

安徽安庆铜矿床成矿地质条件及成因分析

陈星霖¹, 邵拥军¹, 刘忠法¹, 疏志明²

(1 中南大学 地球科学与信息物理学院 有色金属成矿预测教育部重点实验室, 湖南 长沙, 410083 ;
2. 铜陵有色金属集团控股有限公司, 安徽 铜陵, 244000)

摘要:对安庆铜矿床成矿地质条件进行分析。研究表明:区内三叠系中统月山组(T_{2y})含膏盐白云质灰岩和下统南陵湖组(T_{1n})薄层灰岩与矿床的形成最为密切;月山岩体与围岩的不规则状接触带构造及断裂构造为最主要的控矿构造;来自于上地幔的燕山早期中酸性钙碱性月山岩体为区内的成矿母岩。岩浆带为本区提供大量的成矿物质和热能,是成矿的决定因素;构造为成矿物质的运移和沉淀提供良好的通道和场所,是成矿的必备条件;地层主要以其有利的层位、岩性为成矿物质的沉淀提供良好的空间位置。在此基础上,结合成矿物质来源、形成条件、矿石组构、蚀变分带及成矿作用等方面对矿床成因进行分析,认为矿床成因属的以接触交代作用为主、岩浆贯入作用为辅形成的矽卡岩型铜矿床。

关键词:岩体特征;成矿地质条件;矿床成因;安庆铜矿床

中图分类号:P611.1

文献标志码:A

文章编号:1672-7207(2013)02-0626-06

Geological ore-forming conditions and analysis of genesis of Anqing copper deposit, Anhui province

CHEN Xinglin¹, SHAO Yongjun¹, LIU Zhongfa¹, SHU Zhiming²

(1. Key Laboratory of Metallogenic Prediction of Nonferrous Metals, Ministry of Education, School of Geoscience and Info-Physics, Central South University, Changsha 410083, China;

2. Tongling Nonferrous Metals Group Co, Ltd, Tongling 244000, China)

Abstract: The strata concerning ore deposit formation consists of dolomitic limestone with thin layer of gypsum of middle Triassic Yueshan group (T_{2y}) and limestone of lower Triassic Nanlinghu group (T_{1n}); the ore-controlling structures are irregular contact zone between Yueshan intrusion and wall rock and faults structure; Yueshan intrusion is mineralization mother rock in this area, which was originated from upper mantle in early Yanshanian with mid-acid and calc-alkaline properties. The magma is the determinant for mineralization, brings about a lot of metallogenic fluid and metallogenic material; the structure which is a prerequisite for mineralization, provides the favorable passage and place for the migration and deposition of metallogenic material; the strata mainly with its favorable position and lithology provides favorable spatial location for metallogenic material deposition. On this basis, the genesis of deposit was researched combined with the ore-forming material, formation conditions, ore-controlling factors, ore fabrics, Alteration Zoning and mineralizing process. The results show that the Anqing copper deposit is skarn copper deposit controlled by contact metamorphism, supplemented by magma injection.

Key words: intrusion characteristics; ore-forming geological conditions; genesis of deposit; Anqing copper deposit

收稿日期:2012-03-01;修回日期:2012-05-07

基金项目:国土资源部公益性行业科研专项项目(200911007-04);国家危机办项目(20109901);全球铜矿分布规律与找矿战略区划研究项目(国土资源厅发[2011]7号);中南大学有色金属成矿预测教育部重点实验室发展基金资助项目(2008年)

