

宁镇地区岩浆岩年代学、地球化学研究

陆顺富^{1,2}, 朱笑青^{1*}, 李小芬³, 曾键年³

(1. 中国科学院地球化学研究所矿床地球化学国家重点实验室, 贵州 贵阳 550081;

2. 中国科学院大学, 北京 100049; 3. 中国地质大学(武汉), 湖北 武汉 430074)

宁镇地区位于长江中下游 Fe-Cu-Au 多金属成矿带最东段, 区内广泛发育中生代中酸性侵入岩, 自西向东主要有其林门、安基山、下蜀-高资、石马、谏壁等岩体。上述侵入岩体在岩石学和地球化学方面具有较高的研究程度, 然而, 其年代学研究却相对滞后。近年来, 除安基山(曾键年等, 2013)、高资、石马(Sun et al., 2013)岩体获得了精确的同位素年代学数据外, 其余岩体年代学数据都为早期测试数据, 其测试方法和精度都值得商榷。

本文通过对其林门和谏壁岩体 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年, 以及分析侵入岩体主量元素、微量元素等岩石地球化学特征, 初步探讨区内岩浆成岩时代、来源及演化。

1 地质背景

宁镇地区大地构造位置处扬子陆块东段, 区内地层划分为基底地层(Ar~Z)、沉积盖层(Z~T)和叠加盖层(J~K)三部分, 其中基底地层为一套具轻微混合岩化的浅变质岩系, 沉积盖层以海相沉积为主, 海陆交互相及陆相沉积次之, 叠加盖层为巨厚的陆相红色碎屑岩系和陆相火山侵入岩系。区内褶皱构造由一系列轴线近东西向的平行复式褶皱组成, 断裂构造主要为发育于背斜两翼的近东西向逆冲断裂及北西向与北东向共轭剪切断裂。研究区燕山期岩浆活动强烈, 主要侵位于断裂和褶皱核部, 表现为大规模、多期次的岩浆侵入活动(李相民等, 2009)。

2 年代学

其林门花岗斑岩中锆石颗粒较小, 半自形, 大多不完整、不对称, 但内部结构均匀, 发育清晰的岩浆震荡环带结构, 显示出岩浆成因特征。用 LA-ICP-MS 法测得的 13 个 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值比较一致, 表明锆石的 U-Th-Pb 同位素体系在后期岩浆作用、构造活动和变质作用中均未受到影响, 体系封闭性较好。13 个测点的年龄值加权平均值为 $122.0 \pm 1.0 \text{ Ma}$ ($n=13$, $\text{MSWD}=0.15$), 代表岩体的侵位年龄, 属早白垩世。

谏壁二长花岗岩中锆石呈长柱状, 自形-半自形, 内部结构均匀, 发育明显的多层同心韵律环带结构, 符合岩浆锆石的一般特征(Hoskin et al., 2000)。用 LA-ICP-MS 法测得的 20 个 $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$ 年龄值在谐和线上或附近成群集中分布, 加权平均值为 $96.8 \pm 1.7 \text{ Ma}$ ($n=20$, $\text{MSWD}=0.40$), 代表岩体的侵位年龄, 属早白垩世。

3 岩石地球化学特征

宁镇地区 5 个中酸性侵入岩体的 $w(\text{SiO}_2)$ 在 57.82%~74.84% 之间, 平均 66.58%, $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 偏高, 为 13.21%~17.62%, 平均 15.31%; 全碱(Alk)含量较高, $w(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})$ 为 5.96%~9.43%, 平均 7.48%。在 $w(\text{K}_2\text{O})-w(\text{SiO}_2)$ 图解中, 样品大部分落在高钾钙碱性系列区域, 少数落在钙碱性系列区域。在 $w(\text{MgO})-w(\text{SiO}_2)$ 图解中, $w(\text{MgO})$ 主要在 1%~3% 之间, 样品大多数落在俯冲洋壳部分熔融与底侵下地壳部分熔融而来埃达克岩的重叠区域。在 Harker 图解中, 每种氧化物的变化范围与 SiO_2 有较好的相关性, SiO_2 与 TiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO^* 、 MgO 、 CaO 、 P_2O_5 呈负相关, SiO_2 与 K_2O 、 Na_2O 呈正相关关系。

5 个侵入岩体的稀土元素含量较高, ΣREE 为 $70.68 \times 10^{-6} \sim 202.19 \times 10^{-6}$, 平均 156.31×10^{-6} 。在球粒陨石标准化模式图上, 岩体富集轻稀土元素, 亏损重稀土元素, 表现为右倾平滑配分模式。5 个岩体的 δEu 介于 0.73~1.39 之间, 多数呈弱负铕异常, 少数呈轻微的正铕异常, 正铕异常反映了岩石在形成过程中没有发生斜长石分离结晶作用或分离结晶作用时间较短。此外侵入岩体的 $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 比值介于 15.02~38.46 之间, 普遍高于下地壳(5.3)和上地壳(15.5)的 $(\text{La}/\text{Yb})_N$ 比值(Rudnick et al., 2003), 暗示侵入岩体经历过强

