

4-9

p618-510.4

冀东金厂峪特大型金矿床的地质地球化学特征和矿床成因

秦大军 蔡新平 王杰 高浩中 张宝林 周少平 p618-510.1

(中国科学院地质研究所·北京·100029)

金厂峪金矿产于八道河群王厂组,矿体受刘村寨—双沟峪复式向斜控制,成矿与中生代构造作用及岩浆活动有密切关系。矿床的形成经历了复式向斜构造的形成;与岩浆活动有关的成矿热液沿构造薄弱带运移;热液蚀变及矿质沉淀。硫、氧、碳、铅同位素数据表明成矿物质来源于深部,与矿床围岩具有不同的属性。

关键词 金厂峪金矿床, 地球化学, 成矿作用

矿床成因

冀东是中国重要的金矿集中区之一,金矿床主要产于华北地台北缘的木兰峪复背斜内。赋矿围岩主要为前寒武纪变质岩系和中生代侵入岩。矿体产于侵入岩体内(如峪耳崖金矿床);变质岩内的韧—脆性剪切带内(如金厂峪金矿床);矿体既产于岩体内,又可产于变质岩内(如铎尖金矿床)。因此,对该区金矿床,尤其是金厂峪金矿床的成矿时代、矿床成因等基础问题有许多争议,对不同矿化类型的形成机制缺乏一致的认识。

余昌涛(1984),曲以秀(1995)认为金厂峪式金矿床和峪耳崖式金矿床均形成于中生代,成矿热液以岩浆水为主,少量大气水,成矿物质来源于花岗质岩浆。张秋生等(1990),刘瑾璇(1994)认为金厂峪金矿床属沉积变质与剪切复合型金矿床。宋瑞先等(1994)认为金厂峪金矿床属岩浆改造复生金矿床。另外还有太古代变质热液成矿(朱奉三,1979),热动力变质成矿(杨蓬生,1984),热液矿源层形成绿岩型金矿床等不同观点。

作者通过实际考察及对已有资料的分析研究,探讨了冀东金厂峪特大型金矿床的地质地球化学特征和矿床成因。

1 地质背景

矿床产于华北地台北缘燕山台褶带木兰峪背斜中,区内太古界出露广泛,由老至新为迁西群和八道河群。金厂峪金矿的赋矿围岩为八道河群王厂组。冷口断裂带以西的木兰峪背斜是一 EW 向的长轴状背斜,迁西群和八道河群主要出露于该背斜核部。木兰峪背斜北翼的元古界以喜峰口断裂带为界与轴部太古界成断层接触,断层向南陡倾,老地层逆冲在新地层之上。南翼有半隐伏的 EW 向断裂带,大体位于遵化—迁西—界口岭一线,元古界与太古界以断层或整合接触,在走向上大部分为第四系覆盖。沿木兰峪背斜轴部有一系列串珠状中生代花岗岩体,如茅山、厚杖子、罗文峪、高家店、青山口等,在这些岩体周边,金矿点广泛分布,在该背斜轴部可能为一条 EW 向隐伏深断裂。峪耳崖—上营—金厂峪—东荒峪 NE 向断裂为区内另一条重要成矿断裂,具左旋压扭性质,它横切 EW 向断裂。

区内印支—燕山期岩浆活动强烈,印支期都山岩体是本区最大的岩基。燕山期岩浆活动大大增强,沿木兰峪—太平寨东西向大背斜轴部,分布有一系列燕山期花岗岩体,多数为中小型岩株,并有多种脉岩发育。青山口、贾家山岩体紧临金厂峪金矿区的西部,岩

