

浅谈毛家店金矿找矿新发现及意义

魏 强

辽宁省有色地质一〇九队有限责任公司, 辽宁 朝阳

收稿日期: 2022年12月4日; 录用日期: 2023年1月4日; 发布日期: 2023年1月11日

摘 要

毛家店金矿是一处严格受区域断裂构造控制、且与燕山期黑云母花岗岩和八道河群变质杂岩有密切成因联系的含金混合岩化-高中温岩浆热液型金矿。近几年,在矿山深部勘探过程中,发现深部仍具有较好资源前景,同时发现有工业价值的钼矿体。本文通过对毛家店金矿的地质特征、典型矿脉的产出形态的研究,结合近年的勘探成果,总结该矿山的成矿类型,归纳成矿模式,为老旧矿山深部找矿及相似地质条件下共、伴生矿种的发现提供借鉴及思路。

关键词

地质特征, 成矿模式, 深部找矿, 共生矿种, 辽西地区

Discussion on the New Discovery and Significance of Maojiadian Gold Ore Prospecting

Qiang Wei

Liaoning Province Nonferrous Geology 109 Team Co. Ltd., Chaoyang Liaoning

Received: Dec. 4th, 2022; accepted: Jan. 4th, 2023; published: Jan. 11th, 2023

Abstract

Maojiadian Gold Mine is a gold-bearing mixed lithification-high-temperature and medium temperature magmatic hydrothermal gold mine that is strictly controlled by regional fault structures and has a close genesis relationship with biotite granite in the Yanshan period and metamorphic

heterogeneous rocks of the Badaohe Group. In recent years, in the process of deep exploration of mines, it was found that the deep part still has good resource prospects, and at the same time, molybdenum ore bodies of industrial value have been discovered. Through the study of the geological characteristics of Maojiadian gold ore and the output pattern of typical ore veins, combined with the exploration results in recent years, this paper summarizes the mineralization types and summarizes the metallogenic models so as to provide reference and ideas for the deep prospecting of old mines and the discovery of common and associated ore species under similar geological conditions.

Keywords

Geological Characteristics, Metallogenic Mode, Deep Prospecting, Symbiotic Ore Species, Liaoxi Region

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

我国幅员面积辽阔，黄金资源十分丰富，主要以岩金矿床为主，这个比例占到我国整个黄金比例的63%。矿床规模除山东地区拥有大型、超大型矿床外，其余地区以中小型矿床为主。毛家店金矿自20世纪80年代发现开采至今，开采控制深度450 m，累计提交金金属量超过4000 kg，现矿山仍具有较大的资源储量。本文通过总结毛家店金矿地质特征与矿山深部找矿中的成果，总结深部找矿中的规律，为类似老旧矿山深部找矿提供借鉴。

2. 矿区地质特征

毛家店金矿位于华北地台北缘中东段，山海关古隆起与燕辽沉降带接壤部位的南西端，大地构造位置属于东西纬向构造带与华夏系构造的联合部位。矿区内出露太古界八道河群变质杂岩体及中上远古界常洲沟组碎屑岩和雾迷山组碳酸岩。八道河群变质杂岩广泛分布在矿区中部，其南部与雾迷山组呈断裂接触，北部与常洲沟组呈角度不整合接触。通过对角闪斜长片麻岩、滑石次闪岩做的硅酸盐全分析，运用莫依纳图解和谢维年柯图解分析，其原岩为中-基性火山岩及镁质超基性岩。

区内断裂构造极为发育，以三道河子-喜峰口逆断裂活动最为强烈，是本区的主要控矿断裂区内金矿化主要分布于该断裂的北侧，而断裂南部的雾迷山组燧石条带白云岩中经查未发现金矿化[1]。黑云母花岗岩沿其侵入，脉金赋存构造主要分为两组：一组北东向断裂组，走向 $20^{\circ}\sim 60^{\circ}$ ，倾向南东，倾角 $60^{\circ}\sim 70^{\circ}$ ，断裂中可见断层角砾，围岩有片理化带，断层面呈舒缓波状，断裂性质以压为主兼有扭性。另一组近南北向断裂组，走向 $340^{\circ}\sim 20^{\circ}$ ，倾向北东~南东，倾角 $60^{\circ}\sim 80^{\circ}$ ，断层面平直光滑断层面擦痕明显，断裂性质以扭性为主。

