

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

大别山腹地燕山期岩浆作用和变质作用的同位素年代学研究及其地质意义*

陈廷愚 牛宝贵 刘志刚 富云莲 任纪舜

(中国地质科学院地质研究所, 北京)



本文通过对大别山腹地的花岗岩、混合岩和变质岩的实地观察, 并利用钾-氩, 氩-氩和铷-锶等不同方法所进行的同位素年代学研究, 证明大别山区于 133—117Ma 之间, 曾发生过一次强烈的构造岩浆热事件。在这一构造岩浆热事件中, 伴随着深度可达下地壳或更深层的多层次由北东向南西的逆冲型韧性剪切变形, 表明当时大别山区仍处于强烈的深层陆-陆叠覆造山作用之下。经这一构造热事件产生的具角闪岩相的变质岩、混合岩及代表深层次的构造变形, 现已出露地表, 证明由大别群所组成的地块, 绝不是长期遭受剥蚀的隆起陆块或地盾, 大别山现今的面貌, 是近 100Ma 以来才形成的。

自 60 年代中期以来, 由于在大别群深变质岩中, 获得大量的中生代钾-氩同位素年龄数据, 使一些人对大别群的古老地质年代产生怀疑^[1]。70 年代末期, 由于测试技术的进步, 相继获得一批大别群的较准确的同位素年龄数据, 其中锆石铀-铅年龄值, 多集中在 1900—2500Ma 之间^[2,3], 并有 2900Ma 的年龄数据^[3]; 与此同时, 地质调查亦证实大别群不整合于红安群之下, 从而确定大别群无疑是早元古代或太古宙的变质岩系。但是用钾-氩法测定的变质岩和花岗岩体年龄值仍普遍偏低, 大多在 130—100Ma 之间。对这一低值年龄, 一般均理解为是受后期构造热事件影响所致, 而对其在大别山区所代表的地质意义, 却未充分认识。

为此, 我们对大别山腹地的花岗岩、混合岩和变质岩进行了野外地质观察, 并分别采用铷-锶、氩-氩和钾-氩等不同方法进行了同位素年代测定, 取得结果如下:

一、同位素年龄测定结果

1. 安徽岳西大别群变质年龄

样品 DB-10, 系采自岳西姚岭的大别群角闪斜长片麻岩。该区出露地层为大别群的中深变质杂岩, 主要为黑云角闪斜长片麻岩、角闪斜长片麻岩、二长片麻岩、浅粒岩及斜长角闪岩等。向南于主薄源混合花岗岩体附近, 多遭受混合岩化作用, 形成条带状和条痕状

* 本文系“中朝准地台南缘构造岩浆演化及其与南华北含油气盆地的关系”(1989)专题研究报告成果之一。
本文 1990 年 9 月收到, 10 月改回。郝粹国编辑。

