

# 安徽沙溪斑岩铜矿床及邻区菖蒲山 斑岩铜矿地质研究及靶区圈定\*

孙立广 杨晓勇 王奎仁 杨学明

李英贤 石昆发

(中国科学技术大学地球和空间科学系, 合肥)

(中国科学院地球物理研究所, 北京)

**提 要:** 对皖中庐江沙溪斑岩型铜矿床进行了地质-地球化学分析研究, 结合钻探成果, 提出了该区斑岩型铜矿的成矿模式。应用激发-极化等方法进行了地球物理验证, 在菖蒲山地区发现并圈定了一个较大规模的斑岩型铜矿远景区。结合矿区所处的大地构造部位, 对全区斑岩型铜矿成矿前景进行了预测, 提出本区存在大型-超大型斑岩型铜矿的成矿潜力。

**关键词:** 斑岩型铜矿 成矿模式 地球化学-地球物理研究 沙溪-菖蒲山地区

安徽 327 地质队对皖中庐江沙溪斑岩型铜矿床进行了长期的勘查工作, 已圈定中等品位 ( $\text{Cu} \geq 0.4\%$ ) 25.85 万吨, 低品位 ( $\text{Cu} = 0.2\% \sim 0.4\%$ ) 23.10 万吨。

在执行国家 85 攀登计划和重点科技攻关课题研究中, 课题组在详细分析前人, 尤其是安徽省地矿局 327 队地质与钻孔资料的基础上, 通过野外考察, 室内分析, 提出了构造屏蔽、背斜核部控矿控岩的理论模式。并根据这个模式在该矿区以南菖蒲山背斜核部发现了富铜铁帽, 3 个地表露头样品分析结果: 高品位达  $1475 \times 10^{-6}$ , 最低品位  $560 \times 10^{-6}$ , 高者已接近边界品位。在中国科学院地学处的统一协调下, 1993 年 11~12 月, 中国科学院地球物理所专题组在科大专题组的密切配合下对科大提出的菖蒲山预测区进行了电法和磁法探测工作, 并对沙溪已知矿区第 9 勘探线进行了对比实验研究。结果表明, 在菖蒲山地区存在一个与沙溪矿区异常形态近似、强度略大的高极化区, 异常体近 NNE 向分布, 纵向长度大于 1500 m, 宽度大于 500 m, 异常埋深距地表 100 m 左右, 初步研究结果表明, 该异常体由硫化物矿化引起, 且规模较大, 结合全区的地质-地球化学的综合研究, 认为本异常区是由与沙溪矿区相似的埋深较浅的斑岩铜矿体所引起的, 即在沙溪矿区南侧菖蒲山一带存在一个较大规模的斑岩型铜矿远景区。

## 1 区域地质背景与矿床地球化学

沙溪-菖蒲山斑岩型铜矿区位于长江中下游铁、铜成矿带的中段北缘, 郟庐断裂的主干断裂从矿区西侧通过, 东部濒临庐枞火山岩盆地, 矿田位于郟庐断裂带与矾山-铜陵深断裂的复合部位<sup>[1]</sup>。矿区地层出露简单, 除第四系近代沉积堆积和白垩系红色砂砾岩外, 矿区西北部及东部、东南部边缘分布有上侏罗统一白垩统陆相火山岩。而作为含矿岩体围岩为

\* 国家 85 攀登计划专题 (30-12) 及 85 重点科技攻关项目 (85-901) 铜矿资源类型评估研究成果

孙立广, 男, 53 岁, 教授, 长期从事矿床地质、地球化学研究。邮政编码: 230026

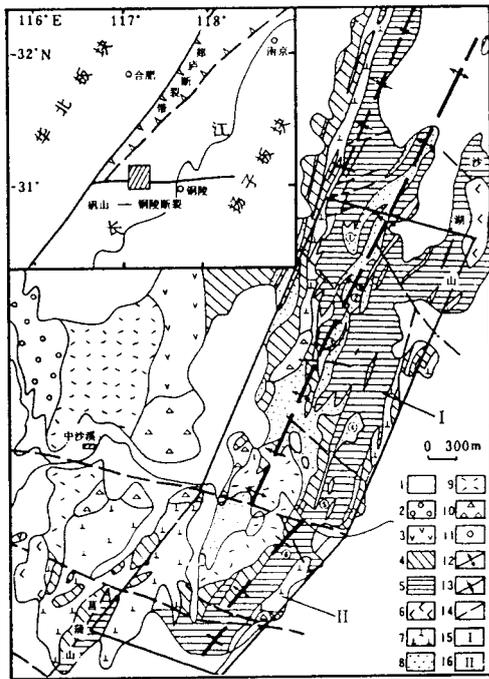


图1 沙溪—菖蒲山斑岩铜矿区地质-构造略图

(据安徽省地矿局327队资料改编)

