

陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段 深部金矿详查地质报告

陕西汉阴黄龙金矿有限公司

二〇二〇年九月

陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段 深部金矿详查地质报告

勘查单位：中国冶金地质总局西北地质勘查院

项目负责：钱焕亭

编写人：钱焕亭 杨涛 雒鹏鹏 彭如盼 王志罡

张选朝 何润泽 赵继宏 拓步瑞 苟磊

审查人：魏东

总工程师：陈贺起

院长：王猛

提交单位：陕西汉阴黄龙金矿有限公司

提交单位负责人：龙建康

提交时间：二〇二〇年九月



内容摘要

“陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查”项目，探矿权人：陕西汉阴黄龙金矿有限公司，勘查单位：中国冶金地质总局西北地质勘查院。探矿权证号：T61520190402055208；勘查面积 0.69km²，有效期限 2019 年 4 月 29 日至 2021 年 4 月 29 日。

勘查目的：为了给黄龙金矿提供后备金矿资源基地。

野外勘查周期自 2019 年 6 月-2020 年 8 月，累计完成水工环地质调查 10km²、钻探 5569.30m（共 24 个钻孔）、钻探水文工程地质编录 2580.60m、坑道水文工程地质编录 513m 等。累计勘查投入约 400 万元。

矿区隶属陕西省汉阴县龙垭镇管辖。其中心地理坐标（2000 国家大地坐标）为：东经 108°33′39″，北纬：33°01′28″。矿区中心位于汉阴县城北东 21° 方位直距约 20 公里处。

区域出露地层主要为下志留统梅子垭组（S_{1m}）；其次为中泥盆统石家沟组下部（D_{2s}¹）。勘查区位于黄龙金矿采矿权金沟矿段 330m 海拔高程以下，均为下志留统梅子垭组（S_{1m}）地层，层位较稳定，金矿体受韧性剪切带 S2 面理控制。

通过本次详查工作共圈出 4 条金矿体，编号为 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV。金矿体均为隐伏矿体，金矿体和围岩没有明显的界线，以分析结果圈定为准。矿体总体均呈北西-南东向展布，金矿体沿走向长 120-140m，沿倾向斜深 115-345m，矿体形态较为简单，总体呈较缓-中等倾斜的层状、似层状产出，局部透镜状产出。矿体厚度 0.61-27.96m。金矿石中的主要有益组份是 Au。单样品位 0.10~24.30 克/吨，矿体平均品位 1.62~2.98 克/吨。

成因类型应属韧性剪切带控制的沉积-变质热液型矿床。

黄龙金矿已有矿山自己建设的金矿选厂，利用已有黄龙金矿选矿厂，两段磨矿重选法，其日处理矿石量 350 吨。其原则工艺流程为原矿-破碎-细磨-重选-熔炼-金锭。金选矿回收率 90%。

本次 4 条矿体估算金矿资源储量：共获得控制+推断资源量：矿石量 137.4 万吨，金金属量 2386 千克，金平均品位 1.74 克/吨。

提交资料包括正文共十章五十二节，附图 44 张，附表附件齐全。

主题词：金矿+详查+陕西省汉阴县

目 录

第一章 绪论	1
第一节 勘查目的和任务	1
第二节 勘查区位置与交通	2
第三节 勘查工作区自然地理、经济状况	4
第四节 矿业权设置情况	5
第五节 勘查区与各类自然保护区的关系	8
第六节 以往地质工作	8
第七节 本次工作情况	14
第二章 区域地质	16
第一节 区域地质成矿背景	16
第二节 地层	16
第三节 构造	17
第四节 岩浆岩	18
第五节 区域地球化学特征	18
第六节 区域矿产	19
第三章 矿区地质	21
第一节 地层	21
第二节 构造	25
第三节 岩浆岩	29
第四节 变质作用及围岩蚀变	29
第四章 矿体地质	32
第一节 矿体特征	32
第二节 矿石质量	36
第三节 矿石类型和品级	48
第四节 矿体围岩与夹石	49
第五章 矿石加工技术性能	51
第一节 矿石可选性实验	51
第二节 矿山选矿情况	54
第六章 矿床开采技术条件	56
第一节 项目概述	56
第二节 水文地质条件	58
第三节 工程地质条件	62
第四节 环境地质条件	64

第五节	开采技术条件总结.....	68
第七章	地质勘查工作及质量评述.....	69
第一节	勘查类型及工程间距.....	69
第二节	勘查方法及工程布置.....	69
第三节	勘查工程质量评述.....	70
第四节	地质勘查工程测量及其质量评述.....	73
第五节	地质测量工作及其质量评述.....	75
第六节	采样、加工、化验和岩矿鉴定工作及其质量评述.....	78
第八章	资源储量估算.....	83
第一节	资源量估算对象及范围.....	83
第二节	资源量估算的工业指标.....	83
第三节	资源量估算方法的选择及其依据.....	84
第四节	资源量估算参数的确定.....	85
第五节	矿体圈定原则.....	87
第六节	资源量分类及块段的划分.....	90
第七节	资源量估算结果.....	91
第八节	资源量估算可靠性.....	91
第九节	伴生有益组分资源量估算.....	93
第十节	资源量估算中需要说明的问题.....	93
第九章	矿山开发经济意义.....	94
第一节	金矿资源概况和市场供需形势分析.....	94
第二节	矿床资源量、矿石加工技术性能及开采技术条件概述.....	95
第三节	矿山建设的外部条件概述.....	97
第四节	矿山建设规模、服务年限及产品方案.....	97
第五节	采矿、选矿方案.....	98
第六节	主要技术经济指标的选择与年度经济效益预测.....	98
第七节	企业效益、社会效益分析及环境保护问题.....	99
第八节	总体评价.....	100
第十章	结论.....	101
第一节	勘查程度、勘查工程质量和资料的完备程度评述.....	101
第二节	矿床成因及找矿标志.....	101
第三节	矿床成矿基本规律和远景评价.....	102
第四节	存在的主要问题和今后工作建议.....	103

附 图 目 录

顺序号	图号	图名	比列尺
1	1	陕西省汉阴县黄龙金矿区域地质图（附矿权范围）	1：50000
2	2	陕西省汉阴县黄龙金矿矿区地质图（附矿权范围）	1：10000
3	3	汉阴县黄龙金矿金沟矿段地形地质图	1：2000
4	4	黄龙金矿金沟矿段 345 中段坑道平面地质图	1：500
5	5-1	黄龙金矿金沟矿段 20 勘探线剖面图	1：1000
6	5-2	黄龙金矿金沟矿段 22 勘探线剖面图	1：1000
7	5-3	黄龙金矿金沟矿段 24 勘探线剖面图	1：1000
8	5-4	黄龙金矿金沟矿段 26 勘探线剖面图	1：1000
9	5-5	黄龙金矿金沟矿段 28 勘探线剖面图	1：1000
10	6-1	陕西省汉阴县黄龙金矿金沟深部水文地质图	1：10000
11	6-2	陕西省汉阴县黄龙金矿金沟深部工程地质图	1：10000
12	6-3	黄龙金矿金沟矿段 24 勘探线水文地质剖面图	1：1000
13	6-4	黄龙金矿金沟矿段 22 勘探线工程地质剖面图	1：1000
14	6-5	黄龙金矿金沟矿段 KKZK2411 水文钻孔抽水试验综合图表	1：200
15	6-6	金沟矿段 345 中段坑道水文地质工程地质编录图	1：100
16	6-7	金沟矿段 393 中段坑道水文地质工程地质编录图	1：100
17	7-1	黄龙金矿金沟矿段 GIII-1 矿体资源储量估算垂直纵投影图	1：1000
18	7-2	黄龙金矿金沟矿段 GIII-2 矿体资源储量估算垂直纵投影图	1：1000
19	7-3	黄龙金矿金沟矿段 GIII-5 矿体资源储量估算垂直纵投影图	1：1000
20	7-4	黄龙金矿金沟矿段 GIV 矿体资源储量估算垂直纵投影图	1：1000
21	8-1	黄龙金矿金沟矿段 KZK2011 钻孔柱状图	1：200
22	8-2	黄龙金矿金沟矿段 KZK2013 钻孔柱状图	1：200
23	8-3	黄龙金矿金沟矿段 KZK2015 钻孔柱状图	1：200
24	8-4	黄龙金矿金沟矿段 KZK2017 钻孔柱状图	1：200
25	8-5	黄龙金矿金沟矿段 KZK2204 钻孔柱状图	1：200
26	8-6	黄龙金矿金沟矿段 KZK2205 钻孔柱状图	1：200
27	8-7	黄龙金矿金沟矿段 KZK2206 钻孔柱状图	1：200
28	8-8	黄龙金矿金沟矿段 KZK2208 钻孔柱状图	1：200
29	8-9	黄龙金矿金沟矿段 ZK2402 钻孔柱状图	1：200
30	8-10	黄龙金矿金沟矿段 KZK2409 钻孔柱状图	1：200
31	8-11	黄龙金矿金沟矿段 KZK2411 钻孔柱状图	1：200
32	8-12	黄龙金矿金沟矿段 KZK2412 钻孔柱状图	1：200
33	8-13	黄龙金矿金沟矿段 KZK2413 钻孔柱状图	1：200
34	8-14	黄龙金矿金沟矿段 KZK2415 钻孔柱状图	1：200
35	8-15	黄龙金矿金沟矿段 KZK2606 钻孔柱状图	1：200
36	8-16	黄龙金矿金沟矿段 KZK2607 钻孔柱状图	1：200
37	8-17	黄龙金矿金沟矿段 KZK2608 钻孔柱状图	1：200
38	8-18	黄龙金矿金沟矿段 KZK2609 钻孔柱状图	1：200
39	8-19	黄龙金矿金沟矿段 KZK2610 钻孔柱状图	1：200

顺序号	图号	图名	比列尺
40	8-20	黄龙金矿金沟矿段 KZK2611 钻孔柱状图	1：200
41	8-21	黄龙金矿金沟矿段 KZK2806 钻孔柱状图	1：200
42	8-22	黄龙金矿金沟矿段 KZK2809 钻孔柱状图	1：200
43	8-23	黄龙金矿金沟矿段 KZK2811 钻孔柱状图	1：200
44	8-24	黄龙金矿金沟矿段 KZK2815 钻孔柱状图	1：200

附 表

- 1、测量成果表
- 2、样品分析结果登记表
- 3、单工程平均品位、厚度计算表
- 4、矿体资源量估算表
- 5、水工环地质调查表

附 件

- 1、探矿权证复印件
- 2、采矿权证复印件
- 3、勘查许可证、化验室资质
- 4、矿区测量总结报告
- 5、水工环专题勘查报告
- 6、分析检测报告复印件
- 7、勘查合同（勘查委托书）

第一章 绪论

第一节 勘查目的和任务

一、目的

陕西汉阴黄龙金矿有限公司将其拥有的“陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查”探矿权，委托中国冶金地质总局西北地质勘查院在探矿权范围内开展详查地质工作。其目的是为了给黄龙金矿提供后备金矿资源，拟采用有效的勘查方法及系统采样工程，对 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 金矿体进行系统工程控制，达到详查程度，估算控制和推断资源量；开展概略研究，为矿山开发提供地质依据。

二、任务

1、全面收集和分析黄龙金矿矿区以往地质和矿产等资料，总结研究区内金矿控矿因素和成矿规律。

2、对探矿权范围内 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 金矿体深部延伸情况通过坑内钻探工程及系统采样工作，基本查明矿体规模、形态、产状、空间分布范围，确定矿体连续性。

3、基本查明矿石结构、构造、矿物组成，划分矿石自然类型、工业类型和品级，研究其分布规律；基本查明伴生有用、有益、有害组分的含量及赋存状态。

4、通过类比黄龙金矿矿山现有矿石加工选冶工艺流程，基本查明勘查区内矿石加工选（冶）技术性能。

5、在收集和整理已有的水文地质、工程地质、环境地质资料的基础上，进一步开展矿床开采技术条件研究，基本查明矿区水文地质、工程地质、环境地质条件及影响矿床开采的主要问题，对矿床开采技术条件进行综合分析评价和危险性预测。

6、开展概略研究，估算推断资源量和控制资源量。

7、提交详查报告，作出是否具有工业价值的评价，为矿山开发提供地质依据。

三、本次勘查采用的技术规范及标准

1. 《固体矿产资源/储量分类》（GB/T17766—2020）
2. 《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908—2020）
3. 《固体矿产勘查工作规范》（GB/T33444—2016）

4. 《全球定位系统（GPS）测量规范》GB / T18341—2001
5. 《矿产地质勘查规范 岩金矿》(DZT 0205-2020)
6. 《固体矿产勘查原始地质编录规程》(DZ/T0078—2015)
7. 《地质矿产勘查测量规范》（GB/T18341—2001）
8. 《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB/12719—1991）
9. 《地质岩芯钻探规程》（DZ/T0227—2010）
10. 《地质矿产实验室质量管理规范》（DZ/T0130—2006）
11. 《固体矿产勘查地质资料综合整理、综合研究技术要求》(DZ/T0079—2015)
12. 《地质勘查单位质量管理规范》（DZ/T0215—2012）
13. 《固体矿产地质勘查报告编写规范》（DZ/T 0033—2020）
14. 《1:10000 水文地质调查规范》（DZ/T0282—2015）
15. 《地表水环境质量标准》（GB3838—2002）
16. 《地下水质量标准》（GB/T14848—2017）
17. 《岩土工程勘查规范》（GB50021—2001）
18. 《供水水文地质勘查规范》（GB50027—2001）
19. 《工程岩体分级标准》（GB50218—2014）
20. 《绿色勘查指南》（T/CMAS0001—2018）

其它现行的有关规范、标准、规程、规定等。

第二节 勘查区位置与交通

勘查区位于汉阴县黄龙金矿区，其中心位于汉阴县城北东 21° 方位直距约 20 公里处，隶属陕西省汉阴县双河口镇管辖。其边界极值坐标（2000 国家大地坐标）为：东经 108° 33′ 18″ 至 108° 34′ 00″，北纬 33° 01′ 16″ 至 33° 01′ 40″，中心地理坐标为：东经 108° 33′ 39″，北纬：33° 01′ 28″。

阳（平关）—安（康）铁路、316 国道汉（中）—安（康）段和十（堰）—天（水）高速公路从汉阴县城南通过，都设有车站，汉阴县城与原黄龙乡有县级柏油公路（约 20Km）通行，原黄龙乡政府到矿区有水泥公路（约 3.5km）通行，交通较为方便（图 1-1）。

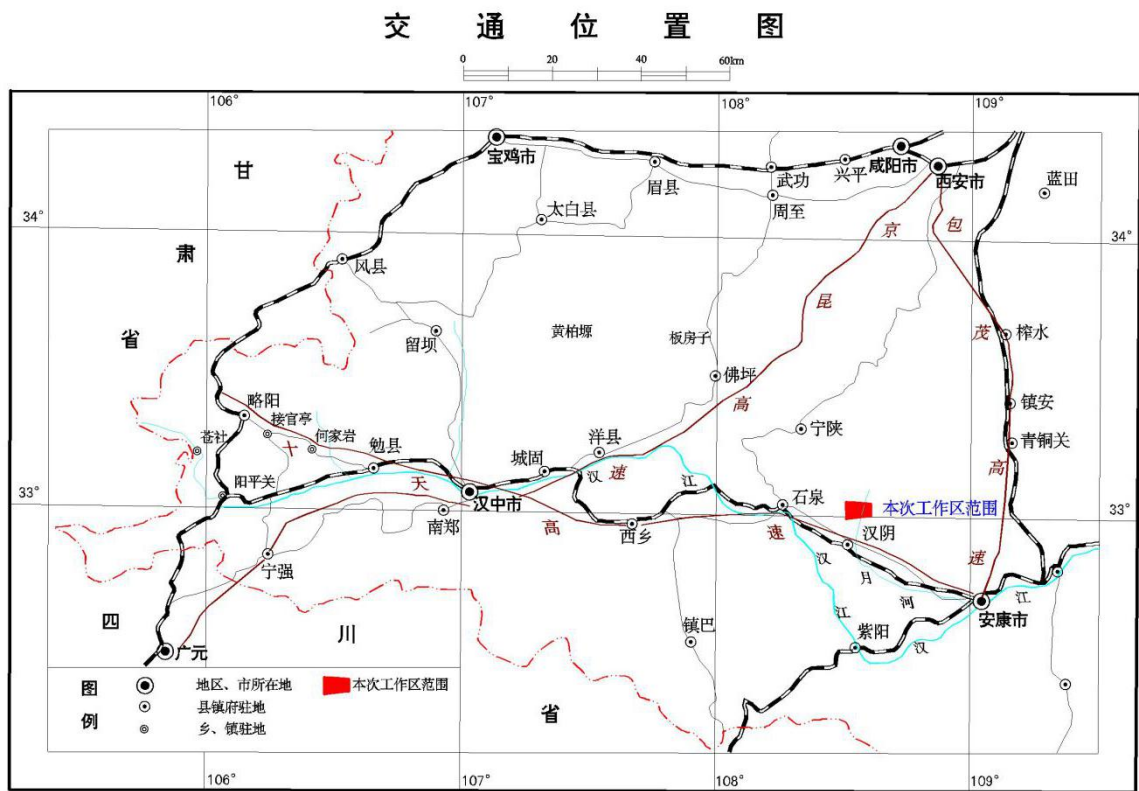


图 1-1 交通位置图

第三节 勘查工作区自然地理、经济状况

一、地形地貌特征

工作区属南秦岭山脉南麓，为中低山区。本次探矿权平面范围内海拔最高点为马家沟西侧大梁，海拔 940 米；最低点为青泥河河谷，海拔高程为 580 米，相对高差 360 米，地形切割程度中等。探矿权平面范围以外的矿区范围内海拔最高点为虎头寨，海拔高程为 1011.40 米；最低点为青泥河河谷，海拔高程为 560 米；相对高差 453 米，地形切割程度中等。主要河流青泥河等，总体上呈自北向南汇入汉江一级支流月河；其它次级水系较发育，如大篆沟流水及小篆沟流水，水流量随季节变化较大，干旱期也很少断流，冬季无冰封现象。该区植被发育程度中等。

二、气象、水文特征

本区属北亚热带大陆性季风气候，四季分明，冬季寒冷，夏季炎热。年平均气温为 $13^{\circ} \sim 15^{\circ}$ ；元月份温度最低，平均气温为 2°C ，最低气温达 -17°C ；7 月份温度最高，平均气温为 26°C ，极端最高气温达 40°C 。年平均降雨量 936.70mm，最大降雨量 1218.00mm。大气降水多集中在 7~9 月，占年降水量的 60~70%，形成雨季。年蒸发量在 1300~1400mm 之间。霜冻期一般在 11 月至次年 2 月，最大霜冻深度约 15cm。无霜期 8 个多月。春夏多东南风，秋冬多西北风，一般风速 1.3m/s，瞬时风速可达 4.0m/s。多连阴雨和暴雨，暴雨和连阴雨又常常相伴。长期连阴雨夹暴雨，是全区滑坡、崩塌、泥石流形成的主要诱发因素之一。暴雨主要集中在 6~9 月，又以 7~8 月为最多，约占全年暴雨次数的 64%。局地短时强暴雨诱发的突发性地质灾害常常发生，因此，夏秋两季是区内滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的高发期。区内人口较多，多居住于河谷两岸。

矿区属秦岭山脉南麓，地形切割中等，自西而东分别为观音河、青泥河等两条主要河流，呈较宽阔的峡谷自北而南汇入月河，其它次级水系发育，水流量随季节变化较大，但干旱期也从未断流，冬季无冰封现象。

三、区域经济概况

该区邻近安康市工农业较发达地区，原材料和劳动力资源丰富。经济以农业为主，主要农作物有小麦、水稻、玉米、薯类等。主要经济作物有板栗、核桃、蚕桑等。矿区水资源丰富，有青泥河、观音河等常年流水从矿区通过，满足了矿山生产及生活用

水需求。区内工业主要为黄金采选业，除黄龙金矿外，还有鹿鸣金矿、八庙沟金矿等矿山企业，为汉阴县财政重要增收税户。

石泉-安康 110 千伏国家电网经过汉阴，汉阴-双河高压供电线路从矿区通过。矿区用电是从黄龙变电所引入的 10KV 电路专线（矿山距黄龙变电所 5 公里），供电正常，完全满足矿山生产、生活用电需求。勘查区中国移动，联通和电信网络覆盖全区，通信方便。

第四节 矿业权设置情况

一、探矿权基本情况

“陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查”探矿权人为：陕西汉阴黄龙金矿有限公司；法人：龙建康；注册资本：壹千陆佰万元；公司性质：私人独资公司；经营范围：黄金采选；地址：汉阴县龙垭镇兴春村；联系人：龙建康；联系电话：0915-5460050/18392718362。

1、探矿权情况

“陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查”探矿权为新立矿权，通过协议出让方式取得，首设时间为 2019 年 4 月 29 日。其平面范围位于黄龙金矿采矿权东部金沟矿段（见表 1-1），标高范围为黄龙金矿采矿权开采下限 330m 以下（见图 1-3），其基本情况如下：

勘查项目名称：陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查

探矿权人：陕西汉阴黄龙金矿有限公司

勘查许可证号：T61520190402055208

探矿证有效期：自 2019 年 4 月 29 日至 2021 年 4 月 29 日

图幅号：I49E018003

矿区面积：0.69km²

勘查单位：中国冶金地质总局西北地质勘查院

勘查单位地址：西安市雁塔区长安南路 491 号

该探矿证范围由 4 个拐点圈定（见表 1-1）。

表 1-1 陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查探矿权范围拐点坐标一览表

拐点 编号	2000 国家大地坐标系			
	经 度	纬 度	X	Y
1	108° 33′ 18.000″	33° 01′ 40.000″	3655965.608	36551850.607
2	108° 34′ 00.000″	33° 01′ 37.000″	3655879.001	36552941.072
3	108° 34′ 00.000″	33° 01′ 20.000″	3655355.272	36552943.896
4	108° 33′ 18.000″	33° 01′ 16.000″	3655226.228	36551854.511

二、黄龙金矿采矿权情况

该探矿权上部毗邻黄龙金矿采矿权，该采矿权概况如下：

黄龙金矿采矿证号：C6100002010094110074804

采矿权人：陕西汉阴黄龙金矿有限公司

矿山名称：汉阴县黄龙金矿

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：10.50 万吨/年。

矿区面积：4.4007 平方公里

有效期限：自 2020 年 6 月 29 日-2024 年 6 月 29 日。

采矿权区范围拐点坐标见下表：

表 1-2 黄龙金矿采矿权范围拐点坐标（证载坐标）一览表

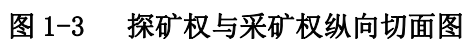
拐点 编号	2000 国家大地坐标系		拐点 编号	2000 国家大地坐标系	
	X	Y		X	Y
C1	3655341.6538	36552949.2510	C9	3656351.6116	36548819.2530
C2	3655223.6435	36551859.2530	C10	3657175.6099	36548960.2556
C3	3655791.6215	36550189.2567	C11	3656991.6143	36549857.2586
C4	3655874.6132	36548699.2521	C12	3656171.6211	36550189.2577
C5	3656308.6075	36546890.2397	C13	3656126.6206	36550306.2568
C6	3656607.7377	36546198.1562	C14	3656084.6213	36550442.2586
C7	3657063.7398	36546399.1591	C15	3655901.6460	36552949.2576
C8	3656749.6066	36547081.2425	开采标高 1075-330 米		

三、勘查区周边矿权设置情况

该探矿权西边为陕西省汉阴县黄龙金矿外围矿区金矿详查探矿权，北边为陕西省汉阴县岩屋沟松树沟金矿详查探矿权，南边为陕西省汉阴县刘家沟金矿详查探矿权，东边为陕西省汉阴县坝王沟金矿普查探矿权。周边矿权分布情况见图 1-2。

该探矿权上部为汉阴县黄龙金矿采矿权，与周边矿权无矿权纠纷。本次详查区与

探矿权范围与黄龙金矿采矿权范围空间关系见图 1-2。



第五节 勘查区与各类自然保护区的关系

勘查区周边无各类自然保护区。

第六节 以往地质工作

一、以往区域地质工作

1958-1959 年，陕西省地质局汉江地质队，在汉江流域开展砂金普查工作，并提交《陕西省汉江流域中、上游砂金矿调查报告》和《陕西省石泉-安康金矿普查报告》。

1958-1959 年原陕西省地质局秦岭区域地质测量队进行了《石泉幅》1:20 万区域地质调查工作，包括了本区，后通过验收并于 1966 年出版了《石泉幅》1:20 万地质图及其说明书，随后完成了航磁测量。

1986-1989 年原陕西省地质局第七地质队开展了《迎凤沟幅》和《铁佛寺幅》1:5 万区域地质调查，包括了本区。

以上基础地质工作对相应图区内地层、构造、岩浆岩及变质岩进行了基础研究工作，为地质找矿工作打下了基础。

2013 年-2020 年，经原国土资源部国土资函[2013]179 号文件正式批准，在陕西省安康市北部设立“陕西石泉-旬阳金矿整装勘查区”项目，东西跨越石泉县、汉阴县、汉滨区、旬阳县三县一区十余个乡镇，东西长 131.50 千米、南北宽 11-19 千米，面积约 1957.67 平方千米。主体勘查单位为陕西地矿第一地质队有限公司。

2011 年以来，陕西石泉-旬阳金矿带整装勘查区内共开展 1:5 万区域地质调查 1667 平方千米，涉及 1:5 万图幅有宁陕幅（I49E017002）、木王坪幅（I49E017003）、狮子口幅（I49E017004）、东镇幅（I49E018004）共 4 幅。共开展 1:5 万地球化学调查 3789 平方千米，涉及 1:5 万图幅有饶峰幅（I49E017001）、迎丰街幅（I49E018002）、铁佛寺幅（I49E018003）、东镇幅（I49E018004）、汉阴幅（I49E019003）、大河口幅（I49E019004）、赵家湾幅（I49E019005）、安康幅（I49E020005）共 8 幅。共开展 1:5 万地球物理调查 860 平方千米，涉及 1:5 万图幅有汉阴幅（I49E019003）、赵家湾幅（I49E019005）共 2 幅。共开展 1:5 万矿产地质调查 3359 平方千米，涉及 1:5 万图幅有饶峰幅（I49E017001）、迎丰街幅（I49E018002）、铁佛寺幅（I49E018003）、东镇幅（I49E018004）、汉阴幅（I49E019003）、赵家湾幅（I49E019005）、安康幅

(I49E020005)共7幅。通过以上基础地质调查,大致查明了整装勘查区内区域地层、岩浆岩及构造的基本格架,以及主要含金构造带的展布、变形变质、构造样式及含矿性等特征,为整装区内各类矿产勘查工作奠定了基础。

整装勘查区内,共实施各类金矿勘查项目26个,主要矿种为金,其他涉及有铅、锌、铁、钒以及重晶石等矿种。2011年以来,勘查投入及主要突破是金矿,其他矿种基本未有重点投入及大的突破。2011年—2019年累计资金投入30386万元,其中中央财政投入1840万元,占比6.1%;省级财政投入5622万元,占比18.5%;社会资金投入22924万元,占比75.4%。累计完成钻探122401米,坑探10946米,槽探171070立方米。新发现金小型矿产地12处,中型矿产地1处,截止2019年底,累计查明控制+推断金资源量35.38吨。

整装勘查区内金矿成因类型为韧性剪切带型,矿石类型以含硫化物构造蚀变片岩型为主体,石英脉型次之。2011年以来重点投入、取得重大找矿进展的矿产勘查项目共有12个,累计新发现评价小型金矿产地10处,预期新发现评价中型金矿产地2处。

二、以往矿产地质工作概况

1958-1959年,原陕西省地质局秦岭区域地质测量队进行了《石泉幅》1:20万区域地质调查工作。发现矿产14种,矿(化)点41处。同时通过重砂测量及金属量测量,圈出重砂异常区22个,发现异常点69个,金属量异常区13个,矿区就位于“金-2”黄金重砂异常西南部。

1976年陕西省地质局第七地质队在汉阴县黄龙-铁佛寺一带100km²范围内进行了岩金找矿工作,在矿区北东部外围发现了谭家坡金矿点,并对该矿点及其它外围金矿点(如金斗坡、茅垭子等)进行了检查工作。

1982-1985年西北冶金地质勘探公司七一六队在石泉-汉阴北部进行了岩金找矿工作,检查了数十个金矿(化)点,发现了硝磺洞金矿点(为现黄龙金矿采矿权硝磺洞矿段)。并确定区内下志留统梅子垭组为一良好的含金地层。

1985-1991年原冶金工业部西北地质勘查局六队以硝磺洞矿段为中心,以梅子垭组地层为对象,在100km²范围内进行岩金普查找矿过程中,同时进行了1:1万土壤化探工作,在对16-II号化探异常检查时发现了金沟矿点(为现黄龙金矿采矿权金沟矿段),随后,对硝磺洞、金沟等两个金矿点先后进行了普查和详查工作,两个金矿点

升级为两个金矿段，这两个金矿段称为黄龙金矿床，于 1991 年 10 月六队向冶金工业部西北地质勘查局提交了《陕西省汉阴县黄龙金矿详查地质报告》。该报告采用工业指标为：边界品位 1 克/吨，最低工业品位 2 克/吨，矿段平均品位 3 克/吨，最低可采厚度 1 米，夹石剔除厚度 2 米，当矿体厚度小于 1 米而金品位较高时，可采用米·克/吨值。依据该指标，共圈定 11 条金矿体（硝磺洞有 II、III、IV、V（盲）、VI（盲）、VII-1、VII-2 及 VIII 等 8 条金矿体；金沟有 I、II、III 等 3 条金矿体），矿体控制延深 50~174 米（硝磺洞：55~165 米；金沟：50~174 米）。其资源量估算基准日为 1990 年 6 月 30 日，估算储量总矿石量 184.7 万吨，金金属量 4825.87 千克，矿石平均品位 2.612 克/吨，其中表内 C 级储量矿石量 13.48 万吨，金金属量 456.18 千克，平均品位 3.384 克/吨。同时对黄龙金矿床外围茶园沟-小篆沟一带（原黄龙金矿外围详查探矿权范围）进行了普查，发现了茶园沟、水地沟、王家湾和田家湾等四个金矿段（为现黄龙金矿采矿权西部茶园沟矿段、水地沟矿段和王家湾矿段）。该报告工作范围位于现黄龙金矿采矿权硝磺洞矿段和金沟矿段，取得成果与本次勘查矿体无关。

2005 年 5 月-2006 年 5 月，安康市国土资源局委托长安大学隗合明教授课题组，对安康北部志留系分布区的岩金矿进行品位指标论证，提交了《安康北部志留系岩金矿品位指标研究论证报告》。经过陕西省国土资源厅审批，以陕国土资储备[2006]166 号文批准，审批的工业指标为边界品位：0.50 g/t，最低工业品位：1.20 g/t，矿体最低平均品位：1.60 g/t。

2002 年 1 月至 2006 年 9 月，陕西省地质矿产勘查开发局第三地质队受汉阴黄龙金矿委托，在原黄龙金矿外围详查探矿权范围进行了详查地质工作（为现黄龙金矿采矿权茶园沟矿段、水地沟矿段和王家湾矿段），提交了《陕西省汉阴县茶园沟-小篆沟一带金矿详查地质报告》，该报告以陕西省国土资源规划与评审中心的“陕国土资评储发〔2007〕058 号文”评审通过，并以“陕国土资储备〔2007〕271 号文”备案。评审文件结论为，同意《详查报告》中圈出的汉阴县茶园沟—小篆沟一带金矿 KT1~KT7 矿体，其资源量估算基准日为 2006 年 9 月 30 日，估算矿体总矿石量 82.92 万吨，金金属量 1484.22 千克。平均品位 1.79 克/吨。其中：控制的内蕴经济资源量（332）矿石量 26.31 万吨，金金属量为 460.86 千克，平均品位 1.74 克/吨；推断的内蕴经济资源量（333）矿石量 56.61 万吨，金金属量为 1018.61 千克，平均品位 1.82 克/