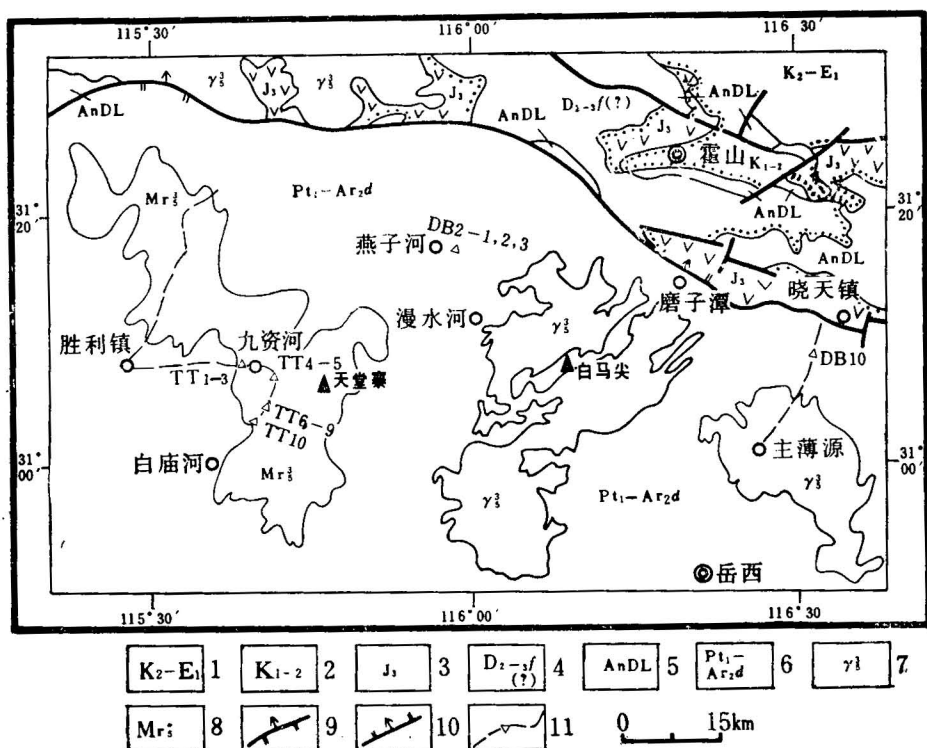


图1 罗田-岳西一带地质构造略图

Fig. 1 Geological sketch map of the Luotian-Yuexi region.

1. 上白垩统-始新统; 2. 白垩系; 3. 上侏罗统; 4. 佛子岭群; 5. 卢镇关群; 6. 大别群; 7. 燕山期花岗岩; 8. 燕山期混合花岗岩; 9. 逆断层; 10. 正断层; 11. 观察路线及采样点

1. Upper Cretaceous-Eocene; 2. Cretaceous; 3. Upper Jurassic; 4. The Fuzhiling Group; 5. The Luzhenguan Group; 6. The Dabie Group; 7. Yanshanian Granites; 8. Yanshanian migmatitic Granites; 9. Thrust; 10. Normal fault; 11. Itinerary of field work and sampling site.

混合片麻岩, 以及雾迷状混合片麻岩。该样品采于未受混合岩化作用和后期花岗岩浆作用影响的地带。岩石极为新鲜, 具片麻状构造, 主要造岩矿物为斜长石、角闪石、黑云母和石英。选其角闪石, 经 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄测定, 其结果坪年龄为 $130.77 \pm 0.1\text{Ma}$, 等时年龄 $131.61 \pm 1.51\text{Ma}$, 两者在误差范围内一致(图 2, 3), 表明其角闪石形成于 130Ma 左右。这说明大别群在 130Ma 左右, 曾受到很强的变质, 其变质程度可达角闪岩相。

2. 大别山混合岩及混合花岗岩的变形特征及其形成时代

1) 安徽霍山县塔尔河混合岩

该混合岩出露于霍山县塔尔河一带, 为条带状混合岩, 具眼球状构造, 并可见到花岗质脉体沿早期面理注入, 同时发生交代作用, 使其与围岩界线模糊不清。岩石具有很强的韧性剪切变形。主要表现为: ① 混合岩中的脉体及围岩, 常伴随顺层剪切作用发生颈缩、拉伸以致完全布丁化; ② 混合岩中, 普遍发育韧性小断层(图版 I-1); ③ 混合岩中, 钾长石巨斑具不对称旋转, 形成拖尾构造(图版 I-2)。这些特征表明, 该处的混合岩在形成过程中, 发生过很强的韧性剪切变形。上述小构造均一致指示其剪切作用是自北东南

