

# 内蒙古乌拉山大桦背岩体成因及构造意义

王梁<sup>1,2)</sup>, 王根厚<sup>2)</sup>, 雷时斌<sup>3)</sup>, 常春郊<sup>1,2)</sup>, 康建坤<sup>1)</sup>

1) 武警黄金地质研究所, 河北廊坊, 065000;

2) 中国地质大学(北京)地球科学与资源学院, 北京, 100083;

3) 武警黄金指挥部, 北京, 100055

目前对于华北北缘中段西部地区花岗岩研究仍然较为薄弱, 关于这些早石炭-晚二叠岩体形成构造体制仍然存在俯冲和后碰撞两种不同认识, 直接制约着对古亚洲洋在本区闭合时间的准确厘定。为了区域上比对印证, 本文拟通过对乌拉山大桦背岩体进行锆石 U-Pb 年代学、岩石地球化学、Sr-Nd-Hf 同位素研究, 在探讨其区域构造演化意义的同时, 限定其成因类型、源区特征、成因机制及所蕴含深部动力学过程。

## 1 岩体岩相学特征

研究区大地构造位置为华北克拉通北缘中段。大桦背岩体平面上呈近椭圆状, 以岩基的形式侵位于乌拉山群之中。根据岩石矿物组合及结构构造特征不同, 可将大桦背岩体划分为边缘相及中心相两个相带。其中, 边缘相由中细粒钾长花岗岩构成, 而中心相为粒度略大的似斑状黑云母二长花岗岩。

## 2 锆石 U-Pb 年代学

对采自大桦背岩体中心相的似斑状黑云母二长花岗岩样品进行了锆石 U-Pb 年代学研究。对 26 个锆石颗粒的 26 个测点进行了定年, 大部分测点在谐和图上均位于谐和线附近组成密集的一簇,  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  表面年龄变化于 324.3~333.1Ma, 加权平均年龄为  $328.3 \pm 1.5\text{Ma}$  ( $2\sigma$ ,  $\text{MSWD}=0.72$ ), 可代表该岩体的形成年龄, 说明其为华北北缘早石炭晚期岩浆活动的产物。

## 3 地球化学特征

主量元素方面, 岩体表现出富硅、富碱、富钾

的特征, 属于准铝质—过铝质岩石。样品  $\Sigma\text{REE}$  介于  $79.46 \times 10^{-6} \sim 275.69 \times 10^{-6}$ ,  $(\text{Ce}/\text{Yb})_{\text{N}}$  介于 7.21~15.64, 表现出轻稀土富集重稀土亏损的特征。大部分样品表现出明显的  $\delta\text{Eu}$  负异常。微量元素方面, 大桦背岩体具有较高的 Th/Ta 比值 (10.30~21.60) 及较低的 Ce/Pb 比值 (0.90~3.13)。在微量元素原始地幔标准化蛛网图中总体表现出富集大离子亲石元素 Rb、Th、U、K 及轻稀土元素, 亏损 Nb、Ta、P、Ti 等高场强元素, 且大离子亲石元素 Sr、Ba 表现出明显的亏损。岩体具有均一的 Sr-Nd 同位素组成,  $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$  比值变化于 0.704799~0.706272 之间,  $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$  介于 -8.8~-8.2 之间, Nd 二阶段模式年龄为 1754~1805Ma。20 个测点的锆石  $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$  值分布于 -8.3~-2.6 之间, 二阶段模式年龄介于 1503~1861Ma。

## 4 岩体成因

由于研究区内缺乏与大桦背岩体同期活动的幔源岩浆记录, 再加上大桦背岩体体积巨大,  $\text{SiO}_2$  含量最高可达 76.04%, 且整体变化范围较窄, 因此由幔源岩浆的分离结晶作用直接形成的可能性较小。大桦背岩体侵位于前寒武纪结晶基底之中, 故可以排除其起源于上地壳的可能性, 而岩体具有低  $(^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr})_i$  值, 负  $\epsilon_{\text{Nd}}(t)$ 、 $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$  值以及古老的 Nd、Hf 同位素模式年龄, 暗示其可能形成于古老下地壳的部分熔融。

但所有锆石的  $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$  值均显著高于镁铁质下地壳 (Zhang et al., 2012), 指示岩体并非单纯起源于下地壳物质的熔融, 形成过程中应有幔源组分参与。锆石  $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$  值分布于 -8.3~-2.6 之间, 变化幅度高达 5 个  $\epsilon$  单位, 明显超出了分析方法自身误差的影响,

