安徽大别山及邻区区域地质调查进展与问题讨论

汤加富[1],钱存超[1],娄　清[2]

(1.安徽省地质调查院,安徽 合肥 230001;2.安徽地勘局327地质队,安徽 泾县 230001)

提要:通过对覆盖安徽大别山及邻区的地质调查和深入研究,重建了区内各个地段的构造地层序列及其对比方案,阐明了区内3期构造变形特征、构造型式与形成时期;确定了大量新元古代碱性变质花岗岩的存在;对榴辉岩的成因、形成时代,以及区内是否存在蓝片岩—黄片岩—榴辉岩的变质分带等提出了不同认识。在此基础上,对大别造山带形成机理提出了非印支期碰撞造山的认识。

关　键　词:大别造山带;地层序列;新元古代变质花岗岩;蓝片岩;榴辉岩;非碰撞造山

中图分类号:P56　　文献标识码:A　　文章编号:1000-3967(2001)02-0128-09

1　研究概况

秦岭—大别—苏鲁造山带(亦称中央造山带),以大别山为拐点,呈向南凸出的弧形构造带,横亘于中国的中东部,是中国地质、资源、环境的重要分界。造山带内有着复杂的地层—岩石组合和构造变形记录,反映了中国华北与扬子两大地块分裂—聚合的复杂过程。在大别山区,分布有以含柯石英榴辉岩为标志的超高压岩石组合,并以其出露规模大,保存好,岩石类型全而著称于世。研究这些岩石的形成机理与折返过程,是阐明造山带形成演化与地球动力学过程的关键所在,现已成为中外地质学家最为关注的研究地区之一。近10年来,由原地质矿产部所属山东、江苏、安徽、湖北、河南、陕西等省区调队及有关地质院校、科研院所,以新的1:5万填图方法为指南,系统开展了1:5万地质填图。在安徽现已覆盖大别山区及张八岭地区,并正在进行编图和有关总结。国家自然科学基金委员会,原地矿部及有关院所,资助并组织了一批重大科研项目,对造山带地质结构、物质组成、地球化学、地质年代、深部物理,特别是超高压变质作用进行了较深入的研究,取得很多重要的发现和进展。然而,由于造山带地质情况的复杂性,特别是对大别山及邻区能否建立地层序列、查明构造型式,以及搞清榴辉岩与不同围岩接触关系性质等一些重大地质问题,缺乏深入研究,对大别造山带形成演化及超高压岩石的形成与折返过程等重大地质问题仍存在很大争议。本文根据作者等近期在大别山及邻区的地质调查所获

收稿日期:2000-07-02

基金项目:地质行业基金(9798029,9596032)与安徽省地矿局联合资助。

作者简介:汤加富(1937-),男(汉族),安徽泾县人,教授级高级工程师,从事区域地质调查研究。

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.

新资料,试图在原有认识基础上[1]概述其主要进展,以促进上述问题的探讨和深化。

2　主要进展

2.1　地层序列

在造山带的研究中,建立可靠的地层序列是阐明该造山带形成演化的最基础条件。由于大别山区经历了多期强韧性变形改造,加上后期构造抬升剥蚀,残存的地层记录已不多。仅在大别造山带北侧(北淮阳变质构造带)和南侧(宿松—张八岭地区)地层保存较好。近年来,作者等对上述地区均进行了调研,取得了重要进展。

(1)北淮阳地区:北淮阳地区原佛子岭群,既不是简单的岩石地层单位,也不是构造混杂岩,而是总体有序局部无序的构造地层单位,自下而上为祥云寨岩组→黄龙岗岩组→诸佛庵岩组→八道尖岩组→潘家岭岩组[2]。对原卢镇关群小溪河组予以解体,将片麻状钾长花岗岩分出后,主要由变基性、变酸性火山岩组成[3]。卢镇关岩群自下而上为:小溪河岩组、仙人冲岩组。据马文璞等[4]的资料,将分布于皖豫交界的原梅山群解体为含化石的石炭系和中浅变质的梅山岩群。两者为断层接触,后者明显逆冲于前者之上。梅山岩群自下而上划分为:北楼岩组、郑堂子岩组、杜岭岩组。其中杜岭岩组以含"砾"白云质大理岩和仙人冲岩组(其下部含磷)对比。北楼岩组和郑堂子岩组主要为一套变基性、变酸性火山岩,层间砾岩、云母石英片岩以及含残斑的变余糜棱岩等,与小溪河岩组可对应[5]。

