

桐柏南缘镁铁质岩席的年代学及地球化学特征： 对扬子北缘早奥陶世拉张事件的启示

江拓¹⁾, 赵信文¹⁾, 吴琪²⁾, 邱啸飞¹⁾, 卢山松¹⁾, 邓新¹⁾, 赵幸悦子¹⁾

1) 中国地质调查局武汉地质调查中心(中南地质科技创新中心), 武汉, 430205;

2) 自然资源部信息中心, 北京, 100812

关键词: 桐柏造山带; 早奥陶世; 镁铁质岩席

南秦岭地区古生代岩浆岩以早志留世基性—碱性岩浆岩为主, 而缺乏奥陶纪及以前的古生代岩浆记录(Dong Yunpeng et al., 2021), 这严重制约了对南秦岭早古生代早期构造演化的理解, 尤其是对勉略洋开启时间的认识。镁铁质岩席通常被认为是大陆岩石圈伸展条件下岩浆作用的产物, 是研究区域构造—岩浆事件性质和意义的重要对象(Zhao Junhong et al., 2010)。Nie Hu 等(2016)在南秦岭武当地区报道了侵入于武当群中的早奥陶世(~460 Ma)镁铁质岩席, 并认为其代表了勉略洋的开启。然而, 在桐柏南缘地区迄今尚未有同时期的镁铁质岩席报道。

笔者等对桐柏南缘随州南部地区出露的一套侵入于下寒武统庄子沟组地层中的镁铁质岩席开展了详细的岩石学、锆石 U-Pb 年代学和元素—同位素地球化学研究。LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年代学研究表明, 镁铁质岩席的形成年龄为 475 ± 8 Ma, 是早奥陶世岩浆作用的产物。元素地球化学研究表明, 镁铁质岩席样品具有低硅($\text{SiO}_2 = 46.31\% \sim 54.53\%$)、高碱($\text{K}_2\text{O} + \text{Na}_2\text{O} = 4.37\% \sim 7.45\%$)、高 TiO_2 (2.83%~3.39%) 含量, 具轻稀土强烈富集, 重稀土亏损的右倾型稀土配分模式, 富集大离子亲石元素和高场强元素, 整体上表现出类似于洋岛玄武岩 OIB 的特征。同时, Nb/Ta 值为 17.4~19.9, Zr/Hf 值为 41.3~43.7, Zr/Nb 值为 3.8~4.8, 也与洋岛玄武岩相近(Nb/Ta=17; Zr/Hf=36; Zr/Nb<10)。同位素地球化学研究表明, 镁铁质岩

席具有正的 $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值(4.0~5.7), 暗示其来自相对亏损的地幔源区。通过模拟计算, 该镁铁质岩席可由石榴石相橄榄岩经过~3%的部分熔融形成。我们初步认为该镁铁质岩席来自于软流圈地幔石榴石橄榄岩的低程度部分熔融。在 Th/Yb—Nb/Yb 图解上, 镁铁质岩席样品全部落于洋岛玄武岩 OIB 附近, 在 Ti/50—50*Sm—V 图解中, 镁铁质岩席样品全部落在洋岛玄武岩 OIB 区域内, 在 Y/15—La/10—Nb/8 图解中, 镁铁质岩席落在大陆玄武岩和陆内裂谷碱性玄武岩交界处, 暗示该早奥陶世镁铁质岩席形成于大陆裂谷环境。

有研究报道了桐柏南缘随州莽麦冲金矿侵入于中上寒武统的 477 Ma 正长斑岩脉, 具有亏损的锆石 Hf 同位素组成, 被认为形成于大陆裂谷环境(曹强等, 2015)。此外, 刘燊等(2023)在南秦岭紫阳地区发现了早奥陶世 480 Ma 的 OIB 型基性岩墙群, Nie Hu 等(2016)报道了南秦岭武当地区 460 Ma 的 OIB 型基性岩墙, 也与本文中镁铁质岩席非常相似, 这些奥陶纪岩浆均形成于大陆裂谷环境, 共同指示扬子北缘在早奥陶世发生过一次拉张事件。事实上, 秦岭—桐柏造山带南缘广泛发育一套基性—碱性岩浆岩(江拓等, 2020), 主要出露于陕西紫阳—岚皋一带、湖北竹山—竹溪和随州—枣阳地区。这套基性—碱性岩浆岩与庙垭、天宝、土地岭等一批中—大型的稀有一稀土矿床密切相关, 是新一轮找矿突破战略行动的重点, 受到学者的广泛关注。前人的研究取得了一系列丰富的成果, 年代学研究表明这些岩石年龄介于 488~431 Ma (Wang

注: 本文为中国地质调查局项目(编号: DD20221729, DD20190050)、国家自然科学基金资助项目(编号: 41902232)、珠海城市地质调查(含信息化)项目(编号: MZCD-2201-008)和自然资源部二级项目“全国矿业权统计分析”(编号: 121101000000180044)联合资助的成果。

收稿日期: 2023-12-10; 改回日期: 2024-02-05; 责任编辑: 潘静。DOI: 10.16509/j.georeview.2024.s1.094

作者简介: 江拓, 男, 1987 年生, 博士, 高级工程师, 主要从事岩石学研究; Email: jiangtuo@mail.cgs.gov.cn。通讯作者: 赵信文, 男, 1980 年生, 硕士, 教授级高级工程师, 主要从事环境地质研究; Email: zhaoxinwen@mail.cgs.gov.cn。

