

# 青藏高原东部贡觉盆地新生代火山岩的 K-Ar 稀释法年龄

李忠雄<sup>1,2</sup>, 陈智梁<sup>2</sup>, 李修忠<sup>1</sup>, C. Gizbert<sup>3</sup>, B. C. Burchfiel<sup>3</sup>

1. 中国地质大学资源学院, 湖北武汉 430074

2. 成都地质矿产研究所, 四川成都 610082

3. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts 02139, USA

**摘要:** 通过新生代高钾钙碱性中、酸性火山岩的年代学研究来了解青藏高原的隆升特征, 首次报道了藏东贡觉盆地新生代7个火山岩样品的 K-Ar 定年结果。全岩和黑云母的表面年龄均在 40.8~46.2 Ma 间(平均值为 44.2 Ma)。样品中放射成因 Ar 与 K 构成了一条相关性良好的、几乎通过原点的线性等时线, 表明它们有相同的成因和相近的形成时代, 而且样品中可能既无过剩 Ar, 也无放射成因 Ar 的丢失, 代表着真实的成岩年龄(始新世中期)。火山活动发生在印度-欧亚板块碰撞(50 Ma 左右)后形成的构造环境中, 受陆内水平剪切-走滑断裂带控制。结合前人对藏东地区岩浆活动的年代学研究成果, 表明青藏高原东缘新生代岩浆活动具多期性。这种多期性可能反映着青藏高原阶段性隆升的壳-幔相互作用。

**关键词:** K-Ar 稀释法; 火山岩; 新生代; 贡觉盆地; 藏东。

中图分类号: P597; P588.13

文章编号: 1000-2383(2004)03-0278-05

收稿日期: 2003-10-11

## K-Ar Ages of Cenozoic Volcanic Rocks from Gongjue Basin in Eastern Tibet

LI Zhong-xiong<sup>1,2</sup>, CHEN Zhi-liang<sup>2</sup>, LI Xiu-zhong<sup>1</sup>, C. Gizbert<sup>3</sup>, B. C. Burchfiel<sup>3</sup>

1. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China

2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, China

3. Department of Earth, Atmospheric, and Planetary Sciences, Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, Massachusetts 02139, USA

**Abstract:** Based on the isotopic chronologic results of Cenozoic volcanic rocks from Gongjue basin in eastern Tibet, the uplifting of the Tibetan plateau was studied. The K-Ar diluted ages of seven volcanic rocks from the Gongjue basin in eastern Tibet are firstly reported. Apparent ages of the whole rock and their biotite are 40.8 to 46.2 Ma with an average of 44.2 Ma. Radiogenic Ar and K of the samples compose an isochron line with high correlation coefficient, which almost passes through the origin. The result indicates that there is neither residual Ar nor loss of radiogenic Ar in these samples. Therefore, they give the eruption ages of the volcanic rocks (i. e. middle Eocene). The volcanic activities in the studied region occurred in the post-collision tectonic setting of Indian-Eurasia plate collision (about 50 Ma) and were controlled by intra-continental horizontal shear faults. Evidences including the published data show that the Cenozoic volcanic activities in eastern Tibet vary greatly. The variety can be considered as the product of the crust-mantle interaction due to the multi-stage uplift in the Tibetan plateau.

