

宁芜盆地玢岩型铁矿床的成矿时代:金云母⁴⁰Ar-³⁹Ar 同位素年代学研究

范裕¹⁾, 周涛发¹⁾, 袁峰¹⁾, 张乐骏¹⁾, 钱兵¹⁾, 马良¹⁾, 谢杰¹⁾, 杨西飞²⁾

1) 合肥工业大学资源与环境工程学院, 合肥, 230009; 2) 安徽省化工地质勘查总院, 安徽, 马鞍山, 243031

内容摘要:宁芜盆地是长江中下游成矿带的重要组成部分,盆地内广泛产出玢岩型铁矿床,但其精确的成矿时代及其形成构造背景研究仍十分薄弱。本文在详细野外地质工作的基础上,选择与磁铁矿密切共生的金云母为对象,利用⁴⁰Ar-³⁹Ar 阶段加热同位素定年方法,对盆地内典型玢岩型铁矿床进行了成矿时代研究,确定了盆地内主要玢岩型铁矿床陶村、白象山和和睦山矿床的成矿时代分别为129.3±1.1Ma、130.7±1.1Ma和129.1±0.9Ma。结合矿床地质特征和闪长玢岩成岩时代,确定宁芜盆地内玢岩型铁矿床的成矿时代均为130Ma左右,其形成时代明显晚于长江中下游成矿带断隆区内的斑岩型-矽卡岩型铜(铁)、金矿床。宁芜盆地内玢岩型铁矿床形成于区域岩石圈伸展的构造环境。

关键词:成矿时代;玢岩型铁矿;宁芜盆地;构造背景

长江中下游成矿带位于中国东部的长江中下游地区,是中国最重要的铜铁多金属资源产地之一。在构造位置上长江中下游成矿带位于扬子板块北缘的长江断裂带内,长期的构造作用、岩浆活动和成矿作用形成了断隆区和断凹区的次级构造格局及丰富多样的铁、铜、金多金属等矿床组合(常印佛等, 1991; 翟裕生等, 1992; 唐永成等, 1998; Pan et al., 1999; Mao et al., 2006; Zhou et al., 2007, 2008), 金属矿床计有200余处,矿床类型多样,由7个各具特点的矿集区组成,自西向东依次为鄂东南、九瑞、安庆-贵池、铜陵、庐枞、宁芜和宁镇矿集区。其中,庐枞和宁芜矿集区主要位于断陷火山盆地区(断凹区),以玢岩型铁矿化为主,铜陵、安庆-贵池、九瑞和宁镇矿集区位于隆起区(断隆区),以矽卡岩-斑岩型铜金矿化为主,鄂东南矿集区则具有断隆区和断凹区的过渡性质,以矽卡岩型铁、铜、金矿化为主。

近年来,长江中下游地区主要断隆区成岩成矿时代和成矿作用研究取得了重要进展,断隆区侵入岩成岩时代精确锆石定年工作 and 典型的斑岩-矽卡

岩型矿床成矿时代的辉钼矿 Re-Os 和含钾矿物的⁴⁰Ar-³⁹Ar 法定年工作已经大量开展,成岩成矿时空格架已经建立(Mao et al., 2006; 吴才来, 2003; 王彦斌等, 2004; 徐夕生等, 2004; 张达等, 2006; 楼亚儿等, 2006; Xue et al., 2006; 杜杨松等, 2007; 谢桂青等, 2008a; Wang et al., 2007; 周涛发等, 2007; Zhou et al., 2008; 谢建成等, 2008; 徐晓春等, 2008; 王建中等, 2008; 张乐骏等, 2008; Xie et al., 2008)。与此同时,断凹区的火山岩和侵入岩的成岩时代研究也引起重视,并取得重要突破(张旗等, 2003; 周涛发等, 2008; 范裕等, 2008; 谢成龙等, 2007; Zhou et al., 2011)。与上述研究成果相比,长江中下游成矿带中断凹区中玢岩型铁矿床的成矿时代研究则明显滞后。前人对宁芜盆地中的玢岩型铁矿床成矿时代的研究仅仅限于对与成矿有关的岩体进行 K-Ar 和 Rb-Sr 等时线法定年、围岩蚀变矿物钠长石的⁴⁰Ar-³⁹Ar 法定年和磷灰石的²⁰⁸Pb-²³²Th 法定年(宁芜玢岩铁矿编写组, 1978; 余金杰, 2002; 马芳等, 2006),由于选取的测试对象和方法所限,这些同位

注:本文为国家自然科学基金项目(编号 40830426, 40803015)、国家“深部探测技术与实验研究专项计划”专题(编号 SinoProbe-03-02-05)及国土资源部公益性行业科研专项项目课题(编号 2010111047-07)、中国地质调查局地质调查工作项目(编号:1212011121115)、安徽省地质公益性地质项目(编号 2007-1)和新世纪优秀人才支持计划项目(NCET-10-0324)资助的成果。

收稿日期:2010-11-12; 改回日期:2011-03-15; 责任编辑:郝梓国。

作者简介:范裕,男,1982年生。博士,副教授。主要从事矿床学和地球化学的教学与科研。通讯地址:230009,安徽省合肥市屯溪路193号合肥工业大学10#信箱,资源与环境工程学院; Email: fan_yu9@hotmail.com。

DOI: CNKI:11-1951/P. 20110512. 0910. 017 网络出版时间:2011-5-12 9:10

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.1951.P.20110512.0910.017.html>

素年代学数据精度差,变化范围大,玢岩型铁矿床迄今仍缺乏有说服力的精确同位素年代制约,宁芜盆地矿床的成矿时代问题长期未能解决,制约了人们对宁芜盆地及区域成矿时空格架、动力学背景和成矿规律的深入认识,因此盆地内玢岩型铁矿的成矿年代学研究亟待开展。本文以宁芜盆地内玢岩型铁矿床为研究对象,在深入细致的野外地质工作的基础上,采用与磁铁矿共生的金云母⁴⁰Ar-³⁹Ar同位素测年方法,对宁芜火山盆地中不同类型玢岩型铁矿的成矿时代进行了精确定年,确定了主要铁矿床的形成时代,为探讨宁芜盆地等断凹区以及长江中下游成矿带金属矿床的时空分布特征及其地球动力学背景研究提供新的证据。

1 宁芜盆地地质特征

长江中下游地区在燕山期形成了高钾钙碱性系列侵入岩和橄榄安粗岩系列火山-次火山岩,并集中形成了一系列铁-铜-金矿床(图1)。成矿带内包括鄂东南、九瑞、安庆-贵池、铜陵、庐枞、宁芜和宁镇等矿集区。

宁芜盆地位于长江中下游成矿带东部,江苏省南京市和安徽省芜湖市之间。宁芜盆地是由北北东向长江断裂(F_1),方山-南陵断裂(F_2),北西向为南京-湖熟断裂(F_3),属于继承式的中生代陆相盆地(宁芜研究项目编写小组,1977)(图1)。盆地内的断裂主要为NNE向和EW向两组,构成宁芜盆地的构造骨架。其中NNE向断裂大多呈 $25^\circ\sim 35^\circ$ 方向延伸,控制了盆地内火山岩和次火山岩的分布,而EW向断裂大多呈 $300^\circ\sim 330^\circ$ 方向延伸,切割火山岩系地层和NNE向断裂。

宁芜盆地内前火山岩系地层主要由三叠系中上统至侏罗系中统组成,以断裂与邻区为界,分布有三叠系周冲村组(T_2z)、黄马青组(T_3h)及侏罗系象山群($J_{1-2}xn$)、西横山组(J_3x)(图2)。

盆地内上覆火山岩系为中生代燕山期岩浆活动在盆地内形成的大量橄榄安粗岩系火山岩组合,火山岩由老到新分为龙王山、大王山、姑山和娘娘山四组(宁芜研究项目编写小组,1978),各组之间均为喷发不整合接触,构成4个火山岩旋回(图1)。各旋回的火山活动均由爆发相开始,此后溢流相逐渐增多,最后以火山沉积相结束,喷发方式由裂隙-中心式向典型的中心式喷发演化。火山岩类由熔岩、碎屑熔岩、火山碎屑岩及次火山岩组成,火山碎屑岩的总量高于熔岩类。