此外,在磨子潭—晓天断裂带南侧陆续发现一套呈NW向延伸,宽数十米到数百米,长数千米延伸的佛子岭岩群、卢镇关岩群。如在舒城河棚一带,存在由砾状大理岩→石英岩→条带状含绿帘黑云石英片岩组合[6],该组合可与仙人冲岩组→祥云寨岩组→诸佛庵岩组对比。但其砾状大理岩又酷似宿松县孙冲一带大新屋岩组上部的砾状大理岩。又如在舒城黄河乡(北京大学魏春景)、岳西沈桥均发现了一套浅变质岩层组合。前者称之为小寨子组合,后者将白云质大理岩→薄板状长石石英岩、石英岩→条带状黑云长石石英片岩、透辉绿帘变粒岩等直接与仙人冲岩组→祥云寨岩组→诸佛庵岩组对比[7]。因此,磨子潭—晓天断裂带并不构成大别山与北淮阳构造带的分界。

(2)宿松地区:将分布于大别山南部的原宿松群解体为两部分,一是以变形变质侵入岩体组成的蒲河片麻岩套;二是变质火山—沉积含磷地层的宿松岩群。通过构造解剖和标志岩层的追索,重建宿松岩群的地层序列自下而上为:甘田坳岩组(变基性—变酸性火山岩)→柳坪岩组(含磷岩层)→大新屋岩组(厚层状白云质大理岩)→梓树坞岩组(含砾碎屑岩、硅质岩等)[6]。查明原宿松群南界与原大别群桥岭组(实为变形侵入体)为先侵入、后韧性变形改造、再经构造破碎的接触关系,两者之间的"底砾岩"为构造成因的假砾岩和层间砾岩等组成的复成因砾岩。原宿松群北界和大别山南部的岩层呈现为岩性过渡或构造叠置关系[8]。根据区域地层对比、震旦纪微古植物组合及甘田坳岩组变酸性火山岩中锆石U-Pb年龄866 Ma等资料,将宿松岩群时代划为新元古代,其中磷矿层属震旦纪陡山沱期[9]。

(3)张八岭—和含巢(和县、含山、巢湖)地区:本区处于大别造山带与扬子地块北缘之间,相当于前陆褶皱带范围,查明该区地层序列对阐明造山带形成演化具有重要意义。通过1:5万地质填图,查明张八岭岩群中,除北将军岩组因分布零星,构造复杂,且与周边地层皆为断层接触,难以确定层序外,其他地层都可以确定。主要认识是:1)西冷岩组自下而上为:下部以石英

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.

角斑岩及变粒岩为主;中部薄层石英角斑岩、凝灰岩夹灰绿色细碧岩;上部为杂色千枚岩及石英片岩。显示由酸性到基性演化。南京地质矿产研究所在石英角斑岩中获得Pb-Pb法锆石年龄值为927~975 Ma,大量微古植物化石也表明属青白口纪。2)西冷岩组与周岗岩组在1:20万南京幅及《安徽区域地质志》中都认定为不整合接触,经作者等调查发现,原西冷岩组与原周岗组接触处岩性过渡,面理产状、变质程度均一致,看不出不整合接触关系。但从区域来看原周岗组可与原西冷组不同层位的岩性层接触,且出现陆相含砾岩层或沙坝相石英岩,其间可能存在一大的假整合或沿此界面形成顺层剪切带[10]。3)区内早志留世到晚志留世自北西向南东地层逐步缺失,到晚志留世晚期全区都已抬升缺乏沉积,直至晚泥盆世在巢湖至滁州一带开始接受河流相→海侵河流相沉积,表明本区自早志留世开始自北向南有一次抬升过程[11]。4)自早石炭世始海盆逐渐扩大,至晚二叠世达到最大,到中三叠世早期海盆逐渐变小。到晚三叠世仅在和含巢地区见有三角洲相沉积,表明到晚三叠世末全区已隆升成陆地[11]。