**Key words:** K-Ar dating; volcanic rock; Cenozoic; Gongjue basin; eastern Tibet.

青藏高原的形成演化和高原周边新生代盆地的发育与印度-欧亚板块的碰撞过程及碰撞后的陆内

基金项目: 中美合作项目“青藏高原东部地质、地球物理和大地测量研究”。

作者简介: 李忠雄(1964-), 男, 副研究员, 从事沉积学和藏东区域地质研究。E-mail: cdlzhongxiong@cgs.gov.cn

变形密切相关(潘桂棠等,1990;Yin and Nie,1996;钟大赉和丁林,1996;王方正等,1997;肖序常和王军,1998;孙鸿烈和郑度,1998;潘裕生和孔祥儒,1998;崔军文等,2001;刘志飞等,2001). 研究结果表明青藏高原东缘新生代盆地普遍遭受挤压变形和岩浆活动的改造,盆缘大多受逆冲断裂控制,盆地内层已广泛褶皱,粗碎屑岩厚度大且分布广泛,岩浆活动强烈(潘桂棠等,1990;Yano *et al.*, 1994;何科照等,1996;Wang *et al.*, 1998;Horton *et al.*, 2002;周江羽等,2003;云南省地质矿产局,1990). 贡觉盆地是藏东横断山北段古近纪一系列雁列式展布的红层盆地的典型代表,分布面积最大,与其相邻的囊谦盆地、丁青盆地、八宿盆地都发育有火山岩或次火山岩. 因自然环境险恶、交通不便,迄今为止,对贡觉盆地火山岩的专项研究十分薄弱,对火山活动在藏东及整个青藏高原岩石圈构造演化中的地球动力学意义也不十分清楚. 最近我们对贡觉盆地火山岩进行了专项野外调查和同位素年代学研究,测试结果对贡觉盆地的形成时代以及青藏高原新生代以来岩石圈演化和高原隆升作用提供了许多重要启示.

# 1 贡觉盆地的区域地质背景

贡觉盆地处在金沙江断裂带与怒江断裂带之间,澜沧江断裂带从区内穿过,大地构造位置上属羌塘微板块东部. 该区正好位于青藏高原东西向构造带与横断山南北向构造带的转折部位. 盆地呈北北西向带状分布,南起阿翁经贡觉向北止于帮格,长约 257.5 km,宽 0.5~18 km,面积约 1 870 km<sup>2</sup> (何书元等,1983). 盆地东侧以逆冲断层或不整合与晚三叠世岩浆岩(或灰岩、砂岩)接触,西侧则不整合在古生界和中生界奥陶系、石炭系、二叠系及三叠系之上,为一基底向东倾斜的不对称陆相沉积盆地(图 1).

# 2 火山岩产状及岩石特征

火山岩产出在贡觉盆地北端的白玛乡至加卡松多一带,出露面积约 80 km<sup>2</sup> (据中华人民共和国 1:20 万区域地质调查报告类乌齐幅、拉多幅). 火山岩呈层状产出在紫红色砂岩、粉砂岩和泥岩之中,与红层呈整合接触关系.

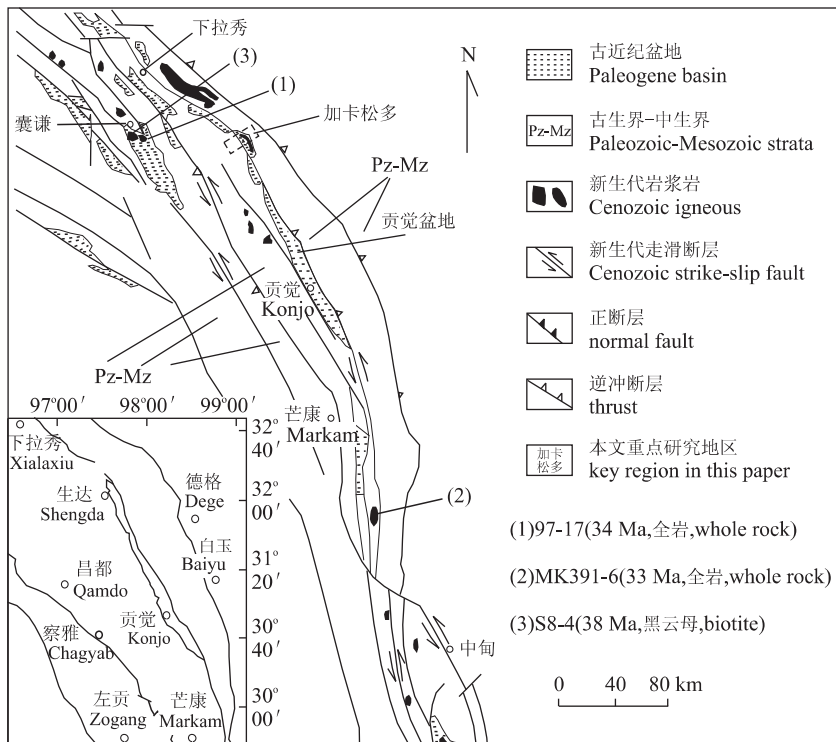


图 1 青藏高原东缘古近纪盆地和新生代岩浆岩分布简图

Fig. 1 Sketch map illustrating the distribution of Paleogene basins and Cenozoic magmatism in eastern Tibet  
据周江羽等(2003)和拉多幅地质图修改和简化,图中同位素年龄值据相同文献

