

# 关于“辽宁北票兴隆沟火山岩的野外产状、岩石成因及地质意义”一文的辩正

邵济安<sup>1)</sup>, 杨蔚<sup>2)</sup>

1) 北京大学地球与空间学院, 造山带与地壳演化教育部重点实验室, 北京, 100871;

2) 中国科学院地质与地球物理研究所, 岩石圈演化国家重点实验室, 北京, 100029

**内容提要:**本文针对“辽宁北票兴隆沟火山岩的野外产状、岩石成因及地质意义”一文对笔者的质疑, 阐述了对北票下侏罗统兴隆沟组开展地质调查的经过。结合质疑的问题, 从野外地质观察和同位素年代学两个方面展开讨论, 并且根据新获得的火山岩 202Ma 的 Ar-Ar 年龄, 重申辽西北票兴隆沟组的时代属于早侏罗世的结论。

**关键词:** 北票; 早侏罗世; 兴隆沟组; 霏细斑岩脉; 同位素年龄

汪洋在 2010 年 7 月的《地质学报》上发表了一篇长文“辽宁北票兴隆沟火山岩的野外产状、岩石成因及地质意义”, 该文 7 处对我们的文章“关于兴隆沟组火山岩时代的再认识”(邵济安和杨蔚, 2008) 发表了批评意见, 我们欢迎这一讨论, 它可以使我们有对这一重要科学问题展开更深入的讨论, 并澄清可能的疑问。汪洋(2010) 质疑我们关于“兴隆沟组火山岩时代是早侏罗世”的观点及其所依据的事实。因此, 本文将首先简单叙述我们野外地质调查的经过, 然后详细对野外观察事实和年代学数据两个方面展开讨论。

## 1 地质调查的经过

由于对北票同一地点测得的兴隆沟组火山岩年龄结果不同: 高山测定的是 159Ma (Gao et al. 2004), 杨蔚和李曙光测的是 177Ma (Yang and Li, 2008), 2007 年 5 月 21 日由李曙光发起, 张宏福组织, 包括高山和笔者等人一同前往北票野外进行实地考察。

考察开始后不久, 在一条小路上发现了一段出露 30cm 厚的砂岩露头 ( $325^{\circ}/48^{\circ}$ ), 随着火山岩产状的确认, 进一步发现上述两个被当作火山岩年龄的样品均取自同一条近于垂直火山岩走向的酸性岩脉, 岩脉 6m 宽, 即我们文章中提到的霏细岩脉。大家沿出露的酸性岩脉追索到小山包南头的浅沟里, 再次确认了砂岩的产状以及被岩脉切穿的现象。在

实地统一认识的基础上, 李曙光倡议由笔者二人立即开展大比例尺的填图。原本计划大家共同署名写一篇文章, 后因新年未问世, 决定由我们二人先发表填图的结果(图 1)。

在现场, 我们交流了定年经验, 并取得了共识, 即兴隆沟组的安山岩很难用锆石 U-Pb 法获得可靠的年龄结果, 因为它包含大量继承锆石。

## 2 野外地质观察

汪洋(2010) 从两个方面质疑我们(邵济安和杨蔚, 2008) 的野外观察。一、“兴隆沟组”是单斜地层还是强烈变形的地质体; 二、“流纹岩脉”是如何填绘出的? 因此, 接下来我们就澄清这两个问题。

### 2.1 填图范围内是单斜地层还是强烈变形的地质体?

汪洋(2010) 质疑我们(邵济安和杨蔚, 2008) 的一个重要依据是, “兴隆沟组”不是单斜地层, 是曾经经历了强烈变形的地质体。就我们填图范围而言, 这里出露了两套地层: 下部为含砾杂砂岩、砂岩; 上部为黑色的辉石安山岩和灰色粗安岩。辉石安山岩和粗安岩之间的界线由 5 个观察点控制的, 层状的辉石安山岩绝非汪文所述的岩珠。兴隆-北票公路以北是正在开采的含化石的早侏罗世煤系地层, 无论从华北大范围下侏罗统地层层序, 还是在笔者详测的 6m 沉积岩剖面中, 利用砂砾岩递变层理、冲刷面和斜层理判断的地层层序来看, 本填图范围内都

