安徽铜陵新桥铜硫铁矿床胶状黄铁矿成因分析*

张 宇[1,2]，邵拥军[1,2]，周 鑫[1,2]，刘忠法[1,2]，郑明泓[1,2]

（1 中南大学有色金属成矿预测教育部重点实验室，湖南 长沙 410083；
2 中南大学地球科学与信息物理学院，湖南 长沙 410083）

新桥铜硫铁矿床是我国长江中下游成矿带铜陵矿集区内一个非常重要的矿床。经过众多地质工作者多年的研究，该矿床在岩体定年、成矿元素分带、成矿流体、控矿因素、成矿规律及找矿标志等方面均取得了丰硕的成果（张德贵，1982；王恩德，1991；谢华光等，1995；周涛发等，2000；王彦斌等，2004；臧文拴等，2004；2007；李红阳等，2005；徐应龙等，2009），但同时由于对成矿物质来源和矿区典型的胶状黄铁矿成因等方面的认识存在不足，使得其矿床成因一直处于争论之中。本文通过对新桥矿区胶状黄铁矿进行电子探针分析，原位测试其主量元素 Fe、S 和微量元素 Se、Te、Cu、Pb、Zn、Co、Ni、Au、Ag、As 共 12 种元素的含量，同时选取矿区结晶黄铁矿作对比测试分析，以从地球化学的角度解释其成因，为矿床的成因研究提供依据。

1 地质背景

新桥铜硫铁矿床位于华北地台与江南地背斜两大构造之间的交接带，即扬子准地台下扬子坳陷带沿江拱断褶带贵池—马鞍山断褶带中部。志留系下统高家边组(S_1g)至三叠系下统殷坑组(T_1y)在区内均有出露，石炭系中统黄龙组(C_2h)和上统船山组(C_3c)在矿区内被层状矿体所代替，是主要的赋矿层位。舒家店背斜与大成山背斜枢纽走向均呈 SW 向，两背斜相向倾伏，其倾伏端发育有盛冲向斜，三个褶皱在空间上组成了一个有利于岩体和矿体就位的“半漏斗”形区域。区内出露的岩体主要为矶头复式岩株，出露于盛冲向斜核部，出路面积约 0.5 km^2，岩性以石英闪长岩为主。

1 号矿体是新桥矿体的主矿体。赋存于五通组(D_3w)砂页岩与黄龙组(C_2h)灰岩之间的滑脱破碎带之中。呈层状、似层状。矿石矿物以黄铁矿、磁铁矿、黄铜矿、胶状黄铁矿、菱铁矿和磁黄铁矿等为主；脉石矿物主要为方解石、白云石、绿泥石和石英等。矿石结构主要为粒状结构、胶状结构、交代残余结构、交代假象结构、共结边结构、网状结构、脉状结构、针状结构、条带状结构、层纹状结构、揉皱结构、压碎结构等。矿石构造主要为块状、浸染状、角砾状、脉状、砂糖状、蜂房状、卷曲状、晶洞状、网脉状构造等。围岩蚀变主要有矽卡岩化、钾化、硅化、碳酸盐化、绢云母化、高岭土化和绿泥石化等。

2 测试样品的采集及特征

本次测试的黄铁矿包括结晶黄铁矿和胶状黄铁矿 2 种类型。测试所需要的结晶黄铁矿均采自新桥矿区-300 m 中段 5 号穿脉内底沿 1 号矿体和-270 m 中段 E16 采场 1 号矿体。块状构造，立方体、五角十二面体和不规则他形粒状。胶状黄铁矿采自露天采场-60 m 平台五通组地层的顶部和-270 m 中段一分层 E106 采场，呈疏松状，浅灰色，无金属光泽，局部重结晶形成结晶黄铁矿，镜下呈土黄色，表面粗糙，同心环状结构。

*本文得到国土资源部公益性行业科研专项经费项目04课题（200911007-04）和中南大学地球科学与信息物理学院教育部重点实验室“有色金属成矿预测”专项基金的联合资助。
第一作者简介 张 宇，男，1985 年生，博士研究生，主要从事矿床学研究。Email：zyu2009@qq.com

3 测试方法及测试结果

测试工作在中国科学院广州地球化学研究所电子探针微区分析实验室完成。应用 JOEL JXA-8100 型电子探针(EPMA)，加速电压(acc.voltage)选择为 15kv，电子束流(probe current)大小为 2.0×10^{-8}A，束斑大小一般为 1 μm，检出限 0.001%，校正方法为 ZAF 校正。黄铁矿测试模式中，Ni 的峰值计数时间为 40s，背景计数时间为 20 s，其余元素的峰值计数时间和背景计数时间分别为 20 s 和 10 s。