吨。

该报告工作范围位于现黄龙金矿采矿权西部范围内，取得成果与本次勘查矿体无关。

2007 年受安康市国土资源局委托，中国冶金地质总局西北地质勘查院对“陕国土资矿采划〔2008〕321 号”文件中划定的整合区范围内汉阴县黄龙金矿的金矿资源储量，编写了《陕西省汉阴县黄龙金矿（整合区）资源储量核实报告》（现黄龙金矿采矿权范围），于 2010 年 1 月 9 号评审通过。该报告以陕国土资储备〔2010〕88 号文备案，其资源量估算基准日为 2009 年 12 月 31 日，备案储量为：

保有资源储量：总矿石量 104.67 万吨，金金属量 1953.18 千克，金平均品位 1.87 克/吨。其中控制的经济基础储量（122b）矿石量 13.00 万吨，金金属量 267.56 千克，金平均品位 2.06 克/吨。控制的内蕴经济资源量（332）矿石量 30.14 万吨，金金属量 558.76 千克，金平均品位 1.85 克/吨。推断的内蕴经济资源量（333）矿石量 61.52 万吨，金金属量 1126.86 千克，金平均品位 1.83 克/吨。

消耗储量：矿石量 170.28 万吨，金金属量 4261.74 千克，金平均品位 2.50 克/吨。

累计查明资源储量：矿石量 274.95 万吨，金金属量 6214.92 千克，金平均品位 2.24 克/吨。

该核实报告采用工业指标为：边界品位 0.5g/t、块段最低工业品位 1.2g/t、矿体平均品位 1.6 g/t。该指标与现行的金矿规范一般工业指标（边界品位 1g/t、最低工业品位 2.5g/t、矿段平均品位 4.5 g/t）相比，属于低品位金矿的工业指标。该核实报告金沟矿段矿体为 G I、G II、GIII 等 3 条金矿体，均在采矿权范围内 330 标高以上分布，未延伸至本次探矿权范围内，但 2011 年以后采矿权范围新发现的 GIII-1、G III-2、GIII-5 及 GIV 等 GIII 平行金矿体均延伸到 330 标高以下本次探矿权范围内。

2012 年 8 月-2019 年 9 月，我院在陕西省汉阴县黄龙金矿外围矿区金矿探矿权范围内开展了普查-详查地质工作，先后开展了 1:10000 地质测量、1:2000 地质草测、1:2000 地质修测、1:2000 地形测量、1:1000 勘探线剖面测量、1:10000 水工环地质测量、钻探等工作，对采矿证内 KT7、KT3 金矿体在深部延伸情况进行控制，累计投入钻探工作量 4197.59 米，投入勘查费用约 500 万元。共探获金矿推断的资源量和控制的资源量矿石量 12.27 万吨，金金属量 231.67 千克，金平均品位 1.89 克/吨。其

中，控制的资源量矿石量 4.35 万吨，金金属量 76.72 千克，金平均品位 1.72 克/吨；推断的资源量矿石量 7.91 万吨，金金属量 154.95 千克，金平均品位 1.96 克/吨。

2020 年 5 月，我院提交了《陕西省汉阴县黄龙金矿外围矿区金矿详查地质报告》，2020 年 6 月 23 日，经陕西省矿产资源调查评审指导中心专家评审后，因勘查程度低，未达到全区范围详查程度，报告未通过评审。该报告工作范围位于现黄龙金矿采矿权西部，取得成果与本次勘查矿体无关。

三、以往水文、工程、环境地质工作

1、区域水文、工程、环境地质地质工作情况

1981 年，陕西省地质局第二水文地质队，依陕西地质局指示，对秦巴山区进行 1/50 万水文地质普查提交报告。调查认为：区内松散岩类孔隙水多分布于山间及河谷地带，含水性较均一，河漫滩及低阶地的水量丰富，冲积砂卵石层是主要的含水层。区内岩溶水丰富，基岩裂隙水分布广，但水量贫乏。地下水以低矿化重碳酸盐型水为主，水质良好，适于饮用和工业用水要求。区内地表水资源丰富，平均总径流量达 160 亿立方米/年，地下水天然资源概算总量为 28.5152 亿立方米/年。区内工程地质条件较复杂，因此在构造带（强烈地震带）及岩体边坡不稳定带进行工程建设时，应采取防范措施。

1981 年，陕西省地质局第二水文地质队提交陕西省安康—马池盆地水文地质勘查报告（1/10 万）。工作区为陕南安康—马池一带。依陕西省地质局下达任务，进行 1/10 万水文地质勘查，工作查明：（1）安康—马池盆地主要含水层是第四系全新统及上新统松散层，盆地内地表水，地下水联系极为密切，傍河开采地段，随着开采量的增大，可获得相应的补给量；（2）安康城区主要的水文地质问题是饮用水，水质污染严重，出现数种化学组分超标，采取有效措施治理“三废”；（3）盆地冰碛物、冰蚀地形的存在，说明该区第四纪曾出现过冰川活动；（4）经计算全区地下水资源补给量为 14995.13 万立方米/年，可开采量为 6855.13 万立方米/年。

2002 年陕西地质工程总公司陕西省安康市汉阴县地质灾害调查与区划报告，汉阴县位于陕南山区中部，面积 1339 平方公里。通过调查，对境内 85 处主要地质灾害隐患点、灾害种类型及其发育特征、危害程度、稳定性和诱发因素等有了初步认识；对全县进行了地质灾害易发程度分区，并进行了地质灾害防治区划，制定了地质灾害的防灾预案。在 85 处地质灾害隐患点中，堆积层滑坡 71 处，基岩滑坡 1 处，泥石流 4

处，共涉及 460 户 2559 人、1859 间房屋、1200 亩耕地的生命财产安全。通过综合分析评价，危险点 27 处，次危险点 48 处，不危险点 10 处。属近期防治的有 23 处，中期防治的 38 处，远期防治的 22 处；属避让的 51 处，生物治理的 60 处，工程治理的 53 处，属综合治理的有 9 处。报告对境内的地形地貌、气象、水文、地层岩性、地质构造、地下水、岩土体工程等进行了阐述。

西北有色勘测工程公司进行了陕西省汉阴县地质灾害详细调查。调查乡（镇）14 个，调查行政村 179 个，调查地质灾害隐患点 377 个，核查遥感解译点 116 个，调查环境地质点 156 个，群测群防点建设完善 132 个，查清了汉阴县境内滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害发生的岩土体条件，地质灾害发育、分布规律及形成机理，并评价和预测其发展趋势；指导当地政府选择移民安置点，并对已有各移民安置点进行地质灾害危险性初步评估；对县境内主要矿山进行地质环境条件调查研究，并对其今后开发提出合理意见及建议；帮助当地政府进一步健全和完善群测群防网络体系。

2017 年，陕西省地调院开展了汉中天坑群地质遗迹调查项目，经过三个多月的野外调查工作，先后开展完成了 1:5 万遥感解译 5019 平方公里，1:2000 无人机摄影测量 600 平方公里，1:5 万天坑群地质遗迹调查 400 平方公里，洞穴探测 5.5 公里，编制了图册及专题片，取得了阶段性调查成果。

2、矿区以往水工环地质工作情况

（1）本地区 2007 年受安康市国土资源局委托中国冶金地质总局西北地质勘查院对“陕国土资矿采划〔2008〕321 号”文件中划定的整合区范围内汉阴县黄龙金矿的金矿资源储量编写核实报告，核实报告对矿床的开采技术条件进行了概略性叙述。对本地区金矿的开采技术条件进行了调查与评价，对本矿区开展水工环地质详查工作具有借鉴意义。

（2）中国冶金地质总局西北地质勘查院于 2018 年 4 月至 2019 年 9 月，在陕西汉阴黄龙金矿有限公司持有的“陕西省汉阴县黄龙金矿外围矿区金矿详查”探矿权范围（位于黄龙金矿采矿权西边）开展水工环详查工作，完成 1:10000 水工环地质测量 10km²、水质一般简分析样 4 件、岩石力学样 16 组等，基本查明了矿床开采技术条件。该项工作主要在现黄龙金矿采矿权西部进行，工作范围为一个完整的水文地质单元，与本次勘查范围无关。

第七节 本次工作情况

2019年6月-2020年8月，我院在陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查探矿权范围内开展详查地质工作，先后投入了1:10000水工环地质测量、钻探及采样等工作，对采矿证330m标高以下（本次探矿权范围内）的GIII-1、GIII-2、GIII-5及GIV等4条金矿体进行系统工程控制，完成的主要工作量：1:10000水工环地质测量10平方公里、共计施工钻探工程24个（钻孔编号见表1-3），总进尺5569.30米、基本分析样品1670件、组合样6件、矿石全分析样6件，金物相分析样4件，内检样150件，外检样54件，水质一般全分析样1件，岩石力学测试样22件，小体重样34件，光片鉴定4件，薄片鉴定4件，各类样品共计1955件；累计投入勘查资金约400万元，具体工作量见表1-3。

表 1-3 汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查完成主要实物工作量表

序号	项目	单位	完成工作量	备注
1	工程点测量	点	42	
2	1:10000 水工环地质测量	km ²	10	
3	钻孔	工程编号：KZK2011、KZK2013、KZK2015、KZK2017、KZK2204、KZK2205、KZK2206、KZK2208、KZK2402、KZK2409、KZK2411、KZK2412、KZK2413、KZK2415、KZK2606、KZK2607、KZK2608、KZK2609、KZK2610、KZK2611、KZK2806、KZK2809、KZK2811、KZK2815 m	5569.30	所有钻探工程均在详查区范围内施工，共计24个钻孔。
4	钻探水文工程地质编录	工程编号：ZK1605、KZK2013、KZK2208、KZK2409、KZK2411、KZK2412、KZK2415、KZK2610、KZK2815 m	2580.60	所有钻探工程均在详查区范围内
5	坑道地质及水文工程地质编录	工程编号：393中段、345中段 m	513	本次编录的两个中段均在探矿权上部采矿证内，是本报告编写所必需的。
6	基本分析样 Au	件	1670	
7	组合样（Cu、Pb、Zn、As、S、Ag）	件	6	
8	矿石全分析样	件	6	
9	金物相分析样	件	4	
10	内验样品	件	150	
11	外验样品	件	54	
12	水质一般全分析	件	1	
13	岩石力学测试样	组	22	
14	小体重样	件	34	

序号	项目		单位	完成工作量	备注
15	矿石 岩矿鉴定	光片鉴定	件	4	
16		薄片鉴定	件	4	
17	钻孔抽水试验		孔/次	1 孔 1 次	在 KZK2411 钻孔进行

取得的主要成果

1、通过对 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等 4 条金矿体采用钻探手段，以基本工程间距（50 米×50 米）对矿体进行了控制。基本查明矿体规模、形态、厚度及品位变化；基本查明矿石结构、构造、矿物组成，划分矿石自然类型、工业类型和品级，研究其分布规律；基本查明伴生有用、有益、有害组分的含量及赋存状态。基本查明了矿石加工选（冶）技术性能。基本查明矿区水文地质、工程地质、环境地质条件。

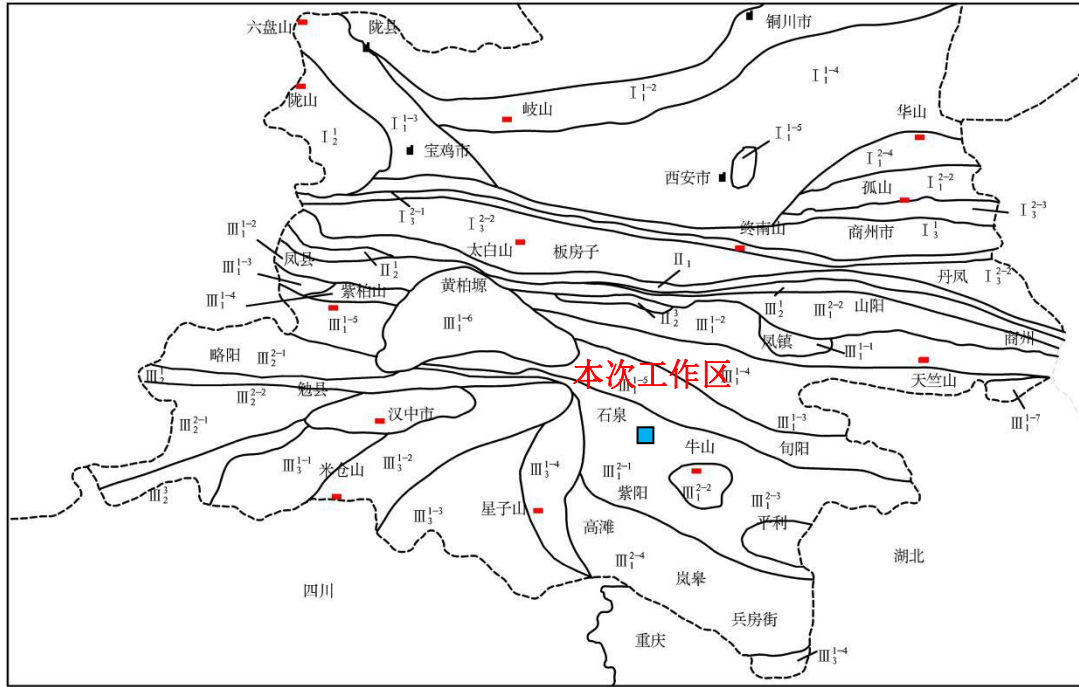
2、本次采用地质块段法对探矿权范围内 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等 4 条金矿体资源量进行估算，共探获金矿资源量（控制+推断）矿石量 137.4 万吨，金金属量 2386 千克，金平均品位 1.74 克/吨。其中，控制资源量矿石量 64.5 万吨，金金属量 1067 千克，金平均品位 1.65 克/吨；推断资源量矿石量 72.9 万吨，金金属量 1319 千克，金平均品位 1.81 克/吨。

3、编写了详查地质报告，提交金矿资源量，经矿山经济评价具开发价值，为黄龙金矿山今后开发提供地质依据。

第二章 区域地质

第一节 区域地质成矿背景

工作区大地构造位置位于舟曲-安康早古生代裂谷。详见图 2-1。



- | | | |
|---|---|--|
| I 华北板块(柴达木—华北) | II 商丹地壳对接带(缘特提斯洋板块) | III ²⁻² 北大巴山裂谷 |
| I ₁ 华北陆块(克拉通) | II ₁ 商丹晋宁期、加里东期复合板块构造结合带 | III ₂ 可可西里—巴颜喀拉中生代造山带 |
| I ₁ ¹ 鄂尔多斯地块 | II ₂ 中秦岭弧前海槽 | III ₂ ¹ 勉略板内结合带 |
| I ₁ ¹⁻¹ 鄂尔多斯边缘陆海, 叠加陆盆地 | II ₂ ¹ 武关—黑河弧前沉积增生楔 | III ₂ ² 摩天岭地块 |
| I ₁ ¹⁻² 鄂尔多斯南缘翘起带 | II ₂ ² 刘岭弧前海槽 | III ₂ ³ 碧口构造楔 |
| I ₁ ¹⁻² 六盘山断陷盆地 | II ₂ ³ 龙口—板房子残余海盆 | III ₂ ⁴ 踏坡边缘海盆 |
| I ₁ ¹⁻² 渭河断陷盆地 | III 扬子板块(羌塘—扬子—华南) | III ₂ ⁵ 龙门山—阳平关早古生代裂谷 |
| I ₁ ¹⁻² 骊山断凸 | III ₁ 秦岭—大别新元古代—中生代造山带 | III ₃ 扬子陆块(克拉通) |
| I ₂ 华北地块南缘(冲褶带) | III ₁ ¹ 南秦岭边缘海盆 | III ₃ ¹ 扬子陆块北缘 |
| I ₂ ¹⁻¹ 太华断隆 | III ₁ ² 小磨岭隆起 | III ₃ ² 汉南碑坝穹隆 |
| I ₂ ²⁻² 华北南缘冲褶带 | III ₁ ³ 凤县—镇安陆源海盆 | III ₃ ³ 米仓山南华纪—晚三叠世边缘海 |
| I ₂ ³⁻³ 铁炉子板内结合带 | III ₁ ⁴ 隆务河—留风关浊积盆地 | III ₃ ⁴ 南江前陆—上叠盆地 |
| I ₂ 祁连山早古生代造山带 | III ₁ ⁵ 江口—青铜关陆缘海盆 | III ₃ ⁵ 镇巴弧形逆冲带 |
| I ₂ ¹ 陇山断隆 | III ₁ ⁶ 留坝—旬阳晚古生代陆缘海盆 | III ₃ ⁶ 汉中新生代断陷盆地 |
| I ₃ 北秦岭新元古代—早古生代造山带 | III ₁ ⁷ 佛坪古岛弧杂岩带 | |
| I ₃ ¹ 宽坪中元古代裂谷 | III ₁ ⁸ 陡岭—两穹隆 | |
| I ₃ ² 北秦岭活动陆缘 | III ₂ 北大巴山—西倾山东早古生代裂谷带 | |
| I ₃ ³⁻¹ 草滩沟—二郎坪晚后盆地 | III ₂ ¹ 舟曲—安康早古生代裂谷 | |
| 叠加二叠纪—晚三叠世成陆内陆上叠盆地 | III ₂ ² 牛山—凤凰山穹隆 | |
| I ₃ ²⁻² 北秦岭复合岛弧杂岩带 | III ₂ ³ 平利穹隆 | |

图 2-1 测区大地构造位置图

第二节 地层

据《陕西省区域地质志》资料,本区属秦岭地层区徽县~旬阳分区牛山地层小区,区域出露地层主要为下志留统梅子垭组(S_1m);其次为中泥盆统石家沟组下部(D_2s^1)。

(1) 下志留统梅子垭组 (S_{1m})

为区域主要地层，是梅子垭-铁佛寺 I 级金找矿远景区的重要组成部份，也是区内的主要含金地层，大面积分布，约占矿区总面积的 90% 以上，总体呈北西西-南东东向展布，为一套浅变质的海相碎屑岩，区域变质程度相当于绿片岩相，原岩以泥沙质沉积物为主，岩性差异不大，矿物组分简单，标志层不明显。与中泥盆统石家沟组下部 (D_2s^1) 地层呈角度不整合接触。

(2) 中泥盆统石家沟组下部 (D_2s^1)

该地层分布于东北角，出露范围不全，与下志留统地层展布方向基本一致，区域变质程度相当于低绿片岩相，岩性为钙质绢云母石英片岩、硬绿泥石绢云片岩夹结晶灰岩等，与下伏下志留统梅子垭组 (S_{1m}) 呈角度不整合接触，出露厚度 435m~1550m。

第三节 构造

工作区位于秦岭褶皱系南秦岭印支褶皱带白水江-白河褶皱束中东段、陈家院子-干沟口复向斜南翼，向斜核部中泥盆统石家沟组，向两翼为下志留统梅子垭组。

该区在加里东末期随着秦岭洋脊向北消减俯冲，扬子板块北缘整体隆升，泥盆系与下伏志留系局部呈平行不整合接触，印支期-燕山期扬子板块与华北板块陆陆俯冲碰撞造山，在南秦岭地区上古生界与下古生界之间、下古生界与基底之间作为主顺层滑脱界面，早古生代地层作为次级滑脱界面，沿构造软弱层发生顺层滑脱逆冲推覆，形成多个推覆体岩片叠置的逆冲推覆构造带和构造岩片之间的脆-韧性剪切带，断裂、褶皱发育，构造变形弱的地段原生沉积构造得以保留，变形强的地带原生沉积构造已被彻底改造和构造置换。

一、韧性剪切变形带、原始层理与面理构造

1、脆-韧性剪切变形带

南秦岭汉阴北部志留系地层从北向南初步划分主要的脆-韧性剪切带 5 个，编号分别为 RF2、RF3、RF4、RF5 及 RF6。与金矿关系密切的主要有：北部脆-韧性剪切带 (RF3) 与金斗坡、范家沟等金矿点关系密切，中部脆-韧性剪切带 (RF4) 与黄龙金矿床、坝王沟、酒店、羊坪湾等金矿点关系密切，南部脆-韧性剪切带 (RF5) 与长沟-鹿鸣金矿床、沙沟-沈坝等金矿点关系密切，最南部脆-韧性剪切带 (RF6) 与吴家湾、韩家湾等金矿点关系密切。

脆-韧性剪切带分布地区附近的岩层，受挤压的剪切作用影响，次级构造发育，纵向构造置换比较强烈，常形成规模不等的区域片理化带，金矿化主要发育其中。

2、原始层理与面理构造

下志留统梅子垭组（ S_{1m} ）地层呈 NW 向展布。遭受了加里东期以来的构造变形，构造形变复杂而强烈，岩相变化较大，变质程度达绿片岩相，泥质粉砂类岩石原有的面貌已完全改变，原生层理构造基本被后期构造叠加、置换而难以识别，原始层理 S_0 或 S_1 多不存在，被后期面理叠加改造，后期 S_2 、 S_3 期面理较发育。但矿区硅质岩、砂岩、灰岩层基本保留了原始层理 S_0 ，矿区脆-韧性剪切带内发育一系列断层破碎带，断层产状总体倾向 NE，走向 NW，倾角在 $20^\circ \sim 60^\circ$ ，次级揉皱、层间小褶皱发育，尤其是岩层刚柔程度相差较大时，会出现一系列尖棱褶皱、平卧褶皱等。

总之，主构造变形期发育的一系列脆-韧性剪切构造带，破坏了原有褶皱构造的完整性，呈北西-南东向展布，为区域主要控矿构造，金矿（化）点、金矿床与其关系密切。

二、断层

区内断层较多，多为呈近北西-南东向展布的逆断层，区内编号为 F1、F4 的大断层为主要控矿构造，F1 为黄龙-沈坝大断层，走向北东-南西，控制着黄龙金矿床和鹿鸣金矿床。F4 大断层呈近东西向，向西与 F1 大断层相交，断层面破碎明显，断层上盘为厚层硅质岩，呈正地形；下盘为炭质绢云石英片岩，片理发育，呈负地形。

三、褶皱

区内褶皱强烈，片理发育，形成一系列近东西向复式向斜褶皱，像陈家院子-干沟口复向斜的次一级黄龙倒转背斜，核部为变质砂岩，向两翼变为炭质绢云石英片岩。

第四节 岩浆岩

区内出露的岩浆岩主要为印支期岩体，分布于北部，岩体呈脉状产出，沿着北西向西向断裂分布，主要为花岗岩脉（ γ_5^1 ），并有极少量伟晶岩脉（ ρ ）出露，后期形成的石香肠石英脉与金矿化有一定关系。

第五节 区域地球化学特征

区域上该区域为一特大重砂金异常区，沿石泉县迎凤镇-汉阴县酒店-黄龙乡-鹿

鸣乡茅垭子-安康沙沟，北边从双河口-八庙沟-金斗坡一带有大量的金，银，砷、汞异常分布，其中以硝磺洞异常（黄龙金矿）和茅垭子异常（鹿鸣金矿）规模大，金、银、砷、汞异常位置基本吻合，套和好。矿区开展过 1/万土壤次生晕测量，已经有多个异常证明为矿致异常，已探明金矿床并已建矿山开发。

第六节 区域矿产

一、区域矿产概况

区内矿产主要为金矿，目前已发现 10 多个金矿床和矿点，主要有黄龙金矿、鹿鸣金矿两个正在开采的矿山，其它八庙沟、长沟、范家沟、羊坪湾等金矿山均在停产状态，另外还有酒店、沙沟、白桑园、金斗坡、高脚寨、金窝子、药王等。均属含炭质黑云绢云石英片岩型低品位金矿，矿石品位 0.5-33.14 克/吨，平均品位 1-3 克/吨，矿石中金以自然金为主，颗粒较为粗大，分布不均匀，矿山主要采矿方法为浅孔溜矿法，选矿方法为单一重砂选矿法，重选可提取矿石 90%的金。另外月河大型砂金矿主要来源于上述汉阴北部低品位岩金矿。

二、成矿带的划分

汉阴北部的梅子垭岩组中金矿化带可分为北、中、南三个带，大约以 4km 左右的距离，呈北西西向平行延伸。

北带：分布于下志留统梅子垭组（ S_{1m} ）硅质岩北部的绢云石英片岩中，以含炭绢云石英片岩（含少量黄铁矿）为主，有金矿化，并伴随着少量含金石英脉。如酒店、金斗坡、八庙、高角寨、金窝子等金矿点。

中带：分布于下志留统梅子垭组（ S_{1m} ）中部的含炭绢云石英片岩和含黑云母变斑晶绢云石英片岩中，矿化岩石含黄铁矿细脉多，岩石坚硬，仅见少量含金石英脉，属典型的绢云石英片岩型金矿。如黄龙金矿床（硝磺洞、金沟）、贺家山、田家湾、茶园沟等金矿点。

南带：分布于下志留统梅子垭组（ S_{1m} ）南部的黑云石英片岩中，黄铁矿化比上述两带少，含金石英脉比上述两带多，两种现象常伴随出现。如鹿鸣金矿（茅垭子、长沟、骆驼顶）沙沟等金矿点。

总之，此区的主要金矿类型为含炭黑云绢云石英片岩型低品位金矿（是工业开采

的对象)，而含金石英脉规模小且分散。

三、区域金矿控矿因素分析

1、构造控制：脆-韧性剪切带是区内重要的控制构造，脆-韧剪切带内构造线、面理产状与金矿体产状基本一致，矿体在褶曲变化产状转变部位，通常伴随有矿体加厚、变富。

2、热液蚀变的控制：经多年观察证明，凡金矿化较好的地段，都有黄铁矿化、磁黄铁矿化和硅化，且岩石含少量炭质。

第三章 矿区地质

第一节 地层

一、地层

矿区出露主要地层主要为下志留统梅子垭组 (S_1m) (见图 3-1), 地层总体呈北西西-南东东向展布。其岩性为一套浅变质的海相碎屑岩, 区域变质程度相当于绿片岩相, 原岩以泥沙质沉积物为主, 岩性差异不大, 矿物组分简单, 标志层不明显, 是区内的主要含金地层。根据岩性组合、矿物组合及标志层等特征, 自下而上可划分为六个岩性段:

第一岩性段 (S_1m_1)

分布于黄龙金矿床最南部, 矿区内未见出露; 主要由炭质石英绢云母片岩及硅质岩组成, 与北部第二岩性段呈整合接触, 出露厚度约 10~230 米。

第二岩性段 (S_1m_2)

分布于黄龙金矿床南部, 矿区内未见出露; 可划分为两个岩性层, 与第一岩性段和第三岩性段呈整合接触, 出露厚度约 178~345 米。

第一岩性层 ($S_1m_2^1$): 主要由黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹绢云母石英片岩、变质砂岩组成。

第二岩性层 ($S_1m_2^2$): 主要由黑云母变斑晶绢云母石英片组成。

第三岩性段 (S_1m_3)

分布于黄龙金矿床中南部, 可划分为三个岩层, 与第二岩性段和第四岩性段呈整合接触, 出露厚度约 203~341 米。

第一岩性层 ($S_1m_3^1$): 主要由变质砂岩夹少量绢云母石英片岩组成。

第二岩性层 ($S_1m_3^2$): 主要由炭质绢云母石英片岩、绢云母片岩组成, 黄铁矿化及石英脉发育, 田家湾矿段 I 号金矿体分布于该层中。

第三岩性层 ($S_1m_3^3$): 主要由炭质二云母石英片岩夹变质砂岩组成。

第四岩性段 (S_1m_4)

分布于黄龙金矿床中部, 可划分为三个岩性层, 与第三岩性段和第五岩性段呈整合接触, 出露厚度约 129~445 米。

第一岩性层 ($S_1m_4^1$): 主要由含炭变质砂岩夹炭质绢云母石英片岩组成。

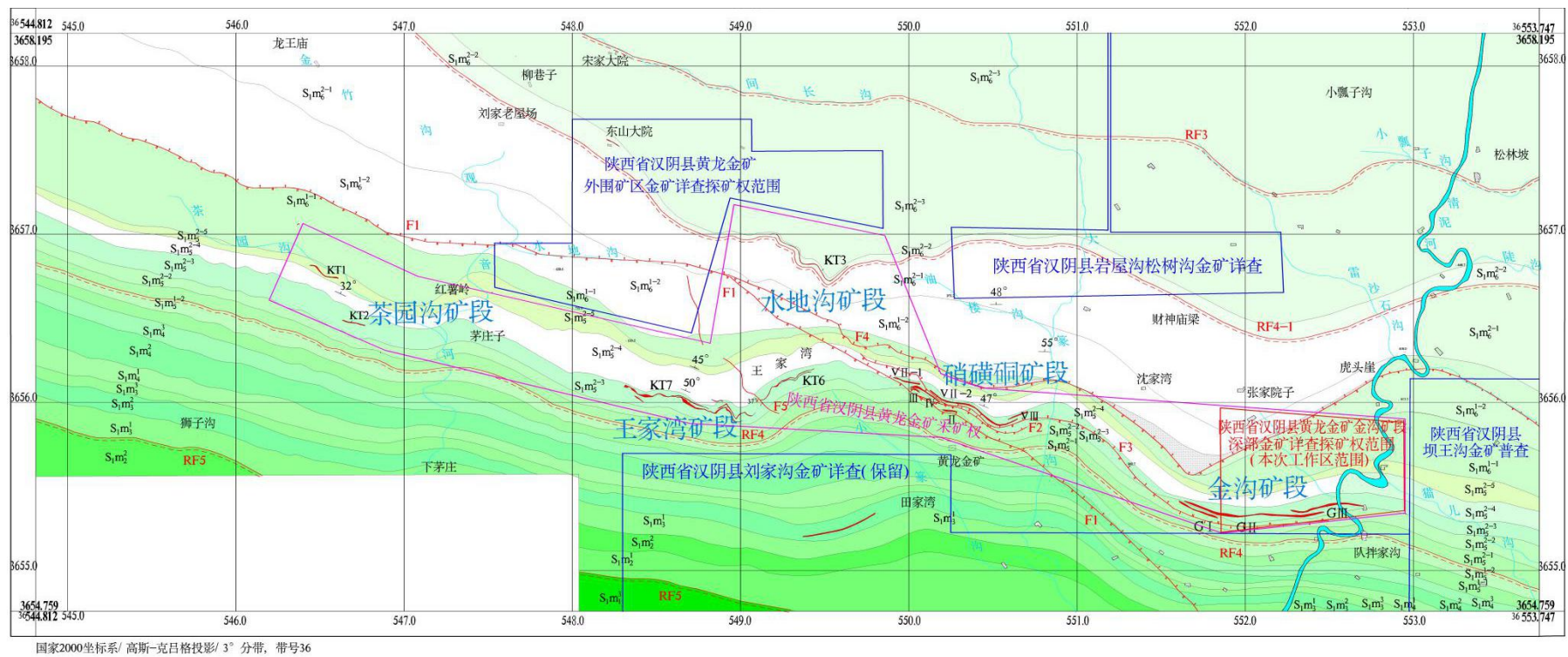


图 3-1 黄龙金矿各矿段及矿体分布示意图

第二岩性层 ($S_1m_4^2$)：主要由炭质绢云母石英片岩和绢云母石英片岩组成。

第三岩性层 ($S_1m_4^3$)：主要由炭质绢云母石英片岩夹硅质岩和薄层结晶灰岩组成。

第五岩性段 (S_1m_5)

