

# 北祁连中段阿扎贡玛钾长花岗岩地球化学特征及其成矿潜力分析

赵辛敏<sup>1)</sup>, 郭周平<sup>1)</sup>, 张江伟<sup>1)</sup>, 白赞<sup>2)</sup>, 李长安<sup>1)</sup>, 张海松<sup>1)</sup>

- 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) 长安大学地球科学与资源学院, 西安, 710054;

北祁连造山带经历了古生代洋壳俯冲及其之后的陆-陆碰撞, 是一个具有典型沟-弧-盆体系的加里东期造山带(许志琴, 1994; 夏林圻, 1995; 张建新, 1997; Song, 2009)。吴才来等(2006, 2010)对北祁连中段花岗岩类进行了较为详细的研究, 认为这些花岗岩的形成与北祁连洋的俯冲消减作用到之后的陆-陆碰撞有关。本次研究的阿扎贡玛钾长花岗岩位于北祁连中段冷龙岭地区阿扎贡玛沟, 区内出露地层主要为奥陶系阴沟群碎屑岩组的泥质板岩、凝灰岩和少量砂岩, 在钾长花岗岩与奥陶系阴沟群碎屑岩组的接触带发育有云英岩型辉钼矿化。

## 1 岩相学特征

阿扎贡玛钾长花岗岩呈肉红色, 中粒花岗结构, 块状构造。矿物组成以钾长石(35%~40%)、斜长石(20%~25%)、石英(20%~25%)为主, 含有少量黑云母(3%~5%), 副矿物有磁铁矿、锆石、磷灰石等。钾长石呈半自形-他形, 粒径多在 1~3mm, 局部可见较大颗粒, 常见卡式双晶, 多发生泥化; 斜长石多呈半自形-自形板状, 粒径多在 1~2mm, 多见聚片双晶, 偶见卡钠复合双晶, 多蚀变为细鳞片状绢云母; 石英呈他形粒状, 粒径多在 1mm。

## 2 岩石地球化学特征

阿扎贡玛钾长花岗岩的SiO<sub>2</sub>含量在 75.74%~77.31%之间, 平均76.85%; Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>含量为11.91%~12.6%, 平均12.13%; K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O含量介于5.33%~7.69%, 平均为7.3%; K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O值较高, 均大于1; CaO含量为0.19%~0.93%; MgO含量为0.17%

~0.23%; 铝饱和指数(A/CNK)介于1.14~1.64, 平均1.23, 属铝过饱和系列; 分异指DI=91.3~96.24, 平均为94.16, 属分异演化程度很高的花岗岩; 样品具有较低的烧失量LOI(平均1.67%)。在K<sub>2</sub>O-SiO<sub>2</sub>图解上(图略)全部落在高钾钙碱性系列区域, 在A/NK-A/CNK图解上(图略), 均落在强过铝质区域。总之, 阿扎贡玛钾长花岗岩具有高硅富碱特点, 属于强过铝质高钾钙碱性系列。

阿扎贡玛钾长花岗岩在原始地幔标准化微量元素蛛网图上(图略)明显富集大离子亲石元素Rb、Th、U、K元素, 而Ba、Sr、P、Ti元素强烈亏损。放射性热元素U(平均 $9 \times 10^{-6}$ )和Th(平均 $18 \times 10^{-6}$ )含量较高, 按照Darnley(1995)的定义, U和Th分别达到 $8 \times 10^{-6}$ 或 $10 \times 10^{-6}$ , 该花岗岩为高热(HHP)花岗岩。

阿扎贡玛钾长花岗岩的稀土总量( $\Sigma$ REE)为 $83.86 \times 10^{-6}$ ~ $167.92 \times 10^{-6}$ , 平均 $141.63 \times 10^{-6}$ , LREE/HREE=1.28~3.4, 平均为2.5, (La/Yb)<sub>N</sub>=0.75~2.68, 平均1.83, 显示轻、重稀土元素分馏作用不明显, 略微富集轻稀土元素。在稀土元素球粒陨石标准化图解(图略)上, 阿扎贡玛钾长花岗岩呈“V”型谷状, 具有强烈的铕负异常( $\delta$ Eu为0.13~0.16), 显示出M型四分组效应的一些特征, 如此强烈的负铕异常反映了形成它的花岗质熔体经历了高度的分离结晶作用, 属于高演化岩浆体系, 而高演化岩浆体系中岩浆与富挥发份流体相强烈相互作用可能是形成稀土四分组效应的控制因素(赵振华等, 1992; Bau, 1996; Irber, 1999; Jahn et al., 2001)。

注: 本文为中国地质调查局地质调查项目(编号 1212011221043)资助的成果。

收稿日期: 2015-02-11; 改回日期: 2015-02-28; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 赵辛敏, 男, 1988年生。硕士, 研究实习员, 矿床地球化学专业。Email: zhaoxinmin0104@126.com。

### 3 成矿潜力分析

近年来,在北祁连地区连续发现塔尔沟、小柳沟等一系列大型钨(钼)矿床,显示出该区孕育钨(钼)矿床的良好前景。赵辛敏等(2014)对位于北祁连西段的小柳沟钨钼矿床的含矿二长花岗岩的地球化学特征进行了分析,本次研究的阿扎贡玛钾长花岗岩可与其进行对比(表 1)。主量元素方面,二者均具有高硅富碱高分异的特点,属于过铝质高钾钙碱性系列;微量元素方面,二者均富集 Rb、Th、U、K,亏损 Ba、Sr、Ti、P;稀土元素方面,二者的稀

