,属微咸水。

#### (3) 碳酸盐岩裂隙溶隙含水区

主要分布在矿区西南侧I矿段大理岩及矿层下部的灰岩裂隙溶隙中。一般水位埋深变化较大,分布极不均匀,水量中等—贫乏,单井涌水量一般 $10\text{—}100\text{m}^3/\text{d}$ ,主要富集于地形低洼部位,水质较好,矿化度一般 $<3.0\text{g/l}$ ,属微咸水。

### 2、矿区水文地质条件

#### (1) 地下水主要类型及其富水性分析

矿区地下水主要有第四系砂砾、碎石孔隙潜水、基岩裂隙水(构造断裂脉状水)、碳酸盐岩裂隙水三种类型。

##### ①第四系砂砾、碎石孔隙潜水

分布于矿区内现代冲沟及矿区南侧的第四系沙滩中,含水层为砂砾、碎石。地下水主要来源于大气降水及周围山区暂时性雨洪的补给,局部地段储存暂时性地下水。

##### ②基岩裂隙潜水

矿区基岩裂隙水主要赋存于蓟县系平头山组上岩性段( $J_{xp}^2$ )地层中,是该区铁矿的直接赋矿地层。岩性主要有灰绿色粉砂质板岩、泥硅质板岩、炭质板岩、硅质板岩、石英千枚岩、变细砂岩、变长石岩屑砂岩、石英角闪岩等组成。

据矿区钻探、坑探工程施工结果，矿区岩石次级节理、裂隙发育，利于地下水的渗流富集，但由于本区地下水来源主要是大气降水，降雨量稀少、蒸发量大、岩石泥质成分含量高而使张性裂隙、节理大为减少或堵塞，地下水补给条件较差，矿区富水性也较贫乏。

### ③碳酸盐岩裂隙水

分布在蓟县系平头山组上岩性段( $J_{xp}^2$ )底部深色大理岩和中上寒武统西双鹰山组( $\epsilon_{2+3x}$ )底部为砾状灰岩、粒屑灰岩中。据矿区钻孔和竖井(距离地表深度约40m)的水文资料，该层地下水分布不均匀，水量极贫乏。

## (2) 地下水的补、径、排条件

区内无常年地表水系，大气降水是该区地下水的唯一来源，而第四系松散堆积物为降水的渗入创造了有利的条件。由于地形条件的影响，降水量稀少且以暴雨形式降落，大部分降雨形成沟谷洪流短时间内排出区外，只有少部分渗入地下，但由于蒸发量大，补给地下水的水源甚少。

地下水的流向依据区域水文资料推测与地面水的流向相反，自北东向南西径流。矿区内无地下水天然露头，地下水径流至矿区外围渗入第四系松散堆积层内。

## 3、矿床充水因素分析

矿床主要充水因素为矿体围岩中赋存的裂隙水，特别是与构造有关的脉状裂隙水，对矿山井下开采可能构成威胁。但其补给来源不足，储水空间小，发生矿坑涌水、突水事件的可能性较低，而且主要以消耗地下水静储量为主。矿坑涌水主要来源于孔隙、裂隙或构造断裂导水方式，但随着深度增加裂隙率减小，水量也将逐步减小，构造断裂导水将成为主要影响因素，几乎不受大气降水影响。

矿区内沟谷发育，以暴雨形式的降水短时间内汇集于沟谷内泄下，形成很大的瞬时洪流量，沟谷与矿床一旦有导水的通道，井巷工程通过时洪水将会溃入井下，应加以必要的防范。

综上所述，该矿床水文地质条件属简单—中等型。

## 4、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 3-1 涌水量计算表

项目	符号	单位	小翁考克山铁矿		备注
			正常	最大	
采场正常涌水量	Q	m <sup>3</sup> /d	400	633	
矿场面积上静储量	q <sub>1</sub>	m <sup>3</sup> /d	1.52	1.52	
含水层的给水度	μ	上盘	0.05	0.05	
		下盘	0.05	0.05	
疏干时间	t	d	3600	3600	
采场内被剥离含水层的面积	A	m <sup>2</sup>	5476	5476	图上量取
采场含水层平均疏干厚度	h <sub>cp</sub>	m	20	20	按潜水水位高度确定
降落漏斗范围内的静储量	q <sub>2</sub>	m <sup>3</sup> /d	213	213	
降落漏斗的影响半径	R	m	1011	1011	库萨金经验公式
疏干地段(采矿场边缘)的周长	L	m	1136	1136	图上量取
塌陷区大气降水量	q <sub>3</sub>	m <sup>3</sup> /d	68	68	
年平均降水量	X	m	0.06	0.06	核实报告提供
塌陷区面积	F <sub>1</sub>	m <sup>2</sup>	97159	97159	图上量取
年疏干时间	t	d	90	90.00	
移动带内的降水渗入量	q <sub>4</sub>	m <sup>3</sup> /d	117	350	

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。

设计暴雨频率取 20%，小翁考克山铁矿属于年降雨量小于 1000mm 地区，稳妥起见，径流渗入量取 5%。正常降雨量和设计频率降雨量计算见下表。

表 3-2 正常降雨量 and 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	0.0633	地质报告
	集水面积	F	m <sup>2</sup>	97159	设计数据
	径流量	Q <sub>z</sub>	m <sup>3</sup> /d	16.85	
设计频率降雨	集水面积	F	m <sup>2</sup>	97159	设计数据
	设计频率暴雨量	H <sub>p</sub>	m	0.024	
	频率为 P 的暴雨强度	S <sub>p</sub>	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	$\phi$		0.4	
	偏差系数	C <sub>s</sub>		1.75	
	变差系数	C <sub>v</sub>		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 <sub>p</sub>	m <sup>3</sup> /d	2332	

经计算，小翁考克山铁矿坑内正常涌水量 400m<sup>3</sup>/d，最大涌水量 633m<sup>3</sup>/d。

硬岩地下矿山生产是在竖向上，以生产中段、开拓采准中段(掘进中段)为环节，滚动循环、逐步向下的过程，因此上述计算的矿坑涌水量是任何一个生产循环中的涌水量。

### 3.2.4 工程地质条件

#### 1、土体工程地质性质

由第四系全新统人工堆积碎石土和第四系全新统洪积碎块石组成。

第四系全新统人工堆积碎石土分布于已有排土场，为人工堆积而成，粒径 5-30cm，结构松散，堆积厚度变化大，工程地质性质较差。

第四系全新统洪积碎块石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

区内 Fe-III-2 号矿体顶、底板岩石均为长英质变砂岩，区内顶板砂岩单轴抗压强度(干) 170MPa，抗压强度(湿) 74.7MPa，天然状态抗压强度 106MPa，软化系数 0.44，饱和抗剪强度 19.36MPa，接近地表风化较重，饱水后抗压强度减小，属坚硬、半坚硬岩层。

区内底板砂岩单轴抗压强度(干) 139MPa，抗压强度(湿) 67.2MPa，天然状态抗压强度 108MPa，软化系数 0.48，饱和抗剪强度 16.91MPa，接近地表风化较重，

饱水后抗压强度减小，裂隙不发育，属坚硬、半坚硬岩层。区内砂岩、砾岩厚度较大，胶结程度较差，致密块状，接近地表风化较重，饱水后抗压强度减小，属坚硬、半坚硬岩层。区内矿体发育于构造破碎带中，石英脉充填发育，硅化强烈，局部地段渗水，系由地下水引起，属坚硬、半坚硬岩层。

### 3.2.5 矿体地质特征

根据矿体空间分布位置，自西向东将矿区内划分为4个铁矿段（即I、II、III、IV矿段，其中Fe-III-2号矿体为主要详查矿体），共圈出了9条铁矿体（I矿段内Fe-I-1、Fe-I-2号铁矿体，II矿段内Fe-II-1、Fe-II-2号铁矿体，III矿段内Fe-III-1、Fe-III-2号铁矿体，IV矿段内Fe-IV-1、Fe-IV-2、Fe-IV-3号铁矿体）。现将各矿段铁、钒矿体地质特征叙述如下：

#### Fe-I-1号矿体特征

矿体呈层状或似层状赋存于蓟县系平头山组上岩性段（ $J_{xp}^2(Fe+\varphi)$ ）含铁石英岩中。矿体受向斜构造影响，含矿极不均匀，铁矿体分布于南翼，地表控制长度约504m，矿体由工业矿体和低品位矿体组成，工业矿体平均厚度为4.48m，厚度变化系数为26%，TFe平均品位26.03%，品位变化系数为17%。通过在0号勘探线施工钻孔I ZK001对铁矿体深部进行了控制，在22.89—28.05m间见到铁矿体，厚度为4.82m，TFe平均品位22.67%。矿体产状 $30—49^{\circ} \angle 53—67^{\circ}$ ，含矿岩性为含铁石英岩，围岩蚀变为硅化、黄铁矿化、碳酸盐化、透辉石化等。

#### Fe-I-2号矿体特征

矿体呈似层状赋存于蓟县系平头山组上岩性段（ $J_{xp}^2(Fe+\varphi)$ ）含铁石英岩中。地表控制长度约346m，矿体由低品位矿体组成，矿体平均厚度7.18m，TFe平均品位24.40%。矿体产状 $15—37^{\circ} \angle 63—78^{\circ}$ ，含矿岩性为含铁石英岩，围岩蚀变为硅化、黄铁矿化、碳酸盐化等。

#### Fe-II-1号矿体特征

矿体呈层状或似层状赋存于中上寒武统西双鹰山组（ $\epsilon_{2+3x}(Fe+\varphi)$ ）含铁石英岩中，地表由探槽II TC9-1、II TC29-1控制。地表控制长度约275m，矿体由低品位矿体组成，矿体平均厚度9.38m，厚度变化系数为1%，TFe平均品位24.22%，TFe最高品位32.75%，品位变化系数为16%。矿体走向北西，产状 $210—225^{\circ} \angle 75^{\circ}$ 。铁矿体顶板为中薄层细砂岩，底板为中厚层结晶灰岩，近断层面围岩具强烈的褐铁矿化。

矿体北西端被海西中期花岗岩侵蚀，南东端尖灭于中薄层细砂岩中。含矿岩性为含铁石英岩，主要蚀变为黄铁矿化、碳酸盐化、硅化、透辉石化、透闪石化等。

#### Fe-II-2 号矿体特征

铁矿体呈层状或似层状赋存于中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}(\text{Fe}+\varphi)$ ) 含铁石英岩中。矿体控制长度 146m，由工业矿体和低品位矿体组成，工业矿体 (Fe-II-2-1) 平均厚度 7.24m，TFe 平均品位 29.46%，TFe 最高品位 34.79%；低品位矿体 (Fe-II-2-2) 平均厚度 7.27m，TFe 平均品位 21.84%。走向北东，倾向北西，倾角 67—75°，顶板为中厚层状结晶灰岩，底板为中薄层细砂岩。近铁矿体附近围岩具强烈褐铁矿化，岩石破碎程度高，断层两侧围岩岩层产状与断层产状相同。铁矿体北东端被海西中期花岗岩侵蚀，南西端被第四系上更新统覆盖。含矿岩性为含铁石英岩，围岩蚀变为黄铁矿化、碳酸盐化、硅化、透辉石化、透闪石化等。

#### Fe-III-1 号铁矿体特征

矿体呈囊状赋存在中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}(\text{Fe}+\varphi)$ ) 含铁石英岩中，地表由探槽 III TC1-1 单工程控制，矿体控制长度 56m，由两层工业矿体组成，矿体平均厚度分别为 3.80m 和 28.50m，TFe 平均品位分别为 34.14% 和 33.24%，TFe 最高品位 43.59%，矿体产状  $270^\circ \angle 72^\circ$ 。矿体东端受北西弧形逆断层控制，西、南两端被华力西中期花岗岩侵蚀，矿体底板为中厚层状结晶灰岩，近断层面附近围岩具强烈褐铁矿化，岩石破碎。含矿岩性为含铁石英岩，围岩蚀变为黄铁矿化、硅化、透辉石化、透闪石化等，见零星分布的孔雀石化现象。

#### Fe-III-2 号铁矿体特征

矿体呈层状或似层状赋存在中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}$ ) 结晶灰岩和细砂岩接触带含铁石英岩中。矿体地表控制长度 565m，由工业矿体组成，矿体平均厚度 11.74m，厚度变化系数为 64%；TFe 平均品位 28.40%，TFe 最高品位 47.03%，品位变化系数为 23%。产状  $192—222^\circ \angle 70—87^\circ$ ，含矿岩性为含铁石英岩，矿体顶板为中薄层石英砂岩，矿体底板为中厚层状结晶灰岩，结晶灰岩具强烈褐铁矿化现象。主要蚀变为黄铁矿化、硅化、透辉石化、透闪石化等。

### IV 矿段

#### Fe-IV-1 号矿体特征

矿体呈透镜状赋存在中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}$ ) 含铁石英岩中，铁矿体四周被海西中期花岗岩体侵蚀，地表长度 200m，平均厚度 12.80m，TFe 平均品位 31.63%，

TFe 最高品位 37.36%，产状  $195^{\circ}\angle 65^{\circ}$ 。含矿岩性为含铁石英岩，主要围岩蚀变为黄铁矿化、硅化、透辉石化、透闪石化等。

#### Fe-IV-2 号矿体特征

矿体呈似层状赋存在中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}$ ) 含铁石英岩中，地表由探槽 IVTC0-1、IVTC2-1 控制，铁矿体北、西、东侧被华力西中期花岗岩体侵蚀、南侧与细砂岩呈断层接触关系，地表控制长度 270m，矿体平均厚度 11.32m，厚度变化系数为 53%；TFe 平均品位 26.63%，TFe 最高品位 33.52%，品位变化系数为 1%。产状  $210^{\circ}\angle 80^{\circ}$ ；含矿岩性为含铁石英岩，围岩蚀变为黄铁矿化、硅化、透辉石化、透闪石化等。

#### Fe-IV-3 号铁矿体特征

矿体呈层状或似层状赋存在中上寒武统西双鹰山组 ( $\in_{2+3x}$ ) 结晶灰岩和细砂岩接触带含铁石英岩中，地表由探槽 IVTC0、IVTC4、IVTC8 控制，铁矿体东、西两侧被海西中期花岗岩侵蚀。矿体地表长度 230m，平均厚度 10.72m，厚度变化系数为 10%；TFe 平均品位 24.50%，TFe 最高品位 30.35%，品位变化系数为 5%。两盘产状相对：南盘产状  $10-18^{\circ}\angle 68-72^{\circ}$ ，北盘产状： $180^{\circ}-185^{\circ}\angle 56-61^{\circ}$ ，含矿岩性为含铁石英岩，围岩蚀变具强烈褐铁矿化现象。

表 3-3 矿体特征统计表

矿体编号	矿体规模(m)			平均品位 (%)		矿体产状	矿体形态
	长度	厚度	延深	TFe	V <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
Fe-I-1	504	4.48	83	26.03		$30-53^{\circ}\angle 67^{\circ}$	层状、似层状
Fe-I-2	344	7.18	86	24.40		$15-63^{\circ}\angle 78^{\circ}$	似层状
Fe-II-1	276	9.38	69	24.23		$210-225^{\circ}\angle 75^{\circ}$	层状、似层状
Fe-II-2	146	5.50	36	23.56		$305-325^{\circ}\angle 67-75^{\circ}$	层状、似层状
Fe-III-1	56	31.96	14	33.35		$270\angle 72^{\circ}$	囊状
Fe-III-2	565	10.68	230	26.22		$192-222^{\circ}\angle 70-87^{\circ}$	层状、似层状
Fe-IV-1	200	12.80	50	31.63		$195^{\circ}\angle 65^{\circ}$	透镜状
Fe-IV-2	270	11.32	68	24.20		$210^{\circ}\angle 80^{\circ}$	似层状
Fe-IV-3	230	10.72	58	24.50		南盘 $10-18^{\circ}\angle 68-72^{\circ}$ 北盘 $180-185^{\circ}\angle 56-61^{\circ}$	层状、似层状
V-1	138	3.40	35		0.88	$10-35^{\circ}\angle 61-78^{\circ}$	层状、似层状
V-2	100	22.30	200		1.61		层状、似层状