分布于黄龙金矿床中部，外围矿区南部，进一步可划分为两个岩层，是矿区主要赋矿层位，与第四岩性段和第六岩性段呈整合接触，出露厚度约 416~685 米。

第一岩性层 ($S_1m_5^1$)：可进一步划分为两个小层。

第一小层 ($S_1m_5^{1-1}$)：主要为条带状含炭变质砂岩。

第二小层 ($S_1m_5^{1-2}$)：主要为炭质绢云母石英片岩。

第二岩性层 ($S_1m_5^2$)：该层为矿区主要含矿层位，目前发现的矿体中有 23 个金矿体就位于该层中。该层可进一步划分为五个小层。

第一小层 ($S_1m_5^{2-1}$)：主要为中厚层变砂岩夹黑云母变斑晶绢云母石英片岩。硝磺铜矿段 II 号金矿体、金沟矿段 GV 号金矿体产于该层中。

第二小层 ($S_1m_5^{2-2}$)：主要为炭质石英片岩夹薄层炭质绢云母石英片岩。该层为矿岩层，金沟矿段 GI 号金矿体及硝磺铜矿段 III 号金矿体产于该层中。

第三小层 ($S_1m_5^{2-3}$)：主要为含炭绢云石英片岩、含炭黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹含薄层变质砂岩。该小层是矿区赋存矿体最多的层位，目前已发现有 13 个矿体，即金沟矿段 G II、G III、G III-1、G III-2、G III-3、G III-4、G III-5 号金矿体，硝磺铜矿段 IV、VII-1、VII-2 号金矿体、茶园矿段 KT2 号矿体、王家湾矿段 KT6 及 KT7 号金矿体，倾向北东，倾角 40~70°。本次深部详查区内 G III-1、G III-2、G III-5 号金矿体亦赋存于该层。

第四小层 ($S_1m_5^{2-4}$)：主要为炭质石英片岩及炭质片岩，片理面倾向北东，倾角 47~50°。

第五小层 ($S_1m_5^{2-5}$)：主要为含炭绢云石英片岩，金沟矿段 G IV 号金矿体、茶园沟矿段 KT1 号金矿体及硝磺铜矿段 VIII 号金矿体均赋存于该小层中，片理面倾向北东，倾角 37~50°。本次深部详查区内 G IV 号金矿体亦赋存于该层。

第六岩性段 (S_1m_6)

分布于矿区中北部，进一步可划分为两个岩性层，与第五岩性段呈整合接触，出露厚度约 1046~2747 米。

第一岩性层 ($S_1m_6^1$)：可进一步划分为两个小层。

第一小层 ($S_1m_6^{1-1}$)：下部以中厚层变质砂岩为主，上部为黑云母变斑晶炭质绢云石英片岩及炭质粉砂岩为主，片理面倾向北东，倾角 $45-55^\circ$ 。

第二小层 ($S_1m_6^{1-2}$)：主要为炭质石英片岩夹炭质硅质岩。

第二岩性层 ($S_1m_6^2$)：可进一步划分为三个小层。

第一小层 ($S_1m_6^{2-1}$)：主要为含炭变砂岩、黑云母变斑晶绢云石英片岩，片理面倾向北东，倾角 $36-48^\circ$ 。

第二小层 ($S_1m_6^{2-2}$)：主要为含炭绢云石英片岩、黑云母变斑晶石英片岩，上部为片理化变砂岩。该小层为矿区又一含矿地层，矿区水地沟金矿段 KT3、KT4、KT5 金矿体赋存于该小层中，片理面倾向北东，倾角 $38-50^\circ$ 。

第三小层 ($S_1m_6^{2-3}$)：主要为二云石英片岩夹变砂岩，倾向北东，倾角 40° 。

第四系 (Q)：主要分布于矿区各大小河谷内及部分缓坡地上，为砾石、砂、砂质粘土、粘质砂土等松散堆积物。

二、主要岩石特征

1、含炭绢云石英片岩

岩石呈灰黑-深灰黑色，具粒状变晶结构，片状构造。主要由石英、绢云母和炭质矿物组成；石英长粒状，连续定向排列，与绢云母条带相间平行排列，粒径约为 $0.04mm-0.20mm$ ，含量约 $40-50\%$ ；绢云母呈纤维状，针状，部分为片状白云母，可见一组解理，主要与炭质分布一起，正交下可见鲜艳二级鲜艳干涉色，连续定向排列，片径约为 $0.08mm-0.24mm$ ；含量约 $30-35\%$ ；炭质呈黑色粉尘状，均匀分布，主要与绢云母分布一起，含量约 $5-15\%$ ；金属矿物呈黑色近立方体晶形或近板状，零星沿片理分布，粒径约为 $0.08mm-2.30mm$ ，含量约 $3-5\%$ 。

岩石因受挤压，片理面轻微挤压变形，局部挤压变形较强。可见轻微绿泥石化、硅化等蚀变。

2、炭质绢云石英片岩

岩石呈灰黑-深灰黑色，具粒状变晶结构，片状构造。主要由石英、绢云母和炭质矿物组成；石英变晶颗粒之间接触线清晰近平直，表面干净波状消光可见，较均匀分布，部分石英边部可见次生加大边，粒径约为 $0.10mm-0.60mm$ ，含量约 $45-50\%$ ；绢云母呈叶片状，部分被炭染，主要与炭质分布一起，断续定向排列，片径约为 $0.04mm-0.12mm$ ，含量约 $20-30\%$ ；炭质呈黑色粉尘状，均匀分布，主要与绢云母分布

一起，含量约 15-25%；金属矿物呈黑色近立方体晶形或近板状，零星沿片理分布，粒径约为 0.10mm-2.10mm，含量约 3-5%。

岩石因受挤压，片理面轻微挤压变形，局部挤压变形较强。可见轻微绿泥石化、硅化等蚀变。

3、含黑云母变斑晶炭质绢云石英片岩

岩石呈灰-灰黑色，具斑状变晶结构，斑晶成分为黑云母，含量较高；基质具片状粒状变晶结构，主要由绢云母、炭质及石英组成，片状粒状矿物连续定向排列，构成片状构造。变斑晶主要为黑云母集合体，呈叶片状，红褐色，可见一组解理，整体沿基质片理分布，与片理同时期形成，部分呈白云母趋势，黑云母变斑晶片径约为 0.40mm-1.80mm，含量约 17-20%；基质主要为石英、绢云母及炭质，石英呈长粒状，长轴显著定向排列，石英构成的条带与绢云母、炭质条带近相间平行排列，石英颗粒直接接触线清晰平直，粒径约为 0.40mm-0.14mm，含量约 35-40%；绢云母呈叶片状，部分被炭染，主要与炭质分布一起，断续定向排列，片径约为 0.04mm-0.12mm，含量约 15-25%；炭质呈粉尘状黑色，含量约 10-15%；金属矿物多呈八面体晶形，均匀分布，粒径约为 0.04mm-0.12mm，含量约 3-5%。

岩石因受挤压，片理面轻微挤压变形，局部挤压变形较强。可见轻微绿泥石化、硅化、黄铁矿化等蚀变。

4、薄层变砂岩

岩石呈灰白-浅灰白色，具变余砂状结构，块状构造。主要由石英、长石组成；石英呈它形粒状，粒径约为 0.06mm-0.15mm，含量约 65-70%；长石呈板柱状分布于石英颗粒间，含量约 20-25%；含少量暗色矿物，主要为黑云母，呈片状不均匀分布，含量约 2-5%；胶结物主要为钙质。局部可见少量金属硫化物分布，含量约 1-2%。

本区变砂岩厚度均较小，一般厚 0.3-1.0m，局部厚约 2-3m。

第二节 构造

矿区位于秦岭褶皱系南秦岭印支褶皱带白水江-白河褶皱束中东段、陈家院子-干沟口复向斜次级褶皱-黄龙倒转背斜北翼，呈北西-南东向展布。其地质简况如下：

一、褶皱

区内褶皱为黄龙倒转背斜，是陈家院子-干沟口复向斜的次级褶皱。背斜轴向

290° -310°，轴部由志留系下统梅子垭组第一岩性段下部的含炭变质砂岩组成，两翼为炭质绢云石英片岩。背斜向南倒转，倾向北东，倾角 45° -65°。在黄龙村近侧公路边的陡坎上，该背斜显示的比较清晰。

矿区位于黄龙倒转背斜的北翼，基本为一单斜构造，岩层呈北西-南东方向展布，倾向北东，倾角 40~70°。层间小褶曲十分发育，尤其是当岩层的刚性柔性程度差别较大时，会出现一系列紧闭的尖棱褶曲、平卧褶曲。

二、断裂

矿区受区域主干断裂黄龙-沈坝断裂（F1）的影响，在区内发育着一系列与它大致平行且性质相近的次级走向逆断层。在矿区东部由南向北有 F1、F2、F3、F4 等四条主要逆断层；在矿区中部有一小横断层 F5。

F1 大型走向-斜切逆断层

分布于硝磺硐金矿段南部，为走向逆冲断层，断层控制长度约 7700 米，走向 270° -315°，总体走向约 300°，倾向北东，倾角 60° -80°，局部直立或倾向南西。断裂挤压破碎带宽 1-5 米。该断层从 II 号矿体南侧通过，将王家湾矿段和硝磺硐矿段断开，硝磺硐矿段多个矿体向西被切断，断层既是控矿大断裂，是压扭性断裂，后期多次活动又对矿体有破坏作用。F2、F3、F4 断裂向西与 F1 相汇合。

F2 走向逆断层

分布于硝磺硐金矿段南部，位于 F1-1 逆断层北部，为 F1-1 逆断层的小角度（约 10°）分支断层，从 II 号矿体北侧、VII-2、IV 号矿体南侧通过，目前尚未发现该断层对矿体有破坏作用。断层控制长度近 800 米，走向 260° -315°，总体走向约 290°，倾向北北东，倾角 60° -70°，断层破碎带宽 1-2 米。

F3 走向逆断层

分布于硝磺硐金矿段和金沟金矿段中南部，西段从硝磺硐金矿段的 9-6 勘探线间的 II、IV、VII-1 号矿体北侧、2-20 勘探线间的 VII-2 号矿体南侧通过；东段从金沟矿段南部通过。该断层对矿体有破坏作用不明显。断层控制长度约 3000 米，走向约 250° -330°，走向变化较大，总体走向约 290°，多倾向北东，部分倾向北西西，倾角 40° -70°，变化较大。在金沟矿段 YM585 坑道内断层倾角变为 38° -45°，与岩层走向呈锐角相交，交角 15° -20°，断层两侧拖拽现象可见，断裂带内岩石被强裂挤压破碎，断裂带宽 1-3 米。

该断裂上盘常发育有两组裂隙，其产状为：

(1) 走向 $320^{\circ}-330^{\circ}$ ，倾向北东，倾角 $35^{\circ}-45^{\circ}$

(2) 走向 $40^{\circ}-50^{\circ}$ ，倾向北西，倾角 $45^{\circ}-50^{\circ}$

这两组裂隙宽仅 5-10 厘米，断距皆小于 0.5 米，对矿体仅有轻微的位移改变。

F4 走向逆断层

出露于硝磺硐及金沟两个金矿段北部，距两矿段矿体较远，矿体上盘为厚层硅质岩，常以陡坎和正地形出现，下盘为较软的炭质绢云石英片岩，断层破碎带明显，破碎带宽 2-3 米。断层控制长度约 6000 米，走向 $245^{\circ}-320^{\circ}$ ，走向变化较大，总体走向约 282° ，多倾向北东，部分倾向北西，倾角 $50^{\circ}-60^{\circ}$ 。

上述四个断层性质均呈压扭性。由于构造研究程度不够，断距目前尚难确定。

F5 横断层

为一横断层，分布于王家湾金矿段 15-3 勘探线（王家湾沟脑以西的大梁一带），呈北西-南东向展布，总体走向 317° ，长约 400 米，总体倾向南西，倾角 37° ，断层带宽 0.5-1.0 米，断层带内充填有碎裂岩、角砾岩、断层泥等，为成矿后期断层，错断了王家湾矿段的 KT6 号矿体，矿体附近断层产状 $220^{\circ}\angle 37^{\circ}$ ，断层性质为张扭性。该断层地表水平断距 17 米左右。

二、脆-韧性剪切变形带、S2 面理构造、劈理化带

1、脆-韧性剪切变形带

勘查区内脆-韧性剪切带主要为 RF4 与 RF4-1，与黄龙金矿硝磺硐、金沟、王家湾、水地沟、茶园沟等矿段的金矿体关系密切，主要表现是矿区地层经过加里东以来的构造变形及区域变质作用，岩石原有的面貌已完全改变，原生的层理构造基本被后期构造叠加置换而难以辨认，原生层理 S_0 或 S_1 多不存在，后期的 S_2 或 S_3 期面理较发育。

RF4 脆-韧性剪切带中心处于黄龙金矿区南部，自带中心向北宽约 300 米，即矿区内硝磺硐、金沟、王家湾、茶园沟矿段的金矿体出露地带，是该剪切带的一部分，带内岩性主要为含炭绢云石英片岩、黑云母变斑晶绢云石英片岩、变砂岩。带内主要表现为片状构造极发育，片理产状为北倾，倾角在 $30^{\circ}-70^{\circ}$ 。

RF4-1 脆-韧性剪切带处于黄龙金矿区北部，带自中心向北宽约 100 米，即水地沟矿段金矿体出露地带是该剪切带的一部分，带内岩性主要为含炭绢云石英片岩、黑云母变斑晶绢云石英片岩、二云母石英片岩夹变砂岩。带内主要表现为片状构造极发育，

片理产状为北倾，倾角在 5° - 40° 。

RF4 与 RF4-1 脆-韧性剪切带中心相距 700-1500 米，前者倾角较陡规模大，后者倾角较缓规模小，他们的共同特点是同斜褶皱、断层及破碎带多见，透入性顺层劈理，强劈理化带发育，一些变砂岩也被片理化，小尖棱褶曲、平卧褶曲、构造透镜体、无根弯勾石英脉发育。两剪切带中间被厚层硅质岩相隔，硬层硅质岩上下与片岩接触处常有断层及破碎带产出。

据前人资料，矿区韧性剪切带形成于 161-222Ma，应为晚印支-早燕山期，并可能存在多期活动；矿区梅子垭组地层是金的矿源层，早期韧性变形和区域变质使地层中金形成金络合物流体，沿剪切带移动，在片理化带中初步富集，到中晚期随着温度和压力降低，含金矿液就会在剪切带中心和两侧沉淀，在有利的容矿空间中富集成矿。矿区金矿体多形成于剪切带上盘 30-300 米处不等，与矿区实际相符。

2、S2 面理构造

区内岩石普遍遭受了区域变质作用+动力+热液变质作用的改造，岩石变形较强，片理化发育，矿区野外调研中发现，区内出露多为 S2 面理构造，总体倾向 NE-NNE，倾角变化较大。顺 S2 面理可见有新生矿物黑云母、绢云母、黄铁矿等发育，局部可见石榴子石、透闪石、电气石等。片状矿物通常在 S2 面理上定向排列，表现为黑云母、黑云母变斑晶、绢云母等矿物的长轴具有定向性顺 S2 面理排列。此外，矿区内顺 S2 面发育石英条带、黄铁矿、磁黄铁矿细脉等，部分与 S2 面理已发生同步弯曲变形。在陆内造山过程中，热液活动顺主变形期面理构造流动，形成了一系列顺 S2 面发育的石英条带、黄铁矿、磁黄铁矿细脉等，早于第二期主变形期形成的条带状脉体（顺 S0、S1 发育）和主变形期（S2）形成的区域应力的作用下发生塑性流变，使得它们均随本次构造变形被拉长、挤压或压扁进而形成各种褶皱、旋转构造，规模不一，并且指示了由北向南的挤压推覆作用。在构造变形强烈部位可形成脆-韧性剪切带，在剪切作用中由于剪切而产生的热能和扩散、压溶、重结晶等一系列作用，岩石中出现沿着 S2 面理分布的拔丝状石英脉，金属硫化物（黄铁矿）也随之进一步聚集及重结晶，由原来零星分散状，聚集成粗粒集合体，分布在石英细条纹中或石英脉被切割成的雁列脉之间。金矿化与黑云母变斑晶、拔丝状石英脉及金属硫化物密切相关。

3、劈理化带

矿区内矿体总体受 RF4、RF4-1 脆-韧性剪切带控制，在金沟矿段主要表现为强劈

理化，在第五岩性段中、上部尤为明显，形成一劈理化带。它是伴随区域性脆-韧性剪切带及黄龙-沈坝断裂而形成的，与金矿的分布、赋存关系密切，工业矿体的形成皆取决于劈理化带的发育强度，如在金沟矿段该劈理化带长大于 1000 米，宽 30-130 米，因此有金沟矿段 G I、G II、GIII、GIV、GV 号矿体形成。劈理化带走向 290° -300°，倾向北东，倾角 60° -70°。

劈理化带有一定程度的炭化，岩石被劈裂为 0.3-7 毫米的薄片，部分绢云母蚀变为白云母鳞片依附于劈理面上，沿劈理方向，黑云母变斑晶被拉长，定向{即（001）面与劈理面平行}。劈理面间常有 0.1-0.5 毫米的石英微脉和细脉浸染黄铁矿-磁黄铁矿充填。劈理化带内岩石普遍有中等强度硅化及绢云母化。

劈理与片理产状基本一致，与层理则有平行、斜交、正交不同。劈理的发育程度与岩性存在一定关系，当岩石为含炭绢云石英片岩、黑云母变斑晶炭质绢云石英片岩、石英绢云片岩时，劈理发育密集，完善；当岩石为中厚层变砂岩，劈理发育较差。

第三节 岩浆岩

工作区范围内未见岩浆岩出露。

第四节 矿区地球化学特征

经对原黄龙金矿床所作的代表性地化剖面中共计 254 件岩石样品的分析结果（剔除矿化蚀变样品），按照不同岩石类型对各元素含量（背景值）进行统计，并与地壳克拉克值（黎彤）进行了对比研究，具体统计结果见表 3-1。

表 3-1 原黄龙金矿床矿区岩石多元素含量统计表

岩 性	元素含量（%）									样品数
	Au(g/t)	Ag(g/t)	Cu	Zn	Ni	Ba	Mn	V	Mo	
炭质绢云英片岩	3.17	0.33	50.83	111.67	88.58	<500	372.50	201.08	43.04	60
炭质石英片岩	5.44	0.57	58.43	145.00	80.60	<500	1061.11	253.73	25.41	54
炭质二云英片岩	6.33	0.17	50.80	99.20	72.22	<500	971.43	194.75	7.50	65
炭质黑云母变斑晶绢云英片岩	5.09	<0.10	49.27	100.10	75.21	<500	1208.33	206.15	17.81	45
含炭硅质岩	1.12	0.38	162.50	312.50	137.50	3125	891.67	560	69.17	6
石英脉	4.84	0.62	36.80	71.60	63.40	<500	1450.00	18.50	43.94	24
克拉克值（黎彤）	4	0.08	63	94	89	390	1300	140	130	

由表 3-1 表明:

1、片岩类岩石及部分石英脉中金元素含量普遍较高,为地壳金克拉克值的 1~2 倍,说明片岩类岩石层为金的矿源层,它为金的活化、富集进而形成工业矿床提供了必不可少的前提。

2、片岩类岩石及部分石英脉中银元素含量相对较高,为地壳银克拉克值的 1~8 倍,说明金与银密切相关。

3、片岩类岩石及部分石英脉中铜、锌、镍、钡、锰、钒、钼等元素含量一般,小于地壳克拉克值或基本相当,说明金与铜、锌、镍、钡、锰、钒、钼等元素关系不密切。

4、含炭硅质岩中除金含量较低外,银、铜、锌、镍、钡、锰、钒、钼等元素含量均相对较高,为地壳金克拉克值的 1~9 倍,说明含炭硅质岩中金成矿的机率很小,但银、铜、锌、镍、钡、锰、钒、钼等元素有活化、富集成矿的可能。

第五节 变质作用及围岩蚀变

一、变质作用

矿区变质作用强烈,不同时期、不同构造层次的地质体其变质程度不同,主要为区域变质岩,而动力变质岩很少。区域变质岩遍及整个矿区,变质程度较低,属绿片岩相,主要形成区域性的变质砂岩、片岩、硅质岩、结晶灰岩等。动力变质岩主要产于断层带中,主要形成角砾岩、碎裂岩、断层泥、蚀变岩等。

二、围岩蚀变

近矿围岩蚀变以渗滤扩散交代、热液裂隙细脉充填为主,主要蚀变类型为硅化、黄铁矿化、绢云母化及绿泥石化等,显示了中低温热液蚀变矿物组合特征,其中前三者蚀变类型与成矿关系较为密切。

硅化:这是与成矿关系最为密切的一种蚀变,具体可分为三期:

早期硅化:呈隐晶质交代原岩,使岩石硅质组分增高,与矿化关系不密切。

中期硅化:形成明显的脉状、眼球状、团块状、串珠状脉体沿岩层的片理或裂隙注入,脉宽数毫米至 1 米,脉内全由乳白色(偶见烟灰色)石英构成,硫化物较少,脉壁偶见明金。

晚期硅化:呈微脉-网脉状沿岩层片理及节理裂隙充填、交代,脉宽 0.1-1 毫米,

脉距仅 1-2 毫米，在矿区内矿化地段广泛的发育着。这种硅化越发育，矿化就越佳。

黄铁矿化：与金矿化关系密切，大致可分两期。

早期黄铁矿化：自形粒状，呈浅黄色，浸染状分布，局部可见呈细脉状或稠密浸染状沿片理产出，含金性较好。

晚期黄铁矿化：半自形-他形粒状集合产出，浅黄色，呈细脉状斜穿片理产出，脉宽 0.3-1 毫米或更宽，含金性较差。

绢云母化：也是一种与成矿关系较为密切的蚀变，常与晚期硅化相依产出，在石英微脉-网脉边缘分布。

黑云母化：黑云母呈变斑晶产出，粒度 0.3-1.0 毫米，含量 3-12%，为区域变质过程中形成，微褪色，边缘多绿泥石化。

石榴子石化：主要为铁石榴子石，呈菱形十二面体，粒度 1-3 毫米，散布于岩石内，为区域变质产物。

绿泥石化：多分布在黑云母或阳起石的边缘，是分布不广的一种蚀变。

第四章 矿体地质

第一节 矿体特征

勘查区位于黄龙金矿金沟矿段，该矿段范围长约 1300 米，宽约 1000 米，包含 G I、G II、G III、G IIIW、G III-1、G III-2、G III-3、G III-4、G III-5、G IV、G V 等 11 个金矿体。其中，G IIIW、G III-1、G III-2、G III-3、G III-4、G III-5、G IV、G V 等 8 个矿体均为探矿过程中新发现盲矿体，也形成一些采空区。

本次探矿证内共有 7 条金矿体，编号分别为 G III-1、G III-2、G III-5、G IV、G III-2-1、G III-2-2 及 G III-2-4；2 条金矿化体，编号分别为 G III-2-3 和 G III-2-5。金矿体及金矿化体主要分布于 20~28 勘探线之间，采矿标高下限（330m）标高以下范围内。本次对 G III-1、G III-2、G III-5 及 G IV 等 4 条矿体进行了资源量估算，均为采矿证内矿体深部延深。

区内矿体均赋存于下志留统梅子垭组（ S_1m ）地层，该地层为一套大的含矿层，层位较稳定。矿体和围岩没有明显的界线，呈渐变过渡关系，以分析结果圈定为准。矿体总体均呈北西-南东向展布，局部受地形和小揉皱影响，有波状弯曲现象，产状与地层产状完全一致，矿体形态较为简单，总体呈中等倾斜的层状、似层状产出。

一、金沟矿段 G III-1、G III-2、G III-5 及 G IV 矿体地质特征

G III-1、G III-2、G III-5 金矿体均赋存于下志留统梅子垭组第五岩性段第二岩性层第三小层（ $S_1m_5^{2-3}$ ）的含炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹含炭变质砂岩中，G IV 矿体赋存于下志留统梅子垭组第五岩性段第二岩性层第五小层（ $S_1m_5^{2-5}$ ）顶部的炭质绢云母石英片岩中，各矿体规模、形态、产状等特征见表 4-1。

1、G III-1 金矿体地质特征

该矿体分布于 20~28 勘探线之间，为隐伏矿体。在海拔标高 330m 以下探矿权范围内：该矿体深部延伸由钻孔 KZK2011、KZK2013、KZK2015、KZK2017、KZK2204、KZK2205、KZK2206、KZK2409、ZK2401、KZK2415、KZK2413、KZK2412 等 12 个钻探工程进行系统控制，其中，钻孔 KZK2011、KZK2204 及 KZK2412 等 3 个钻孔未见矿，其余钻孔均见矿，在采矿证范围内 345 中段穿脉工程 CM24WS02、CM26WS01 对该矿体进行控制。矿

体呈层状、似层状分布，矿体仅在 20 线有夹石(编号为 GIII-1 夹石①)，出现分枝，夹石呈透镜状，厚度 2.00~3.92m，走向长约 50m，沿倾向延伸长约 37m，夹石赋存标高为 208~159m。总体走向 88°，北倾，倾角 28~57°，总体倾角 47°；矿体走向长度 140m，倾向延伸 195m，赋存标高 330~127m。矿体沿走向方向厚度东厚西薄，沿倾向方向深部厚度增大趋势。单工程最小厚度 0.66m，最大厚度 8.66m，平均厚度 2.81m，厚度变化系数 91.41%，厚度变化为较稳定型；单工程矿体平均品位 0.57~3.08 克/吨，单样最低品位 0.18 克/吨，最高品位 5.14 克/吨，矿体平均品位 1.64 克/吨，品位变化系数 71.73%，品位变化均匀；构造对矿体无破坏，矿体沿倾向方向延深至探矿证外，规模属小-中型。

表 4-1 金沟矿段探矿权范围内 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 金矿体特征一览表

矿体特征		矿体编号	GIII-1	GIII-2	GIII-5	GIV	备注
矿体规模	走向长度(m)		140	127	120	140	仅为探矿证内矿体走向长度
	倾向延伸(m)		195	345	170	115	仅为探矿证内矿体倾向延伸
矿体赋存标高			330m~127m	330m~92m	330m~213m	330m~251m	
矿体厚度(m)	最大		8.66	27.96	7.58	5.54	
	最小		0.66	2.26	0.84	0.61	
	平均厚度		2.81	8.80	2.97	3.08	
	变化系数(%)		91.41	75.12	78.35	113.37	
矿体品位(克/吨)	最高		5.14	7.37	6.17	24.30	为单样品位
	最低		0.18	0.10	0.12	0.11	
	平均品位		1.64	1.63	1.62	2.98	
	变化系数(%)		71.73	83.52	97.05	154.55	
矿体形态			层状、似层状	层状、似层状	透镜状	层状、似层状	
含矿岩性			炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹含炭变砂岩	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹含炭变砂岩	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹含炭变砂岩	炭质绢云母石英片岩	
产状			358° ∠28-57°	347° ∠35-59°	341° ∠40-53°	8-35° ∠53-57°	

2、GIII-2 金矿体地质特征

该矿体分布于 22~32 勘探线之间，为隐伏矿体。在海拔标高 330m 以下的探矿证范围内：深部由 ZK2204、ZK2205、ZK2206、ZK2401、KZK2415、KZK2413、KZK2412、KZK2411、ZK2402、KZK2606、KZK2607、KZK2608、KZK2609、KZK2811、KZK2809、KZK2815 等 16 个钻探工程控制，其中，钻孔 ZK2204、ZK2205、ZK2206、KZK2811、KZK2809 及 KZK2815 等 6 个钻孔未见矿，其余钻孔均见矿，在采矿证范围内 345 中段穿脉工程 CM22ES01、CM24WS01、CM26WN01 和 KZK2409 及 ZK2801 等两个钻探工程对该矿体进行控制。矿体呈层状、似层状分布，矿体仅在 26 线有夹石（有 3 层夹石，编号分别为 GIII-2 夹石②、GIII-2 夹石③及 GIII-2 夹石④），出现分枝，夹石呈透镜状、似层状，厚度 2.00~16.59m，走向长约 50m，沿倾向延伸长约 64~259m，夹石赋存标高为 309~108m。总体走向 77°，北倾，倾角 35~59°，总体倾角 48°。矿体走向长度 127m，倾向延深 345m，赋存标高 330~92m。矿体沿走向方向厚度东厚西薄，向两侧急剧尖灭，沿倾向方向深部厚度有增大趋势（见图 4-1）。单工程最小厚度 2.26m，最大厚度 27.96m，平均厚度 8.80m，厚度变化系数 75.12%，厚度变化为稳定型；单工程矿体平均品位 0.59~2.63 克/吨，单样最低品位 0.10 克/吨，最高品位 7.37 克/吨，矿体平均品位 1.63 克/吨，品位变化系数 83.52%，品位变化均匀；构造对矿体无破坏，矿体沿倾向方向延深至探矿证外，规模属小~中型。

3、GIII-5 金矿体地质特征

该矿体分布于 22~32 勘探线之间，为隐伏矿体。在海拔标高 330m 以下的探矿证范围内：深部由 KZK2205、KZK2206、KZK2415、KZK2413、KZK2412、KZK2606、KZK2607、KZK2608、KZK2609、KZK2809、KZK2815 等 11 个钻探工程系统控制，其中，钻孔 KZK2606、KZK2607、KZK2608 等 3 个钻孔见矿，其余钻孔均未见矿，在采矿证范围内 345 中段穿脉工程 CM26WN01 和 CM26EN01 和 KZK2409、ZK2401 及 ZK2802 等 3 个钻探工程对该矿体进行控制。总体上，矿体呈透镜状分布，无分枝复合，总体走向 71°，北倾，倾角 40~53°，总体倾角 46°；矿体走向长度 120m，倾向延伸 170m，赋存标高 330~213m。单工程最小真厚度 0.84m，最大真厚度 7.58m，平均真厚度 2.97m，厚度变化系数 78.35%，厚度变化为稳定型；单工程矿体平均品位 0.50~6.17 克/吨，单样最低品位 0.12 克/吨，最高品位 6.17 克/吨，矿体平均品位 1.62 克/吨，品位变化系数 97.05%，

