

大别—苏鲁构造带三叠纪碰撞缝合线的位置

索书田 钟增球 游振东

(中国地质大学地球科学学院, 武汉 430074)

摘要: 大别—苏鲁构造带内超高压(UHP)和高压(HP)变质岩石的分布和不同构造岩石单位间的关系表明,三叠纪中朝与扬子克拉通碰撞及超高压和高压变质岩石形成时的古缝合线,位于大别地块的北缘,沿八里畈—磨子潭—晓天一线展布,在苏鲁地区,五莲—烟台断裂代表被强烈改造了的古缝合线的位置.大别山北部霍山县与岳西县交界地区以及舒城、桐城和潜山县交界地区 UHP 和 HP 单位岩石的大面积分布,说明水吼—五河断裂不是 UHP 和 HP 榴辉岩相岩石的北限,因而,不代表缝合线位置,“南大别”与“北大别”地体的划分地质意义是不明确的.同时,大别山北部的镁铁质及超镁铁质岩石块体群,包括变形的方辉橄榄岩、纯橄榄岩组合及未变形的辉石岩、角闪辉石岩和辉长岩组合,前者与榴辉岩相岩石有相同的变形变质及几何学特征,后者是燕山期侵入体(123~130 Ma),因此,不是“变质蛇绿混杂岩”,也不代表三叠纪陆—陆碰撞时期古缝合线.强调指出,准确地鉴别三叠纪碰撞缝合线位置,是正确理解 UHP 和 HP 岩石形成及折返动力学过程的关键.

关键词: 大别—苏鲁构造带;超高压—高压变质作用;缝合线.

中图分类号: P542⁺.4;P588.3 **文献标识码:** A

文章编号: 1000-2383(2000)02-0111-06

作者简介: 索书田,男,教授,博士生导师,1936年生,1960年毕业于北京地质学院,主要从事岩石圈流变学、构造地质学及 UHP 和 HP 变质带构造学研究和教学工作.

多种同位素年代学方法测定结果表明,大别—苏鲁构造带内超高压—高压变质岩石的形成及中朝与扬子克拉通的碰撞时代是三叠纪(240~210 Ma)^[1~5],而且,指示了扬子克拉通向北向中朝克拉通之下的俯冲.但是,对于中朝与扬子克拉通在这一构造阶段碰撞缝合线的位置或 UHP 变质岩石的分布边界,还存在着严重分歧见解.有些学者主张水吼—五河断裂带是 UHP 变质地体的顶部边界,并以此为构造边界,划分出北大别弧杂岩及南大别碰撞杂岩等岩石构造单位^[6,7].徐树桐等^[8]一直坚持认为,大别地块北部的镁铁质和超镁铁质岩带,是变质的蛇绿混杂岩,代表消滅了的洋壳残余及古缝合线位置.古缝合线位置的厘定,涉及到对大别—苏鲁构造带在印支构造阶段岩石圈结构及 UHP 和 HP 变质岩石形成和折返动力学过程的基本认识.笔者通过关键构造部位的精细构造分析及区域上岩石学和构造学追索研究,主要依据 UHP 和 HP 岩石的空间

分布和不同岩石构造单位间的关系等实际情况,进一步证实大别地块北缘的八里畈—磨子潭—晓天构造带,是 UHP—HP 变质岩石分布的北界,代表三叠纪大陆碰撞缝合线的位置^[9~11].

1 UHP 和 HP 变质岩石的分布

大别—苏鲁构造带内 UHP 和 HP 变质岩石构成世界上规模最大、出露最为良好的 UHP 和 HP 变质带,向东越过黄海可能与朝鲜半岛临津江变质带相连^[12].经过近 10 年来国内外地质学者的研究,对这些 UHP 和 HP 变质岩石的空间分布状态,大都已取得了基本认识.现在主要争论的问题之一是“北大别”的构造属性及其中有没有 UHP—HP 变质岩石的分布.魏春景等^[13]在桐城西部大麻岩地区发现了榴辉岩及退变质榴辉岩.最近,我们与安徽省地质调查院汤加富及周存亭一起,自岳西县水吼开始,经龙井关、陶冲、牯牛背水库向北追索,分别在罗家冲、胡湾及舒城、桐城和潜山三县交界地区的百丈岩一带,观察和发现了含柯石英假象的榴辉岩及分布几百



