

文章编号: 1006-6616 (2008) 04-0346-16

中国南方中、新生代盆地对海相中、古生界的迭加、改造分析

周小进^{1,2}, 杨帆²

(1. 中南大学 地质与环境工程学院, 长沙 410083; 2. 中国石化 石油勘探开发研究院
无锡石油地质研究所, 江苏 无锡 214151)

摘要: 本文主要论述了我国南方中、新生代四期构造变格发育的主要盆地原型及其在主要盆地的迭加特征, 并根据中、新生代盆地原型的迭加方式和构造改造特点, 将南方主要探区的海相中、古生界后期改造形式划分为五种类型, 即: 持续前渊*迭加型、渊—滑—断—拗迭加型、渊—滑/断迭加型、推覆构造及影子盆地型、残留改造型, 进而分别探讨了它们的主要构造特点和在油气保存条件上的差异。分析认为, 以四川盆地为代表的持续前渊迭加是海相天然气在中、新生代得到有效保存的最有利类型; 其次应为中下扬子地区以江汉盆地、皖南—苏北盆地为代表的渊—滑—断—拗迭加型, 它们在早期 (T_3-J_2) 前渊盆地迭加和晚期 (K_2 以来) 的断陷—拗陷迭加下曾先后为海相中、古生界构建了区域封盖条件, 尽管在第二变格期 (J_3-K_1) 遭受到燕山运动强烈挤压—走滑作用的改造, 但在晚期断—拗盆地迭加下可为海相中、古生界二次生烃油气提供有效保存; 而以楚雄盆地、十万大山盆地为代表的渊—滑/断迭加型, 尽管早期 (T_3-J_2) 前渊盆地迭加为海相中古生界构建了区域封盖条件, 但自第二变格期以来由于受到冲断与走滑联合作用影响, 使盆地整体形成高块断构造, 对海相油气保存造成不利影响; 同时指出, 要注意推覆构造中的“影子盆地”尤其是区域滑脱层之下的油气保存条件, 以及像南盘江拗陷这类残留改造型的弱变形带。

关键词: 中、新生代; 构造变格; 盆地原型; 迭加与改造; 海相油气保存; 中国南方

中图分类号: P618.130.2

文献标识码: A

我国南方海相中、古生界有着先天优越的石油地质条件, 并曾经发生过大规模的油气聚集与成藏, 尤其是扬子各区块, 印支期已具备了相当的油气生聚条件。但当今油气区域分布差异悬殊, 是各区块保存条件差异所造成的, 而且主要归咎于各区块中、新生代不同的盆地

收稿日期: 2008-03-30

基金项目: 中国石化南方勘探开发分公司科技项目 (2004-13)。

作者简介: 周小进 (1969-), 男 (汉族), 江苏海安人, 博士研究生, 高级工程师, 主要从事石油地质勘探研究。

*本文所使用的“前渊盆地”并非大地构造学和石油地质学中传统意义的前渊盆地——编者按。

构造演化。鉴于此, 本文从我国南方在中、新生代构造变格与盆地原型演化入手, 围绕南海相主要勘探区(扬子地区), 探讨中、新生代不同盆地迭加对海相中、古生界的改造作用及其油气保存条件, 以期提供借鉴。

1 中新生代构造变格与盆地原型演化

中、晚三叠世发生的印支运动彻底改变了我国南方区域构造格局, 结束了海相沉积盆地发育史, 从此转入陆内构造变格盆地发展阶段。从区域上看, 中、新生代中国大陆处于北、东、南三面挤压与不断隆升的背景下, 在多次构造运动作用下, 主要经历了 T_3-J_2 、 J_3-K_1 、 K_2-E 、 $N-Q$ 四期重要的陆内构造变格和相应成盆过程^[1]。我国南方不仅在纵向上形成了相应的沉积响应, 而且因各区所处的大地构造位置不同, 在各变格期发育了不同的盆地原型, 并在空间上形成不同的盆地原型迭加方式和构造发育特点。近年来, 笔者通过对我国南方中、新生代盆地原型分析及编图, 对我国南方上述四期变格盆地原型演化取得以下认识。

