

郯庐断裂带平移时代的同位素年龄证据

朱光 徐嘉炜 孙世群
(合肥工业大学资源与环境科学系)



对郯庐断裂带南段左旋走滑韧性剪切带中糜棱岩的 K-Ar 全岩分析结果表明,该剪切带形成后,在 99 ± 2 Ma 前(早白垩世末期)冷却至封闭温度。结合其它地质现象,笔者认为郯庐断裂带大规模左行平移发生在早白垩世末期,推测为 110—130 Ma 前。这一平移时代与太平洋的伊泽奈崎(Izanagi)板块向欧亚大陆斜向俯冲的时间基本一致。

关键词 郯庐断裂带 糜棱岩 K-Ar 年龄 左行平移

我国东部郯庐断裂带是一巨型左行平移断裂带已成为大家的共识。然而,由于缺乏该断裂带平移时代的直接证据,特别是缺乏作为平移产物的糜棱岩的同位素年龄数据,研究者们只能间接地推测其平移时代,从而一直存在着分歧。以往,关于其起源和平移时代,主要有前寒武纪^[1-3]、印支期^[4,5]和燕山期^[6,7]的观点。

本文报导最近从郯庐断裂带南段韧性剪切带内糜棱岩中测得的 5 个 K-Ar 全岩同位素年龄。也是首次从郯庐主干断裂带内糜棱岩中获得的同位素年龄数据,对分析其确切平移时代具有十分重要的意义。

1 采样处地质概况及样品描述

所分析 5 个样品采自安徽省肥东县东部王铁集东浮槎山西麓糜棱岩带中(图 1)。这是郯庐断裂带南段中一条 NNE 向的左旋走滑韧性剪切带。地表可追踪其长度达 15km,可见出露宽度达 1km。带内糜棱岩面理产状为 $SE 108^\circ \angle 68^\circ$,其上广泛发育了水平或近水平的矿物拉伸线理。糜棱岩中的 S-C 组构、长石旋转斑及云母“鱼尾”构造指示这是一条左旋走滑韧性剪切带。显然,它代表了郯庐断裂带大规模左行平移时的深层次产物。

这条糜棱岩带发育在前寒武纪肥东群的浮槎山组中。这是一套角闪岩相变质杂岩,包括黑云斜长片麻岩、斜长角闪片麻岩、角闪岩和黑云片岩。根据葛宁洁和周导之^[8]对该剪切带外(东侧)浮槎山上浮槎山组中黑云斜长片麻岩中锆石的 U-Pb 法分析,该岩石分别在 1994.68 ± 102 Ma 和 688.33 ± 32 Ma 前经历了两次热事件。前者代表了该正变质岩原岩的形成时间,后者反映了扬子地台基底最后固结的晋宁运动。

本次工作采样处糜棱岩的原岩是角闪岩相的黑云斜长片麻岩。据显微镜下观察,糜棱岩的矿物组合为钾长石(30%)+石英(30%)+斜长石(20%)+绿泥石(10%)+白云母(5%)+黑

注:本文为国家自然科学基金资助项目(编号:49172130)

本文 1995 年 1 月收到,4 月改回,郝梓国编辑。

云母(5%)。岩石中原先的黑云母多明显地退化为绿泥石。白云母呈细小集合体,为晚期形成的。显然,该剪切带是在低绿片岩相退变质环境下形成的,表现为石英的动态重结晶及绿泥石和白云母交代早期黑云母和长石。关于这些糜棱岩中的显微构造,刘德良等^[9]作过了详细的研究工作。

2 K-Ar 年龄及其解释

应用糜棱岩 K-Ar 同位素年龄确定韧性剪切带的形成时间,已为许多研究者^[10-16]证实是一可靠的方法。K-Ar 体系封闭温度较低,对构造热事件较敏感,有利于测定剪切带中糜棱岩的形成时间。

本次工作选用了 1 km² 范围内不同点采集的 5 个糜棱岩样品,送宜昌地质矿产研究所进行 K-Ar 全岩分析,其分析结果见表 1。这 5 个糜棱岩样的 K-Ar 全岩年龄介于 95 ± 5 Ma 至 103 ± 5 Ma 之间,即早白垩世末期。它们在误差范围内吻合,表明分析结果是可靠的。这一分析结果显示,该剪切带糜棱岩形成过程中经历了 Ar 同位素均化,并且基本上没有后期构造热事件的

