

文章编号: 1001-6112(2007)01-0057-06

合肥侏罗纪盆地性质 及其与大别造山带沉积响应

王亚琳^{1,2}, 杨贵丽², 徐春华³

(1. 中国科学院 广州地球化学研究所, 广州 510640;

2. 中国石油化工股份有限公司 胜利油田分公司 地质科学研究院, 山东 东营 257015;

3. 中国石油化工股份有限公司 胜利油田分公司 勘探项目管理部, 山东 东营 257000)

摘要:从盆—山耦合关系角度研究大别造山带与合肥侏罗纪盆地的性质, 提出伴随着大别山的第二次隆升, 早侏罗世大别山北缘出现了最强的沉降—沉积, 形成了合肥侏罗纪前陆盆地; 随后中—晚侏罗世时盆地南部沉降—沉积强度显示出变弱的趋势, 期间没有再出现沉降—沉积再加强的现象。简要介绍了盆地不同地区侏罗纪地层的沉积物特征及发育特点, 在此基础上, 从盆地结构、沉积物碎屑骨架组分、层序结构、沉积体系等角度研究了合肥侏罗纪盆地对大别造山带的响应, 指出二者之间具有较好的耦合关系。

关键词:沉积响应; 结构响应; 盆地格架; 层序格架; 侏罗纪盆地性质; 合肥盆地

中图分类号: TE121.2

文献标识码: A

CHARACTERISTICS OF THE HEFEI JURASSIC BASIN AND ITS SEDIMENTARY RESPONSE TO THE DABIESHAN OROGENIC BELT

Wang Yalin^{1,2}, Yang Guili², Xu Chunhua³

(1. Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou, Guangdong 510640, China;

2. Research Institute of Geologic Science, Shengli Oil Field, Dongying, Shandong 257015, China;

3. Exploration Project Administration Office, Shengli Oil Field, Dongying, Shandong 257000, China)

Abstract: Characteristics of the Hefei Jurassic Basin and the Dabieshan Orogenic Belt have been studied from the aspect of basin-and-range coupling in this paper. With the second uplifting of the Dabieshan Mountain, the northern fringe of the Dabieshan Mountain underwent the strongest subsidence and sedimentation in the early Jurassic and then the Hefei Jurassic Foreland Basin was formed. Afterwards, the subsidence-sedimentation process slowed down gradually in the south of the Hefei Basin in the Middle-Late Jurassic without any strengthening phenomenon. The authors also briefly introduce the sediment characteristics of the Jurassic Formation in different areas of the Hefei Basin. On this basis, the sedimentary response to the Dabieshan Orogenic Belt of the Hefei Jurassic Basin is studied thoroughly from the aspects of basin structure, clastic matrix constituents of sediments, sequence architecture and sedimentary system, and so on. The study demonstrates that these two things are coupling very well.

Key words: sedimentary response; structural response; basin structure; sequence architecture; Jurassic basin characteristics; the Hefei Basin

大别造山带因高压—超高压变质带的大规模出露而成为世界瞩目的大陆碰撞造山带, 对此前人已发表了大量研究论文。从盆—山耦合关系角度研究大别造山带与合肥盆地的关系, 目前也有一些

报道^[1~11], 主要从大别山的形成演化对合肥盆地的控制以及根据盆地侏罗纪沉积物中榴辉岩砾石对大别造山带构造隆升研究的启示等角度进行了研究, 但对于合肥盆地侏罗纪沉积期的盆地性质、