表 1 贡觉盆地新生代火山岩的 K-Ar 同位素年龄

Table 1 K-Ar isotopic age dating of Cenozoic volcanic rocks from Gongjue basin

| 序号 | 样品编号 | 样品名称    | $x(K)/\%$ | $x(^{40}\text{Ar}_{\text{rad}})/10^{-10}$ | $\omega(^{40}\text{Ar}_{\text{rad}})/\%$ | 表面年龄/Ma    | 采样位置         |
|----|------|---------|-----------|---|--|------------|--------------|
| 1  | Bm20 | 晶屑岩屑凝灰岩 | 3.06      | 2.485                                     | 87.75                                    | 46.21±0.92 | 加卡松多,下部旋回①单元 |
| 2  | Bm27 | 黑云母     | 6.81      | 5.413                                     | 81.29                                    | 45.24±0.90 | 加卡松多,下部旋回②单元 |
| 3  | Bm40 | 英安岩     | 2.84      | 2.211                                     | 76.97                                    | 44.39±0.89 | 加卡松多,下部旋回③单元 |
| 4  | Bm42 | 凝灰熔岩    | 1.95      | 1.443                                     | 47.47                                    | 42.16±0.84 | 加卡松多,下部旋回④单元 |
| 5  | Bm48 | 晶屑岩屑凝灰岩 | 2.28      | 1.832                                     | 69.69                                    | 45.70±0.91 | 加卡松多,上部旋回②单元 |
| 6  | Bm51 | 英安质凝灰熔岩 | 2.19      | 1.731                                     | 70.29                                    | 44.98±0.90 | 加卡松多,上部旋回③单元 |
| 7  | Bm55 | 晶屑岩屑凝灰岩 | 2.45      | 1.753                                     | 71.92                                    | 40.80±0.82 | 加卡松多,上部旋回⑤单元 |

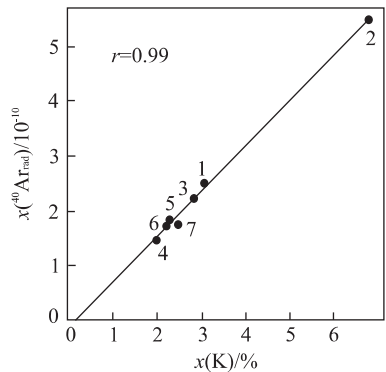
采用衰变常数:  $n(^{40}\text{K})/n(\text{K})=0.001167, \lambda=5.543 \times 10^{-10}/\text{a}, \lambda_e=0.581 \times 10^{-10}/\text{a}, \lambda_\beta=4.962 \times 10^{-10}/\text{a}$ .

火山岩的岩石组合及其在空间分布上的变化相对较为简单,岩石主要由火山碎屑岩(角砾岩、集块岩等)和熔岩组成,经室内初步鉴定有英安质火山角砾岩、晶屑岩屑凝灰岩、凝灰熔岩、英安质凝灰熔岩、英安一流纹质凝灰熔岩、英安岩和安山岩. 岩石具典型的斑状结构、凝灰熔结结构及火山角砾结构,基质具隐晶—微粒结构. 岩石中普遍含有石英、斜长石、中长石、透长石、黑云母、普通角闪石的斑晶,长石斑晶大都发育环带构造和双晶. 凝灰岩或熔岩的晶屑以石英和斜长石为主,岩屑以英安岩、安山岩岩屑为主,含有少量沉积岩岩屑. 岩石中最常见的副矿物是磷灰石和磁铁矿. 集块岩成分为变质砂岩,产出在英安岩和安山岩之中,大小 20~100 cm.