#### 3.2.6 围岩稳定性评价

依照《岩土工程勘察规范(GB50021—2001)》标准，含矿岩石及围岩质量为 II—III 级，围岩基本长期稳定，偶有掉块，无塌方，坑内无需支护。

矿区开拓地段岩层，属于坚硬半坚硬岩石，局部由于构造断裂带的影响，较软弱破碎，稳定性差，特别是矿区岩石由于饱水后抗压强度较小，属较软弱岩层，局部地段需进行必要的处理。矿区地处侵蚀构造山区，风化作用较强，风化裂隙发育较浅，岩层较完整。随着开采深度的增加，含水构造破碎带的静水压力较大，有突水的可能，出水量随时间急剧下降，需注意防范。

矿区矿床及矿体上下盘围岩稳固性较好，属于坚硬半坚硬岩石，局部软弱，接近地表风化较重，饱水后抗压强度减小。矿石松散系数为 1.52，矿区自然安息角为 37°。含矿岩石及围岩质量为 II—III 级，围岩基本长期稳定，偶有掉块，无塌方，坑内无需支护。矿区地处侵蚀构造山区，风化作用较强，风化裂隙发育较浅，岩层较完整。矿区矿床及矿体上下盘围岩稳固性较好。因此，矿区工程地质条件属简单～中等型。

### 3.3 矿区社会经济概况

2022 年，肃北县国内生产总值 25.9 亿元，按可比价格计算，比上年增长 17%。其中，第一产业增加值 1.5 亿元，增长 6.3%；第二产业增加值 13.9 亿元，增长 25%；第三产业增加值 10.5 亿元，增长 11.4%。三次产业结构由 2021 年的 7: 48: 45 调整为 5.8: 53.7: 40.5。在第三产业中，交通运输仓储和邮政业、批发和零售业、住宿和餐饮业、金融业、房地产业、其他服务业增加值分别增长 28.1%、4.5%、1.2%、3.8%、4.6%、10.1%。人均地区生产总值为 142198 元，按可比价格计算，比上年增长 17%。

2022 年，肃北县城镇居民人均可支配收入 46286.15 元，增长 3.5%；农村居民人均可支配收入 33749.78 元，增长 6.5%。城镇居民人均消费支出 39320.82 元，增长 4.7%；农村居民人均消费支出 28443.68 元，增长 6.2%。居民恩格尔系数城镇为 29%，农村为 27%。

2022 年，肃北县固定资产投资比上年增长 17.8%。按三次产业分，第一产业投资增长 660.6%；第二产业投资下降 4.0%，其中工业投资下降 4.1%；第三产业投资增长 86.2%。基础设施投资增长 96.4%。项目投资比上年增长 18.3%。其中，电力、热力、燃气及水生产和供应业投资下降 11.2%，交通运输、仓储和邮政业投资增长 76.7%，水利、环境和公共设施管理业投资增长 338.4%。

房地产开发投资比上年下降 32.8%，房屋施工面积 2.51 万平方米，下降 63%，其中，住宅施工面积 2.3 万平方米，下降 43.2%。商品房销售面积 0.75 万平方米，增长 27.12%，其中，住宅销售面积 0.72 万平方米，增长 28.6%。

2022 年，肃北县全部工业增加值 13.9 亿元，可比价计算增长 25%。规模以上工业增加值增长 39.4%，其中马鬃山经开区规上工业增加值增长 42.8%。在规模以上工业中，分经济类型看，国有控股企业增加值增长 36.7%；股份制企业增长 24.5%；私营企业增长 93%。分门类看，采矿业增长 55.3%，制造业下降 20.4%，电力、热力、燃气及水生产和供应业增长 29.6%。

发电装机容量 343385 万千瓦，比上年增长 50.9%。其中，水电装机容量 57863 万千瓦，增长 3.4%；并网太阳能发电装机容量 3902 万千瓦，增长 1.0%；并网风电装机容量 281620 万千瓦，增长 67.9%。规模以上工业企业利润 3.9 亿元，比上年增长 68.2%。分经济类型看，国有控股企业利润 4.5 亿元，比上年增长 88.4%；股份制企业 2.8 亿元，增长 19.6%；其他企业 0.35 亿元，增加 1412.7%。分门类看，采矿业利润 0.86 亿元，比上年下降 1.7%；制造业-0.57 亿元，下降 24%；电力、热力、燃气及水生产和供应业 3.6 亿元，增长 111.6%。规模以上工业企业每百元营业收入中的成本为 68.3 元，比上年增加 0.4 元。营业收入利润率为 10.1%，提高 0.7 个百分点。规模以上工业企业资产负债率为 77.8%，比上年降低 6.7 个百分点。规模以上工业企业成本费用利润率 11.8%，比上年增长 1.09 个百分点。

### 3.4 土地利用现状

#### 3.4.1 土地利用类型

经实地踏勘调查结合 2022 年国土变更调查数据库成果资料统计，采矿区与尾矿库评估区范围总面积为 174.81hm<sup>2</sup>，其中采矿区评估区范围面积为 134.15hm<sup>2</sup>，尾矿库评估区范围总面积为 40.66hm<sup>2</sup>，土地利用类型见表 3-4。

本矿 2013 年以前民采采矿所形成露天采坑和排土场。一处露天采坑形似“蝌蚪形”，出入斜沟长 128m，采坑内部呈圆形，直径约 103m，深约 5-10m，大致形成了 2 个台阶，内部道路由出入沟进入，一次进入坑底。一处露天采坑长 350m，上宽 50m，下宽 12m，采深最大 10m，南北边坡坡度约宽 46°。原排土场位于露天采坑的正东 143m 处，形成了一个台阶，形态呈圆形，直径约 160m，面积为 1.64hm<sup>2</sup>，为历史民采人工堆填形成，已经过治理，排土场顶部进行平整，对北侧形成斜坡进行放坡处理，斜坡坡度约 35°，高度 5-7m，斜坡较为稳定。

表 3-4 评估区土地利用现状结构表

采矿区评估范围	一级地类		二级地类		矿区内面积 (hm <sup>2</sup> )	矿区外面积 (hm <sup>2</sup> )	总面积 (hm <sup>2</sup> )	权属
	04	草地	0401	天然牧草地	0.36	1.35	1.71	国有
04	草地	0404	其他草地	0.61	0.89	1.5	国有	
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	18.64	5.45	24.09	国有	
12	其他用地	1207	裸岩石砾地	72.34	34.51	106.85	国有	
合计				91.95	42.20	134.15		
尾矿库评估范围	一级地类		二级地类		建设范围内面积 (hm <sup>2</sup> )	建设范围外面积 (hm <sup>2</sup> )	总面积	权属
	04	草地	0401	天然牧草地	0.77	1.02	1.79	国有
	12	其他用地	1207	裸岩石砾地	26.59	12.28	38.87	国有
	合计				27.36	13.30	40.66	
总计							174.81	

### 3.4.2 土地权属状况

矿区位于甘肃省肃北县马鬃山镇辖区，矿区土地权属为国有土地。

### 3.4.3 矿区基本农田情况

通过与肃北县土地利用现状图、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

矿区周边前期进行矿业勘探和采矿活动，修建宿舍，人类工程活动强度较强烈。

### 3.6 矿山及周边矿山地质环境与土地复垦案例分析

矿区周边分布长流水金矿，布办公生活区、工业场地、废石场、炸药库等建筑设施。根据已有资料分析，区内地质灾不发育，水土环境污染较轻，对土地造成重度压占损毁，使区内土壤结构及植被遭受完全破坏。根据现场调查及已有资料，办公生活区、工业场地、废石场、炸药库治理工程主要包括建筑物拆除、土地平整工程、绿化工程，并设计后期管护三年。建筑物拆除主要是针对办公生活区、工业场地、炸药库等地表建筑，开采结束后进行拆除；土地平整主要为对废石场顶部及坡面进行平整，使坡度达到复垦草地的要求，总投资约 430 万元。



照片 3-3 长流水金矿治理工程



照片 3-4 长流水金矿治理工程

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

兰州川泰工程咨询有限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 2024 年 1 月 21 日~2024 年 2 月 5 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 1:5000 地形图为底图，同时参考土地利用现状图、地貌类型图、植被覆盖度图等图件，对地质环境问题点和主要地质现象点进行观测描述，调查点数 19 个，为人工定点，采用测距仪、皮尺、罗盘等工具调查每个地质灾害点基本特征、发育程度、危害程度，并对主要地质环境问题点进行数码照相和 GPS 定位。

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。

表 4-1 完成工作量一览表

项目	单位	工作量
调查面积	km <sup>2</sup>	2.0154
评估面积	km <sup>2</sup>	1.7481
调查线路	km	5.52
单点及设施调查	处	19
植被调查	处	12
数码照片	张	24
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。

由于该矿山尾矿库距离采矿权范围较远，尾矿库与选厂通过管道相连，划分为两个评估区。根据采矿区范围、尾矿库范围、工程布局及矿区周围环境地质问题，本次采矿区评估区范围为主要以矿区范围为界向外扩展 50m，矿区范围外基础设施以建设范围为界向外扩展 50-100m，评估区面积为 134.15hm<sup>2</sup>；尾矿库评估区评估区范围为主要以尾矿库范围为界向外扩展 50m，评估区面积为 40.66hm<sup>2</sup>；总评估区范围 174.81hm<sup>2</sup>。

#### 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，远离各级自然保护区及旅游景区，矿区及周边重要交通干线为矿山公路，区内土地类型以裸岩石砾地、采矿用地、其他草地、天然牧草地。

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较重要区。

表 4-2 评估区重要程度分级表

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

矿山为地下采矿, 矿体围岩中赋存的裂隙水, 特别是与构造有关的脉状裂隙水, 对矿山井下开采可能构成威胁。但其补给来源不足, 储水空间小, 发生矿坑涌水、突水事件的可能性较低, 第四系松散层孔隙潜水与下层水力联系不密切, 综上矿区水文地质条件属“简单”。

矿区矿床及矿体上下盘围岩稳固性较好, 属于坚硬半坚硬岩石, 局部软弱, 接近地表风化较重, 饱水后抗压强度减小。矿石松散系数为 1.52, 矿区自然安息角为 37°。含矿岩石及围岩质量为 II—III 级, 围岩基本长期稳定。矿区工程地质条件的复杂程度属“简单”。

区内构造复杂, 褶皱与断裂发育, 矿区地质构造程度为“复杂”。

经调查, 现状条件下无地质灾害, 矿山地质环境复杂程度为“简单”。

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。

评估区地貌单元类型简单, 地形起伏变化较小, 自然排水条件良好, 地形坡度一般为 10°左右, 相对高差较小, 矿区地形地貌条件属“简单”。

综上所述, 矿山地质环境条件复杂程度为“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 <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中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 <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于 3000m <sup>3</sup> /d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于 10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5-10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于 5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。
地质构造复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大。	地质构造较复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大。	地质构造简单，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小。
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。
采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到有效处理，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。
<b>注：</b> 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  $36 \times 10^4 \text{t/a}$ ，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	$\geq 100$	100-30	$< 30$	矿石

### (4) 评估级别

综上所述，评估区重要程度为较重要区，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 with 分级标准

### (1) 评估工作方法

a 通过项目区 1: 5000 地形图、1: 10000 肃北县土地利用现状图、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 <sup>3</sup> /d; 区域地下水水位下降; 矿区周围主要含水层(带)水位大幅下降, 或呈疏干状态, 地表水体漏失严重; 不同含水层(组)串通水质恶化; 影响集中水源地供水, 矿区及周围生产、生活供水困难。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大; 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响严重。	占用破坏基本农田, 占用破坏耕地大于 2hm <sup>2</sup> ; 占用破坏林地或草地大于 4 hm <sup>2</sup> ; 占用破坏荒地或未开发利用土地大于 20hm <sup>2</sup> 。
较严重	地质灾害规模中等, 发生的可能性较大; 影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重重要工程设施安全; 造成或可能造成直接经济损失 100-500 万元, 受威胁人数 10-100 人。	矿井正常涌水量 3000-10000 m <sup>3</sup> /d; 矿区及周围主要含水层(带)水位下降幅度较大, 地下水呈半疏干状态; 矿区及周围地表水体漏失较严重, 影响矿区及周围部分生产生活供水。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大, 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较重。	占用破坏耕地小于等于 2 hm <sup>2</sup> ; 占用破坏林地或草地 2-4 hm <sup>2</sup> ; 占用破坏荒山或未开发利用土地 10-20hm <sup>2</sup> 。
较轻	地质灾害规模小, 发生的可能性小; 影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施, 造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元; 受威胁人数小于 10 人。	矿井正常涌水量小于 3000 m <sup>3</sup> /d; 矿区及周围主要含水层水位下降幅度小, 矿区及周围地表水体未漏失, 未影响到矿区及周围生产生活供水。	对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小; 对各类自然保护区、人文景观、风景旅游区、城市周围、主要交通干线两侧可视范围内地形地貌景观影响较轻。	占用破坏林地或草地小于等于 2 hm <sup>2</sup> ; 占用破坏荒山或未开发利用土地小于等于 10hm <sup>2</sup> 。

注: 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

根据本次现场调查, 小翁考克山铁矿前期未进行开采, 2013 年以前民采采矿形成露天采坑, 现状形成不稳定斜坡。

## a 不稳定斜坡基本特征

经调查, 不稳定斜坡位于露天采场前缘, 因采矿活动开挖而成, 坡体组成物质为碎石土, 属土质边坡。一处露天采坑形似“蝌蚪形”, 出入斜沟长 128m, 采坑内部呈圆形, 直径约 103m, 深约 10m, 大致形成了 2 个台阶(图 4-1); 一处露天采坑长 350m, 上宽 50m, 下宽 12m, 采深最大 10m, 南北边坡坡度约宽 46°(图 4-2)。

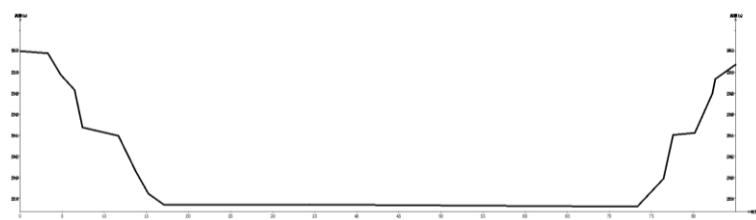


图 4-1 不稳定斜坡

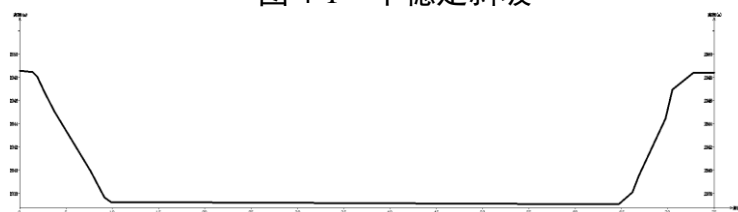


图 4-2 不稳定斜坡

### b 稳定性分析

根据边坡所处的地质环境条件，重点依据变形迹象，并与同类斜坡发生的条件进行类比，按照斜坡稳定性野外判别表(表 4-7)，综合分析后判定其稳定性。不稳定边坡主要由碎石土组成，在降雨、机械振动及地震等不利工况条件下，坡体有可能失稳变形，发生崩塌现象。评价结果为，评估区内发育的不稳定边坡现状稳定性较差。