本文 1996 年 7 月收到,文元亮编辑。

性从早到晚主要为闪长岩、石英闪长岩、二长花岗岩、碱长花岗岩。矿区内外常有基性脉岩和酸性岩出露,如煌斑岩脉、闪长玢岩脉、花岗斑岩脉、正长斑岩脉、石英斑岩脉等。

冀东隆起区的金属矿床主要为金、铁、多金属硫化物矿床。金矿床(点)有数百个,除金厂峪矿外,较大的金矿还有峪耳崖金矿、华尖金矿、三家金矿、周杖子金矿、半壁山金矿、

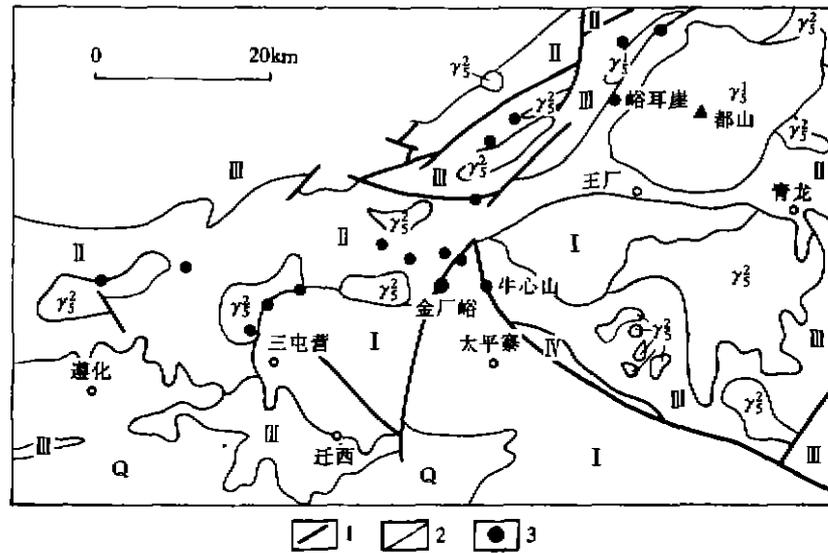


图 1 冀东地区区域地质略图

(据宋瑞先等, 1994, 有修改)

I—迁西群; II—八道河群; III—中、上元古界; IV—中生界; Q—新生界;

γ_1^2 —印支期花岗岩; γ_2^2 —燕山期花岗岩; 1—断裂; 2—地层界线; 3—金矿床(点)

兴隆金矿、响水沟金矿等。

2 矿床地质特征

根据矿区地质勘探剖面 and 地震勘探剖面资料,刘村寨—双沟峪复式向斜构造内有两个次级背斜,中间夹一向斜,由南向北控制了桑家峪、金厂峪和黑石峪 3 个矿段内含矿脉带的空间分布(蔡新平等, 1994)。在地表由西向东,依次出现 7 个脉带,它们与次级背斜、向斜的轴部和翼部的层间剪切滑脱带存在对应关系。

2.1 矿体特征

金厂峪矿区共有三个矿段,即北部黑石峪矿段(长 1500m)、中部金厂峪矿段(长 2300m)、南部桑家峪矿段(长 2400m),含矿复脉带总体上呈北北东向,分布于东部的 F_{19} 断层以西 360m~900m 含矿脉带主要

呈 NNE 向,其次为 NE 向。矿区自 W 向 E 依次划分出 VI、0、I、II、III、IV、V 等 7 个主要含金脉带。矿体的产状依其所在构造部位变化,总体是上陡下缓,倾向依其所处部位变化。如 II 脉带浅部矿体赋存在背斜上倒转褶皱轴部位,矿体近于直立西倾,倾角大于 60° ,向深部变缓。位于东翼的矿体东倾,位于西翼的西倾,由于转折端和两翼逐步开阔、变缓,矿体产状也随之变缓,深部矿体的倾角一般小于 45° 。0、I、III 脉带内矿体赋存在背斜西翼,矿体西倾,也是上陡下缓。IV 脉带矿体产于向斜构造内,受向斜内次一级复褶皱局部虚脱空间控制,规模小,其形态也复杂多变。V 脉带矿体分布在向斜的东翼(或东部背斜的西翼),总体西倾,上部倾角大于 60° 。

矿体形态呈束状、扁豆状、雁行状、帚状、“人”字状、“N”字状和脉状等形式展布,总体

上呈帚状,向北收敛,向南撒开。矿体沿走向、倾斜均有分支、复合、膨胀、收缩、平行或雁行状排列等特征。长度一般为50m~150m,最长达890m,厚1m~6m,最大厚度40m。矿体出露标高最高为419m,最低标高见于ZK2902孔,达-575m。

