

**甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司
大水金矿矿产资源开发与恢复治理方案**

**甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司
2018年10月**

甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司 大水金矿矿产资源开发利用方案

甘肃省地质矿产勘查开发局第三地质矿产勘查院
2018年9月

目 录

1 概述	1
1.1 矿区位置与交通位置.....	1
1.2 矿区自然地理及经济情况.....	2
1.3 矿山现状.....	3
1.4 矿区范围及矿山隶属.....	5
1.5 编制依据和原则.....	6
2 黄金需求现状和预测	8
2.1 黄金资源储量.....	8
2.2 黄金供给及需求分析.....	11
2.3 黄金价格状况及走势分析.....	14
3 矿产资源概况	1
3.1 矿区总体概况.....	1
3.2 矿区及矿床地质.....	1
3.3 矿床地质特征.....	8
3.4 矿床开采技术条件.....	17
3.5 矿产资源/储量.....	38
3.6 存在问题及建议.....	45
4 主要建设方案的确定	46
4.1 建设规模.....	46
4.2 产品方案.....	48
4.3 开采范围及对象.....	48
4.4 开采方式选择.....	48
4.5 矿山服务年限.....	48
4.6 厂址选择.....	48
4.7 供水方案.....	50
4.8 供电方案.....	51
4.9 防治水方案.....	51
4.10 外部交通运输.....	51
5 开采方式	52

5.1 开采顺序和首采地段.....	52
5.2 开采崩落范围.....	52
5.3 采矿方法.....	52
5.4 矿山生产能力验证.....	55
5.5 矿山服务年限.....	57
5.6 开拓运输系统.....	57
5.7 矿井通风系统.....	64
5.8 充填工艺.....	66
5.9 排水系统.....	67
5.10 基建（改造）井巷工程量、三级矿量及保有期.....	67
6 选矿与尾矿设施.....	69
6.1 选矿厂现状.....	69
6.2 矿石性质.....	70
6.3 选矿试验及评价.....	71
6.4 设计指标.....	73
6.5 原则流程与加工方案.....	74
6.6 生产能力与工作制度.....	75
6.7 设备选择.....	75
6.8 尾矿设施.....	76
7 环境保护、水土保持与复垦.....	78
7.1 设计企业环保标准.....	78
7.2 矿山主要污染物及治理措施.....	78
7.3 水土保持与土地复垦.....	80
7.4 生态修复治理措施.....	81
7.5 环境影响评述.....	82
7.6 绿色矿山建设.....	82
7.7 环保及水保投资.....	84
8 安全生产与工业卫生.....	85
8.1 方案编制依据.....	85
8.2 矿区地质环境对安全的影响.....	85
8.3 其它自然条件对安全的影响.....	86

8.4 矿床开采安全评述.....	87
8.5 采空区的影响及安全治理措施.....	89
8.6 机电和其它.....	89
8.7 矿山透水安全治理措施.....	91
8.8 预防矿山火灾和水灾.....	91
8.9 高原病防治措施.....	92
8.10 井下安全避险六大系统.....	92
8.11 工业卫生.....	93
8.12 矿山安全救护及管理.....	94
8.13 工业卫生.....	95
8.14 安全与工业卫生投资.....	95
9 技术经济.....	96
9.1 总投资估算.....	96
9.2 产品销售及价格.....	97
9.3 成本估算.....	97
9.4 销售税金及附加.....	97
9.5 经济效果.....	98
10 开发利用方案简要结论.....	100
10.1 设计利用地质资源.....	100
10.2 生产能力及服务年限.....	100
10.3 产品方案.....	100
10.4 采选工艺方案.....	100
10.5 厂址方案及开拓运输方案.....	100
10.6 综合评价.....	102
10.7 存在的主要问题及建议.....	103

附件：

附件一：《甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司大水金矿开发利用方案》设计委托书；

附件二：《采矿许可证》；

附件三：《甘肃省玛曲县大水金矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明，甘国土资储备字〔2018〕68号，甘肃省国土资源厅，2018年8月13日）；

附件四：《甘肃省玛曲县大水金矿资源储量核实报告》评审意见书，甘国土资储评字〔2018〕72号；甘国土资储评总字 1800号；

附图：

附图一：矿区总体布置图

附图二：大水金矿地形地质图

附图三：格尔珂矿区 70 号勘探线剖面图

附图四：格尔珂矿区 103 号勘探线剖面图

附图五：贡北矿区 176 号勘探线剖面图

附图六：格尔珂矿区东区开拓系统纵投影图

附图七：格尔珂矿区西区开拓系统纵投影图

附图八：贡北矿区开拓系统纵投影图

附图九：沿走向布置分段空场采矿嗣后充填采矿方法图

附图十：垂直走向布置分段空场采矿嗣后充填采矿方法图

附图十一：浅孔留矿采矿方法图

1 概述

1.1 矿区位置与交通位置

玛曲县位于甘南藏族自治州的西南部，地理坐标在东经 $102^{\circ} 45' 45'' \sim 102^{\circ} 29'$ ，北纬 $33^{\circ} 06' 30'' \sim 34^{\circ} 30' 15''$ 之间。东北以西倾山为界与碌曲县接壤；东南与四川省若尔盖、阿坝县相邻；西南、西北分别与青海省久治县、甘德县、玛沁县相连；北邻青海省河南蒙古族自治县。

甘肃玛曲格萨尔黄金实业有限公司大水金矿包括格尔珂矿区和贡北矿区，格尔珂矿区位于玛曲县城 66° 方向 16km 处，贡北矿区位于玛曲县城 NE 方向 15km 处。地理坐标：东经 $102^{\circ} 10' 30'' \sim 102^{\circ} 15' 00''$ ，北纬 $34^{\circ} 01' 00'' \sim 34^{\circ} 04' 00''$ ；行政区属甘肃省玛曲县尼玛乡管辖。格尔珂矿区有一条简易公路，往南 3km 与郎（木寺）～玛（曲）公路 298km 处相接，贡北矿区有一条简易公路，往南 5km 与郎（木寺）～玛（曲）公路 303km 处相接，矿区往西至玛曲县城 11km，再经尕（海）～玛（曲）公路与兰（州）～郎（木寺）公路相接，北经合作市至兰州 450km，交通较为便利（见图 1-1）。



图 1-1 矿区交通位置图

1.2 矿区自然地理及经济情况

1.2.1 矿区自然地理

矿区位于西倾山东段南缘，海拔 3600-3900m，相对高差 300m，主峰海拔 4075.4m，山势整体西高东低，坡度约 15° - 45° ，切割深度不大，山势平缓，植被较发育，属中高山构造剥蚀地貌。格尔珂矿区最低侵蚀基准面 3480m，贡北矿区最低侵蚀基准面 3520m。

矿区位于青藏高原东部，属青藏高原寒冷气候区。由于受大气环境和高原地貌影响，一年四季变化不明显，而且冬季长，夏季短，年温差相对较小，昼夜温差相对较大，太阳辐射强烈。年平均气温 1.2°C ，最高气温 23.5°C ，最低气温 -27.3°C 。年降雨量 400-850mm，平均降雨量 620mm，降水集中在 6-9 月，占全年降水量的 82.7%。10 月开始降雪，降雪多出现在 3、4 月份。最大积雪深度 190mm。11 月至次年 5 月为冰冻期，冰冻期长达 7 个月，多为西北风和西风，年平均风速 2.5m/s ，常有 5 级以上风力，最大风力达 8 级，最大风速达 28m/s 。年平均无霜期 19 天，最长无霜期 37 天，最短 3 天，没有绝对无霜期。最大冻土层深度 110cm。

矿区地震裂度为 VII 级烈度区，地震动峰值加速度 $0.10g$ 。

由于矿区内植被发育良好，滑坡、泥石流等地质灾害不发育。

1.2.2 矿区经济情况

玛曲县辖七乡一镇一场一区，共有 41 个行政村，2 个居民委员会。2016 年底有常驻人口 5.64 万人，其中少数民族占总人口的 93.9%。藏族人口占 89% 以上。牧业人口 4.06 万，占总人口的 72%。玛曲是一个藏族聚居的纯牧业县。玛曲县人口密度 $4.8\text{人}/\text{km}^2$ ，远低于全省和甘南州的平均水平，也是甘肃省内人口最稀疏的地区。受区位条件的限制和生产方式的影响，玛曲科技、文化、教育、卫生等社会事业均处于较为之后的状态，近年来，玛曲县城乡居民的人均纯收入实现了较高的增长速度，2017 年

全县全年实现地区生产总值 15.27 亿元，人均 GDP 达到 26471 元。但由于特殊的自然环境和游牧生活方式的影响，牧民整体生活水平并不高，要提高生活水平还存在诸多制约因素、发展难度大。

县内复杂的地质构造和独特的气候条件，造就了广袤的草原及多姿多彩的自然人文景观。境内藏传佛教寺院、石刻岩画、淳朴浓厚的传统民俗风情等人文景观广为分布，已打造处“格萨尔发祥地”、“天下黄河第一湾”、“世界最美最大湿地草场”、“藏民歌弹唱故乡”、“中国赛马之乡”五大旅游品牌。其中“黄河第一湾”被评为国家 AA 级旅游景区。

1.3 矿山现状

甘肃省玛曲县大水金矿是甘肃乃至全国著名的金矿，甘肃省地矿局第三地质队（以下简称地质三队）于 1990 年发现。1991 年开始露天开采，并进行了堆浸试验生产，1992 年由地质三队与玛曲县政府联办矿山企业，开始大规模开采和堆浸生产。1994 年 8 月建成日处理矿石 150 吨的选矿厂，但仍以堆浸生产为主，2002 年选矿厂经改扩建后，矿山全面停止堆浸生产，全部采用全泥氰化炭浆提金工艺处理原矿和堆浸尾渣。选矿厂处理能力达 1150 吨/日。

目前，大水金矿已经全面转入地下开采，矿山采用的采矿方法主要为分段空场法嗣后废石充填和浅孔留矿法嗣后废石充填。

根据选矿厂矿石日处理能力 1150 吨/日，设计矿山采选矿石规模为 31.00 万吨/年，采矿许可证下达生产规模也为 31.00 万吨/年。

截止 2017 年 6 月 30 日，大水金矿累计消耗矿石量 908.89 万吨，金金属量 80698kg，平均品位 8.88×10^{-6} ，大水金矿处理矿石量和生产黄金与消耗资源储量统计表（见表 1-1）。

格尔珂矿区 2006 年 10 月 1 日至 2009 年 12 月 31 日消耗矿石量 184.84 万吨，金金属量 14559kg，平均品位 7.88×10^{-6} ，采出矿石量 151.25 万吨，

生产黄金 9236.05kg；贡北矿区 2006 年 1 月 1 日至 2009 年 12 月 31 日消耗矿石量 16.07 万吨，金金属量 1059kg，平均品位 6.59×10^{-6} ，采出矿石量 14.45 万吨，生产黄金 733.65kg。

大水金矿（格尔珂和贡北矿区）2009 年 12 月 31 日至 2017 年 6 月 30 日消耗矿石量 249.99 万吨，金金属量 20320kg，平均品位 8.13×10^{-6} ，采出矿石量 247.32 万吨，生产黄金 12878.70kg。

大水金矿自 2006 年核实工作完成后至 2017 年 6 月 30 日，消耗矿石量 450.84 万吨，金金属量 35936kg，平均品位 7.97×10^{-6} ，采出矿石量 399.45 万吨，生产黄金 22848.40kg。

玛曲格萨尔黄金实业有限 2009 年 12 月 31 日至 2017 年 6 月 30 日统计的生产数据，矿石贫化率在 8.8%~10.5%，平均为 9.73%，开采回采率 88.9%~91.9%，平均为 89.53%，选矿回收率 82.22%~85.92%，平均为 85.15%。经统计大水金矿开采“三率”指标均达标，符合《金矿资源合理开发利用“三率”指标要求（试行）》要求。

随着采场深度加大，采矿、运输难度加大，2010 年 1 月 1 日-2017 年 6 月 30 日大水金矿生产能力逐年有所降低。加之大水金矿深部矿体规模变小、品位降低，近年来深部勘查主要控制到的是薄而贫的隐盲矿体，矿山增储勘查工作难度较大。

大水金矿是在边探边采中滚动发展起来的，在 2002 年之前黄金生产主要为喷淋，浸出率和吸附率均非常低，大规模堆浸喷淋生产是导致综合回收率低的主要原因，其次是选矿厂选矿回收率较低，工艺在持续改进中，再者因公司管理方面的因素，冶炼回收率还有待提高。

表 1-1 大水金矿处理矿石量和生产黄金与消耗资源储量统计表

采矿年度	矿段名称	采出矿石量（万吨）	消耗矿石量（万吨）	消耗金属量（kg）
1991-2006.9.30	格尔珂	367.07	406.94	42346
1991-2005.12.31	贡北	32.83	51.11	2416

表 1-1 大水金矿处理矿石量和生产黄金与消耗资源储量统计表

采矿年度	矿段名称	采出矿石量(万吨)	消耗矿石量(万吨)	消耗金属量(kg)
小计	大水金矿	399.9	458.05	44762
2006.10.1-2009.12.31	格尔珂	151.25	184.84	14559
2006.1.1-2009.12.31	贡北	14.45	16.07	1059
小计	大水金矿	165.7	200.91	15618
2010	大水金矿	33.96	37.98	3098.40
2011		34.17	37.19	2243.00
2012		30.20	34.04	2406.20
2013		30.50	34.66	2057.58
2014		30.50	34.37	1955.60
2015		30.62	34.45	2180.79
2016		28.60	32.13	2159.66
2017		15.20	17.50	680.00
小计			233.75	262.32
2010.1.1-2017.6.30		233.75	249.93	20318
合计		799.35	908.89	80698

1.4 矿区范围及矿山隶属

本次设计范围拐点坐标对照表如下（表 1-2）：

表 2-1 大水金矿采矿权坐标对照表

矿山名称	甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司大水金矿				
采矿权人	甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司				
许可证号	C6200002011074120116247		有效期限	2018年7月7日~2018年10月20日	
开采深度	由 3850 米至 3400 米		面积	5.9909 平方公里	
点号	西安 80 坐标		点号	2000 坐标	
	X 坐标	Y 坐标		X 坐标	Y 坐标
1	3768366.00	34517698.00	1	3768380.07	34517801.32
2	3768375.00	34521931.00	2	3768389.24	34522034.33
3	3770224.00	34521926.00	3	3770238.24	34522029.25
4	3770219.00	34519965.00	4	3770233.16	34520068.25
5	3769757.00	34519970.00	5	3769771.16	34520073.27
6	3769730.00	34519590.00	6	3769744.15	34519693.27
7	3769660.00	34519610.00	7	3769674.15	34519713.27
8	3769220.00	34520030.00	8	3769234.16	34520133.29
9	3768980.00	34519940.00	9	3768994.16	34520043.30
10	3768820.00	34520020.00	10	3768834.16	34520123.31
11	3768630.00	34519695.00	11	3768644.15	34519798.31
12	3769400.00	34519040.00	12	3769414.12	34519143.28
13	3769753.00	34518480.00	13	3769767.10	34518583.27
14	3769753.00	34517696.00	14	3769767.07	34517799.27

采矿权范围位于 1:5 万国际分幅 I48E012001 内, 采矿许可证证号: C6200002011074120116247, 采矿权人: 甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司, 地址: 玛曲县团结东路, 矿山名称: 甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司大水金矿, 开采矿种: 金矿, 开采方式: 地下开采, 生产规模: $31.00 \times 10^4 \text{t}$, 矿区面积: 5.9909km^2 , 开采深度: 3850m 至 3400m 标高。

本次开发方案编写的目的是为延续办理矿山采矿证。

1.5 编制依据和原则

1.5.1 编制依据和基础资料

- a. 设计委托书 (附件一);
- b. 采矿许可证 (证号: C6200002011074120116247) (附件二);
- c. 《甘肃省玛曲县大水金矿资源储量核实报告》, 甘肃省地质矿产开发局第三地质矿产勘查院;
- d. 附件三: 《甘肃省玛曲县大水金矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明, 甘国土资储备字 [2018] 68 号, 甘肃省国土资源厅, 2018 年 8 月 13 日) (附件三);
- e. 附件四: 《甘肃省玛曲县大水金矿资源储量核实报告》评审意见书, 甘国土资储评字 [2018] 72 号; 甘国土资储评总字 1800 号 (附件四);
- f. “甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司大水金矿采矿权范围变更”会议纪要。
- g. 《矿产资源开发利用方案编写内容》要求及《矿产资源开发利用方案》审查大纲;

1.5.2 编制原则

- a. 认真贯彻、执行国家和省、部各级关于开发矿业的各项方针政策、法规和技术规程、规范;
- b. 坚决贯彻执行“统筹规划、合理布局、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；

c. 重视金矿资源的综合利用，贫富兼采，减少损失率、降低贫化率，最大限度地利用资源，推荐经济合理的、技术先进的生产工艺方案；

d. 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；

e. 结合矿山现状，充分利用已有工程设施，降低矿山基建投资。

2 黄金需求现状和预测

2.1 黄金资源储量

全球已查明资源储量约为 4~6.4 万 t，基础储量为 10 万 t，主要为脉金、砂金和多金属伴生金。分布在南非、俄罗斯、中国、澳大利亚、印度尼西亚、美国等十几个国家。其中：南非是全球最大的黄金资源储量拥有国，已查明资源储量为 3.1 万 t，占全球总量的 31%；第二名是俄罗斯(7000t)，占全球总量的 7%，中国(6328t)居第三位，占全球总量的 6.33%。世界主要产金国资源储量见表 2-1；世界各国黄金产量和储量见图 2-1。

表 2-1 世界主要产金国资源储量统计表（2015 年）

序号	国家	储量基础 (t)	储量 (t)	储量可靠系数 (%)
1	南非	31000	6000	19.4
2	俄罗斯	7000	5000	71.4
3	中国	4100 (6327.9)	1900 (1909.7)	30.2
4	澳大利亚	6000	5800	96.7
5	印度尼西亚	6000	3000	50.0
6	美国	5500	3000	54.5
7	加拿大	4200	1000	23.8
8	智利	3400	2000	58.8
9	墨西哥	3400	1400	41.2
10	加纳	2700	1600	59.3
11	巴西	2500	2000	80.0
12	秘鲁	2300	1400	60.9
13	乌兹别克斯坦	1900	1700	89.5
14	其他	22000	10000	45.5
	世界总计	100000	47000	47.0

注：美国地质局数据。括号内数据来源于国土资源部，中国已查明资源储量为 1909.7t，基础储量为 6327.9t，分别于美国地调局储量基础、储量相当。储量可靠系数=储量/储量基础。

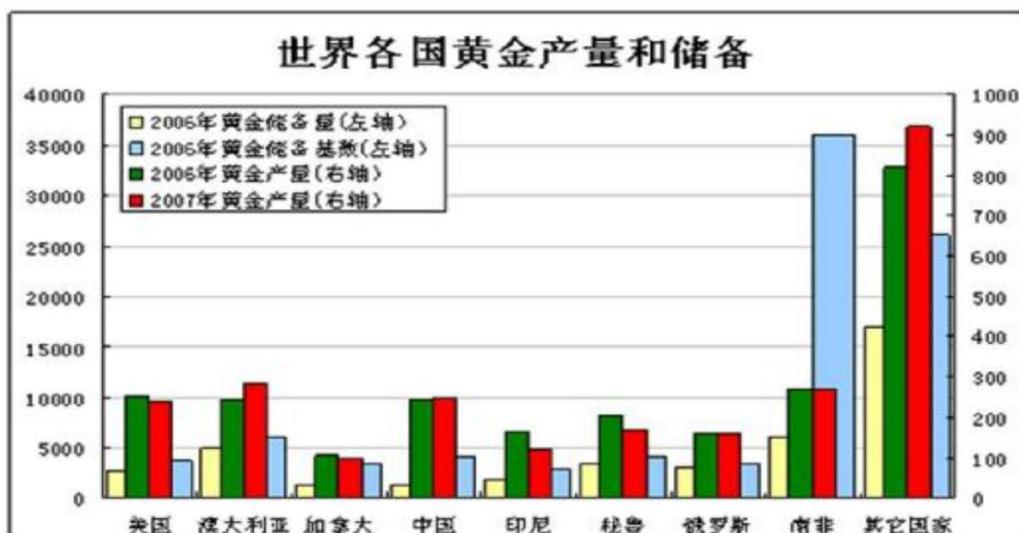


图 2-1 世界各国黄金产量和储量

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。

2013年，我国已查明黄金资源储量约8500吨，占全球的8%，居全球第二，全年新增金矿资源储量超过917吨，其中，胶东地区、小秦岭金矿田深部及外围分别新增资源储量241吨、120吨。此外，云南鹤庆北衙、贵州普安灰家堡、内蒙古赤峰金厂沟梁等矿山相继发现大量新增金矿资源。

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。

2011年世界黄金产量2801t，其中北美447t，拉丁美洲471t，南非218t，澳大利亚253t，俄罗斯217t，其他813t。

据中国黄金协会统计数据，2012 年我国共生产黄金 403 吨，黄金产量排名前五位的省份依次为山东、河南、江西、云南、内蒙古，上述五省产量占全国总产量的 61.39%。

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 黄金供给及需求分析

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。

a. 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。

b. 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。

c. 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

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。

黄金的需求分析：

a. 工业需求呈现稳中有升态势

黄金的工业需求主要有：首饰业、电子业、牙科、金币金章以及仿金币等。首饰业是黄金工业需求的主要行业，占到消费总量的 70%以上。近年来人们的收入水平普遍提高，人们对于黄金的需求增长迅速。基于黄金良好的物理和化学性能，电子行业和其他行业用金增长迅速。随着消费者对于黄金价格的逐渐认同和接受，黄金工业需求量会近年来稳中有升。

一般来说，世界经济的发展速度决定了黄金的工业总需求，例如在微电子领域，越来越多地采用黄金作为保护层；在医学以及建筑装饰等领域，尽管科技的进步使得黄金替代品不断出现，但黄金以其特殊的金属性质使其需求量仍呈上升趋势。电子产品、牙科、金牌、仿金币等工业需求弹性较大但是需求所占比例较小，一般不高于 10%。

世界经济的发展状况决定了黄金的居民消费需求，在经济持续增长，人们收入水平持续提高，生活水平不断改善的时候，对黄金饰品、摆件等的需求就会增加。从目前黄金需求结构看，首饰需求占总市场需求的 70%以上。亚洲特别是中国和印度具有黄金消费的传统和习惯，并且这两个大国的经济正在快速发展，居民经济收入正在快速提高。随着居民收入的快速增长，黄金饰品的消费明显增加。工业国家与发展中国家黄金制造需求的构成有较大差异，发展中国家首饰用金占制造业用金的 92%，而工业国家首饰用金占 62.7%，电子工业用金占 23%，发展中国家仅占 1.2%。

2013 年以来，黄金消费基本上由亚洲所承担，亚洲地区及中东地区黄金消费占全球黄金消费的 79%。其中，中国占 22%，印度占 20%。具体到行业，珠宝行业对黄金的需求还是一如既往处于绝对领先地位，在所有黄金需求中占 49%。金条存储及官方制币等分别排第二位和第三位，占比

分别为 27%和 10%。2013 年世界黄金消费 4168t，其中首饰消费 1873t，金条储蓄 1065t,ETF 投资基金 447t,电子设备 333t,官方硬币奖杯 395t,其他 53t。

中国黄金协会的数据调查显示,2013 年,全国黄金消费量 761.05 吨,比上年增长 189.54 吨,同比增长 33.2%。其中:黄金首饰 456.66 吨,同比增长 27.9%;金条 213.85 吨,同比增长 50.7%;金币 20.80 吨,同比增长 25.2%;工业用金 53.22 吨,同比增长 12.3%;其他用金 16.52 吨,同比增长 93.9%。

2013 年,国内黄金设计、加工、制造业等下游产业快速发展,黄金产业链逐步延伸和完善,目前已形成广东深圳和番禺两大黄金首饰加工基地,全年黄金珠宝零售总额超过 4000 亿元,销售收入及产业规模接近上游采选业,我国已成为全球最重要的黄金加工大国和黄金珠宝消费市场。

b. 投资需求增长明显

近年随着黄金价格的走高,私人投资需求有较快幅度的增长,达到 20%。出于投资者对美元走低预期和美国经济滞胀的担忧,我们预测,投资需求会进一步扩大。

根据美国地质调查局(USGS)有关世界黄金总存量和中央银行存量数据:1966 年世界黄金存量 76000 吨,中央银行和 IMF 的黄金存量 38257 吨,私人手中所持的黄金量 37743 吨,私人所持的黄金量占世界黄金存量的百分比 49.66%;2007 年世界黄金存量 157000 吨,中央银行和 IMF 的存量 28583 吨,私人手中所持的黄金量 28417 吨,私人所持的黄金量占世界黄金存量的百分比 81.8%;2013 年,中央银行和 IMF 存量黄金占世界总存量的 8.56%,私人投资者存量黄金占世界黄金存量的 91.35%。

2.3 黄金价格状况及走势分析

影响黄金价格变动的因素主要有黄金的供求关系、世界主要货币汇率、

石油供求关系、世界政局动荡、战争等。由于世界政治、经济的风云变幻，国际黄金价格起伏不定。自 2000 年以来，国际黄金价格虽有涨跌变化，但总的趋势是稳步增长，黄金价格从 2000 年的每盎司 295 美元上涨到 2011 年 9 月的历史最高价每盎司 1920 美元，价格已经连涨几番。2012 年初，黄金价格稳中回调，2012 年均价为 1668 美元/盎司，2013 年均价为 1441 美元/盎司，2014 年均价为 1266 美元/盎司，2015 年，黄金价格经过三年的调整，价格开始慢慢上涨，2016 年均价达到 1400 美元/盎司，比上年增长幅度较大，2017 年到 2018 年 6 月黄金价格走势平稳，在 1340 美元/盎司左右。

