瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司

钻 井 沟 金 矿

矿产资源开发利用与恢复治理方案

瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司

二〇二一年四月

瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司
钻井沟金矿
矿产资源开发利用与恢复治理方案

提交单位：瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司

编制单位：甘肃省地质调查院

法人代表：余君鹏

总工程师：李通国

项目负责：王记周

编写人员：王记周 高永伟 施小彬 彭新 武鑫

制图人员：王记周 施小彬

编制时间：2021年4月

瓜州县钻井沟金矿

矿产资源开发利用与恢复治理方案

第一部分：矿产资源开发利用方案

第二部分：矿山地质环境保护与土地复垦方案

第一部分

矿产资源开发利用方案

目录

1 概述 1

1.1 矿区位置 1

1.2 自然地理与经济概况 1

1.3 矿山隶属关系 2

1.4 矿山开采情况及现状 5

1.5 矿业权周边矿权设置情况及保护区设置情况 7

1.6 编制依据及编制原则 8

1.6.1 编制依据 8

1.6.2 编制原则 9

2 矿产品需求现状和预测 11

2.1 黄金资源储量 11

2.2 黄金供给及需求分析 13

2.2.1 黄金供给分析 13

2.2.2 黄金的需求分析 14

2.3 价格状况及走势分析 14

2.3.1 影响黄金价格的因素 15

2.3.2 黄金价格走势分析 17

2.3.3 黄金价格预测 18

2.3.4 本次设计黄金价格 19

3 矿产资源概况 20

3.1 矿区及矿产地质概况 20

3.1.1 区域地质概况 20

3.1.2 矿区地质特征 25

3.1.3 矿体地质特征 26

3.1.4 矿石质量.....35
3.1.5 矿体围岩和夹石.....43
3.1.6 矿床共（伴）生矿产.....44
3.2 矿石加工技术性能.....51
3.2.1 选矿工艺设计.....51
3.2.2 选矿工艺生产过程简述.....52
3.2.3 选矿厂药剂设施.....53
3.2.4 选矿厂生产情况.....53
3.2.5 结论.....53
3.3 矿床开采技术条件.....54
3.3.1 水文地质条件.....54
3.3.2 工程地质条件.....58
3.3.3 环境地质条件.....63
3.3.4 矿床开采技术条件小结.....64
3.4 矿产资源/储量.....66
3.4.1 资源量估算的工业指标.....66
3.4.2 资源储量估算范围.....67
3.4.3 核实报告提交的资源储量.....69
3.4.4 设计利用原则及资源量（截至评审基准日）.....89
3.5 报告存在的问题及处理意见.....89
4 主要建设方案的确定.....93
4.1 开采方案.....93
4.1.1 开采范围及开采对象.....93
4.1.2 开采方式选择.....93
4.2 建设规模.....93
4.3 矿山工作制度.....95
4.4 产品方案.....95
4.5 厂址方案.....95

4.6 供水方案 95
4.7 供电方案 95
4.8 燃料及辅助材料供应 96
5 矿床开采 97
5.1 矿山现状 97
5.2 开采顺序、首采地段和中段划分 97
5.3 采矿方法 98
5.3.1 采矿方法选择 98
5.3.2 采矿工艺 98
5.3.3 采掘设备选型 101
5.4 矿山生产能力 101
5.4.1 矿山工作制度 101
5.4.2 矿山生产能力验证 101
5.4.3 矿山服务年限 102
5.5 开拓、运输系统 103
5.5.1 开拓系统 103
5.5.2 运输系统 103
5.5.3 主要井巷工程 105
5.6 矿井通风系统 106
5.7 排水系统 109
5.8 基建工程及三级矿量 111
6 选矿及尾款设施 113
6.1 原矿性质 113
6.2 选矿工艺 113
6.3 选矿工艺生产过程 115
6.4 选矿厂房布置及主要设备 116
6.5 尾矿设施 116
6.2.1 尾矿库设计基本原则 116

6.2.2 前期尾矿库 117
6.2.3 尾矿库扩容 118
7 环境保护、水土保持与复垦 120
7.1 设计依据的环保标准 120
7.2 矿山主要污染物及治理措施 120
7.2.1 废水 120
7.2.2 固体废弃物 121
7.2.3 粉尘废气 122
7.2.4 噪声 122
7.3 水土保持与复垦 123
7.3.1 水土保持 123
7.3.2 复垦 123
7.4 环境影响评述 124
7.5 绿色矿山建设 124
8 劳动安全与卫生 127
8.1 工程概述 127
8.2 设计依据 127
8.3 矿区环境及自然条件对安全的影响 127
8.3.1 矿区地质环境对安全的影响 127
8.3.2 其它自然条件对安全的影响 128
8.3.3 总体设计中的安全防范措施 128
8.4 矿床开采安全 129
8.4.1 地下开采采空区与崩落区安全管理措施 129
8.4.2 采矿工艺过程不安全因素及防范措施 129
8.4.3 提升系统的安全可靠性 130
8.4.4 通风系统的安全可靠性 131
8.4.5 矿山排水系统的安全可靠性 131
8.4.6 机电和运输安全可靠性 133

8.4.7 爆破作业的安全可靠性.....133
8.4.8 运输设备的安全可靠性.....133
8.4.9 防雷、接地的可靠性分析.....134
8.5 采空区的影响及安全治理措施.....134
8.6 预防矿山火灾.....134
8.7 预防矿山水灾.....134
8.8 废石堆场安全.....135
8.9 矿山安全救护及装备.....135
8.10 工业卫生.....135
8.10.1 防尘措施.....135
8.10.2 降噪措施.....135
8.10.3 防炮烟中毒.....136
8.11 井下安全避险六大系统.....136
8.12 安全及工业卫生投资.....137
9 经济效益评价.....138
9.1 劳动定员.....138
9.2 投资估算.....138
9.3 成本估算.....138
9.4 产品销售及价格.....139
9.5 销售收入.....139
9.6 销售税金及附加.....139
9.7 利润总额.....140
9.8 所得税.....140
9.9 税后利润.....140
9.10 财务评价指标.....140
10 开发利用方案简要结论.....142
10.1 保有资源储量.....142
10.2 设计利用资源储量.....142

10.3 生产能力及服务年限 142
10.4 产品方案 142
10.5 采选工艺方案 142
10.6 厂址及开拓运输方案 143
10.6.1 厂址方案 143
10.6.2 开拓运输方案 143
10.7 项目综合效益评价 144
10.8 存在的主要问题及建议 145

附图目录

图号	顺序号	图名	比例尺
1	1	甘肃省瓜州县钻井沟金矿区地形地质图	1：5000
2	2	瓜州县钻井沟金矿总平面布置图	1：2000
3	3	地表工程采样平面图	1：1000
4	4	1695m 中段采样平面图	1：1000
5	5	1664m 中段采样平面图	1：1000
6	6	4 号勘探线剖面图	1：1000
7	7	0 号勘探线剖面图	1：1000
8	8	开拓系统纵投影图	1：1000
9	9	浅孔留矿法采矿方法图	1：2000

附件：

1.《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿产资源开发与恢复治理方案》委托书，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司，2020 年 12 月 7 日。

2.关于《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明(甘资储备字[2020]29 号)，甘肃省自然资源厅，2020 年 5 月 6 日。

3.《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》评审意见书（甘资储评字[2020]20 号、甘资储评总字 1959 号)，甘肃省矿产资源储量评审中心，2020 年 3 月 31 日。

4.《瓜州县人民政府办公室关于瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿涉及保护区、风景名胜区有关情况的协查证明》（2017 年）。

5.《甘肃省国土资源厅关于瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿采矿权深部勘查有关事项的批复》（甘国土资矿发〔2018〕33 号）

6.《采矿许可证》复印件

7.瓜州县自然资源局关于《方案》的评审意见

1 概述

1.1 矿区位置

瓜州县钻井沟金矿位于甘肃省瓜州县柳园镇西 32 公里处，北距辉铜山铜矿 7 公里；行政区划隶属于甘肃省瓜州县管辖。兰新铁路自柳园镇通过，312 国道自柳园镇南 5km 处通过，自柳园向西有简易公路可达矿区，交通便利（图 1）。工作区地理坐标：东经　　、北纬：　　。

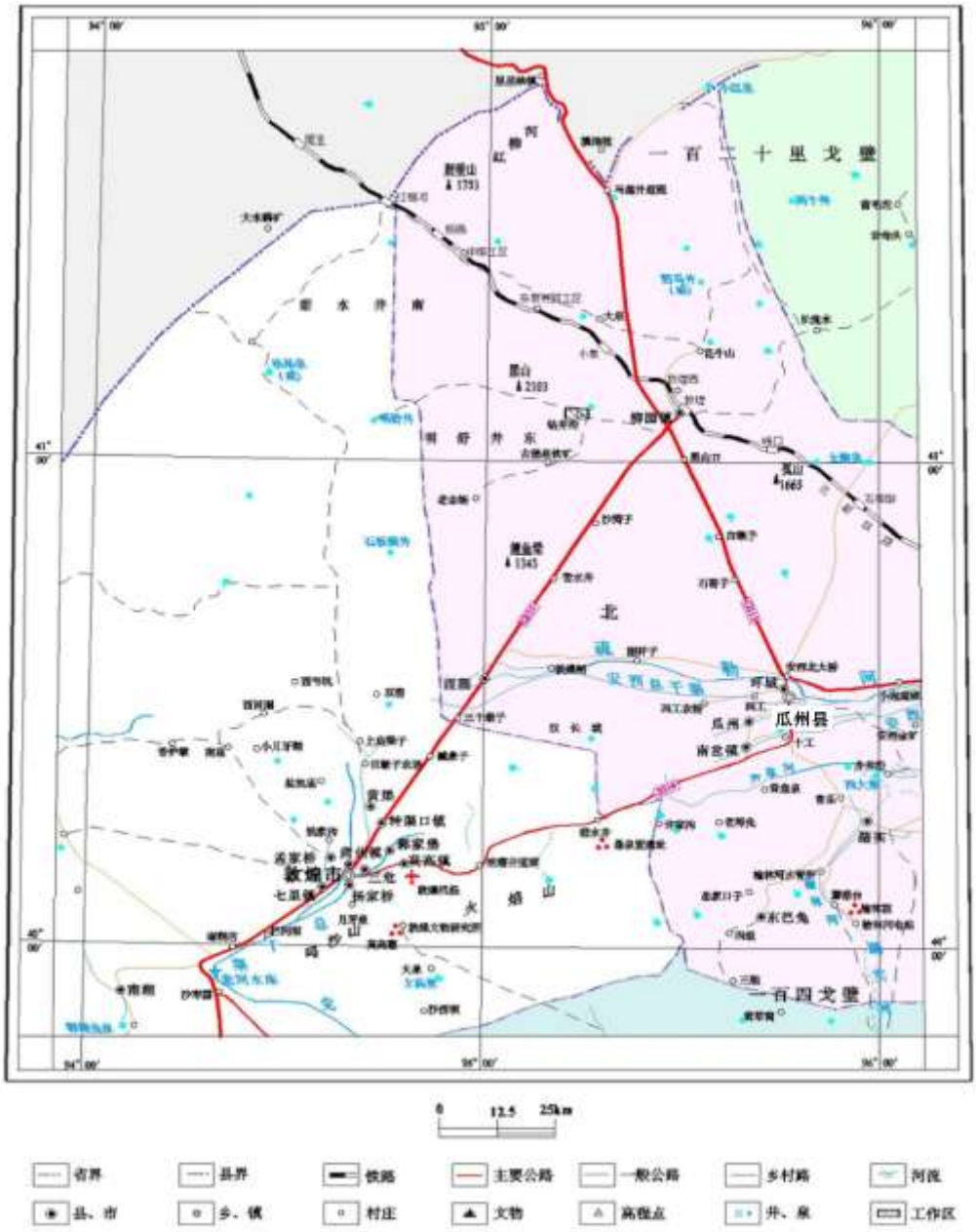


图 1-1 交通位置图

1.2 自然地理与经济概况

区内地形北高南低，属中低山～戈壁丘陵区，主要山脉高程一般在1500m～1800m之间，相对高差10～50m，一般为5～20m。

区内属大陆干旱半沙漠气候，干燥少雨，夏季酷热，冬季寒冷，日温差大，年平均气温9.1℃，最高气温38.8℃，最低气温-23.91℃；工作区荒漠土壤高度盐渍化，降雨（雪）显少，年平均降水量46.2mm，年平均蒸发量3140.57mm；最大风力6—9级。区内无地表迳流，沿断裂带有泉、井分布，但涌水量小，水质差，不宜饮用，仅可作部分工程用。区内植物有红柳、骆驼刺、芨芨草等，一般多沿谷洼地稀疏分布。动物有狼、狐狸、猞猁、野兔、黄羊等。

根据陕西科学技术出版社发行的《陕甘宁青四省（区）强地震目录记载》及国家地震局兰州地震研究所按全国地震烈度区划图圈定，钻井沟金矿及其附近地区的地震基本烈度为6度，因此钻井沟地区的地震基本烈度考虑可定为6-7度为宜，对永久性的建筑物不会有太大的影响。

该地区除柳园镇人口较集中外，其它地方人口稀少，无农业生产，仅有少数游牧民。经济除牧业外，主要有地方和个体采矿业，矿种包括铁矿、铜镍矿、锰矿、磷矿和重晶石矿等。柳园镇一带的矿山企业有辉铜山铜矿、古堡泉铁矿、花牛山铅锌矿、新金场金矿、老金厂金矿、明舒井金矿、拾金坡金矿，方山口钒矿等中小型矿山。此外，尚有多处县办、民办采金小矿山。勘查区生产及生活物资靠柳园、瓜州县、酒泉市等地供给。

柳园地区矿山开发建设条件已基本形成，国营404厂输电网通到柳园，疏勒河水亦引入柳园镇，工业燃料（煤）主要来自新疆哈密三道岭煤矿，供应充足。

1.3 矿山隶属关系

（1）首次设立采矿权

2005年9月，柳园辉铜山有限责任公司申请取得瓜州县钻井沟金矿采矿权（首立）。

矿山名称为：柳园辉铜山有限责任公司钻井沟金矿。

采矿证号：6200000530202

开采矿种为金矿；开采方式为地下开采

生产规模：1.0万吨/年

开采标高为1782米—1750米

有效期限 2005.09-2008.03

发证机关：甘肃省国土资源厅

采矿区面积 1.0275 平方公里，共有 4 个拐点圈定，各拐点坐标见表 1-1。

表 1-1 钻井沟金矿区首立拐点坐标

拐点号	北京 54 系 6 度坐标		80 系 3 度带直角坐标		2000 系 3 度带直角坐标	
	X	Y	x	y	x	y
1						
2						
3						
4						

（2）第一次采矿权变更及延续

2007 年矿权人申请采矿权采深变更，由于采矿范围内的标高仅有 32 米，而且地表矿体已基本被采完，因此，采矿权人向省厅申请进行开采标高的变更。二 00 七年五月甘肃省国土资源厅以《甘国土厅矿函[2007]32 号》同意变更，变更后的采矿标高为：1782—1680 米。2008 年 9 月办理了采矿权延续。开采矿种、开采方式、生产规模与原采矿证一致，主要信息如下：

矿山名称为：柳园辉铜山有限责任公司钻井沟金矿

采矿证号：6200000820057

有效期限 2008.09.03-2011.02.03

发证机关：甘肃省国土资源厅

面积：1.0275km^2

采矿标高 1782m 至 1680m。

（3）采矿权转让及延续

2009-2010 年，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司成功收购了柳园辉铜山有限责任公司钻井沟金矿（简称钻井沟金矿），之后采矿权人一直未进行变更，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司只作为一个采矿主体，在原柳园辉铜山有限责任公司采矿许可证划定的采矿权范围内进行开采。2011.02.03-2014.04-24，为了采矿权延续，矿山未生产。2014 年 4 月 24 日甘肃省国土资源厅颁发采矿许可证，本次采颁发的矿证矿权平面范围没有变化，但由于采用北京 54 系 6 度带坐标，测量面积略有不同，采矿证具体信息如下：

采矿证号：C6200002014044140133891

采矿标高 1782m 至 1643m。

采矿权人：瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司

矿山名称：瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：金矿

开采方式：地下开采

生产规模：3.00 万吨/年

有效期限 2014.04.24-2024.04.24

面积：1.0267Km^2

发证机关：甘肃省国土资源厅

登记范围由 4 个拐点圈定，坐标与原采矿证一致，面积为 1.0267km^2，开采深度由 1782m 至 1643m 标高（表 1-2）。

表 1-2 钻井沟金矿区拐点坐标

拐点编号	54 系 3 度带直角坐标		80 系 3 度带直角坐标		2000 系 3 度带直角坐标	
	x	y	x	y	x	y
1						
2						
3						
4						
5	矿区面积：1.0267km^2					
6	开采标高：1782m 至 1643m					

从以上可以看出，钻井沟金矿采矿权设立后，经历了 2 次矿权变更。2007 年为扩大采深范围，经矿权人申请，二 00 七年五月甘肃省国土资源厅以《甘国土厅矿函[2007]32 号》同意变更采深，2008 年 9 月办理了采矿证，完成第一次矿权变更及延续。2009-2010 年，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司收购了柳园辉铜山有限责任公司钻井沟金矿，2014 年 4 月 24 日甘肃省国土资源厅颁发采矿

许可证，完成了第二次矿权变更及延续。钻井沟金矿采矿权历史变更情况见表1-3。

表1-3 钻井沟金矿采矿权历史变更表

矿山名称	采矿权人	采矿证编号	颁发机构	有效期限	规模	矿种	面积km2	性质
柳园辉铜山有限责任公司钻井沟金矿	柳园辉铜山有限责任公司	6200000530202	甘肃省国土资源厅	2005.09-2008.03	1万吨/年	金	1.0275	首设
柳园辉铜山有限责任公司钻井沟金矿	柳园辉铜山有限责任公司	6200000820057	甘肃省国土资源厅	2008.09.03-2011.02.03	1万吨/年	金	1.0275	变更采深及延续
瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿	瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司	C6200002014044140133891	甘肃省国土资源厅	2014.04.24-2024.04.24	3万吨/年	金	1.0267	变更矿权人及延续

1.4 矿山开采情况及现状

甘肃省瓜州县钻井沟金矿早期一直进行零星民采活动。矿床普查初期，矿区仅遗留有几个露天采坑，自1991～1995年西北冶金地质勘探公司五队在该区进行地质普查工作并进行了一定程度的开发，共开采矿石11000t，平均品位6.39×10^{-6},获得金金属量15kg。2005年由柳园辉铜山有限责任公司申请取得瓜州县钻井沟金矿的采矿权后，矿山开采步入正轨。2007年8月，甘肃省地质调查院对采矿权范围内进行了资源/储量核实，提交了《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》，截止评审基准日为2007年12月30日，估算的动用金矿石量（122b）为3.00万t，金属量141kg。

2008年9月3日，采矿权延续后，由于采矿权范围内资源量有限，柳园辉铜山有限责任公司为了扩大矿区资源量，对该矿进行了边采边探、并以探矿为主的方式进行生产探矿。探采工程分别在1710m中段、1695m中段、1663m等中段，施工探矿坑道2578m。2010年10月30日甘肃省地矿局地质调查院提交了《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》（以下简称地质报告），估算的总动用金矿石量6.43万t,金属量231kg。根据2010年矿山储量动态监测报告,在2008～2010年期间采出矿石量（122b）2.73万吨，与2007年资源储量核实报告估算的动用金矿石量合计共5.73万t，少于《地质报告》估算的总动用资源量0.70万

t。所动用资源量不一致的主要原因是部分矿体经深部工程验证后，矿体厚度有了较大变化。

钻井沟金矿经多年开采，地表富矿基本被采完，仅形成了几个露天小采坑。柳园辉铜山有限责任公司取得采矿权后，采用竖井和井下平巷联合开拓，以探采结合进行采矿，通过 3 号、5 号探井在 1695m～1723m 中段之间的 X5 号矿体进行开采，形成了一定的采空区（CKQ8、CKQ9、CKQ10 见附图二：开拓系统总投影图）。本次设计对已有采空区处理及防治措施见第八章节内容。

该地质资源/储量核实工作基本查明了“柳园辉铜山有限公司钻井沟金矿”矿山开采及勘查情况，估算平面范围位于采矿权平面范围内，共有 6 个拐点圈定（1954 年北京坐标系），各拐点坐标如下：

表 1-4 采矿权平面范围拐点坐标（1954 年北京坐标系）

拐点号	X 坐标	Y 坐标
1		
2		
3		
4		
5		
6		

截止 2010 年 10 月采矿许可平面范围内资源储量为：

采矿权平面范围内保有的金（332）+（333）+（334）？（A+B）资源量为：矿石量 57.77 万 t，金属量 3658kg，平均品位 6.33×10^{-6}；

采矿许可标高范围内（1680～1782m）保有的金（332）+（333）+（334）？（A+B）资源量为：矿石量 37.12 万 t，金属量 2364kg，平均品位 6.37×10^{-6}；

采矿许可标高范围（1680m）以下保有的金（332）+（333）+（334）？（A+B）资源量为：矿石量 20.66 万 t，金属量 1294kg，平均品位 6.26×10^{-6}。

该《地质报告》不仅对采矿许可标高范围内（1680～1782m 以内）的资源量进行了核实，而且对采矿许可标高以外（1680m 以下）的资源量进行了核实。为了扩大生产规模、变更采矿权标高和办理采矿许可证的有偿延续，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司于 2011 年 8 月委托兰州有色冶金设计研究院有限公司编制《甘肃省瓜州县钻井沟金矿开发利用方案》。依据《甘肃省国土资源厅关于瓜州

县钻井沟金矿变更开采深度的批复》文件，开发利用方案设计的开采标高为1782m～1643m。

2011 年-2014 年间，矿山因办理扩大采深、核定生产规模及延续矿权等相关手续，一直处于停产状态。直至 2014 年 4 月 24 日完成了采矿权的延续和深部扩界办理工作，2014 年 7 月矿山恢复了正常采矿工作。矿山自 2014 年 7 月投产以来至 2014 年 11 月 24 日，实际消耗矿石量 0.78 万吨，平均品位为 5.86×10^{-6}，其中采出矿石量 0.66 万吨，损失矿石量 0.12 万吨，损失率 15%，矿山开采回采率 85%。

2015 年-2018 年 7 月矿山实施了改扩建工程及竣工环境保护验收工作。该项目由贵州天宝资源咨询服务有限公司完成了《瓜州县一钻井沟金矿 3 万 t/a 采矿工程初步设计》的编写工作。根据设计施工了主竖井，井深 251 米，在 1643 中段形成水泵沧，溶积 532m^3。系统工程对 1666 米中段风巷进行了改造，使五井、三井、主井在 1666 米中段相互贯通，形成了通风系统。施工风巷 160 米，改造风巷折合 90 米。在 1643 米中段施工主运巷到 410 米，通过天井与六号竖井水平贯通。于 2018 年 2 月取得钻井沟《安全生产许可证》。探矿工程在三号井、五号井、六号井共施工开拓探矿巷道约 2 千米。采准工程在六号井 1680 米标高对 K20-1 矿体，施工采准工程近 700 米。其中包括沿脉、斗川、天井、运输巷等。确定可采矿量 2 万 8 千吨左右，品位在 1.5 至 4 克之间。

矿山于 2018 年 7 月 10 日通过了环评验收。期间矿山没有生产，2015-2017 年由于矿山处于停产没有编制年报资料。2018 年甘肃省地质矿产勘查开发局水文地质工程地质勘察院编制了《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿 2018 年度矿山储量年报》，年报显示由于矿山处于环评验收及环评验收改造阶段，矿山未开采，2018 年全年无消耗储量。

1.5 矿业权周边矿权设置情况及保护区设置情况

矿区周边没有采矿权设置，但有探矿权两个，即甘肃省瓜州县梧桐井金矿详查和柳园辉铜山有限责任公司钻井沟金矿详查，三者不存在矿业权重叠的情况（图1-2）。经瓜州县自然资源局协查，采矿权范围不在任何保护区范围，详见附件3。

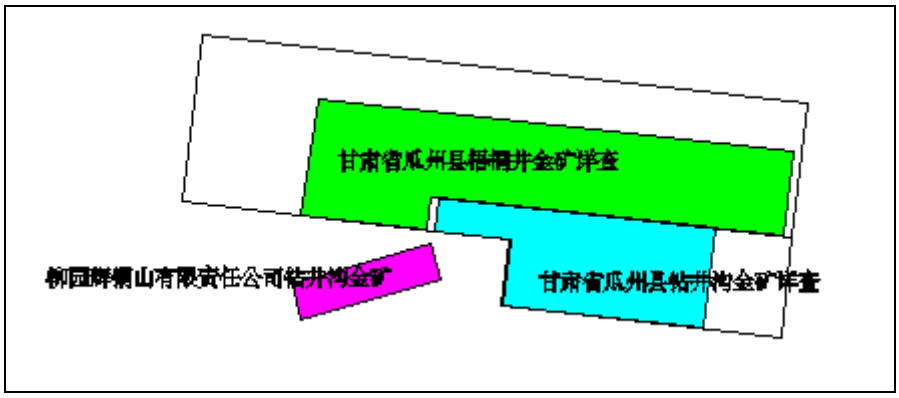


图1-2瓜州县鑫港矿业有限责任公司钻井沟金矿与周围探矿权示意图

1.6 编制依据及编制原则

1.6.1编制依据

1.6.1.1法律、法规依据

（1）《中华人民共和国矿产资源法》（第8届全国人民代表大会常务委员会第21次会议修正，1996年8月29日）；

（2）《矿山地质环境保护规定》（中华人民共和国自然资源部令第5号，2019年7月24日）；

（3）原国土资源部《关于加强矿产资源开发利用方案审查的通知》（国土资发[1999]98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的通知》（甘国土资矿发〔2016〕140号）；

1.6.1.2技术依据

（1）《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016年12月）；

（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范》（TD/T1031—2011）；

（4）《土地利用现状分类》（GB/T21010-2017）；

（5）《土地开发整理项目规划设计规范》（TD/T1012-2000）；

（6）《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-1991）；

（7）《地下水动态监测规程》（DZ/T0133-1994）；

（8）《综合工程地质图图例及色标》（GB/T12328-1990）；

（9）《地质图用色标准及用色原则（1：50000）》（DZ/T0179-1997）；

（10）《岩土工程勘察规范》（GB50021-2001）（2009年版）；

（11）《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）；

（12）《建筑边坡工程技术规范》（GB50330—2013）；

（13）《地质灾害危险性评估规范》（DZ/T0286-2015）；

（14）《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013）；

（15）《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年5月）；

1.6.1.3资料依据

（1）《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿产资源开发与恢复治理方案》委托书，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司，2020年12月7日。

（2）《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》，辽宁省第十一地质大队，2019年12月。

（3）关于《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明(甘资储备字[2020]29号)，甘肃省自然资源厅，2020年5月6日。

（4）《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》评审意见书（甘资储评字[2020]20号、甘资储评总字1959号)，甘肃省矿产资源储量评审中心，2020年3月31日。

（5）《瓜州县人民政府办公室关于瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿涉及保护区、风景名胜区有关情况的协查证明》（2017年）。

（6）《甘肃省国土资源厅关于瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿采矿权深部勘查有关事项的批复》（甘国土资矿发〔2018〕33号）。

（7）业主提供的其它资料。

1.6.2编制原则

（1）严格遵循国家、甘肃省颁布的有关法律、法规和技术规程、规范。

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

（3）以经济效益为中心，业主利益、国家税收、社会效益最大化为目的建设方案必须从我国国情、国策和地区实情出发，充分利用客观条件的优势，实事

求是，从实际出发寻求综合技术效益最优的建设方案，力争做到工艺先进、设备可靠、产品质量高、投资省、工期短、经营成本低、经济效益好。

（4）重视资源的综合利用，减少损失率，降低贫化率，最大限度地利用矿产资源。

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

2 矿产品需求现状和预测

2.1 黄金资源储量

根据美国国家地质局 2020 年 1 月发布的全球矿产统计数据：截至 2019 年底全球黄金累计探明储量为 55000t，全球黄金资源主要分布在美国、澳大利亚、南非、俄罗斯、智利等国，澳大利亚是全球黄金资源最丰富的国 家，探明储量为9800t，占全球总量的 17.69%；南非储量为 6000t，占比为 10.83%。全球黄金资源储量详见表2-1。

表2-1 世界主要产金国家资源储量统计表

国家	储量（t）	储量占比（%）	国家	储量（t）	储量占比（%）
美国	3000	5.42	墨西哥	1400	2.53
澳大利亚	9800	17.69	巴布新几内亚	1200	2.17
巴西	2400	4.33	秘鲁	2100	3.79
加拿大	2000	3.61	俄罗斯	5000	9.03
智利	3900	7.04	南非	6000	10.83
中国	1900	3.43	乌兹别克斯坦	1700	3.07
加纳	2000	3.61	其他国家	10000	18.05
印度	3000	5.42	世界统计	55000	100

中国已发现金矿床(点)7148处，已探明的1232处，包括岩金矿床573处、砂金矿床456处，伴生金矿床204处。根据中国金矿成矿地质条件，预测潜在储量15000吨。全国除重庆外，各省、直辖市、自治区均有探明的资源。东部是至今探明金矿资源/储量相对集中的地区。其中，岩金保有储量最高的是山东，其次是陕西、河南、贵州。

矿产金的生产是黄金供应的主要来源，近十年世界矿产黄金的总量变化不大，基本维持在2500吨上下，但地区的产量变化较大。非洲、北美洲、大洋洲黄金产量呈下降趋势，而拉丁美洲、亚洲的产量逐渐上升。年产100吨以上的国家有南非、澳大利亚、美国、中国、秘鲁、俄罗斯、印度尼西亚和加拿大。

我国黄金行业已经初步形成以大型黄金企业为主导，大中小型企业并存的格局。国内矿产金规模稳居10吨以上的大型企业包括中国黄金集团公司、山东黄金集团有限公司、紫金矿业和山东招金集团有限公司。

（1）中国黄金集团公司：中国黄金集团公司是国务院国资委管理的黄金行业唯一一家中央企业。组建于2003年初，其前身是成立于1979年的中国黄金总公司。中国黄金集团公司主要从事金、银、铜、钼等有色金属的勘察设计、资源开发、产品生产和贸易以及工程总承包等业务，是集地质勘探、矿山开采、选矿冶炼、产品精炼、加工销售、科研开发和工程设计与建设于一体的综合性大型矿业公司。

中国黄金集团公司下属子公司包括在境内A股上市的中金黄金股份有限公司以及在加拿大多伦多交易所和联交所两地上市的中国黄金国际资源有限公司两家上市公司。根据《中国黄金年鉴2013》数据，2012年中国黄金集团公司黄

金资源保有储量1，758吨，矿产金产量35.60吨，均位居全国之首。

（2）山东黄金集团有限公司：山东黄金集团有限公司是山东省属大型企业、中国500强企业，其黄金产量、资源储备、经济效益、科技水平及人才规模均居全国黄金行业前列。山东黄金集团有限公司子公司山东黄金矿业股份有限公司为A股上市公司。根据《中国黄金年鉴2013》数据，2012年山东黄金集团有限公司黄金资源保有储量1300吨，矿产金产量33.41吨，均位居全国第二。

（3）紫金矿业集团股份有限公司：紫金矿业为一家以黄金及金属矿产资源勘查和开发为主的大型国有控股矿业集团，为上海和香港两地（A+H股）上市公司，中国500强企业，位居美国《福布斯》2013年度全球2000强企业第880位，在全球矿业公司中排名第25位。根据《中国黄金年鉴2013》数据，2012年紫金矿业黄金资源保有储量1，192.22吨，矿产金产量32.08吨，均位居全国第三。

（4）山东招金集团有限公司：山东招金集团有限公司位于山东省招远市，是一家从事包括黄金矿业、非金矿业、黄金交易及深加工业、高新技术产业、房地产业和金融业等六大产业的大型综合性集团公司。公司创建于1974年，2002年改制为有限责任公司。山东招金集团有限公司子公司招金矿业股份有限公司为H股上市公司。根据《中国黄金年鉴2013》数据，2012年山东招金集团有限公司黄金资源保有储量631.42吨，矿产金产量18.70吨，均位居全国第四。

2.2国内外黄金需求分析

2.2.1黄金市场需求分析

黄金具有货币和商品双重职能。作为“金属之王”，其少有的化学、物理、电子性能优异的金属，应用领域非常广，在电子、通讯、航空航天、化工、医疗等部门及与人们日常生活相关的各类生活日用品当中也有广泛的应用空间。

（1）工业对黄金的需求

现代电子行业飞速发展，对可靠性的要求越来越高，黄金具有其他金属无法替代的高稳定性。同时，电子产品日益微型化，单位用金量会很小，对产品成本构不成威胁。因此越来越多的电子元件可以使用金作原材料。金由于耐高温、耐腐蚀等特性，在航空航天领域也被大量应用，随着大量航空航天技术应用于民用，黄金在这些方面的市场前景非常被看好。黄金还可以用于日用品，如镀金钟表、皮带扣、打火机、钢笔等。钟表王国瑞士国度不大，但其饰品业每年用金量达40t 左右，其中95％都用在制表业上。日本仅一家手表厂一年消耗金盐就达1t，相当于消耗黄金0.68t。随着我国人民生活水平的提高，电镀用金前景也会十分广阔。

（2）饰金需求

传统饰金消费大国为印度、沙特、阿联酋、中国、土耳其等。每年印度的婚庆及宗教节日，中国的农历新年，西方的圣诞节和情人节，对饰金的需求都较其他时间增多，占黄金需求比例为75%左右，分额最大。

（3）投资需求

黄金是一种具有商品和投资双重属性的特殊商品，既可以作为加工原料，在商品领域进行实物流通。又可以作为投资工具，在金融市场上发挥投资、保值功能。当前，全球经济发展前景尚不明朗，存款、股权、基金、房地产等的传统理财方式已不能满足国内百姓需求，黄金作为避险抗通胀的有力武器，保值增值的功能愈发突出，黄金投资因而成为市场热捧。

全球黄金消费需求集中在珠宝首饰、工业、投资以及各国中央银行储备领域。截至 2019 年全球黄金在珠宝首饰领域需求量位2107吨，占比48.37%，相比2013年下降了11.31 个百分点。根据智研咨询发布的《2020-2026 年中国黄金白银贵金属衍生品行业产业竞争现状及投资决策 建议分析报告》数据显示：黄金

投资成为目前黄金需求的主要方向，黄金投资需求从2013 年的856.4 吨，上升至 2019年的1271.7 吨，增长率48.49%。

2.2.2国内外黄金供求关系分析

世界黄金市场的供应主要有以下几个方面：世界各产金国的矿产金、回收的再生黄金、一些国家官方机构，如央行黄金储备、国际货币基金组织以及私人抛售的黄金。近年来，黄金供应市场有以下发展趋势。

（1）矿产金供给呈现减少趋势

矿产金是黄金供应总量增加的主要来源，近十年来矿产金产量的变化不大，基本维持在 2500t 左右。从历史数据看，近年来矿产金的供应呈下降趋势，更主要是黄金开采成本也不断提高。虽然 2013 年黄金总产量超过了 2010 年所创的高位，但全球多个大型金矿场即将枯竭，新发现的矿藏越来越稀少，整体黄金产量将下降。因此，黄金市场供应将持续紧张。

（2）再生金供给受黄金价格走强影响增长迅速，但继续扩大难以为继。再生金是指通过回收旧首饰及其他含金产品重新提炼的黄金。黄金价格上涨时，再生金的供给增加；价格下跌时，再生金的供给减少。

（3）全球各中央银行售金

黄金储备是央行用于防范金融风险的重要手段之一，也是衡量一个国家金融健康的重要指标。从目前各中央银行的情况来看，俄罗斯、中国、日本作为经济政治大国，黄金储备量偏小。作为一个在世界经济中有巨大影响力的国家，黄金储备一般占到外汇储备的 10%，见表 2-2 所示。

1966 年全球中央银行的黄金储备达到历史最高的 38257 吨，其后开始减持手中的储备金，私人投资者手中的黄金存量就从 1996 年 的 37743 吨不断的上升。1966—2007 年期间，私人投资者购买黄金的数量为 9647 吨—也即为中央银行的净售出数量。俄罗斯在未来数年将实施增加黄金储备的战略，南非和阿根廷央行也已经公开表态将会回收黄金增加储备。中国、日本也将会步俄罗斯之步伐，减少美元资产而增加黄金等资产。2010 年年底，我国外汇储备达到 25000 亿美元，而黄金储备只有 1050 多吨，仅占我国外汇储备总额的 1.7%，远远低于世界上发达国家的水平。从保值、增值和分散化投资的角度来看，我国将会调整外汇储备结构，实施多元化战备，综上，各个国家对黄金储备的需求尚有较大空间。

表2-2　世界各国黄金储备统计表

序号	国家、地区和组织	黄金储备量	占外汇总储量的百分比（°%)
1	美国	8156.5	56.5
2	德国	3469	34.7
3	国际货币基金组织	3217	不确定
4	法国	3025	39.8
5	瑞士	2494	41.7
6	意大利	2452	46.4
7	荷兰	912	46.2
8	日本	764	1.9
9	欧洲银行	747	13.9
10	波兰	607	38.6

根据全球黄金协会发布的统计数据：2013 年全球黄金供应量为4,340.0 吨，当中矿山生产量为 3，019.0 吨，矿山供应总量为 2969.0吨（扣除生产商净对冲 50 吨）；回收黄金总量为 1，371.0 吨。根据统计数据：2013 年，我国累计生产黄金 428.2 吨，同比增长 6.2%，增幅回落 5 个百分点，占全球产量的14.7%，已连续 7 年居全球第一。

2.3价格状况及走势分析

2.3.1影响黄金价格的因素

影响黄金价格的因素包括以下几个方面：

（1）美元价格。

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

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

（2）战乱及政局震荡时期

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

（3）世界金融危机

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

（4）通货膨胀

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

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

（5）石油价格

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

（6）黄金供需关系

金价是基于供求关系的基础之上的。如果黄金的产量大幅增加，金价会受到影响而回落。但如果出现矿工长时间的罢工等原因使产量停止增加，金价就会在

求过于供的情况下升值。此外，新采金技术的应用、新矿的发现，均令黄金的供给增加，表现在价格上当然会令金价下跌。

2.3.2黄金价格走势分析

根据中国纸金网（见插图 2-5、插图 2-6）国内外十年黄金价格走势图可以看出，国内黄金价格与国际黄金价格走势基本保持一致。从国内市场黄金市场价格走势分析，2011 年市场黄金价格达到最高为 390.01 元/克，但从 2011 年底黄金价格一路走低，到 2015 年国内市场黄金价格达到最低为 216.17 元/克，黄金价格经过三年的调整，从 2018 年开始价格慢慢趋于上升，近一年来，黄金价格始终在 320 元/g 附近震荡徘徊。近十年黄金市场价格平均值 284.06 元/克。

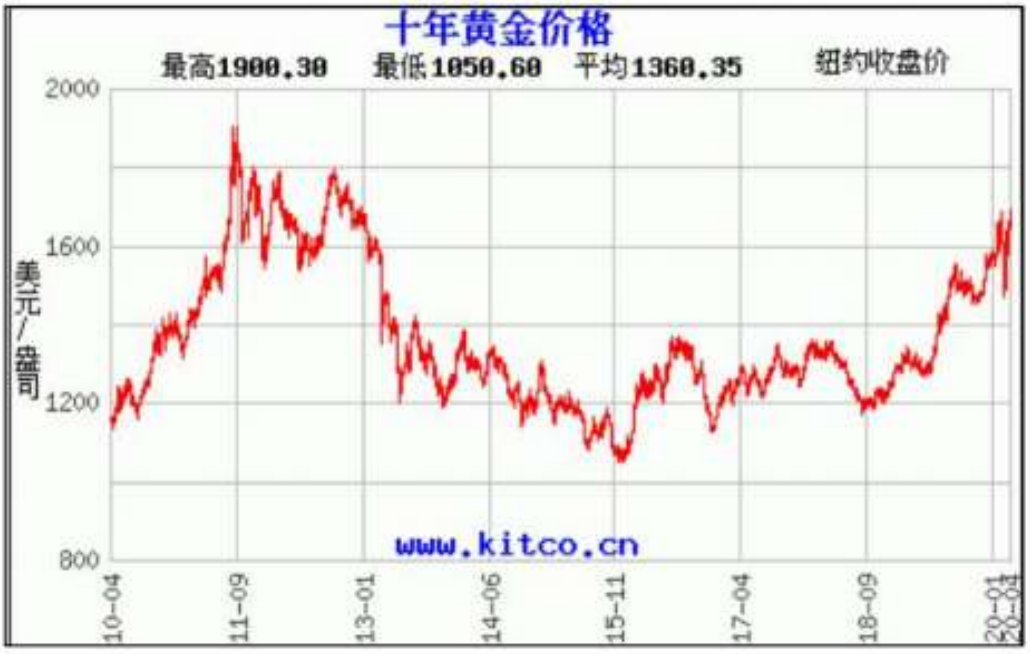


图 2-2 国际黄金价格的近十年走势图

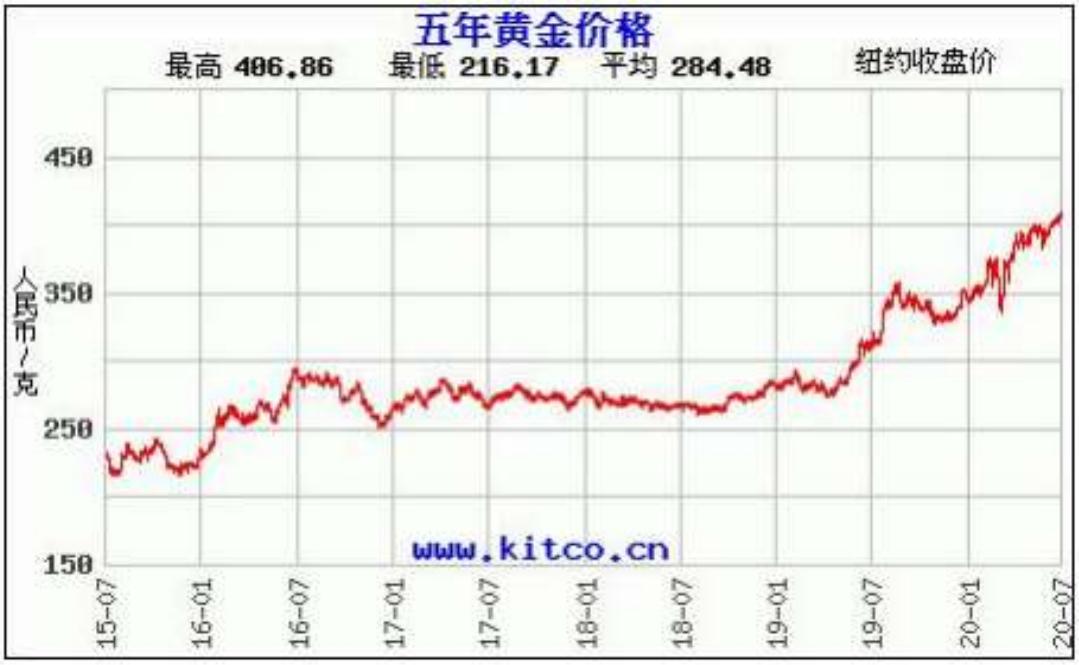


图 2-3 国际黄金价格的近五年走势图

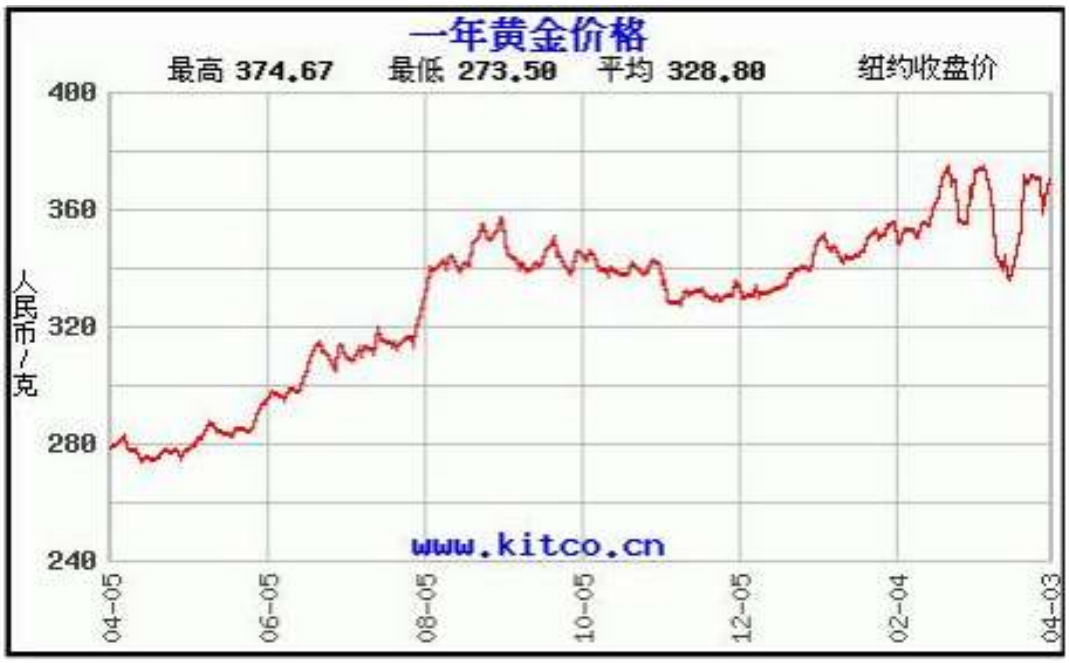


图 2-4 黄金 2019 年 4 月-2020 年 4 月一年价格走势图

2.3.3黄金价格预测

近些年来，世界央行储备金总量有明显提升。2000 年起，央行储备金一直减持，2008 年后开始增持。至 2017 年世界范围内的央行储备金已增加了 2752t，且有继续增加的趋势。世界上央行黄金储量最多的前十大国家中，美国央行黄金储量最多，有 8133.5t，且外汇占比最高，为 74.85%。中国央行黄金储量为

1797.5t，但价值仅有外汇储备的 2.16%，远远低于其他国家，还有很大的增持空间。2017 年以来，中国央行黄金储备数量不断上升，2017 年全年增持 700t 左右，黄金占外汇储备比例也在不断升高。相对于其他货币，黄金价值更稳定，对一国金融稳定作用更大。中国外汇储备中黄金占比过低，预计未来央行还会增持黄金，对黄金价格的持续上涨形成有力支撑。因此，预测未来几年，黄金价格将在高位徘徊并有一定上涨空间。

2.3.4本次设计黄金价格

根据黄金独特的金融属性，黄金近阶段的核心功能为货币属性短暂回归，保值避险，围绕保值避险需求是金价的核心驱动要素这一主线，分析金融危机、经济危机、主权债务危机、欧元风险对金价的影响，得出对未来 2～3 年内金价的判断是金价将维持震荡向上的趋势。本次设计为保险起见，设计采用五年黄金平均价格，为 284 元/g（不含税）。

3 矿产资源概况

3.1矿区及矿产地质概况

3.1.1区域地质概况

矿区大地构造位置位于塔里木板块-柳园陆内复式裂谷，为晚古生代辉铜山-柳园陆内岩浆活动带，出露地层为前长城系、石炭系、二叠系及第四系等；分布大面积晚古生代-早古生代复式花岗岩、二长花岗岩侵入体；构造以北西向—近东西向展布的大断裂为主，总体构造呈向南突出的弧形。在钾长花岗岩与前长城系外接触带上形成辉铜山矽卡岩型铜矿等。该裂谷为铜、金、银、铁、铅锌多金属成矿带。成矿带属牛圈子—白山堂成矿带（Ⅲ）辉铜山-大奇山华力西期铜金铁成矿带（Ⅳ级），已知的辉铜山铜矿床、古堡泉铁矿床、五峰山铁矿床、花牛山铅锌银矿床及老金厂、新金厂、拾金坡等诸多的金矿床（点）均产于该裂谷带中。

3.1.1.1地层

该区地层属于天山-兴安地层区北山分区红柳园小区，地层由于断层切割、岩体侵入穿插，致使地层大部顶底不全，分布零星。其特征分述如下：

1、太古-古元古代敦煌岩群（$ArPt_1D$）

敦煌岩群为一套强变质变形的变质杂岩，出露范围相对较大，呈带状近东西向展布，被断裂和岩体作用下，多呈残留体或残块状出露。从岩石组合、变形变质作用等方面，将敦煌岩群划分为两个岩组。相当于敦煌岩群C、D岩组。

C岩组（$ArPt_1D_2$）出露于矿区南部，出露面积为67.5Km^2左右，地层北倾为主，倾角68°-71°。岩性为斜长混合岩、角闪斜长混合岩、黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、石英片岩夹变安山岩等。前人在1：5万辉铜山幅南古堡泉一带斜长角闪岩中获2206±74Ma的Sm-Nd等时线年龄。与南侧金塔组、红柳园组为断层接触。

D岩组（$ArPt_1D_3$）主要出露钻井沟金矿北部，出露面积为100Km^2左右，呈条带状、透镜状近东西向展布，与区域构造方向一致。岩性为以片岩类、大理岩为主。其中片岩分布范围较大，以二云石英片岩、角闪斜长石英片岩、角闪石英片岩、黑云绿泥斜长石英片岩为主。大理岩为细晶片理化大理岩。其次有少量的黑云斜长角闪岩、石榴石透闪石矽卡岩及糜棱岩等。

敦煌岩群为强烈变形变质的构造岩层（岩石）叠置体，原生面理已消失殆尽，表现为强烈的片理（片麻理）化，总体无序。前人从岩性组合、火山岩特征，以

及二者产出状态分析，并对原岩进行了恢复，其中斜长角闪岩经原岩恢复属基性火山岩类，其 REE 配分模式近平坦型，∑REE 介于 35－150 之间，Eu 异常不明显，具岛弧火山岩特征。因此敦煌岩群形成的大地构造环境属岛弧或活动大陆边缘。该地层为区域金、铁矿的含矿层位。

2、石炭系（C）

出露下石炭统红柳园组和上石炭统石板山组。

①下石炭统红柳园组（C_1h）

主要分布于钻井沟金矿东北，出露较少。出露面积为 4.5Km^{2}左右，主要为砾岩、含砾粗砂岩、砂岩、灰岩、生物碎屑灰岩及少量硬砂岩。该组有珊瑚化石 Palaeosmiliacf.cocava，Amplexusmirabilis 等，腕足类化石有 Spiriferasp.，Brachythyrinasp.等。根据岩性特征和含有大量海相动物化石，本组地层属滨海-浅海相沉积，韵律明显，具类复理石建造特征。

②上石炭统石板山组（C_2sb）

与下石炭统红柳园组相伴出露。出露面积为 3.5Km^{2}左右，岩性主要由石英、长石质砂岩、含砾粗砂岩、砾岩、上部夹少量流纹岩组成，沉积韵律明显。属海陆交互相碎屑岩沉积建造。

3、二叠系（Pj）

区域上金塔组主要分布于黑山口北侧一带，呈近东西向带状展布。总体为向斜构造，北翼受红柳园断层切割，出露不全。在钻井沟金矿东，该组岩石为一套枕状玄武岩建造，岩石组合以灰黑色-灰绿色厚层块状玄武岩为主，并以普通发育的枕状构造为显著特征，夹有玄武质岩屑凝灰熔岩，安山岩及薄层凝灰质砂岩。宏观上，该岩石地层单位色调比较深，野外及航片上均显黑色，标志非常明显。地表常见白色方解石细脉和灰褐色碧玉条带货扁豆体。上二叠统金塔组（P_2j）火山岩中 Cu、Ni 元素背景值普遍偏高，局部地段出现 Cu、Ni 异常。

4、第四系（Q）

全新统（Qh^{pl}），主要由冲积，洪积形成的砾石、细砂、含砾粘土、砾岩、砂质泥岩等组成。。

3.1.1.2构造

矿区位于塔里木陆块-敦煌地块-柳园裂谷，以红柳河-马鬃山脆韧性断裂为界，北属公婆泉-岛弧、南属柳园-裂谷。根据区内主要压性、压扭性结构面的规

模以及组合特征和构造对岩相、岩浆岩、变质作用的控制等特点，柳园裂谷由北向南划分为罗雅楚山奥陶-蓟县纪被动大陆边缘、金沟井-长流水石炭纪岩浆岩亚带、柳园裂谷褶皱基底岩系（图 3-1）。

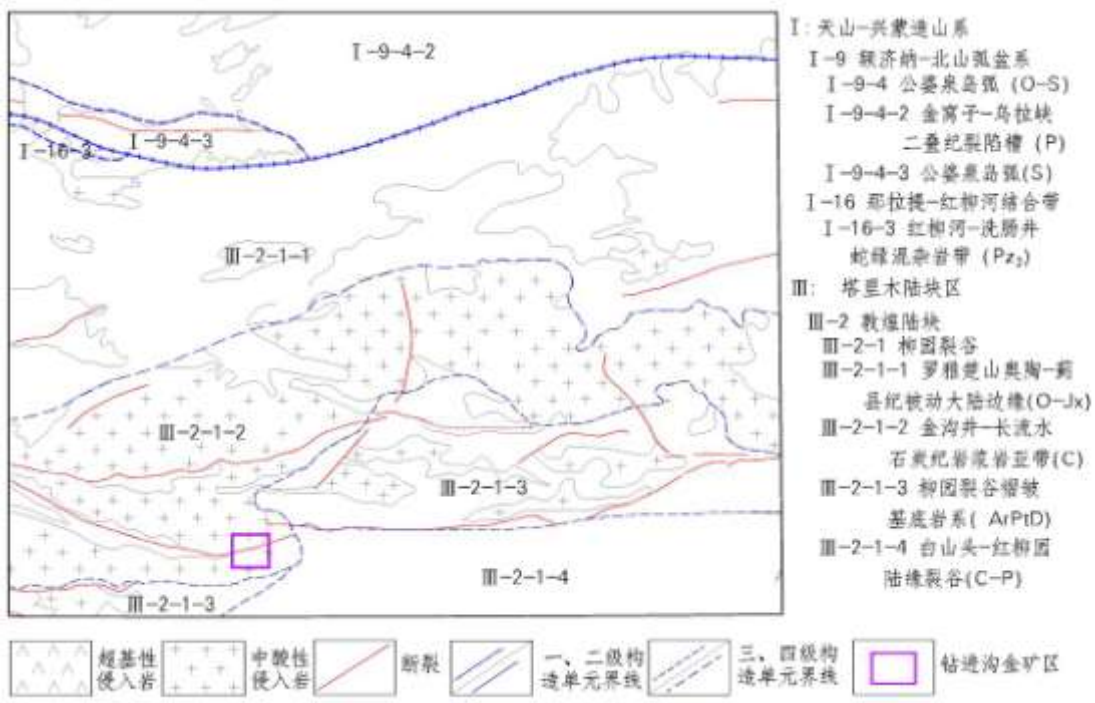


图 3-1 矿区构造位置图

钻井沟金矿位于金沟井-长流水石炭纪岩浆岩亚带，断裂构造尤为发育。主要断裂呈东西向或近东西向展布，构成该区主要地质构造格架。断裂以韧脆性断裂为主，形成东大泉-金场沟脆韧性断裂带，东西向密集压性劈理化带、片理化带、糜棱岩化带发育。敦煌岩群及加里东晚期石英闪长岩，华里西中期花岗岩、辉长岩等均受到不同程度的变形变质作用。说明在晚古生代时期经历了多次强烈的构造运动和多期岩浆活动。

东大泉-金场沟脆韧性韧性剪切带：该韧性剪切带主要发育于敦煌岩群变质岩，在辉铜山南，加里东期石英闪长岩也发生了较强的变形，该带内岩石变形明显，面理构造尤其发育，岩体具糜棱岩化作用，形成糜棱岩化石英闪长岩等。该韧性剪切带与白墩子-小西弓韧性剪切带相连。据统计白墩子-小西弓韧性剪切带内金矿点多达 39 个，单个金矿化带最长可延续 800-2000m，单个金矿体水平延伸可达 50-100m，民采坑最深已至地下 70 余米，显示该带具有良好的找矿潜力。钻井沟金矿产于加里东糜棱岩化石英闪长岩中。

3.1.1.3岩浆岩

1.侵入岩

矿区所在的柳园裂谷，区域上侵入岩分布广泛，且与金属矿床具密切时空关系。以加里东期（志留纪）和华力西（泥盆—二叠纪）岩体为主（表 3-1）。岩石主要为石英闪长岩和二长岩、正长岩类，部分为辉长岩。

表 3-1 钻井沟一带侵入岩划分表

柳园裂谷构造岩浆岩亚带	代	纪	岩性	岩性花纹	代号	结构	岩性描述
	晚古生代	二叠纪	正长花岗岩		ξ πP²	中粒花岗结构	石英20-25%，钾长石50-55%，斜长石15-20%，黑云母少量
			辉长岩		νP²	辉长结构	斜长石50-60%，辉石25-30%，橄榄石15-35%
		石炭纪	正长花岗岩		ξ γC²	中粒花岗结构	石英25-30%，钾长石40-70%，斜长石20-30%，黑云母5%
			二长岩		ηC²	斑状结构	斑晶：石英、微斜长石5%，基质：石英25%，钾长石40-45%，斜长石20-25%，黑云母5%
		泥盆纪	辉长岩		νD	中粒辉长结构	斜长石40%，辉石60%，部分透闪石、阳起石
	早古生代	志留纪	石英闪长岩		δ σS	中粒结构	中长石60-65%，石英15%，角闪石3-5%，黑云母10%，微斜长石5%

区域上华力西侵入岩有以下特点：1）华力西期为主要成矿期 2）华力西期岩石的氧化程度较低 3）剥蚀程度较浅，为中-浅成相浅剥蚀程度；4）同化混染现象普遍，热蚀变岩石多见；5）侵入体均为岩浆期内生金属矿床的母岩，与有利围岩接触处是寻找内生金属矿床的有利地段。

（1）加里东期侵入岩

加里东期主要为中酸性岩浆侵入。主要分布在玉石山断裂南，岩体呈长条状展布，受东西向构造控制。侵入敦煌岩群，被下石炭统红柳园组不整合覆盖，面积 112Km^2。外接触带同化现象明显，围岩见边缘混合岩化、绿帘石化、硅化，蚀变带宽 10-20 米。有大量岩枝、岩脉穿入。接触面平缓，接触界线弯曲。内接触带见大量围岩残留体和捕虏体，混染现象普遍，岩石中暗色矿物增加，略定向，岩石粒度不均匀，为斑杂构造。主要为中粒-细粒石英闪长岩、黑云角闪石闪长岩，次为细粒石英闪长岩。

加里东晚期侵入岩中有含金、铜石英脉，系本期岩浆期后产物，脉的密集地段可构成矿点。钻井沟金矿就产于该期侵入体中。

（2）华里西中期侵入岩

本期岩浆活动剧烈、频繁，经历了由基性-中性-酸性的脉动演化过程，遗留下的岩体大小不等，个数甚多。是本区重要的成矿期。根据穿切关系，可划归三次侵入。

①华里西中期第一次侵入岩

为泥盆纪侵入岩，此次岩浆侵入主要形成基性、超基性岩体，超基性岩多呈脉状或团块状出现在基性岩体中，系同期岩浆分异产物。超基性分布在玉石山一带，多沿断裂分布，展布方向受构造控制，呈扁豆状。辉铜山矿辉长岩体：为岩株状产出，侵入敦煌岩群，面积 5Km^2。沿北部接触带有蛇纹岩呈透镜状断续分布，外接触带围岩仅见烘烤现象，内接触带由于强烈蚀变及动力破碎，围岩残留体及捕虏体少见，岩石粒度极不均匀，相带难以划分。主要岩石为蚀变中粒辉长岩，北部见蛇纹岩及碎裂蚀变辉长岩。华里西中期第一次侵入岩分异产物超基性岩中有自然重砂异常，在玉石岭一带超基性岩中有铬镍矿化，在辉铜山形成铜矿床。

②华里西中期第二次侵入岩

为石炭纪中酸性岩浆侵入，岩体规模不等，多为岩株产出，主要岩石为二长岩，正长花岗岩。分布在辉铜山矿北（矿区东北角），出露面积 117Km^2。二长岩侵入于敦煌岩群，与石炭系为断层接触，二叠系不整合其上。呈长条状东西向分布。岩体外接触带见岩株、岩脉穿入。敦煌岩群见大理岩化、矽卡岩化、蛇纹石化、角岩化、硅化并见烘烤褪色。内接触带见围岩残留体、析离体、捕虏体。由于蚀变较深，同化混染较剧，剥蚀较浅，岩性变化等因素，相带很难划分。

正长花岗岩侵入于敦煌岩群及华力西期二长岩、加里东期闪长岩。由三个小侵入体组成，在辉铜山北呈岩株状产出，长轴方向近东西向，西窄东宽，面积约 16Km^2；在玉石山断裂南呈长条状沿断裂方向展布、近脉状，出露面积较小，不足 1km^2。华里西中期第二次侵入岩与碳酸盐岩接触形成有矽卡岩型铜、铁矿点。

③华里西中期第三次侵入岩

该期侵入岩有二叠纪酸性岩浆及基性岩浆侵入。酸性侵入岩为正长花岗岩，分布在玉石山断裂北宝石山-辉铜山一线及骆驼山一带。由 3 个侵入体组成，面积共 35km^2,岩体平面形态不规则。侵入与敦煌岩群，与早期各侵入岩为侵入接触关系。由于后期钾交代作用影响，使早期地层、侵入岩岩石粒度、成分、颜色等变得极不均匀，具斑杂构造。

基性岩浆侵入形成的辉长岩，主要出露于钻井沟金矿南东，有 3 个侵入体，面积共 20Km^2。岩体平面形态条带状、椭园形，北北东向。侵入二叠系金塔组，与敦煌岩群为断层接触。主要岩石类型中细粒辉长岩。

2.脉岩

区内岩脉出露较少，主要有辉绿岩脉、闪长岩脉、石英脉。

在敦煌岩群中见有东西向的闪长岩脉，岩脉规模：宽 2—10 米，长约 6 公里。辉绿岩脉出露在志留纪及石炭纪侵入体中，北北东向。宽 0.5—2 米，长 2 公里左右。灰绿结构，斜长石多数为半自形，有的较自形，斜长石以拉长石为主，有环带构造发育，斜长石普遍遭到绢云母化作用，有的核部蚀变强烈，有的斜长石搭成三角格架，中见被辉石充填。斜长石粒径为 0.15-1.6mm 之间；辉石为柱粒状分布，辉石粒径为 0.15-1.0mm 之间；不透明矿物为半自形或较自形，零星分布。斜长石 59%±，不透明矿物+铁质 6%±，普通辉石 35%±。

石英岩脉见于钻井沟附近的石英闪长岩及敦煌岩群中，脉宽 1 米左右，长>2 公里，钻井沟石英闪长岩中石英脉与金矿关系密切。

3.1.1.4区域矿产

矿区位于塔里木板块敦煌地块北缘铁、金稀有金属成矿带中，形成了许多重要的 Fe、Au、Cu、Ni、W、Mo、Pb、Zn 等矿床。同时还蕴藏着丰富的钒、磷、铀、重晶石、菱镁矿及白云岩等沉积矿产。已发现的矿产有金、钨、铁铜等，主要矿床（点）有古堡泉铁铜矿、白墩子金矿、孤山钨矿化点。周边发现有老金厂金矿床、老金厂金矿床位于矿区西约 2km 处。

3.1.2矿区地质特征

钻井沟金矿位于辉铜山南断裂的南侧，红柳园断裂北侧。矿区内主要出露敦煌岩群、第四系，侵入岩有加里东石英闪长岩。

3.1.2.1地层

在矿区南西出露敦煌岩群，出露面积 0.27km^2。岩性为云母石英片岩和混合岩，在矿区东有斜长角闪片岩呈条带状断续分布，可能为基性岩脉动力变质的产物，本岩组地层厚 658.9m。第四系主要出露于矿区东北，面积约 0.36km^2，主要为冲洪积的砂砾石、砂土。

3.1.2.2构造

矿区内有呈北东向的压扭性断裂，基本平行产出，个别呈近南北走向，断裂大小不一，长 150m-1000m 不等，断裂切穿地层及岩体，断层带中岩石普遍破碎，形成碎裂岩，局部岩石有形成条带状，具糜棱岩化现象，部分钻孔定名为片麻岩。岩石具有硅化、绢云母化等蚀变，局部形成石英脉型金矿体。从钻孔及硐探工程看，大部分断裂形成碎裂蚀变岩，为蚀变岩型金矿体主要含矿体。

3.1.2.3岩浆岩

矿区出露加里东期辉铜山南石英闪长岩东段，面积约 0.36km^2。岩体边部和中部具边缘相和过渡相特征。边缘相在南部宽 0.5km，北部 1-1.5km。岩石以中细粒黑云角闪闪长岩为主，其次为细粒闪长岩；岩石具半自形粒状结构，由中性斜长石（60%）、普通角闪石（12-20%）、黑云母（已多蚀变为绿泥石）（5-10%）、石英（5%）等组成；副矿物有榍石、磷铁矿等，该相中具有与接触面平行、纺锤状、长条状的析离体平行于接触面分布。