毛家店矿区岩浆岩较为发育，其中燕山期黑云母花岗岩体与金矿成矿关系密切[2]。呈NE向不规则的楔形体，地表出露面积约 0.125 km^2 。岩体南缘与雾迷山组燧石条带白云岩呈断裂接触，其他部位均与太古界八道河群变质杂岩呈侵入接触(见图1)。通过对花岗岩两个黑云母同位素年龄测定为157百万年。又对穿插花岗岩中的含金石英脉旁二期钾化做钾长石同位素年龄为168百万年，初步认定黑云母花岗岩体侵入时代为侏罗纪燕山岩浆旋回早期。

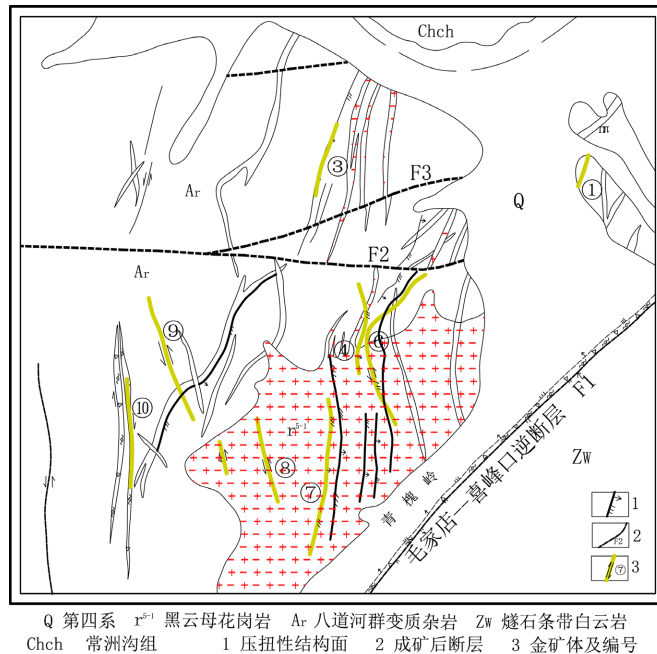


Figure 1. Structure outline map of Maojiadian

图 1. 毛家店构造纲要图

2.1. 矿体特征

矿区出露于大小矿脉 20 余条，多呈不规则脉状及扁豆体，赋存于喜峰口 - 毛家店逆断裂上盘的黑云母花岗岩体的内外带。金矿体具有多次破坏和再胶结、围岩蚀变强烈的特征，反映了构造活动和热液作用的多期性和叠加性[3]。目前矿区内矿脉类型主要有两类：石英脉型(见图 2)和硅钾蚀变岩型(见图 3)。

石英脉型矿体为矿床发现初期主要矿体类型，也是目前该矿山开采主要的矿体类型，主要受近 SN-NNE 向断裂构造控制。矿体主要赋存于以扭性为主的断裂构造中，在花岗混合岩中脉幅稳定，花岗岩体中脉幅不稳定。总体来说，此类型矿体矿脉较窄，与围岩界线清楚，矿体品位较好，可见较强黄铁矿化，多期钾化穿插，矿脉常呈脉状及扁豆状右行雁行式排列。以 6 号脉为代表。

6 号脉：矿体赋存于 50 m~100 m 标高，北部走向 25°~40°，倾向南东，倾角 60°~80°，南部呈弧形转为 310°左右，矿体总体呈舒缓波状。矿体赋存在片麻状花岗混合岩中，南部延伸于黑云母花岗岩中，断续延长 650 m，宽 0.5~1.5 m，矿脉富集于构造转变及花岗混合岩接触带上。

硅钾蚀变岩型矿体为矿山在实际生产中新发现的成矿类型，此类矿体多为隐伏矿体，受 NW 向断裂构造所控制，赋存于以压性兼扭性为主的断裂破碎带中，常与石英脉型矿体呈斜交状，一般脉幅不稳定，受破碎带影响较大，与围岩界线不明显，多呈不规则的脉状、大透镜状，少见钾化穿插，一般黄铁矿化不明显，矿石品位不高，但变化较小。以 12 号脉为代表。

