

文章编号: 1009-3850(2006)04-0062-07

安徽北淮阳复向斜形成时间及其构造意义

柳忠泉¹, 曹高社², 黄开权¹, 张建军³

(1. 中石化胜利油田 地质科学研究院, 山东 东营 257015; 2. 河南理工大学 资源与环境学院, 河南 焦作 254000; 3. 河南省地质科学研究所, 河南 郑州 450051)

摘要: 本文运用盆-山耦合的研究方法, 探讨了北淮阳复向斜的形成。石炭纪以后、晚三叠世以前, 华北南部的淮南地区和北淮阳地区的沉积特征和构造特征是可以对比的。北淮阳构造带叠加复式向斜和淮南复向斜及“徐宿弧”具有相似的褶皱构造形态、轴迹展布方向和矿物拉伸线理方向, 并在统一的应力体制下产生, 系北西西向左行走滑作用的强制性褶皱。据此, 间接地确定了北淮阳复向斜的形成时间为中—晚三叠世。大别地块的隆升可能是大陆折返过程中“构造挤出”的结果, 导致不同类型和不同等级变质岩共存在一起, 形成构造加积杂岩。

关键词: 北淮阳; 复向斜; 形成时间; 盆-山构造; 安徽

中图分类号: P542⁺.2

文献标识码: A

北淮阳构造带夹持于合肥盆地与大别地块之间(图 1), 其主要褶皱型式为轴迹呈北西西走向的叠加复式向斜。确定该复式向斜的形成时间可以为合肥盆地的成生和演化及大别地块的隆升历史提供重要的约束条件。本文结合合肥盆地的最新地质成果, 尝试以盆-山耦合的研究方法进行探讨。

1 北淮阳复向斜的构造特征

北淮阳构造带的主要褶皱型式为轴迹呈北西西走向的复向斜, 十八盘-三合叠加复式向斜(图 2) 是其主要组成部分, 该向斜轴迹由北西向南东经金寨县洪冲、黑桃岭至六安县十八盘, 全长 50 余公里, 轴迹走向 310° 左右, 平行于区域构造线方向; 组成该褶皱的地层主体为佛子岭岩群, 其标志层向北西西方向封闭, 南东开口。石炭系梅山群构成该复式向斜的北翼和转折端^[2~1]。该褶皱南侧发育轴迹与之平行的佛子岭-毛坦厂复向斜。这些褶皱均被燕山期岩浆岩及近东西向断裂的后期活动所分割, 使其形态

不完整。并且, 平行于褶皱轴迹发育于佛子岭群中的近水平的北西西向矿物拉伸线理(图 3a) 也被侏罗系火山岩切割。

由此分析北淮阳构造带复向斜的形成时代应为石炭纪之后, 燕山期岩浆岩产生之前。

据研究, 该区最老的燕山期岩浆岩年龄为 150Ma 左右^[5~7], 相当于晚侏罗世, 亦即晚侏罗世之前该叠加向斜已经定型。由于区内缺失石炭系与侏罗系之间的地层, 给精确地直接确定主变形期的形成时间带来了困难, 但从盆-山耦合的方法, 可以为此提供重要的信息。

2 石炭纪以后、晚三叠世之前的构造和沉积特征

石炭纪之后, 晚三叠世之前, 北淮阳区和淮南区具有以下主要特征:

(1) 淮南地区二叠纪煤盆和海陆交互层, 从岩相和厚度方面都是向南开放的^[8,9]。马文璞进一步认

收稿日期: 2006-03-05; 修改日期: 2006-08-01

第一作者简介: 柳忠泉, 1966 年生, 博士, 从事油气地质和勘探方面的研究。

资助项目: 国家自然科学基金(40172072)。

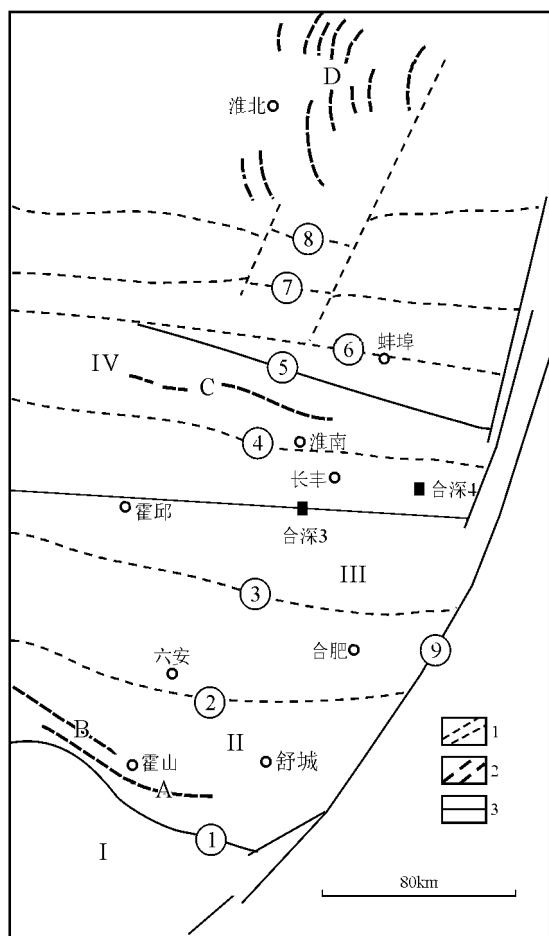


图1 大别地块北部构造地质简图

1. 断裂; 2. 褶皱; 3. 地震剖面。I. 大别地块; II. 北淮阳构造带(北淮阳区); III. 合肥盆地; IV. 淮南区(包括徐宿区)。①. 晓天-磨子潭断裂; ②. 舒城断裂(北淮阳构造带北界); ③. 六安断裂; ④. 固始-合肥断裂; ⑤. 寿县-定远断裂(合肥盆地北界); ⑥. 刘府断裂; ⑦. 怀远断裂; ⑧. 利辛断裂; ⑨. 泗县断裂。A. 佛子岭-毛坦厂复向斜; B. 十八盘-三合复向斜; C. 淮南复向斜; D. “徐宿弧”

Fig. 1 Simplified geological map showing the distribution of geological structures in northern Dabie landmass
1=fault; 2=fold; 3= seismic profile. I = Dabie landmass; II= North Huaiyang region; III= Hefei Basin; IV= Huainan region (including Xuzhou-Suzhou region). ①= Xiaotian-Mozitan fault; ②= Shucheng fault; ③= Luan fault; ④= Gushi-Hefei fault; ⑤= Shouxiang-Dingyuan fault; ⑥= Liufu fault; ⑦= Huaiyuan fault; ⑧= Lixin fault; ⑨= Sixian fault. A= Foziling-Maotanchang synclinoria; B= Shibapan-Sanhe synclinoria; C= Huainan synclinoria; D= “Xuzhou-Suzhou arc”

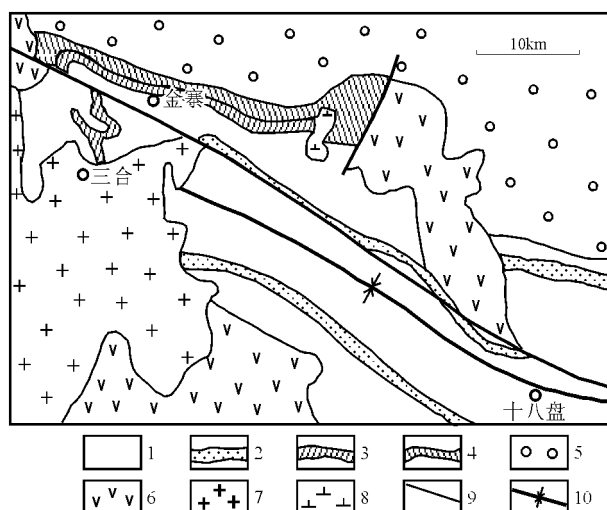


图2 北淮阳东段十八盘-三合复式向斜地质构造图(据文献^[1]修改)

1. 佛子岭岩群; 2. 石英夹斜长二云石英片岩; 3. 大理岩; 4. 石炭系; 5. 侏罗-古近系; 6. 上侏罗统火山岩; 7. 燕山期花岗岩; 8. 燕山期石英闪长岩; 9. 断裂; 10. 主向斜轴迹

Fig. 2 Geological structures in the Shibapan-Sanhe synclinoria (modified from Tang Jiafu *et al.*, 1995)

1= Foziling Group Complex; 2= quartzite intercalated with plagioclase two-mica quartz schist; 3= marble; 4= Carboniferous; 5= Jurassic-Paleogene; 6= Upper Jurassic volcanic rocks; 7= Yanshanian granite; 8= Yanshanian quartz diorite; 9= fault; 10= major traces of the synclinoria

