

埃达克岩与铜金成矿作用

——以安徽沙溪斑岩型铜金矿床为例

余良范¹, 杨晓勇², 何孝海¹, 唐敏惠¹, 吴文龙³, 张千明³

(1 安徽省公益性地质调查管理中心, 安徽 合肥 230001; 2 中国科学技术大学地球和空间科学学院, 安徽 合肥 230026

3 安徽省地质勘查局 327 地质队, 安徽 合肥 230030)

本文系统论述了埃达克岩的地球化学特征和构造环境判别,在此基础上对长江中下游地区铜金矿床岩石同位素地球化学资料进行了处理,提出沙溪地区铜金矿床成因与埃达克岩关系密切,其形成是燕山晚期西太平洋板块俯冲至扬子地块深部所导致的洋壳板片熔融作用有关,进而对沙溪斑岩型铜金矿床的主要成因机制进行了深入探讨。

1 埃达克岩地球化学特征

埃达克岩最初是用来定义那些富硅,高 Sr/Y 和 La/Yb 的源于俯冲带玄武质洋壳部分熔融形成的火山岩或侵入岩,蕴涵了一系列的岛弧火山岩,包括原生俯冲洋壳熔体,埃达克岩—橄榄岩混合熔体以及源于板块熔体交代后地幔楔橄榄岩的熔融产物。主要矿物组合是斜长石和角闪石,可以出现黑云母、辉岩和不透明矿物 (Defant and Drummond, 1990)。这些岩石的地球化学特征为:埃达克岩以 $w(\text{SiO}_2) \geq 56\%$ 、 $w(\text{Al}_2\text{O}_3) \geq 15\%$ 和 $w(\text{MgO})$ 通常小于 3% 为特点, Y 和重稀土元素含量低 ($w(\text{Y}) < 18 \times 10^{-6}$ 、 $w(\text{Yb}) \leq 1.9 \times 10^{-6}$), Sr 含量高 (很少小于 400×10^{-6}), ($^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}_0 < 0.7040$, (表 1), 富钠 ($3.5\% \leq w(\text{Na}_2\text{O}) \leq 7.5\%$) 及低的 $\text{K}_2\text{O}/\text{Na}_2\text{O}$ (~ 0.42)。在 $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O})$ 对 SiO_2 图解中埃达克岩落在钙碱性区域 (图 1A); 而在 K-Na-Ca 三角图解中,落在奥长花岗质分异的趋势上,没有显示出任何与钙碱性趋势的相关性 (图 1B)。它们的 $\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{MnO} + \text{TiO}_2$ 组分中等偏高 ($\sim 7\%$), 高 $\text{Mg}^\#$ (~ 0.51) 和高 Ni、Cr 含量 (分别为 24×10^{-6} 和 36×10^{-6})。从这一点看,它们与典型钙碱性火山岩 ($\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{MgO} + \text{MnO} + \text{TiO}_2 = 6\%$; $\text{Mg}^\# = 0.36$) 明显不同。

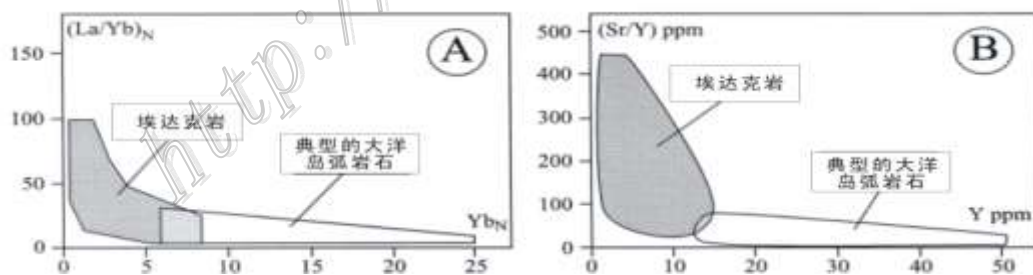


图 1 $(\text{La}/\text{Yb})_N$ vs. Yb_N (Martin, 1987; 1999) 和 Sr/Y vs. Y (Defant and Drummond, 1990) 图解,用以区分埃达克岩 (灰色区域) 和典型岛弧钙碱性岩石 (白色区域) (转引自余良范等, 2009)

2 埃达克岩与沙溪斑岩型铜金矿床的形成

多年来的系统研究表明,安徽沙溪斑岩型铜金矿床成矿岩浆也属于埃达克岩成因。

地幔中的亲铜元素主要存在于硫化物中。地幔亲铜元素通过岩浆的移动只有当熔化的源区岩石没有硫化物时才会发生。只有来自板块的埃达克质岩浆或是超临界的流体才有高的氧化潜力产生浅成热液和斑岩 Cu-Au 矿床 (Mungall, 2002)。然而,来自下地壳基座玄武质或辉长质岩石熔融产生的埃达克质岩浆会保留它们源区的低 $f(\text{O}_2)$, 因此不利于形成 Cu-Au 矿床。除了 $f(\text{O}_2)$ 之外,另一个控制 Cu-Au 成矿作用的因素是亲铜元素的可用性。前面说过直接来源于厚的下地壳源区的埃达克质

