

大别山南部的低级变质岩：宿松群和张八岭群

徐树桐,吴维平,陆益群,汪德华

(安徽省地质调查院,安徽 合肥 230001)

摘 要: 大别山南部的浅变质岩指宿松群和张八岭群。前者为扬子大陆被动边缘沉积,不整合在扬子大陆晚元古代的结晶基底之上,后者为古大别洋的洋壳,它和北部浅变质岩佛子岭群和梅山群一起,与洋壳俯冲造山带主要构造单元有良好的对应关系。

关键词: 低级变质岩;宿松群;张八岭群;大别山;

中图分类号: P588.3

文献标志码: A

0 简介

大别山是中国也是世界范围内著名的超高压变质带。自上世纪80年代初期以来,国内、外许多地质学家,对大别山超高压变质带进行了大量的研究工作,并在超高压矿物的发现、变质作用过程、地球化学和同位素定年等许多方面取得了重要进展,例如,(1)在超高压标志方面,先后在大别山的不同部位发现柯石英(Okay et al., 1989; Wang et al., 1989, 1991; Zhang et al., 1993; 王晓燕等, 1993)^[1~5],微粒金刚石(Xu et al., 1992; Xu et al., 2003, 2005; 刘贻灿等, 2006)^[6~9],橄榄石中的磁铁矿和钛斜硅镁石出溶(Zhang et al., 1999)^[10],石榴石中的棒状磷灰石、金红石和单斜辉石的出溶(Xu et al., 2005)^[8],太湖以南的“冷榴辉岩带”中也发现了柯石英假象(Li et al., 2004)^[11],和斜黝帘石组成的硬柱石假象(Castelli et al., 1998)^[12], (2)在地球化学方面,确定了潜山—英山—新县一带榴辉岩的陆壳成因,最近的资料还证明,东大别太湖一带,以及西大别的榴辉岩与洋壳有关,北部的条带状片麻岩(图1中为TG1)与扬子大陆的下地壳有亲缘关系(Ma et al., 2000; Zhang et al., 2002)^[13,14]。(3)积累了大量的同位素定年资料(Li et al., 1996, 1998, 2000; Chavagnac V., Jahn B., 1996; Chen et al., 2004; Hacker et al., 1998, 2000; Liu et al., 2007; 简平等, 2000)

^[15~23]。大部分同位素定年资料表明,大别山区的三个超高压变质带各有不同的俯冲和折返时限(刘贻灿 李曙光, 2008)^[24];大部分超高压变质岩的原岩年龄为750~800 Ma(Hacker et al., 1998, 2000; Liu et al., 2007)^[20~22]。根据上述成果,基本可以确定大别山有三个性质不同的超高压变质带,他们的构造背景,俯冲和折返年龄各不相同。

尽管大别山的研究已取得重要成果,但是对大别山南、北两侧的低级变质岩带在造山带中的构造背景和演化过程,都未进行过充分研究。南部的张八岭群(相当于湖北的磨盘寨组和塔儿岗组);北部的佛子岭群(相当于河南省的苏家河群和信阳群),以及梅山群和河南的杨山煤系,都与大别山造山带的形成和演化有密切关系,而与张八岭群相邻的宿松群(湖北为七角山组)有不同的构造背景。弄清这些低级变质岩的构造背景和确切时代,对进一步认识大别山的构造格局和演化将起到关键作用。本文试图在已有资料的基础上讨论南部浅变质岩的构造背景。

1 地质概况

虽然绝大多数研究者都承认,大别山是一个碰撞造山带,也承认有三个不同的高压—超高压变质带,但是对三个不同的高压—超高压变质带的性质和背景也有不同认识。例如Hacker et al.(2000)^[21]把

收稿日期:2009-10-20

作者简介:徐树桐(1929-),男,江苏沭阳人,教授级高级工程师,现从事构造地质工作。

通常所说的北大别片麻岩称作“糜棱岩化混合岩”和“重熔混合岩 (diatexite)”。索书田等 (Suo S., Zhong Z. 1999) [25] 将北大别片麻岩称为“核杂岩”，高压和超高压榴辉岩带则是因伸展从核杂岩上部滑向两侧现在的位置。汤加富等 (2003) [26] 将条带状片麻岩作为变质基底隆起带 (桐柏—大别变质杂岩带) 和晋宁期花岗岩，此外还划分出不同的岩片组合。由此可见，尽管有了20余年的调查研究基础，但是对大别山地区地质条件的认识仍然有很大不同但是对大别山总体地质条件的认识却有很大差别。我们近期编制的

地质图中 (图3)，将大别山的主体，划分为七个岩石—构造单位 (加上前、后陆盆地，共九个岩石—构造单位)，大体反映了大别山的地质实际。

七个岩石—构造单位由北向南为：变质复理石 (图1中MF)。条带状片麻岩分为两部分，北部含较多超镁铁质岩块 (图1中TG₁)、榴辉岩和片麻岩中，都有微粒金刚石产出 (Xu et al., 2003; 刘贻灿等, 2006) [7,9]，但南部罗田周围只含镁铁质岩块 (图1中TG₂)。与陆壳有关的榴辉岩带 (图1中ECL₂)。与洋壳有关的榴辉岩带 (图1中ECL₁)。洋壳火山岩