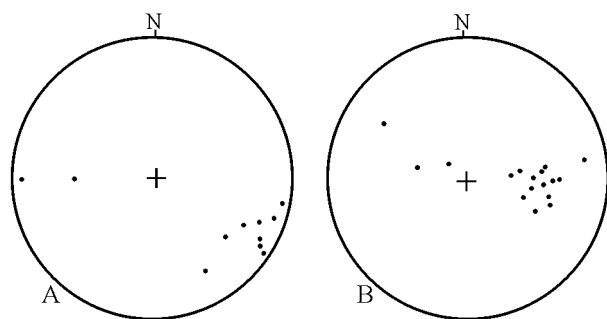


图3 北淮阳地区和淮南地区矿物拉伸线理赤平投影图

A. 北淮阳地区^[3]; B. 淮南地区^[4]

Fig. 3 Stereograms for the mineral elongation lineation of the minerals from the North Huaiyang and Huainan regions

A= North Huaiyang region (after Okay *et al.*, 1993);

B= Huainan region (after Xu Shutong *et al.*, 1994)

为华北板块南部晚古生代期间的海退未止于徐淮地区,而北淮阳石炭系与整个秦岭带内部的石炭系有着相同的相变趋势和岩性组合^[10]。晚石炭世后期,华南海逐步向北超覆,使晚石炭世之前独立存在的华北与扬子之间的海域连成一片,并在北淮阳地区

和淮南区出现古生物地理上的“混生”与“过渡”^[11,12],当时大别地块并未形成^[13,14]。所以,石炭一二叠纪北淮阳地区与淮南区的古地理特征是能够进行对比的。

(2) 杨坤光等通过同位素定年及裂变径迹方法

对北淮阳地区的构造阶段进行了研究,认为该区第一次构造运动的峰期发生在350~300Ma,第二次构造运动的峰期发生在230~150Ma^[9],而此间为相对平静期,基本对应着石炭纪之后和晚三叠世之前的期限,说明北淮阳区此间的构造体制是延续的;淮南区二叠系组、统之间以及与三叠系和石炭系之间皆为整合接触,说明这一期间淮南区构造格局也没有显著的变化。所以,两区的构造体制在石炭纪以后、晚三叠世之前也是可以对比的。

(3) 淮南地区在下三叠统沉积之后,产生隆起,缺失中—上三叠统,北淮阳地区则具有时代为中—晚三叠世的高峰变质年龄^[9]。所以早三叠世之后,淮南区和北淮阳区产生了统一的构造运动,即印支运动。

(4) Meng 等认为,继商丹缝合带在泥盆纪晚期闭合后,在南秦岭与华南板块之间产生洋盆,于晚三叠世,两者沿勉略缝合带闭合,完成了华北与华南板块的最后联合^[15]。这不仅说明淮南区和北淮阳区在石炭纪以后,晚三叠世之前的亲缘性,而且也与北淮阳区泥盆系花园墙组^[16]与早石炭世杨山组之间的不整合相一致。

综上所述,石炭纪之后、晚三叠世之前,北淮阳区和淮南区的沉积特征及构造特征是可以进行对比的,通过盆—山耦合关系可以间接地确定北淮阳构造带主变形期的形成时间。

3 北淮阳区与淮南区褶皱特征的对比

与北淮阳区的褶皱相同,淮南地区的褶皱性质亦表现为轴迹呈北西西向并向北西方向突出的复向斜构造(图1),该褶皱的轴迹西起板集,经展沟集、桂集,到田家湾,全长约50km;由寒武系、奥陶系、石炭系、二叠系、下三叠统组成,褶皱两翼近于平行。该区以部发育“徐(州)—宿(州)推覆体”(“徐宿弧”)(图1),由一系列轴向北东的短轴状舒缓背向斜组成,总体平面上为一系列向北西方向突出的弧形,其卷入的地层除上述古生界和中生界外,在东部新元古界张八岭群也卷入其中^[4],其中拉伸线理方向为北西西向(图3b)。王道轩等通过对“徐(州)—宿(州)推覆体”淮北刘桥地区砂岩石英光轴组构研究,发现石英碎屑颗粒光轴(c)极密优选方位也与区域构造线方向十分吻合,其最大主应力方向为310°^[17]。