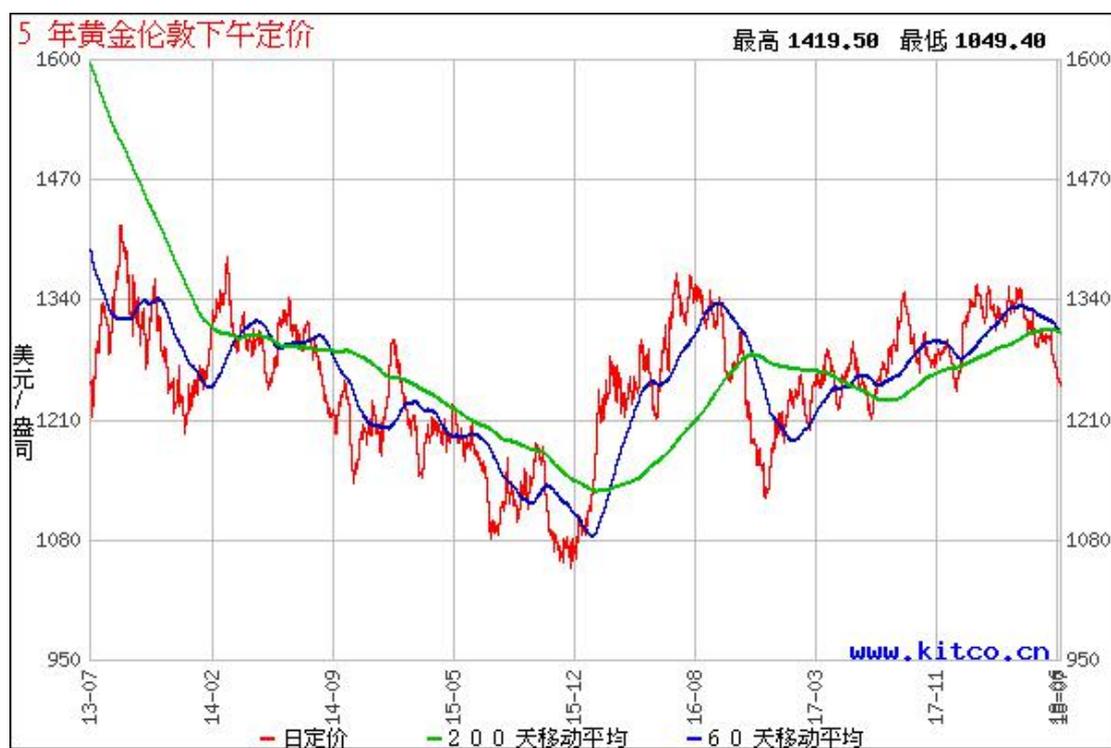


图 2-2 近五年黄金价格走势

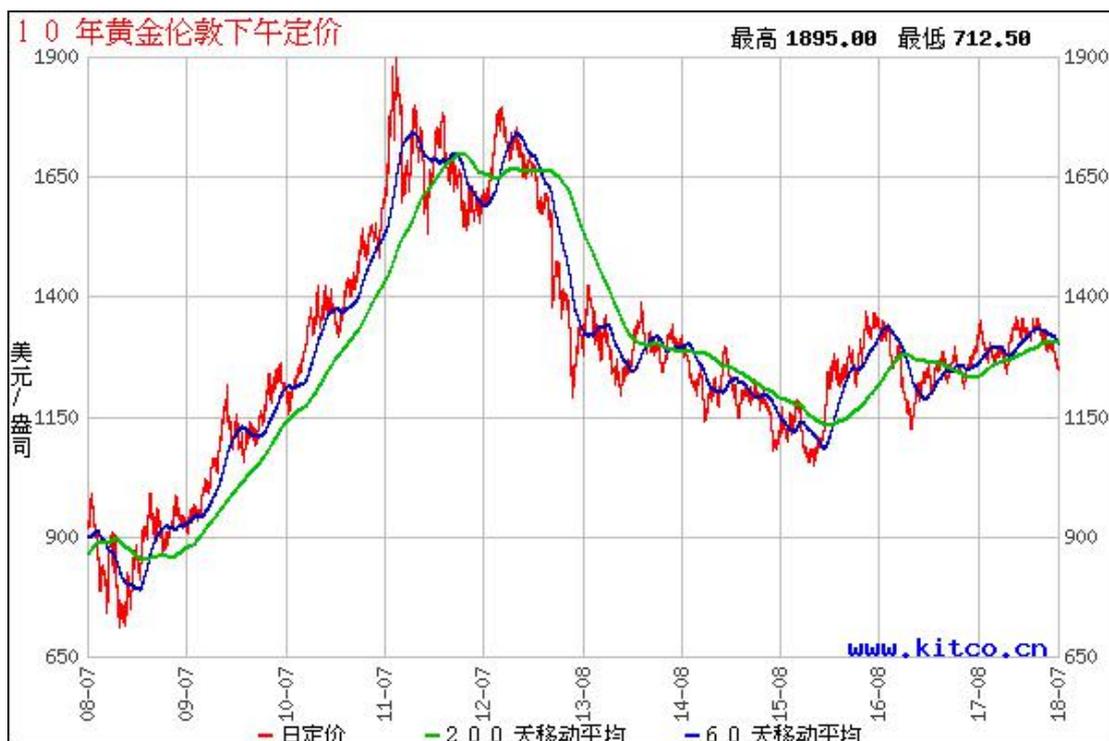


图 2-3 近十年黄金价格走势

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高位震荡向上的趋势，此与上海联创投资管理有限公司作出的预测一致。

影响国际黄金价格走势的因素很多，但是，黄金实物需求和供应存在实际的趋紧局面，为黄金价格上涨夯实了基础。助推金价上涨的因素主要有四个，分别是弱势美元、通胀预期、全球经济发展带来的市场需求和 CPI 增长，而遏制金价上涨的因素一般有两个，分别是强势美元和全球经济放缓引发的通缩。由于对世界经济持续增长、主要货币的贬值、能源价格的高涨导致通货膨胀出现等因素的预期，加之在一段时间内中国经济还将继续保持高速增长，国内市场对黄金需求旺盛，而黄金的生产能力及资源却仍然有限。因此，今后的金价仍是一个易涨难跌的格局。

本次设计中采取稳妥原则，预计矿山经营期内，合质金销售均价为 1000~1150 美元/盎司；根据大水金矿企业最终产品为合质金，初步确定合质金售价为 250 元/克。

3 矿产资源概况

3.1 矿区总体概况

甘肃省玛曲县大水金矿是甘肃乃至全国著名的金矿，甘肃省地矿局第三地质队（以下简称地质三队）于1990年发现，1991年开始露天开采，并进行了堆浸试验生产，1992年由地质三队与玛曲县政府联办矿山企业，开始大规模开采和堆浸生产。1994年8月建成日处理矿石150t的选矿厂，但仍以堆浸生产为主，2002年选矿厂经改扩建后，矿山全面停止堆浸生产，全部采用全泥氰化炭浆提金工艺处理原矿和堆浸尾渣。

矿区位于秦岭造山带西段南带忠格扎拉-大水金成矿压带上，地质构造复杂，成矿条件优越。区域构造线呈北西方向展布，褶皱、断裂发育，出露地层主要为三叠系，印支期—燕山期中酸性侵入岩十分发育，以岩基、岩株、岩枝及脉状分布。

3.2 矿区及矿床地质

3.2.1 格尔珂矿区

3.2.1.1 地层

矿区绝大部分被第四系残坡积所覆盖，基岩零星出露。区内地层有二叠系、三叠系、侏罗系和白垩系。三叠系马热松多组（*T_m*）是格尔珂金矿床的主要赋矿层位。

(1) 二叠系

地层主要分布于矿区北东部，分为大关山组（*Pd*）和迭山组（*Pd*）。大关山组（*Pd*），下二叠统，岩性以灰色、浅灰色灰岩为主，底部砂质灰岩、钙质板岩。辛曲金矿床、恰若金矿点赋存于该套地层内。与上覆迭山组和下伏尕海组整合接触。迭山组（*Pd*），上二叠统，岩性为灰色、灰白色厚层—块状灰岩、鲕状灰岩，底部钙质板岩、粉砂岩，局部细砾岩。与上覆扎里山组呈整合接触。

(2) 三叠系

在大水地区该套地层中已发现格尔珂、贡北、忠曲等金矿床（点），是区域上主要的含矿地层。可分为扎里山组（T）、马热松多组（Tm）、郭家山组（Tg）和光盖山组（Tgg）。

下三叠统扎里山组（T）：岩性下部为浅灰色块状微晶鲕粒灰岩、浅灰色中厚层鲕粒微晶灰岩、灰色薄层微晶灰岩；中部为灰-深灰色薄层泥质灰岩；上部为浅灰色条带状灰岩、鲕粒灰岩。与上覆马热松多组和下伏迭山组呈整合接触。

中三叠统马热松多组（Tm）：是格尔珂金矿床的主要含金层位。划分为土黄色、浅灰色泥质灰岩（mls）；浅灰色中厚层灰岩；浅灰色中厚层状灰岩；灰白色白云质灰岩四个岩性段。浅灰色中厚层灰岩为泥晶-隐晶结构，块状构造。

中三叠统郭家山组（Tg）：岩性为一套灰色薄层状泥晶灰岩，浅灰色中厚层状含鲕灰岩，灰白色块状含鲕灰岩组成。属于浅海相-陆相沉积。

中三叠统光盖山组（Tgg）：岩性下部为灰绿色中厚层状含岩屑长石英杂砂岩、长石杂砂岩为主，夹灰绿色板岩、灰色薄层微晶灰岩；上部为杂色-淡黄色中厚层状长石石英杂砂岩、石英杂砂岩夹板岩、微晶灰岩、硅质岩。与下伏郭家山组呈断层接触，与上覆龙家沟组呈平行不整合或断层接触。

(3) 侏罗系

下侏罗统龙家沟组（J1）：主要分布在贡北矿区西南部。贡北金矿床的Au1号矿体向西延伸分布其中，Au3、Au6、Au8号矿体赋存于该组内。由灰白色块状灰质砾岩、浅灰色厚层状砂砾岩组成。

(4) 白垩系

下白垩统田家坝组（Kt）：主要分布于李卡如山一带构造线以南，以

正常沉积的河湖相碎屑岩为主，夹少量碳酸盐岩。下部由暗紫红色砾岩、砂岩、泥岩等组成；上部由灰白色、淡玫瑰红色灰岩、泥岩等组成。

3.2.1.2 构造

矿区位于大水-忠曲断裂带的南缘，断裂发育，以北西向构造贯穿整个矿区，它起着导矿、控矿作用。

(1) 褶皱构造

在矿区主要为一向南或向南西倾斜的单斜构造，地层走向东段为近东西向，倾向南；西段为 290° - 300° ，倾向南或南西，倾角 50° - 80° ，在 102 线、103 线及 104 线受断裂作用影响，形成一些拖褶曲，规模较小，南翼陡，北翼缓，轴面北倾，倾角一般在 60° 左右。靠近主断层，褶皱强烈而且发育；远离断层，褶皱逐渐变平缓至消失。

(2) 断裂构造

矿区与成矿关系密切的有北西向断裂和近南北向断裂。

北西向断裂：矿区主要发育有 6 条，由南向北依次为 F1、F3、F4、F5、F7、F6。以 F4 断层规模最大，位于矿区中部，走向 100° - 110° ，倾向向南，局部地段向北倾，倾角 60° - 75° 。F4 断层最大的特点是发育很宽的破碎带，其宽 10-30m，带内岩石破碎强烈，发育厚大的方解石脉，脉体沿走向膨大、缩小、分支、复合现象明显，在断层两侧有次级同构造张裂，其内也充填方解石细脉，向深部倾角逐渐增大，严格控制 Au2、Au5、Au7 的产出及空间分布形态。F5 断层走向 120° ~ 145° ，倾向南西，控制了 Au7、Au8、Au12、Au111 等矿体的产出和空间分布形态。F4、F5 断层发育断层角砾岩、构造透镜体和碎裂岩带，受岩性差异的控制，断层角砾岩岩性各异，在同一岩性中，角砾大小较均匀，具有明显的定向排列，与主断层面平行，形态呈次棱角状、次圆状，部分角砾被方解石、褐铁矿、赤铁矿及岩粉胶结成岩，部分角砾十分松散，未见胶结物充填，另有部分

断层角砾岩又被破碎成角砾，表明 F4、F5 断层经受了多期次构造运动。F3 断层位于矿区南部，倾向北东，性质为正断层，为矿带的南缘断裂。

另外，在矿区北部发育 F6 北西向的断层，花岗闪长岩体与泥质灰岩以 F6 为界呈断层接触，断层带内发育断层角砾岩，角砾定向性差，断层面上有方解石细脉充填，且方解石脉为多期次形成，说明该断层也是经受了多期次构造活动的影响，为矿带的北缘断裂。

近南北向断裂：主要发育在矿区中部，总体呈 0° - 30° 方向展布，主要有 F22、F23、F24、F25、F26、F27、F28 等，该组断层规模不大，长 300-800m，一般倾向南东，倾角 60° - 75° ，切割近东西向或北西向断裂，在两组断层交汇部位，破碎带规模及矿化蚀变带范围增大，矿化更加富集，有大量花岗闪长岩脉和方解石脉充填，脉体明显膨大，矿体规模变大，该组断层形成过程中，成矿物质进一步活化、迁移并富集，在两组断层交汇处形成局部低压张开空间，为热液活动和金的富集、沉淀成矿提供了良好场所。在南北向断裂的旁侧，发育一组 100° - 110° 方向羽状裂隙，与断层破碎带呈锐角相交，构成梯状控矿构造。特别是它们二者交汇处，是矿体最集中、最富集部位。因而，南北向断裂也对矿体起着定位作用，控制矿体的分布和产出。

区域性北西西向—东西向断裂带为导矿、配矿构造，表现为矿带、矿体的分布受导矿构造的夹持或限制呈串珠状、雁列状成群出现，而其伴、派生低序次断裂、裂隙则为容矿构造，为成矿提供了直接的容矿空间。

3.2.1.3 岩浆岩

矿区北缘分布有格尔括合岩体，矿区内大量分布中性-中酸性岩脉。

格尔括合岩体产于矿区北缘，侵位于中三叠统的灰岩地层中，出露面积 1.76km^2 ，岩株状侵入。依据岩石矿物特征和岩石化学特征，可划分为两个岩性带，早期为黑云母闪长玢岩，晚期为花岗闪长斑岩。

黑云母闪长玢岩：呈浅灰绿色，斑状结构，块状构造，基质具隐晶质—显微晶质结构。斑晶占25%，斜长石12—15%，角闪石3—5%，黑云母8%；基质有硅质（次生石英）50—60%，长石5%，钙质3%，氧化铁2%。

花岗闪长斑岩：岩石呈浅绿灰色，斑状结构，块状构造。基质具微晶结构，斑晶占20—25%，主要为长石（>12%），具双晶结构；黑云母（6%±）；角闪石（>5%）长板状，具多色性，为普通角闪石。基质主要为玉髓（60%）、绿泥石（10%）、及细脉方解石（5%）。

花岗斑岩的外侧，有大量英安斑岩沿南北向断裂破碎带或裂隙贯入，呈岩枝产出，脉体呈 0° — 10° 、 290° — 310° 展布，与南北向构造和金矿体展布方向大体相吻合。近南北向矿化体主要为强烈蚀变的英安斑岩脉体，反映金矿化与后期脉岩关系密切，脉体形成晚于岩体，矿化晚于脉岩，岩脉体走向有强烈的赤铁矿化、黄钾铁矾化、碳酸盐化蚀变及高岭土化。围岩发生强烈的大理岩化、高岭土化现象。

矿区各类岩脉发育，主要有闪长玢岩、花岗闪长岩脉等，形于燕山期陆内造山阶段，在时间上、空间上、物质成分上控制金成矿作用的发生与形成，岩体（脉）与矿床处于同一构造带或与矿体赋存于同一断裂内，其次脉岩与成矿热液具有同源关系，为成矿活动提供热源。

3.2.1.4 变质作用及围岩蚀变

矿区变质作用类型以接触变质为主，动力变质作用为辅。

接触变质主要发生在花岗闪长斑岩岩体和花岗闪长岩脉与围岩的接触带上，在岩体内接触带有轻微混染作用及碳酸盐化，在外接触带具有大理岩化，局部灰岩重结晶作用明显，形成晶体粗大的方解石。

动力变质作用主要发生在挤压构造和扭动构造发育地段，片理化、构造透镜体化、碎裂岩化、角砾岩化和糜棱岩化很发育，局部碾磨成断层泥。

矿区围岩蚀变严格受断裂破碎带控制，以中低温蚀变为特征，蚀变具

有多阶段性。蚀变类型主要有硅化、赤铁矿化、褐铁矿化、方解石化，次为高岭土化、绿泥石化、绢云母化和黄钾铁钒化。

围岩蚀变可划分为三期，早期（矿化期前）主要为硅化、方解石化；中期（矿化期或成矿作用热液期）为硅化、赤铁矿化、方解石化、高岭土化、绿泥石化和绢云母化等，对金矿化起明显控制作用，主要金矿体均分布在以上蚀变组合最强烈的地段；晚期（矿化期后）主要为方解石化。而褐铁矿化、黄钾铁钒化则发育在成矿作用的次生氧化期。

蚀变受断裂破碎蚀变带所控制，金矿体产于断裂破碎蚀变带内，断裂破碎带内以矿体为中心，主要发育强烈硅化（似碧玉岩化）、赤铁矿化和石英-方解石细-网脉，矿体两侧为黄钾铁钒化和方解石化（稀疏单脉、细脉），总体呈现硅化、赤铁矿化随远离断裂破碎带而减弱。

格尔珂矿区含矿断裂破碎带或矿化蚀变带内岩石发育多期热液蚀变作用，其中以成矿作用热液期的硅化、赤铁矿化、方解石化与金矿化关系密切。围岩蚀变具有一定的空间分带性，自矿化中心向两侧或随着远离断裂破碎带，硅化、赤铁矿化、方解石化等的蚀变强度逐渐减弱。断裂破碎蚀变带宽者含矿率较高，所赋存的矿体厚度较大、品位较富，即大水矿区矿化蚀变带的规模可间接指示金矿化的规模及强度。

3.2.2 贡北矿区

3.2.2.1 地层

矿区绝大部分被第四系残坡积所覆盖，出露三叠系和侏罗系地层，含矿地层为主要为三叠系郭家山组（*Tg*）的灰岩和侏罗系龙家沟组（*J1*）的砂砾岩。

中三叠统马热松多组（*Tm*）：是格尔珂金矿床的主要含金层位。划分为土黄色、浅灰色泥质灰岩；浅灰色中厚层灰岩；浅灰色中厚层状灰岩；灰白色白云质灰岩四个岩性段。浅灰色中厚层灰岩为泥晶—隐晶结构，块

状构造。

中三叠统郭家山组 (T_g)：岩性为一套灰色薄层状泥晶灰岩，浅灰色中厚层状含鲕灰岩，灰白色块状含鲕灰岩组成。属于浅海相-陆相沉积。薄层状泥晶灰岩，浅灰色中厚层状含鲕灰岩，灰白色块状含鲕灰岩组成。龙家沟组 (J1)：灰白色块状灰质砾岩、浅灰色厚层状砂砾岩组成。

龙家沟组 (J1)：灰白色块状灰质砾岩、浅灰色厚层状砂砾岩组成。

3.2.2.2 构造

矿区主要为一向南西倾斜的单斜构造，地层走向为近东西向，倾向南或南西，产状为 $200-180 \angle 25^{\circ} -35^{\circ}$ 。

近东西向断裂破碎带：在矿区的中部，总体呈近东西向展布，在 3630m 中段以上，倾向为近北，倾角 $70^{\circ} -90^{\circ}$ ，3630m 中段以下近南倾，倾角 $70^{\circ} -80^{\circ}$ 。破碎带在纵向上呈近 S 状，发育宽 20—50m 的破碎带，破碎强烈，发育断层角砾岩、构造透镜体和碎裂岩。沿断裂破碎带有大量次生方解石脉、断层泥充填，脉体多呈膨大、缩小、分枝、复合特征。断层面呈波状，性质为压扭性。

北东向断层：断层规模较小，呈雁行式排列，可能为东西向断层派生的次级断层，是重要的容矿构造。

北西向断层：走向为北西向，倾向南西，倾角 $50^{\circ} -70^{\circ}$ 。切割近东西向断裂、北东向断层，是成矿期后的断层，错断贡北金矿 Au₃、Au₆ 等矿体，对矿体有一定程度的破坏作用，致使矿体在 3630m 中段以下，向南西方向呈雁行式排列，该组断层带内仅见褐铁矿化。

3.2.2.3 岩浆岩

矿带范围内尚未发现规模较大的侵入岩，仅在矿区东部发育零星的规模较小的花岗斑岩脉（一般小于 1m），岩石特征同大部分有蚀变现象，主要见赤铁矿化，证明矿体产出与脉岩关系密切，部分本身就是矿体。

3.2.2.4 变质作用及围岩蚀变

区内整体变质较弱，变质作用主要为动力变质，挤压构造和扭动构造发育地段，变质作用和变形现象强烈，片理化、构造透镜体化、碎裂岩化、角砾岩化和糜棱岩化很发育。

矿体近矿围岩蚀变严格受断裂破碎带控制，以中低温蚀变为特征，蚀变具有多阶段性，以裂隙充填为主，多呈线状或带状蚀变。蚀变类型简单，常见有方解石化、赤（褐）铁矿化、硅化、绿泥石化、绢云母化、碳酸盐化、黄钾铁钒化等。其中与金矿关系密切的有硅化、赤铁矿化、方解石化。

蚀变受断裂破碎蚀变带所控制，金矿体产于断裂破碎蚀变带内，断裂破碎带内以矿体为中心，主要发育强烈硅化、赤铁矿化和石英-方解石细-网脉，矿体两侧为黄钾铁钒化和方解石化（稀疏单脉、细脉），总体呈现硅化、赤铁矿化随远离断裂破碎带而减弱。

贡北矿区含矿断裂破碎带或矿化蚀变带内岩石发育多期热液蚀变作用，其中以成矿作用热液期的硅化、赤铁矿化、方解石化与金矿化关系密切。围岩蚀变具有一定的空间分带性，自矿化中心向两侧或随着远离断裂破碎带，硅化、赤铁矿化、方解石化等的蚀变强度逐渐减弱。断裂破碎蚀变带宽者含矿率较高，所赋存的矿体厚度较大、品位较富。

3.3 矿床地质特征

3.3.1 格尔珂矿区

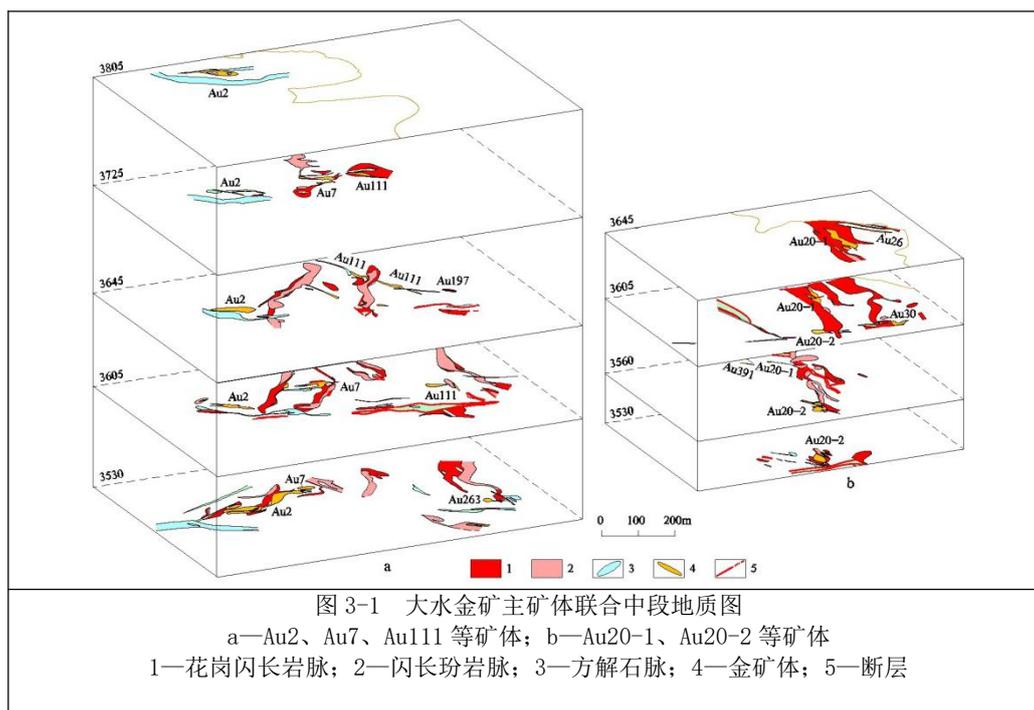
1. 矿体特征

矿区共圈定金矿体 262 条（包括表露矿体 28 条，盲矿体 234 条），其中主矿体 5 条，分别为 Au2、Au7、Au111、Au20-1、Au20-2。

矿体严格受断裂构造控制，主要分布在 68-112 线间长约 2.3km 地段内，由西向东主要集中分布在 68-86、98-110 线间，构成两个矿化集中地段，矿带自 58 线至 112 线呈北西向和近南北向展布，出露标高 3840-3600m，

西高东低。其中北西向分布矿体有 Au2、Au7、Au111 等，近南北向分布矿体有 Au20-2、Au30 等。

5 个主矿体长 160~322m，控制斜深 130~506m，长度和延深接近或大于 300m，规模总体属中型，如 Au2 的长度、延深都大于 300m。Au2 矿体在 3805m、3645m、3530m 中段附近规模最大，在 3725m、3605m 中段规模较小；Au7 以 3530m 中段规模最大，3725m、3605m 为次，3645m 最小；Au111 向东有斜列，连续分布于 3725m、3645m、3605m 各中段，中断于 3530m 中段；Au20-1 主要分布于上部的 3645m、3605m 中段，向下规模减小；Au20-1，Au20-2 主要分布于下部的 3605m、3560m、3530m 中段，向下规模增大，同时可以看出，厚大矿体与岩脉、方解石大脉相伴大致平行产出。主矿体特征见表 3-1。



主矿体特征分述如下。

(1) Au2 矿体

该矿体为一表露矿体，主要分布在 68-76 勘探线间，矿体延伸 319m，控制垂深 508m，单工程厚度 0.24-46.42m，平均厚度 9.68m，厚度变化系数 100.28%；矿体形态较复杂，在平面上呈不规则的脉状、囊状、枝杈状

等，在剖面上多呈雁形排列，倾向 $152^{\circ} - 233^{\circ}$ ，倾角 $34^{\circ} - 89^{\circ}$ 。矿体品位 $1.16 \times 10^{-6} - 326.4 \times 10^{-6}$ ，矿体平均品位 12.05×10^{-6} ，品位变化系数 185.7%。

