

# 北京妙峰山燕山晚期火山岩同位素年代学 及地球化学研究

周肃<sup>1,2)</sup>, 邱瑞照<sup>3)</sup>, 凌丹<sup>2)</sup>, 张国庆<sup>2)</sup>, 冯瑶<sup>2)</sup>

1) 中国地质大学地质过程与矿产资源国家重点实验室, 北京, 100083; 2) 中国地质大学 科学研究院, 北京, 100083; 3) 中国地质调查局发展研究中心, 北京, 100037

北京西山位于华北克拉通西北缘, 燕山造山带西部, 太行山脉东北一侧, 是中国地质工作开展最早的地区。1927 年, 中国现代地质学的先驱者之一——翁文灏先生根据中国地质学家在北京西山所做的奠基性区域地质调查工作提出了著名的“燕山运动”。该运动以强烈的岩浆活动和复杂的挤压构造变形以及成矿作用为特征, 代表华北地区由稳定的克拉通转变为挤压造山带。由于这种突发性的构造性质的转换在全球克拉通地区是很少见的(邓晋福, 2009), 因此, 该区仍至整个中国东部的“燕山运动”的各种表现和地质纪录, 以及发生的动力学背景一直是中国仍至国际地学界关注和研究的科学问题(作者略)。

## 1 研究背景和采样

北京西山妙峰山一带属于髻髻山盆地北东部, 发育了中生代的火山岩和火山碎屑岩, 该套岩系超覆于蓟县系雾迷山组之上, 东部被阳坊岩体侵入, 南部与古生代地层角度不整合接触。主要的断层构造有黄土台—活港断裂和寨口断层。前人将该区中生代火山岩划归为九龙山组和髻髻山, 郑桂森等(1994)在参与西山地区第二轮区调工作中, 通过详细的剖面研究、对比和地面追索, 首次在该区划分出后城组, 并就其岩石组合、发育特征、以及与下伏髻髻山组的接触关系进行了论述。

在前人工作基础上, 我们在妙峰山樱桃沟采集了后城组流纹质弱熔结凝灰岩样品(N 40°01.94', E 116°02.32')进行研究。该样品为斑状结构, 晶屑主

要为长石, 具有溶蚀麻点结构, 其中长石占总体的 15%, 基质为长石(60%)和石英(40%), 岩石的后期蚀变作用不明显。

## 2 地球化学和氩-氩年代学结果

样品的全岩地球化学分析显示其 SiO<sub>2</sub> 含量为 72.08%, 全碱含量为 9.04%, 在 TAS 图解上位于流纹岩区; 样品的 K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O 值小于 1, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> 含量为 16.46%, TiO<sub>2</sub> 含量为 0.18%, 里特曼指数为 2.67。为富钠、富铝、低镁的钙碱性岩石。样品的稀土元素配分曲线呈右倾平滑曲线模式, 具有弱的负 Eu 异常; 在微量元素 MORB 标准化蛛网图的曲线图上, 出现了大离子亲石元素(K、Rb、Th、Ba)和 LREE 明显富集及 Nb、Ta、P 和 Ti 的负异常。在中国地质大学(北京)科学研究院同位素年代学实验室对流纹质弱熔结凝灰岩的斜长石和钾长石单矿物进行了 <sup>49</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar 阶段升温分析, 采用双真空电阻炉加热和 MM5400 静态真空质谱仪测试, 方法详见 Zhou 等(2011)。对钾长石单矿物进行的 14 个阶段升温测试获得的加权平均年龄为 135.7 Ma。在 2—11 释气阶段获得的坪年龄为 125.7±2.8 Ma(包括了 72.1%的 <sup>39</sup>Ar 析出量), 等时线年龄为 129±8 Ma, <sup>40</sup>Ar/<sup>36</sup>Ar 初始值为 302±61, 在误差范围内与 Nier 的大气氩比值(295.5±5)相一致, 样品不含过剩氩。等时线年龄平均标准加权偏差 MSWD=37, 远大于 1, 表明回归误差较大, 拟合度较低, 在误差范围内样品等时线年龄与坪年龄一致, 选用坪年龄作为火山岩形成年龄。对斜长石单矿物进行的 12 个阶

注: 国家国际科技合作专项(2011DFA22460)、科技支撑计划(2006BAB01A03)、中国地质调查局(1212010811066, 12120113086400)等项目联合资助。中本文为国家自然科学基金资助项目(编号 49801234)的成果。

收稿日期: 2015-02-02; 改回日期: 2015-02-28; 责任编辑: 黄敏。

作者简介: 周肃, 女, 1962 年生。博士, 研究员, 地球化学专业。Email: zhousu62@sina.com

段升温测试获得的加权平均年龄为 125.80 Ma。在 7—11 释气阶段获得的视年龄图谱较为平坦,得到的坪年龄为  $126.6 \pm 0.76$  Ma(包括了  $^{39}\text{Ar}$  的析出量为 37.6%),等时线年龄为  $128.7 \pm 4.4$  Ma,平均加权偏差平方  $\text{MSWD}=0.20$ ,拟合度较好, $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$  初始值为  $265 \pm 46$ ,与 Nier 的大气氩比值 ( $295.5 \pm 5$ ) 在误差范围内一致,表明样品不含过剩氩。等时线年龄和坪年龄在误差范围内一致。

