

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

大别山商城—麻城断裂带的 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄及其意义

王义天¹⁾ 李继亮¹⁾ 刘德良²⁾ 吴运高¹⁾ 付永涛¹⁾ 吴峻¹⁾

1) 中国科学院地质研究所岩石圈构造演化开放研究实验室, 北京, 100029

2) 中国科学技术大学地球与空间科学系, 合肥, 230026

内容提要 商城—麻城断裂带在大别山的构造格局中占有重要地位, 但长期以来对其形成时代缺乏精细的测年研究, 有鉴于此, 我们采用断裂带糜棱岩中黑云母单矿物 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年代学方法测定其变形时代。结果表明, 商麻断裂带形成于 226 Ma 左右, 是扬子和华北两大板块碰撞后期的产物, 是一条垂直于造山带走向的横向平移断层。在商麻断裂带的转换调节下, 其两侧地块发生差异位移、抬升和相对旋转, 导致东西两侧的超高压岩石的折返出露呈现出不同的特征。

关键词 大别山 商城—麻城断裂带 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年代学

商城—麻城断裂带位于大别造山带的中西部, 跨河南、湖北两省, 全长近 400 km, 宽 2~5 km。断裂带总体走向 $20^\circ\sim 30^\circ$, 倾向 NW, 倾角 $30^\circ\sim 60^\circ$, 是一条具多期活动性的强构造变形带。商麻断裂带在大别造山带的构造格局中占有重要地位, 但长期以来对其形成时代缺乏精细的测年研究, 影响了对其运动学效应的认识和对造山带整体活动性的理解。有鉴于此, 我们对该断裂带进行了 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年代学研究, 首次报道了其形成时代, 为认识大别造山带的运动学特征及构造演化提供年代学约束。

1 地质背景与样品

大别碰撞造山带中的断裂构造极为发育, 近 EW 向和 NE 向两组主要方向的大型断裂带将大别构造楔形体分划成规模不等的菱形构造块体。商麻断裂带是其中的一条重要的 NNE 向构造带, 大别地块和红安地块分别位于其东西两侧(图 1)。断裂带由一系列平行或斜列的断层组成, 发育典型的糜棱岩系列, 后期遭受了脆性变形的叠加(索书田等, 1993; 刘早学等, 1993)。在麻城牛占鼻乡的四方山一带, 断裂带露头自东而西可大致分为构造片麻岩带、变晶糜棱岩带、糜棱岩带和碎裂岩带, 岩性主要为英云闪长质、黑云斜长质、长英质和花岗质岩石。本次工作所测试的样品(1015M3)采自于断裂带中部四方山附近($31^\circ 09' 24''\text{N}$, $115^\circ 05' 42''\text{E}$)的黑云斜长质糜棱岩, 主要组成矿物为黑云母(40%)、斜长石(30%)、石英(20%)、角闪石(10%)。矿物粒度小于 0.3 mm, 镜下可观察到旋转碎斑系、S-C 组构、石英条带构造和云母鱼等塑性变形构造。