1.1 第一变格期 (T_3-J_2)

中、晚三叠世的印支运动使我国南方发生了区域性的构造变格, 主要表现在: 在我国南方大陆的南北两侧形成秦岭—大别和金沙江—甘孜—哀牢山—粤海两条巨型印支造山带, 与此同时, 龙门山崛起, 南方腹地发生区域性隆升与褶皱, 海水从此退出我国南方大陆, 在中、上三叠统之间形成不整合或假整合(表1); 印支造山也导致新的内陆盆地发育, 自晚三叠世开始, 扬子地台的北、西、西南边缘因受印支运动的强烈挤压而发生挠曲沉降, 发育了具多个沉降中心的盆地(图1), 诸如龙门山前的四川盆地、哀牢山前的楚雄盆地、秦岭—大别南侧山前的江汉盆地, 以及受大别—苏鲁造山带和江南台缘隆褶带共同控制的苏皖南盆地等。此外, 在华南钦防造山带西侧还同期发育了十万大山盆地。

1.2 第二变格期 (J_3-K_1)

该期构造变格主要与晚侏罗世—早白垩世的燕山造山运动有关。其造山作用主要反映在: 西侧新特提斯怒江洋关闭造山, 沿怒江带发育 80~145Ma 的造山花岗岩带; 东南侧沿长乐—南澳带发生斜向汇聚—碰撞和剪切造山作用^[2], 在浙闽粤沿海地区形成中酸性火山岩的大量喷发; 我国南方大陆内部发生大规模的褶皱冲断和推覆构造活动, 它们沿 NE 走向的古缝合带或古深断裂带发展, 主要分布在丽水—政和—大浦深断裂以西至湘东一带、雪峰山及其西北侧的黔东北—湘鄂西地区、江南断裂带以及秦岭—大别—苏鲁造山带的南缘等地, 并在这些冲断推覆带的根部伴有造山花岗岩的发育^[3]。

在上述背景下, 我国南方总体处在挤压—走滑的环境中, 发生了区域性构造变格, 褶皱造山和隆起的范围进一步扩大, 其东西部因处于不同的构造位置和受挤压的程度不同, 相应形成了不同的盆地原型分布。大致以湘中—鄂中一带为界, 东、西部形成明显不同的构造—盆地分布格局(图2)。主要具以下特点:

西部, 上扬子地区因受到西北和东南方向的挤压, 不仅在龙门山和雪峰山山前发生冲断和推覆作用, 而且使四川盆地逐步向西侧龙门山前收缩; 位于西南缘的楚雄盆地则在东、西两侧强烈不均挤压作用下发生走滑构造活动。

东部, 中、下扬子及东南湘赣闽粤地区则表现为挤压褶皱造山与走滑拉分成盆的特点^[4], 盆地主要沿一系列 NNE 向左行走滑断裂成带或成组分布, 且盆地的发育不再受以往地台或山系构造线的制约, 也不再继承以往隆拗格局, 而是以 NNE 向走滑断裂及其派生的

表 1 中国南方主要盆地中生代地层发育特征表

Table 1 Development of the Meso-Cenozoic strata of the main basins in southern China

