

http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx

安徽沙溪斑岩铜(金)矿床成岩成矿热历史探讨

徐文艺

(南京大学地球科学系, 210093; 中国地质科学院矿床地质研究所, 北京, 100037)

徐兆文 顾连兴 任启江 傅斌 牛翠祯

(南京大学地球科学系, 210093)

内容提要 采用 Rb-Sr 方法, 测定沙溪斑岩铜(金)矿成矿岩体年龄为 143.37 ± 5.17 Ma; 采用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化定年法, 测定沙溪斑岩铜(金)矿成矿年龄为 123.6 ± 0.7 Ma; 成矿岩体从固结成岩到成矿经历了 20 Ma。根据 Rb-Sr 和 K-Ar 同位素体系封闭温度的不同, 估算出沙溪岩浆热液成矿系统热衰减速率平均为 $20^\circ\text{C}/\text{Ma}$ 。单一的由成矿小岩体所提供的热能难以维持如此长时间热液成矿活动, 矿区晚期的岩浆活动是沙溪斑岩铜矿成矿的重要能量来源, 这是斑岩铜矿成矿岩体多属于多阶段侵入的复式岩体的原因。斑岩铜矿成矿系统能量耗散分析显示, 斑岩铜矿成矿过程中有效能量耗散效率极低, 如果没有巨大的能量来源维持长时间的热液活动, 斑岩铜矿难以形成。

关键词 斑岩铜矿 成矿热历史 沙溪 安徽

斑岩铜矿作为中—高温热液矿床一直是成岩成矿理论研究的重要目标^[1~19]。精确地测定成岩成矿年龄是认识斑岩铜矿的基础, 是研究成矿理论不可少的必要数据, 对于解决一些复杂的成矿问题和指导找矿具有深远的意义。绝大多数斑岩铜矿区与成矿有关的岩体都是多阶段侵入的复式岩体^[2~10, 12~15], 许多地质学家把这一特征作为斑岩铜矿的找矿标志。如何解释斑岩铜矿的这一普遍特征与成矿之间的内在联系, 多年来一直是困扰矿床学家的一个重要问题。

安徽沙溪斑岩铜(金)矿床位于郟城—庐江断裂带内部, 著名的庐江—枞阳中生代火山岩盆地的西北边缘, 现在储量已达到大型矿床的标准, 是中国东部与闪长岩类有关斑岩铜矿的典型实例。

近年来对沙溪矿床已有相当深入的地质、地球化学研究^[20~26], 其与成矿有关的岩体也是多阶

表 1 沙溪矿区侵入岩形成顺序表

Table 1 Forming sequences of the intrusives in Shaxi ore field

侵入顺序	岩石名称	分布	备注
早	菖蒲山角闪闪长斑岩	菖蒲山一带	无矿
	石英闪长斑岩	狮子山—棋盘山一带	含矿
↓	黑云母石英闪长斑岩	矿床南部 17 线以南	含少量矿
	角闪闪长斑岩	铜泉山及其以北	无矿
	粗斑闪长斑岩	铜泉山及其以北	无矿
	含角砾闪长斑岩	狮子山一带	无矿
↓	闪长斑岩	狮子山地表及凤台山深部	无矿
	黑云母闪长斑岩	断龙颈及凤台山深部	无矿
	八字口花岗闪长斑岩	八字口	无矿
晚	脉岩	矿床内部各处均可出现	无矿

注: 本文为国家自然科学基金(编号 49873016) 资助项目的成果之一。

本文 1998 年 8 月收到, 1999 年 2 月改回, 章雨旭编辑。

段的(表1)。

本文通过测定成岩成矿时代,利用不同放射性同位素衰变体系的封闭温度不同的原理,对沙溪斑岩铜(金)矿床的热演化历史进行了研究,从能量耗散的角度揭示了斑岩铜矿与复式岩体之间的关系。在众多的斑岩铜矿成矿模式中,岩体作为成矿热源已成为矿床学家的共识,深入地剖析斑岩铜矿的成岩成矿热历史,对于认识斑岩铜矿形成机制具有重要意义。