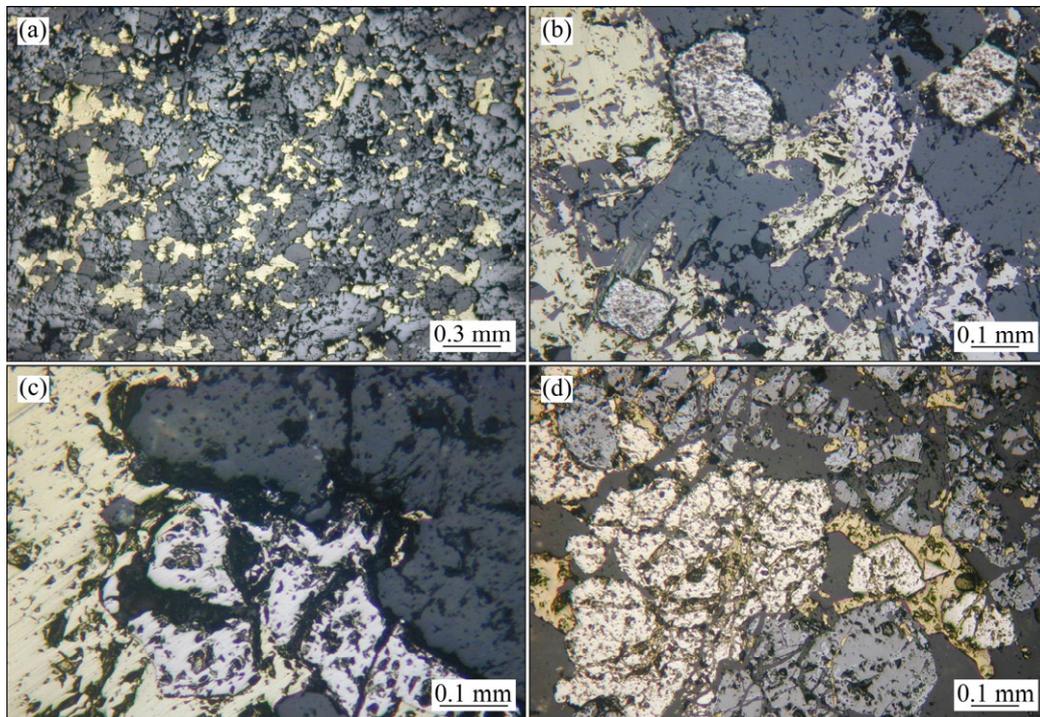
通信作者:陈星霖(1981-),男,湖南常德人,博士研究生,从事矿床学方面的研究;电话:15575837666;E-mail:cx155555@163.com

安庆铜矿床位于扬子地台北缘下扬子台坳沿江断裂带中段^[1],属安庆—贵池矿集区。研究人员在岩体地球化学、岩体成因、同位素年代、矿床地球化学^[2-7]、成矿流体特征^[8-10]、成矿动力学^[11]、成因分析^[12-13]等方面对矿集区进行大量的研究工作。前人对本区的研究多侧重于地球化学和成矿流体等方面^[2-10],对本区成矿地质条件的研究相对较少,为了丰富安庆铜矿床在成矿地质条件方面的研究成果,本文作者针对安庆铜矿床成矿地质条件进行研究,在此基础上,结合成矿物质来源、形成条件、矿石结构、蚀变分带及成矿作用等方面的综合分析,对安庆铜矿床的成因进行了探讨,为进一步找矿提供了理论依据,具有实际指导意义。

1 区域地质特征

安庆铜矿位于长江中下游安庆—贵池矿集区月山矿田内,本区成岩成矿作用与中生代以来的挤压—伸展构造演化有密切的关系^[1]。矿床的形成与燕山早期

月山岩体有紧密的成因联系,岩体为其成矿母岩;区内地层发育比较齐全,从前寒武纪至古生代、中生代地层均有出露,与成矿有关的地层主要为三叠系中统月山组(T_{2y})含薄层膏盐白云质灰岩和下统南陵湖组(T_{1n})薄层灰岩;控岩构造主要为近东西、近南北向的共轭剪裂带以及层间滑动带和虚脱带,控矿构造为接触带构造及破碎带构造。成矿岩体为中酸性闪长岩类组合,呈岩株、岩脉状产出。矿体受接触带控制,主矿体呈反“S”型透镜体状,被近南北向断裂切割为2个主矿体(1号和2号矿体),除了2个主矿体之外,本区小矿体甚多,规模小,品位低。主要矿石类型包括矽卡岩型铜矿石、矽卡岩型铁矿石、闪长岩型铜矿石及混合矿石等,金属矿物主要为磁铁矿、黄铜矿、斑铜矿,脉石矿物主要为透辉石、钙铁石榴石、方柱石、斜长石、蛇纹石和黑云母,透闪石等。矿石结构主要有自形—半自形粒状结构、它形粒状结构、交代结构、包含结构等(见图1)。矿石构造主要有块状构造、浸染状构造、斑点状构造、脉状及条带状构造以及角砾状构造等。