过渡相主要为灰色中粗粒石英闪长岩，具半自形粒状结构。主要由中性斜长石（55-60%）、石英（15-20%）、黑云母（10%）及少量角闪石、微斜条纹长石组成。副矿物有榍石、磁铁矿等。

中细粒黑云角闪石英闪长岩：岩石具半自形粒状结构，由中性斜长石（60%）、普通角闪石（12-20%）、黑云母（已多蚀变为绿泥石）（5-10%）、石英（5%）等组成；副矿物有榍石、磷铁矿等，该相中具有与接触面平行、纺锤状、长条状的析离体平行于接触面分布。

灰色中细粒石英闪长岩，具半自形粒状结构。主要由中性斜长石（55-60%）、石英（15-20%）、黑云母（10%）及少量角闪石、微斜条纹长石组成。副矿物有榍石、磁铁矿等。

在岩体与地层中辉绿岩脉与石英脉较发育。

3.1.2.4围岩蚀变

受构造作用，沿破碎带石英闪长岩具糜棱岩化，碎裂岩化及硅化、褐铁矿化。金矿体主要产于破碎蚀变带及糜棱岩化带中。

3.1.3矿体地质特征

矿体赋存于加里东晚期石英闪长岩（δ o3）岩体破碎蚀变带中。迄今为止，在矿区内共发现和圈定矿体 75 个，相比 2011 年核实报告圈定 12 个矿体，矿体数量增加了 63 个。在 75 个矿体中，由单工程控制的矿体有 43 个，其余矿体有两个

及两个以上工程控制。其中 K2、K19-1、K20-1、K21-1 矿体规模最大，品位最高，是采矿区主要矿体，资源量占矿区总资源量的 72.26%。K20-1 在矿区规模最大，单个矿体资源量占矿区总资源量的 41.29%，为矿区主矿体。矿区矿体总体为北东向分布，倾向北西，倾角 50°-81°。主要矿体 K20-1、K19-1、K21-1、K2，单个矿体金属资源量分别为 5063、1581、1242、976 千克，矿体长度在 200-1079m、厚度不等、赋存标高在 1400m-1750m 之间。在矿区 15 线-24 线之间，深部矿体沿倾向厚度变大，倾角变缓。矿体金属资源量在 100kg 以上的有 11 个，其余矿体金属资源量都在 100kg 以下，单工程控制的矿体金属资源量多在 10kg 以下。现对主要矿体特征描述如下，其他金矿体特征见表 3-2。

1、K20-1 矿体：为矿区内主矿体，地表断续出露，赋存于加里东晚期石英闪长岩中，为蚀变岩型矿体，矿体位于 23 线至 28 线之间。矿体地表由探槽 TC8、TC9、TC10、TC17、TC18、TC21、TC22、TC74,采坑 CK1、CK1-3、CK2、CK3、CK4 控制；深部由平巷中样坎 YK1-16、YK17-27、SJ1-YMNE 以及钻孔 jZK2301、jZK2302、jZK1901、jZK1902、jZK1503、jZK1505、jZK1506、jZK1101、jZK1103、jZK1104、jZK1105、jZK702、jZK703、jZK704、jZK301、jZK303、jZK304、jZK001、jZK002、jZK401、jZK403、jZK801、jZK802、jZK803、jZK804、jZK805、jZK806、jZK807、jZK1204、jZK1205、jZK1206、jZK1207、jZK1601、jZK1602、jZK1603、jZ1604K、jZ1605K、jZK2002、jZK2003、jZK2004、jZK2005、jZK2401、jZK2402、jZK2403、jZK2404、jZK2801、jZK2802、jZK2803、jZK2804、jZK2805 等工程控制，工程间距沿走向 80m 左右，沿倾向工程间距在 24-103m，大都在 80 米左右，个别地段工程间距小于 25m 或大于 80m。

表 3-2 钻井沟金矿矿体特征一览表

序号	矿体编号	规模（m）			形态	产状		平均品位 10^{-6}	控制工程	标高	备注
		长	厚度	推深		倾向	倾角				
1	K2	275	1.2	276	脉状	282-305	60-65	6.14	jZK2301、jZK2302、jZK1901、jZK1902、jZK1903、jZK1904、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1102、jZK1103、jZK1105、jZK1106、jZK702、jZK703、jZK704	1782-1198	下
2	K7	78	2.52	70	透镜状	250-278	80-83	9.13	TC24、Tc25、Tc26、YK28、Yk29	1782-1643	
3	K11	50	1.96	16	透镜状	310-330	70-80	5.32	YK36、YK37	1782-1643	
4	K12	75	2.3	16	透镜状	290-310	70-80	7.14	YK30、YK31、YK32	1782-1643	
5	K13	64	1.78	16	透镜状	300-320	70-80	7.13	YK33、YK34、YK35	1782-1643	
6	K17	80	0.95	16	透镜状	313	65	5.06	jZK1906、jZK1507	1782-1198	
7	K18-1	126	1.01	29	透镜状	322-327	55-65	4.00	jZK1904、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1103、jZK1105、jZK1106、jZK701、jZK702、jZK703、jZK704、jZK705	1643-1198	
8	K18-2	265	1.13	128	脉状	322-327	55-65	6.19	jZK301、jZK302、jZK303、jZK304、jZK003、jZK004、jZK1906、jZK402、jZK403、jZK701、jZK702、jZK703、jZK704、jZK705、jZK802、jZK803、jZK804、jZK1205、jZK1206、jZK1207	1643-1198	下
9	K18-3	40	3.37	140	透镜状	322-327	60-65	3.19	jZK2004、jZK2005、jZK2402、jZK2403、jZK2404、jZK2801、jZK2802、jZK2804、jZK2806	1782-1198	
10	K18-4	21	3.37	140	透镜状	322-327	60-65	4.76	YK23、jZK401、jZK402	1782-1643	上
11	K18-5	126	1.23	130	透镜状	322-327	60-65	4.76	jZK1205、jZK1206、jZK1207、jZK1602、jZK1604、jZK2004、jZK2005	1782-1198	上
12	K19-1	526	3.04	340	似层状	320-330	50-65	2.95	TC20、TC21、jZK1501、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1506、jZK1101、jZK1102、jZK1103、jZK1106、jZK702、jZK703、jZK704、jZK705、jZK301、jZK302、jZK303、jZK304、jZK001、jZK002、jZK003、jZK004、jZK401、jZK402、jZK403、jZK801、jZK802、jZK803、jZK804、jZK806、jZK807、jZK1205、jZK1206、jZK1207、jZK1602、jZK1601、jZK1603、jZK1605	1782-1198	下

续表 3-2 钻井沟金矿矿体特征一览表

序号	矿体编号	规模（m）			形态	产状		平均品位（$\times 10^{-6}$）	控制工程	标高	备注
		长	厚度	推深		倾向	倾角				
13	K19-2	181	1.23	144	脉状	320-335	50-65	2.28	jZK2001、jZK2003、jZK2005、jZK2402、jZK2403、jZK2405、jZK2801、jZK2802、jZK2804、jZK2805、jZK3201、jZK3202、jZK3203、jZK3204、jZK3205、	1782-1198	上
14	K19-3	122	1.59	180	透镜状	347	50-65	2.68	jZK3601、jZK3602、jZK3603、jZK3604、jZK4002、jZK4005、jZK4006、jZK4007	1782-1198	
15	K20-1	1075	2.76	357	似层状	305-335	50-65	3.75	见矿体特征描述	1782-1198	下
16	K20-2	179	0.86	135	透镜状	320	50-65	3.45	jZK2801、jZK2802、jZK2804、jZK2805、jZK3202、jZK3203、jZK3204、jZK3205、jZK3601、jZK3602、jZK3603、jZK3604、jZK4005、jZK4006、jZK4007	1643-1198	
17	K20-3	68	1.92	55	透镜状	305-335	60-65	6.44	TC92、TC93、TC94、TC95、TC96、TC97、YK38、YK39、YK40	1643-1198	
18	K21-1	455	1.9	365	脉状	325	55-60	2.56	见矿体特征描述	1643-1198	
19	K21-2	198	1.87	180	透镜状	345	55	3.27	jZK2301、jZK2302、jZK1901、jZK1902、jZK1502、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1102、jZK1103、jZK702、jZK705	1643-1198	
20	K21-3	193	2.31	115	透镜状	345	65	1.17	jZK2401、jZK2402、jZK2403、jZK2801、jZK2802、jZK2803、jZK2804、jZK3201、jZK3202、jZK3203、jZK3603、jZK3604	1643-1198	
21	K22	101	0.8	95	脉状	308	50	2.88	jZK4301、jZK4302、jZK3901	1643-1198	
22	K23	98	0.96	153	脉状	327	55	4.13	jZK4301、jZK3902、jZK3901	1643-1198	
23	K24	178	1.18	88	脉状	315	66	6.63	jZK3901、jZK3501、jZK3101、jK3902	1643-1198	
24	K25-1	111	2.32	200	脉状	355	55	1.88	jZK1205、jZK1206、jZK1207	1643-1198	
25	K135	40	0.86	78	透镜状	325	58	7.77	jZK1206、jZK1207	1643-1198	

续表 3-2 钻井沟金矿矿体特征一览表

序号	矿体编号	规模（m）			形态	产状		平均品位(×10^{-6})	控制工程	标高	备注
		长	厚度	推深		倾向	倾角				
26	K127	10	3.17	21	透镜状	325	58	4.79	jZK801、jZK802、jZK803	1643-1198	
27	K128	10	3.12	9	透镜状	325	58	2.69	jZK801、jZK802、jZK803	1643-1198	
28	K2-1	68	0.89	15	脉状	325	60	3.92	TC11、TC12、TC13	1782-1643	
29	K100	40	0.8	23	透镜状	325	60	1.28	jZK4302	1643-1198	
30	K101	40	0.83	32	透镜状	325	55	8.81	jZK3902	1643-1198	
31	K102	40	1.15	33	透镜状	325	60	1.11	jZK3501	1643-1198	
32	K103	40	1.09	31	透镜状	325	60	6.86	jZK2301	1643-1198	
33	K104	40	1.67	29	透镜状	325	60	2.4	jZK2303	1643-1198	
34	K105	40	0.85	15	透镜状	325	50	4.02	jZK2304	1643-1198	
35	K106	40	1.07	13	透镜状	325	55	1.92	jZK1504	1643-1198	
36	K107	40	1.36	32	透镜状	325	55	1.59	jZK1506	1643-1198	
37	K108	40	0.83	32	透镜状	325	55	8.66	jZK1505	1643-1198	
38	K109	40	1.14	10	透镜状	325	60	3.79	jZK1507	1643-1198	
39	K110	40	1.08	20	透镜状	325	55	1.91	jZK1104	1782-1643	
40	K111	40	0.82	30	透镜状	325	52	1.22	jZK1106	1643-1198	
41	K112	40	0.9	23	透镜状	325	50	1.84	jZK1103	1643-1198	
42	K113	40	2.07	23	透镜状	325	50	1.76	jZK1103	1643-1198	
43	K114	40	1.06	23	透镜状	325	50	1.25	jZK1103	1643-1198	

续表 3-2 钻井沟金矿矿体特征一览表

序号	矿体编号	规模（m）			形态	产状		平均品位(×10^{-6})	控制工程	标高	备注
		长	厚度	推深		倾向	倾角				
44	K115	40	0.83	22	透镜状	325	55	1.44	jZK703	1643-1198	
45	K116	40	1.8	22	透镜状	325	55	3.73	jZK304	1643-1198	
46	K117	40	1.03	22	透镜状	325	55	3.41	jZK304	1643-1198	
47	K118	40	1.29	22	透镜状	325	55	1.99	jZK304	1643-1198	
48	K119	40	1.45	25	透镜状	325	55	1.02	jZK303	1643-1198	
49	K120	40	1.5	28	透镜状	325	65	1.28	jZK001	1782-1643	
50	K121	40	1.1	28	透镜状	325	55	8.48	jZK004	1782-1643	
51	K122	40	0.84	25	透镜状	325	70	2.21	jZK002	1643-1198	
52	K123	40	1.9	27	透镜状	325	55	1.19	jZK402	1643-1198	
53	K124	40	4.34	28	透镜状	325	55	1.69	jZK402	1643-1198	
54	K125	40	1.22	27	透镜状	325	55	1.14	jZK402	1643-1198	
55	K126	40	2.63	27	透镜状	325	55	3.37	jZK402	1643-1198	
56	K129	40	1.64	30	透镜状	323	53	2.19	jZK805	1643-1198	
57	K130	40	0.92	32	透镜状	325	60	3.52	jZK1204	1643-1198	
58	K131	40	1.2	27	透镜状	325	58	1.05	jZK1207	1643-1198	
59	K132	40	1.24	34	透镜状	325	50	1.12	jZK1204	1643-1198	
60	K133	40	1.12	34	透镜状	325	50	1.42	jZK1204	1643-1198	

续表 3-2 钻井沟金矿矿体特征一览表

序号	矿体编号	规模（m）			形态	产状		平均品位(×10^{-6})	控制工程	标高	备注
		长	厚度	推深		倾向	倾角				
61	K134	40	0.88	30	透镜状	325	58	3.31	jZK1207	1643-1198	
62	K136	40	1.35	27	透镜状	325	55	4.1	jZK1602	1643-1198	
63	K137	40	1.93	27	透镜状	325	55	2.13	jZK1602	1643-1198	
64	K138	40	1.83	25	透镜状	325	60	8.57	jZK2403	1782-1643	
65	K139	40	1.58	21	透镜状	325	55	4.61	jZK2802	1643-1198	
66	K140	40	3.49	21	透镜状	325	55	1.41	jZK2802	1643-1198	
67	K141	40	1.63	33	透镜状	325	60	17.04	jZK3204	1643-1198	
68	K142	40	2.87	33	透镜状	325	60	4.65	jZK3204	1643-1198	
69	K143	40	0.8	31	透镜状	325	60	5.4	jZK3601	1643-1198	
70	K144	40	0.82	35	透镜状	325	60	1.93	jZK3602	1643-1198	
71	K19-4	128	1.99	88	透镜状	325	52	2.85	jZK804、jZK805	1643-1198	
72	25-2	40	2.53	125	透镜状	325	67	1.43	jZK1602、jZK1604	1643-1198	
73	25-3	40	3.56	43	透镜状	325	65	1.04	jZK1205	1643-1198	
74	K20-4	40	2.88	51	透镜状	325	58	1.06	JZK1207、JZK805	1643-1198	
75	K26	40	0.89	100	透镜状	325	65	1.79	jZK1503、jZK1505	1643-1198	

矿体长度1075m，赋存标高1421m至1778m。矿体走向北东-南西，向矿体倾向北西，倾角50-65°，厚度0.37-15.01m之间，平均厚度2.76m，矿体经采样工程统计，其厚度变化系数为79.35%，厚度稳定程度属稳定。品位在1.13-23.15×10^{-6}之间，平均品位3.75×10^{-6}，品位变化系数为59.82%，有用组分分布均匀程度属均匀。属于厚度、品位稳定矿体。金矿体产在硅化、褐铁矿化蚀变石英闪长岩中，蚀变主要有硅化、褐铁矿化、碳酸盐化等。硅化多形成网脉状石英脉、近地表局部见有规模稍大的石英脉，矿石类型总体以蚀变岩型为主。矿体估算金金属资源量为5063kg,其中控制的金金属资源量为2798千克，占矿体总资源量的55.27%；占矿权范围内金属资源量的41.29%。

矿山对该矿体进行了较大规模的开采，详见1.5节矿山开采章节。

2、K19-1矿体：为半隐伏矿体，赋存于加里东晚期石英闪长岩中，为蚀变岩型矿体。矿体在矿区的3线附近地表出露，由探槽TC21、TC22控制，深部矿体由1695m中段坑道、钻探工程jZK1501、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1506、jZK1101、jZK1102、jZK1103、jZK1106、jZK702、jZK703、jZK704、jZK705、jZK301、jZK302、jZK303、jZK304、jZK001、jZK002、jZK003、jZK004、jZK401、jZK402、jZK403、jZK801、jZK802、jZK803、jZK804、jZK806、jZK807、jZK1205、jZK1206、jZK1207、jZK1602、jZK1601、jZK1603、jZK1605等钻孔控制，工程间距沿走向80m左右，沿倾向工程间距大都在45米左右，个别地段工程间距小于25m，最大间距73m。矿体分布于矿区中部的11线至12线，赋存标高1390m至1730m。矿体走向50°-60°，倾向北西，倾角50°-65°，长526m，延深340m，厚度在0.71-10.55m之间，平均厚度3.04m；品位1.11-9.43×10^{-6}，平均品位2.95×10^{-6}，其厚度变化系数为124.73%，厚度稳定程度属较稳定，品位变化系数为62.76%，有用组分分布均匀程度属均匀。属于厚度、品位较稳定矿体。K19-1矿体估算金属资源量为1581kg,其中控制的金金属资源量为789千克，占矿体总资源量的49.90%；占矿权范围内金属资源量的12.89%。

3、K21-1矿体：为矿区内主矿体，隐伏状态，赋存于加里东晚期石英闪长岩中，为蚀变岩型矿体，分布于矿区3线至16线之间，赋存标高1265m至1631m。由jZK702、jZK705、jZK302、jZK303、jZK304、jZK001、jZK003、jZK401、jZK402、jZK403、jZK801、jZK802、jZK803、jZK804、jZK805、jZK806、jZK1206、jZK1207、

jZK1602、jZK1603、jZK1604 等钻孔控制。工程间距沿走向在 80 米左右，沿倾向在工程间距 20-130m 之间，大都控制在 80 米左右，仅边部个别工程间距稍大。

矿体长度 451m，矿体倾向北西，倾角 55°-65°。矿体厚度在 0.30-9.05m 之间，平均厚度 1.90m；品位 1.19-22.88×10^{-6}，平均品位 2.56×10^{-6}。其厚度变化系数为 57.92%，厚度稳定程度属稳定，品位变化系数为 62%，有用组分分布均匀程度属均匀。属于厚度、品位稳定矿体。矿体估算资源量为 1242kg,占总资源量的 10%。

4、K2 矿体：赋存于加里东晚期石英闪长岩中，为隐伏蚀变岩型矿体，位于矿区西侧的 25 线至 7 线。矿体由 jZK2301、jZK2302、jZK1902、jZK1903、jZK1904、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1103、jZK1105 等钻孔工程控制，工程间距沿矿体走向 80m-90m，沿矿体走向 43-139m,大都在 80 米左右。

矿体长度 275m,赋存标高 1382m 至 1658m。矿体走向 22°-39°，倾向北西，倾角 60°-76°,单工程厚度在 0.27-2.99m 之间,平均厚度 1.20m;品位 1.46-12.58×10^{-6}，平均品位 6.14×10^{-6}。其厚度变化系数为 38%，厚度稳定程度属稳定，品位变化系数为 23.78%，有用组分分布均匀程度属均匀。属于厚度、品位稳定矿体。金矿体产在硅化、褐铁矿化蚀变石英闪长岩中。蚀变主要有硅化、褐铁矿化、碳酸盐化等，硅化多形成网脉状石英脉，矿石类型为蚀变岩型。矿体估算资源量位 976kg,占总资源量的 8.2%。

上述四个主要矿体总资源量约为 8861kg,占总资源量的 72.26%。除 K20 矿体进行了较大规模的开采外，其余主矿体均未开采。根据前期储量核实报告和储量年报、本次核查结果，K20 矿体共采出金金属资源量 387kg。四个主矿体保有资源量占总保有资源量的 73.45%。

目前钻井沟发现的金矿体大都为隐伏矿体，出露于地表的矿体有 K20-1、K19-1、K7、K20-3，及前人圈定的①-1、①-2、②号矿体。地表矿体已基本采空，K20-1、K19-1、K7、K20-3 经钻探工程验证向深部有不同程度的延深，而①-1、①-2、②号矿体深部没有发现。他们的空间位置如图 3-2 所示。

其余隐伏矿体基本平行于 K20-1 分布，其中 K21-1、K21-2、K21-3、位于 K20-1 南，其余均位于 K20-1 北部。

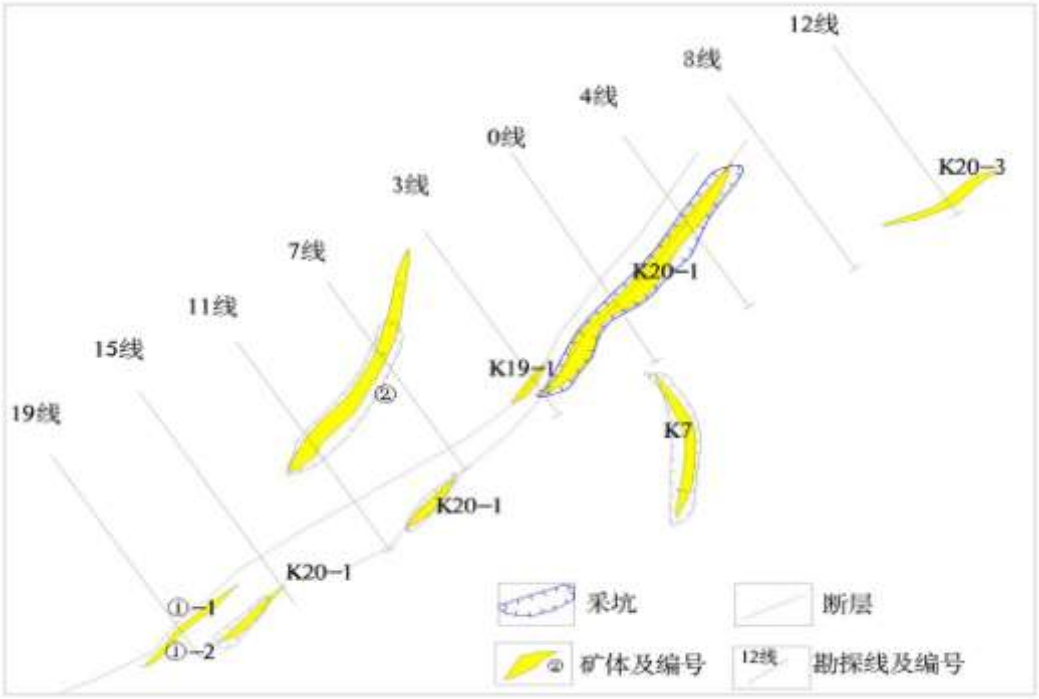


图 3-2 钻井沟金矿地表矿体位置示意图

3.1.4矿石质量

3.1.4.1 矿石矿物组成

钻井沟金矿矿石类型有石英脉型和蚀变岩型，以蚀变岩型为主。

（1）石英脉型

①矿石中金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、磁铁矿。自然金、孔雀石、褐铁矿。

②金属矿物的一般特征

黄铁矿：呈自形-半自形粒状，有时呈破碎状，星散或沿裂隙分布，大小0.05-0.6mm，具轻微白铁矿化。局部被褐铁矿化交代熔蚀。

黄铜矿：呈它形粒状，零星分布，大小0.03mm。

斑铜矿：呈它形粒状，局部可见，大小0.08mm，铜蓝沿边缘交代。

磁铁矿：呈它形粒状，局部可见，大小0.07mm，有时被赤铁矿交代。

自然金：呈角状、树枝状，为显微金，粒度为0.001—0.002mm。据显微镜下观察，多赋存于黄铁矿、褐铁矿微裂隙之中，或分布于脉石矿物的裂隙中。

褐铁矿、孔雀石、磁黄铁矿含量很少。

（2）蚀变岩型

钻井沟金矿石以蚀变岩型为主，矿石主要为硅化黄铁矿化蚀变细粒辉石闪长岩、蚀变黑云母石英闪长岩。矿石矿物成分有黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、褐铁矿等，在岩石中呈浸染状、星点状（图片 1、2、3），脉石矿物以长石、石英和绢云母、角闪石为主。岩石遭碎裂作用，裂隙被方解石充填，岩石方解石脉较发育。金属矿物的一般特征如下：

黄铁矿：呈自形-半自形粒状，有时呈破碎状，星散或沿裂隙分布，大小 0.05-0.6mm，个别可达 3.5mm±,多呈立方晶体出现，表面裂纹发育，具轻微白铁矿化，局部黄铁矿被褐铁矿化交代熔蚀。

黄铜矿：铜黄色、表面见轻微擦痕，弱非均质多，呈不规则粒状，径 0.02—0.08mm 之间，均被黄铁矿交代。

斑铜矿：呈它形粒状，局部可见，大小 0.08mm，铜蓝沿边缘交代。

磁铁矿：呈半自形-它形粒状，星散分布，大小 0.02-0.1mm，多被赤铁矿交代，呈假像，少残留。局部可见。

自然金：为显微金，呈它形粒状、集合体，粒度为 0.001-0.6mm。

褐铁矿、孔雀石、磁黄铁矿含量很少。

3.1.4.2 矿石结构构造

（1）矿石结构：矿石结构以自形--半自形--他形结晶粒状结构为主，其次有包裹结构、各种交代结构等。

自形—半自形晶粒状结构：黄铁矿常有的结构，矿物晶形相对完好，边界平直。

交代结构：斑铜矿被铜蓝沿边缘交代，磁铁矿有时被赤铁矿交代，黄铁矿局部被褐铁矿沿边缘交代。

包含结构：黄铁矿中常常包裹方铅矿等其他的矿物。

压碎结构：黄铁矿受到外界应力作用后呈破碎状，星散或沿裂隙分布，

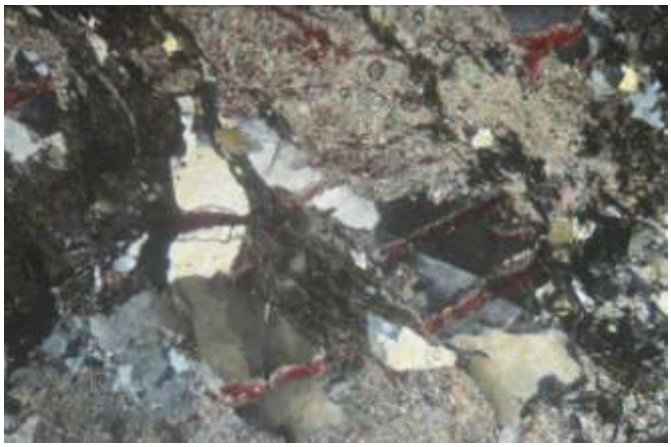
（2）矿石构造：矿石构造主要为浸染状构造和碎裂构造、脉状构造、网脉状构造。

浸染构造：主要为黄铜矿，黄铁矿以自形、半自形或它形粒晶呈星散状分布在矿石中。局部可见到致密浸染的黄铜矿、黄铁矿。

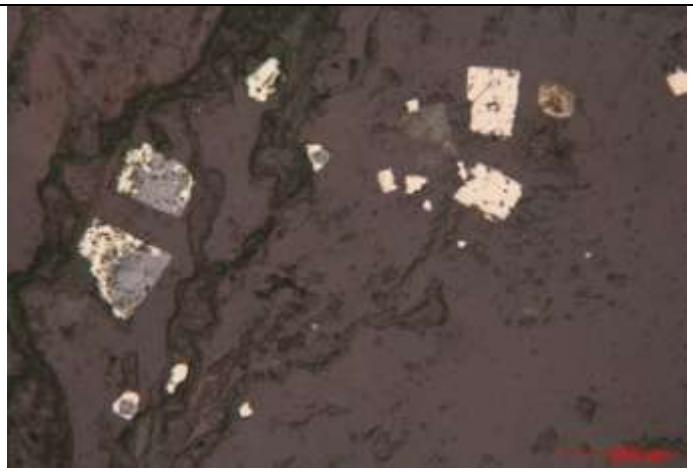
碎裂构造：黄铁矿、黄铜矿以细脉充填于矿石裂隙之中。

脉状构造：主要是沿矿石裂隙贯入充填的细小石英脉，绿帘石脉。

网脉状构造：受脆性构造强烈改造所形成碎裂岩，矿石遭受较强应力作用普遍破裂、破碎，往往这部分的蚀变矿物也相对发育和集中，沿裂隙石英有破碎重结晶形成网状细脉，黄铁矿沿脉石分布，形成网脉状结构。



图片 1 显微镜下结构图-正交偏光



图片 2 褐铁矿化黄铁矿（-）10×10

图片 3 黄铁矿、黄铜矿（-）10×10

3.1.4.3 矿石化学成分及金的赋存状态

1.化学成分

钻井沟金矿矿石分石英脉型和蚀变岩型，矿石主要有用元素为金，伴生有益元素略有不同。因石英脉型多分布在地表，矿石基本采空，本次工作采集蚀变岩型金矿石进行矿石化学全分析。现分别介绍如下：

石英脉型矿石有用元素为 Au，含量一般 1－13.25×10^{-6},平均 5.41×10^{-6},单样最高 26.40×10^{-6}。矿石中伴生元素 Cu、Pb、Zn、S、Ag 等元素含量均偏低，没有综合利用价值，有害组分 Hg 较低，As 偏高（见表 3-3）。

表3-3组合样分析结果表

序号	组合样编号	样品重量（g）	化学分析结果（%）							
			Cu	Pb	Zn	Hg	Sb	As	S	Ag
1	88-Co1	200	0.00	0.01	0.03	0.022	0.08	57	0.17	1.0
2	-Co2	230	0.00	0.00	0.02	0.019	0.12	40	0.52	0.4
3	-Co3	210	0.02	0.03	0.01	0.024	0.16	40	0.29	2.7
4	-Co4	200	0.00	0.01	0.01	0.018	0.12	56	0.81	1.2
5	-Co5	400	0.00	0.00	0.00	0.015	0.16	46	0.74	0.8

注：1、Hg、As、Ag 的单位为 PPm 引用 2010 年核实报告资料

蚀变岩型矿石化学全分析结果见表 3-4。结合基本分析、化学全分析，蚀变岩型金矿石主要有用组分为金，含量 1－44.5×10^{-6},平均品位 3.52×10^{-6},单样最高品位 192.0×10^{-6}。伴生有益组分为银，含量达到了综合利用指标，银的分布较均匀，可以综合回收利用；其次为硫，硫仅在局部能达到综合回收利用指标，无法综合利用。其它有益元素达不到伴生、共生工业利用要求；伴生有害组分为汞、砷，一般较低。

表 3-4 矿石化学全分析结果表

送样编号	分析编号	铜	铅	锌	三氧化钨	锡	钼	砷	钴	硫	银
ZK802H102	DK526	0.015	0.004	0.016	0.004	0.014	0.006	0.13	0.001	1.84	14.74
JZK1604H23	DK527	0.068	0.004	0.014	0.004	0.014	0.043	0.066	0.001	1.04	7.24

注：1、As、Ag 的单位×10^{-6}；其他×10^{-2}

2.自然金的赋存状态

钻井沟金矿自然金的赋存状态在石英脉型和蚀变岩型矿石中略有不同。根据光片鉴定结果对其自然金的赋存状态介绍如下：

石英脉型矿石：自然金的赋存状态据显微镜下观察，自然金为显微金，粒度为0.001—0.002mm。自然金的形态为角状、树枝状。自然金的赋存状态据显微镜下观察，多赋存于黄铁矿、褐铁矿微裂隙之中，或分布于脉石矿物的裂隙中。

蚀变岩型矿石：在矿相显微镜下见到的自然金为显微金，它形粒状，集合体，粒度为0.001-0.6mm。

3.1.3.4 矿石类型

1.矿石自然类型及特征

（1）划分依据

由于金、银本身不发生氧化，所以只能依据金的载体矿物的氧化程度进行划分。根据Fe、Au物相样分析结果作为划分矿石自然类型的依据，即物相样分析结果中氧化率＞30%划分为氧化矿，15%≤氧化率≤30%划分为混合矿，氧化率＜15%划分为原生矿。

（2）矿石自然类型

从表3-5氧化率可以看出，钻井沟金矿氧化矿不发育，但铁物相样、金物相样也说明矿石在相当大的深度也有氧化作用发生。采集的10个光片鉴定结果显示，包括钻孔在内的矿石中，黄铁矿等金属硫化物大都存在被褐铁矿交代现象，说明深部矿石有一定程度的氧化作用发生。根据本区铁物相、金物相分析结果，结合矿区矿石岩性及氧化蚀变特征，将钻井沟金矿矿石自然类型可分为混合矿及原生矿，以混合矿为主，少量原生矿，之所以目前没有氧化矿，是因为地表少量氧化矿已基本采完。

（3）氧化矿、混合矿、原生矿分布情况

钻井沟金矿由于地表矿已基本采完，通过对地表残留矿体观察，认为钻井沟氧化带距离地表深度较浅，在TC18、TC19采集的铁物相样分析，也显示目前所控制的矿体均为混合矿，因此钻井沟金矿氧化带深度推断不足1米。

根据对K19-1、K20-1、K21-1主要矿体采集的物相样分析结果，钻井沟金矿矿石以混合矿为主，各矿体混合矿与原生矿分布范围不尽相同。K19-1在距地表6.5m出现原生矿，以此为界线，那么K19-1整个矿体几乎全部为原生矿。

表 3-5 铁物相分析结果表

勘探线	矿体编号	样品编号	采样深度	全铁	磁性铁	菱铁矿的铁*	赤铁矿的铁*	硫化铁的铁*	硅酸铁的铁*	氧化率%	工程编号	矿石类型	氧化带标高（米）
8	K19-1	W1	地表	2.47	0.62	0.19	0.70	0.11	0.35	28.42	TC21	混合矿	1773.1
8	K19-1	W3	6.5m	2.63	0.93	0.051	0.38	0.72	0.53	14.33	JZK806	原生矿	1764.40
8	K20-1	W2	地表	2.09	0.77	0.074	0.50	0.11	0.35	24.07	TC18	混合矿	1766.1
8	K20-1	W4	68.5m	2.09	0.46	0.13	0.54	0.26	0.36	25.98	JZK806	混合矿	1702.40
8	K20-1	W6	207m	2.01	1.08	0.13	0.15	0.54	0.079	7.56	JZK803	原生矿	1554.70
8	K21-1	W5	140m	2.78	0.31	0.13	0.74	0.62	0.47	26.69	JZK806	混合矿	1630.90
8	K21-1	W7	262m	2.70	1.08	0.12	0.70	0.11	0.33	25.85	JZK801	混合矿	1499.40
8	K21-1	W8	313m	2.86	0.93	0.10	0.73	0.29	0.33	25.56	JZK803	混合矿	1442.57
8	K21-1	W9	368m	2.16	0.93	0.23	0.14	0.66	0.079	6.57	JZK804	原生矿	1395.40

K20-1 混合化矿深达近 200m，原生矿出现在 JZK803 钻孔 207m（标高 1554m）处，则混合矿约占整个矿体的 4/5 矿体以上（图 3-3）。

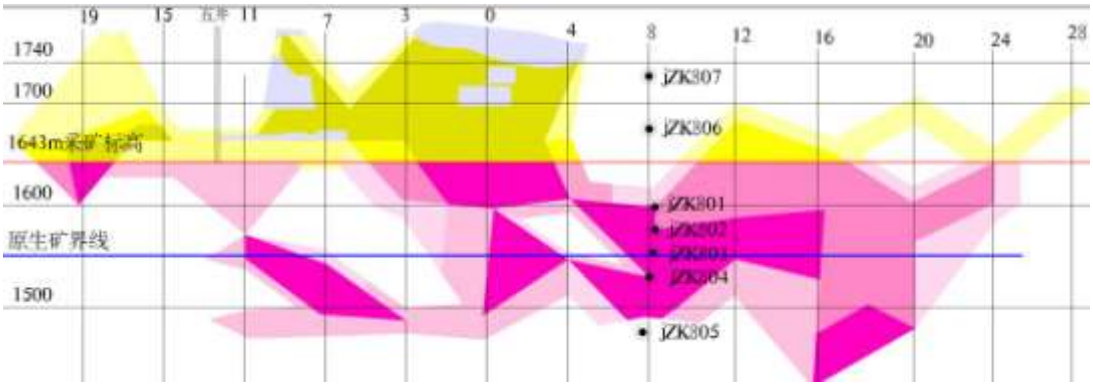


图 3-3K20-1 矿体混合矿与原生矿分布范围图

K21-1 原生矿在 JZK804 钻孔 368 米深处见到（图 3-4）。

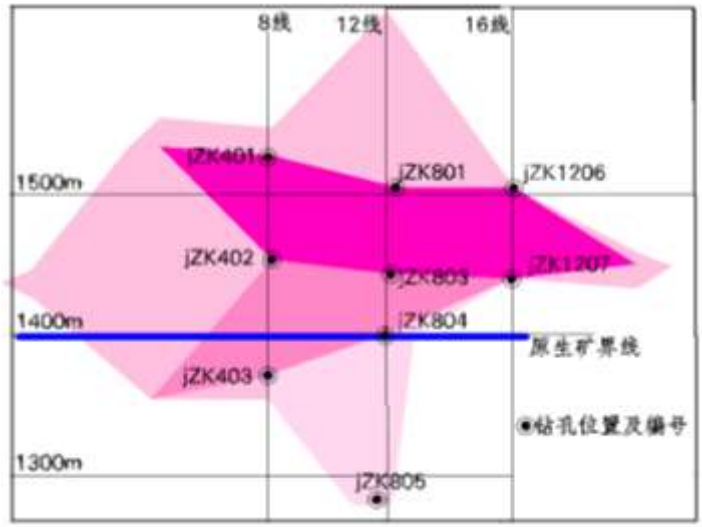


图 3-4K21-1 矿体混合矿与原生矿分布范围图

从金物相样分析结果（表 3-6）看，在 8 个样品中，碳酸盐包裹金与褐铁矿包裹金含量大都在 15%以下，仅有两个样品在 15%以上，且氧化程度与采样深度不具相关性。从金物相判断，矿石类型大都符合原生矿特征。如果将 8 线不同矿体、不同标高样品作为整体来看，矿石氧化程度似乎与标高关系不大，根据矿石中黄铁矿氧化程度总体不强等特征，矿区矿石总体应该以混合矿为主。

表 3-6 金物相分析结果表

	裸露与半裸露自然金	碳酸盐包裹金	铜、铅、锌、硫化矿包裹金	褐铁矿包裹金	黄铁矿包裹金	石英和硅酸盐包裹金	金含量	氧化铁中金
DK418	0.692	0.136	0.274	0.094	0.325	0.13	1.651	13.93
DK419	0.345	0.048	0.094	0.099	0.154	0.109	0.849	17.31
DK421	6.704	0.273	0.692	0.147	0.155	0.159	8.13	5.17
DK422	0.572	0.006	0.078	0.03	0.006	0.059	0.751	4.79
DK423	0.122	0.057	0.134	0.073	0.099	0.053	0.538	24.16
DK424	9.859	1.314	11.523	0.656	0.117	0.318	23.787	8.28
DK425	4.318	0.661	5.786	0.305	0.136	0.23	11.436	8.45
DK426	3.502	0.298	1.24	0.181	0.15	0.125	5.496	8.72

注：1、Au 单位$\times 10^{-6}$

之所以以混合矿为主，究其原因主要是钻井沟金矿受构造作用控制，矿石类型为硅化黄铁矿化花岗质碎裂蚀变岩型金矿石，夹少量石英（网）脉型，因此破碎带对矿石氧化作用影响较大。首先破碎带局部与大气氧化环境连通，破碎带内及两侧的岩矿石受到氧化。其二，矿体在一定埋深范围内，其碎裂程度和结构构造较均一，因此不同标高的矿石氧化程度基本一致。第三破碎蚀变带因硅化作用，形成的岩石相对较致密，矿石整体通透性有限，造成矿石氧化程度不高，上述原因是该区氧化带不明显，但混合矿深度较大的主要因素。

（4）混合矿、原生矿特征

混合矿特征：矿石呈浅黄色、黄褐色，金属矿物成分以黄铁矿为主，石英脉中黄铁矿呈星点状、浸染状分布；根据岩矿鉴定结果，黄铁矿具轻微白铁矿化，局部被褐铁矿沿边缘交代。

原生矿特征：矿石呈黄褐色、灰黑色，矿石呈块状，金属矿物成分以黄铁矿为主，有时可见黄铜矿；呈星点状，根据岩矿鉴定结果，黄铁矿 4%±，黄铜矿少、斑铜矿少、磁铁矿少、赤铁矿少、铜蓝极少、透明矿物 96%。

2、矿石工业类型

根据甘肃省地质调查院 2010 年开展的储量核实工作，认为钻井沟金矿矿石类型以石英脉型为主。经本次工作认为，矿石类型随着勘查深度增大，则以蚀变岩型为主。石英脉型矿石分布较少，仅在地表及局部地段有少量产出，且石英脉型矿石很少单独产出，常与蚀变岩型矿石相伴产出。两种矿石均产在构造破碎蚀变

带中，在空间上密切相伴，一般蚀变岩型矿石产在石英脉型矿石的上下盘或产在石英脉沿走向和倾向的延伸部位的构造破碎带中，成因上联系密切。

蚀变岩型矿石：含矿岩石为糜棱岩化、碎裂岩化石英闪长岩。蚀变以硅化为主，其次为绢云母化、绿泥石化、黄铁矿化、褐铁矿化，并含有少量钎铁矿、钛铁矿，矿石品位较高，分布于石英脉型矿体（K20-1、K7、K11、K12、K13、K20-3地表见有石英脉型矿石）的下部，资源储量占总资源储量的88%。

石英脉型矿石：自然金-硫化物-石英矿石，硫化物有黄铁矿、针铁矿，次生硫化物有褐铁矿，品位较高，分布于蚀变岩型矿体（K20-1）的上部，资源储量占总资源储量的12%以下。

3.1.5矿体围岩和夹石

（1）矿体围岩

钻井沟金矿体是受构造蚀变带控制的蚀变岩型金矿，矿体产在加里东期石英闪长岩岩体内部破碎蚀变带中，矿体上下盘围岩与矿体呈断层接触，接触面明显，受含矿热液的影响，上下盘围岩均不同程度发生钾长石化、白云母化、绢云母化、碳酸盐化、绿泥石化、高岭土化、硅化、石膏化、褐铁矿化、黄铁矿化。在构造和热液作用下，石英闪长岩发生韧性变形，岩石具糜棱岩化现象，形成条带状及弱片麻状构造。

金矿体顶底板岩石为石英闪长岩，主要由长石、石英、黑云母和少量的不透明矿物构成的，长石以斜长石为主，斜长石为微晶状或微晶板条状分布，多数被包裹在石英主晶中，石英有的为不规则粒状，黑云母为细小片状分布，不透明矿物少量，矿物粒径为0.05-0.1mm之间，岩石遭绢云母化和碳酸盐化作用，有方解石细脉发育。

在11线附近，根据钻孔资料，K21-1、K20-1顶底板岩石为片麻岩，据矿区薄片鉴定显示，片麻岩实为片麻状变质中细粒二长花岗岩。变余花岗结构，片麻状构造。岩石遭轻度的变质作用，更长石多数为不规则粒状，个别有半自形的特点，更长石聚片双晶较发育，斜长石粒径为 0.5-4.5mm 之间，普遍遭到强烈的绢云母化作用；钾长石为它形或半自形，有的充填于其它矿物颗粒之间，钾长石粒径为0.5-4.0mm 之间，钾长石有沿长轴定向分布的趋势；石英为不规则粒状，粒径为0.3-2.5mm之间，有的有毕母纹发育，石英有呈断续的条带定向分布的趋势，；岩石遭碎裂作用，裂隙较发育，裂隙被方解石细脉充填。

本次没有对矿体顶底板岩石的化学成分进行分析，据1：5万区调资料，矿体围岩石英闪长岩中SiO_2含量为56-70%，Al_2O_3含量为14-17%，MgO含量为1.3-4.3%，K_2O含量为1.5-3.5%，Na_2O含量为3.3-4.5%。光谱分析显示Cu、Mn、Zn等元素诸多元素普遍含量较低，对矿石质量影响不大。

（2）夹石特征

圈定矿体时，矿体中有部分样品达不到边界品位。其中：JZK4002、3601、3602、3604钻孔中K19-3号矿体，小于边界品位的厚度分别为为0.49、1.39、0.48、0.56米；ZK3202、3203钻孔中K21-3号矿体，小于边界品位的厚度分别为0.98、0.52米；JZK2803、2002、2003、2004、1601、1602、1204、1205、1206、1207、801、803、804、805、1101、301钻孔中K20-1矿体，小于边界品位的厚度分别为为0.66、0.74（1.00两层）、0.54、0.55、0.71、0.64、0.58、1.23（0.92、1.42三层）、0.65、1.31、1.15（1.15、1.52）、1.31、0.73、0.38米；JZK803、804、805、001、002、703钻孔中K19-1号矿体，小于边界品位的厚度分别为0.54、0.5、0.66（1.64）、0.65、1.99、0.46、1.61米；JZK3207、3203钻孔中K21-3号矿体，小于边界品位的厚度分别为0.96、0.52米；JZK801、403、钻孔中K20-1号矿体，小于边界品位的厚度分别为1.3、0.9米；JZK2802、2001钻孔中K19-2号矿体，小于边界品位的厚度分别为1.56、0.64米。其他矿体如K20-2、K17、K8-2、K25-2中也见有小于边界品位的样品。但夹石厚度均小于夹石剔除厚度，因此没有按照夹石剔除，且矿体中小于边界品位的样品多为互不相连的孤点，在走向上或倾向上均延伸不远，分布较少并且分散，对矿体的完整性、连续性影响不大。夹石与矿石岩性一致，根据矿石组合分析结果，主要伴生有益组分是银，有害元素As最高25.03×10^{-6},一般小于5××10^{-6}，含量较低，对矿石质量影响不大。

3.1.6矿床共（伴）生矿产

钻井沟金矿自勘查以来，对共（伴）生矿产进行了综合评价，本次组合分析是在光谱全分析成果基础上,结合矿石全分析样（表3-4）。确定组合样分析元素为Cu、Mo、S、AS、Ag。根据组合样分析结果（表3-7），可以看出，区内蚀变岩型矿石普遍含银、硫元素，其中银元素大都达到金矿伴生工业指标，可以和金元素一同回收利用。硫总体分散，仅有少量达到伴生工业指标。其他有益组分Cu、Mo含量低，Cu仅有一个样品含量达0.14%。As为有害元素，最高含量为25.03×10^{-6}，大部分含量小于5×10^{-6}，对选矿工作不会产生影响。

K20 矿体共有 11 个组合样，仅有一个 Ag 含量为 1.76×10^{-6}，Ag 平均含量 5.79×10^{-6}；S 仅有两个样品分析结果含量达到伴生元素指标，平均含量 1.64×10^{-6}；有害元素 As 最高含量为 3.5×10^{-6}。

K17 矿体共有 1 个组合样，Ag 含量为 5.93×10^{-6}；S 含量 1.43×10^{-6}；有害元素 As 含量为 5.57×10^{-6}。

K18-2 矿体共有 5 个组合样，Ag 含量为均达到伴生工业指标，平均含量 9.63×10^{-6}；S 分析结果均达到伴生元素指标，平均含量 4.32×10^{-6}；有害元素 As 平均含量为 6.6×10^{-6}。

K19-1 矿体共有 34 个组合样，Ag 有 13 个样品含量没有达到伴生工业指标。其余 21 个含量达到伴生工业指标，21 个样品平均含量 5.63×10^{-6}，高品位及低品位基本连续。S 仅有 1 个样品达到伴生元素工业指标；有害元素 As 含量均较低，最高 8.76×10^{-6}，平均含量为 2.5×10^{-6}。

表3-7组合样分析结果表

序号	矿体号	送样号	分析号	Cu	Mo	S	As	Ag
1	K2	ZH85	DK658	0.054	0.004	3.18	3.35	2.02
2	K2	ZH86	DK659	0.093	0.007	1.43	0.13	8.51
3	K2	ZH87	DK660	0.06	0.004	1.42	3	1.76
4	K2	ZH88	DK661	0.059	0.007	3.21	1.53	6.17
5	K2	ZH89	DK662	0.084	0.004	1.05	0.16	6.61
6	K2	ZH90	DK663	0.069	0.007	1.62	0.15	3.62
7	K2	ZH91	DK664	0.059	0.004	1.37	0.05	5.45
8	K2	ZH92	DK665	0.033	0.007	0.89	0.05	9.86
9	K2	ZH93	DK666	0.023	0.012	0.89	0.23	7.52
10	K2	ZH94	DK667	0.032	0.004	1.08	0.33	6.39
11	K2	ZH95	DK668	0.049	0.004	1.13	1.04	5.56
12	K17	ZH101	D173	0.14	0.011	1.43	5.57	5.93
13	K18-1	ZH102	D174	0.047	0.019	0.53	2.87	<1
14	K18-2	ZH103	D175	0.022	0.006	2.54	5.32	7.53
15	K18-2	ZH104	D176	0.21	0.004	6.13	7.48	8.74
16	K18-2	ZH105	D177	0.45	0.004	8.13	7.48	21.8
17	K18-2	ZH106	D178	0.17	0.004	2.38	8.2	2.97
18	K18-2	ZH107	D179	0.026	0.004	2.43	8.29	7.12
19	K18-3	ZH109	D181	0.026	0.004	0.51	6.62	9.08
20	K18-4	ZH108	D180	0.021	0.004	0.75	6.55	9.43
21	K19-1	ZH1	DK574	0	0.004	0.48	2.25	<1
22	K19-1	ZH2	DK575	0.01	0.004	1.4	1.02	1.06
23	K19-1	ZH3	DK576	0.01	0.004	1.53	0.37	1.78
24	K19-1	ZH4	DK577	0.01	0.004	1.11	1.84	<1
25	K19-1	ZH5	DK578	0.01	0.004	1.72	0.14	<1
26	K19-1	ZH6	DK579	0.02	0.004	1.02	0.29	2.09
27	K19-1	ZH7	DK580	0.04	0.004	1.72	2.45	2.93
28	K19-1	ZH8	DK581	0.02	0.004	1.5	5.07	5.6
29	K19-1	ZH9	DK582	0.01	0.004	1.5	0	3.54
30	K19-1	ZH10	DK583	0.01	0.004	0.95	0.69	1.46
31	K19-1	ZH11	DK584	0.01	0.004	1.08	0.71	2.84
32	K19-1	ZH12	DK585	0.01	0.007	0.89	1.09	5.07
33	K19-1	ZH13	DK586	0	0.004	0.97	4.35	1.61
34	K19-1	ZH14	DK587	0.01	0.004	0.45	1.26	5.18
35	K19-1	ZH15	DK588	0.01	0.004	0.41	0.19	7.17
36	K19-1	ZH16	DK589	0.01	0.004	0.48	1.43	7.94
37	K19-1	ZH17	DK590	0.02	0.004	0.99	1.28	2.92
38	K19-1	ZH18	DK591	0.01	0.004	1.05	0.68	<1
39	K19-1	ZH19	DK592	0.01	0.005	1.3	0.14	2.58
40	K19-1	ZH20	DK593	0.02	0.004	2.32	1.25	5.48

续表 3-7 组合样分析结果表

序号	矿体号	送样号	分析号	Cu	Mo	S	As	Ag
41	K19-1	ZH21	DK594	0.03	0.004	1.8	2.95	7.96
42	K19-1	ZH22	DK595	0.02	0.004	1.56	1.24	<1
43	K19-1	ZH23	DK596	0.03	0.004	1.22	1.37	5.26
44	K19-1	ZH24	DK597	0.04	0.004	1.88	0.41	6.2
45	K19-1	ZH25	DK598	0.03	0.004	1.21	0.43	<1
46	K19-1	ZH26	DK599	0.02	0.004	1.4	0.67	12.22
47	K19-1	ZH27	DK600	0.01	0.004	1.43	0.81	14.03
48	K19-1	ZH110	D182	0.006	0.004	1.15	6.9	1.71
49	K19-1	ZH111	D183	0.013	0.005	1.59	7.37	8.28
50	K19-1	ZH112	D184	0.008	0.004	0.62	6.94	2.55
51	K19-1	ZH113	D185	0.012	0.004	1.7	8.76	<1
52	K19-1	ZH114	D186	0.022	0.004	0.84	8.37	1.12
53	K19-1	ZH115	D187	0.01	0.005	1.39	7.46	2.6
54	K19-1	ZH116	D188	0.061	0.004	1.5	6.34	5.85
55	K19-2	ZH117	D189	0.02	0.024	0.86	3.45	2.91
56	K19-2	ZH118	D190	0.027	0.004	2.03	5.07	<1
57	K19-2	ZH119	D191	0.022	0.004	1.26	7.64	2.56
58	K19-2	ZH120	D192	0.019	0.004	0.4	8.81	4.49
59	K19-2	ZH121	D193	0.02	0.005	0.47	8.59	4
60	K19-2	ZH122	D194	0.017	0.004	0.35	8.05	2.6
61	K19-2	ZH123	D195	0.17	0.004	1.26	6.78	5.1
62	K19-2	ZH124	D196	0.019	0.004	0.27	7.89	14.54
63	K19-3	ZH125	D197	0.019	0.004	0.88	8.83	3.7
64	K19-3	ZH126	D198	0.016	0.004	0.75	8.31	3.88
65	K19-3	ZH127	D199	0.016	0.004	1.28	5.37	8.49
66	K19-3	ZH128	D200	0.014	0.004	1.76	8.98	<1
67	K19-3	ZH129	D201	0.008	0.004	0.64	9.51	10.19
68	K19-3	ZH130	D202	0.007	0.004	1.63	9.54	15.27
69	K19-3	ZH131	D203	0.008	0.004	2.65	8.34	6.57
70	K20-1	ZH28	DK601	0	0.022	2.67	14.62	7.68
71	K20-1	ZH29	DK602	0.01	0.004	4.87	1.41	9.41
72	K20-1	ZH30	DK603	0	0.004	3.21	3.33	13.27
73	K20-1	ZH31	DK604	0.01	0.006	2.35	1.4	5.27
74	K20-1	ZH32	DK605	0	0.023	1.94	1.54	4.59
75	K20-1	ZH33	DK606	0.01	0.004	4.67	1.61	14.52
76	K20-1	ZH34	DK607	0.01	0.004	2.93	1.65	12.55
77	K20-1	ZH35	DK608	0.02	0.004	2.8	0.79	10.79
78	K20-1	ZH36	DK609	0.05	0.004	1.78	2.35	9.54
79	K20-1	ZH37	DK610	0.02	0.004	2.47	0.17	8.58
80	K20-1	ZH38	DK611	0.04	0.004	1.88	0.43	12.95

续表3-7组合样分析结果表

序号	矿体号	送样号	分析号	Cu	Mo	S	As	Ag
81	K20-1	ZH39	DK612	0.05	0.005	2.51	0.2	11.42
82	K20-1	ZH40	DK613	0.02	0.004	1.24	1.48	12.68
83	K20-1	ZH41	DK614	0.03	0.004	1.86	0.98	6.44
84	K20-1	ZH42	DK615	0.01	0.006	1.69	0.75	7.87
85	K20-1	ZH43	DK616	0.01	0.004	1.67	0.72	7.05
86	K20-1	ZH44	DK617	0.02	0.004	0.99	0.39	6.83
87	K20-1	ZH45	DK618	0.01	0.006	1.59	0.22	4.22
88	K20-1	ZH46	DK619	0.02	0.011	1.5	2.55	2.28
89	K20-1	ZH47	DK620	0.01	0.004	2.67	1.69	8.48
90	K20-1	ZH48	DK621	0.01	0.006	1.3	0.98	10.93
91	K20-1	ZH49	DK622	0.01	0.011	0.83	0.23	8.23
92	K20-1	ZH50	DK623	0.01	0.006	0.99	0.02	7.61
93	K20-1	ZH51	DK624	0.02	0.009	1.38	0.25	2.09
94	K20-1	ZH52	DK625	0.01	0.006	1.34	0.71	10.78
95	K20-1	ZH53	DK626	0.02	0.004	1.5	0.83	0.48
96	K20-1	ZH54	DK627	0.02	0.011	0.76	5.94	3.67
97	K20-1	ZH55	DK628	0.01	0.004	1.02	1.42	2.55
98	K20-1	ZH56	DK629	0.01	0.006	0.92	3.43	3.42
99	K20-1	ZH57	DK630	0.01	0.004	1.05	4.35	2.63
100	K20-1	ZH58	DK631	0.01	0.006	1.02	9.57	11.36
101	K20-1	ZH59	DK632	0.01	0.009	1.02	1.74	2.06
102	K20-1	ZH60	DK633	0.02	0.004	0.82	0.07	2.03
103	K20-1	ZH61	DK634	0.02	0.006	0.6	3.54	17.31
104	K20-1	ZH62	DK635	0.02	0.004	1.08	4.31	12.8
105	K20-1	ZH63	DK636	0.03	0.004	1.29	3.37	4.35
106	K20-1	ZH64	DK637	0.02	0.006	0.8	0.33	<1
107	K20-1	ZH65	DK638	0.02	0.004	0.6	5.27	16.26
108	K20-1	ZH66	DK639	0.02	0.006	0.64	8.23	3.17
109	K20-1	ZH67	DK640	0.03	0.006	0.64	0.87	4.97
110	K20-1	ZH96	DK668-1	0.03	0.052	2.4	4.46	11.04
111	K20-1	ZH132	D204	0.028	0.004	2.07	8.85	<1
112	K20-1	ZH133	D205	0.014	0.004	0.86	8.79	2.72
113	K20-1	ZH134	D206	0.012	0.008	0.75	7.9	3.82
114	K20-1	ZH135	D207	0.018	0.008	3.04	8.16	4.83
115	K20-1	ZH136	D208	0.014	0.004	1.32	8.38	2.49
116	K20-1	ZH137	D209	0.019	0.004	1.96	8.72	2.15
117	K20-1	ZH138	D210	0.027	0.004	2.67	8.11	4.45
118	K20-2	ZH139	D211	0.013	0.004	2.01	7.29	5.24
119	K20-2	ZH140	D212	0.02	0.004	2.25	7.01	<1

续表3-7组合样分析结果表

序号	矿体号	送样号	分析号	Cu	Mo	S	As	Ag
120	K21	ZH68	DK641	0.05	0.011	1.05	7.6	6.31
121	K21	ZH69	DK642	0.05	0.006	0.99	3.21	8.61
122	K21	ZH70	DK643	0.03	0.004	1.4	21.09	3.11
123	K21	ZH71	DK644	0.03	0.004	1.11	7.1	2.85
124	K21	ZH72	DK645	0.03	0.006	1.15	25.03	1.17
125	K21	ZH73	DK646	0.02	0.004	1.5	1.96	3.58
126	K21	ZH74	DK647	0.02	0.006	0.8	4.65	3.46
127	K21	ZH75	DK648	0.01	0.004	0.72	0.87	4.32
128	K21	ZH76	DK649	0.01	0.011	0.54	0.01	3.35
129	K21	ZH77	DK650	0.01	0.006	0.64	2.6	3.43
130	K21	ZH78	DK651	0.02	0.011	0.7	13.46	7.34
131	K21	ZH79	DK652	0.02	0.007	0.92	0.41	3.51
132	K21	ZH80	DK653	0.019	0.004	1.27	0.33	3.45
133	K21	ZH81	DK654	0.04	0.004	0.86	1.93	<1
134	K21	ZH82	DK655	0.041	0.007	0.86	1.99	<1
135	K21	ZH83	DK656	0.078	0.004	1.4	0.19	1.34
136	K21	ZH84	DK657	0.091	0.004	2.1	0.14	4.26
137	K21-1	ZH143	D215	0.04	0.008	1.43	7.73	1.13
138	K21-1	ZH144	D216	0.14	0.004	2.82	6.12	3.36
139	K21-2	ZH141	D213	0.017	0.008	3.7	8.48	4.67
140	K21-2	ZH142	D214	0.011	0.004	1.1	9.47	<1
141	K21-3	ZH145	D217	0.016	0.004	0.46	8.98	7.03
142	K21-3	ZH146	D218	0.023	0.008	0.53	7.47	6.41
143	K22	ZH147	D219	0.019	0.008	0.73	6.29	1.15
144	K24	ZH148	D220	0.015	0.014	7.81	10.79	18.42
145	K24	ZH149	D221	0.019	0.008	0.79	7.93	12.46
146	K25	ZH150	D222	0.048	0.004	1.19	9.3	15.05
147	K25	ZH151	D223	0.011	0.004	0.86	5.55	4.22

注：1、As、Ag 的单位$\times10^{-6}$；其他$\times10^{-2}$

K19-2 矿体共有 8 个组合样，Ag 有 1 个样品含量没有达到伴生工业指标。其余 7 个含量达到伴生工业指标，7 个样品平均含量 5.17×10^{-6}。S 仅有 1 个样品达到伴生元素工业指标；有害元素 As 含量均较低，最高 8.81×10^{-6}，平均含量为 7.03×10^{-6}。

K19-3 矿体共有 7 个组合样，Ag 有 1 个样品含量没有达到伴生工业指标。其余 6 个含量达到伴生工业指标，6 个样品平均含量 8.01×10^{-6}。S 仅有 1 个样品达到伴生元素工业指标；有害元素 As 含量，平均含量为 8.41×10^{-6}。

K20-1 矿体共有 48 个组合样，Ag 有 3 个样品含量没有达到伴生工业指标。其余 45 个含量达到伴生工业指标，45 个样品平均含量 7.42×10^{-6}，S 有 14 个样品达到伴生元素工业指标，但达工业指标样品比较分散；有害元素 As 含量均较低，最高 14.62×10^{-6}，平均含量为 2.09×10^{-6}。

K21 矿体共有 17 个组合样，Ag 有 4 个样品含量没有达到伴生工业指标。其余 13 个含量达到伴生工业指标，样品平均含量 4.42×10^{-6}，S 有 1 个样品达到伴生元素工业指标，其余均未达到伴生工业指标；有害元素 As 含量均较低，最高 25.03×10^{-6}，平均含量为 5.44×10^{-6}。

K20-2、K17、K24 等其余矿体 Ag 含量大都达到伴生工业指标。而硫元素仅有个别达到伴生元素工业指标。

可以看出钻井沟金矿伴生有益组分为 Ag，根据组合样分析结果，求得全区银金属量 16415kg。其他组分 Cu、Mo、含量基本在检出限以下，S 个别样品虽然达到了伴生矿产的要求，但总体达不到伴生矿产工业指标。有害元素 As 含量均极低，对选矿工作不会产生影响。根据矿山选厂 2010 年试生产及 2014 年生产情况，尾矿中银品位一般 0.80g/t。根据本次工作，矿山消耗银矿石平均品位为 6.26g/t，据此可以求得银回收率达 87%，可以看出银综合回收率高，具有较好的综合利用价值和良好的经济效益。

3.2矿石加工技术性能

2008 年前主要参照相邻矿山老金厂金矿选矿工艺流程，采用全泥氰化工艺。2008 年业主通过考察后认为全泥氰化法选矿成本过高，为提高企业效益，决定进行矿石的深加工，2008-2010 年开始投资建设以浮选为主导工艺的选矿厂，2010 年建成选矿厂，设计的主要指标和工艺流程如下。

3.2.1选矿工艺设计

（1）设计规模及产品方案

技术指标的确定主要依据矿山实际生产技术指标而确定。指标先进，稳妥可靠。

① 矿石处理量：150t/d

②原矿品位：3g/t

③精矿品位：90g/t

④产率：3.33%

⑤回收率：90%

（2）工作制度与生产能力

选矿厂采用连续工作制，破碎筛分系统相当于年工作天数 300 天，每天 3 班，每班工作 5 小时，作业率 51.37%；

磨矿选别及浓缩过滤系统每天 3 班，每班工作 8 小时，作业率 82.19%。各作业生产能力见表 3-8。

表 3-8 各作业生产能力表

序号	作业名称	年处理量万 t	日处理量 t	小时处理量 t/h
1	破碎筛分	4.50	150.00	7.41
2	磨矿浮选	4.50	150.00	4.63
3	精矿脱水	0.11	3.70	0.154

（3）选矿厂破碎筛分流程

采矿给矿最大粒度为 300mm，本次最终破碎产品粒度确定为 0～18mm，综合考虑目前设备破碎性能、矿石性质、矿山规模等因素，碎矿流程确定为三段一闭路碎矿流程。

（4）选矿厂选别工艺流程

根据选别工艺的要求，磨矿分级流程采用两段闭路磨矿分级可满足要求，产品细度为-0.074mm 占 80%。

参考类似矿山生产实践，结合试验流程，本厂实际选别工艺流程为：“单一浮选流程”。精矿脱水采用“浓缩+过滤”两段脱水作业，脱水后精矿含水 12%（±1）。选矿工艺流程图（图 3-5）。