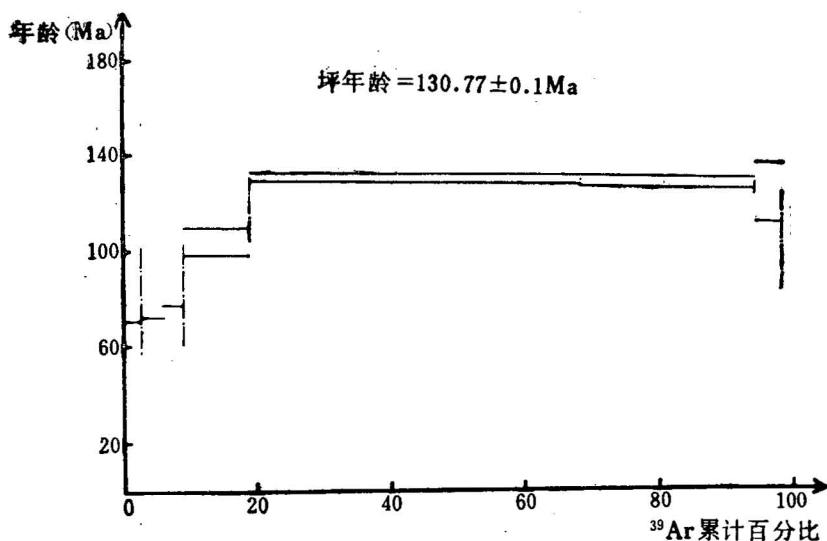


图 2 大别群角闪斜长片麻岩角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄(样品 DB-10)

Fig.2 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ plateau age of Hornblende for the hornblende-plagioclase gneiss from the Dabie Group (Sample DB-10)

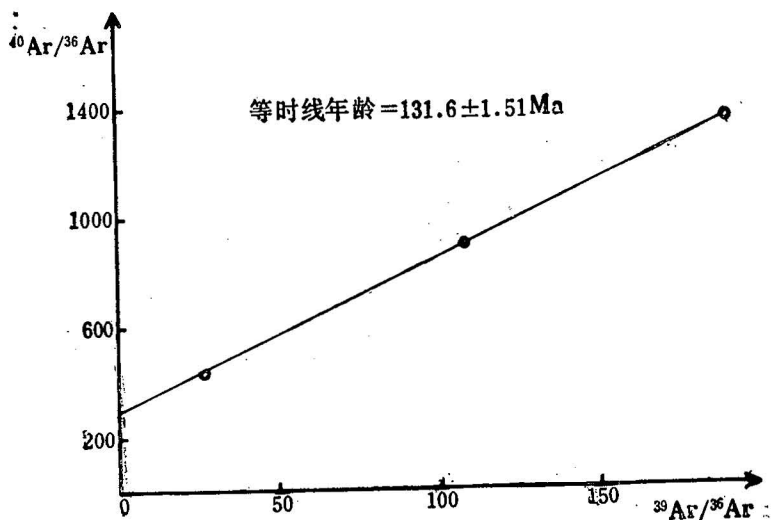


图 3 大别群角闪斜长片麻岩角闪石 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 等时线年龄(样品 DB-10)

Fig.3 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isochron diagram of hornblende for the hornblende-plagioclase gneiss from the Dabie Group (Sample DB-10)

表 1 大别群中, 混合岩的长石斑晶的 K-Ar 年龄

Table 1. K-Ar ages of the plagioclase phenocrysts for the migmatites from the Dabie Group.

样品号	岩性	测定对象	K-Ar 年龄
DB2-1	混合岩	长石斑晶	$120.48 \pm 1.87\text{Ma}$
DB2-2	混合岩	长石斑晶	$120.75 \pm 1.81\text{Ma}$
DB2-3	混合岩	长石斑晶	$97.69 \pm 2.54\text{Ma}$