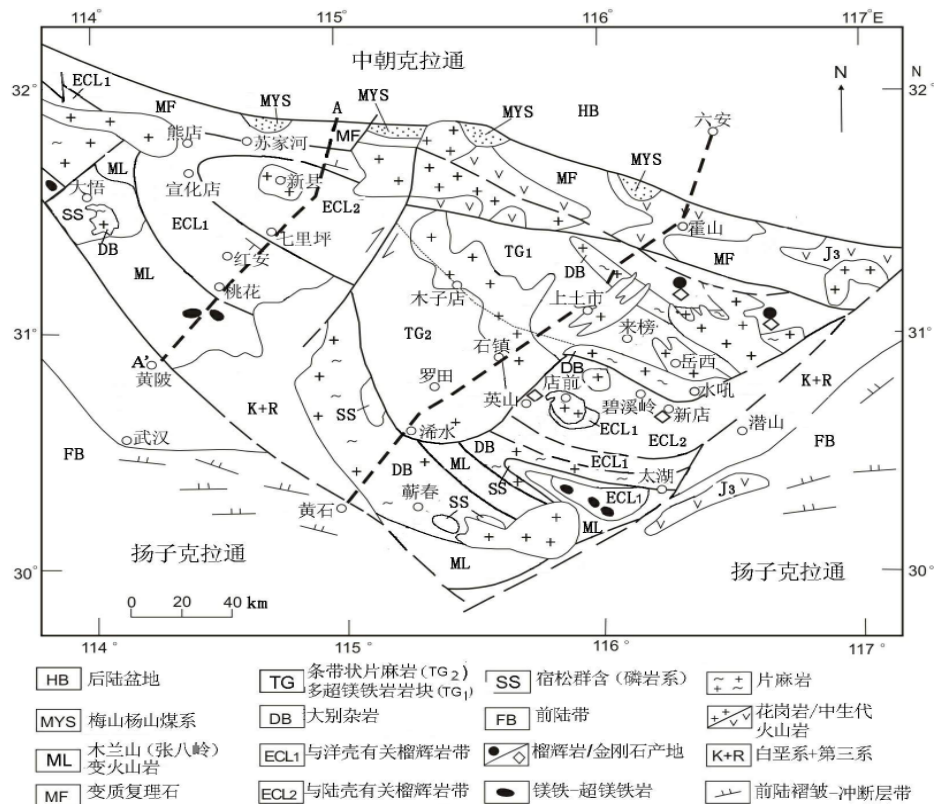


图1大别山地质略图

Fig.1 Geological sketch map of the Dabie Mountains

A-A' 为剖面线位置

组合，即红安群的磨盘寨组和塔儿岗组 (湖北省) 或安徽省的张八岭群 (图1中ML)，最高变质作用为绿片岩—蓝片岩过渡相。宿松群 (含磷岩系) (图1中的SS)。大别杂岩是指花岗岩类片麻岩 (图1中DB)。宿松群和大别杂岩的最高变质作用为角闪岩相。片麻岩和大部分岩块的原岩年龄为750~800 Ma (Hacker et al., 1998; Liu et al., 2007) [20,22]。但这些分歧意见不是本文讨论的内容。在以往的文献中，对南、北两侧的低级变质岩，只作过为数不多的年代学研究，并未将它们与造山带的形成与发展进行任何联系。本文将对南部的低级变质岩的构造背

景，及其与造山带的关系作初步探讨。

2 大别山南部的低级变质岩

南部的低级变质岩指：大别杂岩，宿松群，和张八岭群。

2.1 大别杂岩

本文所说的大别杂岩不同于安徽省区域地质志 (安徽省地质矿产局, 1987) [27] 和湖北省区域地质志 (湖北省地质矿产局1990) [28] 中的大别山群，老文献中大别山群中的大部分实际上属于现在的超高压变质带成员，近期测得原岩的同位素年龄都为

750~800Ma(Hacker et al., 1998; Liu et al., 2007)^[20, 22]。因此既不属晚太古界,也不是早元古界。本文的“大别杂岩”是指二长花岗质片麻岩,花岗闪长质片麻岩类为主的片麻岩类,大致相当于桐柏山群的岩性。最高变质作用为角闪岩相。在大悟附近与宿

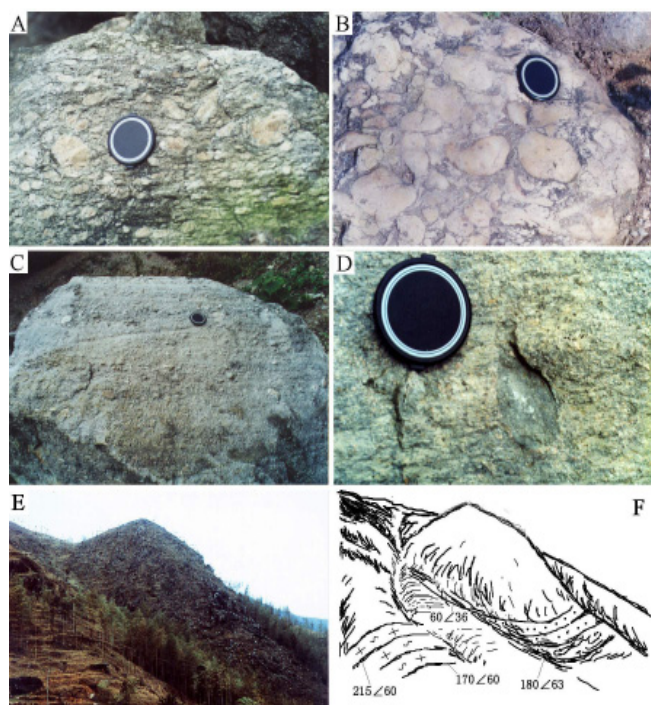


图2 宿松群不同地点的底砾岩

Fig.2 Susong groups in different locations at the end of conglomerate A,B,C,D为底砾岩中砾石; E为宿松群与大别杂岩不整合接触带远眺; F为E的素描。解释见正文。