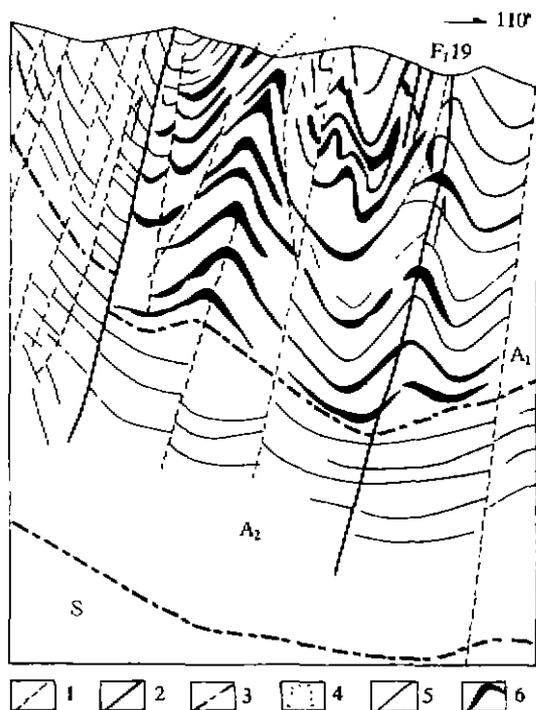


图2 金厂峪金矿段中部控矿构造剖面示意图
(据蔡新平等,1994)

S—三屯营组;A₁—王厂组上部;A₂—王厂组中下部

1—推测断层;2—实测断层;3—推测地层界线;

4—褶皱形态;5—片麻理;6—含矿脉

2.2 矿石组构

主要结构有它自形—自形粒状结构、交代结构、压碎结构等。主要构造有浸染状、细脉状、网脉状、角砾状、条带状、闭块状等。

2.3 矿石矿物

据已有资料,已查明金属矿物17种,非金属矿物6种。金的主要矿物为自然金、银金矿、碲金矿、辉银金矿。硫化物以黄铁矿为主,占金属矿物95%以上,其它硫化物为方铅矿、黄铜矿、辉铜矿、辉钼矿、闪锌矿、磁黄

铁矿、斑铜矿等;脉石矿物有石英、钠长石、绢云母、绿泥石、铁白云石、方解石、透闪石、石榴石;次生矿物以褐铁矿、孔雀石为主。矿石中金属矿物<10%,脉石矿物>90%,脉石矿物中石英占60%以上。

2.4 蚀变及分期

矿区内的主要蚀变有:硅化、绢云母化、绿泥石化、碳酸盐化、黄铁矿化、钠长石化等。蚀变总体可以分为三期:(1)钠长石化、绢云母化、绿泥石化等,表现为原变质岩发生退变质成石英绢云绿泥片岩,并有中粗粒自形黄铁矿形成;(2)以硅化和黄铁化为主,是石英脉与黄铁矿形成时期,表现为细粒石英交代早期粗粒石英,沿裂隙充填,并有同期细粒黄铁矿形成,是主要的成矿期。石英形成早而黄铁矿形成晚,具隐爆角砾岩构造;(3)方解石化,为成矿后期蚀变。从早到晚由面型蚀变转为线型蚀变,由渗透交代转为充填结晶。

2.5 矿化富集主要特征

(1)矿化发生于八道河群王厂组;(2)矿化主要发生于刘村寨—双沟峪复式背斜中次级背、向斜轴部、褶皱虚脱部位;(3)碳质或石墨含量高时矿化好;(4)矿化主要发生于钠长石化、硅化、绢云母化较强的部位;(5)矿化围岩没有特殊性,可以为蚀变的变质岩、石英脉或钠长石脉;(6)石英细脉与细粒黄铁矿细脉多时矿化好,黄铁矿主要沿裂隙或石英大脉下盘裂隙充填。由于金赋存于黄铁矿中,因此黄铁矿数量的多少往往决定了金品位的高低。(7)矿床围岩中发生黄铁矿化的范围仅局限在矿体附近有限的范围内,且随远离矿体而明显减弱。

2.6 金的赋存与成色

金的载体矿物主要为黄铁矿和石英,其次还有方铅矿和褐铁矿。金主要以自然金、银金矿的形式存于硫化物的晶隙、裂隙中,呈包体金、裂隙金、晶隙金、薄膜金。自然金粒度有85%以上在0.005mm~0.05mm之间。在原生矿石中极少见到明金,而仅在氧化带