注: 本文为中国科学院资源与生态环境研究“九五”重大项目(编号 KZ951-A1-401-06)资助的成果。

本文 2000 年 4 月收到, 7 月改回, 任希飞编辑。

2 方法与测定结果

岩石样品经粉碎细磨、磁选和重液分离后,在双目镜下挑选出无蚀变的黑云母单矿物,纯

度达 99% 以上。将单矿物样品(重量为 0.2 g)置于中国原子能科学研究所的 49-2 反应堆 H8 孔道进行快中子照射,快中子瞬时通量为 $3.88 \times 10^{14} \text{ n/cm}^2 \cdot \text{s}$,累积通量为 $1.20 \times 10^{18} \text{ n/cm}^2$,照射参数 $J = 0.009529$,照射时间为 51 h 32 min。用作中子通量监测的标准样品为 ZBH-25 黑云母和 BSP-1 角闪石,其年龄分别为 $132.7 \pm 2.1 \text{ Ma}$ 和 $2060 \pm 18.6 \text{ Ma}$ 。照射后的样品冷却到安全剂量后,在中国科学院地质研究所 ^{40}Ar - ^{39}Ar 实验室置于超高真空析氦系统中进行阶段加热,采用高频电炉熔样,提纯后的氦直接进入 RGA-10 气体源质谱计(英国 VSS 公司)进行静态氦同位素测定。氦同位素质谱峰值数据进行了本底校正、质量歧视校正、分馏校正和记忆效应校正, ^{37}Ar 进行了衰变校正。钾钙诱发同位素校正因子为: $(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_k = 3.048 \times 10^{-3}$, $(^{36}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{ca} = 2.644 \times 10^{-4}$, $(^{39}\text{Ar}/^{37}\text{Ar})_{ca} = 6.868 \times 10^{-4}$ 。年龄计算常数 $\lambda_{40k} = 5.543 \times$

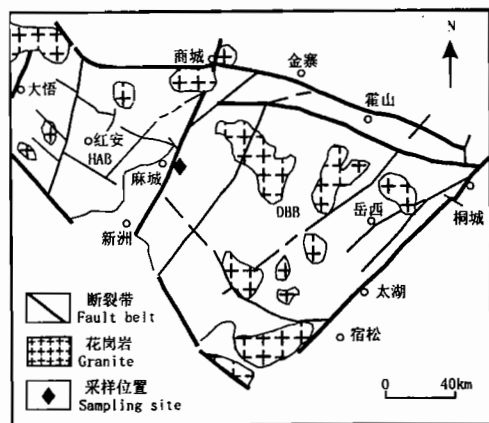


图 1 大别碰撞造山带地质构造简图

Fig. 1 The tectonic sketch of Dabie collision orogen

HAB—红安地块;DBB—大别地块

HAB—Hong'an block;DBB—Dabie block

$10^{-10}/a$,年龄误差按 1σ 计算,测试结果见表 1,其坪年龄和等时线年龄分别见图 2 和图 3。

表 1 商麻断裂带样品 1015M3 的单矿物黑云母 ^{40}Ar - ^{39}Ar 阶段加热分析数据

Table 1 The ^{40}Ar - ^{39}Ar analytical data for incremental heating experiment on the biotite of sample 1015M3 in Shangcheng—Macheng fault belt

加热阶段	加热温度 (°C)	$(^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{36}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$(^{37}\text{Ar}/^{39}\text{Ar})_m$	$^{39}\text{Ar}_k$ (10^{-12}mol)	$^{39}\text{Ar}_k$ (%)	$(^{40}\text{Ar}^*/^{39}\text{Ar}_k) \pm \sigma$	$t \pm 1\sigma (\text{Ma})$
1	450	15.52	0.0276	0.539	0.35	1.64	7.42 ± 0.06	123.2 ± 4.3
2	630	14.69	0.0204	0.503	0.61	2.87	8.71 ± 0.05	143.8 ± 3.8
3	750	17.16	0.0194	0.634	0.88	4.13	11.5 ± 0.05	187.3 ± 5.2
4	880	17.36	0.0111	0.279	1.67	7.84	14.1 ± 0.06	227.2 ± 3.8
5	1000	15.30	0.0046	0.159	4.25	19.9	13.9 ± 0.05	224.7 ± 2.3
6	1100	15.79	0.0060	0.286	3.09	14.5	14.0 ± 0.05	226.1 ± 2.9
7	1200	15.30	0.0040	0.285	8.37	39.4	14.1 ± 0.04	227.7 ± 2.0
8	1300	18.10	0.0138	0.538	1.35	6.35	14.1 ± 0.07	226.9 ± 4.1
9	1450	34.84	0.0452	0.937	0.72	3.38	21.6 ± 0.12	337.8 ± 12.0