松群不整合面之下的大别杂岩中,测得锆石U/Pb年龄为787 Ma(Hacker et al., 2000)^[21]。东部条带状片麻岩(TG)与ECL₂之间的大别杂岩岩片(图1)的原岩年龄为806 Ma(徐树桐等, 2002)^[29]。年代应为新元古代,是扬子大陆北缘结晶变质基底,未卷入深俯冲作用。

2.2 宿松群

宿松群与安徽宿松群对应的地层在湖北为七角山组。宿松群最初划分的四个组(安徽省地质矿产局, 1987)^[27],后来合并为两个(岩)组合(安徽省地质矿产局, 1997)^[30]。由下而上为:

大新屋(岩)组与大别杂岩不整合接触。不整合的证据包括分布在局部地区的底砾岩(图2), 锰土层和和蛭石层。曾经有人认为,底砾岩是构造成因(安徽省地质矿产局, 1997)^[30],但是,根据笔者的观察,应是河流相沉积的底砾岩,为不整合面上的底砾岩,被平行于不整合面的破劈理切割(图2A),磨圆度极好(图2B),风化面上砾石突出和凹

下(图2C,D),不整合带以上的宿松群面理与下伏大别杂岩的面理明显不一致(图2E,F)。以往的文献将宿松群时代定为早元古代,是因为当年的测年资料均在1900Ma左右,以及它不整合在有2424Ma左右的同位素年龄(安徽省地质矿产局, 1987)^[27]的太古宙的“大别山群”之上。由于当时的测年技术不够成熟,以及原来作为“大别山杂岩”的取样点并不在不整合面附近,而分别归为北大别正片麻岩(条带状片麻岩)和高压或超高压变质岩带,大部分已不再被当做大别山杂岩,且这些岩石近期测得的原岩年龄大部在750~800Ma之间,因而原来大部分定年资料不可靠。较为可靠的原岩年龄为787 Ma(Hacker et al., 2000)^[22]和806 Ma(徐树桐等, 2002)^[29]。另外,在图1所示的超高压变质带范围内,以往曾被当做大别杂岩的花岗质片麻岩类的原岩年龄都在750~800Ma之间,相当于新元古宙中期。如果大别杂岩原岩年龄为750~800Ma,则不整合于其上的宿松群的年龄应当小于750Ma。在较老的文献中,都曾在宿松群的大新屋组大理岩顶部含砾砂岩透镜体中发现过微古植物化石:*Trachysphaeridium levies*, *Trimatosphaeridium* sp, *Asperatopsophosphaera* sp, *Lamilarites antiquissimus*, *Prototracheites* cf. *porus*(安徽省地质矿产局, 1997)^[30]。这类微体化石的时代可以延到新元古代,与宿松群年龄小于750 Ma的推论不矛盾。将宿松群定为古元古代(安徽省地质矿产局 1987; 安徽省地质矿产局区域地质调查队, 1985)^[27, 31],或中元古代(湖北省地质矿产局, 1990)^[28],可能是当时的误解。大新屋组在安徽的最大厚度为599m。

柳坪(岩)组(包括大部分原虎踏石组)。柳坪组是宿松群主要含磷层位。主要岩性为云母石英片岩,白云石大理岩夹含锰层,磷灰石岩、磷块岩,最大厚度为1287m。以往将虎踏石组含磷层位作为上部含磷层位。湖北将这套含磷岩系称为七角山组,岩性可以对比,最大厚度1790m(安徽省地质矿产局, 1987; 湖北省地质矿产局1990)^[27, 28]。

宿松群或红安群中的七角山组,都不整合于作为扬子大陆基底(徐树桐等 2002, 1994)^[29, 32]的大别杂岩之上(图2),其中的微古植物化石、磷块岩(安徽省地质矿产局, 1997)^[28],含石膏白云质大理岩等都是被动大陆边缘沉积的主要特征(Moores/Twiss, 1995)^[33]。如果,近期在不整合于宿松群之下的大别杂岩中测得的原岩年龄787Ma(Hacker et al., 1998, 2000)^[21, 22]可信,则说明了几个非常重要的问

题：（1）大别杂岩（是以往大别山群或大别山杂岩中的一部分）的年代不应为晚太古代，（2）宿松群（包括西部的七角山组）的年代,应小于750Ma,属于南华纪—早期震旦纪（全国地层委员会，2005）^[34],是扬子大陆最老的变质盖层；（3）宿松群与张八岭群是不同构造背景的产物；（4）大别杂岩和宿松群的角闪岩相和绿帘角闪岩相变质的变质作用,说明他们在俯冲造山过程中,曾经俯冲到角闪岩相变质深度,尔后折返，是扬子大陆的俯冲（活化）基底和俯冲（活化）盖层。但是，能证明大别杂岩和宿松群属于南华纪早震旦纪的同位素定年或和化石资料尚嫌不足。需要在今后的研究中，在适合的地点用适当方法，取得更多的证据。

2.3 张八岭群

张八岭群（湖北为红安群的磨盘寨和塔儿岗组）与宿松群的构造背景完全不同。红安群中的磨盘寨和塔儿岗组在木兰山出露较好。原岩为细碧—石英角斑岩为主，伴有变质的深海—半深海沉积（北将军组）（安徽省地质矿产局，1987）^[27]，不同于被动大陆边缘沉积的宿松群含磷岩系。