火山喷发活动可分为上、下 2 个韵律旋回,上部旋回自下向上由以下单元组成:①英安质火山角砾岩、英安质凝灰熔岩,厚 40 m;②英安岩夹岩屑晶屑凝灰岩、凝灰熔岩,厚 20 m;③火山角砾岩、英安质凝灰熔岩,厚 40~50 m;④英安岩、安山岩、火山角砾岩和火山集块岩,厚 50 m;⑤火山角砾岩、英安质凝灰熔岩,厚 60 m. 下部旋回自下向上由以下单元组成:①岩屑晶屑凝灰岩和火山角砾岩,厚 28 m;②英安岩、安山岩夹火山角砾岩,厚 55~60 m;③英安岩、英安质凝灰熔岩,厚 10 m;④岩屑晶屑凝灰岩、英安质凝灰熔岩,厚 50 m;⑤凝灰质砂岩和紫红色砂岩,厚度大于 50 m. 上、下 2 个旋回之间为正常沉积的紫红色砂岩、凝灰质砂岩、粉砂岩和泥岩. 火山岩韵律结构说明火山喷发活动以爆发与溢流方式相间进行.

### 3 火山岩 K-Ar 年龄的测量结果

表 1 列出了本区代表性岩石样品全岩或黑云母

图 2 火山岩 K-<sup>40</sup>Ar 线性等时线(数字为表 1 中的序号)Fig. 2 K-<sup>40</sup>Ar linear isochron of volcanic rocks

单矿物的 K-Ar 同位素稀释法定年结果.

全岩样品和单矿物黑云母的分析结果基本一致. 在图 2 中,  $x(K) - x(^{40}\text{Ar}_{\text{rad}})$  构成了一条线性相关性良好的几乎通过原点的等时线,说明这些岩石具有大致相同的成因条件和成岩时代,而且两类样品中可能既无过剩氩,也未丢失放射成因的氩,表面年龄与等时线年龄基本一致,代表了真实的成岩年龄(邓万明等,1999). 由 7 组数据得到本区火山岩的平均年龄值为  $(44.21 \pm 0.88)\text{Ma}$ ,即大致相当于始新世中期.

## 4 结果讨论

### 4.1 火山岩 K-Ar 同位素年龄为红层盆地时代的确定提供了新证据

藏东新生代火山岩同位素年代学研究工作均集中在北边的囊谦盆地和南边的芒康地区,发表了一些同位素年代学数据(杨大雄和王培生,1988;邓万明等,1999;王江海等,2002;周江羽等,2003). 迄今为止,贡觉盆地火山岩未见任何同位素年代学研究

工作报告。对贡觉盆地这套陆相红色碎屑岩沉积最早曾将其定为三叠系、白垩系;20 世纪 70 年代根据孢粉组合特征和棕榈植物化石 *Sabalites* sp. 将其划为老第三纪(何书元和田有华等,1983);80 年代 1:20 万类乌齐—拉多幅地质调查报告根据介形虫(囊谦盆地)、孢粉组合特征和植物化石最终将其划为早第三纪始新世。如前所述,贡觉盆地中火山岩与红层呈整合接触关系,因此,火山岩的同位素年代学测定结果符合实际地质情况,这对于红层时代的确定又增加了同位素年代学方面的有力证据。

#### 4.2 青藏高原东缘新生代岩浆活动的不均一性

王江海等(2002)的研究认为在青藏高原东缘和印支块体上新世存在两期岩浆活动,其时代分别为 40~28 Ma 和 16~0 Ma;邓万明等(1999)认为在藏东和滇西等地新生代岩浆活动的时代也大都在 30~40 Ma 范围内。贡觉盆地火山岩的同位素年代学测定结果与他们的结论有明显差异,另外在贡觉盆地西部边界附近沿北北西方向在中生界中产出了著名的新生代玉龙斑岩铜矿带,经 Rb-Sr 法、K-Ar 法、 $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$ 法和 U-Pb 法多种方法相互印证,玉龙斑岩带形成时代可划分为早、(52.0±2.8)Ma,中、(40.1±1.3)Ma,晚、(33.2±1.3)Ma 三期(马鸿文,1990)。因此,青藏高原东缘新生代岩浆活动是由具不均一性的多期次岩浆活动组成,在印度—欧亚板块的碰撞过程中及碰撞后的造山过程中均持续存在强烈的岩浆活动,反映了青藏高原隆升过程的渐进性特征。

