# 安徽沙溪斑岩型铜金矿床含矿裂隙分<sup>。</sup> 布的定量模型

牛翠祎 王峰 邱检生 任启江 傅斌

(南京大学地球科学系,210093)

提 要 本文通过对普通块段克立格法编制的沙溪斑岩型铜金矿床的岩芯含脉率及铜含量的立体 表面图的分析,认识了岩芯含脉率及铜含量的空间变化趋势,查明了裂隙发育程度和铜矿化强度的 相关性。研究表明裂隙发育在一定程度上控制着铜矿的形成。岩芯含脉率和铜含量间的关系为探讨 矿床的成因提供有益的信息。

关键词 斑岩型铜金矿床 含矿裂隙 岩芯含脉率 定量模型

1 前言

沙溪斑岩型铜金矿床位于安徽省庐江县南九公里,庐枞火山岩盆地的外缘,郑庐断裂带的 内部(图1)。矿区东部出露有中下志留统高家边组、坟头组砂页岩、粉砂岩及中下侏罗统象山 群;西部有上侏罗统火山岩分布。区域断裂为北北东、北西西两组,且与矿化的关系较为密切。 矿区侵入了一套中一酸性次火山杂岩体(图1)。从岩石化学、微量元素、稀土元素地球化学特 征<sup>(4)</sup>可知:该杂岩体属于钙碱性系列,与矿化关系密切的为石英闪长斑岩,黑云母石英闪长斑 岩,含矿岩体富碱富钠。根据<sup>36</sup>Ar/<sup>46</sup>Ar 测得岩体年龄为127Ma<sup>(4)</sup>,矿化年龄为123Ma<sup>(4)</sup>。该矿 床属于燕山晚期的斑岩型铜金矿床。

沙溪斑岩型铜金矿床的蚀变分带明显,主要为钾长石化带、钾长石化和青磐岩化叠加带、 石英绢云母化带、青磐岩化带,以无泥化带、石英绢云母化弱、出现硬石膏、钠长石为特征。矿化 主要分布在钾长石化带和钾长石化与青磐岩化叠加带中。从矿化中心向外,矿石结构构造依次 为:浸染型铜矿石、细脉浸染型铜矿石、网脉型黄铁矿矿石,呈现出明显的分带现象。

沙溪斑岩型铜金矿床的氢、氧、硫、碳的同位素特征<sup>(4)</sup>:δD:-59.8‰~-82.4‰,δ<sup>1\*</sup>O: 3.51‰~4.52‰,δΣ<sup>34</sup>S:1.25‰,δ<sup>13</sup>C:-3.606‰~-6.53‰,表明该矿床以岩浆热液为主,晚 期有少量天水的混入。流体包裹体均-温度为150~511C,主要集中于250-450C,压力为

① 收稿日期:1996.1.15,改回日期:1996.3.21

2



华北板块 I. 扬子板块 II. 大别碰撞带 ①郑庐断裂西界
②郑庐断裂东界 ③巢湖-泰州断裂 ④崇阳一常州断裂
③确山-肥东断裂 ⑥信阳-舒城断裂 ⑦襄樊一广济断裂
图 1 郯庐断裂及钾质火山岩分布略图(邱检生,1993)

图 1 郯庐断裂及钾质火山岩分布略图(邱检生,1993) Fig. 1 The schematic diagram showing the location of Tancheng-Lujiang fault and distribution of the potash volcanic rocks

了一些进展,提出用岩体的渗透 率<sup>(6)</sup>和等积裂隙密度测量<sup>(5)</sup>研究裂 隙系统的时空分布规律。任启江应 用了上述方法对金堆城斑岩型钼 矿、南泥湖钼矿的含矿裂隙与成矿 关系<sup>(3)</sup>进行了研究,取得了满意的 成果。但沙溪斑岩铜金矿床至今尚 未开采,矿体分布在地表以下 150 ~800m,因此本矿区的含脉率的测 量不能采用等积裂隙密度测量的方 法,故采用岩芯含脉率来研究本矿 区的含矿裂隙的分布。