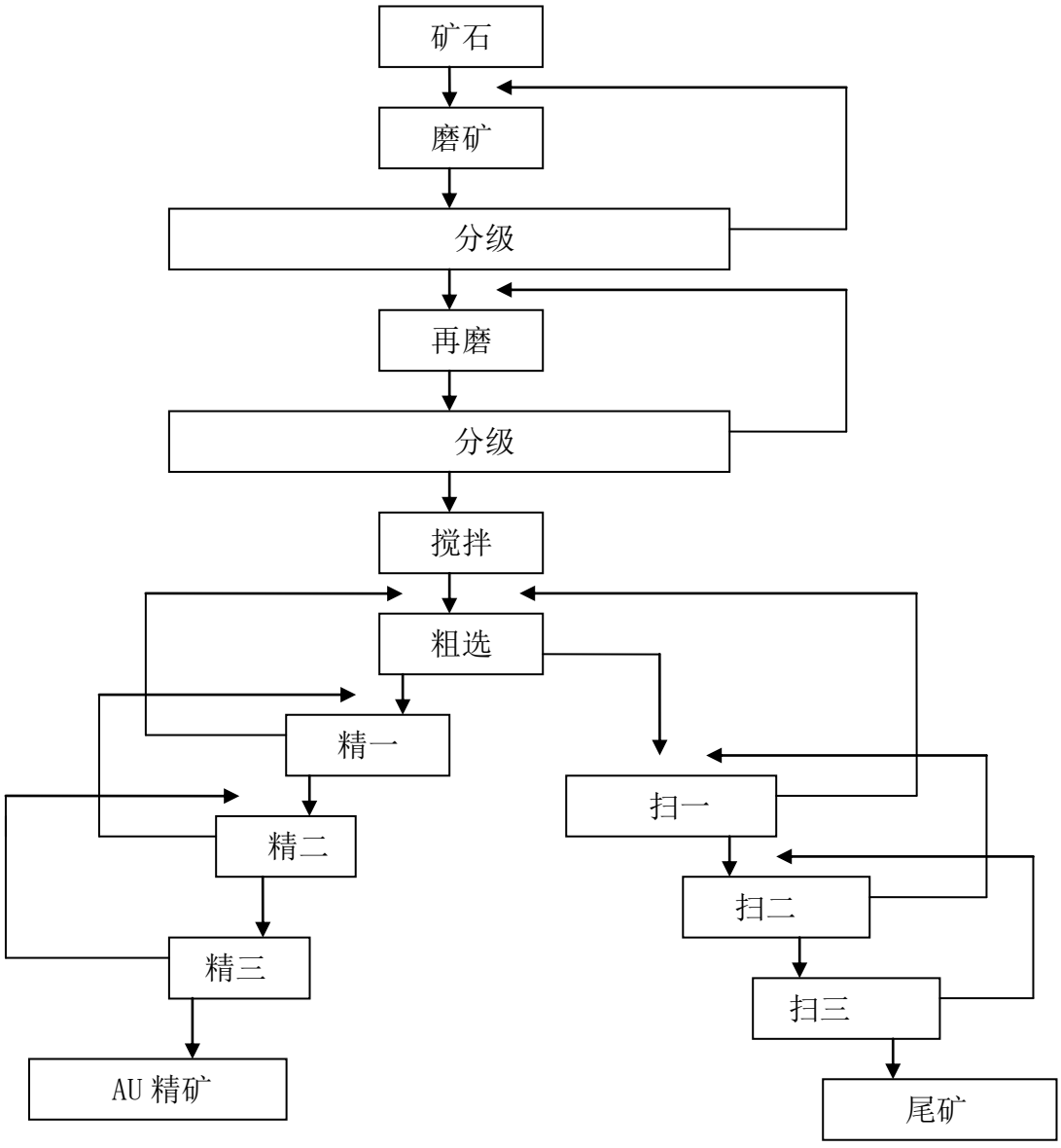


图 3-5 选矿工艺流程图

3.2.2选矿工艺生产过程简述

汽车将矿石直接卸入受矿仓（原）。经受矿仓下重型板式给料机，将矿石给入颚式破碎机粗破碎，破碎后产品经带式输送机给入中碎破碎机，中破碎后产品经带式输送机给入筛分室。矿石经过振动筛，其筛上产品经带式输送机返回中破

碎机破碎，碎后产品与中碎产品一起，经带式输送机，返回筛分室形成闭路破碎。筛下产品经带式输送机进入圆筒矿仓。

仓下设电振给料机给入一段球磨的带式输送机，经过电子皮带秤计量，给入一段格子型球磨机进行一段磨矿，一段球磨机排矿自流到高堰式双螺旋分级机进行分级，分级机返砂返回球磨，形成闭路。分级机溢流自流进入一段泵池，用泵输送到旋流器组进行分级，（旋流器沉砂）进入二段溢流型球磨机进行二段磨矿，二段磨矿产品自流入一段泵池，泵送至旋流器，成为二段闭路磨矿。

旋流器溢流（-200 目占 80%）进入两台搅拌槽搅拌加药。加药搅拌后的矿浆给入粗选作业，经过一次粗选、三次扫选、三次精选的单一浮选工艺流程，获得大于 90g/t 的金精矿粉，金精矿粉自流进入浓缩机进行脱水，底流自流到过滤机进行过滤，得到精矿。

尾矿自流进入浓缩机进行脱水，底流用泵输送到压滤车间进行脱水，滤饼用翻斗车运到尾矿库干堆。浓缩机溢流自流到清水泵池，用泵输送到高位水池返回选厂有关作业再利用。

3.2.3选矿厂药剂设施

药剂种类、用量及添加浓度，选矿工艺所需药剂种类、用量见下表 3-9。

表 3-9 药剂种类与用量

序号	药剂名称	单耗（g/t）
1	黑药	193.07
2	2#油	154.18
3	黄药	193.07

3.2.4选矿厂生产情况

瓜州县钻井沟金矿 2010 年以浮选为主导工艺的选矿厂建成后，进行了试生产，2011 年-2014 年间，矿山因办理扩大采深、核定生产规模及延续矿权等相关手续，矿山一直处于停产状态，直到 2014 年 7 月矿山恢复了正常采矿工作。2015 年-2019 年 7 月矿山实施了改扩建工程及竣工环境保护验收工作，期间矿山没有生产。

3.2.5结论

通过上述流程对金矿石进行选矿生产试验，得出如下结论：

（1）矿样中的金主要与硫化物和银伴生，硫主要以黄铁矿的形式存在，矿石中还有少量的黄铜矿、黄铁矿和磁铁矿等金属矿物，矿石脉石矿物主要有石英、绢云母、黑云母、白云母、方解石等。

（2）通过浮选法试生产，选厂入选矿石平均品位 3.4 克 / 吨，在确定磨矿细度-200 目占 80%时，经过两次粗选、两次扫选、获得粗精矿，然后对粗精矿进行三次精选。原矿经破碎磨矿后经一次粗选，三次扫选，三次精选，金的回收率为 90％左右，金精矿品位 90×10^{-6}。综合利用率，钻井沟金矿的有用组分有金、银，根据矿山试生产情况，尾矿中金品位约 0.3g/t，银品位一般 0.80g/t，因此综合利用率基本在 88%左右。

（3）经试验表明，该矿区矿石为易选矿石。

3.3矿床开采技术条件

3.3.1 水文地质条件

3.3.1.1矿区气象水文条件

矿区属大陆干旱半沙漠气候，干燥少雨，夏季酷热，冬季寒冷，日温差较大，年平均气温 9.1℃，最高气温 38.8℃，最低气温-23.91℃，年平均降水量 46.2mm，年最大降水量为 127.9mm（1979 年），日最大降水量 33.1mm（1947 年 8 月 2 日），年最小降水量 11.9mm（1960 年）。年平均蒸发量 3140.57mm，潮湿系数 0.015，平均相对湿度 40.97%，平均绝对湿度 5.26 毫巴；最大风力 6—9 级。矿区北部为低山丘岭，南部为荒漠戈壁。主要山脉高程一般在 1500m—1800m 之间，相对高差 10—50m，一般为 5—20m。

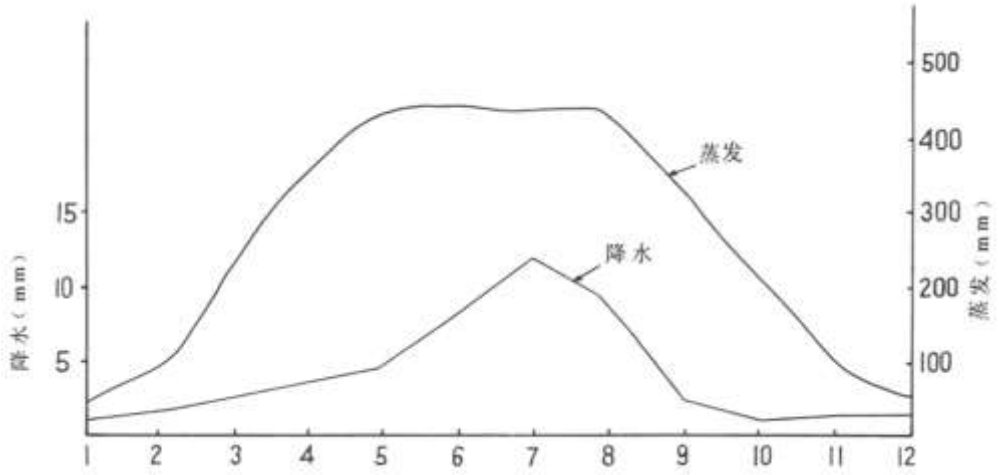


图 3-6 瓜州县气象站多年（1951—1985）月平均降水量与蒸发量图

矿区水文网极不发育，无常年性地表水体。矿区西侧的辉铜山南沟为间歇性洪流形成的干沟。雨季降雨形成洪流，对地下水有一定补给作用。

矿区地下水赋存于前中生界—中生界变质岩、火山岩及砂岩风化裂隙中，其地下水类型为古生界变质岩火成岩裂隙水。矿区由于多次构造运动及长期的风化剥蚀作用，裂隙较为发育，但因缺乏补给来源，含水层富水性较差。单井出水量小于 150m^3／d。据矿山南部调查水井，地下水水化学类型以氯化物-硫酸盐型为主，矿化度大于 3g／L。

3.3.1.2区域水文地质条件

矿区地下水埋藏于河（沟）谷、低山丘陵及基岩山地地带，根据含水介质类型分为第四系松散岩类孔隙水和变质岩岩浆岩裂隙水两大类。

（1）第四系松散岩类孔隙水

山间洼地、沟谷之中广泛分布着第四系松散沉积层，沉积厚度数十米。表层为上更新统上层冲积亚砂土、亚粘土，厚度约 10 米。下伏地层为中更新统洪积沙、砾石岩。含孔隙潜水，局部含承压水，为富水程度中一强的孔隙含水岩系。

（2）基岩裂隙水

矿区大面积分布的石英闪长岩发育风化裂隙、构造裂隙。地下水主要赋存构造带中及两侧。山地中无泉水出露，根据山地地形切割程度和与两侧盆地高差分析，地下水埋藏较深，据矿床勘探钻孔证实地下水位埋深超过 100m，变质岩、岩浆岩均为富水程度弱的裂隙含水岩系。

3.3.1.3矿山含（隔）水层的岩组特征及地下水埋藏条件

（1）冲洪积透水不含水透水岩组

第四系分布于山间洼地、沟谷之中，主要由岩块、砂砾石、细砂、粘土等组成，厚度 3～5m。呈小片状分布于地形低洼地带，除丰水期含水外，其他季节不含水，其富水性较弱。

（2）石英闪长岩风化层含水岩组

矿区大面积分布的石英闪长岩发育风化裂隙、构造裂隙，是该区主要的含水岩层，但矿区各裂隙水力联系差，无统一潜水面，水位埋深 30—60m。本矿区北东向断破碎带，由于断裂破碎，裂隙发育，为相对富水带。其水位标高为 1710.7～1745.3m。破碎带地表出露长约 130m，宽 0.2～1.5m。破碎带中见破碎蚀变岩、石英脉和石英团块、碎裂岩、糜棱岩、断层泥及构造片岩，断裂面平直光滑，沿走

向和倾向上均存在波状起伏和狭缩膨胀的现象，为一压扭性断裂。大气降水沿地表风化裂隙渗入并存储于构造裂隙中，其水量大小、埋藏深度均受构造裂隙的发育程度、规模、深度控制，构造裂隙水即赋存于该断裂之中。断裂带分布的钻孔及坑道均可见到。施工初期，由于局部裂隙水大量涌出，据观测坑道施工排水量最大可达 203m³/d。

（3）隔水岩层

片麻岩、石英岩脉广泛分布于矿区西侧，岩石较为致密坚硬、完整。除受构造作用外，一般裂隙不发育，是较好的隔水层。

根据充水因素分析，矿区水文地质条件为简单型，施工中应加强长期观测工作，建立观测日志，掌握动态变化。

3.3.1.4矿床充水因素分析

（1）充水水源：本区属典型的大陆干旱荒漠气候，年降水在 65-75mm，但 60-70%多集中在 6、7、8 月，降水多呈暴雨出现，最大降水量可达 30mm，数分钟降水量可形成地表洪流。地表洪流易于补给地下水。

充水通道：构造破碎带、风化裂隙带和蚀变破碎带，以及生产过程中形成的裂隙带等构成矿床的主要充水通道。强风化带极有利于降水入渗。据观测矿坑抽水时水位开始下降，并随抽水时间的延长水位呈连续下降趋势。

（2）迳流特征

地下水的迳流受裂隙和断裂构造的控制，一是大气降水入渗补形成地下水沿风化裂隙运移，有浅部向深部运移；二是地下水沿断裂破碎带向深部运移。

（3）排泄特征

地下水排泄的重要途径是强烈蒸发和植物蒸腾。

3.3.1.5采矿工程内涌水量的变化情况

矿区位于甘肃北山，属干旱缺水地区；矿体赋存于石英闪长岩体构造中，岩体内裂隙不发育，富水程度弱；目前所施工的竖井工程深度已经达到 200m，经实地调查，由于补给量贫乏加上近两年的不断排水，单井涌水量由 200m³/日，已减少到 20m³/日左右。近年来该矿的开采未发生透水、涌水现象。

3.3.1.6矿井涌水量估算

本区矿床地下水受控于构造多期次、叠加性、继承性、扩展性、连续性和规模的控制，裂隙发育，主要为裂隙充水矿床。根据竖井（主井）坑道的编录及流

量观测，地下水涌水量与矿坑采拓深度和开拓面积均呈正比关系，即深度越大，面积越大，涌水量就随之越大。本矿区矿体埋藏于地下深部，适于地下硐采，同时又保护了地表原始的生态平衡。

本次抽水孔是利用251m深的主井作为本次抽水试验井（见抽水试验综合柱状图）。孔底标高为1421m。

根据矿区水文地质条件，矿床主要充水因素及矿体埋藏条件，预测公式选用裂隙潜水层流运动“完整井”公式及窄长集水廊道两侧潜水完整巷道公式，均按疏干形式进行预测。计算结果见表4-1。

（1）渗透系数计算

据抽水试验资料，采用下列经验公式；

$$K=\frac{0.733Q(\lg R-\lg r)}{(2H-S)S};$$

$$R=3000SK^{1/2}$$

式中：K渗透系数（m／d）

H含水层厚度56（m）

S水位降深36（m）

Q涌水量，取110（m^3／d）

r井半径，取1.5（m）

（2）矿坑涌水量的估算

根据矿床充水因素分析，基岩裂隙水和第四系孔隙潜水之间无隔水层分布，均构成矿床的直接充水含水层，因矿床附近没有季节性地表水存在，流水时视为补给边界，无水时视为均值的无限补给边界，矿区面积14000m^2，标高1198m以上范围为估算区，故选用大井法公式计算。

无限补给边界公式：

$$Q=1.366K\frac{(2H-S)S}{\lg R_0-\lg r_0}$$

式中：K渗透系数（m／d）

H含水层厚度（m），裂隙发育段56m

S降深（m）潜水位至矿体底板标高的差

Q涌水量（m^3／d）

R_0引用影响半径 $R_0=R+r_0$（m）

r_0大井引用半径（m），1.5

F 矿区面积（m^2），取 14000

表 3-10 预测矿坑涌水量计算参数及计算结果表

预测点	含水层厚度（m）	降深（m）	竖井半径 r_0（m）	影响半径 R（m）	渗透系数 K（m/d）	预测涌水量 Q（m^3/d）
五号竖井	56	36	1.5	130	0.11	110

根据矿床充水因素分析和矿坑涌水量计算结果表明，矿区地下水补给条件单一，富水性弱，其充水方式简单，预测矿坑涌水量 110m^3/d，易疏干。

3.3.1.7矿区水资源的综合利用及供水方向

根据矿井地下水水质分析报告看，PH 值 7.89-7.96，矿化度 3054mg/l，水化学类型为低矿化硫酸-氯化物—钠型水，不宜饮用。

疏勒河水已引入柳园镇，矿山生活用水主要用汽车从柳园镇拉至矿山；生产用水为矿井涌水，经沉淀后供给矿山生产使用；另外，矿区东侧已有水泵房抽取地下泉（井）水至蓄水池，将其抽到地表蓄水池，地面新建有蓄水池 150m 长×45m 宽×4.5m ，容积 30375m^3，作为矿山生产用水。

3.3.1.8矿区水文地质条件类型及复杂程度

（1）矿区第四系松散岩类孔隙含水层透水不含水，其水文地质边界简单。矿体石英闪长岩的构造破碎带矿区含水层，但其补给条件较差，含水空间有限，主要为大气降雨补给，补给来源有限，主要充水含水层富水性弱。随着矿床开采时间的延长，矿坑涌水量会逐渐减少。

（2）瓜州县钻井沟金矿床为裂隙充水矿床（第二类）。矿床勘探的复杂程度划为第一型，属水文地质条件简单矿床。

3.3.2 工程地质条件

3.3.2.1 矿区工程地质特征

钻井沟金矿床主要赋存于断裂带中的蚀变花岗岩和次级伴生构造与破裂带中的石英脉中，蚀变岩中构造发育。依据工程地质岩组成因，岩石物理力学性质，水文地质条件不同将区内岩土体划分为两类：岩体划分为坚硬块状花岗岩岩组、较坚硬碎裂破碎带岩组；土体为松散砂砾石岩组。

坚硬块状花岗质岩石全区分布，岩性为石英闪长岩、混合岩，块状构造。虽有局部多种蚀变现象，但坚硬的力学性质没有大的变化。虽然构造裂隙发育，但岩石块度大，坚硬岩组占85%以上，为坚硬岩石。

较坚硬碎裂破碎带岩组为构造破碎带内碎裂岩，块度呈碎块状，较松散，强度低，稳定性差。在个别钻孔内见到，破碎带出现频率少，规模小，影响不大，但绝不可忽视。

松散砂砾石岩组主要分布矿区各沟谷中，厚度变化大一般1-4m，岩性以砂土、砂、砂砾石为主，结构松散，多为透水不含水，其工程地质条件较差。

3.3.2.2 岩矿石的物理力学性质

矿区内有部份钻孔见到构造破碎带，岩石多呈碎块状，部分颗粒状，结构疏松，无法加工试样，强度低，稳定性差。

矿体与围岩均为石英闪长岩，强度高，硬度大，块度大，无软弱结构面，完整性也好，其比重2.56，天然密度2.70g／cm^3,空隙率0.29～2.75%，详见见矿区岩矿石物理性质成果表3-11及围岩和矿体的力学指标：围岩抗压强度129MPa,矿体抗压强度97MPa；围岩软化系数88、坚固系数1.29，矿体软化系数83、坚固系数0.97，抗剪强度详见实验成果表3-12、表3-13、3-14。

表3-11 岩矿石物理性质指标

岩石名称	比重（q／cm^3）	天然密度（q／cm^3）	空隙率（%）	吸水率（%）	饱和系数
矿化石英闪长岩	2.50～2.84	2.50～2.80	0.04～2.80	0.10～0.75	0.55
石英闪长岩	2.30～2.80	2.60～2.80	0.29～2.75	0.10～0.65	0.55
耐冻性：致密细粒，饱和系数均小于0.8，耐冻性很好。					

3.3.2.3 岩体质量系数结果评定

矿床岩体质量优劣，取决于岩石节理裂隙发育程度，抗压强度，抗剪强度，以及破碎岩石的块度大小，也反映出构成矿体围岩受各种不同结构面破坏程度，依据矿区水文地质工程地质勘探规范“GB12719-91”中评价方法：本次评价采用RQD分类法，岩体质量系数法（Z），岩体质量指标法（m）三种方法进行初步评价。

（1）RQD法：依据施工钻孔工程地质编录资料，岩芯长度大于10 cm总长与钻进回次总长之比的百分率表示,即RQD值来评价岩体优劣,据钻孔统计(表4-6)，

表 3-12 岩矿石力学性质试验成果

组序		野外编号	室内编号	岩性	抗压强度 RC(MPa)								软化系数(a)	坚固系数(fk)	受剪方法	抗剪断强度			
					受压方向	干				湿						内摩擦角(°)(φ)		凝聚力(C)(MPa)	
						1	2	3	平均	1	2	3	平均					干	湿
矿体	1	LX_{1-1}	215	花岗闪长岩	垂直	111	95	115	107	78	104	110	94	88	0.94	变角板	82	70	9.6	6.69
	2	LX_{1-2}	216		平行	180	140	160	160	156	141	117	138	86	1.38		85	75	14.4	12.2
	3	LX_{1-3}	217		垂直	104	135	122	121	81	120	96	99	82	0.99		87	73	10.9	8.9
	4	LX_{1-4}	218		平行	78	144	126	116	75	117	96	96	83	0.96		84	76	10.4	8.6
围岩	5	LX_{1-5}	219		垂直	192	170	145	169	105	159	123	129	76	1.29		85	73	15.2	11.6
	6	LX_{1-6}	220		平行	109	99	124	108	78	102	105	95	88	0.95		84	74	9.7	8.6
备注	岩石规格：5×5×5cm，共 60 块。做抗压、抗剪断试验，分干燥、饱和、垂直、平行等状态。在自然状态下，岩矿石节理裂隙发育，且不均一。但是有节理裂隙岩石无法加工试块，代表性受到局限，所测试强度人为提高，是目前试验室难以解决的一个问题。结合钻孔岩芯 RQD 多在 80%以上，以及 $PD_1$100 多米坑道均无支护，无不良工程地质现象发生，稳定性很好是一致的。（破碎带很不稳定）																		

表 3-13 石英闪长岩岩石力学样测试结果表

天然含水率ω（%）	天然容重ρ（g/cm³）	干容重ρ_d（g/cm³）	比重 Gs（g/cm³）	孔隙度 n（%）	耐崩解指数(%)	弹性模量 E50（Mpa）	泊松比（μ）	软化系数	天然抗拉强度（Mpa）
0.89	2.51	2.49	2.61	4.68	97.52	5609.70	0.23	0.75	7.85

抗剪强度（天然）		抗压强度（Mpa）		冻融损失率（%）	抗冻系数	冻融后干燥抗压强度（Mpa）	注：实验室编号 41100903
内摩擦角φ°	凝聚力 C（Mpa）	干燥	饱和				
44.5	2.55	103.46	77.88	0.54	0.82	84.44	

表 3-14 岩矿石物理性质指标

试验编号	样品编号	取品位置	岩石名称	天然含水率ω（%）	天然密度（q/cm³）	抗压强度 RC 湿(MPa)	抗压强度 RC(MPa)	软化系数	凝聚力 (MPa)	内摩擦角（°）
2018YT2167	W1-3	围岩	石英闪长岩	00	2.86	76.8	95.7	0.80	8.7	80.0
2018YT2168	K1-3	矿体	蚀变岩	00	2.75	72.3	86.4	0.84	9.6	82.4

石英闪长岩 RQD 值全孔平均在 82%以上，矿体 RQD 值在 78.5%左右，属Ⅱ类岩石，总体岩石质量好，岩体较完整。

（2）岩体质量系数法：

公式：Z=I·f·S

式中：Z——岩体质量系数

I——岩体完整系数（无资料时按 RQD 值代替）

本矿区所有钻孔 RQD 围岩 82%，矿体 78.5%

f——结构面摩擦系数（力学试验摩擦角的正切值）

表 3-15 整体块状岩组 RQD 值统计表

岩石名称	钻孔编号	统计孔段			RQD 值（%）
		层数	自（米）	至（米）	
石英闪长岩	jZK1103	2	216	290	93.7
	jZK1106	1	38	96	96.9
	jZK1207	2	71	253	87.5
	jZK803	1	164	195	90.2
矿体	jZK702	1	203	211	80.6
	jZK1901	1	182	194	78.5
RQD 平均值（%）					87.9

本矿区矿体摩擦系数矿体 2.75～3.27，围岩 3.27

S——岩块坚固系数

本矿区坚固系数矿体 0.94～0.99，围岩 1.29（力学试验值）；

矿体 $S=\frac{RC(Mpa)}{100}=\frac{0.94+0.99}{2}=0.97$

围岩 $S=\frac{129}{100}=1.29$

矿体：Z=I·f·s=0.785×2.75×0.97=2.09

围岩：Z=I·f·s=0.82×3.27×1.29=3.46

以上矿体 Z 值为 2.09，围岩 Z 值 3.46，属于块状结构，岩体质量好。

(3)岩体质量指标（M）法：

$$M=\frac{Rc(Mpa)}{300}\bullet RQD$$

矿体：$M=\frac{94+99}{2\times300}\times0.785=0.25$，岩体中等。

围岩：$M=\frac{129}{300}\times0.82=0.35$，岩体质量中等。

式中：Rc——饱和轴向抗压强度，用 Mpa 表示。

通过以上三项质量评价，矿体及围岩岩石质量好，岩体较完整，结合 PD1 坑道施工观察，坑道内无支护、塌方、冒顶、跨邦等不良工程地质现象发生。岩体工程地质条件及稳定性较好。

3.3.2.4 矿体及其顶底板、围岩的稳固性

（1）矿体

矿体为构造—岩浆活动，裂隙充填，后期矿化及蚀变作用所形成的。主要为黄铜矿化、硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化等花岗斑岩或石英脉体，块状似层状产出，并具青盘岩化、钾化、云英岩化等蚀变，与围岩无明显界限，呈过度状态。抗压强度 94～138Mpa，坚硬完整强度高，无软弱结构体及软弱结构面。闭合裂隙虽发育，但裂隙间隔距离大，块体咬合牢固，整体块度大，稳定性很好。PD1 坑道长 100 多米，均无支护，未见不良工程地质现象发生。

（2）围岩

矿体的顶底板岩石抗压强度 95～129Mpa，均为浅肉红色坚硬、完整的石英闪长岩，花岗结构，块状构造，以钾长石为主，石英次之，基质为斜长石、石英，裂隙不太发育，完整性好，大块度，强度高，稳定性好。五号竖井坑道均无支护，无不良工程地质现象发生。岩矿石质量较好，通过岩矿石的物理力学试验资料得知，软化系数 0.76～0.88，均大于 0.75，为高强度坚硬岩石，抗风化能力强。

（3）构造破碎带的特征

前面提到钻孔局部段存在构造破碎带，主要受动力构造蚀变作用及外力、水蚀、风化作用，使原有的绿泥石化、碳酸岩化物质软化分解，形成碎裂岩化。岩石比较破碎，强度较低，稳定性差，易发生坍塌、片帮、冒顶等不良工程地质现象，将给安全施工带来困难。

矿体顶底板围岩坚硬、完整、力学强度高，抗软化能力强，岩体质量 Z 值、M 值、RQD 值的评价，岩石质量均属好，岩体中等完整，无软弱夹层及软弱结构面，稳定性较好。

开采矿井应加强工作面顶板支护与维护，防止矿井安全事故发生。

4.2.5 工程地质条件复杂程度

通过以上资料综合分析，矿体岩组为坚硬岩组，岩性单一，构造变形轻—中等的厚层岩体，整体结构，块状构造，风化带深度 4～15m，构造破碎带不甚发育，规模较小，贯通性差；岩石、岩体质量中等，力学强度高，完整程度好，稳定性好。总体矿区工程地质条件为简单类型。

3.3.3 环境地质条件

（1）区域地壳稳定性

瓜州县位于河西走廊祁连山地震带。据史料记载，县城及邻区内造成严重灾害的破坏性地震主要有三次：1609 年酒泉东 7.2 级地震，1932 年玉门昌马 7.6 级地震，2002 年玉门 5.9 级地震。

依据《中国地震动参数区划图》（GB18306-2015）、《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010），区域地震设防烈度为Ⅶ度，设计基本地震动峰值加速度为 0.15g（设计地震分组为第一组，属不稳定地区）。

（2）环境地质现状

瓜州县钻井沟金矿床位于河西走廊西端的北山地区，地势较平坦，大部分地段无植被覆盖，岩石裸露，生态环境非常脆弱。现状无露天开采形成的破坏地形地貌的崩塌、滑坡，表土及岩层基本上是稳定的，也无泥石流发生。

现状条件下矿山无露天开采形成的破坏地形地貌的现象；矿山断续施工，矿渣主要用于于整平矿区道路；矿山建设压占破坏少量荒漠砂砾地(压占面积 0.011km^2)；矿区内未发现山体开裂、倒塌、滑坡、塌陷等现象，亦未发现其他污染源存在；矿区采矿可产生局部地表变形，但对地质环境破坏不大；无重大的污染源，无热害；根据矿井地下水水质分析报告看，PH 值 7.89-7.96，水化学类型为低矿化硫酸-氯化物—钠型水，不宜饮用，矿坑排水主要选矿和绿化环境，对环境无污染；矿石和废石化学成分基本稳定，不会污染土地；矿区无其他不良环境隐患。

（3）矿山生产游离二氧化硅粉尘对人体影响及防治措施

矿区岩矿石主要为酸性石英闪长岩，二氧化硅含量达 70%以上（69—78%），打风钻使得空气中游离的二氧化硅粉尘百倍超标，对工作人员的健康危害极大，长时间吸入肺部，可导致矽肺病，难以治愈，应加强防范。要求工作人员佩戴

防毒面具和多层湿性防尘口罩。爆破后，应及时通风排尘，清水压尘，杜绝人体吸入。

（4）矿山开采的环境地质问题预测

矿区开采范围内地表植被稀少，复盖很差，绝大部分地段基岩裸露，生态环境非常脆弱，矿山将来开采时一定要注意对生态环境的保护。

随着矿山生产规模的不断扩大，“三废”排放将是矿山面临的一个重要问题。堆放于地表的废渣应采取综合处理措施，要选择合理的堆放场地，一是尽量选在植被复盖较差地段；二是对矿渣堆进行适宜的围挡防护；尾矿淋滤液和工业废水会造成水、土环境的污染，需经处理达标后方可排放,以免对本来很贫乏的浅层地下水及周围土壤、植被造成污染。矿区范围内会有较低程度的气相污染物，由于矿山作业及选矿产生大量的颗粒悬浮物和可吸入颗粒物,直径在 10μ m 以下的粉尘颗粒嵌入人肺,对人体健康带来威胁。粉尘的来源主要有:破碎和筛分设备的运行；受风吹作用的产品堆、矿堆等。

矿山未来开采，采矿形成采空区，天长日久坑道坍塌，诱发地表产生裂缝和塌陷，给地面建筑造成危害，影响人员安全。因此，生产中加强生态环境的保护至关重要，其防治技术成熟，便于矿山开展安全生产和环境保护。综上，矿区地质环境质量简单。

3.3.4 矿床开采技术条件小结

（1）瓜州县钻井沟金矿矿区第四系松散岩类孔隙含水层透水不含水，其水文地质边界简单。矿体石英闪长岩的构造破碎带矿区含水层，但其补给条件较差，含水空间有限，主要为大气降雨补给，补给来源有限，主要充水含水层富水性弱，以静储量为主，为裂隙充水矿床（第二类）。充水矿床勘探的复杂程度划为第一型（简单型），属水文地质条件简单矿床。

（2）矿体与围岩均为石英闪长岩，强度高，硬度大，块度大，无软弱结构面，矿体围岩及顶底板稳固性较好，巷道两壁基本完整规则，一般不需要支护，但在破碎蚀变带上应及时支护。从总体上来讲，矿区工程地质条件较好，适宜于斜井、竖井施工及地下采矿，矿区工程地质条件简单。施工坑道、竖井可以不支护。但在破碎蚀变带上应及时支护。

(3)矿区位于河西走廊西端的北山地区，地势平坦，大部分地段无植被覆盖，岩石裸露，生态环境非常脆弱。未来矿山生产时，对“三废”排放的管理只要合理规范，即可避免其他环境地质问题，其矿区地质环境质量简单。

3.4 生产勘查工程测量及质量评述

1.勘探线及工程点测量

勘探线及工程测量由辽宁省第十一地质大队施测，该大队具乙级测绘资质。对已完工的钻孔及探矿勘探线利用 SET505（索佳）全站仪定位，测距精度 2＋2PPm，测角精度 5″，采用 1980 西安坐标系。共完成控制测量点 2 个（表 5-4 ），钻孔定位测量 94 个，勘探线布设 22 条（表 5-5），其精度能够满足详查工作的要求。钻孔测量成果见附表 3。

表 5-4　GPS 控制点成果表

控制点	80 系 3 度带直角坐标		
	X	Y	Z
J5			
J6			

表 5-5　勘查基线端点成果表

勘探线号	80 系 3 度带直角坐标		高程(m)	勘探线号	80 系 3 度带直角坐标		高程(m)
	X	Y			X	Y	
43				43			
39				39			
35				35			
31				31			
27				27			
23				23			
19				19			
15				15			
11				11			
7				7			
3				3			
0				0			
4				4			

8				8			
12				12			
16				16			
20				20			
24				24			
28				28			
32				32			
36				36			
40				40			

2.采空区测量

经调查矿山2014年以后，一直没有生产，因此采空区范围主要依据2010年10月甘肃省地调院完成、甘肃省评审中心评审通过的《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》(甘国土资储评字（2011年）89号)，及2014年甘肃省地矿局四勘院编制的储量年报确定。2014年储量年报测量由甘肃省地矿局四勘院完成，2014年11月12日测量人员对瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿开采现状进行了测量。井口位置采用南方灵锐S86 RTK测制，主、副井和主要运输巷道使用全站仪测量，采矿工作面采用罗盘导线进行实测。储量年报经通过了酒泉市国土资源局评审。甘肃省地矿局四勘院具有固体矿产勘查甲级资质，区域地质调查乙级资质，勘查工程施工、岩矿鉴定与岩矿测试乙级资质，水文地质、工程地质、环境地质勘查、液体矿产勘查丙级资质；工程测量、地籍测绘乙级资质；建设项目水论证乙级资质；工程勘查乙级资质；地质灾害治理工程勘查乙级资质，地质灾害治理工程施工乙级资质。

3.剖面线质量评述

根据剖面线设计数据，现场布设剖面线起点、端点的实地位置，实测剖面线上的地形数据，绘制剖面图，测量工作比例尺1：1000。测量精度为：剖面线端点测设平面点位中误差小于0.4m，高程中误差小于0.5m。剖面线细部点测量平面点位中误差小于2.0m，高程中误差小于1.0m。

3.5 矿产资源/储量

3.5.1 资源量估算的工业指标

该矿山为生产矿山，矿石为易选矿石，结合矿山实际生产情况和当前黄金市场的价格，确定本次资源储量估算的工业指标采用中华人民共和国地质矿产行业标准《岩金矿地质勘查规范》（DZ／T0205-2002）中的金矿床一般工业指标，伴生组分参照岩金矿伴生组分评价要求（表 3-16），具体工业指标为：

边界品位≥1.0g/t

最低工业品位≥2.50g/t

米·克吨值≥2

最低可采厚度：0.80m

夹石剔除厚度：2.0m

无矿段剔除长度:对应工程 15m，不对应工程 20m。

岩金矿伴生组分一般工业指标：

伴生银品位 2.0×10^{-6}

伴生硫品位 2.0×10^{-2}

3.5.2 资源储量估算范围

资源储量估算平面范围为采矿许可证允许的平面范围，具体由 4 个拐点圈定，各拐点坐标见表 3-17，垂直范围为采矿标高 1782m 至 1643m 及拟扩大采深 1643m至1198m标高内已有矿体。对原采矿权内已开采的矿体估算保有资源量和消耗资源量，对其他未开采及新圈定的矿体估算（保有）资源量。本次参与估算资源量的矿体共计 75 个。具体为：①K11、K12、K13、K18-4、K2-1、K7、K20-3、K110、K120、K121、K138共11个矿体分布在采矿证允许的开采标高范围内（1643m以上），为矿权内矿体，其中 K2-1、K7、K20-3 矿体进行了开采，需估算消耗资源量和保有资源量，其余矿体未开采，本次主要对其保有资源量进行估算。②K18-1、K18-2、K20-2、K20-4、K21-1、K21-2、K21-3、K19-4、K25-1、K25-2、K25-3 等 55 个矿体位于采矿证允许的开采标高范围（1643m）以下，平面范围内，为本次拟扩大采深范围内矿体，主要对其保有资源量进行估算。③K2、K18-3、K18-5、K19-1、K19-2、K19-3、K20-1、K20-3、K17在采矿标高1643m上下都有分布，需按照矿权内及拟扩大采深范围内分别进行资源量的估算。其中 K20-1 为区内主要开采矿体，还需进行消耗资源量的估算。其次钻井沟金矿伴生元素为银，根据组合样分析结果估算所有矿体伴生银元素资源量；伴生硫元素因绝大多数组合样品位不足 2%，本核实报告不再估算其资源量。

表 3-16 岩金矿伴生组分评价参考表

元素	铜	铅	锌	三氧化钨	锑	钼
	Cu	Pb	Zn	WO_3	Sb	Mo
质量分数	0.1%	0.2%	0.4%	0.05%	0.4%	0.01%
元素	砷	碳	硫	钴	银	
	As	C	S	Co	Ag	
质量分数	0.2%		2%	0.01%	2(g / t)	

3-17 资源储量估算范围表

点号	54 系 3 度带直角坐标		80 系 3 度带直角坐标		2000 系 3 度带直角坐标		面积（km^2）	量算标高（m）	地表至矿体上、下限垂高（m）	备注
	X	Y	X	Y	X	Y				
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
11										
12										
13										
14										

3.5.3 核实报告提交的资源储量

3.5.3.1 资源储量类型确定

根据《岩金矿地质勘查规范》(DZ/T0205—2002)中的规定，结合矿区勘查程度，将钻井沟金矿资源量划分为控制的经济基础储量（122b）、控制的内蕴经济资源量（332），推断的内蕴经济资源量（333）。

钻井沟金矿主要矿体为第Ⅱ勘查类型，确定控制的工程间距为80m（沿走向）×80m（沿倾向），推断的工程间距为160m（沿走向）×160m（沿倾向）。其它矿体规模均较小，将其勘查类型定为第Ⅲ勘探类型，控制的工程间距为40m（走向）×40m（倾向）。同时钻井沟金矿矿石自然类型基本查明，对伴生有益组分的含量已基本查明；基本查明了矿床开采的技术条件；基本查明矿石的技术加工性能。所以对资源类型确定条件大致叙述如下。

1．控制的经济基础储量（122b）

经过系统应用槽探、坑道及钻探工程，主矿体按走向50×倾向70米控制工程间距控制了矿体的三维形态。基本查明了矿体特征、矿石量及开采技术条件，达到了详查阶段工程程度要求，地质可靠程度为控制的，预可行性研究表明开采是经济的，计算的可采储量可信度较高。该矿山为生产矿山，因此将该部分保有资源储量类型确定为122b，已开发利用的资源量（消耗资源量）也定为（122b）。

2.控制的内蕴经济资源量（332）

地表有采样工程控制，深部有坑道及钻孔控制；盲矿体在倾向上有两个或两个以上工程控制，走向上亦有相应的工程控制。主要矿体工程间距基本达到第Ⅱ勘查类型80m×80m网度要求；其他矿体工程间距基本达到第Ⅲ勘查类型40m×40m网度要求，达到了详查阶段工程程度要求。基本圈定了矿体的三维形态，矿体厚度、品位及其变化特征基本查明，但品位为低品位矿石。其地质可靠程度为控制的，可行性评价仅为概略研究。计算的资源量可信度较高，可行性评价可信度低。为控制的内蕴经济资源量，确定为332类资源量。为332，块段编号K9-1-332-1，K9-1代表矿体编号。

3.推断的内蕴经济资源量（333）

A、主要矿体为第Ⅱ勘查类型，控制矿体的工程间距为160m×160m左右；其他矿体为第Ⅲ勘查类型，控制矿体的工程间距为80m×80m左右。基本圈定了矿体的三维形态，确定为333类资源量；

B、按推断工程间距做有限和无限外推的矿体或矿块，圈定的 332 外推部分，确定为 333 类资源量。资源/储量代码为 333。块段编号 K9-1-333-1，K9-1 代表矿体编号，333-1 为资源/储量代码及块段编号。

C、单一工程或单一勘探线见矿，可构成一个独立矿块，地表仅有探槽控制、无深部工程控制及单钻孔控制的矿体，按推断工程间距圈定的矿体确定为 333 类资源量。

伴生元素银、硫工业矿石、低品位矿石的划分与金资源储量矿块划分相对应。矿体伴生元素银、硫资源量类别，全部作为推断的内蕴经济资源量（333）。

3.5.3.2 资源储量估算结果

瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿现有采矿证核定开采深度为 1782m 至 1643m 标高，为了扩大矿山资源储量，企业申请对矿权平面范围内深部进行勘查工作。根据甘国土资矿发（2018）33 号文，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司对钻井沟金矿采矿权平面范围内标高 1198m 以上开展了深部矿产勘查工作。对于核实对保有资源储量进行了重算。本次勘查工作资源储量估算分以下范围分别进行了资源量估算。

（1）现有采矿证允许范围内的消耗、保有和累计查明资源储量（核定标高 1782m—1643m）。

（2）因部分钻探工程在标高为 1643m-1198m 超出采矿权平面范围，现有及拟扩大采深后，钻孔仍位于采矿权范围以外，本次对其控制的资源量进行了估算。

（3）在现有矿权平面范围内，但标高为 1643m-1198m 之间，经原国土资源厅批准本次深部探矿范围，为拟扩大采深范围内的资源储量。

（4）全矿区累计查明资源储量、累计的消耗、保有资源量，为标高 1782m-1198m 之间，包矿采矿权平面范围外的资源量。

1.采矿权范围内的消耗、保有和累计查明资源储量（核定标高 1782m—1643m）

采矿权范围内（核定标高 1782m—1643m）经核实，截至 2019 年 12 月 31 日，累计查明（122b+332+333）资源量（G+D）：矿石量 851627 吨，金属量 3919 千克，平均品位 4.60×10^{-6}。工业矿石用“G”表示，低品位矿石用“D”表示，后面文字及表格涉及“G”和“D”类同，具体见表 3-18。

其中消耗（122b）类资源量（G+D）：矿石量77718吨，金属量324千克，平均品位4.17×10^{-6}。消耗工业矿石矿石量59663吨，金属量301千克，平均品位5.05×10^{-6}；消耗低品位矿石量18055吨，金属量23千克，平均品位1.28×10^{-6}。

表3-18 采矿权范围内(1782m—1643m)矿体资源量汇总表

矿体编号	矿石品级	资源量类别	矿体金矿石量Q(T)	矿体Au平均品位（×10^{-6}）	矿体金属量(千克)	标高范围	消耗情况
K2	G	122b	464	5.41	3	1643m上	保有
		333	6252	5.17	32	1643m上	保有
		122b+333	6716	5.18	35	1643m上	保有
K2-1	G	122b	1550	3.92	6	1643m上	消耗
K19-1	G	122b	17340	4.30	75	1643m上	保有
		333	60908	5.23	318	1643m上	保有
		122b+333	78249	5.02	393	1643m上	保有
	D	332	16868	2.26	38	1643m上	保有
		333	19808	1.91	38	1643m上	保有
		332+333	36676	2.07	76	1643m上	保有
	G+D	122b+332	34208	3.29	113	1643m上	保有
		333	80716	4.41	356	1643m上	保有
		122b+332+333	114924	4.08	469	1643m上	保有
K19-2	G	333	22469	3.97	89	1643m上	保有
	D	333	16310	1.48	24	1643m上	保有
	G+D	333	38780	2.92	113	1643m上	保有
K19-3	G	333	7397	2.52	19	1643m上	保有
	D	333	6875	1.52	10	1643m上	保有
	G+D	333	14272	2.04	29	1643m上	保有
K11	G	333	14749	5.32	78	1643m上	保有
K12	G	333	11452	7.13	82	1643m上	保有
K13	G	333	17666	7.13	126	1643m上	保有
K17	G	333	4613	5.06	23	1643m上	保有
K18-2	G	333	165	4.07	1	1643m上	保有
K18-5	G	333	20864	5.20	108	1643m上	保有
K18-3	G	333	35551	3.19	113	1643m上	保有
K18-4	G	333	11441	4.76	54	1643m上	保有
K110	D	333	1507	1.91	3	1643m上	保有
K120	D	333	2742	1.29	4	1643m上	保有
K121	G	333	2008	8.48	17	1643m上	保有
K138	G	333	2822	8.57	24	1643m上	保有
K7	G	122b	3295	9.13	30	1643m上	消耗
		333	33091	9.13	302	1643m上	保有
		122b+333	36385	9.13	332	1643m上	保有+消耗

续表 3-18 采矿权范围内(1782m—1643m)矿体资源量汇总表

矿体编号	矿石品级	资源量类别	矿体金矿石量 Q(T)	矿体 Au 平均品位（×10^{-6}）	矿体金属量(千克)	标高范围	消耗情况
K20-3	G	122b	7156	6.00	43	1643m 上	消耗
		122b	11875	6.93	82	1643m 上	保有
		333	4000	5.80	23	1643m 上	保有
		122b+333	23031	6.44	148	1643m 上	保有+消耗
K20-1	G	122b	50818	4.76	242	1643m 上	消耗
		122b	171245	6.37	1091	1643m 上	保有
		333	70287	6.65	467	1643m 上	保有
		122b+333	241533	6.45	1558	1643m 上	保有
		122b+333	292351	6.16	1800	1643m 上	保有+消耗
	D	122b	18055	1.28	23	1643m 上	消耗
		332	50418	1.75	88	1643m 上	保有
		333	129564	1.851	240	1643m 上	保有
		332+333	179982	1.83	329	1643m 上	保有
		122b+332+333	198037	1.78	352	1643m 上	保有+消耗
	G+D	122b	68873	3.85	265	1643m 上	消耗
		122b+332	221664	5.32	1179	1643m 上	保有
		333	199851	3.54	707	1643m 上	保有
		122b+332+333	421515	4.48	1887	1643m 上	保有
		122b+332+333	490388	4.39	2152	1643m 上	保有+消耗
合计	G	122b	59663	5.05	301	1643m 上	消耗
		122b	196205	6.17	1211	1643m 上	保有
		333	333612	5.81	1937	1643m 上	保有
		122b+333	529817	5.94	3149	1643m 上	保有
		122b+333	589481	5.85	3450	1643m 上	保有+消耗
	D	122b	18055	1.28	23	1643m 上	消耗
		332	67286	1.88	127	1643m 上	保有
		333	176806	1.81	319	1643m 上	保有
		332+333	244092	1.83	446	1643m 上	保有
		122b+332+333	262147	1.79	469	1643m 上	保有+消耗
	G+D	122b	77718	4.17	324	1643m 上	消耗
		122b+332	263491	5.08	1338	1643m 上	保有
		333	510418	4.42	2257	1643m 上	保有
		122b+332+333	773909	4.64	3595	1643m 上	保有
		122b+332+333	851627	4.60	3919	1643m 上	保有+消耗

注：表中工业矿石用“G”表示，低品位矿石用“D”表示。（后面表格同）

保有的（122b+332+333）（G+D）资源量：矿石量 773909 吨，金属量 3595 千克，平均品位 4.64×10^{-6}，其中工业矿石矿石量 529817 吨，金属量 3149 千克，平均品位 5.94×10^{-6}；低品位矿石量 244092 吨，金属量 446 千克，平均品位 1.83×10^{-6}。

控制的（122b+332）类保有资源量（G+D）：矿石量263491吨，金属量1338千克，平均品位5.05×10^{-6}，占矿权内资源量的37.21%。其中保有（122b）类工业矿石资源量（G）：矿石量196205吨，金属量1211千克，平均品位6.17×10^{-6}；保有（332）类低品位矿石资源量（D）：矿石量67286吨，金属量127千克，平均品位1.88×10^{-6}。

推断的（333）类资源量（G+D）：矿石量510418吨，金属量2257千克，平均品位4.42×10^{-6}。其中工业矿石矿石量333612吨，金属量1973千克，平均品位5.81×10^{-6}；低品位矿石量176806吨，金属量319千克，平均品位1.81×10^{-6}。

2.拟扩大采深范围内的资源储量（1643m-1198m）。

拟扩大采深范围内（1643m-1198m）资源量估算结果见表3-19。该范围内无消耗资源量，资源量全部为保有资源量，保有资源量与总资源量一致。截至2019年12月31日，在拟扩大采深矿权平面范围内，查明（122b+332+333）资源量（G+D）：矿石量2426592吨，金属量8343千克，平均品位3.44×10^{-6}。其中工业矿石矿石

表3-19拟扩大采深范围内（1643米-1198米）矿体资源量汇总表

矿体编号	矿石品级	资源量类别	矿体金矿石量Q(T)	矿体Au平均品位（×10^{-6}）	矿体金属量(千克)	标高范围	消耗情况
K2	G	122b	31790	5.78	184	1643m下	保有
	G	333	98162	7.71	757	1643m下	保有
	G	122b+333	129952	7.24	941	1643m下	保有
K19-1	G	122b	146981	3.56	523	1643m下	保有
		333	73020	4.19	306	1643m下	保有
		332+333	220001	3.77	829	1643m下	保有
	D	332	74686	2.05	153	1643m下	保有
		333	63965	2.03	130	1643m下	保有
		332+333	138651	2.04	283	1643m下	保有
	G+D	122b+332	221667	3.05	676	1643m下	保有
		333	136985	3.18	436	1643m下	保有
		122b+332+333	358652	3.10	1112	1643m下	保有
K19-2	G	333	2041	3.87	8	1643m下	保有
	D	333	6606	1.88	12	1643m下	保有
	G+D	333	8647	2.35	20	1643m下	保有
K19-4	D	333	36410	1.99	72	1643m下	保有
K19-3	G	333	1084	3.68	4	1643m下	保有
	D	333	65059	1.96	127	1643m下	保有
	G+D	333	66143	1.99	131	1643m下	保有

续表 3-19 拟扩大采深范围内（1643 米-1198 米）矿体资源量汇总表

矿体编号	矿石品级	资源量类别	矿体金矿石量 Q(T)	矿体 Au 平均品位（×10^{-6}）	矿体金属量(千克)	标高范围	消耗情况
K21-1	G	122b	93886	3.35	314	1643m 下	保有
		333	177219	3.71	658	1643m 下	保有
		122b+333	271105	3.59	972	1643m 下	保有
	D	332	47706	1.95	93	1643m 下	保有
		333	113260	1.55	176	1643m 下	保有
		332+333	160966	1.67	269	1643m 下	保有
	G+D	122b	93886	3.35	314	1643m 下	保有
		332	47706	1.95	93	1643m 下	保有
		333	290479	2.87	834	1643m 下	保有
		122b+332+333	432071	2.87	1241	1643m 下	保有
K21-2	G	333	26471	3.71	98	1643m 下	保有
K21-3	D	333	59215	1.17	69	1643m 下	保有
k17	G	333	941	5.07	5	1643m 下	保有
K18-1	G	333	11999	4.00	48	1643m 下	保有
K18-2	G	333	62349	6.63	413	1643m 下	保有
K18-5	G	333	4156	5.21	22	1643m 下	保有
K18-3	G	333	12620	3.19	40	1643m 下	保有
K22	G	333	18032	2.88	52	1643m 下	保有
K23	G	333	33093	4.13	137	1643m 下	保有
K135	G	333	22678	4.45	101	1643m 下	保有
K127	G	333	9244	6.45	60	1643m 下	保有
K128	G	333	3371	2.69	9	1643m 下	保有
K24	G	333	43794	6.19	271	1643m 下	保有
K25-1	G	333	18619	3.26	61	1643m 下	保有
K25	D	333	27781	1.43	40	1643m 下	保有
K25-3	D	333	9834	1.04	10	1643m 下	保有
K26	D	333	9230	1.79	17	1643m 下	保有
K20-2	G	333	34383	3.45	119	1643m 下	保有
K20-4	D	333	65122	1.06	69	1643m 下	保有
K20-1	G	122b	302842	4.32	1310	1643m 下	保有
		333	257038	4.31	1108	1643m 下	保有
		122b+333	559880	4.32	2418	1643m 下	保有
	D	332	221088	1.68	372	1643m 下	保有
		333	78472	1.55	121	1643m 下	保有
		332+333	299560	1.65	493	1643m 下	保有
	G+D	122b	302842	4.32	1310	1643m 下	保有
		332	221088	1.68	372	1643m 下	保有
		333	335510	3.67	1229	1643m 下	保有
		122b+332+333	859440	3.39	2911	1643m 下	保有
K100	D	333	1193	1.28	2	1643m 下	保有
K101	G	333	1924	8.81	17	1643m 下	保有
K102	D	333	2494	1.11	3	1643m 下	保有
K103	G	333	2444	6.86	17	1643m 下	保有

续表 3-19 拟扩大采深范围内（1643 米-1198 米）矿体资源量汇总表

矿体编号	矿石品级	资源量类别	矿体金矿石量 Q(T)	矿体 Au 平均品位（×10^{-6}）	矿体金属量(千克)	标高范围	消耗情况
K104	D	333	3269	2.40	8	1643m 下	保有
K105	G	333	2272	4.02	9	1643m 下	保有
K106	D	333	1009	1.92	2	1643m 下	保有
K107	D	333	3193	1.59	5	1643m 下	保有
K108	G	333	1560	8.66	14	1643m 下	保有
K109	G	333	1902	3.79	7	1643m 下	保有
K111	D	333	1815	1.22	2	1643m 下	保有
K112	D	333	1402	1.84	3	1643m 下	保有
K113	D	333	3478	1.76	6	1643m 下	保有
K114	D	333	1778	1.25	2	1643m 下	保有
K115	D	333	3867	1.08	4	1643m 下	保有
K116	G	333	2873	3.73	11	1643m 下	保有
K117	G	333	1659	3.41	6	1643m 下	保有
K118	D	333	2061	1.99	4	1643m 下	保有
K119	D	333	1961	1.02	2	1643m 下	保有
K122	D	333	1247	2.21	3	1643m 下	保有
K123	D	333	3583	1.19	4	1643m 下	保有
K124	D	333	9308	1.70	16	1643m 下	保有
K125	D	333	2332	1.14	3	1643m 下	保有
K126	G	333	4995	3.37	17	1643m 下	保有
K130	G	333	2087	3.52	7	1643m 下	保有
K131	D	333	2175	1.05	2	1643m 下	保有
K132	D	333	3098	1.12	3	1643m 下	保有
K133	D	333	2808	1.42	4	1643m 下	保有
K134	G	333	1884	3.31	6	1643m 下	保有
K136	G	333	2605	4.10	11	1643m 下	保有
K137	D	333	3710	2.13	8	1643m 下	保有
K139	G	333	2220	4.61	10	1643m 下	保有
K140	D	333	5044	1.40	7	1643m 下	保有
K141	G	333	3389	17.48	59	1643m 下	保有
K142	G	333	2386	21.29	51	1643m 下	保有
K143	G	333	1597	5.40	9	1643m 下	保有
K144	D	333	2136	1.93	4	1643m 下	保有
合计	G	122b	575499	4.05	2331	1643m 下	保有
		333	946110	4.78	4526	1643m 下	保有
		122b+333	1521610	4.51	6857	1643m 下	保有
	D	332	343480	1.80	617	1643m 下	保有
		333	561502	1.55	869	1643m 下	保有
		332+333	904982	1.64	1486	1643m 下	保有
	G+D	122b	575499	4.05	2331	1643m 下	保有
		332	343480	1.80	618	1643m 下	保有
		122+332	918979	3.21	2949	1643m 下	保有
		333	1507613	3.58	5394	1643m 下	保有
		122b+332+333	2426592	3.44	8343	1643m 下	保有

量 1521610 吨，金属量 6857 千克，平均品位 4.51×10^{-6}；低品位矿石量 904982 吨，金属量 1486 千克，平均品位 1.64×10^{-6}。

控制的（122b+332）类资源量（G+D）：矿石量 918979 吨，金属量 2949 千克，平均品位 3.21×10^{-6}，占拟扩采深资源量的 35.42%。其中 122b 类工业矿石矿石量 575499 吨，金属量 2331 千克，平均品位 4.05×10^{-6}；332 类低品位矿石量 343480 吨，金属量 617 千克，平均品位 1.55×10^{-6}。

推断的（333）类资源量（G+D）：矿石量 1507613 吨，金属量 5394 千克，平均品位 3.58×10^{-6},占资源量的 64.58%。其中工业矿石矿石量 946111 吨，金属量 4526 千克，平均品位 4.78×10^{-6}；低品位矿石量 561502 吨，金属量 869 千克，平均品位 1.55×10^{-6}。

3.采矿权平面范围外查明资源量

因有少量探矿工程靠近或超出采矿权平面范围边界，因此个别矿体边界外推至采矿权平面外，主要有 K20-1、K21-1、K19-3、K19-1 矿体，采矿权平面范围外查明，（122b）+（332）+（333）金矿石量 129679 吨，金属量 379kg，平均品位

表 3-20 采矿权平面范围外各矿体资源量估算汇总表

矿体编号	矿石品级	资源量类别	块段金矿石量 Q(T)	块段 Au 平均品位（×10^{-6}）	块段金属量（千克）
K21-1	D	333	1544	2.13	3
K19-3	D	333	2784	3.20	9
	G	333	6011	1.64	10
	D+G	333	8795	2.13	19
K20-1	G	122b	3468	4.25	13
		333	32547	5.25	128
		122b+333	36015	6.25	141
K19-1	G	122b	4625	4.25	22
		333	26404	5.25	119
		122b+333	31029	6.25	141
K19-4	D	333	19477	1.99	39
K20-4	D	333	30212	1.06	32
K129	D	333	2607	2.19	6
采矿权平面范围外	G	122b	8093	4.24	34
		333	61735	4.14	255
		122b+333	69828	4.15	289
	D	333	59851	1.50	90
	G+D	122b	8093	4.24	34
		333	121586	2.84	345
		122b+332+333	129679	2.93	379

×10^{-6}；低品位矿石量 59851 吨，金属量 90 千克，平均品位 1.5×10^{-6}，见表 3-20。

控制的（122b）类资源量：均为工业矿矿石量 8093 吨，金属量 34 千克，平均品位 4.24×10^{-6}。

推断的（333）类资源量：矿石量 121586 吨，金属量 345 千克，平均品位 2.84×10^{-6}。其中工业矿石量 61735 吨，金属量 255 千克，平均品位 4.14×10^{-6}；低品位石量 59851 吨，金属量 90 千克，平均品位 1.50×10^{-6}；

4.矿权平面范围内累计查明、消耗、保有资源储量（1782m-1198m）

（1）瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司对钻井沟金矿标高 1198m 以上开展了深部矿产勘查工作。截至 2019 年 12 月 31 日，在标高 1782m-1198m 的矿权平面范围内，累计查明资源量估算结果见表 3-21。

表 3-21 采矿权平面范围内矿体资源量估算汇总表

矿体编号	矿石品级	资源量类别	矿体矿石量 Q(T)	矿体 Au 平均品位（×10^{-6}）	矿体金属量(千克)	消耗情况
K2	G	122b	32254	5.78	186	保有
		333	104414	7.56	789	保有
		122b+333	136668	7.14	975	保有
K2-1	G	122b	1550	3.92	6	动用
K19-1	G	122b	164322	3.64	598	保有
		333	122088	4.84	591	保有
		122b+333	286410	4.15	1189	保有
	D	332	91554	2.09	191	保有
		333	95613	2.10	201	保有
		332+333	187167	2.09	392	保有
	G+D	122b+332	255875	3.08	789	保有
		333	217702	3.64	792	保有
		122b+332+333	473577	3.34	1581	保有
K19-2	G	333	24510	3.96	97	保有
	D	333	22916	1.60	37	保有
	G+D	333	47426	2.82	134	保有
K19-3	G	333	3106	3.64	11	保有
	D	333	40899	1.88	77	保有
	G+D	333	44005	2.00	88	保有
K19-4	D	333	36410	1.99	72	保有
K21-1	G	122b	93886	3.35	314	保有
		333	177219	3.71	658	保有
		122b+333	271105	3.59	972	保有
	D	332	47706	1.95	93	保有
		333	113260	1.55	176	保有
		332+333	160966	1.67	269	保有
	G+D	122b	93886	3.35	314	保有
		332	47706	1.95	93	保有
		333	290479	2.87	834	保有
		122b+332+333	432071	2.87	1241	保有

续表 3-21 采矿权平面范围内矿体资源量估算汇总表

矿体编号	矿石品级	资源量类别	矿体矿石量Q(T)	矿体Au平均品位（×10^{-6}）	矿体金属量(千克)	消耗情况
K21-2	G	333	26471	3.71	98	保有
K21-3	D	333	59215	1.17	69	保有
K11	G	333	14749	5.32	78	保有
K12	G	333	11452	7.14	82	保有
K13	G	333	17666	7.13	126	保有
K17	G	333	5554	5.06	28	保有
K7	G	333	33091	9.13	302	保有
		122b	3294	9.13	30	动用
		333+122b	36385	9.13	332	保有+动用
K18-1	G	333	11999	4.00	48	保有
K18-2	G	333	62514	6.62	414	保有
K18-5	G	333	25020	5.20	130	保有
K18-3	G	333	48171	3.19	154	保有
K18-4	G	333	11441	4.76	54	保有
K22	G	333	18032	2.88	52	保有
K23	G	333	33093	4.13	137	保有
K135	G	333	22678	4.45	101	保有
K127	G	333	9244	6.45	60	保有
K128	G	333	3371	2.69	9	保有
K24	G	333	43794	6.19	271	保有
K25-1	G	333	18619	3.26	61	保有
K25-2	D	333	27781	1.43	40	保有
K25-3	D	333	9834	1.04	10	保有
K26	D	333	9230	1.79	17	保有
K20-2	G	333	34383	3.45	119	保有
K20-3	G	122b	7156	6.00	43	保有
		333	11875	6.93	82	保有
		122b+333	19031	6.58	125	保有
		122b	4000	5.80	23	动用
		333+122b	23031	6.44	148	保有+动用
K20-4	D	333	65122	1.06	69	保有
K20-1	G	122b	50818	4.76	242	动用
		122b	474088	5.06	2401	保有
		333	327325	4.81	1575	保有
		122b+333	801413	4.96	3976	保有
		122b+333	852231	4.95	4218	动用+保有
	D	122b	18055	1.28	23	动用
		332	271506	1.70	460	保有
		333	208035	1.74	362	保有
		332+333	479541	1.71	822	保有
		122b+332+333	497596	1.70	845	动用+保有
	G+D	122b	68873	3.85	265	动用
		122b+332	745593	3.84	2861	保有
		333	535361	3.62	1937	保有
		122b+332+333	1280954	3.75	4798	保有
		122b+332+333	1349827	3.75	5063	动用+保有

续表 3-21 采矿权平面范围内矿体资源量估算汇总表

矿体编号	矿石品级	资源量类别	矿体矿石量Q(T)	矿体 Au 平均品位（×10^{-6}）	矿体金属量(千克)	消耗情况
K100	D	333	1193	1.28	2	保有
K101	G	333	1924	8.81	17	保有
K102	D	333	2494	1.11	3	保有
K103	G	333	2444	6.86	17	保有
K104	D	333	3269	2.40	8	保有
K105	G	333	2272	4.02	9	保有
K106	D	333	1009	1.92	2	保有
K107	D	333	3193	1.59	5	保有
K108	G	333	1560	8.66	14	保有
K109	G	333	1902	3.79	7	保有
K110	D	333	1507	1.91	3	保有
K111	D	333	1815	1.22	2	保有
K112	D	333	1402	1.84	3	保有
K113	D	333	3478	1.76	6	保有
K114	D	333	1778	1.25	2	保有
K115	D	333	3867	1.08	4	保有
K116	G	333	2873	3.73	11	保有
K117	G	333	1659	3.41	6	保有
K118	D	333	2061	1.99	4	保有
K119	D	333	1961	1.02	2	保有
K120	D	333	2742	1.29	4	保有
K121	G	333	2008	8.48	17	保有
K122	D	333	1247	2.21	3	保有
K123	D	333	3583	1.19	4	保有
K124	D	333	9308	1.70	16	保有
K125	D	333	2332	1.14	3	保有
K126	G	333	4995	3.37	17	保有
K130	G	333	2087	3.52	7	保有
K131	D	333	2175	1.05	2	保有
K132	D	333	3098	1.12	3	保有
K133	D	333	2808	1.42	4	保有
K134	G	333	1884	3.31	6	保有
K136	G	333	2605	4.10	11	保有
K137	D	333	3710	2.13	8	保有
K138	G	333	2822	8.57	24	保有
K139	G	333	2220	4.61	10	保有
K140	D	333	5044	1.40	7	保有
K141	G	333	3389	17.48	59	保有
K142	G	333	2386	21.29	51	保有
K143	G	333	1597	5.40	9	保有
K144	G	333	2136	1.93	4	保有

续表 3-21 采矿权平面范围内矿体资源量估算汇总表

	矿石品级	资源量类别	矿体矿石量 Q(T)	矿体 Au 平均品位（×10^{-6}）	矿体金属量(千克)	消耗情况
采矿权平面范围内合计	工业矿石	122b	59663	5.05	301	动用
		122b	771704	4.59	3542	保有
		333	1279723	5.05	6463	保有
		122b+333	2051427	4.88	10005	保有
		122b+333	2111090	4.88	10306	动用+保有
	低品位矿石	122b	18055	1.28	23	动用
		332	410766	1.81	744	保有
		333	738308	1.61	1188	保有
		332+333	1149074	1.68	1932	保有
		332+333+122b	1167129	1.68	1955	动用+保有
	工业矿石+低品位矿石	122b	77718	4.17	324	动用
		122b	771704	4.59	3542	保有
		332	410766	1.81	744	保有
		122b+332	1182470	3.63	4287	保有
		333	2018031	3.79	7651	保有
		122b+332+333	3200501	3.73	11937	保有
		122b+332+333	3278219	3.74	12261	动用+保有