表 4-7 斜坡稳定性野外判别表

斜坡要素	稳定性差	稳定性较差	稳定性好
坡脚	临空，坡度较陡且常处于地表径流的冲刷之下，有发展趋势，并有季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水。	临空，有间断季节性地表径流流经，岩土体潮湿，斜坡坡度在 $15^{\circ}$ - $45^{\circ}$ 之间。	斜坡较缓，临空高差小，无地表径流和继续变形的迹象，岩土体干燥。
坡体	平均坡度 $>40^{\circ}$ ；坡面上有多条新发展的裂缝，其上建筑物、植被有新的变形迹象，裂隙发育或存在易滑软弱结构面。	平均坡度 $15^{\circ}$ - $40^{\circ}$ ；坡面上局部小的裂缝，其上建筑物、植被无变形迹象，裂隙较发育或存在软弱结构面。	平均坡度 $<15^{\circ}$ ，坡面上无裂缝，其上建筑物、植被没有新的变形迹象，裂隙不发育，不存在软弱结构面。
坡肩	可见裂缝或明显位移迹象，有积水或存在积水地形。	有小裂缝，无明显位移迹象，存在积水地形。	无位移迹象，无积水，也不存在积水地形。

### c 可能造成的损失分析

评估区发育的不稳定斜坡，其破坏方式主要以小型滑坡为主，现状情况下不稳定斜坡坡体对过往车辆及工作人员造成安全造成威胁和破坏，正常作业期受威胁人数约 2-4 人，直接经济损失小于 50 万元。

### d 地质环境影响程度评价

根据《甘肃省地质灾害危险性评估规程》相关规范，不稳定斜坡处于欠稳定状态，发生地质灾害的可能性较大，威胁损失小。根据《编制规范》附录E《矿山地质环境影响程度分级表》（表4-6），分析判定评估区内不稳定斜坡地质灾害对矿山地质环境的影响程度较轻。

## （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

排土场位于采矿权西侧，共堆存2个台阶，单台阶高度4m，堆置标高为2365m~2369m~2374m，堆置总高度为8m，最终总边坡角 $23^{\circ}$ ，小于废石自然安息角 $35^{\circ}$ 。边坡间的最终平台整平为2%的反向坡度。

由于排土场后期堆积已进行放坡设计，前缘堆积废石引发不稳定斜坡稳定性较好。排土场位于东西向的山沟内，该干沟自排土场挡土墙算起，长度为1.38km，汇水面积为 $0.283\text{km}^2$ 。本地为汛期降水量多而集中，连续最大4个月降水量出现在5~8月，占年降水总量的百分数在70%以上；最大月降水量发生在7月，占年降水量的20.4~38.2%；其它月份降水量很少，因此暴雨来临时，首当其冲的是排土场，需对排土场进行防洪验算，设计排水工程，防止形成泥石流。对于其他工业场地，在场地周边施工排水沟即可。

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，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 矿山开采引发地面塌陷地质灾害预测评估

根据矿体分布和开采情况，矿山开采将会形成地面塌陷区，根据周边类型矿山开采后形成地面塌陷情况的调查，进行预测评估。

#### 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，参考周边矿山，取0.6；

$M$ -矿体厚度，取平均厚度11.79m；

$\alpha$ -矿层倾角，取  $70^\circ$ 。

依据上述参数计算的塌陷区最大下沉值为：

地面塌陷区最大下沉值： $W_{\max}=11.79 \times 0.6 \times \cos 70^\circ = 2.42\text{m}$

②最大水平移动值

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，参考周边矿山，取 0.64

$W_{\max}$ -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：

地面塌陷区最大水平移动值： $U_{\max}=2.42 \times 0.64=1.55\text{m}$

③塌陷区面积预测

地面塌陷的影响半径： $r=H/\text{tg}\beta$

式中： $H$ -采深，取 200m；

$\beta$ -塌陷移动夹角，参考周边矿山，取  $70^\circ$ 。

依据上述参数计算的地面塌陷的影响半径为：

地面塌陷的影响半径： $U_{\max}=200/2.75=73\text{m}$

地面塌陷的影响半径约为 73m，中心开采矿体半径为 100m，最终地面塌陷区域半径约为 238m。依据上述计算结果，结合开发利用方案，矿山开采后，地面塌陷区南北方向长约 170m，东西方向宽约 630m 的地面塌陷区，面积约为  $8.12\text{hm}^2$ 。

## 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 4-8），判定矿区地面塌陷地质灾害发生的可能性。

表 4-8 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 200m，矿带矿体平均厚度 11.79m，深厚比分别为为 17。根据表 4-9，

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，结合《地面沉降调查与监测规范》（DZ/T0283-2015），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或采空区顶部中间出现多条裂缝等。

### 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 4-9），预测在开采后形成的地面塌陷地质灾害规模为小型。

表 4-9 地面塌陷分级标准

级别	塌陷或变形面积 (km <sup>2</sup> )
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 8.12hm<sup>2</sup>，塌陷规模为小型，最大下沉值为 2.49m，最大水平移动值为 1.55m，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小型、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

矿区现状未进行开采，未对深部地下水含水层造成影响，未使含水层的连续性遭受破坏。综上所述，现状评估本矿山历史采矿活动对地下水含水层的影响较小，矿山地质环境影响程度较轻。

### (2) 预测评估

#### a 采矿活动对含水层结构的破坏

本次为采矿证延续开采，开采前后的含水层未变，依然为裂隙含水层，主采矿体部分位于区域地下水位以上，矿体开采对含水层结构造成一定破坏，破坏方式主要表现为挖损、爆破围岩松动及移动变形形成地下水新的运移通道。根据矿体地质特征及含水层结构特点，预测开采对含水层结构的破坏程度为中等。

#### b 井巷疏干排水对区域含水层的影响

根据前期开发利用方案及周边矿山实践情况，矿区井巷涌水量约  $630\text{m}^3/\text{d}$ ；矿井疏干排水将导致局部范围含水层水位下降；矿区无地表水，不产生导致溪沟断流等情况。

根据矿山地质环境影响程度分级标准（表 4-6），结合《矿区地下水含水层破坏危害程度评价规范》，井巷疏干排水对区域含水层的影响程度为较轻，对矿山地质环境影响程度较轻。

### 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 宿舍

采矿办公区面积为  $0.07\text{hm}^2$ ，占地面积较小，未进行大范围开挖回填，进行场地平整，表层土壤、植被破坏。采矿办公区对周边对地形地貌的原始性、完整性、连续性、可视性影响较轻，对矿山地质环境影响程度较轻。

##### b 露天采坑

露天采坑系 2013 年以前民采采矿所形成，一处露天采坑形似“蝌蚪形”，出入斜沟长 128m，采坑内部呈圆形，直径约 103m，深约 10m，大致形成了 2 个台阶，内部道路由出入沟进入，一次进入坑底；一处露天采坑长 350m，上宽 50m，下宽 12m，采深最大 10m，南北边坡坡度约宽  $46^\circ$ ，露天采坑面积为  $2.27\text{hm}^2$ ，进行大范围开挖，未进行场地平整，表层土壤、植被破坏，对周边对地形地貌的原始性、完整性、连续性、可视性影响严重，对矿山地质环境影响程度严重。

#### （2）预测评估

##### a 办公生活区

采矿办公区在已建宿舍基础上扩建面积为  $1.56\text{hm}^2$ ，未进行大范围开挖回填，但由于进行场地平整，表层土壤、植被完全破坏。采矿办公区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 采矿工业场地

采矿工业场地占地面积  $0.50\text{hm}^2$ ，场地内新建 1 处竖井硐口断面面积约  $20\text{m}^2$ ，

且场地平整将进行少量土方挖填，表层土壤后期需压实，并修建建筑物，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

选矿工业场地占地面积  $2.00\text{hm}^2$ ，将进行少量土方挖填，表层土壤后期需压实，并修建建筑物，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，综合判断选选矿工业场地对地形地貌景观影响较严重。

#### d 排土场

排土场位于采矿权西侧，排土场共堆存 2 个台阶，单台阶高度 4m，堆置标高为 2365m~2369m~2374m，堆置总高度为 8m，最终总边坡角  $23^\circ$ ，小于废石自然安息角  $35^\circ$ 。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，综合判断排土场对地形地貌景观影响严重。

#### e 辅助斜坡道硐口小型工业场地

辅助斜坡道硐口小型工业场地占地面积  $0.10\text{hm}^2$ ，场地内新建 1 处平硐，硐口断面面积约  $12\text{m}^2$ ，且场地平整将进行少量土方挖填，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轻，综合判断辅助斜坡道硐口小型工业场地对地形地貌景观影响较较轻。

#### f 回风井口小型工业场地

回风井口小型工业场地占地面积  $0.02\text{hm}^2$ ，场地内新建 1 处回风井，回风井硐口断面面积约  $9\text{m}^2$ ，且场地平整将进行少量土方挖填，将进行少量土方挖填，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轻，综合判断回风井口小型工业场地对地形地貌景观影响较轻。

#### g 炸药库

炸药库占地面积  $0.28\text{hm}^2$ ，将进行少量土方挖填，表层土壤后期需压实，并修建建筑物，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轻，综合判断选炸药库对地形地貌景观影响较轻。

#### h 尾矿库

新建尾矿库位于矿山东侧 1.65km 处，总坝高 40.0m，总库容  $650.0 \times 10^4\text{m}^3$ ，占地面积  $27.36\text{hm}^2$ 。新建尾矿库整体堆积面积较大，地表植被完全破坏，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，综合判断新建尾矿库对地形地貌景观影响严重，对矿山地质环境影响程度严重。

#### i 矿区道路

矿山后期还需修建矿区道路 1587m，道路宽约 6m，占地面积 0.95hm<sup>2</sup>。道路修建过程中，对局部地面进行了挖填。矿区道路对周边对地形地貌的原始性、完整性、连续性、可视性影响较轻，对矿山地质环境影响程度较轻。

#### h 地面塌陷

根据前面计算，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。对原生的地形地貌景观影响和破坏程度严重，预测地面塌陷对地形地貌景观影响严重。

表 4-10 地形地貌破坏评估一览表

序号	建设时序	用地单元	土地损毁方式	面积 (hm <sup>2</sup> )	地形地貌破坏预测评估
1	已建	宿舍	压占	0.07	较轻
2		露天采坑	挖损	2.27	严重
3	拟建	办公生活区	压占	1.56	较严重
4		采矿工业场地(1处竖井)	压占、挖损	0.50	较严重
5		选矿工业场地	压占	1.43	较严重
6		排土场	压占	6.64	严重
7		辅助斜坡道硐口小型工业场地(1处平硐)	压占、挖损	0.10	较轻
8		回风井口小型工业场地(1处回风井)	压占、挖损	0.10	较轻
9		炸药库	压占	0.28	较轻
10		尾矿库	压占	27.36	严重
11		矿区道路	压占	0.95	较轻
12		地面塌陷	塌陷	8.12	严重
合计				49.38	

#### 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：基础设施建设环节（包括办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、辅助斜坡道硐口小型工业场地、回风井口小型工业场地、炸药库、矿区道路）；矿山开采环节（尾矿库、排土场、地面塌陷）。

###### 2) 损毁顺序

已损毁土地：基础设施建设环节（宿舍）。

拟损毁土地：基础设施建设环节（包括办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、辅助斜坡道硐口小型工业场地、回风井口小型工业场地、炸药库、矿区道路）；矿山开采环节（尾矿库、排土场、地面塌陷）。

###### 3) 损毁方式

对土地造成的损毁方式为：原露天采坑、1 处平硐、1 处竖井、1 处回风井对土地的挖损损毁；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。

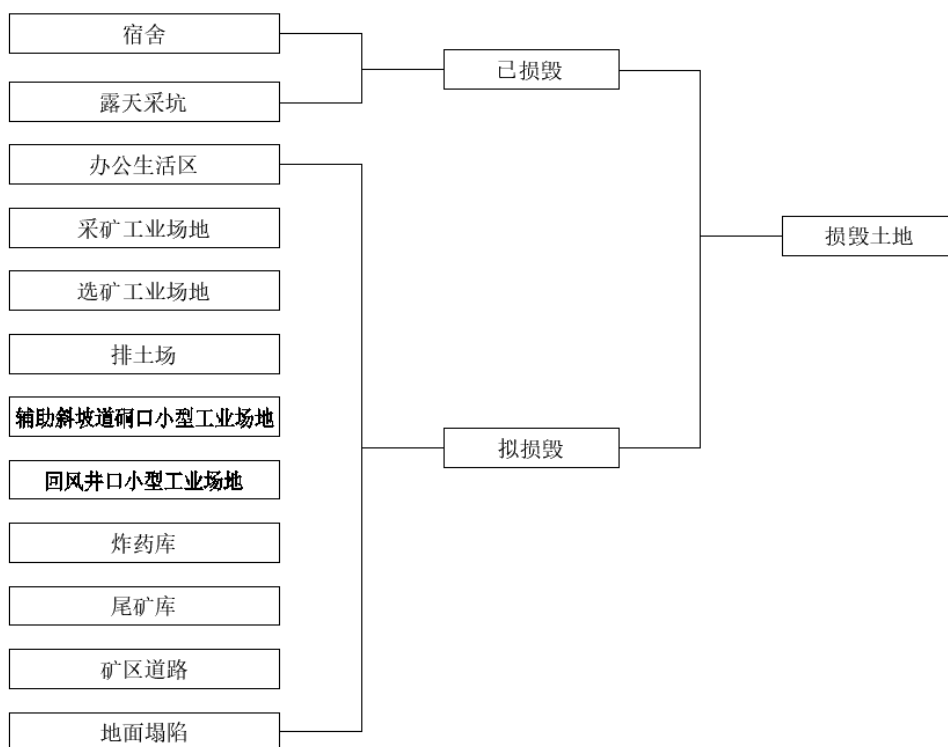


图 4-3 损毁环节、顺序及损毁方式示意图

#### 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：宿舍、露天采坑，对土地的损毁方式为压占、挖损，已损毁面积为  $2.34\text{hm}^2$ （表 4-11）。

表 4-11 土地已损毁一览表

序号	用地单元	土地损毁方式	一级地类	二级地类	面积 ( $\text{hm}^2$ )	总面积 ( $\text{hm}^2$ )
1	宿舍	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.07	0.07
2	露天采坑	挖损	工矿仓储用地	采矿用地	2.27	2.27
合计						2.34

#### 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

矿山拟新建办公生活区、采矿工业场地（1 处竖井）、选矿工业场地、排土场、辅助斜坡道硐口小型工业场地（1 处平硐）、回风井口小型工业场地（1 处回风井）、炸药库、尾矿库、矿区道路，并产生 1 处地面塌陷（露天采坑部分和地面塌陷重复，重复部分损毁面积未做统计），损毁土地的方式为压占、挖损、塌陷，拟损毁面积为  $47.04\text{hm}^2$ （表 4-12）。

表 4-12 土地拟损毁一览表

序号	用地单元	土地损毁方式	一级地类	二级地类	面积 ( $\text{hm}^2$ )	总面积 ( $\text{hm}^2$ )
1	办公生活区	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.38	1.56
			其他用地	裸岩石砾地	1.18	

