

阿尔金淡水泉北榴辉岩同位素定年 及其地球化学特征

王立社^{1,2)}, 陈维民²⁾, 仇银江²⁾, 张耀选²⁾, 詹小弟¹⁾, 杜亚龙¹⁾, 米宝昕³⁾

- 1) 中国地质调查局西安地质调查中心, 国土资源部岩浆作用成矿与找矿重点实验室, 西安, 710054;
2) 新疆地质勘查基金项目管理中心, 乌鲁木齐, 830001; 3) 新疆地质学会, 乌鲁木齐, 830001

1 地质概况

阿尔金造山带位于新疆、青海、甘肃省的交界地带, 是西北主要大地构造单元(塔里木、柴达木以及东西昆仑、天山、柴北缘、北祁连和北山构造带)衔接地带, 环形山位于其南缘中段。区域上阿尔金山南缘为一套英云闪长质、花岗质片麻岩, 它与夕线石榴片麻岩、蓝晶石榴片麻岩以及石榴斜长角闪岩等构成的以角闪岩相为主的变质杂岩“阿尔金山岩群”(于海峰等, 2002)。环形山榴辉岩呈透镜体状产于新元古代石榴石二长花岗片麻岩中(采样坐标 $88^{\circ}07.95' \sim 88^{\circ}08.15'; 38^{\circ}14.00' \sim 38^{\circ}13.80'$), 花岗片麻岩灰白色, 中细粒结构, 片麻状构造, 主要矿物为石英、斜长石、黑云母和石榴子石等。榴辉岩岩石白眼圈构造发育, 石榴石变少, 石英及金红石等矿物较少, 峰期矿物组合几乎不见, 绿辉石近乎被次透辉石及角闪石替代, 显示岩石曾经历了退变质作用, 因而岩石现为榴辉岩、榴闪岩及斜长角闪岩。

2 同位素定年

环形山榴辉岩锆石多呈柱状, 粒径一般在 $100 \times 50 \sim 100 \times 300 \mu\text{m}$ 之间, 晶体长宽比值一般在 1:1~2:1 之间, 根据内部结构可以分为两类: 一类锆石可见明显的结晶环带或震荡环带(部分锆石有变质增生边, 形成核边结构), 锆石原位 ΣREE 为 $840.4 \sim 1542 \mu\text{g/g}$ 、轻重稀土分异较强, 锆石 Eu 呈不同程度负异常, Ce 呈正异常, Th/U 比值为 $0.1 \sim 0.25 \geq 0.1$ 较高, 显示岩浆锆石特点; 另一类锆

石色调均一, 内部没有明显结晶环带, 稀土含量均较低(ΣREE 在 $26.2 \sim 591.8 \mu\text{g/g}$ 之间), 轻重稀土分异程度弱(其 LREE/HREE 平均值为 0.28), Eu 负异常不明显甚至呈正异常, Th/U 多小于 0.1, 显示变质新生锆石特征。两者比较显示: 岩浆锆石具有较高的稀土总量和重稀土含量, 变质增生的边部锆石及变质重结晶锆石稀土总量较低, 重稀土曲线整体也低于岩浆锆石的。微区定年显示第一类锆石表面年龄为 $592 \pm 11 \sim 790 \pm 14 \text{Ma}$, 可能代表了榴辉岩原岩年龄, 第二类锆石加权平均年龄为 $508 \pm 6 \text{Ma}$, 代表了岩石的变质年龄。测定 6 个榴辉岩原岩锆石点位 $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ 值介于 $0.282174 \sim 0.282399$, 平均为 0.282284 ; $\epsilon_{\text{Hf}}(0)$ 值为 $-21.13 \sim -13.21$, 平均为 -17.25 , $\epsilon_{\text{Hf}}(t)$ 值为 $-6.02 \sim 3.24$, 平均值为 -3.78 ; 其第一阶段模式年龄 T_{DM1} 值和第二阶段模式年龄 T_{DM2} 值分别为 $1235 \sim 1508 \text{Ma}$ 和 $1348 \sim 1721 \text{Ma}$, 大于锆石的形成年龄 $592 \sim 790 \text{Ma}$, 对于玄武质岩石来说, 模式年龄大于其形成年龄表明源区受到过地壳的混染或来自于富集地幔(吴福元, 2007)。

3 岩石地球化学特征

主量及微量元素地球化学分析显示: SiO_2 含量为 $45.33\% \sim 48.85\%$, 显示基性岩石的特征。 $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$ ($2.21\% \sim 3.17\%$) 含量较低, 且 $\text{Na}_2\text{O} > \text{K}_2\text{O}$; 而 Al_2O_3 ($15.48\% \sim 16.34\%$) 和 CaO ($7.79\% \sim 10.79\%$) 含量较高; TiO_2 ($0.85\% \sim 1.52\%$) 含量变化较大, 但 TiO_2 一般都小于 1.52% , 平均值为 1.04% 。其主量元素 Al_2O_3 、 TiO_2 、 MgO 、 P_2O_5 与洋脊玄武岩相应含量一致。岩石 ΣREE (不含 Y) = $31.89 \sim 42.75 (10^{-6})$,

注: 本文为国家自然科学基金(批准号: 41103021; 41272089)和中国地质调查局工作项目(编号: 1212011220861)资助。

收稿日期: 2014-12-25; 改回日期: 2015-01-23; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 王立社, 男, 1976 年生, 副研究员, 高级工程师, 岩石学、矿物学、矿床学专业。E-mail: 804249689@qq.com。

