

华北克拉通南缘古中元古代碱性岩岩石地球化学特征及其地质意义

柳晓艳¹, 蔡剑辉¹, 阎国翰²

(1 中国地质科学院矿产资源研究所, 北京 100037; 2 北京大学地球与空间科学学院, 北京 100871)

华北克拉通南缘从陕西华县经河南卢氏、栾川、方城直至确山一带, 碱性岩浆活动十分发育, 而且活动时间跨越古元古代至中生代。前人关于华北克拉通南缘碱性侵入岩的岩石地球化学研究工作不少, 但缺乏系统性。本文拟通过系统研究该区古中元古代碱性岩的岩石地球化学特征, 探讨其源区性质及构造环境, 为系统研究华北克拉通南缘碱性岩浆活动特征提供依据。

1 地质特征及岩相学特征

根据最新的锆石 U-Pb 同位素测年结果, 华北克拉通南缘古中元古代碱性岩岩体的锆石 U-Pb 同位素年龄值范围为 (1840 ± 8) Ma ~ (1625 ± 16) Ma (蔡剑辉等待发表数据; 陆松年等, 2003)。代表性岩体为驾鹿霓辉正长斑岩体、朱阳岔角闪石英二长岩体、眼窑寨碱性火山岩体、龙王幢碱性花岗岩体。

其中驾鹿岩体位于陕西省洛南县驾鹿乡高山河村, 主要岩石类型为霓辉正长斑岩; 朱阳岔岩体位于河南省卢氏县官道口的朱阳岔村, 主要岩石类型为中粒角闪石英二长岩; 眼窑寨碱性火山岩体分布于河南省栾川县狮子庙乡东羊道沟东侧, 向东延至王沟、韩沟一带, 向南东偏转延伸至赵岭, 主要岩性为眼窑寨组灰色流纹斑岩; 龙王幢碱性花岗岩体出露于河南省栾川县大清沟、东地、龙王幢一带, 主要岩石类型为中粗粒钠铁闪石正长花岗岩和中粗粒正长花岗岩, 前者为该岩体的主要岩石类型。

2 岩石化学特征

根据本区古中元古代碱性岩体中主要碱性岩的全岩化学分析数据可知, 其 $w(\text{SiO}_2)$ 变化范围为 49.95%~72.33%, 平均值为 63.46%, 基本上属于中酸性岩石。其 $w(\text{Al}_2\text{O}_3)$ 变化范围为 13.58%~18.82%, 平均值为 15.42%; 绝大多数岩石的过铝指数 A/CNK 大于 1, 基本上均属于铝过饱和岩石。其碱量 ALK 的变化范围为 5.71%~14.66%, 平均值为 9.06%。 σ 值变化很大, 从 1.16~13.52, 绝大多数都属于碱性岩。根据 SiO_2 - K_2O 图解, 本区古中元古代碱性岩基本上属于钾玄岩系列。在 SiO_2 - $\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}$ 图解和 $\text{AR}-\text{SiO}_2$ 图解中, 绝大多数岩石投影于碱性岩区, 说明岩石基本上具富碱特征。岩石的山德指数 NK/A 全部小于 1, 说明该区碱性岩并不属于过碱性岩。大多数岩石的 $w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O})$ 值均大于 1, 岩石的平均 $w(\text{K}_2\text{O})/w(\text{Na}_2\text{O})$ 比值为 15.16, 说明岩石普遍富钾。

从岩石的 CIPW 标准矿物计算结果看, 研究区古中元古代碱性岩均不含硅不饱和标准矿物白榴石 Lc 和霞石 Ne, 而标准矿物石英 Q 含量较高, 其含量变化区间为 7.35%~49.93%, 表明古中元古代碱性岩为一套硅饱和或过饱和岩石。标准矿物钾长石 Or 和钠长石 Ab 含量很高, 尤其是 Or。此外, 除朱阳岔岩体外, 古中元古代碱性岩岩石 Ca, Fe 和 Mg 含量均较低, 相关的标准矿物 An、Di、Hy、Ol 含量都不高。