(4)大别山区 前已述及,大别山区构造复杂,变形强烈,加之花岗岩分布很广,依据残存的地层很难建立层序。《安徽省区域地质志》根据1:20万资料,以片麻理-片理面为S_0,建立了岩石地层单位系统,自下而上划分为6个组:英山沟组、水竹河组、文家岭组、刘畈组、桥岭组、程家河组[12]。80年代后期,在新的1:5万填图方法指南指导下,将原大别群解体为3个部分:即变形变质侵入体、变质表壳岩、变质超镁铁质岩。还认为区内极为发育的片麻理-片理是强韧性剪切变形和平行化的结果[13]。随着超高压变质带研究的深入,有人称之为变质蛇绿混杂岩带、构造混杂岩带[14]、大别杂岩等。能否在原大别群中找出特征性岩层,并依此为据建立相对地层序列,是一个艰难的任务。作者等在岳西菖蒲一带通过系统的追索和填图,发现并确定有一套稳定的岩层组合,自下而上为白云纳长石英片岩(浅粒岩)→变火山砾岩→变凝灰质千枚岩、硅质千枚岩、硅质岩→云母片岩。在变凝灰质千枚岩中见有很好的沉积韵律和原生构造,并保存有震旦纪微古植物组合,经尹磊明鉴定,认为属中国南方震旦系[15]。又据年龄资料,锆石Pb-Pb法760~800 Ma,Sm-Nd等时线790 Ma[16],锆石U-Pb(1 100±140)Ma[17],Ar^{40}/Ar^{39}坪年龄为784.4 Ma、(770.9±2)Ma将其划属新元古代是适宜的。近年来,作者等又进一步发现浅变质岩层不仅分布广泛,且与超高压变质带有密切的时空关系。浅变质岩层下部的浅粒岩层与宿松岩群甘田坳岩组中的浅粒岩不仅岩性相似,年代也一致,可能属同时代的产物[9]。在浅变质岩层之上出露的呈似层状产出的榴辉岩,以及大理岩和硬玉石英岩中形态各异的榴辉岩布丁,其中仍夹有变酸性、变基性火山岩。在宋河河床中见有在变基性火山岩中由气孔-杏仁充填物组成的韵律条带。再从湖北来看,榴辉岩主要分布于红安群中,且与大理岩、石墨片岩、变基性岩等呈平行产出。如果原红安群与原宿松群可以对比的话,那么在菖蒲一带发现的浅变质岩层,特别是浅粒岩(变酸性火山岩)也应与其大体相当。由此看来,在大别山南部即超高压变质带出露范围内,其地层(原岩系统)应属新元古代。在大别山北部的一些片麻岩体内均残存有大小不等的表壳岩包体,其中以黑云斜长片麻岩、斜长角闪岩、角闪岩、磁铁石英岩为主,以及少量麻粒岩相岩石,均遭受强烈变形改造,有早期片理或片麻理存在,它们的时代可能属前震旦纪(即新太古-中元古代)。这些表壳岩层与大别山南部浅变质岩层之间应有一重要构造界面,即不整合界面或大的韧性构造界面,最近作者已有一些重要发现,但详细的工作仍在进行中。还需提及的是,在岳西回龙山一带呈NW向产出的夕线石英片岩、夕线石英岩,呈大小不等的包体产于片麻岩(变形侵入体)中,很显然是富铝的原岩经受接触变质作用的产物,它与宿松南部的蓝晶石英片

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.

岩的原岩特点非常相似。此外,通过系统填图相继发现并确定,在岳西县城西桃园寨存在129~136 Ma的中生代火山岩与火山机构,其岩石类型和地球化学特点与北淮阳毛坦厂组火山岩一致[18~19]。据现残存的火山地貌和出露标高,并考虑北淮阳地区晚侏罗世到早白垩世火山活动所形成的火山—沉积物平均厚度,推测其剥蚀深度1~3 km。这与白马尖复式杂岩体内天河尖和马家河超单元侵入体被抬升约3 km的推论相吻合(管运材,1995),且应发生于晚侏罗世以后。

2.2　变形特征

关于大别造山带及其内部次级构造单元的构造变形特征和构造型式,在不同时期有不同的认识。《安徽省区域地质志》据1:20万填图资料,将大别造山带称岳西台拱,是由蚌埠运动形成的大别复背斜,整体为向东倾没的不对称房盖状复背斜,依据片麻理产状多变,认为其内部结构复杂,构造方向多变,由一系列复式背、向斜所组成。被磨子潭—晓天断裂带所分割的北淮阳地区,其主体为海西—印支期形成的金(寨)—霍(山)复向斜。在南部原宿松群分布地区,为凤阳旋回所形成的二郎河复向斜。张八岭地区为皖南期所形成的复背斜[12]。20世纪80年代后期开展的1:5万地质填图,由于运用构造解析理论和方法,将多期叠加变形、韧性剪切变形等引用到变质岩区填图实践,划分出不同类型和级别的韧性剪切带,以及多期变形形成的构造要素。徐嘉炜[20]提出大别造山带是华北与扬子板块的碰撞对接带。超高压岩石的确定,对区内由板块碰撞形成的构造格局研究,取得了很大进展[14],提出了很多碰撞造山带模式。但对大别山主体属扬子板块还是属华北板块?缝合带在哪里?华北与扬子板块中哪个是仰冲板块?区内出现的超基性岩带是基性—超基性侵入岩还是蛇绿混杂岩?是不是代表洋壳残片?这些重大地质问题仍存在分歧,还缺乏更扎实的基础地质资料。

2.2.1　构造型式

区内构造变形主要有3期:晚期表现为强烈隆升和逆冲。主期形成以早期片理—片麻理为变形面的线状褶皱,其轴向平行于造山带展布,有非常发育的扇形折劈理系统。早期以顺层韧性剪切为主形成的顺层面理、层间剪切、层内褶皱及矿物生长线理和拉伸线理为标志特征,并构成一些相互叠置的构造岩片。上述不同期变形在不同构造分区有不同的表现型式。

