

赣东北西湾蛇绿混杂岩中新元古代花岗斑岩年代学、地球化学特征及其地质意义

江拓^{1,2,3)}, 高俊³⁾, 王信水³⁾, 翟庆国⁴⁾, 杨红梅^{1,2)}

1)中国地质调查局武汉地质调查中心/同位素地球化学研究室, 武汉, 430205;

2)中国地质调查局/花岗岩成岩成矿地质研究中心, 武汉, 430205;

3)中国科学院地质与地球物理研究所/矿产资源研究重点实验室, 北京, 100029;

4)中国地质科学院地质研究所, 北京, 100037

江南造山带西起广西钦州湾, 经湘东和赣中, 延伸至浙江杭州湾地区, 全长近 1500 km, 宽约 120 km, 呈反 S 状弧形展布, 是扬子地块和华夏地块之间的重要拼合带(Charvet et al., 1996; Li et al., 2014), 也是新元古代和晚中生代显著的铜-金成矿带(舒良树, 2012)。然而, 对于江南造山带的形成时代与构造演化, 仍存在重大争议: (1)“地幔柱”模式主张扬子和华夏地块之间的碰撞拼合发生于 1.1~0.9Ga, 江南造山带是与 Rodinia 超大陆聚合密切相关的格林威尔期造山运动的产物(Li et al., 2002, 2007), 而江南造山带内广泛发育的新元古代岩浆岩(850~750 Ma)则是与 Rodinia 超大陆裂解有关的地幔柱活动的产物(Li et al., 1999, 2003); (2)“弧”模式认为扬子和华夏地块之间的造山运动直到 0.8Ga, 甚至更晚才完成(Zhou et al., 2002; Wang et al., 2006), 大量新元古代岩浆活动与俯冲或大陆碰撞事件有关(Zhao et al., 2011; Yao et al., 2013)。长期的认识分歧, 严重阻碍了对华南克拉通形成的理解乃至 Rodinia 超大陆的重建。

已有的研究成果表明, 江南造山带的西段和东段均有新元古代 S 型花岗岩出露(Yao et al., 2014; Li et al., 2003; Wu et al., 2006; 薛怀民等, 2010), 对扬子和华夏地块之间的碰撞拼合时间提供了有力的制约。然而, 迄今为止, 在江南造山带中段尚未发现同时期 S 型花岗岩。本文通过详细的野外工作和室内分析, 在江南造山带中段赣东北西湾蛇绿混杂岩中识别出一套新元古代 S 型含电气石花岗斑岩,

并结合其年代学及地球化学特征, 厘定了其成因及形成的构造环境, 进而探讨了其对于江南造山带形成时代与构造演化的意义。

含电气石花岗斑岩呈数平方米至数十平方米大小的规模产出西湾蛇绿混杂岩中, 主要由钾长石(~50%, 按体积计, 后同)、石英(~45%)和少量电气石(~5%)、白云母(<1%)等组成, 块状构造, 斑状结构, 斑晶为电气石和石英, 约占 10%, 基质为钾长石、石英和白云母。SIMS 锆石 U-Pb 年代学研究显示, 27 颗锆石均具清晰的振荡环带, Th/U 比值介于 0.20~3.32, 为岩浆锆石, 谐和年龄为 907 ± 5 Ma (MSWD=0.01), 代表该花岗斑岩的形成时代。电气石代表成分为 $\text{SiO}_2=33.26\%\sim36.72\%$, $\text{Al}_2\text{O}_3=28.47\%\sim34.44\%$, $\text{FeO}^T=12.45\%\sim16.31\%$, 属铁电气石。岩石样品具有较高的 SiO_2 (75.6%~78.1%)和 K_2O (4.00%~4.26%), Na_2O 含量较低(0.02%~0.05%), 在 TAS 图解中落于花岗岩区域内。样品 Al_2O_3 含量较高(13.7%~15.4%), CIPW 标准化刚玉分子达 9.36%~10.9%, 里特曼指数均小于 3.3 ($\sigma=0.46\sim0.57$), 铝饱和指数均大于 1.1 ($A/\text{CNK}=2.94\sim3.24$), 属强过铝质高钾钙碱性系列, 是典型的 S 型花岗岩。所有样品均具右倾型稀土配分模式 [$(\text{La}/\text{Yb})_N=170\sim216$, $(\text{Gd}/\text{Yb})_N=12.9\sim16.1$]及弱铈负异常($\text{Eu}/\text{Eu}^*=0.67\sim0.75$); 原始地幔标准化的蛛网图上, 显示出富集 Rb、K 等大离子亲石元素, 亏损 Nb、Ta、Ti、P 等高场强元素的特征。岩石具有高 Rb/Sr (4.24~9.49)、Rb/Ba (0.27~0.32)比值和低 Sr/Ba

注: 本文为国家自然科学基金资助项目(编号 41172200)和中国地质调查局项目(编号 12120113093900)的成果。

收稿日期: 2015-09-25; 改回日期: 2015-09-28; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 江拓, 男, 1987 年生, 博士, 助理研究员, 矿物学、岩石学、矿床学专业。Email: jiangtuoigccas@163.com。