$(La/Yb)_N=0.73\sim 1.28$, 平均为 1, 具有非常一致的稀土元素含量和球粒陨石标准化配分模式, 稀土 Nb/Ta 和 Zr/Hf 值分别为 3.42~15.32、26.52~34.24, Zr/Nb 值为 5.83~18.61, 平均 10.59 与洋脊玄武岩相应比值一致; 稀土元素标准化模式图呈轻重稀土稍低于中稀土的平缓模式, 轻重稀土元素间无明显分馏, 并且为弱 Eu 异常, 与典型洋脊玄武岩稀土元素特征相似, 这种稀土配分模式主要归结为部分熔融程度较高 Gast (1968)。微量元素 MORB 标准化图整体显示前隆后平型, K、Rb、Ba、Th、Ta 和 Nb 相对 MORB 较富集, Nb 和 Ta 不亏损, 显示了洋脊玄武岩而非岛弧玄武岩的特征。利用 $TFeO/MgO-TiO_2$ 判别图以及 $w(P_2O_5)-w(TiO_2)$ 判别图解对样品进行判别, 样品落入 MORB 区域。

4 讨论

杨经绥等 (2003) 研究发现阿尔金邻区柴北缘超高压榴辉岩原岩同位素年龄为 750~800Ma, 刘良等 (2007) 测得阿尔金江孜勒萨依榴辉岩原岩年龄约 754±9Ma。本文测得榴辉岩的原岩年龄 592±11~790±14Ma 与前人研究结果相比有更年轻的原岩出现, 表明榴辉岩原岩并不唯一。那么榴辉岩原岩是洋脊其两侧年龄渐老的洋脊玄武岩还是不同期次侵入、具洋脊性质的基性岩呢? 张建新等, (2001) 研究显示阿尔金西段江孜勒萨依榴辉岩原岩有“T”型大洋玄武岩性质, 刘良等 (2007) 研究显示其具有 E-MORB 的地球化学性质, 与环形山榴辉岩等地球化学特征相一致。但是需要注意的是榴辉岩均呈透镜体状产于围岩中, 而且围岩为新元古代花岗片麻岩, 其生成年龄大于榴辉岩原岩年龄 (王立社等, 2015), 并且变质特征显示围岩也曾遭受高压变质, 因而推测榴辉岩原岩为不同期次侵入围岩的基性岩石。这与 Rodinia 超大陆汇聚之后, 从新元古代晚期开始该区逐渐转向裂解的伸展动力学背景之下, 直到原古特提斯洋形成的大陆动力学背景是一致的 (陆松年, 1998)。本次测得 508±6Ma 榴辉岩变质年龄与张建新等 (1999) 对该构造带西段江孜勒萨依榴辉岩测得的峰期变质

500±10Ma (Sm-Nd 等时线年龄)、504±5Ma (单颗粒锆石 U-Pb 同位素加权平均年龄) 值以及张安达等 (2004)、Zhang 等 (2005) 及刘良等 (2007) 对英格利萨依地区超高压岩石 SHRIMP 或 LA-ICP-MS 测试结果 500Ma 左右数据相近。指示阿尔金南缘中西段 500Ma 均发生了大陆俯冲折返运动, 形成一条超高压变质带。

致谢: 向在阿尔金、昆仑等艰苦地区工作的同志们表示感谢!

参 考 文 献/References

- 刘良, 张安达, 陈丹玲, 杨家喜, 罗金海, 王超. 2007. 阿尔金江孜勒萨依榴辉岩和围岩锆石 LA-CP-MS 微区原位定年及其地质意义. 地学前缘, 14(1): 98~107.
- 陆松年. 1998. 新元古时期 Rodinia 超大陆研究进展述评. 地质论评, 44(5): 489~495.
- 王立社, 张巍, 段星星, 龙小平, 马中平, 宋忠宝, 孙吉明. 2015. 阿尔金环形山花岗岩片麻岩同位素年龄及成因研究. 岩石学报, 31(1): 119~132.
- 吴福元, 李献华, 郑永飞, 高山. 2007. Lu-Hf 同位素体系及其岩石学应用. 岩石学报, 23(2): 185~220
- 杨经绥, 张建新, 孟繁聪, 史仁灯, 吴才来, 许志琴, 李海兵, 陈松永. 2003. 中国西部柴北缘-阿尔金的超高压变质榴辉岩及其原岩性质探讨. 地学前缘, 10(3): 291~314.
- 于海峰, 陆松年, 刘永顺, 修群业, 李铨. 2002. “阿尔金山岩群”的组成及其构造意义. 地质通报, 21(12): 834~840
- 张安达, 刘良, 孙勇, 等. 2004. 阿尔金超高压花岗质片麻岩中锆石 SHRIMP U-Pb 定年及其地质意义. 科学通报, 49(22): 2335~2341.
- 张建新, 张泽明, 许志琴, 杨经绥, 崔军文. 1999. 阿尔金构造带西段榴辉岩的 Sm-Nd 及 U-Pb 年龄——阿尔金构造带中加里东期山根存在的证据. 科学通报, 44(10): 1109~1112.
- Gast, P.W. 1968. Trace element fractionation and the origin of tholeiite and alkaline magma type. Geochim[J]. Cosmochim. Acta, 32: 1057~1086.
- Zhang J X, Mattinson C G, Meng F C, et al. 2005. An Early Palaeozoic HP/HT granulite garnet peridotite association in the south Altyn Tagh, NW China: p-T history and U-Pb geochronology. J Metamorphic Geol, 23: 491~510.