地层		四川盆地	江汉盆地	苏北—皖南盆地	楚雄盆地	十万大山盆地
系	统					
Q		Q	Q	Q	Q	
N	N ₂	青龙场组	广华寺组	盐城群	昭通组	
	N ₁	凉水井组			石灰坝组 小龙潭组	
E	E ₃		荆河镇组	三垛组	蔡家冲组 小屯组	昆宁群
	E ₂	芦山组 名山组	潜江组 荆沙组 新沟嘴组	戴南组 阜宁组	路美邑组 赵家店组	
	E ₁		沙市组	泰州组	元水井组	未命名
K	K ₂	灌口组 夹关组	跑马岗组 渔洋组 红花套组 罗镜滩组	赤山组 灌口组	江底河组	罗文组
	K ₁	天马山组	五龙组 石门组			葛村组
J	J ₃	蓬萊镇组 遂宁组		赤金山组 凌云山组 龙王山组 西碛山组	妥甸组 蛇店组	崇力组
	J ₂	沙溪庙组 千佛崖组	沙溪庙组 聂家山组	象山群	上禄丰组	那荡组
	J ₁	自流井组	梅竹园组		下禄丰组	百姓组 汪门组
T	T ₃	须家河组 小塘子组 马鞍塘组	王龙滩组 沙镇溪组 九里岗组	范家塘组	含资组 干海子组 花果山组 罗家大山组 云南驿组	扶隆坳组 平坝组
	T ₁₋₂	天井山组 雷口坡组 嘉陵江组 飞仙关组	巴东组 嘉陵江组 大冶组	黄马青组 周冲村组 青龙组	雷口坡组 嘉陵江组 飞仙关组	

共轭网络为主，一般都伴有较强烈的火山活动，但自东向西有逐步减弱的趋势。也正由于此期的挤压褶皱造山和走滑，使一些地区缺失了上侏罗统和大部分白垩统沉积，并使中、下扬子地区先期发育的前渊盆地消亡和遭受走滑断裂的分割。

1.3 第三变格期 (K₂-E)

该期构造变格与成盆与燕山晚期-喜马拉雅早期运动密切相关，在我国南方总体表现为西部挤压与东部伸展走滑作用的相互并存，在不同区段形成了不同性质的盆地（图3）。主要表现有以下特征：

东部，主要表现为区域伸展-走滑作用。自晚白垩世至古近纪，在中下扬子地区和浙赣粤一带发育了以NE走向为主的一系列断陷盆地，它们成带或成组出现，沿先前逆冲走滑断裂带分布，并具多期次断陷特点。其中，苏北盆地以发育一系列南断北超的半地堑为主要特点；江汉盆地则迭加了两期不同方向的断陷，早期K₂断陷呈NNW走向，晚期E断陷为NE东走向，它们立体交叉迭加，将盆地切割为菱形。

西部，总体表现为挤压作用，盆地的发育仅局限在上扬子西缘的龙门山南段山前和西昌—会理—楚雄一带，它们紧靠造山带山前分布，其中，西昌—会理—楚雄一带发育的盆地明显受到南北向走滑断裂的分割。总体显示上扬子地区处于区域强烈挤压而整体隆升的环境中；盆地向西迁移反映受来自西侧的挤压作用更强。