收稿日期: 2006-06-12; 修订日期: 2006-12-11。

作者简介: 王亚琳(1968—), 女(汉族), 北京人, 博士生, 高级工程师, 主要从事油气勘探科研生产工作。

基金项目: 国家自然科学基金项目(40272094)。

盆地结构、沉积体系与层序格架等对大别造山带的响应及其特点仍缺乏系统研究。结合合肥盆地最新的研究成果,本文试图从这一方面谈一些肤浅的认识。

1 大别山隆升与合肥盆地形成

据最新的古地磁资料研究而建立的华北和华南板块中生代构造动力学模式有利于揭示合肥盆地发育的动力学背景^[12,13]。早一中三叠世时期,华南板块顺时针转向华北地块,二者之间的古秦岭洋闭合。大量同位素年代地层学资料表明,大别造山带内的陆—陆碰撞、深俯冲发生在 240 Ma(中三叠世)左右^[14~18]。大别山北部的合肥盆地区,受华北地块楔入到华南地块的直接影响,强大的挤压应力作用使得该区一直处于隆升状态而缺失三叠系沉积,同时上古生界及其以下地层发生逆冲—推覆作用,构成合肥盆地的基底;燕山运动早期,发生构造回返,侏罗纪以典型的前陆盆地沉积为主;燕山运动中期,受郟庐断裂大规模左行平移的控制,早一中白垩世合肥盆地转化为走滑—断陷盆地;晚白垩世—早第三纪与中国东部其他盆地一样,形成北断南超的断陷盆地^[19]。

在盆—山耦合过程中,造山带的快速隆升对应着前陆盆地的形成。大别造山带内详细的热年代学研究显示,该造山带在 230~210 Ma(晚三叠世)和 195~170 Ma(早侏罗世)期间经历过 2 次快速折返、抬升^[19],合肥盆地内至今没有发现对应大别山快速隆升的上三叠统沉积,其原因值得今后深入研究;侏罗纪时的大别山以造山运动为主,垂向运动明显,垂向上升速度为 0.12 cm/a^[20];王道轩等^[1]曾报道在合肥盆地南缘上侏罗统凤凰台组中发现了超高压变质的榴辉岩砾石,也从另一个侧面证明了大别造山带第二次隆升的速度之快和剥蚀量之大。伴随着大别山的第二次隆升,早侏罗世大别山北缘出现了最强的沉降—沉积,形成了合肥侏罗纪前陆盆地;随后中—晚侏罗世时盆地南部沉降—沉积强度显示出变弱的趋势,并且期间没有再出现沉降—沉积再加强的现象。这显示大别造山带在早侏罗世出现了强烈、快速的隆升后,在中、晚侏罗世没有再出现快速隆升,只是在缓慢抬升甚至不隆升的状态下为合肥盆地的沉积输送物源。而这第二次快速抬升与合肥盆地内早侏罗世最强的沉降—沉积完全对应。因而,合肥盆地内的沉积记录也从沉积学的角度表明大别造山带经历过早侏罗世的快速折返、抬升与随后中—晚侏罗世的构造

平静期。

2 侏罗纪沉积地层发育特征

合肥盆地盖层主要发育有中生界侏罗系、白垩系和新生界的古近系、新近系和第四系,主体为中生界侏罗系和白垩系。由于对侏罗系研究的时代不同,研究的地区不同,因而地层的命名存在差异,但基本属于同期异相沉积^[21]。

2.1 下侏罗统防虎山组

合肥盆地的下侏罗统称为防虎山组($J_1 f$),仅出露于盆地中部的肥西县防虎山地区,剖面位于何老庄—靠山郢。本组岩性可分为 2 部分,下部由土黄、灰白色巨厚层砾岩、砂砾岩和粗砂岩及中厚层中粗粒长石砂岩、长石石英砂岩夹薄层泥质粉砂岩构成,厚 151.6 m。砾石成分为脉石英、石英岩、伟晶花岗岩、片麻岩、片岩等,砾石呈浑圆状,大小混杂,砾径一般 2~10 cm,大者可达 30 cm 左右;上部为灰白、土黄色中厚层中细粒长石砂岩及中粗粒砂岩夹薄层砾岩、泥质粉砂岩、碳质页岩和煤线,含化石,厚度大于 250 m。防虎山组与前侏罗系不同层位地层呈角度不整合接触。