钻井沟金矿区采矿权平面范围内，累计查明（122b）+（332）+（333）金矿石量 3278219 吨，金属量 12261kg，平均品位为 3.74×10^{-6}。

消耗的（122b）类（G+D）：矿石量 77718 吨，金属量 324 千克，平均品位 4.17×10^{-6}。其中工业矿石矿石量 59663 吨，金属量 301 千克，平均品位 5.05×10^{-6}；低品位矿石量 18055 吨，金属量 23 千克，平均品位 1.28×10^{-6}。

保有的资源量（122b+332+333）（G+D）：矿石量 3200501 吨，金属量 11937 千克，平均品位 3.73×10^{-6}。其中工业矿石矿石量 2051427 吨，金属量 10006 千克，平均品位 4.88×10^{-6}；低品位矿石量 1149074 吨，金属量 1932 千克，平均品位 1.68×10^{-6}。

控制的（122b+332）类资源量（G+D）：矿石量 1182470 吨，金属量 4287 千克，平均品位 3.63×10^{-6}，占矿权平面范围内资源量的 34.96%。其中 122b 类工业矿石量 771704 吨，金属量 3542 千克，平均品位 4.59×10^{-6}；332 类低品位矿石量 410764 吨，金属量 744 千克，平均品位 1.81×10^{-6}。

推断的（333）类资源量（G+D）：矿石量 2018031 吨，金属量 7651 千克，平均品位 3.79×10^{-6}，推断的资源量占矿权平面范围总资源量的 62.39%。其中工业

矿石矿石量1279723吨，金属量6463千克，平均品位5.05×10^{-6}；低品位矿石量738308吨，金属量1188千克，平均品位1.61×10^{-6}。

5.矿区累计查明总资源储量、消耗、保有资源量

根据甘国土资矿发（2018）33号文，经瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司对钻井沟金矿深部矿产勘查，对矿权内及拟扩大采深范围内矿产资源进行了勘查核实。通过核实矿区累计查明的资源量汇总结果见表3-22。

截至2019年12月31日，钻井沟金矿区累计查明金矿石量3407898吨，金属量12640千克，平均品位3.71×10^{-6}。其中矿权内矿石量3278219吨，金属量12261千克，矿权外矿石量129679吨，金属量379千克。

表3-22矿区内资源储量汇总表

范围	矿石品级	资源量类别	矿石量（吨）	平均品位	金属量(千克)	消耗情况	备注
平面范围内采矿权内资源储量（1782-1643m）	G	122b	59663	5.05	301	消耗	
		122b	196205	6.17	1211	保有	
		333	333612	5.81	1937	保有	
		122b+333	529817	5.94	3149	保有	
		122b+333	589481	5.85	3450	保有+消耗	
	D	122b	18055	1.28	23	消耗	
		332	67286	1.88	127	保有	
		333	176806	1.81	319	保有	
		332+333	244092	1.83	446	保有	
		122b+332+333	262147	1.79	469	保有+消耗	
	G+D	122b	77718	4.17	324	消耗	
		122b+332	263491	5.08	1338	保有	
		333	510418	4.42	2257	保有	
		122b+332+333	773909	4.64	3595	保有	
		122b+332+333	851627	4.60	3919	保有+消耗	
平面范围内拟扩大采深范围资源储量（1643-1198m）	G	122b	575499	4.05	2331	保有	
		333	946111	4.78	4526	保有	
		122b+333	1521610	4.51	6857	保有	
	D	332	343480	1.8	617	保有	
		333	561502	1.55	869	保有	
		332+333	904982	1.64	1486	保有	
	G+D	122b	575499	4.05	2331	保有	
		332	343480	1.8	617	保有	
		333	1507613	3.58	5395	保有	
		122b+332+333	2426592	3.43	8323	保有	

续表 3-22 矿区内资源储量汇总表

范围	矿石品级	资源量类别	矿石量（吨）	平均品位	金属量（千克）	消耗情况	备注
采矿权平面范围内总资源储量	G	122b	59663	5.05	301	消耗	
		122b	771704	4.59	3542	保有	
		333	1279723	5.05	6463	保有	
		122b+333	2051427	4.88	10005	保有	
		122b+333	2111090	4.88	10306	保有+消耗	
	D	122b	18055	1.27	23	消耗	
		332	410766	1.81	744	保有	
		333	738308	1.61	1188	保有	
		332+333	1149074	1.68	1932	保有	
		122b+332+333	1167129	1.68	1955	保有+消耗	
	G+D	122b	77718	4.17	324	消耗	
		122b	771704	4.59	3542	保有	
		332	410766	1.81	744	保有	
		122b+332	1182470	3.62	4286	保有	
		333	2018031	3.79	7651	保有	
		122b+332+333	3200501	3.73	11937	保有	
		122b+332+333	3278219	3.74	12261	保有+消耗	
采矿权平面范围外资源储量	G	122b	8093	4.24	34	保有	
		333	61735	4.14	255	保有	
		122b+333	69828	4.15	289	保有	
	D	333	59851	1.5	90	保有	
	G+D	122b	8093	4.24	34	保有	
		333	121586	2.84	345	保有	
		122b+332+333	129679	2.93	379	保有	
采矿权内外	G	122b	59663	5.05	301	消耗	
		122b	779797	4.59	3576	保有	
		333	1341458	5.01	6718	保有	
		122b+333	2121255	4.85	10294	保有	
		122b+332+333	2180918	4.86	10595	保有+消耗	
	D	122b	18055	1.27	23	消耗	
		332	410766	1.81	744	保有	
		333	798159	1.60	1278	保有	
		332+333	1208925	1.67	2022	保有	
		122b+332+333	1226980	1.67	2045	保有+消耗	
	G+D	122b	77718	4.17	324	消耗	
		122b+332	1190563	3.63	4320	保有	
		333	2139617	3.74	7996	保有	
		122b+332+333	3330180	3.70	12316	保有	
		122b+332+333	3407898	3.71	12640	保有+消耗	

其中消耗的（122b）类（G+D）：矿石量 77718 吨，金属量 324 千克，平均品位 4.17×10^{-6}。其中工业矿石矿石量 59663 吨，金属量 301 千克，平均品位 5.05×10^{-6}；低品位矿石量 18055 吨，金属量 23 千克，平均品位 1.28×10^{-6}。

保有的资源量（122b+332+333）（G+D）：矿石量3330180吨，金属量12316千克，平均品位3.70×10^{-6}。其中工业矿石矿石量2121255吨，金属量10294千克，平均品位4.85×10^{-6}；低品位矿石量1208925吨，金属量2022千克，平均品位1.67×10^{-6}。

控制的(122b）+（332）类资源量（G+D）：矿石量1190563吨，金属量4320千克，平均品位3.63×10^{-6}。其中122b类矿石量（G）779797吨，金属量3576千克，平均品位4.59×10^{-6}；332类矿石量（D）410766吨，金属量744千克，平均品位1.81×10^{-6}，控制的资源量约占总资源量的36.42%。

推断的（333）类资源量（G+D）：矿石量2139617吨，金属量7996千克，平均品位3.74×10^{-6}。其中工业矿石矿石量1341458吨，金属量6718千克，平均品位5.01×10^{-6}；低品位矿石量798159吨，金属量1278千克，平均品位1.60×10^{-6}，推断的资源量约占总资源量的63.26%。

3.5.3.3 伴生矿产资源储量估算

钻井沟金矿伴生有用组份主要为银，硫少量组合样达到边界品位。本次共采集147件的组合样品分析，按伴生银一般工业指标为2.00×10^{-6}，共有119件样品Ag达到工业指标，各矿体采集组合样具体见表3-23。

119件组合样平均品位为6.71×10^{-6}。矿体银的块段平均品位为块段内各工程组合样的算术平均品位，若块段无组合样时为各矿体组合样算术平均品位；没有组合样的其他矿体银的品位为矿区组合样算术平均品位，即6.71×10^{-6}。

硫根据147个组合样分析结果，共有30个样硫品位≥2%。其中K18-2矿体的7个块段集中连片；K20-1共有K20-1-332-6、K20-1-332-5、K20-1-333-20、等9个块段集中连片，其余均为零星不连续块段。硫总体资源量较少，利用价值不高，本次不再估算其资源量。

1.银资源量估算结果

银资源量估算方法是利用块段金矿石量乘以块段银平均品位来估算块段伴生银的资源量，累加块段银资源量为银总资源量。本次估算的银资源量全部作为推断的内蕴经济资源量（333）。按照采矿权范围内、拟扩大采深以及采矿权分平面范围外三个范围个估算银的累计资源量、保有资源量和消耗资源量。

表 3-23 组合样采集统计表

序号	矿体编号	组合样数量	平均品位×10^{-6}
1	K2	16	6.37
2	K19-1	35	6.12
3	K19-2	12	5.22
4	K19-3	10	8.84
5	K21-1	17	5.13
6	K21-2	2	4.67
7	K21-3	2	6.81
8	K17	2	5.93
9	K18-1	1	0.00
10	K18-2	8	7.79
11	K18-3	2	9.08
12	K18-4	1	4.76
13	K22	1	2.88
14	K23	1	2.02
15	K24	2	13.98
16	K25	2	9.96
17	K20-2	2	5.42
18	K20-1	57	7.24
合计		119	6.71

截至 2019 年 12 月 31 日，“瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿”金矿体伴生元素银资源储量估算结果如下：

（1）采矿权范围内（核定标高 1782m—1643m）伴生银资源量估算结果

根据该范围查明的金矿石银组合分析结果，对各矿体伴生银资源量进行了估算（见表 3-24），截至 2019 年 12 月 31 日，原采矿权范围内。

累计查明银资源量（122+333）为：矿石量 814037 吨，金属量 5167 千克，平均品位 6.35×10^{-6}。

消耗银资源量（122b）为：矿石量 57071 吨，金属量 403 千克，平均品位 6.23×10^{-6}。

保有银资源量（333）为：矿石量 756966 吨，金属量 4764 千克，平均品位 6.29×10^{-6}。

表 3-24 原采矿权范围内 1782m—1643m 伴生银元素资源量汇总表

矿体编号	资源量类别	块段银矿石量 Q(T)	块段 Ag 平均品位（×10^{-6}）	块段金属量(千克)
K2	333	6645	6.77	45
K2-1	122b	1550	6.57	10
K19-1	333	111060	5.79	643
K19-2	333	35545	5.25	187
K19-3	333	12250	5.88	72
K11	333	14749	6.80	100
K12	333	11452	6.80	78
K13	333	17666	6.80	120
K7	122b	3295	6.80	22
	333	33091	6.80	225
	122b+333	36385	6.80	247
k17	333	4613	5.93	27
K18-2	333	165	7.53	1
K18-3	333	35551	9.08	323
K18-4	333	11441	4.76	108
K18-5	333	20600	7.01	144
K20-3	122b	4000	7.16	29
	333	22937	7.16	164
	122b+333	26937	7.16	193
K20-1	122b	48226	7.08	342
	333	419204	6.03	2526
	122b+333	467430	6.13	2867
合计	122b	57071	7.06	403
	333	756966	6.29	4764
	122b+333	814037	6.35	5167

注：上表中 122b 为消耗资源量、333 为保有资源量

（2）拟扩大采深（1643m-1198m）银资源量估算结果

该范围没有采矿活动，资源量为保有资源量，根据保有金矿石量估算拟扩大采深范围内（1643m-1198m）伴生银资源量，截至 2019 年 12 月 31 日。

表 3-25 拟扩大采深范围内（1643m-1198m）伴生银元素资源量汇总表

矿体编号	资源量类别	块段矿石量 Q(T)	Ag 平均品位（10^{-6}）	银金属量(千克)
K2	333	124772	6.76	844
K19-1	333	217957	6.21	1353
K19-2	333	8647	3.47	30
K19-3	333	29129	10.47	305
K21-1	333	369750	5.26	1946
K21-2	333	13792	4.67	64
K21-3	333	59215	6.79	402
K17	333	941	5.93	6
K18-2	333	62349	8.50	530
K18-3	333	12620	9.08	115
K18-5	333	4156	7.12	30
K23	333	33093	2.02	67
K24	333	43794	14.49	635
K25	333	46400	8.57	397
K26	333	9230	11.04	102
K135	333	22678	6.80	154
K127	333	9244	6.80	63
K128	333	3371	6.80	23
K20-2	333	21097	5.42	114
K20-1	333	784393	8.02	6291
合计	333	1876629	7.18	13470

注：上表中 333 均为保有资源量

拟扩大采深范围内（1643m-1198m）伴生银资源量（333）为：矿石量 1876629 吨，金属量 13470 千克，平均品位 7.18×10^{-6}，表 3-25。

（3）矿权平面范围内伴生银元素资源量（1782m-1198m）为：

在标高 1782m-1198m 矿权平面范围内，查明伴生银总资源量（表 3-26）：矿石量 2690666 吨，金属量 18637 千克，平均品位 6.93×10^{-6}。

其中消耗的（122b）类银资源量：57071 吨，金属量 403 千克，平均品位 7.06×10^{-6}。

保有的（333）银资源量：矿石量 2633595 吨，金属量 18234 千克，平均品位 6.92×10^{-6}。

表 3-26 矿权平面范围内伴生 Ag 资源储量总表

矿权范围	资源量类别	矿石量 Q(T)	Ag 平均品位（×10^{-6}）	银金属量(千克)	动用情况
矿权内 1643 上	122b	57071	7.06	403	动用
	333	756966	6.29	4764	保有
	122b+333	814038	6.35	5167	动用+保有
拟扩大采深 1643 下	333	1876629	7.18	13470	保有
采矿权平面范围内	122b	57071	7.06	403	动用
	333	2633595	6.92	18234	保有
	122b+333	2690666	6.93	18637	动用+保有

（4）采矿许可平面范围外伴生银元素资源量

因个别探矿工程偏离采矿许可范围，因此有少量资源量位于矿权平面范围外，为保有资源量，根据矿权外保有金矿石量估算伴生银资源量，结果如下（表 3-27）：

矿权外矿石量（333）76334 吨，金属量 602 千克，平均品位 7.88×10^{-6}。

表 3-27 采矿许可平面范围外伴生银元素资源量汇总表

块段编号	资源量类别	银矿石量 Q(T)	Ag 平均品位（10^{-6}）	金属量(千克)
K20-1-332-21w	333	1421	4.83	7
K20-1-332-23w	333	2047	0.00	0
K20-1-333-32w	333	22505	3.67	83
K20-1-333-31w	333	10042	10.93	110
K21-1-333-11W	333	1544	7.34	11
K19-3-333-5w	333	3973	10.19	40
K19-3-333-6w	333	2037	15.27	31
K19-3-333-7w	333	1736	6.57	11
K19-1-332-13W	333	1726	5.26	9
K19-1-332-14W	333	2900	0.00	0
K19-1-333-16W	333	17282	14.03	242
K19-1-333-17W	333	9121	6.20	57
合计	333	**76334**	**7.88**	**602**

（5）全区累计查明伴生银元素总资源量

全区累计查明伴生银总资源量：矿石量 2767001 吨，金属量 19239 千克，平均品位 6.95×10^{-6}（表 3-28）。

其中消耗的（122b）类银资源量：756966 吨，金属量 4764 千克，平均品位 6.29×10^{-6}。

保有的（333）银资源量：矿石量 2010034 吨，金属量 14475 千克，平均品位 7.20×10^{-6}。

表 3-28 全区伴生 Ag 资源储量汇总表

块段编号	资源量类别	矿石量 Q(T)	Ag 平均品位（$\times10^{-6}$）	银金属量(千克)	消耗情况
采矿权平面范围内	122b	57071	7.06	403	消耗
	333	756966	6.29	4764	保有
	333+122b	814038	6.35	5167	消耗+保有
采矿权平面范围外	333	1876629	7.18	13470	保有
采矿权平面范围内+外	122b	57071	7.06	403	消耗
	333	2633595	6.92	18234	保有
	333+122b	2690666	6.93	18637	消耗+保有

3.5.3.4 需说明的问题

1.本核实报告矿体编号的命名原则：将 2010 年 10 月核实报告中的矿体编号⑦、X1、X2、X3、④、20-1、X5 号矿体重新命名为 K7、K11、K12、K13、K19-1、K20-3、K20-1 矿体表 6-19。

2.本次主矿体为 K2、K19-1、K20-1、K21-1，勘查类型为Ⅱ类型，其它小矿体勘探类型为III类型，命名原则从左到右，从上到下。上述矿体按本次确定的估算方法和命名原则重新做了资源储量估算。

3.在一些钻孔中，一些工程见有单样达到边界品位，但相邻工程没有样品够边界品位，单工程圈定的矿体与主矿体在空间上距离较远，无法开采，基本无利用价值，本次储量核实中其资源量没有估算资源量。

4.采空区 CKQ5 因属于地表采空区，为排除地形对资源储量估算影响，其中块段 K20-1-122b-1、K20-1-122b-2 本次未再估算其资源量，而是直接沿用原报告估算结果。

CKQ8 中 K20-1-ckq8：原报告将其圈为矿体，本次因 YK17、YK22 品位不够边界品位（分别为：0.58g/t、0.67g/t），未将其圈入矿体。为保证消耗资源储量平衡，本次将原报告中该采空区全部资源量相加后，减去本次圈入矿体的

K20-1-122b-16-2、K20-1-122b-9-2 两个块段资源量之和，作为消耗资源量加入到总资源量中。

表 3-29 矿体编号对应一览表

序号	2010 年核实报告矿体编号		本次核实报告矿体编号	
	矿体编号	资源量类别	矿体编号	资源量类别
1	X5	（122b+332+333）	K20-1	（122b+332+333）
2	⑦号	（122b+333+334）	K7	333
3	20-1	（122b+333+334）	K20-3	（332+333）
4	X1	334	K11	333
5	X2	334	K12	333
6	X3	334	K13	333
7	① -1	334	无延深	
8	① -2	334	无延深	
9	②	（122b+334）	K2-1 已采空	122b
10	④	（122b+334）	K19-1	（332+333）
11	⑥	334	K20-1	（122b+332+333）
12	20-2	（122b+334）	已采空	（122b+332+333）
13	Au20-2	（122b+334）	已采空	

3.5.4 设计利用原则及资源量（截至评审基准日）

瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿区累计查明（122b）+（332）+（333）金矿石量340.79万吨，金属量12641千克。平均品位为3.71×10^{-6}。其中采矿权平面范围内保有资源量(122b）+（332）+（333）金矿石量320.05万吨，金属量11938kg，平均品位为3.73×10^{-6}；工业矿石量205.14万吨，金属量10006千克，品位4.88×10^{-6}（工业矿石用“G”表示，低品位矿石用“D”表示，后面文字及表格涉及“G”和“D”类同）。

据《核实报告》：在拟采标高1782m-1198m的矿权平面范围内，控制的（122b+332）类资源量（G+D）矿石量1182470吨，金属量4287千克，平均品位3.63×10^{-6}，占矿权平面范围内资源量的34.96%。其中，122b类工业矿石量771704吨，金属量3542千克，平均品位4.59×10^{-6}；332类低品位矿石量410764吨，金属量744千克，平均品位1.81×10^{-6}。

推断的（333）类资源量（G+D）矿石量2018031吨，金属量7651千克，平均品位3.79×10^{-6}，推断的资源量占矿权平面范围总资源量的62.39%。

根据《固体矿产资源储量分类》（GB/T17766-2020），对以上资源储量进行套改，见表3-30。全矿区可信储量矿石量（G+D）77718吨，金金属量324千克，平均品位,4.17×10^{-6}；探明资源量矿石量（G+D）771704吨，金金属量3542千克，平均品位4.59×10^{-6}；控制资源量矿石量（G+D）410766吨，金金属量744千克，平均

品位1.81×10^{-6}；推断资源量矿石量（G+D）410766吨，金金属量7651千克，平均品位3.79×10^{-6}。

表3-30 资源储量套改一览表

范围	矿石品级	资源量类别	矿体矿石量Q(T)	矿体Au平均品位（×10^{-6}）	矿体金属量(千克)	消耗情况	套改后
采矿权平面范围内合计	工业矿石	122b	59663	5.05	301	动用	可信储量
		122b	771704	4.59	3542	保有	探明资源量
		333	1279723	5.05	6463	保有	推断资源量
	低品位矿石	122b	18055	1.28	23	动用	可信储量
		332	410766	1.81	744	保有	控制资源量
		333	738308	1.61	1188	保有	推断资源量
	工业矿石+低品位矿石	122b	77718	4.17	324	动用	可信储量
		122b	771704	4.59	3542	保有	探明资源量
		332	410766	1.81	744	保有	控制资源量
		333	2018031	3.79	7651	保有	推断资源量

根据有关设计规程和规定，经过综合分析考虑，本次开发利用方案设计利用原则为：

（1）对控制的经济基础储量（122b），工程控制程度较高，资源量类别为探明资源量，本次设计全部进行利用；

（2）对控制的内蕴经济资源量（332），工程控制程度较高，资源量类别为控制资源量，本次设计全部进行利用；

（3）对推断的内蕴经济资源量（333）控制程度低，资源量类别为推断资源量，可靠性较低，因此本次设计按0.6的可信度系数进行计算（《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》采用，简称《核实报告》）。

（4）由于低品位矿石量较少，且平均品位在1.81×10^{-6}，仅占总矿石量的12.83%，对可采矿体平均品位影响不大，且考虑到矿体的赋存条件，在采矿实际过程中低品位矿体不宜分采，故本次设计对低品位矿体予以利用。

根据以上设计利用原则，全矿区设计利用资源量详见表3-31。

表 3-31 设计利用资源储量表

地质资源/储量				利用系数	设计利用资源/储量			
资源量类别	矿石量（t）	金属量（Kg）	平均品位 Au（10^{-6}）		资源量类别	矿石量（t）	金属量（Kg）	平均品位 Au（10^{-6}）
122b	771704	3542	4.59	1	122b	771704	3542	4.59
332	410764	744	1.81	1	332	410764	744	1.81
333	2018031	7651	3.79	0.6	333	1210818	4591	3.79
合计	3200499	11937	3.73		合计	2393287	8877	3.71
合计	320.05 万吨				合计	239.33 万吨		

3.6 报告存在的问题及处理意见

《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源量复核报告》基本查明了“瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿”金矿体的分布、规模、形态、产状、矿石质量等特征；通过对钻井沟金矿区地质、构造、蚀变特征及其与成矿的关系的研究认为，钻井沟金矿赋存于加里东晚期石英闪长岩中，严格受岩体内部构造破碎带控制，矿化与硅化、绿泥石化、绢云母化、褐铁矿化、黄铁矿化、黄铜矿化密切相关。矿石类型以蚀变岩型矿石为主，石英脉型分布较少。对核实范围内的水、工、环地质特征等矿床开采技术条件作了简单介绍，通过核实圈定了 74 条金矿体，主要矿体 4 条，以 2019 年 12 月 31 日为基准日分别对采矿权内的资源储量、拟扩大采深、矿权外保有及消耗的金及伴生银资源储量进行了估算。矿石工业类型属蚀变岩型，根据钻井沟金矿试生产认为，矿石为易选矿石。通过浮选尾矿中金品位约 0.3g/t，银品位一般 0.80g/t，金精矿品位 90×10^{-6}。金的回收率为 90％左右，综合利用率基本在 88%左右，具有较好的回收效果。对矿床经济可行性进行了概略研究，收集了矿山生产经营情况，可以看出钻井沟金矿经济效益良好。该资源量复核报告可以作为本次开发利用方案的设计依据。但尚存以下几点不足：

（1）对矿区内的构造研究不足，K7 矿体为南北走向，其余多为近东西向，以往采矿工作对南北向矿体和东西向矿体的关系没有进行记录，本次核实工作调查研究也不够。

（2）个别矿体工程控制不够，局部地段钻孔间距达 110 米左右，深部一些小矿体，沿走向和倾向均未尖灭，受工程间距限制，矿体边界尚未控制。

（3）钻井沟金矿经历了乱挖滥采和矿权多次转让，并停产多年，采矿坑道已经塌陷，对采空区无法进行测量，也无相关记录资料，主要依据以往核实报告和年检报告资料，可能存在一定误差。

（4）本次核实工作中，深部矿体仅仅用钻孔连接，可靠性不足，今后应用沿脉坑道验证连接的可靠性，为矿床合理开发利用提供依据。

（5）该矿山为蚀变岩型金矿，矿围岩为石英闪长岩，北山地区该类型金矿矿体呈脉状、似层状，多不稳定，建议在今后矿山开采时，借助井巷开拓工程加强对该区断裂和矿体特征的研究。

（6）钻井沟金矿是受断裂控制的蚀变岩型金矿，地表矿体基本采完，采坑已经塌陷，破坏较严重，不利于大比例填图。以往 1：2000 地质测量对矿区构造调查略显不足，因此对钻井沟控矿条件研究特别是对构造的研究略显不足，建议在采矿过程及今后的勘查工作中加强研究，提高认识。

（7）今后矿床开采形成大面积采空区后，诱发地面裂缝和塌陷，洪水季节不可避免的出现矿坑涌水、涌砂。建议加强矿山水文与工程地质监测工作，掌握井下、井上水的动态变化规律，防止透水事故发生。

（8）加强矿山环境保护和恢复治理工作。

（9）根据钻探资料圈定了一定数量的单工程控制矿体，但距主矿体远，存在无法利用的问题。

（10）采矿权证中确定的矿山生产能力为 3 万 t/a，目前矿山选厂生产能力是 150t/d，经济概略研究按照采矿权证中确定的进行研究，存在不匹配的问题，在下一步取得采矿证时需进行调整。

4 主要建设方案的确定

4.1 开采方案

4.1.1 开采范围及开采对象

本次设计的采矿范围为采矿权平面垂直范围为前期已批准采矿标高 1782m 至 1643m 及拟扩大采深 1643m 至 1198m 标高内已有矿体。

4.1.2 开采方式选择

根据矿体的赋存条件，矿区内矿体埋藏较深、分布零散，且多为脉状、透镜状的薄矿体。矿体走向为北东—南西向，倾向北西，倾角 70～79° 。综合矿体埋藏条件，矿体埋藏较深，产状稳定，倾角较陡，结合前期生产采用的地下开采方式，本次设计仍采用地下开采方式。

4.2 建设规模

根据本次方案确定的设计利用地质资源储量、矿体赋存条件以及矿山开采技术水平，经生产能力验证，设计拟定了三个规模方案进行比较，即：

I 方案：9.0×10^4t/a，300t/d；

II 方案：12.0×10^4t/a，400t/d；

Ⅲ方案：13.5×10^4t/a，450t/d；

三个方案的技术经济比较见表 4-1。

表 4-1 规模方案比较表（按可比因素）

序号	指标名称	单位	Ⅰ方案	Ⅱ方案	Ⅲ方案	备注
			9.0×10^4t/a	12.0×10^4t/a	13.5×10^4t/a	
一	地质					
1	地质储量	万吨	320.05	320.05	320.05	122b+332+333
2	设计利用地质储量	万吨	239.33	239.33	239.33	122b+332+333*60%
3	平均品位	1×10^{-6}	3.71	3.71	3.71	
4	Au 金属量	kg	8877	8877	8877	
二	采矿					
1	矿山规模	t/d	300	400	450	
		t/a	90000	120000	135000	
2	服务年限	a	26	21.67	19.26	
3	损失率	%	12	12	12	矿山核定
4	贫化率	%	10	10	10	矿山核定
5	出矿品位	1×10^{-6}	3.34	3.34	3.34	
6	采出矿量	万吨	234.01	234.01	234.01	
7	Au 金属量	kg	7815.99	7815.99	7815.99	
三	选矿					
1	处理能力	t/d	300	400	450	
2	年处理矿石量	t/a	90000	120000	135000	
3	入选品位	1×10^{-6}	3.34	3.34	3.34	
4	回收率	%	90	90	90	
5	年产 Au 金属量	kg	270.54	360.72	405.81	
四	建设总投资	万元	16375.4	19167.2	21563.1	
五	单位成本及费用	元/t	658	655	654	
六	经济效果及财务评价					
1	销售价格 Au 金属	元/g	241.968	241.968	241.968	五年均价 284*85.2%
2	年销售收入	万元	6546.2	8728.27	9819.3	
3	年生产成本	万元	5922	7860	8829	
4	资源税	万元	196.39	261.85	294.58	3%
5	年总利润	万元	427.81	606.42	695.72	
6	年所得税	万元	106.95	151.61	173.93	25%
7	流动资金	万元	300	400	500	
8	年净利润	万元	20.86	54.82	21.79	
9	年利润差	万元	406.95	551.61	673.93	
10	投资利润率	%	2.61	3.16	3.23	
11	静态投资回收期	a	2.50	2.20	2.20	
	动态投资回收期	a	2.50	2.80	2.80	

通过比较表可以看出Ⅲ方案较Ⅱ方案、Ⅰ方案经济效益更好。因此，本次方案设计推荐矿山建设规模为Ⅲ方案即 13.5×10^4t/a（450t/d），在技术上是可行的，经济上也是合理的。

4.3 矿山工作制度

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

4.4 产品方案

采出矿石通过浮选后获得金精矿直接销售，最终产品方案为金精矿，平均品位3.73×10^{-6}，伴生银平均品位6.93×10^{-6}。

4.5 厂址方案

采矿工业场地分别布置在竖井工业场地附近，包括坑口值班室、材料库房、空压机房及变配电室等。生活区、选矿工业场地、尾矿库等利用现有设施不变。废石堆场利用已有设施不变。

地表炸药库利用已有设施，位于采矿工业场地南侧。

具体场地位置详见附图2：《矿区总体布置图》。

4.6 供水方案

矿区属大陆干旱半沙漠气候区内无地表迳流，沿断裂带有泉、井分布，水量较小，一般不能饮用。

疏勒河水已引入柳园镇，矿山生活用水主要用汽车从柳园镇拉至矿山；生产用水为矿井涌水，经沉淀后供给矿山生产使用；另外，矿区东侧已有水泵房抽取地下泉（井）水至蓄水池，将其抽到地表蓄水池，地面新建有蓄水池150m长×45m宽×4.5m ，容积30375m^3，作为矿山生产用水。

4.7 供电方案

矿区属瓜州县柳园镇，该区矿山开发建设条件已基本形成，国营404厂输电网通到柳园，供应充足。

钻井沟金矿矿区电源由相距7km的辉铜山变电所引出10kV架空线路接至矿区箱式变压器向矿区供电。根据本工程各车间的总平面布置图及用电设备的分布，在地面空压机房毗邻建一座变电所，安装一台KS11-500kVA10/0.4kV中性点绝缘变压器，电源引自本地区10kV供电线路，并安装一台350kW三相四线柴油发电机组。正常情况下由此变电所向空压机房、提升机房、水泵房等车间内用电设备配电。竖井提升及井下排水泵房为用电一级负荷，当10kV电源线路中断供电时，由柴油发电机向矿山一级负荷配电（停电后采用手动切换）。在地面通风机房附近设一

台S11-125kVA10/0.4-0.23kV柱上变压器，向通风机房用电设备配电。矿区现有供电条件良好，能满足矿山的生产和生活需求。

4.8 燃料及辅助材料供应

工业燃料（煤）主要来自新疆哈密三道岭煤矿、燃油主要是当地购买，供应充足。

矿区通讯联系状况良好。

矿山建设所需的钢材、水泥、木材、砖、瓦、石灰等建筑材料，可由瓜州县供应，石料也可就近解决。

本矿山大型汽、电修设施可在柳园镇依靠社会力量进行解决，在采矿工业场地仅需考虑简易的维修和维护设施。

5 矿床开采

5.1 矿山现状

矿业权人为瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司，采矿证在有限期内。矿山为生产矿山，目前建成以浮选为主导工艺的选矿厂及办公室等基础设施，生产规模为3万吨/年。根据《甘国土资矿发〔2018〕33号》精神，矿山变更了采矿权平面范围内的采深，需重新办理采矿证。瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司委托辽宁省第十一地质大队对钻井沟金矿完成了资源量核实，编制了《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》。2020年3月31日甘肃省自然资源厅储量评审中心评审完成了对《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》的评审备案工作。

2015年-2018年7月矿山实施了改扩建工程及竣工环境保护验收工作。该项目由贵州天宝资源咨询服务有限公司完成了《瓜州县—钻井沟金矿3万t/a采矿工程初步设计》的编写工作。根据设计施工了主竖井，井深251米，在1643中段形成水泵沧，溶积532m³。系统工程对1666米中段风巷进行了改造，使五井、三井、主井在1666米中段相互贯通，形成了通风系统。施工风巷160米，改造风巷折合90米。在1643米中段施工主运巷到410米，通过天井与六号竖井水平贯通。于2018年2月取得钻井沟《安全生产许可证》。

探矿工程在三号井、五号井、六号井共施工开拓探矿巷道约2千米。采准工程在六号井1680米标高对K20-1矿体，施工采准工程近700米。其中包括沿脉、斗川、天井、运输巷等。确定可采矿量2万8千吨左右，品位在1.5至4克之间。矿山于2018年7月10日通过了环评验收。

期间矿山没有生产，2015-2017年由于矿山处于停产没有编制年报资料。2018年甘肃省地质矿产勘查开发局水文地质工程地质勘察院编制了《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿2018年度矿山储量年报》，年报显示由于矿山处于环评验收及环评验收改造阶段，矿山未开采，2018年全年无消耗储量。

项目总投资为3000万元，其中，基建投资为2100万元，流动资金为900万元。基建投资中井巷工程投资800万元，建筑物及设备投资920万元，其它费用200万元，预备费180万元。项目实施后形成固定资产原值1900万元，无形及递延资产原值200万元。企业达产年实现利润总额1756万元，所得税按利润总额的25%计为243.74万元，税后利润731.23万元。

5.2 开采顺序、首采地段和中段划分

据矿体赋存条件、拟选的采矿方法及开拓运输系统，开采方式为地下开采。矿体内总体上遵循中段下行式、中段上采用后退式回采，即由采区风井侧向主提升井方向的后退式开采的原则,这样有利于安全生产、简化生产管理。

本次设计主要开采矿体为K20号主矿体，根据前期《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》(截止2019年6月)及贵州天宝矿产资源咨询服务有限公司《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿3万t/a采矿工程初步设计》，前期已完成1695m、1663m、1643m、1606m四个中段，本次设计在此基础上往深部设计中段（1606-1198m），按照35米段距设计水平巷道，中段标高从上往下分别1571m、1536m、1501m、1466m、1431m、1396m、1361m、1326m、1291m、1256m、1221m，底部为井底水窝。

5.3 采矿方法

5.3.1 采矿方法选择

考虑到地表允许陷落和矿床探采结合，依据本矿床矿岩大部分比较稳固等特点，并参照类似矿山,可供选择的采矿方法有空场法和充填法。由于充填法工艺复杂、投资大、采矿成本高，本矿山不适合采用。根据矿体的赋存特点以及矿岩的物理力学性质，结合前期采矿经验，继续推荐使用浅孔留矿采矿法进行采矿。

5.3.2 采矿工艺

（1）浅孔留矿采矿法

①矿块构成要素

采场沿走向布置，长度40-60m，高度一般为30-40m，宽度为矿体水平厚度，房间柱6m，底柱5m，顶柱3m。漏斗间距6m。

②采准切割工作

A、采准、切割工艺

中段运输平巷布置在矿体下盘接触线处脉外，规格 2m×2.5m；通风人行天井布置在矿脉中央的矿柱内。天井的上下出口，应位于巷道侧壁内。从天井内每隔5m垂直高度掘进一条联络道。

切割包括拉底和扩漏。拉底空间的高度为2m，面积与矿房一致,但最小宽度不应小于1.2m；扩漏从漏斗井口以上1.2～1.5m开始扩成喇叭口。

B、采准切割工程量

表 5-1 采准切割工程量表

序号	工程名称	规格	长度（m）	体积（m^3）	备注
1	人行材料天井	2×2	36	144	
2	联络道	1.6×2	42	134	
3	拉底		42	252	
4	漏斗含扩漏			269	
5	合计			799	

C、采切比

根据方案设计中各中段的采切工程量计算，平均采切比为：8.9m/kt。

③回采工艺

回采包括凿岩爆破、局部放矿、平场、处理浮石和破碎大块。

A、凿岩爆破

回采工艺以采场拉底平巷为爆破自由面自下而上梯段式分层回采，分层回采高度 1.5m～2.0m。采用 YT28 型凿岩机凿岩，上向浅孔落矿，孔径一般为 36～44mm，孔深 1.5～2m，排距 0.5～1m；采用 2#岩石炸药非电毫秒导爆雷管起爆，爆破时，人员、设备应撤至安全地带。爆破后应进行通风，待炮烟降至许可范围，工作人员可进入采场检查，敲帮问顶排除险情后方可进行生产作业。

B、局部放矿、浮石处理、平场及破碎大块

采场放矿漏斗均衡放矿量应控制每次只准放出采场崩落矿量的 1/3，以保持采场矿房矿石堆内人行、通风，凿岩空间高度一般不小于 2m。漏斗停止放矿后，安全人员要进入采场内检查采场顶、底板岩石，处理松、浮石。处于安全条件下，采场凿岩人员才进入采场内平整凿岩平台，并对大于 350 mm的不合格矿块进行二次破碎。

④采场通风

采场通风是地下矿山的一项重要工作，在生产过程中必须保证新鲜风的供给，进风和回风系统畅通，确保生产安全和作业人员的身体健康。生产期间采用局扇加强通风。局扇型号为 JK55-2N04.5 型。应保证新鲜风流能进入到工人作业场所。

⑤采场放矿

矿房回采结束后进行大量放矿，放出剩余的矿量。经矿石放矿漏斗装车待运。

⑥矿柱回收

为了保证矿房矿石放矿的质量，减少矿房矿石贫化率，矿房矿石的最终放矿应在顶柱和间柱保护下放出。待采场矿石全部放出回采结束后，再组织矿柱回采。

矿柱回采一般在联络道中向间柱打上向孔爆破；在中段运输平巷中向本中段顶柱打扇形孔。起爆顺序是间柱与顶柱一起起爆，回收的矿石与底柱一起回收，最后一中段的底柱在间柱与顶柱回收后再打扇形孔爆破由中段运输平巷回收。

⑦地压管理

每次局部放矿后应检查采场顶板浮石，平整场地，做好准备后再开始下一个循环的凿岩、爆破等作业。在采场上下盘围岩局部稳固性较差的地方采用管缝式（或φ 20 的螺纹钢）锚杆护顶，锚杆长 1.5～2.0m，间距 1.0m。必要时可以用铁丝网挂网。

⑧采空区管理

采场采完后应对所有通向采空区的通道进行封闭,严格禁止人员进入。对最上一中段的采场靠近地表部分采用自然或强制崩落顶底板充填采空区，其它采场有地压显现预兆再将矿体顶底板强制崩落充填空区以释放地压。

（2）采矿方法的主要技术经济指标

采矿方法的主要技术经济指标见表 5-2。

表 5-2 采矿方法主要技术经济指标表

序号	项目名称	单位	浅孔留矿法
一	结构参数		
1	矿块长度	m	40-50
2	中段高度	m	30-40
3	矿房宽	m	矿体厚
3	分段高度	m	
4	顶柱高度	m	3
	底柱高度	m	5
5	间柱宽度	m	6
6	漏斗间距	m	5-7
二	技术指标		
1	矿块生产能力	t/d	108
2	采切比	m/kt（m^3/kt）	9.65（42.7）
3	损失率	%	12
4	贫化率	%	10
三	回采工艺		
1	凿岩设备		YT-28
2	凿岩台效	m/台班	100
3	爆破装药设备		人工

5.3.3 采掘设备选型

根据工程量要求，掘进选用 YT28 型气腿式凿岩机凿岩，人工出碴。溜井及人行通风天井掘进采用 TG-2 天井掘进工作台配 YSP-45 上向式凿岩机；浅孔留矿法采场凿岩采用 YT28 凿岩机；矿柱回采采用 QZJ100B 型潜孔钻机。主要采掘设备详见表 5-3。

表 5-3　采掘设备明细表

序号	设备名称	单位	数量		
			使用	备用	总数
1	YT28 型气腿式凿岩机	台	6	6	12
2	YSP-45 型上向式凿岩机	台	2	1	3
3	HPH6 型砼喷射机	台	2	0	2
4	TG-2 型天井掘进工作台	套	2	1	3
5	JJM-1 慢动绞车	台	2	1	3
6	QZJ100B 型潜孔钻机	台	2	1	3

5.4 矿山生产能力

5.4.1 矿山工作制度

根据该矿区气候、环境、水、电、人力等实际情况，矿山生产采用连续工作制度。工作制度采用300d/a、3班/d、8h/班工作制度。

5.4.2 矿山生产能力验证

（1）生产能力验证

按可布矿块参照国内同类矿山企业的实际统计数值，矿块利用系数取 0.30，矿块综合生产能力取 108t/d。计算各中段的生产能力见表 5-4。

表 5-4 按单中段可布置的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	矿块生产能力（t/d）	日产量（t/d）	年产量（10^4t/a）
1695	1017	25	0.30	8	108	864	25.92
1664	1009	25	0.30	8	108	864	25.92
1643	973	24	0.30	7	108	756	22.68
1606	970	24	0.30	7	108	756	22.68
1571	927	23	0.30	6	108	648	19.44
1536	705	17	0.30	5	108	540	16.20
1501	632	15	0.30	4	108	432	12.96
1466	640	15	0.30	4	108	432	12.96
1431	194	5	0.30	2	108	216	6.48

（2）按年下降速度验证生产能力

根据矿体赋存和所选采矿方法以及装备水平，对于采区选取年下降速度为20m。按年下降速度验证生产能力见表5-5。

表5-5 按年下降速度验证生产能力表

中段（m）	矿量（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（10^4t/a）
1695	93777	20	1.48	210.79	63237
1664	141047	20	1.59	296.59	88976
1643	107862	20	1.07	334.81	100443
1606	199461	20	1.89	351.40	105421
1571	161235	20	1.79	300.29	90087
1536	151182	20	1.79	281.57	84470
1501	159393	20	1.79	296.86	89058
1466	81398	20	1.79	151.60	45480
1431	14702	20	1.79	27.38	8214

从上述两种方法计算可以看出，按5.1节所述的回采顺序，前期采区同时生产，搭配出矿，生产能力可以达到13.5万t/年。

（3）按经济合理服务年限验证生产能力

公式：A=Q×n/t×（1-P）

式中：A--矿山年产量，t/a；

Q--设计利用储量，t；

n--矿石损失率，%；

P--矿石贫化率，%；

t--经济合理服务年限（一般取下限值），a。

中型岩金矿山的合理服务年限在10-20年之间，本矿已经生产多年，前人已经消耗了探明储量的四分之一，因此经济合理服务年限以15年计，A=239.33×10^4×（1-12%）/（15×（1-10%））=15.60×10^4t/a,设计推荐的矿山生产能力为12×0^4t/a,小于=15.60×10^4t/a,表明可以通过经济合理服务年限验证。

本方案推荐的矿井生产能力13.5万吨/年是可行的。

5.4.3 矿山服务年限

前文已述，钻井沟金矿可采储量为239.33万吨。

根据选用的采矿方法及矿山开采经验，参考相似矿山贫化率指标，本矿损失率12%，贫化率取10％。

采出矿石量＝（1-损失率）×采场设计矿石量÷（1-矿石贫化率）

=（1-12%）×239.33÷（1-10%）≈234.01（万吨）

矿井服务年限=采出矿石量÷[设计生产能力×（1-矿石贫化率）]

＝234.01÷[13.5×(1-10%)]

＝19.26(年)

根据计算结果，矿山服务年限约为19.26年。加上基建期0.5年，实际可服务20年。

5.5 开拓、运输系统

5.5.1 开拓系统

由于矿体属急倾斜薄至中厚矿体，矿体及上、下盘围岩较稳固，岩体移动角类比相似矿山后，上盘及端部岩体移动角取65°，下盘及端帮岩体移动角当矿体倾角小于65°时取矿体倾角，当矿体倾角大于65°时取65°，按此参数圈定开采地表移动线。

本次开发利用首采地段布置在K20号主矿体，由于已形成的3、5号竖井均布置在K20号主矿体的错动界线以内；4号探矿井位于主矿体东翼，距离本次设计主要开采的K20号主矿体直线距离约400m，相距较远，因此，本次设计不再利用原有4号竖井。

根据矿体赋存条件、地形特点、矿山规模、总体布置及已有工程设施等因素，开拓运输方案均应在矿山已有工程的基础上考虑。针对已有井筒分布位置、地表平面布置和矿体赋存情形,可选择的开拓系统有：

I、单一竖井开拓方案（5号井延伸，以3号井为回风井）；

II、主提升井联合开拓方案（主提升井向3、5号竖井延伸，单独设计回风井）；

以上各方案简述如下：

I、单一竖井开拓方案

由于已形成的3、5号竖井均布置在K20号主矿体的错动界线以内；5号井口坐标X=　　，Y=　　，井口标高1775m，井筒深349m，井筒净直径φ3.5m。采用2JK-2/11.5E型提升机，电机功率200kW,提升速度3.32m/s提升容器为 2#单层单罐笼带平衡锤，提升能力 200t/d。

井下布置 1724m、 1695m、1663m、1643m、1606m 中段。矿石通 过 0.5m³铲运机将矿石装入 0.7m³翻转式矿车，由 3t 蓄电池式电机车牵引沿中段运输巷道运至各中段井底车场，经提升机提至地表后，推送至地表原矿堆场翻卸。废石由 0.5m³铲运机将矿石装入 0.7m³ 翻转式矿车，经竖井提升至上一中段，运至穿脉内，卸入采空区排弃。

人员、材料、设备通过竖井提升至各作业地点；铲运机和电机车拆解后直 接进入罐笼升降至各中段，再行组装使用。

II、主提升井联合开拓方案

由于已形成的 3、5 号竖井均布置在 K20 号主矿体的错动界线以内，根据矿山建设要求，拟定在 K20 号主矿体下盘新建一条竖井，作为矿山生产主提升，与已经建成的 3、5 号竖井构成联合开拓运输方案。

主提升井：为罐笼井，位于矿体东侧下盘端部，地表岩体错动界线外 31m。竖井井口坐标：X= ，Y= 。井口标高 1772m，最低拟开采水平 1221m，井底标高 1198m（包括井底水窝 23m）。竖井设计深度 574m，原设计井筒净直径 3.5m，后期经论证改为井筒净直径 4.6m，由中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司设计。竖井内敷设排水管、压气管、供水管、电缆和梯子间，担负每个开采水平的矿石、岩石、材料、设备和人员的提升任务并兼作入风井和安全出口。

出风井：位于矿体西侧下盘端部，错动界线之外 60m。井口中心坐标为：X= ,Y= ，井口标高 1773m，井底标高 1301m，井深 471m，井筒净直径 2.5m，并与各阶段水平巷道相通，形成对角抽出式通风系统。该出风竖井设有梯子间，排污风兼作安全出口。具体开拓方案详见附图 3《开拓系统纵投影图》。

根据以上两个方案对比见表 5-6；

表 5-6 开拓方案主要优缺点比较表

方案 项目	方案 I 单一竖井开拓方案（5 号井延伸）	方案 II 主提升井联合开拓方案（主提升井向 3、5 号竖井延伸，单独设计回风井）
优点	1、基建投资较低； 2、基建时间短； 3、年经营费较省； 4、吨矿石成本较高；	1、年经营费最省，吨矿石成本最低； 2、距离主矿体较近； 3、主井井口距离选厂较近，运输费用较少；
缺点	1、5 号井口距离选厂较远，运输费用较高； 2、距离主矿体较远，运输费用较高；	1、基建工程量较大，基建投资较大； 2、基建时间较长，

比较结果表明，II 方案的年经营费最省、距离主矿体较近，主井井口距离选厂较近，运输费用较少，吨矿石成本最低。故采区推荐方案 II—主提升井联合开拓方案。

5.5.2 运输系统

①矿石运输：各中段采出的矿石，经矿石溜井漏斗放矿，矿石装入 0.7m3 矿车，由人力将矿车沿中段运输平巷运至竖井井底车场由竖井提升出地表，再用人力推至地面矿石堆场。

②废石运输:废石运输线路与矿石运输线路相同，运至地面后倒入排土场堆放。

③设备、材料和人员运输：设备、材料和人员从竖井提升运输，经各中段运输平巷到达各采场，经人行通风天井送达各作业地点。

5.5.3 主要井巷工程

由中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司设计，竖井断面设计为圆形，竖井净断面直径为 4.6m。巷道净断面积 16.61m^2，采用喷砼支护。

各中段运输平巷断面均设计为拱形（三心拱），其断面尺寸相同。矿车采用 0.7m^{3}矿车，矿车宽度为 980mm，根据安全规程，人行道宽度不小于 700mm，设计为800mm，非行人侧安全间隙取 300mm，各中段平巷净宽为2100mm。巷道为三心拱断面，从巷道底板算起净墙高为 1475mm，巷道全高为 2000mm。竖井净断面积 16.61m^2，井内布置压风管线、供水管线、供电电缆、通讯系统。中段运输平巷一般不支护，但局部要采用喷砼支护（JG250 混凝土喷射机），必要时加锚杆或锚索，遇到断层时采用整体支护。

矿块天井设计形状为矩形，规格为2.0×2.0m，一般不支护，局部用木支护。

拉底平巷设计为2.0×2.0m，一般不进行支护。局部不稳定地方要进行喷浆支护。

中段回风天井：设于两中段间与矿体上部1612m回风平巷连通，作为矿区回风、避灾的主要巷道，巷道净断面4m^2，内设梯子方便人员出入。

5.6 矿井通风系统

矿井采用K40-4-No12矿用节能通风机进行通风，风机安设在回风井口同侧的引风道内，采用抽出式通风。

2.2.4.1风量计算

矿井通风量按排除炮烟、井下最大人数及排尘风速计算所需风量。

1、按排除炮烟计算风量：

$$q_{hy}=\frac{N}{t}\sqrt{AL_yS}=\frac{25.5}{1200}\sqrt{15.91\times25\times6.25}=1.06\text{m}^3/\text{s}$$

q_{hy}—采场排烟需风量，m^3/s；

A—采场一次爆破的炸药量，kg；

Ly—采场长度的一半，m；

S—回采工作面横断面积，m^2；

t—爆破后排烟通风时间，s；

N—风流交换倍数，实验得N=25.5。

考虑硐室的需风量Q=+5=1.06+5=6.06m^3/s.

矿井内部漏风系数1.15，矿井外部漏风系数1.1

则矿井总通风量：Q=6.06×1.15×1.1=7.7m^3/s

2、按井下同时工作的最多人数计算风量

每人每分钟供给风量不得少于4m^3，井下最大班工作人数22人，风量为×22=1.47m^3/s。

矿井内部漏风系数1.15，矿井外部漏风系数1.1

则矿井总通风量：Q=1.47×1.15×1.1=1.86m^3/s。

3）按井下工作面最小除尘风速计算所需风量

按地下工作面最小排尘风速计算所需风量，装矿巷道及卸矿点最小风速为0.5m/s，其余掘进与回采凿岩工作面的最小排尘风速均为0.25m/s。经计算，矿井总风量为17.8m^3/s。详见风量计算表5-7。

表 5-7 风量计算表

序号	工作面名称	一个工作面需风量			工作面数(个)	需风量(m^3/s)
		断面(m^2)	排尘风速(m/s)	风量(m^3/s)		
1	采准工作面	4.62	0.5	2.3	1	2.3
2	巷道掘进	4.62	0.25	1.16	2	2.3
3	回采装矿	6.25	0.5	3.13	2	6.3
4	支护、硐室			2	1	2
	合计					12.9
外部漏风系数（1.15）						
内部漏风系数（1.2）						
总计						17.8

通过以上三种风量计算，按最小除尘风速计算需风量为最大值，故矿井总风量为17.8㎥/s。

2.2.4.2风阻计算

1、矿井通风困难时期阻力计算

本矿井1643m中段开采时通风线路最长，通风阻力最大（通风困难时期），设计矿井通风阻力计算选取通风困难时期进行摩擦阻力计算，结果见井巷摩擦阻力计算表5-8。

表 5-8 矿山开采时困难时期井巷摩擦阻力计算表

序号	井巷名称	摩擦阻力系数 $\alpha \times 10^3$	井巷长度 L（m）	井巷周长 P（m）	巷道断面 S（m^2）	S^3	风量（Q）	Q^2	井巷负压 t/m^3（pa）	巷道风速 V(m/s)
1	主提升井	35	117	14.13	15.9	4019.7	17.8	316.8	4.6	2.1
2	1643m 运输平巷	15	710	8.7	5.15	136.6	17.8	316.8	214.9	5.2
3	1643-1663m 人行通风天井	55	20	8	4	64	8.9	79.2	10.9	4.1
4	1663m 回风巷	15	580	8.7	5.15	136.6	17.8	316.8	175.6	7.7
5	1663～1773m 出风竖井	15	110	7.85	4.91	118.4	17.8	316.8	33.7	6.7
	小计								440	
	局部阻力				0.15				66	
	合计								506	

2、矿井等积孔

$A_{困难}=1.189Q/\sqrt{h_{困}}=1.189\times17.8/\sqrt{506}=0.94$

矿井为中等阻力矿井。

2.2.4.3 通风设备的选择

根据相关安全通风要求，本方案设计采用机械通风；矿井通风困难时期阻力计算及主扇选择如下。

一、主扇选型计算

1、矿山困难时期最大风量 Qk=17.8m^3/s，困难时期通风阻力：h 困难=506Pa。

2、扇风机需风量：

Qj=K1K2Q 总=1.15×1.1×17.8=22.52m^3/s=1351m^3/min；

式中：Qj—主风机计算额定风量 m^3/s；

K1—外部漏风系数；

K2—内部漏风系数。

根据采矿设计手册，矿井内、外部漏风系数取值见下表 5-9：

表 5-9 矿井内、外部漏风系数取值表

级别	控制漏风点与地面大气间漏风难易程度	外部漏风系数	内部漏风系数
Ⅰ	比较容易控制漏风的矿井	1.10—1.20	1.05—1.15
Ⅱ	一般矿井	1.15—1.25	1.10—1.20
Ⅲ	比较难以控制漏风的矿井	1.20—1.30	1.15—1.25

3、扇风机静压：

h 静=h 困难+h 自+h 损=506+150+150=906（Pa）。

4、电机功率（Pd）：

Pd=K·Q·h/(102·η 1·η 2·9.8)

=(1.15×22.52×906)/(102×0.8×0.85×9.8)

=34.51(kW)

式中：Pd—与工矿点相对应的电动机功率 kW；

K—电动机功率备用系数，轴流式风机取 1.1—1.2，离心式风机取 1.2—1.3；

η 2—机械传动效率，连轴器直接传动，取 0.98；

Q1、h1、η 1—分别为工矿点的风量（m^3/s）、风压（Pa）、和效率（%）。

5、风机选型

根据以上计算，主扇选用 K40-4-No12 型轴流式通风机二台，一台工作，一台备用，其额定参数为：风量 Qc＝14.7～32.1m^3/s。全压：He＝242～1118Pa；电机功率：37KW；电压：380V，可以满足矿山通风要求。

二、局扇选型计算

独头巷道掘进时采用局扇通风，通风方式采用抽出。

设计依据：通风巷道长度 100—150m，巷道断面 5.62m^2，风筒直径 0.4m，排尘风速取 0.4m/s，风筒阻力系数取 0.005。

1、风量计算

（1）按排尘风速计算：Q 掘=vs=0.25×5.62=1.9m^3/s；

（2）按使用最大炸药量计算：

Q 掘=25×A=25×4=100m^3/min=1.67m^3/s；

经计算，掘进需风量取 1.9m^3/s。

2、风机选型

根据以上计算的风量和风压，选用 JK55—2NO4.5 型轴流对旋式局扇（2 台），局扇主要参数：风量范围 2.8—4.3m3/s，全压 3237—1471Pa，风筒直径 0.5m，送风距离 400m，风机重量 195kg，电动机功率 11kW。

选用的 JK55—2NO4.5 型轴流对旋式局部通风机基本可以满足矿山掘进时局部通风需要。

5.7 排水系统

1、井下涌水量

水文地质条件属简单型，井下涌水量见表 5-10

表 5-10 井下涌水量表

开采标高（m）	正常涌水量(m^3/d)	最大涌水量(m^3/d)
1772～1198	221	462

2、排水系统

设计采用一段排水方式，各阶段的矿井涌水和生产废水，通过各阶段水沟流至下中段，目前矿山已设置阶段排水系统至 1643m 水平水沟内，各中段水经水沟流入 1643m 水平井下水仓，然后通过水泵将矿井涌水经主提升井排到地表。

矿山最终总体排水系统设置于1198m中段，以上各中段水经水沟流入1198m水平井下水仓，然后通过水泵将矿井涌水经主提升井排到地表。设置由两条独立巷道组成的水仓，其容积按正常涌水量8h考虑，两条独立系统组成的水仓容积取81m^3。

3、排水设备的选择

1)按最大排水量确定排水设备所必须的排水能力

$$Q=\frac{Q'}{T}$$

式中：Q－最大水量时排水设备所必须的排水能力，m^3/h；

Q′－最大排水量，462m^3/d；

T－排水设备日工作时间，20小时。

则Q＝23.1（m^3/h）

2)按排水高度估算排水设备所必须的扬程

H＝k（Hp＋△h）

式中：H－排水设备所需扬程，m；

k－扬程损失系数，取为1.2；

Hp－排水高度，132m；

△h－吸水高度，5m。

则H＝1.2×（132＋5）

＝165（m）

3)水泵选型

根据以上计算，查产品样本，初步决定选用D25-50×4型单级离心水泵,扬程200m，额定流量25m^3/h；配备电机型号Y200L2-2,37kW,380V。泵重295kg。

4)水泵台数计算

$$N=\frac{Q'}{QeT}$$

式中：N－水泵工作台数，台；

Q′－最大排水量，462m^3/d；

Q_e－水泵额定流量，25m^3/h；

T－排水设备日工作时间，20 小时。

则 N＝0.92（台），取为 1 台。

水泵日实际工作时间为：

$$Ts=\frac{Q'}{NQe}$$

式中符号与前同。

则 Ts＝14.4（小时）

根据以上计算，本次设计配备 3 台矿用节能型 D25-50×4 型单级离心式水泵，最大排水量时其中工作 1 台，备用 1 台，检修 1 台，配套电机功率 37kW。

排水管选用内径为 150mm 水管两组，一组工作，一组备用。排水管经 1198m 中段石门、主井排至地面污水处理池。

以上涌水量并不是实测数据，因此，所选水泵仅供参考，矿井在进行正常生产时必须进行涌水量的实测，根据实际涌水量采用相应的排水设备。

5.8 基建工程及三级矿量

本次设计主要开采矿体为 K20 号主矿体，根据前期《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》(截止 2019 年 6 月)及贵州天宝矿产资源咨询服务有限公司《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿 3 万 t/a 采矿工程初步设计》，前期已完成 1695m、1663m、1643m、1606m 四个中段，本次设计在此基础上往深部设计中段（1606-1198m），按照 35 米段距设计水平巷道，中段标高从上往下分别 1571m、1536m、1501m、1466m、1431m、1396m、1361m、1326m、1291m、1256m、1221m，底部为井底水窝。

为满足矿山生产的要求，拟设基建范围为：1571m、1536m、1501m、1466m、1431m、1396m、1361m、1326m、1291m、1256m、1221m 中段巷道、采切工程、通风工程、探矿工程等。

为达到规范要求的三级矿量和形成完善的开拓运输系统、通风系统、供电系统、供排水系统，矿山基建期需设计完成下列工程量：

开拓工程：5600m/23520m^3(包括已有巷道的改造，新增竖井、风井、坑道和硐室)；

探矿工程：1000m/4000m^3；

采切工程：1000m/5000m^3；

合计：7600m/32520m^3。

完成上述基建工程量后可获得三级矿量及保有期为：

开拓矿量：53.26×10^{4}t，保有期3.95年；

采准矿量：20.25×10^{4}t，保有期1.50年；；

备采矿量：5.32×10^{4}t，保有期0.5年。

6 选矿及尾矿设施

6.1原矿性质

根据矿床地质特征，结合工业利用情况，钻井沟金矿矿石类型有石英脉型和蚀变岩型，以蚀变岩型为主。

石英脉型矿石中金属矿物为黄铁矿、黄铜矿、磁黄铁矿、磁铁矿、自然金、孔雀石、褐铁矿。

蚀变岩型矿石为硅化黄铁矿化蚀变细粒辉石闪长岩、蚀变黑云母石英闪长岩。矿石矿物成分有黄铁矿、黄铜矿、斑铜矿、褐铁矿等，在岩石中呈浸染状、星点状，脉石矿物以长石、石英和绢云母、角闪石为主。岩石遭碎裂作用，裂隙被方解石充填，岩石方解石脉较发育。

6.2选矿工艺

钻井沟金矿自开采以来一直未做过矿石可选性试验，前期参照相邻矿山的选矿工艺流程，应采用全泥氰化工艺。2010 年选厂基本建成后，进行了试生产，目前已经形成完整的选矿工艺。根据前期实际生产情况，本次设计 450t/d 选矿技术指标执行如下：

入选矿石含金 3～5 克 / 吨左右，嵌布粒度为 0.005～0.01mm，属易选金矿。原矿经破碎后粗磨，磨矿粒度为－200 目达 50％～55％左右，再经二次再磨，磨矿粒度为－200 目达 80％左右后经一次粗选，三次扫选，三次精选，金的回收率为 90％左右，金精矿品位 90×10^{-6}。

（1）选矿规模及产品方案

技术指标的确定主要依据目前矿山实际生产技术指标而确定。从实际生产看：指标先进，稳妥可靠。

①矿石处理量：450t/d

②原矿品位：3.34g/t

③精矿品位：90g/t

④产率：3.71%

⑤回收率：90%

（2）工作制度与生产能力

选矿厂采用连续工作制，破碎筛分系统相当于年工作天数 300 天，每天 3 班，每班工作 6.5 小时，设备作业率 81.25%；

磨矿选别及精矿脱水浓缩过滤系统每天 3 班，每班工作 7 小时，设备作业率 87.5%。

各作业生产能力见表 6-1。

表 6-1 各作业生产能力表

序号	作业名称	年处理量万 t	日处理量 t	小时处理量 t/h
1	破碎筛分	13.5	450	25.64
2	磨矿浮选	13.5	450	23.81
3	精矿脱水	13.5	450	23.81

（3）选矿厂破碎筛分流程

采矿给矿最大粒度为 300mm，本次最终破碎产品粒度确定为 0～18mm，综合考虑目前设备破碎性能、矿石性质、矿山规模等因素，碎矿流程确定为三段一闭路碎矿流程。

（4）选矿厂选别工艺流程

根据选别工艺的要求，磨矿分级流程采用两段闭路磨矿分级可满足要求，产品细度为-0.074mm 占 80%。

参考类似矿山生产实践，结合试验流程，本厂实际选别工艺流程为：“单一浮选流程”。精矿脱水采用“浓缩+过滤”两段脱水作业，脱水后精矿含水 12%（±1）。

选矿工艺流程见图 6-1。

目前，选矿工艺流程经多年实际选矿验证，认为是十分符合本矿山选矿要求。

本次选矿工艺继续沿用浮选为主导工艺的选矿工艺流程，根据矿山建设要求，本次设计选矿规模为 450t/d，年选矿 13.5 万吨。

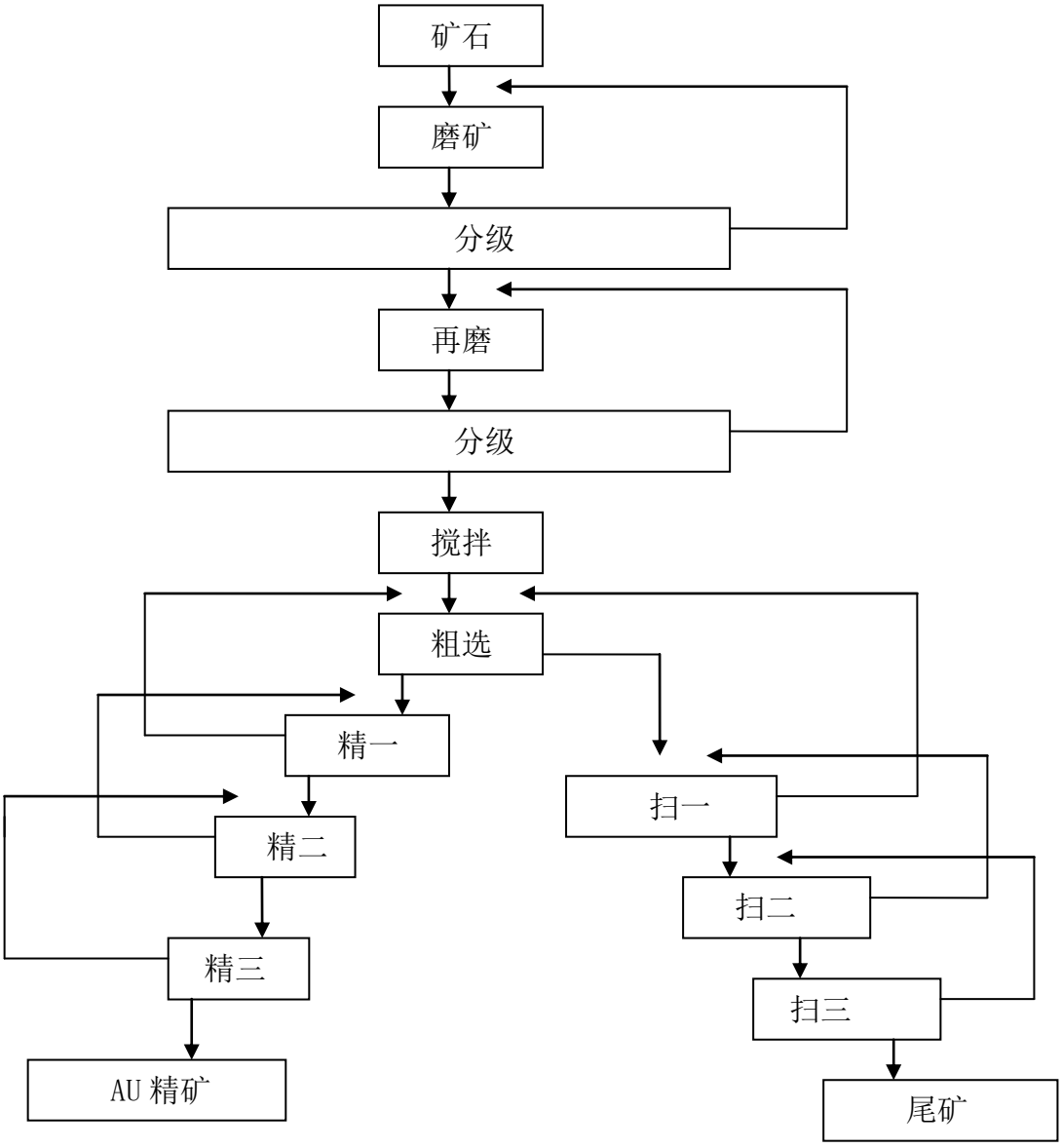


图 6-1 选矿工艺流程图

6.3选矿工艺生产过程

汽车将矿石直接卸入受矿仓（原）。经受矿仓下重型板式给料机，将矿石给入颚式破碎机粗破碎，破碎后产品经带式输送机给入中碎破碎机，中破碎后产品经带式输送机给入筛分室。矿石经过振动筛，其筛上产品经带式输送机返回中破碎机破碎，碎后产品与中碎产品一起，经带式输送机，返回筛分室形成闭路破碎。筛下产品经带式输送机进入圆筒矿仓。

