

甘肃芟岭似斑状花岗岩地质特征及其地质意义*

张甲民, 赵如意, 王刚, 聂利
核工业二〇三研究所, 陕西咸阳, 712000

关键词: 似斑状花岗岩; 地质特征; 地质意义; 芟岭地区

甘肃省龙首山成矿带是我国祁连山—龙首山铀成矿带的一部分, 区内以产出极具特色的钠交代型铀矿而备受关注。钠交代型铀矿化主要赋存于芟岭地区蚀变似斑状花岗岩、蚀变闪长岩等(赵如意等, 2013)。文章通过对似斑状花岗岩的岩石学、同位素年代学、地球化学特征进行研究, 进而探讨其岩石成因、构造意义和与铀成矿关系, 以期进一步完善该区的铀成矿地质背景和成矿条件研究。

1 区域地质背景

芟岭岩体位于甘肃省龙首山成矿带的中段, 属于祁连山—龙首山早古生代造山带的一部分。以区域性大断裂为界, 邻区构造单元自南向北依次为北祁连划为缝合带、河西走廊陆缘海、龙首山陆缘带缘、潮水盆地等, 除缝合带外的其它地质单元均属华北板块。区内出露地层有下元古界龙首山岩群、中元古界墩子沟群、新元古界韩母山群、少量寒武系及局部断陷盆地之中分布的上古生界。区域上岩浆作用十分发育, 主要有早元古代伟晶状花岗岩、晚元古代镁铁和超镁铁岩、寒武纪闪长岩、奥陶纪中粗粒花岗岩、似斑状花岗岩、中粒—中细粒花岗岩、志留纪碱性岩和钠长岩脉等。侵入体呈北西向展布为主, 明显受到早期北西向构造控制, 晚期构造以北北西向和北东东向两期为主。

2 地质特征

2.1 岩石学特征

似斑状花岗岩分布于芟岭岩体的南部和西部, 在东部牛角沟和北部绿草沟、革命沟也有少量出露。岩石呈浅肉红色—肉红色, 块状构造, 似斑状

结构, 中粗粒花岗岩结构。岩石主要由斑晶和基质两部分组成, 斑晶主要为钾长石, 自形—半自形板状, 长约 10~40mm, 钾长石斑晶中常见含有石英、斜长石的小颗粒, 斑晶含量占 15%~35%。基质部分为中粗粒花岗岩, 主要由石英(15%~25%)、钾长石(55%~65%)、斜长石(10%~15%)、黑云母(5%左右)组成。

2.2 锆石 U-Pb(LA-ICP-MS)年龄

似斑状花岗岩中的锆石呈粒状、短柱状双锥, 多数锆石的锥体较短, 长宽比为 1~2, 少数锆石长宽比可达到 3, 长约 100~320 μm 。所有锆石的震荡环带清晰且宽大, 测点 Th/U 值为 0.40~1.59, 属于岩浆锆石。所有测点在 $n(^{206}\text{Pb})/n(^{238}\text{U})-n(^{207}\text{Pb})/n(^{235}\text{U})$ 谐和图上分布相对比较集中, 谐和年龄为 458.6Ma, 加权平均年龄为 $458.3\pm 2.3\text{Ma}$, MSWD=0.98, 95%置信度。

2.3 地球化学特征

与世界各地(Whalen et al., 1987.) 和我国 A 型花岗岩(邱检生等, 2000.) 的岩石化学含量平均值相比, SiO_2 含量较低为 67.26%~69.25%、 Al_2O_3 的含量较高为 14.20%~15.90%、 FeO^T 含量相似为 2.95%~3.46%、 MgO 含量偏高为 0.33%~0.86%、 CaO 含量偏高为 1.34%~2.04%、 Na_2O 含量偏高为 4.75%~5.64%、 K_2O 含量偏低为 2.58%~3.78%、 P_2O_5 含量偏高为 0.09%~0.14%。A/CNK 的值为 0.98~1.20, 为准铝—过铝质花岗岩。碱质含量较高 [$(\text{K}_2\text{O}+\text{Na}_2\text{O})>8\%$], 含量为 8.13%~8.72%, 碱度率(AR)为 2.82~3.44, 属碱性花岗岩, FeO^*/MgO 值较高(3.74~9.52, 平均值 5.78)在 $\text{SiO}_2\text{-FeO}^*/\text{MgO}$ 判别图上(图略), 样品全部落入 A 型花岗岩的区域。

芟岭似斑状花岗岩的稀土元素在球粒陨石标准化稀土元素配分曲线图上轻重稀土分馏明显, Eu

*注本文为中国核工业地质局项目(编号: 201349、201571)和中国地质调查局项目(编号: 12120114014901)的成果。

收稿日期: 2017-02-15; 改回日期: 2017-03-24; 责任编辑: 黄敏。Doi: 10.16509/j.georeview.2017.s1.044

作者简介: 张甲民, 男, 1969年生。1993年毕业于西安地质学院, 本科, 高级工程师, 现主要从事铀矿勘查及区域地质调查工作, Email: zjm203s@163.com。
通讯作者: 赵如意, 男, 1982年生。2008年毕业于长安大学, 博士, 工程师, 现主要从事铀矿勘查及区域地质调查工作, Email: 93236749@qq.com。