3 讨论

测定结果表明,由 4~8 加热阶段的数据组成了较好的坪年龄 $t_p = 226.5 \pm 0.6 \text{ Ma}$ (图 2),其所占的 $^{39}\text{Ar}_k$ 析出量达 87.98%。计算所得等时线年龄为 $226.6 \pm 2.6 \text{ Ma}$ (图 3),相关系数 $r = 0.9998$,具有与坪年龄相当的一致性。初始 $^{40}\text{Ar}/^{36}\text{Ar}$ 值 $A = 292.5 \pm 2.5$,在误差范围内与标

准尼尔值(295.5 ± 5)一致,表明无显著的过剩氩或氩的丢失(张宗清,1997)。以上数据特征说明所测得的坪年龄值是有效可靠的。

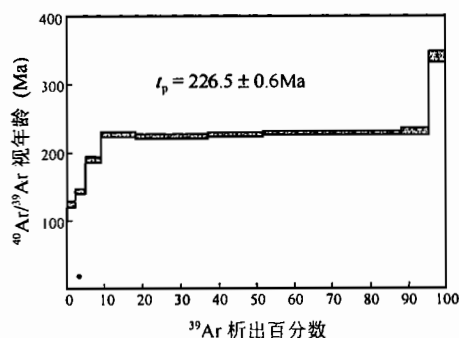


图 2 商麻断裂带黑云母 ^{40}Ar - ^{39}Ar 年龄谱图

Fig. 2 The ^{40}Ar - ^{39}Ar age spectrum on the biotite of sample 1015M3 in

Shangcheng—Macheng fault belt

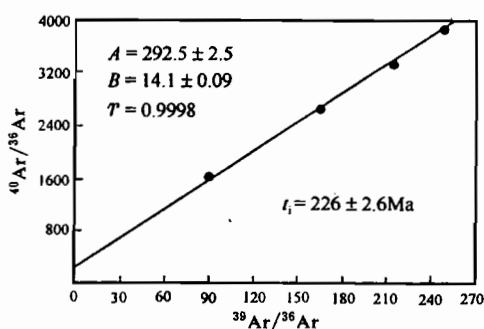


图 3 商麻断裂带黑云母 ^{40}Ar - ^{39}Ar 等时线年龄

Fig. 3 The ^{40}Ar - ^{39}Ar isochronal diagram for the biotite of sample 1015M3 in

Shangcheng—Macheng fault belt

黑云斜长质糜棱岩样品的原岩为大别群的基性片麻岩,镜下观察到黑云母定向排列、变形强烈,部分是在动力退变质过程中由角闪石蚀变而来,角闪石呈交代残留状。同时,石英、长石丰富的塑性变形特征指示了糜棱岩的变形温度为 $300 \sim 350^\circ\text{C}$ (王志洪等,1995),相当于绿片岩相条件,这一温度范围与黑云母的 ^{40}K - $^{40}\text{Ar}^*$ 封闭温度基本一致(王志洪等,1997)。这些特征表明所测得的年龄代表了断裂带的主期变形时代(Kligfield et al., 1986),即商麻断裂带的形成时间为 226 Ma 左右。

大别造山带是扬子板块向北俯冲与华北板块会聚碰撞的产物,同位素年代学研究表明其碰撞始于早三叠世(李曙光等,1989;Ames et al., 1993)。商麻断裂带的形成时代比大别造山带的碰撞时间要晚,表明该断裂带形成于南北两大板块的碰撞后期。在断裂带两侧,尤其是东侧普遍发育的各种运动学指向标志以及显微构造特征都指示了该带是一条伸展性右行走滑断裂带(索书田等,1993)。与造山带内部由北向南的逆冲推覆构造相联系,该断裂带应是晚于推覆体形成的擦断层(Lagarde et al., 1986;李继亮,1992;Mueller et al., 1997),是一条在南北向挤压应力场中形成的与逆冲推覆构造几乎直交的垂直于造山带走向的横向平移断层。