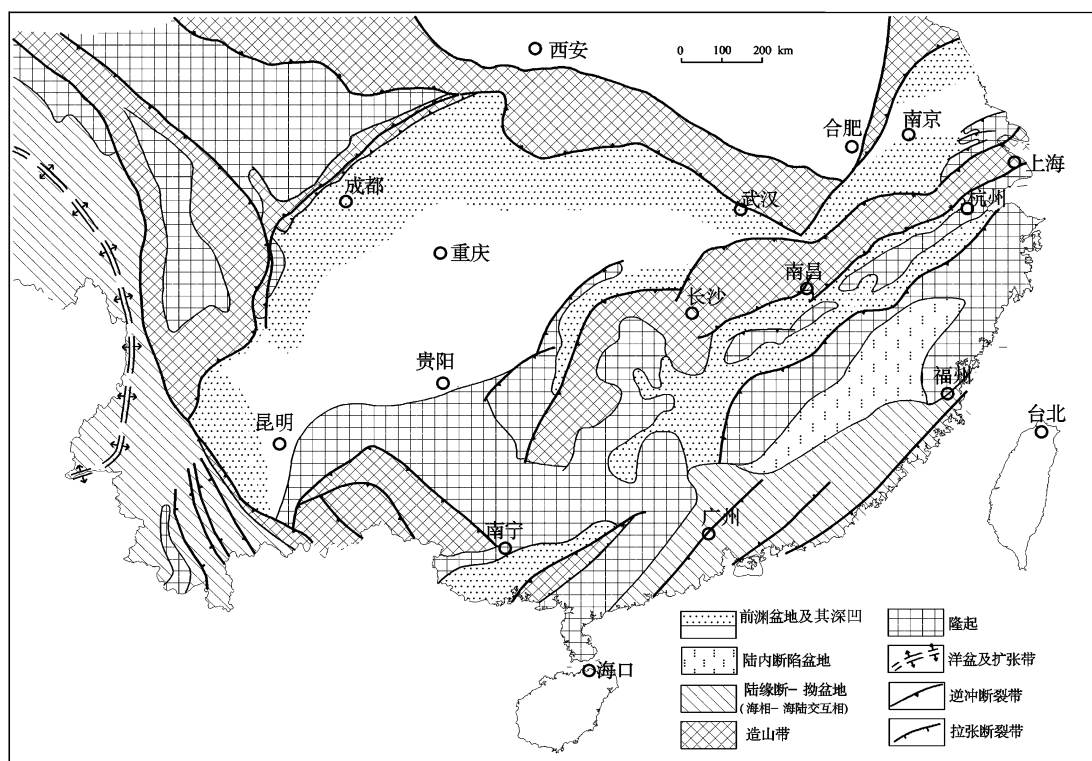


图 1 中国南方第一变格期 (T₃-J₂) 盆地原型分布图

Fig 1 Distribution of basin prototypes during the Late Triassic to Middle Jurassic in southern China

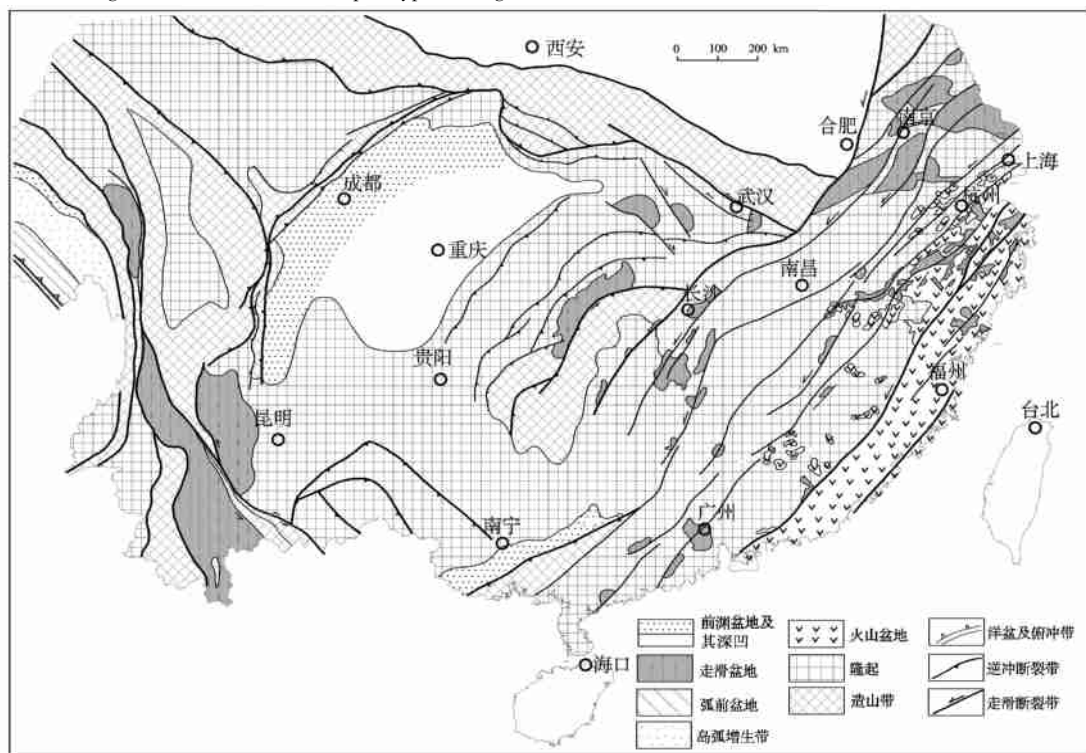


图 2 中国南方第二变格期 (J₃-K₁) 盆地原型分布图

Fig 2 Distribution of basin prototypes during the Late Jurassic to Early Cretaceous in southern China