张八岭群和木兰山片岩的岩性组合和化学成份 底部,磨盘寨组主要岩性为钠长绿帘阳起片岩、白云钠长石英片岩、阳起片岩、蓝闪绢云片岩，原岩为细碧岩为主夹石英角斑岩。早期曾被称为蓝片岩，厚度约为2000~4000m。上部塔儿岗组主要岩性为绢云钠长石英片岩、夹浅粒岩和黑云阳起片岩，原岩以石英角斑岩为主，夹少量细碧岩，厚度

1172~1500m。其原岩曾被认为是钙碱性玄武岩—流纹岩组合（湖北省地质矿产局，1990）^[28]，但主

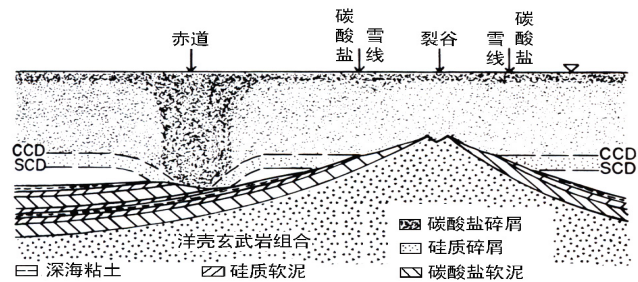


图3 裂谷两侧海洋沉积模式图
(据Ingersoll and Busby,1995修改)^[36]

Fig.3 Model diagram of the marine depositional on both sides of rift valley (modified after Ingersoll and Busby, 1995)

垂向比例夸大,洋壳上小于CCD的深度主要为碳酸盐软泥沉积；硅质软泥在堆积在CCD和SCD之间；只有深海软泥在SCD之下；CSD和SCD在赤道和其它生物活动带(隆起带)的深度降低。当洋壳早扩张脊形成、冷却、并在其离开扩张脊时沉积，形成图中的地层层序。

要是富钠的细碧—石英角斑岩。因为在木兰山地区出露较好，有时称作木兰山蓝片岩（游振东等，1996）^[35]。木兰山片岩主要矿物成份分三类：（1）石英、钠长石、多硅白云母、绿帘石 ± Na- Ca闪石,和绿帘石（酸性蓝片岩）；（2）石英、钠长石、多硅白云母、Na-闪石(中性片岩—transitional)；（3）绿泥石、绿帘石、Na- 或 Na-Ca闪石（基性片岩）。Na-闪石主要为青铝闪石（crossite），未见蓝闪石（glaucophane）。化学成份同细碧—石英角斑岩（表1）。

张八岭群和木兰山片岩都伴生有一套厚度约800

表1 张八岭群(西冷组)变质火山岩化学成份(安徽省地质矿产局,1987)^[27]
Table1 Chemical composition of the metavolcanic of Zhangbaling Group (Xilen Formation) (Anhui Bureau of Geology and Mineral Resources, 1987)

样品	SiO ₂	TiO ₂	AL ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂	Total
基性变火山(细碧)岩														
西 冷	49.07	1.08	16.55	10.19	2.49	0.22	5.86	4.17	5.10	0.57	0.23	4.21	0.00	99.74
木兰山	48.14	1.97	14.62	4.82	8.05	0.21	6.44	9.42	2.87	0.51	0.35	2.37	1.22	99.77
海 州	49.58	0.93	16.00	4.87	4.80	0.17	6.21	8.43	3.08	2.06	0.26	1.73	1.22	99.40
Hydman	48.8	1.3	15.7	3.8	6.6	0.15	6.1	7.1	4.4	1.0	0.34	0.00	0.00	0.00
宋叔和	49.89	1.49	15.84	3.79	6.14	0.16	5.26	6.56	4.50	0.98	0.19	3.41	1.52	99.68
酸性变火山岩														
西 冷	76.67	0.29	12.33	1.67	0.37	0.04	0.31	0.68	4.78	1.90	0.04	0.97	0.00	99.87
木兰山	72.87	0.32	13.78	1.83	0.85	0.06	0.60	0.98	4.78	2.39	0.05	1.00	0.00	99.51
海 州	75.48	0.29	13.12	1.95	2.15	0.03	0.45	0.12	3.60	0.20	0.16	0.00	0.00	99.70
石英角斑岩	77.08	0.15	11.98	1.26	0.63	0.05	0.63	0.77	5.42	1.15	0.10	0.73	0.12	100.27

注:石英角斑岩:据Turner,F. J., & Verhoogen, J.(1960)^[37]

余米的千枚岩，千枚岩有时含石墨和锰，并有细晶大理岩或细晶灰岩夹层或透镜体。这套岩石在湖北

归入红安群的塔儿岗组上部，未单独建组（湖北省地质矿产局，1990）^[28]；在张八岭群中称为北将军

组,并根据钻孔资料,将层位置于西冷组之下。这套岩层的原岩是:深海沉积的碳酸盐质软泥、硅质碎屑和软泥、深海粘土的互层(图3)。按地表出露情况,湖北和安徽的层序都是对的。但是按构造背景来分析,原岩为细碧石英角斑岩组合的木兰山片岩或西冷组是洋壳,在现代板块构造模式中,玄武岩组合代表的洋壳,应当是洋盆中最下部的岩石地层单位(图3)。因此,湖北省将千枚岩置于变质火山岩之上的层序可能是正确的。安徽省钻孔中出现的层序,可能是由大规模倒转,或者是逆冲断层造成的。张八岭地区是受到多期构造影响的强烈变形区(徐树桐等,1994)^[32],出现强烈变形是可能的。不整合于其上的周岗组,应当是扬子大陆被动边缘沉积的震旦系。不整合是被动大陆边缘重要的沉积标志。