岩芯含脉率=(裂隙的体积/所 测岩芯体积)×100%

我们对沙溪矿区 17 线以北平 面上分布均匀的 25 个钻孔,每隔 30 米深测量岩芯含脉率,收集了各 观测点相应铜含量的数据,应用计 算机将数据进行处理,采用普通块 段克立格法电算制图,绘制了各勘 探线剖面岩芯含脉率及铜含量立体 17~34MPa,说明该矿床形成于浅成 中高温条件。

由于岩浆热液的活动受裂隙的控制,因此裂隙的发育程度成为热液成 矿的先决条件之一。本文通过对含矿 裂隙的定量研究,探讨了含矿裂隙与 矿化间的关系,为认识沙溪斑岩型铜 金矿床的成矿过程,成矿机理提供了 有益的信息,为该矿床的进一步勘查 提供了依据。

## 2 含矿裂隙的研究方法

前人对矿床含矿裂隙的研究取得



 第四系 2. 下白垩统 3. 上侏罗统 4. 中-下侏罗统 5. 志留 系 6. 深成侵入岩 7. 浅成侵入岩 8. 隐爆角砾岩 9. 次火山岩 10. 背斜轴 11. 断层 12. 矿床或矿点

图 2 沙溪斑岩铜金矿床地质略图(引自邱检生,1993)

Fig. 2 The schematic diagram of the shaxi prophyry - type copper-gold deposit

表面图和等值线图,该图直观地反映了岩芯含脉率和铜含量的空间分布及变化趋势。从该图中 了解到岩芯含脉率与铜含量之间的内在联系。

普通块段克立格法<sup>(9)</sup>是一种对空间分布数据求最优、线性、无偏内插估计量的方法。这种 方法是根据一个待估块段的邻域内若干信息样品的特定参数数据,考虑到样品的形状、大小、 相互位置关系及其与待估块段相互间的空间几何特征,对样品的某个特征值分别赋予最优化 的权系数,再进行加权平均作出线性无偏、估计方差最小的估计。因此,普通块段克立格法是一 种特定的滑动加权平均法。

3 含矿裂隙与铜矿化的关系

根据钻孔的岩芯含脉率及铜含量数据,应用普通块段克立格法绘制了岩芯含脉率和铜含 量剖面等值线图(图 3)和矿化强度和岩芯含脉率的平面等值线图(图 4),岩芯含脉率与铜含量 大致显示:



1 岩芯含脉率等值线 2 铜品位等值线

图 3 各剖面岩芯含脉率及铜品位(矿体)等值线图(图中的数值均为百分比)

Fig. 3 Contour showing ore-bearing fissure abundance and copper grade along various profile.

(1)剖面图上,高的岩芯含脉率集中于地表以下 400~500m,裂隙密度的中段出现铜矿化, 这为该区段网脉状石英脉的分布所证实。

(2)平面图上,本区出现了两个铜的浓集中心,分别位于6线和9线,而岩芯含脉率的极值 中心仅有一个,位于5线,尽管两者极值中心位置不同,但铜和岩芯含脉率极值区呈椭圆形,长 轴北北东向,与本区的裂隙走向一致。





1. 铜品位等值线 2. 岩芯含脉率等值线 3. 钻孔

图 4 铜矿化强度和岩芯含脉率平面等值线示意图

Fig. 4 Contour showing copper ore-forming intensity and ore-bearing fissure abundance



## 图 5 沙溪矿区 13 线剖面含脉率立体图

Fig. 5 Ore — bearing fissure abundance at different levels of  $O \sim -700$ m along exploration Line 12.



- 图 6 沙溪矿区 13 线剖面铜元素丰度立 体图
- Fig. 6 Copper abundance at different levels of  $0 \sim 700$ m along exploration Line 13



## 图 7 沙溪矿区 1 线剖面含脉率立体图

Fig. 7 Ore—bearing fissuure abundance at different levels of  $0 \sim -600$ m along exploration Line 1



## 图 8 沙溪矿区 1 线剖面铜元素丰度立体图 Fig. 8 Copper abundance at different levels of 0~-600m along exploration Line 1





## 图 9 沙溪矿区 2 线剖面含脉率立体图

Fig. 9 Ore—bearing fissure abundance at different levels of  $O \sim -700$ m along exploration Line 2.