安参 1 井钻遇防虎山组 1 211 m,岩性明显分为 2 段:下段为一套巨厚的灰色细砂岩,厚达 350 m;中—上部以厚层深灰绿色、灰色泥岩及粉砂质泥岩为主,夹薄层粉砂岩,局部出现黑色厚层块状泥岩,与下伏二叠系呈明显的角度不整合接触。

根据地震资料解释,下侏罗统具有由南向北渐薄的特点,向北沉积尖灭于耿集断裂—合深 3 井—霍丘地区以南,向西北沉积尖灭于霍丘断隆周缘,一般厚度 500~1 500 m,最厚处位于肥西县花岗一带,厚度达 2 500 m。

2.2 中侏罗统圆筒山组

中侏罗统在合肥盆地主体区称为圆筒山组($J_2 y$),在金寨—霍山地区称为三尖铺组($J_{1+2} s$)。圆筒山组代表性剖面在肥西县周公山—解仓房;下部为紫红色粉砂岩、黄绿色长石石英砂岩,夹含砾粗砂岩、粉砂岩、泥岩及砂质灰岩,厚 762 m,上部为杂色粉砂岩、砂岩,厚约 576 m。

安参 1 井钻遇圆筒山组 1 213 m,分上下 2 段:下段岩性为灰色、紫红色细砂岩与紫红色泥岩、粉砂质泥岩组成的不等厚互层,局部泥岩呈灰色及灰绿色,厚度 470 m;上段以灰色、灰绿色粉—细砂岩为主,夹灰色、绿灰色泥岩、粉砂质泥岩,厚度 743 m。

三尖铺组指霍山县三尖铺一带的砖红、灰紫色细砂岩地层,代表性剖面位于霍山县三尖铺—五里

增,厚度大于 1 700 m。三尖铺组与防虎山组和圆筒山组为同期异相沉积,二者可以对比。

2.3 上侏罗统周公山组

合肥盆地的上侏罗统包括盆地主体区的周公山组(J₃s)和金寨—霍山地区的凤凰台组,二者为同期异相沉积。

周公山组下部为紫红色粉砂岩、砂岩及砂砾岩不等厚互层,厚约 280 m;中部为红色厚层砂砾岩、长石石英砂岩与粉砂岩互层,向下粗碎屑增多,厚约 245 m;上部为浅紫红色砂岩互层夹粉砂岩,厚约 234 m。岩层总厚 700 m 以上。安参 1 井周公山组总厚度 1 194 m,可分为 3 个岩性段:下部以紫红色、浅紫色粉砂质泥岩和泥岩为主,夹灰色、绿灰色粉砂岩及泥质粉砂岩,厚 290 m;中部为厚层粉砂岩、细砂岩夹薄层砂质泥岩,局部为粉砂岩、泥质砂岩与砂质泥岩的薄互层,地层颜色为紫红色及浅紫红色,厚度 379 m;上部岩性以紫红色砂质泥岩、泥岩为主,夹紫红色粉砂岩、细砂岩及泥质砂岩,厚度 530 m。

金寨—霍山地区的上侏罗统称为凤凰台组,代表性剖面在六安市凤凰台—落马岭。由 1 套红色巨厚层砾岩、砂砾岩夹砂岩或砂岩透镜体组成,厚度大于 1 800 m。

根据地震资料解释,中—上侏罗统广布全盆,厚度一般 2 000~3 000 m,具有自南向北、自东向西逐渐超覆在霍丘断隆之上的特征。盆地北部的合深 3 井钻遇 1 800 m;中部的安参 1 井揭露了中、上侏罗统的完整地层层序,钻遇厚度 2 200 m。

3 侏罗纪盆地结构对造山带的响应

印支运动期,扬子和华北两大板块发生碰撞,沿秦岭—大别一线缝合,并由南向北推挤作用于华北地台,导致地层冲断抬升剥蚀形成合肥盆地的基底。

燕山运动早期转为陆内俯冲,随着壳体加厚和秦岭—大别造山带的隆起并向两侧迁移,在岩石圈均衡调节作用下,大别山发生应力松弛或构造回返,使大别山北缘(华北地台南缘)地区发生挠曲下沉,形成大别山山前的合肥盆地,接受了侏罗系沉积。