由此认为,淮南区(包括徐宿区)的褶皱构造形态、轴迹展布方向和拉伸线理方向,和北淮阳地区是

极其一致的。

4 北淮阳复向斜的形成时间

既然北淮阳与淮南区的沉积构造特征以及褶皱型式可以对比,那么通过确定淮南区褶皱构造的形成时间,可以间接地确定北淮阳复向斜的形成时间。

淮南区早三叠世地层卷入叠加复式向斜之中,这一时间可做为复向斜形成事件的下限。其上限可以根据淮南地区和合肥盆地的构造对比进行确定。淮南地区褶皱构造的北侧以刘府断裂为界与蚌埠隆起相邻。蚌埠隆起出露为太古宇,但太古宇在刘府断裂南侧仍有出露,与古元古界白云山组不整合接触,且白云山组与上覆地层(新元古界—古生界)亦没有断层切错,所以蚌埠隆起并非起因于刘府断裂构造。淮南地区褶皱构造南侧,寿县断裂与肥中断裂之间,经地震、重力和电法等综合地球物理资料标定,反映出合肥盆地北部为一隆起区——霍邱隆起(图4),并经钻探(合深3井)揭示,中生界之下为灰黑色黑云母钾长石片麻岩,它与淮南区出露的太古宇相同。此外,定远—寿县断裂南侧定远附近的合深4井,在井深2177m钻遇厚度为332m,岩性为棕色砂岩与棕褐色泥岩互层夹多层煤线和砂砾岩的地层。据孢粉分析,其时代属二叠纪无疑,可与淮南区的二叠系对比。所以,寿县断裂南侧合肥盆地基底面貌完全可以与淮南地区进行对比,霍邱隆起与蚌埠隆起相似。

霍邱隆起太古宇之上的中生代地层主要为棕红色、灰白色砂岩与红色泥岩不等厚互层。经孢粉分析,孢粉组合中裸子植物花粉含量(80.75%~96%)高于蕨类孢子的含量(4%~19.3%);裸子花粉中克拉梭粉(*Classopollis*)的含量占绝对优势(占总量的38.6%~84%),该组合的繁盛期主要在早侏罗世—早白垩世。根据该组合中没有出现任何其它早白垩世繁盛分子或特征分子,因此排除了该组合时代属于早白垩世的可能。其次,组合中无肋两气囊花粉的含量显著,这是我国许多地区早、中侏罗世孢粉组合的特征之一。此外,早侏罗世繁盛分子没有大量出现。由此该地层可归成早侏罗世晚期或中侏罗世,寿县—定远南侧合肥盆地北部的沉降大致发生在早侏罗世晚期或中侏罗世。

同时可以确定淮南区褶皱构造形成于早三叠世之后、中侏罗世晚期之前。另据合肥盆地地下侏罗统防虎山组与下伏地层明显的不整合接触,以及其沉积特征反映的A式前陆盆地的构造性质^[18],可以进

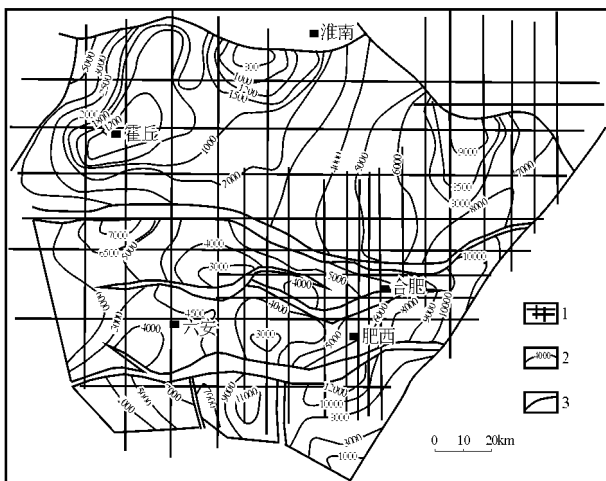


图4 合肥盆地 Tg 反射面(印支面)构造图

1. 地表测线; 2. 等深线; 3. 断裂

Fig. 4 Structural map of the Tg reflection surface (Indosinian surface) in the Hefei Basin

1= surface traverse; 2= isobath; 3= fault

一步确定淮南区褶皱构造形成于中—晚三叠世。这样,北淮阳构造带复向斜的形成时间也可以间接确定为中—晚三叠世。

淮南区(包括徐宿区)褶皱构造均被两侧北西西向断裂所限制。这些北西西向断裂向北西端收敛,南东端撒开,与秦岭—大别区该组断裂具有相同的变化趋势。秦岭—大别地区这些北西西向断裂中的糜棱岩多具中—晚三叠世的年龄值,并且具有走滑运动的特征(王义天,大别碰撞造山带的走滑断层作用,博士论文,1999),对朱夏断裂具有水平拉伸线理的糜棱岩采用薄板技术^[19],测得糜棱岩的Rb-Sr等时年龄为198.64.74Ma(图5),直接限定了该组断裂绿片岩相糜棱岩的形成时代,并且也限定了石英水平拉伸线理的时代;淮南区被褶皱卷入的最新地层为下三叠统,结合寿县—定远断裂南侧合肥盆地北部的沉降大致发生在早侏罗世晚期,推测围限它们的北西西向断裂可能在中—晚三叠世也有活动。