12 号脉：矿体赋存于 170 m~350 m 标高，走向 NNE，倾向 SE，倾角 50°~80°，控制矿体延长约 300 m，脉宽 0.20 m~0.40 m，矿脉赋存于黑云母花岗岩体中，矿体形态严格受断裂构造控制，呈不规则脉状、透镜体状，矿体的厚度和品位变化较小。

2.2. 矿石特征

矿石中金属矿物组合有：黄铁矿、磁黄铁矿、黄铜矿、辉钼矿、方铅矿、闪锌矿、自然金、自然银等。黄铁矿是矿床的主要金属硫化物，它的生成是多期性的，以含金石英脉阶段的微粒黄铁矿与金的关

系最为密切；黄铜矿在矿体中的含量仅次于黄铁矿，呈它形晶状或网脉状穿插黄铁矿；辉钼矿呈叶片晶状体，以自形晶与黄铁矿和黄铜矿共生；方铅矿多呈它形晶，呈脉状穿插在石英脉和黄铁矿集合体中，单矿物分析结果表明与银的关系密切；自然金自形粒状、片状、细脉状，它形粒晶体，粒度大多在 0.01 mm~0.1 mm，其生成是多阶段的，富集于含金黄铁矿石英脉阶段和金银铜铅硫化物阶段。



Figure 2. Quartz vein type gold ore
图 2. 石英脉型金矿石



Figure 3. Silicon-potassium altered rock type gold ore
图 3. 硅钾蚀变岩型金矿石

矿石中脉石矿物有：钾长石、石英、绿泥石、叶腊石、绢云母、绿帘石、方解石等。石英脉型矿石的脉石矿物以石英为主；硅钾蚀变岩型矿石的脉石矿物以深红色钾长石为主。

矿石的结构、构造较为简单。矿石结构一般以自形、半自形-他形粒状为主，交代残余结构次之；构造多呈充填网脉状、细脉浸染状、角砾状、团块状和星点状。石英脉型矿石多以块状为主；硅钾蚀变岩型矿石多以角砾状为主。以团块状和方铅集合体的矿石金银含量较高，经单矿物分析结果表明，该矿区银的比值是 Au 的 2~4 倍。

2.3. 围岩蚀变

目前已发现的矿体围岩主要有花岗混合岩、顺层混合岩、黑云母花岗岩及角闪斜长片麻岩。其矿脉

赋存的围岩条件不同,其围岩蚀变也随其有所变化。

石英脉型矿脉蚀变主要是硅化、钾化,蚀变强度呈多期性特征,多形成于成矿作用之后,因此对矿脉影响有限。特别提出的是此类矿脉中的二期钾化,为高温蚀变,有利于成矿物质的二次成矿,特点是钾长石颜色为深肉红色,因此可作为一间接找矿标志。

硅钾蚀变岩型矿脉蚀变主要受断裂破碎带控制。自矿脉中心向两侧外围,蚀变强度逐渐降低,与成矿关系密切的蚀变主要是硅化、黄铁矿化、绿泥石化、绿帘石化、绢云母化等,碳酸岩化为成矿后蚀变。

3. 勘查地质成果

近年,随着矿山资源日益枯竭,为了增加矿山后续资源量,本队对毛家店进行深部找矿勘探工作,以坑道调查为依据,参照以往钻探工程揭露,设计布置钻孔3个,以探求矿区已知矿脉的深部含矿性及平行脉的存在性。

ZK0 终孔深度 619.27 m, 共见四段金矿脉、累计穿越厚度 6.83 m, 品位在 1.91×10^{-6} ~ 7.75×10^{-6} ; 三段钼矿脉、累计穿越厚度 5.78 m, 品位在 0.062%~0.86%。ZK1 终孔深度 670.12 m, 共见六段金矿脉、累计穿越厚度 6.31 m, 品位在 1.62×10^{-6} ~ 8.20×10^{-6} ; 见三段钼矿脉、累计穿越厚度 1.50 m, 品位在 0.12%~0.29%。ZK3 终孔深度 712.34 m, 仅见两段金矿脉、累计穿越厚度 1.50 m, 品位在 1.22×10^{-6} ~ 1.55×10^{-6} ; 见两段钼矿脉、累计穿越厚度 1.20 m, 品位在 0.26%~0.27%。