图 1 大别山岳西地区地质略图

Fig. 1 Schematic geological map of the Yuexi area in the northeastern part of the Dabie massif
CC. 核部杂岩; UHP. 超高压单位; BMXF. 八里畈 - 磨子潭 - 晓天断裂带; TLF. 郟城 - 庐江断裂带

km² 的超高压变质单位岩石组合(图 1), 除此之外, 于岳西县北部黄尾地区及霍山县饶钹寨地区, 也观察到变形的方辉橄榄岩与榴辉岩相岩石特有的空间组合关系, 其特征与太湖毛屋及苏鲁地区的东海、荣成等地趋近一致, 只是后期高温变质叠加更为强烈一些. 罗家冲及百丈岩地区的榴辉岩主要由石榴子石 + 绿辉石 + 金红石组成, 矿物变质反应结构、塑性变形及形组构发育, 代表超高压韧性剪切带的残余形迹^[14]. Tsai 等^[15]在饶钹寨退变质的榴辉岩中, 在基质 Ca - Na 单斜辉石中发现了定向石英针状物质, 推测是超高压变质条件下形成的超硅单斜辉石. 这些事实表明, 超高压和高压变质岩石分布的北部边界不是水吼 - 五河断裂带, 而是八里畈 - 磨子潭 - 晓天断裂带(BMXF).

2 构造岩石单位间关系

笔者曾多次指出, 现今观察到的大别 - 苏鲁超高压和高压变质带的区域构造框架, 类似于西北美型变质核杂岩, 几何形态表现为穹窿或穹窿群, 局部地区表现为假单斜, 是印支期碰撞期后伸展体制和角闪岩相条件下形成的. 在大别地块范围内, 核部杂

岩(CC)、超高压(UHP)、高压(HP)、绿帘石 - 蓝片岩(EB)及沉积盖层(SC)等构造岩石单位之间, 分别发育下、中、上、顶等地壳尺度的低缓角度伸展拆离带或剪切带; 苏鲁地区的核部杂岩(CC)虽未出露, 其他构造岩石单位及伸展拆离带的几何配置关系还是很清楚的(图 2). UHP 构造岩石单位主要由经过 UHP 变质作用的大陆壳及幔源超镁铁质岩石、退变质的超高压变质岩石及部分熔融作用形成的新成体、含榴面理化花岗岩组成, 构成一个 8~10 km 厚的楔状岩片, 与下伏的主要由高温变质的大别杂岩形成的核带之间, 以下滑脱带相隔. 在有些区段, 因地壳薄化及伸展拆离作用影响, 高压(HP)构造岩石单位可直接覆于核部杂岩单位之上^[14~16]. 从图 2 可以看出, UHP 及 HP 构造岩石单位在北部被八里畈 - 磨子潭 - 晓天断裂带(BMXF)截割, 该断裂带构成超高压、高压变质带的北部主要构造边界, 而水吼 - 五河断裂带, 只是下滑脱带的一部分, 代表 UHP 构造岩石单位的下部边界.

3 镁铁质及超镁铁质岩石

大别山北部广泛分布大小不一的镁铁质及超镁



图2 大别-苏鲁构造带三叠纪碰撞后伸展构造略图

Fig. 2 Simplified structural map of the Dabie-Sulu region, illustrating the extensional tectonic picture that postdates the Triassic continental collision between the Sino-Korean and Yangtze cratons

QHF. 确山-合肥断裂带; XFF. 信阳-肥西断裂带; GMF. 龟山-梅山断裂带; JMF. 军马河-马蹄湾断裂带; BMXF. 八里畈-磨子潭-晓天断裂带; XGF. 襄樊-广济断裂带; TLF. 郟城-庐江断裂带; WYF. 五莲-烟台断裂带; CC. 核部杂岩; UHP. 超高压单位; HP. 高压单位; EB. 绿帘石-蓝片岩单位; SC. 沉积盖层

铁质岩石块体. 依据它们的矿物组合、变形变质特点及与围岩的接触关系, 可分为两大类: 一类是变形的方辉橄榄岩、纯橄榄岩组合, 与榴辉岩相岩石有相同的变形变质及几何学特征, 饶钹寨两个垂向上叠置的方辉橄榄岩扁平透镜体形态弗林值(K)分别为0.5及1.0, 长轴平行区域拉伸线理, 代表有限缩短方向的短轴近直立, 与区域上榴辉岩透镜体形态及堆垛格式一致^[9]; 另一类是辉石岩、角闪辉石岩及辉长岩组合, 多为宏观上未变形的侵入体(123~130 Ma), 与围岩有清楚的侵入接触关系, 并含有围岩捕虏体, 如岳西小河口岩体及霍山祝家铺岩体等. 同位素年代学资料表明后一类镁铁质及超镁铁质岩体是

燕山期就位的^[17]. 这些镁铁质及超镁铁质的岩石地球化学特征^[18]及野外地质体间几何关系、变形行为, 均不具变质蛇绿混杂岩的特征^[8], 因而, 不能作为三叠纪碰撞时期古缝合线的标志.