赵越等对大型走滑断裂系系统研究后认为,扬子地块与华北地块中三叠世至中侏罗世发生的旋转^[21~22],实际上是它们之间大型走滑运动的反映。研究区内近东西向矿物拉伸线理和石英光轴所反映的主应力方向可能为这一时期剪切运动的剪切应力方向。北淮阳和淮南区(包括徐宿区)的褶皱构造可能是北西西向左行走滑作用的强制性褶皱。

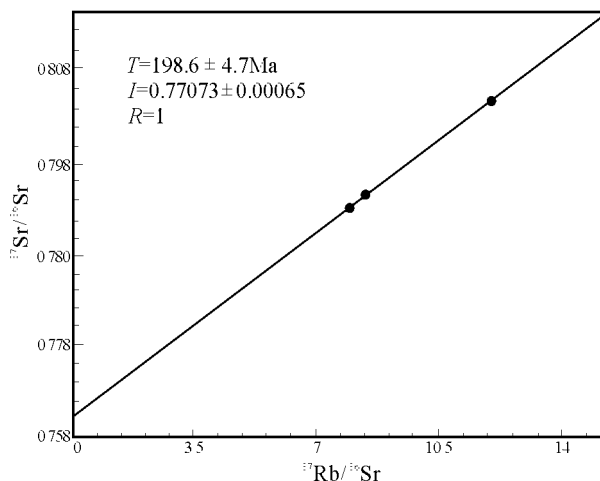


图5 朱夏断裂带糜棱岩薄板技术的 Rb-Sr 等时线年龄

Fig. 5 Rb-Sr isochron diagram of mylonite from Zhuxia fault

5 讨论

大别超高压地块具有广泛的印支期变质年龄^[23],与北淮阳复向斜的形成时间相当,那么这一时期大别地块与北淮阳构造带是否处于同一的构造体制?大别地块的隆升与北淮阳构造带同一时期形成的复向斜是否起因于同一运动机制?北淮阳复向斜的形成与同时期的走滑运动有关,那么,大别地块是否可由走滑运动所引起?Pichon 等和 Treloar 等对喜马拉雅碰撞造山带的研究认为,板块碰撞所导致的两个必然结果为垂直造山带的缩短作用和平行造山带的挤出作用^[24,25]。赵越等和 Kamp 等认为,沿着水平的大型走滑断裂,微小的垂直分量可以产生几十公里之巨的铅直断距^[20,26]。那么,大别地块沿着平行造山带的大型走滑断裂的挤出,并由此产生的隆升作用是否为其可能的形成机制

应该注意到,大别地块在许多方面都是特殊的:

(1) 大别地块内分布有广泛的印支期变质年龄,且高压—超高压变质岩的形成被认为是地壳俯冲至100km以上,并快速回返的产物^[27]。但令人费解的是,与印支期碰撞作用有关的地壳重熔型花岗岩在该区并不发育,多分布在陕西商州以西地区^[28]。

(2) 大别地块两侧岩层是对应的,大别地块好像是“外来”的。研究表明,北淮阳构造带内卢镇关群向西可与苏家河群相连,磨子潭构造混杂岩带(从小溪河组解体出的变质岩块)向西与苏家河群浒湾组、陡岭群断续相连,向南与宿松群和红安群相对比^[29]。汤加富等认为,华北地块南缘和扬子地块北缘均存在震旦纪—早三叠世不稳定的边缘海盆,遥

相呼应,并用南北两侧陆块向中部的缩挤构造,解释大别腹地的挤出^[1]。

(3) 大别地块内岩性极为复杂,且岩石变质和变形作用差异极大^[30]。周建波等认为,大别地块不同等级变质岩总体构成了扬子大陆板块俯冲的构造加积杂岩,北淮阳浅变质岩是板块俯冲过程中被仰冲板块刮削下来的沉积物及其下伏岩石,造山带内部的超高压块体与周边的浅变质岩和高压变质岩并非原始存在在一起^[31]。研究表明,大别地块内存在显著和强烈的差异隆升作用,不同次级的块体主要隆升时期的时代不同^[32,33],相同的块体也经历了多期的隆升阶段^[34],并具有不同的温-压演化历史^[35];各次级块体多以不同变质程度的韧性剪切带相分割^[36,37];大别造山带深部也存在多层近水平的滑脱层^[38,39]。这些说明,大别山“构造加积杂岩”的形成可能是地壳不同水平层次的块体在垂向上的差异隆升所致。