对于侏罗纪时的盆地性质,目前有不同看法,归纳起来包括山前拗陷^[22]、前陆及再生前陆盆地^[23,24]、后陆盆后继盆地^[20]和岩石圈扰曲盆地^[25]、前陆性盆地等^[19]。

前陆盆地通常被定义为形成于线性收缩造山带和稳定克拉通地块之间的狭长槽地。一般认为,前陆盆地沉积充填在横剖面上呈楔状,其最厚部分直接与冲断带相邻或部分位于其下,其物源主要来自于相邻的冲断带,少数来自于克拉通一侧,粗的磨拉石沉积主要分布于邻近造山带的一侧。从合肥盆地横剖面来看,可以明显地划分出 3 个构造沉降带:楔顶带、前渊带、前隆—隆后带(图 1)。侏罗纪时充填沉积物呈现南厚北薄的不对称楔状,南部山前前渊带残余厚度达 4 000 m,包括下侏罗统防虎山组、中侏罗统圆筒山组和上侏罗统周公山组;北部厚度不足 1 000 m,特别是下侏罗统在合深 3—霍丘一线尖灭,向北仅发育中—上侏罗统。其沉积物具有南粗北细的特点,粗碎屑沉积集中分布于大别山山前一线的楔顶带。从盆地的形成时间来看,侏罗纪时的合肥盆地是伴随着大别山的第二次隆升而同期形成的。

4 侏罗纪前陆盆地沉积对造山带的响应

通常,前陆盆地充填沉积呈楔状,地层厚度由盆地前渊带向克拉通方向减薄,且粗碎屑楔状体是造山带构造复活的响应。

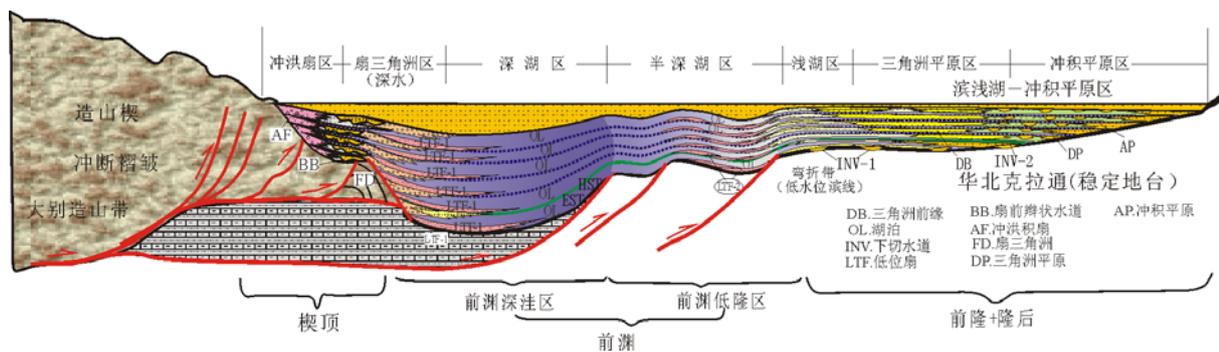


图 1 合肥侏罗纪盆地系统结构

Fig. 1 Systematic structure diagram of the Hefei Jurassic Basin

4.1 物源沉积响应

合肥前陆盆地侏罗系充填沉积主要由三大物源供给,即南部造山带物源体系、北部克拉通地台物源体系和自西向东的轴向物源体系,且每个方向物源补给的驱动要素各不相同。南部物源主要受与冲断造山有关的大别山的地形起伏控制,而与湖平面或基准面升降无关,北部和轴向物源体系受稳定地台上的季节河流控制,沉积厚度相对较小但稳定。