仓下设电振给料机给入一段球磨的带式输送机，经过电子皮带秤计量，给入一段格子型球磨机进行一段磨矿，一段球磨机排矿自流到高堰式双螺旋分级机进

行分级，分级机返砂返回球磨，形成闭路。分级机溢流自流进入一段泵池，用泵输送到旋流器组进行分级，（旋流器沉砂）进入二段溢流型球磨机进行二段磨矿，二段磨矿产品自流入一段泵池，泵送至旋流器，成为二段闭路磨矿。

旋流器溢流（-200目占80%）进入两台搅拌槽搅拌加药。加药搅拌后的矿浆给入粗选作业，经过一次粗选、三次扫选、三次精选的单一浮选工艺流程，获得大于90g/t的金精矿粉，金精矿粉自流进入浓缩机进行脱水，底流自流到过滤机进行过滤，得到精矿。

尾矿自流进入浓缩机进行脱水，底流用泵输送到压滤车间进行脱水，滤饼用翻斗车运到尾矿库干堆。浓缩机溢流自流到清水泵池，用泵输送到高位水池返回选厂有关作业再利用。

6.4选矿厂房布置及主要设备

选厂由粗碎站、磨浮车间、脱水车间、试验室及化验室等组成，行政设施设有选矿厂办公室等。设备配置和厂房布置，充分体现流程特点，尽量缩短加工物料的运程，减少反向、重复运输。现有选矿厂厂房配置可满足本次设计需要。选矿厂已有主要设备见表 6-2。

表 6-2 选矿厂主要设备表

设备名称	型号	单位	原有数量	新增数量	合计
渣浆泵	4/3C-AH	台	1	1	2
颚式破碎机	PE400*600	台	2	2	4
双动颚破碎机	PEX250*1000	台	1	1	2
分级机	FLG-2	台	2	2	4
球磨机	GM1842	台	2	2	4
浮选机	SF-2.8 XJ-3	台	16 6	0	16 6
搅拌桶	BJ2000*2000	台	1	1	2

6.5尾矿设施

6.2.1 尾矿库设计基本原则

1.贯彻执行国家安全生产监督管理总局令[2011]第38号（2015修改版）《尾矿库安全监督管理规定》文件的精神。保证尾矿设施安全运行。

2.在保证矿山生产需求前提下，积极采用先进可靠技术、采用新工艺、新材料。

3.贯彻技术经济相结合的原则，力求在技术可靠前提下的经济合理，在经济合理前提下的技术先进。

4.坚持因地制宜，就地取材，缩短工期，降低投资。

5.执行环保法，消防、污染，保护环境。

6.工程设计方案与生产规模相适应，技术、设备先进，安全可靠，经济合理。

7.工程设计符合国家及地方的有关法律、法规要求，重点解决项目批复及环保部门提出的尾矿库选址、尾矿库安全、地下水污染、水资源重复利用等问题。

6.2.2 前期尾矿库

前期建设的尾矿库有效库容为25.91×10^4m^3（甘环函[2018]505号文），原计划矿山生产期年均尾矿量约为1.737×10^4m^3，服务年限内总尾矿量17.37×10^4m^3，按照前期设计尾矿库完全满足要求。根据尾矿库的等别的划分，该库总库容小于100×10^4m^3。总坝高20.0m，小于30.0m，据下表可知该尾矿库为四等库，库内主要构筑物按四级设计，次要构筑物按五级设计。尾矿库等别确定表6-3。

表6-3 尾矿库的等别

等别	全库容（10000立方米）	坝高
一	二等库具备提高等别条件者	
二	V>10000	H≥100
三	1000≤V<10000	60≤H<100
四	100≤V<1000	30≤H<60
五	V<100	H<30

1、初期坝

考虑到安全环保方面的要求，根据尾矿库坝体的使用要求以及运行特点，结合坝址地形及当地筑坝材料的条件，初期坝坝型为碾压土石坝。尾矿库采用三面筑坝形式，库区内取料。尾矿库初期坝形成的库容可贮存选矿厂半年以上的尾矿量，同时可满足尾矿澄清水及调蓄洪水的要求。

初期坝内边坡采用干砌块石护坡，外边坡采用干砌块石护坡。两布一膜防水层严格施工，避免坝体出现渗漏尾矿浑水的现象发生。

坝外坡设纵、横向排水沟，断面尺寸B×H=0.4m×0.4m，纵向排水沟设在马道内侧，横向排水沟从坝顶至坝脚，每隔20m设一条。纵、横排水沟互相连通。初期坝的坝顶坡向坝外坡，坡度1%，便于坝顶排水。

2、后期坝

采用尾砂上游法堆筑子坝，每次堆积高度3m，分层碾压，尾矿在坝前均匀堆放，保持坝体协调上升，以便增强坝体的稳定性。每年汛季之前必须提前筑好子坝，确保所需的调洪库容。

后期坝以1：4.0的总坡度堆筑，每一级子坝的上升高度为3m，子坝外坡比为1：3，内坡比1：2，坝顶宽度为3m。

后期坝护坡：为防止雨水冲刷、渗流冲蚀，粉尘飞扬，后期坝外坡采用草皮护坡，护坡厚度0.3m。后期坝堆积到坝顶标高时，坝顶用浆砌石砌5m宽，内坡从坝顶向下2m范围内亦用浆砌石砌筑，坡度1：1.5，以利于坝体的稳定。

为满足坝体安全及调洪要求，汛期发生暴雨洪水时1～3天应保证最小干滩长度不小于50m，最小安全超高不小于0.5m。

3、防渗结构

尾矿库使用优质高密度聚乙烯（HDPE）膜复合防渗系统。防渗结构如下：

（1）按照设计要求对尾矿及边坡进行平整；

（2）对表层土进行碾压夯实处理；

（3）铺设一层1.0mm复合土工膜；

（4）铺设30cm厚尾砂垫层。

4、排水设施

该尾矿不排水，只进行回水，尾矿由西向东排放，在库内经过400m长的自然澄清，在东面建一个叠井将澄清水由叠井内用泵抽出送回选厂使用。

6.2.3 尾矿库扩容

矿石的物理力学性质：矿石、尾矿为石英闪长岩，强度高，硬度大，块度大，无软弱结构面，完整性也好，其比重2.56，天然密度2.70g／cm^3,空隙率0.29～2.75%，详见见矿区岩矿石物理性质成果表3-11。围岩和矿体的力学指标：围岩抗压强度129MPa,矿体抗压强度97MPa；围岩软化系数88、坚固系数1.29，矿体软化系数83、坚固系数0.97，抗剪强度详见实验成果表3-12、表3-13、3-14。根据前期尾矿入库情况统计，尾矿堆积容重1.73t/m^3。

根据目前矿山生产能力：本次设计选矿规模为450t/d，年选矿13.5万吨，根据本次方案设计矿山生产能力为450t/d，选厂日处理能力450t/d，尾矿堆积容

重 1.73t/m^3，年产尾矿约 7.80×10^4m^3，服务年限内产尾矿总量为 138.73×10^4m^3。根据业主提供的实际资料，企业目前已有尾矿库距选矿厂正南方向处约 600m，尾矿坝标高为 1734～1743m，尾矿库容量为 29.51×10^4m^3（甘环函[2018]505 号），前期已入库约 10×10^4m^3。

据实地调查显示：尾矿库下游无居民居住，可以扩容。根据矿山建设需求，矿山目前尾矿库占地面积 3.41hm^2，相当于 34100 平方米，按照矿山服务年限内产尾矿总量 138.73×10^4m^3，尾矿坝设计高差 20 米，需要尾矿库面积 69365 平方米，尾矿库为四等库，库内主要构筑物按四级设计，次要构筑物按五级设计。尾矿库扩容另行设计报批。

7 环境保护、水土保持与复垦

7.1设计依据的环保标准

（1）设计原则

a.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。

b.以预防为主，治理为辅，合理规划，合理布局，综合利用。

（2）采用标准

1.《环境空气质量标准》（GB3095－2012）二级标准；

2.《生活饮用水卫生标准》（GB5749－2006）；

3.《大气污染物综合排放标准》（GB16297－1996）二级标准；

4.《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）；

5.《污水综合排放标准》(GB8978-1996)二级排放标准；

6.《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348－2008）；

7.《危险废物鉴别标准》（GB5085·1-7—2007）；

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

7.2矿山主要污染物及治理措施

矿山的主要污染物有：坑内开采产生的废石及采矿废水、粉尘、噪声等；选矿生产过程中产生的尾矿、尾矿废水、机械噪声、粉尘等；生活污水和生活垃圾；锅炉运行产生的烟尘和二氧化硫等。

7.2.1 废水

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。

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。雨季、汛期水量较大时，可直接利用尾渣堆场的有效容积进行水量调节。经计算，尾渣堆场调洪库容可容纳库内汇水面积内的200年一遇一次洪水总量调蓄要求。存储于坝前及集水池内的积水，严格按照《中华人民共和国国家标准污水综合排放标准》GB8978-2002进行监测及处理。

目前重金属废水的处理方法可分为两类：一是使废水中呈溶解状态的重金属转变成不溶的重金属化合物或元素，经沉淀和上浮从废水中去除，可应用中和沉淀法、硫化物沉淀法、上浮分离法、离子浮选法、电解沉淀或电解上浮法、隔膜电解法、混凝法等；二是将废水中的重金属在不改变其化学形态的条件下进行浓缩和分离，可应用反渗透法、电渗析法、蒸发法、离子交换法等。第一类方法特别是中和沉淀法、硫化物沉淀法和电解沉淀法应用最广。从重金属废水回用的角度看，第二类方法比第一类优越，因为用第二类方法处理，重金属是以原状浓缩，不添加任何化学药剂，可直接回用于生产过程。而用第一类方法，重金属要借助于多次使用的化学药剂，经过多次的化学形态的转化才能回收利用。一些重金属废水如电镀漂洗水用第二类方法回收，也容易实现闭路循环。但是第二类方法受到经济和技术上的一些限制，目前还不适于处理大流量的工业废水如矿冶废水。这类废水仍以化学沉淀为主要处理方法，并沿着有利于回收重金属的方向改进。

污水处理采用碱性氯化法，处理后经检测废水达到《中华人民共和国国家标准污水综合排放标准》GB8978—2002 二级标准，PH 值：6-9；CN^-浓度小于 0.5mg/L 后，可直接排放。

生活中产生的废水及办公生活区产生的污水量较少，经化粪池并消毒处理后进行排放，对水环境基本上无影响。

7.2.2 固体废弃物

矿区生产产生的固体废弃物主要是废石、灰渣和生活垃圾。

废石：矿山井下掘进产生的废石，暂时堆存于废石临时堆场，待矿山生产后用于回填采空区，废石临时堆场应尽量少占土地，选择在矿区居民区的下风向。为了保证堆场的稳定性，防止滑动、塑性变形、坡面散落、沉陷及泥石流的发生，为有利于收集固体废物浸出液，应尽量选择在有坡度的不透水的地面上，并在废石临时堆放场地旁设置排水沟，将固体废物浸出液有组织排放。部分废石也可作为矿区修路的路基材料。

选厂尾砂：为防止雨水冲刷、渗流冲蚀，粉尘飞扬，尾矿子坝堆筑完成后，应及时对坝坡进行覆土，并进行复垦、造林，减少尘土飞扬，从而减少对环境的污染。

矿区锅炉房灰渣，属无害固体废物，可用于铺路等。为防止灰渣二次扬尘，必须在灰渣场配喷洒水管，灰场表面应经常喷水保湿以防止二次扬尘。

生活垃圾应集中在垃圾场堆放或填埋处理，垃圾场应尽量少占土地，选择在矿区和居民区的下风向。

7.2.3 粉尘废气

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

（1）地下开采采用湿式凿岩，对各产尘点除进行喷雾洒水外，爆破后还要进行机械强制通风或辅助通风，爆破后及时向爆堆喷雾洒水，加强个人防护，佩戴防尘口罩等。并采取机械通风方式，完善通风系统，使作业环境的空气含尘浓度在规定的2mg/m^{3}以下。进入选厂的矿石在破碎、筛分、输送过程中将产生一定量的粉尘。采取的除尘措施是：一是对各工艺设备进行有效的密闭；二是在各产尘点设计了除尘系统，即专设除尘器和湿式除尘机组，以净化含尘空气，使空气中的含尘浓度低于排放标准。

（2）选厂的破碎等处是主要产尘点，除对各设备及皮带机进行密闭外，在各产尘点均设抽风罩进行机械排风。所排含尘空气分别经脉动微振反吹袋式除尘器或袋式单机除尘机组净化后排至大气。

（3）锅炉运行期产生的二氧化硫和烟尘经过陶瓷多管除尘器收尘，效率达95%以上，处理后均符合和低于《锅炉大气污染物排放标准(GB13271-2001)》中的二类区Ⅱ段标准要求。

（4）对于运输设备产生的燃油废气因总的产生量不大，又不集中，故对环境影响不大。另外，对于产生的生活燃煤废气对环境影响不大。

7.2.4 噪声

矿山生产产生的噪声主要有爆破噪声、机械噪声等，采矿机械和爆破产生的噪音约为100～115dB，但由于是地下开采，噪音受围岩及矿体的阻隔，对外界环境的影响甚小，凿岩工人佩戴专用耳塞。

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

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

7.3水土保持与复垦

7.3.1 水土保持

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

依据“谁开发谁保护，谁造成水土流失谁负责治理”的原则，设计中制定了如下防治措施：

（1）林草措施：在工业场地内部、边坡及厂区周围的空地、缓坡等地带，种草种树，稳定边坡，防止水土流失。树种、草种的选择应适合当地土质及气候条件，以提高成活率，达到预期的效果。

（2）工程措施：在地下开采的下部中段设置排水设施，修建截水沟和排水沟，并将水引入专设的沉淀池，以尽量利用；在场地高坡、陡坡地段采用挡土墙和护坡，减少边坡的水土流失；在各场地和公路的平台内边坡下，修建排水沟，减少雨水对场地及填方边坡的冲刷，达到防治的目的。

7.3.2 复垦

矿山建设和开采，占用了大面积土地，破坏所占区域内植被。本项目是地下开采，相对露天开采对土地的破坏较小，本项目土地破坏途径为移动带内地表塌陷及矿山开采时的废石堆放，从而破坏了部分周围环境。

矿区地形北高南低，属中低山～戈壁丘陵区，主要山脉高程一般在1500m～1800m之间，相对高差10～50m，一般为5～20m。

矿区属大陆干旱半沙漠气候，干燥少雨，夏季酷热，冬季寒冷，日温差大，年平均气温9.1℃，平均最高气温38.8℃，平均最低气温-23.91℃；工作区荒漠土壤高度盐渍化，降雨（雪）显少，年平均降水量46.2mm，年平均蒸发量3140.57mm；最大风力6—9级。区内无地表迳流，沿断裂带有泉、井分布，但涌水量小，水质差，不宜饮用，仅可作部分工程用。区内植物有红柳、骆驼刺、芨芨草等，一般多沿谷洼地稀疏分布。动物有狼、狐狸、猞狸、野兔、黄羊等。

本矿区复垦的对象主要为尾矿库，对闭坑后关闭停用的尾矿库内进行平整，自然恢复。

项目复垦后，矿区内的土地权属不变，界限不变，复垦后的土地交付原权属单位管理。

7.4环境影响评述

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

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

7.5绿色矿山建设

7.5.1 绿色矿山建设技术规范标准

（1）《爆破安全规程》（GB 6722-2014）；

（2）《工作场所有害因素职业接触限值》（GBZ 2）；

（3）《黄金行业绿色矿山建设要求》（2017 年）；

（4）《黄金行业绿色矿山建设规范》(DZ T0314-2018)；

（5）《有色金属采矿设计规范》（GB50771-2012）；

（6）《黄金矿山设计若干原则规定》(试行)；

（7）污水综合排放标准（GB8978—2002）；

（8）地面水环境质量标准（GB3838-2002）；

（9）矿山生态环境保护与恢复治理技术规范（HJ651-2013）；

（10）大气污染物综合排放标准（GB16297-2012）。

7.5.2 绿色矿山建设主要内容

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

矿山在开采过程中必须坚持以保护环境、资源利用和社区和谐作为绿色矿山建设的工作核心，坚持可持续发展的经营理念，高效开发利用矿山资源，合理有效保护周边生态环境，积极主动的与地方政府、设计科研单位等进行项目合作和

沟通往来，经过数年的不懈努力，矿山在依法办矿、规范管理、科技创新、节能减排、环境保护、土地复垦、社区和谐和企业文化等方面取得了一定的成效。主要表现在如下几方面。

（1）依法办矿，规范管理

①矿山根据国家统一规划和产业布局合理进行开发建设，在运营发展过程中，始终坚持依法办矿的经营理念。严格遵守国家制定的各项法律法规。矿山自觉接受各级监督审查，足额缴纳采矿权使用费、矿产资源补偿费和矿产资源税等相关税费，使公司的生产经营管理处在法律、法规许可范围内，真正做到了依法办矿，合法经营。

②认真贯彻执行国家相关技术政策，始终坚持合理的采掘顺序。对此，矿山精心准备，组织地、测、采等各方技术力量，认真编写年度采掘技术计划和长远采掘技术规划。在实际管理中，积极协调，加强管理，确保每年年度计划得以保质保量地完成。同时，按照国土资源部、甘肃省国土资源厅要求，全面开展矿山储量动态管理工作。

（2）走矿山绿色开发道路，矿区绿化成效显著

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

（3）创建企业文化，彰显企业魅力

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

（4）履行社会责任，造福社会

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

为切实巩固保障矿山的矿产资源基础，全面提高矿产资源对矿山持续发展的保障能力。充分发挥矿山的规模、技术和管理优势，落实企业做大做强的发展方针，坚持“以依法办矿为前提，以安全生产为保障，以科技创新为先导，以综合

利用为突破，以资源高效开发为中心，以节能环保为重点，以数字化矿山建设为契机，以夯实管理基础为手段”。

以绿色矿山建设为目标，在污染物防治、矿山环境恢复治理、土地复垦、科技创新、社区和谐和企业文化建设等方面做更大的引导与投入，为企业持续稳定发展提供更大的支撑保证。努力探寻满足矿山开发的资源效益、环境效益、经济效益、社会效益四者相统一的矿山发展模式。矿区需从绿色矿山建设规范要求的5个方面进行合作及建设，具体表现为：

①矿容矿貌

矿区环境矿山开发过程中，要始终坚持建设绿色矿山的理念，美化环境，在矿山生活区进行植树种草活动，将矿山生活办公区开辟成绿色、和谐的办公环境。

②资源开发方式及环境治理措施

确定合理的可采方式-地下开采，选用合适的采矿方法，制定合理的三率指标。本次设计采用浅孔留矿嗣后充填法和全面采矿法，采用无危害的尾砂或废石嗣后充填的方法处理空区。

③节能减排

选择高效节能的矿山设备，降低机械设备排出的尾气对环境的污染。

④科技创新与数字化矿山

对矿山工作面进行安全视频监控，确保职工的安全。

⑤企业管理与企业形象

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

8劳动安全与卫生

8.1工程概述

矿山开采方式为地下开采，采用明竖井（罐笼井）开拓方式。采矿方法为浅孔留矿采矿法。生产规模为400t/d（12×10^4t/a），企业最终产品为金精粉。

8.2设计依据

1.《中华人民共和国矿山安全法》1993年5月；

2.《中华人民共和国安全生产法》2014年12月；

3.《中华人民共和国劳动法》2008年1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》GB16423-2006；

7.《爆破安全规程》GB6722-2014；

8.《建筑抗震设计规范》GB50011-2010；

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

10.《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；

11.《金属非金属地下矿山监测监控系统建设规范》AQ2031-2011；

12.《金属非金属地下矿山人员定位系统建设规范》AQ2032-2011

13.《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》AQ2033-2011

14.《金属非金属地下矿山压风自救系统建设规范》AQ2034-2011

15.《金属非金属地下矿山供水施救系统建设规范》AQ2035-2011

16.《金属非金属地下矿山通信联络系统建设规范》AQ2036-2011

8.3矿区环境及自然条件对安全的影响

8.3.1 矿区地质环境对安全的影响

区内地形北高南低，属中低山～戈壁丘陵区，主要山脉高程一般在 1500m～1800m 之间，相对高差 10～50m，一般为 5～20m。

区内属大陆干旱半沙漠气候，干燥少雨，夏季酷热，冬季寒冷，日温差大，年平均气温 9.1℃，平均最高气温 38.8℃，平均最低气温-23.91℃；工作区荒漠土壤高度盐渍化，降雨（雪）显少，年平均降水量 46.2mm，年平均蒸发量 3140.57mm；

最大风力6—9级。区内无地表迳流，沿断裂带有泉、井分布，但涌水量小，水质差，不宜饮用，仅可作部分工程用。区内植物有红柳、骆驼刺、芨芨草等，一般多沿谷洼地稀疏分布。动物有狼、狐狸、猞猁、野兔、黄羊等。

根据陕西科学技术出版社发行的《陕甘宁青四省（区）强地震目录记载》及国家地震局兰州地震研究所按全国地震烈度区划图圈定，钻井沟金矿及其附近地区的地震基本烈度为6度，因此钻井沟地区的地震基本烈度考虑可定为6-7度为宜，对永久性的建筑物不会有太大的影响。

该地区除柳园镇人口较集中外，其它地方人口稀少，无农业生产，仅有少数游牧民。经济除牧业外，主要有地方和个体采矿业，矿种包括铁矿、铜镍矿、锰矿、磷矿和重晶石矿等。柳园镇一带的矿山企业有辉铜山铜矿、古堡泉铁矿、花牛山铅锌矿、新金厂金矿、老金厂金矿、明舒井金矿、拾金坡金矿，方山口钒矿等中小型矿山。此外，尚有多处县办、民办采金小矿山。勘查区生产及生活物资靠柳园、瓜州县、酒泉市等地供给。

柳园地区矿山开发建设条件已基本形成，国营404厂输电网通到柳园，钻井沟金矿矿区电源由相距7km的辉铜山变电所引出10kV架空线路接至矿区箱式变压器向矿区供电。疏勒河水亦引入柳园镇，工业燃料（煤）主要来自新疆哈密三道岭煤矿，供应充足。

8.3.2 其它自然条件对安全的影响

A.有害物质来源及危害

矿区可能出现的污染物主要为粉尘、炮烟及少量有害气体。

采场主要的产尘点为凿岩、爆破和装运过程，空气中游离的粉尘是造成矿工矽肺病的主要原因，炮烟主要来自采场爆破作业。

B.雷电、火灾、地震等情况的安全防范措施

对雷电及火灾应采取相应的预防措施。按《建筑抗震设计规范》（GB50011-2010）规定，矿区建、构筑物按抗震基本烈度7度设防，设计基本地震加速度值为0.15g。

8.3.3 总体设计中的安全防范措施

总体设计中各类建、构筑物的安全距离均符合安全防护要求。工业场地位置的选择，充分考虑了洪水、滚石等地质灾害的威胁，选择了工程地质条件良好、环境及位置优越的地段。

8.4矿床开采安全

8.4.1 地下开采采空区与崩落区安全管理措施

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

采矿崩落区威胁着人畜的安全，因此，严禁在错动区内放牧或其它作业，同时应加强监测管理，定期进行检查监测，并在地表圈定立桩标明错动危险区。

8.4.2 采矿工艺过程不安全因素及防范措施

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

其防范的主要措施是：

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

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

巷道掘进时，要注意检查、处理工作面顶、帮的浮石，及时进行支护。

爆破器材的贮存和爆破工作必须严格按《爆破安全规程》（GB6722－2014）的要求进行。

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

地下开采时设计了坑内机械通风系统，以保证坑内新风的供给。

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

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

8.4.3 提升系统的安全可靠性

主提升井为罐笼井，位于矿体东侧下盘端部，地表岩体错动界线外 31m。竖井净直径φ 4.6m，巷道净断面积 16.61m^2，采用喷砼支护。井口标高 1772m，最低拟开采水平 1221m，井底标高 1198m（包括井底水窝 23m）。竖井设计深度 574m，竖井内敷设排水管、压气管、供水管、电缆和梯子间，担负每个开采水平的矿石、岩石、材料、设备和人员的提升任务并兼作入风井和安全出口。

竖井提升容器为2#双层单罐带平衡锤，提升机型号为2JK-2×1.25/20。提升系统的危险有害因素主要为掉罐，过卷过放等。主要安全防范措施如下：

（1）竖井罐道采用冷弯空心方形型钢罐道，方钢断面尺寸为180mm×180mm×10mm。井筒上部设有缓冲绳悬挂梁、缓冲器梁、挡罐梁（梁下装有缓冲木）、罐道顶梁、楔形木罐道等。井筒底部设有罐道顶梁、挡罐梁（梁上装有缓冲木）、拉紧梁、直爬梯等。钢罐道，罐道布置在容器两侧。提升容器最突出部分与井壁之间最小距离190mm，大于150mm；与罐道梁之间最小距离200mm，大于40mm。

（2）为使罐笼在井筒中运行平稳，井筒中设有罐道导向，罐笼沿罐道运行。在罐笼顶部装有防坠器，当提升钢丝绳或连接装置被拉断时，防坠器可使罐笼平稳地支撑在制动绳上，不致坠井造成严重事故。防坠器主要由开动机构、传动机构、抓捕机构、缓冲机构等部分组成。开动和传动机构互相连接在一起，由断绳时自动开启的弹簧和杠杆系统组成，抓捕机构和缓冲机构是联合的工作机构。

（3）罐道井筒底部设有弹性防撞梁、缓冲装置、检修平台梁、直爬梯等。楔形罐道的安装，应使下提升容器比上提升容器提前接触楔形罐道，提前距离不小于1m。在井颈过卷段内设置弹性防撞梁及缓冲托罐装置，井底过放段内设置防过放缓冲托罐装置。罐笼发生过卷，罐笼顶部冲击弹性防撞梁，防过卷缓冲装置开始工作，使罐笼减速，同时提升机停止运转，罐笼停止。罐笼发生过放，罐笼底部冲击托罐装置，防过放缓冲装置开始工作，使罐笼减速，罐笼停止。

(4)提升容器和平衡锤应沿罐道运行，并安装防坠设施。罐笼的最大载重量和最大载人数量应在井口公布，不应超载运行。同一层罐笼不应同时升降人员和物料。升降爆破器材时，负责运输的爆破作业人员应通知中段信号工和提升机司机，并跟罐监护。竖井内平衡锤的质量应符合设计要求，平衡锤和罐笼用的钢丝绳规格应相同，并做同样的检查和试验。

8.4.4 通风系统的安全可靠性

根据矿体的赋存特征、推荐的开拓运输系统、采用的采矿方法、回采顺序等因素，本着通风安全可靠、投资省、经营费用低、便于管理的原则，设计推荐采用竖井进风侧翼回风井回风的通风系统，抽出式通风方式。

设计矿山通过竖井进风，回风井回风。风机设在回风井井口，新鲜风流由进风点进入各中段，通过运输巷道和采场人行通风天井进入采场，清洗工作面后，由采场局扇将污风排至上中段回风道，经上中段回风道进入回风天井抽出地表。

矿井风流反向由主扇风机反转来完成，需要时可在10min内使井下风流反向，矿山生产期间每年至少要进行一次反风试验。

独头巷道掘进的工作面难以利用系统主扇风流通风，设计采用局扇辅助通风。

8.4.5 矿山排水系统的安全可靠性

矿区遇山洪时地表有排洪沟、井下巷道设有水沟可有效解除洪水、水灾威胁；在井下掘进时，先进行超前探水，再指导正常掘进。对于井下防水，巷道设计时考虑了自流坡度，采用自流方案让各中段涌水及采矿废水沿水沟自流至地表，可满足排水要求。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。

探放水设备选用KHYD110型，电机功率5.5kW。

其主要技术参数：钻孔直径φ 32～φ 50mm，钻进深度30m。

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。

（1）探放水的方法：

A、断层、破碎带、含水层中工作面超前探水低于或等于20m时必须停止掘进，进行探水及探不良地层作业。将工作面工具及设备移至最近的躲避硐或车场放置，并将钻机人工移至工作免安装，安装时注意钻孔高度，电工将电源接通。

B、钻机安装完毕后进行探水作业，探水时技术人员必须亲临现场，根据实际情况确定探水点位置、方位、角度、深度以及钻孔数目，并对施工进行监控，记录现场情况。

C、钻孔施工完毕后，技术人员必须对单孔水量进行测量。并对现场的岩芯进行现场编录。施工人员并将钻机及工具移至最近的躲避硐或车场放置，便于工作面施工。探水工作随掘进工程的进展向前移动。

D、技术人员在室内对现场的情况进行分析，并结合现场记录情况整理对单孔绘制出综合成果图。

（2）探放水安全：

①安装钻机探水前，要遵守下列规定

a.加强掘进面附近的支护，并在工作面迎头打好坚固的立柱和拦板。

b.清理巷道、挖好排水沟。探水钻孔位于巷道低洼处时，必须配备与探放水量相适应的排水设备。

c.在打钻孔地点或附近安装专用电话。

②技术人员必须亲临现场，依据设计，确定主要探水钻的位置、方位、角度、深度以及钻孔数目。

③预计水压较大的地区，探水孔进之前，必须安装好孔口管和控制闸阀，进行耐压试验，达到设计承受的水压后，方可继续钻进。特别危险的地区，应有躲避场所，并规定避灾路线。

④钻孔水压过大时，采用反压和有防喷装置的方法钻进，并有防止孔口管和突然鼓出的措施。

⑤钻进时发现矿（岩）松软、片帮或钻孔中的水压、水量突然增大，以及有顶钻等异常状况时，必须停止钻进，但不得拔出钻杆，切断电源，立即撤出受水威胁的人员，并派人监测水情。然后报告项目部，采取措施，进行处理。

⑥钻孔放水前，必须估计积水量，根据矿井排水能力和水仓容量，控制放水流量；放水时，必须设专人监测钻孔出水情况，测定水量、水压，做好记录。若水量突然变化，必须及时处理，并立即报告项目部。

⑦排除上山的积水以及恢复被淹井巷前，必须有矿山救护队检查水面上的空气成分，发现有害气体，必须及时处理。排水过程中，有害气体有突然涌出的可能，必须制定安全措施。

8.4.6 机电和运输安全可靠性

该矿开采方式为地下开采，运输线路均按设计规范和安全规程要求进行设计，其安全适应性满足有关规定。

矿山电气设备传动部分，设置保护罩或保护网及警示标志。矿山电气设备、线路，设有可靠的防雷、接地装置，并定期进行全面检查。为保证电器设备的安全，接地、联锁保护、防雷设施等均按设计规范充分考虑。变配电站采用独立避雷针保护，接地电阻小于0.5欧姆。进出配电室、控制室的电力电缆金属外皮、或非铠装电缆金属保护管应做接地。敷设在厂区的电缆、桥架及支架每隔50m做重复接地，接地电阻不大于30欧姆。

矿山坑内窄轨运输线路均依据设计规范和安全要求设计，其安全适应性满足国家有关规定。井下所有正常情况下不带电的电气设备金属外壳均需可靠接地，井下用电设备应形成统一的接地网。各用电设备设有专用受电开关，停送电要挂牌工作。

8.4.7 爆破作业的安全可靠性

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

8.4.8 运输设备的安全可靠性

运输线路均以设计规范和安全要求设计，其安全适应性满足国家有关规定。由于井下采用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。

8.4.9 防雷、接地的可靠性分析

矿区高耸建筑物均设置防雷击措施。

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

井下采区变电所变压器低压侧设漏电保护，井下采区变电所变压器低压侧为中性点不接地系统。架空线路出线端和柱上变压器高压侧装设阀式避雷器，所有正常情况下不带电的电气设备金属外壳均需可靠接地。

8.5采空区的影响及安全治理措施

对矿区内以前开采的空区进行详细调查，圈定采空区的范围，局部坍塌对采空区实际体积的量测受一定影响，因此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，留出保安矿柱；对已有采空区进行封闭处理。在采矿过程中，加强空区的探测，以确保采矿安全。

地下开采须按照《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》配置相应设备。

8.6预防矿山火灾

在炸药库、易燃品存放地点附近，严禁吸烟和明火取暖。为避免和防止可能发生的火灾，要加强对职工防火意识的教育，对爆破器材库，严格按安全规程进行防火、防爆设计和管理，设置消防设施。设置消防水池，生产水池兼做消防水池时应设置消防水不为他用的措施，沿厂区道路铺设环状消防通管道，并按要求设地下消火栓，按规范对需要设室内消火栓的车间、库房及办公楼等设室内消火栓。厂内道路除满足生产运输、检修要求外，还充分考虑消防安全的要求，建、构筑物之间的距离大于8m。在关键地带设置有消防栓及灭火器，并配置消防器材。矿山每年应编制矿山防火计划。坑内一旦发生火灾，风机系统可立即进行反转或停转以控制火灾的迅速蔓延。

8.7预防矿山水灾

矿区地表水与地下水具一定的水力联系，矿区地下水的主要补给源是大气降水，沿风化、构造裂隙及其破碎带垂直渗入和上游地表水体的侧向渗入补给，其次是上部含水层下渗补给下伏含水层，由地势高的位置向地势低的位置径流，以下降泉、潜流、蒸发或人工排泄方式排泄。在回采过程在，地表会形成塌陷区和

移动带，且地表地形较为平坦，汇水面积较大。为防止地表降雨灌入回采工作面，需在地表开采移动带外围设置截洪沟，以保证矿床回采时的安全。

井下开采时各阶段的涌水和生产废水，通过各阶段水沟流至下中段，然后通过水泵将矿井涌水经主提升井排到地表。在上部中段回采时，有可能存在老硐内存有一定量的积水，开采时要求先行观察，必要时打超前钻进行探水，并观察水质和水量的变化，发现大的涌水，应及时采取堵孔或者引流排放的措施。若有透水，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。

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

8.8矿山安全救护及装备

矿山环境保护与劳动安全卫生工作，实行一级机构二级管理：公司设专职矿山安全管理干部1人，执行监督管理各工段的“三废”达标排放和保障劳动者的安全、卫生。贯彻执行公司制订的全矿各种岗位的安全操作规程，并负责职业危害预防、安全教育培训、生产安全事故管理、重大危险源监控和重大隐患整改、设备安全管理、安全生产档案管理、安全生产奖惩等制度，负责组织安全生产检查、监督和技术指导工作。

8.10工业卫生

8.10.1 防尘措施

矿山的产尘点主要为采场，采场内产尘点采用喷雾洒水、湿式作业及加强个人防护（工作人员戴防尘口罩）等综合防尘措施。坑口至矿石堆场、场区道路，采用洒水车进行洒水降尘。

8.10.2 降噪措施

凿岩机、空压机、主扇等在工作中产生的噪声，易引发伤害事故。设计中主扇放在回风井回风巷风机硐室内。职工宿舍均远离采矿井口和空压机房，同时采取隔离、吸音措施，减少噪声的传递扩散。生产中要求企业加强个人防护配备，

减少噪声的危害，对噪声大的设备安装弹性橡胶垫和减振器。对噪音大的作业岗位，设置隔音值班室，以屏蔽噪声源和减少接触噪声源时间。

8.10.3 防炮烟中毒

在采掘爆破时，会产生大量炮烟，炮烟中含有大量的CO、NOx气体，使氧气含量降低。这些气体直接危害着人体健康而发生炮烟中毒。为此，爆破后必须有足够的通风时间，炮烟被稀释，空气质量达到要求后，人员才能进入；加强通风，局部通风不良的场所，采用局扇通风。

8.11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。

（1）监测监控系统

矿山应建立采掘工作面安全监测监控系统，实现对采掘工作面一氧化碳等有毒有害气体浓度，以及主要工作地点风速的动态监控。

（2）井下人员定位系统

设置井下人员定位系统。在井下设置摄像头监控系统，在竖井口设置人员出入井记录。

（3）坑内设置紧急避险系统

根据《金属非金属地下矿山紧急避险系统建设规范》（AQ2033-2011），每个矿井至少要有两个独立的直达地面的安全出口，安全出口间距不小于30m；每个生产中段必须有至少两个便于行人的安全出口，并和通往地面的安全出口相通；每个采区必须要两个便于行人的安全出口，并经上、下巷道与通往地面的安全出口相通。

生产中段在最低安全出口以下垂直距离超过300m的矿山，应在最低生产中段设置紧急避险设施；

（4）压风自救系统

矿山应按照为采掘作业的地点在灾变期间能够提供压风供气的要求，建立完善的压风自救系统。空气压缩机应安装在地面。井下压风管路应采用钢管材料，并采取防护措施，防止因灾变破坏。

（5）供水施救系统

矿山应按照为采掘作业的地点及灾变时人员集中场所能够提供水源的要求，建立完善的供水施救系统。井下供水管路应采用钢管材料，并加强维护，保证正常供水。

（6）井下通信联络系统

在采矿工业场地设生产调度站，内设10门调度总机，在空压机站、井口、中段采场、通风机房等设调度电话，以便对采场进行生产调度和电话通讯，及时了解井下生产和安全情况。

该矿山属于已建矿山，其“六大系统”必须纳入矿山安全设施“三同时”进行设计、建设和使用。企业应委托有资质的资质的设计单位进行设计，矿山安全设施在通过安全主管部门的审批后，企业在生产过程中严格按照提出的有关要求及批复意见采取相应措施，就能达到国家对矿山生产企业的安全要求。

8.12安全及工业卫生投资

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

9经济效益评价

9.1劳动定员

根据本矿生产岗位和经营管理的需要，本着精简高效的原则编制本企业劳动定员。全矿职工总人数208人，其中：管理人员35人，采矿80人；选矿75人；后勤及辅助生产人员18人。职工平均工资按6.0万元/年进行测算。

9.2投资估算

矿山所有固定资产投资和流动资金均由采矿权人自筹。根据矿山现状，项目总投资21563.1万元，其中井巷工程投资6899万元，房屋建筑及构筑物投资8700万元，机器设备购置2547万元，安装工程投资555.4万元，其他费用2861.7万元。

按费用性质划分新增投资和利旧投资分别见表9-1和9-2。

表9-1 总投资按费用性质划分估算表

费用名称	地表建筑	井巷工程	机器设备	安装工程	其它费用	合计	备注
I 工程费用	8700	6899	2547	555.4		18701.4	
II 其它费用					683.55	683.55	
III 预备费					678.15	678.15	
W 流动资金					1500	1500	
估算总价值	8700	6899	2547	555.4	2861.7	21563.1	
占投资比例（%）	40.35	31.99	11.81	2.58	13.27	100	

本项目利旧投资共计3474万元（净值）；本次改扩建项目设计投资为21563.1-3474=18089.1万元。

9.3成本估算

参照本区类似矿山生产实际，结合本矿山前期实际生产成本，本次设计估算单位矿石综合成本为654.00元/t。其中，折旧费用按照《有色金属工业技术经济设计规范》进行计算，矿石总成本构成见表9-2。

表9-2 原矿总成本构成表（元/t）

序号	项目	采矿	选矿	其它	合计
1	生产成本	293	318		611
1.1	外购材料	150	160		310
1.2	燃料	37	43		80
1.3	动力	30	36		66
1.4	工资及福利	48	45		93

1.5	折旧			40	40
2	维简费			15	15
3	矿山安全费用			10	10
4	环境治理费用			8	8
5	财务费用			0	0
6	销售费用			12	12
7	管理费用			20	20
8	总成本费用	265	284	105	654
	减：折旧费			40	40
	维简费			15	15
9	经营成本	265	284	50	599

9.5销售收入

项目达产年生产黄金 405.81Kg,年平均销售收入约 9819.30 万元。

9.4产品销售及价格

矿山企业的最终产品为金精矿，综合近五年金价格及后期走势分析，结合矿山服务年限等具体情况，本次开发利用方案产品售价为:项目产出的精矿品位 90×10^{-6}，合质金按 284 元/g（不含税价）计价，参考国家关于金精矿含金属计价系数，设计取值 85.2%，本次设计本着经济评价稳妥、可靠的原则，金精矿含金属按 241.968 元/g 计算。每吨金精矿售价 21777.12 元。

9.6销售税金及附加

本项目为黄金矿山，根据财税【2002】142 号文《财政部国家税务总局关于黄金税收政策问题的通知》：黄金生产和销售单位销售黄金（不包括标准黄金）和黄金矿砂（含伴生金），免征增值税；黄金交易所会员单位通过黄金交易所销售标准黄金（持有黄金交易所开具的《黄金交易结算凭证》），未发生实物交割的，免征增值税；发生实物交割的，由税务机关按照实际成交价格代开增值税专用发票，并实行增值税即征即退的政策，同时免征城市维护建设税、教育费附加。

根据《甘肃省地方税务局关于全面推进资源税改革有关问题的通知》（甘财税法[2016]54 号），“金矿以标准金锭为征税对象，纳税人销售金原矿、金精矿

的，应比照上述规定将其销售额换算为金锭销售额缴纳资源税”，该通知中，金精矿的税率为3%，资源税=年产金锭销售额×资源税税费≈294.58万元。

9.7利润总额

项目达产年平均利润总额约695.72万元。

9.8所得税

所得税税率25%，项目达产年平均所得税约173.93万元。

9.9税后利润

项目达产年平均税后利润约21.79万元。

9.10综合技术经济指标

项目综合技术经济指标见表9-3。从项目财务指标来看，项目财务指标好，项目是经济可行的。

表 9-3 综合技术经济指标

序号	指标名称	单位	数量	备注
一	地质			
1	地质储量	万吨	320.05	122b+332+333
2	设计利用地质储量	万吨	239.33	122b+332+333*60%
3	平均品位	1×10^{-6}	3.71	
4	Au 金属量	kg	8877	
二	采矿			
1	矿山规模	t/d	450	
		t/a	135000	
2	服务年限	a	19.26	
3	损失率	%	12.00	矿山核定
4	贫化率	%	10.00	矿山核定
5	出矿品位	1×10^{-6}	3.34	
6	采出矿量	万吨	234.01	
7	Au 金属量	kg	7815.99	
三	选矿			
1	处理能力	t/d	450	
2	年处理矿石量	t/a	135000	
3	入选品位	1×10^{-6}	3.34	
4	回收率	%	90.00	
5	年产 Au 金属量	kg	405.81	
四	建设总投资	万元	21563.1	
五	单位成本及费用	元/t	654	
六	经济效果及财务评价			
1	销售价格 Au 金属	元/g	241.968	五年均价 284*85.2%
2	年销售收入	万元	9819.3	
3	年生产成本	万元	8829	
4	资源税	万元	294.58	3%
5	年总利润	万元	695.72	
6	年所得税	万元	173.93	25%
7	流动资金	万元	500	
8	年净利润	万元	21.79	
9	年利润差	万元	673.93	
10	投资利润率	%	3.23	
11	静态投资回收期	a	2.20	
	动态投资回收期	a	2.80	

10开发利用方案简要结论

10.1保有资源储量

据报告：在标高1782m-1198m的矿权平面范围内，控制的（122b+332）类资源量（G+D）矿石量1182470吨，金属量4287千克，平均品位3.63×10^{-6}，占矿权平面范围内资源量的34.96%。其中122b类工业矿石量771704吨，金属量3542千克，平均品位4.59×10^{-6}；332类低品位矿石量410764吨，金属量744千克，平均品位1.81×10^{-6}。推断的（333）类资源量（G+D）矿石量2018031吨，金属量7651千克，平均品位3.79×10^{-6}，推断的资源量占矿权平面范围总资源量的62.39%。合计保有资源/储量矿石量3200499吨，金属量11937千克，平均品位3.73×10^{-6}。

10.2设计利用资源储量

矿山推荐采深为1782m-1198m。根据有关设计规程和规定，对控制的经济基础储量（122b）、控制的内蕴经济资源量（332），工程控制程度较高，本次设计全部进行利用；推断的内蕴经济资源量（333）控制程度低，可靠性较低，因此本次设计按0.6的可信度系数进行计算。在标高1782m-1198m的矿权平面范围内，控制的（122b+332）类资源量（G+D）矿石量1182470吨，金属量4287千克，平均品位3.63×10^{-6}，占矿权平面范围内资源量的34.96%。其中122b类工业矿石量771704吨，金属量3542千克，平均品位4.59×10^{-6}；332类低品位矿石量410764吨，金属量744千克，平均品位1.81×10^{-6}。推断的（333）类资源量（G+D）矿石量2018031吨，金属量7651千克，平均品位3.79×10^{-6}，推断的资源量占矿权平面范围总资源量的62.39%。合计设计利用资源/储量矿石量239.33万吨，金属量8877千克，平均品位3.71×10^{-6}。

10.3生产能力及服务年限

矿山生产规模为 13.5×10^{4}t/a，矿山服务年限为 20a，其中基建期 0.5a，达产 19a，减产期 0.5a。

10.4产品方案

矿山最终产品为金精矿，平均品位 3.73×10^{-6}，伴生银平均品位 6.93×10^{-6}。

10.5采选工艺方案

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，设计推荐采用浅孔留矿采矿法，采矿损失率 12%，贫化率 10%。

选矿采用原矿经两段闭路破碎后粗磨，磨矿粒度为－200 目达 50％～55％左右，再经二次再磨（两段闭路磨矿），磨矿粒度为－200 目达 80％左右后经一次粗选，三次扫选，三次精选，金的回收率为 90％左右，金精矿品位 90×10^{-6}。

10.6厂址及开拓运输方案

10.6.1 厂址方案

采矿工业场地分别布置在竖井工业场地附近，包括坑口值班室、材料库房、空压机房及变配电室等。生活区、选矿工业场地、尾矿库等利用现有设施不变。废石堆场利用已有设施不变。

地表炸药库利用已有设施，位于采矿工业场地南侧。

矿区总体布置见矿区总体布置图。

10.6.2 开拓运输方案

（1）开拓系统

根据矿体赋存条件、地形特点、矿山规模、总体布置及已有工程设施等因素，开拓运输方案均应在矿山已有工程的基础上考虑。本次开发利用首采地段布置在K20号主矿体，由于已形成的3、5号竖井均布置在K20号主矿体的错动界线以内；4号探矿井位于主矿体东翼，距离本次设计主要开采的K20号主矿体直线距离约400m，相距较远，因此，本次设计不再利用原有4号竖井，拟定在K20号主矿体下盘新建一条竖井，作为矿山生产主提升，与已经建设的3、5号竖井联合开拓运输方案。

主提升井：为罐笼井，位于矿体东侧下盘端部，地表岩体错动界线外31m。竖井井口坐标：X=　　，Y=　　。井口标高1772m，最低拟开采水平1221m，井底标高1198m（包括井底水窝23m）。竖井设计深度574m，原设计井筒净直径3.5m，后期经论证改为井筒净直径4.6m，由中国冶金矿业鞍山冶金设计研究院有限责任公司设计。竖井内敷设排水管、压气管、供水管、电缆和梯子间，担负每个开采水平的矿石、岩石、材料、设备和人员的提升任务并兼作入风井和安全出口。

出风井：位于矿体西侧下盘端部，错动界线之外60m。井口中心坐标为：X=　　,Y=　　,井口标高1773m,井底标高1301m,井深471m,井筒净直径2.5m，并与各阶段水平巷道相通，形成对角抽出式通风系统。该出风竖井设有梯子间，排污风兼作安全出口。

（2）运输系统。

①矿石运输：各中段采出的矿石，经矿石溜井漏斗放矿，矿石装入0.7m3矿车，由人力将矿车沿中段运输平巷运至竖井井底车场由竖井提升出地表，再用人力推至地面矿石堆场。

②废石运输:废石运输线路与矿石运输线路相同，运至地面后倒入排土场堆放。

③设备、材料和人员运输：设备、材料和人员从竖井提升运输，经各中段运输平巷到达各采场，经人行通风天井送达各作业地点。

（3）中段划分

本次设计主要开采矿体为K20号主矿体，根据前期《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》(截止2019年6月)及贵州天宝矿产资源咨询服务有限公司《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿3万t/a采矿工程初步设计》，前期已完成1695m、1663m、1643m、1606m四个中段，本次设计在此基础上往深部设计中段（1606-1198m），按照35米段距设计水平巷道，中段标高从上往下分别1571m、1536m、1501m、1466m、1431m、1396m、1361m、1326m、1291m、1256m、1221m，底部为井底水窝。

10.7项目综合效益评价

项目总投资21563.1万元，其中井巷工程投资6899万元，房屋建筑及构筑物投资8700万元，机器设备购置2547万元，安装工程投资555.4万元，其他费用2861.7万元。

综合技术经济指标表见表10-1。

表10-1 综合技术经济指标

序号	指标名称	单位	数量	备注
一	地质			
1	地质储量	万吨	320.05	122b+332+333
2	设计利用地质储量	万吨	239.33	122b+332+333*60%
3	平均品位	1×10^{-6}	3.71	
4	Au金属量	kg	8877	
二	采矿			
1	矿山规模	t/d	450	
		t/a	135000	
2	服务年限	a	19.26	
3	损失率	%	12.00	矿山核定
4	贫化率	%	10.00	矿山核定
5	出矿品位	1×10^{-6}	3.34	
6	采出矿量	万吨	234.01	
7	Au金属量	kg	7815.99	
三	选矿			
1	处理能力	t/d	450	
2	年处理矿石量	t/a	135000	
3	入选品位	1×10^{-6}	3.34	
4	回收率	%	90.00	
5	年产Au金属量	kg	405.81	
四	建设总投资	万元	21563.1	
五	单位成本及费用	元/t	654	
六	经济效果及财务评价			

序号	指标名称		单位	数量	备注
1	销售价格	Au 金属	241.968	241.968	五年均价 284*85.2%
2	年销售收入		万元	9819.3	
3	年生产成本		万元	8829	
4	资源税		万元	294.58	3%
5	年总利润		万元	695.72	
6	年所得税		万元	173.93	25%
7	流动资金		万元	500	
8	年净利润		万元	21.79	
9	年利润差		万元	673.93	
10	投资利润率		%	3.23	
11	静态投资回收期		a	2.20	
	动态投资回收期		a	2.80	

项目达产年生产黄金 405.81Kg,年平均销售收入约 9819.30 万元。其中，资源税 294.58 万元，项目达产年平均利润总额约 695.72 万元，所得税税率 25%，项目达产年平均所得税约 173.93 万元，项目达产年平均税后利润约 21.79 万元。

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

10.8存在的主要问题及建议

（1）加强深部探矿工作，提交高级别资源储量，指导矿山生产。

（2）合理利用资源，贫富搭配，杜绝采富弃贫、浪费资源，采取有力措施，提高采矿、选矿回收率，降低贫化率和生产成本，延长矿山服务年限，提高经济效益。

第二部分

矿山地质环境保护与土地复垦方案

瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司
钻井沟金矿
矿山地质环境保护与土地复垦方案

提交单位：瓜州县鑫港矿业开发有限公司

编制单位：甘肃省地质调查院

编制时间：2021 年 4 月

矿山地质环境保护与土地复垦方案信息表

<table>
<tr><td rowspan="6">矿山企业</td><td>企业名称</td><td colspan="3">瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td>宋廷莆</td><td>联系电话</td><td>15009375111</td></tr>
<tr><td>单位地址</td><td colspan="3">甘肃省瓜州县柳园镇南西 32 公里处</td></tr>
<tr><td>矿山名称</td><td colspan="3">钻井沟金矿</td></tr>
<tr><td rowspan="2">采矿许可证</td><td colspan="3">新申请持有 □ 延续√</td></tr>
<tr><td colspan="3">以上情况请选择一种并打“√”</td></tr>
<tr><td rowspan="9">编制单位</td><td>单位名称</td><td colspan="3">甘肃地质调查院</td></tr>
<tr><td>法人代表</td><td colspan="3">余君鹏</td></tr>
<tr><td rowspan="8">主要编写人员</td><td>姓名</td><td>职责</td><td>联系电话</td></tr>
<tr><td>王记周</td><td>矿产地质</td><td>15002593531</td></tr>
<tr><td>高永伟</td><td>区域地质</td><td>13919145838</td></tr>
<tr><td>施小彬</td><td>矿产地质</td><td>15117097253</td></tr>
<tr><td>武鑫</td><td>测量</td><td>15002647893</td></tr>
<tr><td>彭 新</td><td>经济师</td><td>18693071683</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>审查申请</td><td colspan="4">我单位已按要求编制矿山地质环境保护与土地复垦方案，保证方案中所引数据的真实性，同意按国家相关保密规定对文本进行相应处理后进行公示，承诺按批准后的方案做好矿山地质环境保护与土地复垦工作。
请予以审查。

申请单位（矿山企业）盖章

联系人： 联系电话：</td></tr>
</table>

矿山地质环境保护与土地复垦方案编制人员表

姓名	专业	职称	职务	单位	编制章节
王记周	矿产地质	高级工程师	项目负责	甘肃省地质调查院	项目统筹，方案统稿
高永伟	区域地质	高级工程师	技术负责		第3、4、5、6、8、9章矿山环境保护部分，野外调查
施小彬	矿产地质	工程师	技术员		方案1、2章，以及3、4、5、6、8、9章土地复垦部分，图件编制
武 鑫	测量	工程师	技术员		野外测量及图件编制
彭 新	经济师	高级经济师	预算		第7章经费估算部分

目录

前言 193

一、任务的由来 193

二、编制目的 194

三、编制依据 138

四、方案年限 198

五、编制工作概况 198

第一章矿山基本情况 202

一、矿山简介 202

二、矿山范围及拐点坐标 203

三、矿山开采历史与现状 204

第二章矿区基础信息 210

一、矿区自然地理 210

二、矿区地质环境背景 212

三、矿区社会经济概况 232

四、矿区土地利用现状 232

五、矿山及周边其他人类重大工程活动 233

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析 233

第三章矿山地质环境影响和土地损毁评估 235

一、矿山地质环境与土地资源调查概述 235

二、矿山地质环境影响评估与预测 236

三、矿山土地损毁评估与预测 249

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围 255

第四章矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析 261

一、矿山地质环境治理可行性分析 261

二、矿区土地复垦可行性分析 262

第五章矿山地质环境治理与土地复垦工程 269

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防 269

二、矿山地质灾害治理.....273
三、矿区土地复垦.....275
四、含水层修复.....278
五、水土环境污染修复.....278
六、矿山地质环境监测.....279
七、矿区土地复垦监测和管护.....281
第六章矿山地质环境治理与土地复垦工作部署.....283
一、总体工作部署.....283
二、阶段实施计划.....283
三、近期年度工作安排.....284
第七章经费估算与进度安排.....286
一、经费估算依据.....286
二、取费标准和计算方法的说明.....286
三、经费估算.....290
四、总费用汇总与进度安排.....294
第八章保障措施与效益分析.....295
一、组织保障.....295
二、技术保障.....295
三、资金保障.....296
四、监管保证.....297
五、效益分析.....298
六、公众参与.....298
第九章结论与建议.....301
一、结论.....301
二、建议.....302

附图目录

图号	顺序号	图名	比例尺
1	1	瓜州县钻井沟金矿矿山地质环境现状图	1：2000
2	2	瓜州县钻井沟金矿土地利用现状图	1：2000
3	3	瓜州县钻井沟金矿矿山地质环境预测评估图	1：2000
4	4	瓜州县钻井沟金矿矿土地损毁预测图	1：2000
5	5	瓜州县钻井沟金矿矿山地质环境保护工程部署图	1：2000
6	6	瓜州县钻井沟金矿矿山土地复垦工程部署图	1：2000

附件目录

1.瓜州县钻井沟金矿矿山地质环境现状调查表

2.瓜州县钻井沟金矿公众调查表

3.矿区典型照片

4.土地复垦承诺函

前言

一、任务的由来

钻井沟金矿位于甘肃省瓜州县。矿业权人为瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司。矿山为生产矿山，目前建成以浮选为主导工艺的选矿厂及办公室等基础设施，生产规模为3万吨/年。根据《甘国土资矿发〔2018〕33号》精神，矿山变更了采矿权平面范围内的采深，需重新办理采矿证。瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司委托辽宁省第十一地质大队对钻井沟金矿完成了资源量核实，编制了《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》。2020年3月31日甘肃省自然资源厅储量评审中心评审完成了对《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》的评审备案工作。

为顺利办理采矿证，2020年12月甘肃省瓜州县鑫港矿业开发有限公司委托甘肃省地质调查院编制《甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿产资源开发利用方案与恢复治理方案》（以下简称三合一方案）。原采矿权范围：

1、4544958.99，32435048.08

2、4545720.47，32436899.66

3、4545239.06，32437083.14

4、4544478.43，32435206.59

原采矿证相关信息：

采矿证号：C6200002014044140133891

采矿标高：1782m至1643m。

采矿权人：瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司

矿山名称：瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：金矿

开采方式：地下开采

生产规模：3.00万吨/年

有效期限2014.04.24-2024.04.24

面积：1.0267km^2

发证机关：甘肃省国土资源厅

《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》作为本次三合一方案编制的主要依据。

二、编制目的

《矿山地质环境保护与土地复垦方案》编制的主要目的是通过对已开采矿山地质环境现状、土地损毁情况进行调查与评估，对今后开采可能产生的地质环境破坏、土地损毁情况进行预测，对矿山今后的开发利用提出合理建议，针对矿山企业在建设、开采、闭坑各阶段的矿山环境保护与土地复垦提出意见，最大限度地减轻矿业活动对地质环境的影响和对土地的破坏，实现矿山地质环境的有效保护与恢复治理，落实矿山企业对矿山地质环境保护与恢复治理义务，为矿山企业实施矿山地质环境保护、治理和土地复垦提供技术支撑，并且为政府行政主管部门对矿山地质环境的有效监督管理提供依据。主要任务为：

1.收集资料，开展矿山地质环境调查，查明矿区地质环境条件复杂程度，现场调查矿山的地质环境现状和土地利用现状。

2. 根据矿山地质环境现状，进行矿山地质环境影响现状评估与已损毁各类土地现状评估。

3.在现状评估的基础上，根据矿山开发利用方案、采矿地质环境条件，进行矿山地质环境影响预测评估与拟损毁土地预测评估。

4.根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估，进行矿山地质环境保护与恢复治理分区；根据矿山土地损毁现状评估和预测评估，划分矿山土地复垦区，确定复垦责任范围。

5.提出矿山地质环境保护、预防和恢复治理技术措施；提出矿区土地复垦技术措施。

6.安排矿山地质环境保护与土地复垦工程，制定矿山地质环境监测工作方案。

7.进行恢复治理与土地复垦工程经费概算。

三、编制依据

（一）法律、法规依据

1、《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；

2、《中华人民共和国土地管理法》（2019.8.26）；

3、《中华人民共和国土地管理法实施条例》（2021.4.21）；

4、《土地复垦条例》（国务院第 592 号令，2011.3）；

5、《国土资源部关于贯彻实施<土地复垦条例>的通知》（国土资发[2011]50 号）；

6、《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）；

7、《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）；

8、《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）

9、《甘肃省绿色矿山建设工作方案》（甘国土资发[2017]228 号）

10、《甘肃省绿色矿山建设要求及评定办法》（甘国土资规[2018]4 号）

（二）政策依据

1．《矿山地质环境保护规定》（国土资源部令第 44 号）；

2．《国土资源部办公厅关于做好矿山地质环境保护与土地复垦方案编报有关工作的通知》（[2009]74 号文）；

3．《国土资源部关于加强地质灾害危险性评估工作的通知》（国土资发[2004]69 号文）；

4.《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)；

5.《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）；

6.《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）；

（三）技术标准依据

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

4.《土地利用现状分类》GB/T21010-2017；

5.《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；

6.《滑坡防治工程勘查规范》GB32864-2016；

7.《岩土工程勘察规范》GB50021—2009；

8.《建筑边坡工程技术规范》GB50330—2013；

9.《开发建设项目水土保持方案技术规定》SL204-98；

10.《水土保持综合治理技术规定》GB/T16453-1996；

11.《污水综合排放标准》GB8978-2015；

12.《地表水环境质量标准》GB3838-2002；

13.《地下水水质标准》DZ/T00290-2015；

14.《矿山地质环境监测技术规范》DZ/T0287-2015；

15.《土地复垦质量控制标准》TD/T1036-2013；

18.《生产项目土地复垦验收规程》TD/T1044-2014。

（四）资料依据

钻井沟金矿位于甘肃省瓜州县。矿山为生产矿山，目前建成以浮选为主导工艺的选矿厂及办公室等基础设施，生产规模为 3 万吨/年。根据《甘国土资矿发

〔2018〕33 号》精神，矿山变更了采矿权平面范围内的采深，需重新办理采矿证。2020 年 12 月甘肃省瓜州县鑫港矿业开发有限公司委托甘肃省地质调查院编制三合一方案。

（1）《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿产资源开发利用方案与恢复治理方案》编制委托书，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司，2020年12月7日。

（2）《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》，辽宁省第十一地质大队，2019年12月。

（3）关于《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明(甘资储备字[2020]29号)，甘肃省自然资源厅，2020年5月6日。

（4）《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》评审意见书（甘资储评字[2020]20号、甘资储评总字1959号)，甘肃省矿产资源储量评审中心，2020年3月31日。

（5）矿区已有地质、工程地质、水文地质和环境地质及气象水文等资料；

（6）矿区实地勘查及搜集的相关资料。

（五）编制原则

1.方案编制严格遵循国家、甘肃省颁布的有关法规、政策和技术规程、规范。

2.坚决贯彻执行“安全、高效、经济、充分利用资源”的原则，达到少投入、多产出的目的。

3.以经济效益为中心，业主利益、国家税收、社会效益最大化为目的，开发利用方案必须从我国国情、国策和地区实情出发，充分利用客观条件的优势，实事求是，从实际出发寻求综合技术效益最优的建设方案，力争做到投资省、经营成本低、经济效益好。

4.重视资源的综合利用，减少损失率、降低贫化率，最大限度地利用资源。

5.重视矿山安全生产、环境保护，加强水土保持工作，严格执行有关法规和政策。

6.各主要技术方案应进行方案技术经济比较，推荐最佳方案。

7.采矿装备水平应结合实际情况，做到适用并便于维修。

四、方案年限

本次编制的《甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿产资源开发利用方案与恢复治理方案》适用年限按照“国土资源部《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（DZ/T223-2016）”的规定，依据矿山采矿许可证的核发年限来确定。

根据《开发利用方案》，根据《开发利用方案》，设计利用矿产资源储量：2595059 吨。矿山生产规模：135000 吨/年。矿山服务年限为 20 年。

考虑矿山闭坑后还有 1-2 年的矿山环境和土地复垦的管护期，所以本方案的适用年限为 5 年，期间如出现企业发展、矿山开采变化等，要适时调整方案或重新编制；出现影响矿区地质环境的重大问题或进行技术改造时，需针对单项问题进行专门性方案的补充编制或重新编制。

本方案编制基准年为 2021，方案适用年限为 2022 年~2026 年。若矿山在本方案适用年限期间进行扩能、扩界或其它变更，则需对方案进行调整或重新编制。

五、编制工作概况

（一）工作程序

本次评估严格按照国土资源部颁发的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（DZ/T0223-2011）规定的程序进行。接受瓜州县鑫港矿业开发有限公司委托，充分收集、分析研究已有的资料，进行矿山地质环境及土地资源等调查，确定矿山地质环境评估范围和复垦区，对矿山地质环境影响进行评估和土地复垦适宜性进行评价，提出矿山地质环境保护与土地复垦建议，编制矿山地质环境保护与土地复垦方案报告编写和图件，估算防治经费。《方案》的编制工作程序框图见图 0-1。

