

# 皖中沙溪-菖蒲山斑岩型铜金矿成矿地球化学特征 及成矿大地构造背景\*

池月余<sup>1</sup>, 李双<sup>2</sup>, 吴文龙<sup>1</sup>, 余良范<sup>3</sup>, 杨晓勇<sup>2</sup>, 张千明<sup>1</sup>

(1 安徽省地质矿产勘查局 327 地质队, 安徽 合肥 230011; 2 中国科学技术大学地球和空间科学学院, 安徽 合肥 230026;  
3 安徽省国土资源厅地质调查中心, 安徽 合肥 230001)

## 1 沙溪-菖蒲山地区地质构造背景

沙溪-菖蒲山斑岩型铜金矿区位于长江中下游铁、铜成矿带的中段北缘, 郟庐断裂带与矾山-铜陵深断裂的复合部位(常印佛等, 1991)。岩体侵位的接触地层主要是中志留统陆相~滨海相碎屑岩, 下志留统浅海相碎屑岩, 以及中、下侏罗统内陆湖相碎屑岩等。铜金矿体绝大部分产于石英闪长斑岩, 黑云母石英闪长斑岩体内, 并受全区北北东向复式背斜控制。

矿区的控岩控矿及导矿构造主要与郟庐断裂带有关, 矾山-铜陵深断裂起到与长江断裂带巨大的构造岩浆活动带的沟通作用。同时长江中下游成矿带所对应的是深部地幔上隆带, 并且矿床的集中分布与岩浆岩的集中分布是一致的。

综合分析研究表明, 沙溪-菖蒲山斑岩型铜金矿形成不仅受到全区北北东向复式背斜控制, 同时还受到郟庐断裂带与矾山-铜陵深断裂带控制, 另外致密结构的砂页岩地层及其惰性物质组分, 具有很好的屏蔽作用, 利于侵入岩浆的分异演化和成矿物质的富集。

## 2 元素地球化学特征

根据沙溪-菖蒲山地区岩浆岩的硅钾图(图 1)可知, 沙溪-菖蒲山地区的岩石主要属于钾玄岩系列和高钾钙碱性系列。

本区侵入岩微量元素不仅富集 Sr, 也富集 Ba, 相对亏损 Rb。由于 Ba 的主要载体矿物为钾长石和黑云母, Sr 的载体矿物为钙长石等, 可见, 本区侵入岩 Ba、Sr 的富集与岩石富钙富碱的特征是一致的。Rb 的亏损表现为 K/Rb 比值高, Rb 可以以类质同象的方式进入含钾矿物中, 但元素在不同的温压等物理化学条件下迁移率与扩散率等性质不同, 因此含钾矿物的浓度与本身的物理化学性质也可以影响 Rb 进入矿物中的含量。所以岩石中 Ba、Sr 含量高, 很可能是由于源区岩浆的固有性质。壳型花岗岩类 Ba、Sr 含量低, 富集 Rb, 而幔源型或壳幔同熔型花岗岩的 Ba、Sr 含量高, 且贫 Rb。在沙溪-菖蒲山地区微量元素蜘蛛图解中(图 2), 相对于地壳值来说, Sr 出现明显的正异常, Nb、Ta、Hf、Zr 出现较大的负异常。但相对于 N-MORB 来说, 样品的重稀土元素亏损。Sr 出现严重的正异常, 是因为斜长石的大量结晶过程使得 Sr 以类质同象的方式替代了斜长石中的 Ca, 指示出源区残留相中微或无斜长石保留。另外, Nb、Ta、Hf、Zr 这些高场强元素, 与陆壳相比出现较大的负异常, 而 Th、U、La、Ce 等大离子亲石元素则呈现了正异常的现象。这体现了板块俯冲带岩浆岩的地球化学特征, 而与板内岩浆岩富集高场强元素的特征不符合。其中高场强元素的亏损可能是因为源区富含富钛相矿物如金红石, 钛角闪石等。

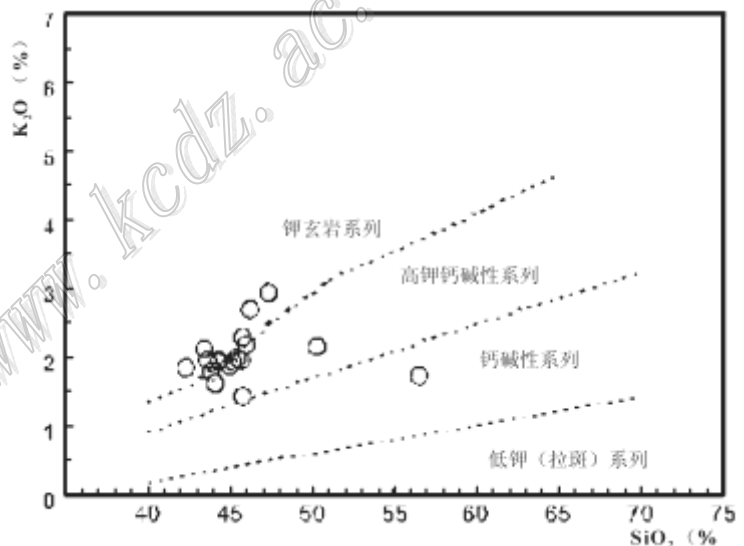


图 1 沙溪-菖蒲山地区岩浆岩的硅钾图

\*本文受到中国科学院知识创新工程重大项目(KZCX1-YW-15)和安徽省公益性地质找矿项目的资助  
通讯作者 李双, 安徽省合肥市长江东路 115 号 327 地质队