(4) 差异隆升的时代对应着大陆板块挤压和走滑的时代。大别地块及其次级块体强烈差异隆升的时期^[33~35]主要发生在印支—早燕山期(240~180Ma)、晚侏罗世—早白垩世(150~96Ma)和晚白垩世—古近纪(30Ma)。合肥盆地构造动力学背景表明,印支—早燕山期为华北陆块向大别造山带强烈的陆内俯冲时期,形成地壳浅表层次由南向北的推覆构造^[18],佛子岭岩群呈外来岩系推覆在石炭系之上,为一挤压时期,北淮阳复向斜的形成亦为印支期,且由佛子岭岩群与石炭系共同组成,系北西西向行走滑作用的强制性褶皱,表明印支期的走滑运动可能是由同一时期产生的挤压作用引起的。大别块体两侧的近东西向压性兼具扭性的韧性剪切带可能为限定大别块体从西向东挤出的边界断裂;晚侏罗世—早白垩世期间,合肥盆地内部主要表现为沿近东西向断裂的与走滑作用有关的盆地,以盆地南缘断裂(晓天—磨子潭断裂)北侧的晓天盆地为代表。晓天盆地位于北淮阳构造带东部,盆地内部主要发育了两套地层,其一为上侏罗统的钙碱性—碱性火山岩;其二为下白垩统的深湖相—半深湖相暗色泥岩沉积。对发育于北淮阳构造带的火山岩地球化学研究表明,该带火山岩在时间上具有明显的由挤压向引张的演化趋势^[40,41];在空间上,由西向东,不仅火山岩分布面积明显增大(1:5万霍山县幅、毛坦厂幅),而且,火山岩的形成环境也具有由挤压向引张的演化趋势;对该区下白垩统研究表明(1:5万霍山县幅、毛坦厂幅)^[42],由西向东,不仅其分布面

积明显增大,沉积相也逐渐转变为以深湖相为主。上述两个方面共同说明了,晚侏罗世—早白垩世期间,晓天盆地所在的北淮阳构造带西部较东部挤压作用较强,而东部主要为引张作用,产生深源的火山和断陷较为强烈的深湖相沉积。同一构造带在同一时期东、西部的差异,可能反映了由中侏罗世前的挤压作用转化为由平移作用控制的构造带内块体的由西向东的逃逸作用,与苏伊士地区 Najd 断层系的“大陆逃逸模型”相近^[43],其结果是形成了沿近东西向断裂的拉分盆地(如晓天盆地);晚白垩世—古近纪,合肥盆地表现为北断南超的半地堑盆地,明显反映了东西向断裂构造在这一时期为引张性质,同时,南阳盆地的地震勘探表明^[44],该时期的近东西向断裂也具有显著的走滑性质,对应着该时期大别块体内又一次强烈的差异隆升。

上述表明,大别块体的差异隆升与两侧大陆板块沿秦岭—大别活动带东西向构造性质的差异和同时伴随的走滑运动是相对应的,可能反映了大别块体及其内部次级块体多期的从西向东的挤出作用,由此造成了大别地块内岩性和变质变形作用的复杂性。

北淮阳构造带印支期褶皱构造的形成与相同时期发生的扬子板块向北和华北板块向造山带内部的陆内俯冲有关^[18],围限这些褶皱构造的北西西向断裂的形成与印支期俯冲碰撞过程中构造加积楔的形成格局一致,而大别超高压地块为俯冲板片折返过程中的挤出构造单元。

对于合肥盆地,由于北淮阳构造带北部的沉降,为判断合肥盆地的基底性质带来了困难。通过上述分析可知,北淮阳地区和淮南区在晚石炭世、二叠纪和早三叠世的构造体制是统一的,所以,除了盆地内一些古隆起和后期断裂的错失外,上石炭统、二叠系和下三叠统在盆地内是广泛分布的。

致谢:郑永飞教授审阅了全文,并提出了许多建设性的意见,谨表感谢。

参考文献:

- [1] 汤加富,荆廷仁,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—12.
- [2] 汤加富,侯明金,石乾华,等. 北淮阳地区变质地层层序与构造变形特征[J]. 安徽地质, 1995, 5(3): 50—59.
- [3] OKAY I A, SENGOR A M C. Tectonics of an ultrahigh-pressure metamorphic terrane: The Dabie Shan and Tonghai Shan Orogen,