1 矿区地质概述

安徽沙溪斑岩铜(金)矿位于长江中下游铁铜成矿带中段的北西侧,庐枞中生代火山岩盆地北部外缘,为一典型岩浆热液成

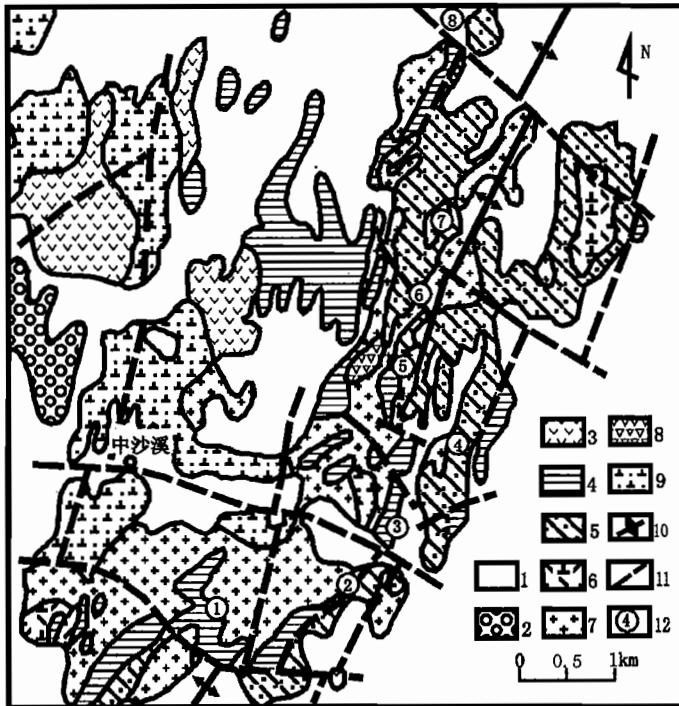


图1 沙溪斑岩铜(金)矿床地质略图
(据邱检生等,1993^[22])

Fig. 1 Sketch geological map of Shaxi porphyry copper (gold) deposit
(after Qiu Jiansheng et al., 1993^[22])

1—第四系;2—下白垩统;3—上侏罗统;4—下、中侏罗统;5—志留系;6—深成侵入岩;7—浅成侵入岩;8—隐爆角砾岩;9—潜火山岩;10—背斜轴;11—断层;12—矿床或矿点:①—菖蒲山,②—龙头山,③—断龙颈,④—鼓架山,⑤—铜泉山,⑥—凤台山,⑦—棋盘山,⑧—八字口

1—Quaternary System; 2—Lower Cretaceous; 3—Upper Jurassic Series; 4—Lower to Middle Jurassic Series; 5—Silurian System; 6—pluton; 7—hypabyssal intrusive; 8—cryptoexplosion breccia; 9—subvolcanic rock; 10—anticlinal axis; 11—fault; 12—ore deposit or ore occurrence, ①—Changpushan, ②—Longtoushan, ③—Duanlongjing, ④—Gujashan, ⑤—Tongquanshan, ⑥—Fengtaishan, ⑦—Qipanshan, ⑧—Bazikou

地北部外缘,为一典型岩浆热液成矿的矿床^[22]。矿区及其附近产有一套钙碱—碱钙系列同源不同阶段的中酸性潜火山杂岩,呈NNE向展布,长约7 km,宽不到1 km(图1),根据侵入体间的穿插和接触关系判断,按侵入顺序从早到晚依次为:菖蒲山角闪闪长斑岩→石英闪长斑岩→黑云母石英闪长斑岩→角闪闪长斑岩→粗斑闪长斑岩→含大量角砾的闪长斑岩→闪长斑岩→黑云母闪长斑岩→花岗闪长斑岩(表1)。工业矿体主要赋存在侵位于志留系粉砂岩和砂页岩中的石英闪长斑岩内,少量产于黑云母石英闪长斑岩中。