2	采矿工业场地（1处竖井）	挖损、压占	其他用地	裸岩石砾地	0.50	0.50
3	选矿生活区	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.42	1.43
			其他用地	裸岩石砾地	1.01	
4	排土场	压占	草地	其他草地	1.13	6.64
			工矿仓储用地	采矿用地	0.38	
			其他用地	裸岩石砾地	5.13	
5	辅助斜坡道硐口小型工业场地（1处平硐）	挖损、压占	其他用地	裸岩石砾地	0.10	0.10
6	回风井口小型工业场地（1处回风井）	挖损、压占	其他用地	裸岩石砾地	0.10	0.10
7	炸药库	压占	其他用地	裸岩石砾地	0.28	0.28
8	尾矿库	压占	草地	天然牧草地	0.77	27.36
			其他用地	裸岩石砾地	26.59	
9	矿区道路	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.31	0.95
			其他用地	裸岩石砾地	0.64	
10	地面塌陷（扣除露天采坑重叠面积）	塌陷	工矿仓储用地	采矿用地	4.03	8.12
			其他用地	裸岩石砾地	4.09	
	小计					47.04

## 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 4-13。

表 4-13 土地损毁一览表

序号	用地单元	土地损毁方式	一级地类	二级地类	面积 (hm <sup>2</sup> )	总面积 (hm <sup>2</sup> )
1	宿舍	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.07	0.07
2	露天采坑	挖损	工矿仓储用地	采矿用地	2.27	2.27
	小计					2.34
1	办公生活区	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.38	1.56
			其他用地	裸岩石砾地	1.18	
2	采矿工业场地（1处竖井）	挖损、压占	其他用地	裸岩石砾地	0.50	0.50
3	选矿生活区	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.42	1.43
			其他用地	裸岩石砾地	1.01	
4	排土场	压占	草地	其他草地	1.13	6.64
			工矿仓储用地	采矿用地	0.38	
			其他用地	裸岩石砾地	5.13	
5	辅助斜坡道硐口小型工业场地（1处平硐）	挖损、压占	其他用地	裸岩石砾地	0.10	0.10
6	回风井口小型工业场地（1处回风井）	挖损、压占	其他用地	裸岩石砾地	0.10	0.10
7	炸药库	压占	其他用地	裸岩石砾地	0.28	0.28
8	尾矿库	压占	草地	天然牧草地	0.77	27.36
			其他用地	裸岩石砾地	26.59	
9	矿区道路	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.31	0.95
			其他用地	裸岩石砾地	0.64	

10	地面塌陷（扣除与露天采坑重叠部分）	压占	工矿仓储用地	采矿用地	4.03	8.12
			其他用地	裸岩石砾地	4.09	
	小计					47.04
	合计					49.38

### 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 4-14）。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 4-14 挖损土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表挖损	挖损深度（m）	<2.0	2.0~5.0	>5.0
	挖损面积（hm <sup>2</sup> ）	<1.0	1.0~10.0	>10.0

#### （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 4-15）。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 4-15 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表压占	压占面积（hm <sup>2</sup> ）	<1.0	1.0~10.0	>10.0
	堆填高度（m）	<5.0	5.0~10.0	>10.0

#### （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 4-16）。

表 4-16 地面塌陷土地损毁程度评价因素及等级标准表

损毁等级	塌陷深度（m）	塌陷面积（hm <sup>2</sup> ）	地表裂缝长度（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，评价结果见表 4-17。

表 4-17 土地损毁程度评价统计表

损毁	序号	用地单元	土地损	面积	损毁特征	损毁程
----	----	------	-----	----	------	-----

时序			毁方式	( $\text{hm}^2$ )		度
已损毁	1	宿舍	压占	0.07	彩钢房高度 3m。	轻度
	2	露天采坑	挖损	2.27	采坑开挖形成 5-10m 高的深坑，坑宽 10-50m。	重度
拟损毁	1	办公生活区	压占	1.56	硐口开挖，办公楼一栋，共 2 层，高 6m。	中度
	2	采矿工业场地（1 处竖井）	压占、挖损	0.5	单层建筑，高 3m。	轻度
	3	选矿工业场地	压占	1.43	单层建筑，高 3m。	轻度
	4	排土场	压占	6.64	堆积高度 8m。	重度
	5	辅助斜坡道硐口小型工业场地（1 处平硐）	压占、挖损	0.1	场地平整。	轻度
	6	回风井口小型工业场地（1 处回风井）	压占、挖损	0.1	场地平整。	轻度
	7	炸药库	压占	0.28	单层建筑，高 3m。	轻度
	8	尾矿库	压占	27.36	堆积高度 40m。	重度
	9	矿区道路	压占	0.95	道路平整，砂石路面。	轻度
	10	地面塌陷	塌陷	8.12	轻微地面塌陷。	轻度

#### 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 4-18),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 4-18 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)和一般防治区(III)三个区。

### 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四个亚区(I1、I2、I3、I4),为排土场(I1)、尾矿库(I2)、地面塌陷区(I3)和露天采坑区(I4),矿山地质环境重点防治区总面积 44.39hm<sup>2</sup>,占评估区总面积的 25.39%。

#### a 排土场(I1)

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。

#### c 地面塌陷区（I3）

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：矿山开采引发地面塌陷对矿山地质环境影响严重；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。

#### d 露天采坑区（I4）

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。

### 2) 次重点防治区（II）

矿山地质环境次重点防治区分为一个亚区（II1），为基础设施区（II1）（包括宿舍、办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、辅助斜坡道硐口小型工业场地、回风井口小型工业场地、炸药库、矿区道路），矿山地质环境次重点防治区总面积 4.99hm<sup>2</sup>，占评估区总面积的 2.85%。

#### a 基础设施区（II1）

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；采矿生活区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。

### 3) 一般防治区（III）

其他区域进行矿山地质环境一般防治，面积为 125.43hm<sup>2</sup>，占评估区总面积的 71.75%。

表 4-19

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 <sup>2</sup> )	矿山地质环境影响程度	治理措施
重点防治区	排土场	I1	6.64	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。	对地形地貌、水土环境进行监测。
	尾矿库	I2	27.36	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	I3	8.12	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：矿山开采引发地面塌陷对矿山地质环境影响严重；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。	对地面塌陷、地形地貌、水土环境进行监测。
	露天采坑	I4	2.27	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。	进行回填。
次重点防治区	基础设施	II1	4.99	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；采矿生活区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。
一般防治区	基础设施	III	125.43	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；采矿生活区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轻；水土环境污染对矿山地质环境的影响较轻。	对地形地貌、水土环境进行巡查。

## 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 49.38hm<sup>2</sup>（表 4-20）。

表 4-20 复垦区土地利用现状表

序号	用地单元	土地损毁方式	一级地类	二级地类	面积 (hm <sup>2</sup> )	总面积 (hm <sup>2</sup> )
1	宿舍	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.07	0.07
2	露天采坑	挖损	工矿仓储用地	采矿用地	2.27	2.27
	小计					2.34
1	办公生活区	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.38	1.56
			其他用地	裸岩石砾地	1.18	
2	采矿工业场地（1处竖井）	挖损、压占	其他用地	裸岩石砾地	0.50	0.50
3	选矿生活区	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.42	1.43
			其他用地	裸岩石砾地	1.01	
4	排土场	压占	草地	其他草地	1.13	6.64
			工矿仓储用地	采矿用地	0.38	
			其他用地	裸岩石砾地	5.13	
5	辅助斜坡道硐口小型工业场地（1处平硐）	挖损、压占	其他用地	裸岩石砾地	0.10	0.10
6	回风井口小型工业场地（1处回风井）	挖损、压占	其他用地	裸岩石砾地	0.10	0.10
7	炸药库	压占	其他用地	裸岩石砾地	0.28	0.28
8	尾矿库	压占	草地	天然牧草地	0.77	27.36
			其他用地	裸岩石砾地	26.59	
9	矿区道路	压占	工矿仓储用地	采矿用地	0.31	0.95
			其他用地	裸岩石砾地	0.64	
10	地面塌陷（扣除与露天采坑重叠部分）	压占	工矿仓储用地	采矿用地	4.03	8.12
			其他用地	裸岩石砾地	4.09	
	小计					47.04
	合计					49.38

根据矿区规划，矿山服务年限结束后，矿区内所有设施均不使用，因此复垦责任范围包括所有复垦区面积，所以复垦区面积为 49.38hm<sup>2</sup>，复垦责任面积为 49.38hm<sup>2</sup>。

## 4.4.3 土地类型与权属

## 1、土地利用类型

复垦责任面积为 49.38hm<sup>2</sup>，为天然牧草地、其他草地、采矿用地、裸岩石砾地（表 4-21）。

表 4-21 复垦责任面积土地利用现状结构表

一级地类		二级地类		面积 (hm <sup>2</sup> )	占总面积的比例 (%)
4	草地	0401	天然牧草地	0.77	1.56
4	草地	0404	其他草地	1.13	2.29
6	工矿仓储用地	0602	采矿用地	7.86	15.92
12	其他用地	1207	裸岩石砾地	39.62	80.23
合计				49.38	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，经肃北县自然资源局批准，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，自然资源局组织通过验收后，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 2226 万元，所得税后财务内部收益率为 17.01%，所得税后财务净现值为 2827 万元，投资回收期为 5.14 年(含基建期 1.0 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 735.16 万元。其中地质环境保护工程投资 136.95 万元，土地复垦工程投资 598.21 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 49.38hm<sup>2</sup>，为天然牧草地、其他草地、采矿用地、裸岩石砾地（表 4-19）。

### 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基础设施区（包括办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、辅助斜坡道硐口小型工业场地、回风井口小型工业场地、炸药库、矿区道路）、排土场、尾矿库、地面塌陷。评价单元划分如下：

评价单元一：基础设施区；评价单元二：排土场；评价单元三：尾矿库；评价单元四：地面塌陷。

#### 5、评价结论

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，评估区除一单元复垦方向为裸岩石砾地，一单元复垦方向为其他草地，三单元尾矿库复垦方向为天然牧草地，四单元地面塌陷复垦地表土壤植被未进行破坏，按原地类恢复（采矿用地、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	基础设施区	<5	---	<20	---	---	无	裸岩石砾地
二单元	排土场	<35	---	<20	---	---	无	天然牧草地
三单元	尾矿库	<35	---	<20	---	一般	无	天然牧草地
四单元	地面塌陷	<35	---	<20	---	---	轻度	采矿用地、裸岩石砾地

## 5.2.3 水土资源平衡分析

## 1、土地资源平衡分析

基础设施区（包括办公生活区、采矿工业场地、选矿工业场地、辅助斜坡道硐口小型工业场地、回风井口小型工业场地、炸药库、矿区道路）复垦方向为裸岩石砾地，不需进行覆土。

地面塌陷区表层土壤植被未进行破坏，复垦方向为采矿用地、裸岩石砾地，不需进行覆土。

排土场、尾矿库所在区域为沟谷区域，土层厚度 0.6-1m，建设前可进行表土剥离。排土场剥离厚度 0.3m，剥离土方量为  $6.64 \times 10000 \times 0.3 = 19920\text{m}^3$ ；尾矿库剥离厚度 0.3m，剥离土方量为  $27.36 \times 10000 \times 0.3 = 82080\text{m}^3$ 。

覆土范围为排土场、尾矿库，其中排土场覆土厚度为 30cm，覆土土方量为  $6.64 \times 10000 \times 0.3 = 19920\text{m}^3$ ；尾矿库覆土厚度为 30cm，覆土土方量为  $27.36 \times 10000 \times 0.3 = 82080\text{m}^3$ ，可满足覆土要求。

## 2、水资源平衡分析

项目区各复垦单元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

复垦责任面积为  $49.38\text{hm}^2$ ，复垦面积  $49.38\text{hm}^2$ ，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 ( $\text{hm}^2$ )	复垦后面积 ( $\text{hm}^2$ )	变化面积 ( $\text{hm}^2$ )
04	草地	0401	天然牧草地	0.77	34	33.23
04	草地	0404	其他草地	1.13	0	-1.13
06	工矿仓储用地	0602	采矿用地	7.86	7.48	-0.38
12	其他用地	1207	裸岩石砾地	39.62	7.9	-31.72
合计				49.38	49.38	

## 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，复垦方向为其他草地。

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

#### 1、地质灾害的预防措施

地质灾害的防治应本着“预防为主，避让与防治相结合”的原则，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。

在预测整个服务年限的排土场、地面塌陷区外围设立警示牌，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“地质灾害隐患区，严禁入内”。

#### 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外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晌。

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。

## 6.2 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及地面塌陷，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。针对不稳定斜坡，采取回填的方法进行治理；针对地面塌陷主要采取设置警示牌、围栏、裂缝夯填的方法进行治理。

### 6.2.3 技术措施

#### 1、不稳定斜坡回填

针对不稳定斜坡，对斜坡坡脚采用采矿废石进行回填，针对露天采坑形成 2 个台阶的区域上部进行 1: 0.75 坡率回填，下部进行 1:1 坡率回填；针对露天采坑一坡到底的区域进行 1: 1.5 坡率回填（图 6-1，6-2）。坡面回填工程量为 71000m<sup>3</sup>。

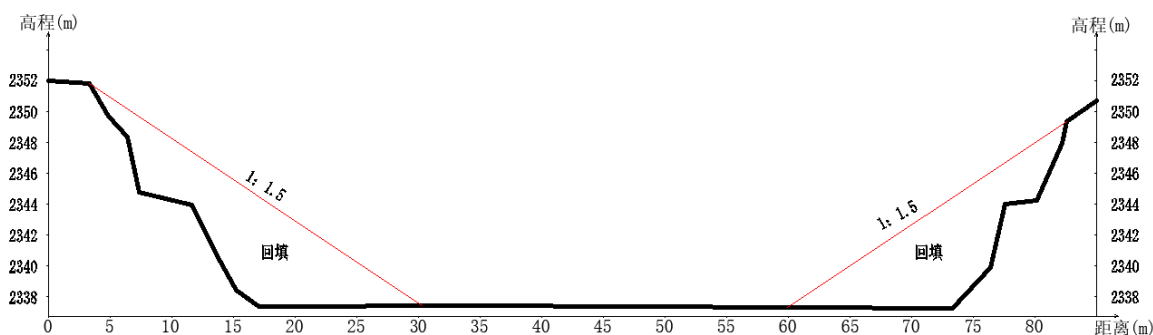


图 6-1 不稳定斜坡回填示意图

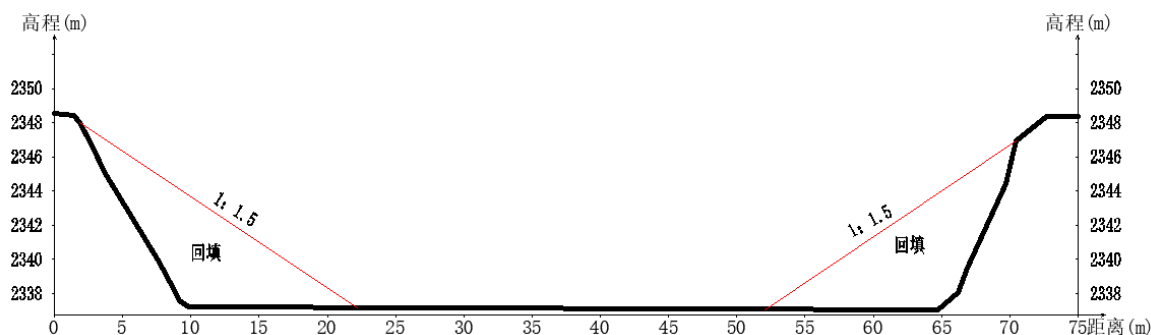


图 6-2 不稳定斜坡回填示意图

## 2、排土场、地面塌陷周边设置围栏、警示牌

设立的警示牌采用预制水泥桩和牌（见图 6-3），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 2.0m。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。