收稿日期: 2010-10-09; 改回日期: 2010-11-20; 责任编辑: 郝梓国。

作者简介: 邵济安, 女, 1940 年生。1965 年毕业于北京大学地质系。主要从事地质构造地质学研究。

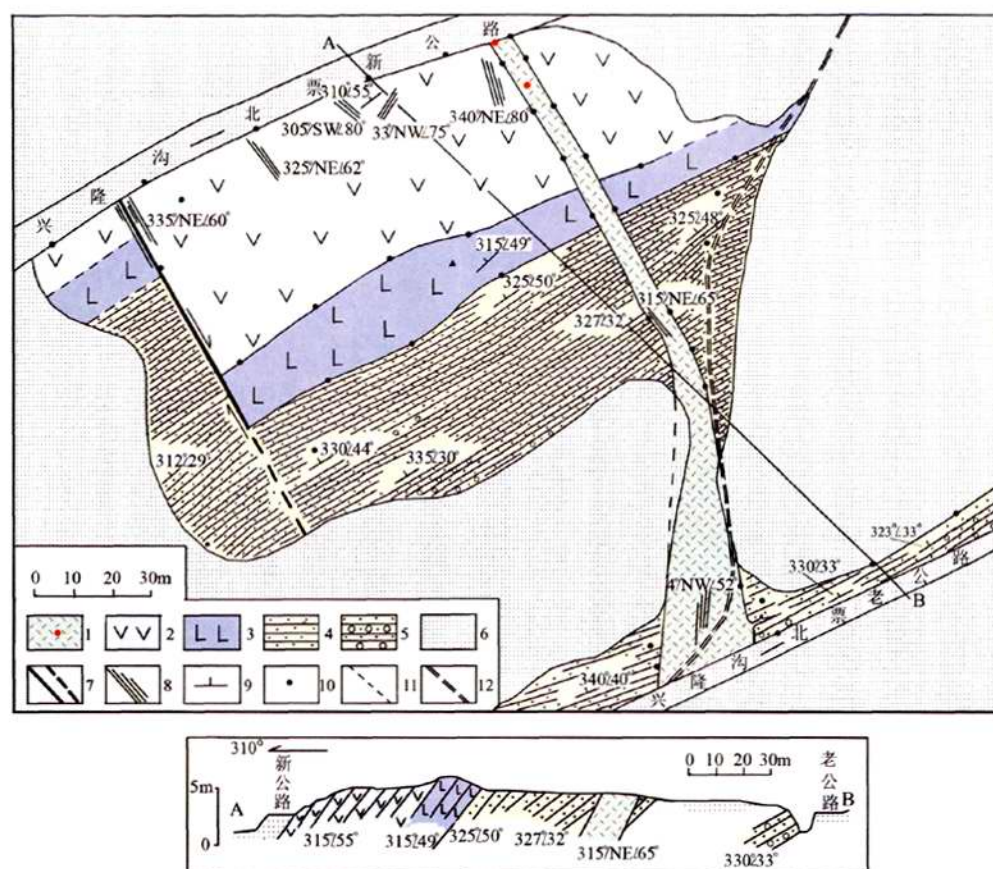


图1 北票地区兴隆沟组的地质简图

Fig. 1 Geological sketch map of the Xinglonggou formation in Beipiao area

1—霏细岩岩脉; 2—灰色粗安岩; 3—辉石安山岩; 4—杂砂岩; 5—含砾砂岩; 6—第四系; 7—断层与推测断层; 8—劈理;

9—产状; 10—本次填图测点; 11—推测界线; 12—小路; 图中小三角为地形高点, 红点为采样地点

1—Felsophyre vein; 2—gray trachyte; 3—pyroxene-andesite; 4—greywacke; 5—pebbled sandstone; 6—Quaternary; 7—fault and tentative fault; 8—cleavage; 9—attitude; 10—measuring points; 11—tentative line; 12—path. The triangle is topographic high in map; the red point is sampling point

不存在地层倒转的情况。而且填图区测到的地层产状与兴隆-北票公路以北煤田资料提供早侏罗世煤系地层产状基本一致(邵济安和杨蔚, 2008), 没有见到汪洋所谓的可能属于来自兴蒙造山带南部远距离推覆的, 强烈变形并变质的第二套中侏罗世火山岩。汪文图4的照片是拍自北票以东距笔者填图区10km的三宝四坑。

在图1中我们标出了包括脉岩在内的7处劈理产状, 从这些NW或NNE走向的剪切劈理来看, 它们不足以促使地层强烈变形甚至倒转, 而且从显微镜下看到的火山岩也不存在明显变形, 特别要提到的是火山岩中的单斜辉石大多保留了清晰的反环带结构, 获得探针数据的辉石环带截面长度150~

300 $\mu$ m(Gao et al. 2004; 邵济安和路花香, 2008)。

我们是根据小范围内填图结果发表的文章, 而且文章重点是火山岩时代, 并未涉及包括元古代地层在内的区域范围是否存在褶皱或推覆构造的问题。

## 2.2 如何填绘出“流纹岩脉”的?

这是汪洋提出的另一实质性问题, 如果脉岩都不存在, 我们文章“关于兴隆沟组火山岩时代的再认识”的全部讨论都将被否定。

首先要澄清的是, 笔者从未使用“流纹岩脉”一词, 这是常识问题。笔者文中明确写到“脉岩成分同流纹岩,  $\text{SiO}_2$  为70%, 结合其产状可将其定名为“霏细岩””。