2 成岩成矿时代的同位素测定

2.1 成岩时代

对于长江中下游地区,岩体Rb-Sr法测年的广泛使用显示,该方法所得年龄值比较可靠^[27]。在沙溪矿区,远离蚀变带采集新鲜石英闪长斑岩岩心样(样重均在10 kg以上)粉碎,对其中一个岩样进行斜长石单矿物分离,然后采用Rb-Sr同位素方法^[28]对全岩样和斜长石单矿物样进行分析。测试结果(表2,图2)显示,相关系数 $r=0.9984$,等时年龄为 143.37 ± 5.17

Ma; $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为0.705801,显示岩体成岩物质为幔壳混源。

表2 沙溪成矿岩体 Rb-Sr 同位素分析

Table 2 Rb-Sr isotopic compositions of the mineralized intrusive in Shaxi ore field

样品号	取样钻孔编号	深度 (m)	岩性	Rb ($\times 10^{-6}$)	Sr ($\times 10^{-6}$)	$^{87}\text{Rb}/^{86}\text{Sr}$	$^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$	误差
S96-1-A	ZK1403	563	石英闪长斑岩	74.96	765.2	0.2853	0.706412	± 0.000028
S2-294	ZK1002	536	石英闪长斑岩	186.4	556.4	0.9891	0.707804	± 0.000030
S4-194	ZK1404	755.4	石英闪长斑岩	88.46	736.7	0.3546	0.706547	± 0.000026
S96-1-PL	ZK1403	563	斜长石	33.42	1159.0	0.08503	0.705894	± 0.000022

注:由南京大学现代分析中心测试。

在沙溪矿区,明显可见沙溪杂岩体贯入于下、中侏罗统地层,且在下白垩统红层中成砾石。据原地质矿产部同位素地质开放实验室 U-Pb 法测年结果,这套杂岩体同位素年龄范围为 173~123 Ma^①。因此,143.37 Ma 作为成矿岩体的成岩年龄是可靠的。

2.2 成矿时代

沙溪斑岩铜(金)矿床矿化岩体蚀变强烈,由内往外、自深至浅,可分为钾化带→钾化叠加青磐岩化带→石英绢云母化带(较弱)→青磐岩化带,矿化与钾化带密切伴生(图3)。为了准确测定沙溪斑岩铜(金)矿床的成矿时代,采用 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 快中子活化定年法^[29]对沙溪矿区钾化蚀变岩进行测定。分析样品 S2-170 采自沙溪矿区钻孔 ZK802 深 558 m 处,该样品为遭受强烈钾质蚀变的石英闪长斑岩全岩样,蚀变矿物组合中主要矿物为黑云母,其次为石英和硬石膏,

表3 S2-170 全岩阶段升温数据表

Table 3 Data of incremental heating for sample S2-170 whole rock

温度 ($^{\circ}\text{C}$)	$\left(\frac{^{40}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{36}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{37}\text{Ar}}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	$\left(\frac{^{40}\text{Ar}^*}{^{39}\text{Ar}}\right)_m$	^{39}Ar ($\times 10^{-12}\text{mol}$)	表面年龄 (Ma)	^{39}Ar 析出 累积量(%)
400	49.94	0.1341	0.2852	10.50	0.1149	349.3 ± 18.3	0.20
700	4.584	0.006134	0.6556	3.282	4.113	100.8 ± 1.9	7.31
850	4.142	0.002124	0.05675	3.514	8.580	124.6 ± 1.9	22.14
1000	3.916	0.01401	0.03956	3.501	20.51	124.1 ± 1.9	57.60
1200	3.824	0.001428	0.6075	3.445	21.59	122.2 ± 1.8	94.93
1500	6.315	0.008851	1.812	3.851	2.930	136.0 ± 2.6	100.00

注:样重 170 mg,照射参数 $J=0.02034$;下标 m 为同位素比值的测定值, $^{40}\text{Ar}^*$ 为放射性成因 ^{40}Ar 。样品由中国科学院地质研究所 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 定年实验室分析。