Au2 矿体分布于 68-76 线 3850-3344m 标高地段。在地表于 68-72 线间呈脉状出露，受断层 F19 的控制，呈北西向分布，矿体厚度 2.99-18.12m，品位 $6.61 \times 10^{-6} - 28.92 \times 10^{-6}$ ；在 3805m 中段，矿体分布于 68-71 线间，矿体厚度 3.19-23.18m，品位 $2.43 \times 10^{-6} - 10.35 \times 10^{-6}$ ；在 3745m 中段，厚度变得最窄，仅在 70 线出露，矿体厚度为 0.73m，且矿体品位降低为 4.14×10^{-6} ；在 3725m 中段，矿体分布在 70-72 线，呈细条状，厚度 0.69-2.37m，品位 $1.59 \times 10^{-6} - 18.37 \times 10^{-6}$ ；在 3685m 中段矿体分布在 69-73 线间，矿体西窄东宽，从 69-73 线矿体厚度依次为 0.81m、2.76 m、2.38 m、17.09 m 和 11.20m，矿体在 70 和 72 线出现分支，品位 $1.36 \times 10^{-6} - 17.15 \times 10^{-6}$ ；在 3645m 中段分布在 70-72 线，矿体规模扩大，厚度 10.96-33.31m，平均品位 $9.20 \times 10^{-6} - 14.32 \times 10^{-6}$ ；在 3605m 中段矿体分布于 70-72 线和 74-75 线，厚度 3.11-14.31m，品位 $1.41 \times 10^{-6} - 8.00 \times 10^{-6}$ ，赋矿岩性为赤铁矿化硅化灰岩，在 74-75 线，矿体沿北东向花岗闪长岩脉的外接触带上出露，矿体呈细脉状，厚度 0.86-5.32m，品位 $2.24 \times 10^{-6} - 10.66 \times 10^{-6}$ ；3530m 中段矿体分布于 69 和 71-76 线，69 线矿体厚度 3.10m，品位 2.38×10^{-6} ，矿体在 71-76 线间长度大于 300m，形态呈一平卧的反“S”，矿体产出于赤铁矿化硅化灰岩和花岗闪长岩脉的接触带上，厚度明显增大，从 71-76 线厚度依次为 46.42m、33.73m、4.04m、42.60m、15.71m、7.96m，品位在 $1.99 \times 10^{-6} - 14.97 \times 10^{-6}$ ；3490m 中段矿厚度 2.18-23.52m，品位 $1.16 \times 10^{-6} - 9.01 \times 10^{-6}$ ；3490m 中段以下矿体分布于 68-75 线间，该中段以下未施工坑探工程，均为钻孔见矿，从钻孔见矿情况可以看出，矿体品位、厚度下降明显，夹石较多，矿体厚度 2.52-11.42m，品位 $1.70 \times 10^{-6} - 14.08$

$\times 10^{-6}$ 。

(2) Au7 矿体

该矿体为一表露矿体，主要分布于 Au2 矿体东侧的 76-84 线，矿体走向延伸 280m，控制垂深 316m，厚度 0.51-41.94m，平均厚度 13.80m，厚度变化系数 80.79%。矿体形态较复杂，在平面上呈不规则的长条状、囊状、脉状、枝杈状，倾向 147° - 259° ，倾角 39° - 90° 。品位 1.20×10^{-6} - 1278.75×10^{-6} ，品位变化系数 396.24%，矿体平均品位 13.28×10^{-6} 。

Au7 矿体分布于 76-84 线的 3833-3530m 标高地段。矿体地表分布于 80-84 线，矿体赋存于赤铁矿化硅化灰岩和花岗闪长岩脉的接触带上，呈北西西向展布，地表出露长度 180m，厚度 9.04-23.84m，品位 7.52×10^{-6} - 21.97×10^{-6} ；3815m 中段矿体分布于 76-78 线，矿体规模变小，厚度 2.80-12.97m，品位 1.96×10^{-6} - 16.55×10^{-6} ；3790m 中段矿体分布于 76-79 线，厚度 4.85-19.19m，品位 1.92×10^{-6} - 16.41×10^{-6} ；3765m 中段矿体分布于 76-79 线，厚度 3.30-31.34m，品位 1.38×10^{-6} - 15.80×10^{-6} ；3725m 中段矿体分布于 76-79 线，厚度 0.98-33.66m，品位 1.66×10^{-6} - 6.25×10^{-6} ；3685m 中段矿体受两条北东向断层与花岗闪长岩脉的控制和影响，辖制于 76-78 线，厚度 0.51-29.90m，品位 5.96×10^{-6} - 7.36×10^{-6} ；在 3645m 中段矿体分布于 76-80 线，厚度 6.37-9.04m，品位 1.46×10^{-6} - 8.76×10^{-6} ；3605m 中段矿体分布于 76-79 线，厚度 2.23-31.11m，品位 1.87×10^{-6} - 12.10×10^{-6} ；3565m 中段矿体分布于 77 线花岗闪长岩接触带上的构造破碎带内，厚度 41.94m，品位 7.47×10^{-6} ；3530m 中段矿体分布于 76 线，厚度 20.46m，品位 6.72×10^{-6} ；矿体于 76 线 3530m 标高向下受工程控制尖灭。

(3) Au111 矿体

该矿体为一表露矿体，分布于 80-87 线，矿体走向延伸 322m，控制

垂深 270m，厚度 0.92-38.52m，平均厚度 9.37m，厚度变化系数 93.46%。矿体形态较复杂，在平面上呈不规则的脉状、透镜状、枝杈状、囊状，具分支-复合、尖灭-再现现象，倾向 183° - 259° ，倾角 55° - 86° 。矿体品位 2.51×10^{-6} - 26.21×10^{-6} ，品位变化系数 141.98%，矿体平均品位 11.72×10^{-6} 。

Au111 矿体分布于 80-87 线的 3805-3565m 标高地段。矿体在地表于 79 线和 85-87 线出露，厚度 2.12-21.95m，品位 3.01×10^{-6} - 5.57×10^{-6} ；3725m 中段矿体分布于 80-82 线，厚度 1.92-33.67m，品位 3.50×10^{-6} - 18.41×10^{-6} ；3685m 中段矿体共分为三段，分别分布于 80-81 线、82 线、85-86 线，厚度 1.79-32.80m，品位 4.56×10^{-6} - 13.20×10^{-6} ；3665m 中段矿体分为两段，分别分布于 80-81 线和 82-87 线，厚度 5.63-38.52m，品位 4.36×10^{-6} - 11.27×10^{-6} ；3645m 中段矿体分为两段，分别分布于 80-81 线和 82-86 线，厚度 0.92-11.40m，品位 2.51×10^{-6} - 26.21×10^{-6} ；3605m 中段矿体分布于 84 线和 86 线，厚度 4.48-21.80m，品位 16.62×10^{-6} - 18.13×10^{-6} ；3565m 中段矿体分布于 84 线，厚度 2.49m，品位 26.18×10^{-6} ；3565m 标高以下矿体尖灭。

(4) Au20-1 矿体

该矿体为一表露矿体，主要分布在 97-104 线间，矿体走向延伸 280m，控制垂深 131m，厚度 0.91-42.63m，平均厚度 14.56m，厚度变化系数 100.87%。矿体形态较复杂，在平面上呈不规则的脉状、透镜状、枝杈状，具明显膨大-缩小、尖灭-再现现象，在剖面上呈雁形排列，倾向 222° - 290° ，倾角 38° - 78° 。矿体品位 2.51×10^{-6} - 29.93×10^{-6} ，品位变化系数 154.46%，矿体平均品位 13.38×10^{-6} 。

Au20-1 矿体分布于 97-104 线的 3690-3560m 标高地段。地表出露于 97-104 线，矿体受 F27 和 F29 断层控制，北北西-南南东向展布，由北西

向南东厚度依次为 5.04m、8.41m、36.03m、57.75m、20.66m、1.90m 和 0.98m，表现为明显的缩小-膨大-缩小现象，矿体品位 2.64×10^{-6} – 18.67×10^{-6} ；3645m 中段矿体分布于 99–102 线，矿体受北东向断裂和花岗闪长岩脉控制，厚度 8.30–43.64m，品位 6.46×10^{-6} – 29.93×10^{-6} ；3605m 中段矿体分布于 98–102 线，矿体受北东向断裂和花岗闪长岩脉控制，厚度 1.70–23.81m，品位 2.51×10^{-6} – 8.99×10^{-6} 。矿体仅在 102 线 3560m 中段向下未封闭，有向下延深的趋势。

(5) Au20-2 矿体

该矿体为一表露矿体，主要分布在 101–105 线间，矿体走向延伸 160m，倾向延深 370m，厚度 0.91–46.09m，平均厚度 13.45m，厚度变化系数 83.39%。矿体形态较复杂，分支现象明显，在平面上呈脉状、透镜状、枝杈状，具明显膨大-缩小现象，倾向 196° – 272° ，倾角 30° – 82° 。矿体品位 1.44×10^{-6} – 353.00×10^{-6} ，品位变化系数 215.18%，矿体平均品位 7.33×10^{-6} 。

Au20-2 矿体分布于 101–105 线 3742–3372m 标高地段。地表出露于 101–105 线，矿体厚度 9.32–46.09m，品位 5.54×10^{-6} – 18.63×10^{-6} ；3625m 中段矿体厚度 10.06m，品位 2.64×10^{-6} ；3605m 中段矿体分布于 103 线和 104 线，厚度 7.19–18.55m，品位 2.62×10^{-6} – 14.26×10^{-6} ；3560m 中段矿体分布于 102–104 线，厚度 1.35–36.42m，品位 6.03×10^{-6} – 20.38×10^{-6} ；3530m 中段矿体分布于 103–104 线，厚度 5.28–36.15m，品位 4.30×10^{-6} – 7.27×10^{-6} ；3490m 中段矿体分布于 103–104 线，厚度 10.33–21.62m，品位 2.72×10^{-6} – 6.71×10^{-6} ；3450m 中段矿体分布于 103–105 线，厚度 0.91–21.47m，品位 3.45×10^{-6} – 5.77×10^{-6} ；3450m 标高以下厚度 1.13–7.26m，品位 1.94×10^{-6} – 11.27×10^{-6} ；矿体在 103 线 3382m 标高以下未控制。

3.3.2 贡北矿区

1. 矿体特征

贡北矿段在长约 1.5km、宽约 0.8km 的矿化蚀变带内，共圈出金矿体 48 条（表露矿体 12 条，盲矿体 36 条），其中主矿体 1 条，矿体编号为 Au1。

矿体主要分布在 142-212 线间长约 1.5km 矿带内，矿体走向多为近东西向，主要赋存于近南北向断裂破碎带内。主矿体特征见表 3-2。

Au1 矿体为一表露矿体，主要分布于 170-206 线，矿体走向延伸 720m，倾向延深 264m，厚度 1.36-24.58m，平均厚度 6.07m，厚度变化系数 81.68%。矿体形态较复杂，在平面上呈不规则脉状、枝杈状、脉状，倾向 $322^{\circ}-14^{\circ}$ ，倾角 $49^{\circ}-89^{\circ}$ 。矿体品位 $1.32 \times 10^{-6}-10.50 \times 10^{-6}$ ，品位变化系数 90.40%，矿体平均品位 4.61×10^{-6} 。

Au1 矿体分布于 170-206 线的 3866-3602m 标高地段。地表矿体分布在 174-204 线，走向延伸 640m，厚度 2.91-24.58m，品位 $2.63 \times 10^{-6}-11.74 \times 10^{-6}$ ；3765m 中段矿体不连续，分别分布于 192-194 线、196 线、199.5-201 线和 204-206 线，厚度 1.93-6.65m，品位 $1.88 \times 10^{-6}-5.55 \times 10^{-6}$ ；3667m 中段矿体分布于 175 线和 178-184 线，厚度 4.85-14.85m，品位 $1.67 \times 10^{-6}-5.66 \times 10^{-6}$ ；3630m 中段矿体分布于 173-175 线、177-178 线、180-182 线和 186 线，厚度 1.63-17.79m，品位 $1.62 \times 10^{-6}-11.68 \times 10^{-6}$ ；3602m 中段矿体分布于 170-178 线，厚度 1.81-16.50m，品位 $1.47 \times 10^{-6}-7.16 \times 10^{-6}$ ；矿体在 170-178 线 3602m 标高以下趋于尖灭；在 199.5-201 线和 204-206 线 3765m 标高以下均未施工探矿工程，矿体有向下延伸的趋势。

表 3-1 格尔珂矿区主矿体特征一览表

序号	矿体编号	矿体分布	矿体规模(m)			矿体产状(°)	矿体平均品位(10 ⁻³)	品位变化系数(%)	厚度变化系数(%)	矿体形态	矿体埋藏情况	出露标高
			长度	延深	平均厚度							
1	Au2	68-76 线	319	506	9.68	152-233∠34-89	12.05	185.07	100.28	不规则脉状	表露矿体	3341-3850
2	Au7	76-84 线	280	303	13.8	147-259∠39-90	13.28	396.24	80.79	不规则脉状	表露矿体	3520-3835
3	Au20-1	97-104 线	280	130	14.56	222-290∠38-78	16.39	154.46	100.87	不规则脉状	表露矿体	3560-3695
4	Au20-2	101-105 线	160	370	13.45	196-272∠30-82	9.15	215.18	83.39	不规则脉状	表露矿体	3355-3745
5	Au111	79.5-87 线	322	270	9.37	183-259∠55-86	14.34	141.98	93.46	不规则脉状	表露矿体	3547-3809

表 3-2 贡北矿区主矿体特征一览表

序号	矿体编号	矿体分布	矿体规模(m)			矿体产状(°)	矿体平均品位(10 ⁻⁶)	品位变化系数(%)	厚度变化系数(%)	矿体形态	矿体埋藏情况	出露标高
			长度	延深	平均厚度							
1	Au1	170-206 线	720	264	6.07	322-14∠49-89	4.61	90.4	81.68	不规则脉状	表露矿体	3581-3870

3.3.3 矿石质量特征

(1) 矿石结构构造

格尔珂矿区矿石结构主要有自形-半自形-他形结构，次为胶状结构、碎裂-角砾状结构；贡北矿区矿石结构主要有自形-半自形-它形结构、草莓状结构、交代碎裂结构、隐晶质结构、交代角砾结构、碎裂-角砾状结构等。

格尔珂矿区矿石主要构造有稀疏浸染状构造、细脉-网脉状构造，次为角砾状构造、块状构造；贡北矿区矿石主要构造有稀疏浸染状构造、细脉-网脉状构造、角砾状构造、块状构造、碎裂-压碎构造、晶洞状构造、晶簇构造等。

(2) 矿石化学成分

大水金矿矿石矿物成分主要为赤铁矿、褐铁矿、自然金等，其次为黄铁矿、辰砂、辉锑矿、雄黄、雌黄等，不超过矿物成分总量的1%。脉石矿物主要有方解石、石英、长石等，其次为玉髓、白云石、绢云母、高岭土、黑云母、角闪石等，含量少或很少。

矿石中主要有用组分为Au，其它组分Ag、Co、Cu、Pb、Zn、As、Sb、Hg、W、Mo、Bi、Ta等元素含量较低，均未达到金矿伴生组分综合利用指标。

(3) 矿石类型和品级

1. 矿石自然类型的划分

格尔珂矿区划分为赤铁矿化硅化灰岩型金矿石、赤铁矿化硅化花岗闪长岩型金矿石和角砾岩型金矿石。贡北矿区划分为赤铁矿化硅化灰岩型金矿石、赤铁矿化硅化花岗闪长岩型金矿石和灰质砾岩型金矿石。

2. 矿石工业类型和工艺类型

矿石工业类型按矿石主要有用组分的含量可划分为工业金矿体 $Au \geq 3 \times 10^{-6}$ 和低品位金矿体 $Au \geq 1 \times 10^{-6}$ 、 $< 3.00 \times 10^{-6}$ ；按矿石的主要矿物组分可划分为自然金—赤（褐）铁矿—碧玉岩型金矿石和自然金—方解石细脉型金矿石。

本矿床金属硫化物平均含量 0.075%、As 含量 0.05%、 Fe_2O_3 含量 3.15%，矿石工艺类型属少硫化物氧化自然金—赤（褐）铁矿金矿石。

(4) 金的赋存状态

金以独立自然金为主，多呈金黄色，粒度细小，多呈细粒—中粒，最大粒度达 1.3mm，以不规则细粒金为主，个别达粗粒金。自然金的赋存状态以游离金、连生金为主占 95.6%，包裹金占 4.4%。主要载金矿物为黄铜矿、石英、褐铁矿、赤铁矿、方解石、黄铁矿等。

3.4 矿床开采技术条件

3.4.1 矿床水文地质条件

3.4.1.1 矿区水文与侵蚀基准面

大水金矿采矿权范围内无常年性河流，仅格尔珂矿区有一条季节性的溪流—格尔括合河，该河由两条季节性小溪流汇集而成，自北向南从矿区东侧流过，最终注入黑河沼泽地，丰水期沟内有水，流量 0.08—1.827L/s，可作为矿区局部工业及生活用水，枯水期沟中干涸无水。

矿区位于西倾山东段南缘，海拔 3400—3900 m，相对高差 300—500m，

主峰海拔 4075.4m，山势整体西北高东南低，坡度 15° - 45° ，切割深度不大，主体山脉走向近东西向，支脉呈梳状由北向南展布；大水金矿区内西北部沟脑最高点标高 3965m，格尔珂矿区东南部选矿厂南侧格尔括合河河床标高 3480m，则格尔珂矿区最低侵蚀基准面标高为 3480m；贡北矿区区内沟道前缘出矿区一带标高 3520m，因此贡北矿区最低侵蚀基准面标高为 3520m。

3.4.1.2 矿区所属水文地质单元划分

1. 格尔珂矿区

格尔珂矿区地处忠格扎那褶断地质体断裂最发育地段，矿区内共发育规模相对较大的各类断层 11 条，其中北西西向断层 4 条（F3、F4、F5、F13），南北向断层 3 条（F10、F11、F12），北东向断层 4 条（F6、F7、F8、F9）。上述断层纵横交错，将矿区分割成大小不等的条块，其中，控制矿区边界的断层为 F3、F6、F5、F13 和 F12。格尔珂矿区断层分布见图 3-2，水文地质单元划分见图 3-3。

根据前人布设瞬变电磁对矿区断层的解译结果：F3 为一区域性逆冲断层，贯穿整个矿区，两侧延伸出区外，北西西向发育，长约 9km，构成矿区南侧阻水边界（断层南侧的 105 线观测孔抽水期间水位保持不变）。

F6 断层是矿区的西部边界，位于格尔括合岩体北，大致沿平缓的山顶北东向延伸，为一规模较大的正断层，长约 7km，切割中生代及晚古生代地层及近东西向、北西西向断层，断距宽达 150m 左右。

F5、F13 是矿区的北部边界，其中 F5 北西西向延伸，东侧止于格尔括合岩体，西部被 F6 断层错断，在矿区内长 1.1km，为一北倾的逆冲断层；F13 近东西向发育，后期被 F11、F12 错断，在矿区内长约 1.5km，亦为北倾的逆冲断层。

F12 是矿区的东侧边界，沿格尔括合沟谷南北向延伸，北侧止于格尔

括合岩体，南侧在大选厂与 F14 断层相交，为一平推断层，将 F13、F3、F4 断层错断，错距达 250m 左右。F12 断层破碎带宽 40-80m，断面近于直立，在地形上呈明显的负地形，透水导水性较强。

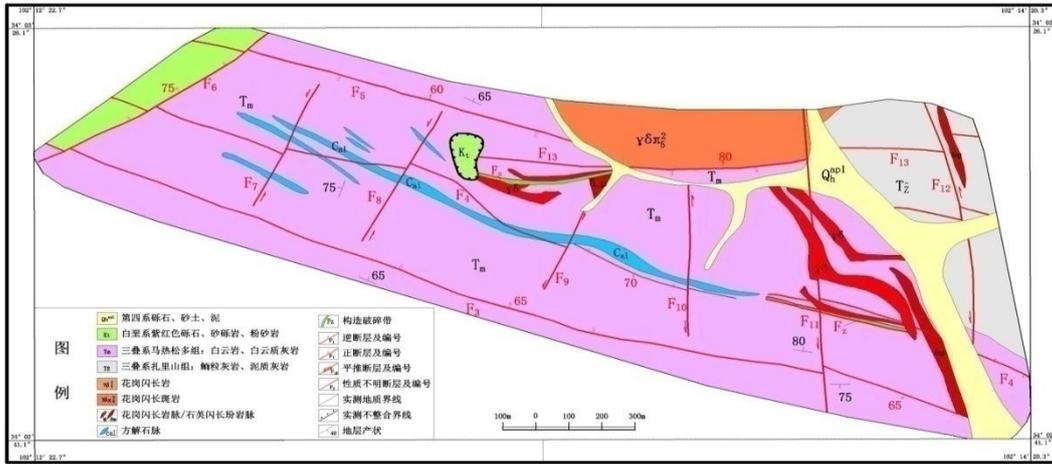


图 3-2 格尔珂矿区断层分布图

综合分析，格尔珂矿区是由 F3、F6、F5、F13、F12 断层围成的一相对独立的水文地质单元，其中，F3 为南部阻水断层，为隔水边界；F5、F13 为北部阻水断层，为隔水边界，被水流切割形成了沟谷一带，地表水体进入为定水头补给区；F12 为东部阻水断层，为隔水边界；F6 为西部正断层，F3、F4、F5 三条北西西向断层破碎带与东、西部断层交汇，该边界是该水文地质单元的补给边界。

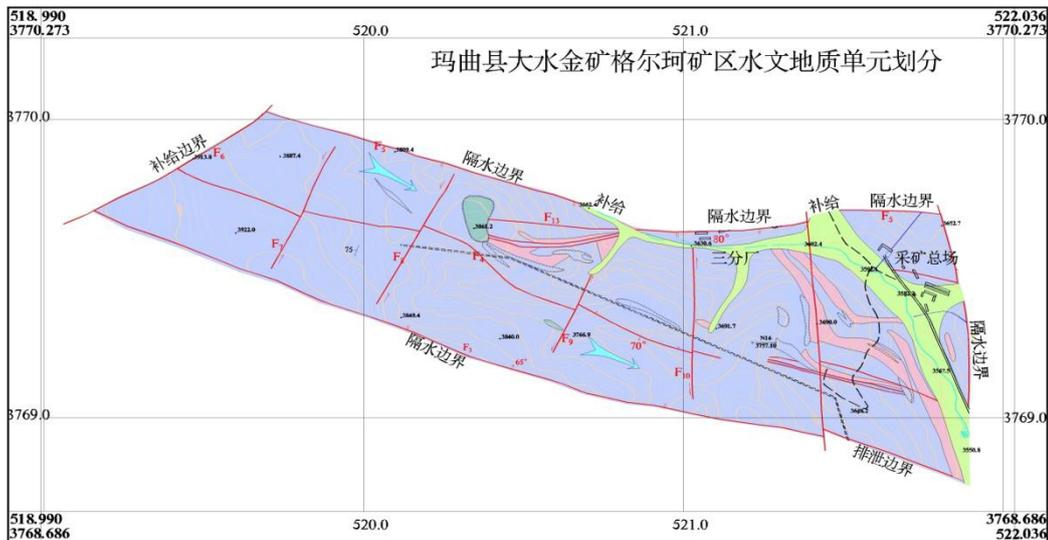


图 3-3 格尔珂矿区水文地质单元划分

2. 贡北矿区

贡北矿区地处侏罗系龙家沟组（JL）褐红色灰质砾岩和三叠系白云岩、灰岩中，其两侧为北西西向的 F1 和 F2 逆冲断裂，该断裂在西端复合为一条断裂，东端在拉尔迭尔东被 F14 北东向的逆冲断层平推错断。贡北矿区断层分布见图 3-4，水文地质单元划分见图 3-5。

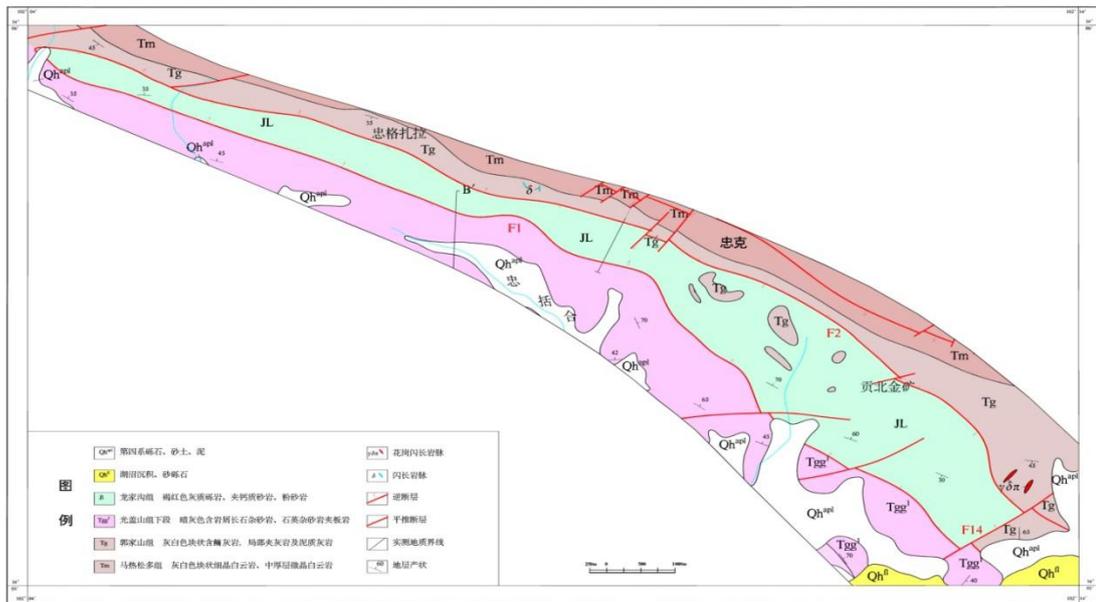


图 3-4 贡北矿区断层分布图

F1 和 F2 断裂相向倾斜，在深部很可能复合为一条断裂。F1 和 F2 均为阻水断裂，但断裂两侧岩层破碎，裂隙及溶蚀裂隙发育，是地下水的主要赋存场所，同时也是主要导水通道。F1 和 F2 断裂后期又被北东东向的 F15、F16、F17 等小型断裂错断。F1 断层北东侧、F1 与其它断层交汇处大多有泉水流出，F14 断层位于矿区的东南部，为一左行平推断层，将 F1、F2 平推错断，错距达 150m，错断处地层十分的破碎，沿破碎带有泉水出露，说明该断层亦为一阻水断层。

综上，贡北矿区是由 F1、F2 和 F14 围成的一相对独立的水文地质单元，三条断层均为阻水断层，其中 F2 断层位于山顶，为零流量边界，F1 断层属于隔水边界，仅在坡脚一带，深切沟谷及平推断层错断处属于地下