的褐铁矿中, 偶见明金, 粒度为 0.2mm ~ 2mm。金的成色较高, 平均为 930, 最高可达 999(张秋生等, 1991), 峪耳崖金矿床金的成色平均为 878, 比金厂峪金矿低得多。

3 矿床地球化学

综合已有矿床地球化学资料, 及我们自己的分析, 获得的主要认识如下。

3.1 包裹体地球化学

(1) 温度测定: 石英包裹体的均一温度范围为 250℃ ~ 370℃。石英爆裂温度范围为 134℃ ~ 325℃, 黄铁矿爆裂温度范围为 144℃ ~ 265℃。爆裂温度低于均一温度。

(2) 包裹体成分: 包裹体成分以 H₂O 和 CO₂ 为主, 由石英包裹体红外光谱(在 3000cm⁻¹ ~ 3600cm⁻¹ 和 2350cm⁻¹ 处分别有两个吸收峰)和 H₂O 及 CO₂ 的吸光度值, 表明包裹体溶液中富 H₂O 和 CO₂。CO₂/H₂O 值为 0.019 ~ 0.094, 其 pH 值为 6.0 ~ 6.8。(K + Na)/(Ca + Mg) 值高达 0.92 ~ 3.10, 最高为 4.74, 最低为 0.68。

3.2 同位素地球化学

金矿石英包裹体平衡水氧 δ¹⁸O 为 5.00‰ ~ 6.95‰。铁白云石 δ¹⁸O 为 -2.27‰ ~ -8.44‰, δ¹³C 为 +4.5‰ ~ -7.6‰, 与初生碳中 δ¹³C 为 -5‰ ~ -8‰ 相近, 可能反映碳来源于地幔。矿石硫化物(包括黄铁矿、方铅矿) δ³⁴S 为 2.5‰ ~ -6.3‰, 矿石中 90% 的黄铁矿样品 δ³⁴S 为负值, 而矿石围岩片麻岩 δ³⁴S 为 -5.0‰ ~ +3.2‰, 矿床围岩斜长角闪岩 δ³⁴S 为 0.8‰ ~ 5.2‰。矿石及围岩中的铅同位素组成有较大的变化范围, 岩石和矿石铅集中分布在两个区域中: 矿石铅的 ²¹⁰Pb/²⁰⁴Pb, ²⁰⁷Pb/²⁰⁴Pb 明显高于岩石铅, 表明矿石铅同位素组成与岩石铅同位素组成不同。

3.3 元素地球化学

相关分析表明, Au 和 Ag、As、Sb、Bi、Hg、Mo、Co 相关性较明显, 但在不同脉带中

相关特征有显著的差别: Ag、As、Pb 与 Au 在 II 脉带相关显著, 而在 III、IV 脉带则不显著; Cu、Bi, 则相反。可能反映二者的成矿地球化学环境有所不同。Mo 与 Au 正相关; Zn 则总体上成负相关, 表明金成矿条件变化较大, 金是在中温条件下形成的。

4 矿床成因讨论

吕梁运动结束了华北地台基底演化阶段, 长城系是华北地台最早的沉积盖层, 蓟县运动结束了盖层沉积。直到海西—印支之前, 华北地台一直处于平稳地台阶段, 只有一定幅度的升降和翘斜, 既无强烈的断裂和褶皱, 也无强烈的岩浆活动。海西—印支运动使地台进入活化阶段, 燕山期达到高潮。活化从地台的西北边缘开始, 逐步向东南发展。冀西北和内蒙地区海西期构造—岩浆活动最为强烈, 冀东地区则略为滞后, 于印支期进入构造—岩浆活动强烈阶段。印支运动表现为大幅度的紧闭褶皱和与褶皱平行的断裂带, 主构造线以东西向为主, 由冀西向东到辽西, 东西向构造线转为北东向。逆冲和推覆构造发育, 伴有剪切活动, 叠加在基底构造上或改造包容早期构造。岩浆侵入活动较明显, 早期以闪长岩、碱性岩为主, 中晚期为花岗岩。燕山期构造以北东—北北东向平行排列的宽缓褶皱带及断裂带为特色, 叠加在海西—印支期或直接叠加在前寒武系构造上, 改造早期构造, 沿断裂有同期岩浆侵入及火山活动, 对冀东地区成岩成矿有重要影响。