(a) 半自形粒状晶形的黄铜矿和磁铁矿(+); (b) 黄铜矿包含黄铁矿呈包含结构(-);
(c) 黄铁矿交代磁铁矿呈交代溶蚀结构(-); (d) 黄铜矿呈脉状交代磁铁矿和黄铁矿呈交叉结构(-)

图1 安庆铜矿床典型矿石结构

Fig.1 Typical ore texture of Anqing Cu Deposit

2 成矿地质条件分析

2.1 地层及其与成矿的关系

安庆铜矿床主要容矿地层为三叠系南陵湖组薄层灰岩,月山组薄层膏盐白云质灰岩,从地层的含矿性来看^[14],这些层位中成矿元素含量并不很高,因而本区地层参与成矿的能力是十分有限的,矿床在该层位地层中赋存主要是由其岩石物理化学性质所决定的。本区三叠系月山组地层性脆,容易分解,化学性质活泼,特别是硅化后容易破裂而产生裂隙,加之地层本身孔隙度和渗透率较高,因而,成为本区成矿热液转移的良好通道;月山组膏盐层为一软弱带,在构造应力作用下易于产生层间滑动而形成层间滑脱带,为含矿热液的富集和沉淀提供了良好的空间;二叠系上统薄层硅质岩由于渗透性差,对矿液起到了很好的屏蔽作用,有利于矿液的集中。因此,从某种意义上讲,地层对成矿的控制作用主要表现在以其有利的层位、岩性以及屏蔽层效应为成矿物质的沉淀提供有利的空间位置。

2.2 构造及其与成矿的关系

矿区内构造以中小型断裂及次级褶皱为主,区内主要的断裂构造为近南北向的 F_1 断层,倾向西,倾角变化较大($40^\circ \sim 70^\circ$);褶皱构造主要为北东向西马鞍山背斜和近东西向的东马鞍山倒转背斜,它们的形态和产状对矿质的沉淀、矿体的形态影响较大。

本区控矿构造构造主要为接触带构造及破碎带构造,本区接触带形态复杂,具体表现形式包括舌状体构造、波状起伏界面、不规则界面、断裂接触砂卡岩带以及层间破碎砂卡岩带等。本区局部碳酸盐岩地层外凸呈“舌状”深入岩体内,舌状接触带前缘与岩体接触面积大,有利于含矿热液与围岩进行充分交代;波状起伏界面、不规则界面势必会产生局部的凹陷空间,为成矿热液的汇聚和沉淀提供了良好的场所;月山组含膏盐地层在构造应力作用下,易于产生层间滑动、破碎及拉张现象,形成层间破碎带、层间滑脱带,为含矿热液的运移及沉淀提供有利的空间,安庆铜矿床 1 号矿体就产于西马鞍山倒转背斜转折端的层间虚脱带内。此外,本区裂隙发育,有利于矿液的运移与接触交代作用的发生,是本区脉状矿体、小矿体(如安庆 3 号矿体)产出的有利容矿构造部位。

2.3 岩体特征及其与成矿的关系

2.3.1 岩石学及岩石化学特征

安庆铜矿床位于月山闪长岩类岩体东枝,岩体主

要由闪长岩、石英闪长岩和钾长闪长岩等组成,多呈灰色、灰白色和灰绿色,岩石结构简单,一般为中细粒半自形不等粒状结构。造岩矿物以斜长石($45\% \sim 70\%$)和角闪石($5\% \sim 20\%$)为主,钾长石含量相对偏高($5\% \sim 15\%$),石英含量变化较大($3\% \sim 12\%$),局部可见少量的黑云母和极少量的辉石。