西的。

采自该混合岩中的长石斑晶,经用钾-氩法测定,获得年龄结果如表 1。

一般认为长石对氩的保存性较差,测定的年龄往往偏低。因此,该混合岩化作用应发生于 120Ma 之前的燕山阶段,其间的韧性变形与之同时或稍晚。

2) 天堂寨混合花岗岩体

对该岩体,我们对胜利镇-九资河-杨树冲-白庙河镇一线,进行了路线观察。在三湾

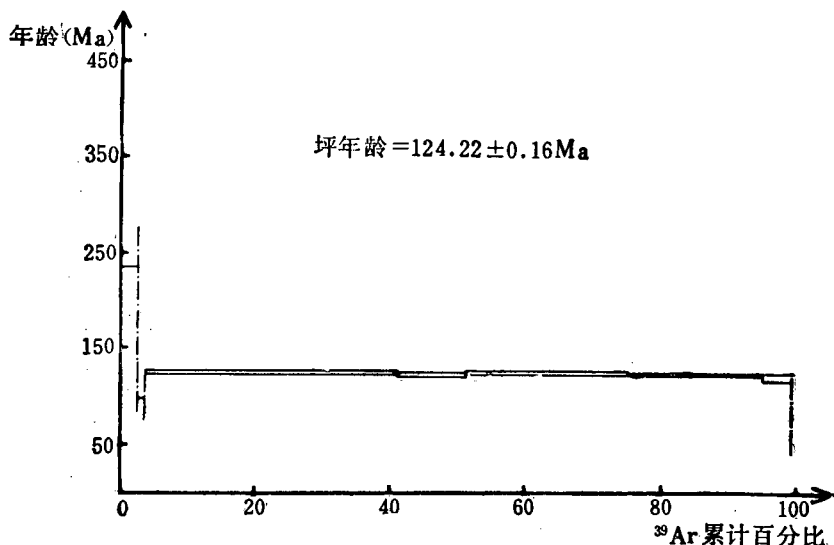


图 4 天堂寨岩体混合花岗岩黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 坪年龄(样品 TT_1)

Fig. 4 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ plateau age of biotite for the migmatitic granite from the Tiantangzhai Intrusion (Sample TT_1)

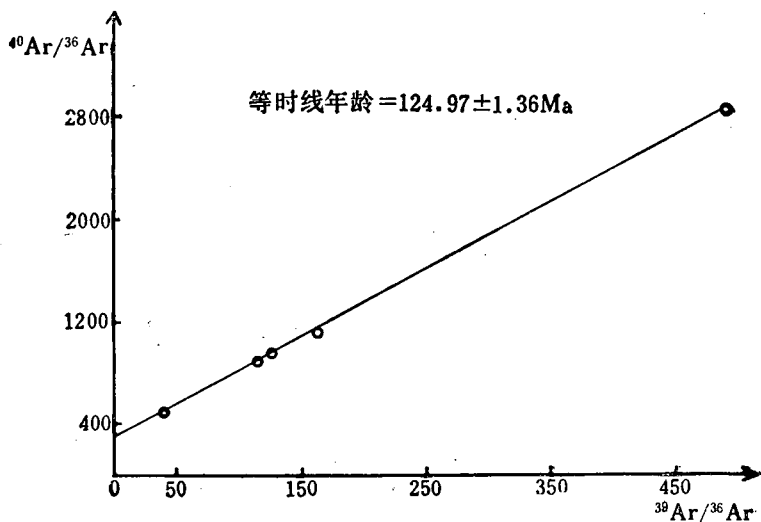


图 5 天堂寨岩体混合花岗岩黑云母 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 等时线年龄(样品 TT_1)

Fig. 5 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isochron diagram of biotite for the migmatitic granite from the Tiantangzhai Intrusion (Sample TT_1)

一带见到片麻状混合花岗岩穿入黑云石英片岩之中,在片麻状混合花岗岩岩体边缘,有一些石英黑云片岩残余体呈角砾状平行片麻理分布(图版 I-3);在僧塔寺九资河河床内,混合岩具强烈褶曲(图版 I-4);烂泥畈一带为均质混合花岗岩,其中仍有混合岩残留体;而在杨树冲一带,可见细粒状花岗岩呈脉状穿入条带状黑云母混合花岗岩片麻岩之中,反映出在从变质岩、混合岩到花岗岩的形成过程中,始终伴随有强烈的构造应力作用。

沿罗田汪家院-九道河-僧塔寺-烂泥畈-杨树冲一线,系统采集了混合花岗岩及花岗岩样品,分别利用氩-氩、铷-锶等不同方法进行测试,其结果如下:

TT₂ 样品采自汪家院片麻状混合花岗岩,选其黑云母单矿物,经 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 年龄测定,获得坪年龄 $124.22 \pm 0.16\text{Ma}$,等时线年龄 $124.97 \pm 1.36\text{Ma}$,两者一致(图 4,5)。