宁芜盆地内的主要侵入岩为闪长玢岩,岩体以超浅成相为主,侵入深度约为0.5~1.5km左右,岩体出露面积为 $0.01\sim 10\text{km}^2$,明显受NNE和EW向两组深部隐伏断裂控制(图1),呈带状分布,与盆地内玢岩型铁矿床关系密切。区域的重磁资料和矿区的钻孔结果表明,地表成群的小岩体在深部可能彼此相连或部分相连。宁芜盆地中段局部地区地表出露花岗岩体,大多呈小岩体产出,经过钻探和物探证实,它们在深部也是连成一片,并切穿早期形成的闪长玢岩(图1)。

宁芜盆地内共产出大、中、小型铁矿床共有30余处,铁矿石储量约27亿吨。大型铁矿床包括梅山矿床、凹山矿床、陶村矿床、和尚桥矿床、白象山矿床、和睦山矿床和姑山矿床(图1)。

2 矿床地质特征

本文选择宁芜盆地内典型的陶村、白象山和和睦山玢岩型铁矿床进行成矿时代研究,下面简要介绍下这三个矿床的地质特征:

2.1 陶村铁矿床

陶村铁矿床位于宁芜盆地中段的凹山-陶村矿区内(图1),已探明的铁矿石储量3.6亿吨^①。矿区内出露白垩纪下统大王山组,主要岩性为安山质凝灰岩,凝灰质角砾岩和安山岩。矿区内侵入岩体为陶村岩体,呈大岩株侵位于大王山组地层中,主要岩性为辉长闪长玢岩。矿体呈北高南低、北窄南宽的产状赋存于闪长玢岩体内,以浸染状贫磁铁矿矿石为主。主矿体走向NE,倾向NW,局部水平,长约1700m,宽约810m,赋存标高+45m~-500m。矿石矿物主要为磁铁矿,其次有少量的赤铁矿、菱铁矿、褐铁矿、黄铁矿等。脉石矿物主要为钠长石和斜长石,其次有阳起石、绿帘石、绿泥石、磷灰石和石英等。矿石自然类型有三种,即细粒浸染状磁铁矿矿石、中粗粒浸染状磁铁矿矿石。矿石结构有交代结构、隐晶结构和伟晶结构、矿石构造主要有浸染状构造、花斑状构造,其次有角砾状构造和致密块状构造。围岩蚀变强烈,闪长玢岩体上部发育钠长石化-磁铁矿化-阳起石化-绿帘石化蚀变组合,局部发育磁铁矿-金云母-阳起石蚀变组合,闪长玢岩体下部则发育强烈的钠长石化。

2.2 白象山铁矿床

白象山铁矿床位于宁芜盆地南段的钟九地区(图1),已探明的铁矿石储量1.4亿吨^②。矿区内主要出露地层为三叠系上统黄马青组(T_3h)页岩、钙

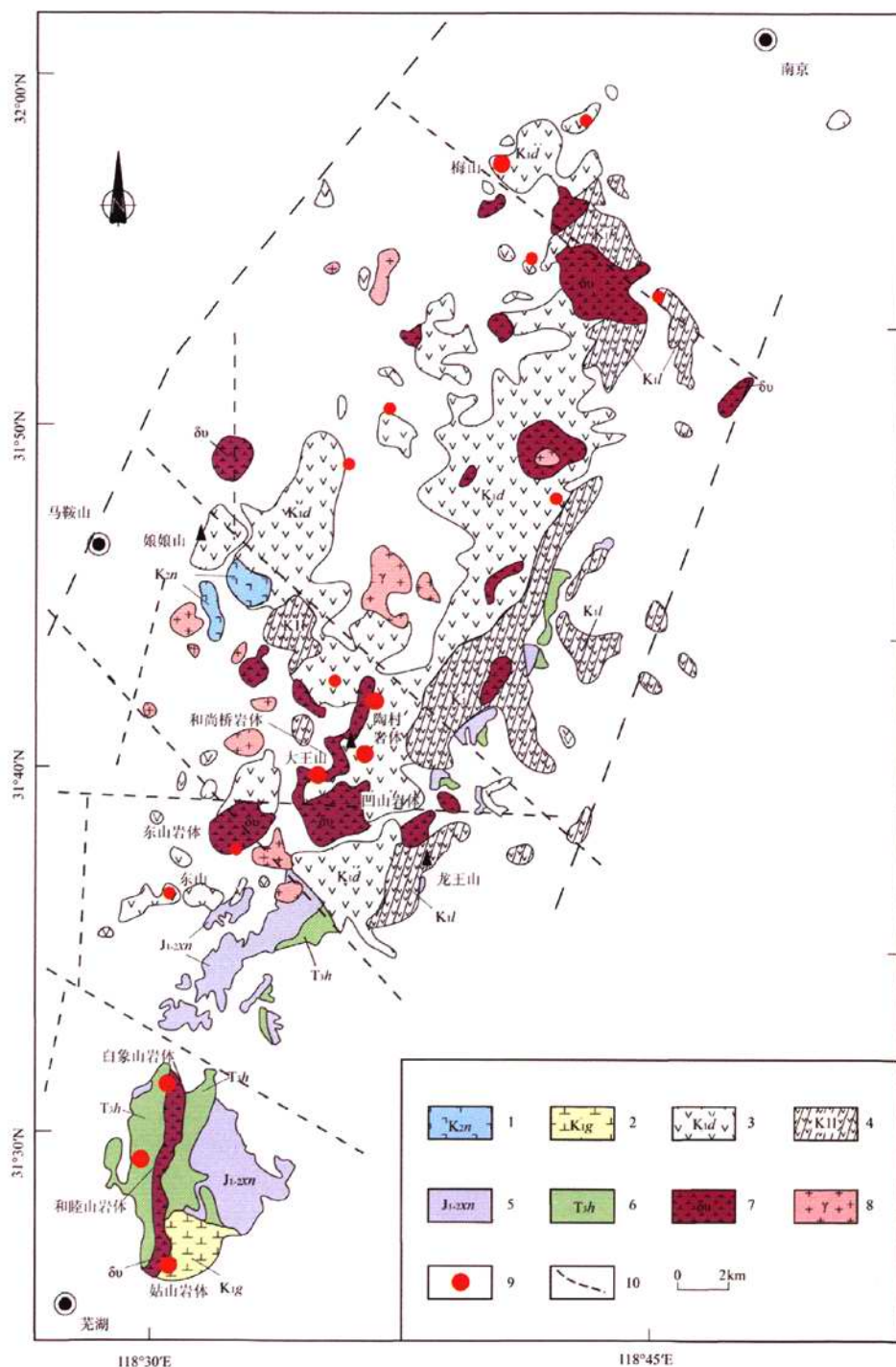


图1 宁芜盆地地质矿产略图(宁芜研究项目编写小组,1978)

Fig.1 Geology and mineral resources in the Ning-Wu Basin (Ningwu Research Group, 1978)

- 1—娘娘山组;2—姑山组;3—大王山组;4—龙王山组;5—象山群;6—黄马青组;7—闪长玢岩;8—花岗岩;9—铁矿床;10—断裂
 1—Niangniangshan group; 2—Gushan group; 3—Dongwangshan group; 4—Longwangshan group; 5—Xiangshan group;
 6—Huangmaqing group; 7—diorite porphyry; 8—granite; 9—iron deposit; 10—fault