- China [J]. *Tectonics*, 1993, 12(6): 1320—1334.
- [4] 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.
- [5] 杨祝良, 沈加林, 沈谓州, 等. 北淮阳中生代大别山侵入岩同位素年代学研究[J]. *地质论评*, 1999, 45(增刊): 674—680.
- [6] 杨坤光, 马昌前, 许长海, 等. 北淮阳构造带和大别山带的差异性隆升[J]. *中国科学(D)*, 1999, 29(2): 97—103.
- [7] 周泰禧, 陈江峰, 李学明. 安徽霍舒正长岩带侵入岩的 $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ 法同位素地质年龄[J]. *安徽地质*, 1992, 2(1): 4—11.
- [8] 王鸿祯, 杨森楠, 李思田. 中国东部及邻区中、新生代盆地发育及大陆边缘区的构造发展[J]. *地质学报*, 1983, 57(3): 231—223.
- [9] 韩树芬. 两淮地区成煤地质条件及成煤预测[M]. 北京: 地质出版社, 1990.
- [10] 马文璞. 大别山北麓的石炭系及其大地构造意义[J]. *地质学报*, 1991, 6(1): 17—26.
- [11] 金福全. 大别山区北缘的构造演化与古生物学[J]. *安徽地质*, 1995, 5(4): 1—10.
- [12] JIN FUQUAN. Carboniferous paleogeography and paleoenvironment between the North and South China Blocks in eastern China [J]. *Journal of Southeast Asian Earth Sciences*, 1989, 3(1—4): 219—222.
- [13] 陈廷愚, 牛宝贵, 刘志刚, 等. 大别山腹地燕山期岩浆作用和变质作用同位素年代学研究及其地质意义[J]. *地质学报*, 1991, 64(4): 329—335.
- [14] 陈江峰, 谢智, 刘顺生, 等. 大别造山带冷却年龄的 $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ 和裂变迹年龄测定[J]. *中国科学(B辑)*, 1995, 25(10): 1086—1092.
- [15] QING-REN MENG, GUO-WEI ZHANG. Timing of collision of the North and South China blocks: Controversy and reconciliation [J]. *Geology*, 1999, 27(2): 123—126.
- [16] 金福全, 张廷秀, 王家文. 河南固始花园墙组时代的新认识[J]. *地层学杂志*, 1994, 18(4): 301—307.
- [17] 王道轩, 汪茂连. 徐淮刘桥煤矸砂岩中石英光轴组构特征[J]. *安徽地质*, 1998, 8(4): 45—48.
- [18] 曹高社, 李学田, 刘德良, 等. 合肥盆地与北淮阳构造带印支期的推覆构造及其油气意义[J]. *石油天然气地质*, 2003, 24(2): 116—122.
- [19] BLACK L.P. Isotopic resetting of U-Pb zircon and Rb-Sr and Sm-Nd whole-rock systems in Enderby Land, Antarctica: implications for the interpretation of isotopic data from polymetamorphic and multiply deformed terranes [J]. *Precambrian Research*, 1988, 38(4): 355—365.
- [20] 赵越, 徐守礼, 杨振宇. 沿大型走滑断裂系的隆升[J]. *地质科学*, 1996, 31(1): 1—14.
- [21] ZHAO X, COE R.S. Paleomagnetic constraints on the collision and rotation of North and South China [J]. *Nature*, 1987, 327: 141—144.
- [22] 吴汉宁, 常承法, 刘椿, 等. 依据古地磁资料探讨华北和华南地体运动及其对秦岭造山带构造演化的影响[J]. *地质科学*, 1990, 25(3): 201—214.
- [23] SHUGUANG LI, EMIL JAGOUTZ, CHING-HUA LO, et al. Sm/Nd, Rb/Sr, and $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ isotopic systematics of the ultrahigh-pressure metamorphic rocks in the Dabie-Sulu Belt, Central China: A retrospective view [J]. *International Geology Review*, 1999, 41(12): 1114—1124.
- [24] PICHON X L, FOURNIER M, JOLIVET L. Kinematics, topography, shortening, and extrusion in the India-Eurasia collision [J]. *Tectonics*, 1992, 11(6): 1085—1098.
- [25] KAMP P J J, GREEN P F, WHITE S H. Fission track analysis reveals character of collisional tectonics in New Zealand [J]. *Tectonics*, 1989, 8(2): 169—195.
- [26] 王清晨, 从柏林. 大别山超高压变质带的大地构造框架[J]. *岩石学报*, 1998, 14(4): 481—492.
- [27] 卢欣祥, 肖庆辉, 董有, 等. 秦岭花岗岩大地构造图及说明书[M]. 西安: 西安地图出版社, 1999.
- [28] 杜建国, 张鹏, 姜俊峰. 安徽北淮阳地区构造岩相带的划分与对比[J]. *安徽地质*, 1996, 6(1): 19—29.
- [29] 董树文, 王小凤, 黄德志, 等. 大别山超高压变质带内浅变质岩片的发现及意义[J]. *科学通报*, 1996, 41(9): 815—820.
- [30] 周建波, 郑永飞, 李龙, 等. 扬子板块俯冲的构造加积楔[J]. *地质学报*, 2001, 75(3): 338—352.
- [31] 陈江峰, 董树文, 邓衍尧, 等. 大别造山带 K-Ar 年龄的解释——差异上升的地块[J]. *地质论评*, 1993, 39(1): 19—22.
- [32] 王国灿, 杨巍然. 大别造山带中生代隆升作用的时空格局——构造年代学证据[J]. *地球科学*, 1998, 23(5): 461—467.
- [33] 葛宁洁, 孙卫东, 王兆荣. 大别山超高压变质岩三期抬升的年代学证据[J]. *地球学报*, 1997, 18(增刊): 71—73.
- [34] 王人镜, 杨巍然. 大别造山带核部花岗岩岩体的热演化及其隆升历史[J]. *地学前缘*, 1999, 6(4): 201—202.
- [35] 江来利, 刘贻灿, 吴维平, 等. 大别山超高压变质岩的变形历史及折返过程[J]. *地质科学*, 1999, 34(4): 432—441.
- [36] 徐树桐, 刘贻灿, 苏文, 等. 大别山超高压变质带面理化榴辉岩中变形石榴石的几何学和运动学特征及其大地构造意义[J]. *岩石学报*, 1999, 15(3): 321—337.
- [37] 彭聪, 姜枚, 宿和平, 等. 大别山超高压变质带层析地震调查[J]. *地质论评*, 2000, 46(3): 288—294.
- [38] 董树文, 孙先如, 张勇, 等. 大别碰撞造山带基本结构[J]. *科学通报*, 1993, 38(6): 542—542.
- [39] 林银山, 郭福生, 辜骏如, 等. 北淮阳燕山期岩浆岩地球化学特征及其构造环境[J]. *中国区域地质*, 2001, 20(1): 100—106.
- [40] 周泰禧, 陈江峰, 张撰, 等. 北淮阳花岗岩-正长岩带的地球化学特征及其大地构造意义[J]. *地质论评*, 1995, 41(2): 144—151.
- [41] 杨友根. 晓天组的生物组合特征[J]. *安徽地质*, 1994, 4(4): 44—48.
- [42] 刘绍龙, 刘宁, 薛玉玮, 等. 南襄盆地深层反射地震界面剖面特征及其构造属性——以 87-600 反射地震剖面为例[J]. *河南石油*, 1999, (1) 5—9.