品位变化均匀；构造对矿体无破坏，矿体经工程控制圈闭，但沿倾向有矿化显示（见 24 线 KZK2402），矿化延深至探矿证外，规模属小-中型。

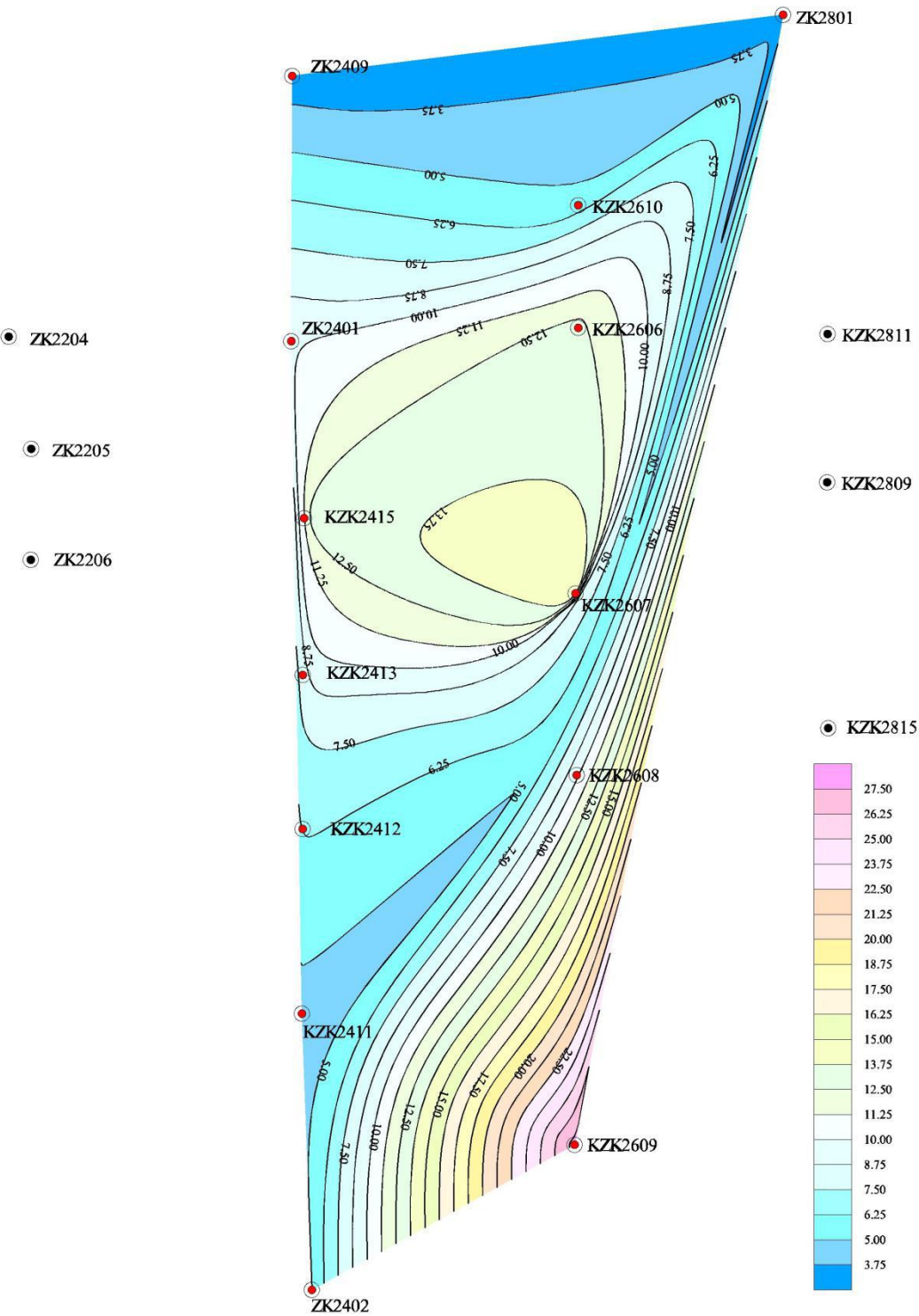


图 4-1 GIII-2 金矿体厚度变化等值线图

4、GIV金矿体地质特征

矿体为隐伏矿体，呈层状分布于 14~30 勘探线之间。在海拔标高 330m 以下的探矿证范围内：深部由 KZK2011、KZK2013、KZK2015、KZK2017、ZK2402 及 KZK2806 等 6 个钻探工程进行控制，其中，钻孔 ZK2402 和 KZK2806 两个钻孔见工业矿，其余钻孔均未见矿。矿体呈层状、似层状分布，在 24 线和 26 线有夹石（夹石编号为 GIV 夹石 ⑤），出现分枝，夹石呈透镜状，厚度 2.00~6.01m，走向长约 100m，沿倾向延伸长约 46m~69m，夹石赋存标高为 330~275m。矿体产状变化较大，为 $8\sim 35^\circ \angle 53\sim 57^\circ$ ，总体倾角为 55° ；矿体走向长度 140m，倾向延深 115m，赋存标高 330~251m。矿体单工程最小真厚度 0.61m，最大真厚度 5.54m，平均真厚度 3.08m，厚度变化系数 113.37%，厚度变化为较稳定型；单工程矿体平均品位 1.16~4.03 克/吨，单样最低品位 0.11 克/吨，最高品位 24.30 克/吨，矿体平均品位 2.98 克/吨，品位变化系数 154.55%，品位变化较均匀；构造对矿体无破坏，矿体沿倾向方向延深至探矿证外，总体规模中等。

二、其它金矿体及金矿化体地质特征简述

本次，在 24 勘探线圈出 3 条金矿体，编号为 GIII-2-1、GIII-2-2 及 GIII-2-4，圈出 1 条金矿化体，编号为 GIII-2-3，均为隐伏矿体。由 KZK2409、KZK2411、KZK2412、KZK2413、KZK2415 及 ZK2402 等 6 个钻探工程进行控制，仅 ZK2402 钻孔见矿，相邻工程均未见这 4 条矿体及矿化体；在 28 勘探线圈出 1 条金矿化体，为隐伏矿体，编号为 GIII-2-5，由 KZK2809、KZK2811、KZK2815 及 ZK2802 等 4 个钻探工程进行控制，仅 KZK2809 和 ZK2802 两个钻孔见该矿化体，相邻工程均未见该矿化体。5 条金矿体及金矿化体均未参与本次资源量估算，其地质特征见表 4-2。

表 4-2 其它金矿体及金矿化体特征一览表

矿体编号 矿体特征		GIII-2-1	GIII-2-2	GIII-2-3	GIII-2-4	GIII-2-5	备注
矿体 规模	走向长度 (m)	50	50	50	50	50	
	倾向延伸 (m)	65	66	72	74	71	
矿体赋存标高		102m~62m	93m~49m	58m~7m	33m~-20m	250m~197m	
矿体平均真厚度 (m)		3.3	4.21	3.36	4.29	1.44	
单样品 位 (g/t)	最高	3.22	1.81	0.98	2.53	0.98	
	最低	0.53	0.70	0.34	0.97	0.70	
	平均品位	1.28	1.01	0.71	1.21	0.79	
矿体及矿化体 分布的勘探线		24 线	24 线	24 线	24 线	28 线	

矿体编号 矿体特征	GIII-2-1	GIII-2-2	GIII-2-3	GIII-2-4	GIII-2-5	备注
控制工程及编号	ZK2402 钻孔见矿, 其它 (KZK2409、KZK2411、KZK2412、KZK2413、KZK2415) 钻孔均未见该矿体	ZK2402 钻孔见矿, 其它 (KZK2409、KZK2411、KZK2412、KZK2413、KZK2415) 钻孔均未见该矿体	ZK2402 钻孔见金矿化, 其它 (KZK2409、KZK2411、KZK2412、KZK2413、KZK2415) 钻孔均未见该矿化体	ZK2402 钻孔见矿, 其它 (KZK2409、KZK2411、KZK2412、KZK2413、KZK2415) 钻孔均未见该矿体	KZK2809 和 ZK2802 钻孔见金矿化, 其它 (KZK2811、KZK2815) 钻孔均未见该矿化体	
矿体形态	层状、似层状	层状、似层状	层状、似层状	层状、似层状	层状、似层状	
含矿岩性	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹含炭变质砂岩	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹含炭变质砂岩	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹含炭变质砂岩	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹含炭变质砂岩	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩夹含炭变质砂岩	
产状	341° ∠40°	341° ∠40°	341° ∠40°	341° ∠40°	347° ∠48°	

第二节 矿石质量

一、矿石的矿物组成与结构构造

1、矿物组成

矿石中金属矿物主要以黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿为主，赤铁矿、磁铁矿次之，金属矿物含量约占矿物总量的 2-7%；非金属矿物主要为石英、绢云母、黑云母及少量石榴石、炭质等，非金属矿物含量约占矿物总量的 93-98%。矿石中金属矿物和脉石矿物含量见表 4-3。



图 4-2 金沟矿段深部金矿石及岩心金矿石

表 4-3 矿石主要矿物含量统计一览表

矿物名称	含量 (%)	矿物名称	含量 (%)
黄铁矿	1.39	石英	28-43
磁黄铁矿	1.52-4.41	绢云母	23-55
黄铜矿	0.12-0.35	黑云母	5-27
磁铁矿	0.56-1.24	石榴子石	2-4
赤铁矿	0.36	炭质	6-16

1、黄铁矿

为主要载金矿物之一，可分为早、晚两期：

①早期黄铁矿

浅黄色，呈微-细脉状沿片理面分布于矿石（含矿片岩类岩石）中，半自形-自形粒状结构，呈近自形立方体晶型，其晶粒变化较大，在 0.06mm~0.20mm 之间，含金性较好。

②晚期黄铁矿

白黄色，呈微-细脉状斜穿片岩片理贯入，他形-半自形粒状结构，较宽的脉体达 2.5 毫米，细者在 0.01~0.02 毫米之间，边部常白铁矿化，含金性差。

2、磁黄铁矿

也是主要载金矿物之一，乳黄色微带粉色，正交下可见强非均性，主要聚集呈条带状定向分布，与片理方向一致；部分呈近板状粒状，断续定向沿片理分布，0.05mm-0.15mm，局部可见包裹黄铜矿。金沟矿段含磁黄铁矿较高，用强磁铁吸岩心磁力明显。

3、黄铜矿

星散状分布于矿石（含矿片岩类岩石）中，呈不规则粒状，正交下可见弱非均性，主要被包裹于磁黄铁矿之中分布。

4、赤铁矿

星散状分布于矿石（含矿片岩类岩石）中，自形长板状，沿片理断续定向分布，反射色灰褐色，正交下可见非均性，部分可见内反射色，与磁黄铁矿、黄铜矿无接触关系；粒径约为 0.08mm~0.20mm。

5、磁铁矿

呈近半自形粒状，棕褐色，均匀零星沿片理分布，粒径约为 0.03mm~0.12mm。

6、石英

为矿石的主要脉石矿物之一，主要以两种不同形式产出：

（1）大部分粒径相对较细小，表面附着黑色麻点炭质，较脏。

（2）呈脉状方式产出，表面干净，颗粒之间接触线平直清晰，炭质或不透明金属矿物充当胶结物分布于石英粒间，近静态重结晶形成，粒径约为 0.02mm~0.20mm，波状消光变形纹清晰可见，与片理方向一致。

7、绢云母

矿石的主要脉石矿物之一，呈纤维状针状细条状，连续定向排列构成，片径约为 0.01mm~0.11mm。

8、黑云母

矿石的主要脉石矿物之一，棕褐色，叶片状，部分可见近变形纹、扭转带等显微构造特征；断续定向排列，与片理方向一致，中间可见包裹细粒石英，构成筛状变晶结构，包裹石英与基质石英方向一致，消光一致，片径约为 0.10mm~2.40mm。

9、炭质

呈黑色麻点状、粉尘状，均匀分布，部分附着于石英表面，以有机炭为主。

10、石榴子石

浅褐色，近自形粒状，部分可见中间包裹黑色炭质，边部较干净，零星均匀分布，粒径约为 0.14mm~0.80mm。

2、结构构造

（1）矿石结构

矿石结构主要为它形-半自形-自形粒状结构、包含结构、填隙结构、鳞片粒状变晶结构、变晶斑结构等，其次为交代结构、交代残余结构及假象结构。

它形-半自形-自形粒状结构：黄铁矿呈它形-半自形-自形粒状分布于矿石（含矿片岩类岩石）中或黄铁矿脉（微-细脉状）中，磁黄铁矿呈它形-半自形粒状分布于矿石（含矿片岩类岩石）片理面上，钛铁矿呈它形粒状分布于云母及石英条纹（带）中，石英呈它形粒状分布于矿石（含矿片岩类岩石）中。

斑状变晶结构：自然金、银金矿包于黄铁矿、磁黄铁矿、褐铁矿、石英中。

包含结构：自然金、银金矿包于黄铁矿、磁黄铁矿、褐铁矿、石英中。

填隙结构：自然金、银金矿分布于黄铁矿粒间、磁黄铁矿粒间、石英粒间、黄铁矿与磁黄铁矿粒间、黄铁矿与石英粒间、磁黄铁矿与石英粒间及它们的裂隙中。

鳞片粒状变晶结构：由含矿岩石（片岩类岩石）的绢云母、黑云母及石英等构成。

变斑晶结构：黑云母呈变斑晶分布于矿石（含矿片岩类岩石）中。

交代结构：含铁硫化物氧化为褐铁矿、黑云母的绿泥石化等。

交代残余结构：黄铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿部分氧化为褐铁矿后有残留体。

假象结构：褐铁矿保留原黄铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿氧化的晶形。

（2）矿石构造

矿石构造主要为片状构造、浸染状构造、星散状构造、微-细脉状构造，其次为条纹（带）状构造、团块状构造及似斑状构造。

片状构造：由含矿岩石（片岩类岩石）的绢云母、黑云母及石英等矿物叠加排列组合而成。

浸染状构造：黄铁矿、磁黄铁矿疏密不等，分布于含矿岩石（片岩类岩石）的矿物粒间、片理面上、裂隙面上等。

星散状构造：黄铁矿、钛铁矿、赤铁矿、褐铁矿等星星点点分散于含矿岩石（片岩类岩石）中。

微-细脉状构造：早期黄铁矿和石英等呈细脉状充填于含矿岩石（片岩类岩石）的片理和裂隙中，晚期黄铁矿呈微-细脉状充填于含矿岩石（片岩类岩石）的裂隙中（图 4-3）。

条纹（带）状构造：磁黄铁矿、云母、石英等顺含矿岩石（片岩类岩石）呈条纹（带）状产出。

团块状构造：早期黄铁矿、磁黄铁矿等分别聚集成不规则的团块状。

似斑状构造：石榴石、黑云母散布于石英、绢云母基质之中而构成。



图 4-3 金沟矿段 KZK2609 孔岩心 GIII-2 金矿体结构构造特征

二、矿石的化学成分

为全面了解区内矿石各元素组分的含量，本次在基本分析副样中共抽取矿石化学全分析样 6 件（见表 4-4），样品代表性较好；为了基本查明矿石伴生有用、有益、有害组分含量及其赋存状态，对 GIII-2 主矿体在基本分析副样中抽取组合分析样 6 件，样品代表性较好。矿石全分析及组合分析结果见表 4-5、4-6。

表 4-4 矿石化学全分析样品采集一览表

样品编号	工程编号	采样位置（m）		矿体编号
		自	至	
QH1	KZK2413	175.20	176.10	GIII-2
QH2	KZK2607	138.40	139.50	GIII-2
QH3	KZK2806	138.60	139.60	GIV
QH4	KZK2609	213.00	214.00	GIII-2
QH5	KZK2609	7.50	8.50	GIV
QH6	KZK2412	182.50	183.50	GIII-2

表 4-5

矿石化学全分析结果一览表

分析项目	分 析 结 果						平均值
	QH1	QH2	QH3	QH4	QH5	QH6	
Au(g/t)	7.36	2.71	2.53	2.48	2.18	8.48	4.29
Ag(g/t)	0.8	0.5	0.9	0.5	0.7	0.8	0.7
Cu(%)	0.004	0.001	0.006	0.003	0.003	0.005	0.004
Pb(%)	0.017	0.001	0.003	0.002	0.009	0.002	0.006
Zn(%)	0.014	0.020	0.012	0.013	0.019	0.011	0.015
As(%)	0.001	0.001	0.001	0.68	1.19	0.09	0.326
Te(%)	0.049	0.032	0.050	<0.10	<0.10	<0.10	0.044
SiO ₂ (%)	62.44	60.36	59.83	65.05	63.38	65.10	62.69
TiO ₂ (%)	0.34	0.57	0.84	0.61	0.67	0.76	0.63
Al ₂ O ₃ (%)	14.84	14.38	14.98	12.29	13.31	15.89	14.28
CaO(%)	1.33	1.53	0.42	0.74	1.07	0.34	0.91
MgO(%)	2.42	4.17	2.70	3.78	5.00	2.68	3.46
Fe ₂ O ₃ (%)	0.81	2.17	1.61	0.12	0.30	0.01	0.84
FeO(%)	4.52	4.32	5.80	5.93	4.83	5.45	5.14
MnO(%)	0.150	0.200	0.073	0.15	0.18	0.10	0.143
Na ₂ O(%)	2.287	1.618	1.606	1.59	1.01	1.88	1.663
K ₂ O(%)	3.42	3.27	3.42	3.47	4.25	4.16	3.67
P ₂ O ₅ (%)	0.13	0.094	0.18	0.16	0.110	0.12	0.13
S(%)	1.56	0.49	0.89	0.39	0.74	2.32	1.07
CO ₂ (%)	3.78	2.74	2.28	7.00	5.64	2.09	3.92
有机炭(%)	2.48	1.64	1.66	2.38	3.01	2.28	2.24

表 4-6

组合分析结果一览表

序号	样品编号	Cu	Pb	Zn	S	As	Ag
		$\omega B/10^{-2}$					$\omega B/g/t$
1	ZH1	0.004	0.002	0.013	1.33	0.001	0.5
2	ZH2	0.003	0.001	0.014	1.34	0.002	0.5
3	ZH3	0.004	0.001	0.012	1.20	0.001	1.2
4	ZH4	0.003	0.003	0.019	1.87	0.001	0.5
5	ZH5	0.002	0.001	0.014	1.62	0.001	1.6
6	ZH6	0.003	0.002	0.013	1.84	0.001	0.5
7	平均值	0.003	0.002	0.014	1.53	0.001	0.8

由表 4-5 可知：

- 1、矿石中主要有用元素为金，其它金属元素均很低，不具工业利用价值。
- 2、矿石中主要化学成分是硅、铝、镁的氧化物，其它化学成分较低。
- 3、矿石中有害组分 S、Fe、炭质成分（包括无机炭和有机炭）含量较高，对开发利用不利，而 As 等有害组含量极微，低于规范要求。

由表 4-6 可知，矿石伴生有用组分含量均低于评价标准，无法综合利用。

本次对 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等 4 条矿体参与资源量估算的 225 件样品按照品位区间进行了统计分析（见图 4-4），经统计，单样品位在 0.10-24.30 克/吨，一般在 1.20-2.50 克/吨之间。其中， ≤ 0.50 克/吨的样品共有 33 件，占比为 14.67%，0.50-1.20 克/吨的样品共有 86 件，占比为 38.22%，1.20-1.60 克/吨的样品共有 23 件，占比为 10.22%， ≥ 1.60 克/吨的样品共有 83 件，占比为 36.89%，可知，大于边界品位的样品占总样数的 85.33%。

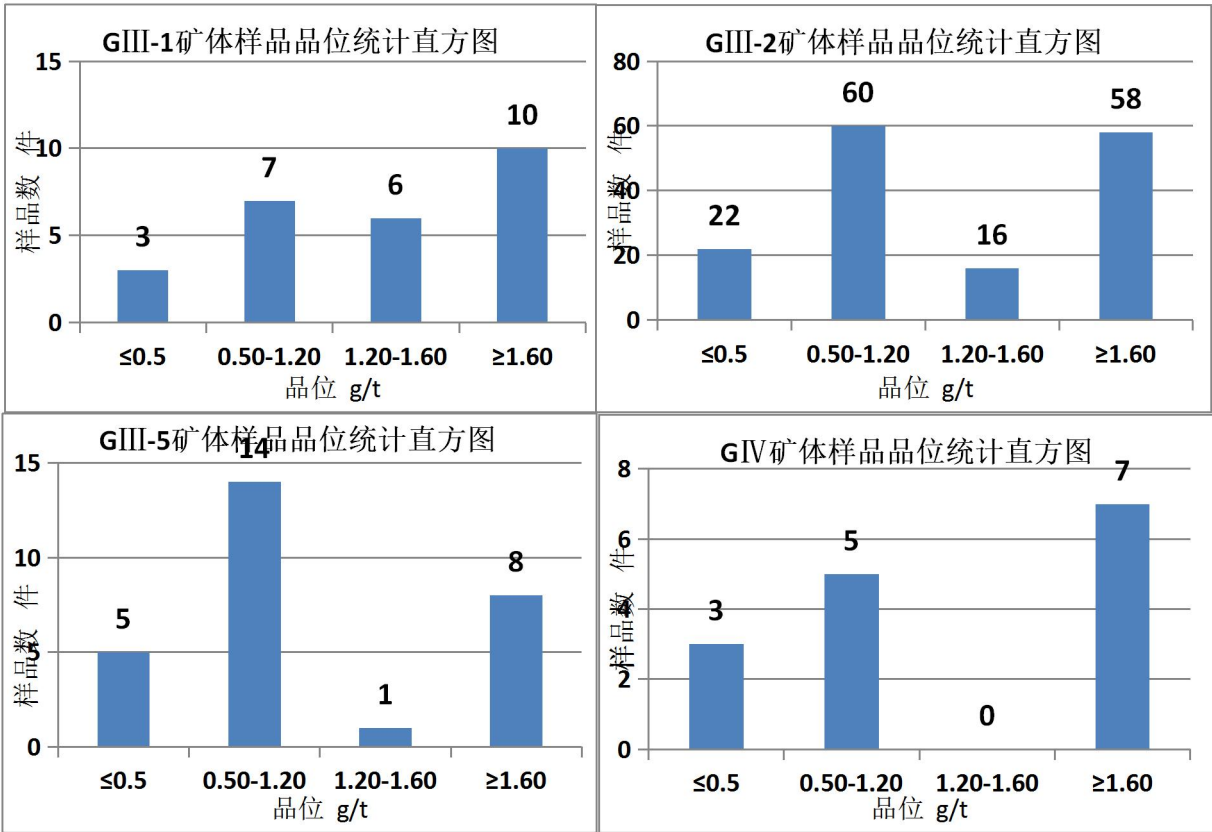


图 4-4 参与资源量估算样品品位统计直方图

对 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等 4 条矿体在探矿权范围内参与资源量估算钻孔的单工程品位变化情况统计分析后可知，矿体平均品位在 1.62~2.98 克/吨之间，品

位变化与矿体厚度关系不明显，矿体品位较稳定。见图 4-5。

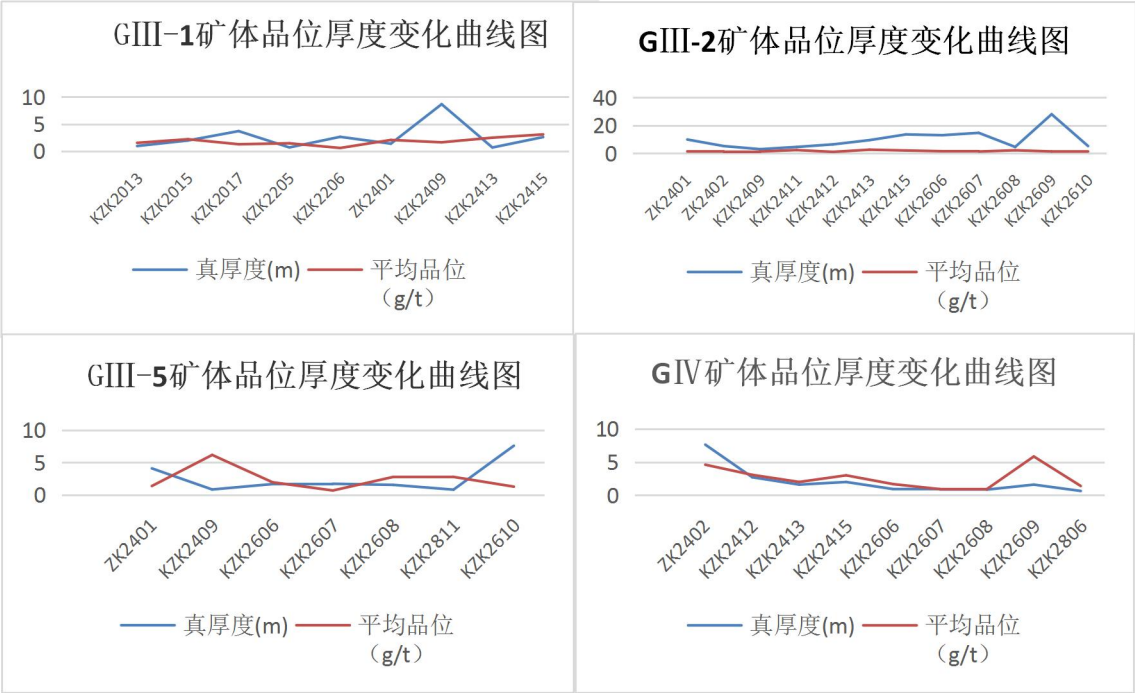


图 4-5 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 矿体品位厚度变化曲线图

三、金矿物特征及赋存状态

1、金矿物特征

金矿物特征利用前人矿区资料（《陕西省汉阴县黄龙金矿（整合区）资源储量核实报告》（陕国土资储备[2010]88 号文））：

（1）金矿物的形态

金矿物形态多种多样，经对光片中和人工重砂精矿中金矿物形态统计，大致可分为五种，其中以片状为主（占 41.73%），其次为粒状（占 18.90%），不规则状（占 18.11%），板状（占 14.96%）及丝条状（占 6.30%）等（见表 4-7）。

（2）金矿物的粒度

由于矿石易碎，较难制片，所以光片中看到的金粒较小，大粒金只能在人工重砂中获得。

①光片中金矿物粒度统计

经光片中金矿物粒度测定统计，矿石中金矿物以粗—巨粒金（>0.076 毫米）为主，约占金矿物总量的 50.71%（面积百分比），次为细—微粒金（<0.037 毫米），约占金矿物总量的 26.18%，中粒金（0.076-0.037 毫米），约占金矿物总量的 23.11%（见表 4-8）。

表 4-7

金矿物形态特征统计表

粒数及百分比 金粒形态		金粒数		百分比 (%)	
粒状	圆形及球形	2	24	1.58	18.90
	菱形	6		4.72	
	不规则粒状	16		12.60	
不规则状	虫状	6	23	4.72	18.11
	多形体状	14		11.03	
	勾、叉、矛头等状	3		2.36	
板状	长板条状	18	19	14.17	14.96
	近圆形板状	1		0.79	
片状	近圆形	9	53	7.09	41.73
	多边形	34		26.77	
	不规则枝叉状	10		7.87	
丝 条 状		8	8	6.30	6.30
总 计		127	127	100.00	100.00

表 4-8

光片中（平面上）金矿物的粒度统计表

粒度 (毫米)	以金粒短边统计		以金粒长边统计		以短边计的金粒面积 (平方毫米)	面积百分比 (%)
	粒数	百分比 (%)	粒数	百分比 (%)		
>0.076	1	1.45	2	2.90	0.0333	50.71
0.076-0.043	2	2.90	10	14.49	0.00852	12.97
0.043-0.037	5	7.25	11	15.94	0.00666	10.14
<0.037	61	38.40	46	66.67	0.01719	26.18
合计	69	100.00	69	100.00	0.06567	100.00

注：矿山选矿回收率达 90-92%，说明金粒度<0.01 的微粒金含量小于 7%。

②人工重砂中金矿物粒度统计

经人工重砂测定统计，金矿物以粗—巨粒金（>0.076 毫米）为主，约占金矿物总量的 92.80%（面积百分比），中—细—微粒 金（<0.076 毫米）仅占 7.20%（见表 4-9）。这与矿山选矿回收率达 90-92%相吻合，金粒度<0.01 的微粒金含量小于 7%。

表 4-9

重砂矿物中金矿物的粒度统计表

粒度 (毫米)	以金粒短边统计		以金粒长边统计		以短边计的金粒面积 (平方毫米)	面积百分比 (%)
	粒数	百分比 (%)	粒数	百分比 (%)		
>0.2	6	10.34	33	56.89	0.56143	27.50
0.2-0.1	30	51.72	21	36.21	1.13158	55.43
0.1-0.076	10	17.25	4	6.90	0.20150	9.87
0.076-0.043	12	20.69	/	/	0.14697	7.20
合计	58	100.00	58	100.00	2.0413	100.00

(3) 金矿物的种类及相对含量

金矿物有自然金和银金矿两种，经光片中和人工重砂精矿中金矿物的相对含量统计，主要为自然金，约占金矿物的 98%，是最主要的工业矿物；银金矿含量微少，约占金矿物的 2%（见表 4-10）。

表 4-10 光片中和人工重砂精矿中金矿物相对含量统计表

矿物名称	光片(面积比)		人工重砂精矿(体积比)	
	实测面积(平方微米)	百分比(%)	实测面积(立方微米)	百分比(%)
自然金	50885.47	97.87	102760000	98.24
银金矿	1108.00	2.13	1785613	1.71
合 计	51993.47	100.00	104545613	100.00

(4) 自然金的电子探针分析和维克硬度、反射率的测定

自然金呈金黄色至亮黄色，强金属光泽，具明显的延展性。为了了解自然金的纯度、成色、微量元素含量、维克硬度、反射率等，挑选 4 颗自然金样品送中国地质大学（北京）电子探针室进行了电子探针分析和维克硬度、反射率的选项测定。

①自然金的电子探针分析

具体分析结果见表 4-11。

表 4-11 自然金的电子探针分析结果表

元素 \ 样品	Au1(金黄色)		Au3-1(金黄色)		Au2(亮金黄色)		Au3-2(亮金黄色)	
	WT	ATOM	WT	ATOM	WT	ATOM	WT	ATOM
Au (%)	93.55	86.38	93.08	83.72	91.41	82.58	91.91	82.70
Ag (%)	4.41	7.44	4.78	7.85	6.14	10.13	5.72	9.40
As (%)	0.07	0.16	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Sb (%)	0.39	0.58	0.00	0.00	0.13	0.19	0.33	0.49
Bi (%)	0.46	0.40	0.05	0.04	0.16	0.14	0.26	0.22
Hg (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cu (%)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27	0.75	0.00	0.00
Pb (%)	0.00	0.00	0.33	0.28	0.47	0.40	0.00	0.00
Zn (%)	0.03	0.09	0.46	1.26	0.25	0.69	0.26	0.72
Te (%)	0.21	0.30	0.00	0.00	0.26	0.36	0.44	0.61
Se (%)	0.02	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
S (%)	0.72	4.10	1.13	6.25	0.76	4.22	1.02	5.65
Fe (%)	0.15	0.50	0.19	0.60	0.17	0.55	0.07	0.21
总量 (%)	100.02	100.00	100.02	100.00	100.02	100.00	100.02	100.00
成色 (Au/ Au+ Ag) ‰	954.98		951.15		941.41		937.06	

由表 4-11 表明：

a. 自然金的纯度高、成色好，含少量银。

两颗金黄色自然金的金品位在 93.08~93.55%之间，平均金品位 93.32%；成色在 951.15~954.98‰之间，平均值为 953.06‰；含银量在 4.41~4.78%之间，平均含银 4.59%。

两颗亮金黄色自然金的金品位在 91.41~91.91 之间，平均金品位 91.66%；成色在 937.06~941.41‰之间，平均值为 939.22‰；含银量在 5.72~6.14%之间，平均含银 5.93%。

b. 尚含有微量的 Sb、Bi、Zn、Te、S、Fe 等元素。

②自然金的维克硬度、反射率测定

具体测定结果见表 4-12。

表 4-12 自然金的维克硬度、反射率测定结果表

项 目 样 品	VHN(千克/平方毫米 ²)	R480 纳米 (%)	R654 纳米 (%)
Au1(金黄色)	68.10		
Au3-1(金黄色)	81.30	39.50	75.60
Au2(亮金黄色)		47.70	82.09
Au3-2(亮金黄色)	80.30		

由表 4-11 表明：

a. 两颗金黄色的自然金维克硬度在 68.10~81.30 千克/平方毫米之间，在波长 480 纳米下测定反射率为 39.50%，在波长 654 纳米下测定反射率为 75.60%。

b. 两颗亮金黄色自然金维克硬度为 80.30 千克/平方毫米，在波长 480 纳米下测定反射率为 47.70%，在波长 654 纳米下测定反射率为 82.09%。

2、金的赋存状态

具体金在各主要矿物中的分布率和金的嵌布特征见表 4-13。

表 4-13 金主要矿物中的分布率及嵌布率统计表

项目	产出特征	金粒数		分布率 (%)	嵌布率 (%)
		单项	小计		
裂隙及粒间金	黄铁矿裂隙及粒间金	12	67	17.14	95.71
	磁黄铁矿裂隙及粒间金	9		12.86	
	褐铁矿裂隙及粒间金	8		11.43	
	石英裂隙及粒间金	16		22.86	
	石英与硫化物裂隙及粒间金	16		22.86	
	云母与硫化物裂隙及粒间金	6		8.57	

项目	产出特征	金粒数		分布率 (%)	嵌布率 (%)
		单项	小计		
包裹金	黄铁矿中包裹金	1	3	1.43	4.29
	磁黄铁矿中包裹金	1		1.43	
	石英中包裹金	1		1.43	
合 计			70	100.00	

由插表 4-13 表明：

- (1) 黄铁矿、磁黄铁矿、褐铁矿、石英等为金的载金矿物。
- (2) 绢云母、黑云母等含金甚微或不含金。
- (3) 矿石中约 95.71%的金矿物分布于黄铁矿、磁黄铁矿、褐铁矿、石英等载金矿物和石英与硫化物、云母与硫化物的裂隙及晶隙（粒间）中。
- (4) 矿石中约 4.29%的金矿物包裹于黄铁矿、磁黄铁矿、石英等载金矿物中。