* 通讯作者, E-mail: zhuxiaoqing@mail.gyig.ac.cn

烈的稀土分异作用。在原始地幔标准化蛛网图上, 岩体富集大离子亲石元素, 亏损 Nb、Ta、P、Zr、Ti 等高场强元素, 这些特征反映区内的岩浆源区可能受到板片俯冲作用 (Martin et al., 2005), 或可能是岩浆在上升过程中受到了地壳物质的同化混染 (Xu et al., 2002)。在 $(La/Yb)_N-\delta Eu$ 图解中, 样品均落入壳幔型范围。

4 讨论

4.1 成岩时代

本文通过 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年, 测得其林门和谏壁岩体侵位年龄值分别为 122.0 ± 1.0 Ma 和 96.8 ± 1.7 Ma, 结合已知的安基山 (108~106 Ma)、下蜀-高资 (109~106 Ma) 和石马 (101 Ma) 等岩体成岩年龄, 这些年龄值对宁镇地区中酸性侵入岩的形成时代进行了约束, 确定了早白垩世是宁镇地区岩浆侵位活动的高峰期。

4.2 岩石成因

宁镇地区 5 个侵入岩体中, 主量元素特征显示 SiO_2 与 TiO_2 、 Al_2O_3 、 FeO^T 、 MgO 、 CaO 、 P_2O_5 呈负相关, 与 K_2O 、 Na_2O 呈正相关关系, 微量元素特征也表现出明显的相似性, 反映 5 个岩体之间具有密切的成因联系, 具有相同的物质来源, 即壳幔混合型岩浆演化的结果。

4.3 新一期成岩成矿作用

前人对长江中下游燕山期岩浆岩成岩时代做过大量的研究, 初步认为有三期主要的岩浆侵位活动: 第一期中酸性岩浆活动时代为 145~136 Ma, 主要产出于鄂东南、铜陵、安庆等断隆区; 第二期岩浆活动时代为 135~127 Ma, 主要产出于庐枞、宁芜盆地等断凹区; 第三期岩浆活动时代为 126~123 Ma, 既产出于断隆区, 也产出于断凹区, 三期岩浆活动显示长江中下游地区中生代侵入岩成岩时代有自南向北年代变新的趋势。宁镇地区岩浆活动高峰时代 (106~100 Ma) 与第三期岩浆活动结束时代 (123 Ma) 之间有 17~23 Ma 的间隔, 而且宁镇地区位于长江中下游成矿带最东段, 其岩浆侵位活动就可能发生在它们之后。故笔者认为宁镇地区的成岩成矿活动才是长江中下游地区中生代最晚期的成岩成矿活动, 即新一期大规模的成岩成矿事件, 侵入岩侵位时代可能在 110~95 Ma 之间, 即中国东部中生代发生的大规模成岩成矿作用在宁镇地区的结束时限可能推迟到 100 Ma, 甚至 95 Ma 左右。但这一认识还有待于更深入的研究和更多证据的支持。

参 考 文 献:

- Hoskin P W O, Black L P. 2000. Metamorphic zircon formation by solid-state recrystallization of protolith igneous zircon. *Journal of Metamorphic Geology*, 18: 423-439.
- 李相民, 孙国曦, 仇慎平. 2009. 安基山铜矿床地质—地球物理模型及其找矿意义. *地质学刊*, 33(1): 28-34.
- Martin H, Smithies R H, Rapp R, et al. 2005. An overview of adakite, tonalite-trondhjemite-granodiorite (TTG), and sanukitoid: relationships and some implications for crustal evolution. *Lithos*, 79(1): 1-24.
- Rudnick R, Gao S. 2003. The role of lower crustal recycling in continent formation. *Geochimica Et Cosmochimica Acta Supplement*, 67(18): 403.
- Sun Y, Ma C Q, Liu Y Y. 2013. The latest Yanshanian magmatic and metallogenic events in the Middle-Lower Yangtze River belt: Evidences from the Ningzhen region. *Chinese Science Bulletin*, 58: 4308-4318.
- Xu J, Shinjo R, Defant M J. 2002. Origin of Mesozoic adakitic intrusive rocks in the Ningzhen area of east China: Partial melting of delaminated lower continental crust. *Geology*, 30(12): 1111-1114.
- 曾键年, 李锦伟, 陈津华等. 2013. 宁镇地区安基山侵入岩 SHRIMP 锆石 U-Pb 年龄及其地质意义. *地球科学(中国地质大学学报)*, 38(1): 57-67.