图 0-1 工作程序框图

（二）工作方法

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

1.资料收集与分析

在接受委托后，我院成立了专门项目组，在现场调查前收集了瓜州县新港矿业开发有限责任公司的企业资质、采矿权等相关资料，初步掌握了瓜州县钻井沟金矿矿区地质环境条件、矿区区概况及矿区土地利用现状。收集了区内有关地形

图、地质图等图件作为评估工作底图和野外工作用图，结合矿山特点，分析已有资料，确定需要补充的资料，初步确定野外主要调查内容、调查方法和调查路线。

2.野外调查

在对收集的资料初步分析后，项目组于2019年12月23日-12月31日进行了野外调查。在调查过程中，积极走访矿区工作人员和周围居民，查明了矿山开采历史、生产现状、主要地质环境问题的发育和分布及矿区土地利用等情况。野外调查过程中，对重点地段的地质环境问题点和主要地质现象点进行实测描述，调查分析其发生时间、基本特征、危害程度，并对其进行GPS定位、数码拍照、航飞测量和填制调查表格等工作，并及时调整室内设计的野外调查路线，优化野外调查工作方法。

3.室内资料整理及综合分析

在综合分析研究已有资料和现场调查的基础上，编制了甘肃省瓜州县钻井沟金矿土地利用现状图（1:1000）、甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿山地质环境问题现状图（1:1000）、甘肃省瓜州县钻井沟金矿土地损毁预测图（1:1000）、甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿山地质环境问题预测图（1:1000）、甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿山土地复垦规划图（1:1000）、甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿山地质环境治理工程部署图（1:1000），以图件形式反映评估区地质环境问题的分布、土地利用情况、影响程度和恢复治理工程和土地复垦工程的部署，编写了《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

图件编制统一采用国家2000大地坐标系。

（三）完成的工作量

我院在接受任务后，于2020年12月21日－2020年12月27日进入矿山开展资料收集和野外调查工作，于2020年12月28日转入室内进行综合研究和方案的编制。本次工作共收集各类成果报告资料6份，野外调查面积4km^2，调查路线长度5km，调查地质灾害点1处，1：10000实地航空测量1.0267km^2，GPS定点25个，拍摄地质灾害点、地形地貌照片50张，完成的主要实物工作量见表0-1。

本次工作所完成的工作量和采用的技术方法，完全按照国土资源部颁发的《矿山地质环境保护与土地复垦方案编制指南》（2016 年 12 月）进行，满足编制方案的需要。

表 0-1 主要实物工作量统计表

序号	项目	单位	工作量
1	野外地面调查（1：10000）	km^2	4
2	地质调查路线	km	5
3	1：10000实地航空测量	km^2	1.0267
4	地质灾害点调查	处	1
5	收集、借阅资料	套	6
6	地质地貌照片拍摄	张	50
7	GPS定点	个	25

第一章矿山基本情况

一、矿山简介

瓜州县钻井沟金矿位于甘肃省瓜州县柳园镇西 32 公里处，为生产矿山。北距辉铜山铜矿 7 公里；行政区划隶属于甘肃省瓜州县管辖。兰新铁路自柳园镇通过，312 国道自柳园镇南 5km 处通过，自柳园向西有简易公路可达矿区，交通便利（图 1）。工作区地理坐标：东经　　、北纬：　　。

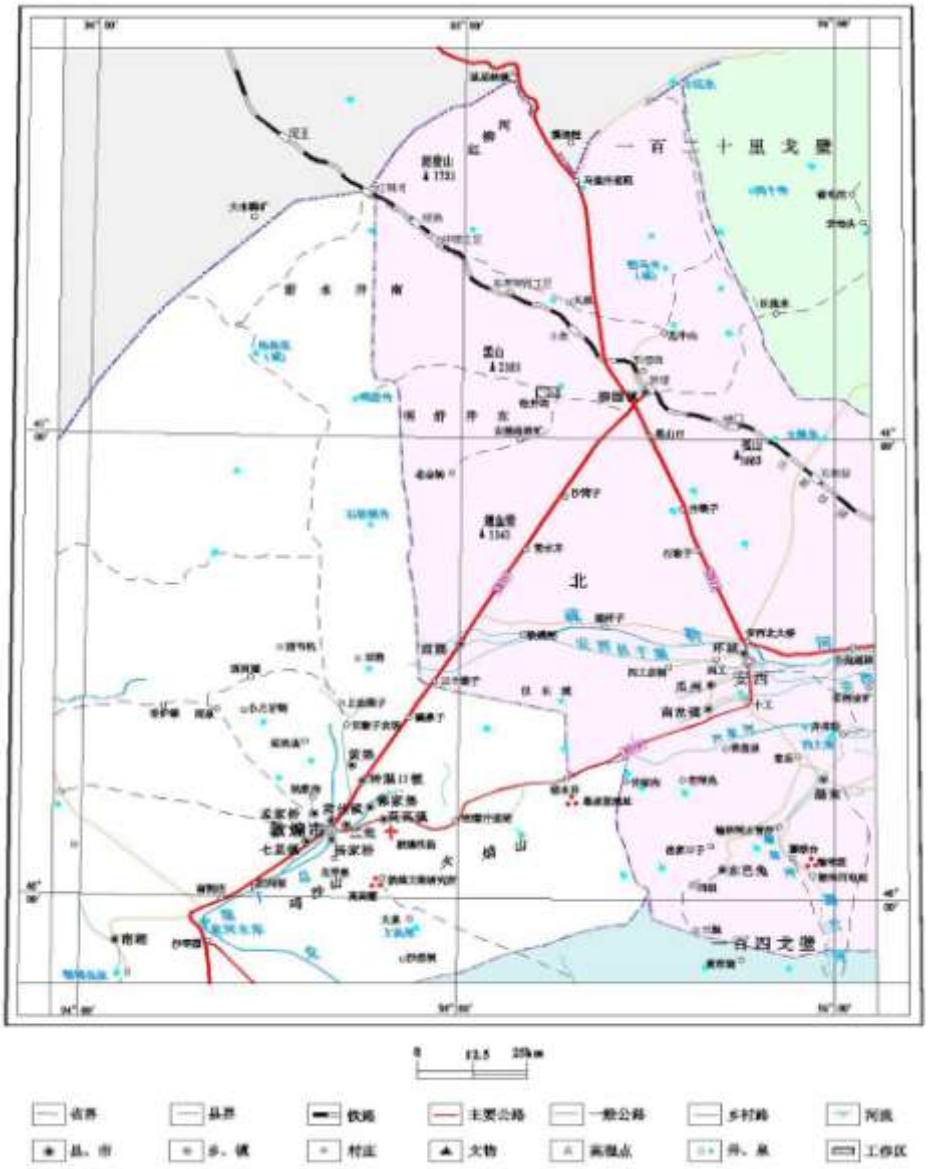


图 1-1 矿区交通位置图

二、矿山范围及拐点坐标

钻井沟金矿采矿权设立后，经历了 2 次矿权变更。2007 年为扩大采深范围，经矿权人申请，二 00 七年五月甘肃省国土资源厅以《甘国土厅矿函[2007]32 号》同意变更采深，2008 年 9 月办理了采矿证，完成第一次矿权变更及延续。2009-2010 年，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司收购了柳园辉铜山有限责任公司钻井沟金矿，2014 年 4 月 24 日甘肃省国土资源厅颁发采矿许可证，完成了第二次矿权变更及延续，矿区平面范围呈矩形，主要内容如下：

采矿证号：C6200002014044140133891

采矿标高 1782m 至 1643m。

采矿权人：瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司

矿山名称：瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿

经济类型：有限责任公司

开采矿种：金矿

开采方式：地下开采

生产规模：3.00 万吨/年

有效期限 2014.04.24-2024.04.24

面积：1.0267km^2

发证机关：甘肃省国土资源厅

拐点坐标见表 1－1。

表 1-1 矿区拐点坐标

拐点编号	54 系 3 度带直角坐标		80 系 3 度带直角坐标		2000 系 3 度带直角坐标	
	x	y	x	y	x	y
1						
2						
3						
4						
5	矿区面积：1.0267km^2					
6	开采标高：1782m 至 1643m					

三、矿山开采历史与现状

（一）矿山开采历史

钻井沟金矿生产大致经历了古人采矿；1991-1995 年西北冶金地质勘探公司五队勘查开发；1995-2005 年零星民间采矿；2005-2007 年柳园辉铜山有限责任公司开采；2008-2010 年瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司开采；2011-2014 年开发利用；2015-2018 年矿山改扩建等矿山建设和开发利用阶段，下面对矿山开发利用情况做一大致介绍。

1、2005 年前矿山开采情况

该矿最早由古人进行过开采，矿床普查初期，矿区遗留有几个露天采坑。1991-1995 年西北冶金地质勘探公司五队在该区进行地质普查工作,并对钻井沟金矿进行了一定程度的开发，该阶段主要对地表及浅部矿体进行了开采，之后一直存在零星民采。因此 2005 前除西北冶金地质勘探公司五队对该矿进行勘查开发外，其余时间矿山开发利用处于无序状态，矿山开发属乱采滥挖。

1991 年-1995 年冶金部西北地质勘探公司五队在钻井沟金矿点进行了普查开发，在核定标高内（1782-1750m），矿山消耗资源量（122b）为矿石量 1.1 万吨，金属量 15 千克，平均品位 6.39×10^{-6}。没有民间采出矿石量相关记录。

2、2005-2007 年柳园辉铜山有限责任公司对矿山开发利用情况

钻井沟金矿 2005 年 9 月取得采矿权（采矿证编号 6200000530202)，矿山也开始进入有序的勘查和开发。2005-2007 年，矿权人柳园辉铜山有限责任公司对钻井沟金矿进行了开发利用，矿山设计由兰州有色冶金设计研究院有限公司编写。

（1）开采方式

矿区内矿体规模小、分布零散，且为透镜状矿体，埋藏较深，故用地下开采，以坑采为主。一般沿矿体走向拉沿脉或垂直矿体拉穿脉，进行生产探矿，边采边探。以平硐和斜井为主进行联合开拓，人工装卸，轻轨运输。

（2）采矿方法

根据矿区矿体长度小、厚度小，倾角陡，品位变化较大的特征选用浅孔留矿法进行开采。

（3）矿山采矿情况

柳园辉铜山有限责任公司利用坑道采矿，对原 5-1 号矿体进行开采，设计年处理矿石能力 1 万吨，由于矿山进行了采矿开拓工程。矿山开采矿石量较少。根据矿山提供的资料，2005 年-2007 年核定标高内（1782-1750m）消耗资源量，（122b）矿石量 2.60 万吨，金属量 158 千克，平均品位 6.08×10^{-6}。但根据 2007 年核实报告，截至 2007 年 12 月 31 日，矿山自开采以来，动用资源量为矿石量 3.00 万吨，Au 金属量 141kg（估算表中实际为动用资源量为矿石量 3.62 万吨，Au 金属量 141kg）。

（4）选矿情况

该矿区未做过矿石可选性试验，但该矿矿石特征与位于该区南西的老金厂金矿大体相同，1987 年长春黄金研究所对老金厂金矿床金矿石进行选矿试验，试验样品原矿含金品位为$6.0\pm0.5\times10^{-6}$，总量1000千克。其中，正样600千克，富矿样200千克，贫矿样200千克。根据矿石中的自然金主要以微细粒金为主，形态为蜂窝状、树枝状、角状、针状、星状、不规则状等，金粒以细粒嵌布为主，对混汞和重选法提金适应性较差。因此，采用全泥氰化法提金较为适宜。

矿石中脉石矿物以石英为主，试验要求磨矿粒度较粗，浸出之后的尾渣沉降速度较快，液固易分离，有利于洗涤作用。故全泥氰化后，确定采用锌粉置换法提金。选矿所采用的技术条件和主要指标如下：

技术条件：磨矿粒度一段 60%（-0.071 毫米含量），二段 75%～80%（-0.071 毫米含量）。浸出矿浆浓度 40%。石灰用量 2400×10^{-6}。氰化钠用量 1000×10^{-6}（浸出开始加 50%，2 小时补加 25%，4 小时补加 25%。浸出时间 24 小时。

主要技术指标：原矿品位 6.03×10^{-6}；金浸出率 90%；金洗涤率 97%；金置换率 98%；金冶炼率 97%；金总回收率 83%；浸渣品位 0.5×10^{-6}。

所以可参考老金厂金矿的可选性试验结果进行可选性类比后。选矿厂采用当时国内通用的全泥氰化法，工艺过程主要为：碎矿、球磨、氰化、吸附、解析、冶炼和尾矿处理。最后所得的成品金的纯度一般都在99.9%以上，获得的副产品是金属银。三率指标，开采回采率 70%，采矿贫化率 10%，选矿回收率为 90%。可见该类矿石用全泥氰化法可获得良好的选别效果，生产实践证明，矿山矿石的加工选冶条件简单，选矿技术指标较高，属简单易选矿石。

3、2008-2010 年矿山开发利用情况

2008 年 3 月采矿证到期，甘肃省地质调查院对采矿权范围内进行了资源/储量核实，提交了《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》，在此基础上于 2008 年 9 月进行了采矿证变更延续工作，本次主要对采深进行了变更。矿山设计由甘肃省建设项目咨询中心编写，矿山开采方式采用地下开采，采矿方法选用浅孔留矿法进行开采，设计生产规模为 1 万吨/年，选矿沿用当时通用的全泥氰化法，与前期采选方法基本一致。

2009 年矿山在探采过程中，发现资源量有了较大幅度的增加。同时在 2009～2010 年期间，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司获得钻井沟金矿的采矿权后，为提高企业效益，决定进行矿石的深加工。业主通过考察后认为全泥氰化法选矿成本过高，开始投资建设以浮选为主导工艺的选矿厂，设计选矿规模 100-150 吨/日，选矿方法为浮选法，产品方案为浮选后销售金精矿。选厂由粗碎站、磨浮车间、脱水车间、试验室及化验室等组成，行政设施设有选矿厂办公室等。设备配置和厂房布置，充分体现流程特点，尽量缩短加工物料的运程，减少反向、重复运输。

2010 年选厂基本建成后，进行了试生产，入选矿石含金 2-3×10^{-6}，嵌布粒度为 0.005～0.01mm，属易选金矿。原矿经破碎后粗磨，磨矿粒度为-200 目达 50％～55％左右，再经二次再磨，磨矿粒度为-200 目达 80％左右后经一次粗选，三次扫选，三次精选，基本每 35 吨原矿生产 1 吨金精矿，金精矿产率约 86%。尾矿品位约 0.35×10^{-6},估算矿山选矿回收率约 90%。

矿山自 2008 年 9 月以来，实际以探矿为主，在矿全范围内共有 3、4、5 号三个竖井进行探矿和采矿作业，3、5 号竖井，通过 1723 米、1695 米二个中段对 X5 号矿体进行开采，主要开采了 5 号井 1723 米-1695 米之间的矿石。根据 2010 年 10 月 30 日核实报告，2008-2010 年共消耗矿石资源量为 2.73 万吨，金属量 58 千克，平均品位 2.12×10^{-6}。采矿回采率 90%，矿石贫化率 15%,金精矿产率 86%。截至 2010 年 10 月 31 日，矿山累计消耗的矿石量 6.43 万吨，金属量 231 千克，平均品位 3.59×10^{-6}。

4、2011-2014 年开发利用

瓜州县钻井沟金矿为生产矿山，至 2011 年矿山的基础建设和设施基本完成。矿山生活区、办公区、地表炸药库、尾矿库、蓄水池、水泵房、废石堆场等设施

齐全；为了扩大生产规模、变更采矿权标高和办理采矿许可证的有偿延续，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司分别委托甘肃省地质调查院于2010年10月完成了《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》，在此基础上委托兰州有色冶金设计研究院有限公司于2011年8月编制了《甘肃省瓜州县钻井沟金矿开发利用方案》，开发方案大致如下。

（1）开采方式

根据矿体的赋存条件，矿区内矿体埋藏较深、分布零散，且多为脉状、透镜状的薄矿体等特点。开发利用方案设计推荐采用地下开采方式，开采方法为浅孔留矿采矿法。

（2）开采顺序

总体开采顺序为按中段自上而下开采。先开采X5号主矿体，并依次开采⑦号、20-1号两个矿体。

（3）矿山工作制度

矿山工作制度采用300d/a，每天3班，每班8h。

（4）建设规模及产品方案

钻井沟金矿为生产矿山，由于矿体规模较小、资源储量有限，结合矿山实际情况，方案推荐的规模为12×10^4t/a（111t/d）。采出矿石通过浮选后获得金精矿直接销售，最终产品方案为金精矿。金精矿销往甘肃白银。

（5）矿区开采范围及开采对象

方案设计采矿范围为采矿权平面范围内1782m～1643m标高之间的区段，开采对象为2010年储量核实报告控制程度较高的X5号主矿体和⑦号、20-1号两个次主矿体。

（6）采矿方案

根据矿体的开采技术条件和赋存特征，矿体规模较小、倾角陡、矿体长度小、厚度小等特点，方案推荐的采矿方案为浅孔留矿采矿方法。

（7）矿山服务年限

根据2010年核实报告，矿山可利用资源量和金矿最低开采规模应为30000吨/年，经计算矿山的服务年限可达10年，其中第一年为基建过渡期，生产规模10000t/a，达产8年，生产规模30000t/a，减产1年。矿山设计生产规模由1万吨/年增加到3万吨/年，核定采深变更为1782—1643米。

（8）矿山开采情况

2011 年-2014 年间，矿山因办理扩大采深、核定生产规模及延续矿权等相关手续，一直处于停产状态。直至 2014 年 4 月 24 日完成了采矿权的延续和深部扩界办理工作，2014 年 7 月矿山恢复了正常采矿工作。矿山自 2014 年 7 月投产以来至 2014 年 11 月 24 日，实际消耗矿石量 0.78 万吨，平均品位为 5.86×10^{-6}，其中采出矿石量 0.66 万吨，损失矿石量 0.12 万吨，损失率 15%，矿山开采回采率 85%。

（二）矿山开发现状

矿业权人为瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司，采矿证在有限期内。矿山为生产矿山，目前建成以浮选为主导工艺的选矿厂及办公室等基础设施，生产规模为 3 万吨/年。根据《甘国土资矿发〔2018〕33 号》精神，矿山变更了采矿权平面范围内的采深，需重新办理采矿证。瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司委托辽宁省第十一地质大队对钻井沟金矿完成了资源量核实，编制了《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》。2020 年 3 月 31 日甘肃省自然资源厅储量评审中心评审完成了对《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》的评审备案工作。

2015 年-2018 年 7 月矿山实施了改扩建工程及竣工环境保护验收工作。该项目由贵州天宝资源咨询服务有限公司完成了《瓜州县—钻井沟金矿 3 万 t/a 采矿工程初步设计》的编写工作。根据设计施工了主竖井，井深 251 米，在 1643 中段形成水泵沧，溶积 532m^3。系统工程对 1666 米中段风巷进行了改造，使五井、三井、主井在 1666 米中段相互贯通，形成了通风系统。施工风巷 160 米，改造风巷折合 90 米。在 1643 米中段施工主运巷到 410 米，通过天井与六号竖井水平贯通。于 2018 年 2 月取得钻井沟《安全生产许可证》。

探矿工程在三号井、五号井、六号井共施工开拓探矿巷道约 2 千米。采准工程在六号井 1680 米标高对 K20-1 矿体，施工采准工程近 700 米。其中包括沿脉、斗川、天井、运输巷等。确定可采矿量 2 万 8 千吨左右，品位在 1.5 至 4 克之间。矿山于 2018 年 7 月 10 日通过了环评验收。

期间矿山没有生产，2015-2017 年由于矿山处于停产没有编制年报资料。2018 年甘肃省地质矿产勘查开发局水文地质工程地质勘察院编制了《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿 2018 年度矿山储量年报》，年报显示由于矿山处于环评验收及环评验收改造阶段，矿山未开采，2018 年全年无消耗储量。

项目总投资为3000万元，其中，基建投资为2100万元，流动资金为900万元。基建投资中井巷工程投资800万元，建筑物及设备投资920万元，其它费用200万元，预备费180万元。项目实施后形成固定资产原值1900万元，无形及递延资产原值200万元。企业达产年实现利润总额1756万元，所得税按利润总额的25%计为243.74万元，税后利润731.23万元。

第二章矿区基础信息

一、矿区自然地理

（一）气象

矿区属大陆干旱半沙漠气候，干燥少雨，夏季酷热，冬季寒冷，日温差较大，年平均气温 9.1℃，平均最高气温 38.8℃，平均最低气温-23.91℃，年平均降水量 46.2mm，年最大降水量为 127.9mm（1979 年），日最大降水量 33.1mm（1947 年 8 月 2 日），年最小降水量 11.9mm（1960 年）。年平均蒸发量 3140.57mm，潮湿系数 0.015，平均相对湿度 40.97%，平均绝对湿度 5.26 毫巴；最大风力 6—9 级。矿区北部为低山丘岭，南部为荒漠戈壁。主要山脉高程一般在 1500m—1800m 之间，相对高差 10—50m，一般为 5—20m。偶有大风、沙尘暴天气，对矿山影响不大。

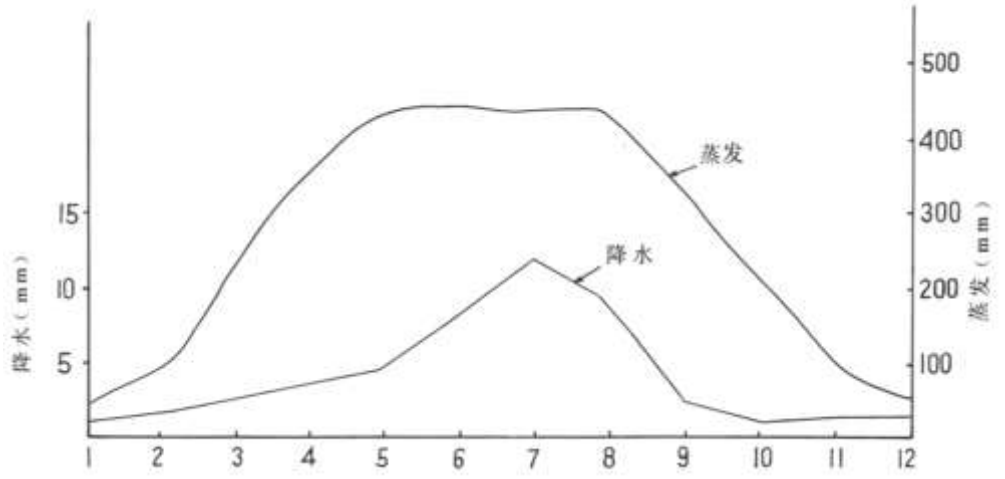


图 2-1 瓜州县气象站多年（1951—1985）月平均降水量与蒸发量图

（二）水文

矿区水文网极不发育，无常年性地表水体。矿区西侧的辉铜山南沟为间歇性洪流形成的干沟。雨季降雨形成洪流，对地下水有一定补给作用。

矿区地下水赋存于前中生界—中生界变质岩、火山岩及砂岩风化裂隙中，其地下水类型为古生界变质岩火成岩裂隙水。矿区由于多次构造运动及长期的风化剥蚀作用，裂隙较为发育，但因缺乏补给来源，含水层富水性较差。单井出水量

小于 150m^3 / d。据矿山南部调查水井，地下水水化学类型以氯化物-硫酸盐型为主，矿化度大于 3g / L。

（三）地形地貌

矿区属中低山—戈壁丘陵地貌，海拔高程一般在 1500—1800 米之间，相对高差一般 10—50 米。矿区地表裸露，砾石基岩裸露，砾石覆盖度介于 2-5%之间，表层细颗粒松散，地表较为平坦，区内出露岩体稳定，基岩坚固，发生山体滑坡，泥石流等地质灾害的可能性极小。

图 2-2 矿区周边地形地貌特征

（四）土壤植被

矿区植被为典型的干旱草原植被，主要由旱生和超旱生的小灌木及草本植物构成。植被种类主要为骆驼蓬、芨芨草、红柳、麻黄等，植被覆盖度在 5%以下。

矿区内土壤主要为棕漠土。棕漠土质量较差，僵硬板结或漏水漏废严重，受风沙和盐碱危害大，养分含量低，有机质平均含量 1.09g/kg，全氮平均含量 0.057g/kg，不利于植被生长。土壤中砂砾石含量较高，泥质含量较低，加上风蚀作用，地表较少残留有土壤层，大多为碎石层覆盖。

（五）土地属性

经实地踏勘调查结合第二次全国土地调查数据库成果资料统计，项目区范围包括实际采矿区范围以及矿区范围外已损毁场地范围，总面积为 102.67hm，矿区土地利用类型均为裸地。参照 2017 年发布的“土地利用现状分类”标准，将矿区内的土地利用情况划分二级地类，土地利用现状见表 2-1。钻井沟金矿采矿权采矿权范围内土地共计 102.67hm^2，均属于国有土地。土地利用类型有裸地和采矿临时用地两种。

表 2-1　项目区土地利用现状结构表

一级类	编码	二级类	编码	面积(hm^2)	占总面积(%)	权属
城镇村及工矿用地	20	采矿用地	204	0.42	0.41	国有
其他土地	12	裸地	127	102.25	99.59	国有
合计				102.67	100	

二、矿区地质环境背景

（一）地层岩性

该区地层属于天山-兴安地层区北山分区红柳园小区，地层由于断层切割、岩体侵入穿插，致使地层大部顶底不全，分布零星。其特征分述如下：

1、太古-古元古代敦煌岩群（$ArPt_1D$）

敦煌岩群为一套强变质变形的变质杂岩，出露范围相对较大，呈带状近东西向展布，被断裂和岩体作用下，多呈残留体或残块状出露。从岩石组合、变形变质作用等方面，将敦煌岩群划分为两个岩组。相当于敦煌岩群 C、D 岩组。

C 岩组（$ArPt_1D_2$）出露于矿区南部，出露面积为 67.5Km^2左右，地层北倾为主，倾角 68°-71°。岩性为斜长混合岩、角闪斜长混合岩、黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、石英片岩夹变安山岩等。前人在 1：5 万辉铜山幅南古堡泉一带斜长角闪岩中获 2206±74Ma 的 Sm-Nd 等时线年龄。与南侧金塔组、红柳园组为断层接触。

D 岩组（$ArPt_1D_3$）主要出露钻井沟金矿北部，出露面积为 100Km^2左右，呈条带状、透镜状近东西向展布，与区域构造方向一致。岩性为以片岩类、大理岩为主。其中片岩分布范围较大，以二云石英片岩、角闪斜长石英片岩、角闪石英片岩、黑云绿泥斜长石英片岩为主。大理岩为细晶片理化大理岩。其次有少量的黑云斜长角闪岩、石榴石透闪石矽卡岩及糜棱岩等。

敦煌岩群为强烈变形变质的构造岩层（岩石）叠置体，原生面理已消失殆尽，表现为强烈的片理（片麻理）化，总体无序。前人从岩性组合、火山岩特征，以及二者产出状态分析，并对原岩进行了恢复，其中斜长角闪岩经原岩恢复属基性火山岩类，其 REE 配分模式近平坦型，ΣREE 介于 35－150 之间，Eu 异常不明显，具岛弧火山岩特征。因此敦煌岩群形成的大地构造环境属岛弧或活动大陆边缘。该地层为区域金、铁矿的含矿层位。

2、石炭系（C）

出露下石炭统红柳园组和上石炭统石板山组。

①下石炭统红柳园组（C_1h）

主要分布于钻井沟金矿东北，出露较少。出露面积为 4.5Km^{2}左右，主要为砾岩、含砾粗砂岩、砂岩、灰岩、生物碎屑灰岩及少量硬砂岩。该组有珊瑚化石 Palaeosmiliacf.cocava，Amplexusmirabilis 等，腕足类化石有 Spiriferasp.，Brachythyrinasp.等。根据岩性特征和含有大量海相动物化石，本组地层属滨海-浅海相沉积，韵律明显，具类复理石建造特征。

②上石炭统石板山组（C_2sb）

与下石炭统红柳园组相伴出露。出露面积为 3.5Km^{2}左右，岩性主要由石英、长石质砂岩、含砾粗砂岩、砾岩、上部夹少量流纹岩组成，沉积韵律明显。属海陆交互相碎屑岩沉积建造。

3、二叠系（Pj）

区域上金塔组主要分布于黑山口北侧一带，呈近东西向带状展布。总体为向斜构造，北翼受红柳园断层切割，出露不全。在钻井沟金矿东，该组岩石为一套枕状玄武岩建造，岩石组合以灰黑色-灰绿色厚层块状玄武岩为主，并以普通发育的枕状构造为显著特征，夹有玄武质岩屑凝灰熔岩，安山岩及薄层凝灰质砂岩。宏观上，该岩石地层单位色调比较深，野外及航片上均显黑色，标志非常明显。地表常见白色方解石细脉和灰褐色碧玉条带货扁豆体。上二叠统金塔组（P_2j）火山岩中 Cu、Ni 元素背景值普遍偏高，局部地段出现 Cu、Ni 异常。

4、第四系（Q）

全新统（Qh^{pl}）,主要由冲积，洪积形成的砾石、细砂、含砾粘土、砾岩、砂质泥岩等组成。

（二）地质构造及地震

1、地质构造

矿区位于塔里木陆块-敦煌地块-柳园裂谷，以红柳河-马鬃山脆韧性断裂为界，北属公婆泉-岛弧、南属柳园-裂谷。根据区内主要压性、压扭性结构面的规模以及组合特征和构造对岩相、岩浆岩、变质作用的控制等特点，柳园裂谷由北向南划分为罗雅楚山奥陶-蓟县纪被动大陆边缘、金沟井-长流水石炭纪岩浆岩亚带、柳园裂谷褶皱基底岩系（图 2-1）。

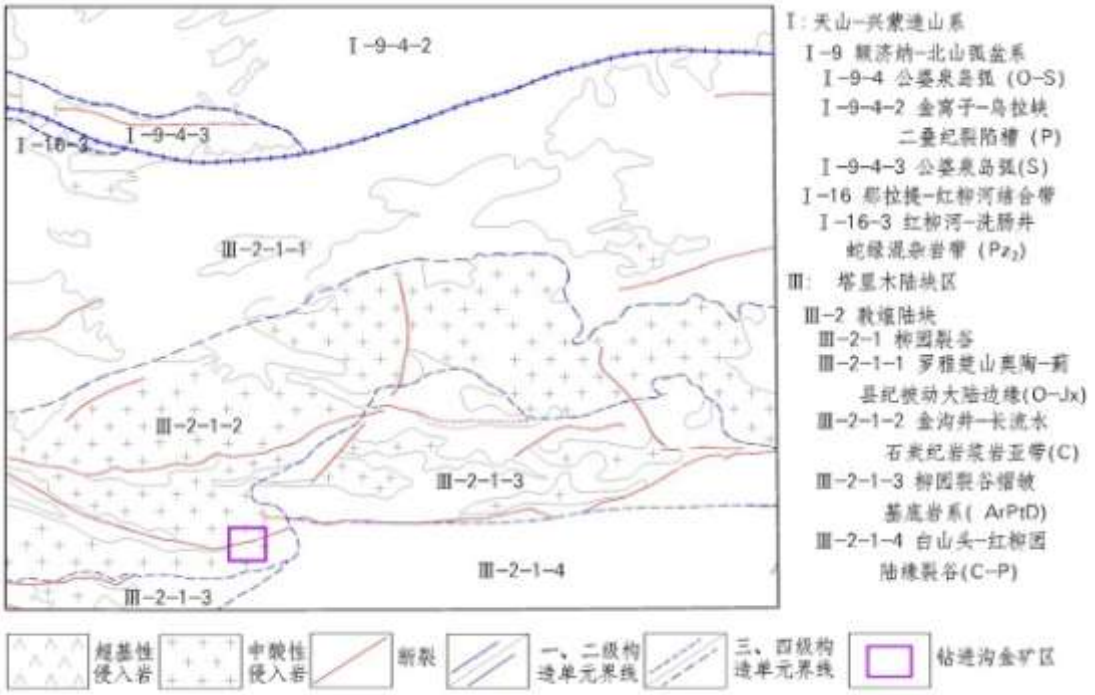


图 2-1 矿区构造位置图

钻井沟金矿位于金沟井-长流水石炭纪岩浆岩亚带，断裂构造尤为发育。主要断裂呈东西向或近东西向展布，构成该区主要地质构造格架。断裂以韧脆性断裂为主，形成东大泉-金场沟脆韧性断裂带，东西向密集压性劈理化带、片理化带、糜棱岩化带发育。敦煌岩群及加里东晚期石英闪长岩，华里西中期花岗岩、辉长岩等均受到不同程度的变形变质作用。说明在晚古生代时期经历了多次强烈的构造运动和多期岩浆活动。

东大泉-金场沟脆韧性韧性剪切带：该韧性剪切带主要发育于敦煌岩群变质岩，在辉铜山南，加里东期石英闪长岩也发生了较强的变形，该带内岩石变形明显，面理构造尤其发育，岩体具糜棱岩化作用，形成糜棱岩化石英闪长岩等。该韧性剪切带与白墩子-小西弓韧性剪切带相连。据统计白墩子-小西弓韧性剪切带内金矿点多达 39 个，单个金矿化带最长可延续 800-2000m，单个金矿体水平延伸可达 50-100m，民采坑最深已至地下 70 余米，显示该带具有良好的找矿潜力。钻井沟金矿产于加里东糜棱岩化石英闪长岩中。

2、地震

瓜州县位于河西走廊祁连山地震带。据史料记载，县城及邻区内造成严重灾害的破坏性地震主要有三次：1609 年酒泉东 7.2 级地震，1932 年玉门昌马 7.6 级地震，2002 年玉门 5.9 级地震。

依据《中国地震活动参数区划图》（GB18306-2001）、《建筑设计规范》（GB50011-2001），区域地震设防烈度为Ⅶ度，设计基本地震动峰值加速度为 0.15g（设计地震分组为第一组，属不稳定地区）。

根据陕西科学技术出版社发行的《陕甘宁青四省（区）强地震目录记载》及国家地震局兰州地震研究所按全国地震烈度区划图圈定，钻井沟金矿及其附近地区的地震基本烈度为 6 度，因此钻井沟地区的地震基本烈度考虑可定为 6-7 度为宜，对永久性的建筑物不会有太大的影响。

（三）水文地质

矿区地下水埋藏于河（沟）谷、低山丘陵及基岩山地地带，根据含水介质类型分为第四系松散岩类孔隙水和变质岩岩浆岩裂隙水两大类。

（1）第四系松散岩类孔隙水

山间洼地、沟谷之中广泛分布着第四系松散沉积层，沉积厚度数十米。表层为上更新统上层冲积亚砂土、亚粘土，厚度约 10 米。下伏地层为中更新统洪积沙、砾石岩。含孔隙潜水，局部含承压水，为富水程度中一强的孔隙含水岩系。

（2）基岩裂隙水

矿区大面积分布的石英闪长岩发育风化裂隙、构造裂隙。地下水主要赋存构造带中及两侧。山地中无泉水出露，根据山地地形切割程度和与两侧盆地高差分析，地下水埋藏较深，据矿床勘探钻孔证实地下水位埋深超过 100m，变质岩、岩浆岩均为富水程度弱的裂隙含水岩系。

4.1.3 矿山含（隔）水层的岩组特征及地下水埋藏条件

（1）冲洪积透水不含水透水岩组

第四系分布于山间洼地、沟谷之中，主要由岩块、砂砾石、细砂、粘土等组成，厚度 3～5m。呈小片状分布于地形低洼地带，除丰水期含水外，其他季节不含水，其富水性较弱。

（2）石英闪长岩风化层含水岩组

矿区大面积分布的石英闪长岩发育风化裂隙、构造裂隙，是该区主要的含水岩层，但矿区各裂隙水力联系差，无统一潜水面，水位埋深 30—60m。本矿区北东向断破碎带，由于断裂破碎，裂隙发育，为相对富水带。其水位标高为 1710.7～1745.3m。破碎带地表出露长约 130m，宽 0.2～1.5m。破碎带中见破碎蚀变岩、石英脉和石英团块、碎裂岩、糜棱岩、断层泥及构造片岩，断裂面平直光滑，沿走向和倾向上均存在波状起伏和狭缩膨胀的现象，为一压扭性断裂。大气降水沿地表风化裂隙渗入并存储于构造裂隙中，其水量大小、埋藏深度均受构造裂隙的发育程度、规模、深度控制，构造裂隙水即赋存于该断裂之中。断裂带分布的钻孔及坑道均可见到。施工初期，由于局部裂隙水大量涌出，据观测坑道施工排水量最大可达 203m^3/d。

（3）隔水岩层

片麻岩、石英岩脉广泛分布于矿区西侧，岩石较为致密坚硬、完整。除受构造作用外，一般裂隙不发育，是较好的隔水层。

根据充水因素分析，矿区水文地质条件为简单型，施工中应加强长期观测工作，建立观测日志，掌握动态变化。

4.1.4 矿床充水因素分析

（2）充水水源：本区属典型的大陆干旱荒漠气候，年降水在 65-75mm，但 60-70%多集中在 6、7、8 月，降水多呈暴雨出现，最大降水量可达 30mm，数分钟降水量可形成地表洪流。地表洪流易于补给地下水。

充水通道：构造破碎带、风化裂隙带和蚀变破碎带，以及生产过程中形成的裂隙带等构成矿床的主要充水通道。强风化带极有利于降水入渗。据观测矿坑抽水时水位开始下降，并随抽水时间的延长水位呈连续下降趋势。

（2）迳流特征

地下水的迳流受裂隙和断裂构造的控制，一是大气降水入渗补形成地下水沿风化裂隙运移，有浅部向深部运移；二是地下水沿断裂破碎带向深部运移。

（3）排泄特征

地下水排泄的重要途径是强烈蒸发和植物蒸腾。

4.1.5 采矿工程内涌水量的变化情况

矿区位于甘肃北山，属干旱缺水地区；矿体赋存于石英闪长岩体构造中，岩体内裂隙不发育，富水程度弱；目前所施工的竖井工程深度已经达到 200m，经

实地调查，由于补给量贫乏加上近两年的不断排水，单井涌水量由200m³/日，已减少到20m³/日左右。近年来该矿的开采未发生透水、涌水现象。

4.1.6 矿井涌水量估算

本区矿床地下水受控于构造多期次、叠加性、继承性、扩展性、连续性和规模的控制，裂隙发育，主要为裂隙充水矿床。根据竖井（主井）坑道的编录及流量观测，地下水涌水量与矿坑采拓深度和开拓面积均呈正比关系，即深度越大，面积越大，涌水量就随之越大。本矿区矿体埋藏于地下深部，适于地下硐采，同时又保护了地表原始的生态平衡。

本次抽水孔是利用251m深的主井作为本次抽水试验井（见抽水试验综合柱状图）。孔底标高为1421m。

根据矿区水文地质条件，矿床主要充水因素及矿体埋藏条件，预测公式选用裂隙潜水层流运动“完整井”公式及窄长集水廊道两侧潜水完整巷道公式，均按疏干形式进行预测。计算结果见表4-1。

（1）渗透系数计算

据抽水试验资料，采用下列经验公式；

$$K=\frac{0.733Q(\lg R-\lg r)}{(2H-S)S}$$；

$$R=3000SK^{1/2}$$

式中：K渗透系数（m／d）

H含水层厚度56（m）

S水位降深36（m）

Q涌水量，取110（m³／d）

r井半径，取1.5（m）

（2）矿坑涌水量的估算

根据矿床充水因素分析，基岩裂隙水和第四系孔隙潜水之间无隔水层分布，均构成矿床的直接充水含水层，因矿床附近没有季节性地表水存在，流水时视为补给边界，无水时视为均值的无限补给边界，矿区面积14000m²，标高1198m以上范围为估算区，故选用大井法公式计算。

无限补给边界公式：

$$Q=1.366K\frac{(2H-S)S}{\lg R_0-\lg r_0}$$

式中：K 渗透系数（m／d）

H 含水层厚度（m），裂隙发育段 56m

S 降深（m）潜水位至矿体底板标高的差

Q 涌水量（m^3／d）

R_0 引用影响半径 $R_0=R+r_0$（m）

r_0 大井引用半径（m），1.5

F 矿区面积（m^2），取 14000

表 4-1 预测矿坑涌水量计算参数及计算结果表

预测点	含水层厚度（m）	降深（m）	竖井半径 r_0（m）	影响半径 R（m）	渗透系数 K（m／d）	预测涌水量 Q（m^3/d）
五号竖井	56	36	1.5	130	0.11	110

根据矿床充水因素分析和矿坑涌水量计算结果表明，矿区地下水补给条件单一，富水性弱，其充水方式简单，预测矿坑涌水量 110m^3/d，易疏干。

4.1.7 矿区水资源的综合利用及供水方向

根据矿井地下水水质分析报告看，PH 值 7.89-7.96，矿化度 3054mg/l，水化学类型为低矿化硫酸-氯化物—钠型水（附表 1），不宜饮用。

选矿生产用水可用矿井排水，不足时可协调矿山南约 500 处的水井提供，其水量可以满足生产用水。生活用水从柳园镇拉用。

4.1.8 矿区水文地质条件类型及复杂程度

（1）矿区第四系松散岩类孔隙含水层透水不含水，其水文地质边界简单。矿体石英闪长岩的构造破碎带矿区含水层，但其补给条件较差，含水空间有限，主要为大气降雨补给，补给来源有限，主要充水含水层富水性弱。随着矿床开采时间的延长，矿坑涌水量会逐渐减少。

（2）瓜州县钻井沟金矿床为裂隙充水矿床（第二类）。矿床勘探的复杂程度划为第一型，属水文地质条件简单矿床。

（四）工程地质

钻井沟金矿床主要赋存于断裂带中的蚀变花岗岩和次级伴生构造与破裂带中的石英脉中，蚀变岩中构造发育。依据工程地质岩组成因，岩石物理力学性质，水文地质条件不同将区内岩土体划分为两类：岩体划分为坚硬块状花岗岩岩组、较坚硬碎裂破碎带岩组；土体为松散砂砾石岩组。

坚硬块状花岗质岩石全区分布，岩性为石英闪长岩、混合岩，块状构造。虽有局部多种蚀变现象，但坚硬的力学性质没有大的变化。虽然构造裂隙发育，但岩石块度大，坚硬岩组占85%以上，为坚硬岩石。

较坚硬碎裂破碎带岩组为构造破碎带内碎裂岩，块度呈碎块状，较松散，强度低，稳定性差。在个别钻孔内见到，破碎带出现频率少，规模小，影响不大，但绝不可忽视。

松散砂砾石岩组主要分布矿区各沟谷中，厚度变化大一般1-4m，岩性以砂土、砂、砂砾石为主，结构松散，多为透水不含水，其工程地质条件较差。

1.岩矿石的物理力学性质

矿区内有部份钻孔见到构造破碎带，岩石多呈碎块状，部分颗粒状，结构疏松，无法加工试样，强度低，稳定性差。

矿体与围岩均为石英闪长岩，强度高，硬度大，块度大，无软弱结构面，完整性也好，其比重2.56，天然密度2.70g／cm^3,空隙率0.29～2.75%，详见见矿区岩矿石物理性质成果表4-2及围岩和矿体的力学指标：围岩抗压强度129MPa,矿体抗压强度97MPa；围岩软化系数88、坚固系数1.29，矿体软化系数83、坚固系数0.97，抗剪强度详见实验成果表4-3、续表4-4、4-5。

表4-2岩矿石物理性质指标

岩石名称	比重（q／cm^3）	天然密度（q／cm^3）	空隙率（%）	吸水率（%）	饱和系数
矿化石英闪长岩	2.50～2.84	2.50～2.80	0.04～2.80	0.10～0.75	0.55
石英闪长岩	2.30～2.80	2.60～2.80	0.29～2.75	0.10～0.65	0.55
耐冻性：致密细粒，饱和系数均小于0.8，耐冻性很好。					

2.岩体质量系数结果评定

矿床岩体质量优劣，取决于岩石节理裂隙发育程度，抗压强度，抗剪强度，以及破碎岩石的块度大小，也反映出构成矿体围岩受各种不同结构面破坏程度，依据矿区水文地质工程地质勘探规范“GB12719-91”中评价方法：本次评价采用RQD分类法，岩体质量系数法（Z），岩体质量指标法（m）三种方法进行初步评价。

（1）RQD法：依据施工钻孔工程地质编录资料，岩芯长度大于10㎝总长与钻进回次总长之比的百分率表示，即RQD值来评价岩体优劣，据钻孔统计（表4-6），石英闪长岩RQD值全孔平均在82%以上，矿体RQD值在78.5%左右，属Ⅱ类岩石，总体岩石质量好，岩体较完整。

（2）岩体质量系数法：

公式：Z=I·f·S

式中：Z——岩体质量系数

I——岩体完整系数（无资料时按RQD值代替）

本矿区所有钻孔RQD围岩82%，矿体78.5%

f——结构面摩擦系数（力学试验摩擦角的正切值）

表 4-3 岩矿石力学性质试验成果

组序		野外编号	室内编号	岩性	抗压强度 RC(MPa)								软化系数(a)	坚固系数(fk)	受剪方法	抗剪断强度			
					受压方向	干				湿						内摩擦角(°)(φ)		凝聚力(C)(MPa)	
						1	2	3	平均	1	2	3	平均						
																干	湿	干	湿
矿体	1	LX_{1-1}	215	花岗闪长岩	垂直	111	95	115	107	78	104	110	94	88	0.94	变角板	82	70	9.6	6.69
	2	LX_{1-2}	216		平行	180	140	160	160	156	141	117	138	86	1.38		85	75	14.4	12.2
	3	LX_{1-3}	217		垂直	104	135	122	121	81	120	96	99	82	0.99		87	73	10.9	8.9
	4	LX_{1-4}	218		平行	78	144	126	116	75	117	96	96	83	0.96		84	76	10.4	8.6
围岩	5	LX_{1-5}	219		垂直	192	170	145	169	105	159	123	129	76	1.29		85	73	15.2	11.6
	6	LX_{1-6}	220		平行	109	99	124	108	78	102	105	95	88	0.95		84	74	9.7	8.6
备注	岩石规格：5×5×5cm，共 60 块。做抗压、抗剪断试验，分干燥、饱和、垂直、平行等状态。在自然状态下，岩矿石节理裂隙发育，且不均一。但是有节理裂隙岩石无法加工试块，代表性受到局限，所测试强度人为提高，是目前试验室难以解决的一个问题。结合钻孔岩芯 RQD 多在 80%以上，以及 PD_1100 多米坑道均无支护，无不良工程地质现象发生，稳定性很好是一致的。（破碎带很不稳定）																		

表 4-4 石英闪长岩岩石力学样测试结果表

天然含水率ω（%）	天然容重ρ（g/cm³）	干容重ρ_d（g/cm³）	比重 Gs（g/cm³）	孔隙度 n（%）	耐崩解指数(%)	弹性模量 E50（Mpa）	泊松比（μ）	软化系数	天然抗拉强度（Mpa）
0.89	2.51	2.49	2.61	4.68	97.52	5609.70	0.23	0.75	7.85

抗剪强度（天然）		抗压强度（Mpa）		冻融损失率（%）	抗冻系数	冻融后干燥抗压强度（Mpa）	注：实验室编号 41100903
内摩擦角φ°	凝聚力 C（Mpa）	干燥	饱和				
44.5	2.55	103.46	77.88	0.54	0.82	84.44	

表 4-5 岩矿石物理性质指标

试验编号	样品编号	取品位置	岩石名称	天然含水率ω（%）	天然密度（q/cm³）	抗压强度 RC 湿(MPa)	抗压强度 RC(MPa)	软化系数	凝聚力(MPa)	内摩擦角（°）
2018YT2167	W1-3	围岩	石英闪长岩	00	2.86	76.8	95.7	0.80	8.7	80.0
2018YT2168	K1-3	矿体	蚀变岩	00	2.75	72.3	86.4	0.84	9.6	82.4

表 4-6 整体块状岩组 RQD 值统计表

岩石名称	钻孔编号	统计孔段			RQD 值（%）
		层数	自（米）	至（米）	
石英闪长岩	jZK1103	2	216	290	93.7
	jZK1106	1	38	96	96.9
	jZK1207	2	71	253	87.5
	jZK803	1	164	195	90.2
矿体	jZK702	1	203	211	80.6
	jZK1901	1	182	194	78.5
RQD 平均值（%）					87.9

本矿区矿体摩擦系数矿体 2.75～3.27，围岩 3.27

S——岩块坚固系数

本矿区坚固系数矿体 0.94～0.99，围岩 1.29（力学试验值）；

矿体 $S=\frac{RC(Mpa)}{100}=\frac{0.94+0.99}{2}=0.97$

围岩 $S=\frac{129}{100}=1.29$

矿体：Z=I·f·s=0.785×2.75×0.97=2.09

围岩：Z=I·f·s=0.82×3.27×1.29=3.46

以上矿体 Z 值为 2.09，围岩 Z 值 3.46，属于块状结构，岩体质量好。

(3)岩体质量指标（M）法：

$$M=\frac{Rc(Mpa)}{300}\bullet RQD$$

矿体：$M=\frac{94+99}{2\times300}\times0.785=0.25$，岩体中等。

围岩：$M=\frac{129}{300}\times0.82=0.35$，岩体质量中等。

式中：Rc——饱和轴向抗压强度，用 Mpa 表示。

通过以上三项质量评价，矿体及围岩岩石质量好，岩体较完整，结合 PD1 坑道施工观察，坑道内无支护、塌方、冒顶、跨邦等不良工程地质现象发生。岩体工程地质条件及稳定性较好。

3.矿体及其顶底板、围岩的稳固性

（2）矿体

矿体为构造—岩浆活动，裂隙充填，后期矿化及蚀变作用所形成的。主要为黄铜矿化、硅化、黄铁矿化、绢云母化、碳酸盐化等花岗斑岩或石英脉体，块状似层状产出，并具青盘岩化、钾化、云英岩化等蚀变，与围岩无明显界限，呈过度状态。抗压强度 94～138Mpa，坚硬完整强度高，无软弱结构体及软弱结构面。闭合裂隙虽发育，但裂隙间隔距离大，块体咬合牢固，整体块度大，稳定性很好。PD1 坑道长 100 多米，均无支护，未见不良工程地质现象发生。

（2）围岩

矿体的顶底板岩石抗压强度 95～129Mpa，均为浅肉红色坚硬、完整的石英闪长岩，花岗结构，块状构造，以钾长石为主，石英次之，基质为斜长石、石英，裂隙不太发育，完整性好，大块度，强度高，稳定性好。五号竖井坑道均无支护，无不良工程地质现象发生。岩矿石质量较好，通过岩矿石的物理力学试验资料得知，软化系数 0.76～0.88，均大于 0.75，为高强度坚硬岩石，抗风化能力强。

（3）构造破碎带的特征

前面提到钻孔局部段存在构造破碎带，主要受动力构造蚀变作用及外力、水蚀、风化作用，使原有的绿泥石化、碳酸岩化物质软化分解，形成碎裂岩化。岩石比较破碎，强度较低，稳定性差，易发生坍塌、片帮、冒顶等不良工程地质现象，将给安全施工带来困难。

矿体顶底板围岩坚硬、完整、力学强度高，抗软化能力强，岩体质量 Z 值、M 值、RQD 值的评价，岩石质量均属好，岩体中等完整，无软弱夹层及软弱结构面，稳定性较好。

开采矿井应加强工作面顶板支护与维护，防止矿井安全事故发生。

4.工程地质条件复杂程度

通过以上资料综合分析，矿体岩组为坚硬岩组，岩性单一，构造变形轻—中等的厚层岩体，整体结构，块状构造，风化带深度 4～15m，构造破碎带不甚

发育，规模较小，贯通性差；岩石、岩体质量中等，力学强度高，完整程度好，稳定性好。总体矿区工程地质条件为简单类型。

（五）矿体地质特征

矿体赋存于加里东晚期石英闪长岩（δ o3）岩体破碎蚀变带中。迄今为止，在矿区内共发现和圈定矿体 75 个，相比 2011 年核实报告圈定 12 个矿体，矿体数量增加了 63 个。在 75 个矿体中，由单工程控制的矿体有 43 个，其余矿体有两个及两个以上工程控制。其中 K2、K19-1、K20-1、K21-1 矿体规模最大，品位最高，是采矿区主要矿体，资源量占矿区总资源量的 72.26%。K20-1 在矿区规模最大，单个矿体资源量占矿区总资源量的 41.29%，为矿区主矿体。矿区矿体总体为北东向分布，倾向北西，倾角 50°-81°。主要矿体 K20-1、K19-1、K21-1、K2，单个矿体金属资源量分别为 5063、1581、1242、976 千克，矿体长度在 200-1079m、厚度不等、赋存标高在 1400m-1750m 之间。在矿区 15 线-24 线之间，深部矿体沿倾向厚度变大，倾角变缓。矿体金属资源量在 100kg 以上的有 11 个，其余矿体金属资源量都在 100kg 以下，单工程控制的矿体金属资源量多在 10kg 以下。现对主要矿体特征描述如下，其他金矿体特征见表 2-2。

1、K20-1 矿体：为矿区内主矿体，地表断续出露，赋存于加里东晚期石英闪长岩中，为蚀变岩型矿体，矿体位于 23 线至 28 线之间。矿体地表由探槽 TC8、TC9、TC10、TC17、TC18、TC21、TC22、TC74,采坑 CK1、CK1-3、CK2、CK3、CK4 控制;深部由平巷中样坎 YK1-16、YK17-27、SJ1-YMNE 以及钻孔 jZK2301、jZK2302、jZK1901、jZK1902、jZK1503、jZK1505、jZK1506、jZK1101、jZK1103、jZK1104、jZK1105、jZK702、jZK703、jZK704、jZK301、jZK303、jZK304、jZK001、jZK002、jZK401、jZK403、jZK801、jZK802、jZK803、jZK804、jZK805、jZK806、jZK807、jZK1204、jZK1205、jZK1206、jZK1207、jZK1601、jZK1602、jZK1603、jZ1604K、jZ1605K、jZK2002、jZK2003、jZK2004、jZK2005、jZK2401、jZK2402、jZK2403、jZK2404、jZK2801、jZK2802、jZK2803、jZK2804、jZK2805 等工程控制，工程间距沿走向 80m 左右，沿倾向工程间距在 24-103m，大都在 80 米左右，个别地段工程间距小于 25m 或大于 80m。

表 2-2 钻井沟金矿矿体特征一览表

序号	矿体编号	规模（m）			形态	产状		平均品位 10^{-6}	控制工程	标高	备注
		长	厚度	推深		倾向	倾角				
1	K2	275	1.2	276	脉状	282-305	60-65	6.14	jZK2301、jZK2302、jZK1901、jZK1902、jZK1903、jZK1904、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1102、jZK1103、jZK1105、jZK1106、jZK702、jZK703、jZK704	1782-1198	下
2	K7	78	2.52	70	透镜状	250-278	80-83	9.13	TC24、Tc25、Tc26、YK28、Yk29	1782-1643	
3	K11	50	1.96	16	透镜状	310-330	70-80	5.32	YK36、YK37	1782-1643	
4	K12	75	2.3	16	透镜状	290-310	70-80	7.14	YK30、YK31、YK32	1782-1643	
5	K13	64	1.78	16	透镜状	300-320	70-80	7.13	YK33、YK34、YK35	1782-1643	
6	K17	80	0.95	16	透镜状	313	65	5.06	jZK1906、jZK1507	1782-1198	
7	K18-1	126	1.01	29	透镜状	322-327	55-65	4.00	jZK1904、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1103、jZK1105、jZK1106、jZK701、jZK702、jZK703、jZK704、jZK705	1643-1198	
8	K18-2	265	1.13	128	脉状	322-327	55-65	6.19	jZK301、jZK302、jZK303、jZK304、jZK003、jZK004、jZK1906、jZK402、jZK403、jZK701、jZK702、jZK703、jZK704、jZK705、jZK802、jZK803、jZK804、jZK1205、jZK1206、jZK1207	1643-1198	下
9	K18-3	40	3.37	140	透镜状	322-327	60-65	3.19	jZK2004、jZK2005、jZK2402、jZK2403、jZK2404、jZK2801、jZK2802、jZK2804、jZK2806	1782-1198	
10	K18-4	21	3.37	140	透镜状	322-327	60-65	4.76	YK23、jZK401、jZK402	1782-1643	上
11	K18-5	126	1.23	130	透镜状	322-327	60-65	4.76	jZK1205、jZK1206、jZK1207、jZK1602、jZK1604、jZK2004、jZK2005	1782-1198	上
12	K19-1	526	1.97	340	似层状	320-330	50-65	2.95	TC20、TC21、jZK1501、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1506、jZK1101、jZK1102、jZK1103、jZK1106、jZK702、jZK703、jZK704、jZK705、jZK301、jZK302、jZK303、jZK304、jZK001、jZK002、jZK003、jZK004、jZK401、jZK402、jZK403、jZK801、jZK802、jZK803、jZK804、jZK806、jZK807、jZK1205、jZK1206、jZK1207、jZK1602、jZK1601、jZK1603、jZK1605	1782-1198	下

续表 2-2 钻井沟金矿矿体特征一览表

序号	矿体编号	规模（m）			形态	产状		平均品位（×10^{-6}）	控制工程	标高	备注
		长	厚度	推深		倾向	倾角				
13	K19-2	181	1.23	144	脉状	320-335	50-65	2.28	jZK2001、jZK2003、jZK2005、jZK2402、jZK2403、jZK2405、jZK2801、jZK2802、jZK2804、jZK2805、jZK3201、jZK3202、jZK3203、jZK3204、jZK3205、	1782-1198	上
14	K19-3	122	1.59	180	透镜状	347	50-65	2.68	jZK3601、jZK3602、jZK3603、jZK3604、jZK4002、jZK4005、jZK4006、jZK4007	1782-1198	
15	K20-1	1075	2.16	357	似层状	305-335	50-65	3.41	见矿体特征描述	1782-1198	下
16	K20-2	179	0.86	135	透镜状	320	50-65	3.45	jZK2801、jZK2802、jZK2804、jZK2805、jZK3202、jZK3203、jZK3204、jZK3205、jZK3601、jZK3602、jZK3603、jZK3604、jZK4005、jZK4006、jZK4007	1643-1198	
17	K20-3	68	1.92	55	透镜状	305-335	60-65	6.44	TC92、TC93、TC94、TC95、TC96、TC97、YK38、YK39、YK40	1643-1198	
18	K21-1	455	1.9	365	脉状	325	55-60	2.56	见矿体特征描述	1643-1198	
19	K21-2	198	1.87	180	透镜状	345	55	3.27	jZK2301、jZK2302、jZK1901、jZK1902、jZK1502、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1102、jZK1103、jZK702、jZK705	1643-1198	
20	K21-3	193	2.31	115	透镜状	345	65	1.17	jZK2401、jZK2402、jZK2403、jZK2801、jZK2802、jZK2803、jZK2804、jZK3201、jZK3202、jZK3203、jZK3603、jZK3604	1643-1198	
21	K22	101	0.8	95	脉状	308	50	2.88	jZK4301、jZK4302、jZK3901	1643-1198	
22	K23	98	0.96	153	脉状	327	55	4.13	jZK4301、jZK3902、jZK3901	1643-1198	
23	K24	178	1.18	88	脉状	315	66	6.63	jZK3901、jZK3501、jZK3101、jK3902	1643-1198	
24	K25-1	111	2.32	200	脉状	355	55	1.88	jZK1205、jZK1206、jZK1207	1643-1198	
25	K135	40	0.86	78	透镜状	325	58	7.77	jZK1206、jZK1207	1643-1198	

续表 2-2 钻井沟金矿矿体特征一览表

序号	矿体编号	规模（m）			形态	产状		平均品位(×10^{-6})	控制工程	标高	备注
		长	厚度	推深		倾向	倾角				
26	K127	10	3.17	21	透镜状	325	58	4.79	jZK801、jZK802、jZK803	1643-1198	
27	K128	10	3.12	9	透镜状	325	58	2.69	jZK801、jZK802、jZK803	1643-1198	
28	K2-1	68	0.89	15	脉状	325	60	3.92	TC11、TC12、TC13	1782-1643	
29	K100	40	0.8	23	透镜状	325	60	1.28	jZK4302	1643-1198	
30	K101	40	0.83	32	透镜状	325	55	8.81	jZK3902	1643-1198	
31	K102	40	1.15	33	透镜状	325	60	1.11	jZK3501	1643-1198	
32	K103	40	1.09	31	透镜状	325	60	6.86	jZK2301	1643-1198	
33	K104	40	1.67	29	透镜状	325	60	2.4	jZK2303	1643-1198	
34	K105	40	0.85	15	透镜状	325	50	4.02	jZK2304	1643-1198	
35	K106	40	1.07	13	透镜状	325	55	1.92	jZK1504	1643-1198	
36	K107	40	1.36	32	透镜状	325	55	1.59	jZK1506	1643-1198	
37	K108	40	0.83	32	透镜状	325	55	8.66	jZK1505	1643-1198	
38	K109	40	1.14	10	透镜状	325	60	3.79	jZK1507	1643-1198	
39	K110	40	1.08	20	透镜状	325	55	1.91	jZK1104	1782-1643	
40	K111	40	0.82	30	透镜状	325	52	1.22	jZK1106	1643-1198	
41	K112	40	0.9	23	透镜状	325	50	1.84	jZK1103	1643-1198	
42	K113	40	2.07	23	透镜状	325	50	1.76	jZK1103	1643-1198	
43	K114	40	1.06	23	透镜状	325	50	1.25	jZK1103	1643-1198	

续表 2-2 钻井沟金矿矿体特征一览表

序号	矿体编号	规模（m）			形态	产状		平均品位(×10^{-6})	控制工程	标高	备注
		长	厚度	推深		倾向	倾角				
44	K115	40	0.83	22	透镜状	325	55	1.44	jZK703	1643-1198	
45	K116	40	1.8	22	透镜状	325	55	3.73	jZK304	1643-1198	
46	K117	40	1.03	22	透镜状	325	55	3.41	jZK304	1643-1198	
47	K118	40	1.29	22	透镜状	325	55	1.99	jZK304	1643-1198	
48	K119	40	1.45	25	透镜状	325	55	1.02	jZK303	1643-1198	
49	K120	40	1.5	28	透镜状	325	65	1.28	jZK001	1782-1643	
50	K121	40	1.1	28	透镜状	325	55	8.48	jZK004	1782-1643	
51	K122	40	0.84	25	透镜状	325	70	2.21	jZK002	1643-1198	
52	K123	40	1.9	27	透镜状	325	55	1.19	jZK402	1643-1198	
53	K124	40	4.34	28	透镜状	325	55	1.69	jZK402	1643-1198	
54	K125	40	1.22	27	透镜状	325	55	1.14	jZK402	1643-1198	
55	K126	40	2.63	27	透镜状	325	55	3.37	jZK402	1643-1198	
56	K129	40	1.64	30	透镜状	323	53	2.19	jZK805	1643-1198	
57	K130	40	0.92	32	透镜状	325	60	3.52	jZK1204	1643-1198	
58	K131	40	1.2	27	透镜状	325	58	1.05	jZK1207	1643-1198	
59	K132	40	1.24	34	透镜状	325	50	1.12	jZK1204	1643-1198	
60	K133	40	1.12	34	透镜状	325	50	1.42	jZK1204	1643-1198	

续表 2-2 钻井沟金矿矿体特征一览表

序号	矿体编号	规模（m）			形态	产状		平均品位($\times 10^{-6}$)	控制工程	标高	备注
		长	厚度	推深		倾向	倾角				
61	K134	40	0.88	30	透镜状	325	58	3.31	jZK1207	1643-1198	
62	K136	40	1.35	27	透镜状	325	55	4.1	jZK1602	1643-1198	
63	K137	40	1.93	27	透镜状	325	55	2.13	jZK1602	1643-1198	
64	K138	40	1.83	25	透镜状	325	60	8.57	jZK2403	1782-1643	
65	K139	40	1.58	21	透镜状	325	55	4.61	jZK2802	1643-1198	
66	K140	40	3.49	21	透镜状	325	55	1.41	jZK2802	1643-1198	
67	K141	40	1.63	33	透镜状	325	60	17.04	jZK3204	1643-1198	
68	K142	40	2.87	33	透镜状	325	60	4.65	jZK3204	1643-1198	
69	K143	40	0.8	31	透镜状	325	60	5.4	jZK3601	1643-1198	
70	K144	40	0.82	35	透镜状	325	60	1.93	jZK3602	1643-1198	
71	K19-4	128	1.99	88	透镜状	325	52	2.85	jZK804、jZK805	1643-1198	
72	25-2	40	2.53	125	透镜状	325	67	1.43	jZK1602、jZK1604	1643-1198	
73	25-3	40	3.56	43	透镜状	325	65	1.04	jZK1205	1643-1198	
74	K20-4	40	2.88	51	透镜状	325	58	1.06	JZK1207、JZK805	1643-1198	
75	K26	40	0.89	100	透镜状	325	65	1.79	jZK1503、jZK1505	1643-1198	