通过钻孔地质资料显示:①在黑云母花岗岩体上部近地表部分,仍存在未发现的规模较小、品位较好的金平行脉。此类矿脉埋藏较浅,脉幅较窄,主要由区内已知断裂次一级构造控制,受围岩多期钾化影响,使含矿溶液挤压充填进细小裂隙中形成,同时,此类矿脉也容易共、伴生有其他矿种。②在片麻状混合花岗岩中,原发现的两条金矿(化)体延深较为稳定,基本沿花岗岩与变质杂岩接触的内外带分布,在接触带转折部位矿体富集程度较高,产状也随之变化。③此次勘探过程中,新发现两条钼矿(化)体,均分布于黑云母花岗岩中,主要沿黑云母花岗岩向上侵入通道分布,也有少量随热液活动进入区内断裂次一级构造裂隙中,与石英脉型金矿共生。

根据钻探成果,绘制地质剖面图(见图4)。与已掌握矿山地质资料对比,新发现金矿体一条,原有矿脉延深两条,求得矿山新增金资源量约 120 kt, 金属量 400 kg, 平均品位 3.43×10^{-6} , 控制最大埋藏深度 517 m, 使得 6、6-4 号脉控制标高下推近 70 m。新发现钼矿(化)体两条,其中一条与金矿(化)脉共生,共求得钼资源量约 100 kt, 金属量 185 t, 平均品位 0.197%, 控制埋藏深度为 65 m~522 m。

4. 关于矿床成因的几点认识

毛家店金矿作为辽西地区典型的石英脉型金矿。近年,随矿山生产及深部勘查成果发现其深部存在钾蚀变岩型矿脉,同时发现共(伴)生、具有工业价值的钼矿体。因此,总结其成矿作用,归纳其成矿模式,对相似地质条件下老旧矿山的深部增储及共、伴生矿种的发现具有借鉴及指导意义。

4.1. 成矿作用分析

从成矿作用分析,毛家店金矿成矿作用不仅与成矿作用时期成矿物质来源、成矿物质运输、成矿储矿空间有密切关系,且与成矿时期的构造活动、与之有关的温压条件及成矿后期构造抬升有密切关系[4]。

毛家店矿区中八道河变质杂岩体主要由片麻状混合花岗岩、顺层混合岩等长英质和斜长角闪岩、斜长角闪片麻岩,滑石次闪岩、磁铁石英岩等构成,此变质杂岩体受原岩层位控制。以光谱半定量方法测定结果显示,顺层混合岩中含金量是最高的,经矿山开采验证,高品位矿石多在变质杂岩与黑云母花岗岩的接触部,故认为混合岩尤其是顺层混合岩是金的矿源层。