质粉砂岩和泥岩,侏罗系中下统象山群($J_{1-2}xn$)石英砂岩、砾岩和白垩系火山岩地层组。矿区内侵入岩体为白象山岩体,主要岩性为辉长闪长岩。矿体主要赋存于辉长闪长岩与砂页岩接触带部位的内带-接触带,其形态主要受背斜控制,横向呈平缓拱形,产状与地层基本一致。主矿体总体上呈似层状,局部有膨大,长约1630m,宽约950m,厚度约5~40m。矿石矿物主要为磁铁矿和黄铁矿,其次为赤铁矿和少量镜铁矿、褐铁矿、黄铜矿和斑铜矿等。脉石矿物主要为石英、钠长石和金云母,其次为透长石、阳起石、绿泥石、滑石、绢云母和高岭石等。矿石结构主要为半自形-自形晶粒结构,其次为假象半自形-自形晶粒结构、交代环状结构、包含结构等,矿石构造主要有浸染状和层纹状、其次为块状和角砾状构造。围岩蚀变总体强烈,闪长岩中发育钠长石化、高岭土化、绿泥石化、碳酸盐化和金云母化,砂页岩中发育弱硅化、钠长石化和碳酸盐化等。

2.3 和睦山铁矿床

和睦山铁矿床位于宁芜盆地南段的钟九地区(图1),已探明的铁矿石储量0.30亿吨^①。矿区内主要出露地层为三叠系中统周冲村组(T_2Z)泥灰岩、白云质灰岩,三叠系上统黄马青组(T_3h)页岩、钙质粉砂岩和泥岩。矿床位于和睦山-长岭背斜南东翼,矿区内侵入岩体为和睦山岩体,主要岩性为辉长闪长岩。铁矿体主要赋存于辉长闪长岩与周冲村组接触带和接触带附近的周冲村组地层中。矿石矿物主要为磁铁矿,次为假象-半假象赤铁矿,少量的赤铁矿、褐铁矿和黄铁矿等。脉石矿物主要为金云母、阳起石、磷灰石和方解石;其次为透长石、石英和方解石。矿石结构以半自形-他形晶粒结构为主,其次为似海绵状浸染结构、包含结构和交代结构等,矿石构造有稠密浸染-块状构造,浸染状构造,层纹条带状构造,角砾状构造等。围岩蚀变总体较强烈,闪长岩中发育钠长石化、金云母化、钾长石化和透辉石化等,砂页岩中发育弱硅化、钠长石化和碳酸盐化等,灰岩中发育大理岩化和硅灰石化。

3 样品特征及分析方法

在陶村、白象山和和睦山铁矿床中采取与磁铁矿共生的金云母(样号分别为TC-01、HMS-04和BXS-01)进行 ^{40}Ar - ^{39}Ar 定年。三个矿床内采集的金云母样品地质特征相似,均呈与磁铁矿共生。金云母单偏光呈褐黄色,一组完全解理,平行消光,粒径约0.2~0.6mm,金云母与磁铁矿密切共生(图2,

A、B、C)。

将样品经粉碎过筛,对碎样样品进行水漂、磁选和重液分离等步骤,分选出60~80目大小的金云母样品,最后在双目镜下手工挑选其中与磁铁矿共生的金云母200mg,样品纯度达到99.9%以上,送实验室进行测试。选纯的金云母用超声波清洗。超声清洗过程中要注意清洗液的选择和严格控制时间。一般先用经过两次亚沸蒸馏净化的纯净水清洗3次,每次3分钟,在此过程中矿物表面和解理缝中在天然状态下和碎样过程中吸附的粉末和杂质被清除。然后在丙酮中清洗两次,每次3分钟,在此过程中,矿物表面吸附的油污等有机物质被清除。

清洗后的样品被封进石英瓶中送核反应接受中子照射,照射工作是在中国原子能科学研究所的“游泳池堆”中进行的。使用H8孔道,中子流密度约为 $6.0 \times 10^{12} \text{ n cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$ 。照射总时间为3000分钟,积分中子通量为 $1.13 \times 10^{18} \text{ n cm}^{-2}$ 。样品的阶段升温加热使用电子轰击炉,每一个阶段加热30分钟,净化30分钟。质谱分析是在中国地质科学院地质研究所 Ar - Ar 年代学同位素实验室MM-1200B质谱计上进行的,每个峰值均采集8组数据。所有的数据在回归到时间零点值后再进行质量歧视校正、大气氩校正、空白校正和干扰元素同位素校正。系统空白水平: $\text{m/e} = 40, 39, 37, 36$ 分别小于 $6 \times 10^{-15} \text{ mol}$ 、 $4 \times 10^{-16} \text{ mol}$ 、 $8 \times 10^{-17} \text{ mol}$ 和 $2 \times 10^{-17} \text{ mol}$ 。中子照射过程中所产生的干扰同位素校正系数通过分析照射过的 K_2SO_4 和 CaF_2 来获得,其值为: $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar}_o)_{\text{Ca}} = 0.0002389$, $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_{\text{K}} = 0.004782$, $(^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar}_o)_{\text{Ca}} = 0.000806$ 。 ^{37}Ar 经过放射性衰变校正; ^{40}K 衰变常数 $\lambda = 5.543 \times 10^{-10} \text{ a}^{-1}$ (Steiger et al., 1977)。用ISOPLLOT程序计算坪年龄和等时线年龄(Ludwig, 2003),坪年龄误差以 2σ 给出。中子照射、样品处理和仪器测试均用国内标样黑云母(ZBH-25标准年龄为132.7Ma, K含量为7.6%)(王松山等, 1983)做监控。详细实验流程见有关文章(陈文等, 2006)。

4 定年结果

与陶村、白象山和和睦山矿床中磁铁矿密切共生的金云母(TC-01、BXS-01和HMS-04)的阶段加热 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄的数据见表1,温度变化为600~1300℃,阶段升温年龄图谱及坪年龄见图12,所有构成坪年龄的数据点均进行了相应的 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 等时线图见图3。坪年龄计算据

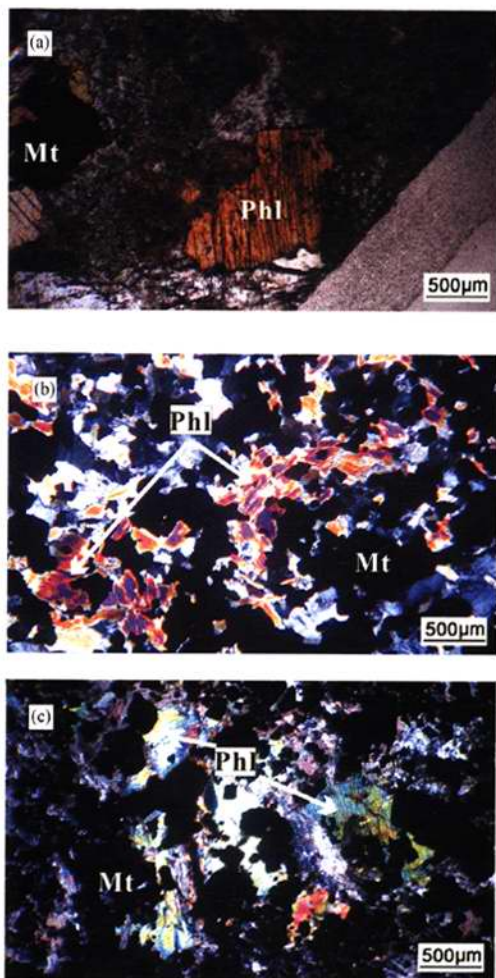


图2 陶村(TC-01)、白象山(BXS-01)和和睦山(HMS-04)铁矿床中金云母与磁铁矿共生显微镜照片(Phl—金云母, Mt—磁铁矿)

Fig. 2 The mineral paragenesis between phlogopite and magnetite in the Taocun, Baixiangshan and Hemushan deposits from Ning-Wu Basin (Phl—phlogopite, Mt—magnetite)

Dalrymple 等 (1971) 提出的标准 (存在不少于三个加热阶段且释放 ^{39}Ar 达 50% 以上) 加以计算。

由表 1 可知, 陶村磁铁矿矿石中的金云母低温释放阶段 (850~900℃) 视年龄变化较大, 变化范围为 $221.1 \pm 2.7 \sim 441.0 \pm 6.4 \text{ Ma}$, ^{39}Ar 仅占总析出量 17.69%, 可能由于矿物晶格缺陷或矿物边缘部少量的氩丢失所造成 (邱华宁等, 1997)。8 个高温释放阶段 (950~1400℃) 形成了 $129.3 \pm 1.1 \text{ Ma}$ (2σ) 年龄坪 (^{39}Ar 占总析出量 83.90%) (图 3), 等时线年