干扰,即 Ar 气的丢失。前已述该剪切带糜棱岩是在低绿片岩相温度条件下形成的。K-Ar 分析结果表明,这一变形温度显然高于全岩 K-Ar 封闭温度,以至使 Ar 同位素达到了均化。笔者认为这 5 个 K-Ar 全岩年龄的加权平均值,即 99 ± 2 Ma,较好地指示了该剪切带的冷却时间。也就是说该剪切带形成后,在 99 ± 2 Ma 前冷却至 K-Ar 体系的封闭温度。糜棱岩的 K-Ar 年龄一般反映冷却时间已为许多研究者^[12,13,15,16]所证实。这些分析结果证实,郯庐断裂带南段大模左行平移的冷却时间发生在 99 ± 2 Ma 前的早白垩世末期。这首次为郯庐断裂带的平移时间提供了直接、可靠的定量证据。

3 关于郯庐断裂带平移时代的讨论

主张郯庐断裂带为前寒武纪形成的主要依据是:在沂沭断裂带中,太古代基底中一些韧性剪切带不切过青白口纪至古生代盖层^[1]。根据我们近年的研究在沂沭断裂带中存在着两类韧

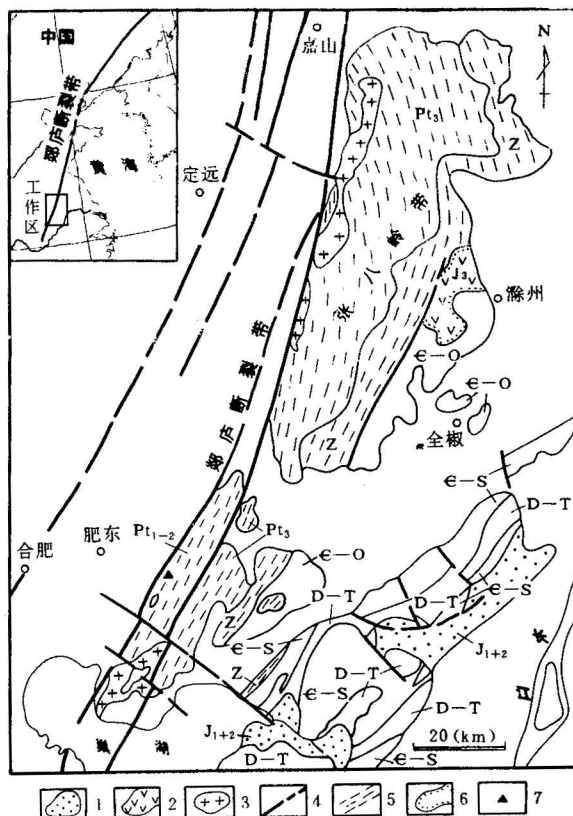


图 1 郯庐断裂带南段东侧地质简图及采样位置

Fig. 1 Geological sketch map of the eastern side of the southern part of the Tan-Lu fault zone

1. 早中侏罗世地层; 2. 晚侏罗世火山盆地; 3. 燕山期花岗岩体;
4. 断层; 5. 印支期线理; 6. 地层不整合线; 7. 采样位置
1. Early-middle Jurassic strata; 2. Late Jurassic strata; 3. Yanshanian granite body; 4. fault; 5. indosinian lineation;
6. stratigraphic unconformity line; 7. sampling locality