(0.03~0.07)比值,表明其可能为泥质岩在贫水条件下部分熔融的产物。高 $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{TiO}_2$ (82.2~85.8)比值暗示其岩浆初始温度较高($\geq 875^\circ\text{C}$),这与锆石饱和温度计估算的结果一致($T_{\text{Zr}}=884\sim 902^\circ\text{C}$)。锆石的 $\varepsilon_{\text{Hf}}(907\text{Ma})$ 值为-6.1~-1.1,两阶段 Hf 同位素模式年龄 $T_{2\text{DM}}=1859\sim 2178\text{Ma}$,全岩的 $\varepsilon_{\text{Nd}}(907\text{Ma})$ 值为-5.0~-4.1,表明源区为古元古代地壳物质再循环。构造环境判别图解上,岩石均落于后碰撞花岗岩区域。

赣东北蛇绿混杂岩带位于江南造山带中段,大地构造位置上处于西侧九岭地体(扬子地块的大陆边缘)和东侧的怀玉弧地体之间,因此被认为是二者之间的缝合带(Charvet et al., 1996; 舒良树, 2012)。本文报道的西湾新元古代 S 型含电气石花岗岩斑岩可能是~907Ma 怀玉弧地体与扬子地块碰撞的产物,而江南造山带中广泛分布的~820 Ma 的 S 型花岗岩则是扬子和华夏地块最终碰撞拼合的产物。结合前人的研究成果,本研究建立了扬子和华夏地块之间“剪刀式”的拼合碰撞模式:西段于~1.0 Ga 发生碰撞,中段于~907Ma 发生弧陆碰撞,东段于~820Ma 陆续发生碰撞,标志着整个江南造山带的最终形成。

参 考 文 献 / References

- 舒良树, 2012. 华南构造演化的基本特征. 地质通报, 31 (7): 1035~1053.
- 薛怀民, 马芳, 宋永勤, 谢亚平, 2010. 江南造山带东段新元古代花岗岩组合的年代学和地球化学:对扬子与华夏地块拼合时间与过程的约束. 岩石学报, 26 (11): 3215~3244.
- Charvet J, Shu L, Shi Y, Guo, L, Faure M. 1996. The building of south China: collision of Yangzi and Cathaysia blocks, problems and tentative answers. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences* 13: 223~235.
- Li X H, Li Z.X, Ge W, Zhou H, Li W, Liu Y, Wingate M T. 2003. Neoproterozoic granitoids in South China: Crustal melting above a mantle plume at ca. 825 Ma? *Precambrian Research* 122: 45~83.
- Li X H, Li Z X, Li W X. 2014. Detrital zircon U-Pb age and Hf isotope constrains on the generation and reworking of Precambrian continental crust in the Cathaysia Block, South China: A synthesis. *Gondwana Research*, 25: 1202~1215.
- Li Z, Li X, Kinny P, Wang J. 1999. The breakup of Rodinia: Did it start with a mantle plume beneath South China? *Earth and Planetary Science Letters*, 173: 171~181.
- Li Z X, Li X H, Zhou H, Kinny P D. 2002. Grenvillian continental collision in south China: New SHRIMP U-Pb zircon results and implications for the configuration of Rodinia. *Geology*, 30: 163~166.
- Li Z X, Wartho J A, Occhipinti S, Zhang C L, Li X H, Wang J, Bao C. 2007. Early history of the eastern Sibao Orogen (South China) during the assembly of Rodinia: New mica $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ dating and SHRIMP U-Pb detrital zircon provenance constraints. *Precambrian Research*, 159: 79~94.
- Wang X L, Zhou J C, Qiu J S, Zhang W L, Liu X M, Zhang G L. 2006. LA-ICP-MS U-Pb zircon geochronology of the Neoproterozoic igneous rocks from Northern Guangxi, South China: Implications for tectonic evolution. *Precambrian Research*, 145: 111~130.
- Wu R X, Zheng Y F, Wu Y B, Zhao Z F, Zhang S B, Liu X, Wu F Y. 2006. Reworking of juvenile crust: Element and isotope evidence from Neoproterozoic granodiorite in South China. *Precambrian Research*, 146: 179~212.
- Yao J, Shu L, Santosh M, Li J. 2013. Geochronology and Hf isotope of detrital zircons from Precambrian sequences in the eastern Jiangnan Orogen: Constraining the assembly of Yangtze and Cathaysia Blocks in South China. *Journal of Asian Earth Sciences*, 74: 225~243.
- Yao J, Shu L, Santosh M, Zhao G. 2014. Neoproterozoic arc-related mafic-ultramafic rocks and syn-collision granite from the western segment of the Jiangnan Orogen, South China: Constraints on the Neoproterozoic assembly of the Yangtze and Cathaysia Blocks. *Precambrian Research*, 243: 39~62.
- Zhao J H, Zhou M F, Yan D P, Zheng J P, Li J W. 2011. Reappraisal of the ages of Neoproterozoic strata in South China: No connection with the Grenvillian orogeny. *Geology*, 39: 299~302.
- Zhou M F, Yan D P, Kennedy A K, Li Y, Ding J. 2002. SHRIMP U-Pb zircon geochronological and geochemical evidence for Neoproterozoic arc-magmatism along the western margin of the Yangtze Block, South China. *Earth and Planetary Science Letters*, 196: 51~67.