谷中等发育,与福建沿海的铝质 A 型花岗岩(邱检生等, 2000)的球粒陨石标准化稀土元素配分曲线图相似。微量元素相对富集 Rb、Th、U, 相对亏损 Ba、Nb、Ta、Sr、Ti, Ga 的丰度较高($17.0 \times 10^{-6} \sim 24.0 \times 10^{-6}$), $(\text{Ga}/\text{Al}) \times 10^4$ 的值偏低(2.23~2.92), 但高于 I 型和 S 型花岗岩的平均值(Whalen et al., 1987.)。HFSE 元素组合(Zr+Nb+Ce+Y)含量较高, 在 $\text{FeO}^*/\text{MgO}-(\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ce}+\text{Y})$ 图解(图略)和 $10000 \times \text{Ga}/\text{Al}-(\text{Zr}+\text{Nb}+\text{Ce}+\text{Y})$ 图解(图略)上, 均落入 A 型花岗岩区域。以上特征表明茆岭似斑状花岗岩是铝质 A 型花岗岩。

3 讨论

茆岭铝质 A 型似斑状花岗岩的 $n(^{87}\text{Sr})/n(^{86}\text{Sr})$ 为 0.70901~0.73164, $n(^{143}\text{Nd})/n(^{144}\text{Nd})$ 值为 0.51187~0.51201, $\varepsilon_{\text{Sr}}(t)$ 值为 40.9~-85.3, $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值 -9.8~-4.9。表明茆岭铝质 A 型似斑状花岗岩是在底侵上地幔物质作用下, 下地壳部分熔融形成的, 地幔物质对花岗岩质岩浆的成分有一定的影响。

茆岭铝质 A 型似斑状花岗岩在 $R_1\text{-Ga}/\text{Al}$ 判别图(洪大卫等, 1995)上落入 PA 区(图略), 同时利用 $R_1\text{-}R_2$ 因子构造环境判别图上(图略), 所有样品落入造山晚期所在的范围。以 Pearce 等微量元素构造环境判别图(Pearce et al., 1984.)解进行判别, 茆岭铝质 A 型花岗岩的样点位于同碰撞花岗岩与板内花岗岩界线附近(图略)和后碰撞构造背景区域(图略)。其 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄为 $458.3 \pm 2.3\text{Ma}$, $\text{MSWD}=0.98$, 95%置信度, 这表明早古生代祁连山—龙首山造山作用晚期的后碰撞伸展环境向板内环境过渡阶段。

茆岭铝质 A 型似斑状花岗岩在钠交代型铀矿的成矿过程中起到了十分重要的作用。①岩矿同源: 铅同位素研究结果发现钠交代型铀矿石、似斑状花岗岩及龙首山岩群的相关性系数 0.9895。这暗示着钠交代型铀矿的成矿热液和似斑状花岗岩都是来源于龙首山岩群部分熔融而成的岩浆房。②补充铀源: 当富含挥发分的钠质含铀热液流经茆岭铝质 A 型似斑状花岗岩时, 溶蚀其中的含 U 矿物并萃取了其中的 U 进入热液, 成为了钠交代型铀矿热液的补充铀源。③最利于赋矿: 似斑状花岗岩的结

构特点易于破碎形成裂隙、节理, 粗大颗粒间的孔隙有利于成矿热液在似斑状花岗岩之中运移、扩散, 进而溶蚀花岗岩中的石英, 同时 Na^+ 置换 K^+ 形成钠长石化, 产生更多、更大的孔隙, 为形成厚大矿体提供充足的容矿空间。

4 结论

(1) 茆岭似斑状花岗岩是在幔源岩浆作用下由地壳深部物质重熔而成的铝质 A 型花岗岩。它侵位于 $458.3 \pm 2.3\text{Ma}$, 表明早古生代祁连山—龙首山造山作用晚期的后碰撞伸展环境向板内环境过渡的阶段。

(2) 钠交代型铀矿的成矿热液是茆岭铝质 A 型似斑状花岗岩岩浆房晚期分异的产物, 当富含挥发分的含铀钠质热液流经下部似斑状花岗岩时萃取了其中的铀使得热液中铀含量更加富集, 上部似斑状花岗岩又为成矿热液形成厚大钠交代型铀矿体提供充足的容矿空间。

参 考 文 献 / References

- 洪大卫, 王式洗, 韩宝福, 等. 1995. 碱性花岗岩的构造环境分类及其鉴别标志. 中国科学(B 辑), 25(4): 418~426.
- Pearce A J, Harris N B W, Tindle A G. 1984. Trace element discrimination diagram for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of petrology*, 25(4): 956~983.
- 邱检生, 王德滋, 蟹泽聪史, 等. 2000. 福建沿海铝质 A 型花岗岩的地球化学及岩石成因. *地球化学*, 29(4): 313~321.
- Whalen J B, Currie K L, Chappell B W. 1987. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contrib. Mineral. Petrol.* 95: 407~419.
- 赵如意, 陈云杰, 武彬, 等. 2013. 甘肃龙首山茆岭地区钠交代型铀矿成矿模式研究. *地质与勘探*, 49(1): 67~74.

ZHANG Jiamin, ZHAO Ruyi, WANG Gang, NIE Li: The Geological Characteristics and Their Significances Jiling Porphyritic Granite in Gansu Province

Keywords: Porphyritic granite; Geological characteristics; Geological significances; Jiling