金厂峪金矿床产于迁西群王厂组, 受刘村寨—双沟峪复式向斜中次级向斜和背斜构造控制, 矿体与背、向斜的轴部和翼部的层间剪切滑脱带存在对应关系。矿石类型主要为硫化物石英糜棱岩型(石英占 80%, 钠长石占 10%, 硫化物为 3% ~ 10%), 花岗质糜棱岩型(石英占 30%, 钠长石占 65%, 硫化物占 5%), 硫化物石英绢云糜棱岩型。硫化物呈网脉状穿插交代糜棱岩。由矿体产状推

测,矿床应属层控型矿床,但是成矿更可能是发生于中生代后期,与来自深处的含矿热液交代充填作用有关。在ZK1908孔中,发现黄铁矿细脉赋存于石英钠长石脉中,表明矿化与石英钠长石脉同期或稍后形成,由钠长石K—Ar年龄 $137\text{Ma} \sim 50\text{Ma}$ (张秋生等,1991),推测矿化发生于晚侏罗世到早白垩世。

许多与破碎糜棱岩带(韧性剪切带)有关的金矿床,矿体产状与破碎糜棱岩带一致,倾角较陡,矿体横向、纵向沿伸规模较大,如广东河台金矿控制矿体深度已超过1000m。金厂峪金矿矿化主要发生于破碎的糜棱岩带中,矿化带的中心为硫化物石英钠长石化带向外变为石英钠长石绢云母化带,绢云绿泥石化带,然后过渡到围岩(斜长角闪岩),显示了流体交代充填作用顺序为由破碎糜棱岩带中心向外扩展。较早形成的石英和黄铁矿发生破碎,被较晚形成的石英和黄铁矿交代和充填。通过薄片观察,发现热液蚀变矿物,尤其是石英颗粒中广泛存在破裂—愈合现象,说明含矿流体具有积累应力,使围岩产生裂隙的能力,并能沿裂隙动移和沉淀矿物。

矿化发生于破碎蚀变糜棱岩带,以及流体的明显作用表明:可能存在来自深源的成矿流体,流体产生的早期蚀变为金及其载体矿物的沉淀提供了必要的物理化学条件,而成矿作用主要发生于中温热液阶段。

矿床中 $\delta^{34}\text{S}$ 变化范围窄,且靠近零值,反映硫来源于深部。矿石中 $\delta^{18}\text{O}$ 、 $\delta^{13}\text{C}$ 值也说明氧和碳来源于深部。围岩相对富轻硫,以及由矿石铅同位素的特点,说明矿石硫及铅不是来源于矿床围岩。目前凭同位素资料对于成矿流体的来源还很难作出定论,但是这些数据还是提供了成矿流体与矿床围岩具有不同属性的信息。

中生代强的隆升及岩浆活动对该区产生了具大影响。我们认为:刘村寨—双沟峪复式向斜形成于中生代,是印支—燕山运动的

产物,从SE到NW向的挤压推覆运动形成了该区的控矿构造格架;印支—燕山期的岩浆活动与成矿有密切的关系,表现在:(1)金厂峪矿区内发育较多花岗斑岩脉、闪长玢岩脉、煌斑岩脉,部分花岗斑岩脉中有矿化,破碎蚀变糜棱岩带中的钠长石英脉、石英钠长石脉,以及围岩蚀变绢云母化,绿泥石化,主要形成于晚侏罗世到早白垩世,与区域岩浆活动时代相同,为岩浆活动的产物;(2)区域上广泛存在与印支—燕山期岩浆活动有关的金矿床,如峪耳崖金矿,矿体主要存于岩体内部,而铍尖金矿,矿体即存于花岗岩体内又存于变质岩中;(3)卫片上显示黑石峪、金厂峪和桑家峪三个地段分别对应着三个环形构造,可能在该区深部存在隐伏岩体。

总之,由于八道河群王厂组以及其中发生复式向斜构造形成了各种层间滑动带、构造虚脱带、软弱带等薄弱环节,为流体活动创造了有利条件,印支—燕山期岩浆活动促成成矿流体的形成、运移和演化,成矿流体通过交代,充填作用局部富集成矿体。

5 结论

(1)金厂峪金矿床赋存于八道河群王厂组,含矿脉带的空间分布受刘村寨—双沟峪复式向斜控制,矿体产状、形态和定位空间等方面受次级背、向斜的轴部和翼部的层间剪切滑脱带控制。

