

大兴安岭北段东坡中北部小莫尔可地区 中生代火山岩成因及其地质意义

——元素、Hf 同位素地球化学与锆石 U-Pb 同位素定年^{*}

刘晨¹⁾, 孙景贵¹⁾, 古阿雷²⁾, 赵克强¹⁾, 韩吉龙¹⁾, 杨梅¹⁾, 冯洋洋¹⁾

1) 吉林大学地球科学学院, 长春, 130061; 2) 中国地质调查局天津地质矿产研究所, 天津, 300170

关键词: 锆石 U-Pb 定年; 元素地球化学; Hf 同位素; 岩石成因; 中生代火山岩; 大兴安岭

大兴安岭地区是一个经历了古亚洲洋、蒙古-鄂霍茨克洋闭合和环太平洋构造体系叠加复合构造区, 以其发育规模巨大、结构复杂的陆相火山岩带和花岗岩带以及有色、贵金属矿床备受国内外地质学家广泛关注和研究(Wu, et al., 2006; 白令安, 2013; Sun J G, 2013; Xu, et al., 2013; 苟军, 2013)。目前, 虽然该区在中生代陆相火山岩的成因、形成的构造背景已取得了较大进展; 但是, 由于大兴安岭地区火山作用复杂, 自然地理、交通条件较差, 尚有大面积空白区未开展过系统的 1: 50000 区域地质矿产调查和科研工作; 近期我们课题组在开展大兴安岭东坡花岗岩带北部 1: 50000 小鄂尔贝尔汗(M51E012016)和小莫尔可(M51E011016)幅区域地质矿产调查过程中, 将地质矿产调查与科研相结合, 对侵入喷发在花岗岩岩体之间陆相火山岩进行了岩石地层厘定和岩相学、元素地球化学、年代学以及 Hf 同位素研究, 以期为整体揭示大兴安岭火山岩的源区性质及其演化规律提供科学依据, 并从成矿元素地球化学角度来约束成矿物质来源, 并结合区域成矿作用探讨区域找矿意义。

1 地质背景

工作区位于大兴安岭东坡花岗岩带中北部与大杨树火山盆地交结部位, 是一个经历多期次地质演化作用的叠加复合构造区。研究区以发育花岗杂

岩和火山岩建造为特征, 早期的 1:20 万区域地质调查(内蒙古自治区地质矿产局, 1993)将厘定出露大面积花岗杂岩建造厘定为泥盆纪、侏罗纪形成, 火山岩建造归属为吉祥峰组(J_j)、光华组(K_{lg})、甘河组(K_{lg}); 近期我们在该区地质调查研究过程初步揭示: 区内大面积分布的碱长花岗岩就位发生在 348.4Ma、二长花岗岩侵位发生在 300.5~310.9Ma 为主, 尚有 170.5Ma 和 138~120Ma 的花岗质岩浆在深成、浅成就位作用; 火山岩地层归属中生代伊列克得期(K_{ly})。在工作区范围内, 火山岩主要分布在测区中部, 与石炭世花岗岩体呈喷发不整合接触, 其出露面积约为 52km²; 野外路线地质调查、实测地质剖面以及遥感解译揭示, 早阶段火山相分布在大面积火山岩建造的边部, 以喷发不整合与石炭纪花岗岩岩体接触, 岩相由英安质熔结凝灰岩和含英安质熔岩角砾岩屑晶屑凝灰岩等组成, 呈似层状产出, 呈现以爆发相喷发或武耳卡诺式火山爆发的火山岩相特征, 其主要岩石类型的岩相学特征见; 第二阶段的火山岩相分布在研究区大面积火山岩的中部, 推测以喷发不整合与中酸性火山岩和石炭纪花岗岩体接触, 是一套从下部到上部依次为玄武粗安岩、粗安岩和粗安质熔结凝灰岩的火山岩相; 晚阶段为粗安质熔结碎屑岩和含角砾粗安质岩屑晶屑凝灰岩组合, 分布在第二阶段内部。

2 分析方法及测试结果

本文锆石的分选和处理在河北省廊坊区域地

^{*}注: 本文为国家自然科学基金(编号: 413390444、41172072)和中国地质调查局计划项目(编号: 资[2014]01-011-054)联合资助的成果。

收稿日期: 2016-07-10; 改回日期: 2016-09-20; 责任编辑: 章雨旭。 Doi: 10.16509/j.georeview.2016.s1.018

作者简介: 刘晨, 男, 1990 年生。硕士研究生, 矿物学、岩石学、矿床学专业。Email: 498335792@qq.com。通讯作者: 孙景贵, 男, 1961 年生。教授, 长期从事大陆内生金属矿床成因与成矿规律研究。Email: sunjingui@jlu.edu.cn。

质矿产调查研究所完成; 锆石的制靶、CL 图像采集、锆石 LA-ICP-MS U-Pb 年龄测试在北京大学造山带与地壳演化教育部重点实验室完成, 锆石原位 Hf 同位素分析测试在南京大学内生金属矿床成矿机制研究国家重点实验室完成; 岩石的主量元素、微量元素分析测试在河北省廊坊区域地质矿产调查研究所完成, 主量元素的测试采用玻璃熔片 X 射线荧光光谱法 (XRF; PW2404) 测试, 微量元素测试采用电感耦合等离子质谱法测试。