木兰山片岩化学成份既然与细碧石英角斑岩接近(Ernst et al., 1991; Zhou et al., 1993)^[38,39],应当是洋壳火山岩(表1)。Eide and Liou (2000)^[40]首次提出,这套变火山岩可能与洋壳俯冲有关。在大别山西部(红安地区)与其紧邻的是高压榴辉岩(ECL₁)包括Hacker等(2000)^[21]所说的西大别背斜南翼榴辉岩及其基质的原岩,均为洋壳成因。因此,榴辉岩与木兰山片岩,应当为同一洋壳的不同部分。虽然从岩相角度分析,木兰山片岩或张八岭群确属洋壳组份,但是它εNd却为负值(Jahn et al., 2005)^[41],矛盾的原因尚不清楚。矿物组成表明,木兰山片岩或张八岭群最高变质相为绿片岩与蓝片岩间的过渡相,没有高压变质记录,表明它当初俯冲深度不大。Eide and Liou (2000)^[40]认为木兰山片岩222~225 Ma的⁴⁰Ar/³⁹Ar冷却年龄可信,并认为其从未达到过高温高压变质作用。具有205 ± 4 (ECL₁) 1.2~219 ± 6.6 Ma (ECL₂)的退变年龄的榴辉岩带(Chen et al., 2004; Liu et al., 2007)^[19,22],应当在木兰山片岩的之后折返。

图3中,碳酸盐补偿深度(CCD),氧化硅补偿深度(SCD),以及赤道附近的碳酸盐补偿深度加大等问题,不在本文讨论范围。

张八岭群和木兰山片岩的时代 木兰山片岩连同其下的七角山组,一直被认为是中元古代(湖北地质矿产局,1990)^[28]。在安徽,张八岭群西冷组、北将军组被认为属于中元古代,但北将军组在下部,与七角山组相当的宿松群则归为早(古)元古

代(安徽省地质矿产局,1987,1997)^[27,30],这种看

表2 大别山及邻区地层(构造岩石单位对比表)
Table 2 Strata of Dabie Mt. and the vicinity

年代 百万年	地层		中一朝大陆	大别造山带										扬子大陆	
				北部					南部						
				河南、湖北		安徽			湖北		安徽				
250 ~ 295	二叠系	上统 下统	石千峰组 上石盒子组 下石盒子组 山西组	杨山煤系	?	—	?					龙潭组			
295 ~ 345	石炭系	上统 下统	太原组 本溪组		双石头组 杨小庄组 胡油坊组 道人冲组 杨山组 花园墙组 不整合 南湾组		梅山群	?					船山组 黄龙组		
					?					和州组 高骊山组 金陵组					
					?										
				?											
354 ~ 410	泥盆系		—	信阳群	不整合 诸佛庵组 龟山组	?					五通组				
410 ~ 443	志留系	上统 中统 下统	— — —	苏家河群	定远组 ?	仙人冲组	?					茅山组			
		?					坟头组								
		?					高家边组								
443 ~ 490	奥陶系	上统 中统 下统	— 老虎山组 马家沟组 肖县组 贾汪组		佛子岭群		?	?					五峰组 汤头组 三元支组		
		?						牯牛潭组 大湾组 红花园组 仑山组							
		?						车水桶组 琅琊山组 龙蟠组							
490 ~ 543	寒武系	上统 中统 下统	凤山组 长山组 固山组 张夏组 徐庄组 毛庄组 馒头组 蔡家山组	?		?					杨柳岗组				
		?					黄栗树组								
		?													
543 ~ 1000	震旦系 新元古代	上统 下统	栏杆群 宿县群 徐淮群		耀琴河群?	小别河组	塔儿岗群 西冷群 磨盘寨组	张八岭群 宿松群 七角山组	苏家湾组 陡山沱组		灯影组				
		南泥组 大塘坡组 古城组 尧沱组 (湖北)		肥东群											
1000 ~ 1800	中元古代	蓟县系 长城系	— —	大别杂岩											
1800 ~ 2500		古元古代	浑沌系		凤阳群 (安徽)										
2500 ~	太古宙	五河群	霍邱群		?	?									
		(安徽)													

注:根据安徽省地质矿产局(1987)^[27];河南省地质矿产局(1989)^[43];湖北省地质矿产局(1990)^[28];河南省地质局(1980)^[1];高联达,刘志刚(1988)^[44];叶伯丹等(1991)^[45];商庆芳等(1992)^[47];刘印环等(1995)^[47]资料综合。

法互相矛盾。张八岭群的早期资料锆石U-Th-Pb 年龄为1026Ma(安徽省地质矿产局,1987)^[27],此外还有744Ma和700~1300Ma的原岩年龄(Liou et al., 1989)^[42]。在变质沉积岩(灰黑色千枚状砂岩、粉砂岩)夹层中,有微古植物化石: *Trachysphaeridium* sp., *Leiominuscula* sp., *Gloeocapsamorph* sp., *Polyedrosphaeridium* sp., *Radinarites* sp., *Myxococoides* sp.(安徽省地质矿产局,1987,1997)^[27,30]。这些微古植物化石的年代可延至晚元古代。因此张八岭群

①河南省地质局,1980,(1/20万)区域地质调查报告(商城幅,信阳幅),河南省地质局印刷

芳等, 1992; 刘印怀等, 1995)^[44~47]; 叠加于其上的梅山群和杨山煤系则是石炭二叠纪的是弧前盆地沉积。如果将大别山区超高压变质带中, 与陆壳有关的ECL₂从剖面(图5)中移去, 可以看到类似于图4中各构造单元直接接触关系(图6)。根据俯冲造山的规律, 俯冲洋壳的年代, 应当老于增生楔沉积物的年带(表2)。关于大别山北部低级变质岩及其与南部低级变质岩的详细对应关系, 将另文讨论。