所测的 10 种微量元素中，Pb 的含量全部超过检测限， Cu、Co、Ni、Au、Ag、As 大部分超过检测限，而 Se、Te、Zn 约有一半超过检测限。结晶黄铁矿 Fe、S 含量分别为 44.121～46.680，51.955～54.391，平均值分别为 45.496 和 53.137，其含量较为稳定；胶状黄铁矿 Fe、S 含量分别为 38.352～46.199，39.169～52.821，平均值分别为 43.434 和 48.075，二者变化范围上限与结晶黄铁矿相当，下限则明显低于结晶黄铁矿；结晶黄铁矿中的 Co 含量明显高于胶状黄铁矿，而其 As、Cu、Ag 含量则明显低于胶状黄铁矿。

4 讨 论

黄铁矿中 Fe/S 的理论值 0.857，黄铁矿的实际值与理论值的比较具有可靠的指示意义。梅建明(2000)报到沉积成因黄铁矿铁、硫含量同理论值相近或硫的含量略多，内生黄铁矿型铜(多金属)矿床中的黄铁矿与理论值相比亏硫。新桥结晶黄铁矿 Fe/S 取值范围为 0.833～0.877，其中多数大于 0.857，相对亏硫，属于内生成因；胶状黄铁矿 Fe/S 取值范围为 0.803～1.058，平均值为 0.906，39 个数据中仅有 5 个数据小于 0.857，富铁贫硫特征十分明显，说明其为内生成因。

Bralia A 等(1979)多不同成因类型黄铁矿的 Co、Ni 含量进行系统研究后认为：沉积黄铁矿 Co/Ni 比值小于 l，平均值为 0.63；热液(脉状)黄铁矿的 Co，Ni 含量变化较大，1.17<Co/Ni <5；火山喷气块状硫化物矿床 Co/Ni 比值变化范围为 5～50，平均 8.7。新桥结晶黄铁矿的 Co/Ni 比值多数位于 0.953～5.250，属于热液成因；胶状黄铁矿 Co/Ni 比值为 0.571～79.000，其中绝大多数在热液成因黄铁矿取值范围，应属热液成因。

S/Se 比值对黄铁矿的成因也具有指示意义：热液成因的黄铁矿中 S/Se< 1×10^5，沉积成因的黄铁矿中 S/Se>2×10^5 （赵利青等，1997）。本区结晶黄铁矿 S/Se 变化范围 3496.533～27195.500，其数据均匀分布在 1×10^5 两侧，成因指示不明显；而胶状黄铁矿 S/Se 的 16 个有效值中仅有 4 个大于 1×10^5，大部分值变化于 1650.656～8711.600，所以其应为热液成因。

陈多福等(1998)的研究表明 Zn/(Zn+Pb)比值可以判断黄铁矿等硫化物矿床是否具有热水沉积特征，热水沉积块状硫化物矿床的比值通常接近于 1。矿区结晶黄铁矿和胶状黄铁矿 Zn/(Zn+Pb)比值分别为 0.025～0.640 和 0.027～0.460，平均值分别为 0.245 和 0.137，说明矿区黄铁矿不具有热水沉积特征，胶状黄铁矿也不是海底喷流沉积作用所形成。

结果表明，胶状黄铁矿的 Fe/S= 0.803～1.058、Co/Ni = 0.571～79.000、S/Se = 1650.656～8711.600、Zn/(Zn+Pb)=0.027～0.460，说明胶状黄铁矿因为热液成因。

参 考 文 献

陈多福, 陈先沛, 陈光谦，等. 1997. 热水沉积作用与成矿效[J]. 地质地球化学, 4: 7-12.

李红阳, 李英杰, 侯增谦，等. 2005. 安徽新桥块状硫化物矿床地球化学特征[J]. 地质科学, 40(3): 337-345.

王恩德, 王荣湖. 1991. 铜陵新桥铁帽金矿床中金赋存特征及富集规律[J]. 沈阳黄金学院学报, 10(3): 1-10.

王彦斌, 曾普胜, 李延河，等. 2004. 安徽铜陵新桥铜-金矿床的 He-Ar 同位素组成及其意义[J]. 现代地质， 18(4): 524-528.

臧文拴, 吴淦国, 张 达，等. 2004. 铜陵新桥铁矿田地质地球化学特征及成因浅析[J]. 大地构造与成矿学, 28(2): 187-193.

赵利青. 蚀变带元素地球化学成矿预测法——以金龙山微细浸染型金矿为例[J]. 物探与化探,1998,22(1):55-60.

周涛发,岳书仓. 长假中下游两个系列铜、金矿床成矿流体系统的形成条件及机理[J]. 北京大学学报(自然科学版),2000,36(5):697-707.