(1)北淮阳地区:早期为自南东东向北西西的顺层韧性剪切,形成发育的层内褶皱(F_1)、顺层面理和糜棱面理(S_1)及矿物生长和拉伸线理(L_1)。主期形成以油店—霍山为轴向的叠加复式向斜。晚期形成一系列断面北倾,自南而北滑移的逆冲岩片,并在金寨—霍山以北形成一系列推覆在石炭系及红层上的断面南倾的逆冲断层[2]。

(2)张八岭—和含巢地区:早期为自北北东向南西西的顺层剪切,形成一系列自北北东向南西西,从露头到填图尺度的倒覆褶皱及面理系统。在张八岭西冷岩组分布区有广泛发育的以蓝闪石为代表的矿物生长线理和砾石拉伸线理(L_1)。主期为一系列北北东、北东向线型褶皱,形成一系列紧密复式背向斜。在早期倒覆翼则形成背形向斜和向形背斜构造。晚期在张八岭地区形成较开阔的北北东向隆起及一系列与主期褶皱轴向一致、自北西向南东推覆的逆冲断层。在含山—巢湖一带发育一系列相互逆冲推覆的断片,将老地层逆冲于磨山组(J_1)之上[10]。

(3)大别山—宿松地区:大别山和宿松地区是一个整体,原宿松群与原大别群之间并没有截然的分割界线。其构造变形特征是:晚期总体显示为向东倾伏的穹隆式背形构造。其主要依据是:①早期的面理系统产状在北部向北、北西倾,在南部向南、南南东倾,在东部向东倾,构成向东倾伏的背形;②内部出露的地层宿松岩群向东断续延伸到桐城,经廖叶湾向北与仙人冲岩

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.

组相连,构成向东倾伏的半封闭构造。大别北部榴辉岩的发现和确定,也展现出不对称的背形构造。主期为以早期片理—片麻理为变形面的紧密线型褶皱。其枢纽产状多变,从总体来看在西部呈近NWW—EW向,自中部向东由NW→NNE向。1:5万主薄源幅仰天凸向形、英山沟背形等的再次确定,证明1:20万区调图幅所确定的构造轴向基本上是正确的,但不能确定是否为背、向斜构造。早期构造型式,在大别山区由于缺乏特征的岩层标志而难以确定。但宿松地区,以及近期完成的菖蒲、牌楼两幅1:1万地质填图表明,为一系列由构造岩带(糜棱岩、滑断片岩等)所分割并相互叠置的岩片。在各岩片内发育层内褶皱、钩状褶皱及连续劈理、片麻理、糜棱理带和不同的矿物线理、生长线理,以及由榴辉岩等所组成的布丁。由菖蒲幅所显示的早期封闭褶皱(F_1)被主期北北西向褶皱叠加;牌楼幅所显示的由超高压岩石组合构成的岩片被主期NNW向褶皱所叠加,两者共同表明了本区构造的主要特征。矿物和拉伸线理展布的方向(NW—NWW向)和小褶皱的轴向也表明其运动方向自北西向南东再向东。上述资料表明,大别山区与北淮阳地区、宿松地区是一个整体,其间不存在重要的分划性界面,同属扬子地块的一部分。与华北地块的分界可能在北淮阳构造带的北部。两地块边缘的构造变形和深部地质资料共同显示,扬子与华北地块呈相向对冲的构造型式,其造山带主体为一强烈抬升并向两侧逆冲的似扇形穹隆式构造[21]。

2.2.2 构造形成时限

前已述及大别山区及邻区主要构造型式由3期变形叠加所形成,现据有关资料对各期变形发生时限作如下分析。

晚期变形发生于早侏罗世后至喜山期,主要依据是:①据《安徽省岩相古地理图册》[11],早侏罗世与晚三叠世岩相古地理图有明显不同。早侏罗世大别山区已经形成,并在庐江冶父山一带被河流相沉积所包围。②晚侏罗世早期在岳西附近已发现与北淮阳毛坦厂组岩石特征一致的火山岩层及火山机构,且在冶父山一带北淮阳地区与庐枞地区火山岩相连接,表明大别山区与两侧同为火山活动区。③在大别山两侧北淮阳地区和张八岭—和含巢地区,发育一系列轴向与盆地边缘一致并向外侧逆冲的推覆构造,特别是在和含巢地区形成一系列互相叠覆的逆冲推覆片体,使老地层逆掩于侏罗系之上。

