

9-15

# 山东沂南金厂金铜矿床<sup>①</sup> 构造、岩浆演化与成矿模式

p 618.5/0-5

陈常富 郭志远 胡京宇

蒋明霞 ✓

(山东省临沂地区地质勘探队, 276001)

(中国地质大学, 武汉, 430074)

A

**提 要** 本文系统总结了该矿床穹窿构造和岩浆演化的特征, 并提出简要的成矿模式。

**关键词** 矽卡岩型金铜矿床 穹窿构造 岩浆演化 成矿模式

金矿床, 铜矿床

金厂金铜矿床位于沂南县城西北 8km 处, 赋存于穹窿构造中心的中酸性复式岩颈与寒武系中、下统接触带附近, 受层位控制。该矿床以金、铜、铁为主, 并伴生银、硫、钼、铅、锌, 为矽卡岩型金铜矿床。矽卡岩的成分以钙铁榴石、透辉石为主, 主要金属矿物有黄铁矿、斑铜矿、磁铁矿、自然金、银金矿等, 金矿规模达到中型。

## 1 地质背景

矿床位于鲁西台背斜中东部的沂源-沂南断陷盆地东南边缘。它东邻沂沐裂谷系, 西靠鲁西地体, 处于上述三个构造单元的复合部位。北东向的枣林庄-金厂断裂与北西向的马牧池-金厂断裂的交接, 对该区的成岩成矿起重要的控制作用(图 1)。区内燕山晚期岩浆活动剧烈, 是我国东部活动大陆边缘、板块消减带构造岩浆活动的组成部分。鲁西地区中、新生代伸展构造发育, 伸展断层和深浅不同的滑脱断层, 形成既隆升又断陷的多层次、多滑面和多向伸展的构造格局(王桂梁等, 1992)。区内北西向和东西向断裂主要是成矿前的构造, 但在成矿期又重新活动, 而北东向断裂为成矿期构造。

本区地层具典型的双层结构, 结晶基底为太古宙泰山群雁翎关组, 属大陆型(C-型)花岗绿岩地体, 由一套包括玄武质科马提岩(Bk)在内的超铁镁质火山-沉积变质岩系组成, 大片分布于 TTG 岩石组合中, 属绿帘角闪岩相, 同位素年龄大于 2.58Ga(徐光荣, 1990)。泰山群雁翎关组的微金含量为  $0.5 \times 10^{-6}$ , 是克拉克值(泰勒, 1964)的 125 倍。盖层为寒武系中、下统浅海-亚浅海相灰岩、砂页岩沉积, 其中含钙质岩层为主要的含矿层位。

① 收稿日期 1994. 8 改回日期 1994. 12

## 2 控岩控矿构造(穹窿构造)

前面述及的两条控岩断裂的交汇处,所产生的筒状虚脱空间,是本区主要的降压带,也是岩浆被动侵位的有利通道。由岩浆侵入和冷凝收缩时岩颈前峰主压应力在垂直方向上的变化,形成穹窿构造及环状、放射状裂隙群,它们是重要的控岩构造。空间上,它们具有如下特征:

(1)组成穹窿构造的中、下寒武统等位叠置,呈围斜外倾产出,由核部向翼部倾角由大变小。

(2)水平方向上,由岩颈向外,裂隙由水平环状、铅直环状过渡为放射状,且环状裂隙规模比放射状裂隙大,二者皆呈楔形构造产出。

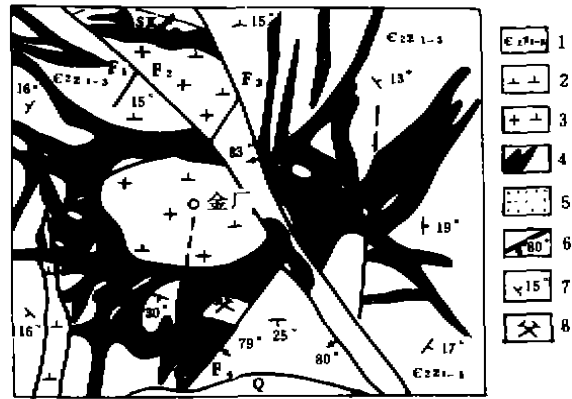
(3)矿体多呈似层状、透镜状沿接触带呈环带叠置顺层产出,延长 50~420m,延深 50~100m,厚度为 0.5~15.13m,其空间分布明显受超覆岩体、岩床、岩颈所形成的半封闭成矿系统控制。蚀变和矿化强度与层间滑动带和破碎带关系密切,并具有一定的分带性。