The timing and tectonic implications for the North Huaiyang synclinoria

LIU Zhong-quan¹, CAO Gao-she², HUANG Kai-quan¹, ZHANG Jian-jun³

(1. *Research Institute of Geological Sciences, Shengli Oil Field, Dongying 257015, Shandong, China*; 2. *Henan University of Technology, Jiaozuo 254000, Henan, China*; 3. *Henan Institute of Geological Sciences, Zhengzhou 450051, Henan, China*)

Abstract: The timing and tectonic implications for the North Huaiyang synclinoria are explored on the basis of the principles of basin-range coupling, and the comparison is made for the sedimentary and tectonic features in the North Huaiyang and Huainan regions. during the Carboniferous and Late Triassic in southern North China. There are many striking similarities in the morphology of folded structures, trace orientation and mineral elongation lineation orientation for the North Huaihang synclinoria, Huainan synclinoria and “Xuzhou-Suzhou arc”. It can be indirectly inferred that the North Huaiyang synclinoria were formed during the Middle and late Triassic. The uplift of the Dabie landmass may be attributed to the “tectonic extrusion” during the continental return, thus resulting in the formation of the tectonically accreted complexes composed of metamorphic rocks of different types and grades.

Key words: North Huaiyang; synclinoria; timing; basin-range structure; Anhui

岩石圈向西漂移: 旋转拖拽?

岩石圈相对于下伏地幔向西净旋转尚属有争议的现象。首先归因于潮汐的影响, 其次是由于地幔对流产生的动力作用所致。尽管对于地壳的向西构造漂移已引起若干地质、地球物理的争议, 但这一现象仍很少有人问津。这种差异旋转由以下 3 种作用引起: (1) 岩石圈上的潮汐扭转力产生一种向西的扭动力, 使地球自旋速度降低; (2) 致密物质向地幔和地核下沉, 使惯性减小, 地球旋转加速, 这仅部分地平衡潮汐的拖拽力; (3) 软流圈内有一薄层(3~30km)黏性极低的水道, 剪切生热和机械疲劳使其中的 1、2 条水道长年存在, 在岩石圈内形成拆离带。

(摘译自《美国地质学会通报》2006, 118(1): 199—209。)