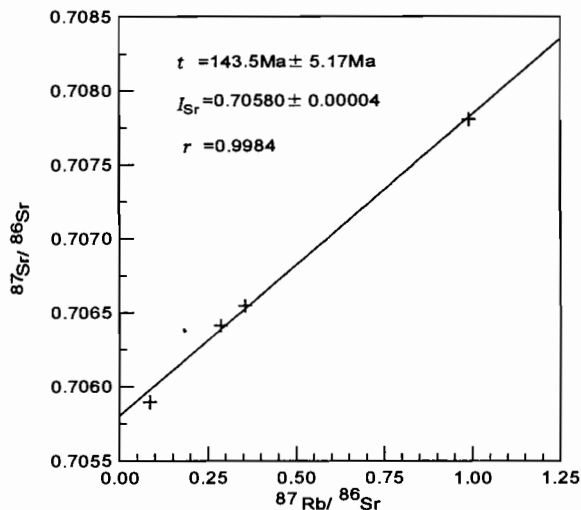


图2 沙溪矿区成矿岩体全岩 Rb-Sr 等时线
Fig. 2 Whole-rock Rb-Sr isochron diagram of the mineralized intrusive in Shaxi ore field

① 邱检生. 安徽沙溪斑岩铜(金)矿床地质地球化学特征的对比研究及矿床成因. 南京大学地球科学系硕士论文. 1989.

有少量的绿帘石、绿泥石、钠长石和碳酸盐,伴有硫化物矿化。

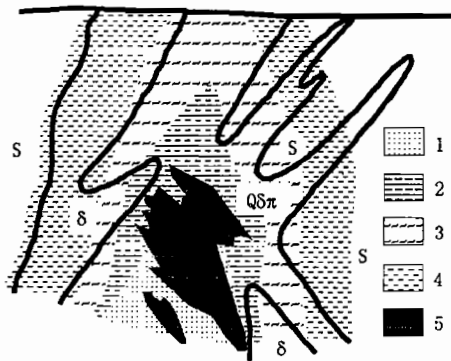


图3 沙溪矿床蚀变分带模式图
(据邱检生等,1993修改^[22])

Fig. 3 Alteration zoning model of
the Shaxi ore deposit

(after Qiu Jiansheng et al., 1993^[22])

δ—闪长岩; Qδπ—石英闪长斑岩; S—志留系砂页岩;
1—钾化带; 2—钾化叠加青磐岩化带; 3—石英绢云母化带; 4—青磐岩化带; 5—矿体

δ—Diorite; Qδπ—quartz diorite porphyry; S—Silurian sandstone; 1—potassic alteration zone; 2—potassic alteration zone superimposed by propylitization; 3—quartz-sericitization zone; 4—propylitization zone; 5—orebody

S2-170 全岩阶段升温 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 数据列于表3,图4为 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱,在表3和图4中,第一阶段400℃获得的表面年龄值偏高,是样品被照射过程中产生核反冲所致,该年龄无地质意义。图4中S2-170全岩样的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱的坪年龄为 123.6 ± 0.7 Ma,该年龄代表蚀变岩的形成时代,即代表与钾质蚀变密切相关的铜矿化时代。

3 讨论

上述同位素测年结果显示,新鲜的石英闪长斑岩 Rb-Sr 等时线年龄为 143.37 ± 5.17 Ma,钾化蚀变岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄为 123.6 ± 0.7 Ma,二者相差20Ma。Rb-Sr 同位素体系的封闭温度为750℃左右^[13,30], $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄封闭温度为350℃左右^[31,32],沙溪矿区流体包裹体测温亦显示钾化温度为300~400℃^[24],矿区氧同位素研究揭示成矿流体主要为岩浆水^[22],因此沙溪成矿体系由750℃左右冷却至350℃左右经历了20 Ma,矿区在成矿期间平均热衰退速率约为20℃/Ma。