水排泄地带，F14 断层与 F1 断层交汇亦为地下水的主要排泄地段。

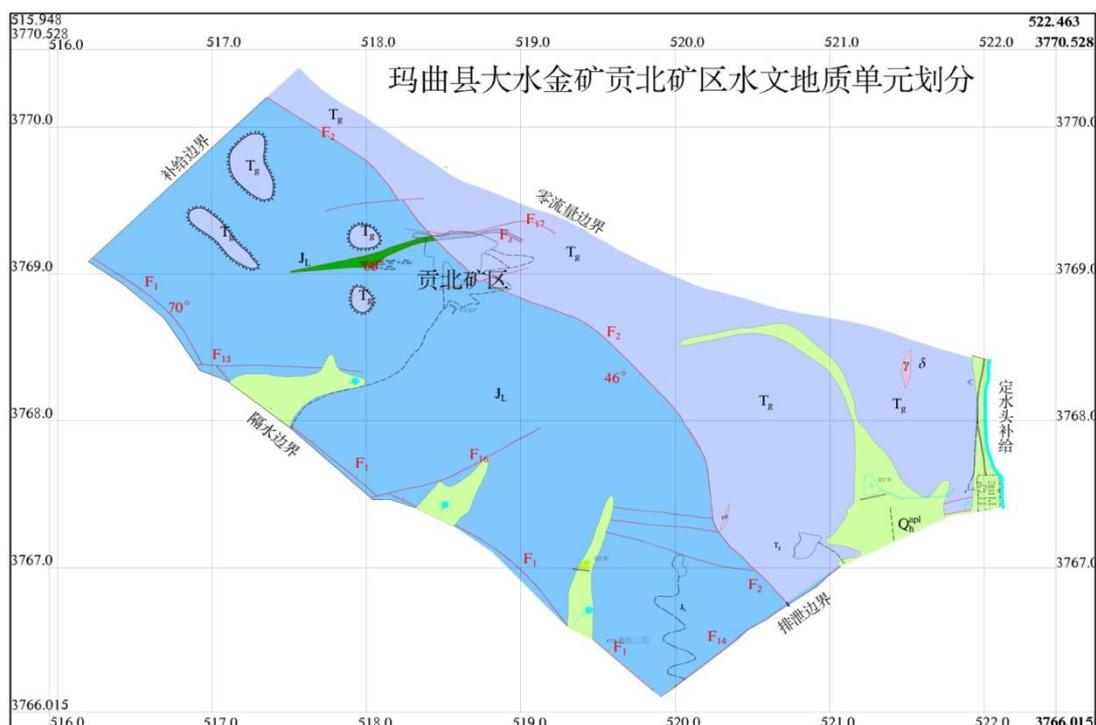


图 3-5 贡北矿区水文地质单元划分

3.4.1.4 矿区地下水类型及赋存特征

贡北、格尔珂金矿均位于忠格扎那褶断地质体上，但由于所处位置不同，水文地质单元不同，含水层岩性和地下水类型也存在很大的差别。

1. 格尔珂矿区地下水类型

格尔珂矿区地下水可分为第四系松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水、基岩裂隙水和碳酸岩盐类岩溶裂隙水四大类型。

①第四系松散岩类孔隙水

赋存于第四系沟谷冲洪积层中，以孔隙潜水为主，主要分布于格尔括合沟谷中，含水层由松散的洪积相砂砾卵石构成，底部砂岩、砾岩、灰岩等为其隔水底板。七十线生产区北部支沟一带该类地下水较为丰富，上游含水层厚度一般小于 1m，单井涌水量小于 $10\text{m}^3/\text{d}$ ；中下游含水层厚度逐渐变为 1-3m，单井涌水量 $10-15\text{m}^3/\text{d}$ ；补给来源主要是基岩裂隙水、岩溶水的侧向径流补给，其次为沟谷洪水的入渗补给，径流自沟谷上游向下游、自北向南径流，排泄方式主要有溢出、潜流和蒸发。沟谷潜水水质良

好，但水量较小，以往是区内畜牧供水的主要水源之一。目前在七十线生产区北部支沟一带，矿区修建蓄水池专门收集沟谷第四系松散岩类孔隙水，蓄水池位于支沟西侧，其平面形态呈矩形，长 4m，宽 3m，蓄水池深度沟脑方向较深，沟口方向较浅，大致由 3.5-3m 渐变，经调查夏季水量较大，可供七十线生产区生产生活用水。冬季时期沟谷干涸，冰冻强烈，蓄水量极小，七十线生产用水生活用水则采用矿区自来水。

②基岩裂隙水

大面积分布于矿区东北部，赋存于格尔括合浅绿灰色花岗闪长斑岩、细粒斑状黑云母闪长玢岩的风化裂隙及构造裂隙带中。此类水的形成往往与裂隙发育程度密切相关，在断裂附近裂隙发育程度较好，富水性较强，其余地段富水性较弱。如格尔括合岩体位于矿区 F5 断裂北部，含水介质为花岗闪长斑岩、黑云母闪长玢岩，由于花岗岩属刚性岩石，质坚性脆，受挤压后，沿主干断裂构造裂隙十分发育，加上充填程度较低，从而为地下水的储存和运移提供了良好的空间，“带状富水”特征十分明显。三分场东泉群是在 F13 逆冲断裂和平推断裂交汇处溢出成泉，实测泉群流量 0.08-1.828L/s。

③碎屑岩类孔隙裂隙水

指赋存于白垩系田家坝组紫红色中厚层砾岩、砂岩、粉砂岩及光盖山组下段灰绿—暗灰色含岩屑长石杂砂岩、岩屑石英杂砂岩夹板岩风化裂隙中的地下水。此类水大面积分布于格尔括合岩体以北，另在七十线一带亦有小面积分布，披覆于三叠系、石炭系及泥盆系地层之上。含水层岩性为砾岩及砂岩，富水性在断裂带附近较为丰富，单泉流量 0.2-1.3L/s，其余地段多小于 0.1L/s。该类水主要接受大气降水的入渗补给，自地形高处向低处径流，或沿断裂破碎带径流，在地形低洼处以泉的形式排泄，部分以潜流的形式排泄补给下伏岩溶裂隙水。

④碳酸岩盐类岩溶裂隙水

这类地下水矿区赋存的最主要的地下水类型，主要赋存于矿区三叠系马热松多组（Tm）和郭家山组（Tg），含水层岩性为白云岩、细晶灰岩、硅质角砾岩、似碧玉硅质岩、白云质灰岩、泥晶灰岩。矿区溶蚀裂隙、溶洞发育，是地下水的主要赋水空间及导水通道。这类地下水是大水金矿最大规模存在的地下水，是其矿坑涌水的最主要来源。因此大水金矿属于以溶蚀裂隙、溶洞为主的岩溶型充水矿床。

2. 格尔珂矿区岩溶裂隙水地下水赋存特征

2013年通过对矿区3450-3845m间的平硐及其穿脉各硐的调查、地表500-600m深孔及各中段100-200m坑内钻孔全孔段所取岩样分析，认为区内岩溶发育程度较强的地段主要是3530m、3665m和3685m三个中段。其中3665m和3685m中段溶洞数量较多，规模较大，最大溶洞长10-20m，宽5-10m不等，多沿南北向断裂构造线方向发育，大部分呈充填、半充填状态，充填物为原岩砾石、岩块、泥质混合物、泥土质混合物，溶洞壁多形成方解石晶簇，沿溶洞壁有渗水现象；3530m中段主要以小型的溶蚀裂隙、溶洞为主，多沿断裂溶蚀而成，呈不规则状。3490m中段平硐中所见溶蚀裂隙、溶洞数量小于3530m中段，且规模较小，其最大可见溶洞洞口1×0.5m，深约2-3m，洞内有水流出。3510m中段以下溶蚀裂隙、溶洞发育程度较低，岩芯采取率较低。

3530m中段以上，含微弱的碳酸盐岩风化裂隙、构造裂隙溶洞水，露天采场均无任何水点出露，平硐中滴水较严重的有四处，分别为SJ851的3605m中段ym-2，265°方向30m处涌水点，地下水从平硐顶的溶蚀裂隙中呈小股状流出，涌水量达0.128L/s，流量随降雨的减少而逐渐减少；XJ831盲斜井3645m中段85线采空区和XJ831 83线3665m中段的ym-2附近溶洞内岩溶裂隙水形成面积较大的冰乳石；SJ851 3530m中段沿竖井

滴水现象非常严重，所滴水汇集形成流量 0.303L/s 的小溪流，流量雨季较大，其余季节较小，冬季常因冰冻而干枯。长穿 3530m 平硐内的破碎带及断层经过处，硐顶平常无水或渗水量很少，进入雨季硐顶渗水量大增，最大滴水处 40-80 滴/分；其它探矿采矿平硐内未见涌水出水点，沿裂隙只有微弱的渗湿现象，个别硐顶有滴水现象，雨季最大滴水处 10-30 滴/分。各涌水点现象见图片 3-6、7、8、9。



照片 3-6 3605m 中段 ym-2 处涌水点



照片 3-7 3645m 中段采空区岩溶裂隙水冰乳石



照片 3-8 3665m 中段 ym-2 溶洞内的冰乳石



照片 3-9 二穿平硐中的冰乳石

现状条件 3530m 中段以上，上述四处滴水严重区域均已干涸，仅仅在冬季时部分近地表井巷出现地下水滴漏，分析原因冬季矿区降雪较多，融化速度缓慢，地表径流量较少，多数降雪融化后均入渗补给地下水，因此近地表段井巷冬季反而出现地下水出露，夏季降雨多历时短，雨量大，地表径流量较多，近地表段井巷并未见地下水出露。如 3745m 中段 CM61 线 A 段、CM61 线 ym2 段、CM62 线西侧段、CM65 线 N、CM66 线与 ym2 交汇段以及 CM68 线 S 段在 3 月份均有地下水出露，以滴水为主，近硐口一带凝

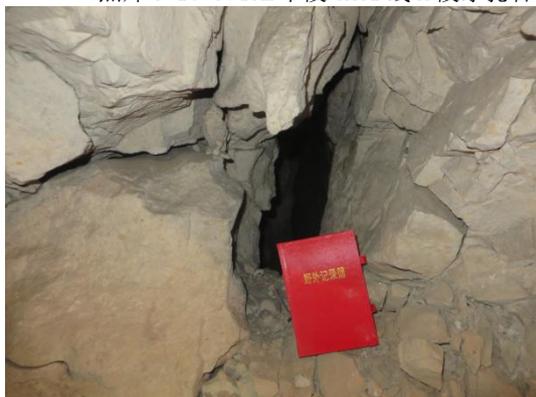
结为冰柱。见图片 3-10、11、12、13。



照片 3-10 3745m 中段 CM61 线 A 段冰乳石



照片 3-11 3745m 中段 CM66 线 ym2 冰乳石



照片 3-12 3665m 中段 ym-2 一带干涸情况



照片 3-13 3645m 中段一带干涸情况

总体而言，3530m 中段以上地下水以补给径流为主，储存量较少，大气降水或沟谷渗水沿溶蚀裂隙、溶洞向下补给径流，径流方向、径流量随裂隙溶洞规模、延伸方向的变化而变化，裂隙弱发育处以滴水为主，较发育处则形成股状小流。

3. 贡北矿区地下水类型

贡北矿区是由 F1、F2 和 F14 围成的一相对独立的水文地质单元，三条断层均为阻水断层，其中 F2 断层位于山顶，为零流量边界，F1 断层属于隔水边界，仅在坡脚一带，深切沟谷及平推断层错断处属于地下水排泄地带，F14 断层与 F1 断层交汇亦为地下水的主要排泄地段。矿区地下水可分为第四系松散岩类孔隙水和碳酸岩盐类岩溶裂隙水两大类型。

① 第四系松散岩类孔隙水

指赋存于第四系地层中的地下水，在本次调查区主要为沟谷冲洪积层孔隙潜水，主要分布于矿区内鑫脉公司至变电所、贡北沟谷区，含水层由

松散的洪积相砂砾卵石构成，底部砂岩、砾岩、灰岩等为其隔水底板。含水层富水性取决于含水层厚度及渗透性能，纵向上一般自沟谷上游至下游，含水层厚度逐渐变厚，富水性逐渐增强；横向上沟谷中部含水层厚度较大，富水性较强，往两侧含水层变薄，富水性减弱。沟谷上游含水层厚度一般小于 1m，单井涌水量小于 $10\text{m}^3/\text{d}$ ；中下游含水层厚度逐渐变为 1-3m，单井涌水量 $10-15\text{m}^3/\text{d}$ ；沟谷潜水的补给来源主要是基岩裂隙水、岩溶水的入渗，其次是沟谷洪水的入渗补给，地下水径流方向大部分由北向南径流，排泄方式主要有溢出、潜流、蒸发等。沟谷潜水水质良好，但水量较小，是区内畜牧供水的主要水源之一。

②碳酸盐岩类岩溶裂隙水

指赋存于三叠系马热松多组白云质灰岩及光盖山组含鲕灰岩溶蚀裂隙及溶洞中的地下水，另外，侏罗系龙家沟组褐红色灰质砾岩，因其钙质胶结，且砾石成分亦为灰岩，致使溶蚀裂隙、溶洞发育，故也划归于岩溶水类，属岩溶裂隙潜水，局部为承压水。岩溶水富水性各地极为不均，断裂构造附近岩体破碎，溶蚀裂隙、溶洞发育，富水性强，其余地段则较弱。岩溶水主要通过溶蚀裂隙、溶洞等通道接受大气降水的入渗补给，在沟谷上游无地下水溢出地段接受沟谷洪流、沟谷潜流的补给，沿溶蚀裂隙、断裂破碎带由高处向低处径流，在地形低洼处、断裂交汇处、断裂带不同岩性接触部位以泉的形式排泄。

4. 贡北矿区地下水赋存特征

贡北矿区含水层岩性为侏罗系龙家沟组 (JL) 褐红色灰质砾岩和三叠系白云岩、灰岩，地下水类型属岩溶裂隙水。含水层各向极不均一，无统一的潜水面（破碎带除外），其富水性主要随裂隙、溶洞的发育程度及补给条件而定，一般断裂带附近溶蚀裂隙、溶孔、溶洞发育，富水性强，其余地段裂隙、溶洞发育程度较差，富水性较弱。断裂的拐点及断裂的交汇

处常常是地层最破碎、溶洞最发育的地段，因而是主要的富水地段。

3.4.1.5 矿区地下水补给、径流、排泄条件及动态特征

格尔珂矿区地下水主要接受大气降水、断裂带脉状水和地表雨洪水的入渗补给。区内山坡平缓，植被发育，残破积层较厚，基岩主要为灰岩、白云岩，有利于大气降水的入渗，早期施工的探槽，是拦截洪水理想场所，另外，数量多、规模大的露天采场，可使降水直接灌入地下，补给地下水，而沟谷区尤其是格尔珂矿区的沟谷内大部分是早期露天堆浸的最佳地段，沟谷大都被分割成条块状，致使沟谷洪水大部分被截留后渗入地下。而基岩裸露区因裂隙、溶蚀孔洞发育，降水大多呈雨洪的形式下渗，地下水补给较为充足。

降水和雨洪转化的基岩裂隙水、岩溶裂隙水在由北西向南东，或由北向南的运移过程中，至北西向大断裂附近形成一个呈近东西向展布的“富水带”，而北东向的平推断层又将该富水带切割成块状。致使部分岩溶水沿平推断裂破碎带向南西方向径流，最终以泉的形式排出地表，部分以潜流形式排入南部沼泽区，另有一部分地下水仍沿断裂带继续向南东方向径流，在地形低凹处或遇断裂的阻挡转化为沟谷潜水、基岩裂隙水或以泉的形式排泄。现状条件下矿区无人工开采，地下水补排处于天然平衡状态。

贡北矿区四周为断层，矿区内断层亦比较发育，断层破碎带宽 50—100m，胶结程度较差，岩溶裂隙、溶洞、溶孔发育，因此，矿区地下水的补径排主要受断裂带控制。

矿区地下水主要接受大气降水、断裂带脉状水和地表雨水的入渗补给，而部分岩溶水沿断裂带向南西方向径流，以泉水的形式排出地表，部分潜流至南部沼泽区。目前矿区无人工开采水资源，地下水补排处于天然平衡状态。贡北矿区地下水其水位、流量主要随季节的变化而变化，

动态特征以降水型为主。格尔珂矿区地下水排泄量较大，地下水位降深较大，动态类型属降水一开采型。

3.4.1.6 矿床充水因素分析

1. 格尔珂矿区矿床充水因素分析

(1) 地表水对矿坑涌水影响分析

大水金矿位于玛曲阿尼玛卿山东端南部山麓，山顶部为洮河与黄河分水岭，矿区内地表水主要为格尔括合河，以季节性流水为主，常年大部分时间属于干涸状态，仅在6-9月份降雨较多的季节存在地表径流。本次调查过程中，格尔括合河在1号长穿排水口以上区域，水流量较小，可直接采用三角堰测流，水头高度8cm，经查表计算流量 $Q=2.552\text{L/s}$ ，即 $220\text{m}^3/\text{d}$ 。因格尔珂矿区3处地下水排泄口均排放地下水至格尔括合河中，前已述及总排泄方量 $16830\text{m}^3/\text{d}$ ，因此下游河流量较大。调查中在格尔括合河流出矿区位置（选矿厂下游）选择断面对河水流量进行测量，经测定河水流量约 $12400\text{m}^3/\text{d}$ 。可见在矿区内1号长穿口至选矿厂下游之间每天排放的地下水约有 4400m^3 又重新渗入地下。另外格尔珂矿区南部约8km处为黑河，西南13km处为黄河。目前自格尔括合河1号长穿口至选矿厂一带河底标高在3510-3450m之间，南部黑河河底标高在3440m，西南部黄河河底标高3420m，而目前矿区开采中疏干排水中段标高3400m，低于上述3条河流河底标高。地表水对矿坑涌水量影响较轻。

(2) 主要构造破碎带对矿坑涌水影响分析

矿区共发育断层11条，其中北西西向断层4条（F3、F4、F5、F13），南北向断层3条（F10、F11、F12），北东向断层4条（F6、F7、F8、F9），北西西向断层的F3、F4、F5以及北东向断层的F6为区域性大断裂，延伸较远，规模较大，断层破碎带宽度较大，其破碎影响带形成区域性导水带，F4断层破碎带宽达10-30m，其间部分被方解石脉充填，充水条件相对较

差，矿体主要分布在 F4 断裂的北侧。由于矿区断裂较多，纵横交错，裂隙及破碎带常常互相贯通，而矿体又严格受断裂构造和古岩溶的控制，且多发育在断裂破碎带附近，断裂破碎带溶蚀裂隙、溶洞发育，是地下水的主要赋存及导水通道。大气降水或地表洪水渗入地下后，沿溶蚀裂隙、破碎带及溶洞向下汇集，在断裂带附近受隔水逆断层的阻挡而赋存于溶蚀裂隙、溶洞及矿体中。另外，区域性大断裂具导水作用，矿床的部分地下水是沿区域性断裂破碎带从矿区外径流而来。

(3) 老窿水和生产井对矿坑涌水影响分析

1998 年格尔珂金矿采矿权首立，2002 年采矿权沿革，确定其开采方式为露天/地下开采，期间格尔珂矿区在 70 线-110 线之间大面积露天开采，形成多出露天采坑及采空区，采坑多位于半山坡及山顶区域，开采过程中多数对山体贯穿式开挖，山体两侧全部挖空，使得现状条件下露天采坑排水通畅，经调查采坑内不存在老窿水。格尔珂矿区生产井较多，大多数位于地下水位线以上，井口标高则全部位于当地侵蚀基准面以上，涉及矿坑涌水的生产井现有 70 线 MSJ、SJ891、1 号长穿 84 线 MXJ 和 88 线 MXJ、2 号长穿 106 线 MXJ，生产井均在使用使用过程中，生产井井壁出水点均已封堵，生产井自身不会对矿坑涌水产生影响，另外井口标高均在 3530m 中段或以上，地表水体或其余来水沿生产井涌入矿坑的可能性很小。因此综上所述，老窿水和生产井对矿坑涌水影响较小。

2. 贡北矿区矿床充水因素分析

(1) 地表水对矿坑涌水影响分析

贡北矿区及周边地表水对矿坑涌水影响较小。

(2) 主要构造破碎带对矿坑涌水影响分析

贡北矿区发育断层较多，纵横交错，裂隙及破碎带常常互相贯通，而矿体又严格受断裂构造和古岩溶的控制，且多发育在断裂破碎带附近，断

裂破碎带溶蚀裂隙、溶洞发育，是地下水的主要赋存及导水通道。如 F2 断裂为一区域性的逆冲断裂，破碎带宽 10-20m，大气降水长期入渗汇集，F2 虽属于阻水断层但破碎带附近富水性极好，各中段井巷通过时均出现地下水出露。贡北矿区地下水主要沿区域性深大断裂从矿区西北部径流而来，在区内与北北东向平推断层 F17 交汇地带也经常是地下水出露集中点。因此贡北矿区主要构造破碎带对矿坑涌水影响较大。

(3) 老窿水和生产井对矿坑涌水影响分析

1996 年贡北金矿采矿权首立，2002 年采矿权沿革，确定开采方式露天开采，因此期间贡北矿区形成大面积的露天采坑，矿区采坑大多数位于山顶一带，调查过程中发现采区排水通畅，未见老窿水，不存在后期老窿水突水情况。贡北矿区后期开采方式为露天/地下开采，也形成多处生产井，但井口标高均高于当地侵蚀基准面，因此也不存在地表水体或其余来水沿生产井涌入矿坑的可能性很小。综上所述，老窿水和生产井对矿坑涌水影响较小。

3.4.1.7 矿坑涌水量预测

目前，格尔珂矿区 3490m、3450m、3400m 三个中段的涌水量分别为 $6830\text{m}^3/\text{d}$ 、 $6010\text{m}^3/\text{d}$ 和 $4850\text{m}^3/\text{d}$ ；贡北矿区 3510m、3480m、3400m 三个中段的涌水量分别为 $16295\text{m}^3/\text{d}$ 、 $15144\text{m}^3/\text{d}$ 和 $11132\text{m}^3/\text{d}$ 。

矿区涌水量总体表现出随疏干深度的增加，涌水量出现减少的趋势，分析认为随着降深的增大，矿区储量减少，另外由于矿坑系统位于两条阻水断层中部，降深增大影响半径增大，直至隔水边界处，地下水补给量由最初的四周补给变为东西两侧补给，导致矿坑系统稳定涌水量逐渐减小，此外，由涌水量的变化说明矿区岩溶发育程度由上到下呈逐渐减弱的趋势。

3.4.1.8 矿床水文地质类型

矿区已探明的 332 类矿体分布高程在 3370-3602m 之间，格尔珂矿区

最低侵蚀基准面标高为 3480m；贡北矿区区内沟道前缘出矿区一带标高 3520m，因此贡北矿区最低侵蚀基准面标高为 3520m。局部矿体位于当地侵蚀基准面以下。格尔珂区第四系松散岩类孔隙水、碎屑岩类孔隙裂隙水、基岩裂隙水和碳酸岩盐类岩溶裂隙水四大类型；贡北矿区地下水可分为第四系松散岩类孔隙水和碳酸岩盐类岩溶裂隙水两大类型。地下水均主要接受大气降水、断裂带脉状水和地表雨洪水的入渗补给，贡北矿区以自然排泄为主，格尔珂矿区地下水排泄以人工开采为主。地下水动态特征贡北矿区地下水其水位、流量主要随季节的变化而变化，以降水型为主。格尔珂矿区地下水排泄量较大，地下水位降深较大，动态类型属降水—开采型。水化学类型主要为 HCO_3^- - Ca^{2+} - Mg^{2+} 和 HCO_3^- - Ca^{2+} 型水，溶解性总固体 208-258mg/l。充水方式主要为岩溶裂隙充水和断裂破碎带导水，因此根据充水含水层的容水空间特征及岩溶形态划分为以溶蚀裂隙为主的岩溶充水矿床。涌水量预测：格尔珂矿区 3450m 中段正常涌水量 6843.08 m^3/d ，最大涌水量 5.97 万 m^3/d ；3400m 中段正常涌水量 2.52 万 m^3/d ，最大涌水量 7.53 万 m^3/d 。贡北矿区 3540m 中段正常涌水量 2234.41 m^3/d ，最大涌水量 1.3 万 m^3/d 。建议开采期间做好超前探水工作。

因此根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-91），本矿床可划分为以溶洞—岩溶裂隙充水为主的直接充水矿床、水文地质条件复杂。

3.4.2 矿床工程地质条件

3.4.2.1 区域稳定性评价

区域内断裂发育，以东西向和北西—南东走向断裂为主。组成略阳—玛曲、翁尼—曲哈尔登、喀阿尔赛—杂尔加佐利等三组断裂，它们控制本区的地质构造发展。其中略阳—玛曲逆冲断裂组，是控制金矿带的一组主要断裂，它包括一系列基本平行的逆冲断裂。略阳—玛曲断裂是该组断裂的

南缘主断裂，大水-忠曲断裂是该组断裂的北缘主断裂，金矿带被限在上述两条主断裂之间。而略阳-玛曲断裂组成一个向南东方向突出的弧形构造。弧形构造东翼，主体构造线方向呈北东向，与主压应力方向相垂直，总体处在挤压状态，形成一系列北东向紧闭褶皱。弧形构造西翼，主体构造线方向呈北西向或近东西向，沿断裂发生走滑作用，形成一系列北西向断裂破碎带，对金矿及地下水起明显的控制作用。晚燕山运动的强烈隆升，使测区缺失第三纪地层，而喜山运动在区内主要以整体抬升为主，在上升、风化、剥蚀、堆积等内外地质营力综合作用下，形成了今日区内的高山盆地、河流互协分布的地貌景观。总体而言，该区属地壳基本稳定区。

大水金矿属巴颜喀拉山地震带的托索湖地震亚区，自1931年以来共发生3级以上地震20多次，其中1937年1月7日的托索湖7.5级地震、1963年4月19日的红水川7级地震和2008年5月12日四川汶川8级地震均距矿区较远，均在玛曲境内产生了一定的震感，但影响不大。根据《中国地震动参数区划图》（2001），玛曲县抗震设防烈度为Ⅶ度，地震动峰值加速度为0.10g，设计地震分组第一组。

矿区出露地层主要有灰岩、花岗闪长斑岩、花岗闪长岩脉、方解石脉，除方解石脉硬度较低外，其它岩石均为坚硬岩石。岩、矿石完整程度尚好，一般呈致密块状，稳定性较好。但位于破碎带部位稳固性差，应加强支护。

矿岩物理力学参数为：

矿石硬度系数 $f=10\sim 12$ ； 岩石硬度系数：细晶灰岩 $f=8\sim 10$ ； 花岗闪长岩 $f=14\sim 16$ ； 构造角砾岩 $f=8\sim 10$ ； 矿石体重 $d=2.56\text{t}/\text{m}^3$ ； 矿石自然安息角 $39\sim 41^\circ$ ； 矿石松散系数1.6。

3.4.2.2 围岩稳定性评价

格尔珂矿区金矿体主要受断裂破碎带控制，矿体与围岩接触线清楚，矿体位于断裂破碎带附近，金矿围岩为细晶灰岩、白云质灰岩、灰质砾岩。

贡北矿床产于断裂破碎带中，赋矿岩性为赤褐铁矿化、硅化碎裂灰岩和部分灰质砂砾岩，围岩主要是三叠系郭家山组灰色灰岩、侏罗系龙家沟组砾岩、砂砾岩以及方解石脉。

根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-91）中岩体结构分类表，可将围岩类型划分为块状结构、中厚层状结构围岩和散体结构围岩。

根据矿区围岩的应力分布和岩石构造特征，矿区围岩可能以垮塌形式等破坏，主要会发生在断裂带附近散体状围岩附近，也是可能出现涌水的地点，进行大面积硐采时，散体结构围岩顶部及两侧需及时进行支护。