早期与主期变形形成于印支期,主要是在晚三叠世到早侏罗世间,主要依据是:①在张八岭—和含巢地区,除缺失晚志留世末期到中泥盆世的地层,以及在青白口系与震旦系、震旦系与寒武系、下石炭统间有沉积间断外,基本为连续沉积。而青白口系西冷岩组到三叠系地层所发生的变形,仅有强弱差异,其变形序列是一致的。自青白口纪到三叠纪地层间未发生大的构造运动和强烈的构造不整合。仅在加里东运动与海西运动期间有大规模的地壳抬升,而且主期变形明显叠加于早期变形之上,共同形成NNE、NE向线型褶皱,并同时影响三叠纪晚期的马鞍山组,又同为下侏罗统磨山组(砂砾岩)不整合覆盖。②在北淮阳地区,出露的庐镇关岩群、佛子岭岩群及含化石的石炭系,共同遭受两期强烈变形。皖豫交界的杨山煤矿就发育有同斜褶皱构造。上石炭统胡油坊组含砾岩层中有佛子岭群的砾石出现,仅表明在胡油坊组沉积前该区有一次抬升。③在大别山及宿松地区,由于没有地层条件的限制,强烈的变形与变质作用所发生的时间难以定论,但大量测年资料均表明主要变形变质作用发生于印支期。

2.3 岩浆活动

大别山区及邻区有广泛的岩浆和火山活动。对中生代岩浆侵入和火山活动事件,已有大量

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.

文献报道，本文不再述及。大别山及邻区广泛存在新元古期（8~6亿年）的岩浆侵入事件。如在北淮阳地区，由原小溪河组中解体出的二云钾长片麻岩、钾长片麻岩，其锆石U-Pb法年龄为688 Ma、(741±3)Ma；在大别山区及宿松地区从原大别群及原宿松群解体出的花岗闪长质片麻岩和二长花岗质片麻岩，其锆石U-Pb年龄600~700 Ma，在肥东浮槎山从阚集群解体出的花岗闪长质片麻岩，其U-Pb年龄为(765±89)Ma，而且这些花岗质岩石都遭受强烈变形改造[13]。钱存超等进一步确定大别山超高压变质带存在变质A型花岗岩，其锆石U-Pb同位素年龄为 (685+41)Ma[22]。大别山迄今还未确定有加里东期、海西－印支期花岗岩，但可能有少量存在。

区内超基性岩－基性岩主要有两期。早期为产于原大别山群中的一些变超基性－基性岩，它们遭受强烈韧性变形，并与围岩同步卷入褶皱。而大量的超基性岩主要是中生代侵入岩，如小河口辉石岩－辉长岩体与围岩、沙村的辉石岩体与新发现的火山岩均有明显的侵入关系。李曙光等[23]在祝家铺、小河口和轿子岩所测定的锆石U-Pb年龄在123~130 Ma之间，均表明它们是中生代形成的侵入体。

2.4　变质作用

张八岭地区蓝片岩、宿松地区“黄片岩”和白片岩、大别山区榴辉岩中柯石英的发现和确定，对大别造山带高压－超高压变质作用的研究引起了国内外地学界的极大关注，并进入一个新的研究阶段。但是，由于缺乏对产生高压－超高压变质岩石的地质构造环境，特别是与围岩接触关系及相互年代学的研究，以致对高压－超高压岩石的原岩类型、形成机制、时空关系、折返过程等一些重大问题仍存在意见分歧，据作者等的调查作以下讨论。

(1)张八岭地区的蓝片岩带主要分布在张八岭岩群西冷岩组中，并一直断续西延至宿松而进入湖北的原随县群及原红安群中，明显受层位控制，主要与变基性细碧质火山岩有关。蓝片岩的特征矿物蓝闪石呈明显的定向排列并生长在S_1面上，与西冷岩组上部及苏家湾组中变火山角砾的拉长定向完全一致，构成区内NNE－NNW向拉伸线理。过去认为这些线理与郯庐断裂带左行平移有关，但这些线理毫无例外地都生长在S_1面上，显然与区内早期变形F_1褶皱有关，因此蓝闪石线理是印支期形成的，很多矿物测年资料也证实了这点[24]。

(2)宿松地区的“黄片岩”主要是含黄玉的蓝晶石英岩，荆延仁等[25]认为是高温高压变质作用形成的，属超高压变质带。最近江来利等[26]在太湖花凉亭水库大坝发现蓝晶石－滑石组合的白片岩，原岩可能是高压流体交代的细晶岩。含黄玉的蓝晶石英岩呈层状、似层状产出，并夹于变酸性火山岩中，黄玉呈明显的定向排列并构成明显的S_1面理，表明这些矿物的形成早于强韧性剪切变形阶段，显然黄玉可能也是与热液有关的矿物，但它们确实经受了强变形作用的改造。但与以蓝闪石为标志的蓝片岩为不同期的产物，两者并不构成明显的变质分带。