(4)由穹窿构造衍生的环状和放射状裂隙群,为各种岩体提供了定位空间,同时伴生的层间滑动带和破碎带等构造减压带,为矿液运移、聚集提供了空间和动力源。

## 3 杂岩体分布与岩浆演化

本区燕山晚期岩浆活动十分强烈,表现为大规模的岩浆侵入。时间上,由早到晚,岩石由闪长玢岩、花岗闪长岩、花岗斑岩、霏细斑岩、次流纹斑岩、微晶二长斑岩过渡到正长斑岩,共同组成次火山岩杂岩体;空间上,呈复式岩颈和环状、放射状岩脉群产出,表现为脉冲性和被动性。主岩体地表呈浑圆形,面积 0.2km<sup>2</sup>,中心为花岗闪长岩,周边镶嵌有花岗斑岩岩环,在复式岩颈内缘具“轮叶式”岩床状分枝,外缘则过渡为岩脉和岩墙。岩颈边界浅部向外倾,深部向内倾,总体向东南倾伏并收缩,其根部可能在上述两组控岩断裂交汇处,中心部位其深度大于 530m(山东地质八队,1985)。矿体多围绕岩颈顺层叠置呈环带状产出。该杂岩体为主要的成矿母岩。

通过对金厂杂岩体各类岩石分析资料(表 1)的研究,总结出以下特征:



1. 寒武系中统 2. 闪长玢岩 3. 花岗闪长岩 4. 脉岩(花岗斑岩、霏细斑岩、次流纹斑岩、二长斑岩等) 5. 砂卡岩 6. 断裂(F<sub>1</sub>、F<sub>2</sub>、F<sub>3</sub>为马牧池金厂断裂,F<sub>4</sub>为枣林庄金厂断裂) 7. 地层产状 8. 金铜矿床

图 1 金厂金铜矿矿区地质略图

Fig. 1 Schematic geological map of Jinchang Au-Cu Mine

表 1 金厂杂岩体岩石分析结果

Table 1 Analysis of samples from Jinchang complex rock body

岩石 (样品数)	氧化物 (%)												资料来源
	SiO <sub>2</sub>	TiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	FeO	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		
闪长玢岩 (2)	59.61	0.40	14.94	4.88	2.95	0.09	3.46	4.69	4.54	2.73			中国地质大学(北京)
花岗闪长岩 (5)	67.82	0.41	15.51	1.61	1.80	0.06	0.72	1.84	3.35	5.25	0.23		省地质八队 (1981)
花岗斑岩 (6)	71.36	0.20	13.78	0.43	1.75	0.03	0.69	1.34	2.83	6.28	0.10		
微晶二长斑岩 (4)	68.63	0.30	14.34	1.19	1.47	0.06	0.91	2.22	3.82	5.32			长春地质学院 (1991)
正长斑岩 (1)	62.92	0.45	16.44	1.78	1.44	0.06	2.98	2.53	3.97	6.80			

杂岩体由早到晚,其岩石化学特征为:SiO<sub>2</sub> 和碱的含量呈规律性递变,说明岩石由中性向酸性至碱性方向演化。其碱含量为 8.60~10.71,钾、钠含量偏高,Na<sub>2</sub>O/K<sub>2</sub>O 在 0.45~0.71 之间,具有明显的高钾特点。岩石由正常系列过渡到铝过饱和系列,钙碱指数(CA)为 50.8~57.9,里特曼指数(σ)为 2.93~5.82,碱度率 A·R-SiO<sub>2</sub> 图解(图 2)有 8 点投影在钙碱性—碱性区。说明杂岩体属钙碱性—碱性岩。戈蒂尼-里特曼图解(图 3)有 8 点均落在 B 区。按本区