## 图 11 沙溪矿区 9 线剖面含脉率立体图

Fig. 11 Ore—bearing fissuure abundance at different levels of  $0 \sim -600$ m along exploration Line 9



第十一卷 第二期



图 10 沙溪矿区 2 线剖面铜元素丰度立 体图

6

图 12 沙溪矿区 9 线剖面铜元素丰度立体图 Fig. 12 Copper abundance at different levels of 0~-600m a-

Fig. 10 Copper abundance at different levels of  $0 \sim -700$ m along exploration Line 2

long exploration Line 9

地质找矿论丛

以上说明了岩芯含脉率与铜矿化的分布规律,岩芯含脉率与铜矿化分布的关系从各剖面 的岩芯含脉率及铜品位的立体表面图中的进一步分析:裂隙分布于地壳的浅部,裂隙发育部位 集中于-400~-500m,向深部有递减的趋势。

铜的矿化分布于-350m 以下,主要集中于-400~-600m 之间,向 6 线铜矿化的深部有 增加的趋势,综合两者的空间变化及矿区地质特征,矿石的特征将裂隙发育程度及铜矿化的关 系作了进一步的整理和分类。



# 5 - 100 - 200 - 300 - 100 - 50

## 图 13 沙溪矿区 5 线剖面含脉率立体图

Fig.13 Ore—bearing fissure abundance at different levels of O $\sim$  -700m along exploration Line 5.

## 图 15 沙溪矿区 6 线剖面含脉率立体图

Fig. 15 Ore – bearing fissuure abundance at different levels of  $0 \sim -600$ m along exploration Line 6





## 图 14 沙溪矿区 5 线剖面铜元素丰度立 体图



图 16 沙溪矿区 6 线剖面铜元素丰度立体图

Fig. 14 Copper abundance at different levels of  $0 \sim 700$ m along exploration Line 5

(1)岩芯含脉率与铜矿化存在着一定正相关性。如13线和1线(图 5~8),从两勘探线剖 面的岩芯含脉率及铜含量的立体表面图可知:铜的浓集区与裂隙发育区基本一致,铜的浓集中 心和岩芯含脉率的极值中心并不完全吻合,发生微小的偏离,铜矿化中心位于岩芯含脉率峰值 区间的鞍部,该类区段位于矿化中心的外围,含矿石英脉密集,矿化以细脉状矿化为主,矿石的 品位中等。

(2)岩芯含脉率与铜矿化无明显的相关性。如2线和9线(图9~12),岩芯含脉率高值区 与铜矿化的区域明显不一致,裂隙分布比铜矿区域广泛,且更偏向地表,裂隙分布的局部区域 内铜矿化,该区段位于矿体的边缘,发育有细脉状铜矿,分布于沉积岩中。

(3)岩芯含脉率与铜矿化呈明显的负相关性。如6线和5线(图13~16),根据勘探线的岩 芯含脉率和铜含量的立体表面图,铜的浓集区与裂隙分布区明显偏离,铜品位的峰值区裂隙不 发育,而裂隙发育的部位未见铜矿化。总的来说,这类区段的裂隙发育程度最差,且铜矿化的分 布不受裂隙发育程度的限制,矿石以浸染状铜矿石为主,分布于岩体内部的钾长石化带,即矿 体的中心部位,矿石的品位较高。

从上述岩芯含脉率和铜矿化相关性分析,矿区的不同区段岩芯含脉率与铜矿化相关性的 明显差异,根据矿区的地质特征,就两者的内在联系提出以下几点:

(1)裂隙是成矿热液运移的通道,也是矿石沉淀的场所,本矿区的围岩为粉砂岩、砂岩,岩石的强度弱,受岩体侵位的强大的热应力的影响,岩石破碎而产生密集的裂隙,为矿液的运移和矿石的沉淀提供了有利条件。这类区段距从深部上升的矿液通道较远,尽管出现了岩芯含脉率与铜矿化的正相关性,但两者的极值中心仍发生偏离。