图5中的MF相当于增生楔和弧后盆地沉积, ECL₂是陆壳成因的榴辉岩带, 木兰山片岩(ML)相当于俯冲然后折返的洋壳。将剖面中的ECL₂移去, 同时考虑到剥蚀的增生楔和扬子大陆被动边缘沉积, 则南部的洋壳木兰山片岩与北部的增生楔(苏家河群和信阳群/佛子岭群)以及弧前盆地沉积(杨山煤系梅山群)共同构成较完整的(洋壳)俯冲造山带体制(图6)。从中可以更清楚地了解到, 大别山的浅变质岩系实际上是碰撞造山前, 洋壳俯冲造山阶段的各个构造单元的重要组成部分(图6)。我们暂称这个海洋板块阶段为大别洋。

图6表示大别山洋壳俯冲阶段的想象剖面, 其中的混杂岩(ECL₁)被称为变质碰撞混杂岩(徐树桐等, 2008)^[50], 有人称为流混杂岩(flow mélange)(Underwood and Moore, 1995)^[48]。是两个板块之间缝合带的组成部分。南部, 扬子大陆被动边缘, 不整合于张八岭群之上的地层可能相当于周岗组。

根据以上各点, 张八岭群、佛子岭群、梅山群, 以及与之对应的大别山西部各岩石—构造单位应当分别为增生楔和弧前盆地沉积。张八岭群及对应的木兰山片岩(磨盘寨和塔儿岗组), 应当是俯冲并已折返的洋壳。属于大别山造山带地层区。宿松群则是扬子大陆被动边缘沉积, 属于扬子大陆地层区(表2)。

表2中, 大别山地层区南部, 张八岭群之上, 缺少古生代地层或岩石—构造单位, 可能的原因是, 在这个时间段内, 洋壳组合处于俯冲消减阶段, 即使有少量沉积物, 也已俯冲消减, 并经板下作用形成混杂岩而处于增生楔之下。另外, 在ECL₂带内低级变质的火山碎屑岩内发现过晚震旦纪的微体化石, 以及760~820Ma的原岩年龄(汤加富等, 1995)^[51], 吴维平等在同一带内桃园村附近的糜棱岩化的微晶大理岩内, 发现过晚震旦世微体化石*lanmina rites* sp, *Leosphaeridia* sp 和*Baltisphaeridium* sp^②(波

罗的海藻), 波罗的海藻的时代可延到早寒武世。这两种岩层都可能是扬子大陆俯冲的震旦纪—早古生代的盖层。同一带内还有类似的变质沉积岩。但它们是洋壳或是陆壳成因还不清楚, 今后的研究中, 需要更多证明它们确切时代及其构造背景证据。从表2还可以看出, 到晚石炭纪世末期到二叠纪早期(295Ma), 中一朝与扬子大陆岩相基本相同, 海相沉积消失, 陆—弧碰撞开始。这与大别山陆—陆碰撞不早于270Ma的意见(Chen et al., 2009)^[52]略有不同。

4 结论

宿松群与张八岭群的构造背景不同, 前者是扬子大陆被动边缘沉积, 后者是碰撞造山前俯冲造山阶段的洋壳, 并与北部浅变质岩的构造背景有良好的配套关系。但是这种关系是否反映当时的实际, 还需要更多的年代学和沉积大地构造学的证据。

致谢:

本文由安徽省地质科学研究所大别山项目, 国家自然科学基金项目(40542012), 安徽省国土资源厅、安徽省地质矿产勘查局基金匹配项目的支持, 作者表示衷心感谢。特别感谢姚仲伯教授和毕志国教授对本文提出的宝贵意见。

参考文献:

- [1] Okay, A. I. Xu, S., and Sengor, A. M. C. Coesite from the Dabie Shan eclogite, central China[J]. Eur. J. Mineral, 1989(1): 595~598.
- [2] Wang, X., Liou, J. G., Mao, H., Coesite-bearing eclogites from the Dabie Mountains in central China[J]. Geology, 1989, 17, 1085~1088.
- [3] Wang, X., Liou, J. G., Regional ultrahigh pressure coesite-bearing eclogite terrane in central China: evidence from country rocks, gneiss marble, and metapelite[J]. Geology, 1991, 19, 933~936.
- [4] Zhang, R. Y., Liou, J. G., Wang, X., et al., Discovery of coesite from eclogite in Henan, central China and its geological significance[J]. Acta Petrol. Sinica, 1993. 9(2), 186~191.
- [5] 王晓燕 崔文元 刘树忠, 等. 豫南地区含柯石英榴辉岩的发现[J]. 岩石学报, 1993, 9(2), 181~185.
- [6] Xu, S., Okay, A. I., Ji, S., Sengör, A. M. C., Su, W., Liu, Y., Jiang, L., Diamond from the Dabie Shan metamorphic rocks and its implication for tectonic setting[J]. Science, 1992, 256, 80~82.
- [7] Xu, S., Liu, Y., Chen, G., Jiang, L., Compagnoni, R., Rolfo

②安徽省地质矿产局, 1996, 小池幅地质图说明书(1/5万)