吴利仁和李秉伦^[13]在研究燕辽地区斑岩矿床时也曾发现矿化斑岩体从750℃左右冷却至300℃左右经历了27 Ma,他们认为这一冷却过程即是矿液富集

成矿的过程;毛景文^[33]对柿竹园超大型钨多金属矿床的研究显示,成矿系统维持了70~80 Ma的高热环境,他指出这种高热环境对于对流循环系统的形成和成矿物质的最大程度汇聚起了重要作用。近几年来,越来越多的同位素资料显示,与岩浆活动有关的热液矿床都存在着较大的成岩成矿时差^[31,34~36]。我们知道,小岩体成大矿是斑岩型矿床的一个重要现象,绝大多数斑岩铜、钼矿床矿化岩体均为地表出露面积不足10 km²(大多数小于5 km²)的小岩体^[10],从能量耗散的角度,采用数值模拟的方法对成矿岩体进行热演化探讨^①表明:如此小的矿化岩体仅仅依靠自身的热量维持几千万年的热液活动是不可能的。因此由上述同位素测试结果可以推知,晚期岩浆活动是维持矿化岩体岩浆期后长时间热液活动的重要能量来源,这是斑岩铜矿多产于多阶段侵入的复式岩体之中的原因。如果考虑晚期岩浆活动对成矿系统的能量补充,按照 Burnham^[37]提出的岩浆热能估算方法估算,沙溪斑岩铜矿成矿系统共耗散了热能约 7×10^{20} J,在20 Ma中平均可在沙溪矿区形成约4.8 HFU的地表热流(全球中生代造山带中的平均热流为 1.75 ± 0.58 HFU^[38]),在成矿系统内部大致可形成约100℃/km的地温梯度,沙溪矿区运用绿泥石温度计估算出的成矿系统温度梯度为187℃/km^[23],由于绿泥石温度计

① 徐文艺. 安徽沙溪斑岩铜(金)矿床成矿机制及有关流体—岩石相互作用数值计算研究. 南京大学地球科学系博士论文. 1997.

算结果比实际偏高,因此晚期岩浆活动对成矿热液供热与沙溪矿区实际成矿系统较为吻合。

成矿过程是一个不可逆的有序化过程,成矿系统通过不断的消耗物质和能量从环境中获取负熵流,以形成和维持新的稳定的有序化结构,即使得成矿元素在局部空间上富集成矿。根据玻尔兹曼统计熵公式 $S=K \ln \Omega$ (K 为玻尔兹曼常数, Ω 为微观状态数)推算,不考虑分子内部能级配分所引起的熵变,沙溪矿区因Cu的空间上的富集所导致的成矿体系的熵减为 3×10^{11} J/K,成矿体系中的有效能量耗散不到体系总能量耗散的百万分之一。由此可见,在斑岩铜矿成矿这一自然过程中,成矿体系能量效率是极低的,如果没有巨大的能量来源,即使其他成矿条件都具备,矿床仍难以形成。因此,从自然过程中能量的分配和利用率的角度来看,一个复式岩体的岩浆活动,只有(也只能)维持其中某一岩体内局部长时间的热液活动,才可能成矿。一个裂隙系统发育,热液系统完善以及其他成矿条件优越的岩体成矿,其他岩体提供热源,这是对斑岩铜矿成矿最为有利的能量结构方式。

复式岩体对斑岩铜矿成矿的影响是多方面的,如物质来源、侵位机制、控矿构造等等。本文仅从能量耗散的角度探讨了斑岩铜矿成矿与复式岩体之间的内在联系。沙溪斑岩铜(金)矿的矿化过程是一个“协和反馈”的非平衡过程^[21],制约因素极为复杂,能量来源是诸多控矿因素中较为重要的一个方面。

4 结论

沙溪斑岩铜(金)矿床成岩成矿时代分别为 143.37 ± 5.17 Ma和 123.6 ± 0.7 Ma,成矿历时至少20 Ma,成矿系统平均热衰减速率约为 20 °C/Ma。热演化数值模拟揭示单一成矿岩体所提供的热能难以维持如此长时间的热水成矿活动,晚期岩浆活动是成矿系统的重要能量来源,这是斑岩铜矿多产于多阶段侵入的复式岩体之中的原因。斑岩铜矿成矿过程是一个热效率极低的过程,没有巨大的能量来源长时间地维持热液系统的活动,斑岩铜矿难以形成。

本文撰写过程中得到了毛景文研究员的悉心指导和审阅,在此表示衷心感谢!