岩浆没有穿过富铜地幔源区, 它们没有什么发生 Cu-Au 成矿作用的潜力。地幔对发生 Cu 成矿作用扮演了至关重要的角色, 联系到沙溪埃达克质岩浆, 当它们是来自拆沉下地壳时是唯一的可能。沙溪埃达克岩最与众不同的化学和同位素特征是那些确保它们的接近亲铜库和运输 Cu 和 Au。

沙溪斑岩型铜金矿区位于长江中下游铁、铜成矿带的中段北缘, 郟庐断裂的主干断裂从矿区西侧通过全区, 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(常印佛等, 1991)。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下白垩统陆相火山岩。而作为含矿岩体围岩的为中下侏罗统内陆湖沼相碎屑岩、上泥盆—中下志留统陆相—滨海相碎屑岩及海湾泻湖相碎屑岩。沙溪斑岩铜钼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, 为含矿岩体。从地形上自北向南将沙溪矿区划分为 4 个矿段, 从北而南为棋盘山、铜泉山、狮子山、断龙颈, 矿体并受全区 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。

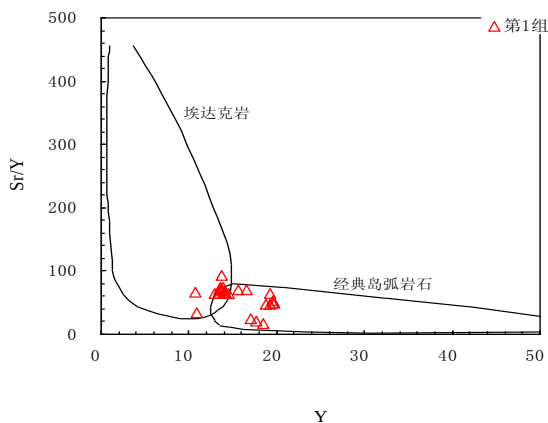


图2 沙溪地区岩浆岩 Sr/Y-Y 图解
(据 Defant and Drummond, 1990)

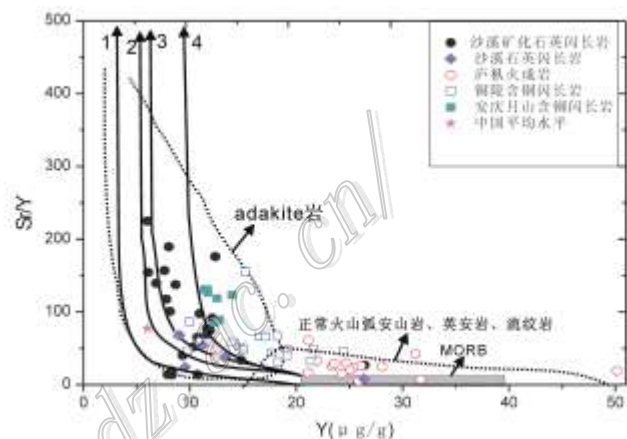


图3 长江中下游地区的铜金成矿岩浆岩具有埃达克质的特征

在 Sr/Y-Y 图解上可见 (图 2), 沙溪地区大部分岩浆岩位于经典岛弧岩石和埃达克岩石的交界处。

长江中下游地区是中国重要的铜资源基地之一。大多数与成矿有关的中酸性侵入岩具有类似埃达克岩的地球化学特征, 即富集 Sr 而贫 HREE (如: Y 和 Yb); 但它们具有负的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值和相对富集的 Sr 同位素初始比值 (>0.704)。大量的岩石化学数据显示长江中下游地区的铜金成矿岩浆岩具有埃达克质的特征 (图 3)。

燕山期的火山活动造成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 2 种类型的矿体: ① 在燕山晚期主要是侵入体内的矿体, 如沙溪斑岩铜金矿。② 在燕山期侵入体与晚古生界—早中生界沉积岩的接触带中的夕卡岩矿体。③ 在晚古生界沉积岩中的层控块状硫化物矿体。

3 结 论

沙溪早白垩世石英闪长玢岩表现出与埃达克岩类似的地球化学特征显示其石英闪长玢岩为埃达克岩, 区内的斑岩型铜金矿床与该类埃达克岩的成因密切相关。沙溪斑岩型铜金矿床成矿作用大地构造背景属于俯冲洋壳环境。该 ADAKITE 及其斑岩型铜金矿床的形成机制系中生代太平洋板块的向中国大陆的俯冲带来的洋壳物质重熔结晶分异的结果。鉴别本区的埃达克岩成因对于认识沙溪斑岩矿床成因具有重要意义, 同时可以指导该区的深部找矿。

参 考 文 献

- 常印佛, 刘湘培, 吴言昌. 1991. 长江中下游铜铁成矿带[J]. 北京: 地质出版社.
余良范, 杨晓勇, 孙卫东, 等. 2008. 埃达克岩与皖中沙溪斑岩铜矿的成矿作用[J]. 中国地质, 35 (6): 1150-1161.
Defant M J and Drummond M S. 1990. Derivation of some modern arc magmas by melting of young subduction lithosphere [J]. Nature, 347: 662-665.
Mungall J E. 2002. Roasting the mantle: Slab melting and the genesis of major Au and Au-rich Cu deposits [J]. Geology, 30(10): 915-918.