(2)刘村寨—双沟峪复式向斜形成于中生代,中生代岩浆活动与成矿作用有密切关系。

(3)破碎蚀变糜棱岩带中的蚀变分带,不是由于韧性剪切所致,更可能为深部热液交代充填的结果。石英脉、钠长石脉的形成成为热液活动的产物。

参考文献

- 1 蔡新平,刘秉光,季钟霖,祁学义.金厂峪金矿的控矿构造及其地球物理验证.黄金科学技术,1994,2(5):1~7
- 2 刘瑾璇,杨泓清,刘荫椿,许云程,祁学义.《河北省金厂

- 蛇金矿床成矿地质条件研究及成矿靶区预测) 科研报告, 1994
- 3 曲以秀, 刘志国. 冀东燕山期花岗岩成因及其与金矿化的系. 长春地质学院学报, 1995, 25(4): 393~398
- 4 宋瑞先, 王有志等. 河北金矿地质. 北京: 地质出版社, 1994
- 5 涂光识. 超大型矿床的探寻与研究的若干进展. 地学前缘, 1994, 1(3): 45~52
- 6 许云程, 祁学义. (河北金厂峪金矿床成矿地质条件及深部矿体预测) 研究报告, 1990
- 7 杨国清. 构造地球化学. 南宁: 广西师范大学出版社, 1990
- 8 余昌寿, 贾 斌. 冀东主要类型金矿床的成因及形成机理研究. 中国金矿床主要类型区域成矿条件文集(2) 冀东地区. 北京: 地质出版社, 1989
- 9 张秋生, 杨振生, 高德玉, 任洪茂. 冀东金厂峪地区高级变质岩区地质与金矿床. 北京: 地质出版社, 1990

PRELIMINARY STUDY ON THE ORIGIN OF THE LARGE - SCALE GOLD DEPOSIT, JINCHANGYU, EASTERN HEBEI

Qin Dajun, Cai Xinping, Wan Jie, Gao Haozhong, Zhang Baolin, Zhuo Shaoping

The Jinchangyu large - scale gold deposit lies in the Wangchang formation of Badaohe group famous in eastern Hebei. It is controlled by the Liucunzhai - Shuanggouyu composit anticline. The mineralization is closely related to the Mesozoic tectonism and magmatism. The gold deposit underwent the formation of the composit anticline; the transportation of magma - related ore - bearing hydrothermal fluids along tectonic zone; the precipitation ore - bearing hydrothermal fluids. According to the Carbon, Oxygen, Suffer, Lead isotopic data, the ore - forming material is characterized by deep source, and is not derived from the wall rock of the gold deposit.

Key Words Jinchangyu gold deposit Geochemistry Metallogeny

欢迎订阅《地质与勘探》

《地质与勘探》1957年1月创刊,是经国家科委正式批准的综合性地质勘查类科技期刊,是地学类发行量较大的期刊之一,为地质类中文核心期刊。

《地质与勘探》着重报道黑色、有色、贵金属矿床地质、成矿规律与成矿预测,矿产资源评价,找矿勘探方法,地球物理与地球化学勘查,岩石与矿物研究,同位素地质,数学地质与遥感地质,以及地表、矿山钻探技术等方面的最新研究成果和技术经验。近年来随着地质工作加速走向市场和地质领域的不断拓宽,本刊增设了“勘察施工”、“工业矿物”、“超硬材料”等栏目,并加大了有关专业(如矿产开发、环境地质、农业地质、灾害地质等)的报道量。1998年本刊将在继续保持原有特色和广泛听取1997年读者问卷调查意见的基础上对本刊报道内容、信息量、栏目、版面设计等进行改革,以全新的面貌回报广大读者、作者多年来对本刊的支持和厚爱。

《地质与勘探》为双月刊,国内外公开发行。标准16开本64页,每期定价5元,全年6期共30元。订户可以通过当地邮局订阅(邮发代号:82—504),也可直接向本编辑部函索订单订阅。

本刊尚存有部分历年合订本,欢迎选购。本刊兼营广告业务,对客户实行优惠服务。

联系地址:北京市安外安贞里二区十一楼一层《地质与勘探》编辑部

邮 编:100029 联系电话:010-64435074