- 1—第四系沉积物；2—中-新生界红层；3—中生界火山岩；4—中生界碎屑岩；5—古生界碎屑岩；6—闪长岩类；7—浅成相闪长斑岩；8—含矿石英闪长斑岩，黑云母石英闪长斑岩；9—潜火山岩类；10—侵入角砾岩；11—爆发角砾岩；12—推测背斜轴；13—次级向斜轴；14—断层线；15—沙溪斑岩铜矿区；16—菖蒲山斑岩铜矿预测区

中下侏罗统内陆湖沼相碎屑岩、上泥盆统一中下志留统陆相滨海相碎屑岩及海湾泻湖相碎屑岩。沙溪斑岩铜矿体绝大部分产于斑岩岩体中，主要为石英闪长斑岩，黑云母石英闪长斑岩，细斑闪长斑岩。自北向南将沙溪矿区划分为4个矿段，即棋盘山、铜泉山、狮子山、断龙颈。但实际上4个矿段是一个呈NNE向连续分布的整体，受全区NNE向的复式背斜控制。菖蒲山预测区位于断龙颈断裂以南，构造线方向向东稍偏，构成与沙溪矿床相对独立的矿化区，但二者之间又有密切的成因联系，全区地质概况见图1所示。

本区岩浆活动大体分为两个阶段：早期为侵入阶段，各主要侵入体均有不同程度的铜矿化，而该阶段石英闪长斑岩、黑云母石英闪长斑岩为主要容矿岩石，其次角闪闪长斑岩、粗斑闪长斑岩、侵入角砾岩、细斑角闪闪长斑岩等亦部分或局部含矿。该阶段末期有大量基性、中性和亚碱性、酸性脉岩贯入；晚期阶段有火山喷发和潜火山活动。

多数闪长岩中  $\text{Na}_2\text{O}$  的含量均大于  $\text{K}_2\text{O}$ ，用 Batchelor 等 (1985)<sup>[2]</sup> 提出的多阳

离子参数 ( $R_1 = 4\text{Si} - 11\text{Na} - 11\text{K} - 2\text{Fe} - \text{Ti}$ ;  $R_2 = 6\text{Ca} + 2\text{Mg} + \text{Al}$ ) 判别表明：本区闪长岩类为消减的大陆边缘花岗岩和板块碰撞后隆的花岗岩；同时依据 Maniar 等 (1989)<sup>[10]</sup> 提出的微量元素判别方法进行判别表明，该闪长岩为岛弧或大陆弧花岗岩，由此可知该区的闪长岩与板块碰撞有关。同位素和岩石化学的研究表明：该区的中酸性侵入岩的物质来源为壳-幔混染型，并以幔源为主<sup>[4,5]</sup>；从全区闪长岩产生的大地构造背景分析，该区处于扬子陆块与华北陆块接合部位的南缘，中生代时期位于庐枞火山岩断陷盆地的边缘，郟庐深大断裂带通过全区，该区的闪长岩无论是从产生还是到其演化上看都是有利的有利于大型乃至超大型斑岩矿床的形成<sup>[2,6-8]</sup>。

## 2 菖蒲山预测区构造屏蔽与背斜核部控矿模式及其意义

从沙溪已有剖面线及钻孔资料来分析，沙溪矿床的主要矿体呈倒“U”字形，均分布在背斜核部，围岩以蚀变高家边组硅化碎屑岩为主（图2），沿核部断续出露的岩体可以看成是背斜核部剥蚀后的露头。两翼部出露的无矿岩体是浅成相火山岩。在背斜核部，富含挥发