性剪切带。一类为与郯庐断裂带大平移同期的 NNE 向左旋走滑韧性剪切带,它们影响到了盖层,使带内 NNE 走向的地层盖层普遍遭受了顺层左旋剪切变形,显然是中生代形成的。另一类韧性剪切带平行于太古代基底中(泰山群)片麻理方向,它们既存在于沂沭带内也出现于带外(西侧)。在带内多呈 NE 走向,在带外与片麻理方位一样呈 NNW 走向。在带外西侧的沂水崔家峪、胡同峪及下常庄都可见这些韧性剪切带。显然这类韧性剪切带形成于郯庐断裂带之前,在断裂带的平移中与基底中片麻理一样受到牵引弯曲。据笔者之一(朱光)在英国地质调查所的测试,沂沭断裂带内 NE 走向峨山口走滑韧性剪切带内变晶糜棱岩中白云母的 K-Ar 年龄为 $1\,773 \pm 32$ Ma, 指示了该剪切带的形成时间。带外沂水崔家峪水库东侧未受剪切带影响的泰山群花岗片麻岩,其黑云母 K-Ar 年龄分别为 $1\,640 \pm 70$ Ma, $1\,623 \pm 35$ Ma 和 $1\,615$ Ma, 大致代表了基底中最后一次变形、变质时间。这些数据与带内古老韧性剪切带的年龄有 100 Ma 左右的差异,可能是后期热事件局部干扰的结果。笔者认为这类古老韧性剪切带是鲁西基底最后固结时(中条运动)的同构造产物,不属于郯庐断裂带范畴。

表 1 郯庐断裂带南段韧性剪切带中糜棱岩的 K-Ar 全岩分析结果
Table 1 K-Ar analytical results of mylonites from a ductile shear zone
in the southern part of the Tan-Lu fault zone

样品号	样品名称	K%	放射性 ^{40}Ar ($\mu\text{g/g}$)	$^{40}\text{Ar}/^{40}\text{K}$	空气氩(%)	年龄值(Ma)
K-1	糜棱岩全岩	3.764	0.002577	0.005739	20.0	96 ± 5
K-2	糜棱岩全岩	3.828	0.002581	0.005652	19.1	95 ± 5
K-3	糜棱岩全岩	3.854	0.002660	0.005785	16.9	97 ± 5
FC-3	糜棱岩全岩	3.294	0.002406	0.006123	23.5	102 ± 5
KC-3	糜棱岩全岩	3.924	0.002890	0.006173	20.6	103 ± 5

一些研究者依据郯庐断裂带南段张八岭带(图 1)是印支期形成的,进而推断郯庐断裂带的平移发生于印支期。该带内蓝片岩中的多硅白云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄为 245 ± 0.5 Ma^[17], 代表了高压变质时间。因而,张八岭带确实是印支期高压变质、变形带。根据我们最近的研究,张八岭带内与高压变质同期的构造面理皆呈低缓的产状,显示为低角度推覆成因,并非由 NNE 向走滑剪切带形成的。它们应该是华北与华南板块印支期沿大别山-胶南带陆-陆碰撞时的产物。随后,郯庐断裂带错开大别山造山带和胶南造山带(图 2),而在这两者之间的郯庐断裂带内保留了受剪切弯曲的大别山带东段部分,即张八岭带。野外工作表明,在张八岭带内由郯庐断裂走滑剪切形成的陡立的、NNE 走向剪切带叠加在印支期低缓构造之上。因而,郯庐平移断裂带是印支期以后形成的。

前已述沂沭断裂带内太古代基底至古生代盖层都卷入了断裂带左旋走滑剪切。不整合于其上的早白垩世青山组火山岩系顺断裂带分布,明显地受断裂带控制,并且没有受到走滑剪切的影响。该火山岩系是断裂后期由断裂诱发的产物,K-Ar 全岩年龄为 107.21 Ma 和 113.06 Ma^[18], 指示为早白垩世末期形成的。这为郯庐断裂带平移时代的下限提供了参考。在安徽省定远县岱山至管店的张八岭带中,有一系列平行郯庐断裂带的花岗岩侵入体(图 1),延伸达 60 km。它们包括管店、瓦房刘及瓦房薛岩体。这些顺断裂带侵入的岩体,没有受到走滑剪切变形的影响,也是断裂后期由断裂诱发的产物。据李学明等研究^[19],管店岩体中锆石的 U-Pb 年

龄为 128 ± 1 Ma, 指示了岩体形成时间。这也为该处断裂带平移时代的下限提供了参考。结合本次工作的糜棱岩同位素年龄, 笔者认为郯庐断裂带的大规模左行平移发生在两分的早白垩世晚期。从现有资料推测, 具体时间为 110—130 Ma 之间。