4 古缝合线的内部结构

由上可见, 三叠纪大陆碰撞时的古缝合线, 位于大别地块的北缘, 大体上沿八里畈-磨子潭-晓天断裂带(BMXF)展布. 新近 Hacker 等^[19]也提出, 中朝与扬子克拉通间缝合线最大可能是位于北淮阳构造带内南湾组的北界接触带. 虽然不够确切, 但也反

映了他们已注意到近年来国内外地质学者在研究大别—苏鲁超高压和高压变质带领域的重大进展。需要强调的是,这里所指的古缝合线不涉及陆—陆碰撞形成的整体地壳堆垛楔及经历超高压变质作用的构造混杂岩带,而只是讨论所谓地壳双冲构造(crustal duplex)^[20]或地壳楔的顶板断裂带。即使这样,在地表上它也并非是一条断层,而是宽 0.5~3.0 km 的一个向北中度—陡倾斜的强变形构造带(桐柏—商城断裂带),其内部组成及变形极为复杂,从其透镜状弱变形域可以识别出不同性质的古老基性和酸性侵入体、变基性及酸性火山岩、含石墨石英岩及长英质片麻岩等。强变形带以发育各种糜棱岩为特征,运动学标志表明它经历过多期复杂的变形过程。该构造带之北为泥盆纪南湾组或佛子岭群中压变质复理石沉积岩系,之南分别与超高压、高压、高温变质的大别杂岩等构造岩石单位相接触。在鄂北和豫南地区,高压变质岩石的矿物组合为石榴子石+绿辉石+角闪石+多硅白云母+金红石,估测的变质作用物理条件为 $p \approx 1.8 \sim 2.4 \text{ GPa}$, $t \approx 490 \sim 592 \text{ }^\circ\text{C}$ ^[21],表明沿着缝合带,具大的压力温度间隔的两个完全不同的变质作用演化历史的地质体并置在一起^[10]。UHP 和 HP 构造岩石单位即所谓碰撞杂岩^[7]处于缝合线下盘,佛子岭群及南湾组复理石沉积岩系位于上盘。根据古地理及古生物学研究资料,晚古生代中期至三叠纪阶段,包括桐柏—大别山在内的秦岭造山带内部,曾为陆表海域或海陆更替古地理景观^[22],因此,三叠纪的碰撞主要是陆内性质的。位于该缝合带以北约 20 km 的龟山—梅山断裂带(见图 2),是商丹俯冲消减带的东延部分,主要代表古生代阶段的缝合线,同时,也具有印支构造阶段的构造—热事件记录,以及商丹缝合线最终封闭的典型标志^[23,24]。在苏鲁地区,由于强烈的俯冲消减作用,两个缝合线就基本上归并成一体了,而且受到中生代以来的强烈变形和改造。

5 讨论与结论

UHP 和 HP 变质岩石的形成和折返是一个复杂的地球动力学过程,查明这些岩石的空间分布、构造关系及变质演化,是理解这一复杂动力学过程的关键。目前对三叠纪碰撞缝合线位置的争论,主要也还是由于在这些方面存在着不同的认识和理解。至今,我们还不能采用长度和面积平衡技术,对三叠纪

碰撞前及碰撞阶段的古构造进行完全复原和再造,仅能构筑概略性几何学和运动学模型^[7-9],推测性较大,但是,对于碰撞后伸展阶段(130 Ma 之前)形成的基本构造格架(图 2)和冷却历史,是有条件进行部分恢复和构筑的。其根据是,虽然由于白垩纪以来大规模的壳—幔动力学过程控制下岩浆垫托或底侵作用的影响,地壳强烈的再造,局部如大别地块北部岳西一带,古老地壳残留很少^[19],但就全局而言,还未受到深刻的改造,主要的构造岩石单位之间的几何学和运动学关系,还可用直接的或间接的方法识别出来。饶钹寨、东海毛北等地区普查铬铁矿及金红石矿时的深部钻探揭示的露头和大尺度的面状及线状组构特征,是与地表地质观察结果完全一致的。无疑,UHP 和 HP 岩石的空间分布及不同构造岩石单位间关系,也会受到后期构造—热事件甚至近期侵蚀作用的影响,在分析问题时应当顾及到这一方面,但从造山带尺度进行观察,总体基本构造格局是可构筑的。