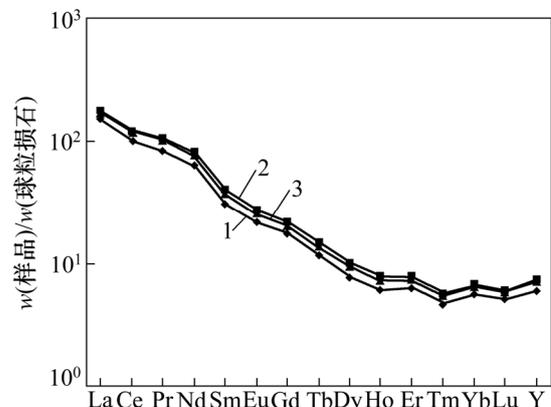
岩体的 SiO_2 平均含量(质量分数,下同)为 58.13% ,岩石总碱含量 $w(K_2O+Na_2O)$ 平均值为 7.14% , $w(Na_2O) < w(K_2O)$;里特曼组合指数(σ)平均值为 3.38 ,基本上属于中酸性钙碱性岩。

2.3.2 岩体地球化学特征

岩体样品稀土总量 $w(\Sigma REE)$ 平均值为 250.36×10^{-6} , $w(LREE)/w(HREE)$ 平均值为 8.30 ,属轻稀土富集型; $(w(Ce)/w(Yb))_N$ 平均值为 17.52 ; $(w(La)/w(Sm))_N$ 平均值为 4.62 ; $(w(Gd)/w(Yb))_N$ 平均值为 3.15 ,小于 $(w(La)/w(Sm))_N$ 平均值,说明重稀土分馏程度极低,衰减速度比轻稀土慢;稀土配分曲线均向右倾,几乎重合在一起,显示了较好的同源性(见图 2)。岩体中 Th 平均含量为 9.36×10^{-6} ,明显高于维氏值,而 Rb 和 Ba 含量明显低于维氏值,可知本区岩浆可能来源于深部的上地幔。岩体中 Sr 平均含量为 1201×10^{-6} ,具接近碱性玄武岩的 Sr 的含量,远高于上地壳值(350×10^{-6})和下地壳值(230×10^{-6}),因此,形成本区岩体的原始岩浆不可能是地壳岩石深熔或重熔形成的,也表明本区岩体可能由来源于高钾富碱的地幔岩浆演化而来。但也有部分样品的 Sr 丰度较低,为 138×10^{-6} ,表明原始岩浆在上侵过程中可能受到地壳不同程度的混染。

2.3.3 岩体与成矿的关系

岩体的微量元素定量分析结果显示(见表 1):岩体



1—ZKA-2 石英闪长岩; 2—ZKA-8 闪长岩;

3—ZKA-11 闪长岩

图 2 月山岩体稀土元素配分曲线

Fig.2 REE distribution curves of Yueshan rockbody

表1 微量元素测试结果(质量分数)

Table 1 Test results of trace elements

10⁻⁶

样品	W	Th	Rb	Ba	Sr	Cu	Co	Ni	Cr
ZKA-2 闪长岩	1.00	8.53	56.80	60.00	1 620.00	46.00	17.80	20.00	50.00
ZKA-8 闪长岩	1.00	9.40	66.10	80.00	1 845.00	12.00	18.00	16.00	30.00
220-1-1 钾长闪长岩	2.00	10.15	40.60	140.00	138.00	98.00	7.00	5.00	10.00
平均值	1.30	9.36	54.50	93.3.00	1 201.00	52.00	14.30	13.70	30.00
580-1-12 大理岩	5.00	7.05	8.00	39.60	4 320.00	21.00	2.00	< 5.00	10.00
460-2-1	5.00	0.46	2.90	14.00	2 070.00	8.00	1.40	< 5.00	10.00
平均值	5.00	3.80	5.40	26.80	3 195.00	14.50	1.70	< 5.00	10.00
维氏值(中性岩)	1.00	7.00	100.00	650.00	800.00	35.00	10.00	50.00	55.00

测试单位:中国广州澳实矿物实验室。

中成矿元素铜等的平均含量为 52×10^{-6} , 明显高于维氏值, 显示出明显的富集性, 而地层中成矿元素铜等的平均含量为 14.5×10^{-6} , 明显低于维氏值, 因此, 地层不具备提供成矿物质且聚集成矿的能力, 不可能为本区成矿物质的提供者, 岩体才是本区成矿物质的提供者, 与成矿关系密切。