参 考 文 献

- 1 王植,闻广. 中条山式斑岩铜矿. 地质学报,1957,37(4):401~416.
- 2 Gustafson L B. Some major factors of porphyry copper genesis. Econ. Geol., 1978, 73: 600~607.
- 3 宁奇生,李永森,刘兰笙,傅国民,张江滢. 中国斑岩铜(钼)矿的主要特征及分布规律. 地质论评,1979,25(2):36~46.
- 4 杜琦. 多宝山斑岩铜矿床蚀变与矿化特征. 地质学报,1980,54(4):310~323.
- 5 周宜吉. 玉龙矿带中斑岩铜矿的控矿因素及其成因探讨. 地质论评,1980,26(4):357~361.
- 6 陈文明. 斑岩铜矿与杂色砂页岩型层状铜矿内在联系的初步探讨. 地质论评,1980,26(6):526~528.

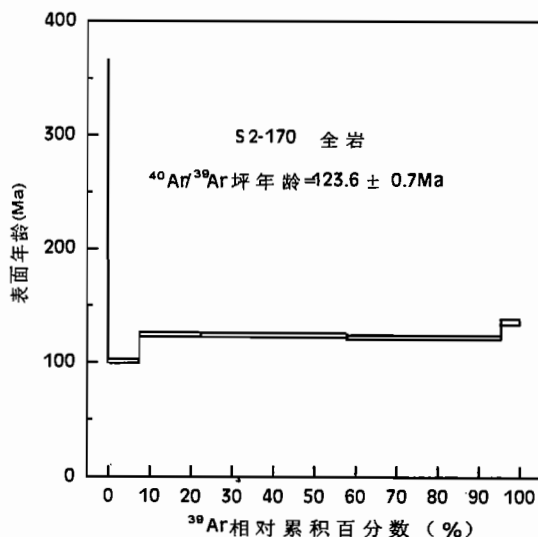


图4 S2-170全岩 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄谱

Fig. 4 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ age spectrum for sample S2-170