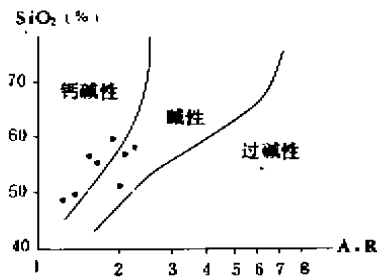


图 2 碱度率 A·R-SiO<sub>2</sub> 关系图解

Fig. 2 A·R-SiO<sub>2</sub> plot showing alkalinity

地质构造演化历史分析,岩浆活动环境为板块消减带活动大陆边缘大陆裂谷轴附近的构造-岩浆活动带。

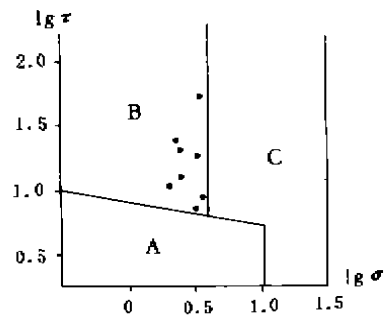


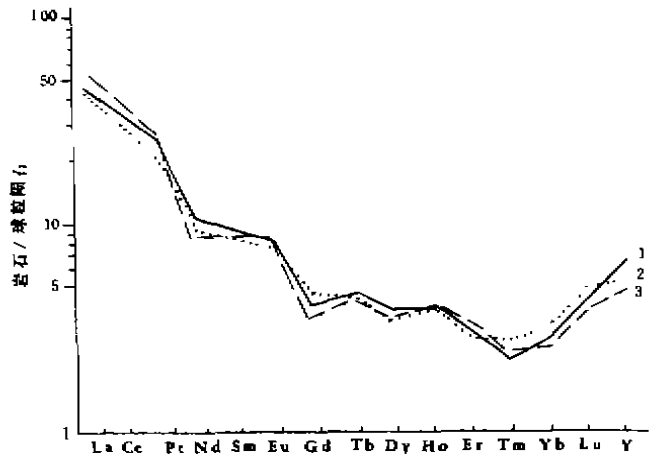
图 3 本区岩浆岩化学成分 G. V-R 图解

Fig. 3 G. V-R Plot for chemical composition of magmatic rocks in the mining area

杂岩体稀土配分曲线(图 4)主要向右倾,左陡右缓的轻稀土富集型, Eu 异常不明显,三种

不同岩类的配分曲线十分接近,反映了同源岩浆的特点。结合 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 的初始比值与年龄值的关系图解(图5)和黑云母的 $\text{MgO}-\Sigma\text{FeO}/(\Sigma\text{FeO}+\text{MgO})$ 图解(图6),可以判断岩浆主要来源于地壳,即来源于地壳(泰山群)重熔岩浆。

另据山东地质八队(1981)和长春地质学院王亚南等(1987),对金厂杂岩体和矿化岩石的K-Ar同位素年龄、Rb-Sr等时线年龄(125.5Ma、105.4Ma)来判断,成矿时代略晚于上述成岩时代。



1. 花岗闪长岩 2. 花岗斑岩 3. 闪长玢岩

图4 杂岩体稀土配分曲线

Fig. 4 REE pattern of the complex rock body

学特征是成岩模式的基础。中生代以来,鲁西地块演化到板内变形阶段,由于多层次,多向伸展活动造成差异升降、隆起与断陷并存的构造格局,郯庐裂谷的深切,地幔呈脊状隆起,为岩浆活动提供了条件。上述岩石地球化学资料提供的证据表明,岩浆杂岩体明显富轻稀土和钾铝,在锶同位素和黑云母图解(图5、6)中,投点均落在壳源岩浆范围内,显然是钾硅铝质地壳(泰山群)重熔岩浆的产物。然而,正如 Tarney 和 Saunders(1979)所指出的“熔融作用受到了需要胜过熔融的潜热的热能制约,这种熔融潜热又只能在含水条件下,靠地幔固相线的下降而释放出热容量供给”。这一条件只能在板块消减带、活动大陆边缘,由于有深断裂和热的地幔隆起而得到满足。本地区特殊的大地构造背景恰好提供了有利的条件,在戈蒂尼-里特曼图解(图3)中,杂岩体投点均落在B区内也证明了这一点。