龄为 $127.5 \pm 1.7 \text{ Ma}$ (图 3), 初始值 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 为 $340 \pm 19 \text{ Ma}$, $\text{MSWD}=1.5$, 等时线年龄与坪年龄在误差范围内完全一致, 样品初始值误差相对较大, 绝对值略高于尼尔值 ($295.5 \pm 5 \text{ Ma}$), 但两者在误差范围内基本一致, 表明本文所测的数据是可靠的。因此, CC-375-19 金云母 $129.3 \pm 1.1 \text{ Ma}$ 的坪年龄具有地质意义, 可以代表了金云母形成的冷却年龄。

由表 1 可知, 白象山磁铁矿矿石中的金云母低温释放阶段 (500~1000℃) 视年龄变化较大, 变化范围为 $26.1 \pm 6.1 \sim 143.6 \pm 1.7 \text{ Ma}$, ^{39}Ar 仅占总析出量 4.30%, 可能由于矿物晶格缺陷或矿物边缘部少量的氩丢失所造成 (邱华宁等, 1997)。6 个高温释放阶段 (1100~1400℃) 形成了 $130.7 \pm 1.1 \text{ Ma}$ (2σ) 年龄坪 (^{39}Ar 占总析出量 95.70%) (图 3), 等时线年龄为 $126.7 \pm 9.4 \text{ Ma}$ (图 3), 初始值 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 为 518 ± 480 , $\text{MSWD}=4.0$, 等时线年龄与坪年龄在误差范围内完全一致, 样品初始值与尼尔值 ($295.5 \pm 5 \text{ Ma}$) 在误差范围内完全一致, 表明本文所测的数据可靠性较高。因此, JSD270-3 金云母 $130.7 \pm 1.1 \text{ Ma}$ 的坪年龄具有地质意义, 可以代表了金云母形成的冷却年龄。

由表 1 可知, 和睦山磁铁矿矿石中的金云母低温释放阶段 (500~1050℃) 视年龄变化较大, 变化范围为 $41.5 \pm 2.6 \sim 112 \pm 3.7 \text{ Ma}$, ^{39}Ar 仅占总析出量 16.10%, 可能由于矿物晶格缺陷或矿物边缘部少量的氩丢失所造成 (邱华宁等, 1997)。6 个高温释放阶段 (1050~1400℃) 形成了 $129.1 \pm 0.9 \text{ Ma}$ (2σ) 年龄坪 (^{39}Ar 占总析出量 83.90%) (图 3), 等时线年龄为 $129.6 \pm 1.6 \text{ Ma}$ (图 3), 初始值 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 为 $278 \pm 21 \text{ Ma}$, $\text{MSWD}=3.2$, 等时线年龄与坪年龄在误差范围内完全一致, 样品初始值误差相对较大, 绝对值略低于尼尔值 ($295.5 \pm 5 \text{ Ma}$), 但两者在误差范围内基本一致, 表明本文所测的数据是可靠的。因此, CC-375-19 金云母 $129.1 \pm 0.9 \text{ Ma}$ 的坪年龄具有地质意义, 可以代表了金云母形成的冷却年龄。

5 讨论

5.1 玢岩型铁矿床的成矿时代

前人对宁芜盆地玢岩型铁矿床矿石中磷灰石、石英、方解石的流体包裹体系统研究表明, 磁铁矿主成矿期的成矿温度范围约为 $510 \sim 680^\circ\text{C}$, 金云母的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 封闭温度约 $400 \sim 480^\circ\text{C}$ (Dodson, 1973; Gilotti et al., 1977), 矿物的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄记录着成矿末期的同位素封闭时间 (Selby et al.,

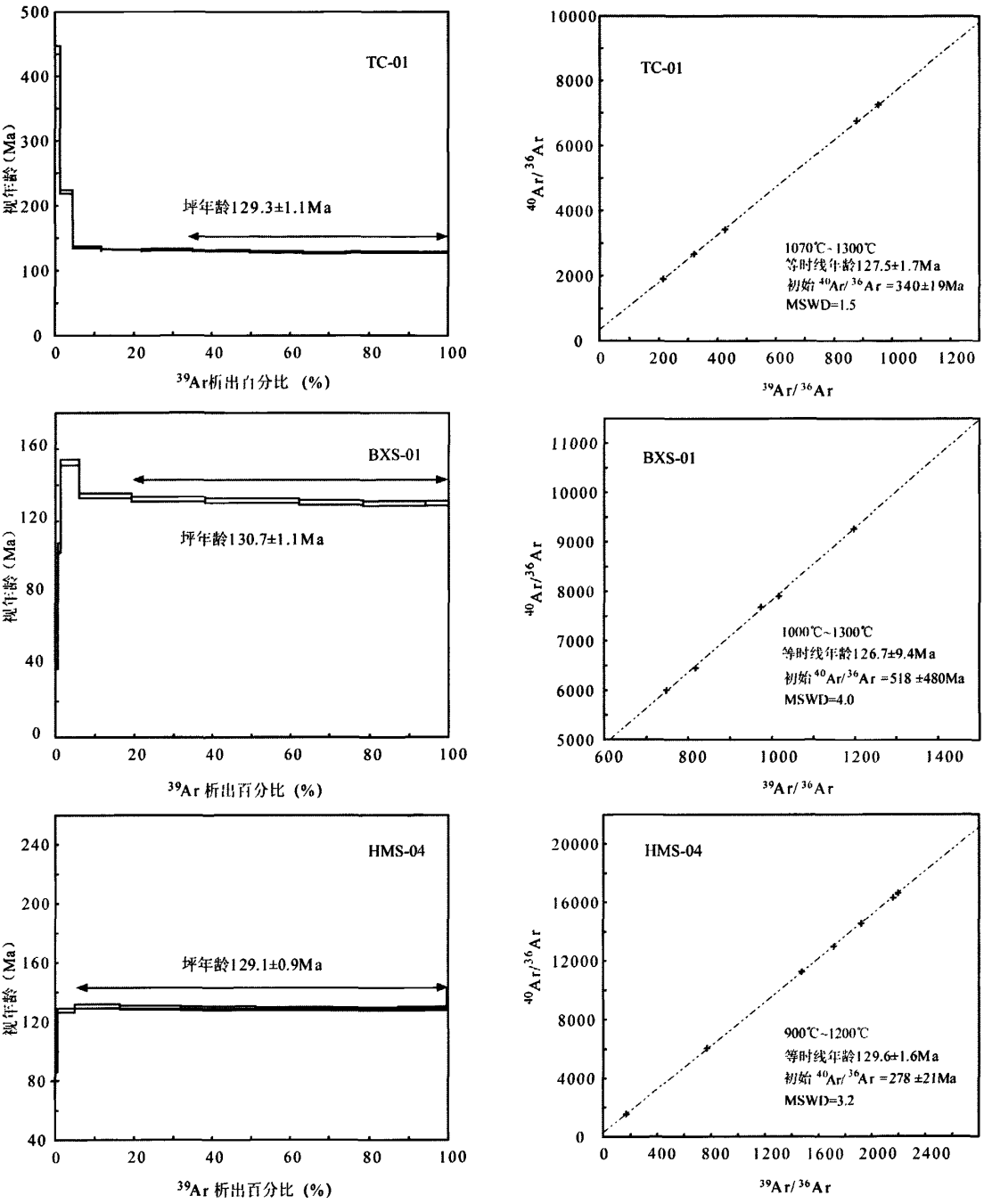


图 3 宁芜盆地陶村(TC-01)、白象山(BXS-01)和和睦山(HMS-04)铁矿床中金云母⁴⁰Ar-³⁹Ar 坪年龄和等时线年龄图

Fig. 3 The ⁴⁰Ar-³⁹Ar spectrum and isochronal age diagram of phlogopite in the Taocun(TC-01), Baixiangshan (BXS-01) and Hemushan deposits(HMS-04) from Ning-Wu Basin