结果表明, 英安质屑晶屑凝灰岩 (HSY) 和粗安质熔结凝灰岩 (P2121) 单颗粒锆石 U-Pb 同位素定年分别为 124.8 ± 1 Ma、 123 ± 1.3 Ma, $\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$ 为 $+1.71 \sim 9.65$ 、 $T_{\text{DM}}=404 \sim 705$ Ma、 $T_{\text{DM}}^{\text{C}}=748 \sim 1464$ Ma; 各阶段代表性火山熔岩以及熔结凝灰岩的元素地球化学特征揭示: (1) 它们均为富碱 ($\text{Na}_2\text{O}+\text{K}_2\text{O}=4.88\% \sim 7.12\%$, $\text{Na}_2\text{O} \leq \text{K}_2\text{O}$)、属高钾钙碱性系列; (2) 具有相似的痕量元素地球化学分馏特征, 即: 明显富集 Rb、Ba、K、LRRE 等大离子亲石元素, 亏损 Nb、Ta、Ti、HREE 等高场强元素; (3) 稀土元素分馏程度中等 (LREE/HREE 在 $8.4 \sim 8.5$)、Eu 负异常不明显 (δEu 为 $0.91 \sim 1.02$); 这些特征表明它们是同源岩浆房结晶分异演化的产物, 岩浆源区性质呈现地幔与壳幔混合过渡类型的属性, 或呈现 E-MORB 性质的源区或交代洋壳性质的源区 (李昌年, 1992; 白令安, 2013; Sun, 2013)。

3 讨论与结论

地质特征和锆石 U-Pb 定年揭示, 研究区中生代火山岩大致分为: 1) 英安质火山碎屑岩为主夹英安岩组合; 2) 玄武质粗面安山岩、粗面安山岩; 3) 粗安质火山碎屑岩组合, 整体上呈现中心式火山喷发特征, 主体应相当于区域早白垩世晚期的伊列克得期火山建造 (Wang F, 2006); 其岩石组分均为钾质, 属高钾钙碱性系列, 并呈现相似的微量元素地球化学分馏特征; 即: 以富集 Rb、Ba、K、LRRE 等大离子亲石元素, 亏损 Nb、Ta、Ti、HREE 等高场强元素以及分馏程度中等、Eu 负异常不明显 (δEu 为 $0.91 \sim 1.02$) 为特征, 揭示它们是同源岩浆房结晶分异演化的产物, 岩浆源区性质呈现地幔与壳幔混合过渡类型的属性, 更显示 E-MORB 性质的源区; 英安质岩屑晶屑凝灰岩 (124.8 ± 1 Ma) 和粗安质熔结凝灰岩 (123 ± 1.3 Ma) 单颗粒锆石 U-Pb 定年和 Hf 同位素 ($\varepsilon_{\text{Hf}}(t)$) $+1.71 \sim 9.65$, $T_{\text{DM}}=404 \sim 705$ Ma、

$T_{\text{DM}}^{\text{C}}=748 \sim 1464$ Ma) 揭示, 研究区的火山作用正值东北地区大规模岩浆底侵、岩石圈拆沉作用的峰期 ($120\text{Ma} \pm$) (Wu, 2006; Xu, 2013); 其岩浆作用环境属中生代古太平洋板块向中国东部大陆俯冲的大陆边缘岩浆弧; 岩浆源于古太平洋板块深俯冲过程形成的埃达克质岩浆, 并在底侵和岩石圈拆沉过程中发生了一定程度的地壳物质混染; 从成矿元素的地幔过程与岩浆演化过程的相容性与不相容性角度分析了成矿元素的地球化学行为, 确认该期岩浆作用具有提供 Mo、Cu 和 Ag 成矿流体的可能。

参 考 文 献 / References

- 白令安. 2013. 大兴安岭中北部热液铜矿床的成矿机制与资源预测. 吉林大学.
- 荀军. 2013. 满洲里南部中生代火山岩的时代、成因及构造背景. 吉林大学.
- 内蒙古自治区地质矿产局. 1993. 内蒙古自治区区域地质志. 北京: 地质出版社: 1~725.
- Sun J G, Han S J, Zhang Y, et al. 2013. Diagenesis and metallogenetic mechanisms of the Tuanjieou gold deposit from the Lesser Xing'an Range, NE China: Zircon U-Pb geochronology and Lu-Hf isotopic constraints. *Journal of Asian Earth Sciences*, 62: 373~388.
- Wang F, Zhou X H, Zhang L C, et al. 2006. Late Mesozoic volcanism in the Great Xing'an Range (NE China): Timing and implications for the dynamic setting of NE Asia. *Earth and Planetary Science Letters*, 251(1~2): 179~198.
- Wu F Y, Yang Y H, Xie L W, et al. 2006. Hf isotopic compositions of the standard zircons and baddeleyites used in U-Pb geochronology. *Chemical Geology*, 234(1~2): 105~126.
- Xu W L, Pei F P, Wang F, et al. 2013. Spatial-temporal relationships of Mesozoic volcanic rocks in NE China: constraints on tectonic overprinting and transformations between multiple tectonic regimes. *Journal of Asian Earth Sciences*, 74: 167~193.

LIU Chen, SUN Jingui, GU Alei, ZHAO Keqiang, HAN Jilong, YANG Mei, FENG Yangyang: Zircon U-Pb chronology, geochemistry and Hf isotopic constraints of Mesozoic volcanic rocks genesis and geological implications in the Xiaomoerke area, the middle north of eastern slope of the northern Great Xing'an range, NE China

Keywords: zircon U-Pb dating; elements geochemistry; Hf isotope; rock genesis; Mesozoic volcanic rocks; Great Xing'an range