3.4.2.3 围岩稳定性综合评价

格尔珂矿区围岩稳定性的评价主要依据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-91）中对钻孔中的 RQD 值进行了统计，推荐的岩体质量指标（M）法确定围岩基本质量等级，进而进行稳定性评价。

矿区围岩主要为灰岩、砾岩、闪长岩及闪长玢岩，局部遇到断层破碎带时出现破碎各类岩石体及夹层。

评价结果：经计算未浸水的闪长玢岩岩体质量较好，M 值为 0.4，岩体分类属于 III 类，岩体质量属于中等类，但是闪长玢岩遇水易软化，位于等水位线下的玢岩 M 值为 0.1，岩体分类属于 IV 类，岩体质量差；层状灰岩单轴饱和抗压强度在 45.3Mpa 左右，经过对岩芯 RQD 值统计，RQD 值分布在 60-80 之间，将最小值代入计算，经计算 M 值为 9.06，岩体分类属于 I 类，岩体质量属于优，此类围岩岩体完整性属于较好。矿区断裂破碎带附近及泥化夹层地段，节理裂隙及局部挠曲发育，岩石性脆，抗压强度与抗剪强度等物理性能较差，稳定性能较差，因为宽度较小，RQD 值无法统计，较为松散，易发生垮塌，需要支护，可认为岩质质量等级为差。在后期进行大面积硐采，散体结构围岩顶部及两侧可能出现较大面积坍塌、

垮塌现象，平硐经过处需支护。

矿区断裂构造及次级构造十分发育，地层岩性复杂，岩溶作用强烈，断层破碎带及其附近和岩溶发育段岩石强度低，闪长玢岩出露地带，经过地下水浸泡，稳定性差，易发生不良工程地质问题。矿体及围岩岩体类型以中-薄层状结构体为主，岩石完整程度属较完整，按照岩体质量系数M值大小进行分类，多数围岩稳定性较好，但这些区域静水压力较大，疏干排水引发新的工程地质问题的可能性较大。因此，矿区工程地质勘探类型，根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-91）划归为工程地质条件为复杂型矿床。

3.4.3 矿区环境地质条件

3.4.3.1 矿区水环境质量

地下水水质评价主要依据国家现行的地下水质量标准（GB/T14848-93），矿区地下水的水质总体较好，综合评价属I和IV类水。超标因子分析主要是炸药及人为污染所致，总体而言，区内地下水水质普遍良好。

3.4.3.2 矿区地质灾害

格尔珂、贡北矿区早期露天开采时，乱采、乱挖、乱堵，形成了为数较多的不稳定斜坡、崩塌灾害，后期经过多期的矿山地质环境恢复治理工程，不稳定边坡均已不存在，现状条件下，仅存在近期形成的生产过程中矿渣堆放，均属于动态过程。

3.4.3.3 矿区地形地貌景观及土地资源破坏评价

矿区早期露天剥采对原生的地形地貌景观破坏程度较大，大面积的剥离面将原始的山坡开挖形成高陡的露天边坡，直接形成高陡光秃的基岩山坡，岩石裸露，同时大面积的废弃矿渣堆积对地形地貌景观的破坏和影响也较大。自从开展多期矿山环境恢复治理工程后，部分裸露的山坡已恢复

植被，但多数裸露基岩面及破坏严重区域，由于生态环境恢复能力差，并未达到理想的效果。经调查现状矿山对地形地貌景观的破坏主要为侵蚀、溶蚀构造高山山地地貌类型，依据《矿山地质环境保护与恢复治理方案编制规范》（DZ/T 223-2011）中《矿山地质环境影响程度分级表》现状矿山对地形地貌景观的破坏影响较严重；现状矿山对土地资源的破坏面积约192.01hm²，破坏土地资源类型主要为草地，现状矿山对土地资源有一定的破坏。矿山对地形地貌景观及土地资源的破坏现象见图3-14、15。



照片 3-14 矿山对地形地貌景观及土地资源的破坏

照片 3-15 矿山对地形地貌景观及土地资源的破坏

3.4.3.4 矿区废石、尾渣对环境的影响评价

矿区共采集水样3组，分别为格尔珂矿区1穿硐口废石、贡北矿区XJ178硐口废石及大水金矿尾矿库尾渣进行废石和尾渣分析，分析主要依据为《危险废物鉴别标准浸出毒性鉴别》（GB 5085.3-2007），采用标准值对照法进行评价，参加评价的项目有以下：Be、Cr、Ni、Cu、As、Cd、Zn、Ba、Pb等17项作为统一评价因子，按各因子含量对照分类指标，得出结果。浸出毒性鉴别标准值、矿区废石、尾渣试验结果统计表分别见表3-3、4。

表 3-3 浸出毒性鉴别标准值

项目序号	危害成分项目	浸出液中危害成分浓度限值(mg/L)
1	铜(以总铜计)	100
2	锌(以总锌计)	100
3	镉(以总镉计)	1
4	铅(以总铅计)	5
5	总铬	15

项目序号	危害成分项目	浸出液中危害成分浓度限值(mg/L)
6	铬(六价)	5
7	汞(以总汞计)	0.1
8	铍(以总铍计)	0.02
9	钡(以总钡计)	100
10	镍(以总镍计)	5
11	总银	5
12	砷(以总砷计)	5
13	硒(以总硒计)	1
14	无机氟化物(不包括氟化钙)	100
15	氰化物(以CN ⁻ 计)	5
16	PH	
17	含水率	

表 3-4 矿区废石、尾渣试验结果统计表

采样地点 项目	格尔珂矿区 1 穿硐口废石	贡北矿区 XJ178 硐口废石	大水金矿尾矿库尾渣
铜(以总铜计)	<0.004	<0.004	0.016
锌(以总锌计)	<0.005	<0.005	<0.005
镉(以总镉计)	0.0001	0.0001	0.0001
铅(以总铅计)	<0.005	<0.005	<0.005
总铬	<0.005	<0.005	<0.005
铬(六价)	<0.005	<0.005	<0.005
汞(以总汞计)	<0.00005	<0.00005	<0.00005
铍(以总铍计)	<0.0001	<0.0001	<0.0001
钡(以总钡计)	0.012	0.010	0.016
镍(以总镍计)	<0.005	<0.005	0.072
总银	0.0009	0.0010	0.0026
砷(以总砷计)	0.015	0.005	0.072
硒(以总硒计)	<0.002	<0.002	0.01
无机氟化物 (不包括氟化钙)	0.178	0.116	0.168
氰化物(以CN ⁻ 计)	<0.005	<0.005	<0.005
PH	8.96	9.21	9.73
含水率(%)	5.04	5.38	1.78

从上表可以看出,格尔珂矿区 1 穿硐口废石、贡北矿区 XJ178 硐口废石及大水金矿尾矿库尾渣各项试验结果都未超出标准值,所以矿区排出的废石和尾渣对环境的影响较轻。

3.4.3.5 矿区井巷粉尘游离 SiO₂ 含量评价

游离 SiO₂ 是指岩石或矿物中没有与金属或金属化合物结合而呈游离状态的二氧化硅。生产性粉尘中游离 SiO₂ 含量的多少是决定粉尘危害程度的关键性因素,游离 SiO₂ 含量的高低对矽肺的发生起着重要的作用,

我国工作场所粉尘的职业接触限值也主要是根据粉尘中游离 SiO₂ 含量而制定的，测定游离 SiO₂ 含量是粉尘检测的一项重要内容。大水金矿开采和探矿过程中，井巷内粉尘较大，但各处因岩性差异，粉尘游离 SiO₂ 差异较大，本次调查过程中针对已探明矿体并掘进掌子面附近收集沉降尘样品进行测试，检测其中游离 SiO₂ 含量，检测结果见表 3-5。

表 3-5 井巷粉尘游离 SiO₂ 含量测定结果

序号	采样地点	检测结果 (ω (fSiO ₂)/10 ⁻²)
1	PD730 3745m 中段 CM68 线粉尘	1.24
2	PD881 3685m 中段 CM89 线粉尘	1.03
3	PD841 3685m 中段 C M83S1 线粉尘	13.91
4	PD941 3665m 中段 CM93 线粉尘	7.26
5	PD1022 3605m 中段 CM90S1 粉尘	4.17
6	SJ1051 3550m 中段 CM106S 粉尘	21.13
7	1 穿 88 线 MXJ 下 3490m 中段 CM83S 粉尘	1.87
8	2 穿 106 线 MXJ 下 3450m 中段 CM86 线粉尘	0.83
9	贡北 PD1811 3540m 中段 170m ² 粉尘	3.34
10	SJ891 下 3400m 中段 CM90S 粉尘	0.75

可见，大水金矿井巷粉尘中游离 SiO₂ 含量普遍较低，一般低于 10% 的阈值，对作业人员健康威胁较小，但测试结果中 PD841 3685m 中段 CM83S1 线粉尘中游离 SiO₂ 含量达 13.91%；SJ1051 3550m 中段 CM106S 粉尘游离 SiO₂ 含量达 21.13%。均高于 10%。后期作业过程中应加强监测，人员必须佩戴防尘口罩。

区域内无放射性危害，岩体对人体不构成伤害，或者伤害程度甚微。

矿区目前尚未进行大流量、大范围的矿区疏干排水，因而引起的围岩垮塌、塌陷等地质灾害较少。预测矿区大范围疏干排水将在断裂破碎带、闪长玢岩分布区产生局部坍塌、垮塌现象，但由于分布范围较小，对采矿活动影响较小。

根据《矿区水文地质工程地质勘查规范》（GB12719-91），将大水金矿划分为矿区地质环境质量中等。

3.4.4 矿床开采技术条件

矿床开采技术条件勘探类型划分：大水金矿矿区水文地质条件属复杂类型，工程地质条件属复杂类型，地质环境质量为中等类型，因此，根据固体矿产开采技术条件勘查类型划分表，该矿段矿床开采技术条件属以复合问题为主的（水文地质、工程地质）复杂矿床（III-4型）。

3.5 矿产资源/储量

3.5.1 资源/储量估算工业指标

工业指标参照《岩金矿地质勘查规范》（DZ/T 0205-2002），确定如下工业指标如下：

（1）边界品位：	1×10^{-6}
（2）最低工业品位：	3×10^{-6}
（3）最低可采厚度：	1m
（4）夹石剔除厚度：	$\geq 2\text{m}$
（5）工业 $\text{m} \cdot \text{g}/\text{t}$ 值	3

3.5.2 地质资源/储量

核实报告显示，截止 2017 年 6 月 30 日核实基准日内，大水金矿金矿查明、动用、保有资源储量见表 3-6：

1. 累计查明资源储量

全矿区累计查明（122b 动）+（122b）+（2M22）+（333）矿石量 1292.69 万吨，金金属量 101067kg，矿床平均品位 7.82×10^{-6} 。其中采矿权范围内查明（122b 动）+（122b）+（2M22）+（333）矿石量 1267.01 万吨，金金属量 100103kg，平均品位 7.90×10^{-6} ，采矿平面范围内、核定采深 3400m 以下（3400m-2955m）查明 333 矿石量 23.04 万吨，金金属量 919kg，平均品位 3.99×10^{-6} 。采矿权平面范围外（分割）查明（333）矿石量 2.64 万吨，金金属量 45kg，平均品位 1.70×10^{-6} 。其中（122b）+（2M22）金

金属量 88247kg，占查明资源储量的 87.31%。

表 3-6

大水金矿资源量汇总表

矿权内外	消耗/保有	储量类别	资金来源	矿石类型	矿石量 (t)	金属量 (kg)	平均品位(× 10-6)	
内	消耗	122b	企业自筹	工业矿石	8627608	79597	9.23	
				低品位矿石	461329	1101	2.39	
				工业矿石+低品位矿石	9088937	80698	8.88	
	保有	122b	2M22	企业自筹	工业矿石	780168	7337	9.40
					低品位矿石	134955	213	1.58
		333	中央财政	工业矿石	7717	25	3.24	
				低品位矿石	2609	5	1.92	
				工业矿石+低品位矿石	10326	30	2.91	
			企业自筹	工业矿石	1434599	9755	6.80	
				低品位矿石	1221153	2070	1.70	
				工业矿石+低品位矿石	2655752	11825	4.45	
			中央财政+企业自筹	工业矿石	1442316	9780	6.78	
				低品位矿石	1223762	2075	1.70	
				工业矿石+低品位矿石	2666078	11855	4.45	
		122b+2M22	企业自筹	工业矿石	780168	7337	9.40	
				低品位矿石	134955	213	1.58	
				工业矿石+低品位矿石	915123	7550	8.25	
		122b+2M22+333	中央财政+企业自筹	工业矿石	2222484	17117	7.70	
	低品位矿石			1358717	2288	1.68		
	工业矿石+低品位矿石			3581201	19405	5.42		
	消耗+保有	122b	企业自筹	工业矿石	9407776	86934	9.24	
				低品位矿石	461329	1101	2.39	
				工业矿石+低品位矿石	9869105	88035	8.92	
122b+2M22+333		中央财政+企业自筹	工业矿石	10850092	96714	8.91		
			低品位矿石	1820046	3389	1.86		
工业矿石+低品位矿石	12670138	100103	7.90					
采矿权平面范	保有	333	企业自筹	低品位矿石	26428	45	1.70	

矿权内外	消耗/保有	储量类别	资金来源	矿石类型	矿石量 (t)	金属量 (kg)	平均品位(× 10 ⁻⁶)	
围外								
核定采深 3400m 以下 (3400-2955m)	保有	333	企业自筹	工业矿石	117345	747	6.37	
				低品位矿石	113073	172	1.52	
				工业矿石+低品位矿石	230418	919	3.99	
内+外(采矿权 平面外及核定 采深以下)	消耗	122b	企业自筹	工业矿石	8627608	79597	9.23	
				低品位矿石	461329	1101	2.39	
				工业矿石+低品位矿石	9088937	80698	8.88	
	保有	122b	2M22	企业自筹	工业矿石	780168	7337	9.40
				企业自筹	低品位矿石	134955	213	1.58
		333	中央财政	工业矿石	7717	25	3.24	
				低品位矿石	2609	5	1.92	
				工业矿石+低品位矿石	10326	30	2.91	
			企业自筹	工业矿石	1551944	10502	6.77	
				低品位矿石	1360654	2287	1.68	
				工业矿石+低品位矿石	2912598	12789	4.39	
			中央财政+企业自筹	工业矿石	1559661	10527	6.75	
				低品位矿石	1363263	2292	1.68	
				工业矿石+低品位矿石	2922924	12819	4.39	
		122b+2M22	企业自筹	工业矿石	780168	7337	9.40	
				低品位矿石	134955	213	1.58	
				工业矿石+低品位矿石	915123	7550	8.25	
		122b+2M22+333	中央财政+企业自筹	工业矿石	2339829	17864	7.63	
	低品位矿石			1498218	2505	1.67		
	工业矿石+低品位矿石			3838047	20369	5.31		
	消耗+保有	122b+2M22+333	中央财政+企业自筹	工业矿石	10967437	97461	8.89	
低品位矿石				1959547	3606	1.84		
工业矿石+低品位矿石				12926984	101067	7.82		

2. 截止 2017. 6. 30 日矿区保有资源储量

矿区内共保有 (122b) + (2M22) + (333) 矿石量 383.81 万吨, 金金属量 20369kg, 平均品位 5.31×10^{-6} 。其中格尔珂矿段保有 (122b) + (2M22) + (333) 矿石量 326.90 万吨, 金金属量 18263kg, 平均品位 5.59×10^{-6} , 贡北矿段保有 (122b) + (2M22) + (333) 矿石量 56.91 万吨, 金金属量 2107kg, 平均品位 3.61×10^{-6} 。采矿权范围内共保有 (122b) + (2M22) + (333) 矿石量 358.12 万吨, 金金属量 19405kg, 平均品位 5.41×10^{-6} 。其中格尔珂矿段保有 (122b) + (2M22) + (333) 矿石量 301.21 万吨, 金金属量 17298kg, 平均品位 5.74×10^{-6} , 贡北矿段保有 (122b) + (2M22) + (333) 矿石量 56.91 万吨, 金金属量 2107kg, 平均品位 3.70×10^{-6} 。

截止 2017. 6. 30 矿区保有资源储量见表 3-7。

表 3-7 截止 2017. 6. 30 大水金矿保有资源储量表

矿权内外	保有	储量类别	矿石类型	矿石量 (t)	金属量 (kg)	平均品位 ($\times 10^{-6}$)
内	保有	122b	工业矿石	780168	7337	9.40
		2M22	低品位矿石	134955	213	1.58
		333	工业矿石	1442316	9780	6.78
			低品位矿石	1223762	2075	1.70
			工业矿石+低品位矿石	2666078	11855	4.45
		122b+2M22+333	工业矿石	2222484	17117	7.70
			低品位矿石	1358717	2288	1.68
			工业矿石+低品位矿石	3581201	19405	5.42
		外	保有	333	工业矿石	117345
低品位矿石	139501				217	1.56
工业矿石+低品位矿石	256846				964	3.75
内+外	保有	122b	工业矿石	780168	7337	9.40
		2M22	低品位矿石	134955	213	1.58
		333	工业矿石	1559661	10527	6.75
			低品位矿石	1363263	2292	1.68
			工业矿石+低品位矿石	2922924	12819	4.39
		122b+2M22+333	工业矿石	2339829	17864	7.63
			低品位矿石	1498218	2505	1.67
工业矿石+低品位矿石	3838047		20369	5.31		

3. 2017. 6. 30 至 2017 年底矿区动用资源储量

依据甘肃省国土资源厅文件甘国土资储发[2018]46号文《甘肃省国土资源厅关于甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司大水金矿 2017 年度储量动态年报审查结果的通知》，大水金矿 2017 年度矿山动用的资源储量见表 3-8。

表 3-8 大水金矿 2017 年度矿山动用的资源储量表

年度	资源储量类别	矿石量(万 t)	金属量(kg)	备注
2017 年全年	122b	25.81	1170.04	
	333	8.60	699.54	
	合计	34.41	1869.58	

依据《甘肃省玛曲县大水金矿资源储量核实报告》矿产资源储量评审备案证明，2017. 1. 1-2017. 6. 30 大水金矿动用的矿石量为 17.5 万吨，金金属量 680kg，依据表 3-8，计算得 2017. 6. 30 至 2017 年底大水金矿动用的资源储量见表 3-9。

表 3-9 大水金矿 2017. 6. 30-2017 年底矿山动用的资源储量表

年度	资源储量类别	矿石量(万 t)	金属量(kg)	备注
2017. 6. 30-2017 12. 31	122b	12.68	744.48	
	333	4.23	445.10	
	合计	16.91	1189.58	

4. 截止 2017 年底矿区采矿权内保有资源储量

依据表 3-7、3-9，计算得截止 2017 年底矿区采矿权范围内保有的资源储量见表 3-10。

表 3-10 截止 2017 年底采矿权范围内保有资源储量表

资源储量类别	矿石类型	矿石量(t)	金属量(kg)	平均品位($\times 10^{-6}$)
122b	工业矿石	653331	6593	10.09
2M22	低品位矿石	134955	213	1.58
333	工业矿石	1400053	9335	6.67
	低品位矿石	1223762	2075	1.7
	小计	2623815	11410	4.35
合计	工业矿石	2053384	15927	7.76
	低品位矿石	1358717	2288	1.68
	小计	3412101	18215	5.34

3.5.3 设计利用资源储量

设计利用对象为采矿权范围内所有可采矿体。

保有的低品位矿石 Au 平均品位为 1.68g/t，经技术经济论证，开采此部分低品位矿石属经济的，因此，为充分合理利用资源，本次设计低品位矿石予以利用。

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：

- a. 对控制的 122b、2M22 类工业矿石、低品位矿石量 100%利用；
- b. 对推断的 333 类内蕴经济资源量按 0.7 可信度系数进行利用；

根据以上设计利用原则，计算的设计利用资源储量见表 3-11。

表 3-11 设计利用资源储量表

资源储量类别	矿石量(t)	金属量(kg)	平均品位($\times 10^{-6}$)
122b	653331	6593	10.09
2M22	134955	213	1.58
333	1836671	7987	4.35
合计	2624956	14792	5.64

设计利用矿石量 262.49 万 t，Au 平均品位 5.64×10^{-6} ，Au 金属资源量 14792kg；其中：122b 类资源量 65.33 万吨，Au 平均品位 10.09×10^{-6} ，

Au 金属资源量 6593kg, 2M22 类资源量 13.50 万吨, Au 平均品位 1.58×10^{-6} , Au 金属资源量 213kg, 333 类资源量 183.67 万吨, Au 平均品位 4.35×10^{-6} , Au 金属资源量 7987kg。

3.6 存在问题及建议

1. 该矿矿体较为分散, 以前不规则开采形成一些采空区, 复核报告没有详细描述, 为了规避投资风险, 确保安全生产, 业主应加强勘探工作, 一方面进一步查清设计利用矿体和暂未利用矿体赋存情况, 另一方面摸清采空区位置, 以便准确指导采矿作业。

2. 矿区涌水量较大, 在矿山生产过程中, 应加强防排水工作。

3. 在生产过程中, 业主应加强生产管理, 尽量降低生产成本, 根据市场行情, 及时调整工业指标, 最大限度的利用宝贵的金矿资源。

4 主要建设方案的确定

4.1 建设规模

按照国土资发〔2004〕208号文件《关于调整部分矿种矿山生产建设规模标准的通知》和国土部对主要矿产矿山最低开采规模和最低服务年限的要求，根据目前保有的地质资源量、矿体赋存条件以、矿山开采技术水平及矿山现有生产规模，设计拟定了三个规模方案进行比较，即：

I 方案： $20.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，741t/d；

II 方案： $31.0 \times 10^4 \text{t/a}$ ，1148t/d；

III 方案： $40.00 \times 10^4 \text{t/a}$ ，1481t/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

序号	项目	单位	I	II	III	备注
1	地质保有资源/储量	10 ⁴ t	383.80	383.80	383.80	
2	地质品位	g/t	5.31	5.31	5.31	
3	设计利用资源/储量	10 ⁴ t	262.50	262.50	262.50	
4	设计利用金属量	kg	14792.45	14792.45	14792.45	
5	设计利用品位	g/t	5.64	5.64	5.64	
6	损失率	%	8.00	8.00	8.00	
7	贫化率	%	13.00	13.00	13.00	
8	采出矿量	10 ⁴ t	277.58	277.58	277.58	
9	采出品位	g/t	4.90	4.90	4.90	
10	日规模	t/d	741	1148	1481	
11	工作天数	d/a	270.00	270.00	270.00	
12	年规模	10 ⁴ t/a	20.00	31.00	40.00	
13	服务年限	a	13.9	9.0	6.9	
14	选冶综合回收率	%	85.00	85.00	85.00	其中冶炼回收率98%
15	总产金属量	kg	11567.70	11567.70	11567.70	
16	年平均产量	kg	833.46	1291.87	1666.93	
17	销售价格	元/g	250.00	250.00	250.00	合质金
18	年销售收入	万元/a	20836.57	32296.68	41673.14	
19	单位矿石综合成本	元/t	868.00	856.00	848.00	
20	年生产成本	万元/a	17360.00	26536.00	33920.00	
21	年销售利润	万元/a	3476.57	5760.68	7753.14	
22	年销售利润差	万元		2284.11	4276.57	与 I 方案比较
23	总销售收入	万元	289192.42	289192.42	289192.42	
24	总生产成本	万元	12047.04	7664.83	5884.73	
25	总销售利润	万元	277145.38	281527.59	283307.70	
26	总销售利润差	万元		4382.21	6162.31	与 I 方案比较
27	资源税	万元	520.91	807.42	1041.83	
28	年利润额	万元/a	2955.66	4953.27	6711.31	
29	年所得税	万元/a	738.91	1238.32	1677.83	
30	年净利润	万元/a	2216.74	3714.95	5033.48	
31	年利润差	万元/a		1498.21	2816.74	与 I 方案比较
32	新基建投资	万元/a	13472.60	16430.00	23630.00	
33	投资利润率	%	21.94	30.15	28.40	
34	内部收益率	%	13.02	14.95	11.98	
35	静态投资回收期	a	6.08	4.42	4.69	

通过上表可以看出，不论从投资还是经济效益，II方案较I、III方案都具有优势，主要是由于II方案在不扩大规模的条件下，新增投资较低，且II方案规模符合企业现状和相关政策。因此，从矿山服务年限、投资收益率、投资回收期等多个指标比较后本次设计推荐II方案，即 $31.00 \times 10^4 \text{t/a}$ ， 1148t/d 规模方案。

4.2 产品方案

矿山企业已生产多年，最终产品为合质金。所以产品方案仍然确定为合质金。

4.3 开采范围及对象

开采范围：格尔珂和贡北两个矿区矿权范围内的所有矿体；

开采对象：格尔珂矿区主要矿体有 Au2、Au7、Au111、Au20-1、Au20-2号矿体；贡北矿区 Au1 号矿体。

4.4 开采方式选择

两矿区经过多年开采，地表矿体均已采完转入地下开采，本次设计保有的矿石量主要是在深部，故设计推荐采用地下开采。

4.5 矿山服务年限

大水金矿地处高寒山区，空气稀薄，四季不明，温差较大，冰冻期长，年降雪时间较长，气候寒冷；参考类似矿山的工作制度，矿山年工作 270 天，每天工作 3 班，每班 8 小时；可采资源量 $262.49 \times 10^4 \text{t}$ ，采矿回收率为 $\eta = 92.0\%$ ，采矿贫化率 $\rho = 13.0\%$ ，生产规模 $A = 31.00 \times 10^4 \text{t/a}$ ；开采年限：9.0（年）。

本次设计规模为 1148t/d ，矿山服务年限 9.0 年。由于矿体深边部未闭合，矿山后期应加强探矿工作，提高储量级别，延长矿山服务年限。

4.6 厂址选择

总体布置充分利用矿区地形条件，本着有利生产、方便管理、保证矿

山生产安全、节约用地，减少基建工程投资的原则进行。总体布置主要由办公区、工业场地、废石场、露天坑、选矿厂、尾矿库、炸药库、矿区道路等组成；矿山已生产多年，主要布置沿用已有。

4.6.1 办公生活区

矿山现有的办公生活区共有三处，其中两处位于格尔珂矿区（东侧及北侧），一处位于贡北矿区南侧。总占地面积约 4.956hm²。

4.6.2 工业场地

采矿工业场地共计三处，分别为 3530m 平硐口工业场地、107 线竖井工业场地、89 线竖井工业场地。

各采矿工业场地包括采矿办公室（排班室）、变电房，空压机房等，地表充填站不直于 89 线工业场地，工业占地面积约 3.73hm²。

4.6.3 废石场

矿区现有废石场 10 处，分布于各平硐口及露天坑周边，格尔珂及贡北矿区各 5 处，压占面积 48.273hm²。

格尔珂矿段矿山基建及生产期内废石量共计 $22.63 \times 10^4 \text{m}^3$ ，（其中基建期废石量为 $1.74 \times 10^4 \text{m}^3$ ，生产期废石量为 $20.89 \times 10^4 \text{m}^3$ ），贡北矿段矿山基建及生产期内废石量共计 $4.23 \times 10^4 \text{m}^3$ ，（其中基建期废石量为 $0.56 \times 10^4 \text{m}^3$ ，生产期废石量为 $3.67 \times 10^4 \text{m}^3$ ）；坑内废石由电机车运至坑外临时堆场，再用汽车运输至排土场排放。废石场底部砌筑挡土墙，排土场上部周边修筑截水沟，拦截山坡雨水汇入废石场。格尔珂矿段和贡北矿段废石场容积可满足矿山服务期内废石堆存要求。