4.1.1 南部盆—山区域物源对比

中生代以来,大别山及邻区发生了强烈的陆内俯冲和造山带急剧隆升事件,伴随着盆—山地表和深部的物质再分配,构成了一个动态平衡系统,因此,通过区域物源对比在盆—山之间建立联系是符合逻辑的。当然,这并不意味着当时的物源岩石与现在的“北大别弧杂岩带”完全类同,根据砂岩岩屑及砾石鉴定,主物源除英云花岗片麻岩、黑云花岗片麻岩外,尚有大量石英片岩等构成的副变质岩物源。

4.1.2 南部侏罗系碎屑骨架组分特征

针对南部侏罗系的物源,通过对霍山县花石咀—凤凰台地区较完整的侏罗系代表性剖面进行了系统的砂岩取样品、薄片鉴定以及主元素化学分析。自下而上,三尖铺组和凤凰台组砂岩组分亦呈现出一定的变化趋势^[2]。

三尖铺组:长石岩屑砂岩中的石英(Qt)以单晶石英为主,含钾长石比例较高,存在高岭石化,岩屑组合主要为云母石英片岩—片麻岩—花岗岩。总体上看,三尖铺组混合造山砂岩,其物源与再旋回造山带关系密切,并受岩浆弧物源的影响。

凤凰台组:砂岩组分分异度较小,基本上均落入岩屑砂岩区,成分成熟度极低,其中石英(Qt)含量多小于 25%,总长石(Ft)小于 13%,而岩屑(L)占 70%以上。在岩屑组分中,副变质岩岩屑较丰富,主要岩屑组合为:云母石英片岩—片麻岩—花岗岩,与三尖铺组相比,花岗岩中角闪石、黑云母等暗色矿物增多;次要岩屑成分不含三尖铺组中具有碳酸盐岩和石英岩,单晶石英(Qm)减少、砂岩成分成熟度降低,其物源与再旋回造山带(弧造山带)关系密切。此外自下而上砂岩组分中火山岩岩屑(Lv)具有增大趋势,反映出从再旋回造山带(具有弧造山属性)向岩浆弧物源的微小变化。

纵上所述,依据物源与沉积充填的一般序列倒置关系推知,在侏罗系沉积之前,至少在对合肥盆地影响显著的大别山北部物源区,主体剖面结构自下而上可恢复为:岩浆弧“根”及相应变质岩、岩浆弧盖及相应变质岩、弧造山带顶盖或再旋回造山带

(复杂的冲断岩片、造山火山岩及相关沉积)及相应变质岩。

4.2 层序格架响应

合肥盆地在印支运动以后,其构造演化经历了侏罗纪前陆盆地形成和发展阶段(包括 3 幕冲断前陆拗陷充填:下侏罗统、中侏罗统和上侏罗统沉积)、早中白垩世走滑挠曲盆地形成和演化阶段及晚白垩世—老第三纪走滑伸展断陷盆地发展和演化阶段,据此在侏罗系充填沉积中识别出 $SB_g(T_g)$, $SB_K(T_K)$, $SB_{J_1}(T_{J_1})$, $SB_{J_2}(T_{J_2})$ 等 4 条区域性等时界面。其中 $SB_g(T_g)$, $SB_K(T_K)$ 为一级层序界面, $SB_{J_1}(T_{J_1})$, $SB_{J_2}(T_{J_2})$ 为二级层序界面(图 2)。

4.2.1 $SB_g(T_g)$ 界面

该界面为合肥盆地侏罗纪沉积充填的底界面,即印支期构造运动面的反射,为扬子板块向华北板块冲断形成的前缘不整合面。地震剖面上,界面上下地层呈明显的角度不整合接触,可全盆地追踪对比。上超、下超和对下覆层的强削蚀、削截及断层错落现象明显(图 3)。地震子波表现为由 2~3 个相位中低频、强振幅、连续性较好的反射波组构成,是合肥盆地最典型的反射波组。