汪洋(2010)推测:“他们的填图时间为 2007 年夏季,正是玉米等农作物生长季节,不知道他们是如何填绘出‘流纹岩脉’的?!”。事实上我们集体考察时间是春天,填图时间是秋天,填图时,这一“流纹岩脉”的边界是由 16 个测点控制的(邵济安和杨蔚,2008)。岩脉就出露在路边,小路穿过岩脉,不存在玉米地覆盖问题。更重要的是我们为了揭露岩脉和围岩的接触关系挖了浅槽,文章附有照片为证,照片中标明了砂岩和霏细岩岩脉的产状。试对比汪洋(2010)图 5 与本文图 1,不难发现汪洋(2010)并没有沿我们的地质界线展开追索,更没有看到我们挖的浅槽,因此“露头情况不是十分良好……根本不足以……连续追索出一条流纹岩脉”的结论令人难以置信。

3 同位素年龄问题

3.1 兴隆沟组黑色安山岩的年龄问题

兴隆沟组黑色安山岩的年龄是汪洋(2010)质疑的重要问题,他明确指出“邵济安和杨蔚一文并未对 Gao 等(2004)报道的锆石 U-Pb 年龄数据本身的单矿物分选、测试技术方法进行质疑,但对于“黑色高 Mg 安山岩层”的 144Ma 的年龄,由于不符合他们对“兴隆沟组”属于早侏罗世的认识,因而在文中避而不谈,这种做法甚为不妥。”

由于 Gao et al. (2004)所使用的是现今最精确的定年方法之一,SHRIMP U-Pb 定年,因此我们在原文中没有对 Gao 等(2004)报道的 U-Pb 年龄数据本身有过任何质疑。但这并不代表其报道的所有定年结果都是有地质意义的,其中,兴隆沟组黑色高 Mg 安山岩 144Ma 的年龄结果就不是一个有意义的

年龄结果。我们原文没有评论此年龄,并不是因为这一年龄与我们的观点相左而故意回避,而是因为大家基本已经达到共识,这个年龄结果不可靠。既然汪洋(2010)提及了这个年龄结果,并将其作为兴隆沟组第一套高镁英安岩的年龄,那么我们在这里有必要讨论一下这个问题。

Gao 等(2004)一文中所有的数据都可以附件的形式在《Nature》网站上下载。从 Gao 等(2004)一文的 Supplementary Table 1 中,我们可以得知此安山岩 144Ma 年龄的由来,应该是由 3 颗锆石的 5 次 U-Pb 分析结果求平均值得到的。从数据本身来看,这 5 次分析都没有获得和谐的 U-Pb 年龄结果,虽然<sup>206</sup>Pb/<sup>238</sup>U 年龄在很小的范围内变化(141 Ma~148Ma),但是<sup>207</sup>Pb/<sup>235</sup>U 年龄从-1300 Ma 到 2600Ma。Supplementary Fig. 3a, b, c 显示了这三颗锆石的 CL 图像,它们只有 30~50μm 大小,以 SHRIMP 或 LA-ICPMS 等方法定年,一般 50μm 只够分析一次。并且这些锆石不具有典型岩浆锆石的长柱状或短柱状的形态,它们的棱角也不分明,更重要的是从这些图像上我们没有观察到岩浆锆石的韵律环带。Gao et al. (2004)在正文中注明这些锆石“significantly finer-grained (< 50μm in diameter)”,并宁愿采用流纹岩的 159Ma 做为兴隆沟组的年龄。

2007 年 5 月联合野外考察时,由杨蔚重新采集火山岩样品,2009 年 8 月在中国科学院地质与地球物理研究所 Ar-Ar 实验室测定并获得了此黑色安山岩的精确 Ar-Ar 年龄为 202Ma(图 2,杨蔚,2010)。测试样品为兴隆沟组黑色安山岩(XL4)剔除了捕掳晶的基质粉末样品,利用阶段升温 Ar-Ar