致谢:Annetta Markussen-Brown 女士和扎西工程师参加了野外考察工作;中国科学院广州地化所戴瑾谏教授完成样品的 K-Ar 年龄测定;申屠保涌研究员鉴定了部分火山岩薄片,张学祥副教授帮助处理了部分数据;成文过程中,就有关问题曾与姚鹏博士、汪名杰研究员和沈敢富研究员进行过多次有益讨论,在此向他们表示衷心感谢!

#### References

Bureau of Geology and Mineral Resources of Yunnan Province, 1990. Regional geology of Yunnan Province. Geological Publishing House, Beijing, 236—255 (in Chinese).

Cui, J. W., Li, P. W., Li, L., 2001. Uplift of the Qinghai-Tibet plateau: Tectonic geomorphology and lithospheric structure of the Qinghai-Tibet plateau. *Geological Review*, 40(2): 106—110 (in Chinese with English ab-

stract).

Deng, W. M., Sun, H. J., Zhang, Y. Q., 1999. The K-Ar age of Cenozoic volcanic rocks of Nangqian basin in Qinghai Province. *Chinese Science Bulletin*, 44(23): 2554—2558 (in Chinese).

He, K. Z., Zhao, C. H., He, H. S., et al., 1996. Intracontinental rift and orogeny in western Yunnan. China University of Geosciences Press, Wuhan, 1—88 (in Chinese).

He, S. Y., Tian, Y. H., Chen, K. G., et al., 1983. Paleogene Konjo red beds in East Xizang (Tibet). In: Contribution to the geology of the Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau (3). Geological Publishing House, Beijing, 233—242 (in Chinese).

Horton, B. K., Yin, A., Spurlin, M. S., et al., 2002. Paleocene-Eocene syncontractional sedimentation in narrow, lacustrine-dominated basins of east-central Tibet. *GSA Bulletin*, 114(7): 771—786.

Liu, Z. F., Wang, C. S., Yi, H. S., et al., 2001. Provenance of Paleogene sediments in Hoh Xil basin, north of Qingzang plateau, and its significance for plateau uplift. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 26(1): 1—6 (in Chinese with English abstract)

Ma, H. W., 1990. Petrology and mineralization of granites in Yulong porphyry copper belt, Tibet. China University of Geosciences Press, Wuhan, 1—111 (in Chinese with English abstract).

Pan, G. T., Wang, P. S., Xu, Y. R., et al., 1990. Cenozoic tectonic evolution of Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau. Geological Publishing House, Beijing, 14—86 (in Chinese).

Pan, Y. S., Kong, X. R., 1998. Lithosphere structure, evolution and dynamics of Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau. Guangdong Science & Technology Press, Guangzhou, 37—64, 333—428 (in Chinese).

Sun, H. L., Zheng, D., 1998. Formation, evolution and development of Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau. Guangdong Science & Technology Press, Guangzhou, 1—230 (in Chinese).

Wang, E., Burchfiel, B. C., Royden, L. H., 1998. Late Cenozoic Xianshuihe-Xiaojiang, Red River, and central Yunnan, China. *Spec. Paper 327, Geol. Soc. Am.*, 39—105.

Wang, F. Z., Lai, X. L., Guo, T. Y., et al., 1997. Relationship between the Tertiary volcanic rocks and oil potential in Qiangtang area, Tibet. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 22(3): 311—316 (in Chinese with English abstract).