流体包裹体结果显示成矿流体晚期有大气水加入^[12], 但仍以岩浆水为主; 铅同位素结果表明本区成矿物质绝大部分来自于岩浆^[14-15]; 岩体成岩年龄大致为 $138 \text{ Ma}^{[16]}$, K-Ar 法测定的成矿年龄大致为 $131 \text{ Ma}^{[17]}$, 成矿稍晚于成岩活动, 岩浆成岩活动带来了成矿作用的发生。流体包裹体和同位素测试结果均显示燕山早期酸性岩浆侵入活动与成矿作用关系密切, 岩浆活动带来了大量的成矿物质和成矿流体, 为矿床的形成提供了物质基础, 是矿床形成的决定性因素。

3 矿床成因分析

从成矿物质来看, 矿床产于岩体侵入的前峰, 矿体严格受接触带控制, 说明了两成之间成因上的亲缘关系, 成矿是成岩的继续。成矿岩体为深源成因, 富含成矿元素 Cu 和 Fe 的深源岩浆可以为成矿作用提供充足的矿质。从矿床地球化学特征分析可知: 矿石的微量元素特征、稀土配分模式特征, 都证明了矿质 Cu 具有深源的特点, 但也不排除有部分成矿物质来自于地层, 尤其是成矿晚期气液阶段, 外来物质有所增加。从矿床的近矿围岩地球化学研究结果看, 其总量占有一定的份额。

从形成条件来看, 矿体主要产于燕山早期酸性岩浆岩与三叠系不纯碳酸盐岩之间的接触带中, 远离接触带只有少量热液脉型矿化产出, 符合矽卡岩型成

矿的形成条件。

从矿体形态和控矿构造来看, 矿体形态以小而富的透镜状为主, 矿体的产出主要受控于岩体与灰岩形成的“舌状体”矽卡岩接触带及层间破碎带, 符合矽卡岩型矿床的典型控矿特征。

从矿石结构和构造来看, 矿石结构以交代溶蚀、交代残余、包含结构为主; 矿石构造以块状、稠密浸染状、条带状、脉状、角砾状为主, 具有矽卡岩型矿床典型的组构特征。

从蚀变分带来看, 控制主矿体赋存的岩体接触带表现出明显交代分带特征, 从岩体→大理岩, 矽卡岩类型表现为由硅矽卡岩→镁矽卡岩→钙矽卡岩过渡的特征; 从走向上看, 矿床西部接触带较发育, 类型也比较全, 矿体以铜、铁为主, 而东部接触带简单, 主要发育外接触带矽卡岩, 矿体以铁为主。

本矿床各类型矿石也具有明显的分带性, 由大理岩到闪长岩可分为 3 个矿带, 即磁铁矿型铜矿(磁铁矿)带-矽卡岩型铜矿带-闪长岩型铜矿带。

从成矿作用来看, 由前述矿床地质特征可知: 矿体产于岩体与碳酸盐岩围岩接触带上, 具有矽卡岩矿床的典型矿物组合和结构构造, 尤其是以硫化物矿物组合为主所构成的矿体的形成与接触交代作用关系密切, 因此, 从整个矿床的矿化来说, 接触交代作用是其成矿作用之一。

通过详细的野外地质观察, 结合矿体地质特征, 发现安庆铜铁矿床除了主要的矿石种类为气液交代型(矽卡岩型)铜铁矿外, 局部还表现出矿物组合简单、围岩蚀变不强烈、矿石呈条带状构造、接触带及其附近的矿脉与围岩界线清晰等特征, 因此, 在矿床的成矿作用中, 除了传统矽卡岩矿床的接触交代成矿方式以外, 还显示出一定的贯入性, 比如样品 400-2-4(致密块状磁铁矿-大理岩)就是产在这种环境中, 因此,