(3)对大别山榴辉岩的研究最为深入，发表的文献资料很多。主要认识是：榴辉岩原岩是基性火山岩和泥灰岩，印支期由于板块俯冲到地壳深处（>70 km），经超高压变质作用所形成，并以含不含柯石英为标志划分成超高压（热）榴辉岩和不含柯石英（冷）榴辉岩。还认为大别造山带自南而北形成蓝闪片岩－冷榴辉岩－含柯石英榴辉岩的高压－超高压递增变质带[14]。这里有几个问题值得探讨：

①榴辉岩是否全是变质作用成因，有没有岩浆成因的？刘国惠等[27]早就提出大别造山带榴辉岩可能属岩浆成因，近期高天山等[28]在菖蒲浅变质岩中发现呈脉状产出的榴辉岩，顾连兴与作者等在大理岩中发现呈布丁状的榴辉岩与大理岩间有交代蚀变关系，以及在毛屋、碧溪岭超

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.

基性岩中由不同矿物成分(石榴石、绿辉石等)组成的分溶条带和矿物出溶现象,均表明它们与哈萨克斯坦柯切塔夫地块中含金刚石榴辉岩有可比性,有可能属岩浆成因[29]。

②关于榴辉岩形成时代,尽管大量的测年资料表明是印支期[30],但也有部分测年资料表明是700~800 Ma、500 Ma,可能是多期形成的[31]。特别是野外地质证据不支持榴辉岩是印支期形成的:一是产于变花岗岩中的榴辉岩呈大小不等的布丁,其接触带也都已退变成角闪石,内部仍是榴辉岩,表明是一种被交代蚀变关系,花岗岩测年数据是600~800 Ma,榴辉岩应早于600~800 Ma[22]。另在山东诸城万家沟[32],以及近期由作者等与张希道等共同观察确定在日照安东卫等地都见有花岗片麻岩(862~831 Ma)呈脉状穿切于榴辉岩中,进一步表明榴辉岩应形成于晋宁期。二是榴辉岩本身经受强韧性剪切变形,表现为呈布丁状产于大理岩及片麻岩中,而且两者的糜棱面理完全与F_1轴面一致,表明这些榴辉岩的形成应早于变形(F_1)期,因此它们也应是前印支期形成的。

③冷、热榴辉岩的划分已有一些人提出异议,近期荆延仁等[25]在宿松地区于角闪石、蓝晶石中发现柯石英,表明宿松地区确有柯石英的存在,而且冷、热榴辉岩的界面也难以确定。

④大别造山带内存不存在由蓝片岩—白片岩—含柯石英榴辉岩的分带,并与深俯冲作用有关?前已述及,蓝片岩主要赋存于西冷岩组变基性岩层中,黄玉石英岩等的原岩与火成热液有关,但它们经受了强韧性剪切变形,而且这两者主要均产于中浅变质岩系的张八岭岩群与宿松岩群之中。从这两个群整体来看大多数岩层属浅变质,有的岩层还保存了很好的原生沉积和火山韵律构造,属于受轻微变质的岩层。前已述及,D_1变形期形成于地壳中浅至中深层次,由于应力不均而明显构成强弱分带,在强变形带的S_1面上只要原岩成分合适就可形成蓝闪石或使黄玉遭受变形。同样,大别山区也存在浅变质岩层和大量变形花岗岩,它们没有超高压矿物出现,也应是在不均匀的强变形带中,榴辉岩经受强烈的韧性变形改造。

由上述问题引出的是对变质作用、变质矿物温压计算条件的分析提出了质疑。因为在地壳深部的构造变动,温压条件有许多不确定因素,目前实验条件还难以模拟出真实情况,这些计算只能作为参考,必需从野外大量观察中思考出正确的推论。此外,据从柏林等报道,在青岛仰口榴辉岩中发现粒间柯石英,在诸城桃行榴辉岩的围岩花岗质片麻岩的锆石中发现了柯石英包体。Zhang R.Y.等人在苏北东海的石榴辉石岩的顽火辉石中发现了斜顽辉石出溶条纹,与在Alpb Arami地体的橄榄岩中有微米级的$FeTiO_3$棒及束状单斜辉石,与常作为石榴石的环边产出等出溶现象有相似的温压条件,并推测其形成深度大于250 km,可能达300~400 km[33]。其围岩也经受了超高压变质作用,对此还存在认识分歧。又据郑永飞等[34]对苏鲁—大别山地区超高压变质岩的氧、碳、氢同位素研究,超高压变质岩石形成前曾与大气水进行过氧同位素交换,但其俯冲到地幔深处时,却未与地幔物质产生交换,也无大规模流体活动。这与深俯冲过程中应有较强的地幔流体作用的事实相悖,因此对其成因尚待进一步研究。

3 问题讨论

在上述研究成果的基础上,对该造山带的形成演化及地球动力学过程提出了两种截然不同的设想(或模式):一种是板块碰撞造山[14,33]:认为区内超高压岩石是大陆壳岩石俯冲到40~70 km,或100 km,甚至200~300 km,经超高压变质作用后折返到地表的。其碰撞时期是印支期,碰撞带在该造山带北部(北淮阳构造带北界)、内部(南、北大别山造山带之间)或南部。其地球

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.