2002)。这些均表明本文所获得的金云母的冷却年龄近似等于金云母的结晶年龄。如前所述,磁铁矿与金云母密切共生,为同一矿化蚀变阶段的产物。

因此,金云母⁴⁰Ar-³⁹Ar 表面年龄可以近似地代表金云母和磁铁矿的形成年龄。本文所测陶村矿床、白象山矿床和和睦山矿床磁铁矿矿石中的金云母的坪

表 1 宁芜地区陶村、和睦山和白象山铁矿床中金云母⁴⁰Ar-³⁹Ar 年龄测定结果

Table 1 ⁴⁰Ar-³⁹Ar data for phlogopite in the Taocun, Baixiangshan and Hemushan deposits from Ning-Wu Basin

陶村铁矿床中与磁铁矿共生的金云母 样号: TC-01 测试参数: W=47.60mg J=0.010055										
加热阶段	加热温度(℃)	(⁴⁰ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁶ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁷ Ar/ ³⁹ Ar) _m	(³⁸ Ar/ ³⁹ Ar) _m	⁴⁰ Ar (%)	⁴⁰ Ar* / ³⁹ Ar	³⁹ Ar (×10 ⁻¹⁴ mol)	³⁹ Ar (Cum.) (%)	视年龄 (Ma)(±1σ)
1	850	370.9237	1.1622	0.3887	0.3634	7.42	27.5380	0.48	1.33	441.0±6.4
2	900	115.0526	0.3455	0.2437	0.1410	11.27	12.9700	1.14	4.49	221.1±2.7
3	950	18.7546	0.0371	0.0724	0.0477	41.53	7.7886	2.58	11.66	136.0±1.4
4	1000	13.3576	0.0197	0.1537	0.0525	56.40	7.5341	3.69	21.91	131.7±1.3
5	1040	11.5816	0.0135	0.0815	0.0446	65.54	7.5908	4.72	35.01	132.7±1.3
6	1070	8.8793	0.0047	0.0329	0.0317	84.42	7.4961	5.24	49.58	131.1±1.3
7	1100	8.3413	0.0031	0.0189	0.0303	88.90	7.4155	4.92	63.26	129.7±1.3
8	1130	8.0198	0.0024	0.0416	0.0296	91.29	7.3217	3.95	74.24	128.1±1.3
9	1200	7.7188	0.0012	0.0626	0.0287	95.57	7.3776	5.81	90.40	129.1±1.3
10	1300	7.6561	0.0011	0.0652	0.0282	95.89	7.3415	3.45	100.00	128.5±1.3
白象山铁矿床中与磁铁矿共生的金云母 样号: BXS 01 测试参数: W=46.7000mg J=0.009956										
1	600	116.3726	0.3875	0.0000	0.1278	1.61	1.8753	0.01	0.02	33±78
2	700	28.6125	0.0892	0.0868	0.0460	7.89	2.2574	0.47	0.65	40.1±2.2
3	800	37.8035	0.1076	0.1291	0.0529	15.92	6.0197	0.52	1.33	105.0±2.8
4	900	33.4335	0.0831	0.0067	0.0481	26.50	8.8615	3.54	6.01	152.5±1.6
5	950	9.7643	0.0068	0.0054	0.0319	79.35	7.7480	10.04	19.28	134.1±1.3
6	1000	8.0338	0.0013	0.0049	0.0306	95.02	7.6338	14.33	38.23	132.1±1.3
7	1050	7.8888	0.0010	0.0032	0.0303	96.10	7.5808	18.17	62.26	131.3±1.3
8	1080	7.8889	0.0012	0.0037	0.0299	95.36	7.5228	12.20	78.39	130.3±1.3
9	1120	7.7861	0.0010	0.0032	0.0297	96.20	7.4904	11.92	94.14	129.8±1.3
10	1200	7.7486	0.0008	0.0065	0.0288	96.75	7.4969	4.12	99.59	129.9±1.3
11	1300	8.7199	0.0027	0.1434	0.0346	90.81	7.9194	0.31	100.00	136.9±3.3
和睦山铁矿床中与磁铁矿共生的金云母 样号: HMS 04 测试参数: W=46.71mg J=0.009994										
1	600	131.5861	0.4149	0.0062	0.1493	6.83	8.9847	0.02	0.02	155±67
2	700	27.6240	0.0782	0.8772	0.0680	16.51	4.5639	0.09	0.12	80.5±8.9
3	800	14.4050	0.0317	0.5463	0.0576	35.19	5.0712	0.38	0.56	89.2±3.4
4	900	9.0794	0.0059	0.0374	0.0450	80.82	7.3379	3.80	4.96	127.7±1.3
5	960	7.9000	0.0013	0.0129	0.0373	95.07	7.5107	9.84	16.38	130.6±1.3
6	1000	7.6646	0.0007	0.0110	0.0376	97.32	7.4589	13.43	31.97	129.7±1.3
7	1040	7.5756	0.0005	0.0084	0.0373	98.16	7.4363	16.52	51.15	129.3±1.3
8	1080	7.5586	0.0005	0.0040	0.0371	98.13	7.4169	16.91	70.77	129.0±1.2
9	1120	7.5736	0.0006	0.0049	0.0366	97.66	7.3965	14.09	87.12	128.7±1.2
10	1200	7.5749	0.0005	0.0060	0.0361	97.91	7.4164	10.81	99.66	129.0±1.3
11	1300	8.8094	0.0026	0.0801	0.0398	91.23	8.0374	0.29	100.00	139.4±2.6

年龄分别为 129.3±1.1Ma、130.7±1.1Ma 和 129.1±0.9Ma,分别代表了陶村、白象山和睦山铁矿床的铁矿床成矿作用发生的时间;与上述矿床形成密切相关的陶村岩体、白象山岩体和和睦山岩体成岩时代分别为 130.7±1.8Ma、130.0±1.4Ma 和 131.1±1.9Ma(范裕等,2010),与成矿时代十分接近,说明成岩成矿作用几乎同时发生,与地质事实相吻合。因此,宁芜盆地内矽卡岩型铁矿床的成矿时代均为 130Ma 左右。

5.2 区域成矿时代对比

矿床的精确测年是建立矿床模型和反演成矿地球动力学背景的重要基础,长江中下游成矿带内成

矿作用的时间研究一直是学者关注的热点。Zhou et al(2011,in press)等测得庐枞矿集区内矽卡岩型铁矿床(龙桥、马鞭山矿床)的成矿时代分别为 130.5±1.1Ma 和 130.5±0.9Ma。Xie et al.(2006)获得鄂东南矿集区内程潮和金山店矽卡岩型铁矿床的成矿时代分别为 132.6±1.4Ma 和 131.6±1.2Ma,和本次工作得到的宁芜矽卡岩型铁矿床的形成时代是基本一致的。总体上,长江中下游成矿带不同矿集区内铁矿床的形成时代均为 130Ma 左右,表明成矿带内铁矿床是在很短的时间内集中形成的。