样品 TT₁、TT₃、TT₆ 和 TT₈ 采自汪家院至杨树冲一线不同类型混合花岗岩和花岗岩,选其 4 个全岩样 (TT₁、TT₃、TT₆、TT₈) 加 2 个黑云母单矿物样 (TT_{2B}、TT_{4B}),经铷-锶等时线年龄测定,获得等时线年龄 $117.3 \pm 3.3\text{Ma}$ (图 6),其中斜率 $b = 0.001667 \pm 0.000047$,相关系数 $r = 0.99857$, $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始比值为 0.707389 ± 0.0006 。

上述利用氩-氩法所测得的黑云母形成年龄,很可能代表了天堂寨岩体混合花岗岩化的时代,而铷-锶等时线所测定的年龄很可能是该岩体最终形成时代。

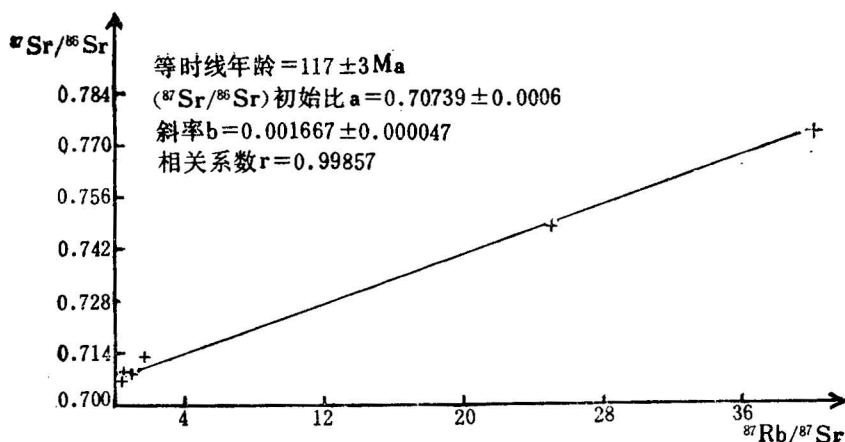


图 6 天堂寨岩体混合花岗岩、花岗岩及混合花岗岩中的黑云母单矿物 Rb-Sr 等时线年龄(样品 TT₁、TT₃、TT₆、TT₈、TT_{2B}、TT_{4B})

Fig. 6 Rb-Sr isochron diagram for the migmatitic granite, granite and biotite from the Tiantangzhai Intrusion (Samples TT₁, TT₃, TT₆, TT₈, TT_{2B} and TT_{4B})

另外,据张德全等(1990)的资料^[4],天堂寨混合花岗岩锆石经 U-Pb 法测 5 个点,得出非谐和线与谐和线下交点年龄为 $124.7 \pm 3.3\text{Ma}$,表面年龄为 127—133Ma。这一年龄值与上述采用氩-氩法所测得的天堂寨混合花岗岩和大别群的变质年龄基本一致。

二、地质意义

研究区内主要分布大别群变质岩。岩层走向以 NE30—40° 为主。混合岩之片理常与变质岩片理一致,说明二者曾经遭受过同一次构造热事件。但混合花岗岩的岩体群则

主要沿北西向呈串珠状分布。以天堂寨地区为例,其展布方向为 $NW310^\circ$ 。但每个岩体之长轴却为北东向,大体上与岩层走向一致。由此可见,在大别群中所发生的燕山期变质与混合岩化作用,基本上是同一构造热事件的产物,而混合花岗岩的形成与侵位,与这一时代的变质作用及混合岩化作用有着密切的关系,但其发生时代又较之稍晚。事实上,该区中生代的变质作用至少始于印支期。李曙光等¹⁾用 Sm-Nd 法对大别群中的 C 型榴辉岩进行了测定,得到其生成年龄为 $224 \pm 5\text{Ma}$ 和 $221 \pm 20\text{Ma}$,说明该区在三叠纪末期曾经发生过强烈的高压变质作用。到了燕山期,这一高压变质作用代之以高温变质作用,导致了该区地壳的部分熔融,或形成原地和准原地的混合花岗岩,如天堂寨岩体等;或形成异地的侵入花岗岩,如白马尖岩体等,视花岗质岩浆的运移情况及侵位关系而定。