矿体长度1075m，赋存标高1421m至1778m。矿体走向北东-南西，向矿体倾向北西，倾角50-65°，厚度0.37-15.01m之间，平均厚度2.76m，矿体经采样工程统计，其厚度变化系数为79.35%，厚度稳定程度属稳定。品位在1.13-23.15×10^{-6}之间，平均品位3.75×10^{-6}，品位变化系数为59.82%，有用组分分布均匀程度属均匀。属于厚度、品位稳定矿体。金矿体产在硅化、褐铁矿化蚀变石英闪长岩中，蚀变主要有硅化、褐铁矿化、碳酸盐化等。硅化多形成网脉状石英脉、近地表局部见有规模稍大的石英脉，矿石类型总体以蚀变岩型为主。矿体估算金金属资源量为5063kg,其中控制的金金属资源量为2798千克，占矿体总资源量的55.27%；占矿权范围内金属资源量的41.29%。

矿山对该矿体进行了较大规模的开采，详见1.5节矿山开采章节。

2、K19-1矿体：为半隐伏矿体，赋存于加里东晚期石英闪长岩中，为蚀变岩型矿体。矿体在矿区的3线附近地表出露，由探槽TC21、TC22控制，深部矿体由1695m中段坑道、钻探工程jZK1501、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1506、jZK1101、jZK1102、jZK1103、jZK1106、jZK702、jZK703、jZK704、jZK705、jZK301、jZK302、jZK303、jZK304、jZK001、jZK002、jZK003、jZK004、jZK401、jZK402、jZK403、jZK801、jZK802、jZK803、jZK804、jZK806、jZK807、jZK1205、jZK1206、jZK1207、jZK1602、jZK1601、jZK1603、jZK1605等钻孔控制，工程间距沿走向80m左右，沿倾向工程间距大都在45米左右，个别地段工程间距小于25m，最大间距73m。

矿体分布于矿区中部的11线至12线，赋存标高1390m至1730m。矿体走向50°-60°，倾向北西，倾角50°-65°，长526m，延深340m，厚度在0.71-10.55m之间，平均厚度3.04m；品位1.11-9.43×10^{-6}，平均品位2.95×10^{-6}，其厚度变化系数为124.73%，厚度稳定程度属较稳定，品位变化系数为62.76%，有用组分分布均匀程度属均匀。属于厚度、品位较稳定矿体。K19-1矿体估算金属资源量为1581kg,其中控制的金金属资源量为789千克，占矿体总资源量的49.90%；占矿权范围内金属资源量的12.89%。

3、K21-1矿体：为矿区内主矿体，隐伏状态，赋存于加里东晚期石英闪长岩中，为蚀变岩型矿体，分布于矿区3线至16线之间，赋存标高1265m至1631m。由jZK702、jZK705、jZK302、jZK303、jZK304、jZK001、jZK003、jZK401、jZK402、jZK403、jZK801、jZK802、jZK803、jZK804、jZK805、jZK806、jZK1206、jZK1207、

jZK1602、jZK1603、jZK1604 等钻孔控制。工程间距沿走向在 80 米左右，沿倾向在工程间距 20-130m 之间，大都控制在 80 米左右，仅边部个别工程间距稍大。

矿体长度 451m，矿体倾向北西，倾角 55°-65°。矿体厚度在 0.30-9.05m 之间，平均厚度 1.90m；品位 1.19-22.88×10^{-6}，平均品位 2.56×10^{-6}。其厚度变化系数为 57.92%，厚度稳定程度属稳定，品位变化系数为 62%，有用组分分布均匀程度属均匀。属于厚度、品位稳定矿体。矿体估算资源量为 1242kg,占总资源量的 10%。

4、K2 矿体：赋存于加里东晚期石英闪长岩中，为隐伏蚀变岩型矿体，位于矿区西侧的 25 线至 7 线。矿体由 jZK2301、jZK2302、jZK1902、jZK1903、jZK1904、jZK1503、jZK1504、jZK1505、jZK1103、jZK1105 等钻孔工程控制，工程间距沿矿体走向 80m-90m，沿矿体走向 43-139m,大都在 80 米左右。

矿体长度 275m,赋存标高 1382m 至 1658m。矿体走向 22°-39°，倾向北西，倾角 60°-76°，单工程厚度在 0.27-2.99m 之间，平均厚度 1.20m；品位 1.46-12.58×10^{-6}，平均品位 6.14×10^{-6}。其厚度变化系数为 38%，厚度稳定程度属稳定，品位变化系数为 23.78%，有用组分分布均匀程度属均匀。属于厚度、品位稳定矿体。金矿体产在硅化、褐铁矿化蚀变石英闪长岩中。蚀变主要有硅化、褐铁矿化、碳酸盐化等，硅化多形成网脉状石英脉，矿石类型为蚀变岩型。矿体估算资源量位 976kg,占总资源量的 8.2%。

上述四个主要矿体总资源量约为 8861kg,占总资源量的 72.26%。除 K20 矿体进行了较大规模的开采外，其余主矿体均未开采。根据前期储量核实报告和储量年报、本次核查结果，K20 矿体共采出金金属资源量 387kg。四个主矿体保有资源量占总保有资源量的 73.45%。

目前钻井沟发现的金矿体大都为隐伏矿体，出露于地表的矿体有 K20-1、K19-1、K7、K20-3，及前人圈定的①-1、①-2、②号矿体。地表矿体已基本踩空，K20-1、K19-1、K7、K20-3 经钻探工程验证向深部有不同程度的延深，而①-1、①-2、②号矿体深部没有发现。他们的空间位置如图 2-2 所示。

其余隐伏矿体基本平行于 K20-1 分布，其中 K21-1、K21-2、K21-3、位于 K20-1 南，其余均位于 K20-1 北部。

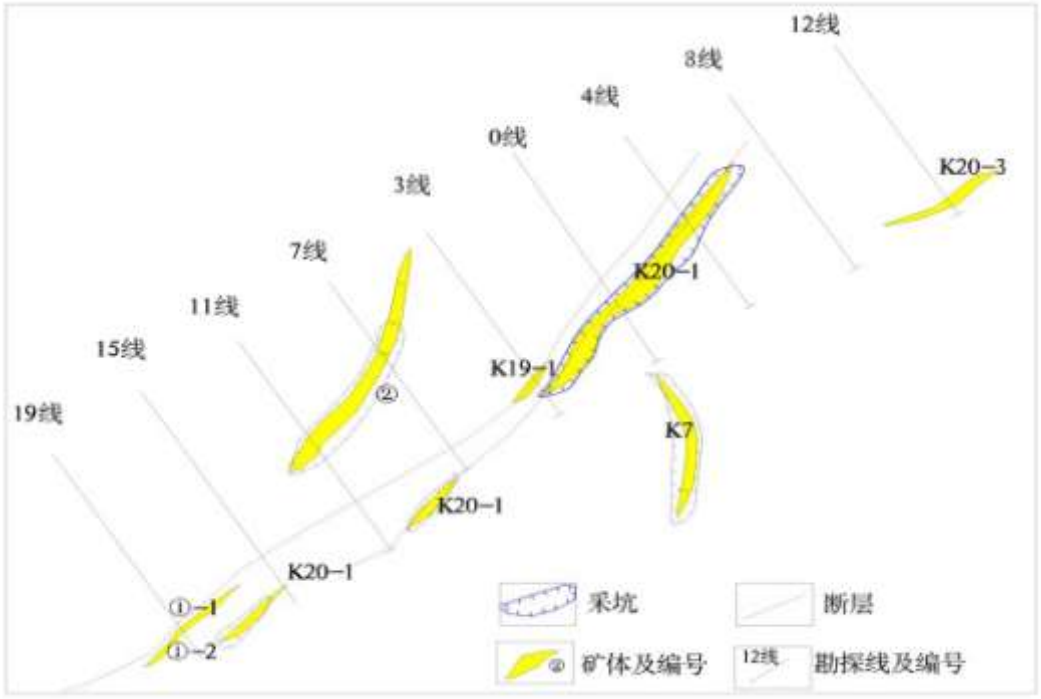


图 2-2 钻井沟金矿地表矿体位置示意图

三、矿区社会经济概况

该地区除柳园镇人口较集中外，其它地方人口稀少，无农业生产，仅有少数游牧民。经济除牧业外，主要有地方和个体采矿业，矿种包括铁矿、铜镍矿、锰矿、磷矿和重晶石矿等。柳园镇一带的矿山企业有辉铜山铜矿、古堡泉铁矿、花牛山铅锌矿、新金场金矿、老金厂金矿、明舒井金矿、拾金坡金矿，方山口钒矿等中小型矿山。此外，尚有多处县办、民办采金小矿山。勘查区生产及生活物资靠柳园、瓜州县、酒泉市等地供给。

柳园地区矿山开发建设条件已基本形成，国营 404 厂输电网通到柳园，疏勒河水亦引入柳园镇，工业燃料（煤）主要来自新疆哈密三道岭煤矿，供应充足。

四、矿区土地利用现状

（一）土地利用类型

经实地踏勘调查结合第二次全国土地调查数据库成果资料统计，项目区范围包括实际采矿区范围以及矿区范围外已损毁场地范围，总面积为 102.67hm，矿区土地利用类型均为裸地。参照 2017 年发布的“土地利用现状分类”标准，将矿区内的土地利用情况划分二级地类，土地利用现状见表 2-1。

表 2-3　项目区土地利用现状结构表

一级类	编码	二级类	编码	面积(hm^2)	占总面积(%)	权属
城镇村及工矿用地	20	采矿用地	204	0.42	0.41	国有
其他土地	12	裸地	127	102.25	99.59	国有

（二）土地权属状况

钻井沟金矿采矿权采矿权范围内土地共计 102.67hm^2，均属于国有土地。

五、矿山及周边其他人类重大工程活动

矿山周边除柳园镇人口较集中外，其它地方人口稀少，无农业生产，仅有少数游牧民。经济除牧业外，主要有地方和个体采矿业，矿种包括铁矿、铜镍矿、锰矿、磷矿和重晶石矿等。柳园镇一带的矿山企业有辉铜山铜矿、古堡泉铁矿、花牛山铅锌矿、新金场金矿、老金厂金矿、明舒井金矿、拾金坡金矿，方山口钒矿等中小型矿山。此外，尚有多处县办、民办采金小矿山。勘查区生产及生活物资靠柳园、瓜州县、酒泉市等地供给。

柳园地区矿山开发建设条件已基本形成，国营 404 厂输电网通到柳园，疏勒河水亦引入柳园镇，工业燃料（煤）主要来自新疆哈密三道岭煤矿，供应充足。

六、矿山及周边矿山地质环境治理与土地复垦案例分析

矿山 2012 年委托甘肃省国土资源规划研究院编制了《瓜州县钻井沟金矿矿山环境保护与恢复治理方案》和《甘肃省瓜州县钻井沟金矿土地复垦方案报告书》，两个方案的主要内容为废石回填塌陷区、土地平整、尾矿库治理及围栏警示工程、渣堆平整。现状下矿山对场地内的零散的废石进行了归拢平整，对已有尾矿库实施了削坡，护坡工程。

尾矿库治理：前期建设的尾矿库有效库容为 25.91×10^4m^3（甘环函[2018]505 号文），原计划矿山生产期年均尾矿量约为 1.737×10^4m^3，服务年限内总尾矿量 17.37×10^4m^3，按照前期设计尾矿库完全满足要求。根据尾矿库的等别的划分，该库总库容小于 100×10^4m^3。总坝高 20.0m，小于 30.0m，据下表可知该尾矿库为四等库，库内主要构筑物按四级设计，次要构筑物按五级设计。**1、初期坝，**初期坝内边坡采用干砌块石护坡，外边坡采用干砌块石护坡。两布一膜防水层严格施工，避免坝体出现渗漏尾矿浑水的现象发生。坝外坡设纵、横向排水沟，断面尺寸 B×H=0.4m×0.4m，纵向排水沟设在马道内侧，横向排水沟从坝顶至坝脚，每隔 20m 设一条。纵、横排水沟互相连通。初期坝的坝顶坡向坝外坡，坡度 1%，

便于坝顶排水。**2、后期坝，**采用尾砂上游法堆筑子坝，每次堆积高度 3m，分层碾压，尾矿在坝前均匀堆放，保持坝体协调上升，以便增强坝体的稳定性。每年汛季之前必须提前筑好子坝，确保所需的调洪库容。后期坝以 1：4.0 的总坡度堆筑，每一级子坝的上升高度为 3m，子坝外坡比为 1：3，内坡比 1：2，坝顶宽度为 3m。后期坝护坡：为防止雨水冲刷、渗流冲蚀，粉尘飞扬，后期坝外坡采用草皮护坡，护坡厚度 0.3m。后期坝堆积到坝顶标高时，坝顶用浆砌石砌 5m 宽，内坡从坝顶向下 2m 范围内亦用浆砌石砌筑，坡度 1：1.5，以利于坝体的稳定。**3、防渗结构，**尾矿库使用优质高密度聚乙烯（HDPE）膜复合防渗系统。防渗结构如下：（1）按照设计要求对尾矿及边坡进行平整；（2）对表层土进行碾压夯实处理；（3）铺设一层 1.0mm 复合土工膜；（4）铺设 30cm 厚尾砂垫层。**4、排水设施，**该尾矿不排水，只进行回水，尾矿由西向东排放，在库内经过 400m 长的自然澄清，在东面建一个叠井将澄清水由叠井内用泵抽出送回选厂使用。

钻井沟矿区周边矿山企业较多，有有辉铜山铜矿、古堡泉铁矿、花牛山铅锌矿、新金场金矿、老金厂金矿、明舒井金矿、拾金坡金矿等，本次选取与本项目地理条件、地形地貌、开展工程相近的老金场金矿作为案例简单分析。老金场金矿位于钻井沟金矿的西面，相距 2.5km。目前老金场金矿处于停产状态，但前期编制的《矿山地质环境保护与恢复治理方案》和《矿山土地复垦方案》针对场地内零散的废石、以及前期开采遗留的探槽进行了回填，对废石堆集中治理并分层压实堆放，在压实后的场地内放置矿山生产用的设施以及搭建临时设施用房等。对土地进行了合理利用，避免再次造成土地损毁。

钻井沟金矿矿山地质环境保护与土地复垦方案主要工程包括地面塌陷区回填、修建拦土墙、设置警示牌及围栏、建筑物拆除、土地平整、硐口封堵等。

第三章矿山地质环境影响和土地损毁评估

一、矿山地质环境与土地资源调查概述

矿山地质环境和土地资源调查工作，分为资料收集和现场调查两个部分。

1.资料收集，我单位在接到委托书后，立即组织专业技术人员开展工作。在现场调查前收集了以下资料：《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司甘肃省瓜州县钻井沟金矿矿产资源开发利用方案》设计委托书，瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司，2020 年 12 月 7 日；

《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》，辽宁省第十一地质大队，2019年12月；

关于《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明(甘资储备字[2020]29号)，甘肃省自然资源厅，2020年5月6日；《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》评审意见书（甘资储评字[2020]20号、甘资储评总字1959号)，甘肃省矿产资源储量评审中心，2020年3月31日；《瓜州县钻井沟金矿矿山环境保护与恢复治理方案》，甘肃省国土资源规划研究院，2012年9月；《甘肃省瓜州县钻井沟金矿土地复垦方案报告书》2012年10月等资料。初步掌握了矿区地质环境条件、矿山概况及矿区土地利用现状。收集了区内有关地形图、地质图等图件作为评估工作底图和野外工作用图，结合矿山特点，分析已有资料，确定需要补充的资料，初步确定野外主要调查内容、调查方法和调查路线。

2.现场调查，在对收集的资料初步分析后，项目组于 2020 年 12 月进行了野外调查。在调查过程中，积极访问矿区工作人员和周围居民，查明了矿山开采历史、生产现状、主要地质环境问题的发育和分布及矿区土地利用等情况。野外调查采用 1:10000 地形图为底图，对重点地段的地质环境问题点和主要地质现象点进行实测描述，调查分析其发生时间、基本特征、危害程度，并对其进行 GPS 定位、地形测量、航空拍照和填制调查表格等工作，并及时调整室内设计的野外调查路线，优化野外调查工作方法。

为了全面了解项目区矿山地质环境与土地资源情况，野外调查又分为地质灾害现状调查、水土影响调查、损毁土地调查、植被土壤调查等方面。

地质灾害调查包括查明矿区范围内地质灾害点情况，并对矿区范围内现状采矿工业场地、选矿工业场地、生活办公区、矿山道路等对当地土地资源，地貌景观的影响情况进行了详细的调查。

水土影响程度通过对收集到的资料分析得出。

损毁土地调查利用矿区工程布置图，矿区土地利用现状图以及矿区航遥感影像照片，通过现场调查，对矿山地质环境问题对土地的损毁范围、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，对不同地类的进行的植被进行调查,为复垦质量标准的确定提供扎实的依据。

二、矿山地质环境影响评估与预测

（一）评估范围和评估级别

1.评估范围

根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》DZ/T0223－2011 第 6.1 条关于“矿山地质环境调查的范围应包括采矿登记范围和采矿活动可能影响到的范围”的规定，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；其二是工程建设活动对地质环境的最远影响范围。

本矿山为已有矿山，矿山已建的采矿工业场地、选矿工业场地、尾矿库、炸药库、办公区生活区、水源地、渣堆、矿石堆场、矿山道路等相关设施均位于采矿权范围之内。

根据采矿许可证确定的采矿区范围、采矿影响范围以及矿山道路、废石堆场的分布和影响，同时考虑到目前矿山建设规模及其建设生产对地质环境影响情况,确定本次评估范围为采矿权范围向四边外延 100m,评估区总面积为 153.07hm^2（附图 2）。

2.评估级别

矿山地质环境影响评估级别，根据评估区重要程度、矿山生产建设规模、矿山地质环境条件复杂程度综合确定（表 3-1）。

表 3-1 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

（1）评估区重要程度

评估区周边以矿业开发临时人口为主，无常驻居民。居民居住分散，集中居住人口在 200 人以下；区内无重要交通干线或建筑设施；评估区附近无需要保护的名胜古迹及自然保护区；评估区无较重要水源地；评估区前期采矿局部造成林地的破坏。根据评估区重要程度分级表（表 3-2），评估区重要程度属**一般区**。

表 3-2 评估区重要程度分级表

重要区	较重要区	一般区
分布有500人以上的居民集中居住区	分布有200－500人的居民集中居住区	**居民居住分散，居民集中居住区人口在200人以下**
分布有高速公路、一级公路、铁路、中型以上水利、电力工程或其他重要建筑设施	分布有二级公路、小型水利、电力工程或其他较重要建筑设施	**无重要交通要道或建筑设施**
矿区紧邻国家级自然保护区(含地质公园、风景名胜区等)或重要旅游景区(点)	紧邻省级、县级自然保护区或较重要旅游景区(点)	**远离各级自然保护区及旅游景区(点)**
有重要水源地	有较重要水源地	**无较重要水源地**
破坏耕地、园地	破坏林地、草地	**破坏其它类型土地**

（2）矿山生产建设规模

钻井沟金矿目前采用地下方式开采，矿山设计年生产能力为 13.5 万吨矿石，根据矿山生产建设规模分类一览表（表 3-3），本矿山生产建设规模属中型矿山。

表 3-3 矿山生产建设规模分类一览表

矿种类别	计量单位	年生产量			备注
		大型	中型	小型	
煤（地下开采）	万吨	≥120	120-45	<45	原煤
煤（露天开采）	万吨	≥400	400-100	<100	原煤
煤成（层）气	亿立方米	≥5	5-1	<1	
地热（热水）	万立方米	≥20	20-10	<10	
地热（热气）	万立方米	≥10	10-5	<5	
放射性矿产	万吨	≥10	10-5	<5	矿石
金（岩金）	**万吨**	**≥15**	**15-6**	**<6**	**矿石**
金（砂金船采）	万立方米	≥210	210-60	<60	矿石
金（砂金机采）	万立方米	≥80	80-20	<20	矿石
银	万吨	≥30	30-20	<20	矿石
其它贵金属	万吨	≥10	10-5	<5	矿石
铁（地下开采）	万吨	≥100	100-30	<30	矿石
铁（露天开采）	万吨	≥200	200-60	<60	矿石

（3）评估区地质环境复杂程度

矿区矿体位于柳园镇西南，地势相对平缓，无地表水，矿区第四系松散岩类孔隙含水层透水不含水，其水文地质边界简单。矿体构造破碎带矿区含水层，但其补给条件较差，含水空间有限，主要为大气降雨补给，补给来源有限，主要充水含水层富水性弱。随着矿床开采时间的延长，矿坑涌水量会逐渐减少。矿床为裂隙充水矿床。矿床勘探的复杂程度划为第一型，属水文地质条件简单矿床。本区矿体顶底板围岩为加里东晚期石英闪长岩，残坡积层、基岩风化破碎带厚度 5—10cm、稳固性较好；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。现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小；矿区地下采空区面积和空间小，无重复开采，采空区将会得到有效处理，采动影响较轻；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。根据矿山地质环境条件复杂程度分级表（表 3-5），该矿山地质环境条件复杂程度确定为简单。

表 3-5 地下开采矿山地质环境条件复杂程度分级表

复杂	中等	简单
主要矿层（体）位于地下水位以下，矿坑进水边界条件复杂，充水水源多，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性强，补给条件好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系密切，老窿(窑)水威胁大，矿坑正常涌水量大于10000m³/d，地下采矿和疏干排水容易造成区域含水层破坏。	主要矿层（体）位于地下水位附近或以下，矿坑进水边界条件中等，充水含水层和构造破碎带、岩溶裂隙发育带等富水性中等，补给条件较好，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水有一定联系，老窿(窑)水威胁中等，矿坑正常涌水量3000-10000m³/d，地下采矿和疏干排水较容易造成矿区周围主要充水含水层破坏。	**主要矿层（体）位于地下水位以上，矿坑进水边界条件简单，充水含水层富水性差，补给条件差，与区域强含水层、地下水集中径流带或地表水联系不密切，矿坑正常涌水量小于3000m³/d，地下采矿和疏干排水导致矿区周围主要充水含水层破坏可能性小。**
矿床围岩岩体结构以碎裂结构、散体结构为主，软弱岩层或松散岩层发育，蚀变带、岩溶裂隙带发育，岩石风化强烈，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度大于10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性差，矿山工程场地地基稳定性差。	矿床围岩岩体以薄-厚层状结构为主，蚀变带、岩溶裂隙带发育中等，局部有软弱岩层，岩石风化中等，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度5-10m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性中等，矿山工程场地地基稳定性中等。	**矿床围岩岩体以巨厚层状-块状整体结构为主，蚀变作用弱，岩溶裂隙带不发育，岩石风化弱，地表残坡积层、基岩风化破碎带厚度小于5m，矿层（体）顶底板和矿床围岩稳固性好，矿山工程场地地基稳定性好。**
地质构造复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化大，断裂构造发育或有活动断裂，导水断裂带切割矿层(体)围岩、覆岩和主要含水层（带），导水性强，对井下采矿安全影响巨大。	地质构造较复杂，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化较大，断裂构造较发育，并切割矿层（体）围岩、覆岩和主要含水层（带），导水断裂带的导水性较差，对井下采矿安全影响较大。	**地质构造简单，矿层(体)和矿床围岩岩层产状变化小，断裂构造不发育，断裂未切割矿层（体）和围岩覆岩，断裂带对采矿活动影响小。**
现状条件下原生地质灾害发育，或矿山地质环境问题的类型多，危害大。	现状条件下矿山地质环境问题的类型较多，危害较大。	**现状条件下矿山地质环境问题的类型少，危害小。**
采空区面积和空间大，多次重复开采及残采，采空区未得到有效处理，采动影响强烈。	采空区面积和空间较大，重复开采较少，采空区部分得到处理，采动影响较强烈。	**采空区面积和空间小，无重复开采，采空区得到有效处理，采动影响较轻。**
地貌单元类型多，微地貌形态复杂，地形起伏变化大，不利于自然排水，地形坡度一般大于35°，相对高差大，地面倾向与岩层倾向基本一致。	地貌单元类型较多，微地貌形态较复杂，地形起伏变化中等，不利于自然排水，地形坡度一般为20°-35°，相对高差较大，地面	**地貌单元类型单一，微地貌形态简单，地形起伏变化平缓，有利于自然排水，地形坡度一般小于20°，相对高差小，地面倾向与岩层倾向多为反交。**
注：采取就上原则。前6条中只要有一条满足某一级别，应定为该级别。		

4、评估方法与分级标准

1)评估工作方法

（1）首先按单点单要素的评估方法对每个形成矿山地质环境影响的点从地质灾害、含水层破坏、地形地貌景观破坏、矿区水土环境污染四个方面进行评估，在评估图上取差表示，以便于评估图的分区。

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

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3-7）。

表3-7　矿山地质环境影响程度分级

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	1.地质灾害规模大，发生的可能性大；2.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的安全；3.造成或可能造成直接经济损失大于500万元；4.受威胁人数大于100人	1.矿床充水主要含水层结构破坏，产生导水通道；2.矿井正常涌水量大于10000m³/d；3.区域地下水水位下降；4.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；5.不同含水层（组）串通水质恶化；6.影响集中水源地供水，矿区及周围生产、生活供水困难	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度大；2.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	1.占用破坏基本农田；2.占用破坏耕地大于2公顷；3.占用破坏林地或草地大于4公顷；4.占用破坏荒地或未开发利用土地大于20公顷
较严重	1.地质灾害规模中等，发生的可能性大；2.影响到村庄、居民聚居区，一般交通线和较重要工程设施安全；3.造成或可能造成直接经济损失100-500万元；4.受威胁人数10-100人	1.矿井正常涌水量3000-10000m³/d；2.矿区周围主要含水层（带）水位下降幅度较大，地下水呈疏干状态；3.矿区及周围地表水体漏失较严重；4.影响矿区及周围部分生产生活供水	1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度较大；2.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	1.占用破坏耕地小于等于2公顷；2.占用破坏林地或草地2-4公顷；3.占用破坏荒地或未开发利用土地10-20公顷
较轻	**1.地质灾害规模小，发生的可能性小；2.影响到分散居民，一般性小规模建筑及设施；3.造成或可能造成直接经济损失小于100万元；4.受威胁人数小于10人**	**1.矿井正常涌水量小于3000m³/d；2.矿区周围主要含水层（带）水位下降幅度小；3.矿区及周围地表水体未漏失；4.未影响矿区及周围部分生产生活供水**	**1.对原生的地形地貌景观影响和破坏程度小；2.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**	**1.占用破坏林地或草地小于等于2公顷；2.占用破坏荒地或未开发利用土地小于等于10公顷**

根据矿山开发利用方案，矿山建设规模为中型，地质环境条件复杂程度为简单，评估区重要程度为一般，矿山地质环境影响程度为较轻，矿山地质环境影响分级确定为二级。

（二）矿山地质灾害现状评估与预测

瓜州县新港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿为续开矿山，开采方式为地下开采，采用浅孔留矿法采矿，矿山生产规模为中型（生产能力13.5×10^4t/a），现状条件下，在评估场地内分布有1处尾矿库。矿山地质环境问题主要为尾矿库、井巷工程、采矿工业场地、矿山构筑物、矿山道路等破坏地貌景观，压占、破坏土地资源。

根据评估区地质环境调查结果，依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T0223-2011）附录 E 表 E.1“矿山地质环境影响程度分级表”（表 3-7）及《规范》7.4.3 规定，三级评估以定性为主评价矿业活动对地质环境的影响程度。

表 3-7 地质灾害对地质环境影响程度分级表

严重	较严重	较轻
1.地质灾害规模大，发生的可能性大；2.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；3.造成或可能造成直接经济损失大于 500 万元；4.受威胁人数大于 100 人	1.地质灾害规模中等，发生的可能性较大；2.影响到村庄、居民聚居区、一般交通线和较重要工程设施安全；3.造成或可能造成直接经济损失 100～500 万元；4.受威胁人数 10～100 人	**1.地质灾害规模小，发生的可能性小；2.影响到分散性居民、一般性小规模建筑及设施；3.造成或可能造成直接经济损失小于 100 万元 4.受威胁人数小于 10 人**
注：估分级确定采取上一级别优先原则，只要有一条符合者即为该级别([DZ/T0223-2011])		

1、评估区地质灾害现状

根据野外实地调查，目前评估区内仅在尾矿库边缘发育 1 处不稳定斜坡，对矿区内的设施和工作人员有一定的危害。

（1）不稳定斜坡特征

不稳定斜坡（XP1）：该斜坡发育于矿区尾矿库边缘部位，靠近道路。斜坡长35m，宽160m，高25m，坡面上缓下陡，上部坡度30～40°，下部接近50°。由尾矿堆积形成，整体较稳定，局部有小规模的坍塌发生，影响正常交通运行（照片 3-12、图 3-4）。变形模式以前缘局部坍塌危害为主，牵引后缘滑动，目前，稳定性较好。目前坡体已进行了简单的削坡处理，该不稳定斜坡局部发生的可能性不大，主要威胁矿区运输车辆和矿区正常生产秩序，危害程度小，危险性小,对矿山地质环境的影响较严重。

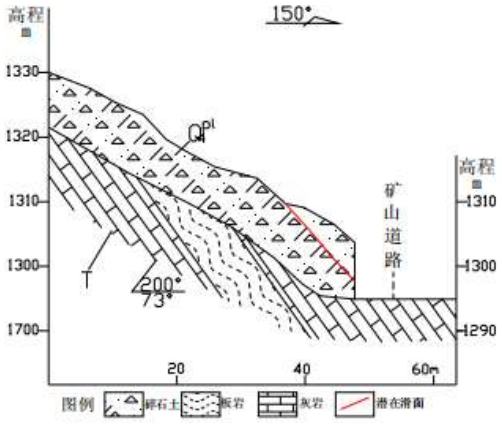


图 3-4 矿山道路（XP1）不稳定斜坡地质剖面图　　照片 3-12XP1 不稳定斜坡

（2）不稳定斜坡稳定性评价

根据 XP1 不稳定斜坡现状所处的地质环境条件、临空特征及变形迹象，并与以往同类灾害发生条件进行类比，经综合分析后，参照斜坡稳定性野外判别表（表 3-8）判定其稳定性。

表 3-8 斜坡稳定性野外判别表

斜坡要素	稳定性差	稳定性较差	稳定性好
坡脚	临空，坡度较陡且常处于地表径流的冲刷之下，有发展趋势，并有季节性泉水出露，岩土潮湿、饱水	临空，有间断季节性地表径流流经，岩土体较湿，斜坡坡度在30～45°之间	**斜坡较缓，临空高差小，无地表迳流流经和继续变形的迹象，岩土体干燥**
坡体	平均坡度＞40°，坡面上有多条新发展的裂缝,其上建筑物、植被有新的变形迹象,裂隙发育或存在易滑软弱结构面	**平均坡度在30～40°间，坡面上局部有小的裂缝，其上建筑物、植被无新的变形迹象，裂隙较发育或存在软弱结构面**	平均坡度＜30°，坡面上无裂缝发展，其上建筑物、植被没有新的变形迹象，裂隙不发育，不存在软弱结构面
坡肩	可见裂缝或明显位移迹象，有积水或存在积水地形	有小裂缝，无明显变形迹象，存在积水地形	**无位移迹象，无积水，也不存在积水地形**

评估区发育的 XP1 不稳定斜坡临空条件良好，坡脚无地表径流对其冲刷，坡体无任何防护措施，不稳定斜坡坡度在 30°～45°之间，坡肩无位移迹象，无积水，也不存在积水地形。据此，XP1 不稳定斜坡稳定性较差，地质灾害评估危害程度中等，危险性中等，对矿山地质环境的影响较严重。

2、矿山地质灾害预测评估

XP1 不稳定斜坡地质灾害预测评估认为随着矿山开采活动的进行，不稳定斜坡的稳定性变化不大，随着矿山保护工程的建设，对矿山地质环境的影响不大。

预测将来矿山形成的地质灾害主要为地下开采引发地面塌陷 7 处（TX1~7）。

1）地下开采引发地面塌陷地质灾害的危险性预测评估

a.地面塌陷特征预测

ⅰ面积预测

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

上盘：陷落角 65º、移动角 60º；

下盘：陷落角 65º、移动角 60º；

侧翼：陷落角 65º、移动角 65º；

依据开采塌陷理论，按公式对地面塌陷的影响半径进行了预测：

r=H/tgβ

式中：H-平均采深

b.变形量计算方法

ⅰ开采深度

该矿山采用自上而下的回采顺序。平均开采深度为取 100m。

ⅱ地表移动最大下沉值

Wmax=η •m•cosα

式中：

η -地表下沉系数，取 0.5；

m-矿床开采厚度（m）

α -矿体法线厚度线与水平线的夹角，取平均角 65°；

ⅲ最大水平移动值

Umax=b•Wmax

式中：

Umax--最大水平移动值（m）

b--水平移动系数，取 0.38

Wmax--最大下沉值（m）

c.地表变形的破坏形式

因本矿层开采深度较小，根据计算结果及工程地质类比分析，预计地表移动变形呈连续而缓慢的特点，预测可能出现轻微的地面塌陷，塌陷盆地边缘可能出现永久裂缝带。

d.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 3-9），矿区预测远期形成的地面塌陷为中型。

表 3-9 地面塌陷分级标准

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

f.地质灾害发生的可能性

矿山在开采期地面塌陷地质灾害形成条件充分，根据地质灾害发生可能性按采空区地质灾害发生可能性划分表（表 3-10），判定矿区地面塌陷地质灾害发生的可能性。

表 3-10 采空区地质灾害发生可能性划分

采矿地表异动情况及开采深厚比	地质灾害发生可能性
地表移动期内或深厚比小于 120	可能性大
地表移动已结束或深厚比介于 120-200	可能性较大
地表移动已结束或深厚比大于于 200	可能性小

根据深厚比计算，区内塌陷区发生的可能性均为大。

g.危害程度

矿区形成的地面塌陷区（TX1-7）面积约 0.03～0.48km2，其中，TX1、TX2、TX3、TX5、TX6 规模为中型；地质灾害发生的可能性较大；威胁对象主要为现场过往人员及车辆，预计可能威胁的人数约为 1～2 人，造成的直接经济损失小于 100 万元，危害程度较小，对矿山地质环境影响程度较严重，表 3-11。

表 3-11 地表塌陷区地质灾害评估表

区块	塌陷区面积(hm^2)	地质灾害发生的可能性	威胁对象	造成的直接损失	地质灾害评估
TX1	0.31	较大	现场过往人员、车辆	1-2 人，小于 100 万	较严重
TX2	0.48	较大	现场过往人员、车辆	1-2 人，小于 100 万	较严重
TX3	0.31	较大	现场过往人员、车辆	1-2 人，小于 100 万	较严重
TX4	0.04	小	现场过往人员、车辆	1-2 人，小于 100 万	较严重
TX5	0.1	较大	现场过往人员、车辆	1-2 人，小于 100 万	较严重
TX6	0.12	较大	现场过往人员、车辆	1-2 人，小于 100 万	较严重
TX7	0.03	小	现场过往人员、车辆	1-2 人，小于 100 万	较严重

预测矿山在服务期内形成的地面塌陷地质灾害规模为中型、发生地质灾害的可能性大，可能造成直接经济损失较小，对矿山地质环境影响程度较严重。

综上所述，预测矿山在服务期内形成的地面塌陷地质灾害规模为中型、发生地质灾害的可能性较大，可能造成直接经济损失较小，对矿山地质环境影响程度较严重。

（三）矿山含水层的破坏现状与预测

①矿山含水层的破坏现状

矿区位于甘肃北山，属干旱缺水地区；矿体赋存于石英闪长岩体构造中，岩体内裂隙不发育，富水程度弱；目前所施工的竖井工程深度已经达到 200m，经

实地调查，由于补给量贫乏加上近两年的不断排水，单井涌水量由200m³/日，已减少到20m³/日左右。近年来该矿的开采未发生透水、涌水现象。

矿体出露地理位置较高，均在当地侵蚀基准面以上。矿区无地表水系，汛期降水多形成地表径流流往区外，水文地质条件简单，仅有少量构造裂隙水和风化裂隙水。矿区围岩为花岗岩及细晶灰岩，矿体无导水断层，没有大规模的含水层，赋水条件差，地下水与地表水没有必然的水力联系。开采地段汇水面积很小，地形排水条件好，地表水不会停留。选矿为闭路循环供水，除每天随干尾矿进入尾矿库的极小量废水外，再无有害废水排放，对下游地表、地下水质量产生影响小。根据矿山地质环境影响程度评估表，现状评估采矿活动造成含水层的影响和破坏对地质环境的影响程度较轻。

②矿山含水层影响预测分析

采矿区内此时影响半径范围内无地下水集中开采水源地和其它与地下水有关的保护区。后期矿山开采过程中，矿坑涌水量对基岩裂隙水的影响仍然不大。采矿对基岩裂隙含水层造成影响或破坏的可能性较大，但由于矿床位于最低侵蚀基准面以上，故预测矿山未来开采过程中对地下含水层的影响较小。

矿山生产、生活用水水源为附近柳园镇异地补给，采矿对矿区含水层的影响不会影响到矿区生产生活用水。根据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》，预测评估矿山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。

（四）矿区地形地貌景观破坏现状分析与预测

1、矿区地形地貌景观破坏现状分析

瓜州县钻井沟金矿位于甘肃省瓜州县柳园镇西32公里处，为生产矿山。根据现场调查，矿区在前期勘查中形成的大量探槽工程目前已全部回填，影响或破坏地形地貌景观的尾矿库等都得到了初步治理。同时采矿作业平台、选矿工业场地、办公生活区、炸药库、蓄水池、排土场、岩芯库、矿山道路等基础设施全部修建完成，因此矿山现状影响或破坏地形地貌景观的因素有：尾矿库、采矿作业平台、选矿工业场地、办公生活区、炸药库、蓄水池、排土场、岩芯库、矿山道路等。

1）尾矿库

矿山现有尾矿库一座，位于选矿厂南侧，占地面积3.42hm^2。尾矿库对该区原生的地形地貌景观破坏程度严重，对附近道路可视范围内地貌景观的影响较大，综合判断对该区地形地貌景观影响严重。

2）采矿工业场地

矿山开采以地下为主，对地形地貌景观的破坏以井口建设为主，占地面积较小，破坏程度较轻。现状分析采矿工业场地对地形地貌景观的影响较严重。

3）办公生活区

办公生活区占地总面积约0.3hm^2，主要在矿区中部，建设有办公楼，食堂，职工宿舍等辅助设施，对局部微地貌形态造成破。办公生活区对矿区原生的地形地貌景观影响和破坏程度较轻，对矿区内道路可视范围内地貌景观的影响较小，综合判断办公生活区对该区地形地貌景观影响较轻。

4）选矿工业场地

矿山为已建成矿山，目前有选矿工业场地一处，位矿区中部。占地面积0.28hm^2。选矿工业场地占地面积较小，现状评估认为对局部微地貌形态产生破坏。选矿工业场地对所在区域原生的地形地貌景观影响和破坏程度较小，对附近道路可视范围内地形地貌景观影响较轻，综合判断采矿工业场地对地形地貌景观影响较严重。

5）矿区道路

矿区道路占地面积约0.5hm^2，矿山道路依地形稍作平整、碾压而建，路面较为平整，对原生地形地貌破坏程度小，综合判断矿山道路对该区地形地貌景观影响较轻。

6）炸药库

矿区道路占地面积约0.07hm^2，对原生地形地貌破坏程度小，综合判断炸药库对该区地形地貌景观影响较轻。

7）岩芯库

矿山现有尾矿库一座，位于选矿厂西北侧，占地面积0.08hm^2。尾矿库对该区原生的地形地貌景观破坏程度较轻，综合判断对该区地形地貌景观影响较轻。

8）蓄水池

矿山现有蓄水池一处，位于厂区东部，占地面积 0.66hm²。蓄水池对该区原生的地形地貌景观破坏程度较轻，对附近道路可视范围内地貌景观的影响较小，综合判断对该区地形地貌景观影响较轻。

9）排土场

矿山建设和生产过程中，形成排土场一处，面积 0.43hm²。排土场对该地区原声的地形地貌景观破坏程度较轻，综合判断对该区地形地貌景观影响较轻。

2、矿区地形地貌景观影响预测评估

本矿山已建矿山，采矿为地下开采；选矿工业场地、尾矿库、炸药库、办公区生活区、矿山道路等相关基础建设比较完善，将来矿山生产时将重新利用；矿山道路利用矿区原有的简易道路；本次无大规模新建工程。预测评估认为将来采矿产生的地面塌陷对地形地貌景观有一定的影响和破坏，其它区域预测评估与现状评估结果相同，本小节不在赘述。

矿山在未来开采过程中，现有尾矿库无法满足矿山生产需要，尾矿库（I_1）扩容后面积共 6.94hm^2，本次对扩容后尾矿库对地形地貌景观的影响和破坏进行预测。

矿山在未来开采过程中，可能会形成地面塌陷 7 处，本次对地面塌陷对地形地貌景观的影响和破坏进行预测。

矿山在未来开采过程中，根据前面计算分析，服务期内矿山开采不会产生严重的地面塌陷，预测形成的地面塌陷区面积约为 1.39hm^2，结合矿区地面塌陷现状及未来采矿所采用的方法，预测地面塌陷的表现形式主要为塌陷裂缝，对局部的微地貌形态造成破坏。预测地面塌陷对矿区原生的地形地貌景观影响和破坏程度较严重。

（五）矿区水土环境污染现状分析与预测

随着矿山生产规模的不断扩大，“三废”排放将是矿山面临的一个重要问题。堆放于地表的废渣应采取综合处理措施，要选择合理的堆放场地，一是尽量选在植被复盖较差地段；二是对矿渣堆进行适宜的围挡防护；尾矿淋滤液和工业废水会造成水、土环境的污染，需经处理达标后方可排放,以免对本来很贫乏的浅层地下水及周围土壤、植被造成污染。矿区范围内会有较低程度的气相污染物，由于矿山作业及选矿产生大量的颗粒悬浮物和可吸入颗粒物,直径在 10μ m 以下的

粉尘颗粒嵌入人肺,对人体健康带来威胁。粉尘的来源主要有:破碎和筛分设备的运行；受风吹作用的产品堆、矿堆等。

矿区水土环境污染主要表现有：一是矿井涌水、尾矿库淋滤水及生产生活污水等未对周围水环境造成污染；二是选矿工业场地大量粉尘、废气的沉降、生活垃圾等对周围土壤造成污染。

①水土环境污染现状评估

现状条件下矿山无露天开采形成的破坏地形地貌的现象；矿山断续施工，矿渣主要用于于整平矿区道路；矿山建设压占破坏少量荒漠砂砾地(压占面积0.011km^2)；矿区内未发现山体开裂、倒塌、滑坡、塌陷等现象，亦未发现其他污染源存在；矿区采矿可产生局部地表变形，但对地质环境破坏不大；无重大的污染源，无热害；根据矿井地下水水质分析报告看，PH 值 7.89-7.96，水化学类型为低矿化硫酸-氯化物—钠型水，不宜饮用，矿坑排水主要选矿和绿化环境，对环境无污染；矿石和废石化学成分基本稳定，不会污染土地；矿区无其他不良环境隐患。

生活中产生的废水及办公生活区产生的生活污水,经污水处理设备消毒处理达标后进行排放，对水环境基本上无影响。

综上所述，现状条件下，矿山生产对矿区水土环境的污染程度较轻。

②水土环境污染预测

矿区开采范围内地表植被稀少，复盖很差，绝大部分地段基岩裸露，生态环境非常脆弱。矿山在剩余服务期内，采矿、选矿方法及工艺不会改变，故预测矿山在服务年限内，矿山生产对矿区水土环境的污染程度较轻。

综上所述，矿区地质环境问题现状和预测评估内容如下表（表 3-12）,本矿山地质环境预测评估的影响程度等级见附图 4：矿山地质环境影响预测评估图。

表 3-12 矿区地质环境问题现状和预测评估表

地质环境问题		现状评估		预测评估	
		危害程度	影响程度	危害程度	影响程度
地质灾害	不稳定斜坡	较小	较轻	较小	较轻
	地面塌陷	/	/	中等	较严重
地形地貌	尾矿库	较大	严重	较大	严重
	采矿工业场地	较小	较轻	较小	较轻
	办公生活区	较小	较轻	较小	较轻
	选矿工业场地	较小	较轻	较小	较轻
	矿区道路	较小	较轻	较小	较轻
	炸药库	较小	较轻	较小	较轻
	岩芯库	较小	较轻	较小	较轻
	排土场	较小	较轻	较小	较轻
	蓄水池	较小	较轻	较小	较轻
含水层破坏		较小	较轻	较小	较轻
水土环境污染		较小	较轻	较小	较轻

三、矿山土地损毁评估与预测

（一）土地损毁环节与时序

瓜州县钻井沟金矿为已建成矿山，矿山建设单元均以建设完成，矿山生产方式为地下开采，目前矿山已损毁的土地类型为裸地等。

矿业活动对土地的损毁环节与生产工艺流程及生产期直接相关。矿业活动对土地的损毁时序主要是目前已经产生的损毁与未来可能产生的损毁。

1.损毁形式

该矿山生产对土地损毁的形式有 2 种：挖损和压占。

矿山为已建成矿山，矿山投产开采后转为地下开采，土地挖损情况极少发生。压占发生在已建成尾矿库、采矿工业场地、办公生活区、选矿工业场地、矿区道路、炸药库、岩芯库、蓄水池和排土场等。

2.损毁环节

钻井沟金矿为已建成矿山，矿山生产不可避免的会造成土地资源的损毁，矿山目前为地下开采，损毁方式以压占为主。

1）矿山勘查阶段

主要是地表探槽开挖造成土地资源的挖损、压占，目前大部分探槽已利用堆放在探槽一侧的弃渣进行回填，基本恢复自然生态，钻深工程仅在施工阶段造成

钻孔周边小范土地资源压古,施工结束后即拆除钻探设施,邻近堆放的岩芯整体转移至公司岩心库集中堆放,未造成土地资源的长期损毁。

2）矿山开采阶段

矿山为已建成矿山，目前矿山开采方式地下开采吗，主要工程设计为：

①采矿工程施工

开采方式为地下开采。矿体内总体上遵循中段下行式、中段上采用后退式回采,即由采区风井侧向主提升井方向的后退式开采的原则,这样有利于安全生产、简化生产管理。根据矿体的赋存特点以及矿岩的物理力学性质，结合前期采矿经验，继续推荐使用浅孔留矿采矿法进行采矿。

本次设计主要开采矿体为K20号主矿体，根据前期《甘肃省瓜州县钻井沟金矿资源储量核实报告》(截止2019年6月)及贵州天宝矿产资源咨询服务有限公司《瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司钻井沟金矿3万t/a采矿工程初步设计》，前期已完成1695m、1663m、1643m、1606m四个中段，本次设计在此基础上往深部设计中段（1606-1198m），按照35米段距设计水平巷道，中段标高从上往下分别1571m、1536m、1501m、1466m、1431m、1396m、1361m、1326m、1291m、1256m、1221m，底部为井底水窝。

②矿山开采

矿山开采阶段主要是采准巷道施工产生大量弃渣运出地表堆放压占土地资源。同时开采中建设了多处生活区，造成了土地资源的压占。

3）矿山选矿阶段

矿山选矿阶段带来的土地损毁主要是厂区建设对土地的压占,以及采矿过程的临时堆放对土地的压占等。

尾渣堆存仍存在环境隐患，同时也造成对土地资源的压占。

4）矿山道路

位于矿区内部，联通采矿、选矿、尾矿库及生活办公区，已建成并造成损毁，损毁形式为压占。

3.损毁时序

前期勘查过程中对土地资源的损毁主要是地表探槽开挖造成土地资源的挖损、压占,目前大部分探槽已利用堆放在探槽一侧的弃渣进行回填,基本恢复自然

生态，钻深工程仅在施工阶段造成钻孔周边小范土地资源压古,施工结束后即拆除钻探设施,邻近堆放的岩芯整体转移至公司岩心库集中堆放,未造成土地资源的长期损毁。

矿山建设过程中，矿区内选厂建设、生活区、开拓工程以及尾矿库等项目的实施，对矿区内土地资源有较大的压占破坏。

矿区正式投产后，采矿及选矿等整个过程产生的废石、尾矿库等形成了压占土地资源的问题。

（二）已损毁各类土地现状

该矿山为生产矿山，相关工业广场及基础设施已建成。目前矿区损毁土地包括尾矿库、采矿工业场地、办公生活区、选矿工业场地、矿区道路、炸药库、岩芯库、蓄水池和排土场等，详见表 3-13。损毁方式为压占（图 3-14~3-24）。

表 3-13 矿区已损毁土地类型面积统计表

序号	损毁单元	损毁方式	一级地类		二级地类		面积（hm²）
1	尾矿库	压占	12	其他土地	127	裸地	3.41
2	采矿工业场地	挖损及压占	12	其他土地	127	裸地	0.03
3	办公生活区	压占	12	其他土地	127	裸地	0.26
		压占	20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	0.04
4	选矿工业场地	压占	12	其他土地	127	裸地	0.23
		压占	20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	0.05
5	矿山道路	压占	12	其他土地	127	裸地	0.50
6	炸药库	压占	12	其他土地	127	裸地	0.07
7	岩芯库	压占	12	其他土地	127	裸地	0.08
8	蓄水池	压占	12	其他土地	127	裸地	0.66
9	排土场	压占	12	其他土地	127	裸地	0.43
合计							5.76

图 3-14 尾矿库

图 3-15 采矿工业场地

图 3-16 办公生活区

图 3-17 选矿工业场地

图 3-8 矿山道路

图 3-19 炸药库

图 3-20 岩芯库

图 3-21 蓄水池　　图 3-22 排土场

结合《开发利用方案》，结合实地踏勘，并与全国第二次土地大调查数据库核对，最终确定已损毁土地面积为 5.76hm^2，具体见表 3-13。

（三）拟损毁土地预测与评估

该矿山属在建矿山，根据矿山《开发利用方案》及现场调查，矿山采矿所需巷道工程正在施工建设中。采矿方式为地下开采，矿山平硐等开拓工程前期已基本完成，预测评估认为未来地下开采暂时不会新增加其它地表工程，基础设施及建筑物已经基本修建完成，预测将来对土地资源不会造新的损毁。但矿山复产后，地下开采形成的 7 处地面塌陷（编号 TX1~7）将对土地造成损毁，生产过程中形成的尾矿库对土地资源产生的压占等。

1、预测内容

根据《土地复垦技术标准（试行）》的要求，土地损毁预测内容主要是塌陷、压占及污染土地的范围、面积和程度等。结合本项工程的具体建设内容，土地损毁预测内容主要为：井下采矿形成的地面塌陷造成土地损毁的范围、面积和损毁程度以及尾矿库扩容后对土地的压占面积增加 3.53hm^2。

预测对土地的影响主要为地面塌陷对土地可能产生损毁。通过研究矿体形态和走向，再结合平硐位置，预测地面塌陷范围对土地的损毁。塌陷区范围可能向北东、南西方向发展较大，而南北方向变化较小。预测塌陷区有 7 处，总面积为 1.39hm^2（表 3-14）。

表 3-14 矿区拟损毁土地类型面积表

序号	损毁单元	损毁方式	一级地类		二级地类		面积（hm^2）
TX1	地面塌陷	塌陷	12	其他土地	127	裸地	0.31
TX2			12	其他土地	127	裸地	0.48
TX3			12	其他土地	127	裸地	0.31
TX4			12	其他土地	127	裸地	0.04
TX5			12	其他土地	127	裸地	0.1
TX6			12	其他土地	127	裸地	0.12
TX7			12	其他土地	127	裸地	0.03
尾矿库扩容	尾矿库	压占	12	其他土地	127	裸地	3.53
合计							4.92

2、矿山开采拟损毁土地总量与类型预测

本矿损毁土地的主要方式为采矿引起的地面塌陷，预测地面塌陷面积 1.39hm^2，尾矿库扩容拟压占土地面积 3.53hm^2，而、炸药库、选矿工业厂区、办公生活区等压占土地面积基本保持不变。根据现场土地类型调查，预测矿山开采地面塌陷损毁的土地类型为旱地、其他林地和裸地，闭坑后恢复为二调规划用地。矿山现状损毁和拟损毁土地面积汇总见表 3-15。

表 3-15 矿区已损毁、拟损毁土地类型及面积统计表

序号	损毁时序	损毁单元	损毁方式	一级地类		二级地类		面积（hm^2）
1	已损毁	尾矿库	压占	12	其他土地	127	裸地	3.41
2		采矿工业场地	挖损及压占	12	其他土地	127	裸地	0.03
3		办公生活区	压占	12	其他土地	127	裸地	0.26
			压占	20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	0.04
4		选矿工业场地	压占	12	其他土地	127	裸地	0.23
			压占	20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	0.05
5		矿山道路	压占	12	其他土地	127	裸地	0.5
6		炸药库	压占	12	其他土地	127	裸地	0.07
7		岩芯库	压占	12	其他土地	127	裸地	0.08
8		蓄水池	压占	12	其他土地	127	裸地	0.66
9		排土场	压占	12	其他土地	127	裸地	0.43
合计								5.76
TX1	拟损毁	地面塌陷	塌陷	12	其他土地	127	裸地	0.31
TX2				12	其他土地	127	裸地	0.48
TX3				12	其他土地	127	裸地	0.31
TX4				12	其他土地	127	裸地	0.04
TX5				12	其他土地	127	裸地	0.1
TX6				12	其他土地	127	裸地	0.12
TX7				12	其他土地	127	裸地	0.03
尾矿库扩容			压占	12	其他土地	127	裸地	3.53
合计								4.92
总计								10.68

3、土地损毁程度分析

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 3-16）。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 3-16 挖损土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表挖损	挖损深度（m）	<2.0	2.0～5.0	>5.0
	挖损面积（hm^2）	<1.0	1.0～10.0	>10.0

2、压占土地损毁程度等级标准

压占土地损毁程度等级采用压占面积和堆填高度两项指标进行评价（表 3-17）。两项因子指标中有一项满足即判为该等级。

表 3-17 压占土地损毁程度评价因素及等级标准表

评价因素	评价因子	评价等级		
		轻度损毁	中度损毁	重度损毁
地表压占	压占面积（hm^2）	<1.0	1.0～10.0	>10.0
	堆填高度（m）	<5.0	5.0～10.0	>10.0

3、地面塌陷土地损毁程度等级标准

地面塌陷土地损毁程度等级采用塌陷深度、塌陷面积、采空区地裂缝宽度等几项指标进行评价（表 3-18）。

表 3-18 地面塌陷土地损毁程度评价因素及等级标准表

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

评价结果见表 3-19。

表 3-19 土地损毁程度评价统计表

序号	损毁时序	损毁单元	损毁方式	损毁特征	损毁程度
1	已损毁	尾矿库	压占	压占土地面积 6.94hm^2，堆填高度 20m	重度
2		采矿工业场地	压占	压占土地面积 0.03$hm^{2,}$	轻度
3		办公生活区	压占	压占土地面积 0.03hm^2	轻度
4		选矿工业场地	压占	压占土地面积 0.28hm^2	轻度
5		矿山道路	压占	压占土地面积 0.5hm^2	轻度
6		炸药库	压占	压占土地面积.07hm^2	轻度
7		岩芯库	压占	压占土地面积 0.08hm^2	轻度
8		蓄水池	压占	压占土地面积 0.66hm^2	轻度
9		排土场	压占	压占土地面积 0.43hm^2	轻度
TX1	拟损毁	地面塌陷	塌陷	塌陷面积 0.31hm^2，最大下沉值 0.5m	重度
TX2				塌陷面积 0.48hm^2，最大下沉值 0.5m	重度
TX3				塌陷面积 0.31hm^2，最大下沉值 0.5m	重度
TX4				塌陷面积 0.04hm^2，最大下沉值 0.5m	重度
TX5				塌陷面积 0.1hm^2，最大下沉值 0.5m	重度
TX6				塌陷面积 0.12hm^2，最大下沉值 0.5m	重度
TX7				塌陷面积 0.03hm^2，最大下沉值 0.5m	重度

四、矿山地质环境治理分区与土地复垦范围

（一）矿山地质环境治理分区与恢复治理分区

1. 分区原则

（1）以矿山地质环境现状和地质环境影响评估为基础的原则

以矿山地质环境条件为背景，紧密结合矿山矿产资源开发利用方案所设计的矿山开发方案及矿山开采现状，根据矿山地质环境影响现状评估和预测评估划分矿山地质环境保护与恢复治理分区。

（2）与矿山工程建设紧密结合的原则

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

（3）预防保护和治理相结合的的原则

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

（4）考虑矿山地质环境问题发育程度趋势性的原则

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

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/T0233-2011）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]73 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 3-19），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。分区方法具体见表 3-20。

表 3-20 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			

3. 分区评述

根据以上原则、方法，将本矿山地质环境保护与恢复治理区域划分为矿山地质环境重点防治区、次重点防治区和一般防治区。

（1）矿山地质环境重点防治区（Ⅰ）

根据矿山地质环境影响现状与预测评估结果，矿山地质环境重点防治区矿山建设内容为尾矿库（I_1）（含扩容后面积共6.94hm^2），不稳定斜坡1处，重点防治区总面积约6.94hm^2。

现状及预测条件下，尾矿库及不稳定斜坡对矿山地质环境的影响均为严重；现状及预测评估认为该区对含水层造成的破坏较轻；现状评估及预测评估认为该区对地形地貌景观的影响程度严重，对水土环境的污染较轻。对土地资源的影响和损毁程度严重。

综合评估认为现状及预测地质环境问题对该区地质环境影响程度严重。防治措施建议：加强地质环境监测，防止废水污染周边水体及土壤，边生产、边复垦，尽量减少对周边地形地貌景观的影响，闭坑后及时完成复垦工作。

（2）矿山地质环境次重点防治区(II)

为重点防治区和一般防治区过渡地带，主要有现状及预测矿山地质环境问题地面塌陷7处（$I_{2\sim8}$），面积约1.39hm^2；选矿工业场地面积约0.28hm^2、采矿工业场地面积约0.03hm^2。次重点防治区总面积约1.70hm^2。

次重点防治区地质灾害弱发育，地面塌陷、选矿工业场地、采矿工业场地对矿山地质环境影响程度中等；现状及预测评估认为该区对土地资源的影响和损毁程度中等。

综合评估认为现状及预测地质环境问题对该区地质环境影响程度较严重。防治措施建议：设置警示牌、防护网，防止崩塌滚石滑落造成意外伤害，闭坑后及时完成复垦工作。

（3）矿山地质环境一般防治区(III)

一般防治区位于评估区除重点防治区和次重点防治区以外的其它地区，面积约144.43hm^2。

一般防治区现状地质灾害不发育；现状及预测评估认为该区对土地资源的影响和损毁程度较轻。矿山地质环境一般防治区矿山建设内容为选矿工业场地、采矿工业场地、办公生活区、矿区道路、岩芯库、蓄水池、排土场等，现状及预

测评估认为该区对地下含水层、地形地貌及水土环境的污染较轻。现状及预测评估认为该区对土地资源的影响和损毁程度较轻。

综合评估认为现状及预测地质环境问题对该区地质环境影响程度较轻。防治措施建议：加强环境保护，落实绿地管护措施。

（二）土地复垦区与复垦责任范围

根据对本矿区损毁土地现状分析以及拟损毁土地预测结果，该矿山为生产矿山，相关工业广场及基础设施已建成。目前矿区损毁土地包括尾矿库、采矿工业场地、办公生活区、选矿工业场地、矿区道路、炸药库、岩芯库、蓄水池和排土场等。已损毁土地面积 5.76hm^2，地面塌陷拟损毁土地面积 1.39hm^2,复垦区面积合计 7.15hm^2（表 3-21）。

表 3-21 复垦区土地利用现状表

序号	损毁时序	损毁单元	损毁方式	一级地类		二级地类		面积（hm^2）
1	已损毁	尾矿库	压占	12	其他土地	127	裸地	6.94
2		采矿工业场地	挖损及压占	12	其他土地	127	裸地	0.03
3		办公生活区	压占	12	其他土地	127	裸地	0.26
			压占	20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	0.04
4		选矿工业场地	压占	12	其他土地	127	裸地	0.23
			压占	20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	0.05
5		矿山道路	压占	12	其他土地	127	裸地	0.5
6		炸药库	压占	12	其他土地	127	裸地	0.07
7		岩芯库	压占	12	其他土地	127	裸地	0.08
8		蓄水池	压占	12	其他土地	127	裸地	0.66
9		排土场	压占	12	其他土地	127	裸地	0.43
合计								5.76
TX1	拟损毁	地面塌陷	塌陷	12	其他土地	127	裸地	0.31
TX2				12	其他土地	127	裸地	0.48
TX3				12	其他土地	127	裸地	0.31
TX4				12	其他土地	127	裸地	0.04
TX5				12	其他土地	127	裸地	0.1
TX6				12	其他土地	127	裸地	0.12
TX7				12	其他土地	127	裸地	0.03
合计								1.39
总计								10.68

复垦责任范围为复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。因此，瓜州县钻井沟金矿复垦责任面积为 10.68hm^2（表 3-22）。

表 3-22 复垦责任面积表

序号	损毁时序	损毁单元	损毁方式	二级地类		复垦方向	占用面积（hm²）	复垦面积（hm2）	复垦率（%）
1	已损毁	尾矿库	压占	127	裸地	裸地	6.94	6.94	100
2		采矿工业场地	挖损及压占	127	裸地	裸地	0.03	0.03	100
3		办公生活区	压占	127	裸地	裸地	0.26	0.26	100
			压占	204	采矿用地	裸地	0.04	0.04	100
4		选矿工业场地	压占	127	裸地	裸地	0.23	0.23	100
			压占	204	采矿用地	裸地	0.05	0.05	100
5		矿山道路	压占	127	裸地	裸地	0.5	0.5	100
6		炸药库	压占	127	裸地	裸地	0.07	0.07	100
7		岩芯库	压占	127	裸地	裸地	0.08	0.08	100
8		蓄水池	压占	127	裸地	裸地	0.66	0.66	100
9		排土场	压占	127	裸地	裸地	0.43	0.43	100
合计							9.29	9.29	100
TX1	拟损毁	地面塌陷	塌陷	127	裸地	裸地	0.31	0.31	100
TX2				127	裸地	裸地	0.48	0.48	100
TX3				127	裸地	裸地	0.31	0.31	100
TX4				127	裸地	裸地	0.04	0.04	100
TX5				127	裸地	裸地	0.1	0.1	100
TX6				127	裸地	裸地	0.12	0.12	100
TX7				127	裸地	裸地	0.03	0.03	100
合计							1.39	1.39	100
总计							10.68	10.68	100

最终确定的矿山土地复垦范围与复垦责任范围相同，复垦区面积为 10.68hm^2，土地复垦率为 100%。

（三）复垦土地类型与权属

（一）土地类型

经实地踏勘调查结合第二次全国土地调查数据库成果资料统计，项目区范围包括实际采矿区范围以及矿区范围外已损毁场地范围，总面积为 10.68hm，矿区土地利用类型为裸地和采矿用地。参照 2017 年发布的“土地利用现状分类”标准，将矿区内的土地利用情况划分二级地类，土地利用现状见表 3-23。

表 3-23 项目区土地复垦前后结构调整表

一级类	编码	二级类	编码	面积(hm^2)	占总面积(%)	权属
城镇村及工矿用地	20	采矿用地	204	0.42	0.41	国有
其他土地	12	裸地	127	102.25	99.59	国有

（二）土地权属状况

钻井沟金矿采矿权采矿权范围内土地共计 102.67hm^2，均属于国有土地。

（三）土地权属调整措施及方案

项目复垦后，矿区内的土地权属不变，界限不变，复垦后的土地交付原权属单位管理。

第四章矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析

一、矿山地质环境治理可行性分析

（一）技术可行性分析

1、地质灾害技术可行性分析

矿山地质灾害主要为矿山建设生产时期可能引发的不稳定斜坡、地面塌陷。可能发生地质灾害的矿山单元为尾矿库及预测采矿引起的地面塌陷。根据存在的矿山地质环境问题，采取的措施可分为两大类。一是工程类措施，包括裂缝夯填、围栏、警示牌、挡土墙；二是监测措施，包括地面塌陷监测、地下水监测等。以上工程技术措施均为已经成熟稳定的矿山地质灾害保护与治理措施，各施工点交通方便，无征地协调工作，施工简单易行，不存在难以克服的技术障碍，防治难度较小，技术上可以实现。

（1）治理技术路线合理，有成熟的经验及成功实例近几年来，我省完成了众多矿山地质环境治理及土地复垦项目，使得我省矿山地质环境治理技术与管理水平都有了较大的提高，形成了一套成熟的适宜于甘肃各地的地质环境治理技术和丰富的治理经验，为本项目的实施提供了有力的技术支持。

（2）基础地质工作详实。自上世纪以来，相关矿山企业、科研单位在区内做了详细的基础工作，积累了较为丰富的资料，为该矿山的恢复的治理打下了一定的基础。

（3）有一定的人员和技术保障多年来，通过对同类治理工程的不断实施，积累了较为丰富的理论与实践经验，为矿山地质环境生态恢复治理工程顺利、有效实施提供了可靠的保障。

2、含水层防治技术可行性分析

矿区采矿对地下含水层的影响，在采矿过程中主要采取疏排堵水等预防措施，待采矿结束闭坑后，逐步实现自我修复，不再设计工程修复方案。

3、地形地貌修复技术可行性分析

本矿山对矿区地形地貌影响较严重的主要是地下开采过程中形成的地面塌陷，通过外围设置警示牌，裂隙夯实，植被自然恢复，技术可行。

4、水土环境污染防治技术可行性分析

本矿山污水主要为矿山生产、生活用水，收集处理后用于采场及道路洒水；矿坑涌水经处理后用于矿区道路及采场洒水降尘，绿化用水，生活垃圾集中处理。矿山生产、生活用水、矿坑涌水及生活垃圾对水土环境造成污染的可能性小。矿山对土地资源的破坏主要为对土地的挖毁、压占。除与地质灾害防治相同的措施外，主要预防防治措施为：修建截排水渠及集水收集池，技术成熟可行。