由此得出下列结论:大别—苏鲁构造带形成 UHP 和 HP 变质岩石的三叠纪碰撞过程主要是陆内行为,其古缝合线既不是水吼—五河断裂带,也不是镁铁质—超镁铁质带,而是位于大别地块北缘,大体沿八里畈—磨子潭—晓天断裂带展布,在苏鲁地区,五莲—烟台断裂带代表其被强烈改造的形迹。同位素年代学资料表明,该缝合线的形成与勉略缝合线是大体同时的。如果这一认识正确,原先提出的涉及 UHP 和 HP 岩石形成及折返动力学模式,以及构造—岩石单位划分和古大地构造格局,势必作一定的修改和补充。

在野外工作时得到安徽省地质调查院汤加富和周存亭高级工程师指导,与高山教授、张宏飞教授进行了多次讨论,在此一并致谢。

参考文献:

- [1] 李曙光,李惠民,陈移之,等.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[J]. 中国科学(D辑),1997, 27(3): 200~206.
- [2] Chavagnac V, Jahn B M. Coesite-bearing eclogites from the Bixiling complex, Dabie Mountains, China: Sm-Nd ages, geochemical characteristics and tectonic implications [J]. Chemical Geology, 1996, 133: 29~51.
- [3] Hacker B R, Wang Q C. Ar/Ar geochronology of ultrahigh-pressure metamorphism in central China [J]. Tectonics, 1995, 14 (4): 994~1006.

- [4] Ames L, Zhou G Z, Xiong B C. Geochronology and geochemistry of ultrahigh-pressure metamorphism with implication for collision of the Sino-Korean and Yangtze Cratons, Central China [J]. *Tectonics*, 1996, 15(2): 472~489.
- [5] Maruyama S, Tabata H, Nutman A B, et al. SHRIMP U-Pb geochronology of ultrahigh-pressure metamorphic rocks of the Dabie Mountains, central China [J]. *Continental Dynamics*, 1998, 3(1~2): 72~85.
- [6] Zhai M G, Cong B L, Zhao Z Y, et al. Petrological-tectonic units in the coesite-bearing metamorphic terrain of the Dabie Mountains, Central China and their geotectonic implications [J]. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 1995, 11(1): 1~13.
- [7] Wang Q C, Liu X H, Maruyama S, et al. Top boundary of the Dabie UHPM rocks, Central China [J]. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 1995, 11(4): 295~300.
- [8] 徐树桐, 江来利, 刘贻灿, 等. 大别山区(安徽部分)的构造格局和演化过程. *地质学报*, 1992, 66(1): 1~15.
- [9] 索书田, 钟增球, 游振东. 大别地块超高压变质期后伸展变形及超高压变质岩石折返过程[J]. *中国科学(D辑)*, 2000, (1): 9~17.
- [10] 游振东, 钟增球, 张泽明, 桐柏-大别山区高压变质相的构造配置[J]. *地学前缘*, 1999, 6(4): 237~245.
- [11] 索书田. 大别地块超高压变质省的构造变形研究[J]. *地学前缘*, 1999, 6(4): 255~262.
- [12] Ree J H, Cho M, Kwon S T, et al. Possible eastward extension of Chinese collision belt in South Korea: the Imjingang belt [J]. *Geology*, 1996, 24(12): 1071~1074.
- [13] 魏春景, 单振刚, 张立飞, 等. 北大别榴辉岩的确定及其地质意义[J]. *科学通报*, 1997, 42(17): 1832~1835.
- [14] Suo S T, Zhong Z Q. Sequence of ductile shear zone in UHP metamorphic province within Dabie massif, China [J]. *Journal of China University of Geosciences*, 1998, 9(3): 189~195.
- [15] Tsai C H, Liou J G, Ernst W G. Eclogite facies relics and retrogressed garnet peridotite in the North Dabie complex, central-eastern China, and suggested implications for regional tectonics [A]. In: *International Workshop on UHP Metamorphism and Exhumation* [C]. Calif: Stanford Univ, 1998. A153~154.
- [16] Zhong Z Q, Suo S T, You Z D. Extensional tectonic framework of post high and ultrahigh pressure metamorphism in Dabieshan, China [J]. *Journal of China University of Geosciences*, 1998, 9(1): 1~5.
- [17] 葛宁洁, 侯振辉, 李惠民, 等. 大别造山带岳西沙村镁铁质-超镁铁质岩体的锆石 U-Pb 年龄. *科学通报*, 1999, 44(19): 2110~2113.
- [18] Zhang R Y, Liou J G, Tsai C H. Petrogenesis of a high-temperature metamorphic terrane: a new tectonic interpretation for the north Dabieshan, Central China [J]. *J metamorphic Geol*, 1996, 14(3): 319~333.
- [19] Hacker B R, Ratschbacher L, Webb L. U/Pb zircon ages constrain the architecture of the ultrahigh-pressure Qinling-Dabie orogen, China [J]. *Earth and Planetary Science Letters*, 1998, 161(1~4): 215~230.
- [20] Mattauer M. Intracontinental subduction, crust-mantle decollement and crustal-stacking wedge in the Himalayas and other collision belts [A]. In: *Caward M P, Ries A C, eds. Collision tectonics* [C]. London: Geological Society Special Publication, 1986, 19: 37~50.
- [21] 刘景波, 国连杰, 吴颖. 豫南-鄂北大别山北部高压角闪石榴辉岩的研究[J]. *地质科学*, 1997, 32(4): 409~422.
- [22] 马文璞. 大别山北麓的石炭系及其大地构造意义. *地质学报*, 1991, 65(1): 17~26.
- [23] 张国伟, 孟庆任, 于在平, 等. 秦岭造山带的造山过程及其动力学特征[J]. *中国科学(D辑)*, 1996, 26(3): 193~200.
- [24] Meng Q R, Zhang G W. Timing of collision of the North and South China blocks: controversy and reconciliation [J]. *Geology*, 1999, 27(2): 123~126.