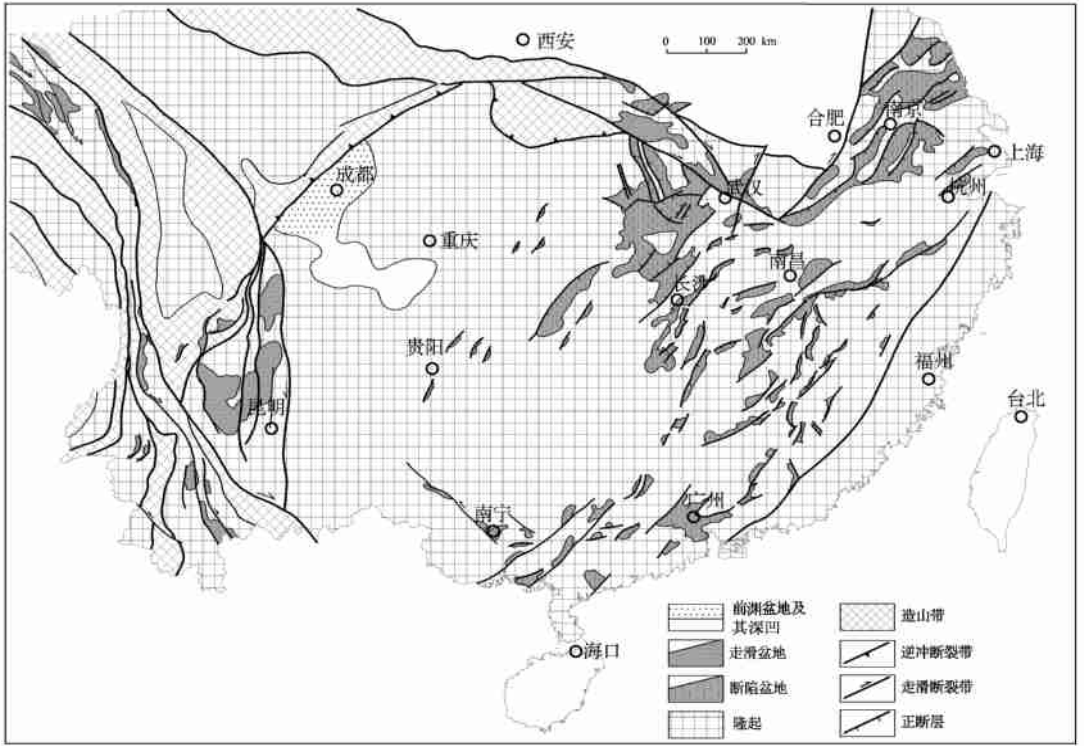


图3 中国南方第三变格期 (K₂-E) 盆地原型分布图

Fig 3 Distribution of basin prototypes during the Late Cretaceous to Paleogene in southern China

