

内蒙古红山子铀-钼矿床火山岩与侵入岩岩石地球化学及 Sr、Nd 同位素研究

纪宏伟, 李子颖, 张闯
核工业北京地质研究院, 北京, 100029

沽源-红山子铀多金属成矿带是我国北方重要的火山岩型铀成矿带, 其中红山子铀-钼矿床为该成矿带内的典型代表。笔者通过对矿区范围内出露的火山岩和侵入岩的岩石学、岩石地球化学及 Sr-Nd 同位素等研究, 厘定了火山岩和侵入岩的岩石地球化学特征及岩浆物质来源, 为研究该矿床的成矿作用提供了岩石地球化学和同位素证据。

1 地质背景

红山子铀-钼矿床在大地构造位置上处于华北板块与西伯利亚板块接合部位, 地理上位于内蒙古赤峰克什克腾旗红山子乡。矿区地质构造复杂, 构造作用强烈, 火山作用频繁。

矿区附近出露的火山岩有二叠系大石寨组 (P_1d) 安山质-英安质角砾凝灰岩、流纹质角砾凝灰岩, 上侏罗统满克头鄂博组 (J_3m) 安山质凝灰岩、沉凝灰岩、砾岩、砂岩、粗面岩和流纹斑岩, 新近纪橄榄玄武岩。出露的侵入岩有海西期花岗闪长岩、燕山期花岗斑岩、正长斑岩和红山子黑云母花岗岩体。

2 样品采集及分析测试方法

样品均采自内蒙古克什克腾旗红山子铀钼矿区内, 均为新鲜岩石样品, 共 23 件, 8 种岩性。其中凝灰岩样品 3 件, 粗面岩样品 8 件, 流纹斑岩样品 4 件, 橄榄玄武岩样品 1 件, 花岗闪长岩样品 1 件, 花岗斑岩样品 1 件, 正长斑岩样品 2 件, 黑云母花岗岩样品 3 件。

样品交由河北省区调所实验室处理, 样品经处理粉碎至 200 目; 样品测试由核工业北京地质研究

院分析测试中心完成。主量元素与微量元素分析各 23 件, 其中主量元素分析采用 XRF 熔片法、重量法和滴定法, 微量元素分析采用混酸消解 ICP-MS 方法; Sr-Nd 同位素分析 14 件, 采用同位素稀释 TIMS 法。

3 实验结果

3.1 主量元素

粗面岩样品的 SiO_2 含量范围为 55.89~75.74%, 平均值为 63.45%; 流纹斑岩样品的 SiO_2 含量范围为 69.01%~77.37%, 平均值为 73.05%; 花岗岩样品的 SiO_2 含量范围为 71.05%~77%, 平均值为 73.66%; 正长斑岩样品的 SiO_2 含量分别为 64.62%和 70.1%; 凝灰岩样品的 SiO_2 含量范围为 59.87~70.66%, 平均值为 66.59%; 花岗斑岩样品的 SiO_2 含量为 78.14%; 花岗闪长岩样品的 SiO_2 含量为 54.94%; 橄榄玄武岩的 SiO_2 含量为 46.91%。粗面岩、流纹斑岩、花岗岩、正长斑岩和花岗斑岩全碱 (Na_2O+K_2O) 含量和 SiO_2 含量高 (平均值大于 8%), 这与国内含铀火山岩富硅偏碱特征相一致。除个别钠长石化粗面岩和流纹斑岩样品具有高里特曼指数 σ 外 (6.67), 其余岩浆岩里特曼指数均小于 3.3, 均属钙碱性岩石系列。

3.2 微量元素

黑云母花岗岩、正长斑岩、花岗闪长岩、花岗斑岩、凝灰岩和橄榄玄武岩有着较低的稀土总含量 ($65\mu g/g\sim 173\mu g/g$), 而流纹斑岩和粗面岩有着相对较高的稀土总含量, 分别为 $282\mu g/g$ 和 $214\mu g/g$ 。粗面岩 (La/Yb)_N 平均值为 6.40, 显示 LREE 与 HREE 有轻微分馏现象, 相对富集轻稀土元素, δEu

注: 本文为核能开发科研资助项目的成果。

收稿日期: 2014-12-30; 改回日期: 2015-03-14; 责任编辑: 章雨旭。

作者简介: 纪宏伟, 男, 1987 年生。在读博士研究生, 矿产普查与勘探专业。Email: jhw5566@163.com。

平均值为 0.22, 具有 δEu 负异常, δCe 平均值为 3.29, 为 δCe 正异常。流纹斑岩的 $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 平均值为 8.46, 具有富集轻稀土元素的特征, δEu 平均值为 0.13, 具有强的 δEu 负异常, δCe 平均值为 2.95, 具有 δCe 正异常。黑云母花岗岩强烈富集轻稀土元素, $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 平均值为 14.65, δEu 平均值为 0.19, 为 δEu 负异常, δCe 平均值为 2.74, 具有 δCe 正异常。凝灰岩的 $(\text{La}/\text{Yb})_{\text{N}}$ 平均值为 6.35, 富集轻稀土元素, δEu 平均值为 0.24, 为 δEu 负异常, δCe 平均值为 3.27, 为 δCe 正异常。此外, 其他岩浆岩也具有富集轻稀土, δEu 负异常和 δCe 正异常的特征, 但富集和亏损程度不同。