4.2.2 $SB_K(T_K)$ 界面

该界面为合肥盆地侏罗纪沉积充填的顶界面,即下白垩统底的反射。晚侏罗世末,大别造山运动再次发生,表现为由南向北的强烈挤压冲断,形成了 K_2x/K_2z 之间的角度不整合。根据安参 1 井、合深 1 井资料标定,在地震剖面上主要为一套中频、中振幅、强弱相间的、一般双相位或单轨强反射,界面上、下反射波上超下削现象明显,连续性好, T_0 时间为 0.5~2.0 s。下白垩统主要分布于东部大桥断拗及肥中断裂带西部的厂集地区,其波组特征可连续追踪。

4.2.3 $SB_{J_1}(T_{J_1})$, $SB_{J_2}(T_{J_2})$ 界面

界面为侏罗纪充填序列中幕式冲断或前陆拗陷沉降期的各幕分界面。其中 $SB_{J_1}(T_{J_1})$ 反射面为中侏罗统底面或下侏罗统顶面反射, $SB_{J_2}(T_{J_2})$ 反射面为上侏罗统底面或中侏罗统顶面反射。据防虎山地区露头及安参 1 井、合深 3 井资料,并综合 30 条地震剖面反射组合特征加以确定, $SB_{J_1}(T_{J_1})$ 反射面一般为 2~3 个相位、中高频、强振幅、连续性较好的反射,其上、下反射特征差异较大,其上的中—上侏罗统为连续性中等的中频反射,其下的下侏罗统为弱振幅的空白条带反射,蜀山断裂以北的前渊低隆和隆后沉积区上述特征明显,以南的前渊深洼和楔顶沉积区则相对较弱。 $SB_{J_2}(T_{J_2})$ 反射面

岩石地层					年龄/ Ma	层序单元划分			地震反射 界面	生物组合		沉积充填 演化		构造演化阶段				
界	系	统	组	段		一级 构造层序	二级 层序组	三级 层序		介形类化石组合	植物群和孢粉	分期	裂陷幕	构造活动事件				
中生界	白垩系	下统	朱巷组		65	SB ₃	SB ₂	SB ₁	T ₃	<i>Cypridea privalubimova</i>	滨浅湖 冲积平原	粗碎屑 沉积	裂陷期	裂陷 II 幕	走滑伸展断陷盆地	强烈断陷		
					135	T ₂	下白垩层序组	朱巷组层序	T ₂								T ₂	T ₂
	上侏罗中段层序 (Sq5)	T _{1b}	Coniopteris- Phoenicopsis 植物群	浅湖 半深湖	粗碎屑 沉积	前渊	坳陷 II 幕	燕山运动 1										
	180	T ₁							中侏罗层序组 (SQ2)	中侏罗上段层序 (Sq4)	T _{1c}	Padozaniites lancoc- datus, Pilyophyllum sp., Cladophlebis, Nolocalamites cf., Hocrensis, Cucpdcarpo	半深湖	细碎屑 沉积	前渊	坳陷 I 幕	印支运动 3	
			中侏罗中段层序 (Sq3)	T _{1d}	T ₁	下侏罗层序组 (SQ1)	下侏罗层序 (Sq1)	T _{1e}										
	205	T ₁	下侏罗层序组 (SQ1)	下侏罗层序 (Sq1)			T _{1f}	T ₁	T ₁									
				205	SB _g	SB _g	SB _g			T _g								

图 2 合肥盆地中生界综合充填序列

Fig. 2 Filling succession graph of the Hefei Mesozoic Basin

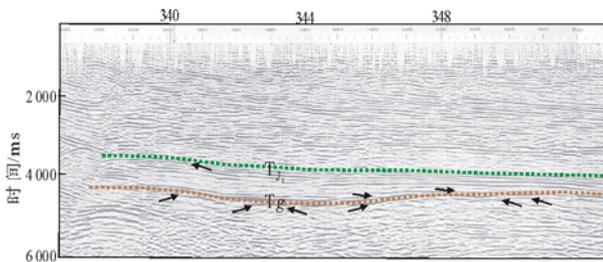


图 3 层序界面在合肥盆地 HF99—716 地震测线中显示的反射特征

Fig. 3 Reflectance signature of sequence boundary along seismic line HF99-716 in the Hefei Basin