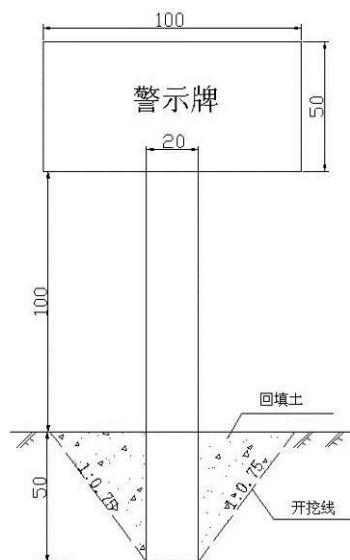


图 6-3 警示牌设计图

在排土场、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 2.0m，围栏长度 2472m。

## 3、地面塌陷裂缝夯填

根据 4.2.2 小节对未来开采过程中地面塌陷的预测，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。针对塌陷裂缝的夯填，采用如下措施：

### （1）裂缝处表层土剥离和存放

在裂缝两侧剥离宽 0.5m，厚 0.3m 的土壤，临时堆放在裂缝两侧；

### （2）裂缝充填

首先用三七灰土填堵，当充填高度距剥离后的地表 1m 左右时，开始用木杠进行第一次捣实，然后每充填 0.4m 捣实一次，直到与剥离后的地表基本平齐为止。对于裂缝分布密度较大的区域，可在整个区域内剥离表土并深挖至一定标高，再用三七灰土统一充填并铺垫，每填 0.3~0.5m 夯实一次，夯实土地的干容量达到 1.40t/m<sup>3</sup> 以上。

### （3）表土回覆。

将裂缝两侧和平整范围周边剥离的土，均匀覆盖在已完成回填的地表上进行铺整（图 6-4）。

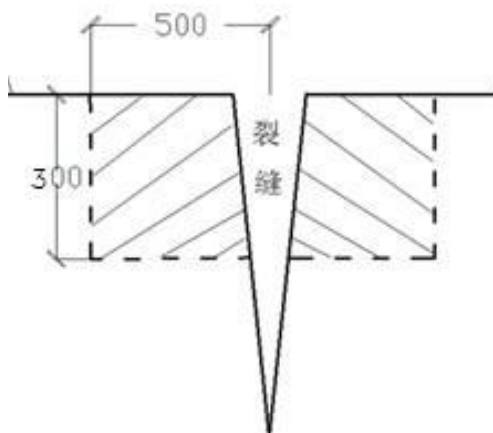


图 6-4 地裂缝夯填大样图（图中尺寸为 mm）

#### (4) 裂缝夯填工程量计算

根据不同强度裂缝情况，其充填土方工程量也不相同，设沉陷裂缝宽度为  $a(m)$ ，则地表沉陷裂缝可见深度  $W(m)$ ，可按下列经验公式计算：

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

设沉陷裂缝的间距为  $C$ ，每公顷土地上的裂缝系数为  $N$ ，则每公顷面积沉陷裂缝的长度  $U$  可按下列经验公式计算：

$$U = 10000n / C$$

每公顷沉陷地裂缝充填土方量，可按照下列经验公式进行计算：

$$V = 0.5aUW \quad (m^3/hm^2)$$

根据工程地质类比分析，裂缝破坏的程度分为轻度、中度和重度三个类型，其裂缝夯填情况见下表。

表 6-2 裂缝程度特征一览表

程度	裂缝宽度	裂缝间距	裂缝系数	裂缝深度	裂缝长度	公顷土石方量
	$a$	$C$	$n$	$W$	$U$	$V$
	(m)	(m)		(m)	(m)	( $m^3/hm^2$ )
轻度	0.1	50	1.5	3.2	300	48
中度	0.2	40	2	4.5	500	225
重度	0.3	30	2.5	5.5	833	687

根据工程地质类比分析，重度裂缝区一般占整个塌陷区面积的 25%，中度裂缝区占 30%，轻度裂缝区占 45%。预测塌陷面积  $8.12hm^2$ ，则各等级裂缝充填所需土方量如表 6-3 所示。

表 6-3 裂缝面积及充填所需土方量表

程度	面积 (hm <sup>2</sup> )	公顷土石方量 (m <sup>3</sup> /hm <sup>2</sup> )	充填土方量 (m <sup>3</sup> )
轻度裂缝区	3.65	48	175
中度裂缝区	2.44	225	548
重度裂缝区	2.03	687	1395
合计	8.12		2118

## 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 6-4。

表 6-4 地质灾害治理工程量一览表

序号	工程类别	单位	数量	备注
一	不稳定斜坡			
1	回填	m <sup>3</sup>	71000	
二	地面塌陷治理			
1	警示牌	个	10	
2	围栏	m	2472	
3	裂缝夯填(三七灰土)	m <sup>3</sup>	2118	
4	表土剥离	m <sup>3</sup>	1050	
5	表土回铺	m <sup>3</sup>	1050	

## 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 49.38hm<sup>2</sup>，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、采矿用地、裸岩石砾地。采取井口封堵、建筑物拆除、土地平整、覆土、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，对排土场、尾矿库进行表土剥离，剥离厚度为 0.3m，剥离后表土堆存于排土场一角，散播草籽，并进行管护。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，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 6-5)。



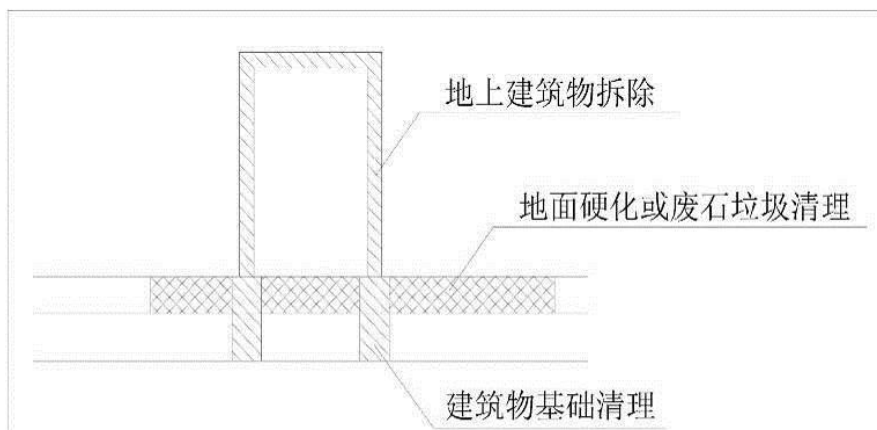


图 6-7 建筑物拆除示意图

#### 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、辅助斜坡道硐口小型工业场地、回风井口小型工业场地、炸药库、矿区道路、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  $38.99\text{hm}^2$ ，平均平整厚度为  $10\text{cm}$ ，平整土方量约为  $38990\text{m}^3$ 。

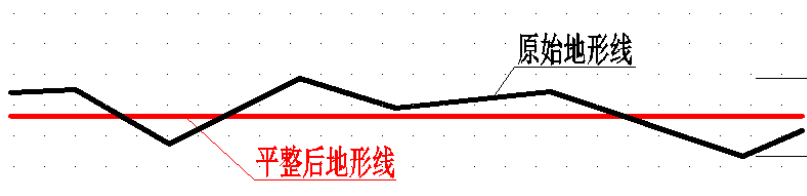


图 6-8 土地平整示意图

#### 5、覆土

土地平整后，需对排土场、尾矿库进行覆土，排土场、尾矿库覆土厚度  $30\text{cm}$ ，工程量计算见水土资源平衡分析章节。

#### 6、植草绿化

排土场、尾矿库覆土后，进行播撒草籽植草，植草面积  $34.00\text{hm}^2$ 。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 6-6 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	$\text{m}^3$	102000	
2	浆砌块石	$\text{m}^3$	36	

3	C25 混凝土	m <sup>3</sup>	2.7	
4	钢筋	t	1.2	
5	建筑物拆除	m <sup>3</sup>	5070	
6	建筑垃圾清运(运距 0.5km)	m <sup>3</sup>	5070	
7	土地平整	m <sup>3</sup>	38990	
8	覆土	m <sup>3</sup>	102000	
9	植草	hm <sup>2</sup>	34	

## 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，水土环境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

由于矿区地面塌陷深度较小，自动监测难度较大，不能保证监测准确程度，所以采用人工监测。

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、 $\text{Ca}^{2+}$ 和  $\text{HCO}_3^-$ 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 1006m,共埋设基岩标 7 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 3 个月监测 1 次计，前两年基建期不进行监测，7 年内共监测 196 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 4 次/年，前两年基建期不进行监测，7 年内水质和水量监测共 84 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，9 年内共监测 9 次。

## 4、水土环境监测

共布设土壤环境破坏监测点 4 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 4 次/年，监测时长 9 年，9 年内 4 个监测点共监测 144。

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	196
2、含水层监测		
水质水量监测	点次	84
3、地形地貌监测	次	9
4、水土环境监测		
土壤监测	点次	144

### 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 4 处，监测频率为每 3 个月 1 次，土地损毁监测期限为 9 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 4 个。监测频率为每 3 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  $34\text{hm}^2$ ，管护期为 3 年，管护工程量为  $102\text{hm}^2\cdot\text{年}$ 。

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	144
2、复垦效果监测	点数	48
3、草地地管护	$\text{hm}^2\cdot\text{年}$	102

## 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

根据矿山开采情况，矿山地质环境治理贯穿整个矿山服务年限为 9 年，将 2025 年-2029 年划分为为近期，2029 年-2033 年划分为远期；土地复垦由于存在植被管护工作，整个土地复垦工作还将在矿山服务年后延长 3 年，为 12 年，将 2025 年-2029 年划分为为近期，2030 年-2036 年划分为远期，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

2025-2029 年完成警示牌、围栏等工程，并进行裂缝夯填及各项监测工程；2030-2033 年进行各项监测工程。

#### 近期(2025-2029 年)工作

(1) 对现状地质灾害进行工程治理，不稳定斜坡边坡回填，完成警示牌、围栏等工，实施矿山地质环境预防控制措施，预防地质灾害的发生，预防含水层破坏，减轻地形地貌景观及水土环境污染；

(2) 建立并实施矿山地质环境监测系统，定期对地质灾害、含水层、地形地貌和水土环境进行监测，建立矿山地质环境预警机制，减少矿山地质环境问题的危害程度。

(3) 进裂缝巡查，裂缝夯填。

#### 中远期(2030-2033 年)工作

(1) 进行地质灾害人工巡查，对可能引发、遭受的地质灾害采取防治措施，进行裂缝夯填；

(2) 实施矿山地质环境预防控制措施，预防地质灾害的发生，预防含水层破坏，减轻地形地貌景观及水土环境污染；

(3) 完善矿山地质环境监测系统及矿区内地质灾害群测群防系统，定期对地下水位及水质、地形地貌景观及水土资源等进行监测，对突发性的地质环境问题，要及时上报并作出妥善处理。

#### 2、土地复垦

2025-2029 年完成尾矿库表土剥离和各项监测工程；2030-2036 年进行硐口封堵、

建筑物拆除、土地平整、覆土、植草、管护和各项监测工程。

近期复垦阶段(2025-2029 年)

- (1) 2025 年完成表土剥离,剥离后表土堆存在排土场,撒播草籽,并进行管护;
- (2) 2025-2029 年开展监测工作;

远期复垦阶段(2030-2036 年)

- (1) 2030-2036 年开展监测工作;
- (2) 2033 年将回风井进行封堵,拆除基础设施,进行土地平整、覆土、植被绿化等工程;
- (3) 2034-2036 年进行监测和植被管护。

表 7-1

矿山地质环境治理工程建筑工程量表

分期	年度	警示牌 个	围栏 m	采坑回填 m <sup>3</sup>	裂缝夯填			地面塌陷 监测 点次	水质水量 监测 点次	地形地貌 监测 次	土壤监测 点次
					三七灰土 m <sup>3</sup>	表土剥离 m <sup>3</sup>	表土回铺 m <sup>3</sup>				
近期	2025	10	2472	5100						1	16
	2026			7800						1	16
	2027			12000	302	150	150	28	12	1	16
	2028			21000	302	150	150	28	12	1	16
	2029			25100	302	150	150	28	12	1	16
远期	2030				302	150	150	28	12	1	16
	2031				302	150	150	28	12	1	16
	2032				304	150	150	28	12	1	16
	2033				304	150	150	28	12	1	16
合计		10	2472	71000	2118	1050	1050	196	84	9	144

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	建筑垃圾清运 (运距 0.5km)	土地平整	覆土	植草	土地损毁监测	复垦效果监测	管护
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	t	m <sup>3</sup>		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	hm <sup>2</sup>	点次	点次	hm <sup>2</sup> /年
近期	2025	102000									16		
	2026										16		
	2027										16		
	2028										16		
	2029										16		
远期	2030										16		
	2031										16		
	2032										16		
	2033		36	2.7	1.2	5070	5070	38990	102000	34	16		
	2034											16	34
	2035											16	34
	2036											16	34
合计		102000	36	2.7	1.2	5070	5070	38990	102000	34	144	48	102

## 8 经费估算与进度安排

### 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

##### (1) 文件依据

- 1) 《甘肃省地质环境项目工程投资编制办法》甘国土资环发[2018]105号；
- 2) 《水利水电工程设计工程量计算规定》SL328-2005；
- 3)《关于深化增值税改革有关政策的公告》财政部 税务总局 海关总署公告 2019 年第 39 号；
- 4) 《水利部办公厅调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知》办财务函〔2019〕448 号；
- 5) 关于执行交通运输部《公路工程项目投资估算编制办法》《公路工程建设项目概算预算编制办法》的补充规定（甘交建设[2020]6号）；
- 6) 《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）。
- 7) 《甘肃省水利厅关于调整水利水电工程计价依据安全生产措施费计算方法及标准的通知》（甘水规计函〔2023〕148号文件）。

##### (2) 定额依据

《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（2013）。

##### (3) 资料依据

- 1) 《甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》；

#### 8.1.2 投资估算

##### 1、人工预算单价

项目区属二类地区，根据甘国土资环发[2018]105号文规定，计算每定额工时。工长 7.80 元/工时；高级工 7.34 元/工时；中级工 6.16 元/工时；初级工 4.77 元/工时。

表 8-1 人工单价（工长）计算表

地区类别		二类地区	定额人工等级	工长
序号	项目	计算式	单位	单价
1	基本工资	615 元/月×12 月÷234 天	元/工日	31.54
2	辅助工资		元/工日	9.21
(1).	施工津贴	4 元/天×365 天×95%÷234 天	元/工日	5.93
(2).	高原补贴	20 元/月×12 月÷234 天	元/工日	1.03

(3).	夜餐津贴	$(3.5+4.5)/2 \times 20\%$	元/工日	0.80
(4).	节假日加班津贴	$31.54 \times 11 \text{天} \times 3 \text{倍} \div 250 \text{天} \times 35\%$	元/工日	1.46
3	工资附加费		元/工日	21.68
(1).	职工福利基金	$(31.54+9.47) \times 14\%$	元/工日	5.70
(2).	工会经费	$(31.54+9.47) \times 2\%$	元/工日	0.81
(3).	养老保险费	$(31.54+9.47) \times 20\%$	元/工日	8.15
(4).	医疗保险费	$(31.54+9.47) \times 7.2\%$	元/工日	2.93
(5).	工伤保险费	$(31.54+9.47) \times 1\%$	元/工日	0.41
(6).	失业保险基金	$(31.54+9.47) \times 2\%$	元/工日	0.81
(7).	住房公积金	$(31.54+9.47) \times 7\%$	元/工日	2.85
4	1、2、3项之和		元/工日	62.43
5	人工预算单价		元/工时	7.80