动力学过程主要是地幔对流导致两板块的俯冲碰撞。也有人对碰撞方式(软碰撞、点碰撞)、碰撞时间(晋宁期、加里东期、海西期)提出不同意见。另一种是非碰撞造山[21,35]:强调该造山带是中国大陆地块内部(即华北与扬子地块)多次裂解和汇聚的产物。中新元古代之间(即晋宁期)是中国大陆地壳的一次重要裂解和汇聚时期。中元古代,在太古—古元古代大陆地壳基础上,裂解为华北、扬子两大地块;中元古代末,两大地块产生汇聚,发生晋宁运动。新元古代早期在此基础上再次裂解,形成新元古代早期海相火山活动和晚期含磷沉积,以及大量碳酸盐岩——白云岩的形成,并在特殊构造部位有大量地幔岩(即榴辉岩相)和稍晚的酸性岩浆侵入。在加里东期、海西期,其间地壳曾多次发生变动被抬升。随着深部的地幔大致顺沿现今造山带方向的流动的加强,导致地壳各层间岩层的差异运动,形成深层剪切流变和纵向拉伸线理,由于深部地幔物质的流失在物理学伯努里定律支配下导致横向挤压。印支期形成由中深到中浅层次的强烈变形和变质作用。燕山期由于热隆构造和岩浆底辟作用,引起强烈的隆升,形成现今的造山带构造格局。造山带形成过程中早期的裂解和汇聚作用以及晚期的岩浆底辟热穹抬升作用,均与全球的膨胀、收缩有关,而这种膨胀收缩是地球深部地幔物质(地幔流动和地幔柱喷溢)运动的反映。因此,大别造山带可能不是印支期由深俯冲作用导致扬子与华北板块碰撞形成的造山带,而是晋宁期汇聚—裂解并遭受后期多次(特别是印支期)变形改造的构造带。

参考文献:

[1] 汤加富,荆延仁,侯明金,等.安徽大别山—张八岭地区若干重要基础地质问题的新认识[J].中国区域地质,1996,(1):1-8.

[2] 汤加富,侯明金,石乾华,等. 北淮阳地区变质地层序列与构造变形特征[J].安徽地质,1995,5(3):50-59.

[3] 张鹏.北淮阳东段'小溪河组'的解体与构造环境的分析[J].安徽地质,1992,2(3):11-19.

[4] 马文璞,刘文灿,王果胜.梅山群的再定位,区域对比和构造含义[J].现代地质,1997,11(1):95-101.

[5] 汤加富,侯明金,高天山,等.大别山及邻区变质地层研究新进展[J].现代地质,1999,13(2):258-259.

[6] 汤加富,侯明金,高天山,等.重新认识宿松群[J].安徽地质,1995,5(2):41-49.

[7] 钱存超,贾十军.磨子潭—晓天断裂南侧发现佛子岭岩群[J].现代地质,2000,14(1).

[8] 侯明金,汤加富,高天山,等.安徽境内宿松群与大别山群接触关系性质的厘定[J].现代地质,1999,13(2):258-259.

[9] 汤加富,侯明金,高天山,等.安徽宿松群的甄别及时代归属[J].前寒武纪地质研究进展,2000,(1):1-10.

[10] 侯明金,吴跃东,汤加富,等.张八岭地区变质地层序列与构造型式[J].安徽地质,1999,9(1):26-29.

[11] 安徽省地质矿产局区域地质调查队.安徽省岩相古地理图册[M].合肥:安徽科学技术出版社,1990.135-231.

[12] 安徽省地质矿产局.安徽省区域地质志[M].北京:地质出版社, 1987.13-16.

[13] 周存亭,汤加富,高天山,等.大别地区片麻岩套的建立与成岩时代[J].安徽地质,1995,5(3):30-40.

[14] 徐树桐,刘贻灿,江来利,等.大别山的构造格局和演化[M].北京:科学技术出版社,1994.33-83.

[15] 汤加富,钱存超,高天山.大别山区榴辉岩中浅变质火山—碎屑岩层组合的发现及其地质意义[J].安徽地质,1995,5(2):30.