第三节 矿石类型和品级

一、矿石类型

1、矿石自然类型

本次勘查矿体均为深部矿体，矿石均为片岩类岩石，矿物粒度细小，渗透性差，在坑内钻孔 KZK2412 和 KZK2609 中共采集 4 件金物相分析样用以了解矿床自然分带、矿石自然类型，确定金的赋存状态、物相种类等，见表 4-14。

表 4-14 金物相分析结果表

序号	样品编号	$\omega(\text{Au})/\text{g/t}$					
		裂隙金(裸露和半裸露自然金)	碳酸盐包裹金	铅锌铜硫化矿物包裹金	褐铁矿包裹金	黄铁矿包裹金	石英和硅酸盐包裹金
1	WX1	1.92	<0.10	0.40	<0.10	<0.10	0.23
2	WX2	4.72	<0.10	0.57	<0.10	<0.10	<0.10
3	WX3	5.51	0.16	0.67	<0.10	<0.10	<0.10
4	WX4	8.57	0.11	2.95	0.14	<0.10	0.14

由表 4-14 可知，矿石基本无氧化，所以本次矿石自然类型为原生金矿石。

按照金矿物赋存的岩石类型及矿石结构构造等，总体为片岩型矿石，可划分为含炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩型。

2、矿石工业类型

由表 4-14 可知，矿石中大部分金矿物分布于黄铁矿、磁黄铁矿、褐铁矿、石英等载金矿物和石英与硫化物、云母与硫化物的裂隙及晶隙（粒间）中，极少量金矿物包裹于黄铁矿、磁黄铁矿、石英等载金矿物中，裂隙金占绝大部分，包裹金所占比例较小，因此，矿石工业类型属低硫化物含金矿石。

二、矿石品级

矿石自然类型均为片岩类原生矿石（氧化矿石所占比例很小，统一按原生矿石对待），矿石工业类型为较易选矿石，矿石的金品位一般在 0.57~2.98 克/吨之间，零星可见特高品位出现，无特高品位带存在，差异不大，所以，对矿石品级未进行划分。

第四节 矿体围岩与夹石

一、围岩

本次详查的 GIII-1、GIII-1、GIII-5 等矿体上、下盘围岩均为含炭质黑云母变斑晶绢云石英片岩夹变质砂岩薄层，GIV 矿体上、下盘围岩为炭质绢云母石英片岩，近矿围岩普遍片理化较强且蚀变较强，蚀变以硅化、黄铁矿化、磁黄铁矿化、黑云母化为主；远离矿体的围岩蚀变较弱，以绢云母化片岩类岩石为主，常见小型膝状揉曲构造。

矿体与围岩没有明显的接触界线，均以样品分析结果来确定，矿体与围岩不容易辨认。

二、夹石

本次详查，GIII-1 金矿体仅在 20 勘探线见夹石分布，GIII-2 金矿体仅在 26 勘探线见夹石分布，夹石岩性均为炭质黑云母变斑晶绢云石英片岩夹含炭变质砂岩，GIV 金矿体在 24 勘探线和 26 勘探线见夹石分布，夹石岩性为炭质绢云母石英片岩。各矿体夹石分布情况见表 4-15。

表 4-15 矿体夹石分布情况统计表

矿体夹石编号		GIII-1 夹石①	GIII-2 夹石②	GIII-2 夹石③	GIII-2 夹石④	GIV 夹石⑤	备注
夹石分布范围	勘探线号	20 线	26 线	26 线	26 线	24 线和 26 线	
	赋存标高	208m~159m	228m~178m	309m~108m	185m~135m	330m~275m	
夹石规模	走向长度（m）	50	50	50	50	100	
	倾向延伸（m）	37	65	259	73	46~69	
夹石真厚度（m）	最大	3.92	9.05	16.59	4.53	6.01	
	最小	2.00	2.00	2.00	2.00	2.00	
夹石品位（g/t）	最高	0.26	1.04	0.98	0.35	0.46	单样品位
	最低	<0.1	<0.1	0.05	<0.1	0.05	单样品位

矿体夹石编号	GIII-1 夹石①	GIII-2 夹石②	GIII-2 夹石③	GIII-2 夹石④	GIV夹石⑤	备注
控制工程及编号	KZK2011、 KZK2013、 KZK2015、 KZK2017	KZK2608、 KZK2609、 KZK2611	KZK2606、 KZK2607、 KZK2609、 KZK2610、 KZK2611	KZK2609、 KZK2611	KZK2606、 KZK2607、 KZK2608、 KZK2609、 KZK2610、 KZK2611	
夹石形态	透镜体	透镜体	似层状	似层状	透镜体	
夹石岩性	炭质黑云母变 斑晶绢云母石 英片岩夹含炭 变质砂岩	炭质黑云母变 斑晶绢云母石 英片岩夹含炭 变质砂岩	炭质黑云母变 斑晶绢云母石 英片岩夹含炭 变质砂岩	炭质黑云母变 斑晶绢云母石 英片岩夹含炭 变质砂岩	炭质绢云母石 英片岩	
产状	358° ∠28°	347° ∠53°	347° ∠53°	347° ∠53°	8-35° ∠ 36-53°	

第五章 矿石加工技术性能

第一节 矿石可选性实验

勘查区内矿石为易选低硫化物含金矿石，特征与黄龙金矿采矿证内金沟矿段现生产的矿石特征基本一致（见表 5-1），本次未做矿石加工选冶试验，通过类比黄龙金矿现有选矿工艺确定本区矿石加工选冶技术性能。黄龙金矿为成熟矿山，目前，矿山选矿采用尼尔森重选选矿法提金，工艺成熟，选矿效果好。

表 5-1 矿石特征对比表

矿床名称 矿石特征	黄龙金矿采矿权金沟矿段现生产矿体	本次详查区 GIII-1、GIII-2、GIII-5 和 GIV 矿体（为采矿证 GIII-1、GIII-2、GIII-5 和 GIV 矿体深部延伸）	备注
自然类型	含炭黑云母变斑晶绢云石英片岩型	含炭黑云母变斑晶绢云石英片岩型	
结构	自形-半自形-它形粒状结构、鳞片粒状变晶结构、变斑晶结构、板条状结构、包含结构、次生交代和交代残余结构等	自形-半自形-它形粒状结构、鳞片粒状变晶结构、变斑晶结构、板条状结构、包含结构、次生交代和交代残余结构等	
构造	条带状构造、浸染状构造、片状构造、细脉浸染状构造、粒间浸染构造等	条带状构造、浸染状构造、片状构造、细脉浸染状构造等	
金含量（克/吨）	1.44~2.17	1.63~1.71	
矿石矿物	金	金	
金的赋存状态	主要为裂隙金，少量包裹金	主要为裂隙金，少量包裹金	
其它金属矿物	主要为黄铁矿、磁黄铁矿、褐（赤）铁矿、钛铁矿	主要为黄铁矿、磁黄铁矿、赤铁矿、磁铁矿及少量黄铜矿	

由表 5-1 可知，勘查区主要金矿体（GIII-1、GIII-2、GIII-5）的矿石自然类型、结构、构造、金含量、矿石金属矿物分布及金的赋存状态基本一致，因此，本次勘查区内金矿选矿工艺流程采用尼尔森重选选矿法提金工艺是合理的，其选矿工艺流程见图 5-1。

重选尼尔森试验流程及条件如下：

第一次尼尔森试验：原矿细碎后最大粒度 0.7~1mm，重选离心力 60G，MD3 流态化水量 3.0~3.5l/min，进行第一次富集。

第二次尼尔森试验：一次的尾矿再磨矿-200 目占 62%（实测），重选离心力 90G，MD3 流态化水量 2.7~3.01l/min，进行第二次富集。

第三次尼尔森试验：二次的尾矿再磨矿-200 目占 84.2%（实测），重选离心力 90G，MD3 流态化水量 2.7~3.01l/min，再进行第三次富集。

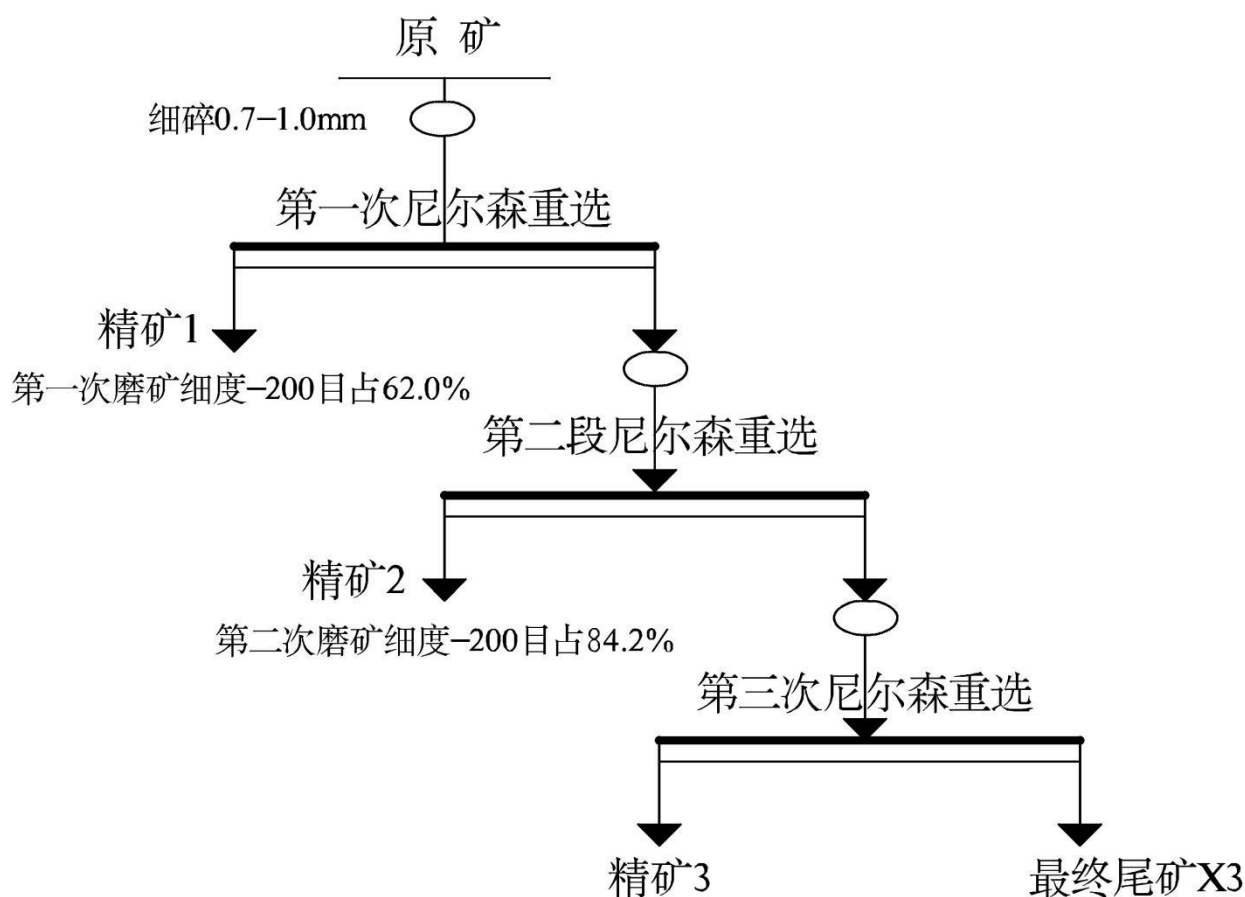


图 5-1 尼尔森重选试验流程图

尼尔森重选试验结果见表 5-2。

表 5-2 尼尔森重选试验结果

产品	产率（%）	金品位（克/吨）	回收率（%）
混合精矿	2.99	23.12	93.44
尾矿	97.01	0.05	6.56
原矿	100	0.75	100

尼尔森重选结论

1、该金矿品位较低，尼尔森重选试验效果较好，金的回收率较高，宜重选富集。

2、该矿采用尼尔森重选富集法回收粒金，入选金品位 0.75 克/吨，可以得到 23.12 克/吨的金精矿，产品回收率达到 93.44%。

目前，矿山采用该工艺生产，在 2020 年 5 月-7 月实际生产情况经济效益较好，对该阶段矿山生产进行统计分析，见表 5-3。

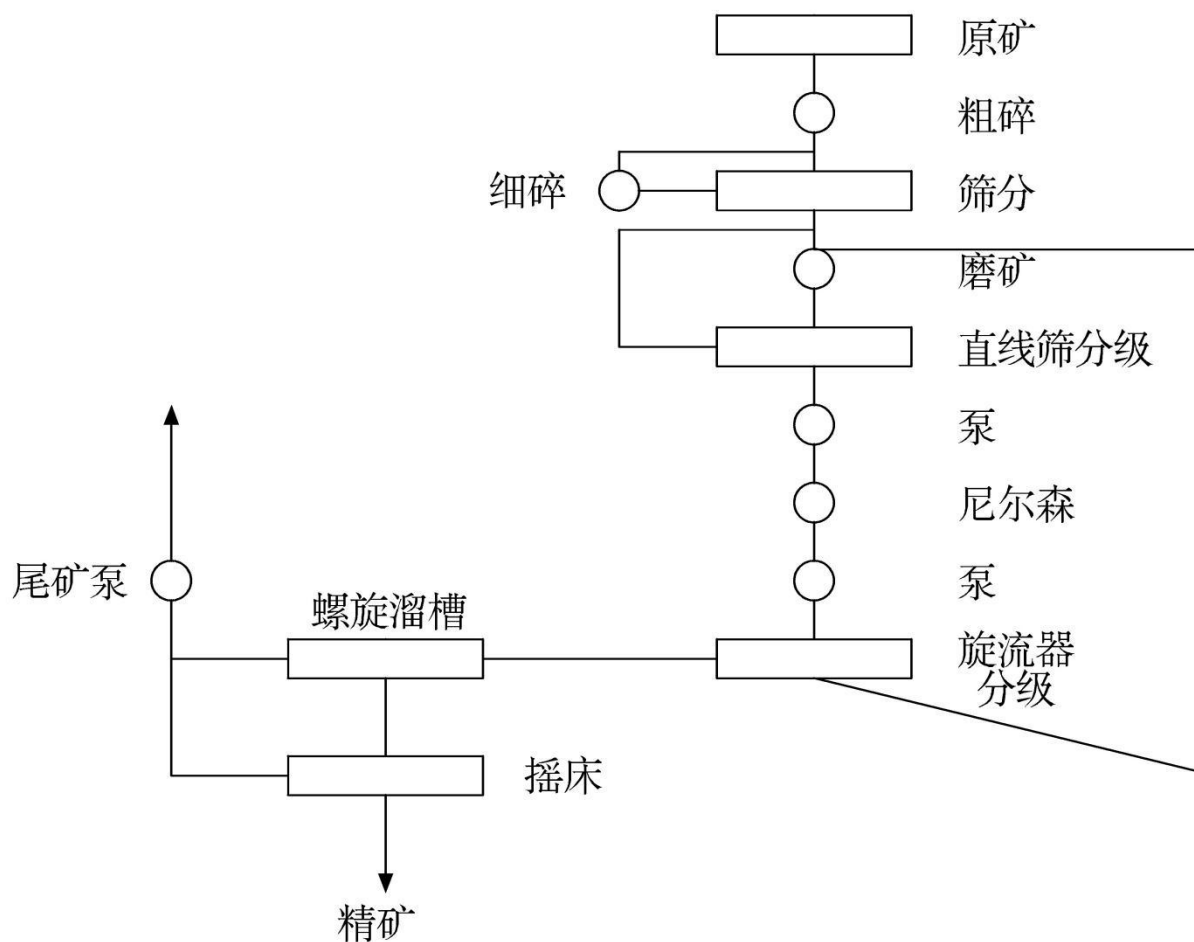
表 5-3 2020 年 5 月-7 月矿山实际生产情况一览表

2020 年		5 月	6 月	7 月	累计	平均
消耗	矿石量（万吨）	1.12	0.95	1.02	3.09	1.03
	金金属量（千克）	15.57	12.07	16.22	43.86	14.62
采出	矿石量（万吨）	1.12	0.95	1.02	3.09	1.03
	金金属量（千克）	14.90	11.59	15.61	42.1	14.03
地质品位（克/吨）		1.39	1.27	1.59		
入选品位（克/吨）		1.33	1.22	1.53		
采矿回收率（%）		92.00	92.00	92.00		
采矿贫化率（%）		4.30	3.98	3.76		
尾矿品位（克/吨）		0.10	0.10	0.10		
选矿回收率（%）		90	90	90		
生产金金属量（千克）		14.90	11.59	15.61		
销售价格（元/克）		388.75	396.68	399.55		
月产值（万元）		579.24	459.75	623.70		
采选综合成本（元/吨·矿）		265.00	265.00	265.00		
月成本（万元）		296.8	251.75	270.3		
月税费（万元）		22.60	27.59	37.42		
月利润（万元）		259.84	180.42	315.98		

由表 5-3 可知，矿山采用该工艺生产，入选品位为 1.22~1.53 克/吨，选矿回收率为 90%，尾矿品位为 0.10 克/吨，选矿效果较好，企业经济效益比较可观。本次勘查的矿石类型与现生产矿石类型基本一致，采用的工业指标（见第八章）圈定的矿体和估算的资源量能够满足矿山生产，可以采用尼尔森重选工艺进行选矿，为黄龙金矿提供后备资源。

第二节 矿山选矿情况

矿山选矿厂初期（1994 年）建设规模为 250 吨/日，1997 年改造扩建为日处理量 350 吨/日，矿石属易选矿石，选矿工艺最初为重选加全泥氰化，2005 年工艺改造为单一重选，2012 年又投资 1000 多万元对选矿厂进行了改扩建，对所有设备进行了更新，回收率在 90% 左右。生产能力可提高至日处理量 400 吨。选矿流程见图 5-2。



黄龙金矿选矿流程图

图 5-2 矿山选厂选矿流程图

其选矿工艺流程为原矿-破碎-两段细磨-重选（尼尔森和摇床）-精矿（金重砂）金重砂-酸洗-熔炼-金锭（90%）。

选厂主要设备见图 5-3、5-4、5-5、5-6。



图 5-3 选厂尼尔森设备



图 5-4 选厂球磨机



图 5-5 选厂破碎车间



图 5-6 尾矿旋流器及摇床

第六章 矿床开采技术条件

第一节 项目概述

本次矿区开采技术条件作为报告附件单独提交《陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查水工环地质专题勘查报告》，对矿区开采技术条件进行了详细描述，此处仅进行简述。

一、项目概况

为配合陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查项目开展，中国冶金地质总局西北地质勘查院于2019年6月至2020年8月对陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查区开展水工环调查工作。在详查工作中，根据任务书的要求，进行了相应阶段的矿床水文地质详查工作。

二、目的任务

根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-91）的要求，陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查水文地质工程地质及环境地质工作的目的与任务为：

1、基本查明矿区水文地质条件及矿床充水要素，预测矿坑涌水量，对矿床水资源综合利用进行评价，指出供水水源方向。

2、基本查明矿区的工程地质条件，评价硐室围岩岩体质量和稳定性，预测可能发生的主要工程地质问题。

3、评价矿区的地质环境质量，预测矿床开采可能引起的主要环境地质问题，并提出防治建议。

对矿区进行综合评价，综合研究，为矿床的技术经济评价及矿山建设可行性研究提供依据。为后期矿山建设设计提供依据。

三、主要工作量及完成情况

1、工作方法和技术要求

本次详查工作，主要采用了水文、工程测绘、环境地质调查、水文地质工程地质钻探、钻孔水文地质工程地质编录，钻孔抽水试验等多种勘探手段。其技术要求如下：

水文地质：在了解区域水文地质条件和收集当地水文、气象有关资料基础上，基本查明含水层和隔水层的岩性、厚度、分布、产状、埋藏条件，含水层的富水性，各含水层的水力联系，隔水层的稳定性和隔水程度；着重查明矿区内地表水体分布及其

与主要充水含水层的水力联系；研究地下水的水位(水压)、水质、水温、水量、动态变化及补给、径流、排泄条件，确定矿坑充水因素，预计矿坑涌水量；划分矿床水文地质类型，确定水文地质条件复杂程度；提出矿山工业和生活用水的水源方向。

工程地质：测定矿区主要岩矿石的力学性质，研究其稳定性能，基本查明矿区内断层破碎带、节理、裂隙、风化带、泥化带、流沙层、软弱夹层的分布，评价其对矿体及其顶底板岩层稳固性的影响；调查老窿及采空区的分布、充填和积水情况；划分矿床工程地质类型和确定工程地质条件复杂程度。

环境地质：查明岩石、矿石和地下水(含热水)中对人体有害的元素、放射性及其他有害气体的成分、含量等情况，提出对人体有无危害的初步评价意见；收集地震、泥石流、滑坡、岩溶等自然地质灾害的有关资料，分析其对矿山生产的影响；预测矿山开采对本区环境、生态可能产生的影响。

2、工作概况

接受任务后，我单位在充分熟悉全区地层、构造和收集、研究以往各类资料的基础上，根据《矿区水文地质工程地质勘探规范》（GB12719-91）、《水文地质手册》（2006 年版）等相关规范，根据开发利用方案要求，编制了储量详查阶段水工环地质工作的相关技术细则，并进入工地现场开展野外工作。

本次工作从 2019 年 6 月开始，在项目部和机台的支持配合下，完成了详查设计中所部署的水工环部分的工作量，工作程度基本达到了储量详查阶段水工环工作的技术要求，为矿床初步技术经济评价及矿山总体建设规划提供依据。完成的主要实物工作量如下（详见表 6-1）：

表 6-1 完成主要实物工作量表

序号	工作内容	单位	工作量	备注
1	1: 10000 水文工程环境地质测绘	km ²	10	
2	水文地质钻探	m	1 孔共 300.30m	
3	钻孔工程地质编录	m	18 孔共 2580.60m	部分为金沟上部资料
4	钻孔简易水文地质观测	个	全部钻孔	
5	坑道编录	m	513	
6	长期观测点	个	3	借用邻区资料
7	地表水测流量点	个	13	部分借用邻区资料
8	岩石力学样	组	34	部分为邻区资料
9	钻孔抽水试验	孔/次	1 孔 1 次	
10	水质分析样品	件	6	借用邻区资料
11	水文、工程地质剖面	条	1	
12	详查区岩石放射性检查	个	1	

说明：部分资料利用黄龙金矿采矿权调查资料，两个矿区地层岩性、水文、工程、环境地质条件基本相同。

第二节 水文地质条件

一、区域地下水类型及补径排特征

根据含水介质及埋藏条件的不同，地下水可分为变质岩、碎屑岩类型裂隙水、岩溶裂隙水、松散岩类孔隙水。

1、变质岩、碎屑岩裂隙水

该类型地下水主要赋存于各种变质作用形成的千枚岩、片岩、板岩及岩浆作用形成的花岗斑岩、辉长岩、花岗闪长岩等岩石分布区。岩体由于受火山作用、变质作用及构造作用的影响，岩体中裂隙发育，泉水出露点流量一般为 0.1~0.1L/s，断层及灰岩夹层中，个别泉流量可达 0.69L/s，属弱-中等富水岩组。矿化度较低。主要受降雨入渗补给。径流方向是由低、中山区向河沟方向径流。排泄方式主要是泉水及向河谷排泄。该含水岩组在县境内分布广泛。

2、岩溶裂隙水

该类型地下水主要赋存于泥盆系的灰岩中，该含水岩组赋水空间以溶洞、岩溶裂隙为主，裂隙为辅。属中等富水岩组，泉水流量为 0.1-10L/s，部分区域可达 50L/s，矿化度为 0.5g/L 左右。其补给方式主要是降雨，径流方向由中山向低山，由山区向河沟。排泄方式有泉水式和径流方式。该含水岩组主要分布汉阴县北部的低、中山区。

3、松散岩类孔隙水

该类型地下含水介质为第四纪松散堆积层。主要分布于月河、洞河等河谷的一级阶地及河漫滩中，单井涌水量为大于 5000m³/d，属于强富水性，在二、三级阶地及残坡积堆积层中有少量孔隙水赋存，富水性中-强，补给方式为降雨、农田灌溉、河水入渗补给及山区裂隙水的径流补给。排泄方式主要是泉、地下径流及人工开采。

二、矿区水文地质

1、矿区所在的水文地质单元

详查区位于位于南秦岭印支褶皱带白水江-白河褶皱带东段矿区属南秦岭山脉的南坡前缘，为中低山地区，总的趋势是呈北高南低，西高东低的地貌特征，青泥河自矿自矿区东侧自南而北流过，观音河自矿区外西侧流过，矿区位于青泥河流域水文地质单元，地表水，地下水分水岭为青泥河与观音河之间的南北向低山，海拔最高约 920m，矿区周边第四系残坡积物、沉积物构成的陡坎比较常见，一级谷脊南北向延伸，呈鱼脊状、锯齿状地形，形成树枝状、羽状山区水文网。

金沟矿段深部金矿开采上限为 330m，金沟矿段最低侵蚀基准面标高为 560m，深部金矿各矿体赋存标高分别为 GIII-1 矿体 330m~127m，GIII-2 矿体 330m~92m，GIII-5 矿体 330m~213m，GIV 矿体 330m~251m，GIII-2-1 矿体 102m~62m，GIII-2-2 矿体 93m~49m，GIII-2-3 矿化体 58m~7m，GIII-2-4 矿体 33m~-20m，GIII-2-5 矿化体 250m~197m，均位于最低侵蚀基准面以下。

2、矿床围岩地下水类型

依据岩性和地下水赋存特征，本区地下水主要有河谷松散岩类孔隙水、基岩裂隙水及断层脉状水等三种类型。

3、主要断层富水性

矿区受区域主干断裂黄龙—沈坝断裂的影响，在区内发育着一系列与它大致平行且性质相近的次级走向逆断层。在矿区周边东部由南向北有 F1、F2、F3、F4 四条主要逆断层，另有一小横断层 F5。断层脉状水的富水性能中等。

4、钻孔抽水试验

本次借用黄龙金矿金沟矿段深部金矿施工水文孔 KZK2411，终孔直径 75mm，揭露的岩性为绢云石英片岩，利用水泵抽水，做完整井的稳定流抽水试验，故采用如下稳定流完整井的计算公式计算。

$$\begin{cases} K = [0.366 Q \lg(R/r)] / (MS) \\ R = 10 S(K)^{1/2} \end{cases}$$

式中：

Q—钻孔的涌水量，m³/d；

K—含水层的渗透系数，m/d；

S—水位降深，m；

M—含水层厚度，m；

R—影响半径，m；

r—抽水井半径，m；

KZK2411 为坑道钻，孔深水位埋深 0m，进行一次降深，抽水试验结果为：水位分别降低 5.22m，得到其单位涌水量为 0.0116L/s.m，k=0.00222m/d，可知矿体围岩富水性弱。

5、矿坑排水调查

本次对详查区内开挖坑道进行了排水调查，位于侵蚀基准面以上的各中段矿硐，

多数坑道内干枯无水，个别坑道呈潮湿状态，产生涌水的各坑道调查结果见下表：

表 6-2 部分中段涌水量统计表				
矿段名称	中段名称	最大日涌水量 (m ³ /d)	最小日涌水量 (m ³ /d)	平均日涌水量 (m ³ /d)
金沟	585 中段	<0.1	3.3	1.7
	545 米中段	30.33	10.36	20.69
	505 米中段	28.82	8.8	18.81
	465 米中段	22.78	8.82	15.8
	425 米中段	18.31	8.22	13.37
	393 米中段	20.59	9.01	13.89
	345 米中段	23.78	10.32	17.05

6、地下水的埋藏条件

根据黄龙金矿采矿权范围内的调查，详查区地下水总体属于潜水埋藏，详查区水位埋深不足 1m 至几十米不等，详查区地形高差较大，所以水位埋深高程变化很大，水位变化总体与详查区地势变化相同，总体呈现西部高，东部低，北部高，南部低的特点，详查区水位高差超过 100m。

7、地表水、地下水动态

工作期间在矿区共布设了 3 个长观点对矿区地表水、地下水的动态进行观测，其中在观音河河下游、涧长沟下游各布设了一个流量观测点，在 ZK3101 布设了一个水文观测点对地下水水位进行观测。

观音河 7~9 月份为丰水期，流量一般在 0.2~0.3m³/s；10 月~翌年 6 月份为枯水期，清澈见底，水质较好，当地群众作为饮用水使用，流量在 0.08~0.2m³/s 左右。青泥河 7~9 月份为丰水期，流量一般在 3.0~4.5m³/s；10 月~翌年 6 月份为枯水期，流量在 0.75~3.0m³/s 左右。

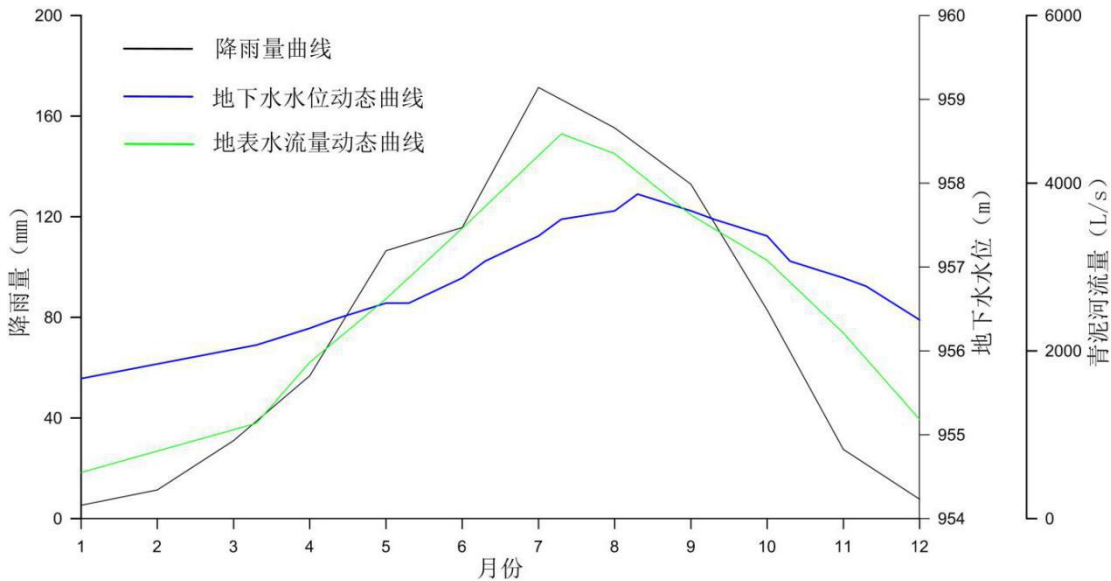


图 6-1 地下水、地表水动态与降雨量关系图

8、地下水水化学类型

矿区地下水虽然以弱基岩裂隙水为主，但由于矿区地下水位的高差大，降雨量充沛，补给条件好，地下水交替变化能力强，矿区又处在区域水文地质单元的补给区附近，所以表现在地下水的水质上是矿化度低、水质优良较好。PH=9.52，呈碱性，矿化度 276mg/L，属淡水，水化学类型为： $\text{HCO}_3\cdot\text{CO}_3\text{-Na}$ 。

9、地下水的补给、径流和排泄

地下水主要接受大气降水的补给，补给区与径流区基本一致，径流距离不长，以泉水的形式排泄地下水。由于区内地形切割相对较深，坡降较大，地下水的自然排泄条件良好。

10、矿床充水因素及充水方式

根据区域水文地质条件、详查区水文地质条件以及矿床在详查区内的分布情况，确认影响矿床充水的主要因素为地层岩性、构造、大气降雨，由于地表水体高于开采标高，因此地表水体可以构成区内矿床的充水水源。矿坑涌水量全部来自于地下水，且未发现明显贯穿地表水与地下水的导水构造，所以地层岩性是控制采场涌水量的决定因素。