表 8-2 人工单价（高级工）计算表

地区类别		二类地区	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	$570 \text{元/月} \times 12 \text{月} \div 234 \text{天}$	元/工日	29.23
2	辅助工资		元/工日	9.10
(1).	施工津贴	$4 \text{元/天} \times 365 \text{天} \times 95\% \div 234 \text{天}$	元/工日	5.93
(2).	高原补贴	$20 \text{元/月} \times 12 \text{月} \div 234 \text{天}$	元/工日	1.03
(3).	夜餐津贴	$(3.5+4.5)/2 \times 20\%$	元/工日	0.80
(4).	节假日加班津贴	$29.23 \times 11 \text{天} \times 3 \text{倍} \div 250 \text{天} \times 35\%$	元/工日	1.35
3	工资附加费		元/工日	20.39
(1).	职工福利基金	$(29.23+9.36) \times 14\%$	元/工日	5.37
(2).	工会经费	$(29.23+9.36) \times 2\%$	元/工日	0.77
(3).	养老保险费	$(29.23+9.36) \times 20\%$	元/工日	7.67
(4).	医疗保险费	$(29.23+9.36) \times 7.2\%$	元/工日	2.76
(5).	工伤保险费	$(29.23+9.36) \times 1\%$	元/工日	0.38
(6).	失业保险基金	$(29.23+9.36) \times 2\%$	元/工日	0.77
(7).	住房公积金	$(29.23+9.36) \times 7\%$	元/工日	2.68
4	1、2、3项之和		元/工日	58.73
5	人工预算单价		元/工时	7.34

表 8-3 人工单价（中级工）计算表

地区类别		二类地区	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	$455 \text{元/月} \times 12 \text{月} \div 234 \text{天}$	元/工日	23.33
2	辅助工资		元/工日	8.83
(1).	施工津贴	$4 \text{元/天} \times 365 \text{天} \times 95\% \div 234 \text{天}$	元/工日	5.93
(2).	高原补贴	$20 \text{元/月} \times 12 \text{月} \div 234 \text{天}$	元/工日	1.03
(3).	夜餐津贴	$(3.5+4.5)/2 \times 20\%$	元/工日	0.80
(4).	节假日加班津贴	$23.33 \times 11 \text{天} \times 3 \text{倍} \div 250 \text{天} \times 35\%$	元/工日	1.08
3	工资附加费		元/工日	17.11
(1).	职工福利基金	$(23.33+9.09) \times 14\%$	元/工日	4.50
(2).	工会经费	$(23.33+9.09) \times 2\%$	元/工日	0.64
(3).	养老保险费	$(23.33+9.09) \times 20\%$	元/工日	6.43
(4).	医疗保险费	$(23.33+9.09) \times 7.2\%$	元/工日	2.32
(5).	工伤保险费	$(23.33+9.09) \times 1\%$	元/工日	0.32
(6).	失业保险基金	$(23.33+9.09) \times 2\%$	元/工日	0.64
(7).	住房公积金	$(23.33+9.09) \times 7\%$	元/工日	2.25
4	1、2、3项之和		元/工日	49.28

5	人工预算单价		元/工时	6.16
---	--------	--	------	------

表 8-4 人工单价（初级工）计算表

地区类别		二类地区	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	320 元/月×12 月÷234 天	元/工日	16.41
2	辅助工资		元/工日	8.51
(1).	施工津贴	4 元/天×365 天×95%÷234 天	元/工日	5.93
(2).	高原补贴	20 元/月×12 月÷234 天	元/工日	1.03
(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	0.76
3	工资附加费		元/工日	13.26
(1).	职工福利基金	(16.41+8.77)×14%	元/工日	3.49
(2).	工会经费	(16.41+8.77)×2%	元/工日	0.50
(3).	养老保险费	(16.41+8.77)×20%	元/工日	4.98
(4).	医疗保险费	(16.41+8.77)×7.2%	元/工日	1.79
(5).	工伤保险费	(16.41+8.77)×1%	元/工日	0.25
(6).	失业保险基金	(16.41+8.77)×2%	元/工日	0.50
(7).	住房公积金	(16.41+8.77)×7%	元/工日	1.74
4	1、2、3 项之和		元/工日	38.18
5	人工预算单价		元/工时	4.77

## 2、材料预算单价

## (1) 计算依据：

本工程所涉及的建筑材料主要有砂石料、水泥、钢材。砂石料、水泥、钢材可在肃北县柳园镇采购，汽车运距 70km；其他材料均可在肃北县建材市场购买，汽车运距 70km。其预算价格均为运至工地的价格。材料采购保管费率为 2.75%。材料原价依照指导价与市场询价方式确定。主要材料和一般材料原价采用肃北县 2024 年第一期工程建设材料信息价格中的材料除税价格，对《甘肃省工程造价信息》中未列材料原价为市场询价且按编制办法规定进行了除税。

## (2) 施工机械台班费

定额标准按《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（2013），办财务函〔2019〕448 号水利部办公厅调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知中规定：第一类费用中的折旧费除以 1.13 系数，修理及替换设备费除以 1.09 的系数，安拆费不作调整；第二类费用中油料价格以现行市场价为准。

表85

矿山地质环境合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	合计
1	白灰	t		市场除税价		柳园镇	施工现场	汽车	70				439.76	0.00	439.76	1.98	441.74
2	汽油	t		市场除税价		柳园镇	施工现场	汽车	70	0.00		0.00	8091.03	0.00	8091.03		8091.03
3	柴油	t		市场除税价		柳园镇	施工现场	汽车	70	0.00		0.00	7664.67	0.00	7664.67		7664.67

表86

矿山地质环境合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		
1	蛙式打夯机 2.8KW	15.90	1.08	0.15	0.93		14.82	2.00	6.16					2.50	1.00									
2	油动挖掘机 1m³	180.53	55.06	25.46	27.18	2.42	125.47	2.70	6.16									14.20	7.66					

### 3、施工机械台时费

定额标准按《甘肃省水利水电建筑工程预算定额》（2013），办财务函〔2019〕448号水利部办公厅调整水利工程计价依据增值税计算标准的通知中规定：第一类费用中的折旧费除以1.13系数，修理及替换设备费除以1.09的系数，安拆费不作调整；第二类费用中油料价格以现行市场价为准（表8-6）。

### 4、各项费用的标准及计算依据

#### （1）建筑工程

建筑、安装工程费由直接费、间接费、利润、税金及扩大费组成。

#### 1) 直接费由直接工程费和措施费组成：

a 直接工程费：包括人工费、材料费、施工机械使用费。

b 措施费：包括冬雨季施工增加费（直接工程费的 3.0%）、夜间施工增加费（直接工程费的 0.5%）、小型临时设施摊销费（直接工程费的 0.5%）、其他费用（直接工程费的 0.5%），措施费费率之和为直接工程费的 5%。

#### 2) 间接费：人工费（直接费）×间接费率，各工程费率如下：

表 8-7 建筑工程单价计算表

序号	工程类别	计算基础	间接费率(%)
1	一般土方工程	人工费	13
2	一般石方及砂石备料工程	人工费	16
3	混凝土工程	人工费	60
4	钻孔灌浆工程	人工费	45
5	其他工程	人工费	39
6	机械化施工的土方工程	直接费	7
7	机械化施工的石方工程	直接费	9.5

3) 利润：直接费、间接费之和的 7%。

4) 税金：直接费、间接费、利润之和的 9%。

5) 扩大：直接费、间接费、利润、税金之和的 10%。

#### （2）建设管理费

按甘国土资环发[2018]105号文有关规定计取。

#### 1) 建设单位管理费

取建安费的 2%。

#### 2) 工程监理费

按市场参考价计取

## 3) 方案编制费

按市场参考价计取 10.76 万元。

## (3) 基本预备费

取一~三部分之和的 10%。

此项目海拔为 2250—2600m，人工调整系数为 1.10，机械调整系数为 1.25。

## 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 136.95 万元，其中建筑工程费 102.42 万元，临时工程费 6.50 万元，其他费用 15.58 万元，基本预备费 12.45 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	102.42				102.42	82.27%
二	临时工程	6.50				6.50	5.22%
四	其他费用				15.58	15.58	12.51%
1	建设管理费				6.86	6.86	
2	勘查设计费				8.71	8.71	
五	基本预备费				12.45	12.45	一~三部分合计的 10%
工程总估算价		108.92			28.03	136.95	

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					102.42	
近期（2024-2028 年）					65.80	
一	地质灾害治理				59.24	
1	3: 7 灰土夯填	m <sup>3</sup>	906.00	233.73	21.18	
2	表土剥离	m <sup>3</sup>	450.00	5.38	0.24	
3	表土回铺	m <sup>3</sup>	450.00	3.70	0.17	
4	采坑回填	m <sup>3</sup>	71000.00	3.70	26.28	
5	警示牌	个	10.00	250.00	0.25	市场价
6	围栏	m	2472.00	45.00	11.12	市场价
二	矿山地质环境监测				6.55	
1	地面塌陷监测	点次	84.00	200.00	1.68	市场价
2	水质水量监测	点次	36.00	840.00	3.02	市场价
3	地形地貌监测	次	5.00	500.00	0.25	市场价
4	土壤监测	点次	80.00	200.00	1.60	市场价
中远期（2029-2033 年）					36.62	
一	地质灾害治理				28.87	
1	3: 7 灰土夯填	m <sup>3</sup>	1212.00	233.73	28.33	
2	表土剥离	m <sup>3</sup>	600.00	5.38	0.32	
3	表土回铺	m <sup>3</sup>	600.00	3.70	0.22	

二	矿山地质环境监测				7.75	
1	地面塌陷监测	点次	112.00	200.00	2.24	市场价
2	水质水量监测	点次	48.00	840.00	4.03	市场价
3	地形地貌监测	次	4.00	500.00	0.20	市场价
4	土壤监测	点次	64.00	200.00	1.28	市场价

表 8-10 材料单价汇总表

序号	材料名称	单位	预算单价	原价	运杂费	采购保管费
1	白灰	t	441.74	439.76	0.00	1.98
2	汽油	t	8091.03	8091.03	0.00	0.00
3	柴油	t	7664.67	7664.67	0.00	0.00

表 8-11 施工机械台时费汇总表

序号	机械名称及规格	单位	台时费	其 中	
				第一类费用	第二类费用
1	蛙式打夯机 2.8KW	台时	15.90	1.08	14.82
2	油动挖掘机 1m <sup>3</sup>	台时	180.53	55.06	125.47

表 8-12 建筑工程单价汇总表

序号	工程名称	单位	单价	其 中							
				人工费	材料费	机械费	措施费	间接费	利润	税金	扩大 10%
1	表土回铺	100 m <sup>3</sup>	370.21	135.23	23.35	98.26	12.84	18.88	20.20	27.79	33.66
2	表土剥离	100 m <sup>3</sup>	537.85	27.19	17.61	324.96	18.49	27.18	29.08	44.45	48.90
3	3:7 灰土夯填	100 m <sup>3</sup>	23372.56	4613.85	12165.49	0.00	838.97	599.80	1275.27	1754.40	2124.78

表 8-13 矿山地质环境治理工程建筑工程年度估算表

分期	年度	警示牌 个	围栏 m	采坑回填 m <sup>3</sup>	裂缝夯填			地面塌陷 监测 点次	水质水量 监测 点次	地形地貌 监测 次	土壤监测 点次	合计(元)
					三七灰土 m <sup>3</sup>	表土剥离 m <sup>3</sup>	表土回铺 m <sup>3</sup>					
	单价(元)	250	45	3.7	233.73	5.38	3.7	200	840	500	200	
近期	2025	10	2472	5100						1	16	
	小计(元)	2500	111240	18870						500	3200	136310
	2026			7800						1	16	
	小计(元)			28860						500	3200	32560
	2027			12000	302	150	150	28	12	1	16	
	小计(元)			44400	70586.46	807	555	5600	10080	500	3200	135728.46
	2028			21000	302	150	150	28	12	1	16	
	小计(元)			77700	70586.46	807	555	5600	10080	500	3200	169028.46
	2029			25100	302	150	150	28	12	1	16	
	小计(元)			92870	70586.46	807	555	5600	10080	500	3200	184198.46
	合计(元)	2500	111240	262700	211759.38	2421	1665	16800	30240	2500	16000	657825.38
远期	2030				302	150	150	28	12	1	16	
	小计(元)				70586.46	807	555	5600	10080	500	3200	91328.46
	2031				302	150	150	28	12	1	16	
	小计(元)				70586.46	807	555	5600	10080	500	3200	91328.46
	2032				304	150	150	28	12	1	16	
	小计(元)				71053.92	807	555	5600	10080	500	3200	91795.92
	2033				304	150	150	28	12	1	16	
	小计(元)				71053.92	807	555	5600	10080	500	3200	91795.92
	合计(元)				283280.76	3228	2220	22400	40320	2000	12800	366248.76
合计		2500	111240	262700	495040.14	5649	3885	39200	70560	4500	28800	1024074.14

表 8-14 矿山地质环境治理工程单价计算表（三七灰土）

工程项目：人工夯填 3:7 灰土						单位：100m <sup>3</sup> 实方
定额编号：10777						
工作内容：筛灰、筛土、配制、搅拌、夯实及场内 30m 以内材料运输。						
序号	费用名称	单位	数量	单价（元）	合价（元）	备 注
一	直接费	元			17618.31	
(一)	直接工程费	元			16779.34	
1	人工费	元			4613.85	
1)	初级工	工时	966.77	4.77	4613.85	
2	材料费	元			12165.49	
1)	白灰	t	27.00	441.74	11926.95	
2)	其他材料费	%		2.00	238.54	
(二)	措施费	元			838.97	直接工程费的 5.0%
二	间接费	元			599.80	人工费的 13%
小 计		元			18218.11	一+二
三	利润	元			1275.27	(一+二)*7%
四	税金	元			1754.40	(一+二+三)*9%
单价合计		元			21247.78	一+二+三+四
五	扩大 10%费用	元			2124.78	(一+二+三+四)*10%
单价合计（扩大 10%）		元			23372.56	一+二+三+四+五

表 8-15 矿山地质环境治理工程单价计算表（土方开挖）

工程项目：1m <sup>3</sup> 挖掘机挖IV类土						单位：100m <sup>3</sup>
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			388.25	
(一)	直接工程费	元			369.76	
1	人工费	元			27.19	
1)	初级工	工时	5.70	4.77	27.19	
2	零星材料费	%		5.00	17.61	
3	机械费	元			324.96	
1)	挖掘机 1m <sup>3</sup>	台时	1.80	180.53	324.96	
(二)	措施费	元			18.49	直接工程费的 5%
二	间接费	元			27.18	直接费的 7%
小 计		元			415.42	一+二
三	利润	元			29.08	(一+二)*7%
四	税金	元			44.45	(一+二+三)*9%
单价合计		元			488.96	一+二+三+四
五	扩大 10%费用	元			48.90	(一+二+三+四)*10%
单价合计（扩大 10%）		元			537.85	一+二+三+四+五

8-16 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 <sup>3</sup>
定额编号：10766						
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			941.22	
(一)	直接工程费	元			896.40	
1	人工费	元			636.16	
1)	初级工	工时	133.30	4.77	636.16	
2	材料费	元			1.93	
1)	水	m <sup>3</sup>	1.26	1.50	1.90	
2)	其他材料费	%		2.00	0.04	
3	机械费	元			258.31	
1)	蛙式夯实机 2.8kw	台时	16.25	15.90	258.31	
(二)	措施费	元			44.82	直接工程费的 5%
二	间接费	元			44.53	人工费的 7%
小 计		元			985.75	一+二
三	利润	元			69.00	(一+二) *7%
四	税金	元			94.93	(一+二+三) *9%
单价合计		元			1149.68	一+二+三+四
五	扩大 10%费用	元			114.97	(一+二+三+四) *10%
单价合计		元			1264.65	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) 文件依据及资料依据