矿浆贯入方式对铜铁矿体的形成也有一定的作用。

综合以上分析可以看出：矿床形成与燕山期中酸性岩浆侵入活动关系明显，矿床成因属以接触交代作用为主岩浆贯入作用为辅形成的矽卡岩型铜矿床。

4 结论

(1) 本区成岩成矿作用与中生代以来的挤压-伸展构造演化有密切的关系，成矿岩体为由闪长岩、石英闪长岩和钾长闪长岩等组成的燕山早期酸性侵入体；围岩主要由三叠系含膏盐的薄层状不纯碳酸盐岩组成；矿体呈反“S”型透镜体状，受接触面形态控制。

(2) 燕山早期酸性岩浆侵入活动与成矿作用关系密切，不仅提供了巨大的热能，而且也带来了大量的成矿物质和成矿流体，是矿床形成的决定性因素；三叠系含膏盐的不纯碳酸盐岩地层对成矿的控制作用主要表现在以其有利的层位、岩性以及屏蔽层效应为成矿物质的沉淀提供有利的空间位置，是形成矽卡岩型矿床的必备条件；岩体与围岩的接触带构造体系(尤其是本区的舌状体接触带)为成矿物质的运移和沉淀提供了有利的空间，控制矿体的产状及规模，是成矿最重要的控制因素。

(3) 从成矿物质来源、形成条件、矿体形态和控矿构造、矿石组构、蚀变分带以及成矿作用等方面分析论证了矿床成因，认为安庆铜矿床的形成与燕山期中酸性岩浆侵入活动关系密切，矿床成因属以接触交代作用为主、矿浆贯入作用为辅形成的矽卡岩型铜矿床。

参考文献：

- [1] 董树文, 邱瑞龙. 安庆—月山地区构造作用与岩浆活动[M]. 北京: 地质出版社, 1993: 1-158.
DONG Shuwen, QIU Ruilong. Tectonism and magmatism in Anqing—Yueshan area[M]. Beijing: Geological Publishing House, 1993: 1-158.
- [2] PAN Yuanming, PING Dong. The lower Changjiang (Yangzi/Yangtze River) metallogenic belt, east central China: Intrusion- and wall rock- hosted Cu-Fe-Au, Mo, Zn, Pb, Ag deposits[J]. Ore Geology Reviews, 1999, 15(4): 177-242.
- [3] 束学福. 安庆夕卡岩型铁铜矿床地质地球化学特征及铁质来源研究[J]. 矿物岩石地球化学通报, 2004, 23(3): 219-224.
SHU Xuefu. Geology and geochemistry characteristics of Anqing skarn-type Fe-Cu deposit and its origin of iron materials[J]. Bulletin of Mineralogy, Petrology and Geochemistry, 2004, 23(3): 219-224.
- [4] 杨光树, 温汉捷, 胡瑞忠, 等. 安徽月山岩体岩石地球化学特征及成因[J]. 矿物学报, 2007, 27(3/4): 406-413.
YANG Guangshu, WEN Hanjie, HU Ruizhong, et al. Petro-geochemical characteristics and genesis of Yueshan intrusion, Anhui province[J]. Acta Mineralogica Sinica, 2007, 27(3/4): 406-413.
- [5] 张乐骏, 周涛发, 范裕. 安徽月山岩体的锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其意义[J]. 岩石学报, 2008, 24(8): 1725-1732.
ZHANG Lejun, ZHOU Taofa, FAN Yu. SHRIMP U-Pb zircon dating of Yueshan intrusion in the Yueshan ore field Anhui, and significance[J]. Acta Petrologica Sinica, 2008, 24(8): 1725-1732.
- [6] 刘园园, 马昌前, 张超, 等. 安徽月山闪长岩的成因探讨——锆石 U-Pb 定年及 Hf 同位素证据[J]. 地质科技情报, 2009, 28(5): 22-30.
LIU Yuanyuan, MA Changqian, ZHANG Chao, et al. Petrogenesis of Yueshan Pluton: Zircon U-Pb dating and Hf isotope evidence[J]. Geological Science and Technology Information, 2009, 28(5): 22-30.
- [7] YUAN Feng, ZHOU Taofa, LIU Xiaodong, et al. Geochemistry of rare earth elements of Anqing copper deposit in Anhui province[J]. Journal of Rare Earths, 2002, 20(3): 64-68.
- [8] 刘晓东. 安徽月山矿田成矿流体系统研究[D]. 合肥: 合肥工业大学资源与环境工程学院, 2000: 1-22.
LIU Xiaodong. The study of forming fluid system of Yueshan ore field, Anhui province[D]. Hefei: Hefei University of Technology. School of Resources and Environmental Engineering, 2000: 1-22.
- [9] 杨光树, 温汉捷, 胡瑞忠, 等. 安庆矽卡岩型铁铜矿床流体包裹体研究[J]. 地球化学, 2008, 37(1): 27-36.
YANG Guangshu, WEN Hanjie, HU Ruizhong, et al. Fluid inclusions of Anqing skarn-type Fe-Cu deposit, Anhui province[J]. Geochimica, 2008, 37(1): 27-36.
- [10] ZHOU Taofa, YUAN Feng, YUE Shucang, et al. Geochemistry and evolution of ore-forming fluids of the Yueshan Cu-Au skarn-and vein-type deposits, Anhui Province, South China[J]. Ore Geology Reviews, 2007, 31(2): 179-303.
- [11] 周涛发, 岳书仓, 袁峰. 安徽月山矿田铜、金矿床氢氧同位素地球化学特征及成矿流体运输-化学反应成矿动力学[J]. 安徽地质, 2001, 11(2): 131-139.
ZHOU Taofa, YUE Shucang, YUAN Feng. H, O isotope geochemistry and transport-reaction dynamic processes of reo-forming fluid for Cu, Au deposits in the Yueshan orefield, Anhui province[J]. Geology of Anhui, 2001, 11(2): 131-139.
- [12] 王训诚, 周育才. 安徽省安庆铜铁矿床地质特征及成因探讨[J]. 地质与勘探, 1995, 31(3): 16-23.
WANG Xuncheng, ZHOU Yucai. The reserve scale of giant and