4.6.4 选矿厂

选矿厂位于矿区东南侧，占地面积 10.41hm²，场内布置有厂内生产、生活管理区。

4.6.5 尾矿库

尾矿库位于选矿厂西侧 100m 左右的山谷下游开阔草地，傍山建设，三面筑坝一面依山，尾矿库全库容 $455.7 \times 10^4 \text{m}^3$ ，有效库容 $364.56 \times 10^4 \text{m}^3$ ，服务期内尾矿量为 $211.94 \times 10^4 \text{m}^3$ ，可满足设计服务期内尾矿堆存要求。

初期坝、副坝和后期坝：设计初期坝为碾压土石坝，坝顶总长 500m 坝顶宽 4m，坝顶标高为 3500m，采用三面筑坝形式，库区内取料，内坡此为 1:2.0，外坡此为 1:2.5。当尾渣堆筑至标高 3506m 时，尾渣库北侧起筑副坝一座，副坝坝型为碾压土石坝，库区内取料。副坝坝顶标高+3509m，坝轴线处最低点标高+3505m(不计清基)，坝轴线处最大坝高 $H=3\text{m}$ 。坝顶宽 $B=4\text{m}$ ，坝顶总长 $L=239.5\text{m}$ (未包括与两岸山体结合槽的长度 1.6m)，坝体内外坡比均为 1:2.0。后期坝由初期坝内沿向内推进 2m 后再开始向上外坡此为 1:3，内坡此 1:2，坝顶宽度为 3m，后期坝设计最终坝顶标高+3533m。后期坝总高度 33m。尾矿库占地面积 17.26hm^2 。

4.6.6 炸药库

炸药库位于采矿场大门沿道路南侧 340m 处，占地面积约 0.312hm^2 。库墙四周设有排水沟，周边安装监控系统和红外感应系统等。

详见附图一：大水金矿矿区总平面布置图。

4.7 供水方案

黄河二级支流——黑河在矿区附近流过。矿区南部是广阔的山前断陷沼泽滩地，蕴藏着丰富的地下水资源。地下水位埋深一般 40—100m。矿山在选矿厂南侧 1.2km 处设有 60m 深水井两眼(一用一备)，井径 300mm，单井出水量 $20\text{m}^3/\text{h}$ ，用潜水泵将地下水泵入格尔珂选矿厂现有 300m^3 地下式高位水池提供矿山生活和采选生产用水。根据实际供水的水量情况，该深水井水位变化不大，水量充足，可满足矿山常年工业及生活用水。贡北矿段的生产生活用水由日洒尔若附近高位水池供给，位于贡北矿段工业

场地的西南侧，能够满足供水需求。

4.8 供电方案

矿区现有五回路外部 10kv 供电线路。其中四回路引自距矿区 18.3km 的玛曲县城 35kv 变电所，二回路供采矿场，二回路供选矿厂作为备用电源，一回路引自距矿区 4km 的 35kv 变电所（选矿厂主供电源），能够满足矿区 I 级负荷用电。玛曲县城 35kv 变电所设有四台 1000kva 变压器。由于矿山生产规模不变，故能满足矿山供电需要。

4.9 防治水方案

绝大部分矿体高于当地侵蚀基准面。地下水埋藏较深，加之矿区沟谷宽浅，地形坡度较大，冲、洪积卵石层透水性极好，极利于地下水、地表水的下渗排泄。因此，矿区地表水、地下水对矿床开采影响不大。矿床虽赋存在碳酸盐地层中，岩石裂隙溶洞较为发育，但大部分呈充填、半充填状，处于干涸无水状态，矿床开采造成突水、冲水的可能性较小。

格尔珂矿段 3530m 以上坑内涌水通过泄水钻孔下至 3530m，再由 3530m 主平硐自流排出地表；3530m 以下的涌水汇集至 3400m 水仓，通过水泵扬至 3530m 后由主平硐排出地表。贡北矿段在斜井井底 3540m 中段设置水仓。井下涌水用汇至水仓后由水泵扬至 3602m 中段后沿主平硐排出地表。

4.10 外部交通运输

矿区通过简易公路与兰郎公路相接，对外已形成了完整的运输系统，运输条件便利，可以满足企业运输要求。

5 开采方式

5.1 开采顺序和首采地段

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，开采顺序为由上而下，中段内格尔珂矿段由西区向东区、贡北矿段由两翼至中央的后退式开采顺序。

确定首采地段为格尔珂 3565m、3530m、3490m 中段，贡北矿区 3630、3602m 中段。

5.2 开采崩落范围

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

上盘陷落角 65° ， 移动角 60° ；

下盘陷落角 65° ， 移动角 60° ；

两翼陷落角 70° ， 移动角 65° ；

5.3 采矿方法

5.3.1 采矿方法的选择

矿山之前采用空场法(主要是浅孔留矿采矿法)采矿形成了大量采空区未能及时处理，给矿山带来很大的安全隐患；同时采矿的损失率、贫化率也较高，造成资源浪费。因为该矿的矿石品位较高，为了充分回收利用资源，一般宜采用充填采矿法，而根据矿山现状、装备条件以及充填料来源，矿山又没有尾砂或河砂用于充填，充填材料只能选用掘进废石和原地堆存的废石，如采用分层充填法则工艺较复杂，生产能力较低，对完成相应的规模是有一定的难度，为加大矿块生产能力，可以改进空区处理方法和矿柱回采方法。

参考国内外同类矿体开采现状，大水金矿开采技术条件：矿体形态复杂、矿岩稳固性较好、矿体多，单一的采矿法无法满足矿体的开采，经过

初步选择,适合于金矿体开采条件的主要有分段空场嗣后充填采矿法和浅孔留矿法。

经估算,分段空场采矿嗣后充填采矿法占 75%,普通浅孔留矿法占 25%。

5.3.2 回采工艺

5.3.2.1 分段空场采矿嗣后充填采矿法

a. 矿块构成要素

矿块布置和构成参数:当矿体厚度 $<15\text{m}$ 时,沿矿体走向划分采场,采场长 40m ,采场宽为矿体厚度;当矿体厚度 $>15\text{m}$ 时,垂直矿体走向布置采场,矿房宽 12m 、矿柱宽 8m ,采场长为矿体厚度。阶段高度 40m 。

b. 采准和切割工作阶段运输巷道一般采用下盘脉外加穿脉的布置方式。在矿体下盘脉内布置各分段凿岩平巷,用联络道与人材井联通。在矿块中间垂直矿体开凿切割巷及切割天井(充填作业时上部处于顶柱内的井筒可作为充填井),形成切割槽。本采矿方法的采准切割工程主要有采场人行通风天井、分段凿岩巷道、出矿巷道、出矿斗穿、切割平巷及切割天井(上部顶柱部分即作为充填井)等。

c、矿房回采工作在采准切割工程完成后,从切割槽开始,在分段凿岩巷道中用 YGZ-90 凿岩机凿扇形中深孔,孔径 $60\sim 65\text{mm}$,用 BQ-100 型装药器装铵松腊或 2# 岩石粉状炸药,非电导爆管起爆,每次爆破 $2\sim 3$ 排炮孔,爆破顺序是从上部向下部后退式回采。破碎后的矿石落入底部堑沟,落矿块度控制在 $\leq 500\text{mm}$ 。大块率 $\leq 10\%$,大块的二次破碎在出矿巷道进行。采场爆破后,采用 Z-30W 型轨道装岩机将底部堑沟中的矿石装到矿车中运出。

d、采场通风

采场采用 JK58-1N ϕ 4.5 型局扇进行加强通风,新鲜风流从人行通风天井经分段凿岩巷道、出矿巷道、出矿进路进入,污风经上部回风巷道回

到上中段运输巷道。

e、空区处理及矿柱回采矿房回采后形成的空区在对各出入口采用密闭措施后进行充填。采区下部 10m(包括底柱)采用碎石混凝土充填,但应先对底柱内的各巷道作混凝土假底,首采第一分段后可以在第二分段处向第一分段的空间注入碎石混凝土,10m 以上的其余部分再采用废石充填。

5.3.2.2 普通浅孔留矿采矿法

a. 矿块构成要素

矿块长 40m,阶段高度 40m,间柱 8m,漏斗间距 6m,顶柱 4m,采用堑沟式底部结构,高度为 6m,沿脉钢漏斗装矿。

b. 采准和切割工作采准和切割工程主要有采场人行通风天井、采场联络道及拉底切割平巷。

c. 矿房回采工作

从拉底层空间开始,用 YSP45 上向式凿岩机或 YT-28 型凿岩机进行上向分层开采,人工装药落矿,分层高度 1.8~2.0m,块度大于 350mm 的矿石在采场内进行二次破碎。每一回采循环,放出回采落矿量的 30%,保持矿房内矿石与回采工作面有 2m 左右的作业空间。

d. 采场通风

采场采用 JK58-1N₀4.5 型局扇进行加强通风,新鲜风流从一侧人行通风天井进入回采工作面,污风从另一侧人行通风天井至上中段运输巷道。

e. 空区处理及矿柱回采

矿柱回收是在矿房大放矿前打好顶柱和间柱的炮孔,放出矿房中全部矿石后,再爆破矿柱,一次回收。采矿方法的主要技术经济指标见表 5-1。

5.3.3 采矿方法技术经济指标

采矿方法的主要技术经济指标分别见表 5-1。

表 5-1 采矿方法主要技术经济指标表

序号	项目名称	单位	垂直走向分段空场法（嗣后充填）	沿走向分段空场法（嗣后充填）	浅孔留矿法	综合
1	阶段高		35—50	35—50	35—50	
2	矿块长	m	40	40	40	
3	顶柱厚	m			4	
4	底柱厚	m			6	
5	分层高度	m	10	10	5	
6	矿房宽	m	矿体厚	矿体厚	矿体厚	
7	间柱宽	m	8	8	8	
8	进路间距	m	8	8	6	
9	采矿方法比例	%	40	35	25	100
10	矿块生产能力	t/d	400	300	120	295.00
11	采切比	m/kt	6.03	6.78	8.96	7.03
		m ³ /kt	51.9	68.64	64.53	60.92
12	损失率	%	8.25	8.00	7.50	7.98
13	贫化率	%	13.50	13.00	12.00	12.95
14	凿岩设备		YGZ-90 K41X	YT-28 K41X	YT-28 YSP-45	
15	出矿设备		铲运机	铲运机	电耙	

5.4 矿山生产能力验证

5.4.1 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，大水金矿矿块利用系数取0.35，矿块综合生产能力取295t/d。按具体布置矿块验证生产能力见表5-2。

表5-2 按单中段可布置的矿块数验证生产能力表

矿段	中段(m)	平均长度(m)	可布矿块数(个)	矿块利用系数	同时工作矿块数(个)	矿块生产能力(t/d)	日产量(t/d)	年产量(10 ⁴ t/a)
格尔珂矿区	3645	320	6	0.35	2	295	590.0	17.7
	3605	450	9	0.35	3	295	885.0	26.6
	3570	340	7	0.35	2	295	590.0	17.7
	3530	450	9	0.35	3	295	885.0	26.6
	3490	300	6	0.35	2	295	590.0	17.7

	3450	500	10	0.35	4	295	1180.0	35.4
	3400	150	3	0.35	1	295	295.0	8.9
贡北矿区	3630	250	5	0.35	2	295	590.0	17.7
	3602	360	7	0.35	2	295	590.0	17.7
	3570	240	5	0.35	2	295	590.0	17.7
	3540	265	5	0.35	2	295	590.0	17.7
	3500	250	5	0.35	2	295	590.0	17.7

5.4.2 按年下降速度验证生产能力

矿区矿体数量较多，且分布分散，可以独立开采，选取年下降速度为25m。计算各中段的生产能力见表5-3。

表5-3 按年下降速度验证生产能力表

矿段	中段 (m)	中段设计利用储量 ($\times 10^4$ t/a)	年下降速度 (m/a)	中段生产能力		备注
				t/d	$\times 10^4$ t/a	
格尔珂矿区	3645	17.02	25	425.50	12.77	
	3605	28.23	25	705.75	21.17	
	3570	18.33	25	458.25	13.75	
	3530	39.1	25	977.50	29.33	
	3490	45.57	25	1139.25	34.18	
	3450	45.73	25	1143.25	34.30	
	3400	26.95	25	673.75	20.21	
贡北矿区	3630	7.8	25	195.00	5.85	
	3602	11.25	25	281.25	8.44	
	3570	15.6	25	390.00	11.70	
	3540	3.64	25	91.00	2.73	
	3500	3.28	25	82.00	2.46	

通过按中段可布置矿块数和年下降速度验证单中段生产能力可以看出，当两个矿段同时生产时，矿山生产能力完全可以达到1148t/d (31.0×10^4 t/a)。

5.4.3 按经济合理服务年限验证生产能力

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

式中：A——矿山年产量，t/a；

Q——设计利用储量， 262.5×10^4 ；

η ——矿石回收率，92.0%；

ρ ——矿石贫化率，13.0%；

t ——经济合理服务年限（一般取下限值），10a。

本次设计取经济合理服务年限为10.0年，则 $A=262.5 \times 10^4 \times 92.0\% / (10 \times (1-13.0\%)) = 27.8 \times 10^4 \text{t/a}$ 。考虑到矿山现有的生产规模；本次推荐矿山生产能力为 $31.0 \times 10^4 \text{t/a}$ 在技术上可行、经济上也较合理。

5.5 矿山服务年限

根据设计利用资源量和推荐的矿山生产能力，经计算矿山服务年限9.0年。由于矿体深边部未闭合，建议矿山后期加强探矿工作，提高储量级别，延长矿山服务年限。

5.6 开拓运输系统

5.6.1 格尔珂矿区

5.6.1.1 矿山现有的开拓运输系统

大水金矿格尔珂矿区是生产多年的企业，矿山的开拓运输、通风系统已经形成，在多年开采过程中，已形成了多条平硐，5条斜井（2条明斜井、3条盲斜井）和4条竖井（3条明竖井、1条盲竖井），形成了平硐、斜井、竖井混合开拓方式。

格尔珂矿区3530m主平硐长2600m，主平硐采用架线电机车运输，选用电机车型号为ZK14—7/550，一次牵引10~14辆0.7m³的翻斗矿车，铺设22kg/m的轨道，轨距600mm，承担西区和东区的矿石运输任务。3530m中段以上矿石通过溜井溜至3530m主平硐，经主平硐运至选矿厂矿仓。材料、设备、人员由各阶段平硐运送，废石经各阶段平硐运至沟底。3530m以上中段开拓运输系统已运行多年，本次设计3530m以上开拓运输系统维持现状不变，主要对3530m以下的开拓运输方案进行比较。

5.6.2 格尔珂矿区 3530m 以下开拓方案

5.6.2.1 开拓方案选择

开拓方案选择的基本原则：该矿为已生产矿山，有许多已经建成的和在建的工程，设计主要考虑以矿山的发展与先期勘探为主，考虑管理方便、运行安全与适用，同时要考虑便于生产和施工。

格尔珂矿段已建/在建工程有新3530主盲斜井、106线盲斜井、70线盲竖井、84 线盲斜井、85线竖井、89线竖井、107线竖井。这些井巷从已有工程与矿体位置关系来看：

1. 新3530主盲斜井部分为已有工程，离矿区东部区域的矿体较近，作为3530中段以下工程东侧的主要开拓工程，共有三个中段，分别是3490m、3450m、3400m；

2. 106线盲斜井虽然也距离矿体较近，但存在矿石反向运输和中段石门长的缺点，但考虑到已施工了部分工程，配套的3530m中段车场和提升机硐室也均已形成，可以与新3530主斜井配合作为副斜井使用；

3. 刚刚建成的89线竖井计划在3490m中段、3450m中段向西贯通，作为西矿段的主要开拓工程；

4. 85线竖井与3530主平硐贯通，可将3530m以下废石通过84线盲斜井提升至3530m中段，在通过该竖井提升至地表，但该竖井本身兼备3565m和3605m中段的采矿运输工作，提升能力有限，将来可作为辅助开拓工程使用。

综合考虑矿体的赋存特征（矿体分布与连续性、矿体倾角、厚度、赋存高度与埋藏深度）、矿山规模、总体布置、已有工程设施及地形特点等因素，初步拟定的开拓运输方案有：

方案 I：格尔珂矿区平硐+盲主（副）斜井开拓；

方案 II：格尔珂矿区平硐+盲斜井+明（盲）竖井开拓；

方案III：格尔珂矿区平硐+明（盲）竖井开拓。

各开拓方案特点简述如下：

方案 I：格尔珂矿区盲斜井主要在主平硐3530m中段84线、106线及3530m中段105线附近，可兼顾东西两端的采矿运输工作，主斜井掘进断面 8.06m^2 ，净断面 7.53m^2 。斜井坡度均为 25° ，均下掘到3400m中段，斜长473m。主斜井的提升设备为JK-2/20E型提升机，电动机功率355kW，电压10000V，一次提升4辆YFC1.2-6矿车。副斜井用于提升废石和人员材料上下，提升设备为JK-2/20E型提升机，电动机功率220kW，电压10000V，一次提升3辆YFC0.7-6矿车，人员由斜井修建台阶上下。

方案 II：盲斜井设计与方案 I 相同，目前已到达中段与正在建设的89线明竖井和107线明竖井相应中段贯通，竖井井筒内配双层单罐笼带平衡锤，并设有梯子间、管缆间。井筒净直径 $\phi 5\text{m}$ ，采用C25 砼 300mm 厚支护。采用塔式多绳提升，提升机选用JKM2.8 \times 4多绳摩擦式提升机，电机功率710kW，井底标高3425m。各中段生产的矿石装入 1.2m^3 矿车后由7t架线式电机车牵引至竖井，提升至地表，最后经20t自卸式汽车运至选矿厂原矿仓。各中段产生的废石装入 1.2m^3 翻转式矿车后回填至采空区。人员和材料经竖井上下至各中段。

84线辅助盲斜井及基本施工完成，主要服务3490m、3450m和3400m，提升机功率200kW。矿石、废石均采用YFC0.7-6矿车运输，斜井一次提升2辆矿车，矿石、废石人员材料均通过盲斜井上下。

方案III：竖井方案同方案 II。在矿区80线附近增加建设一条盲竖井，井筒净直径 $\phi 5\text{m}$ ，采用C25 砼 300mm 厚支护。采用塔式多绳提升，提升机选用JKM2.8 \times 4多绳摩擦式提升机，电机功率710kW，井底标高3400m。

并且将70线盲竖井进行改建，改建后参数与新建明竖井相同。

各中段生产的矿石装入 1.2m^3 矿车后由7t架线式电机车牵引至竖井，

提升至3530m中段或者地表运到硐口,最后经20t自卸式汽车运至选矿厂原矿仓。各中段产生的废石装入1.2m³ 翻转式矿车后回填至采空区。人员和材料经竖井上下至各中段。

综合技术经济比较见表 5-7, 优缺点比较见表 5-8。

通过技术经济和优缺点比较可以看出,方案III基建投资较方案II和方案I 分别高1277万元和 676万元,由于要增建盲竖井,所以基建时间较长;方案II和方案I 相比,方案I 基建投资高551万元,且基建期要比方案II长,方案II利用了已有工程,施工简单,基建时间短,工程量省,基建投资较低,斜井可分期分段施工,便于探矿,施工灵活方便。经综合考虑推荐方案II,即格尔珂结合式平硐—盲斜井+明(盲)竖井开拓。

表 5-7 格尔珂矿区开拓方案综合技术经济比较表

序号	项目	单位	单价 (元)	第I方案			第II方案			第III方案		
				平硐+盲主(副)斜井开拓			平硐+盲斜井+明(盲)竖井开拓			平硐+明(盲)竖井开拓		
				数量		金额	数量		金额	数量		金额
				长度	工程量	万元	长度	工程量	万元	长度	工程量	万元
一	基建投资											
(一)	井巷工程											
1	提升机硐室	m ³	650		3500	228		2700	176		3670	239
2	天轮硐室	m ³	650					1380	90		2380	155
3	绳道	m ³	600					1240	74		2400	144
4	副斜井 S 净=7.53m ² , S 掘=8.06m ³	m ³	600	473	3812	229						
5	副斜井车场	m ³	600	402	5200	312						
6	主斜井 S 净=6.02m ² , S 掘=6.62m ²	m ³	600	473	3131	188						
7	主斜井车场	m ³	600	402	4160	250						
8	竖井(φ 5m)	m ³	25000							230	4712	575
9	马头门	m ³	650				5	194	13	30	1163	76

表 5-7 格尔珂矿区开拓方案综合技术经济比较表

序号	项目	单位	单价 (元)	第 I 方案			第 II 方案			第 III 方案		
				平硐+盲主(副)斜井开拓			平硐+盲斜井+明(盲)竖井开拓			平硐+明(盲)竖井开拓		
				数量		金额	数量		金额	数量		金额
				长度	工程 量	万元	长度	工程量	万元	长度	工程 量	万元
10	竖井车场 石门	m ³	600				50	480	29	500	4800	288
11	矿仓	m ³	800					141	11		200	16
12	溜井	m ³	650					1697	110		2000	130
13	卸矿硐室	m ³	650					280	18			
14	斜井车场	m ³	600				120	1236	74			
	小计				19803	1206		9348	595		2132 5	1622
(二)	设备		万元									
1	提升设备	套			2	240		1	250		2	500
2	井口机械								50			
	小计					240			300			500
	基建投资 总计					1446			895			2122
	差值					-676			-122 7			0
二	年经营费		元			万元			万元			万元
1	人员	元 / 人 · 月	3000		24	86		18	65		21	76
2	电费	元 / kW ·h	0.42		29281 50	123		255150 0	107		2E+0 6	85
3	维修费 (按 4% 计算)					58			36			85
	年经营费 总计					267			208			246
	差值					22			-38			0

表 5-8 开拓方案主要优缺点比较表

项目	方案 I	方案 II	方案 III
优点	1. 出矿硐集中，管理简单； 2. 深部矿石直接出地表，矿山生产能力、运输能力有保障； 3. 深部生产与上部生产基本分开，管理简单；	1. 施工简单，基建时间短。 2. 工程量省，基建投资较低。 3. 利用了大部分已有工程。 4. 斜井可分期分段施工，便于探矿，施工灵活方便。 5. 提升运输能力大，有矿大生产能力的余地。	1. 利用了部分已有工程，机械化程度高； 2. 深部矿石直接通过竖井到地表，工序简单。
缺点	1. 矿山基建投资和斜井下延投资高； 2. 斜井系统复杂，基建期较长； 3. 人员、材料、矿石等均有斜井担负，运输能力降低； 4. 年经营费用高；	1. 矿石提运系统环节多，总体管理复杂。	1. 矿山基建投资大； 2. 新建竖井，基建期延长； 3. 所有物资、人员、矿石均由竖井运输，提升能力有限。

开拓系统见开拓系统纵投影图。

5.6.3 贡北矿区开拓运输系统

矿山目前已形成完整的开拓运输系统，即平硐+盲斜井开拓运输方案，矿石利用现有盲斜井运至地表，再经现有公路汽车运往格尔珂选矿厂，废石通过个平硐口运至硐口废石场；人行和材料平硐运入各工作面。综合考虑矿体的赋存特征（矿体倾角、厚度、连续性、分布、埋藏深度等）、矿山规模及总体布置等因素，两个矿段技术上可行的开拓运输方案为：

I 方案：斜井开拓方案；

II 方案：竖井开拓方案；

斜井开拓方案：在矿体下盘180线以东15m处，沿走向伪倾斜设一斜井，斜井倾角 25° ，净断面 6.85m^2 ，垂高62m（3602~3540m），斜长159m。矿山划分为3570m、3540m两个中段，井下各中段矿石和废石沿各中段运输巷道由3t电瓶车牵引 0.7m^3 翻转式矿车运至斜井车场，用JK-2.0*1.5（120kW）卷扬机提升至地表后运到矿石、废石场。人员、材料从斜井上下。采用串车（每次提2辆 0.7m^3 矿车）提升矿石和废石，材料车提升材料，设斜井人车。

竖井开拓方案：设计竖井设在矿体下盘176线附近，竖井井筒净直径

4.5m, 井深82m(3602~3520m, 包括20m井底水窝)。竖井采用2JK-2.0*1.5提升机(175kW), 2#a单层罐笼配平衡锤提升方式, 该竖井负担矿石、废石以及人员、材料、设备提升下放任务。矿山划分为3570m、3540m两个中段, 井下各中段矿石和废石沿各中段运输巷道由3t电瓶车牵引0.7m³翻转式矿车运至竖井车场, 由罐笼提升至坑口矿石堆场及废石堆场。人员材料通过竖井上下至各个中段。

两方案技术经济比较见表5-9, 优缺点比较见表5-10。

表5-9 贡北矿区开拓方案综合技术经济比较表

序号	项 目	单位	单价 (元)	第 I 方案		第 II 方案	
				斜井开拓方案		竖井开拓方案	
				数 量	金额(万元)	数 量	金额(万元)
	基建投资						
一	基建井巷工程						
1	竖井井筒($\Phi_{掘}=5.0m$, $S_{掘}=19.63m^2$)	m/m ³	750			82/2546	191
2	竖井提升机硐室	m ³	750			1800	135
3	马头门及井口机械基础	m ³	700			600	42
4	竖井车场: 单轨 $S_{掘}=6.12m^2$	m/m ³	500			120/734	37
	双轨 $S_{掘}=9.82m^2$	m/m ³	500			120/1178	59
5	斜井(单轨 $S_{掘}=7.31^2$)	m/m ³	530	159/1160	61.48		
6	斜井提升机硐室	m ³	750	1150	86		
7	躲避硐室	m ³	500	120	6.00		
8	斜井车场: 单轨 $S_{掘}=6.12m^2$	m/m ³	500	180/1101	55.08		
	双轨 $S_{掘}=9.82m^2$	m/m ³	500	150/1473	73.65		
9	石门(单轨 $S_{掘}=6.12m^2$)	m/m ³	500	240/1468	73.40	250/1530	76.5
	小计			923/6745	355.9	628/8327	540.1
二	设备		(万元)				
1	2JK-2.0×1.5提升机系统(N=175kW)	套	160			1	160.00
2	矿车及井口机械	套	6			2	12.00
3	JK-2.0*1.5单绳提升机(N=150kW)	套	120	1	120.00		
4	网式捞车器	套	10	1	10.00		
	小计				130.0		172.0
	基建投资总计				485.9		712.1