球粒陨石标准化稀土配分模式显示从偏基性岩到偏酸性岩(即辉石闪长岩到花岗闪长岩),沙溪与菖蒲山地区的侵入岩的稀土配分模式一致,均为轻稀土富集型,反映了其岩浆的同源性。岩石稀土配分模式均未出现明显的Eu的负异常现象。表明源区仅有微量或无斜长石的残留。这与俯冲带稀土配分模式相似。

### 3 区域大地构造环境判别

中国东部环太平洋地区的中生代花岗岩类非常发育。但是对于中国东部中生代中酸性火山岩的成因一直存在争论。多数学者认为中生代岩浆活动与古太平洋板块对欧亚板块的俯冲运动密切相关(吴利仁, 1985)。近年来又有人主张俯冲+板内拉张的模式(邓晋福等, 1996; 2000; 徐志刚等, 1999); 另一种意见认为中国东部岩浆作用是板内拉张产物, 与太平洋板块的俯冲无关(张旗等, 2001)。

在以Yb为标准化因子的玄武岩K-Ta判别图解(Pearce, 1982)中, 以辉石闪长岩为主的菖蒲山地区岩石属于拉斑质, 部分样品处于MORB范围内, 其余样品位于MORB和板内玄武岩的交界处。暗示出该区岩石形成的过程中的确因为太平洋板块的俯冲而使得岩石内含有MORB的成分。

在Pearce(1984)岩石大地构造环境判别图解中, 沙溪-菖蒲山样品位于同碰撞和火山弧环境中(pearce, 1984)。前人

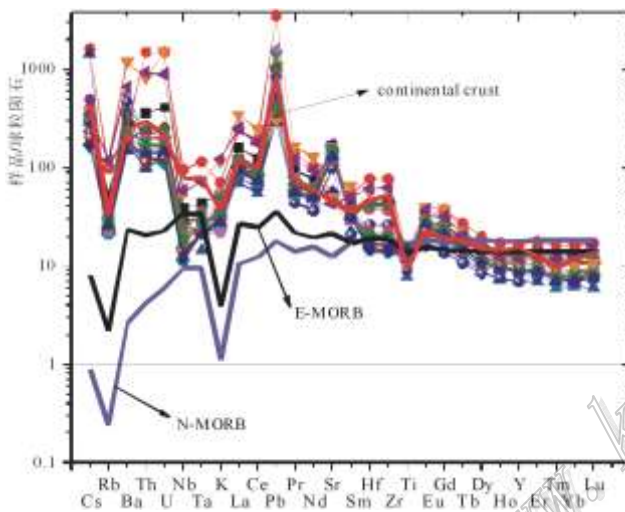


图2 沙溪—菖蒲山地区微量元素蜘蛛图解

研究表明,火山弧岩浆岩具有成分极性(Sakuyama and Nesbitt, 1986; Wilson, 1989)。在空间上,从海沟处向俯冲前缘所形成的岩浆岩的碱度逐渐升高。Wilson(1989)指出,与大洋岛弧岩浆岩相比,活动大陆边缘岩浆岩成分以高钾质为主要特征。同样由硅钾图可见沙溪两个矿区及皖南等矿区均以高钾为特征。同时沙溪和皖南沿江凤凰山地区都亏损高场强元素,富集大离子亲石元素,与富集高场强元素的板内环境不相容,但与板块俯冲形成的岩浆岩特征相同。说明该区受板块俯冲成岩的可能性较大。

在Ba-Nb/Y图解中,大多数样品点位于fluid-related enrichment区域中,说明本区含矿岩体的金属主要在俯冲形成的相关流体相中富集。在Sr/Y-Y图解上可见,沙溪-菖蒲山岩浆岩表现为岛弧岩石和埃达克岩石的交界处,表明具有洋壳俯冲重熔改造的特征。

燕山期的岩浆活动造就了长江中下游大规模的成矿带。该区是我国重要的铜-铁-金-硫成矿带之一。其中主要有两种类型的矿床:①与燕山期中酸性侵入岩体有关的斑岩型-玢岩型成矿系列矿床,如沙溪斑岩铜矿。②与陆相熔岩中角闪橄榄安粗岩系玢岩型铁矿成矿系列矿床。

其中铜矿的形成会受到岩浆中氧逸度的影响。当环境为高氧逸度时,可以促使硫进入硅酸盐熔体。而铜为亲硫元素,也会进入硅酸盐熔体富集形成铜矿。又因为铜为中等不相容元素,在地幔中富集,所以当岩浆来源有大量地幔的成分时才会形成铜矿。沙溪-菖蒲山地区由于岩浆有地幔成分端元的加入,因此形成了铜的富集。

### 4 结论

(1)沙溪-菖蒲山闪长岩大部分岩石属于碱性系列,少数属亚碱性系列。同时这个地区的岩石普遍具有高钾的特征,钾玄岩和高钾钙碱性岩石混杂。沙溪-菖蒲山大地构造背景是俯冲形成的火山弧环境。

(2)沙溪-菖蒲山矿区岩浆岩微量元素相对地壳明显的富集大离子亲石元素(LILE, Ba, Sr),亏损高场强元素(HFSE, Zr, Hf)。我们认为Nb、Ta发生负异常,可能是俯冲过程中由于携带了大量Nb、Ta的角闪石发生沉淀而造成源区岩浆亏损Nb、Ta,另一种可能性是Nb、Ta进入金红石脱离熔体残留在源区。关于过渡金属,主要与本区域成矿有一定的关系。Cr、Ni主要残留在源区形成铬铁矿和镍橄榄石,因此造成了大部分岩石的Cr、Ni发生严重的负异常。Cu元素由于易在地幔中富集,所以在沙溪-菖蒲山地区演化形成大规模铜矿化。

志谢 常印佛院士对本研究的亲切指导。