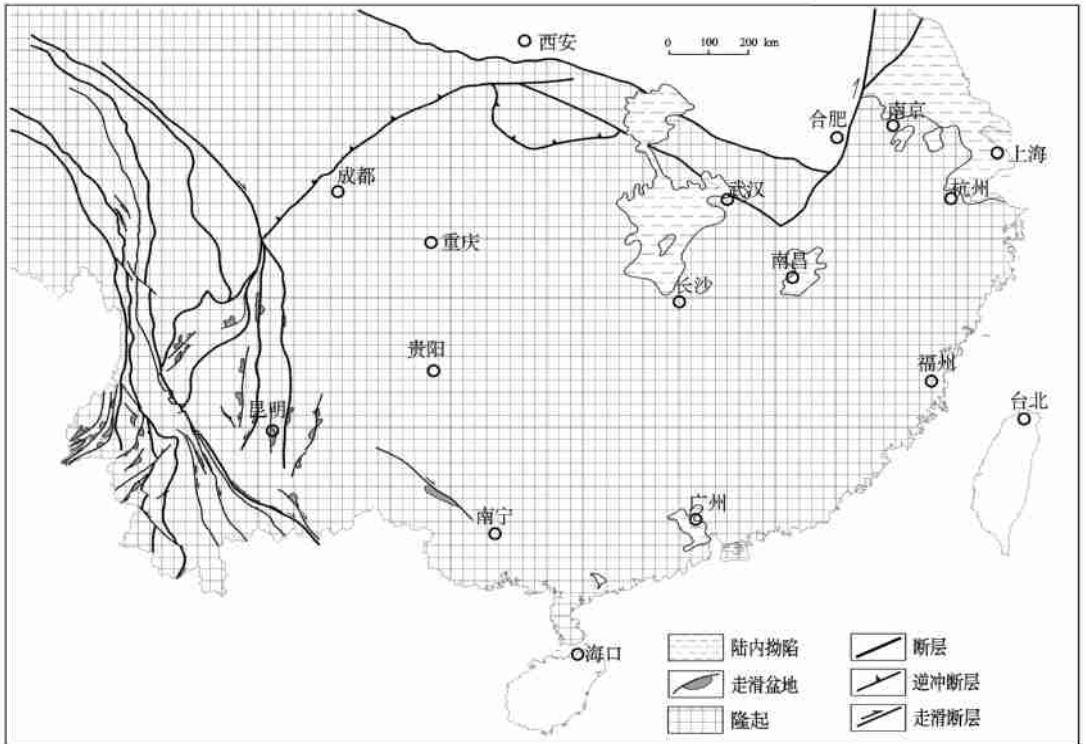


图4 中国南方第四变格期 (N-Q) 盆地原型分布图

Fig 4 Distribution of basin prototypes during Neogene to Quaternary in southern China

1.4 第四变格期 (N-Q)

该期构造变格受古近纪与新近纪之间喜马拉雅构造运动的强烈影响, 使我国南方绝大部分地区处于隆升状态下, 并造成古近纪与新近纪之间的广泛不整合。主要表现为: 西部, 上扬子地区发生强烈褶皱隆升, 先前发育的盆地已基本消亡; 东部, 先前在中下扬子地区发育的江汉和苏北断陷盆地各自形成统一的沉降拗陷(图4)。

2 中新生代盆地原型迭加特征

以四川、江汉、皖南—苏北盆地、楚雄盆地和十万大山盆地为主要代表, 分别讨论它们在中新生代四期构造变格中的盆地原型迭加特征, 为分析海相中、古生界后期油气保存条件提供依据。

2.1 四川盆地

由盆地演化可以看出, 它自晚三叠世形成以来, 尽管在各变格期沉降中心迁移、展布方向差异, 以及盆地沉积范围不同, 但总体上得到了持续性的发育。对该盆地在中、新生代的演化过程, 前人作过许多专题性研究^[5], 现仅就其在各变格期的盆地原型迭加特点作简要分析。