性组分的含矿热液在受到顶盖屏蔽情况下富集成矿，而在两翼显然不利于成矿。印支期以来，郟庐断裂的大幅度左行平移，在断裂东侧形成了一系列羽状，呈 NNE—NE 展布的褶皱轴，其背斜核部及其虚脱部位为含矿岩体提供了良好的容岩空间。

我们在研究了前人工作基础上，结合地表实测地层剖面，提出了构造屏蔽，背斜核部控岩控矿模式（图略）。应用模式图可以完满地解释沙溪矿床中矿体的分布，矿层厚度的分布以及两翼岩体无矿的本质原因。根据这个模式有目的地选择断龙井以南有志留系分布的菖蒲山地区进行野外调查工作，很快便发现了地表矿化点和斑岩型铜矿的标志——富铜铁帽。3 个地表样品的分析结果表明 Cu 含量  $560 \times 10^{-6} \sim 1475 \times 10^{-6}$  之间<sup>[3]</sup>，地表矿化点的 Cu 品位比沙溪矿床地表矿化点的 Cu 品位高出甚多，而且该矿化点正位于一个背斜核部地带，从而进一步证明这个理论模式对寻找斑岩矿床的实际意义。

### 3 地球物理测量及异常分析

区内地球物理测量研究，是在地质、地化研究的基础上进行的。工作区的选择及测线的布置，覆盖了地化工作所发现的异常地段。考虑到测区中、下志留统与闪长岩体的接触带等地质现象，测线有一定延伸，以利于从正常场至异常区的全面了解。这次工作，我们共实测剖面 6 条（其中一条是与沙溪矿区以知矿体对比研究），测线基本均为 NW-SE 方向，预测区内测量控制的面积约 0.6 km<sup>2</sup>。

根据所研究地区的地质情况，在该区工作中，我们主要选择了激电法和高精度磁法两种方法。电法选用的仪器是加拿大进口的 IPR-8 接收机和 IPT-1 发射机，方法为中间梯度法，配合对称四极测深。研究方案确定为从已知到未知原则，并充分考虑地质条件的特殊性的原则。我们首先选择了沙溪矿区第 9 线作为实验剖面。从所测剖面可知，埋藏矿体和异常对应很好，该异常电法表现为低阻、高极化特征，极化率高值达 40%。且高极化较为宽缓，可能反映矿体外围的硫化物矿化晕有更宽的范围。

在预测区所测的 5 条剖面中，1~4 线具类似的特征（图 3）。其极化率值从东部正常的

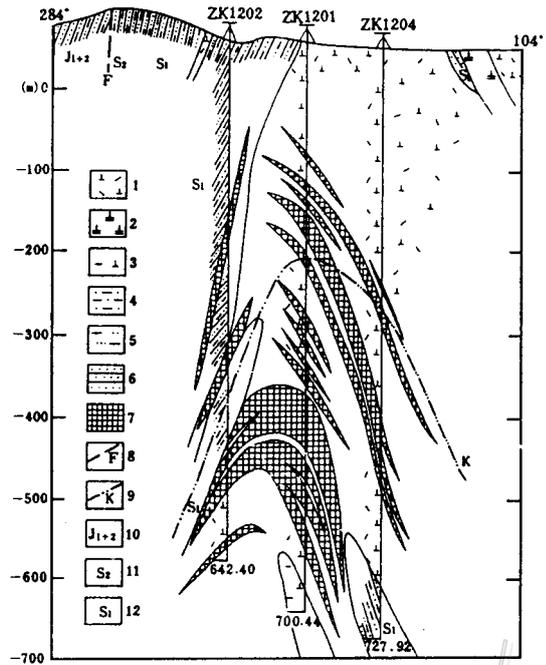


图 2 沙溪矿区第 12 勘探线地质剖面图

（据安徽地质矿产局 327 队资料）

- 1—石英闪长斑岩；2—粗斑闪长斑岩；3—黑云母闪长斑岩；4—粉砂质泥岩；5—泥质粉砂岩；6—砂岩；7—工业品位铜矿体；8—断层；9—钾化蚀变界线；10—侏罗系象山群；11—志留系坟头组；12—志留系高家边组