- F., New findings of microdiamonds in eclogite from Dabie-Sulu region in China[J]. Chinese Science Bulletin, 2003, 48, 988~994.
- [8] Xu, S., Liu, Y., Chen, G., Ji, S., Ni, P., Xiao W.. Microdiamonds, their classification and tectonic implications for the host eclogites from Dabie and Su-Lu regions in central eastern China[J]. Mineral. Mag., 2005, 69 (4) 509~520.
- [9] 刘贻灿, 李曙光, 徐树桐, 谷晓峰. 北大别片麻岩的超高压变质证据——来自锆石提供的信息[J]. 岩石学报, 2006, 22 (7), 1827~1832.
- [10] Zhang, R., Shu, J. F., Mao, H. K., and Liou, J. K., Magnetite lamellae in olivine and clinohumite from Dabie UHP ultramafic rocks, central China[J]. American Mineralogist, 1999, 84: 564~569.
- [11] Li, X.P., Zheng Y-F., Wu Y-B., Chen F., Cong B., Li Y-L., Low-T eclogite in the Dabie Terrane of China: petrological and isotopic constraints on fluid activity and radiometric dating. Contrib[J]. Mineral. Petrol., 2004, 148: 443~470.
- [12] Castelli, D., Rolfo, F., Compagnoni, R., Xu, S. Metamorphic veins with kyanite, zoisite and quartz in the Zhu-Jia-Chong eclogite, Dabie Shan, China[J]. The Island arc, 1998(7): 159~173.
- [13] Ma, C., Ehlers, C., Xu, C., Li, Zh., Yang, K., . The roots of the Dabieshan ultrahigh-pressure metamorphic terrane: constraints from geochemistry and Nd-Sr isotope systems[J]. Precambrian Research, 2000, 102, 279~301.
- [14] Zhang, H., Gao, S., Zhong, Z., Zhang, B., Zhang, L., Hu, S., Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of Cretaceous granulites: constraints on tectonic framework and crustal structure of the Dabieshan ultrahigh-pressure metamorphic belt, China[J]. Geochemical Geology, 2002, 186: 281~199.
- [15] Li, Shuguang et al., 1996. Chronology of ultrahigh pressure in the Dabie Mountains and Sulu terrane: I. Sm-Nd isotope system[J]. Science in China, (series D) 39: 597~609.
- [16] Li, S., Chen, Y., Mill, J., Zhang, Z., Chen, W. and Lo Q., 1998. Geochemical and geochronological constraints on the tectonic outline of the Dabie Mountains, central China: A continent-micro-continent-collision model[J]. Continental Dynamics, Special Issue, 14~31.
- [17] Li, Shuguang, Jagoutz, E, Chen, y.z., and Li, Q., et al., Sm-Nd and Rb-Sr isotope chronology of ultrahigh pressure metamorphic rocks and their country rocks at Shuanghe in the Dabie Mountains, central China[J]. Geochemica and Cosmochimica Acta, 2000, 64: 1077~1093.
- [18] Chavagnac, V., Jahn, B., . Coesite-bearing eclogites from the Bixiling complex, Dabie Mountains, China: Sm-Nd ages, geochemical characteristics and tectonic implications. Chemical Geology, 1996, 133: 29~51.
- [19] Chen, D., Deloule, E., Chen, H., Xia, Q., Wu, Y., Multi-isotopic system geochronology of low temperature eclogite from Huangzhen, southern Dabie terrane[J]. Science in China (Series D Earth Sciences), 2004, 47: 031~942.
- [20] Hacker B.R., Ratschbacher L., Webb L., Ireland Dong S., U-Pb zircon ages constrain the architecture of the ultrahigh pressure Qingling-Dabie orogen, China[J]. Earth and Planetary Science letters, 1998, 151: 215~230.
- [21] Hacker B.R., Ratschbacher L., Webb L., McWilliams M.O., Ireland T., Carver A., Dong S., Wenk H.R., Exhumation of ultrahigh-pressure continental crust in east central China: late Triassic-early Jurassic tectonic unroofing[J]. Journal of Geophysical Research, 2000
- [22] Liu, Y., Li, S., Xu, S., Zircon SHRIMP U-Pb dating for gneisses in northern Dabie high T/P zone, central China: Implications for decoupling within subducted continental crust[J]. Lithos, 2007, 96: 170~185
- [23] 简平, 刘敦一, 杨巍然 Williams, I.S., 大别山西部河南罗山熊店加里东期榴辉岩锆石特征及SHRIMP分析结果[J]. 地质学报, 2000, 74(3): 259~263.
- [24] 刘贻灿, 李曙光. 俯冲陆壳内部的拆离和超高压岩石的多板片差异折返: 以大别-苏鲁造山带为例[J]. 科学通报, 2008, 53(18): 2153~2165.
- [25] Suo, S., Zhong, Z., Sequence of ductile shear zone in UHP metamorphic province within Dabie massif, China[J]. Journal of China University of Geosciences, 1999, 9(3): 189~195.
- [26] 汤加富. 大别山及邻区地质构造特征与形成演化(in Chinese with English abstract)[M]. 北京: 地质出版社, 2003, 266.
- [27] 安徽省地质矿产局. 安徽省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1987.
- [28] 湖北省地质矿产局. 湖北省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [29] 徐树桐, 刘贻灿, 江来利, 吴维平, 陈冠宝. 大别山造山带的构造几何学和运动学[M]. 合肥: 中国科学技术大学出版社, 2002, 133.
- [30] 安徽省地质矿产局. 安徽省岩石地层[M]. 北京: 中国地质大学出版社, 1997, 271.
- [31] 安徽省地质矿产局区域地质调查队. 安徽省地层志(前寒武系分册)[M]. 合肥: 安徽科学技术出版社, 1985, 174.
- [32] 徐树桐, 刘贻灿, 江来利, 等. 大别山的构造格局和演化[M]. 北京: 科学出版社, 1994.
- [33] Moores E.M./ Twiss R.J., . Tectonics. Freeman and Company. 1995, 415.
- [34] 全国地层委员会. 中国区域年代地层(地质年代)表[J]. 地层学杂志, 2005, 20(增刊): 645~646.
- [35] 游振东, 韩郁菁, 杨巍然, 张泽明, 韦必则, 刘荣. 东秦岭大别高