金矿床主矿体主要分布在当地侵蚀基准面标高之下，但地形有利于排水，同时含水层渗透性差，富水性弱，矿床充水对矿床开采影响较小。

11、矿坑涌水量预测

根据黄龙金矿金沟矿段采矿平硐涌水量记录，平硐正常排水量与最大排水量之比约为 1/1.3。

通过狭长水平坑道法预测正常涌水量为 $18.53\text{m}^3/\text{d}$ ，比拟法预测正常涌水量为 $22.44\text{m}^3/\text{d}$ ，按照最不利原则考虑，类比得到 G III -2 矿体最大涌水量 $Q_{\text{max}}=Q*1.3=29.17\text{m}^3/\text{d}$ 。式中，Q 为比拟法预测正常涌水量。

12、矿坑突水预测

矿山开发过程中，坑道打穿构造破碎带可能发生突水，当设计的采矿系统需穿越断裂或破碎带时，建议先施工超前探水孔进行探测，经过先期探水、放水或堵水后方可进行坑道掘进施工。施工过程中对含水地段的开采采取“避、绕、降、缩、堵注”相结合的办法保证采矿系统的安全。另外勘探区施工的钻孔下部封闭不良，坑道在其

附近施工时可能造成坑道突水，需要先进行探测并采取必要措施。

13、矿区供水水源

矿区又处在观音河水文地质单元的补给区附近，所以表现在地表水的水质上是矿化度低、水质优良较好。PH=7.2—8.3，呈中性偏弱碱性，矿化度小于1克/升，属淡水，水化学类型为 $\text{HCO}_3^- \cdot \text{SO}_4^{2-} - \text{Ca}^{2+} - \text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+} \cdot \text{Mg}^{2+}$ 。矿区生产生活用水皆可以取观音河水，用水便利。

三、水文地质结论

矿区处于秦岭山地的南坡，为中低山区。矿区范围内总的趋势是呈北高南低，西高东低的地貌特征，青泥河自矿自矿区东侧自南而北流过，观音河自矿区外西侧流过，矿区位于青泥河流域水文地质单元，地表水，地下水分水岭为青泥河与观音河之间的南北向低山，海拔最高约920m。详查区采用地下开采方式，对地形地貌影响很小；矿区内废渣、石料堆放及矿山建筑对矿区局部地貌产生较大的改变。矿区处于所在沟谷的分水岭附近，主要矿体位于当地侵蚀基准面以下，矿区地形、地貌有利于地下水及地表水的排泄，雨季也无大的水患。矿体充水因素主要为裂隙水，富水性弱，预测G III-2矿体最大涌水量 $Q_{\max}$ 为29.17立方米/日（详见本报告附件《陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿详查水工环地质专项勘查》），对矿体开采所造成的危害小。综上所述，确定该矿床水文地质类型为Ⅱ类Ⅱ型，即以裂隙含水层充水为主、矿床顶底板直接充水，水文地质条件中等的矿床。

第三节 工程地质条件

一、矿区工程地质特征

1、矿区工程地质岩组

经工程地质测绘，详查区内出露岩性为下志留统梅子垭组（ S_{1m} ）地层，含矿岩石为片岩类岩石，具体岩性为炭质石英片岩、炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩、炭质黑云母变斑晶二云母石英片岩、炭质绢云母石英片岩、绢云母片岩等。根据详查区内岩性的基本特点、矿体与岩层的组合关系，可将与采矿有直接关系的围岩划分成一个岩带三个工程地质岩组。将第四系松散堆积物按成因划分为两大类。

2、矿区工程地质岩组物理力学性质

根据岩石力学试验结果，矿体直接上、下盘围岩的抗压强度 $<30\text{Mpa}$ ，围岩强度属于软岩类。

3、矿区主要结构面特征

为了进一步描述详查区内岩体中节理裂隙产状的空间分布规律及其组合关系，本次详查中在矿带露头附近对岩石中的节理裂隙进行了详细的统计。经统计详查区岩石中的节理裂隙在空间分布中存在两个数量优势的产状分布中心，统计优势面产状分别为 $245^{\circ}-265^{\circ} \angle 50^{\circ}-70^{\circ}$ 、 $25^{\circ}-42^{\circ} \angle 34^{\circ}-54^{\circ}$ 。

4、勘查区断裂构造特征

断层破碎带的富水性能弱-中等，其分布、规模、特征、与矿体的关系见构造章节。

5、勘查区坑道稳定性调查

坑道调查对各中段坑道的稳固性、冒顶坍塌、跨帮情况做了调查，发生的局部坍塌，跨帮现象多位于断层破碎带，蚀变破碎带与接触带附近。

6、详查区围岩与开采有关的主要技术指标

（1）矿石的湿度

经了解矿石含水量极少，故矿石湿度未作测定，因此无须对矿石体重进行校正，最终确定矿石体重为 $2.79\text{t}/\text{m}^3$ 。

（2）岩、矿石的块度及松散系数

经对部分施工穿脉坑道和采矿场的矿体和围岩采用爆破法现场作块度和松散系数的测定。直径小于 1 厘米的占 33.33%，直径 1~5 厘米的占 37.32%，直径大于 5 厘米的占 29.35%，最大块度直径可达 30 厘米。松散系数在 1.52~1.67 之间。

（3）岩、矿石的安息角

岩、矿石的安息角在坑探工程施工的堆渣上现场实测，其自然安息角比较接近，在 $36^{\circ}-43^{\circ}$ 之间，平均值为 39° 。

二、详查区工程地质评价

1、矿体和顶底板围岩的稳固性

（1）井巷围岩岩体质量评价：宜采用两种方法对比评价，常用的方法为岩体质

量系数法和岩体质量指标(M)法。

参照按《矿区水文地质工程地质勘探规范》评价岩体质量的优劣其中饱和单轴抗压强度、结构面摩擦系数（ $f=\tan \phi$ ）按矿区岩石力学试样试验结果取值。RQD 来源于矿区实测数据，各项数据来源可靠，符合标准，可作为围岩稳固性评价的依据。

矿体上、下盘围岩稳固性评价如下表 6-3。

表 6-3 矿体上、下盘围岩稳固性评价表

工程地质岩组	饱和单轴抗压强度 Rc (Mpa)	岩体坚硬程度	RQD 平均值 (%)	空间展布形态	结构面摩擦系数	岩体质量系数 Z	岩体质量指标 M	综合评价岩体质量	稳固性评价
含碳绢云石英片岩	29.8	软弱岩	69	稳定	1.28	0.26	0.07	IV	较差
炭质绢云石英片岩	38.2	半坚硬岩	70	稳定	1.42	0.38	0.09	IV	较差
含碳黑云变斑晶绢云石英片岩	34.3	半坚硬岩	71	稳定	1.27	0.31	0.08	IV	较差
变砂岩	68.1	坚硬岩	82	不稳定	2.43	1.36	0.19	III	一般

2、地下水对矿体和顶底板围岩稳固性的影响

矿体和顶底板围岩均弱含水层，富水性极弱。近地表风化裂隙带虽然透水，但仅在沟谷底部及山坡坡脚储存少量潜水，其它地段均为透水而不含水裂隙带，矿区极有利于地下水的排泄，所以地下水对矿体和顶底板围岩的稳固性影响甚微。

三、工程地质结论

矿体地形地貌形态较复杂，地形有利于自然排水，岩性单一简单，含矿岩石与顶底板围岩岩石基本相同，为片岩类岩石，地下水对矿体和顶底板围岩稳固性影响甚微。矿体及顶底板围岩的矿物和化学成分较为稳定，不易风化，构造对其造成影响不大，节理裂隙发育中等，岩石较为完整。矿区现状地质灾害较发育，矿体及顶底板围岩稳固性较差，坑口风化裂隙带地段需要进行支护。详查区工程地质条件复杂程度属Ⅲ类Ⅱ型，即详查区以层状岩类为主，工程地质条件属中等。

第四节 环境地质条件

一、矿区的稳定性

本区属地震多发区，地震活动较频繁，历史记录在区域范围内，共发生地震 16 次。经查中国地震动峰值加速度区划图(GB18306-2015)，详查区位于地震动峰值加速度

0.05g 区(见图 6-1)，对应的地震基本烈度为Ⅵ度区。

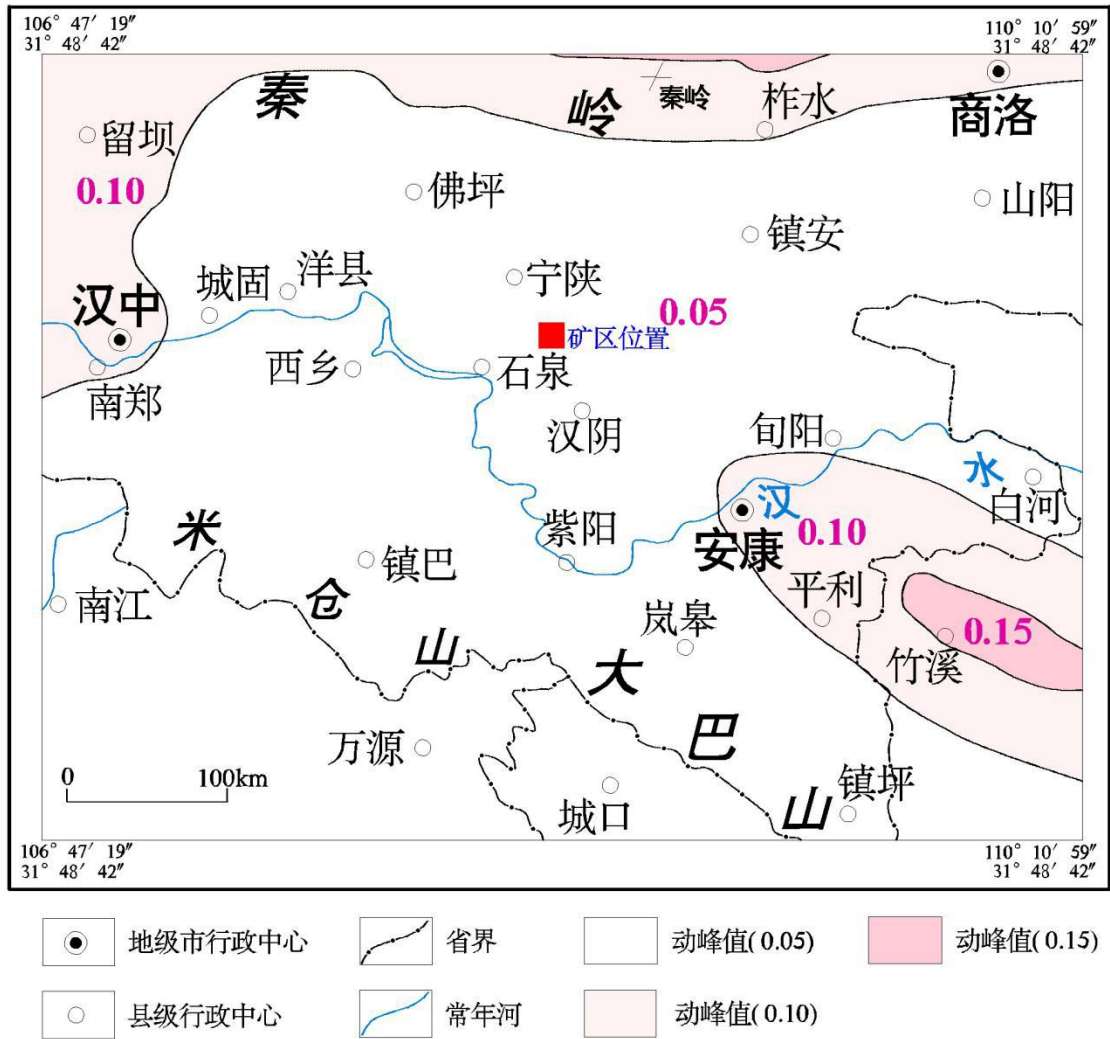


图 6-1 矿区地震动峰值加速度区划图

二、矿区地质环境质量评价

1、自然环境现状

本区属秦巴山区，矿区秦岭山南麓边缘之低中山区，附近大的河流为观音河、清泥河，当地人口密度较大，居民点分布较多，以农业为主。勘查区附近矿山企业较多，但环保保护措施较好，大气、水及土壤未受工业性污染。矿区社会环境现状较好，自然环境较好。

2、环境地质现状

(1) 自然地质作用可能引起的地质灾害问题

本矿山主要的矿山地质问题是采矿弃渣形成的泥石流隐患和弃渣对地形地

貌景观和土地资源的占用及破坏。

崩塌隐患属于小型基岩崩塌，岩体风化严重，节理、裂隙十分发育，稳定性较差，发生崩塌的可能性较大，其前缘已进行了相应治理，对下方道路及民房威胁较小。其危害程度小，危险性小。

矿区范围内发育的泥石流隐患均为轻度易发的小型泥石流，大部分泥石流沟道周围基本无人活动，危险性小；部分泥石流沟道内弃渣前缘有简易支挡，现已淤满，威胁矿区工作人员的安全，危险性较大，建议进行监测和处理。

①崩塌

含炭硅质岩、中厚层状含炭变质砂岩地段所构成的悬崖峭壁较多，偶有小的崩塌和掉块等现象发生，存在着形成较大规模崩塌的隐患。

②滑坡

第四系残坡积物、沉积物疏松未胶结，厚度较大地段构成的陡坎比较常见，偶见有小规模滑坡发生，存在着形成较大规模滑坡的隐患。

③泥石流

矿区为典型的北亚热带山区性气候，雨季时间较长，雨量较大，植被较差，岩石地表风华程度较高，残坡积物较多，常有山洪形成，存在着形成泥石流的隐患。

（2）自然地质作用可能引起的环境污染问题

由岩石放射性检查可知：

①S、Fe 两元素含量虽然相对较高，但不会由于自然地质作用的影响而对环境造成污染。

②As、Hg 以及放射性物质等影响环境的元素含量极微，均低于规范要求，更不会由于自然地质作用的影响而对环境造成污染。

（3）矿山开采对自然环境的影响

金矿出露于下志留统梅子垭组地层，其两侧被志留系弱透水性地层隔断，因此不存在采矿活动引起矿区及周边主要含水层水位明显下降；观音河和青泥河可满足矿区及周边生产活动及矿山采矿需求；现场调查及相关资料表明，矿区及周边无地表水体漏失现象。采矿活动对地下水环的影响程度较轻。

矿区主要工程活动均分布于沟道两侧，矿区两侧谷坡植被茂密。目前的采矿活动形成的废渣堆放，在矿区范围内形成了规模不等的废渣堆，在重力和水动力

冲击、携带等因素作用下，把弃渣沿沟道拉长与周围环境形成比较鲜明反差的裸露面，对周围生态环境造成一定程度的破坏和影响并导致水土流失，加之废渣沿沟道堆积，压占了沟道的行洪通道，对沟道的景观有一定的影响。采矿活动形成的弃渣对地形地貌景观影响程度为较严重。

矿区范围内的土地类型主要为林地和荒坡地，工业广场和尾矿库占用土地类型为荒坡地，矿区采矿形成的废渣占地面积很小，矿区采矿活动对生态环境的影响程度较轻。

3、水环境质量评价

矿区水环境类型为Ⅱ类，地下水的水质是矿化度低、水质较差的水。PH=9.52，呈碱性，矿化度小于 276mg/L，属淡水，水化学类型为： $\text{HCO}_3\cdot\text{CO}_3\text{-Na}$ 。

详查区按环境类型，地下水对混凝土结构具微腐蚀作用；按地层渗透性，地下水对混凝土结构具微腐蚀作用；水对钢筋混凝土结构中钢筋具微腐蚀作用；地下水对钢结构具微腐蚀作用。

根据本区已做的基岩裂隙水水质分析结果，地下水质量指标中 PH 值、铝、氟化物、铬项目超出三类标准，其他项目指标均达三类标准。小篆沟地表水肉眼可见物、浊度、味嗅及硝酸盐超标，不可饮用，需净化后方可作为饮用水。

4、矿床开采可能引起的地质环境问题

本矿山对环境的影响主要表现为：各生产工艺产生的粉尘、废水、废石、噪声对空气、声环境、地表水、地下水的影响以及开采对地形地貌和生态环境的影响。

5、矿区未来地质环境问题预测

矿区属南秦岭山脉的南坡前缘，为中低山地区，总的趋势是呈北高南低的地貌特征。地形切割程度中等。分布有较多的河流。但矿区四周人类活动多，不适宜今后矿山开发产生的废石、尾矿的堆放，矿山剥岩堆渣、筑路等工程对山体 and 植被的破坏、生产过程中产生的粉尘、游离 SiO_2 、采空区以及采坑内的排水会对矿区的地质环境造成一定程度的影响，甚至会造成泥石流的发生，应采取合理的防范措施。

三、环境地质结论

矿区位于小于 6.5 级的地震区，新构造活动对其影响不大，植被较差，地形地貌条件和自然地质作用引起崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害可能性较小，开采方式为地下开采，对地表地形地貌及植被影响很小，但矿床开采可能引起地表塌陷、泥石流等

地质灾害和造成周围地下水、大气的轻微污染。因此，矿区存在着一定的地质灾害和环境污染隐患，但只要合理布局、取长补短、尊重科学是完全可以避免的。综上，矿区环境质量为简单。

第五节 开采技术条件总结

综上所述：1. 矿床水文地质勘探类型为Ⅱ类Ⅱ型，即以裂隙含水层充水为主水文地质条件中等的矿床；2. 工程地质勘探类型属Ⅲ类Ⅱ型，即以层状岩类为主工程地质条件中等型的矿床；3. 环境地质条件类型属第一类，即详查区地质环境质量简单。综合确定该矿开采技术条件是开采技术条件中等的复合问题矿床。即为Ⅱ-4类。

第七章 地质勘查工作及质量评述

第一节 勘查类型及工程间距

本次探矿证范围内金矿体均为采矿证内 GIII-1、GIII-2、GIII-5、GIV 等金矿体深部延深部分。依据《矿产地质勘查规范 岩金矿》DZ/T0205—2020，根据主矿体 GIII-1、GIII-2 的矿体规模、形态、厚度稳定程度、矿体受构造和脉岩影响程度及有用组分分布均匀程度等地质因素，参考采矿证内已有勘查网度来确定本次矿体勘查类型及工程间距，具体如下：

1、勘查类型确定

(1) GIII-1、GIII-2 主矿体走向长度 127~140m，倾向延伸 195~345m，矿体规模属小-中型。

(2) 矿体呈似层状、层状，局部透镜状，矿体基本连续，局部有夹石，矿体形态复杂程度属中等类型。

(3) 矿体厚度局部较厚大，厚度变化系数 75.12~91.41%，属稳定-较稳定类型。

(4) 构造、脉岩对矿体的影响程度低，未见脉岩穿插，对矿体影响程度属小型。

(5) 矿体品位在 0.10~7.37 克/吨之间，矿体变化系数 71.73~83.52%，属均匀-较均匀类型。

综上，本次勘查类型确定为第 II 勘查类型。

2、勘查工程间距确定

矿区以往形成的勘查工程间距为：控制的勘查间距 50 米（穿脉）×50 米（倾向段高 40 米）；推断的勘查工程间距为 100 米（穿脉）×100 米（倾向）。

本次，全部为钻探工程控制矿体，倾向以 50m 进行控制，因此，确定本次控制的基本勘查工程间距为 50m（走向）×50m（倾向），该间距用于探求控制资源量；推断的勘查工程间距采用 100m（走向）×100m（倾向），该间距用于探求推断资源量。

第二节 勘查方法及工程布置

勘查区内主要采用钻探工程按照由浅入深、由稀到密的原则，对勘查区内 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 矿体深部延伸按照第 II 勘查类型的工程间距进行系统工程控制。

探矿工程全部布设在 16-28 勘探线上，矿体总体走向 71~125°，勘探线剖面方位

25°，剖面间距为 50 米，勘探线剖面基本与矿体垂直，勘查工程一般均分布于勘探线上，基本上与矿体走向垂直。坑内钻孔采用一基多孔方式进行施工，勘查过程中实际形成的勘查间距为：控制间距 49~55m（走向）×28~61m（倾向），推断间距 94~114m（走向）×53~130m（倾向），间距合理，达到详查目的。

第三节 勘查工程质量评述

一、槽探工程质量评述

本次，勘查区内地表无探槽工程进行揭露，故对其工程质量不进行评述。

二、坑探工程质量评述

本次，勘查区内未施工坑探工程，资源量估算过程中，利用了采矿权范围内 345 中段的工程，该中段工程自 2014 年至 2019 年由黄龙金矿施工完成，工程编录采样工作自 2014 年至 2019 年陆续完成，工程控制矿体有 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等 4 条矿体，分布于 20-30 勘探线之间，见矿情况较好。坑道断面规格 1.8×1.6~2.0×3.0 米，坡度小于 3‰，工程施工严格按《坑探工程规程》执行，均能够达到地质目的和要求，质量符合相关规范要求。

三、钻探工程质量评述

勘查区内共施工了 24 个钻孔（仅 ZK2402 钻孔为地表施工钻孔，其余钻孔均为坑内钻孔），其中，KZK2011、KZK2204、KZK2815 等 3 个钻孔未见矿，其余 21 个钻孔均为见矿孔，矿芯采取率达 97%以上，钻孔测斜均在开孔后约 25m 处进行一次，然后每 50m 测一次，孔深验证每 100m 进行一次，原始班报表记录清楚、完整，简易水文观测次数符合要求，终孔后，对钻孔进行水泥封孔，岩心保管完好，能确保地质编录及采样工作顺利开展进行，符合《地质岩心钻探规程》要求，详见钻探工程质量一览表（表 7-1）。

1、钻孔结构、岩芯矿心直径及其合理性

地表钻孔采用传统 XY-4 型钻机施工，采用两径结构（ $\Phi 108-\Phi 75\text{mm}$ ），开孔采用 $\Phi 108\text{mm}$ 合金钻头钻进（第四系残坡积至基岩风化壳使用），当岩芯完整后，换为 $\Phi 75\text{mm}$ 金刚石钻头钻进，岩芯直径为 49mm；坑内钻孔采用 HTZB-500 便携式全液压岩心钻机钻进，大部分钻孔开孔采用 $\Phi 75\text{mm}$ 薄壁钻杆钻进，岩芯直径为 57mm，个别钻孔 0-1m 左右采用 $\Phi 91\text{mm}$ 开孔后，换为 $\Phi 75\text{mm}$ 钻杆钻进，基本能满足地质要求。

2、岩矿芯采取率

由于采用先进的绳索取芯技术，地表施工钻孔除开孔部位外，岩芯采取率基本为 100%；大部分坑内钻孔的矿体及其顶底板的岩矿芯采取率为 100%，个别坑内钻孔采取率不低于 97%。

3、测斜与校正孔深

使用 XJL-42 罗盘钻孔测斜仪对区内所有钻孔进行测斜，均在开孔后约 25m 处进行一次，然后每 50m 及见主矿层测量一次，经检查顶角最大偏移在 0° - 9° （ZK1605 钻孔孔深为 630.40m，顶角最大偏移 9° ），符合规范要求的顶角弯曲每百米不超过 3°

（按孔深累计计算）的要求；钻孔最大偏离距为 9.43m，不超过勘探网度的 1/4，未超差，符合规范要求；每钻进 100m、见矿部位及终孔时均检查校正孔深，经检查误差为 -0.025~0.159m，无超差。

4、封孔方法及封孔质量

矿方要求所有坑内钻孔作为以后矿井通风用，均不封孔，仅对孔口用木桩进行简易封堵，本次只对地表施工钻孔 ZK2402 进行全孔水泥封孔，封孔方法采用泵注法，水泥标号为国标 425 号，封孔质量符合设计要求，施工结束后，对场地周边进行清理，将钻机平台周边残余油品集中运走，生活垃圾就地深埋处理。

5、钻探编录及班报表质量

岩、矿芯取出后，用清水洗净，按由浅至深的顺序装箱，凡长度大于 5cm 者均按钻进回次统一编号，回次间用岩芯牌隔开，在岩芯箱上注明了详查区名称、钻孔编号及岩芯箱的顺序号。

随钻孔施工及时到现场按钻进回次做原始编录，钻孔终孔后，由专业组长负责进行详细综合地质编录，以检查、核对和补充原始地质编录，并据此划分岩、矿层分层位置和化学取样位置，由地质人员配合采样工人进行取样、登记和填写送样单，根据综合地质编录，绘制钻孔柱状图。编录及时、准确、资料齐全。

钻探原始班报表在现场用中性笔及时填写，真实准确，记录项目齐全，字迹较清楚工整，有交接班班长和机长亲笔签字，终孔后装订成册，交地质项目保管，符合规范要求，质量合格。

6、岩（矿）芯管理工作评述

本次施工的 24 个钻孔，在对岩芯进行编录、采样结束后，按箱号顺序进行了整理，分孔号、箱号，进尺依次进行迭放储存。岩芯均存放于陕西汉阴黄龙金矿有限公司岩芯库中，岩芯箱按顺序排列，岩芯完好无损，符合钻孔质量规范要求。

表 7-1

黄龙金矿外围矿区钻探工程质量一览表

序号	钻孔编号	孔深 (m)	孔径 (mm)		采取率 (%)			弯曲度测定				孔深验证		简易水文观测		封孔	质量 评定	备注
			开孔	终孔	矿芯	岩芯	全孔	方位角	倾角	顶角最大 偏移 (°)	最大偏 离距 (m)	验证 次数	最大误 差 (m)					
								应测/实测	应测/实测									
1	KZK2011	247.00	75	75	100	100	100	5/5	5/5	1	0	2	0	16	合格	合格	优质	
2	KZK2013	340.00	75	75	100	100	100	8/8	8/8	1	0	3	0	23	合格	合格	优质	
3	KZK2015	222.70	91	75	100	100	100	6/6	6/6	2	0	2	0	10	合格	合格	优质	
4	KZK2017	300.50	91	75	100	100	100	7/7	7/7	2	0	3	0	14	合格	合格	优质	
5	KZK2204	150.00	91	75	100	100	100	4/4	4/4	1	0	3	0.02	10	合格	合格	优质	定向孔
6	KZK2205	271.30	75	75	100	97	97	7/7	7/7	0	0	5	0.06	28	合格	合格	优质	
7	KZK2206	240.00	75	75	100	100	100	6/6	6/6	1	0	3	0	13	合格	合格	优质	
8	KZK2208	90.10	75	75	100	100	100	3/3	3/3	2	0	1	0.01	7	合格	合格	优质	定向孔
9	KZK2409	102.00	91	75	100	100	100	3/3	3/3	0	0	1	0.02	5	合格	合格	优质	
10	KZK2411	300.30	75	75	100	100	100	7/7	7/7	1	1	3	0	20	合格	合格	优质	
11	KZK2412	250.50	75	75	100	100	100	6/6	6/6	2	0	3	0.02	16	合格	合格	优质	
12	KZK2413	250.70	75	75	100	100	100	6/6	6/6	1	0	3	-0.025	9	合格	合格	优质	
13	KZK2415	250.20	75	75	100	100	100	6/6	6/6	1	0	3	0	17	合格	合格	优质	
14	ZK2402	603.60	108	75	100	99	99.63	13/13	13/13	0	9.43	6	0.159	36	合格	合格	优质	地表钻孔
15	KZK2606	150.20	75	75	100	99	99	4/4	4/4	0	0	2	0.01	21	合格	合格	优质	
16	KZK2607	155.00	91	75	100	99	99	4/4	4/4	1.5	0	3	0.02	21	合格	合格	优质	
17	KZK2608	155.40	75	75	100	99	98.6	4/4	4/4	2	0	2	0.02	17	合格	合格	优质	
18	KZK2609	280.50	91	75	100	100	100	7/7	7/7	0	0	6	0.03	20	合格	合格	优质	
19	KZK2610	181.00	75	75	100	100	100	5/5	5/5	0	0	4	0.02	12	合格	合格	优质	
20	KZK2611	243.20	75	75	100	100	100	7/7	7/7	1	0	3	0.04	22	合格	合格	优质	
21	KZK2806	159.00	91	75	100	99.5	99.6	4/4	4/4	0	0	3	0.01	9	合格	合格	优质	定向孔
22	KZK2809	180.00	91	75	100	98	98.8	5/5	5/5	0	0	4	0.02	12	合格	合格	优质	
23	KZK2811	180.60	91	75	100	100	100	5/5	5/5	0	0	4	0.01	12	合格	合格	优质	
24	KZK2815	265.50	91	75	100	100	100	7/7	7/7	1	0	5	0.03	18	合格	合格	优质	

7、简易水文观测及其质量评述

本次水文勘查，对所有 24 个钻孔均进行了简易水文观测。以清水为冲洗液的钻孔每班至少要测 1-2 次孔内水位，未下好井口管的孔段和泥浆钻进的钻孔未测；每次在提钻后、下钻前各测量一次孔内水位，其间隔时间大于 5 分钟；钻进时遇有涌水、漏水、掉钻等现象及时记录其孔深。各项观测项目及内容符合规范要求。

第四节 地质勘查工程测量及其质量评述

本次测量工作由中国冶金地质总局西北地质勘查院（具地形测绘与制图丙级资质）完成。

一、测量方法及依据

本次测量方法用全仪器法和 GPS 卫星定位仪相结合进行，测量工作规范依据是：

- 1、《全球定位系统(GPS)测量规范》GB/T18314-2009；
- 2、《工程测量规范》GB50026-2007
- 3、《地质矿产勘查测量规范》GB/T18341-2001；
- 4、《数字测绘成果质量检查与验收》（GB/T18316-2008）
- 5、经甲方审定通过的《技术设计书》。

二、控制测量

1、坐标系统

技术标准：CGCS2000 国家大地坐标系，1985 国家高程基准，平面坐标采用高斯正形投影，按 3° 分带，其中央子午线为东经 108°。

2、平面控制起算点

本次测量的控制点资料来源于 2019 年陕西地矿第一地质队有限公司为汉阴县黄龙金矿勘测定界所做的一级 GPS 点，控制点坐标见表 7-2。

表 7-2 黄龙金矿控制点（起算点）成果表（2000 国家大地坐标系，中央子午线 108 度，3 度分带）

点号	点位置名	X	Y	H
HL01	涵洞桥	3655258.595	552444.809	579.734
HL02	青树子	3655779.528	552812.006	605.598
HL03	小篆沟	3655966.594	550905.259	696.036
HL04	张家坡	3655577.348	550849.314	675.428
HL05	黄龙矿部球场边	3655865.683	550289.055	803.800
HL06	王家湾	3656045.378	549441.147	867.551
HL07	张家院子	3656033.040	552078.475	803.900

点号	点位置名	X	Y	H
HL08	慈安桥	3656275.740	547343.944	566.612
HL09	水滴沟桥	3656719.967	547450.618	578.068
HL10	茶园沟	3656917.033	546514.054	648.918

注：十个控制点均有水泥桩和不锈钢钢钉，保存完好，寻找方便。

3、高程控制起算点

高程起算点成果见下表：

表 7-3 高程起算点成果一览表(1985 国家高程基准)

点号	高程 (m)	等级	桩类	备注
HL05	803.800	GPS 拟合高程	不锈钢测量标志	
HL01	579.734	GPS 拟合高程	不锈钢测量标志	

三、工程测量及其质量评述

1、地表钻孔测量

开钻前由测量人员按地质设计坐标进行实地放样、打桩，钻孔终孔后，于孔口埋标识，再由测量人员实测孔口坐标和高程，作为最终提交成果测量时，利用GPS RTK 进行连续测量，测量10次取平均值做为测量最终值。

2、坑内钻孔测量

坑内钻孔测量采用GPS RTK和全站仪配合进行测量。全站仪定位：使用仪器为日本拓普康（TOPCON）电子GPT-7002型全站仪，仪器精度HD（水平）<0.150m，VD（高程）<0.005m。测量时首先检查基座，使基座光学对中器中误差控制在2mm以内；利用已检测合格的三台GPS接收机，用静态定位，以边连接、点连接方法联测相邻三个生产坑口。