#### 4 成岩成矿模式

##### 岩石产出的地质背景和地球化

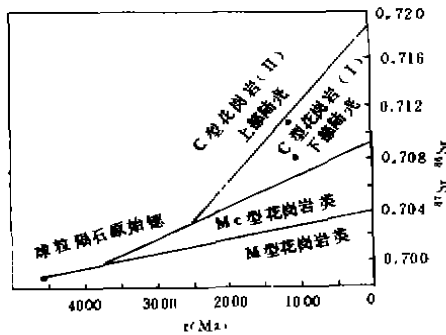


图5 金厂杂岩体 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(I_0)$ 与年龄值(t)图解

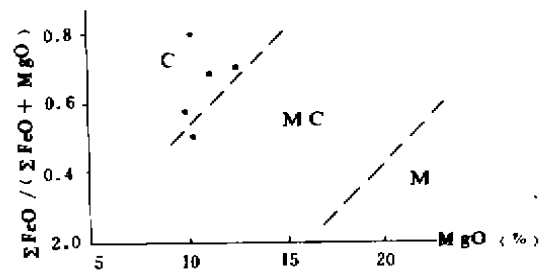
Fig. 5  $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}(I_0)$  and age(t) plot for Jinchang complex body

古老的变质基底泰山群雁翎关组,富含超铁镁质火山岩,其微量金含量达 $0.5 \times 10^{-6}$ ,是克拉克值的125倍,可能为金、铜等成矿提供了主要的物质来源。由于下地壳(泰山群)重熔产

生的中酸性岩浆具有向铝过饱和及富钾方向演化的特点,在铝过饱和岩浆中,碱和碱土金属离子基本上都组成铝硅酸盐,与之平衡的流体相则相对富集络阴离子,促使易与络阴离子组成稳定络合物的金属元素集中到流体相中而富集(阙梅登 1991);而在碱过饱和岩浆中,碱金属离子除组成铝硅酸盐外,还有部分盈余,不仅可能导致碱金属硅酸盐的出现,而且也会进入流体相,提高流体相的碱性程度。同时,由于岩浆中碱金属离子活度的增高,还可能促使岩浆中络阴离子的溶解度升高,因而有利于金属元素的富集。钠与铁、钾与铜易组成可溶性络合物,促使铁、铜迁移富集;而络阴离子溶解度的升高,则有利于金的迁移富集。不同裂隙的交汇处,为岩浆的侵入提供了有利的通道和定位空间。由复式岩颈组成的穹窿构造及其派生的环状、放射状裂隙群,构成各类演化岩体的控岩构造,它们与化学性质活泼的中、下寒武统碳酸盐岩的接触带,特别是其中的层间滑动带和破碎带为形成矽卡岩提供了有利条件。据统计,石灰岩及岩浆岩在矽卡岩化过程中,孔隙度一般可增大4~5倍以上,因而为后期富含金和其他金属化合物热液的交代和矿体的定位提供了有利条件。本区矽卡岩中的石榴子石均为钙铁榴石,其中的铁主要呈高价态( $Fe^{3+}$ )产出,反映了矽卡岩主要与次火山岩杂岩体有关的较浅成的氧化环境,以及与斑岩共生的特点。Einaudi M. T. 等(1981)指出,钙硅酸盐成分受溶液氧化能的影响,出现了高价铁为主的矿物组合,氧化态较高;而氧化态较低时则出现以二价铁为主的矿物组合,它们并以氧逸度和温度关系图显示了含铜矽卡岩形成的相对氧化环境。Burnham(1979, 1980)还作出结论:熔浆的初始含硫量相同,与氧化岩浆呈平衡的液相比与氧化较弱的岩浆呈平衡的液相含有丰富的硫化物。 $Au[5d^{10}6s^1]$ 属铜型离子,具有一定的亲硫性,因而常与硫化物共生,并多以自然金形式产于硫化物中。上述的物化条件说明了本区富集金和硫化物的原因。

## 5 结束语

矽卡岩型金矿床以往由于数量不多和一般规模不大而未被重视。近年来,随着找金工作的深入,在美国科珀谷,加拿大镍板,澳大利亚雷德多姆和中国大冶鸡冠嘴等地陆续发现了一批大型矽卡岩型金矿床,从而引起人们的关注。据 Meinert L. D. (1990)的报导,世界许多国家近期对矽卡岩型矿床的勘探活动,也多集中于含金矽卡岩上。我国东部矽卡岩矿床分布广泛,目前已发现两个大型独立的矽卡岩型金矿床(湖北大冶和安徽铜陵地区)和一批中、小型矿床,在许多矽卡岩 Cu、Fe、Pb、Zn 矿床中,伴生金储量也相当可观。而且矽卡岩矿床常和其它类型金属矿床有密切的时空、成因联系。根据金厂金铜矿床产出的地质条件和地质特征,该区很可能