从区域大地构造上来看, 太平洋中伊泽奈崎(Izanagi)板块在 100—115 Ma 前(早白垩世晚期)向 NNW 方向运动^[20], 斜向俯冲于欧亚板块之下。从而使东亚大陆边缘受到 NNE 向的左旋剪切作用。在此剪切作用下, 中国大陆东部产生了 NNE 向的郯庐左行平移断裂带及郯庐断裂系^[21]。日本早白垩世晚期 NNE 向大型左旋走滑的中央构造线同时也在该构造背景下形成^[22]。

综上所述, 糜棱岩 K-Ar 全岩年龄表明, 郯庐断裂带南段大规模左行平移的冷却年龄为 99 ± 2 Ma。再结合其它地质现象, 笔者认为郯庐断裂带的左行平移既不是出现于前寒武纪也不是开始于印支期, 而是主要发生在早白垩世晚期, 推测为 110—130 Ma 前。这一大平移是与早白垩世晚期太平洋的伊泽奈崎板块洋壳向欧亚板块下的斜向俯冲有关, 致使东亚大陆边缘遭受强烈的 NNE 向左旋剪切。

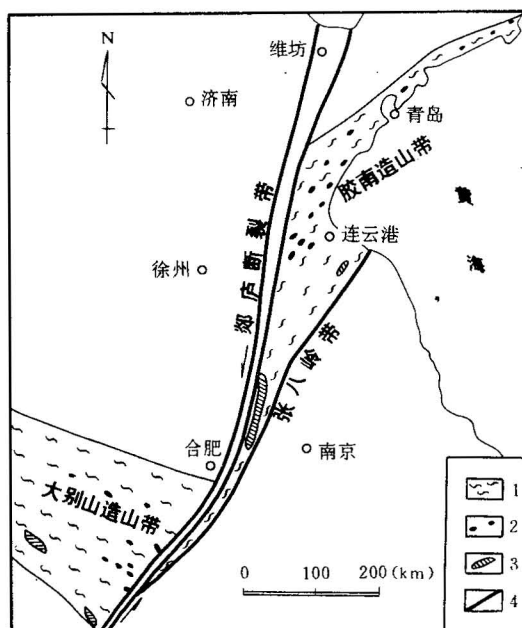


图 2 郯庐断裂带错开大别山造山带和胶南造山带简图

Fig. 2 Sketch map showing offset of the Dabieshan and Jiaonan orogenic belts by the Tan-Lu fault zone

1. 卷入造山带的岩石; 2. 蓝片岩; 3. 榴辉岩; 4. 断层
1. Rocks involved in the orogenic belts; 2. blueschists;
3. eclogites; 4. fault

参 考 文 献

- 1 张家声. 沂沭断裂带中段基底韧性剪切带. 地震地质, 1983, 5(2): 11-22.
- 2 劳秋元. 郯庐断裂带前古生代、古生代的形成与演化. 构造地质论丛, 1984(3): 80-93.
- 3 方仲景, 丁梦林, 向宏发, 计凤桔, 李如成. 郯庐断裂带的基本特征. 科学通报, 1985(1): 52-55.
- 4 孙荣圭, 崔广振, 李茂松. 安徽境内郯庐断裂带的构造史. 构造地质论丛, 1984(3): 152-159.
- 5 Yin A, Nie S Y. An indentation model for the North and South China collision and the development of the Tan-Lu and Honam fault systems, eastern Asia. Tectonic, 1993, 12, 801-813.
- 6 徐嘉伟, 马国锋. 郯庐断裂带研究的十年回顾. 地质论评, 1992, 38(4): 316-324.
- 7 Xu J W. Basic characteristics and tectonic evolution of the Tancheng-Lujiang fault zone. In The Tancheng-Lujiang Wrench Fault System (ed. Xu J W), John Wiley & Sons Ltd. 1993, 17-50.
- 8 葛宁洁, 周导之. 安徽肥东群变质岩系的同位素定年. 安徽地质, 1993, 3(3): 22-25.
- 9 刘德良, 杨晓勇, 杨海洋. 郯庐断裂带南段韧性剪切带糜棱岩特征及其成岩条件. 安徽地质, 1993, 3(3): 1-7.
- 10 Krummenacher D A M, Kingery B F A, Layne H H. Metamorphism and K-Ar age determination in eastern Nepal. In Tectonic Geology of the Himalaya (ed. Saklani P S). Today and Tomorrow's Printing and Publication, New Delhi, India, 1978, 151-166.