长江中下游隆起区矽卡岩-斑岩型铜金矿床成

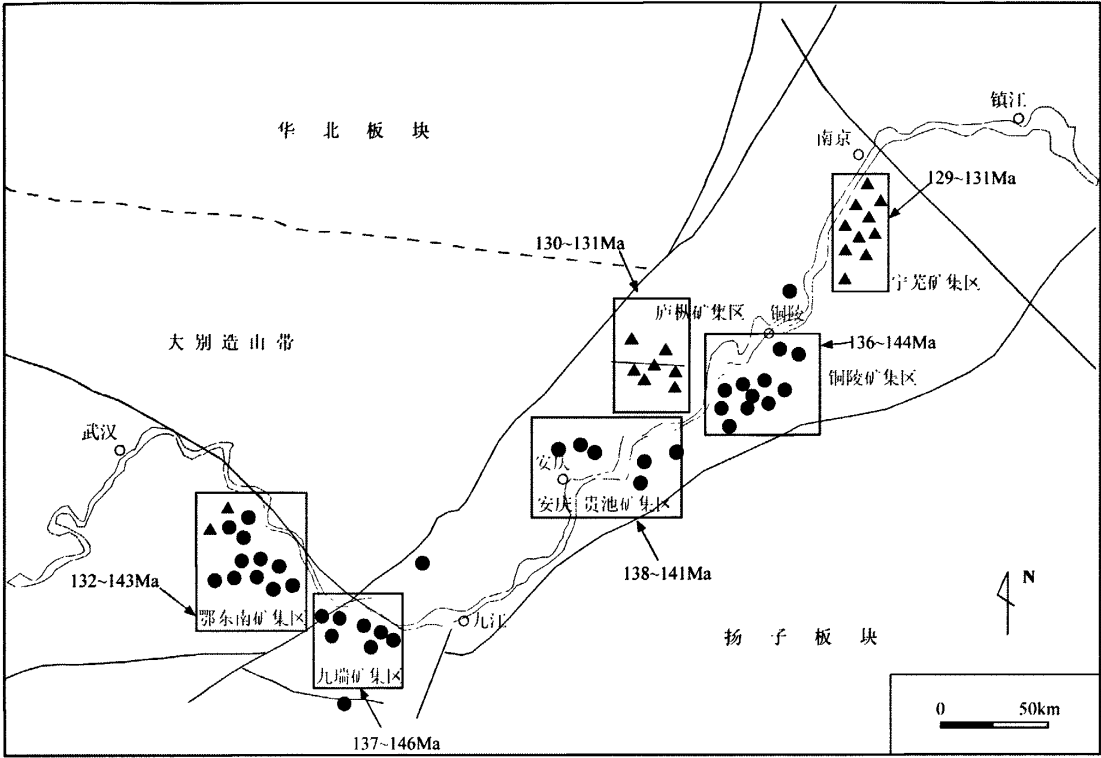


图 4 长江中下游不同矿集区内主要矿床成矿时代分布图

Fig. 4 Distribution plan for metallogenic epochs of main ore deposits in different ore clustering areas in the Middle-Lower Yangtze River Valley metallogenic belt

矿时代研究也开展了相关研究。Xie et al. (2007, 2008)和 Li et al. (2009)测得鄂东南矿集区铜矿床(铜禄山、铜山口、阮家湾,鸡冠嘴矿床等)的成矿时代为 136~144Ma 之间,铁矿床(金山店、程潮等)的成矿时代为 131~132Ma 之间,Mao et al. (2006)和 Li et al. (2009a)测得九瑞矿集区铜金矿床的成矿时代为 146~141Ma。毛景文等(2004,2006),Xie et al. (2007),张乐骏等(2008)和 Zhou et al. (2007)测得安庆-贵池矿集区内铜金矿床(月山、安庆、铜矿里矿床)的成矿时代为 140~147Ma。蒙义峰等(2004);Sun et al. (2003),梅燕雄等(2005),Mao et al. (2006)测得铜陵等矿集区铜金矿床的成矿时代为 136~144Ma,明显早于本次工作获得的玢岩型铁矿的成矿时代。

将长江中下游带内目前已有的高精度成矿数据加以总结,绘制了图 4。从图中可见,长江中下游成矿带内成矿作用持续时间为 147Ma 至 130Ma,隆起区内(如铜陵矿集区、安庆-贵池矿集区和九瑞矿集区等)的铜金矿床的成矿时代范围为 147~136Ma,

高峰期约 138Ma,凹陷区(如庐枞矿集区和宁芜矿集区等)内铁矿床的成矿时代集中在 130Ma 左右(图 4),而鄂东南矿集区则具有断隆区和断凹区的过渡性质,在 132~143 Ma 之间,但铁和铜矿床的形成时代有明显差别,铁矿化较晚,在 132Ma 前后,而铜矿化在 138~143Ma(谢桂青等,2008;Xie et al., 2007;Li et al., 2009a, b)。总体而言,长江中下游成矿带内铁矿床是在 1~2Ma 的时间范围内集中形成的,与铜-金矿床的形成时代间隔约 8Ma,表明长江中下游成矿带内隆起区矽卡岩-斑岩型铜金矿床和断凹区的玢岩型铁矿床分别是两期成矿作用的产物,成矿带的成矿作用在时空上表现出明显的分区性和阶段性。

相比中国东部大规模花岗岩活动发生于 80~180 Ma 之间(华仁民等,1999;毛景文等,2005),长江中下游成矿带的成岩成矿作用发生的时间和空间相对更集中,该区大规模成矿作用与中酸性岩浆活动有关(翟裕生等,1992;常印佛等,1991),成岩作用的发生集中在 20 Ma 左右的时间内,呈现显著的爆

发式特点。这种爆发式、分区性和阶段性的成岩成矿作用是中国东部大陆岩石圈减薄环境中大规模成矿作用的一个重要特色,虽然在成岩成矿时代上与中国东部其他地区有着一定的相似性,但在岩浆岩成分、矿化类型与矿床组合等方面存在较大的差异,显示了长江中下游地区在中国东部中生代大规模成岩成矿作用中的独特性。

5.3 玢岩型铁矿床形成的地球动力学背景

本次工作对玢岩铁矿的年代学研究结果表明,长江中下游地区玢岩型铁矿床和矽卡岩型铜金等多金属矿床形成时代有明显差异,属于两期成矿事件,分别对应两期岩浆活动。这两期成岩成矿作用在时代,产出地点,岩石性质和成矿专属性等方面均有明显差异,反映它们是不同的地球动力学背景下形成的产物。长江中下游地区作为中国东部的组成部分之一,在中生代经历了区域构造体制转换与重大调整的过程,主构造格局由近EW向转换为NE-NNE向(任纪舜等,1999;李曙光,2001;董树文等,2007),在晚中生代该地区可能经历了地壳加厚、岩石圈减薄、软流圈上涌等壳幔相互作用的动力学演化过程(Pan et al., 1999; Sun et al., 2003; Mao et al., 2006; Xie et al., 2006),也可能与太平洋板块的俯冲作用有关(Sun, et al, 2003)。长江中下游地区与高钾钙碱性中酸性侵入岩有关的铜金矽卡岩型矿床形成时代较早(135~145 Ma)(王彦斌等,2004;徐夕生等,2004),铜金等成矿物质可能来自富集性质岩石圈地幔,其形成于挤压-拉张过渡的构造背景(张旗等,2003;王强等,2005; Wang et al., 2007)。长江中下游地区与橄榄安粗岩系列火山-侵入活动有关的玢岩型铁矿床形成时代稍晚(131~129 Ma),地球化学特征显示它们形成于软流圈上涌和岩石圈伸展-减薄环境(王元龙等,2001; Xie et al., 2008; 袁峰等,2008; 周涛发等,2008)。包括宁芜盆地在内的长江中下游成矿带在134~127Ma期间已进入快速伸展时期,导致了区内一系列NNE向断陷盆地的形成和强烈的岩浆活动和岩浆热液成矿作用,宁芜盆地中的侵入岩、火山岩和玢岩型铁矿床的正是这一地球动力背景下深源岩浆活动及其岩浆热液成矿作用的产物。

6 结论

(1)宁芜地区典型的玢岩型铁矿床陶村、白象山和和睦山铁矿床的成矿时代分别为 129.3 ± 1.1 Ma、 130.7 ± 1.1 Ma 和 129.1 ± 0.9 Ma,宁芜盆地内

玢岩型铁矿床成矿作用集中发生在130Ma左右。

(2)长江中下游成矿带不同矿集区内铁矿床的形成时代均为130Ma前后,明显晚于成矿带内铜金矿床的成矿时代(145~135Ma,峰期约138Ma),断凹区的玢岩型铁矿床和隆起区矽卡岩-斑岩型铜金矿床分别是两期成矿作用的产物。

(3)宁芜盆地内玢岩型铁矿床是早白垩世岩石圈伸展背景下深源岩浆热液活动的产物。

致谢:撰写此文庆贺常印佛院士80华诞,衷心感谢常院士的长期指导!研究工作还得到唐永成、汪祥云和汤加富等专家的悉心指导以及安徽省公益性地质项目管理中心李建设、陆三明和钱存超等同志的大力支持,野外工作得到安徽省地勘局322地质队、安徽省化工勘查地质总队、安徽马钢集团南山矿业有限责任公司地质科、姑山矿业有限责任公司地质科的热情帮助,在此一并致以衷心的感谢。