	差值						226.2
三	年经营费						
1	人员	人	60000	7	42	8	48
2	电耗	kw. h	0.55	742500	41	866250	48
3	大修理费				13		17
	小计				96		113
	差值						17

表 5-10 开拓方案主要优缺点比较表

项目	斜井开拓方案	竖井开拓方案
优点	1、设备投资较低；2、年经营费高；3、施工难度较小。	1、竖井提升能力大，生产有保证； 2、年经营费较少；3、生产管理简单。
缺点	1、生产管理较为复杂；2、提升能力有限，不利于后期扩产。	1、设备投资较高；2、掘进施工难度较大；

通过上述分析比较，两个地下开拓系统方案不论基建投资费用还是生产运营费用，斜井方案均优于竖井方案，贡北矿段开拓系统推荐 I 方案，即：斜井开拓方案。

5.7 矿井通风系统

5.7.1 格尔珂矿区通风系统

5.7.1.1 3530m 以上通风系统

3530m中段以上采用抽出式通风，新鲜风流经SJ851、3530m主平硐及各阶段平硐进入各阶段采场，清洗采场后污风经各阶段采场回风天井至XJ704回风井排至地表，XJ704回风井安设K40-8-N0.22型地面主扇(110KW)一台，K40-8-N0.18型辅扇(37kW)一台，各中段采场安装 JK58-1№4.5型11kW局扇20台。实施建造通风构筑物39个，完成井巷工程5137.98m³，形成了较完整的通风系统。

5.7.1.2 3530m 以下通风系统及通风方式

3530m以下矿井通风为分区(分东西两个通风区)、单翼对角式通风系统,抽出式通风方式。

格尔珂西矿段:89线明主井和3530m主平硐分别进风,在89线明主井车场与3530m中段连接处汇合后,通过89线明主井进入各回采中段,污风经回采中段天井排至3530m水平后,再经70线回风井排至地表。

格尔珂东矿段:3530m主平硐进风,通过106线盲副斜井进入各回采中段,污风经回采中段天井上中段后由96线SJ961回风井排出。

3530m以下矿井总通风量为 $80\text{m}^3/\text{s}$ 。其中西区通风量为 $47\text{m}^3/\text{s}$,东区通风量为 $33\text{m}^3/\text{s}$ 。东区矿井通风最困难时期(3400m水平)通风阻力为 1358Pa 。西区矿井通风最困难时期(3400m水平)通风阻力为 1748Pa 。

矿井通风最困难时期的东区需选用 DK40-6-N₂16型1台,西区选用 DK40-6-N₂19型1台,可以满足矿山生产的通风要求。

井巷掘进工作面、硐室、装卸矿点以及采场工作面采用局扇辅助通风,局扇型号为 JK58-1N₂4.0(用于采场)、JK58-1N₂4.5(用于掘进),设计使用24台。

5.7.2 贡北矿区通风系统

贡北矿区采用抽出式通风系统,由于3630m以上中段已基本回采结束,设计3667m中段为回风中段,新鲜风流从3602m主平硐进入各工作3630m和3602m中段,3570m和3540m中段有斜井进入各工作面,清洗采掘工作面后,污风由3667m中段回风中段抽出地表。

独头巷道掘进和端部采场设局扇辅助通风。

经过计算贡北总通风量为 $35\text{m}^3/\text{s}$ 。通风最困难时期通风阻力为 435Pa 。

矿井通风最困难时期的东区需选用 K40-6-N₂8型1台,可以满足矿山生产的通风要求。

井巷掘进工作面、硐室、装卸矿点以及采场工作面采用局扇辅助通风，局扇型号为 JK58-1№4.0（用于采场）、JK58-1№4.5（用于掘进），设计使用 10 台。

5.7.3 坑内通风除尘

设计对井下产尘点通风除尘作了专门的考虑，坑内主要产尘点为溜井装矿硐室及掘进掌子面等，采用喷雾洒水降尘和湿式凿岩来解决。

采场工作面污风采用塑料污风风筒抽出式机械通风方式，用局扇将采场的污风抽到上阶段回风巷道内。

5.7.4 通风设施

为减少内部漏风，对暂时不用或已废弃的天井、平巷等应及时封闭，应灵活应用风门、风墙、风桥等通风设施调节风流，满足生产要求。坑内反风采用风机反转反风。

5.8 充填工艺

5.8.1 充填料选择及充填量计算

坑内及地表有大量堆积废石，可以满足干式充填料的要求。据计算，每天采出矿石1148t形成的空区；每个采场采完后，采场底部5~10m采用混凝土充填，上部用掘进废石直接充填。需废石充填的暂按60%考虑，即689t/d，日需充填的体积平均为255m³，正常生产时期掘进产出废石约230t/d（160m³/d），全部用于井下充填。部分采场还可用堆放在地表的废石补充，根据地表废石堆放情况，可以用矿车通过主平硐、斜井井运到采场。

5.8.2 地面碎石制备及充填料运输系统

设计在地表适当位置设一碎石站，安装1台400×600颚式破碎机，将废石破碎至50mm左右，用于采场底部混凝土充填。井下设移动式混凝土搅拌机，并设置混凝土泵（喷射机）。充填用的水泥外购。

每个矿房设一条充填回风井(即原已开凿的布置于矿房或矿柱中部的切割天井)，充填废石用电机车运到中段巷道后再分别运至中段充填井，再卸入需充填的采场空区。

5.9 排水系统

格尔珂矿段3530m以上坑内涌水通过泄水钻孔下至3530m，再由3530m主平硐自流排出地表；3530m以下井下排水采用分区集中排水方式，在两条副斜井底部3400m中段各布置一条水仓，3530m以下的涌水汇集至3400m水仓，通过水泵扬至3530m后由主平硐内的排水管道排至平硐口处的沉淀池，处理后可返回井下使用。东西矿段的水泵型号均为MD580-60×3，共三台（一用一备一检修），共六台。

贡北矿区采用集中排水方式，在斜井底部3540m水平设一水仓，各中段水通过泄水孔流入该水仓，部分水用泵扬至坑内蓄水池，自然沉淀后供井下生产用，剩余部分经斜井泵扬至地表排水沟排出。水泵型号为MD200-30×4，共三台（一用一备一检修）。

5.10 基建（改造）井巷工程量、三级矿量及保有期

本次设计的基建范围为形成提升、运输、通风、排水等开拓系统以及相应的采切工程、探矿工程。

基建（改造）工程量为：

开拓工程：3400m/12500m³；

探矿工程：2000m/8000m³；

采切工程：800m/ 3500m³；

合计：6200m /24000m³。

完成上述基建工作量后可获得三级矿量及保有期为：

开拓矿量：110.47×10⁴t，保有期为3.6年；

采准矿量：36.82×10⁴t，保有期为1.2年；

备采矿量： $14.73 \times 10^4 \text{t}$ ，保有期为 5.7 个月；

6 选矿与尾矿设施

6.1 选矿厂现状

选矿厂始建于1992年，当时有两条生产线。一期生产线1992年下半年筹建，1994年10月建成投产，日处理矿石量150吨。二期生产线始建于1996年，于1997年10月建成投产，日处理矿石能力为150吨。随着生产技术管理水平、经济效益的不断提升，为了进一步扩大生产规模，提升生产技术和科技含量，实现规模化生产。2001年6月，对一期生产线进行了技术改造，2002年建成投产，日处理矿石量1000吨。2010年8月，在上级领导部门各方面支持下，对选矿厂二期生产线进行技术改造，2011年7月，二期生产线改造完成，生产规模由原来的150吨/d，提高到480吨/d，目前选厂日处理能力1480t/d。已经投产运营。2014年8月，选矿厂建成干式排放尾矿库一座，有效库容364.6万m³，并配套建设干式排放压滤车间；尾矿浆在压滤车间被压滤脱水成滤饼后，堆存尾矿库，滤液通过回水管返回车间重复利用，达到了节约用水、节约选矿药剂和保护环境的目。

表 6-1 主要生产指标表

	2014年	2015年	2016年	2017年
入选品位	5.18	5.05	5.54	5.32
选冶总回收率(%)	76	76	85	85
成本(元/g)	228.88	210.62	232.47	263.24

表 6-2 主要设备表

工段	序号	设备规格型号		台数	
		I期(改造后)	II期	I期	II期
破碎	1	C80 颚式破碎机	400×600 颚式破碎机	1	1
	2	G138 圆锥破碎机	φ900 中型圆锥破碎机	1	1
	3	1800×3600 园振筛		1	
磨矿	4	2700×4000 格子型球磨机	1500×3500 格子型球磨机	1	1
	5	2700×4000 溢流型球磨机	1500×3000 溢流型球磨机	1	1

工段	序号	设备规格型号		台数	
		I 期（改造后）	II 期	I 期	II 期
	6	φ 2000 高堰式双螺旋分级机		1	
	7	φ 250 旋流器		5	
浸出	8	φ 12000 高效浓缩机	φ 5180 高效浓缩机	1	1
	9	3500×4000 搅拌槽		8	
		6300×7000 搅拌槽		5	
10	PSA80 变压吸附制氧机		2		

6.2 矿石性质

6.2.1 矿石类型

格尔珂金矿区矿石工艺类型属少硫化物氧化自然金—赤（褐）铁矿金矿石。根据格尔珂金矿原矿分析，该区域矿石矿物组成见表 6-3。

表 6-3 矿石矿物组成表

分类	矿 物		
	主要的	次要的	微量的
硅酸盐	石英、长石	玉髓	锆石、绢云母、高岭土、角闪石、辉石、黑云母、磷灰石
碳酸盐	方解石	白云石	铁方解石、铁白云石、孔雀石、蓝铜矿、黄钾铁矾、菱锰矿、白铅矿
氧化物	磁铁矿、赤铁矿、褐铁矿		金红石、硬锰矿、锰土
硫化物		黄铁矿	黄铜矿、磁黄铁矿、辉铋矿、辰砂、毒砂、方铅矿、白铁矿、雄黄、雌黄、闪锌矿
自然元素	自然金	银金矿	自然铅、自然锡
硫酸盐			重晶石
磷酸盐			磷灰石

6.2.2 矿石主要化学成分

据矿石多元素分析统计结果，矿石化学成分主要以 SiO₂、CaO 等为主，

矿石有益成分为 Au，影响氰化浸出的有害元素 C、As 等含量甚微。

表 6-4 多元素分析结果表

成份	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu	Pb	Zn	Fe	As	S
含量%	9.71	1.75	0.005	0.012	0.023	2.78	0.05	0.07
成份	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	烧失	
含量%	40.22	3.25	19.24	7.32	0.31	0.097	23.58	

6.2.3 金矿物主要特征

经分析，该矿区金主要以自然金为主，以不规则粒状存在，多呈微粒细粒。以微粒为主，自然金成色达 99.94%。金以不同形式赋存于矿石中，其中游离金和连生金占总量的 95.6%，包裹金占 4.4%。主要载金矿物为石英、褐铁矿、赤铁矿、方解石和黄铁矿，黄铜矿等并与褐铁矿关系密切。

矿石密度 2.58-2.60t / m³， 松散密度 1.72t / m³。

6.3 选矿试验及评价

6.3.1 选矿试验

北京有色冶金设计研究总院于 2000 年完成了格尔珂金矿矿石提金工艺试验，指标见表 6-5。

表 6-5 格尔珂金矿矿石提金工艺试验

提金工艺	浸出时间 h	氰化钠用 g/t	底炭浓度 g/l	氧气用量 m ³ / t.h	浸渣品位 g/t	浸出率%	贫液品位 mg/l	吸附率%
全泥氰化	20	600			0.95	90.07		
全泥氰化炭浸	20	600	6		0.79	91.86	0.06	99.07
富氧浸出	11	600		0.12	0.96	90.06		
富氧炭浸	11	600	6	0.12	0.83	91.45	0.07	98.92

注：磨矿细度为 200 目占 95%。

试验结果表明：格尔珂金矿石为易浸矿石，炭浸工艺较炭浆工艺指标好，富氧炭浸可大大缩短浸出时间，因此，采用富氧炭浸工艺。

为相应国家环保政策，实现无毒排放，国土资源部兰州矿产资源监督检查中心于 2018 年 1 月完成了甘肃玛曲格萨尔黄金实业股份有限公司无

氰浸出药剂工艺技改项目试验,经过对比试验确定了大水金矿无氰全泥浸出的实验室流程试验指标,采用全泥浸出的药剂可由目前生产中的氰化钠改为其它无氰浸出药剂,如金蝉、绿金、金虎等。经过试验得出全泥浸出的最佳流程条件为:磨矿细度-200目占93%,浸出时间24小时,实验室流程试验的试验指标见表6-6。

表6-6 实验室流程试验结果表

方 法	浸出药剂名称	产地	用量 kg/t	实验室流程试验指标			
				金浸出率%	浸渣金品位 g/t	炭吸附率%	总回收率%
全泥浸出 炭浆法	氰化钠	甘肃	0.8	94.58	0.22	97.55	92.26
	金蝉	广西	0.8	92.74	0.33	98.43	91.28
	绿金	河南	0.8	94.00	0.24	100.00	94.00
	喜金	北京	0.8	93.00	0.30	100.00	93.00
	金虎	长沙	0.8	91.32	0.35	100.00	91.32
	金石开	贵州	0.8	91.57	0.33	100.00	91.57

注:试验原矿平均品位 Au: 3.95g/t

在实验室流程试验的基础上,试验人员在玛曲县格萨尔金矿选矿厂现场进行流程试验的验证试验,以验证在选矿厂现场环境条件下各种浸出剂浸出指标的变化情况,现场验证试验的试验指标见表6-7。

表6-7 现场验证试验结果表

方 法	浸出药剂名称	产地	用量 kg/t	现场验证试验指标			
				金浸出率%	浸渣金品位 g/t	炭吸附率%	总回收率%
全泥浸出 炭浆法	金蝉	广西	0.8	88.75	0.31	97.95	86.93
	绿金	河南	0.8	91.94	0.27	99.13	91.14
	喜金	北京	0.8	89.38	0.32	98.32	87.88

注:现场验证试验原矿品位为现场实际生产品位。

在现场验证试验的基础上,试验人员在玛曲县格萨尔金矿选矿厂生产车间现场进行连续的半工业试验,以确定各种指标适应连续生产条件下的指标变化情况,半工业试验的试验指标见表6-8。

表6-8 半工业试验结果表

方 法	浸出药剂名称	产地	用量 kg/t	半工业试验指标			
				金浸出率%	浸渣金品位 g/t	炭吸附率%	总回收率%
全泥浸出 炭浆法(连 续试验)	喜金	北京	0.8	91.73	0.41	100.00	91.73
	金蝉	广西	0.8	92.79	0.36	100.00	92.79
	绿金	河南	0.8	93.55	0.33	100.00	93.55

注:半工业试验原矿品位为现场实际生产品位。

根据实验室流程药剂对比试验的最终结果显示，磨矿细度为-200 目 93%，浸出时间为 24 小时，采用氢氧化钠作为保护碱，采用活性炭吸附的条件下，氰化钠及金蝉、绿金等无氰浸出药剂都能获得其最佳浸出指标，其中氰化钠效果最佳，可以达到 94.58%的回收率指标，无氰浸出药剂依次可以获得绿金 94.00%，喜金 93.00%，金蝉 92.74%，金石开 91.57%，金虎 91.35%的回收率指标。无氰浸出药剂基本能够接近氰化钠浸出的效果。

结合现场验证试验（玛曲）：试验样品采用现场二期生产流程浓密机底流的矿浆样品。试验条件为：不同保护碱条件对比。结果显示，采用石灰作为保护碱的条件下，三种无氰浸出药剂的浸出效果和回收率指标基本接近。采用氢氧化钠作为保护碱的条件下，绿金药剂的浸出效果略优，达到 91.94%的浸出回收率。

故绿金药剂可以完全替代目前有毒浸出药剂氰化钠用于目前现场采用的工艺流程。

6.3.2 试验结果评价

1. 在原有工艺流程的基础上，采用无氰浸出药剂工艺进行了试验室和现场试验对比，对生产更具有可行性。

2. 采用无氰浸出药剂工艺在技术上是可行的。

6.4 设计指标

根据试验结果，参考选矿厂生产实践及类似黄金矿山生产指标，延用矿山现有的全泥氰化—富氧炭浸提金工艺，目前将现在用的有毒浸出药剂氰化钠替换为无毒的绿金药剂。设计推荐的工艺技术条件如下：

处理能力：1480t/d，原矿在磨矿细度-200 目含量 95%、矿浆浓度 45%、CaO 用量 1.0kg/t、碱处理时间 2.0h、NaCN 用量 1.0kg/t、浸出 24h 的条件下进行浸出，金的浸出率达到 86.67%。在底炭密度为 16g/L 的条件下，椰壳炭在矿浆中吸附速率较快，在吸附 4 小时后，吸附率即可达到 94.08%。

6.5 原则流程与加工方案

6.5.1 原有工艺流程描述

破碎：矿石采用二段（三段）一闭路破碎，为了既能处理原矿、堆浸尾渣，又能处理混合矿，在粗碎前设置预先筛分。矿石用汽车运到原矿仓，由槽式给料机给入 C80 颚式破碎机，其产品与 G138 圆锥破碎机产品一并由皮带运输机送到圆振动筛筛分。筛上物料返回 G138 细碎机，筛下产品运输到粉矿仓，产品粒度-12mm。

磨矿：采用二段闭路磨矿，一段由 $\phi 2700 \times 4000$ 格子型球磨机与 $\phi 2000$ 双螺旋分级机构成闭路，溢流细度为-200 目占 60%；二段由 $\phi 2700 \times 4000$ 溢流型球磨机与 $\phi 250$ 旋流器组构成闭路，磨矿细度为-200 目占 95%。

浓缩：磨矿产品经除屑后给入 $\phi 12m$ 高效浓缩机做浸前浓缩，底流浓度 40-45%。选矿：采用全泥氰化-富氧炭浸工艺。浓缩机底流由泵扬送到 3 台 $\phi 3500 \times 4000$ 预浸槽 5 台 $\phi 6300 \times 7000$ 浸出吸附槽提金。底炭密度 15-20g/l 矿浆。冶炼：产出的载金炭送设在玛曲县城的公司黄金冶炼厂提炼为可供销售的合质金。

尾矿：尾矿浆经漂白粉处理后，经两级泵站（砂泵型号 8/6E-AHI、动力 55kw）输送到尾矿库。

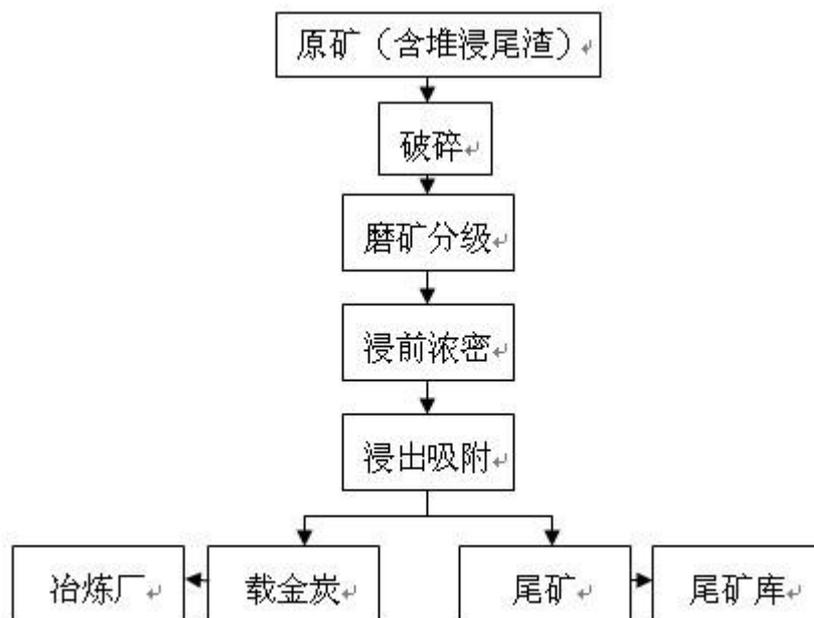
6.5.2 设计选冶加工方案

1. 利用现有 1480t/d 选矿厂处理矿石；
2. 载金炭加工利用公司现有冶炼厂即可；
3. 为了降低破碎产品粒度，减少破碎工段开车时间，将二段 G138 圆锥破碎机改为 GP300 圆锥破碎机。
4. 拆除现有的 8 台 3500×4000 搅拌槽，改为 3 台 6300×7000 搅拌槽做为预浸槽，解决浸出时间不足的问题。

5. 增加磨矿自动控制系统，使二段细度稳定在 90-95%的 200 目细度。

6.5.3 选矿工艺

选矿工艺流程见下图：



选矿工艺原则流程图

6.6 生产能力与工作制度

选矿厂日处理矿石 1480t，年作业天数 210d，采用三班制，破碎每班 5.5h，磨矿、炭浸 8h。年处理矿石量 310000t。选冶综合回收率为 85%，其中冶炼回收率为 98%。

6.7 设备选择

依据选矿生产工艺与能力，新增设备选择见表 6-9。

表 6-9 新增主要设备表

序号	设备名称及型号	台数	单重 t	功率 (kw)
1	GP300 圆锥破碎机	1	10.6	250
2	絮凝剂制备系统	1		
3	Φ6300×7000 搅拌槽	3	13.5	18.5×3
4	磨矿自动控制系统	1		

6.8 尾矿设施

6.8.1 尾矿物理参数

尾矿量：年均尾矿量 30.77 万 m³，尾矿浆容重：1.3t/m³，尾矿粒度：-200 目占 95%，尾矿比重：2.7t/m³ 矿浆浓度：25-35%，压滤后矿饼含水量 20-25%。

6.8.2 尾矿处理设备

表 6-10 尾矿处理设备表

序号	设备名称及型号	台数	单重 t	功率 (kw)
1	高效隔膜压滤机 KMZGF600/2000	4		25*5
2	渣浆泵 80ZBYL-450	4		75KW*6
3	空气压缩机 LGFD185/0137B	2		185KW*2
4	液下砂泵 65Q-LP(Q=37.63M ³ /h, H=26.8m)	2		
5	单梁起重机 Q10t, LK22.5m, H16m	1		0.8kw*5

6.8.3 尾矿库

尾矿库位于选矿厂西侧 100m 左右的山谷下游开阔草地，傍山建设，三面筑坝一面依山，尾矿库全库容 455.7×10⁴m³，有效库容 364.56×10⁴m³，服务期内尾矿量为 211.94×10⁴m³，可满足设计服务期内尾矿堆存要求。

初期坝、副坝和后期坝：设计初期坝为碾压土石坝，坝顶总长 500m 坝顶宽 4m，坝顶标高为 3500m，采用三面筑坝形式，库区内取料，内坡此 1:2.0，外坡此为 1:2.5。当尾渣堆筑至标高 3506m 时，尾渣库北侧起筑副坝一座，副坝坝型为碾压土石坝，库区内取料。副坝坝顶标高+3509m，坝轴线处最低点标高+3505m（不计清基），坝轴线处最大坝高 H=3m。坝顶宽 B=4m，坝顶总长 L=239.5m（未包括与两岸山体结合槽的长度 1.6m），坝体内外坡比均为 1:2.0。后期坝由初期坝内沿向内推进 2m 后再开始向上外坡此为 1:3，内坡此 1:2，坝顶宽度为 3m，后期坝设计最终坝顶标高 +3533m。后期坝总高度 33m。

排洪和排渗系统：库区内排水设施为排水斜槽一排水涵管，尾渣库库区 200 年一遇最大 24 小时降雨的洪水总量为 1.86 万 m³，而该尾渣库最小

的调洪库容是 2.23 万 m³ 能够调蓄 200 年一遇最大 24 小时降雨的洪水总量。南侧初期坝体内坡脚处设纵向排渗盲沟。坝基处理设 ϕ 159mm 的排渗钢管并排 4 根，将渗水引至坝下游回水池内。

回水系统：由于尾矿采用干式堆存，尾渣在尾渣库分层堆放过程中曝气带走大量污水，降解尾矿渣中的有毒物质，正常情况下尾渣堆场水量极少，通过导渗钢管集中将废水排往集水池，集中将废水返回选厂，做到污染零排放。

在尾矿库左侧山体修建尾矿压滤干排厂房（即脱水厂房），为地上一层建筑高度为 15.7m、建筑面积为 1980m²、结构安全等级为二级、抗震设防等级为丙类，抗震烈度为 7 级、场地类别为二类，设计服务年限为 50 年的彩钢房。用于尾矿浓缩压滤脱水。尾矿压滤系统采用 6 台 80ZBYL-450 型渣浆泵及 6 台型号为 KMZGF600/2000 型高效全开压滤机。

尾矿浆液通过现有马尔斯泵输送给压滤车间，压滤车间通过压滤机压渣，尾渣通过皮带机输送至尾渣库堆放，尾液通过回水系统返回选矿厂循环利用。

企业将随着生产进程，按照设计逐期加高和完成，满足尾矿堆放要求，保证尾矿库安全运行。

7 环境保护、水土保持与复垦

7.1 设计企业环保标准

- a. 《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）Ⅲ类标准；
- b. 《环境空气质量标准》（GB3095—2012）二级标准；
- c. 《土壤环境质量标准》（GB15618—2008）Ⅱ类标准；
- d. 《地下水质量标准》（GB/T14848—2017）Ⅲ类标准；
- e. 《声环境质量标准》（GB3096—2008）Ⅲ类标准。
- f. 《危险废物鉴别标准》（GB5085.1—5085.7—2007）。
- j. 《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》（GB18599—2001）；
- h) 《工业企业厂界环境噪声排放标准》（GB12348—2008）Ⅱ类标准。
- i. 《污水综合排放标准》（GB8978-1996）；
- j. 《大气污染物综合排放标准》（GB16297-1996）；
- k. 《锅炉大气污染物排放标准》（GB13271-2014）；
- l. 《地质灾害防治条例》（中华人民共和国国务院第 394 号令，2003 年 11 月）。
- m. 《黄金行业氰渣污染控制技术规范》（HJ 943—2018）。

7.2 矿山主要污染物及治理措施

本项目主要污染物为粉尘、废气、废水、固体废弃物和噪声等。设计严格执行国家有关的环保法规，采取先进的生产工艺、设备，将污染物的危害降至最低。

7.2.1 粉尘及废气

a. 采场的凿岩、爆破、装运为主要产尘点，采取湿式凿岩、喷雾洒水等降尘措施。

b. 选厂的破碎、焙烧等处是主要产尘点，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；

c. 选厂锅炉采用收尘器除尘和膜脱硫除尘器脱硫，经处理后烟气的排放浓度低于《锅炉大气污染物排放标准》(GB13271-2001)的规定，烟气排放符合环保要求。立窑焙烧炉产生的烟气，主要含 Cl^2 、HCl 等成份的烟气经酸雾净化塔，采用石灰石乳液吸收进行净化处理，烟气的排放浓度和排放速率分别符合《工业炉窑大气污染物排放标准》(GB9078-1996)与《大气污染物综合排放标准》(GB16297-1996)中的二级标准；其余外排的废气经采取相应的通风除尘等净化措施处理后均可做到达标排放。