- 7 李荫清,芮宗瑶,程莱仙. 玉龙斑岩铜(钼)矿床的流体包裹体及成矿作用研究. 地质学报, 1981, 55(3): 216~231.
- 8 周作峡. 斑岩铜矿特征(中—新生代为主)及其成矿物质来源. 地质论评, 1983, 29(5): 454~455.
- 9 陈文明. 玉龙斑岩铜矿与砂页岩层状铜矿成矿作用的内在联系. 地质论评, 1984, 30(3): 239~252.
- 10 芮宗瑶, 黄崇轲, 齐国民等. 中国斑岩铜(钼)矿床. 北京: 地质出版社, 1984.
- 11 袁叔容, 黎秉符. 山东邹平王家庄斑岩铜矿的蚀变特征. 地质论评, 1988, 34(1): 36~44.
- 12 张洪涛, 芮宗瑶. 论中国斑岩铜矿系列的地质背景. 地质学报, 1991, 65(3): 250~262.
- 13 吴利仁, 李秉伦主编. 中国东部中生代两大类型斑岩矿床. 北京: 科学出版社, 1991.
- 14 高合明, 於崇文, 鲍征宇. 斑岩铜矿床中脉体形成的动力学. 地质论评, 1994, 40(6): 508~512.
- 15 於崇文. 江西德兴斑岩铜矿田成矿作用的流体动力分形弥散机制. 地质论评, 1995, 41(3): 211~220.
- 16 梁祥济. 江西德兴斑岩铜矿成矿物质来源的实验研究. 地质论评, 1995, 41(5): 463~472.
- 17 金章东, 卢新卫, 张传林. 江西德兴斑岩铜矿田断裂分形研究. 地质论评, 1998, 44(1): 57~62.
- 18 金章东, 朱金初. 关于德兴斑岩铜矿成矿物质来源——与梁祥济研究员商榷. 地质论评, 1998, 44(5): 464~469.
- 19 梁祥济. 就“关于德兴斑岩铜矿成矿物质来源”答金章东博士和朱金初教授. 地质论评, 1998, 44(5): 469.
- 20 董树文. 沙溪帚状构造型式的厘定及其控岩控矿作用研究. 地质学报, 1984, 58(4): 304~315.
- 21 任启江, 邱检生, 徐兆文, 张重泽, 方长泉, 杨荣勇. 安徽沙溪斑岩铜(金)矿床矿化小岩体的形成条件. 矿床地质, 1991, 10(3): 232~242.
- 22 邱检生, 王德滋, 任启江, 傅斌. 安徽沙溪斑岩铜(金)矿床成矿物理化学条件及成矿物质来源. 南京大学学报(地球科学版), 1993, (5): 386~397.
- 23 任启江, 郭国章, 徐文艺, 冯祖钧, 方长泉. 安徽沙溪斑岩铜(金)矿床成矿过程中热及流体传输的计算模拟. 南京大学学报(自然科学版), 1994, 30: 295~303.
- 24 傅斌, 任启江, 胡文瑄. 安徽沙溪斑岩铜矿床成矿流体演化及分布规律. 矿床地质, 1996, 15: 23~31.
- 25 傅斌, 任启江, 邢凤鸣, 徐兆文, 胡文瑄, 郑永飞. 安徽沙溪含铜斑岩 ^{40}Ar - ^{39}Ar 定年及其地质意义. 地质论评, 1997, 43(3): 310~316.
- 26 Xu Zhaowen, Qiu Jiansheng, Ren Qijiang, Xu Wenyi, Niu Cuiwei, Fu Bin. Geological and geochemical characteristics and genesis of the Shaxi Porphyry copper (gold) deposits, Anhui Province. Acta Geologica Sinica (English edition), 1999, 73(1): 8~18.
- 27 周珣若, 任进. 长江中下游中生代花岗岩. 北京: 地质出版社, 1994.
- 28 王银喜, 杨杰东, 陶仙聪, 李惠民. 化石、矿物和岩石样品的 Sm-Nd 同位素方法研究及其应用. 南京大学学报(自然科学版), 1988, 24: 297~307.
- 29 王松山, 桑海清, 胡世玲, 裘冀. 应用 49-2 反应堆进行 ^{40}Ar / ^{39}Ar 定年及迁安曹庄群斜长角闪岩年龄谱的地质意义. 岩石学报, 1985, 1(3): 35~44.
- 30 朱炳泉, 范嗣昆. 根据同位素年龄封闭温度研究地质体的热历史、磁历史. 地质地球化学, 1979, (3): 35~36.
- 31 张德全, 徐洪林. 安徽青九复式岩体的地质学和地球化学. 见: 地学研究, 第 29~30 号. 北京: 地质出版社, 1997. 213~229.
- 32 Faure G. Isotope geochronology and its application to geology. 地学前缘, 1998, 5: 17~39.
- 33 毛景文. 超大型钨多金属矿床成矿特殊性——以湖南柿竹园矿床为例. 地质科学, 1997, 32(3): 351~361.
- 34 毛景文, 李红艳, 裴荣富. 湖南千里山花岗岩体的同位素及岩石成因研究. 矿床地质, 1995, 14(3): 235~242.
- 35 刘金辉, 孙占学. 下庄轴矿田古地温场的有限元模拟. 中国数学地质, 1996, 7: 331~338.
- 36 郭文魁. 论成矿作用在构造—岩浆活动中的地球化学演化特征. 见: 地学研究, 第 29~30 号. 北京: 地质出版社, 1997. 5~42.
- 37 Barnes, H L. Geochemistry of hydrothermal ore deposits (2nd edition). New York: A Wiley-Interscience Publication, 1979. 71~136.
- 38 王良书. 地热. 见: 恽玲聆等编. 地球物理学原理及应用. 南京大学出版社, 1987. 422~451.