根据上述同位素年龄测定结果,可以确定大别山区在 $133-117\text{Ma}$ 之间,曾经发生过一次强烈的构造岩浆热事件,并导致大别群发生强烈的变质作用、混合岩化作用和最终花岗岩的形成与侵位。这一构造热事件已使大别群达角闪岩相的变质,普遍的混合岩化作用和广泛的混合花岗岩的形成,并伴随有强烈的韧性剪切变形。按照 M. 马托埃(1980)所确定的构造层次⁵⁾,这一变质、变形已达到熔融开始的上限,其深度至少在 10km 以下。这些均在一定地壳深度下才能产生的变质、变形,现已露出地表,表明在大约 100Ma 以后,大别山地区至少曾上升 10 余 km 。换句话说,当时在大别群之上还应有上万公里厚的地层。因此,可以断定由大别群所组成的地块,绝不是长期遭受剥蚀的陆块或地盾。

上述氩-氩法、铷-锶法、钾-氩法及铀-铅法等不同方法所测定的大别群的变质作用,混合岩化作用和花岗岩的形成年龄值,显示出十分惊人的吻合及协调一致性。可见燕山期构造岩浆热事件,对大别山地区的变质岩、混合岩、花岗岩之形成,曾产生过十分重要的影响。从天堂寨混合花岗岩中,所获得的 $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ 初始值为 0.7074 ± 0.0006 来看,其放射性成因 ^{87}Sr 明显富集,表明天堂寨花岗岩在形成过程中,来自原先存在于硅铝质地壳物质的锶的明显卷入,暗示出该花岗岩代表了“花岗岩化的”地壳岩石;或者是含有较大比例的被上地幔来源岩浆所同化的硅铝物质的混染岩。尽管目前还难以得知上地幔对该岩体的形成有多大贡献,但大别群内已发现有麻粒岩相的变质^[6,7]。因此可以肯定,天堂寨花岗岩不是上地壳而是下地壳重熔的产物。这表明大别山区燕山期的花岗岩是与深层构造岩浆作用有关。联系到北淮阳和中朝地台南缘,在这一时期产生有剧烈的受深层构造控制并伴随有火山活动的裂隙作用、沿山脉平行分布的巨大花岗岩带,以及在大别山区产生有与燕山期构造岩浆热事件同期的,具明显的由北东向南西的深层韧性剪切作用,说明在燕山造山阶段,秦岭、大别山地区的构造作用,绝不仅仅是浅层的脆性变形作用¹⁰⁾和断块造山作用,而是既有脆性变形,又有韧性变形作用的中朝与扬子两大陆块间强烈的陆-陆叠覆造山作用^[8,9]。其构造作用的深度至少已达下地壳。大别山今日之面貌,是近 100Ma 年以来才逐步形成的。

本文是国家重点科技攻关项目 75-54-01-07 项目“中朝准地台南缘构造岩浆演化及其与南华北含油气盆地关系”课题研究成果之一。在野外工作中,得到安徽省 311 地质队

1) 李曙光、刘德良、Hart, S. R., 张国伟及张宗蔚, 1989, 秦岭--大别造山带演化史中的海洋板块仰冲及陆块碰撞事件: Sm-Nd 同位素年代学证据。第四届全国同位素地质年代学同位素地球化学学术讨论会, 论文摘要汇编, 34--35 页。