注 释

- ① 安徽省化工地质勘查总队. 2004. 安徽省马鞍山市陶村铁矿床生产勘探第一中间报告,内部资料。
- ② 马钢集团姑山矿业有限责任公司. 2006. 安徽省当涂县白象山铁矿资源潜力调查报告,内部资料。
- ③ 马钢集团姑山矿业有限责任公司. 2006. 安徽省当涂县和睦山铁矿资源潜力调查报告,内部资料。

参 考 文 献

- 常印佛,刘湘培,吴言吕. 1991. 长江中下游铜铁成矿带. 北京:地质出版社,71~76.
- 陈文,张彦,金贵善,张岳桥,王清利. 2006. 青藏高原东南缘晚新生代幕式抬升作用的 Ar-Ar 热年代学证据. 岩石学报,22:867~872.
- 董树文,张岳桥,龙长兴,杨振宇,李强,王涛,胡建民,陈官华. 2007. 中国侏罗纪构造变革与燕山运动新诠释. 地质学报,81(11):1449~1461.
- 杜杨松,李顺庭,曹毅,秦新龙,楼亚儿. 2007. 安徽铜陵铜官山矿区中生代侵入岩的形成过程-岩浆底侵、同化混染和分离结晶. 现代地质,21(1):71~77.
- 范裕,周涛发,袁峰,钱存超,陆三明,David Cooke. 2008. 安徽庐江-枞阳地区A型花岗岩的 LA-ICP MS 定年及其地质意义. 岩石学报,24(8):1715~1724.
- 华仁民,毛景文. 1999. 试论中国东部中生代成矿大爆发. 矿床地质,18(14):300~307.
- 李曙光. 2001. 长江中下游中生代岩浆岩及铜铁成矿带的深部构造背景. 安徽地质,11(2):118~123.
- 楼亚儿,杜杨松. 2006. 安徽繁昌中生代侵入岩的特征和锆石 SHRIMP 测年. 地球科学,35(4):359~366.
- 马芳,蒋少涌,姜耀辉,王汝成,凌洪飞,倪培. 2006. 宁芜地区玢岩铁矿 Pb 同位素研究. 地质学报,80(5):279~286.
- 梅燕雄,毛景文,李进文,杜安道. 2005. 安徽铜陵大团山铜矿床层状

- 砂卡岩矿体中辉钼矿 Re-Os 年龄测定及其地质意义. 地球学报, 26(4): 327~331.
- 毛景文, Holly Stein, 杜安周, 周涛发, 梅燕雄, 李永峰, 藏文栓, 李进文. 2004. 长江中下游地区铜金(钼)矿 Re-Os 年龄测定及其对成矿作用的指示. 地质学报, 78(1): 121~131.
- 毛景文, 谢桂青, 张作衡, 李晓峰, 王义天, 张长青, 李永峰. 2005. 中国北方中生代大规模成矿作用的期次及其地球动力学背景. 岩石学报, 21(1): 169~188.
- 毛景文, 胡瑞忠, 陈毓川, 王义天等著. 2006. 大规模成矿作用与大型矿集区. 北京: 地质出版社, I~VII.
- 蒙义峰, 杨竹森, 曾普胜, 徐文艺, 王彦斌. 2004. 铜陵矿集区成矿流体系统时限的初步厘定. 矿床地质, 23: 271~280.
- 宁芜研究项目编写小组. 1978. 宁芜岩铁矿. 北京: 地质出版社.
- 邱华宁, 彭良. 1997. ⁴⁰Ar-³⁹Ar 年代学与流体包裹体定年. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 54~65.
- 任纪舜, 王作勋, 陈炳蔚. 1999. 从全球构造看中国大地构造——中国及邻区大地构造图简要说明. 北京: 地质出版社.
- 唐永成, 吴吉昌, 储国正, 邢凤鸣, 王永敏, 曹奋扬, 常印佛. 1998. 安徽沿江地区铜金多金属矿床地质. 北京: 地质出版社, 60~85.
- 王建中, 李建威, 赵新福, 钱壮志, 马昌前. 2008. 铜陵地区朝山砂卡岩型金矿床及含矿岩体的成因: ⁴⁰Ar-³⁹Ar 年龄、元素地球化学及多元同位素证据. 岩石学报, 24(08): 1875~1888.
- 王强, 赵振华, 简平, 熊小林, 包志伟, 戴樟漠, 许继峰, 马金龙. 2005. 华南腹地白垩纪 A 型花岗岩类或碱性侵入岩年代学及其对华南晚中生代构造演化的制约. 岩石学报, 21(3): 795~808.
- 王松山. 1983. 我国 K-Ar 法标准样 ⁴⁰Ar-⁴⁰K 和 ⁴⁰Ar-³⁹Ar 年龄测定及放射成因 ⁴⁰Ar 的析出特征. 地质科学, (4): 315~323.
- 王彦斌, 刘敦一, 蒙义峰, 曾普胜, 杨竹森, 田世洪. 2004. 安徽铜陵新桥铜-硫-铁-金矿床中石英闪长岩和辉绿岩锆石 SHRIMP 年代学及其意义. 中国地质, 25(2): 87~91.
- 王元龙, 张旗, 王焰. 2001. 宁芜火山岩的地球化学特征及其意义. 岩石学报, 17: 565~575.
- 吴才来, 陈松水, 史仁灯, 郝美英. 2003. 铜陵中生代酸性侵入岩特征及成因. 地球学报, 20(1): 111~121.
- 谢成龙, 朱光, 牛漫兰, 王勇生. 2007. 滁州中生代火山岩 LA-ICP MS 锆石 U-Pb 年龄及其构造地质学意义. 地质论评, 53(5): 642~655.
- 谢桂青, 毛景文, 李瑞玲, 蒋国豪, 赵财胜, 赵海杰, 侯可军, 熊继传. 2008a. 鄂东南地区大型砂卡岩型铁矿床金云母 ⁴⁰Ar-³⁹Ar 同位素年龄及其构造背景初探. 岩石学报, 24(08): 1917~1927.
- 谢建成, 杨晓勇, 杜建国, 孙卫东. 2008. 铜陵地区中生代侵入岩 LA-ICP MS 锆石 U-Pb 年代学及 Cu-Au 成矿指示意义. 岩石学报, 24(08): 1782~1800.
- 徐夕生, 范钦成, O'Reilly SY, 蒋少涌, Griffin WL, 王汝成, 邱检生. 2004. 安徽铜官山石英闪长岩及其包体锆石 U-Pb 定年与成因探讨. 科学通报, 49(18): 1883~1891.
- 徐晓春, 陆三明, 谢巧勤, 柏林, 储国正. 2008. 安徽铜陵狮子山矿田岩浆岩锆石 SHRIMP 定年及其成因意义. 地质学报, 82(4): 500~510.
- 袁峰, 周涛发, 范裕, 张乐骏, 唐敏慧, 段超, 陆三明, 钱存超. 2008. 庐枞盆地中生代火山岩的起源、演化及形成背景. 岩石学报, 24(08): 1691~1702.
- 翟裕生, 姚书振, 林新多. 1992. 长江中下游地区铁铜矿床. 北京: 地质出版社, 1~120.
- 余金杰, 毛景文. 2002. 宁芜岩铁矿钠长石 ⁴⁰Ar-³⁹Ar 定年及意义. 自然科学进展, 12(10): 1059~1063.
- 张达, 吴淦国, 狄永军, 臧文栓, 邵拥军, 余心起, 张祥信, 汪群峰. 2006. 铜陵凤凰山岩体 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄与构造变形及其对岩体侵位动力学背景的制约. 地球科学, 31(6): 823~830.
- 张乐骏, 周涛发, 范裕, 袁峰. 2008. 安徽月山岩体的锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其意义. 岩石学报, 24(08): 1725~1732.
- 张旗, 简平, 刘敦一. 2003. 宁芜火山岩的锆石 SHRIMP 定年及其意义. 中国科学 D 辑, 33(4): 309~314.
- 周涛发, 宋明义, 范裕, 袁峰, 刘珣, 吴明安. 2007. 安徽庐枞盆地中巴家滩岩体的年代学研究及其意义. 岩石学报, 23(10): 583~591.
- 周涛发, 范裕, 袁峰. 2008. 长江中下游成矿带成岩成矿作用研究进展. 岩石学报, 24(8): 1665~1678.
- Dodson M H. 1973. Closure temperature in cooling geochronological and petrological systems. Contrib. Miner. Petro., 40: 259~274.
- Giletti B J, Tullis J. 1977. Studies in diffusion: pressure dependence of Ar diffusion in phlogopite mica. Earth Planet Sci. Lett., 35: 180~183.
- Li J W, Zhao X F, Zhou M F. 2009a. Late mesozoic magmatism from Daye region, Eastern China: U Pb ages, petrogenesis and geodynamic implications. Contributions to Mineralogy and Petrology, 157(3): 383~409.
- Li J W, Deng X D, Zhou M F, Lin Y S, Zhao X F, Guo J L. 2009b. Laser ablation ICP-MS titanite U-Th-Pb dating of hydrothermal ore deposits: A case study of the Tonglushan Cu-Fe-Au skarn deposit, SE Hubei Province, China. Chemical geology, 270(1~4): 56~67.
- Ludwig KR. 2003. ISOPLOT 3.00: A Geochronological Toolkit for Microsoft Excel. Berkeley Geochronology Center Special Publication, No. 4: 170.
- Mao J W, Wang Y T, Lehmann B, Yu J J, Du A D, Mei Y X, Li Y F, Zang W S, Stein H J, Zhou T F. 2006. Molybdenite Re-Os and albite ⁴⁰Ar ³⁹Ar dating of Cu Au Mo and magnetite porphyry systems in the Yangtze River valley and metallogenic implications. Ore Geology Reviews, 29 (3~4): 307~324.
- Pan Y M, Dong P. 1999. The Lower Changjiang (Yangzi/Yangtze River) metallogenic belt, east central China: intrusion and wall rock-hosted Cu-Fe-Au, Mo, Zn, Pb, Ag deposits. Ore Geology Reviews, 15(1): 177~242.
- Selby D, Creaser R A, Hart C J, Rombach C S, Thompson J F H, Smith M T, Bakke A A, Goldfarb R J. 2002. Absolute timing of sulfide and gold mineralization: A comparison of Re-Os molybdenite and Ar-Ar mica methods from the Tintina Gold Belt, Alaska. Geology, 30: 791~794.
- Steiger R H, Jäger E. 1977. Subcommission on geochronology: Convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology. Earth Planet Sci. Lett., 36: 359~362.
- Sun W D, Xie Z, Chen J F, Zhang X, Chai Z H, Zhao J S, Zhang C H, Zhou T F. 2003. Os-Os dating of copper and molybdenum deposits along the Middle and Lower reaches of the Yangtze