作者简介

徐文艺,男,1970年生.1997年9月毕业于南京大学地球科学系.现在中国地质科学院矿床研究所工作,主要从事矿床地球化学研究.通讯地址:100037,北京阜外百万庄中国地质科学院矿床研究所.

Heat Evolution from Intrusion to Mineralization in Shaxi Porphyry Copper (Gold) Deposits, Anhui Province

Xu Wenyi

(Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing, 210093;
Institute of Mineral Deposits, Chinese Academy of Geological Sciences, Beijing, 100037)

Xu Zhaowen, Gu Lianxing, Ren Qijiang, Fu Bin and Niu Cuiyi

(Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing, 210093)

Abstract

The Rb-Sr age of the mineralizing intrusive in the Shaxi porphyry copper (gold) deposits is 143.37 ± 5.17 Ma. The age of copper mineralization determined by the $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ fast-neutron activation technique is 123.6 ± 0.7 Ma. The process from emplacement and solidification of the mineralizing intrusive to mineralization lasted about 20 Ma. The cooling rate $20^\circ\text{C}/\text{Ma}$ in the Shaxi ore-forming system was estimated on the basis of the closure temperature difference between the Rb-Sr and K-Ar isotopic systems. The numerical modeling of heat evolution in the mineralizing intrusive indicates that the heat energy provided solely by the mineralizing intrusive could not support so long hydrothermal ore-forming activities and that late-stage magmatism should be the main energy source for mineralization of the Shaxi ore deposits. This is why porphyry copper deposits usually occur in complex polystage intrusives. Energy dissipation analyses in the ore-forming system show that the heat efficiency of the ore-forming processes was very low and that porphyry copper deposits could not form without a huge heat source to maintain long-continued hydrothermal activities.

Key words: porphyry copper deposits; heat evolution from intrusion to mineration; Shaxi; Anhui Province

新书介绍

毛景文,李红艳,宋学信等著. 湖南柿竹园钨锡钼铋多金属矿床地质与地球化学. 北京:地质出版社, 1998. 16开, 215页, 定价35元. 柿竹园矿床有世界有色金属博物馆的美誉, 拥有 WO_3 80万吨, 仅次于哈萨克斯坦的 Veikhnee Qairaqty 白钨矿床(110万吨)列世界第二, 锡 40万吨, 中国第三, 铋 20万吨, 世界之首. 尚有大量钼、铍、氟等共生. 著者通过区域地质、矿床地质、流体包裹体、同位素等研究主要得出以下结论: ① 矿床形成得益于三期高度分异、高热花岗岩浆的叠加(且前两期为 BELIF 花岗岩)和多层次裂隙控矿及泥质大理岩的屏蔽作用; ② 成岩有似斑状黑云母花岗岩、等粒黑云母花岗岩和花岗斑岩三个阶段; ③ 矿床主要由三个阶段不同成矿作用复合叠加而成; 含矿块状钙质夕卡岩和含矿退化蚀变岩 \rightarrow 云英岩矿化 \rightarrow 与锰质夕卡岩相伴生的 Pb、Zn、Ag 矿化. 联系人: 100037, 中国地质科学院矿床地质研究所毛景文.

孙晓明, 徐克勤, 任启江等著. 吉南太古宙高级变质地体及金矿床. 北京: 地质出版社, 1996. 16开, 122页, 图版4幅, 定价9.80元. 联系人: 510275, 广州中山大学地学院孙晓明.

胡受奚, 王鹤年, 王德滋等主编. 中国东部金矿地质学及地球化学. 北京: 科学出版社, 1998. 16开精装, 343页, 定价48元. 内容涉及华北台地区焦家式和玲珑式等金矿床、江南金矿带层控型等金矿床、华南韧性剪切带中金矿床、滇-黔-桂-湘等地卡林型金矿及中国东部与中生代火山岩-潜火山岩有关金矿的成矿构造背景、矿床特征、控矿因素、分布规律及成矿机制和模式等矿床地质学和地球化学问题. 联系人: 210093, 南京大学地球科学系胡受奚.