注: 本文为中国地质调查局项目 (1212011120725 和 12120113072200) 及国家自然科学基金项目 (41090371) 的成果。

收稿日期: 2015-02-07; 改回日期: 2015-03-01; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 王梁, 男, 1987 年生, 博士生, 构造地质学专业。Email: liang-wang@sohu.com。

但岩体却具有均一的 Sr-Nd 同位素组成,表现出与壳幔岩浆混合成因花岗岩相似的同位素变化特征。大桦背岩体中广泛发育的暗色微粒包体则是幔源岩浆与寄主岩浆发生岩浆混合最直观的证据。包体具典型的岩浆结构,明显不同于下地壳难熔残留体以及围岩捕掳体(片麻岩)成因的包体。包体中大量发育的针状磷灰石正是岩浆混合作用过程中高温的幔源岩浆注入到温度较低的壳源岩浆中在“淬冷”条件下的产物。除了岩浆混合作用外,岩体具有较低的 MgO、FeO<sup>T</sup>、Cr、Co、Ni 含量,随着 SiO<sub>2</sub> 含量的增加, FeO<sup>T</sup>、MgO 表现出明显的降低趋势,表明在岩浆演化过程中发生过角闪石、黑云母等镁铁质矿物的分离结晶作用。岩体边部可见围岩捕掳体,表明岩浆形成过程中经历过地壳混染。SiO<sub>2</sub> 含量与  $\epsilon_{Nd}(t)$  比值的负相关以及 La/Yb 比值和 Nb/Ta 比值的负相关关系,也证明在岩浆上升过程中确实存在地壳混染。

## 5 构造背景

大桦背岩体具有较高的 Th/Ta 比值及较低的 Ce/Pb 比值,相对富集 Rb、Th、U、K 等大离子亲石元素,亏损 Nb、Ta、Ti、P 等高场强元素,表现出与俯冲带岛弧岩浆岩相似的地球化学特点。在 Pearce et al.(1984)所提出的 Rb-Yb+Ta 及 Rb-Y+Nb 判别图中(图略),投点均落于火山弧型花岗岩范围。由于大桦背岩体侵位于元古界乌拉山群之中,因此大桦背岩体可能产出在俯冲带之上的活动大陆边缘,为大陆岛弧型岩浆岩。故大桦背岩体形成时古亚洲洋仍在俯冲,两大板块并未闭合。Jian et al. (2010)在索伦山缝合带蛇绿岩套内基性岩所获得的 288±6Ma 及 284±4Ma 的年龄也指示晚二叠世仍

然存在古亚洲洋残余的洋盆。包括仅距离大桦背岩体十余公里的沙德盖岩体在内的中晚三叠世华北北缘后碰撞花岗岩带以及三叠纪碱性侵入岩带的出现则为古亚洲洋的俯冲事件彻底划上了句号,说明在华北克拉通与西伯利亚板块发生碰撞之后,本区已由挤压转入拉张环境。因此,通过华北北缘岩浆作用的演化可以推测古亚洲洋的最终闭合,两大板块的最终碰撞缝合时间应该在晚二叠世至早三叠世期间内。

## 6 结论

大桦背岩体为华北北缘早石炭世岩浆活动的产物。岩体具有富硅、富碱、富钾、准铝质-弱过铝质的特征,是壳幔岩浆相混合的产物。混合岩浆在上升过程中又发生了分离结晶和同化混染。岩体形成于古亚洲洋板块向南侧的华北克拉通俯冲下的大陆弧环境。古亚洲洋在早石炭世并未消亡,其最终闭合在晚二叠世—早三叠世。

## 参 考 文 献 / References

- Jian P, Liu D Y, Kröner A, Windley B F, Shi Y R, Zhang W, Miao L C, Zhang L Q, Tomurhuu D. 2010. Evolution of a Permian intraoceanic arc-trench system in the Solonker suture, Central Asian Orogenic Belt, China and Mongolia. *Lithos*, 118: 169-190.
- Pearce J A, Harris N B W, Tindle A G. 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25:956-983.
- Zhang X H, Xue H F, Yuan L L, Ma Y G, Wilde S A. 2012. Late Permian appinite-granite complex from northwestern Liaoning, North China Craton: petrogenesis and tectonic implications. *Lithos*, 155: 201-217.