3 地球化学特征

3.1 稀土元素地球化学特征

本区古中元古代碱性岩稀土元素总量差别较大, ΣREE 值的变化范围为 110.63~2943.2 $\mu\text{g/g}$, 平均 $\Sigma\text{LREE}/\Sigma\text{HREE}=16.42$, 轻、重稀土元素分馏作用比较明显。铕异常值 δEu 变化不大, 从 0.17~1.25, 以微弱的负铕异常为主, 龙王幢岩体和眼窑寨岩体的少数样品呈现出微弱的正铕异常, 说明岩浆源区缺少甚至不含斜长石。稀土元素球粒陨石标准化图呈轻稀土元素富集、重稀土元素亏损的右倾斜型, 说明岩浆源区可能残留石榴子石, 岩浆形成条件应该类似于石榴石稳定的温压条件。

3.2 微量元素地球化学特征

古中元古代碱性岩大离子亲石元素的 Rb、Sr、Ba 丰度平均值($\mu\text{g/g}$)分别为 178.48、180.14、1495.59, 显示富 Ba, 贫 Rb、Sr 特征。本区碱性岩的高场强元素 Nb、Ta、Zr、Hf 丰度平均值($\mu\text{g/g}$)分别为 43.51、2.34、654.47、15.55, 贫 Nb、Ta、Hf 而富 Zr, 其来源于富集地幔有关。不相容元素配分图解显示, 本区岩石均呈现出明显的 Sr、Ti 负异常; 基本上无 Nb、Ta、Zr、Hf 异常; Ba 显示正或负异常。明显的 Sr 负异常与岩石贫钙的特征相吻合。

3.3 源区特征及构造环境判别

研究区古中元古代碱性岩相对亏损高场强元素, 可以推断其岩浆来源可能与富集地幔有关。强烈亏损重稀土元素暗示岩浆源区较深。

在 Brown(1982)的 $\lg[\text{CaO}/(\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O})]-\text{SiO}_2$ 构造图解上, 几乎所有投影点均落入拉张环境区, 推测本区古中元古代碱性岩均形成于拉张环境。根据 $w(\text{Rb})-w(\text{Nb}+\text{Y})$ 及 $w(\text{Rb})-w(\text{Yb}+\text{Ta})$ 微量元素判别图解, 本区碱性岩投影点基本上全部落入后碰撞区域。

4 结 论

通过对华北克拉通南缘古中元古代碱性岩的岩石学、岩石化学及地球化学特征研究, 推测研究区古中元古代碱性岩形成于后碰撞引张环境, 其岩浆源区较深, 物质来源与富集地幔有关。

参 考 文 献

- 蔡剑辉, 阎国翰, 许保良, 王关玉, 牟保磊, 赵永超. 2006a. 太行山—大兴安岭东麓晚中生代碱性侵入岩岩石地球化学特征及其意义[J]. 地球学报, 27(5): 447-459.
- 李昌年. 1992. 火成岩微量元素岩石学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社.
- 陆松年, 李怀坤, 李惠民, 等. 2003. 华北克拉通南缘龙王幢碱性花岗岩 U-Pb 年龄及其地质意义[J]. 地质通报, 22(10): 762-768.
- 邱家骧, 林景任. 1991. 岩石化学[M]. 北京: 地质出版社.
- 任康绪, 阎国翰, 牟保磊, 蔡剑辉, 等. 2005. 阿拉善断块富碱侵入岩岩石地球化学和 Nd、Sr、Pb 同位素特征及其意义[J]. 地学前缘, 12(2): 292-300.
- 阎国翰, 蔡剑辉, 任康绪, 牟保磊, 李凤棠, 储著银. 2008. 郑庐断裂带晚中生代富碱侵入岩 Nd、Sr、Pb 同位素特征及源区性质探讨[J]. 岩石学报, 24(6): 1223-1236.