坑内钻孔放样时按坐标放样出前后左右四个方位的桩位点，因为坑道内狭窄，因此坑内钻孔的方位桩距离较近，再放样出钻孔中心位置。为了钻孔定测方便，在钻孔周围通视的地方顶板做3个支导线点，下次定测时可直接采用其坐标进行钻孔定测。

3、坐标转换

2019年以前黄龙金矿采用1954北京坐标系，其控制点符合规范要求。2019年陕西地矿第一地质队有限公司为汉阴县黄龙金矿勘测定界所做的一级GPS点。

此次坐标转换利用2000坐标系统控制点测量矿区内原有3个已知54坐标系统控制点，求的坐标系统转换参数，将黄龙金矿提供的1954北京坐标系的测量资料转换为2000国家大地坐标系统。

4、质量管理

为保证测量质量，对整个测量过程均实行了三级检查制度，即作业自查，外业过程检查，技术检查人员最终检查，检查中发现的问题由作业组处理，检查员跟踪复核。

5、技术结论

本次测量使用仪器的各项性能指标稳定性良好，作业严格按照技术规范要求进行。地质工程点按要求实测，准确可靠，所有成果可供使用。

第五节 地质测量工作及其质量评述

一、1: 10000 地质测量

本次直接利用勘查区内已形成的 1: 10000 地质图，对其质量不再进行评述。

二、1: 2000 地质修测

本次直接利用勘查区内已形成的 1: 2000 地质图，对其质量不再进行评述。

三、水工环地质调查及其质量评述

本次详查工作，主要采用了水文、工程、环境地质测绘、水文地质工程地质钻探、钻孔水文地质工程地质编录，钻孔抽水试验等多种勘探手段。在水工环地质勘查过程中，需坚持生态保护优先，把绿色勘查理念融入地勘工作全过程在项目组人员出队前进行覆盖式培训及学习局、队两级制定的绿色勘查相关规范、制度，提升意识、明确责任。制定具体的绿色勘查方法与手段。

1、主要研究内容

水文地质：在了解区域水文地质条件和收集当地水文、气象有关资料基础上，基本查明含水层和隔水层的岩性、厚度、分布、产状、埋藏条件，含水层的富水性，各含水层的水力联系，隔水层的稳定性和隔水程度；着重查明矿区内地表水体分布及其与主要充水含水层的水力联系；研究地下水的水位(水压)、水质、水温、水量、动态变化及补给、径流、排泄条件，确定矿坑充水因素，预计矿坑涌水量；划分矿床水文地质类型，确定水文地质条件复杂程度；提出矿山工业和生活用水的水源方向。

工程地质：测定矿区主要岩矿石的力学性质，研究其稳定性能，基本查明矿区内断层破碎带、节理、裂隙、风化带、泥化带、流沙层、软弱夹层的分布，评价其对矿体及其顶底板岩层稳固性的影响；调查老窿及采空区的分布、充填和积水情况；划分矿床工程地质类型和确定工程地质条件复杂程度。

环境地质：查明岩石、矿石和地下水(含热水)中对人体有害的元素、放射性及其他有害气体的成分、含量等情况，提出对人体有无危害的初步评价意见；收集地震、泥石流、滑坡、岩溶等自然地质灾害的有关资料，分析其对矿山生产的影响；预测矿山开采对本区环境、生态可能产生的影响。

2、主要工作方法及其技术要求

(1) 资料收集

系统收集区域和矿区水文、工程、环境地质资料，区域稳定性资料，近十来的气象资料，矿区气象数据包括月均温度、降雨量，年无霜期，最大冻土深度，收集了 1981 年至 2010 年 30 年数据资料。

(2) 1: 10000 水、工、环地质测绘

本次完成 1: 10000 水工环地质修测，工作范围面积 10km²。

为了补充完善矿区水文地质、工程地质和环境地质条件，1: 10000 水文地质、工程地质及环境地质修测是在原 1:10000 地形地质图的基础上进行。以穿越法为主，穿越线路垂直于矿区的地貌单元（在沟谷内增加布置一些观测线路），对主要地质现象地段（如断层破碎带附近）采用追索法进行。

水文地质测绘内容主要为矿区内第四系分布范围及成因、地貌形态、地质构造、泉水要素、地表水流量及动态变化和钻孔的分布、水位、深度、水质类型及矿区地下水的含水层的岩性、厚度、产状、分布范围、补、径、排条件，本次测绘对矿区以前开采过得老窑，尾矿库进行系统的调查，收集以前的开采资料，通过测绘与老窑的调查，详细查明其分布范围、充水情况等；对自然斜坡和人工边坡进行详细调查测定，测绘范围包含了矿区所在位置的一个完整的水文地质单元。

工程地质测绘内容包括软弱岩组的性质，产状、分布及其工程地质特征；矿体主要围岩的风化特征；自然斜坡和人工边坡特征及现状调查，研究边坡坡高、坡面形态与岩体结构的关系；调查各种物理地质现象；对矿区工程地质条件有影响的地下水露头点、含水岩层与隔水层接触界面特征、构造破碎带的水理性质进行重点调查研究；详细调查生产矿井及相邻矿山的各类工程地质问题；调查露采边坡变形特征、变形类型、形成条件和影响因素，井巷变形破坏特征、支护情况，变形破坏与软弱层、破碎带、节理裂隙发育带等结构面的关系。

环境调查内容为原生地质环境及人类工程—矿业活动引起的各种环境地质问题。

实施过程中应按以下要求：

①路线布置：由项目经理或水工组长在野外布设观测路线，应目的明确，符合规范要求。

②观测记录：野外勘查人员对观测点的观测记录应简明扼要，重点突出，字迹清楚，注意点间沿途观测记录。

③资料整理检查：测绘过程中，项目成员应经常整理、校对各项原始资料，使其达到齐全、完整，相互吻合。资料检查按《产品的监视和测量控制程序》执行。

（3）水文、工程地质编录

对钻孔进行水文地质编录和工程地质编录，资料齐全、可靠，符合规范要求。占全部见矿钻孔的约 30%。

描述岩芯的岩性、结构构造、裂隙性质、密度、岩石的风化程度和深度以及岩溶形态、大小、充填情况、发育深度，统计裂隙率，岩溶率。单一含水层（组）的钻孔应测定终孔稳定水位。钻孔工程地质编录内容包括：统计与描述岩芯块度，绘制岩芯块度柱状图；统计节理裂隙；确定钻孔中流砂层、破碎带、裂隙密集带、风化带与软弱夹层、岩溶发育带、蚀变带的位置和深度；并可按工程地质岩组用点荷载仪测定岩石力学指标。按钻进回次测定岩石质量指标（RQD），确定不同岩组 RQD 值的范围和平均值。

（4）钻孔简易水文地质观测

施工的钻孔，均按规范要求，按回次对钻孔水位及其它水文地质现象进行了观测，测定率 100%。

观测和详细记录钻进中涌（漏）水、掉块、塌孔、缩（扩）径、逸气、涌砂、掉钻等现象发生的层位和深度，测量涌（漏）水量，有条件时，应观测钻进中动水位和冲洗液消耗量的变化。

（5）钻孔静止水位观测

地表部分钻孔作了静止水位观测。钻孔施工结束后用清水冲洗至孔底，进行静止水位观测，资料真实、可靠，符合规范要求。

（6）地表水、地下水动态观测

工作期间在黄龙金矿区共布设了 3 个长观点对矿区地表水、地下水的动态进行观测，其中在观音河下游、涧长沟下游各布设了一个流量观测点，在 ZK3101 布设了一

个水文观测点对地下水水位进行观测，可以代表本区的实际情况，可满足规范要求。

（7）钻孔抽水试验

在陕西省汉阴县黄龙金矿金沟矿段深部金矿选取一坑道钻孔进行了抽水试验，水文钻孔终孔后洗孔至水清砂净，静止水位稳定后进行抽水试验，钻孔进行两个落程的抽水试验，并在现有抽水设备的条件下使动水位降到最大降深值。抽水时间 24 小时，抽水的稳定时间 6 个小时，试验时在现场整理编制 Q. s-t 过程曲线图。试验过程符合规范要求，抽水段选择合理，采集的数据准确，试验结果可靠。

（8）坑道工程水文地质工程地质编录

在详查阶段，水文工作部署坑道工程水文地质编录 510m，

对坑道进行水文工程地质工程地质编录，要求与地质编录同时进行，自坑道口开始分别按层位仔细观察描述其岩性名称、颜色、结构、构造、硬度、岩体风化程度、节理裂隙性质、岩体破碎程度、洞壁稳定程度、变形破坏及地下水活动情况等。

（9）水质分析

为评价矿区地下水、地表水质量，矿区采取水质分析样 6 件，4 件为简分析样品，2 件为全分析样品。

取样应按设计样品数，使样品分布能控制不同的地表水及地下水化学类型及分布。

水样采取后，放在阴凉处，在保存期内送到实验室；填写标签，粘贴在取样器上；写好送样单一式两份，按送样单内容逐项填写，关键要注明分析项目、要求、加盖公章，送样人、收样人、收样人签字，备查。

水质分析由具有水质分析甲级资质的中国冶金地质总局酒泉中心实验室承担。

（10）岩石力学测试

矿区采取岩石力学样 34 组，部分为借用邻区资料，包括矿体上下盘围岩主要岩性，每种不少于 3 组，要求符合规范要求。

室内岩（土）样试验项目，按开采方式、矿区实际情况，结合工程地质评价要求参照规范要求选作以下项目：容重、干密度、单轴饱和、干燥抗压强度，饱和抗剪强度、饱和抗拉强度。

岩（土）样采样要求：

①井采矿区对一期开拓水平以上矿体及其围岩按不同岩石分别采样；露采矿区应

在边坡地段自上而下分组采样。

②块状，层状岩类按不同岩石采样；松散软弱岩类，若岩性较均一，厚度大于 10m 时，每 10m 采一组样，岩性不均一时，根据岩性结构特征分层采样。

③块状、层状岩类可直接从岩芯采样；松散软弱岩类应利用坑道或山地工程采样，如在钻孔中取样，则应采取专门取芯工具，砂砾石样应保持原级配。

④采样规格与数量可根据实验室的具体要求确定。

岩石力学性质测试由具有甲级岩矿测试的陕西衡圆工程检测有限公司承担，质量合格。

第六节 采样、加工、化验和岩矿鉴定工作及其质量评述

一、采样方法及规格

1、基本分析样品

本次基本分析样全部在钻孔中采集，采用金刚石锯片沿岩矿心长轴方向进行切割，取 1/2 作为基本分析样送检，对不同回次、孔径发生变化、采取率相差较大的及按矿石类型和品级进行分别采样，基本分析样品采样长度均在 2m 以内，基本分析样品的采集符合《矿产地质勘查规范 岩金矿》DZ/T0205—2020 要求。

本次矿体资源量估算过程中利用了采矿证内 345 中段的刻槽样样品 86 件，由中国冶金地质总局西北地质勘查院于 2014 年至 2019 年采集完成，样品采样长度均在 2m 以内，样品采集符合《矿产地质勘查规范 岩金矿》DZ/T0205—2020 要求。

2、岩矿鉴定样

为了查明岩（矿）石的物质组成、结构、构造主要组分和伴生组分的赋存状态和含量，按地层、岩浆岩的岩性，矿石的自然类型、工业类型、矿物组份、结构构造、蚀变强弱、矿石与围岩的关系等特征分别采集。在矿区共采集岩（矿）石标本 15 块，标本规格一般不小于 3cm×6cm×9cm。岩矿鉴定标本的采集符合规范要求。

3、水质分析(全分析)样品

全矿区采取水质分析样品共 1 件，为全分析样品。样品布设合理，采样符合规范要求。

4、矿区围岩物理力学试验样品的采集

在钻孔中采集矿体围岩的物理力学性能试验样 22 组，各种岩性的样品均不少

于 3 组，每组样品均采取>10cm 的岩芯，主要取自主矿体的顶、底板围岩中，样品分布合理，代表性强，取样数量和规格均符合规范要求。测试内容为：天然容重、干容重、单轴饱和抗压强度、抗拉强度、抗剪断强度等。

二、样品加工

基本分析样品采取后及时送中国冶金地质总局西北地质勘查院酒泉测试中心进行加工测试。要求在样品加工前必须扫净加工器械，处理筛上残留物，避免因操作不当造成失误，样品加工的全过程中总损失率不大于 5%，缩分误差不大于 3%。将原矿样直接磨碎至-200 目，整个加工过程不缩分、不过筛。加工流程见图 7-1。

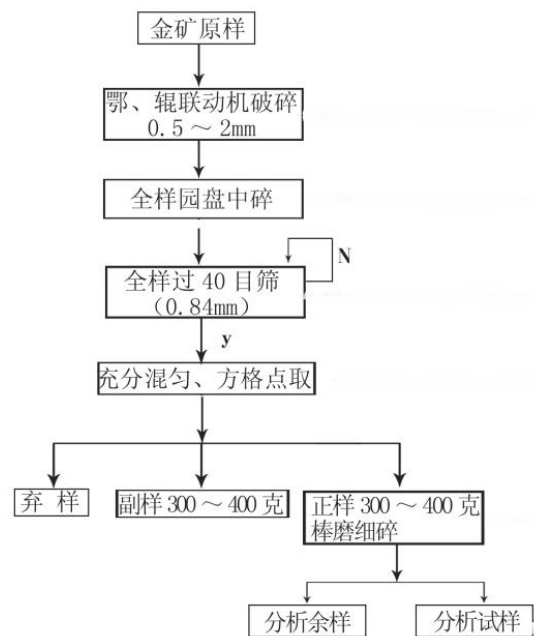


图 7-1 样品加工流程图

三、化学分析

1、基本样品分析

本次共采集金矿基本分析样 1670 件(不含利用 345 中段样品 86 件)，全部为钻孔 1/2 劈芯样(见图 7-2)，按矿石类型和品级分别采样，基本分析样品采样长度均在 2m 以内，其分析项目为 Au，分析检测由中国冶金地质总局西北地质勘查院酒泉测试中心(2019 年完成 663 件)和中国冶金地质总局西北地质勘查院汉中实验室(2020 年完成 1007 件)完成，基本分析检测方法：《金银矿石分析规程》DZG93-09(2.2)进行。符合 DZ/T 0130.3-2006《地质矿产实验室测试质量管理规范 第 3 部分：岩石矿物样品化学成分分析》的要求，样品可以直接利用。



图 7-2 钻孔 1/2 劈芯样

2、内外检样品分析

（1）内检样

在送检的 1670 件基本分析样的副样中，抽取 150 件副样作为内检样进行检测，其中，中国冶金地质总局西北地质勘查院酒泉测试中心完成 86 件，中国冶金地质总局西北地质勘查院汉中实验室完成 64 件，内检样总数占基本分析样的 9%，无超差样品，内检合格率为 100%。符合 DZ/T 0130.3-2006《地质矿产实验室测试质量管理规范 第 3 部分：岩石矿物样品化学成分分析》的要求，样品可以直接利用。内检样品质量见表 7-4。

表 7-4 内检样品质量一览表

检测单位	样品数量 (件)	内检质量			合格率 (%)
		相对偏差%	相对偏差 允许限%	是否合格	
中国冶金地质总局西北地质勘查院酒泉测试中心	86	-15.58~33.33	10.58~40.42	合格	100
中国冶金地质总局西北地质勘查院汉中实验室	64	-12.51~14.07	10.31~40.42	合格	100

（2）外检样

本次外检样品均为经内检后合格的样品正样中抽取，共抽取 54 件送甘肃省地质矿产勘查开发局第四地质矿产勘查院实验室进行检测。本次送检的 1670 件基本分析样中样品品位大于 0.25 克/吨的金矿化样品有 347 件，外检样总数占金矿化样品的 15.6%。样品无超差，外检合格率为 100%。符合 DZ/T 0130.3-2006《地质矿产实验室测试质量管理规范 第 3 部分：岩石矿物样品化学成分分析》的要求，样品可以直接利用。

3、矿石化学全分析样品

矿石化学全分析样品选用代表性较好的基本分析样正样进行，共选取 6 件样品进行分析，由中国冶金地质总局西北地质勘查院酒泉测试中心完成。符合 DZ/T 0130.3-2006《地质矿产实验室测试质量管理规范 第 3 部分：岩石矿物样品化学成分分析》的要求，样品可以直接利用。

4、金物相分析样品

金物相分析样品选用代表性较好的基本分析样副样进行，共选取 4 件样品进行分析，由中国冶金地质总局西北地质勘查院酒泉测试中心完成。符合 DZ/T 0130.3-2006《地质矿产实验室测试质量管理规范 第 3 部分：岩石矿物样品化学成分分析》的要

求，样品可以直接利用。

5、小体重样

本次小体重样自 2019 年至 2020 年在黄龙金矿金沟矿段 345 中段及探矿权范围内钻孔 1/2 劈芯样中按矿石类型、品级在矿体部位采集，样品代表性较强，因各矿体矿石类型基本一致，未区分矿体。共采集小体重样品 34 件（345 中段采集 15 件，钻孔中采集 19 件），其中，中国冶金地质总局西北地质勘查院酒泉测试中心完成 11 件，中国冶金地质总局西北地质勘查院汉中实验室完成 23 件，均采用封蜡排水法进行，样品体积均在 $60-120\text{cm}^3$ 。符合相关规范要求。

6、水质分析(全分析)样品

本次共采集水质分析样品 1 件，分析了 PH 值、氯离子、游离二氧化碳、硫酸根、碳酸根、重碳酸根、钾、钠、钙、镁、总硬度、总碱度、矿化度、灼烧残渣等项目。

水样分析由中冶地集团西北岩土工程有限公司中心试验所承担，质量合格。

7、矿区围岩物理力学试验样品

矿体围岩的物理力学性能试验样 22 组，测试内容为：单轴饱和抗压强度、天然容重、干容重、饱和容重、抗剪断强度、抗拉强度等。由陕西衡圆工程检测有限公司承担承担，质量合格。

第八章 资源储量估算

第一节 资源量估算对象及范围

一、资源量估算对象

资源量估算对象为 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等 4 条矿体，均为采矿证内金沟矿段 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等矿体的深部延伸。

二、资源量估算的范围

本次矿体资源量估算平面范围见表 8-1。

表 8-1 矿体资源量估算范围一览表

拐点 编号	2000 国家大地坐标系		备注
	X	Y	
(1)	3655955	36551860	
(2)	3655870	36552935	
(3)	3655365	36552935	
(4)	3655235	36551865	

矿体资源量估算标高范围为 330m~92m。其中，GIII-1 矿体资源量估算标高范围为 330m~127m，GIII-2 矿体资源量估算标高范围为 330m~92m，GIII-5 矿体资源量估算标高范围为 330m~213m，GIV 矿体资源量估算标高范围为 330m~251m。

三、资源量估算基准日

资源量估算基准日为 2020 年 8 月 31 日。

第二节 资源量估算的工业指标

经黄龙金矿多年来生产实际情况及 2020 年 5 月-7 月矿山实际生产情况（见第五章表 5-3）可知，矿山选矿入选品位在 1.22~1.53 克/吨，企业是盈利的。因此，2006 年长安大学《安康北部志留系岩金矿品位指标研究论证报告》提出的工业指标符合该区实际。同时参照《矿产地质勘查规范 岩金矿（DZ/T 0205-2020）》要求，确定本次金矿勘查资源量估算的工业指标为：

边界品位：0.50 克/吨

块段最低工业品位：1.20 克/吨

矿床平均品位：1.60 克/吨

最小可采厚度：1.00 米，当矿体厚度小于 1.00 米而金品位较高时，可采用米·克

吨/值圈定矿体

夹石剔除厚度：2.00 米

无矿段剔除标准：上下对应时 10m，上下不对应时 20m。

第三节 资源量估算方法的选择及其依据

一、资源量估算方法的选择

探矿权范围内矿体形态较简单，呈层状、似层状、局部透镜状产出，矿体产状较稳定，倾角一般为 35~59°。本次采用钻探工程对勘查区内金矿体深部延伸情况进行系统控制，勘探线基本垂直于矿体走向平行布置。因此选用地质块段法在矿体垂直纵投影图上圈连矿体、划分块段并估算金矿资源量。

二、资源量估算公式

本次采用地质块段法进行资源量估算，其估算公式如下：

基本公式为： $P_{\text{块段}} = Q_{\text{块段}} \cdot C_{\text{块段}} \times 10$

$Q_{\text{块段}} = V_{\text{块段}} \cdot D / 10000$

$V_{\text{块段}} = M_{\text{块段视水平}} \cdot S_{\text{块段}}$

$P_{\text{矿体}} = \sum P_{\text{块段}}$

$Q_{\text{矿体}} = \sum Q_{\text{块段}}$

$P_{\text{矿床}} = \sum P_{\text{矿体}}$

$Q_{\text{矿床}} = \sum Q_{\text{矿体}}$

式中： $P_{\text{矿床}}$矿床金属量（千克）

$P_{\text{矿体}}$矿体金属量（千克）

$P_{\text{块段}}$块段金属量（千克）

$Q_{\text{矿床}}$矿床矿石量（万吨）

$Q_{\text{矿体}}$矿体矿石量（万吨）

$Q_{\text{块段}}$块段矿体矿石量（万吨）

$V_{\text{块段}}$块段矿体体积（立方米）

D矿石平均体重（吨/立方米）

$C_{\text{块段}}$块段矿体平均品位（克/吨）

$M_{\text{块段视水平}}$块段矿体平均视水平厚度（米）

$S_{\text{块段}}$块段垂直投影面积（平方米）

三、参加资源量估算工程的确定

本次参加深部金矿资源量估算的探矿工程均为按照相应工程网度施工的钻探工程，共计 24 个钻孔参与矿体资源量估算。

第四节 资源量估算参数的确定

一、平均品位

1、单工程矿体平均品位

由于试样长度不等，因此，单工程中矿体平均品位是利用单工程中圈入矿体的所有试样真厚度与品位加权平均求得，计算公式如下：

公式： $C_x = \sum C \cdot L / \sum L$

式中： C_x ……单工程矿体平均品位（克/吨）

C ……单样金品位（克/吨）

L ……单样长度（米）

2、块段矿体平均品位

块段平均品位采用块段内各单工程矿体平均品位与矿体投影水平厚度加权平均求得，计算公式如下：

公式： $C_{\text{块段}} = \sum C_x \cdot M_{\text{视水平}} / \sum M_x$

式中： $C_{\text{块段}}$ ……块段矿体平均品位（克/吨）

C_x ……单工程矿体平均品位（克/吨）

$M_{\text{视水平}}$ ……单工程矿体视水平厚度（米）

3、矿体平均品位

矿体平均品位是利用矿体金属量除以矿体矿石量求得。

4、特高品位处理

（1）特高品位确定

本次，GIV金矿体有用组分分布不均匀（品位变化系数 154.55%），特高品位按照全矿床平均品位（1.60 克/吨）的 8 倍确定。在控制该矿体的钻孔 ZK2402 中，基本分析样 H337 号样品品位为 24.30 克/吨，是全矿床平均品位的 15 倍，其相邻工程中未见高品位样品，无法圈出高品位样带，确定该样为特高品位样品。

（2）特高品位处理

在资源量估算中，对该样进行特高品位处理，具体如下：

利用该样第一次分析结果 24.30 克/吨进行资源量估算，其单工程平均品位为

6.18 克/吨，本次处理采用单工程平均品位 6.18 克/吨替代该样品位，然后重新估算块段资源量，处理结果见表 8-2。

表 8-2		特高品位处理结果表				
矿体 编号	样品 编号	样品位置	处理前品位 Au(克/吨)		处理后品位 Au(克/吨)	
			原样品位 (克/吨)	ZK2402 单工程 平均品位 (克/吨)	样品品位 (克/吨)	ZK2402 单工程 平均品位 (克/吨)
GIV	H337	ZK2402	24.30	6.18	6.18	3.91

由表 8-2 可知，特高品位样品处理后单工程平均品位 3.91 克/吨，该矿体平均品位 2.98 克/吨，符合规范要求，处理是合理的。

二、厚度计算

1、单个样品厚度计算

(1) 单个样品真厚度的计算

钻孔中，单个样品真厚度计算采用如下公式进行计算：

$$M=L\times (\sin \alpha \times \cos \beta \times \cos \gamma \pm \cos \alpha \times \sin \beta)$$

式中：

M 为单个样品真厚度，L 为样品长度，α 为矿体倾角，β 为钻孔倾角，γ 为钻孔截穿矿体处方位角与矿体倾向间夹角。矿体倾向与工程方向相反时用“+”，相同时用“-”。

(2) 矿体水平厚度计算按下列公式求得：

$$M_{水}=M/\sin \alpha$$

(3) 矿体勘探线方向的视水平厚度计算按下列公式求得：

$$M_{视水平}=M_{水}/\cos \theta$$

式中：θ 为矿体倾向与勘探线方向间夹角。

(4) 块段平均水平厚度的计算

由块段中各见矿工程的矿体视水平厚度算数平均法求得。

(5) 矿体厚度的计算

矿体厚度为单个矿体参与资源量估算的所有单工程真厚度算术平均法求得。

三、块段面积的确定

通过计算机利用 mapgis 软件从数字化成图后的矿体垂直纵投影图上直接量取，

测量结果精确，没有误差。

四、矿石体重的确定

本次在不同品级的矿石中采集了矿石小体重测定样 34 件，样品体积 60-120cm³，送实验室测定其小体重，采用封蜡排水法对其体重进行了测定，同时对该样的金含量进行化验，其测定结果见表 8-2。经小体重与金矿石品位相关性分析（见图 8-1），小体重样金品位与其体重值相关系数为 0.1305，经相关系数检验，二者相关性不明显，表明矿石体重与其金含量不相关。

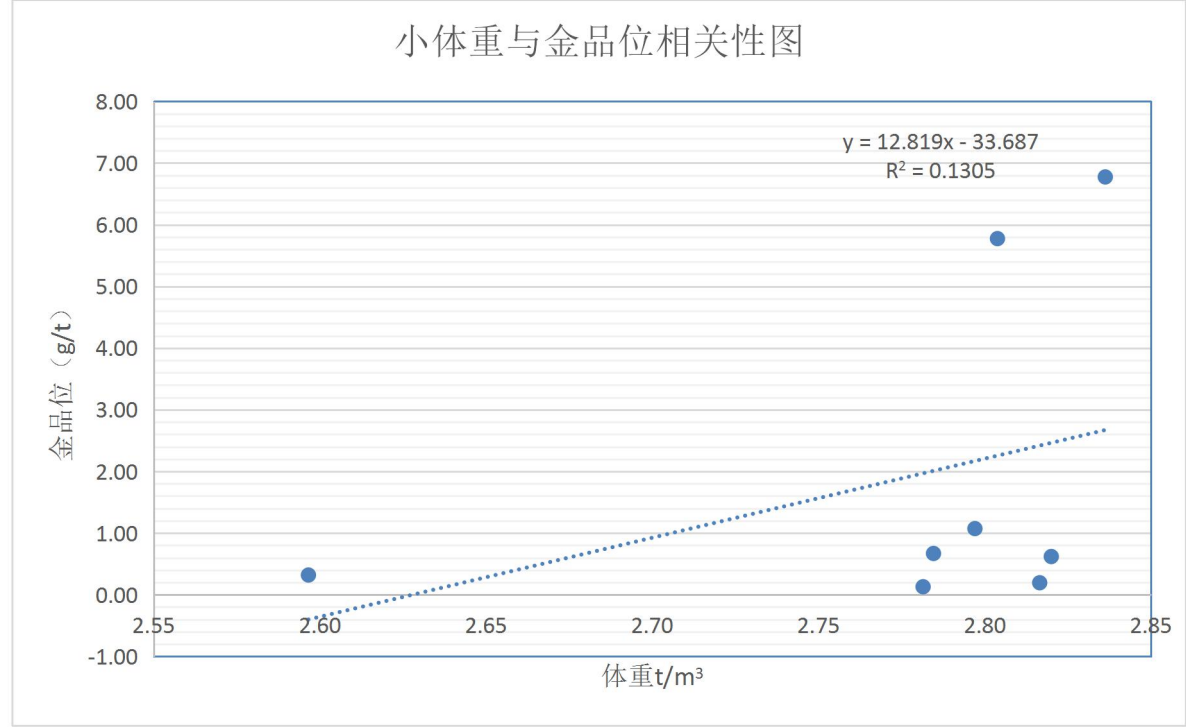


图 8-1 小体重与金品位相关性图

因此，本次金矿体资源量估算的矿石体重，是用矿石小体重样体重加权平均求得，为 2.79t/m³，金加权平均品位 1.80 克/吨，与全矿床平均品位 1.74 克/吨基本吻合。

表 8-2 金沟深部金矿石小体重样测定结果表

序号	样品 编号	矿段名称	采样位置	岩性	体重	Au	备注
					(t/m³)	ω (g/t)	
1	XT1	金沟矿段	KZK2608	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.76	0.11	
2	XT2	金沟矿段	KZK2606	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.74	0.09	
3	XT3	金沟矿段	KZK2606	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.78	3.61	
4	XT4	金沟矿段	KZK2411	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.77	0.72	
5	XT5	金沟矿段	KZK2411	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.77	0.07	

序号	样品 编号	矿段名称	采样位置	岩性	体重	Au	备注
					(t/m ³)	ω (g/t)	
6	XT6	金沟矿段	KZK2015	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.81	0.08	
7	XT7	金沟矿段	KZK2017	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.78	3.83	
8	XT8	金沟矿段	KZK2806	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.79	6.07	
9	XT9	金沟矿段	KZK2415	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.79	0.07	
10	XT10	金沟矿段	KZK2415	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.78	1.28	
11	XT11	金沟矿段	KZK2415	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.74	3.97	
12	XT12	金沟矿段	KZK2415	炭质绢云母石英片岩	2.78	1.85	
13	XT13	金沟矿段	KZK2205	炭质绢云母石英片岩	2.83	0.42	
14	XT14	金沟矿段	KZK2806	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.78	2.26	
15	XT15	金沟矿段	KZK2609	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.81	0.11	
16	XT16	金沟矿段	ZKZ2412	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.80	4.47	
17	XT17	金沟矿段	ZKZ2412	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.83	0.27	
18	XT18	金沟矿段	KZK2609	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.82	<0.10	
19	XT19	金沟矿段	KZK2609	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.82	4.21	
20	XT20	金沟矿段	345CM26	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.85	0.91	
21	XT21	金沟矿段	345CM26	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.80	<0.10	
22	XT22	金沟矿段	345CM26	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.83	5.00	
23	XT23	金沟矿段	345CM24	炭质绢云母石英片岩	2.83	4.55	
24	XT24	金沟矿段	345CM24	炭质绢云母石英片岩	2.75	1.62	
25	XT25	金沟矿段	345CM24	炭质绢云母石英片岩	2.80	<0.10	
26	XT26	金沟矿段	345CM22	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.81	<0.10	
27	XT27	金沟矿段	345CM22	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.78	0.67	
28	XT28	金沟矿段	345CM22	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.80	5.78	
29	XT29	金沟矿段	345CM22	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.60	0.32	
30	XT30	金沟矿段	345CM20W	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.80	1.07	
31	XT31	金沟矿段	345CM28	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.82	0.20	
32	XT32	金沟矿段	345CM28	炭质黑云母变斑晶绢云母石英片岩 夹含炭变质砂岩	2.84	6.78	
33	XT33	金沟矿段	345CM26	炭质绢云母石英片岩	2.78	0.13	
34	XT34	金沟矿段	345CM28	炭质绢云母石英片岩	2.82	0.62	
35	平均值				2.79	1.80	