- River. China. Econ. Geol., 98:175~180.
- Wang Q, Wyman D A, Xu J F, Jian P, Zhao ZH, Li CF, Xu W, Ma JL, He B. 2007. Early Cretaceous adakitic granites in the Northern Dabie Complex, central China: Implications for partial melting and delamination of thickened lower crust. *Geochim Cosmochim Acta*, 71:2609~2636.
- Xie G Q, Mao J W, Zhou S D, Ye H S, Yan Q R, Zhang Z S. 2006a. SHRIMP zircon U-Pb dating for volcanic rocks of the Dasi Formation in southeast Hubei Province, middle-lower reaches of the Yangtze River and its implications. *Chinese Science Bulletin*, 51:3000~3009.
- Xie G Q, Hu R Z, Mao J W, Pirajno F, Li L, Cao J J, Jiang G H, Zhao J H. 2006b. K-Ar dating, geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic systematic of late Mesozoic mafic dikes, southern Jiangxi province, Southeastern China: Petrogenesis and tectonic implication. *International Geological Review*, 48:1023~1051.
- Xie G Q, Mao J W, Li R L. 2007. Re-Os molybdenite and Ar-Ar phlogopite dating of Cu-Fe-Au-Mo(W) deposits in southeastern Hubei, China. *Mineralogy and Petrology*, 90:249~270.
- Xie G Q, Mao J W, Li R L, Bierlein F. 2008. Geochemistry and Nd-Sr isotopic studies of Late Mesozoic granitoids in the southeastern Hubei Province, Middle-Lower Yangtze River belt, Eastern China: Petrogenesis and tectonic setting. *Lithos*, 104:216~230.
- Xue H M, Dong S W, Jian P. 2006. Mineral chemistry, geochemistry and U-Pb SHRIMP zircon data of the Yangxin monzonitic intrusive in the foreland of the Dabie orogen. *Science in China (D)*, 49:684~695.
- Zhang Q, Jian P, Liu D Y, Wang Y L, Qian Q, Wang Y, Xue H. 2003. SHRIMP dating of volcanic rocks from Ningwu area and geological implication. *Science China (Earth Sciences)*, 33:830~837.
- Zhou T F, Yuan F, Yue S C, Liu X D, Zhang X, Fan Y. 2007. Geochemistry and evolution of ore-forming fluids of the Yueshan Cu-Au skarn and vein-type deposits, Anhui Province, South China. *Ore Geology Reviews*, 31:279~303.
- Zhou T F, Fan Y, Yuan F, Lu S M, Shang S G, Cooke D R, Meffre S, Zhao G C. 2008. Geochronology of the volcanic rocks in the Lu-Zong (Lujiang-Zongyang) basin and its significance. *Science China (Earth Sciences)*, 51(10):1470~1482.
- Zhou T F, Fan Y, Yuan F, Zhang L J, Qian B, Ma L, Yang X F, Cooke D R. 2011. Geochronology and significance of volcanic rocks in the Ning Wu Basin of China. *Science China (Earth Sciences)*, 54(2):185~196.
- Zhou T F, Wu M A, Fan Y, Duan C, Yuan F, Zhang LJ, Liu J, Qian B, Pirajno F, Cooke D R. 2011. Geological, geochemical characteristics and isotope systematic of the Longqiao iron deposit in the Lu-Zong volcano sedimentary basin, Middle Lower Yangtze (Changjiang) River Valley, Eastern China. *Ore Geology Reviews*, in press.

Geochronology of the Porphyry-like Type Iron Deposits in Ning-Wu Basin: Evidence from ^{40}Ar - ^{39}Ar Ar Phlogopite Dating

FAN Yu¹⁾, ZHOU Taofa¹⁾, YUAN Feng¹⁾, ZHANG Lejun¹⁾, QIAN Bin¹⁾,
MA Liang¹⁾, XIE Jie¹⁾, YANG Xifei²⁾

1) School of Resources and Environment Engineering, Hefei University of Technology, Hefei, 230009;

2) Anhui Chemical Industry Geological Exploration Institute, Xiangshan, Ma'anshan, 243031

Abstract

The Ning-Wu Basin is the important component of the Middle-Lower Yangtze metallogenic belt, which hosts many a porphyry-like type iron deposits. However, the research for precise ore-forming epoch and tectonic setting has been very poor. Basing on detailed field geological works, we present new ^{40}Ar - ^{39}Ar phlogopite ages for the typical Taocun, Baixiangshan and Hemushan iron deposits to constrain the timing and duration of mineralization in the basin. Phlogopite from the Taocun, Baixiangshan and Hemushan iron deposits yielded ^{40}Ar - ^{39}Ar plateau ages of $129.3 \pm 1.1\text{Ma}$, $130.7 \pm 1.1\text{Ma}$ and $129.1 \pm 0.9\text{Ma}$, respectively. The dating results indicate that different porphyry-like type iron deposits in the Ning-Wu Basin all formed in early stage of Early Cretaceous about 130 Ma, obviously later than skarn-porphyry Cu-Au deposits related to high-k calc-alkaline intrusions in uplift areas. The porphyry-like type iron deposits in the Ning-Wu volcanic basin is believed to form under a regional lithospheric and thinning environment.

Key words: Geochronology; porphyry-like type iron deposits, tectonic framework; Ning-Wu Basin