在大别山的红安地块和大别地块中出露世界上面积最大的高压、超高压变质岩,有关其年代学的研究结果集中在 $209 \sim 246$ Ma (Okay et al., 1993;Hacker et al., 1995;王清晨等,1996;李曙光等,1996,1997),它们的中间值(中三叠世晚期—晚三叠世)被认为是超高压岩石峰期变质的最佳估计值(王清晨等,1996;李曙光等,1996,1997)。综合研究表明在晚三叠世至早侏罗世期间,超高压岩石从 100 km 左右的深处快速折返至地壳的浅部(王清晨等,1996)。本次工作所获得的商麻断裂带的形成时代与紧随超高压岩石峰期变质之后即发生的快速折返时间相吻合,暗示了该断裂带在这一连续的俯冲碰撞(后期)和折返过程中所占有的重要地位。研究显示红安地块中出露的高压、超高压变质岩在矿物组合、变质温压条件、出露产状和规模、以及分布特征和剥露深度等方面与东部大别地块具有明显的不同(王晓燕等,1993;张儒媛等,1993;刘景波等,1996),这些不同正是商麻断裂带控制作用的结果。在横向平移断层商麻断裂带的转换调节下,导致东西两侧地块的差异位移和抬升,以及相对旋转,制约了超高压变质岩

的折返出露过程,使超高压岩石在红安地块和大别地块中呈现出不同特征,同时直接影响着大别造山带的构造格局。

商麻断裂带在其形成以后活动非常频繁,控制着新洲—麻城晚白垩世红色沉积盆地的形成和演化(湖北省地质矿产局,1990;刘早学等,1993;王义天等,1999),现代地震活动沿断裂带时有发生(湖北省地质矿产局,1990),这种长期活动性表明它是一条强烈的构造应力集中带,在造山带的整个演化过程中具有重要意义。