LOCATION OF TRIASSIC TECTONIC SUTURE LINE BETWEEN COLLIDED SINO – KOREAN AND YANGTZE CRATONS IN DABIE – SULU TECTONIC ZONE

Suo Shutian Zhong Zengqiu You Zhendong

(*Faculty of Earth Sciences, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China*)

Abstract: The distribution of ultrahigh pressure metamorphic (UHPM) and high pressure metamorphic (HPM) rocks and the geometrical relationship between various petroTECTONIC units in the Dabie – Sulu tectonic zone both indicate that the suture line that occurred when the Sino – Korean and Yangtze cratons collided and when the ultrahigh pressure and high pressure metamorphic rocks were generated, are situated at the northern margin of the Dabie massif. This suture line is distributed along the Balifan – Mozitan – Xiaotian fault, and possibly linked to the Wulian – Yantai fault, the position of the suture line violently modified in the Sulu region. The large-scale distribution of the UHP and HP metamorphic rocks near the boundary between Huoshan County and Yuexi County and in the adjacent area of Shucheng, Tongcheng and Qianshan counties in the north of Dabie Mountains, indicates that the Shuihou – Wuhe fault is not the northern limit of the UHP and HP eclogitic-facies rock. Therefore, this Shuihou – Wuhe fault does not represent the position of the suture line. In addition, the geological implication of the classification of the terrane as “Southern Dabie” and “Northern Dabie” is not accurate. At the same time, The mafic and ultramafic rock mass groups include the deformed harzburgite, pure peridotite assemblage and undeformed pyroxenite, bojite and gabbro assemblage. The first type of mafic-ultramafic rock bodies contain the same deformed and metamorphic and geometrical features as the eclogitic facies rocks. The second type of mafic-ultramafic rocks are intrusive bodies in the Yanshanian period (123 – 130 Ma). Therefore, the mafic-ultramafic rocks are not defined as the “metamorphic ophiolitic mélange”, or interpreted as the suture line in the Triassic continent-continent collision period. It is emphasized that the accurate identification of the position of the Triassic collision suture line is the key to the correct understanding of the formation and reciprocal dynamic process of the UHP and HP rocks.

Key words: Dabie – Sulu tectonic zone; UHPM and HPM; suture line.

于庆文等 东昆仑红水川中更新世晚期沉积序列及其时代依据(P122~126) 图版 I

图版 II 于庆文等 东昆仑红水川中更新世晚期沉积序列及其时代依据(P122~126)

张守鹏等 胜利油气区粒屑碳酸盐岩形成机制与储油气性(P147~151) 图版 III