- Wang, J. H., Yin, A., Harrison, T. M., et al., 2002. Thermal chronologic study on the two kinds high-potassium magmatic activities in eastern margin of Tibet. *Science in China (Series D)*, 32(7): 529—537 (in Chinese).
- Xiao, X. C., Wang, J., 1998. A brief review of tectonic evolution and uplift of the Qinghai-Tibet plateau. *Geological Review*, 44(4): 372—381 (in Chinese with English abstract).
- Yang, D. X., Wang, P. S., 1988. The determinations of plateau age by  $^{39}\text{Ar}$ - $^{40}\text{Ar}$  dating on Cenozoic calc-alkalic trachytes of Nangqian basin, northern Hengduan Mountains. In: Contribution to the geology of the Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau (19). Geological Publishing House, Beijing, 39—44 (in Chinese).
- Yano, T., Wu, G., Tang, M., et al., 1994. Tecto-sedimentary development of backarc basin in Yunnan, southern China. *J. SE. Earth Sci.*, 9(1/2): 153—166.
- Yin, A., Nie, S., 1996. A Phanerozoic palinspastic reconstruction of China and its neighboring region. In: Yin, A., Harrison, T. M., eds., *The tectonic evolution of Asia*. Cambridge University Press, 442—485.
- Zhong, D. L., Ding, L., 1996. A discussion on uplift procession and its dynamics of the Qinghai-Xizang (Tibetan) plateau. *Science in China (Series D)*, 26(4): 290—295 (in Chinese).
- Zhou, J. Y., Wang, J. H., Yin, A., et al., 2003. Sedimentology and tectonic significance of Paleogene coarse clastic rocks in eastern Tibet. *Acta Geologica Sinica*, 77(2): 262—271 (in Chinese with English abstract).
- 邓万明, 孙宏娟, 张玉泉, 1999. 青海囊谦盆地新生代火山岩的 K-Ar 年龄. *科学通报*, 44(23): 2554—2557.
- 何科照, 赵崇贺, 何浩生, 等, 1996. 滇西陆内裂谷与造山作用. 武汉: 中国地质大学出版社, 1—88.
- 何书元, 田有华, 陈开国, 等, 1983. 西藏东部早第三世贡觉红层. 见: 青藏高原地质文集(3). 北京: 地质出版社, 233—242.
- 刘志飞, 王成善, 伊海生, 等, 2001. 藏北可可西里盆地老第三纪沉积物源区分析及其高原隆升意义. *地球科学——中国地质大学学报*, 26(1): 1—6.
- 马鸿文, 1990. 西藏玉龙斑岩铜矿带花岗岩类与成矿. 武汉: 中国地质大学出版社, 1—111.
- 潘桂棠, 王培生, 徐耀荣, 等, 1990. 青藏高原新生代构造演化. 北京: 地质出版社, 14—86.
- 潘裕生, 孔祥儒, 1998. 青藏高原岩石圈结构演化和动力学. 广州: 广东科学技术出版社, 37—64, 333—428.
- 孙鸿烈, 郑度, 1998. 青藏高原形成演化与发展. 广州: 广东科学技术出版社, 1—230.
- 王方正, 赖旭龙, 郭铁鹰, 等, 1997. 西藏羌塘地区第三系火山岩及与羌塘盆地含油性关系的研究. *地球科学——中国地质大学学报*, 22(3): 311—316.
- 王江海, 尹安, Harrison, T. M., 等, 2002. 青藏东缘新生代两类高钾岩浆活动的热年代学研究. *中国科学(D 辑)*, 32(7): 529—537.
- 肖序常, 王军, 1998. 青藏高原构造演化及隆升的简要评述. *地质论评*, 44(4): 372—381.
- 杨大雄, 王培生, 1988. 横断山北段囊谦盆地新生代钙碱性次粗面岩的  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  法坪年龄测定结果. 见: 青藏高原地质文集(19). 北京: 地质出版社, 39—44.
- 钟大赉, 丁林, 1996. 青藏高原的隆起过程及其机制探讨. *中国科学(D 辑)*, 26(4): 289—295.
- 周江羽, 王江海, Yin, A., 等, 2003. 青藏高原东缘古近纪粗碎屑岩沉积学及其构造意义. *地质学报*, 77(2): 262—271.

#### 附中文参考文献

- 云南省地质矿产局, 1990. 云南省区域地质志. 北京: 地质出版社, 236—255.
- 崔军文, 李鹏武, 李莉, 2001. 青藏高原的隆升: 青藏高原的岩石圈结构和构造地貌. *地质论评*, 47(2): 157—163.