（二）经济可行性分析

根据开发利用方案,矿山生产规模为 150000t/a，开采方式为地下开采。矿山建设总投资 2885 万元,年平均税后利润约 1043.38 万元,矿山服务年限为 20 年，可实现利润约 5216.9 万元。

矿山地质环境恢复治理费用 141.56 万元，占总投资额 2829 万元的 4.9%，占总利润收入 3779.5 万元的 3.7%，经济上可行，能取得较好的经济效益。环境治理和土地复垦费用已计入生产成本，治理经费有可靠保证。

（三）生态环境协调性分析

通过地质灾害防治及含水层、地形地貌景观、水土污染环境修复可将瓜州县钻井沟金矿的矿山地质环境保护目标、任务、措施和计划等落到实处，有效防止地质灾害的发生，降低地质灾害危害程度，保护含水层和水土资源。使被破坏的含水层及水土资源恢复、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。

本项目植被恢复采取的物种为骆驼刺等耐旱植被，恢复土地类型以原土地类型为主。通过土地复垦的相应措施的实施保持了复垦后的植被、土地类型与周边环境的一致性。

二、矿区土地复垦可行性分析

（一）复垦区土地利用现状

经实地踏勘调查结合第二次全国土地调查数据库成果资料统计，最终复垦区面积为 10.68hm^2，矿区土地利用类型为裸地。将矿区内的土地利用情况划分二级地类，土地利用现状见表 3-17。

（二）土地复垦适宜性评价

矿区在前期生产建设中形成的尾矿库、矿山建构筑物、爆破器材库及矿山道路等用地对矿区周边土地资源造成了不同程度的损毁。未来矿山开采可能形成的采空区地面塌陷将进一步扩大矿山土地资源的破坏面积。由于被损毁和拟损毁的的类型不同而造成土地的自然属性以及生产能力等土地质量特性的差异，所以不同土地利用类型具有特定利用的适宜性。因此，对复垦土地适宜性评价前必须先对其类型进行划分。根据地面坡度、水源状况、土壤质地、土层厚度因素，并确定相应的指标来衡量复垦后可能达到的程度，以确定其适宜的用途。

1、评价原则

1）最佳效益原则。在充分考虑国家和矿山承受能力的基础上，以最小的复垦投入从待复垦土地中获取最佳的经济效益、生态效益和社会效益。

2）因地制宜和农用地优先原则。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、区位和破坏状况等条件，因地制宜确定其适宜性，不能强求一致。恢复后土地条件如满足多种地类要求时，应优先用于恢复农用地。

3）与地区土地总体规划、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，统筹考虑本地区和复垦区的生产建设发展，原来为耕地的，尽最大可能复垦为耕地。

4）综合分析与主导因素相结合，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、原来的利用类型、损毁状况和社会需求等多面，但各种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。

5）自然属性和社会属性相结合，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方向。

6）理论分析与实践检验相结合的原则。对于复垦区被破坏土地进行适宜性评价时，要根据已有资料做综合的理论分析，同时考虑复垦区农业生产发展前景、科技进步以及生产和生活水平的提高所带来的社会需求等方面的变化，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复垦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，参考土地损毁预测分析的结果，依据国家和地方规划及行业标准，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，其主要依据包括：

1）土地复垦的相关规程和标准；

①、《土地复垦方案编制规程》TD/T1031.1-2011；

②、《土地复垦质量控制标准》TD/T1036-2013；

③、《耕地质量验收技术规范》NY/T1120-2006；

④、《耕地地力调查与质量评价技术规程》NY/T1634-2008；

⑤、《耕地后备资源调查与评价技术规程》TD/T1007-2003；

⑥、《土壤环境质量标准》GB15618-2008；

⑦、《土地利用现状分类》GB/T21010-2017；

⑧、《土地开发整理项目规划设计规范》TD/T1012-2000。

2）土地利用的相关法规和规划（包括土地管理的法规、所在地区的土地利用规划等）。

3）矿区基础资料

①矿区土壤情况；②矿区地形地貌；③矿区土地利用现状。

3、评价方法

根据矿山土地损毁特点，复垦区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。本方案适宜性评价对象为尾矿库、矿山建构筑物、爆破器材库、矿山道路及预测塌陷区，根据评价对象所处区域适宜植被生长的气候、土壤等条件进行评价。

2）确定适宜性评价的主导因素。已评价对象所处区域的土壤、气候、水源因素，评价对象损毁状况因素及当地国土资源主管部门意见等五个因素作为评价主导因素。

3）主导因素评价因子的确定。主导因素中土壤因素的评价因子包括有效土层厚度、土壤质地、土壤有机质含量等；气候因素的评价因子包括区域降水量与蒸发量、气温等；水源因素的评价因子包括区与水文条件等，损毁状况因素的评价因子包括损毁方式、损毁现状等。

4、评价单元划分

评价单元是土地适宜性评价的基本单元，是评价的具体对象，土地对农林牧业利用类型的适宜性和适宜程度及其地域分布状况，都是通过评价单元及其组合状况来反映的。评价单元的划分与确定应在遵循评价原则的前提下，根据评价区的具体情况来决定。根据本项目已损毁土地现状和拟损毁土地预测结果，以及各损毁土地特征进行土地复垦适宜性评价单元划分。

评价单元应按以下原则进行划分：

①单元内部性质相对均一或相近，具有一定的可比性；

②单元之间具有差异性，能客观反映土地在一定时空上的差异性；

③单元内部的土地持征、复垦所采取的工程措施相似。

根据以上划分原则，本方案对复垦土地的评价单元划分为如下：

评价单元一：炸药库、办公生活区、选矿工业场地、岩芯库、蓄水池、排土场

评价单元二：尾矿库

评价单元三：采矿工业场地

5、评价过程

（1）地形坡度因素

待复垦炸药库、办公生活区、选矿工业场地、岩芯库、蓄水池、排土场地形坡度较缓，宜进行覆土，有利于植被的恢复，尾矿库边坡单元坡度大于 15°，且碎石裸露，不宜进行覆土。

（2）土壤因素

矿区内土壤主要为棕漠土。棕漠土质量较差，僵硬板结或漏水漏废严重，受风沙和盐碱危害大，养分含量低，有机质平均含量 1.09g/kg，全氮平均含量 0.057g/kg，不利于植被生长。土壤中砂砾石含量较高，泥质含量较低，加上风蚀作用，地表较少残留有土壤层，大多为碎石层覆盖。

（3）项目区气候因素

矿区属大陆干旱半沙漠气候，干燥少雨，夏季酷热，冬季寒冷，日温差较大，年平均气温 9.1℃，平均最高气温 38.8℃，平均最低气温-23.91℃，年平均降水量 46.2mm，年最大降水量为 127.9mm，日最大降水量 33.1mm，年最小降水量

11.9mm。年平均蒸发量 3140.57mm，潮湿系数 0.015，平均相对湿度 40.97%，平均绝对湿度 5.26 毫巴；最大风力 6-9 级。

（4）水源因素

矿区水文网极不发育，无常年性地表水体。矿区西侧的辉铜山南沟为间歇性洪流形成的干沟。雨季降雨形成洪流，对地下水有一定补给作用。

（5）损毁状况

项目区尾矿库对土地的损毁以压占为主，损毁程度为重度损毁；炸药库、办公生活区、选矿工业场地、岩芯库的损毁以压占为主，损毁程度为轻度损毁。

（6）当地土地主管部门及群众意见

通过征求矿山群众及瓜州县国土资源局意见，结合项目区实际情况，项目区各损毁土地类型复垦方向为，原土地类型为裸地的矿山工程复垦为裸地。

矿区损毁土地复垦评价指标分析见表 4-1。

表 4-1 矿区损毁土地复垦评价指标分析表

评价指标		评价单元一	评价单元二	评价单元三
		炸药库、办公生活区、选矿工业场地、岩芯库	尾矿库	采矿工业场地
地形坡度		＜5°	＞15°	＜5°
土壤因素	有效土层	＜30cm	＜30cm	＜30cm
	土壤质地	裸岩	裸岩	裸岩
	有机质含量（%）	＜2	＜2	＜2
气候因素	气候类型	大陆干旱半沙漠气候		
	年均气温	9.1℃		
水源因素	降水量	46.2mm		
	年蒸发量	3140.57mm		
	区域水源供给	季节性降水		
损毁状况	地表损毁状况	轻度	重度	轻度
部门意见	群众意见	裸地	裸地	裸地
	土地主管部门意见	裸地	裸地	裸地
适宜性评价		为预防因采矿活动对土地的破坏而造成的土壤侵蚀，复垦时应恢复或增加植被覆盖度，使矿区生态得以恢复，因此，将上述四个单元均复垦为裸地。		

6、评价结果及复垦单元示例

复垦责任范围为复垦区中损毁土地及不再留续使用的永久性建设用地构成的区域。根据矿区周边实际情况并结合矿山规划，瓜州县钻井沟金矿复垦责任面积为 10.68hm^2（表 4-2）。

表 4-2 评价结果及复垦单元表

序号	损毁时序	损毁单元	损毁方式	二级地类		复垦方向	占用面积（hm^2）	复垦面积（hm2）	复垦率（%）
1	已损毁	尾矿库	压占	127	裸地	裸地	3.41	3.41	100
2		采矿工业场地	挖损及压占	127	裸地	裸地	0.03	0.03	100
3		办公生活区	压占	127	裸地	裸地	0.26	0.26	100
			压占	204	采矿用地	裸地	0.04	0.04	100
4		选矿工业场地	压占	127	裸地	裸地	0.23	0.23	100
			压占	204	采矿用地	裸地	0.05	0.05	100
5		矿山道路	压占	127	裸地	裸地	0.5	0.5	100
6		炸药库	压占	127	裸地	裸地	0.07	0.07	100
7		岩芯库	压占	127	裸地	裸地	0.08	0.08	100
8		蓄水池	压占	127	裸地	裸地	0.66	0.66	100
9		排土场	压占	127	裸地	裸地	0.43	0.43	100
合计							5.76	5.76	100
TX1	拟损毁	地面塌陷	塌陷	127	裸地	裸地	0.31	0.31	100
TX2				127	裸地	裸地	0.48	0.48	100
TX3				127	裸地	裸地	0.31	0.31	100
TX4				127	裸地	裸地	0.04	0.04	100
TX5				127	裸地	裸地	0.1	0.1	100
TX6				127	裸地	裸地	0.12	0.12	100
TX7				127	裸地	裸地	0.03	0.03	100
尾矿库		扩容	压占	127	裸地	裸地	3.53	3.53	100
合计							4.92	4.92	100
总计							10.68	10.68	100

表 4-3　复垦前后土地利用结构调整表

地类				面积（hm^2）		变幅
一级地类		二级地类		复垦前	复垦后	(%)
12	其他土地	127	裸地	10.59	10.68	0
20	城镇村及工矿用地	204	采矿用地	0.09	0	100
合计				10.68	10.68	0
土地复垦率（%）				100		

（三）水土资源平衡分析

矿山拟复垦单元的复垦方向均为裸地，仅对矿区采矿工业场地、办公生活区及高位水池等复垦单元在建筑物拆除、井口封堵后进行平整即可，无需覆土。此外，矿山拟复垦为裸地，不需要消耗水资源。

（四）土地复垦质量要求

该项目复垦地类为裸岩石砾地，结合当地自然状况，参照执行《土地复垦质量控制标准》（TD/T1036-2013），考虑实际和限制因素，制定如下土地复垦

要求：复垦区要与周边地表景观相协调；废石不得零星堆放，不可弃于地表汇水线，筑挡土墙及排水渠以免造成不安全事故，表面平整压实，堆土坡面稳定，控制边坡水土流失，防止滑坡、泥石流等地质灾害的发生。土地复垦过程中不造成新的损毁，不造成二次污染，具有生态稳定性和自我维持力。抗侵蚀能力达到损毁前的土地水平；复垦后的场地规范、平整；对不易复垦土地采取措施进行场地围护，严禁人员和机械进入。

第五章矿山地质环境治理与土地复垦工程

一、矿山地质环境保护与土地复垦预防

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

1.遵循“以人为本”的原则，确保人民生命财产安全，提高人居环境质量；

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

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

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

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

（一）目标任务

“预防为主，保护先行”，为从源头上保护地质、生态环境，金矿在建设与生产期间，要采取一些合理的地质环境保护与土地复垦预防措施，减少和控制矿山地质环境问题，为矿山地质环境恢复治理和土地复垦创造良好的条件。

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，最大程度减轻矿山开采对地下水资源的影响。

3.采取地形地貌景观保护措施，最大程度减轻矿山开采对矿区地形地貌景观的破坏。

4.采取水土环境污染预防措施，防止水土环境的污染。

5.采取土地复垦预防控制措施，减缓对土地资源的影响。

（二）主要技术措施

1、矿山地质灾害预防措施

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。

根据本矿山地质环境影响现状评估和预测评估结果，可知矿区现状主要存在不稳定斜坡等地质灾害，预测认为矿山在开采过程中引发地面塌陷，主要预防防治措施为：

（1）对已有的 XP1 不稳定斜坡，危险性小,对地质环境影响程度较轻。在该处设置警示牌，防止意外事故发生。

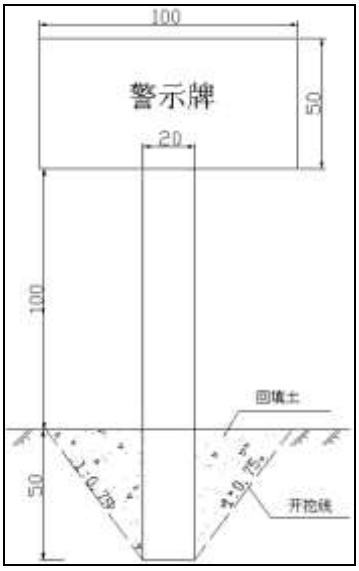


图 5-1 警示牌设计图

（2）开采阶段，针对预测可能发生的地面塌陷，主要是从源头上对采空区及时进行裂隙回填，并在塌陷区边界上设置围栏和警示牌，防止意外事故发生。

2、含水层保护预防措施

含水层防治主要是强调含水层的自我修复能力。本矿山属中型矿山，开采规模小，矿山开采对地下含水层的影响程度较轻，采矿结束后能够自我恢复。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，从而减轻地下水渗漏。

（2）矿坑涌水可通过在中段井底车场设置水仓收集，后将井下废水排至地表高位水池沉淀后供井下循环使用。

3、地形地貌景观保护措施

本矿山对矿区地形地貌影响严重的主要是已建的尾矿库，已建的尾矿库对地形地貌影响较严重；已建的炸药库、办公生活区、选矿工业场地、岩芯库、采矿工业场地及开采过程中形成的地面塌陷对地形地貌影响较轻。主要保护预防措施为：

（1）矿区远离城镇、重要交通干线，已建的尾矿库经过简单治理、土地资源恢复，基本达到观感整齐、协调一致的要求。

（2）采矿工业场地、选矿工业区、炸药库、办公生活区及岩芯库等合理规划、完善绿化带，美化环境。

（3）对于尾矿库库区，可边生产、边复垦，尽量减少对周边地形地貌景观的影响，闭坑后及时完成复垦工作。

（4）加强环境保护，落实生活污水、生活垃圾处理措施，落实绿地管护措施，不断改造办公、生活区环境，打造绿色矿山示范点。

4、水土环境污染预防措施

本矿山污水主要为矿山生产、生活用水，矿山生产生活用水收集处理达标后用于绿化灌溉及路面洒水降尘；矿山生产、生活用水、及生活垃圾对水土环境造成污染的可能性小。主要预防防治措施为：

（1）严格按照废水处理制度及程序对矿山生产生活废水进行处理，达标后再利用。

（2）制定严格的矿山环境保护制度，严禁过界开挖，严禁机械随地碾压。

（3）通过播撒草种，自然恢复；采矿工业场地、选矿工业区等合理规划、完善绿化带，美化环境。

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

该矿山为已有矿山，应将土地复垦方案纳入生产建设计划，土地复垦要与矿山开采同时进行，使矿山开采对当地的环境影响降到最低。

②源头控制、防复结合的原则

从源头采取预防、控制措施，尽量减少对土地不必要的损毁。坚持预防为主、防治结合、节约用地原则，使土地资源损毁面积和程度控制在最小范围和最低限度。

③因地制宜，综合利用的原则

土地复垦要按照土地利用总体规划及村镇规划等，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。施工期间应尽量减少临时占地，以减少地表扰动面积和对植被的破坏；对水土保持影响较大的工程应尽量避免雨季施工；在厂房周围、场区空地、道路两侧进行重点绿化、并加强塌陷复垦区的绿化，发挥植被的固土保水功能。

②降低对土地损毁的程度

规范化施工，减少不必要的人为损毁。在满足矿山开采需求的条件下，尽量采取对土地损毁程度小的采矿方法，而且要在采矿过程中不断创造新技术降低土地损毁程度。

（三）主要预防工程量

根据以上保护预防措施，本矿山地质环境保护预防工程量见表 5-1。

表 5-1 矿山地质环境保护预防工程量汇总

类别	工程措施	分项工程	单位	工程量	
				近期	远期
矿山地质灾害预防	围栏	地面塌陷	米		1511
	拦土墙	尾矿库	米	450	1110
	警示牌	地面塌陷区	个		14
		不稳定斜坡	个	5	
		其它	个	10	

二、矿山地质灾害治理

（一）目标任务

本矿山地质灾害治理任务为：根据矿区内的自然地理条件、地质环境条件及矿山项目地质灾害危险性现状及预测评估结果，针对该矿山项目建设可能引发的地质灾害，提出必要的技术措施进行综合治理。

根据现状及预测评估，矿区现状主要存在不稳定斜坡等地质灾害，预测认为矿山在开采过程中可能引起地面塌陷灾害等，根据地质环境现状评估和预测评估结果，本次矿山地质灾害治理主要针对崩塌和地面塌陷开展治理。

（二）主要工程设计

1、不稳定斜坡治理工程

不稳定斜坡其防治措施主要为：清除斜坡表面危石，削坡卸载不稳定的危岩体，采坑四周布设拦土墙和警示牌，防止人畜进入崩塌隐患区。

挡土墙采用《国家建筑标准设计图集 04J008 拦土墙，》设计的标准图示，坡脚施工重力式拦土墙，浆砌石结构，挡渣墙高度 5m，埋深 1.2m，坡率 1:0.35，其断面面积为 2.75m^2，断面尺寸见图 5-4。经测算，共计浆砌石挡土墙长 160m，约 3052.5m^3。

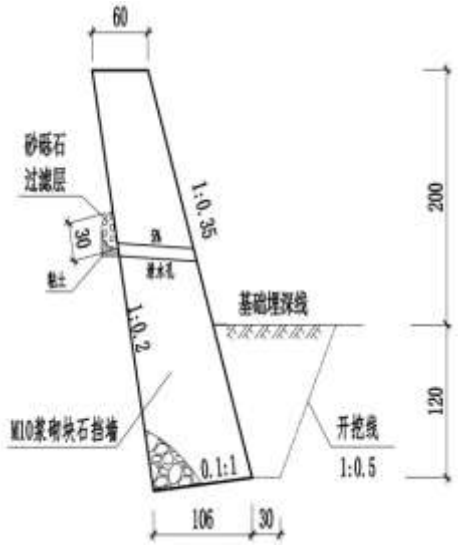


图 5-4 拦土墙断面示意图

2、地面塌陷

根据地质环境现状评估和预测评估结果，预测认为矿山在开采过程中可能引起地面塌陷 7 处，针对地面塌陷开展的防治措施为：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 的耕植土，临时堆放在裂缝两侧；②裂缝充填。按反滤的原理去填堵裂缝、孔洞。首先用粗砾石填堵孔隙，其次用次粗砾石填堵，当充填高度距剥离后的地表 1m 左右时，开始用木杠进行第一次捣实，然后每充填 0.4m 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，再用废土石统一充填并铺垫，每填 0.3～0.5m 夯实一次，夯实土地的干容量达到 1.40t/m^3 以上，用反滤层填堵后，可防止水土流失。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 5-5）

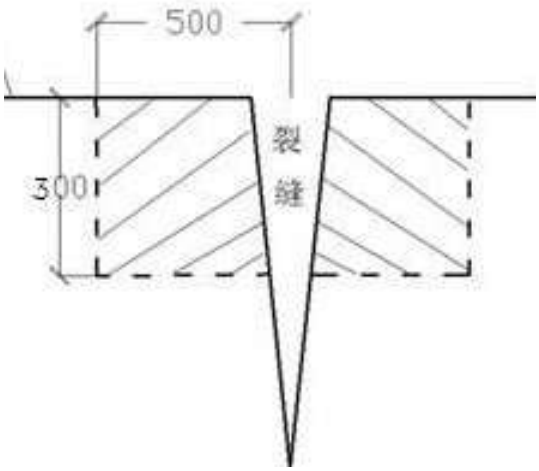


图 5-5 地裂缝夯填大样图（图中尺寸为毫米）

（三）主要技术措施

1、围挡墙基础跳槽开挖，以 10m 为宜，基础部位应进行原土夯填；

2、对于有崩塌危险的地段，应及时设置安全警戒线，尽快撤出危险区内的人员与设备，严禁无关人员和设备进入危险区，并采取有效措施消除危害，避免造成重大损失。

（四）主要工程量

表 5-2　矿山地质灾害治理工程量汇总

类别	项目名称	挖方（m^3）	填方（m^3）	浆砌石挡土墙（m^3）
矿山地质灾治理	挡土墙			3052.5
	裂缝夯填	2120	2650	
	合计	2120	2650	3052.5

三、矿区土地复垦

（一）目标任务

依据土地适宜性评价结果，矿区土地利用类型为裸地，本项目复垦方向为裸地。复垦后土地权属不发生变化，复垦面积 10.68hm^2。土地复垦率为 100%。

（二）工程设计

1、工程技术措施

根据本矿山的施工工艺、时序，结合工程土地复垦适宜性分析，损毁土地的复垦工程技术措施包括建筑拆除、硐口封堵、场地平整。

2、工程设计

本项目复垦对象为炸药库、尾矿库、办公生活区、采矿工业场地、岩芯库、选矿工业场地等单元。复垦工程主要为：建筑物拆除、井口（硐口）封堵、场地平整。

（三）技术措施

1、建筑物拆除

该工程主要在闭坑以后进行，一次性将复垦区内地面建（构）筑物，拆除的主要有采矿工业场地、办公生活区、高位水池等。以上均为砖混建筑，部分场地已硬化。拆迁方式建议人工加机械（图 5-5）。拆除的建筑垃圾可直接堆积于地下矿井内，用于充填矿井。

墙体拆除量公式为：

$V=A\times B\times C\times m$

其中：A-墙体宽；B-墙体高；C-墙体周长；m-楼层数量。

硬化物拆除公式为：

硬化物拆除量（V）=硬化面积（S）×硬化层厚度（H）

根据实测可知，复垦区典型砖混结构房屋墙体宽度平均为 0.3m，墙体高度按照野外调查情况计算，房屋的地基部分高度平均为 1m，代入公式可计算典型区砖混结构房屋的墙体拆除量为 580m³，混凝土硬化面积占 400 ㎡，硬化厚度为 20cm，混凝土拆除量为 80m³。拆除后的混凝土和砌体运往临时堆放场地堆放，预计汽车运输量为 660m^3。

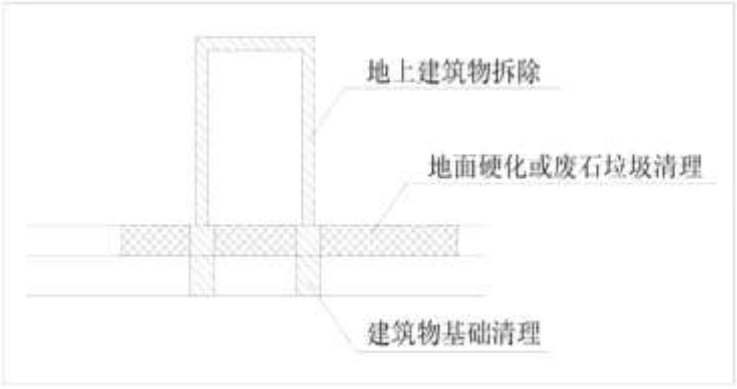


图 5-5 建筑物拆除示意图

2、土地平整

在地表建（构）筑物清理拆除完成后，进行人工场地平整，以减少矿山开采后造成不平整的土地坡度，使场地达到可利用状态，坡度不大于5°，植被以自然恢复为主。采矿工业场地、办公生活区、高位水池及矿山道路等占地面积0.944hm²，平整压实厚度按20cm计，总平整压实土地方量为1880m³。

3、井口（硐口）封堵

地下开采共有6个井口，为竖井4个、斜井2个，闭坑后为了安全和恢复地貌景观，需要将其全部封闭。封堵工程主要有斜井封堵、竖井封堵。具体施工方案如下：竖井长2.5m，宽2.5m，建议方法为井口处下挖1m，在井口上铺盖钢筋砼预制板，后进行人工回填压实。预制板采用C25混凝土浇筑，为矩形，板厚0.2m，宽1.0m，长3.0m，配双层φ18钢筋，φ10箍筋，箍筋间距200mm（图5-6）。

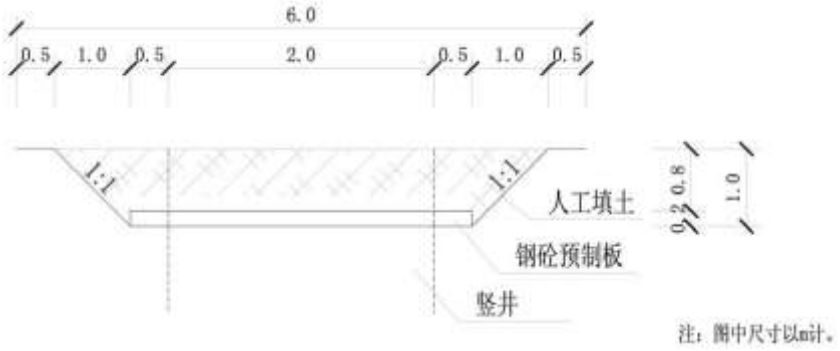


图5-6 竖井井口封堵示意图

斜井长2.5m，宽2.5m，建议采用浆砌块石将斜井井口进行封堵，封堵厚度为1m（图5-7）。

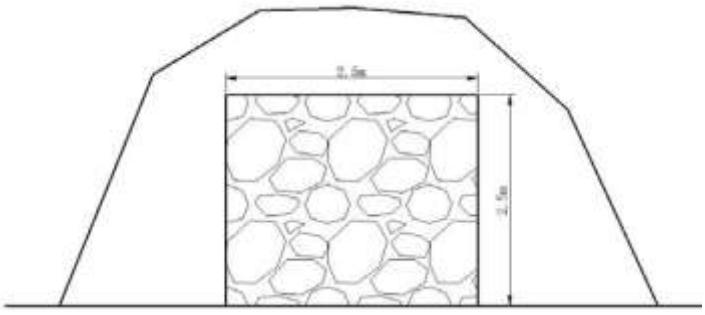


图5-6 斜井井口封堵示意图

（四）主要工程量

表 5-3　矿区土地复垦工程量汇总

序号	项目	单位	数量
1	建筑物拆除	m^2	3950
2	场地平整	m^3	26000

四、含水层修复

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）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，进行详细的监测。

2、设计方案

根据地下含水层修复“强调水生态自我修复”的原则，本矿区采矿对地下含水层的影响，在采矿过程中主要采取必要的预防措施，待采矿结束闭坑后，逐步实现自我修复，不再设计工程修复方案。

五、水土环境污染修复

经水土环境污染现状分析及预测，本矿山现状开采对地表水、地下水造成污染的可能性小。预测矿山在接下来的开采过程中，对地表水、地下水及土壤的污染程度较小，矿山水土污染对地质环境的影响程度较轻。

采矿工业场地、选矿工业场地、办公生活区、尾矿库、矿山道路、炸药库均已建成使用，不再增加土地损毁范围及面积。选矿工业场地对土地资源的破坏为中度，其他单元均为轻度。本矿山水土环境修复的主要对象是土地资源修复，最大程度恢复矿区自然环境，减轻矿山开采对区内自然环境的影响。故该项修复可待矿山闭坑后，在进行专业生态环境修复，故本次不再设计工程修复方案。

六、矿山地质环境监测

（一）目标任务

矿山建设及采矿活动可能引发或加剧泥石流、地面塌陷、滑坡、崩塌及含水层破坏、地形地貌景观破坏、水土环境污染等矿山地质环境问题。在矿山开采过程中，为切实加强矿山地质环境保护，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山建设、生产、闭坑治理期间及后续期间。矿山地质环境监测主要包括地质灾害监测、含水层监测、地形地貌景观监测、水土环境污染监测四个部分。

（二）监测设计

1、地质灾害监测

对地面塌陷及不稳定斜坡则采用人工巡视的方法进行变形监测。

2、地下水位采用人工测钟检测法。

3、地形地貌景观、土地资源监测

采取监测员地表定期巡视的方法，防止废渣过界压占土地、掩埋植被、破坏矿区环境。

4、水土环境污染监测

（1）地表水水质采用采样送检测试法

（2）地下水水质采用采样送检测试法

（3）土壤污染程度采用采样送检测试法

（三）技术措施

在矿山开采过程中，为切实加强矿山地质环境保护，应建立健全矿山地质环境监测机制和地质灾害预警机制，建立专职矿山地质环境监测机构，设专职管理人员和技术人员，负责矿山企业地质环境监测工作，对地质环境监测统一管理，矿山地质环境监测工作要贯穿在矿山建设、生产、闭坑治理期间及后续期间。

1、地质灾害监测措施

（1）地面塌陷监测

地面塌陷监测是在预测地面塌陷区进行定时、定点监测。监测周期与采矿进度同步，一般应每天有专人到矿区进行巡视，并定时用测量仪器监测。

①监测范围：主要是矿区预测地面塌陷区进行定时、定点监测。监测周期与采矿进度同步，一般应每天有专人到矿区进行巡视，并定时用测量仪器监测。

②监测内容：主要监测地表岩土体的变形、开裂情况。

③监测设施：设立监测桩，监测桩采用底面边长 0.3m，顶面边长 0.5m，高 0.5m 的正四方棱柱，用 C15 混凝土浇注，墩顶按要求安装归心盘。并采用 GPS、全站仪，结合人工现场测量。

④监测次数：监测时间为每年每点监测 4 次。

（2）不稳定斜坡监测

针对不稳定斜坡的变形情况主要采用人工巡视的方法，观测边坡的变形情况，每月观测一次。

2、含水层监测

对矿区范围内地下水进行监测，为准确判定地下水含水层疏干情况提供依据，在坑道内设置监测点 2 处，每月进行一次观测，主要监测地下水的渗水和漏水水量情况，以推测开采时是否对含水层造成破坏。以人工测量为主。每月监测一次，监测按每年每点 12 次计算。

地下水水质监测主要为简分析和全分析。定期测量地下水位、水温、水量，采集水样进行分析；矿井水的监测主要内容为矿井涌水量、水温、水质。简分析的分析项目为 K^+ 、Na^+ 、Ca^{2+} 、Mg^{2+} 、NH^{4+} 、CI^- 、$SO4^{2-}$ 、$HCO3^-$ 、$CO3^-$ 、$NO3^-$ 和总硬度、永久硬度、耗氧量、矿化度、PH 值；全分析在简分析测试项目的基础上，增加 Mn、CN、Hg、Pb、Cu、Zn、Cr、P、F 、As、Cd、Sb、Fe、NH_3-N、石油类、COD、BOD_5 、SS、Cr^{6+} 、挥发酚、总磷、粪大肠菌群和硫化物等项目。

3、地形地貌、土地资源监测

采取监测员地表巡视的方法，不定期对矿区重点地质环境保护与恢复治理区的废石、渣土进行巡视，防止过界掩埋植被，破坏矿区环境；对次重点及一

般地质环境保护与恢复治理区进行定期巡视，防止矿山建设开发设计方案以外的开挖、采压活动对土地植被的破坏。每月巡视监测一次。

4、水土环境污染监测

在尾矿库及选矿工业场地分别布设一处监测点，分别在上半年 3 月和下半年 9 月取样，监测期自方案批准之日起-矿山闭坑。

七、矿区土地复垦监测和管护

（一）目标任务

土地复垦监测包括土地损毁监测和复垦效果监测，是对土地复垦区域内复垦前后的土地利用状况的动态变化进行定期或不定期的监测管理。其目的在于各级土地监管部门提供准确的土地复垦后利用变化情况，便于及时进行土地利用数据更新与对比分析，包括复垦区内各类土地面积变化、自然灾害（主要是地质灾害）变化、土壤属性等变化情况。土地复垦监测重点是土壤属性、地形、水文（水质）与复垦前相比较，为土地复垦项目达标验收及后期土地利用管理提供依据。

通过对土地复垦项目区的监测，检验项目的土地复垦成果以及建设过程中遭到损毁的土地是否得到了“边损毁、边复垦”，是否达到土地复垦方案提出的目标和国家规定的标准；及时了解项目建设及运行过程中土地损毁的动态变化情况，判断项目复垦工程技术合理性；为建设单位和监管部门提供实时信息。

（二）措施和内容

1、土地损毁监测

监测内容：记录损毁范围、面积、地类、权属等，并与预测结果进行对比分析。

监测点的布设：在生产期内对 6 个复垦单元各布置一个监测点，则土地损毁监测共布置 5 个监测点。

监测方法：用皮尺或手持 GPS 野外定点监测损毁范围、面积，对照土地利用现状图记录损毁地类、权属走访。

监测频率：每年 2 次进行土地损毁监测。

监测工作量：170 次。

监测时间：整个服务期，预计 2021 年～2038 年。

2、复垦效果监测

监测内容：本项目主要为：①土壤质量监测，②其植被监测，主要对植物长势、覆盖度进行监测。

监测点的布设：采矿工业场地、选矿工业场地、主副井工业场地、充填站及东回风井工业场地、炸药库、尾矿库及污水处理设施、高位水池各布置一个监测点，共计 5 个监测点。

监测方法：土壤质量监测主要采取人工巡视的方法监测地形坡度、有效土层厚度等，并对每个监测点土壤取样一组化验土壤有效水分、容重、pH 值、有机质含量、作物有效营养成份等；复垦植被监测主要对植被长势、覆盖度进行巡视监测。

监测频率：土壤质量监测在复垦完成后取土化验 2 次，共监测 60 次。

监测时间：矿山闭坑后 1 年。

第六章矿山地质环境治理与土地复垦工作部署

一、总体工作部署

瓜州县钻井沟金矿位于甘肃省瓜州县柳园镇西 32 公里处。矿区面积 1.0267km^2，属已建矿山，开采方式为地下开采，矿山服务年限 20 年。闭坑后恢复治理与复垦工程实施及管护期 1 年。因此，本方案服务期为 21 年，分近期（2021 年-2025 年）、中远期（2026 年-2042 年），本方案基准年为2021 年。

二、阶段实施计划

（一）矿山地质环境治理

1.近期期保护与治理（2021 年-2025 年）

1）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。

2.中远期保护与治理（2026 年-2042 年）

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；

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。

（二）土地复垦工作安排

近期、中远期各阶段土地复垦工作安排详见表 6-1。

表 6-1　复垦阶段划分

序号	复垦阶段	复垦时段	具体复垦范围
1	生产期复垦阶段	2021～2025年	损毁土地监测
2	闭矿复垦阶段	2026～2042年	各单元土地复垦

三、近期年度工作安排

（一）矿山地质环境治理

根据矿山地质环境问题类型和矿山地质环境保护与土地复垦分区结果，按照以人为本，技术可行，经济合理的原则，作如下安排：

2021 年：清除不稳定斜坡表面危石，削坡卸载不稳定的危岩体，采坑四周布设拦土墙在；不稳定斜坡坡脚设置警示牌；同时加强对矿山内不稳定斜坡的巡视监测。

2022 年：部署矿山地质环境监测点，建立矿山环境监测系统。

2023 年：在采矿过程中对矿山地质环境进行监测。

2024 年：在采矿过程中对矿山地质环境进行监测。

2025 年：在采矿过程中对矿山地质环境进行监测。

（二）土地复垦

2021 年：采用人工方式对矿山土地损毁程度进行监测，并对表土进行管护监测。

2022 年：采用人工方式对矿山土地损毁程度进行监测，并对表土进行管护监测。

2023 年：采用人工方式对矿山土地损毁程度进行监测，并对表土进行管护监测。

2024 年：采用人工方式对矿山土地损毁程度进行监测，并对表土进行管护监测。

2025 年：采用人工方式对矿山土地损毁程度进行监测，并对表土进行管护监测。

四、中远期工作安排

（一）矿山地质环境治理

对地面塌陷裂缝进行夯填，新发现矿山环境问题的治理恢复工程。

（二）土地复垦

复垦面积 10.68 hm^2，复垦对象为工业场地区炸药库、尾矿库、办公生活区、采矿工业场地、岩芯库、选矿工业场地等单元 同时对及已复垦的各场地进行监测和管护工作。

（三）监测工程

对尾矿库、拟新设尾矿库所在沟道的泥石流灾害进行动态监测；对矿区地面塌陷进行沉降监测；对现有监测井开展地下水位及水质进行监测；对评估区地形地貌景观采用遥感图像定期监测；对地表水检测点地表水资源进行取样化验监测，对矿区周边、采矿区、选矿厂、尾矿库等区域的土壤污染情况进行采样化验监测。对突发性的地质环境问题要及时上报并作出妥善处理。

第七章经费估算与进度安排

一、经费估算依据

1、规范政策依据

（1）《工程招标代理服务收费标准》计价格[2002]1980号，中华人民共和国国家计划委员会，2002年10月；

（2）《财政部、国土资源部关于印发土地开发整理项目资金管理办法》（中华人民共和国国土资源部，国土资发〔2000〕282号）；

（3）《土地开发整理项目预算定额标准》（财综〔2011〕128号）；

（4）《土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额》（甘财综〔2013〕67号）

2、材料价格依据

参考《2020年酒泉市第二季度建设工程材料市场综合指导价》材料价格依据当地工程建设标准定额材料价格以及实地调查价格。

二、取费标准和计算方法的说明

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

包括直接工程费和措施费。

①直接工程费

直接工程费由人工费、材料费、施工机械使用费组成。

人工费＝工程量×定额人工费单价

材料费＝工程量×定额材料费单价

施工机械使用费=工程量×定额施工机械使用费单价

人工费定额：依据《土地开发整理项目预算编制规定甘肃省补充编制规定》，十一类工资区的基本工资标准为：甲类工400元/月、乙类工340元/月，确定项目项目区内人工单价分别按甲类工43.304元/工日、乙类工33.502元/工日计取。甲类工和乙类工日工资计算过程见表7-1。

材料费=Σ 分项工程量×分项工程定额材料费。

定额材料费是定额中各种材料估算价格与定额消耗量的乘积之和。材料估算价格按当地物价部门提供的市场指导价，计算过程见表 7-2。

施工机械使用费=Σ 分项工程量×分项工程定额机械费，计算过程见表 7-3。

表 7-1 人工预算单价计算表（十一类工资区）单位：元/工日

序号	项目	公式	工种类别
1	基本工资	400×1.1304×12÷(250-10)=22.608	甲类
		340×1.1304×12÷(250-10)=19.217	乙类
2	辅助工资	6.553	甲类
		3.344	乙类
（1）	施工津贴	3.5×365×95%÷(250-10)=5.057	甲类
		2.0×365×95%÷(250-10)=2.890	乙类
（2）	夜餐津贴	(4.5+3.5)÷2×0.20=0.800	甲类
		(4.5+3.5)÷2×0.05=0.200	乙类
（3）	节日加班津贴	22.608×(3-1)×11÷250×0.35=0.696	甲类
		19.217×(3-1)×11÷250×0.15=0.254	乙类
3	工资附加费	14.142	甲类
		10.941	乙类
（1）	职工福利基金	(22.608+6.553)×14%=4.083	甲类
		(19.217+3.344)×14%=3.159	乙类
（2）	工会经费	(22.608+6.553)×2%=0.583	甲类
		(19.217+3.344)×2%=0.451	乙类
（3）	养老保险	(22.608+6.553)×20%=5.832	甲类
		(19.217+3.344)×20%=4.512	乙类
（4）	医疗保险	(22.608+6.553)×4%=1.166	甲类
		(19.217+3.344)×4%=0.902	乙类
（5）	工伤保险	(22.608+6.553)×1.5%=0.437	甲类
		(19.217+3.344)×1.5%=0.338	乙类
（6）	职工失业保险基金	(22.608+6.553)×2%=0.583	甲类
		(19.217+3.344)×2%=0.451	乙类
（7）	住房公积金	(22.608+6.553)×5%=1.458	甲类
		(19.217+3.344)×5%=1.128	乙类
人工费单价			
甲类		22.608+6.553+14.142=43.304	
乙类		19.217+3.344+10.941=33.502	

表 7-2 主要材料价格表

序号	名称及规格	单位	预算价格（元）
1	乔木	株	10.00
2	柴油	升	7.00
3	安全警示牌	个	200.00
4	锯材	m^3	1,500.00
5	组合钢模板	Kg	5.10
6	型钢	Kg	4.725
7	卡扣件	Kg	5.10
8	铁件	Kg	5.50
9	预埋铁件	Kg	5.50
10	混凝土	m^3	470
11	水	m^3	2
12	风	m^3	0.33
13	电	kw.h	1
14	拦网	m	500

②措施费

包括临时设施费、冬雨季施工增加费、夜间施工增加费和施工辅助费。其费率依据《土地开发整理项目预算定额标准》，结合本项目施工特点，措施费按直接工程费的 5%计。

（2）间接费

间接费包括企业管理费和财务费。根据《土地开发整理项目预算定额标准》，结合本方案特点，间接费按直接工程费的 5%计。

（3）计划利润

计划利润是指按规定应计入工程造价的利润，按直接费和间接费之和的 3%计算。

（4）税金

税金指按国家规定应计入造价内的增值税及相关税费附加。

税金费率标准为 6.34%，为直接费、间接费和利润三者之和的 6.34%。

表 7-3 施工机械台班汇总表

单位：元

序号	机械名称及规格	定额编号	台班费合计	第一类费用	第二类费用									
					小计	工资(工日)		风(m^3)		水(m^3)		电(kw.h)		柴油(kg)	
						数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额	数量	金额
1	自行式平地机 118Kw	1031	1019.82	317.21	702.61	2	43.304							88	7.00
2	拖拉机 59Kw	1021	570.01	98.40	471.61	2	43.304							55	7.00
3	电焊机(直流 30kvA)	7004	219.60	8.30	211.30	1	43.304					168	1		
4	振捣器(2.2kw)	3005	26.40	14.40	12.00							12	1		
5	风水(砂)枪	3008	336.22	3.22	333.00			900	0.33	18	2				
6	蛙式打夯机 2.8Kw	1039	111.50	6.89	104.61	2	43.304					18	1		

2、其它费用

其它费用由前期工作费、工程监理费、竣工验收费、等组成。

（1）前期工作费

前期工作费指土地开发整治项目在工程施工前所发生的各项支出。包括土地清查费、项目可行性研究费、项目勘测费、项目设计与预算编制费、项目招标费等。

土地清查费取费基数为工程施工费，费率取 0.5%；

项目可行性研究费取费取费基数为工程施工费，按《土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额》分档定额计费，按表以内插法取费；

项目勘察费取费基数为工程施工费，费率取 1.5%；

项目设计及预算编制费取费基数为工程施工费，按《土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额》分档定额计费，按表以内插法取费；

项目招标费取费基数为工程施工费，按《土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额》分档定额计费，按表以内插法取费。

（2）工程监理费：指项目承担单位委托具有工程监理资质的单位，按照国家有关规定进行全过程的监督与管理所发生的费用，取费基数为工程施工费，按《土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额》分档定额计费，以内插法取费；。

（3）竣工验收费

竣工验收费指土地开发整理项目工程完工后，因项目竣工验收、决算、成果的管理等发生的各项支出，包括工程复核费、工程验收费、项目决算编制与审计费、整理后土地重估与登记费、标记设定费等费用。取费基数均为工程施工费，按《土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额》采用差额累进法计算。

3、不可预见费

预备费是指考虑了工程实施期间可能发生的风险因素，从而导致费用增加的一项费用，根据《土地开发整理项目预算定额标准甘肃省补充定额》规定，地质环境恢复治理不可预见费按工程施工费、其他费用以及监测费用之和的 10%计取；土地复垦不可预见费按工程施工费、其他费用以及监测费用之和的 10%计取。

三、经费估算

工程预算总费用 330.12 万元，其中建安工程费 310.95 万元，临时工程费 1.45 万元，其他费用项目合计 11.24 万元；不可预见费 6.47 万元。具体见（表 7-4～7-11）。

表 7-4 预算总表单位：万元

序号	工程或费用名称	预算金额	各项费用占总费用的比例（%）
	1	2	3
	工程施工费	312.40	94.63
二	其他费用	11.24	3.41
三	不可预见费	6.47	1.96
总计		330.12	100.00

表 7-5 建筑工程估算表单位：万元

序号	工程名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)	备注
第一部分	**土地复垦工程费**				**59.82**	
（一）	**土方工程**				**3.65**	
1	土地平整	$100m^2$	260	140.33	**3.65**	
（二）	**建筑物拆除**	**$100m^3$**	39.5	**14219.62**	**56.17**	
第二部分	**矿山灾害预防工程费**				**58.13**	
（一）	**安全警示**				**0.58**	
	安全警示牌	个	29	200.00	**0.58**	
（二）	**拦网**				**5.755**	
	拦网	m	1151	50.00	**5.755**	
第三部分	**矿山地质灾害治理工程费**				**193.01**	
	挡土墙	$100m^3$	30.525	62055.59	**189.42**	
	裂缝夯填	$100m^3$	26.5	1351.92	**3.58**	
	合计				**310.95**	

表 7-6 临时工程估算表单位：万元

序号	分项工程名称	单位	数量	单价(元)	合价(万元)
第二部分	**施工临时工程费**				**1.45**
1	办公室	m^2	25	180.00	0.45
2	住房、生活建筑	m^2	50	200.00	1.00

表 7-7 其他费用估算表单位：万元

序号	工程或费用名称	单位	计算式(占建安费比例)	合价
一	前期工作费	万元		1.86
1	土地清查费	万元	0.50%	0.29
2	项目勘测费	万元	1.50%	0.87
3	招标代理费	万元	参考市场价	0.70
二	工程监理费	万元	参考市场价	8.00
三	竣工验收费	万元		1.39
1	工程复核费	万元	0.60%	0.35
2	工程验收费	万元	1.00%	0.58

3	项目决算编制与审计费	万元	0.80%	0.46

表 7-8 单项工程费用估算表（场地平整）

单价编号：10389		工作内容：挖装、运输、卸除、空回		单位：100㎡	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				119.82
（一）	直接工程费				114.11
1	人工费				6.7
	甲类工	工日			0
	乙类工	工日	0.2	33.502	6.7
2	材料费				0
3	机械费				101.98
	自行式平地机 118kw	台班	0.1	1019.818	101.98
4	其他费用	%	5	108.68	5.43
（二）	措施费	%	5	114.11	5.71
二	间接费	%	5	119.82	5.99
三	利润	%	3	125.81	3.77
四	材料价差				
五	税金	%	6.34	169.58	10.75
合计					140.33

表 7-9 单项工程费用估算表（土方回填）

单价编号：10394		工作内容：机械夯填		单位：100㎡	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				1240.1
（一）	直接工程费				1181.05
1	人工费				889.35
	甲类工	工日	0.5	43.304	21.65
	乙类工	工日	25.9	33.502	867.7
2	材料费				
3	机械费				240.84
	蛙式打夯机 2.8Kw	台班	2.16	111.5	240.84
4	其他费用	%	4.5	1130.19	50.86
（二）	措施费	%	5	1181.05	59.05
二	间接费	%	5	1240.1	62.01
三	利润	%	3	1302.11	39.06
四	材料价差				
五	税金	%	6.34	169.58	10.75

合计					1351.92

表 7-10 单项工程费用估算表（建筑物拆除）

单价编号：40220		工作内容：人工混凝土拆除		单位：100㎥	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				13,063.04
（一）	直接工程费				12,440.99
1	人工费				11,916.66
	甲类工	工日			
	乙类工	工日	355.7	33.502	11,916.66
2	材料费				
3	机械费				
4	其他费用	%	4.4	11,916.66	524.33
（二）	措施费	%	5	12,440.99	622.05
二	间接费	%	5	13,063.04	653.15
三	利润	%	3	13,716.19	411.49
四	材料价差				
五	税金	%	6.34	14,127.68	895.69
合计					15,023.37

表 7-11 单项工程费用估算表（挡土墙）

单价编号：40054		工作内容：模板、混凝土、养护		单位：100㎡	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
一	直接费				57369.25
（一）	直接工程费				54637.38
1	人工费				3726.55
	甲类工	工日	27.8	43.304	1203.85
	乙类工	工日	75.3	33.502	2522.7
2	材料费				49035.76
	锯材	m^3	0.26	1500	390
	组合钢模板	Kg	9.35	5.1	47.69
	型钢	Kg	19.84	4.725	93.74
	卡扣件	Kg	26.68	5.1	136.07
	铁件	Kg	6.2	5.5	34.1
	预埋铁件	Kg	30.99	5.5	170.45
	电焊条	Kg	0.67	5.53	3.71
	混凝土	m^3	103	470	48410
	水	m^3	70	2	140
3	机械费				1227.2
	混凝土振捣器（插入式）2.2kw	台班	8.85	26.4	233.64
	电焊机直流 30KVA	台班	0.18	219.6	39.53
	风水（砂）枪	台班	3.65	336.22	1227.2

表 7-11 单项工程费用估算表（挡土墙）

单价编号：40054		工作内容：模板、混凝土、养护		单位：100㎡	
序号	项目名称	单位	数量	单价	小计（元）
4	其他费用	%	1.2	53989.51	647.87
（二）	措施费	%	5	54637.38	2731.87
二	间接费	%	5	57369.25	2868.46
三	利润	%	3	60237.71	1807.13
四	材料价差				
五	税金	%	6.34	169.58	10.75
合计					62055.59

四、总费用汇总与进度安排

（一）总费用构成与汇总

工程预算总费用 330.12 万元，其中工程预算土地复垦总费用 59.82 万元，工程预算矿山灾害预防及治理总费用 270.3 万元。

（二）近期年度经费安排

第一个 5 年内（2021～2025 年），分年度经费安排计划见表 7-19。

表 7-19 近期年度费用投资明细表

序号	项目	单位	2021	2022	2023	2024	2025
1	地质环境保护	万元	50	50	50	50	50
2	土地复垦	万元	10	10	10	10	10

（三）中远期期年度经费安排

中远期（2026～2042 年），主要是矿山地质环境监测和土地复垦后期管护的相关费用安排。分年度经费安排计划见表 7-20。

表 7-20 中远期年度费用投资明细表

序号	项目	单位	2026-2030	2031-2035	2036-2042
1	地质环境保护	万元	0.77	0.77	0.77
2	土地复垦	万元	3.27	3.27	3.27

第八章保障措施与效益分析

矿山地质环境保护与土地复垦是一项“功在当代，利及千秋”的国土环境整治工程，是习总书记“既要金山银山，又要绿水青山”的体现。但在矿山地质环境恢复治理与土地复垦工程的实施中，往往存在着一系列矛盾，如长远利益与眼前利益、全局利益与局部利益的矛盾。因此，仅有技术可行的设计难以实施，还必须由国家、地方政府、国土资源及相关部门加强领导，统一认识，统筹协调各方面的工作，才能保证此项工作的顺利开展。

一、组织保障

1、矿山企业首先要确定矿山环境保护工作行政领导机构，矿山环境保护工作行政领导机构要求是企业内独立的、行政管理能力强的机构，由其对矿山环境保护工作行使行政权利。

2、加强职能部门的管理，根据各职能部门的工作内容，按照矿山地质环境恢复治理与土地复垦要求，明确各职能部门在矿山生产过程中的职责和工作指标。

3、根据实际需要，设立主管矿山环境保护工作的职能部门，对矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作进行宣传，对员工培训、教育、负责具体创建措施的落实工作。

二、技术保障

1、引进先进的生产设备，爆破技术人员、环境检测技术人员和地质灾害治理、土地资源管理等技术人员。通过引进专业对口，适应矿山工作环境的技术人员进行弥补，为矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作提供技术人员保证。

2、矿山企业生产设备应该齐全，管理手段完善，矿山企业应增置矿山测量设备、矿山环境监测设备等仪器设备，为矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作提供技术上的物资保证。

3、企业应定期或不定期聘请有关专家对矿山地质环境保护与土地复垦工程进行专业咨询及培训，为矿山地质环境恢复治理与土地复垦工作提供技术人员保证。

4、注意技术手段在决策过程中的运用，在矿山建设任务考评工作中采取量化的指标。

5、加强企业员工的环境及生态知识、法规宣传教育，增强安全意识和责任感，使各项治理工程落实到人，并加强企业内部自检。

6、建立健全工程质量管理体系。该项目在实施中必须把工程质量当作头等大事来抓；首先组建项目管理技术部门，建立健全各级质量管理工作体系；强化项目的技术管理工作，围绕项目大力开展科技攻关。项目实施过程中，各类施工必须严格按照国家及行业有关规范、规定施工，层层分解质量目标，确保工程质量。

7、建立地质环境恢复治理治理与土地复垦工程的安全保证体系。因该矿山环境存在安全隐患较多，因此在该项目的实施过程中，必须把安全摆在突出位置，项目主管部门、项目实施部门和施工队伍，按照“管生产必须管安全”和“谁主管谁负责”的原则，从项目的前期论证—实施—施工，都必须建立有效的安全管理体系。

三、资金保障

1、根据 2017 年 11 月 1 日财政部、国土资源部、环境保护部发布的《财政部、国土资源部、环境保护部关于取消矿山地质环境治理恢复保证金建立矿山地质环境治理恢复基金的指导意见》（财建[2017]638 号），未来矿山期期缴存的矿山地质环境恢复治理保证金可在国土资源部门监管下，用于矿山地质环境恢复治理工程，为矿山地质环境恢复治理提供了资金来源。

2、根据财建[2017]638 号文件，企业应设立矿山地质环境治理恢复基金，专款专用，矿山地质环境恢复治理与土地复垦费用计入企业生产成本，为企业实施矿山地质环境恢复治理资金的筹集提供了法理依据。企业可自主使用恢复治理基金，根据矿山地质环境恢复治理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，专项用于矿产资源开发中形成的地质灾害、地形地貌景观破坏、地下含水层破坏、地表植被损毁预防和修复治理以及矿山地质环境监测等方面。

3、根据“谁开发谁保护，谁破坏谁治理，谁投资谁受益”的原则，本矿山地质环境保护与恢复治理资金由瓜州县鑫港矿业开发有限责任公司自筹，恢复治理费用列入生产成本。

4、矿山地质环境治理保证金遵循企业所有、政府监管、专户储存、专款专用的原则。

四、监管保证

经批准的矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案具有法律效力，不得擅自变更，矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案有重大变更的，责任人（矿业权人）需向国土资源主管部门申请。矿山地质环境恢复治理与土地复垦义务人应强化矿山地质环境恢复治理与土地复垦施工管理，为保障国土资源主管部门实施监管工作，责任人（矿业权人）应当根据矿山地质环境恢复治理与土地复垦方案实施工作。

1、以“谁破坏、谁治理”、“谁损毁、谁复垦”为原则，落实矿山建设单位的矿山地质环境恢复治理与土地复垦责任，及时对矿山地质环境问题及损毁土地进行恢复治理与复垦。

2、矿山地质环境恢复治理与土地复垦的实施进度及质量，由瓜州县国土资源局监督管理。

3、矿山地质环境恢复治理与土地复垦验收内容包括：

（1）矿山地质环境恢复治理与土地复垦必须在主体工程完工后 1 年内完成；

（2）矿山地质环境问题全部得到有效治理，土地复垦质量必须达到或接近原土地利用状态，复垦面积不小于原地类面积，权属明确，无争议；

（3）矿山地质环境恢复治理与土地复垦后不产生次生灾害，对周围环境无污染。

（4）对不履行矿山地质环境恢复治理与土地复垦义务或质量验收不达标的责任人，由国土资源主管部门按照相关法律法规，对其进行处罚。

五、效益分析

（一）社会效益

瓜州县钻井沟金矿矿山地质环境保护与恢复治理工程实施后，不仅消除采矿活动引发的地质灾害对当地居民生命和财产带来的威胁，安定了民心，促进了社会稳定，而且也大大地改善了周边地形地貌景观和生态环境。同时，该矿山开采生产后，不仅国家和地方每年可从中增加税收收入，还给社会进步和人民生活水平的提高提供了不可缺少的物质资源，而且促进地方经济发展，优化产业结构，创造就业机会具有积极意义，促进了当地经济的可持续发展，其社会效益十分明显。

（二）环境效益

矿山地质环境恢复治理与土地复垦是一项公益性活动，不仅是政府各级政府和行政主管部门的职责，也是各基层单位和广大干部群众的共同责任，必须动员全社会力量共同参与，只有通过广泛深入的舆论宣传，才能增强各级领导和群众的环境保护意识，提高全民对矿山地质环境保护重大意义的认识，使矿山地质环境保护有广泛的群众基础。由此可见，只有通过矿山地质环境恢复治理与土地复垦，减少废石堆放场的占地面积，既防止了水土流失，也防止了次生地质灾害的发生，对矿山地质环境保护具有积极意义，环境效益显著。

（三）经济效益

矿山地质环境恢复治理与土地复垦项目的实施，有利于改善矿区的矿山地质环境，消除地质灾害隐患，更好地推进当地的经济发展。

通过各种防治措施使地灾隐患得到治理，保证了矿区周边居民的生命财产安全，极大地改善了矿区的经济发展环境。

因此，投入一定量的治理工程费用，换取一个安全的生产环境，保障矿山经济持续增长，其经济效益不言而喻。

六、公众参与

（一）公众参与的环节与内容

公众参与包括了全程参与和全面参与。公众参与的环节包括方案编制前期、方案编制期间、方案实施过程中、地质环境恢复工程与土地复垦竣工验

收阶段等。参与对象包括土地权利人、行政主管部门、复垦义务人以及其他社会个人或者团体。参与内容包括地质环境保护与治理恢复工程的落实与实际效益、土地复垦的方向及复垦标准、复垦工程技术措施与适宜物种等。

（二）方案编制前的公众参与

矿山地质环境保护与土地复垦方案编制前的公众参与为方案编制前实行。针对矿山、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：

查阅矿区提供基础资料，访谈当地村民，了解项目区自然条件，重点是地形、地貌、土壤和植被、当地的种植习惯，以及项目所在地经济情况；查阅当地土地利用现状以及乡镇级土地利用规划，访谈规划、土地等政府部门，确定其对本方案待复垦区域规划用途；参考矿区已有的土地复垦内容分析以及对矿区工作人员的走访，确定对项目区土地复垦工作的安排和复垦用途的确定。

（三）方案编制期间的公众参与

方案编制过程中，为使评价工作更具民主化、公众化，遵循公众广泛参与的原则，特向广大公众征求意见，鉴于矿区复垦项目范围较小的特点，此次参与主要有当地群众访问、相关政府部门意见收集。

（四）方案实施过程中公众参与

方案实施中、矿山地质环境保护与土地复垦效果监测等方面仍需建立相应的参与机制，同时尽可能扩大参与范围，从现有的土地权利人及相关职能部门扩大至整个社会，积极采纳合理意见，积极推广先进的、科学的复垦技术，积极宣传地质环境保护与土地复垦政策及其深远含义，努力起到模范带头作用。

为保证全程全面参与能有效、及时反馈意见，需要制定包括张贴公告、散发传单、走访以及充分利用电视、网络、报纸、电话等多媒体手段，确保参与人充分知晓项目计划、进展和效果。努力扩大宣传范围，让更广泛的群

众加入到公众参与中来。在政府相关职能部门方面，除继续走访项目区内国土部门外，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，加大对地质环境保护与土地复垦措施落实情况的报道，形成全社会共同监督参与的机制。

1、地质环境保护与土地复垦实施前根据本方案确定的地质环境保护与土地复垦时序安排，在每年制订地质环境保护与土地复垦实施方案时进行一次参与式公众调查，主要是对地质环境问题处置、损毁土地面积、损毁程度和临时土地保护措施实施效果进行调查。

2、地质环境保护与土地复垦实施中地质环境保护与土地复垦实施过程中每年进行一次参与式公众调查，主要是对地质环境保护与土地复垦进度、措施落实和资金落实情况及实施效果进行调查。

3、地质环境与土地复垦监测与竣工验收地质环境与土地复垦监测结果应每年向公众公布一次，对公众提出质疑的地方，应及时重新核实并予以说明，同时严肃查处弄虚作假问题。邀请当地相关政府部门、专家和群众代表进行验收，确保验收工作公平、公正和公开。

第九章结论与建议

一、结论

1、根据《开发利用方案》，设计利用矿产资源储量：2595059吨。矿山生产规模：13.5万吨/年。矿山服务年限为20年。考虑矿山闭坑后还有管护期1年，本方案的适用年限为5年，为2022年~2026年，期间如出现企业发展、矿山开采变化等，要适时调整方案或重新编制；出现影响矿区地质环境的重大问题或进行技术改造时，需针对单项问题进行专门性方案的补充编制或重新编制。

2、本矿山设计为年生产矿石 13.5 万吨的大型矿山，评估区为较重要区，地质环境条件复杂程度为复杂，按《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》规定，本矿山地质环境影响评估精度为一级；矿权面积 102.67hm^2，评估区面积为 153.07hm^2。

3、现状评估：区内发育 1 处不稳定斜坡（XP1）。其中，不稳定斜坡对矿山地质环境影响程度均较轻；采矿活动造成含水层的破坏对矿山地质环境影响程度较轻；造成地形地貌景观的破坏对矿山地质环境影响程度较轻；造成土地资源的影响和破坏对矿山地质环境影响程度较轻；造成水土环境污染对矿山地质环境影响程度为较轻。

4、预测评估：采矿活动造成的地面塌陷对矿山地质环境影响程度较严重；不稳定斜坡对矿山地质环境影响程度较轻；可能造成含水层的影响和破坏程度对矿山地质环境影响程度较轻；造成地形地貌景观破坏对矿山地质环境影响程度较严重；造成土地资源的破坏对矿山地质环境影响程度严重；造成水土环境污染对矿山地质环境影响程度为较轻。

5、根据现状评估和预测评估结果将评估区将本矿山地质环境治理划分为重点防治区、次重点防治区和一般防治区三个级别。重点防治区面积 6.94hm^2，次重点防治区面积 1.70hm^2，一般防治区面积 144.43hm^2。

6、矿山复垦区面积合计 10.68hm^2，复垦责任面积为 10.68hm^2，包括尾矿库、采矿工业场地、选矿工业场地、炸药库、办公生活区、蓄水池、排土场等单元。最终复垦面积等于复垦责任面积，复垦率 100%。

7、矿山地质环境治理与土地复垦可行性分析认为，矿山地质环境预防治理措施与土地复垦方案技术成熟、操作性强、经济可靠、具一定的生态协调性，措施、方案可行。

8、对矿山现状和开采引发的地质环境、土地复垦问题采取工程措施预防、地质环境与土地复垦监测、环境保护及闭坑恢复措施进行矿山地质环境保护与土地复垦。

9、估算矿山地质环境恢复治理和土地复垦总费用330.12万元，其中工程预算土地复垦总费用59.82万元,工程预算矿山灾害预防及治理总费用270.3万元。

二、建议

应加强矿区地质环境管理，严格规划、规范人类工程活动，把地质灾害的防治与矿区发展建设协调统一起来，使资源开发、地质环境保护及人类工程活动三者有机地结合起来，促进矿区生态环境向良性发展。

1、建议当地自然资源管理和环境保护部门对矿区进行定期检查，重点是地质环境及灾害隐患防治措施的落实情况，发现问题及时解决，把防治地质灾害、恢复矿山生态环境的工作落到实处。并与环境保护、土地复垦、退耕还林工作紧密结合起来，促进经济的可持续发展。

2、对于矿山开采引发的矿山地质环境问题必须采取相应的防治措施，对破坏的生态环境进行及时的整治和恢复。

3、矿山建设和开采过程中，必须每半年向当地国土资源主管部门以文字和图件形式报告矿山建设情况、开采现状、地质环境的变化情况及已采取的整治和恢复措施。

4、矿山应建立健全地质环境问题监测体系，在进行矿山环境问题保护与治理过程中不断积累经验和相关资料，为后期编制方案提供依据。

5、若矿山开采过程中开发利用方案发生变化、矿山开采规模发生变化、资源利用情况发生变化，均应重新编制《矿山地质环境保护与土地复垦方案》。

6、本恢复治理方案不能代替该矿山今后的恢复治理工程设计方案。