第五节 矿体圈定原则

一、矿体圈定的原则

1、在单工程中，根据样品分析结果，凡品位大于或等于边界品位（0.50 克/吨）的样品，在满足工业技术指标的前提下，均圈定为金矿体；

2、矿体中厚度小于夹石剔除厚度（2m）的样品，在满足工业技术指标的情况下，可以圈入矿体；

3、对于在矿体内小于边界品位的样品，凡连续累计厚度大于或等于夹石剔除厚度（2m）的无矿地段作为夹石剔除；

4、当单工程矿体厚度小于最小可采厚度（1.00m），而品位较高时，采用米·克/吨值计算，作为矿体尖灭点处理；

二、矿体连接的圈定

1、在剖面图上将单工程品位达到工业指标要求的矿体，采用直线连接，相邻工程间矿体厚度不得大于相邻两工程实际最大见矿厚度；外推部分按照推断的勘查间距的四分之一（25m）平推，作为矿体边界线；在矿体中段水平切面图上，采用直线连接。

2、单工程控制不进行矿体圈定连接。

3、将剖面图上经工程控制后，仅单工程见矿的金矿体（单工程品位大于 1.20 克/吨，厚度大于最小可采厚度）只编号，不进行资源量估算，将单工程品位介于 0.50～1.20 克/吨且厚度大于最小可采厚度的圈连为金矿化体且编号，不进行资源量估算。

三、夹石的圈定

1、上下或左右工程对应时，直接连接圈定；

2、上下或左右无对应工程时，按基本工程间距的一半尖灭。

四、矿体外推原则

本次圈定的矿床勘查类型为第Ⅱ勘查类型，其基本工程间距为 50m×50m（探求控制资源量），矿体外推采用有限外推和无限外推，见矿工程外有工程控制时，采用有限外推，其外推原则如下：

有限外推：控矿工程的相邻工程未见矿，按实际工程间距的二分之一尖推（剖面图上）或由控矿工程等厚外推实际工程间距的四分之一（估算图上）；一般尖推不大于 50m，平推不大于 25m。

无限外推：由见矿工程等厚外推推断网度的四分之一，其网度为 100 米×100 米。采用米·克/吨值时，工程作为矿体尖灭点，不外推。

第六节 资源量分类及块段的划分

本次采用第Ⅱ勘查类型对区内金矿进行控制，对在勘查中圈出的金矿体，根据矿体的控制研究程度、地质可靠程度、可行性评价结果等，参照《固体矿产资源/储量分类（GB/T 17766—2020）》、《岩金矿地质勘查规范（DZ/T 0205—2002）》等确定了资源量类型，并进行了块段划分。

一、资源量分类

经对勘查区圈出的四个矿体进行资源量类型划分，分别属于控制资源量和推断资源量两个资源量类型，现就具体划分原则分述如下：

1、控制资源量

是指由探采工程控制且已达到 50 米（走向）×50 米（倾向）或段高 40 米基本控制网度时，各相邻工程连线圈定的范围划分为一个控制的资源量块段，该类块段控制工程点不低于 4 个，块段形态不能为三角形。

矿体工程控制程度达到控制的网度，进行了技术经济概略研究，估算的资源量可信度较高，基本上圈定了矿体的三维形态，矿体内的夹石已经圈定，能够较有把握地确定了矿体连续性的地段。基本查明了矿体地质特征、矿石质量、开采技术条件，提供了矿石加工选（冶）性能条件试验的成果。即有以下几种情况：

- （1）被 50 米（穿脉）×40 米（一个段高）的坑探工程控制的地段。
- （2）被 50 米（勘探线间距）×50 米（倾向延深）的钻探工程控制的地段。

2、推断资源量

是指矿体工程控制程度达到推断的网度，进行了技术经济概略研究，资源量是根据有限的估算的，估算的资源量可信度较低，大概圈定了矿体的三维形态，矿体连续性把握性不大的地段。矿体地质特征、矿石质量、开采技术条件，矿石加工选（冶）性能条件试验等成果基本确定。即有以下几种情况：

- （1）被 100 米（勘探线间距）×100 米（倾向延深）的钻探工程控制的地段。
- （2）控制资源量外推地段。
- （3）由工程控制的推断资源量外推地段。

三、块段的划分

根据工程控制程度分别划分块段和资源量级别，在资源量估算图上划分块段。块段的编号按同一条矿体自左向右、自上而下，按资源量级别统一编号，如控制 1、推断 1……等依次编号。

本次，对区内 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等 4 条金矿体按照资源量级别进行块段划分及统一编号，具体如下：

GIII-1 金矿体划分推断块段 6 个；GIII-2 金矿体划分控制块段 3 个，推断块段 5 个；GIII-5 金矿体划分控制块段 2 个，推断块段 3 个；GIV 金矿体划分推断块段 4 个。四条矿体共划分控制+推断块段 23 个。

第七节 资源量估算结果

本次采用地质块段法对区内 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等 4 条金矿体资源量进行估算，共探获金矿资源量（控制+推断）矿石量 137.4 万吨，金金属量 2386 千克，金平均品位 1.74 克/吨。其中，控制资源量矿石量 64.5 万吨，金金属量 1067 千克，金平均品位 1.65 克/吨，其占总资源量比例为 47%；推断资源量矿石量 72.9 万吨，金金属量 1319 千克，金平均品位 1.81 克/吨，其占总资源量比例为 53%，见表 8-3。

表 8-3 矿体资源量估算表

矿体编号	资源量级别	矿体矿石量（万吨）	金金属量（千克）	矿体平均品位 Au（克/吨）
GIII-1	控制	3.5	57	1.64
	推断	9.3	153	
	合计	12.8	210	
GIII-2	控制	59.4	987	1.63
	推断	50.8	814	
	合计	110.2	1801	
GIII-5	控制	1.6	23	1.62
	推断	2.5	44	
	合计	4.1	67	
GIV	推断	10.3	308	2.98
全矿床	控制	64.5	1067	1.65
	推断	72.9	1319	1.81
	控制+推断	137.4	2386	1.74

该探矿权为 2019 年新立矿权，矿权内以往未提交过金矿资源量，本次详查报告估算金矿资源量均为新增资源量。矿体资源量估算范围与探矿权范围叠合图见图 8-2。

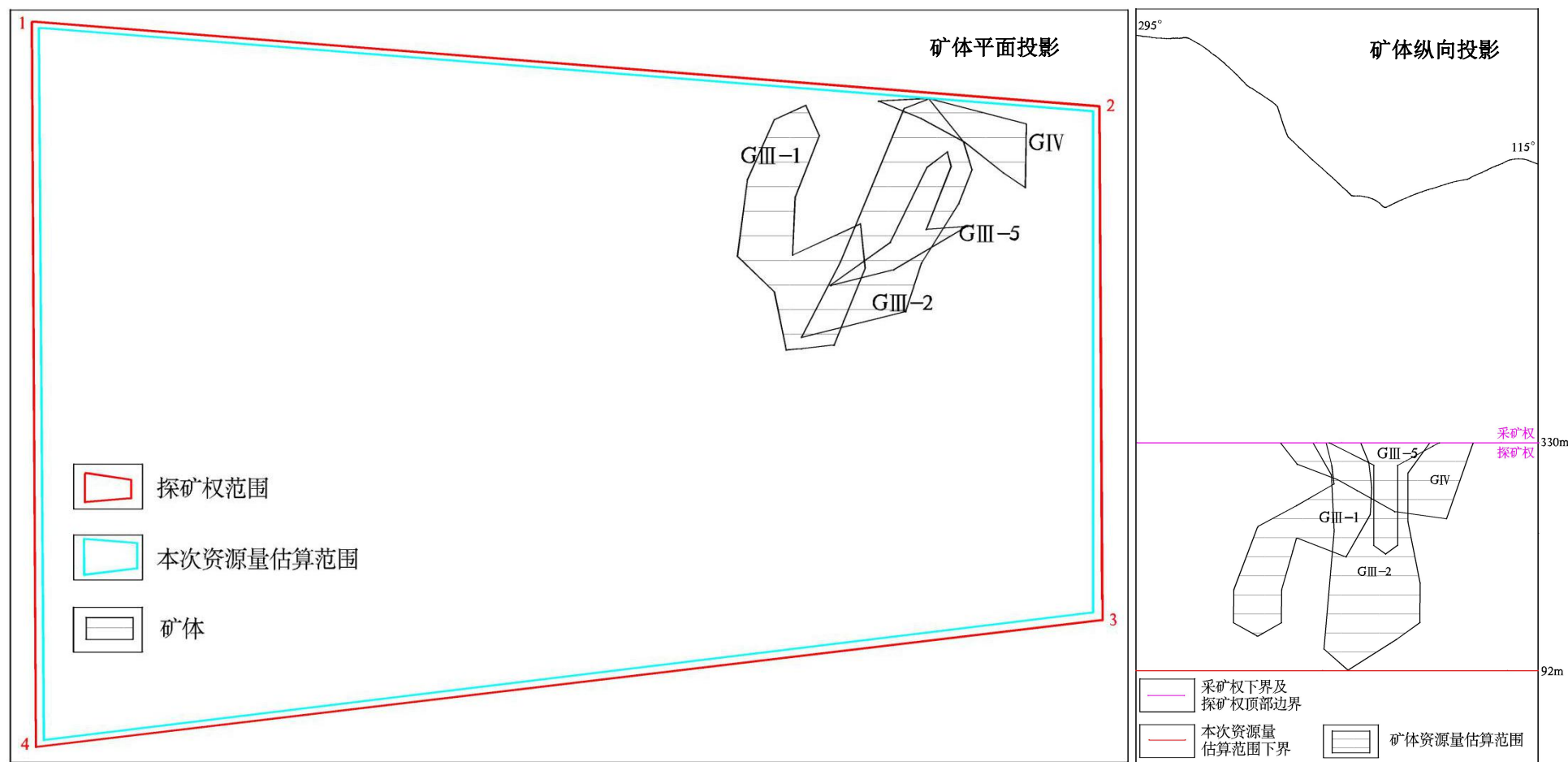


图 8-2 矿体资源量估算范围与探矿权范围叠合图

第八节 资源量估算可靠性

本次采用地质块段法（垂直纵投影图）对区内 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等 4 条金矿体资源量进行估算，为确保资源量估算的可靠性，对 GIII-2 金矿体的控制 2 和控制 3 两个块段估算资源量利用平行断面法进行了验证，其估算结果为：控制 2+控制 3 块段资源量 507279.87 吨，金金属量 852.56 千克；地质块段法估算结果为控制 2+控制 3 资源量 529851.55 吨，金金属量 890.21 千克。两次估算结果误差为 4.26%，因此，采用矿体垂直纵投影法进行资源量估算是可靠的。

第九节 伴生有益组分资源量估算

经组合分析后，矿体无伴生有益组分分布，本次不估算伴生有益组分资源量。

第十节 资源量估算中需要说明的问题

本次，GIII-1、GIII-2、GIII-5 金矿体资源量估算过程中，均见个别钻探工程矿体平均品位低于最低工业品位要求，考虑到矿体完整性，工程均参与了 GIII-1、GIII-2、GIII-5 金矿体资源量估算，对这些钻探工程的利用情况如下：

（1）GIII-1 矿体的钻探工程 KZK2206 控制矿体为低品位金矿体（品位为 0.57 克/吨），该钻孔参与了推断 3 和推断 5 两个块段的资源量估算，块段平均品位分别为 1.13 克/吨和 1.67 克/吨，其中，推断 3 块段平均品位低于最低工业品位 1.20 克/吨，考虑到矿体完整性，本次资源量估算将该工程未按低品位矿处理。

（2）GIII-2 矿体的钻探工程 KZK2412、ZK2402 等两个工程控制矿体为低品位金矿体（品位分别为 1.08 克/吨、1.12 克/吨），两个钻孔参与了控制 3、推断 3 和推断 5 等 3 个块段的资源量估算，块段平均品位分别为 1.63 克/吨、1.89 克/吨和 1.34 克/吨，均大于块段最低工业品位 1.20 克/吨，因此，本次资源量估算将该工程未按低品位矿处理。

（3）GIII-5 矿体的钻探工程 ZK2607 控制矿体为低品位金矿体（品位为 0.68 克/吨），该钻孔参与了推断 4 块段的资源量估算，块段平均品位为 1.72 克/吨，大于块段最低工业品位 1.20 克/吨，因此，本次资源量估算将该工程未按低品位矿处理。

另外，本次对单工程圈定的 GIII-2-1、GIII-2-2 及 GIII-2-4 矿体和 GIII-2-3、GIII-2-5 矿化体均不进行资源量估算。

第九章 矿山开发经济意义

第一节 金矿资源概况和市场供需形势分析

一、金矿资源概况

至 2008 年底，世界黄金探明储量为 4.7 万吨，储量基础 10 万吨，主要分布在南非、俄罗斯、澳大利亚、美国、印度尼西亚、秘鲁、加拿大和中国。据估计，世界黄金资源总量为 10 万吨，其中 15%-20% 为其他金属矿床中的共、伴生资源。南非约占世界黄金资源的 50%，巴西和英国各占 9%。

中国金矿资源比较丰富，分布广泛。至 2008 年底，金矿查明基础储量 1868.4 吨。其中岩金 1259.7 吨，以山东最为丰富，其次为甘肃、河南、贵州、云南、吉林、陕西、江西、福建、四川、内蒙古、河北等省（区），占总资源量的 64%；砂金 179 吨，以四川为最多，其次为黑龙江、陕西、甘肃、江西、吉林、辽宁等省，占总资源量的 11%，共、伴生金 429 吨，以江西为最多，其次为安徽、云南、湖北、黑龙江、甘肃、青海、湖南等省，占总资源量 26%。据有关资料报道，中国金矿资源总量在数万吨以上，中国金矿的查明率仅为 29.7%。

二、黄金市场供需形势分析

1、黄金生产状况

我国是世界排名第四位的产金大国。自上世纪 90 年代中叶以来，我国黄金产量逐年大幅度增长，1994 年中国的黄金年产量仅为 90 吨，到 2001 年只用 7 年时间就翻了一番，达到 182 吨，此后每年都以 10 吨左右的速度增长。继 2003 年突破 200 吨之后，又于 2004 年再创新高，达到创纪录的 212.35 吨，比上一年增长了 11.75 吨。目前中国产金量较大的省有山东、河南、福建、陕西、辽宁、河北等。

2017 年中国黄金产量连续 11 年保持世界第一位。2017 年，国内累计生产黄金 426.14 吨，与 2016 年相比，减产 27.35 吨，同比下降 6.03%。其中，包括黄金矿产金完成 369.168 吨，有色副产金完成 56.974 吨。除此之外，国外进口原料产金 91.35 吨，同比增长 11.45%，全国累计生产黄金（含进口原料生产）517.490 吨，同比下降 3.35%。

2、黄金消费状况

2017 年，黄金消费量逐渐回暖。一方面，随着国内高端消费的持续复苏、二三线城市消费需求的崛起，国内黄金首饰销售继续回暖。另一方面，受房地产、证券市场等金融市场波动的影响，实物黄金投资产品需求也增加。

2017 年全国黄金实际消费量 1089.07 吨，与上年同期相比增长 9.41%。2017 年全国黄金消费量连续 5 年保持世界第一位。

2017 年全国黄金实际消费量 1089.07 吨，同比增长 9.41%。其中，以黄金首饰和金条消费量为主。黄金首饰 696.50 吨，同比增长 10.35%；金条 276.39 吨，同比增长 7.28%；金币 26 吨，同比下降 16.64%；工业及其他 90.18 吨，同比增长 19.63%。黄金首饰、金条销售和工业用金量继续保持增长趋势，仅金币销售量出现了下跌。

3、黄金市场价格

2000 年以前，我国对黄金一直实行统一管理、统购统配的政策，黄金价格由 1980 年的 16 元/克增加到 2000 年的 72.64 元/克；2000—2002 年之间，随着黄金市场的不断开放，我国对黄金价格由央行正式启动周报价制度，根据国际市场价格变动对国内金价进行调整，黄金价格在 70.35—89.80 元/克之间波动；2003 年后，我国对黄金市场走向了全面开放，国内黄金走势跟随国际金价往上攀升，由 2003 年初的 85.55 元/克增加到 2005 年底的 137.98 元/克；2017—2018 近两年黄金市场价格为 270 元/克左右，2019—2020 年 7 月，黄金市场价格上涨到 410 元/克左右。

4、产品竞争力

我国饰品用金量是黄金需求的主导力量，货币用金呈一个稳步增加的成熟态势，工业用金量在不断扩大应用领域，需求量与矿产金产量仍是一个需大于供的买方市场，加之黄金市场价格为历史以来最高，并且还在处于一个上升势头，市场前景看好，产品竞争力强劲。

第二节 矿床资源量、矿石加工技术性能及开采技术条件概述

一、矿床资源量

本次采用地质块段法对区内 GIII-1、GIII-2、GIII-5 及 GIV 等 4 条金矿体资源量进行估算，共探获金矿资源量（控制+推断）矿石量 137.4 万吨，金金属量 2386 千克，金平均品位 1.74 克/吨。其中，控制资源量矿石量 64.5 万吨，金金属量 1067 千克，金平均品位 1.65 克/吨；推断资源量矿石量 72.9 万吨，金金属量 1319 千克，金平均

品位 1.81 克/吨。

二、矿石加工技术性能

本次勘查区内金矿体选矿工艺流程采用尼尔森重选选矿法提金工艺，尼尔森重选工艺主要选别指标为：入选金品位 0.75 克/吨，可以得到 23.12 克/吨的金精矿，产品回收率达到 93.44%。

三、矿床开采技术条件

矿区处于秦岭山地的南坡，为中低山区。矿区范围内总的趋势是呈北高南低，西高东低的地貌特征，青泥河自矿自矿区东侧自南而北流过，观音河自矿区外西侧流过，矿区位于青泥河流域水文地质单元，地表水，地下水分水岭为青泥河与观音河之间的南北向低山，海拔最高约 1090m。详查区采用地下开采方式，对地形地貌影响很小；矿区内废渣、石料堆放及矿山建筑对矿区局部地貌产生较大的改变。矿区处于所在沟谷的分水岭附近，主要矿体位于当地侵蚀基准面以下，矿区地形、地貌有利于地下水及地表水的排泄，雨季也无大的水患。矿体充水因素主要为裂隙水，富水性弱，预测 GIII-2 矿体最大涌水量 $Q_{\max}$ 为 29.17 立方米/日，对矿体开采所造成的危害小。综上所述，确定该矿床水文地质类型为 II 类 II 型，即以裂隙含水层充水为主、矿床顶底板直接充水，水文地质条件中等的矿床。

矿体地形地貌形态较复杂，地形有利于自然排水，岩性单一简单，含矿岩石与顶底板围岩岩石基本相同，为片岩类岩石，地下水对矿体和顶底板围岩稳固性影响甚微。矿体及顶底板围岩的矿物和化学成分较为稳定，不易风化，构造对其造成影响不大，节理裂隙发育中等，岩石较为完整。矿区现状地质灾害较发育，矿体及顶底板围岩稳固性较差，坑口风化裂隙带地段需要进行支护。详查区工程地质条件复杂程度属 III 类 II 型，即详查区以层状岩类为主，工程地质条件属中等。

矿区位于小于 6.5 级的地震区，新构造活动对其影响不大，植被较差，地形地貌条件和自然地质作用引起崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害可能性较小，开采方式为地下开采，对地表地形地貌及植被影响很小，但矿床开采可能引起地表塌陷、泥石流等地质灾害和造成周围地下水、大气的轻微污染。因此，矿区存在着一定的地质灾害和环境污染隐患，但只要合理布局、取长补短、尊重科学是完全可以避免的。综上，矿区环境质量为简单。

矿床开采技术条件较好。

第三节 矿山建设的外部条件概述

一、交通运输

阳（平关）-安（康）铁路、316 国道汉（中）-安（康）段和十（堰）-天（水）高速公路从汉阴县县城南通过，汉阴县县城到矿区约 23Km 有县级柏油公路及乡级水泥公路通行，交通较为方便。

二、水、电及燃料供应

青泥河、观音河横穿黄龙金矿矿区，均为常年流水，流量充足，水质较好，可满足一般的生活和工业用水。

石泉-安康 110 千伏电网经过汉阴，汉阴-双河高压供电线路通过原黄龙金矿矿区，电力资源充足。

临近没有煤炭企业，燃料资源短缺，工业用燃料主要靠省内关中平原地区的煤矿供应。

三、原材料和劳动力资源来源

矿区邻近汉中-安康一带工农业较发达的人口密集地区，原材料和劳动力资源丰富，可满足矿山需要。

综上所述，矿山建设的外部条件是比较好的。

第四节 矿山建设规模、服务年限及产品方案

一、矿山建设规模

黄龙金矿已有矿山自己建设的金矿选厂，其日处理矿石量 350 吨，年处理矿石量 10.50 万吨。

二、服务年限

按日处理矿石量 350 吨，年处理矿石量 10.50 万吨，以本次探矿权范围内探获的（控制+推断）金矿石资源量为基准，按采矿回收率 90%，贫化率 10%，地质影响系数 0.7 计算。

可采资源量 = 金矿石量 137.4 万吨 $\times$ 0.90 采矿回收率（90%） $\times$ 地质影响系数 0.7 / 0.90（1 - 贫化率 10%） = 96.2 万吨

其矿山服务年限为 9.16 年（可采资源量 $\div$ 年开采矿石量）

金金属量 1670 千克（金平均品位 1.74 克/吨）

金选矿回收率 90%，可回收金金属量 $1670 \times 90\% = 1503$ 千克。

三、产品方案

矿山企业最终产品为金锭。

第五节 采矿、选矿方案

一、采矿方案

1、开采方式

矿床赋存条件和矿床开采技术条件虽然比较简单，但矿体厚度较小，采用地下开采方式较适宜。

2、开拓方式

利用矿山已有坑道工程（采矿证内已至 345 中段）继续开拓深部沿脉、穿脉坑道工程，采用平硐盲竖井的联合开拓方式，井下为电动机车轨道运输，绞车提升，地面上为汽车运输。

3、采矿方法

根据矿体特征和开采技术条件，在沿脉巷道内视顶、底板围岩的完整程度，采用浅孔留矿法。矿山废石全部回填采空区。

二、选矿方案

1、选矿方法

利用已有黄龙金矿选矿厂，两段磨矿重选法。

2、工艺流程

其原则工艺流程为原矿-破碎-细磨-重选-熔炼-金锭。

第六节 主要技术经济指标的选择与年度经济效益预测

根据黄龙金矿生产实际，以尼尔森重选试验技术经济指标为依据，结合区内两条金矿体的实际情况进行评价，并用现行的有关息、税和规定来全面客观的评价本矿床是比较合理的。

按照 2019-2020 年 7 月的金价，企业是盈利的。

第七节 企业效益、社会效益分析及环境保护问题

一、企业效益分析

企业未来生产时，从矿石品位、采矿贫化率、选矿回收率、金矿价格、勘查投入、建设投入、生产投入、税收等方面对企业经济效益进行评价，见表 9-1。

9-1 企业经济效益评价表

项目		计价元素	备注 1	备注 2
		Au		
矿石 品位		1.74		
采矿贫化率		10%		
选矿回收率		90.00%		包含提金回收率
精矿价格(元)		410.00		
吨矿产值 (元)	吨矿种产值	577.85		吨矿产值=矿石品位×(1-贫化率)×回收率/ 精矿品位×精矿价格
	合计	577.85		
采矿成本(元)		150.00		
选矿成本(元)		115.00		包含提金成本
矿石资源量(吨)		1373961.06		
可采系数		0.70		
可采矿量(吨)		961772.74		可采矿量=矿石资源量×可采系数(这里没考 虑各类别资源量的精度)
地质勘查费(元)		4000000.00		
地勘费摊销成本		4.16		地勘费摊销：勘查费/可采矿量
吨矿 利润(元)		308.70		吨矿利润=吨矿产值-采矿成本-选矿成本-地 勘费摊销成本
日处理矿石量(吨)		350		
年生产时间(日)		300		
年处理矿石量(吨)		105000		
年 产 值 (元)		60674670.00		年产值=吨矿产值×年处理矿量
年 利 润 (元)		32412976.40		年利润=吨矿利润×年处理矿量
税金 (元)	资源税	2123613.45		资源税：销售额×3.5%
	印花税	18202.40		印花税：销售额×0.03%
	水利建设基金	30337.34		水利建设基金：销售额×0.05%
	合计	2172153.19		
经营成本(元)		3000000.00		各项不可预见费用
年净利润(元)		27240823.22		年净利润=年利润-税金-经营成本
所 得 税(元)		6810205.80		所得税=净利润×25%
税后利润(元)		20430617.41		税后利润=年净利润-所得税

由表 9-1 可知，企业开发该矿，年产值为 6067.47 万元，年利润为 3241.30 万元，

税金 217.22 万元，企业税后利润为 2043.06 万元，企业是盈利的。

二、社会效益分析

该金矿的开发，不仅合理开发利用了当地资源，并促进了地方经济发展，增加国家和地方财政收入，还可带动地域经济发展；同时可以安置当地富余人员，帮助山区人民脱贫致富，维护社会稳定发展，因此具有重要的社会意义。

矿区所提交的资源量，经概略性技术评价，开发经济效益较好，社会效益明显。

三、环境保护问题

该金矿的采矿方法采用浅孔留矿法或划分小单元回采法，选矿法方为两段磨矿重选选矿法，采矿可能引起地表塌陷、泥石流等地质灾害，选矿可能造成周围地下水、大气污染等环境问题，所以一定要将环境保护放在首位，在采矿过程中应特别注意水土保持，防止水土流失，合理部署工程，合理堆放废石，在选矿过程中应充分注意废液、尾渣、废气的处理，避免造成环境污染。

第八节 总体评价

通过上述主要技术经济指标的选择、年度经济效益预测、经济与社会效益的分析和环境保护问题的论证，总体评价如下：

1、勘查区内金矿的开发，经济效益显著，随着市场黄金价格的攀升，其经济效益将会更好。

2、勘查区内金矿地处贫困山区，经济文化落后，目前矿山的开发已明显地促进了地方经济文化的发展，今后矿山企业的进一步发展，对改变贫困山区的经济文化面貌会起到更大的积极作用。

3、矿区存在着地表塌陷、泥石流、地下水和大气污染的可能，但只要合理部署工程，合理堆放废石，科学治理，是完全可以避免的。

第十章 结论

第一节 勘查程度、勘查工程质量和资料的完备程度评述

1、勘查程度评述

本次详查工作，依据第Ⅱ勘查类型，按照 50m×50m 的基本勘查间距对勘查区内 GⅢ-1、GⅢ-2、GⅢ-5 及 GⅣ等 4 条金矿体采用钻探工程进行系统控制，勘查程度为详查程度。

2、勘查工程质量和资料的完备程度评述

本次探矿权范围内勘查工程全部钻探工程，坑内钻孔在 20~28 线采用一基多孔方式对 GⅢ-1、GⅢ-2、GⅢ-5 及 GⅣ等 4 条金矿体进行控制，钻孔质量合格（详见表 7-1），满足地质要求，可以利用；形成资料为收集（采矿证内资料）+自制完成，资料完整、真实可靠。

第二节 矿床成因及找矿标志

一、矿床成因

下古生代前，本区为一处于秦岭古陆与扬子古陆间广阔的浅海区。

下古生代早-中期，由于早-中加里东运动，使部分地层褶皱、回返成陆，海区渐趋狭窄。

下志留世，由于晚加里东运动，在区域上形成了近东西向展布的狭长而深陷的海槽，在本区大致处于一滨海-浅海相的海湾还原沉积环境，大量接受了来自南北两侧古老地块或火山岩的陆源碎屑沉积，形成了梅子垭组的一套泥岩、粉砂岩、砂岩等，并含有丰富的金元素和铁元素等。这些金元素和铁离子元素，在还原环境的介质中，在 H_2S 及炭质（特别是有机炭）的影响及吸附作用下，使金离子发生吸附或沉淀，铁离子与 H_2S 反应形成硫铁络合物，聚集于梅子垭组的泥岩、粉砂岩、砂岩中，进一步形成了高炭质、富含硫铁络合物、金丰度值较高的矿源层。

印支期运动，使本区沉积地层全部回返-褶皱造山-发生区域变质作用，形成为一套浅变质的绿片岩相变质岩系。

燕山期运动，使本区沉积地层进一步变质，形成的热液和持续的挤压应力作用，为金和铁的成矿作用提供了热源，使得矿源层的同生沉积水加热并使地层内的金元

素、硫铁络合物等活化转入溶液而达到新的地球化学平衡；当挤压应力积累达到相当程度时释放使岩石产生破裂，使热液流体由周围向减压带运移，同时在运移过程中萃取围岩中的金元素和硫铁络合物，在有利的物理、化学条件下沉积成矿，金与黄铁矿等硫化物密切共生，成为主要的载金矿物。

成因类型应属韧性剪切带控制的沉积-变质热液型矿床。

二、找矿标志

1、地层找矿标志

(1) 下志留统梅子垭组 (S_{1m}) 的一套浅变质细碎屑岩系-片岩类和变质砂岩类岩石，是金矿化的一个大的赋存层位 (含矿层)，为一明显的区域性宏观间接地层找矿标志，为区域性找矿指明方向。

(2) 下志留统梅子垭组 (S_{1m}) 中-上部的第五岩段 (S_{1m_5}) 含炭量适中的浅变质炭质细碎屑岩系-炭质片岩类和含炭变质砂岩类岩石，是金矿化的一个具体赋存层位 (含矿亚层)，为一明显的局部性 (该区) 直接地层找矿标志，为矿区进一步找矿、扩大矿床规模等指明方向。

2、构造找矿标志

层间裂隙带、片理化带及韧性剪切带是控制矿带和矿体的主要构造，层间裂隙带和片理化带发育完善的地段矿化带和矿体的厚度、延伸及延深都较大且矿石品位稍高，反之亦然。为局部性 (该区) 直接构造找矿标志。

3、围岩蚀变找矿标志

矿床近矿围岩蚀变较为发育，有硅化、黄铁矿化、绢云母化、绿泥石化等多种蚀变。其中硅化、黄铁矿化、绢云母化等与金矿化关系密切，为寻找矿体的直接找矿标志；绿泥石化等与金矿化关系虽然不密切，但与矿化蚀变呈过度关系或叠加，为寻找矿体的间接找矿标志。

第三节 矿床成矿基本规律和远景评价

一、矿床成矿基本规律

1、下志留统梅子垭组 (S_{1m}) 是金的一个大的赋存层位 (含矿层)，其中第五岩段 (S_{1m_5}) 是金的具体赋存层位 (含矿亚层)；黑云母变斑晶绢云石英片岩是主要含矿岩层。

2、区内褶皱为黄龙倒转背斜，是陈家院子-干沟口复向斜的次级褶皱。背斜轴向 $290^{\circ}-310^{\circ}$ ，轴部由志留系下统梅子垭组第一岩性段下部的含炭变质砂岩组成，两翼为炭质绢云石英片岩，S2 面理是控制矿带和矿体的主要构造；

3、硅化、黄铁矿化、绢云母化等蚀变与金矿化关系密切，绿泥石化等蚀变与金矿化关系虽然不密切，但与矿化蚀变呈过度关系或叠加。

二、矿床远景评价

本次在探矿权范围内共探获金矿资源量（控制+推断）矿石量 137.4 万吨，金金属量 2386 千克，金平均品位 1.74 克/吨，矿体规模为小型。通过本次勘查，矿体深部延深较好，深部矿体资源潜力较大，以后若加大探矿力度，还可扩大资源量规模，矿床规模有望达到中型。

第四节 存在的主要问题和今后工作建议

一、存在的主要问题

本次勘查的 GIII-1、GIII-2、GIII-5 和 GIV 等 4 条金矿体在深部均延伸至探矿权外且厚度有变厚趋势，尤其是 GIII-2 矿体，经 26 线钻孔 KZK2609 控制后，矿体厚度较大，品位较好，因存在越界对其深部延伸情况暂无法进行控制。

二、今后工作建议

1、建议在采矿证金沟矿段北部申请探矿权，扩大深部矿体探矿范围，查明矿体深部延伸情况，增加区内金矿资源储量。

2、矿区（山）位于农林区，应注意对森林和珍稀动物的保护。

3、要防止水土流失，保护矿山环境，合理部署工程，合理堆放废石，科学治理矿山危险源，避免地质灾害发生。