### 3 讨论

后城组的原意是指髻髻山组的上覆地层,对应于髻髻山的同相。1961 年北京市在北部山区开展 1:5 万永宁幅、白马关幅等图幅的区测工作时才将这组地层划分出来,并以冀并所使用的地层单位名称——后城组来命名(鲍亦冈等, 2001)。在北京延庆地区,后城组地层出露于后城中生代盆地,包括有白河堡和半块豆腐山地区。1992~1994 年的地层清理工作以后,根据命名优先律,将后城组统一改称土城子组。土城子组的含义主要指介于髻髻山组和张家口组(或义县组)的一套陆相红色碎屑沉积岩系。岩性组合以灰紫色—紫红色复成分砾岩、砾质粗砂岩、中细粒砂岩、紫红色泥质粉砂岩、粉砂质泥岩为主,灰绿色粉砂质泥岩次之,少数盆地该组上部夹流纹质火山岩及石膏层(孙立新等, 2007)。土城子组曾被作为燕山运动的“B 幕”划分的标志(翁文灏, 1927),从“燕山运动”提出时就曾进行过广泛的研究。土城子组的燕山地区分布广泛,顶底清晰。区域地质对比研究表明,燕山西部盆地中土城子组在地层划分上常包含九龙山组或髻髻山期火山岩,时代为中晚侏罗世( $J_2$ — $J_3$ );东部盆地土城子组划分与层型剖面一致。根据土城子组上覆张家口组火山岩和下伏髻髻山组火山熔岩的同位素年龄确定土城子组时限在  $156 \sim 139$  Ma 之间,属于晚侏罗世—早白垩世(孙立新等, 2007)。

汪洋等(2003)获得北京延庆白河堡地区后城组火山岩的 Rb-Sr 等时线年龄为  $162.18 \pm 11.14$  Ma,认为其地层年代可能属于中侏罗世 Bathonian 阶,在区域地层年代格架中,该地区后城组很可能与京冀在辽地区的髻髻山组相当,即其为髻髻山组的相变。在北京妙峰山地区后城组覆盖于髻髻山组之上,呈整合接触关系(郑桂森等, 1994),其流纹质

弱熔结凝灰岩年龄为早白垩世,晚于前人研究结果。李海龙(2014)在最近发表的文章中,利用 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年方法,测得髻髻山组下部的九龙山组凝灰岩的年龄值为 154 Ma 和 161 Ma;而张运强等(2014)报道了对冀北承德盆地中九龙山组凝灰岩夹层利用 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 年龄结果,加权平均年龄为  $164.1 \pm 1.3$  Ma,这两个新的九龙山组同位素年龄与前人测定的上伏髻髻山组火山岩年龄区间均大部分重叠。因此,本文所获妙峰山地区后城组新的年龄数据是合理的。

### 4 结论

北京妙峰山樱桃沟后城组流纹质弱熔结凝灰岩样品的钾长石单矿物和斜长石单矿物  $^{49}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  阶段升温坪年龄结果为  $125.7 \pm 2.8$  Ma 和  $126.6 \pm 0.76$  Ma,结果在误差范围内一致,表明火山作用发生在早白垩世。

### 参 考 文 献 / References

- 邓晋福,冯艳芳,刘翠,等. 2009. 太行—燕辽地区燕山期造山过程、岩浆源区与成矿作用. 中国地质, 6(3): 624-633.
- 李海龙,张宏仁,渠洪杰,蔡向民,王猛. 2014. 燕山运动“绪动/A 幕”的本意及其锆石 U-Pb 年代学制约. 地质论评, 60(5): 1026-1042.
- 鲍亦冈,白志民,葛世炜,刘澄. 1995. 北京燕山期火山地质及火山岩. 北京:地质出版社.
- 汪洋,姬广义. 2004. 北京延庆北部地区后城组火山岩岩石化学特征与成因探讨. 北京地质, 16(1): 16-25
- 孙立新,赵凤清,王惠初,等. 2007. 燕山地区土城子组划分、时代与盆地性质探讨. 地质学报, 81(4): 445-453.
- 张运强,陈海燕,魏文通,陈超,刘应龙,张立国,朱志攀. 2014. 冀北承德盆地九龙山组凝灰岩夹层 LA-ICP-MS 锆石 U-Pb 定年及其地质意义. 沉积与特提斯地质, 34(3): 88-95
- 郑桂森,刘振锋,方景玲. 1994. 北京西山妙峰山地区中生界后城组地质特征及划分意义. 北京地质, 1: 13-20
- Wong W H. 1927. Crustal movements and igneous activities in eastern China since Mesozoic time. Bulletin of Geological Society China, 6: 9-37.
- Zhou Su, MO Xuanxue, Qu Ruizhao, et al. 2010.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geochronology of post-collisional volcanism in the middle Gangdese Belt, southern Tibet. Journal of Asian Earth Science, 37(3): 246-258.