7.2.2 废水

生产：采场排放凿岩废水，该部分水除浊度偏高外，不含有害物质，经沉淀后可直接排入地表沉淀池，澄清后可以再次利用。

生活污水：企业食堂、办公室排出少量污水，经室外管网收集后，通过化粪池简单处理后用于厂区绿化。

7.2.3 固体废弃物

本工程固体废弃物主要为采矿废石、选厂尾砂及锅炉煤渣等。

采矿废石：堆存在废石场或作为尾矿筑坝，废石中不含放射性物质和其他对人畜有害物质，对环境不产生危害。

选厂尾矿：选厂尾矿经浓密压滤后运送至尾矿库分层碾压堆放，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。

锅炉炉渣：设计在锅炉房旁边设煤渣临时堆场，周围设围墙，防止二次粉尘污染。煤渣定期运出，用于铺路、回填矿坑等使用，因此不会对周围环境产生危害。

7.2.4 噪声

在注重设备选型的基础上，主要采取基础减振、安装消声器、设置隔

音操作间以及提高其安装精度等措施,以减轻噪声对外环境和操作人员的影响。对水泵、破碎机、空压机等高噪声设备的降噪措施遵循以“隔声减振为主,消声吸声为辅”的原则,在设备安装时进行基础减振处理,尽量将各噪声设备安装于室内,同时对噪声值较大的设备采取隔声和吸声相结合的降噪措施,对单个高噪声设备安装消声器和隔声罩,并通过合理布置和矿区绿化减轻对矿区噪声的影响。

7.2.5 其它环境保护措施

方案总体布局时,根据矿区自然条件及生产特点,合理布置了生产区、生活区、废石场等设施,保证相互之间的安全防护距离。绿化是保护和改善环境的有效措施,企业建成后应利用当地自然条件,种草植树,美化环境,减少环境污染。

7.3 水土保持与土地复垦

7.3.1 生产建设过程中的水土流失预测

7.3.1.1 生产建设中导致水土流失的因素

a. 破坏地貌及开挖边坡

矿山的建设需要修建公路和剥离岩土等,不可避免地破坏了原有的地貌和植被,矿山开采、公路的建设和场地的整平造成了许多边坡开挖。

b. 基建和生产过程中弃土、弃渣等基建和生产过程中的废石、场地整平的余土和冶炼过程中的浸出渣的排弃。

7.3.1.2 生产建设中造成的水土流失量

a. 基建过程造成的弃土、弃石、弃渣量:

基建期各工业场地,场地整平填挖方量较少,基本平衡。联络公路建设土方量基本平衡。开拓土石方量、基建期废石全部用于井下充填。

b. 生产过程中的弃土、弃石、弃渣等工程量:

7.3.2 水土流失防治方案

a. 林草措施

在生活区内部、边坡及厂区周围的空地、缓坡等地带种草，防风挡沙，防止水土流失。草种的选择以适合高寒地区的树种和草种，以提高成活率，达到预期的效果。

b. 工程措施

在场地高坡、陡坡地段采用挡土墙和护坡，减少边坡的水土流失；在各场地和公路的平台内边坡下，砌筑护坡，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。

7.3.3 土地复垦方案

土地复垦的主要目的是将企业建设和生产对环境的不利影响减少到最低程度，改善企业生态环境，做好企业用地的二次开发利用。土地复垦设计范围为企业远、近期用地界限。企业建设单位应负责建设过程中有关土地复垦事项，企业按生产建设进度实施相应的土地复垦计划。复垦对象为废石场、集中弃方堆场及破坏表层土壤、植被的集中取土土源。

本次复垦的对象主要为废石场，对已关闭停用废石场进行复土种草，达到水土保持的要求。

7.4 生态修复治理措施

土壤是植物赖以生存的物质基础，土壤母质、结构、pH值、肥力等与植物生长密切相关。根据露天矿边坡表面风化程度的不同，在种植之前，应适当的改造土壤的pH值、肥力等，通过调整覆土薄厚程度及与其它肥料混合比例使植物适合生长，按覆土的厚度不同及表层温度，采用厚覆土进行种植。选择适宜的植物种类是生态恢复的关键技术之一；由于矿区条件极端恶劣，所以耐干旱、耐高温及低温、耐贫瘠、速生、高产的草本为首选种类，这类植物可以迅速生长，强有力地改变遭破坏的生态环境，为

其他植物的迁移、定居创造条件。在种植过程中，根据边坡土壤的元素组成，辅一定的水肥，尤其是微生物肥，这些措施有利于植物的快速生长和立地条件的改善。同时矿山绿化后，空气质量将改善。植物有吸滞烟灰、粉尘的功能，植物能有效的吸收有害气体、放氧，从而净化环境。某些特殊的植物能吸收、分解或固定有毒物质，净化有害废弃物或防止有毒物质扩散污染。还可吸收噪声，起到消声器的作用。

7.5 环境影响评述

针对采选工艺污染物进行了分析，采取了有效的治理措施。矿山采用地下开采方式，废石按要求回填空采区或者废石场堆放，对自然破坏较小。选矿工艺尾矿水经处理后 85%返回工艺重复利用，一部分自然蒸发；生活污水经处理达标后排放。选矿及锅炉产生的粉尘、废气均采取了有效的除尘、通风措施后达标排放。噪声采取了减振防噪及隔音措施。针对基建和生产中的水土流失因素采取了防治措施。安排了废石场和尾矿库的复垦工作。企业成立环保领导小组，设置环保监测站。因此，拟建项目在基建和生产过程中不会对生态环境造成明显危害。

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

7.6 绿色矿山建设

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

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

(1) 依法办矿，规范管理

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

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

(2) 走矿山绿色开发道路，搞好矿区绿化工作

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

(3) 创建企业文化，彰显企业魅力

矿山应坚持以人为本的管理理念，深入开展企业文化建设，着力打造具有企业精神的企业文化。积极宣传国家的方针政策、各级党代会精神、安全生产和环境保护理念，进一步提高了矿区的美化、亮化档次，宣传企

业文化、廉政文化、传统文化及习总书记系列讲话精神。形成“爱岗敬业、主动作为、开放自信、感恩奉献、担当创新、追求卓越”的工作精神。

(4) 履行社会责任，造福社会

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

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

7.7 环保及水保投资

估算环境保护投资为 903.65 万元，占项目总投资的 5.5%。水土保持及复垦投资为 755.78 万元，约占项目总投资的 4.6%。

8 安全生产与工业卫生

8.1 方案编制依据

(1) 《建设项目安全设施“三同时”监督管理办法》(2010年12月14日国家安全监管总局令第36号公布,根据2015年4月2日国家安全监管总局令第77号修正);

(2) 《中华人民共和国安全生产法》2014年12月1日;

(3) 《建设工程安全生产管理条例》(国务院令第393号);

(4) 《金属与非金属矿山安全规程》GB16423-2006;

(5) 《中华人民共和国职业病防治法》国家主席令[2011]第52号令;

(6) 《中华人民共和国矿山安全法》国家主席令[2009]第18号令;

(7) 《甘肃省安全生产条例》2016年7月1日;

(8) 《生活饮用水卫生标准》GB5749-2006(2012年版);

(9) 《建设项目职业病危害分类管理办法》(2006年7月27日实施);

(10) 《工业企业设计卫生标准》GBZ1-2010(2010年8月1日实施);

(11) 《工作场所有害因素职业接触限值》(2007年11月1日实施);

(12) 《工业企业噪声控制设计规范》(GB/T50087-2013);

(13) 《尾矿库安全监督管理规定》国家安全生产监督管理总局令第38号(2015年修订)。

8.2 矿区地质环境对安全的影响

矿床位于大水一忠曲断裂带的南缘,断裂发育,以近东西向构造贯穿整个矿区,它起着导矿、控矿作用,对成矿物质来源和矿液运移也起着重要作用。

矿体近矿围岩蚀变严格受断裂破碎带控制,以中低温蚀变为特征,蚀变具有多阶段性,以裂隙充填为主,多呈线状或带状蚀变。蚀变类型简单,常见有方解石化、赤(褐)铁矿化、硅化、绿泥石化、绢云母化、

碳酸盐化、黄钾铁矾化等。其中与金矿关系密切的有硅化、赤铁矿化、方解石化。

矿区属构造剥蚀地貌类型，山形浑圆，沟谷宽浅，山顶多呈平坦舒缓的夷平原地形，地表均被高原草根层覆盖，无崖崩、滑坡、泥石流等地质灾害，矿床周围均属坚硬稳固的地质体，矿床开采不会引起地面塌陷、山体失稳等现象。

8.3 其它自然条件对安全的影响

8.3.1 坑内尘毒和有害物质来源

矿区可能出现的污染物主要为粉尘、炮烟及少量有害气体。

坑内主要的产尘点为凿岩、爆破和装运过程，粉尘中游离 SiO_2 是造成矿工矽肺病的主要原因，坑内炮烟主要来自井巷掘进和采场爆破作业。

8.3.2 雷电、地震等情况的安全防范措施

对雷电及火灾应采取相应的防护措施。矿区工程结构设计按8度设防，设计基本地震加速度为 $0.20g$ ，设计地震分组为第三组，地震动反应谱特征周期为 $0.45s$ ，厂址应避开主要断裂带。

8.3.3 总体设计中的安全防范措施

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

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

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

8.4 矿床开采安全评述

8.4.1 地下开采采空区与崩落区安全管理措施

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

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

8.4.2 采矿工艺过程不安全因素及防范措施

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

其防范的主要措施是：

井下爆破作业应严格执行《爆破安全规程(GB6722-2014)》。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 运输安全

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

8.4.4 废石场的安全可靠性

矿山已形成多处废石场，废石排弃方式采用分层排放的方式，由下而上逐层排放，废石堆置自然安息角为 $32^{\circ}\sim 36^{\circ}$ ，废石场台阶高度 $< 20\text{m}$ ，最终形成废石场边坡角不大于 28° 。

在废石场周围修筑截、排水沟，防止外围雨水进入。排放时用块石垫底，便于渗透下去的雨水排走。底部设置挡墙，防止废石阻断河道。废石场内平台设置 $2\%\sim 5\%$ 的反坡。废石场周围应圈定危险范围，并设立警戒标志，无关人员不应进入危险范围内。任何人不应在场地内从事捡矿石等活动。

8.4.5 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。

8.5 采空区的影响及安全治理措施

对矿区内以前开采的空区曾进行详细调查，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《国家安全生产监督管理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 机电和其它

8.6.1 运输设备的安全性

运输线路均以设计规范和设计要求设计，其安全适应性满足国家有关规定。由于井下采用架线式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，必须减速并发出警号。

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；地表运输，夜间运输作业区段，应有良好的照明。

8.6.2 竖井提升的安全可靠性

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。

8.6.3 斜井提升的安全可靠性

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

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

定期对井口阻车器和网式捞车器以及吊桥检查维修，确保其处于挖好状态。斜井提升时，不应人货混合串车提升。专用人车应有顶棚，并装有可靠的断绳保险器。首车与挂车的断绳保险器应相互连结，并能在断绳时起作用。断绳保险器应既能自动，也能手动。运送人员的人车，应有随车安全员。随车安全员应坐在装有断绳保险器操纵杆的首车内。运送人员的专用人车的首车和挂车车厢这间，除连接装置外，还应附挂保险链。连接装置和保险链，应经常检查，定期更换。专用人车乘车人员携带的工具和零件不应伸出车外；在人车运行时和未停稳前，人员不应上下车或将头部和身体探出车外。斜井提升运输应有专人负责管理。乘车人员应听从随车安全员指挥，按指定地点上下车，上车后应关好车门，挂好车链。斜井运

输时，不应蹬钩；人员不应在运输道上行走。

8.6.4 防雷、接地的可靠性分析

矿区高耸建筑物均设置防雷击措施。

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

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

8.7 矿山透水安全治理措施

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

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

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

8.8 预防矿山火灾和水灾

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

严禁在沟底布置和建设任何建、构筑物、工棚以及堆放矿石、废石；靠近沟边应砌筑一定长度的护堤。

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

8.9 高原病防治措施

矿区属高海拔高寒地区，空气稀薄，易使人缺氧，高原低氧环境不能适应而容易发生高原病。进入矿区工作人员应了解高原环境特点，按计划进行适应性锻炼，注意防寒和防止上呼吸道感染，有明显心、肺、血液疾病患者不宜进入矿区工作。采取现场医务室配备高压氧仓、急救药品等，对工人加强高原病和有关急救知识教育，定期进行体检等措施，有效预防和减少因高原病引起的人身伤害。

8.10 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《国家安全生产监督管理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、井型、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。

大水金矿3530m以上已建成“六大系统”，包括人员井下定位，井下通信联络，紧急避险系统等。3530m以下企业应委托有资质的设计单位进

行设计，矿山安全设施在通过安全主管部门的审批后，企业在生产过程中严格按照提出的有关要求及批复意见采取相应措施，就能达到国家对矿山生产企业的安全生产要求。

8.11 工业卫生

8.11.1 防噪声危害

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

8.11.2 防粉尘危害

产生粉尘的地点有：采掘工作面、装矿硐室等。防尘措施主要有：

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

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

8.11.3 防炮烟中毒

在采掘爆破时，会产生大量炮烟，炮烟中含有大量的CO、NO_x气体，使氧气含量降低。这些气体直接危害着人体健康而发生炮烟中毒。为此，爆破后必须有足够的通风时间，炮烟被稀释，空气质量达到要求后，人

员才能进入；加强通风，局部通风不良的场所，采用局扇通风。

8.12 矿山安全救护及管理

8.12.1 安全机构及人员配置

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

8.12.2 建立健全各项安全管理制度和操作规程

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

8.12.3 编制和完善企业生产安全事故应急救援预案

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

8.12.4 做好对员工的安全教育培训

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

8.12.5 矿山救护

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

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

8.13 工业卫生

8.13.1 矿山卫生辅助设施

矿山在生活办公区设有食堂、浴室，设立工业卫生化验室和保健站，可满足需要。

8.13.2 矿山防尘

采用湿式凿岩，对工作面和装卸矿点采用喷雾洒水降尘，爆破后对矿堆进行喷水降尘，定期进行道路洒水。

主要穿孔、铲装、运输和其它辅助设备均应配备操作驾驶室，以改善工作人员的劳动环境，并尽量减少露天采场内有害成分的侵蚀，大型设备驾驶室安装空气净化装置。加强个体防护，佩戴防尘口罩，尽量减小粉尘对人体的危害。

8.13.3 防噪音措施

采矿凿岩、空压机等地点以个人防护为主，给接触噪音的人员发放防护用品，设备加装消音器，操作间设置隔音墙。

8.14 安全与工业卫生投资

估算安全及工业卫生投资为985.80万元，占项目总投资的6.0%。

9 技术经济

9.1 总投资估算

大水金矿为已有矿山，根据业主提供资料，利旧投资 14260.0 万元，见表 9-1；总投资按费用性质划分估算见表 9-2。

表9-1 原有利旧工程投资费用表

费用名称	建筑工程	井巷工程	设备购置	安装工程	其它费用	合计
I 工程费用	4563.20	3992.80	2852.00	570.40		11978.40
II 其它费用					0.00	0.00
III 预备费					0.00	0.00
IV 基建期贷款利息					0.00	0.00
V 铺底流动资金					2281.60	2281.60
估算总价值	4563.20	3992.80	2852.00	570.40	2281.60	14260.00
占投资比例 (%)	32.00	28.00	20.00	4.00	16.00	100.00

原有净资产总额为 14260.0 万元，本次矿山新增投资为 2170.0 万元，新增投资资金来源为全部自筹。详见下表：

表 9-2 总投资按费用性质划分估算表

项目名称		建筑工程	井巷工程	设备购置	安装工程	其它费用	合计	备注
前期投资	投资(万元)	4278.00	3992.80	2852.00	570.40	2566.80	14260.00	含利旧投资
	占投资比例	30.00	28.00	20.00	4.00	18.00	100.00	
后期投资	投资(万元)	651.00	694.40	542.50	108.50	173.60	2170.00	
	占投资比例	30.00	32.00	25.00	5.00	8.00	100.00	
合计	投资(万元)	4929.00	4687.20	3394.50	678.90	2740.40	16430.00	
	占投资比例	30.00	28.53	20.66	4.13	16.68	100.00	
项目名称		建筑工程	井巷工程	设备购置	安装工程	其它费用	合计	

估算建设投资总额为 16430.0 万元，此次新增投资主要用于井巷的开拓和设备的购置。

9.2 产品销售及价格

矿山企业的最终产品为合质金，根据目前市场价格和业主提供的实际供货价格，设计价格为250元/g。

9.3 成本估算

根据矿山实际生产成本，类比国内同类矿山，本开发利用方案估算矿石综合成本为856.0元/t，单位原矿成本构成见表 9-3。

表 9-3 原矿单位综合成本构成表

序号	项目	采矿	选矿	其它	合计	备注
1	生产成本	339.3	355.2		694.5	
1.1	外购材料	65.5	90.5		156.0	
1.2	燃料	35.5	38.5		74.0	
1.3	动力	24.4	28.6		53.0	
1.4	工资及福利	92.3	85.2		177.5	
1.5	折旧	22.4	29.6		52.0	
1.6	修理费	24.4	21.6		46.0	
1.7	其它费用	74.8	61.2		136.0	
2	维简费			18.0	18.0	
3	矿山安全费用			11.5	11.5	其中：尾矿 1.5 元
4	环境治理费用			15.0	15.0	
5	财务费用			0.0	0.0	
6	销售费用			42.0	42.0	
7	管理费用			75.0	75.0	
8	总成本费用	339.3	355.2	161.5	856.0	
	减：折旧费	22.4	29.6		30.0	
	维简费			15.0	15.0	
9	经营成本	316.9	325.6	146.5	811.0	

9.4 销售税金及附加

由于金没有增值税，故该矿只有资源税，没有城乡维护建设税、教育

附加费。资源税为 807.42 万元，其中资源税税率为 2.5%。

9.5 经济效果

项目达产年销售收入 32296.68 万元，毛利润为 6044.75 万元，所得税 1238.32 万元，税后年利润 3714.95 万元，投资利润率为 30.15%。项目财务内部收益率 14.95%，静态投资回收期为 4.42 年，项目盈利能力较强。项目综合技术经济指标见表 9-1。

表9-1 大水金矿综合技术经济指标表

序号	指标名称	单位	数量	备注	
1	地质储量	矿石量	10 ⁴ t	383.80	
		Au 金属量	kg	203800.30	
		Au 品位	g/t	5.31	
2	储量评审基准日	2017/6/30			
3	开采矿种	金矿			
4	最终开采标高	3850m-3400m			
5	设计利用矿量	Au 矿石量	10 ⁴ t	262.50	
		Au 品位	g/t	5.64	
		Au 金属量	kg	14792.45	
6	开采方式	地下开采			
7	开拓方式	格尔珂矿区平硐+竖井+斜井、贡北矿区平硐+斜井			
8	采矿方法	分段空场法嗣后充填和浅孔留矿法			
9	贫损指标	采矿损失率	%	8.00	
		采矿贫化率	%	13.00	
10	采出矿量	Au 矿石量	10 ⁴ t/a	277.58	
		Au 品位	g/t	4.90	
		Au 金属量	kg	13609.06	
11	规模及服务年限	生产规模	10 ⁴ t/a	31.00	1148t/d
		服务年限	a	8.95	
12	选矿工艺	全泥氰化工艺			
13	选冶综合回收率	%	85.00	其中冶炼回收率 98%	
14	企业最终产品	合质金			
15	总产金属量	kg	11567.70		
16	年产金属量	kg	1291.87		
17	生产成本	生产成本	元/t	756.00	
		销售费用	元/t	25.00	
		管理费用	元/t	75.00	

		合计	元/t	856.00	
18	销售价格		元/g	250.00	
19	基建投资		万元	16430.00	
20	年经济核算	年销售收入	万元	32296.68	
		年生产成本		26536.00	
		资源税		807.42	
		年总利润		4953.27	
		年所得税		1238.32	
		年净利润		3714.95	
21	财务评价	投资利润率	%	30.15	
		内部收益率	%	14.95	
		投资回收期(静态)	a	4.42	

10 开发利用方案简要结论

10.1 设计利用地质资源

设计利用矿石量 262.49 万 t, Au 平均品位 5.64×10^{-6} , Au 金属资源量 14792kg; 其中: 122b 类资源量 65.33 万吨, Au 平均品位 10.09×10^{-6} , Au 金属资源量 6593kg, 2M22 类资源量 13.50 万吨, Au 平均品位 1.58×10^{-6} , Au 金属资源量 213kg, 333 类资源量 183.67 万吨, Au 平均品位 4.35×10^{-6} , Au 金属资源量 7987kg。矿权标高为 3850m—3400m。

10.2 生产能力及服务年限

根据利用资源量设计推荐的生产规模为 $31.0 \times 10^4 \text{t/a}$, 1148t/d; 矿山服务年限为 9.0 年。若考虑远景资源储量还可延长矿山服务年限。

10.3 产品方案

根据矿石的加工技术性能, 推荐矿山最终产品合质金。

10.4 采选工艺方案

开采方式为地下开采; 根据大水金矿格尔珂矿区开采技术条件矿体形态复杂、矿岩稳固性好、矿体多, 单一的采矿法无法满足矿体的开采, 经过初步选择, 适合于金矿体开采条件的主要有分段空场采矿嗣后充填采矿法和浅孔留矿法。

经估算, 分段空场采矿嗣后充填采矿法占 75%, 浅孔留矿法占 25%。矿山综合采矿损失率为 8.0%, 综合贫化率为 13.0%。

选矿工艺: 在全泥氰化—富氧炭浸提金工艺的基础上, 药剂改用无氰浸出药剂工艺。

10.5 厂址方案及开拓运输方案

10.5.1 厂址方案

总体布置充分利用矿区地形条件, 本着有利生产、方便管理、保证矿山生产安全、节约用地, 减少基建工程投资的原则进行。总体布置主要由

办公区、工业场地、废石场、露天坑、选矿厂、尾矿库、炸药库、矿区道路等组成；矿山已生产多年，主要布置沿用已有。

10.5.1.1 办公生活区

矿山现有的办公生活区共有三处，其中两处位于格尔珂矿区（东侧及北侧），一处位于贡北矿区南侧。总占地面积约 4.956hm²。

10.5.1.2 工业场地

采矿工工业场地共计三处，分别为 3530m 平硐口工业场地、107 线竖井工业场地、89 线竖井工业场地。

各采矿工工业场地包括采矿办公室（排班室）、变电房，空压机房等，地表充填站不直于 89 线工业场地，工业占地面积约 3.73hm²。

10.5.1.3 废石场

矿区现有废石场 10 处，分布于各平硐口及露天坑周边，格尔珂及贡北矿区各 5 处，压占面积 48.273hm²。

格尔珂矿段矿山基建及生产期内废石量共计 $22.63 \times 10^4 \text{m}^3$ ，（其中基建期废石量为 $1.74 \times 10^4 \text{m}^3$ ，生产期废石量为 $20.89 \times 10^4 \text{m}^3$ ），贡北矿段矿山基建及生产期内废石量共计 $4.23 \times 10^4 \text{m}^3$ ，（其中基建期废石量为 $0.56 \times 10^4 \text{m}^3$ ，生产期废石量为 $3.67 \times 10^4 \text{m}^3$ ）；坑内废石由电机车运至坑外临时堆场，再用汽车运输至排土场排放。废石场底部砌筑挡土墙，排土场上部周边修筑截水沟，拦截山坡雨水汇入废石场。格尔珂矿段和贡北矿段废石场容积可满足矿山服务期内废石堆存要求。

10.5.1.4 选矿厂

选矿厂位于矿区东南侧，占地面积 10.41hm²，场内布置有厂内生产、生活管理区。

10.5.1.5 尾矿库

尾矿库位于选矿厂西侧 100m 左右的山谷下游开阔草地，傍山建设，

三面筑坝一面依山,尾矿库全库容 $455.7 \times 10^4 \text{m}^3$,有效库容 $364.56 \times 10^4 \text{m}^3$,服务期内尾矿量为 $211.94 \times 10^4 \text{m}^3$,可满足设计服务期内尾矿堆存要求。

初期坝、副坝和后期坝:设计初期坝为碾压土石坝,坝顶总长 500m 坝顶宽 4m,坝顶标高为 3500m,采用三面筑坝形式,库区内取料,内坡此为 1:2.0,外坡此为 1:2.5。当尾渣堆筑至标高 3506m 时,尾渣库北侧起筑副坝一座,副坝坝型为碾压土石坝,库区内取料。副坝坝顶标高+3509m,坝轴线处最低点标高+3505m(不计清基),坝轴线处最大坝高 $H=3\text{m}$ 。坝顶宽 $B=4\text{m}$,坝顶总长 $L=239.5\text{m}$ (未包括与两岸山体结合槽的长度 1.6m),坝体内外坡比均为 1:2.0。后期坝由初期坝内沿向内推进 2m 后再开始向上外坡此为 1:3,内坡此 1:2,坝顶宽度为 3m,后期坝设计最终坝顶标高+3533m。后期坝总高度 33m。尾矿库占地面积 17.26hm^2 。

10.5.1.6 炸药库

炸药库位于采矿场大门沿道路南侧 340m 处,占地面积约 0.312hm^2 。库墙四周设有排水沟,周边安装监控系统和红外感应系统等。

详见附图一:大水金矿矿区总平面布置图。

10.5.2 开拓运输方案

格尔珂矿段各中段的矿石、废石通过采场溜井装入矿车,通过斜井/竖井运输 3530m 主平硐,由电机车运输至地表,再用自卸车运至选厂。

贡北矿段各中段的矿石、废石通过采场溜井装入矿车,通过斜井提至 3602m 主平硐,由电机车运输至地表,再用自卸车运至选厂。

10.6 综合评价

当项目达到设计采选规模时,项目达产年销售收入 32296.68 万元,毛利润为 6044.75 万元,所得税 1238.32 万元,税后年利润 3714.95 万元,投资利润率为 30.15%。项目财务内部收益率 14.95%,静态投资回收期为 4.42 年,项目盈利能力较强。回收投资相对较快。该项目投资效果显著,

经济效益明显,并且具有一定的社会效益,可以解决当地约 300 人的就业,对当地经济发展也是十分有利的。

10.7 存在的主要问题及建议

a. 矿区存在大量采空区,建议矿山进行前期实测调查和处理,以确保矿山生产安全。

b. 矿床水文地质勘查程度低,需要补充进行必要的水文地质研究和勘查工作,避免给今后的矿山设计和生产安全带来一定的影响。

c. 矿山已生产多年,建议矿山加强地压、采空区及矿井涌水的研究,提出更为准确的灾害防治安全措施,保障矿山生产安全。

d. 在生产过程中,业主应加强生产管理,尽量降低生产成本,根据市场行情,及时调整工业指标,最大限度的利用宝贵的金矿资源。