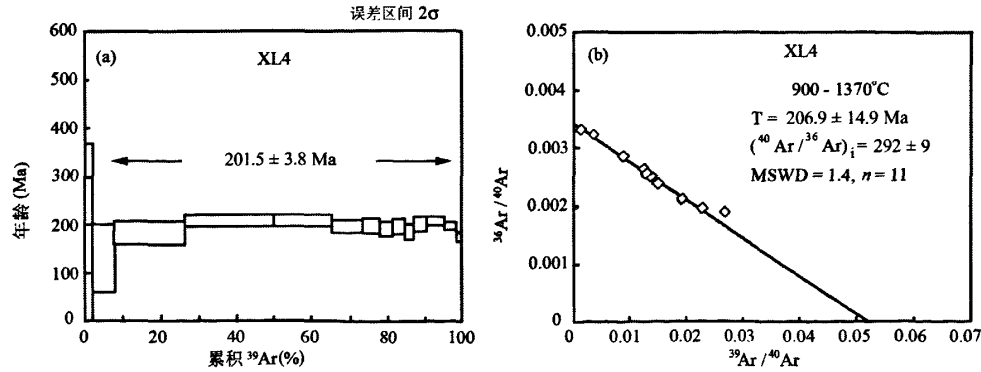


图 2 兴隆沟黑色安山岩 XL4 的<sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar 坪谱(a)和反等时线图(b)(引自杨蔚,2010)

Fig.2 <sup>40</sup>Ar/<sup>39</sup>Ar spectrum (a) and inverse isochron plot (b) for the andesite XL4 from Xinglonggou(from Yang,2010)

法获得的。实验过程中,共分析了从 800℃ 到 1450℃ 的 14 个温度段,坪年龄和反等时线年龄是通过 900~1270℃ 共 11 个温度段数据计算获得。这一结果进一步证明兴隆沟组黑色安山岩的时代是早侏罗世。

顺便提一句,汪洋(2010)在对兴隆沟组火山岩时代的陈述中曾指出:“兴隆沟组”不是单斜,而是曾经经历了强烈构造变形的一套火山岩系,其时代为中侏罗世(Gao, et al. 2004)。”事实在 Gao 等(2004)一文中,既没有这样的描述,也没有这样的年代学结论。

### 3.2 关于霏细岩脉的年龄问题

汪洋(2010)批评我们“对其立论至关重要的“流纹岩脉”的年龄值只采用 Yang 和 Li (2008) 的 177Ma,而不采用 Gao et al. (2004) 发表的 159Ma,而又未给出令人信服的理由,这也是不严谨的”。

事实上,在我们文章中不存在采用 177Ma 而不采用 159Ma 作为“流纹岩脉”(即笔者命名的霏细斑岩)年龄的问题,而且文中对这两个采自同一 6m 宽岩脉年龄的差异还提出了进一步研究的建议。

综上所述,基于野外地质和年代学研究,我们重

申辽西北票兴隆沟组的时代属于早侏罗世。我们不能认同汪洋(2010)对我们的质疑,我们认为汪洋(2010)引用的年代学证据以及所得结论——“暂时将兴隆沟组的年代归为中侏罗世”都是不能令人信服的。

### 参考文献

- 邵济安,杨蔚. 2008,关于辽西北票地区兴隆沟组火山岩时代的再认识. 地质通报,27(6):912~916.
- 邵济安,路凤香. 2008. 再论兴隆沟组火山岩成因. 岩石学报,24(6):1313~1322.
- 汪洋. 2010. 辽西北票兴隆沟火成岩的野外产状、岩石成因及地质意义. 地质学报,84(7):963~979.
- 杨蔚. 2010. 橄榄岩镁同位素组成和兴隆沟组沉积岩中锆石的地球化学研究:对华北岩石圈演化的制约. 中国科学院地质与地球物理研究所博士后研究报告.
- Gao, S, Rudnick, R L, Yuan H L, et al., 2004. Recycling lower continental crust in the North China Craton. *Nature*, 432(16): 892~897.
- Yang W, Li S. 2008. Geochronology and geochemistry of the Mesozoic volcanic rocks in Western Liaoning: Implications for lithospheric thinning of the North China Craton. *Lithos*, 102(1-2): 88~117.

## Discussion on “Field Occurrence and Origin of the Xinglonggou Igneous Rocks in Beipiao, Western Liaoning Province and Geological Significance”

SHAO Jian<sup>1)</sup>, YANG Wei<sup>2)</sup>

1) *The Key Laboratory of Orogenic Belts and Crustal Evolution, Ministry of Education; School of Earth and Space Sciences, Peking University, Beijing, 100871;* 2) *State Key Laboratory of Lithospheric Evolution, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing, 100029*

### Abstract

In response to the doubts about our previous study raised by Wang Yang in his article "Field occurrence and origin of the Xinglonggou igneous rocks in Beipiao, Western Liaoning Province and geological significance", here we detailedly describe our geological investigation on the Xinglonggou formation of the Early Jurassic in Beipiao area. Focusing on the issues that were questioned, this paper mainly discusses our field observation and isotopic dating of the Xinglonggou formation. Based on a newly obtained Ar-Ar age (202 Ma) of the Xinglonggou andesite, we further confirm our previous conclusion that the age of Xinglonggou formation in Western Liaoning Province should be assigned to the Lower Jurassic.

**Key words:** Beipiao; the Early Jurassic; the Xinglonggou formation; felsophyre vein; isotopic age