M. 幔源 MC. 壳幔源 C. 壳源

图6 黑云母  $MgO-\Sigma FeO/(\Sigma FeO+MgO)$  图解

Fig. 6  $MgO-\Sigma FeO/(\Sigma FeO+MgO)$  plot for biotite

成为矽卡岩型和斑岩型金铜矿床所组成的成矿系列。今后在该区,特别是在沂源-沂南断陷盆地边缘,北西向与北东向断隙的交汇部位,寻找穹窿或隐伏穹窿构造及其所控制的矽卡岩型、斑岩型金铜矿床,具有较好的前景。

### 参考文献

- 1 任炳龙. 地质与勘探, 1991, (3): 9~14
- 2 王子潮, 等. 地质学报, 1987, (2): 126~137
- 3 吴尚全. 黄金, 1991, (11): 10~16
- 4 万天丰, 等. 铜井、金厂矿田成矿规律及成矿预测. 中国地质大学(北京), 1992
- 5 西胁亲雄. 国外地质科技, 1984, (6): 97~111
- 6 阙梅登. 地质科技情报, 中国地质大学(武汉), 1991, (1): 49~54
- 7 Philips G N. Economic Geology. 1986, 81, 779~808
- 8 Pär Weihed. Journal of Geochemical Exploration. 1992, 42, 2~3
- 9 Einaudi M T, Meinert L D, Newberry R J. Skarn Deposits. Econ. Geol., 1981, 75 Ann. Vol., 317~391

## TECTONIC MAGMATIC EVOLUTION AND METALLOGENIC MODEL FOR JINCHANG Au—Cu DEPOSIT, YINAN AREA, SHANDONG PROVINCE

*Chen Changfu Guo Zhaopian Hu Jingyu*

(*Geological & Prospecting Team of Linyi Prefecture Shandong Province 276001*)

*Jiang Mingxia*

(*China Geological University, Beijing*)

### Abstract

Jinchang Au-Cu deposit is a middle size skarn ore deposit locating at the margin of Yiyuan—Yinan fault depression and neighbouring Yishu rift system in the east and Luxi blok in the west. Since Mesozoic multi-directional stretching at different levels resulting in differential rise and depression thus the coexisting domes and basin, deep-seated cutting of Tan-Lu rift vally and ridge-like doming of the mantle all play roles in providing condition for magmatic activity in the area.

The NE fracture from Chaolinshuang to Jinchang and the NW fracture from Mamuchi to Jinchang are the main rock-control tectonics. They confine not only the neck, radiate dyke groups of the complex body but also the dome formation. Jinchang sub-volcaive complex body consists of diorite porphyrite, granitic diorite, granitic porphyry, felsitic porphyry, sub-rhyolitic porphyry, micro-crytalline monzonitic porphyry and syenite. The rock body is higher in K and Na characterized by enrichment of k, ie,  $Na_2O/K_2O=0.45\sim0.71$ . Cal-alkali index=50.8—57.9 A • R-index=2.93—5.82 and The projecting points in the A • R-SiO<sub>2</sub> plot imply that the complex body is of cal-alkali, alkali rock. G. V. R-A. R plot show a tectonic-magmatic active zone near the axis of a active continental margin rift valley of a subduction zone for the magmatism. Sr-isotope and biotite plot show enrichment of LREE and K, Al implying an apparent source from K-Si-Al crustal layer of Taishan Group. Yanlingguan Fomation of Taishan Group has an average Au value being 125 times of clark value. The formation could supply Au, Cu for Jinchang ore deposit.

Neck of the complex rock body, the interlayer fracture zones (about the contact between the body and Middle-lower Cambrian Ca-rocks) and detachment zones cut by circular and radiate dyke groups create a semi-closed metallogenic system. Ore bodies occur as overlaped ring belts along bedding in skarn. Au, Cu are the key elenents companied by Ag, S, Mo, Pb and Zn. The deposit is a typical skarn-type in the East China.