- 1) 中华人民共和国财政部、中华人民共和国国土资源部，财综 [2011]128 号文件（财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目预算定额标准的通知）；
- 2) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算编制规定》（2012）；
- 3) 甘肃省财政厅、甘肃省国土资源厅，甘财综 [2013]67 号文件（财政厅、国土资源厅关于印发土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额的通知）；
- 4) 《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》试行（2013）；
- 5) 《土地整治工程建设标准编写规程》（TD/T1045-2016）；
- 6) 《土地整治重大项目可行性研究报告编制规程》（TD/T1037-2013）；
- 5) 《土地整治项目规划设计规范》（TD/T1012-2016）；
- 6) 《土地整治项目工程量计算规则》（TD/T1039-2013）；

#### (2) 定额依据

- 1) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目预算定额》（2012）；
- 2) 财政部、国土资源部《土地开发整理项目施工机械台班费定额》（2012）；

- 3) 《土地开发整理项目预算定额甘肃省补充定额》试行(2013);
- 4) 《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》试行(2013)。

### 8.2.2 投资估算

项目费用由工程施工费、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)和不可预见费组成。

#### (1) 工程施工费

工程施工费由直接费、间接费、利润和税金组成。

1) 直接费: 由直接工程费、措施费组成。

a 直接工程费: 由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费包括基本工资、辅助工资、工资附加费。本项目人工单价根据《土地开发整理项目预算编制规定》有关要求, 经计算, 人工单价分别按甲类工 55.42 元/工日、乙类工 42.43 元/工日计取。

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	25.15	30.52
2	辅助工资		3.42	6.80
(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 <sub>1</sub> /240	2.89	5.06
(3)	夜餐津贴	(3.5元/中班+4.5元/夜班)/2*k <sub>2</sub>	0.20	0.80
(4)	节日加班津贴	基本工资(元/工日)*2*11/250工日*k <sub>3</sub>	0.33	0.94
3	工资附加费		13.86	18.10
(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(%)	4.00	5.22
(2)	工会经费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]*费率标准(%)	0.57	0.75
(3)	养老保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]*费率标准(%)	5.71	7.46
(4)	医疗保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]*费率标准(%)	1.143	1.49
(5)	工伤保险费	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]*费率标准(%)	0.429	0.560
(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(%)	0.571	0.75
(7)	住房公积金	[基本工资(元/工日)+辅助工资(元/工日)]*费率标准(%)	1.43	1.87
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=55.42			
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=42.43			
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%。				

材料预算价格一般包括材料原价、包装费、运杂费、运输保险费和采购费五项。

本工程主要材料为汽油、柴油、水泥、砂石,预算价格原价为指导价。汽油预算价格 8.09 元/kg,柴油预算价格 7.66 元/kg, 32.5 普硅水泥预算价格 310.48 元/t, 砂子预算价格 68.00 元/m<sup>3</sup>,石子预算价格 65.00 元/m<sup>3</sup>;汽油限价 5.00 元/kg,柴油限价 4.50 元/kg,水泥限价 300 元/t,砂石限价 60 元/m<sup>3</sup>;汽油、柴油、水泥、砂石预算价格和限价进行了调差。

施工机械使用费包括折旧费、修理及替换设备费、安装拆卸费、机上人工费和动力燃料费。台班费均依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额》计取。施工机械中的人工费根据规定按甲类工 55.42 元/工日计算。

#### b 措施费

包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费(该费用本项目不涉及)、施工辅助费、特殊地区施工增加费(该费用本项目不涉及)和安全施工措施费。

依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，临时设施费取费标准以直接工程费为基数，费率见下表：

表 8-18 土地复垦临时设施费费率表

序号	工程类别	计算基础	措施费费率
1	土石方工程	直接工程费	2%
2	砌体工程	直接工程费	2%
3	其它工程	直接工程费	2%
4	混凝土浇筑工程	直接工程费	3%
5	安装工程	直接工程费	3%

冬雨季施工增加费取费标准以直接工程费为基数，费率取 0.7%。

夜间施工增加费取费标准以直接工程费为基数，其中安装工程费率取 0.5%，建筑工程为 0.2%。

施工辅助费取费标准以直接工程费为基数，其中安装工程费率取 1.0%，建筑工程为 0.7%。

安全施工措施费取费标准以直接工程费为基数，其中安装工程费率取 0.3%，建筑工程为 0.2%。

表8-19

土地复垦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①	每吨运输费							材料价格				
						起点	终点	运输工具	运距(km)	运费(元)	装卸费(元)	运杂费(元)	原价	运输费总计	运到工地仓库价	采购保管费2.5%	合计
1	砂子	m <sup>3</sup>	0.45	市场价	1.60	柳园镇	施工现场	汽车	70	50.40	0.00	50.40	68.00	50.40	118.40		118.40
2	碎石	m <sup>3</sup>	0.45	市场价	1.65	柳园镇	施工现场	汽车	70	51.98	0.00	51.98	84.99	51.98	136.97		136.97
3	块石	m <sup>3</sup>	0.45	市场价	1.70	柳园镇	施工现场	汽车	70	53.55	0.00	53.55	65.00	53.55	118.55		118.55
4	32.5级水泥	t	0.45	市场价	1.00	柳园镇	施工现场	汽车	70	31.50	0.00	31.50	310.48	31.50	341.98	8.55	350.53
5	钢筋	t	0.45	市场价	1.00	柳园镇	施工现场	汽车	70	31.50	0.00	31.50	3818.86	31.50	3850.36	96.26	3946.62
6	电焊条	kg		市场价		柳园镇	施工现场	汽车	70				8.00		8.00	0.20	8.20
7	铁丝	kg		市场价		柳园镇	施工现场	汽车	70				7.20		7.20	0.18	7.38
8	锯材	m <sup>3</sup>	0.56	市场价	1.00	柳园镇	施工现场	汽车	70	39.20	21.13	60.33	2000.00	60.33	2060.33	51.51	2111.84
9	钢模板	t	0.56	市场价	1.00	柳园镇	施工现场	汽车	70	39.20	21.13	46.10	5200.00	46.10	5246.10	131.15	5377.25
10	铁钉	kg		市场价		柳园镇	施工现场	汽车	70				7.90		7.90	0.20	8.10
11	汽油	t		市场价		柳园镇	施工现场	汽车	70			0.00	8091.03	0.00	8091.03		8091.03
12	柴油	t		市场价		柳园镇	施工现场	汽车	70			0.00	7664.67	0.00	7664.67		7664.67

## 2) 间接费

依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，根据工程类别不同，其取费基数和费率见表 8-20。

表 8-20 土地复垦间接费率表

序号	工程类别	计算基础	间接费费率
1	土方工程、砌体工程	直接费	5.00%
2	石方工程	直接费	6.00%
3	其它工程	直接费	5.00%
4	混凝土浇筑工程	直接费	6.00%
5	安装工程	人工费	65.00%

## 3) 利润

依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，按直接费和间接费之和计算，利润率取 3%。

计算公式为：利润 = (直接费 + 间接费) × 利润率

## 4) 税金

按取 9% 计取。

计算公式为：税金 = (直接费 + 间接费 + 利润) × 税率

## 5) 设备购置费

本项目无。

## (2) 其它费用

## 1) 前期工作费

前期工作费依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标代理费。以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定，具体详见估算表。

## 2) 工程监理费

依据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用分档定额计费方式计算，各区间按内插法确定。

## 3) 拆迁补偿费

本项目无。

## 4) 竣工验收费

竣工验收费指土地开发项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出。根据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，以工程施工费与设备购置费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，具体详见估算表。

#### 4) 业主管理费

业主管理费根据《土地开发整理项目施工机械台班费定额甘肃省补充定额》，以工程施工费、设备购置费、前期工作费、工程监理费、拆迁补偿费和竣工验收费之和作为计费基数，采用差额定率累进法计算，具体详见估算表。

#### (3) 不可预见费

不可预见费根据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》，按不超过工程施工费、设备购置费和其他费用之和的 2% 计算。

### 8.2.3 估算结果

#### 1、静态投资

项目静态投资总估算为 469.88 万元，亩均静态投资 0.6344 万元，动态总投资 598.21 万元，亩均动态投资 0.8076 万元。其中建筑工程费为 350.88 万元，监测与管护费为 19.14 万元，其他费用为 49.86 万元；预备费 178.33 万元。

表 8-21 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	350.88	58.65
二	设备费	0.00	0.00
三	其他费用	49.86	8.33
四	监测管护费	19.14	3.20
(一)	复垦监测费	3.84	
(二)	管护费	15.30	
五	预备费	178.33	29.81
(一)	基本预备费	41.99	
(二)	价差预备费	128.33	
(三)	风险金	8.01	
六	静态总投资	469.88	
七	动态总投资	598.21	100.00

表 8-22 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)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
	近期 (2025 年-2029 年)					478813.24
	一、土地复垦					478813.24
1	10211[甘补充]	表土剥离	100m <sup>3</sup>	1020.00	469.42	478813.24
	远期 (2030 年-2036 年)					3029940.97
	一、土地复垦					3029940.97
1	30077[甘补充]	建筑物拆除 (砖混结构)	100m <sup>3</sup>	50.70	10287.12	521556.78
2	20299[甘补充]	建筑垃圾清运 (运距 0.5km)	100m <sup>3</sup>	50.70	2917.51	147917.87
3	30020[甘补充]	浆砌块石	100m <sup>3</sup>	0.36	34855.91	12548.13
4	10389[甘补充]	土地平整	100m <sup>3</sup>	389.90	223.87	87288.29
5	40273[甘补充]	C25 混凝土	100m <sup>3</sup>	0.03	56813.19	1533.96
6	40196[甘补充]	钢筋制作安装	t	1.20	6560.57	7872.69
7	10394[甘补充]	覆土	100m <sup>3</sup>	1020.00	2053.31	2094377.63
8	90030[甘补充]	植草	hm <sup>2</sup>	34.00	4613.11	156845.62
	总 计					3508754.21

表 8-23 土地复垦监测与管护费用估算表

序号	工程名称	计算单位	工程量	单价	合计	
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	
	近期 (2025-2029 年)					
1	土地损毁监测	点次	80.00	200.00	1.60	
	远期 (2030-2036 年)					
1	土地损毁监测	点次	64.00	200.00	1.28	
2	复垦效果监测	点次	48.00	200.00	0.96	
3	管护	hm <sup>2</sup>	102.00	1500.00	15.30	
	合计					19.14

表 8-24 不可预见费估算表

序号	费用名称	工程施工费	设备费	其他费用	小计	费率 (%)	合计
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1		350.88	0.00	49.86	400.73	2.00%	8.01
总计	—	—	—	—	—	—	8.01

表 8-25 其他费用预算表

序号	费用名称	计算式	预算金额	各项费用占其他费用的比例 (%)
	(1)	(2)	(3)	(4)
1	前期工作费		22.11	44.33%
(1)	土地清查费	工程施工费×0.5%	1.75	
(2)	项目可行性研究费	按计费标准计取	3.51	
(3)	项目勘测费	工程施工费×1.5%	5.26	
(4)	项目设计与预算编制费	按计费标准计取	9.82	
(5)	项目招标代理费	按计费标准计取	1.75	
2	工程监理费	按计费标准计取	8.42	16.89%
3	拆迁补偿费			0.00%
4	竣工验收费		10.91	21.89%
(1)	工程复核费	(工程施工费+设备购置费)×0.6%	2.11	
(2)	工程验收费	(工程施工费+设备购置费)×1.0%	3.51	
(3)	项目决算编制与审计费	(工程施工费+设备购置费)×0.8%	2.81	
(4)	整理后土地重估与登记费	(工程施工费+设备购置费)×0.6%	2.11	
(5)	标识设定费	(工程施工费+设备购置费)×0.11%	0.39	
5	业主管理费	(工程施工费+设备购置费+前期工作费+监理费+拆迁补偿费+竣工验收费)×2.4%	8.42	16.89%
总计			49.86	

表 8-26 工程施工费单价汇总表

序号	定额编号	单项名称	单位	直接费						间接费	利润	材料价差	未计价材料费	税金	综合单价
				人工费 单价	材料费 单价	机械费 单价	直接工 程费	措施 费	合计						
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)
1	30077[甘 补充]	建筑物拆 除	100m <sup>3</sup>	8407.04	0.00	0.00	8407.04	319.4 7	8726.5 1	436.33	274.89	0.00	0.00	849.39	10287.12
2	10211[甘 补充]	表土剥离	100m <sup>3</sup>	32.67	0.00	262.26	334.75	12.72	347.47	17.37	10.95	59.81	0.00	33.82	469.42
3	10389[甘 补充]	土地平整	100m <sup>3</sup>	149.36	0.00	546.95	777.08	29.53	806.61	40.33	25.41	137.27	0.00	78.51	1088.13
4	40273[甘 补充]	C25 混凝土	100m <sup>3</sup>	5806.62	35180.93	293.70	45553.1 4	2186. 55	47739. 69	2864.3 8	1518.1 2	0.00	0.00	4691.00	56813.19
5	40196[甘 补充]	钢筋制作 安装	t	611.51	4114.28	531.73	5257.52	252.3 6	5509.8 8	330.59	175.21	3.48	0.00	541.41	6560.57
6	10394[甘 补充]	土方回填	100m <sup>3</sup>	1239.33	0.00	0.00	1678.05	63.77	1741.8 1	87.09	54.87	0.00	0.00	169.54	2053.31
7	30020[甘 补充]	浆砌块石	100m <sup>3</sup>	7240.34	21160.10	0.00	28485.6 5	1082. 45	29568. 10	1478.4 1	931.40	0.00	0.00	2878.01	34855.91
8	90030[甘 补充]	植草绿化	hm <sup>2</sup>	98.02	3672.00	0.00	3770.02	143.2 6	3913.2 8	195.66	123.27	0.00	0.00	380.90	4613.11
	20299[甘 补充]	建筑垃圾 清运(运距 0.5km)	100m <sup>3</sup>	122.78	0.00	2207.92	2384.31	90.60	2474.9 1	123.75	77.96	0.00	0.00	240.90	2917.51

表 8-27

土地复垦工程施工费、监测管护费近期分年度估算总表

分期	年度	表土剥离	浆砌块石	C25 混凝土	钢筋	建筑物拆除	建筑垃圾清运 (运距 0.5km)	土地平整	覆土	植草	土地损毁监测	复垦效果监测	管护	合计 (元)
		m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	t	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>	hm <sup>2</sup>	点次	点次	hm <sup>2</sup> /年	
	单价 (元)	4.69	348.56	568.13	6560.57	102.87	29.18	2.24	20.53	4613.11	200	200	1500	
近期	2025	102000									16			
	小计 (元)	478380									3200			481580
	2026										16			
	小计 (元)										3200			3200
	2027										16			
	小计 (元)										3200			3200
	2028										16			
	小计 (元)										3200			3200
	2029										16			
	小计 (元)										3200			3200
	合计 (元)	478380									16000			494380
远期	2030										16			
	小计 (元)										3200			3200
	2031										16			
	小计 (元)										3200			3200

	2032										16			
	小计 (元)										3200			3200
	2033		36	2.7	1.2	5070	5070	38990	102000	34	16			
	小计 (元)		12548.16	1533.951	7872.684	521550.9	147942.6	87337.6	2094060	156845.74	3200			3032891.635
	2034											16	34	
	小计 (元)											3200	51000	54200
	2035											16	34	
	小计 (元)											3200	51000	54200
	2036											16	34	
	小计 (元)											3200	51000	54200
	合计 (元)		12548.16	1533.951	7872.684	521550.9	147942.6	87337.6	2094060	156845.74	12800	9600	153000	3205091.635
合计		478380	12548.16	1533.951	7872.684	521550.9	147942.6	87337.6	2094060	156845.74	28800	9600	153000	3699471.635