(2)深部岩芯含脉率与铜矿化存在着一定负相关性,但矿石的品位最高,这是由于含矿岩浆流体主要是通过流体的不混溶作用形成的<sup>(8)</sup>。矿石呈浸染状,不受裂隙控制,含矿流体形成的初期,岩体冷凝过程中,含矿裂隙尚未发育完全,形成高品位的浸染状矿石。由于岩体的强度大,尽管后期各岩体的侵位,裂隙发育仍然很差,脉体不发育。

裂隙发育但铜的矿化强度弱的区段多位于沉积岩中,此类区段成矿期后的脉体广泛分布。 由于成矿热液为岩浆热液,这类区段成矿期热液活动弱,铜矿化不发育,同时由于成矿期后的 各岩体的侵入影响,大量成矿期后裂隙的迭加及其对早期铜矿的贫化,造成了裂隙广泛分布而 铜矿化弱的不明显相关现象。

通过对沙溪矿区的地质特征,矿体特征及裂隙和矿化分布及其关系的分析,表明矿液和成 矿物质与岩浆流体有关且由深部上升并侧向运移。

4 结论

8

沙溪铜金矿床的蚀变分带现象反映了斑岩型矿床的裂隙系统的特征。

沙溪矿床浸染型矿化中心裂隙不发育,而矿体边缘裂隙与铜矿化正相关,这一特征为矿床 的成因和矿区的进一步勘探提供了有益的信息。

## 参考文献

- 1. 雷秉舜,尚晓春,任启江等:安基山铜矿含矿裂隙分布特征及其与成矿的关系.地质找矿论丛,1988,3(4):20~36
- 2. 邱检生,任启江:安徽沙溪斑岩铜金矿床含矿裂隙的空间分布及矿床成因. 桂林冶金地质学院院报,1991,11(4):319~ 377
- 3. 任启江,吴俞斌,武耀诚等:陕西金堆城斑岩钼矿含矿裂隙分布规律及成因. 矿床地质,1987,6(3):37~46.
- 4. 傳斌. 安徽沙溪斑岩铜矿床地质特征及形成机制的研究. 南京大学硕士论文,1994
- 5. Haynes F M and Titley S R. The evolution of fracture related permeability within the Ruby Star granodiorite, Sierrite porphgry copper deposit. Pima. County, Arizona, Economic Geology, 1986, 75:673~683
- Norton D L and Knight J E. Transport phenomena in hydrothermal System; nature of porosity. American Journal of Science, 1977, 277:913~936
- Nortop P L and Knight J E. Transport phenomena in hydrothermal System cobling plutons. American Journal of Science, 1977. 277:937~981
- Qijiang Ren, Bingfu, et al. Charaoteristic of the hydrothermal System of the porphyry copper (gold) deposit at shaxi, Eastern China. 1995, Water-Rock Reaction-Proceedings of the 8th international Symposium on water-rock interaction-WRI-8/ VLADIVOSTOK/RUSSIA/15~19. August, 1995.
- 9. 张华良,刘振义,刘朝杰.数学地质,冶金工业出版社,1994,193~223

## THE QUANTITATIVE MODEL OF ORE-BEARING FISSURE DISTRIBUTION OF THE SHAXI PORPHYRY COPPER-GOLD DEPOSIT, ANHUI

Niu Cuiyi Wang Feng Qiu Jiansheng Ren Qijiang Fu Bin GEOLOGY DEPARTMENT OF NANJING UNIVERSITY

## ABSTRAT

The shaxi copper gold deposit located in the Tancheng-Lujiang deep fault belt belongs to Mesozoic porphyry-type deposit. Based on the large qantitative data of the fissure abundance and copper abandance in drilling-cores, the cubic figures were plotted using krige mathod. From analyzing the figures systematically, the variation, trend of the ore-bearing fissure and distribution pattern of copper abundance in three demension as well as the correlation between the degree of ore-bearing fissure and the intensity of copper minerlization have been found out. The results indicate that the ore-bearing fissure in certain extent control the formation of the copper deposit. The relation.between them provided some useful information for the gensis of shaxi porphyrytype copper-gold deposit.