的大力支持;本所陈惠兰同志帮助全部同位素年龄样品的选矿、分离及提纯,在此一并致以深深的谢意。

参 考 文 献

- [1] 罗庆坤,李群,1981,大别山归属的讨论。第二届全国构造地质学术会议论文集,第一卷。地质出版社。
- [2] 杨森楠,1986,秦岭东段及大别山晚前寒武纪古构造。国际晚前寒武纪地质讨论会论文集,前寒武纪地质,第3号,273—284页。
- [3] 安徽省地质局,1987,安徽省地质志。中华人民共和国地质矿产部地质专报,一区域地质,第5号。地质出版社。
- [4] 张德全,孙桂英,1990,大别山地区天堂寨花岗岩的侵位时代及地质意义。岩石矿物学杂志,第9卷,第1期,31—37页。
- [5] 马托埃,M.1980,地壳变形(孙坦、张道安译,1984)。地质出版社。
- [6] 江世俊,李美美,1987,关于南秦岭-淮阳构造带若干地质问题的讨论。湖北地质,第1卷,第2期,41—52页。
- [7] 索书田、游振东、朱宝康、刘武,1988,大别变质地体的构造样式及变形序列。地球科学——中国地质大学学报,第13卷,第4期,341—349页。
- [8] 任纪舜、陈廷愚、牛宝贵、刘志刚、刘凤仁,1990,中国东部及邻区大陆岩石圈的构造演化与成矿。科学出版社。217页。
- [9] Ren Jishun, Zhang Zhengkun, Niu Baogui, Liu Zhigang, 1990, On the Qinling orogenic belt-integration of the Sino-Korean and Yangtze blocks. Report No. 6 of the IGCP Project 224: Pre-Jurassic Evolution of Eastern Asia, p.p. 86—87.

GEOCHRONOLOGY OF YANSHANIAN MAGMATISM AND METAMORPHISM IN THE HINTERLAND OF THE DABIE MOUNTAINS AND THEIR GEOLOGIC SIGNIFICANCE

Chen Tingyu, Niu Baogui, Liu Zhigang,

Fu Yunlian and Ren Jishun

(Institute of Geology, CAGS)

Abstract

A strong tectono-magmatic thermal event has been revealed by field observations of granitic, migmatitic and metamorphic rocks in the hinterland of the Dabie Mountains. K-Ar, Ar-Ar and Rb-Sr determinations show that the event took place 133—117 Ma ago (Yanshanian). Contemporaneously, a southwestward ductile shearing at multiple levels occurred in the lower crust or at even deeper levels, suggesting that the Dabie Mountains region was still under the influence of strong continent-continent oblique overlapping tectonism of the Yangtze block under the Sino-Korean block at depth. The metamorphic rocks of the amphibolite facies, migmatites and deep structural deformations caused by this tectonothermal event are now exposed to the surface. The present features of the Dabie Mountains thus have appeared only since 100 Ma. The block composed of the Dabie Group is absolutely not an uplift or shield which had undergone a long-continued erosion.

图 版 说 明

1. 安徽霍山县塔尔河桥下, 大别群混合岩内韧性断层(牛宝贵摄, 1987)。
2. 地点同上, 大别群混合岩长石巨斑不对称旋转拖尾构造(牛宝贵摄, 1987)。
- 1、2 这两张照片说明, 大别群在燕山期混合岩化过程中或稍后曾经遭受强烈的韧性剪切变形, 在该处剪切方向是由北东向南西的。
3. 湖北罗田县胜利三湾一带, 天堂寨混合花岗岩内角砾状残体构造, 角砾残体为石英黑云片岩, 角砾长轴与混合花岗岩中片麻理平行(牛宝贵摄, 1987)。
4. 湖北罗田县僧塔寺九资河河谷内, 天堂寨混合花岗岩内紧闭褶皱(牛宝贵摄, 1987)。
- 3、4 这两张照片同样表明天堂寨混合花岗岩在形成过程中也遭受了强烈的构造变形作用, 属同造山期的混合花岗岩。

作 者 简 介

陈廷愚, 1940 年出生, 1963 年成都地质学院毕业, 1966 年地质部地质科学研究所研究生毕业, 1984—1985 年间应新西兰之邀赴南极考察, 1989 年在法国皮埃尔与玛丽·居里大学(巴黎第六大学)获法国国家博士学位并担任邀请教授, 现为中国地质科学院地质研究所副所长、副研究员。通讯地址: 北京百万庄中国地质科学院地质研究所。邮政编码: 100037。