感谢中国科学院地质研究所桑海清副研究员、王清晨研究员和中国地震局地质研究所李齐副研究员给予的热情指导和提出的宝贵建议。

参 考 文 献

- 湖北省地质矿产局. 1990. 湖北省区域地质志. 北京:地质出版社, 495~497.
- 李继亮. 1992. 中国东南地区大地构造基本问题. 见:李继亮主编. 中国东南海陆岩石圈结构与演化研究. 北京:中国科学技术出版社, 3~16.
- 李曙光, Hart S R, 郑双根等. 1989. 中国华北、华南陆块碰撞时代的钐-钕同位素年龄证据. 中国科学(B辑), (3):312~319.
- 李曙光, Jagoutz E, 肖益林等. 1996. 大别山—苏鲁地体超高压变质年代学——I. Sm-Nd 同位素体系. 中国科学(D辑), 26(3):249~257.
- 李曙光, 李惠民, 陈移之等. 1997. 大别山—苏鲁地体超高压变质年代学——II. 锆石 U-Pb 同位素体系. 中国科学(D辑), 27(3):200~206.
- 刘景波, 游振东, 钟增球. 1996. 豫南鄂北大别山中部和北部的榴辉岩类. 中国科学(D辑), 26(3):277~281.
- 刘早学, 李金平. 1993. 麻城—团风剪切带的基本特征及形成时代初探. 湖北地质, 7(1):38~43.
- 索书田, 桑隆康, 韩郁菁等. 1993. 大别山前寒武纪变质地体岩石学与构造学. 武汉:中国地质大学出版社, 65~74.
- 王清晨, 从柏林. 1996. 大别山超高压变质岩的地球动力学意义. 中国科学(D辑), 26(3):271~276.
- 王晓燕, 崔文元, 刘树忠等. 1993. 豫南地区含柯石英榴辉岩的发现. 岩石学报, 9(2):181~185.
- 王义天, 李继亮. 1999. 走滑断层作用的相关构造. 地质科技情报, 18(3):30~34.
- 王志洪, 卢华复, 贾东. 1995. 长乐—南澳韧性剪切带中糜棱岩变形微构造研究. 地质科学, 30(1):85~94.
- 王志洪, 卢华复. 1997. 长乐—南澳韧性剪切带 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 热年代学研究. 中国科学(D辑), 27(3):200~208.
- 张儒媛, 刘忠光, 王小民等. 1993. 中国中部河南省榴辉岩中柯石英的发现及其构造意义. 岩石学报, 9(2):186~191.
- 张宗清. 1997. 同位素年代学方法的应用和限制. 见:张炳熹, 洪大卫, 吴宣志主编. 岩石圈研究的现代方法. 北京:原子能出版社, 186~200.
- Ames L, Tilton G R, Zhou G. 1993. Timing of collision of the Sino-Korean and Yangtze cratons: U-Pb zircon dating of coesite-bearing eclogites. *Geology*, 21:339~342.
- Hacker B R, Wang Q C. 1995. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology of ultrahigh-pressure metamorphism in central China. *Tectonics*, 14(4):994~1006.
- Kligfield R, Hunziker J, Dallmeyer R D, et al. 1986. Dating of deformation phase using K-Ar and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ techniques; results from the Northern Apennines. *Journal of Structural Geology*, 8(7):781~798.
- Lagarde J L, Michard A. 1986. Stretching normal to the regional thrust displacement in a thrust-wrench shear zone, Rehamna Massif, Morocco. *Journal of Structural Geology*, 8(3/4):483~492.
- Mueller K, Talling P. 1997. Geomorphic evidence for tear faults accommodating lateral propagation of an active fault-bend fold, Wheeler Ridge, California. *Journal of Structural Geology*, 19(3/4):397~411.
- Okay A I, Sengor A M C. 1993. Tectonics of ultrahigh-pressure metamorphic terrane: the Dabie Shan/Tonbai Shan orogen, China. *Tectonics*, 12(6):1320~1334.

作 者 简 介

王义天,男,1969年生。1991年毕业于西安地质学院,1996年于西安地质学院获硕士学位,1999年于中国科学院地质研究所获博士学位。现为中国地质科学院矿产资源研究所博士后,主要从事造山带构造及区域成矿作用等方面的研究。通讯地址:100037,北京百万庄大街26号,矿产资源研究所二室。

^{40}Ar - ^{39}Ar Dating of the Shangcheng—Macheng Fault Belt in the Dabie Orogen and Its Significance

Wang Yitian¹⁾ Li Jiliang¹⁾ Liu Deliang²⁾ Wu Yungao¹⁾ Fu Yongtao¹⁾ Wu Jun¹⁾

1) *Laboratory of Lithosphere Tectonic Evolution, Institute of Geology, Chinese Academy of
Sciences, Beijing, 100029*

2) *Department of Earth and Space Sciences, Chinese University of Science and Technology, Hefei, 230026*

Abstract

The Shangcheng—Macheng fault belt is an important NNE-trending fault in the Dabie orogen, which divides the orogenic belt into two blocks: Hongan block and Dabie block. In this study, the ^{40}Ar - ^{39}Ar dating method is employed for the biotite from the mylonite of the fault belt to determine its formation time. The result indicates that the Shangcheng—Macheng fault belt occurred around 226 Ma, which developed in the late stage of the collision between the North China plate and the Yangtze plate. The Shangcheng—Macheng fault belt is a wrench fault that is perpendicular to the orogen strike. Owing to the transforming and adjusting effects of the Shangcheng—Macheng fault belt, there occurred different displacement, uplift and relatively rotation with the Hong'an and Dabie blocks, which resulted in different exhumation characteristics of the ultrahigh-pressure metamorphic rocks in the two blocks.

Key words: Dabie orogen; Shangcheng—Macheng fault belt; ^{40}Ar - ^{39}Ar dating