土元素配分型式均呈“V”型谷状,显示强烈的铷负异常;成矿元素含量方面,小柳沟二长花岗岩的 W 含量为  $6.06 \times 10^{-6} \sim 27.7 \times 10^{-6}$ , 平均  $10.18 \times 10^{-6}$ , Mo 含量为  $35 \times 10^{-6} \sim 657 \times 10^{-6}$ , 阿扎贡玛钾长花岗岩的 W 含量为  $6.01 \times 10^{-6} \sim 9.92 \times 10^{-6}$ , 平均  $7.42 \times 10^{-6}$ , Mo 含量为  $0.57 \times 10^{-6} \sim 50.5 \times 10^{-6}$ , 平均  $11.44 \times 10^{-6}$ , 均高于普通花岗岩中钨( $1 \times 10^{-6} \sim 2.5 \times 10^{-6}$ )和钼(可达  $2 \times 10^{-6}$ )的丰度。对比表明,二者的岩石地球化学特征十分相似,表明阿扎贡玛钾长花岗岩具有形成钨、钼矿的良好条件。

表 1 阿扎贡玛钾长花岗岩与小柳沟二长花岗岩地球化学特征对比表

		小柳沟二长花岗岩	阿扎贡玛钾长花岗岩
主量元素	SiO <sub>2</sub>	75.57%~76.97%	75.74%~77.31%
	K <sub>2</sub> O+Na <sub>2</sub> O	平均 8.21%	平均 7.03%
	A/CNK	0.96~1.09	平均 1.23
	DI	92.5~94.7	91.3~96.2
微量元素		富集 Rb、Th、U、K, 亏损 Ba、Sr、Ti、P	富集 Rb、Th、U、K, 亏损 Ba、Sr、Ti、P
稀土元素		稀土元素配分型式呈“V”型谷状, 显示强烈的铷负异常 ( $\delta Eu$ 为 0.08~0.19)	稀土元素配分型式呈“V”型谷状, 显示强烈的铷负异常 ( $\delta Eu$ 为 0.13~0.16)
成矿元素含量		W: $6.06 \times 10^{-6} \sim 27.7 \times 10^{-6}$ ; Mo: $35 \times 10^{-6} \sim 657 \times 10^{-6}$	W: $6.01 \times 10^{-6} \sim 9.92 \times 10^{-6}$ ; Mo: $0.57 \times 10^{-6} \sim 50.5 \times 10^{-6}$

### 参 考 文 献 / References

- 吴才来, 徐学义, 高前民, 李向民, 雷敏, 郜源红, Frost R B, Wooden J L. 2010. 北祁连早古生代花岗质岩浆作用及构造演化. 岩石学报, 26(4): 1027~1044.
- 吴才来, 姚尚志, 杨经绥, 曾令森, 陈松永, 李海兵, 戚学祥, Wooden J L, Mazdab F K. 2006. 北祁连洋早古生代双向俯冲的花岗岩证据. 中国地质, 33(6): 1197~1208.
- 夏林圻, 夏祖春, 徐学义. 1995. 北祁连山构造-火山岩浆演化动力学. 西北地质科学, (1): 1~28.
- 许志琴, 徐惠芬. 1994. 北祁连走廊南山加里东俯冲杂岩增生地体及其动力学. 地质学报, 68(1): 1~5.
- 张建新, 许志琴, 陈文, 徐惠芬. 1997. 北祁连中段俯冲-增生杂岩/火山弧的时代探讨. 岩石矿物学杂志, 16(2): 112~119.
- 赵辛敏, 张作衡, 刘敏, 李育森, 郭少丰. 2014. 北祁连西段小柳沟矿区花岗质岩石锆石 U-Pb 年代学、地球化学及成因研究. 岩石学报, 30(1): 16~34.
- 赵振华, 增田彰正, Shabani M B. 1992. 稀有金属花岗岩的稀土元素四分组效应. 地球化学, (3): 221~233.
- Bau M. 1996. Controls on the fractionation of isovalent trace elements in magmatic and aqueous systems: evidence from Y/Ho, Zr/Hf, and lanthanide tetrad effect. Contrib. Mineral. Petrol, 123: 323~333.
- Darnley A G, Bjorklund A, Bolviken B, Gustavsson N, Koval P V, Plant J A, Steenfelt A. 1985. A global geochemical database for environment. Earth Science, 19: 37-53.
- Irber W. 1999. The lanthanide tetrad effect and its correlation with K/Rb, Eu/Eu\*, Sr/Eu, Y/Ho, and Zr/Hf of evolving peraluminous granite suites. Geochim. Cosmochim. Acta, 63: 489~508.
- Jahn B M, Wu F Y, Capdevila R. 2001. Highly evolved juvenile granites with tetrad REE patterns: The Woduhe and Baerzhe granites from the Great Xingan(Khingang)Mountains in NE China. Lithos, 59: 171~198.
- Song S G, Niu Y, Zhang L. 2009. Tectonic evolution of early Paleozoic HP metamorphic rocks in the North Qilian Mountains, NW China: New perspectives. Journal of Asian Earth Sciences, 16(2):285~293.