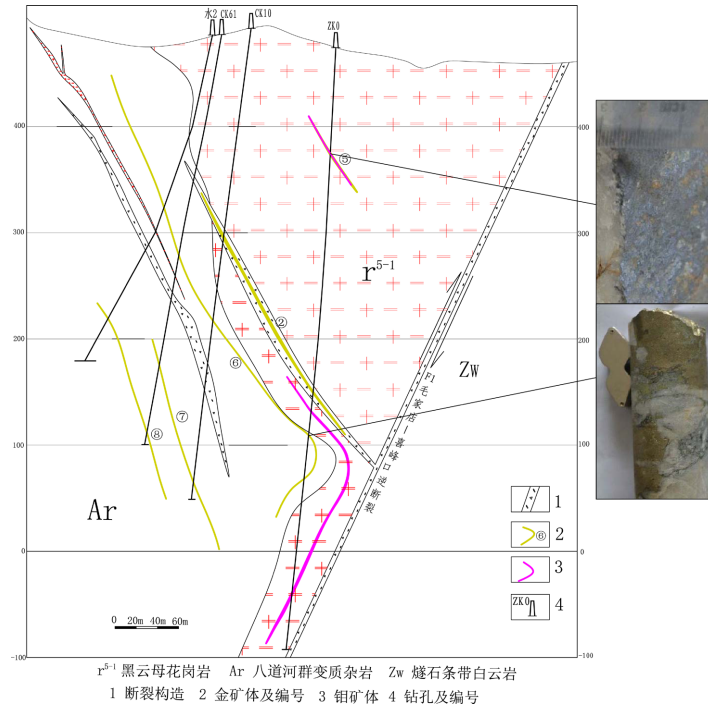


Figure 4. Geological section map of Maojiadian
 图 4. 毛家店地质剖面图

毛家店金矿处于努鲁儿虎幔枝构造区内，曾经历过燕山期强烈的构造岩浆活动，且上侵的岩浆热液被控制在喜峰口 - 毛家店深大断裂构造与八道河变质杂岩体之间相对狭小的空间上，使矿源层具有更有利于富集成矿的温度、压力、地球化学等条件；同时，受黑云母花岗岩体上侵挤压形成的各种次级断裂、破碎构造，又为含矿热液的移动和储存创造有利通道和空间。已发现的矿体多聚集在黑云母花岗岩与八道河群变质杂岩接触带中，成侧列或雁形排列；近年，新发现具有工业价值钼矿(化)体、已知矿脉的纵向延伸基本也赋存在黑云母花岗岩体与变质杂岩的接触带中，故黑云母花岗岩体内外带为该矿区矿脉有利赋矿空间。

毛家店金矿形成过程中，受黑云母花岗岩体挤压作用，使岩体及周围变质杂岩均有一定的抬起隆升，使形成的矿脉随岩体逐渐抬升、剥蚀浮升至近地表，形成现在部分矿脉出露地表，且以花岗岩体中心往外延伸，矿脉埋深逐渐增大的地质特征。

4.2. 下步工作的几点建议

1) 已发现的矿体主要赋存在黑云母与变质杂岩接触的内外带上，故在本区中，黑云母花岗岩体与变质杂岩的近环形接触内外带应作为下步浅层矿找矿重点；在矿区南东方向发现有一黑云母花岗岩体露头，虽出露地表规模较小，但与该区有相似的成矿地质条件，故成矿规律应与毛家店相似，在深部应有较大找矿前景。

2) 根据幔枝构造理论[5]，毛家店金矿形成与区内黑云母花岗岩体侵入关系密切，矿脉纵向延伸较大，由上至下矿脉变化为网脉状至厚脉状、由分散至集中、品位由低到高、由石英脉型至硅钾蚀变岩型、由单一金矿体至金钼共(伴)生矿体[6]。从成矿规律来讲，符合从中低温向中高温矿种的变化规律，故在下一步工作时，应遵循成矿作用的规律，着重注意可能共生的其他矿种，是否能有工业价值的金及共(伴)生矿种的新发现。

3) 从应用新技术、新理论找矿角度来说, 在矿区有利成矿部位投入适量的激电剖面, 如在矿区南西方向可投入适量 CSAMT 剖面, 以推测隐伏金属矿脉存在性以及矿脉的延长方向和距离, 以提高找矿的准确性。

5. 结论

毛家店金矿辽西地区较为典型的高中温岩浆热液型金矿, 矿体赋存严格受黑云母花岗岩侵入构造控制, 通过本次“攻深找盲”地质工作, 取得一定的地质成果, 增加了矿山的资源储量。通过分析矿床成因、总结成矿规律, 为相似地质条件的矿山深部找矿提供了一定的借鉴和指导。

随着矿产勘查新技术、新方法在矿山深部找矿工作中的应用, 矿山深部隐伏矿、深部矿、难识别矿被越来越多地发现。总结深部成矿规律、构建深部成矿模式。对指导矿山深部找矿具有较大的现实意义。

参考文献

- [1] 廖希云, 等. 辽宁省凌源县毛家店矿区金矿详细勘探地质报告[R]. 1980.
- [2] 杨占兴. 辽宁省主要金矿化集中区特征及今后找矿工作建议[J]. 辽宁地质, 1999(1): 72-79.
- [3] 刘殿忠. 辽宁省毛家店金矿床地质特征[J]. 矿产与地质, 2001, 15(1): 20-24.
- [4] 牛树银, 等. 地幔热柱的多级演化及其成矿作用——以冀北地区为例[J]. 矿床地质, 1996, 15(4): 298-307.
- [5] 王宝德, 等. 幔枝构造与冀北金银多金属矿产的成矿控矿作用[J]. 地质与勘探, 2005, 41(1): 7-12.
- [6] 牛树银, 等. 内蒙古金厂沟梁金矿的构造特征及深部找矿预测[J]. 大地构造与成矿学, 2011, 35(3): 348-354.