橄榄玄武岩具有相对富集 Nb、Ta 高场强元素而相对亏损 Cs、Rb、U 等大离子亲石元素的特征, 且具有 Pb 的弱负异常。除橄榄玄武岩外所有均具有富集 Cs、Rb、U 大离子亲石元素 (LIL) 而相对亏损 Nb、Ta、Ti、Y 高场强元素 (HFS) 的特征, 并且均具有 Pb 的正异常。

3.3 Sr-Nd 同位素

各火山岩与侵入岩中的 Rb 含量差别较大, 介于 $1.85\mu\text{g/g} \sim 422\mu\text{g/g}$ 。Sr 的含量差别也较大, 为 $12.2\mu\text{g/g} \sim 659\mu\text{g/g}$, Rb/Sr 比值的变化也较大, 为 0.0151~42.361。橄榄玄武岩和花岗岩的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值相对较小, 为 0.705 和 0.704, 而其他样品的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 比值相对较大, 平均值为 0.707 以上。

橄榄玄武岩 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值为 +4.8312, 其他火山岩与侵入岩的 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值均为负值, $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值介于 -3.285 与 -10.84 之间。

4 讨论

新近纪橄榄玄武岩具有明显的 Pb 亏损、Nb-Ta 正异常的特点, 表明橄榄玄武岩有着与地幔相一致的特征。其他岩浆岩具有地壳所特有的 Pb 正异常和 Nb、Ta 负异常特征, 表明这些岩浆岩具有地壳的特征。

在 Nd 同位素演化图解中, 样品点大多位于大陆增长线和玄武岩区之间, 且靠近后者, 表明它们或来自壳幔混合, 亦或来自角闪岩相和麻粒相高级变质岩组成的下地壳源区, 而花岗岩和橄榄玄武岩位于玄武岩源区, 表明它们来自地幔源区。花岗岩样品具有低的 $[n(^{87}\text{Sr})/n(^{86}\text{Sr})]_i$ 比值 (0.74) 和相对高的 $\varepsilon_{\text{Nd}}(t)$ 值 (-3.2), 由于 Sm-Nd 体系存在少量的循环地壳和大量的地幔组分的混合在同位素上

是无法观察到的缺点 (吴福元等, 2008), 并且富集地幔 EMI 具有低 $[n(^{87}\text{Sr})/n(^{86}\text{Sr})]_i$ 值 (0.705) 的特点, 据此认为花岗岩可能来自多量富集地幔 EMI 组分与少量循环地壳混合源区。Sr-Nd 和微量元素特征均表明橄榄玄武岩来自亏损地幔源区, 这与吴福元等 (2008) 的 Sr-Nd-Pb 同位素资料所显示的华北陆块新生代岩石圈地幔主要表现为亏损特点相一致。

5 结论

(1) 本区岩浆岩均属于钙碱性系列, 其中赋矿粗面岩和流纹斑岩具有国内富铀火山岩富硅偏碱的特点。它们均存在轻重稀土元素分馏, 红山子黑云母花岗岩轻重稀土分馏程度最强, 均具 δEu 负异常和 δCe 正异常。

(2) 新近纪橄榄玄武岩具有相对富集高场强元素 (HFS) 而亏损大离子亲石元素 (LIL) 的特征, 具有弱的 Pb 负异常, 这与地幔特征相一致。其他岩浆岩均具有富集大离子亲石元素 (LIL) 而相对亏损高场强元素 (HFS) 以及具有 Pb 的正异常的特征, 这与大陆地壳特征相一致。

(2) Sr-Nd 同位素特征指示新近纪橄榄玄武岩来自亏损地幔源区, 其他岩浆岩来自富集地幔 EMI 与循环地壳混合源区, 其中花岗岩具有更多的富集地幔 EMI 组分的特征。结合前人的研究成果 (吴福元等, 2008; 刘勇胜等, 2009), 认为该矿区岩浆岩的活动是由华北克拉通岩石圈拆沉所导致。

参 考 文 献 / References

- 刘勇胜, 高山. 2009. 华北地区中生代玄武岩高 Nb-Ta 值对地壳岩石再循环的直接记录. 矿物岩石地球化学通报, 26(1): 19-28.
- 吴福元, 徐义刚, 高山, 等. 2008. 华北岩石圈减薄与克拉通破坏研究的主要学术争论. 岩石学报, 1145-1174.