[16] 董树文,王小凤,黄德志.大别山超高压变质带内浅变质岩片的发现及其意义[J].科学通报,1996,41(9):815-820.

[17] 谢智,陈江峰,董树文,等.大别造山带南部浅变质岩的锆石U-Pb年龄[J].地球学报,1999,20(4):335-340.

[18] 钱存超,贾十军.安徽大别山腹地中生代火山岩的发现及其地质意义[J].安徽地质,1998,8(1):28-31.

[19] 周存亭,高天山,沈荷生,等.大别山腹地桃园寨中生代火山机构的厘定及其地质意义[J].中国区域地质,1998,17(3):232-236.

[20] 徐嘉炜,刘德良,李秀新.中国东部中生代南北陆块的对接[A].见:庆祝中国地质学会成立60周年论文选集[C].北京:地质出版社,1987.99-122.

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.

[21] 汤加富,荆延仁,侯明金,等.安徽大别山—张八岭地区新的构造格局与非板块碰撞造山过程[J].安徽地质,1995,5(3):1.
[22] 钱存超,路玉林.大别山超高压变质带中A型花岗岩的确定及成因探讨[J].安徽地质,1999,9(3):165-171.
[23] 李曙光,洪吉安,李惠民,等.大别山辉石岩—辉长岩的锆石U-Pb年龄及其地质意义[J].高校地质学报,1999,5(3):351.
[24] 荆延仁,汤加富,高天山,等.安徽张八岭蓝片岩带的矿物分带[J].中国区域地质,1996,(4):289-294.
[25] 荆延仁,等.安徽宿松高压变质带蓝晶石黄玉柯石英的发现及其意义[J].长春地质学院院报,1994,24(3):349-350.
[26] 江来利,徐树桐,吴维平,等.大别山东段超高压变质带蓝晶石石英岩中的白片岩组合[J].科学通报,1999,43(14):1540.
[27] 刘国惠,丛曰祥,徐惠芬,等.华中榴辉岩域的岩浆型榴辉岩及其形成机制[J].地质论评,1997,43(4):35.
[28] 高天山,汤加富,周存亭,等.大别山低绿片岩相火山碎屑岩中榴辉岩脉的发现[J].科学通报,1997,42(16):1758-1961.
[29] MARAKUSHEV A A,Sang Longkang,Liu Rong.Heterogeneous nature of diamondiferous metamorphic complexes of Kokchetav block, Kazakhstan, and Dabieshan, China[J].地学前缘,1998,5(3):39-48.
[30] 李曙光,等.中国华北、华南陆块碰撞时代的钐—钕同位素年龄证据[J].中国科学(B),1989,(3):213-319.
[31] 简平,等.大别山东部含柯石英榴辉岩锆石U-Pb测年——多期超高压变质作用证据[J].华南地质与矿产,1996,(4):12.
[32] 顾德林,张长厚,陈建强,等.胶南隆起北部地质构造特征及其演化[M].武汉:中国地质大学出版社,1996.55-56.
[33] 从柏林,王清晨,叶凯.大陆深俯冲作用:来自超高压变质岩的证据[J].中国科学基金,1999,4:194-197.
[34] 郑永飞,傅斌,肖益林.大别山榴辉岩氢氧同位素组成及其地球动力学意义[J].中国科学(D),1997,27(2):121-126.
[35] 汤加富,侯明金,高天山,等.秦岭—大别—苏鲁造山带地质研究新进展——论中国中东部弧形构造带成因[A].见:任纪舜,杨巍然主编.中国东部岩石圈结构与构造岩浆演化[M].北京:原子能出版社,1998.95-101.

Progress in regional geological surveys in the Dabie Mountains, Anhui, and their adjacent areas: with a discussion

TANG Jia-fu[1], QIAN Cun-chao[1], LOU Qing[2]
(1.*Anhui Institute of Geological Survey, Hefei* 230011, *China*; 2.*No.*327 *Geological Party, Anhui Bureau of Geology and Mineral Exploration and Development, Jingxian* 230001, *Anhui, China*)

Abstract: Through geological surveys and intensive studies of the Dabie Mountains, Anhui, and their adjacent areas, the authors have reestablished the tectonostratigraphical sequences of various sectors of the study regions and their correlation scheme, deciphered the features, tectonic styles and timing of three phases of tectonic deformation, ascertained the existence of a large amount of Neoproterozoic alkaline metagranites, and put forward their own views as to the origin and age of eclogites and whether there exists metamorphic zoning of blue schist-yellow schist-eclogite. On that basis they advance the view of Indosinian non-collisional orogeny for the formation mechanism of the Dabie orogenic belt.

Key words: Dabie orogenic belt; stratigraphic sequence; Neoproterozoic metagranite; blue schist,; eclogite; non-collisional orogeny

© 1994-2007 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.