- supergiant ore deposits: a scheme of international referential standards[J]. *Geology and Prospecting*, 1995, 31(3): 16-23.
- [13] 周涛发, 岳书仓, 刘晓东. 长江中下游铜、金矿床密集区形成条件及矿床成因研究综述[J]. *地质科技情报*, 1999, 18(3): 51-54.
- ZHOU Taofa, YUE Shuchang, LIU Xiaodong. Review on forming conditions and genesis of the copper, gold deposit concentrated districts in the middle and lower reaches of the Yangtze River area[J]. *Geological Science and Technology Information*, 1999, 18(3): 51-54.
- [14] 周涛发, 岳书仓, 袁峰. 安徽月山矿田成岩成矿作用[M]. 北京: 地质出版社, 2005: 1-146.
- ZHOU Taofa, YUE Shucang, YUAN Feng. Lithogenesis and mineralization in Yuesha[M]. Beijing: Geological Publishing House, 2005: 1-146.
- [15] 周涛发, 岳书仓. 安徽月山矿田铜矿床的形成机制[J]. *长春地质学院学报*, 1997, 27(7): 310-316.
- ZHOU Taofa, YUE Shucang. Mechanisms of metallogenesis for copper deposits in Yueshan[J]. *Journal of Changchun University of Geoscience*, 1997, 27(3): 310-316.
- [16] 陈江峰, Foland K A, 李学明, 等. 安徽月山岩体的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄及与其有关的成矿时代估计[J]. *现代地质*, 1991, 5(1): 91-99.
- CHEN Jiangfeng, Foland K A, LI Xueming, et al. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ ages and the related metallogenic epoch of Yueshan intrusion in Anhui province[J]. *Geoscience*, 1991, 5(1): 91-99.
- [17] 安徽省地矿局 326 地质队. 安徽省安庆地区成矿条件及铜金铁成矿预测[R]. 铜陵: 安徽省地矿局 326 地质队, 1990: 1-200.
- Bureau of Geology and Mineral Resources of Anhui Province 326 Geological Team. Mineral formation Condition and Metallogenic prognosis in Anqing area, Anhui Province[R]. Tongling: Bureau of Geology and Mineral Resources of Anhui Province 326 Geological Team, 1990: 1-200.

(编辑 杨幼平)