中、下志留统的 20‰ 左右, 向西进入异常区突然变为 40‰ 以上, 最高近 60‰ 左右, 略高于已知矿区较好矿化地段第 9 勘探线的极化率异常值。而进入中沙溪闪长岩体后极化率值迅速降至 8‰ 以下。极化率异常非常明显。且异常大体与区内中、下志留统和中沙溪闪长岩体接触带方向一致, 为近 NE 方向的带状, 具体可分为两条带, 较西部的带异常值稍高, 可能为埋深较浅所致。由测深结果表明, 高级化率体顶板埋深不足 100 m。电阻率因受地形等因素影响, 变化较大, 但仍可见近岩体异常带的低阻反映, 同时也反映了预测区高硫化物矿化区和已知矿区相对应的特点。

该异常带在略向 SE 偏转后, 尖灭于 2~5 线之间。异常面积可达 0.6 km<sup>2</sup>。

#### 4 结果讨论

综上所述, 菖蒲山预测区是一个有希望的斑岩铜矿远景区, 地、物、化的证据都支持构造屏蔽、背斜核部控矿的模式, 我们可以看到区内激发极化法所圈定的异常, 具有一定规模, 异常和相邻的中沙溪矿体有相近的量值, 局部高于已知矿区。40‰~60‰ 这样高的极化率数值在本区只能反映地下硫化物矿化富集的特征。异常和已知矿区特征近似, 为低阻高极化。异常对应的构造部位和已知矿区相当。结合该区所处的有利铜矿成矿的大地构造部位<sup>[7,8]</sup>, 我们认为本区是极有前景的斑岩型铜矿成矿远景区。

感谢中国科学院院士和工程院院士常印佛教授在本课题研究所给予的指导和 327 地质队有关工程技术人员大力协助。

#### 参 考 文 献

- 1 常印佛, 刘湘培, 吴言昌. 长江中下游铜铁成矿带. 北京: 地质出版社, 1991, 246~248.
- 2 郭文魁, 常印佛, 黄宗柯. 我国主要类型铜矿成矿和分布的某些问题. 地质学报, 1978, 52 (3): 161~180.
- 3 杨晓勇. 长江中下游铜(金)成矿远景区-安徽几个典型的铜(金)矿床成矿地球化学研究 [博士论文]. 贵阳: 中国科学院地球化学研究所, 1996, 214p.
- 4 陈江峰, 周泰禧, 张巽等. 长江中下游岩带含铜岩体的同位素地球化学研究. 见: 陈好寿主编. 同位素地球化学研究, 杭州: 浙江大学出版社, 1994, 214~229.
- 5 李应运, 安徽花岗岩类的成因类型及其成矿作用. 岩石学报, 1987, 3 (4): 44~54.
- 6 周作侠, 我国斑岩铜矿特征及其成矿物质来源. 矿床地质, 1983, 2 (4): 43~50.
- 7 王之田, 秦克章. 中国大型铜矿类型、成矿类型及时空分布特点. 地质学报, 1988, 62 (3): 169~181.
- 8 Chen W M. and Tang Z., The relationship between the formation of copper-molybdenum deposits and the crustal evolution in China. Resource Geology (Special Issue), 1993, (15): 19~30.
- 9 Batchelor R A. and Bowden P., Petrogenetic interpretation of granitoids rock series using multicationic parameters. Chem. Geol., 1985, 48 (1): 43~56.
- 10 Maniar P D. and Peccoli P. M., Tectonic discrimination of granitoids. Geol. Soc. Amer. Bull., 1989, 101: 635~643.

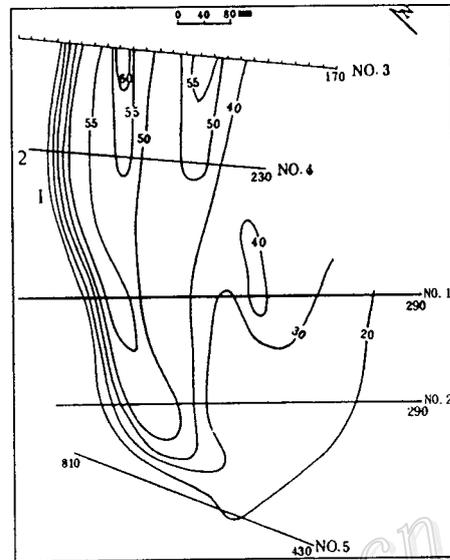


图 3 菖蒲山预测区激发-极化法测量的极化率等值线平面图  
1—等值线及极化率数值; 2—测量工作线