在前陆盆地的隆后带和楔顶带一般为双轨、连续性好,并具上超、下超和顶削现象,不整合特征明显,但在前渊带为低频、强振幅、较连续的粗糙 2~3 个相位反射,绕射波发育,发育双向上超或下超现象。

合肥盆地侏罗系为一典型前陆坳陷充填型层序地层格架。前陆盆地沉降—沉积带分异明显:即楔顶、前渊、前隆(或隆后)。每个带中各层序充填的沉积物多少主要取决于其沉积时的位置,同时不同层序其各沉降带之间的边界随时间有明显的迁移^[26]。而各层序的沉积—沉降中心的变迁明显受控于南侧大别山冲断推覆构造作用下的前隆和楔顶带的活动迁移。

从上述层序地层格架可以看出,合肥盆地由 3 幕前陆坳陷充填组成,且每幕坳陷充填代表了南

侧大别山的冲断推覆挤压应力场下一组层序的生长发育过程,如下侏罗层序组发育有 1 个层序,中侏罗层序组发育有 3 个层序,上侏罗层序组发育有 2 个层序。而这 3 幕坳陷演化代表了侏罗纪湖盆发育的一个完整的沉积充填过程,即:早侏罗深湖—半深湖细碎屑沉积阶段(J₁),中侏罗湖相粗碎屑沉积阶段(J₂),晚侏罗萎缩冲积—残留湖粗碎屑沉积阶段(J₃)。

4.3 沉积体系响应

沉积物物源方向及沉积物粒度的突然变化往往与构造运动有直接关系。粗碎屑沉积物的出现可作为构造活动的标志。盆地中的粗粒沉积与幕式构造隆升具有相关性。

伴随着大别造山带的隆升,盆山之间的高差越来越大,其沉积体系的响应是在合肥盆地南缘发育大规模的冲积扇,如上侏罗统凤凰台组沿大别山前缘呈 EW 向带状分布,绵延近 200 km,由一系列大小不等的冲积扇相互衔接,沿盆地边缘呈裙带状覆盖于三尖铺组之上。由岩屑砾岩、砂砾岩、含砾砂岩夹砂岩透镜体构成,厚度约 1 700 m。

5 结论

1)从合肥盆地的横剖面来看,可以明显地划分出 3 个构造沉降带:楔顶带、前渊带和前隆—隆后带,具有典型的前陆盆地结构。

2) 合肥前陆盆地侏罗纪充填沉积主要由南部造山带、北部克拉通和自西向东的轴向等三大物源供给。其中以南部物源体系为主, 形成南厚北薄、南粗北细的楔形沉积特点。

3) 根据侏罗系沉积物组分结构研究, 剖面结构自下而上可恢复为: 岩浆弧“根”及相应变质岩、岩浆弧盖及相应变质岩、弧造山带顶盖或再旋回造山带及相应变质岩。

4) 侏罗纪充填沉积中识别出 $SB_g(T_g)$, $SB_K(T_K)$, $SB_{J_1}(T_{J_1})$, $SB_{J_2}(T_{J_2})$ 等 4 条区域性等时界面, 是大别山幕式冲断或前陆坳陷沉降期的各幕分界面。

参考文献:

- 王道轩, 刘 因, 李双应等. 大别超高压变质岩折返至地表的时间下限: 大别山北麓晚侏罗世砾石中发现榴辉岩砾石[J]. 科学通报, 2001, 46(9): 748~753
- 李 忠, 李任伟, 孙 枢等. 合肥盆地南部侏罗系砂岩碎屑组分及其物源构造属性[J]. 岩石学报, 1999, 15(3): 438~445
- 王清晨, 从柏林, 马 力. 大别造山带与合肥盆地的构造耦合[J]. 科学通报, 1997, 42(6): 575~580
- 李 忠, 孙 枢, 李任伟等. 合肥盆地中生代充填序列及其对大别山造山作用的指示[J]. 中国科学(D辑), 2000, 30(3): 256~263
- 李任伟, 李 忠, 江茂生等. 合肥盆地碎屑石榴石组成及其对源区恢复和地层对比的意义[J]. 中国科学(D辑), 2000, 30(增刊): 91~98
- 宋明水, 江来利, 李学田等. 大别造山带对合肥盆地的构造控制[J]. 石油实验地质, 2002, 24(3): 209~215
- 李双应, 岳书仓, 王道轩等. 大别造山带超高压变质岩折返隆升的地层学证据: 毛坦厂组榴辉岩砾石的启示[J]. 地质论评, 2002, 48(4): 345~352
- 徐树桐, 苏 文, 刘贻灿. 大别山北部榴辉岩的发现及其岩相学特征[J]. 科学通报, 1999, 44: 1452~1456
- 徐春华, 邱连贵, 雷 敏等. 合肥盆地沉积构造样式与大别造山带的演化历史[J]. 沉积与特提斯地质, 2002, 22(2): 91~98
- 刘云生, 郭战峰, 梁西文等. 中上扬子地区晚三叠世—侏罗纪砂岩构造意义及盆山耦合关系[J]. 石油实验地质, 2006, 28(3): 201~205
- 范小林, 陈浙春. 东秦岭—大别造山带两侧盆地深部过程及古生界油气前景: 以川东北盆地和合肥盆地为例[J]. 石油实验地质, 2005, 27(4): 338~345
- 吴汉宁, 常承法, 刘 椿等. 依据古地磁资料探讨华北和华南块体运动及其对秦岭造山带构造演化的影响[J]. 地质科学, 1990, (3): 201~214
- 刘育燕, 杨巍然, 森永速男等. 华北、秦岭及扬子陆块的若干古地磁研究成果[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 1993, 18(5): 635~641
- Ames L, Tilton G R, Zhou G. Timing of the Sino-Korean and Yangtze craton: U-Pb dating of coesite-bearing eclogite[J]. Geology, 1993, 21(4): 339~342
- Li S, Xiao Y, Liu D. Collision of the north-China and Yangtze blocks and formation of coesite-bearing eclogite: timing and processes[J]. Chemical Geology, 1993, 109(1/4): 89~111
- Hacker B R, Wang Q. Ar/Ar geochronology of ultrahigh-pressure metamorphism in central China [J]. Tectonics, 1995, 14(4): 994~1006
- 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
- Rowley D B, Franz L, Tucker R D, et al. Ages of ultrahigh pressure metamorphism and protolith orthogneisses from the eastern Dabie Shan: U-Pb zircon geochronology [J]. Earth Plant Sci, 1997, 151: 191~203
- 李丕龙, 李学田, 宋明水等. 合肥盆地石油地质与地球物理特征研究及进展[M]. 北京: 地质出版社, 2003
- Li S G, Jagoutz E, Chen Y Z. Sm-Nd and Rb-Sr isotopic chronology and cooling history of ultrahigh pressure metamorphic rocks and their country rocks at Shuanghe in the Dabie Mountains, Central China [J]. Geochimica et Cosmochimica Acta, 2000, 64(6): 1077~1093
- 韩树蔡. 安徽北部中生代沉积盆地分析[M]. 北京: 地质出版社, 1996
- 安徽地质矿产局. 安徽区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1987
- 罗佳强, 徐春华, 徐佑德. 合肥盆地油气地质研究及勘探前景[A]. 见: 李丕龙. 压扭性盆地勘探理论及方法论文集[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001. 134~141
- 周进高, 李大成, 易万霞等. 合肥盆地性质、演化及勘探方向[A]. 见: 李丕龙. 压扭性盆地勘探理论及方法论文集[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001. 142~151
- 薛爱民, 金维浚. 合肥盆地油气地质及其与大别造山带的耦合[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001
- 吉让寿, 高长林. 秦岭—大别造山带两侧中生代构造变格与成盆作用[J]. 石油实验地质, 2005, 27(5): 449~454