- 压超高压变质带[M].武汉:中国地质大学出版社,1998,157.
- [36] Ingersoll, R.V., Busby, C.J., Tectonics of sedimentary basins. In: Busby C.J., Ingersoll R.V., (eds). Tectonics of Sedimentary Basins[J]. Blackwell Science. 1995, 578.
- [37] Turner, F. J., & Verhoogen, J. Igneous and Metamorphic Petrology[M] (second edition). McGRAW-Hill Book Company INC., New York. 1960, 694.
- [38] Ernst, W.G., Zhou G., Liou, J.G., Edie E., Wang, X., High-pressure and superhigh-pressure metamorphic terranes in the Qinling—Dabie Mountain belt, central China: early- to mid-Phanerozoic accretion of the western Paleo-Pacific rim[J]. Pac. Sci. Assoc. Inf. Bull., 1991, 43, 6~15.
- [39] Zhou, G., Liu, Y.J., Edie E.A., Liou, J.G., Ernst, W.G., High pressure/low temperature metamorphism in northern Hubei Province, central China[J]. J. Metamorph. Geol., 1993, 11, 561~574.
- [40] Eide, E.A., Liou, J.G., High-pressure blue schists and eclogites in Hong'an: a framework for addressing the evolution of high- and ultrahigh-pressure rocks in central China[J]. Lithos, 2000, 52: 1~22.
- [41] Jahn, B., Liu, X., Yui, Z-F., Mori, N., Zoc, M. B-L., High pressure/ultrahigh pressure eclogites from the Hong'an Block, East-central China: Geochemical characterization, isotope disequilibrium and geochronological controversy[J]. Contrib. Mineral. Petrol., 2005, 149: 499~526.
- [42] Liou, J.G., Wang, X., Coleman, R.G., Zhang, Zh M., Maruyama, S., Blueschist in major suture zones of China[J]. Tectonics, 1989, 8(3), 609~619.
- [43] 河南省地质矿产局. 河南省区域地质志[M]. 北京:地质出版社, 1989, 772
- [44] 高联达, 刘志刚. 河南信阳群南湾组微体化石的发现及其地质意义[J]. 地质论评, 1988, 34(5): 421~422.
- [45] 叶伯丹, 许俊文, 李志昌, 崔放, 简平. 桐柏--大别山地区苏家河群动物化石的发现及其意义[J]. 中国地质, 1991, 3, 28~39.
- [46] 商庆芳, 薛松鹤, 曹祯. 河南西峡信阳群龟山组化石碎屑的发现及其意义[J]. 河南地质, 1992, 10(1): 40~46
- [47] 刘印怀, 杜凤军, 刘震宏, 刘品德. 河南省“商城群”中晚奥陶世化石的发现及其意义[J]. 中国区域地质, 1995, 2.
- [48] Underwood, M.B., Moore, G.F., Trenches and trench-slope basins[C]//. In: Busby C.J., Ingersoll R.V., (eds). Tectonics of Sedimentary Basins. Blackwell Science. 1995, 578.
- [49] Liu, X., Wei, C., Li, S., Dong, S. and Liu, J., Thermobaric structure of a traverse across western Dabieshan: implications for collision tectonics between the Sino-Korean and Yangtze Cratons[J]. J. Metamorphic Geology, 2004, 22, 361~379.
- [50] 徐树桐, 吴维平, 刘贻灿, 王明华. 大别山的变质碰撞混杂岩[J]. 地质力学学报, 2008, 44(1): 1~21.
- [51] 汤加富, 钱存照, 高天山. 大别山榴辉岩带浅变质火山-碎屑岩层组合的发现及其地质意义[J]. 安徽地质, 1995, 5(2): 29~36.
- [52] Chen, H., King, R.A., Nakamura, Z., Vervoort, J.V., Zheng, Y-F., Ota, T., Wu, Y-B, Kabayashi, K., Zhou, Z-Y., Transitional time of oceanic to continental subduction in the Dabie orogen: constraints for U-Pb, Lu-Hf, Sm-Nd and Ar-Ar multichronometric dating[J]. Lithos, 2009, 110, 237~342.

LOW-GRADE METAMORPHIC ROCKS IN SOUTHERN DABIE MT.: THE SUSONG AND ZHANGBALING GROUP

XU Shu-tong, WU Wei-ping, LU Yi-qu, WANG De-hua

(Anhui Institute of Geological Survey, Hefei, Anhui 230001, China)

Abstract: The low-grade metamorphic rocks in southern Dabie Mt. refer to Susong and Zhangbaling Groups. The Susong Group is a sequence of the Yangtze passive continental sediments, which unconformably overlies the crystalline basement of the Yangtze craton-the Dabie complex. The Zhangbaling Group is documented to be the oceanic crust of ancient Dabie Ocean plate, which together with the shallow metamorphic rocks in northern Dabie Mountains fairly consists with the major tectonic elements of a subduction orogen.

Key words: Dabie Mt.; low-grade metamorphic rocks; Susong Group; Zhangbaling Group.