表 8-28 机械台班费估算单价计算表（挖掘机 1m<sup>3</sup>）

定额编号：1004

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>336.41</b>
2	二类费用				<b>662.69</b>
(1)	人工	工日	2	55.42	110.83
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg	72	7.66	551.86
(4)	电	kwh			0.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>999.10</b>

表 8-29 机械台班费估算单价计算表（推土机 59kw）

定额编号：1013

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>75.46</b>
2	二类费用				<b>448.08</b>
(1)	人工	工日	2	55.42	110.83
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg	44	7.66	337.25
(4)	电	kwh			0.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>523.54</b>

表 8-30 机械台班费估算单价计算表（自卸汽车 5t）

定额编号：4011

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>99.25</b>
2	二类费用				<b>372.63</b>
(1)	人工	工日	1.33	55.42	73.70
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg	39	7.66	298.92
(4)	电	kwh			0.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00

(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>471.88</b>

表 8-31 机械台班费估算单价计算表（推土机 74kw）

定额编号：1014

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>207.49</b>
2	二类费用				<b>532.39</b>
(1)	人工	工日	2	55.42	110.83
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg	55	7.66	421.56
(4)	电	kwh			0.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>739.88</b>

表 8-32 机械台班费估算单价计算表（拖拉机 74kw）

定额编号：1022

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>142.96</b>
2	二类费用				<b>624.37</b>
(1)	人工	工日	2	55.42	110.83
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg	67	7.66	513.53
(4)	电	kwh			0.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>767.33</b>

表 8-33 机械台班费估算单价计算表（蛙式打夯机 2.8KW）

定额编号：1039

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>6.89</b>
2	二类费用				<b>128.83</b>
(1)	人工	工日	2	55.42	110.83
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg	0	7.66	0.00
(4)	电	kwh	18	1.00	18.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>135.72</b>

表 8-34 机械台班费估算单价计算表（刨毛机）

定额编号：1051

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>78.10</b>
2	二类费用				<b>397.49</b>
(1)	人工	工日	2	55.42	110.83
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg	37.4	7.66	286.66
(4)	电	kwh			0.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>475.59</b>

表 8-35 机械台班费估算单价计算表（钢筋调直机 4-14kw）

定额编号：7014

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>21.50</b>
2	二类费用				<b>72.42</b>
(1)	人工	工日	1	55.42	55.42
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg			0.00
(4)	电	kwh	17	1.00	17.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>93.92</b>

表 8-36 机械台班费估算单价计算表（风水（砂枪））  
风水（砂枪）

定额编号：3008

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>3.22</b>
2	二类费用				<b>332.60</b>
(1)	人工	工日			0.00
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg			0.00
(4)	电	kwh			0.00
(5)	风	m <sup>3</sup>	900	0.34	305.60
(6)	水	m <sup>3</sup>	18	1.50	27.00
合计					<b>335.82</b>

表 8-37 机械台班费估算单价计算表（钢筋剪断机 20kw）

定额编号：7017

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>14.94</b>
2	二类费用				<b>155.42</b>
(1)	人工	工日	1	55.42	55.42
(2)	汽油	kg			0.00

(3)	柴油	kg			0.00
(4)	电	kwh	100	1.00	100.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>170.36</b>

表 8-38 机械台班费估算单价计算表（钢筋弯曲机（φ6-40））

定额编号：7018

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>8.59</b>
2	二类费用				<b>90.42</b>
(1)	人工	工日	1	55.42	55.42
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg			0.00
(4)	电	kwh	35	1.00	35.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>99.01</b>

表 8-39 机械台班费估算单价计算表（电焊机直流 30KVA）

定额编号：7004

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>8.30</b>
2	二类费用				<b>223.42</b>
(1)	人工	工日	1	55.42	55.42
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg			0.00
(4)	电	kwh	168	1.00	168.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>231.72</b>

表 8-40 机械台班费估算单价计算表（对焊机电弧 150）

定额编号：7007

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>22.88</b>
2	二类费用				<b>530.68</b>
(1)	人工	工日	1	55.42	55.42
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg			0.00
(4)	电	kwh	440	1.00	440.00
(5)	风	m <sup>3</sup>	42	0.34	14.26
(6)	水	m <sup>3</sup>	14	1.50	21.00
合计					<b>553.56</b>

表 8-41 机械台班费估算单价计算表（载重汽车 5t）

定额编号：4004

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>88.73</b>
2	二类费用				<b>298.15</b>
(1)	人工	工日	1	55.42	55.42
(2)	汽油	kg	30	8.09	242.73
(3)	柴油	kg			0.00
(4)	电	kwh			0.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>386.88</b>

表 8-42 机械台班费估算单价计算表（混凝土振捣器（插入式）2.2kw）

定额编号：3005

金额单位：元

序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
1	一类费用				<b>14.40</b>
2	二类费用				<b>12.00</b>
(1)	人工	工日			0.00
(2)	汽油	kg			0.00
(3)	柴油	kg			0.00
(4)	电	kwh	12	1.00	12.00
(5)	风	m <sup>3</sup>			0.00
(6)	水	m <sup>3</sup>			0.00
合计					<b>26.40</b>

表 8-43 土地复垦工程单价计算表（表土剥离）

定额编号：	10211[甘补充]				单位：100m <sup>3</sup>
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				347.47
(一)	直接工程费				334.75
1	人工费				32.67
(1)	甲类工	工日	0.00	55.42	0.00
(2)	乙类工	工日	0.77	42.43	32.67
2	机械费				262.26
(1)	挖掘机 1m <sup>3</sup>	台班	0.26	999.10	262.26
3	其他费用	%	13.50	294.94	39.82
(二)	措施费	%	3.80	334.75	12.72
二	间接费	%	5.00	347.47	17.37
三	利润	%	3.00	364.85	10.95
四	材料价差				59.81
(1)	汽油	kg			0.00
(2)	柴油	kg	18.90	3.16	59.81
五	税金	%	9.00	375.79	33.82
合计		元			469.42

表 8-44 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 <sup>3</sup>
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计

一	直接费				8726.51
(一)	直接工程费				8407.04
1	人工费				8407.04
(1)	甲类工	工日	9.68	55.42	536.43
(2)	乙类工	工日	183.92	42.43	7803.89
(3)	其他费用	%	0.80	8340.32	66.72
(二)	措施费	%	3.80	8407.04	319.47
二	间接费	%	5.00	8726.51	436.33
三	利润	%	3.00	9162.84	274.89
四	税金	%	9.00	9437.72	849.39
合计		元			10287.12

表 8-45 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 <sup>3</sup>
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				806.61
(一)	直接工程费				777.08
1	人工费				149.36
(1)	甲类工	工日	0.00	55.42	0.00
(2)	乙类工	工日	3.52	42.43	149.36
2	机械费				546.95
(1)	推土机 74KW	台班	0.13	739.88	92.49
(2)	履带式拖拉机 74KW	台班	0.48	767.33	364.48
(3)	蛙式打夯机 2.8KW	台班	0.23	135.72	30.54
(4)	刨毛机	台班	0.13	475.59	59.45
3	其他费用	%	11.60	696.31	80.77
(二)	措施费	%	3.80	777.08	29.53
二	间接费	%	5.00	806.61	40.33
三	利润	%	3.00	846.94	25.41
四	材料价差				137.27
(1)	汽油	kg			0.00
(2)	柴油	kg	43.38	3.16	137.27
五	税金	%	9.00	872.35	78.51
合计		元			1088.13

表 8-46 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 <sup>3</sup>
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				29568.10
(一)	直接工程费				28485.65
1	人工费				7240.34
(1)	甲类工	工日	8.36	55.42	463.28
(2)	乙类工	工日	159.72	42.43	6777.06
2	材料费				21160.10
(1)	块石	m <sup>3</sup>	108.00	118.55	12803.40
(2)	砂浆	m <sup>3</sup>	34.65	241.17	8356.70
3	其他费用	%	0.30	28400.45	85.20
(二)	措施费	%	3.80	28485.65	1082.45
二	间接费	%	5.00	29568.10	1478.41
三	利润	%	3.00	31046.51	931.40

定额编号:	30020[甘补充]				单位: 100m <sup>3</sup>
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				29568.10
四	税金	%	9.00	31977.90	2878.01
合计		元			34855.91

表 8-47 土地复垦工程单价计算表 (C25 混凝土)

定额编号:	40273[甘补充]				计算单位: 100m <sup>3</sup>
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				47739.69
(一)	直接工程费				45553.14
1	人工费				5806.62
(1) .	甲类工	工日	30.58	55.42	1694.64
(2) .	乙类工	工日	96.91	42.43	4111.98
2	材料费				35180.93
(1) .	锯材	m <sup>3</sup>	1.30	2111.84	2745.39
(2) .	钢滑膜	kg	194.70	5.38	1046.95
(3) .	砼	m <sup>3</sup>	103.00	297.83	30676.01
(4) .	铁件	kg	88.00	8.10	712.58
3	机械费				293.70
(1) .	插入式振捣器 2.2KW	台班	11.13	26.40	293.70
4	其他费用	%	1.00	41281.25	412.81
5	砼拌制	m <sup>3</sup>	103.00	26.63	2743.06
6	砼运输	m <sup>3</sup>	103.00	10.84	1116.02
(二)	措施费	%	4.80	45553.14	2186.55
二	间接费	%	6.00	47739.69	2864.38
三	利润	%	3.00	50604.07	1518.12
四	税金	%	9.00	52122.19	4691.00
合计		元			56813.19

表 8-48 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				5509.88
(一)	直接工程费				5257.52
1	人工费				611.51
(1) .	甲类工	工日	3.96	55.42	219.45
(2) .	乙类工	工日	9.24	42.43	392.06
2	材料费				4114.28
(1) .	钢筋	t	1.02	3946.62	4025.55
(2) .	铁丝	kg	4.00	7.38	29.52
(3) .	电焊条	kg	7.22	8.20	59.20
3	机械费				531.73
(1) .	钢筋调直机 14kw	台班	0.15	93.92	14.09
(2) .	风砂枪	台班	0.38	335.82	125.93
(3) .	钢筋剪断机 20kw	台班	0.10	170.36	17.04
(4) .	钢筋弯曲机 $\phi$ 6-40	台班	0.10	99.01	9.90
(5) .	电焊机直流 30KVA	台班	1.25	231.72	289.65
(6) .	对焊机电弧 150	台班	0.10	553.56	55.36

(7) .	载重汽车 5t	台班	0.04	386.88	14.51
(8) .	其他费用	%	1.00	526.47	5.26
(二)	措施费	%	4.80	5257.52	252.36
二	间接费	%	6.00	5509.88	330.59
三	利润	%	3.00	5840.47	175.21
四	材料价差				3.48
(1) .	汽油	kg			0.00
(2) .	柴油	kg	1.13	3.09	3.48
五	税金	%	9.00	6015.68	541.41
合计		元			6560.57

表 8-49 土地复垦工程单价计算表（覆土）

定额编号:	10394[甘补充]				单位: 100m <sup>3</sup>
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				1741.81
(一)	直接工程费				1678.05
1	人工费				1239.33
(1) .	甲类工	工日	0.55	55.42	30.48
(2) .	乙类工	工日	28.49	42.43	1208.86
2	机械费				366.45
(1) .	蛙式打夯机 2.8KW	台班	2.70	135.72	366.45
3	其他费用	%	4.50	1605.79	72.26
(二)	措施费	%	3.80	1678.05	63.77
二	间接费	%	5.00	1741.81	87.09
三	利润	%	3.00	1828.90	54.87
四	税金	%	9.00	1883.77	169.54
合计		元			2053.31

表 8-50 土地复垦工程单价计算表（植草）

定额编号:	90030[甘补充]				单位: hm <sup>2</sup>
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计
一	直接费				3913.28
(一)	直接工程费				3770.02
1	人工费				98.02
(1) .	甲类工	工日			0.00
(2) .	乙类工	工日	2.31	42.43	98.02
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	3770.02	143.26
二	间接费	%	5.00	3913.28	195.66
三	利润	%	3.00	4108.94	123.27
四	税金	%	9.00	4232.21	380.90
合计		元			4613.11

## 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

$$PC = \sum_{t=1}^n I_t \left[ (1+f)^{t-1} - 1 \right]$$

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 9 年，方案服务年限 12 年，动态总投资 598.21 万元，亩均动态投资 0.8076 万元。

表 8-51 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)
2025 年	2025	58.4454	1.7534	60.1988
2026 年	2026	0.3880	0.0236	0.4116
2027 年	2027	0.3880	0.0360	0.4240
2028 年	2028	0.3880	0.0487	0.4367
2029 年	2029	0.3880	0.0618	0.4498
2030 年	2030	0.3880	0.0753	0.4633
2031 年	2031	0.3880	0.0892	0.4772
2032 年	2032	0.3880	0.1035	0.4915
2033 年	2033	389.0001	118.5568	507.5568
2034 年	2034	6.5719	2.2602	8.8321
2035 年	2035	6.5719	2.5251	9.0970
2036 年	2036	6.5719	2.7981	9.3700
	小计	469.88	128.33	598.21
总 计		469.88	128.33	598.21

### 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 735.16 万元。其中地质环境保护工程投资 136.95 万元，土地复垦工程投资 598.21 万元。工程总投资详细估算见下表。

表 8-52 总投资估算表 单位：万元

序号	工程或费用名称	矿山地质环境治 理费用	土地复垦费用	合计
		(万元)	(万元)	(万元)
1	工程施工费	102.42	350.88	453.3
2	临时工程	6.5	0	6.5
3	设备购置费	0	0	0
4	其它费用	15.58	49.86	65.44
5	不可预见费	0	0	0
6	监测管护费	0	19.14	19.14
7	预备费	12.45	178.33	190.78
<b>动态投资</b>		136.95	598.21	735.16

## 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

为保证甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿矿山地质环境保护与土地复垦方案的顺利实施。甘肃方舟矿业有限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》，甘肃方舟矿业有限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。

甘肃方舟矿业有限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。甘肃方舟矿业有限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，甘肃方舟矿业有限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。甘肃方舟矿业有限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》，甘肃方舟矿业有限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，由当地自然资源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、甘肃方舟矿业有限公司肃北县小翁考克山铁矿矿区面积  $0.9195\text{km}^2$ ，矿山设计开采能力  $36\times 10^4\text{t/a}$ ，矿山服务年限为 9a。

2、由于该矿山尾矿库距离采矿权范围较远，划分为两个评估区。根据采矿区范围、尾矿库范围、工程布局及矿区周围环境地质问题，本次采矿区评估区范围为主要以矿区范围为界向外扩展 50m，矿区范围外基础设施以建设范围为界向外扩展 50-100m，评估区面积为  $134.15\text{hm}^2$ ；尾矿库评估区评估区范围为主要以尾矿库范围为界向外扩展 50m，评估区面积为  $40.66\text{hm}^2$ ；总评估区范围  $174.81\text{hm}^2$ 。评估区重要程度为较重要区，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、矿山地质环境重点防治区（I）、次重点防治区（II）、一般防治区（III）三个区。重点防治区（I）面积为  $46.38\text{hm}^2$ ，次重点防治区（II）面积为  $4.99\text{hm}^2$ ，一般防治区（III）面积为  $125.43\text{hm}^2$ 。

4、矿山已损毁土地面积  $2.34\text{hm}^2$ ，拟损毁土地面积  $47.04\text{hm}^2$ ，复垦责任范围包括所有复垦区面积，所以复垦区面积为  $49.38\text{hm}^2$ ，复垦责任面积为  $49.38\text{hm}^2$ ，复垦方向为其他草地、天然牧草地、裸岩石砾地、采矿用地。

5、矿山地质环境治理措施主要为不稳定斜坡坡面坡脚回填、警示牌、围栏、裂缝夯填、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 735.16 万元。其中地质环境保护工程投资 136.95 万元，土地复垦工程投资 598.21 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。