- 11 Lancelot J R, Boullier A M, Maluski H, Ducrot J. Deformation and related radiochronology in a late Pan-African mylonite zone, Adirardes Iforas (Mali). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 1983, 82: 312-316.
- 12 Johnson M R W, Kelley S P, Oliver G J H, Winter D A. Thermal effects and timing of thrusting in the Moine thrust zone. *The Journal of the Geological Society, London*, 1985, 142: 863-873.
- 13 Dokka R K, Mahaffie M J, Snoke A W. Thermochronologic evidence of major tectonic denudation associated with detachment faulting northern Ruby Mountains-East Humboldt Range, Nevada. *Tectonics*, 1986, 5: 995-1006.
- 14 Baldwin S L, Lister G S, Hill E J, Foster D A, McDougall I. Thermochronologic constraints on the tectonic evolution of active metamorphic core complexes, D'Entrecasteaux Islands, Papua New Guinea. *Tectonics*, 1993, 12(3): 611-628.
- 15 Mueller K J, Snoke A W. Progressive overprinting of normal fault systems and their role in Tertiary exhumation of the East Humboldt-Wood Hills metamorphic complex, Northeast Nevada. *Tectonics*, 1993, 12(2): 361-371.
- 16 Wright J E, Snoke A W. Tertiary magmatism and mylonitization in the Ruby-East Humboldt metamorphic core complex, northeast Nevada: U-Pb geochronology and Sr, Nd, and Pb isotope geochemistry. *Geological Society of America Bulletin*, 1993, 105: 935-952.
- 17 李曙光, 刘德良, 陈移之等. 中国中部蓝片岩的形成时代. *地质科学*, 1993, 28(1): 21-27.
- 18 山东省地质矿产局. 山东地质志. 北京: 地质出版社, 1989.
- 19 Engebretson D C, Cox A, Gordon R G. Relative motions between Oceanic and continental plates in the Pacific Basin. *Special Paper 206, The Geological Society of America*, 1985.
- 20 Xu J W, Ma G F, Tong W X, Zhu G, Lin S F. Displacement of the Tancheng-Lujiang wrench fault system and its geodynamic setting in the northwestern circum-Pacific. In *The Tancheng-Lujiang Wrench Fault System* (ed. Xu J W), John Wiley & Sons Ltd. 1993, 51-76.
- 21 Takagi H. Implications of mylonitic microstructures for the geotectonic evolution of the Median Tectonic Line, central Japan. *Journal of Structural Geology*, 1986, 8(1): 3-14.

ISOTOPIC AGE EVIDENCE FOR THE TIMING OF STRIKE-SLIP MOVEMENT OF THE TAN-LU FAULT ZONE

Zhu Guang, Xu Jiawei and Sun Shiqun

(Department of Environment and Resources, Hefei University of Technology, Anhui)

Abstract

K-Ar whole-rock analysis of mylonites from a sinistral strike-slip ductile shear zone in the southern part of the Tan-Lu fault zone suggests that after its formation the shear zone cooled to the closure temperature 99 ± 2 Ma ago (at the end of the Early Cretaceous). Considering other geological evidence, the authors propose that large-scale sinistral strike-slip movement of the Tan-Lu fault zone took place in the terminal Early Cretaceous, presumably between 110—130 Ma ago. This large-scale strike-slip movement is roughly simultaneous with oblique subduction of the Izanagi Plate in the Pacific beneath the Eurasian Plate.

Key words: Tan-Lu fault zone, mylonite, K-Ar age, left-lateral strike-slip movement

作者简介

朱光, 1959年生。1984年于合肥工业大学地质系获构造地质学硕士, 1992年于英国威尔士大学获地质学博士, 专长构造地质学、同位素年代学和变质岩石学。现任合肥工业大学资源与环境科学系副教授。邮政编码: 230009。