Kunming et al., 2015; Wang Ruirui et al., 2017), 但对于其形成的构造背景尚存在不同的认识。有的学者认为其形成于被动大陆边缘裂谷, 是古特提斯洋分支勉略洋开启的产物 (Wu Yuanbao and Zheng Yongfei, 2013); 有的学者认为其形成于弧后盆地 (马昌前等, 2006; 王宗起等, 2009); 有的学者认为与地幔柱有关 (张成立等, 2002; Xu Cheng et al., 2008)。地球化学研究表明秦岭—桐柏造山带南缘早古生代基性岩多表现出类似于洋岛玄武岩 OIB 的特征, 碱性岩则多为 A1 型花岗岩, 其中还不乏双峰式岩浆组合。同时, 由于南秦岭地区缺乏早古生代的典型弧岩浆记录, 且该地区出露的基性岩墙群主要呈北西—南东向线状分布, 与区域构造线一致, 而明显不同于地幔柱成因的放射状分布形式, 故我们倾向于认为南秦岭早古生代基性—碱性岩浆岩形成于大陆裂谷环境。

本研究在桐柏南缘随州地区识别出一套早古生代镁铁质岩席, 形成于大陆裂谷环境, 是扬子北缘早奥陶世拉张事件的产物。综合秦岭—桐柏南缘早古生代基性—碱性岩浆岩的时代及地球化学特征, 我们认为该拉张事件可能代表了勉略洋的开启。

参 考 文 献 / References

- 曹强, 刘家军, 李龙吟, 孙义伟, 杨明银, 李书涛, 杨尚松. 2015. 秦岭造山带南缘茅冲金矿床正长斑岩锆石 U-Pb 年龄及其地质意义. *中国地质*, 42(5): 1303~1323.
- 江拓, 邱啸飞, 卢山松, 杨红梅, 邓新, 赵信文. 2020. 秦岭—桐柏造山带南缘早志留世双峰式火山岩和 A 型花岗岩成因: 对勉略洋开启的指示. *地质论评*, 66(s1): 21~22.
- 刘燊, 冯彩霞, 陈晓青, 赵慧博, 徐静妍, 范焱. 2023. 南秦岭地块紫阳地区早古生代岩石圈伸展规律、动力学机制及基性岩墙成因. *岩石学报*, 39(3): 938~962.
- 马昌前, 余振兵, 张金阳, 张超. 2006. 地壳根、造山热与岩浆作用. *地学前缘*, 13(2): 130~139.
- 王宗起, 闫全人, 闫臻, 王涛, 姜春发, 高联达, 李秋根, 陈隽璐, 张英利, 刘平. 2009. 秦岭造山带主要大地构造单元的新划分. *地质学报*, 83(11): 1527~1546.
- 张成立, 高山, 张国伟, 柳小明, 于在平. 2002. 南秦岭早古生代碱性岩墙群的地球化学及其地质意义. *中国科学: 地球科学*, 32(10): 819~829.
- Dong Yunpeng, Sun Shengsi, Santosh M, Zhao Jie, Sun Jiaopeng, He Dengfeng, Shi Xiaohui, Hui Bo, Cheng Chao, Zhang Guowei. 2021. Central China orogenic belt and amalgamation of East Asian continents. *Gondwana Research*, 100: 131~194.
- Nie Hu, Wan Xin, Zhang He, He Jianfeng, Hou Zhenhui, Siebel Wolfgang, Chen Fukun. 2016. Ordovician and Triassic mafic dykes in the Wudang terrane: Evidence for opening and closure of the South Qinling ocean basin, central China. *Lithos*, 266: 1~15.
- Wang Kunming, Wang Zongqi, Zhang Yingli, Wang Gang. 2015. Geochronology and geochemistry of mafic rocks in the Xuhe, Shaanxi, China: Implications for petrogenesis and mantle dynamics. *Acta Geologica Sinica-English Edition*, 89(1): 187~202.
- Wang Ruirui, Xu Zhiqin, Santosh M, Liang Fenghua, Fu Xuehai. 2017. Petrogenesis and tectonic implications of the Early Paleozoic intermediate and mafic intrusions in the South Qinling Belt, Central China: Constraints from geochemistry, zircon U-Pb geochronology and Hf isotopes. *Tectonophysics*, 712~713: 270~288.
- Wu Yuanbao, Zheng Yongfei. 2013. Tectonic evolution of a composite collision orogen: An overview on the Qinling-Tongbai-Hong'an-Dabie-Sulu orogenic belt in central China. *Gondwana Research*, 23: 1402~1428.
- Xu Cheng, Campbell I H, Allen C M, Chen Yanjing, Huang Zhilong, Qi Liang, Zhang Guishan, Yan Zaifei. 2008. U-Pb zircon age, geochemical and isotopic characteristics of carbonatite and syenite complexes from the Shaxiongdong, China. *Lithos*, 105: 118~128.
- Zhao Junhong, Zhou Meifu, Zheng Jianping. 2010. Metasomatic mantle source and crustal contamination for the formation of the Neoproterozoic mafic dike swarm in the northern Yangtze Block, South China. *Lithos*, 115(1~4): 177~189.

JIANG Tuo, ZHAO Xinwen, WU Qi, QIU Xiaofei, LU Shansong, DENG Xin, ZHAO Xingyuezi: Geochronological and geochemical characteristics of mafic sill from the south Tongbai orogen: Implications for the early Ordovician extension event of the northern Yangtze Craton

Keywords: Tongbai orogen; early Ordovician; mafic sill