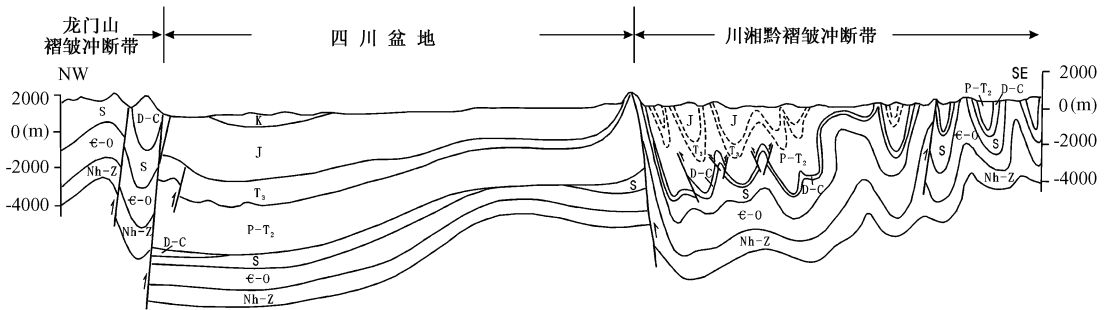


图5 四川盆地构造剖面示意图

Fig. 5 Tectonic profile of Sichuan Basin

从现今盆地结构看(图5), 中生代前渊盆地座落在构造较稳定的海相中、古生界之上, 盆地沉积实体在华蓥山断裂以西结构简单, 几乎未遭变形; 而华蓥山断裂以东的川东地区, T_3 - J_2 沉积地层已发生较强的褶皱变形, 除在华蓥山冲断前锋带的背斜核部露出了寒武系—奥陶系外, 其它背斜核部以上三叠统为主, 仅零星见有中、上二叠统, 往背斜两翼一宽缓的向斜部位层位依次变新, 以中、上侏罗统为主, 且该区纵向上所表现的同形褶皱和普遍缺失白垩系, 说明川东地区的褶皱变形是在晚侏罗世沉积之后发生的。

根据晚三叠世以来的盆地沉积演化特征, 盆地沉降中心主要在龙门山前—大巴山前之间往复迁移, 盆地走向以NE或NEE为主, 沉积厚度总体向东南减薄。 T_3 - J_2 期是该盆地发育的鼎盛时期, 尤其是早、中侏罗世, 上扬子克拉通因受周缘印支造山带的影响, 除山前有较剧烈的沉降外, 克拉通主体也发生拗陷沉降, 从而形成面积较大的沉积盆地, 而且山前沉降中心由晚三叠世在龙门山前至中侏罗世迁移到大巴山前(图6、图7), 显示受北侧秦岭—大巴山的影响逐步增强。 J_3 - K_1 期盆地沉降中心再次迁移至龙门山前, 呈NE走向, 且东部沉积边界也由晚侏罗世在巴东—贵阳一线至早白垩世已收缩到华蓥山一带。 K_2 -E 期是盆地萎缩

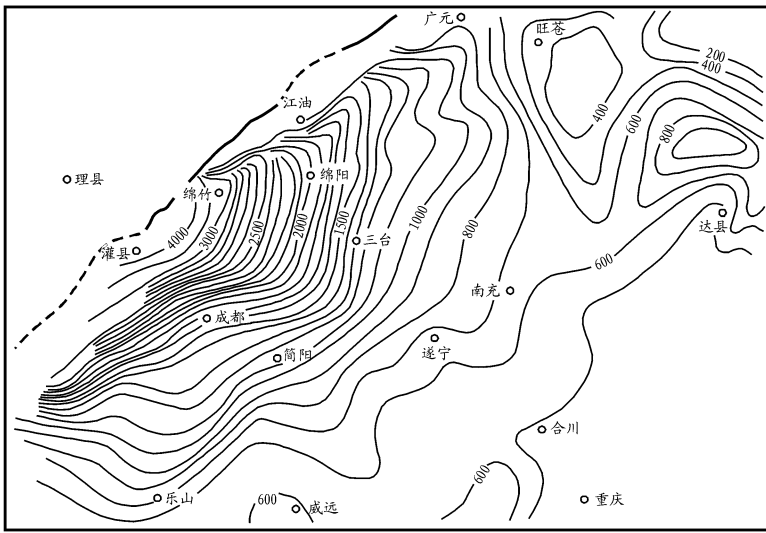


图 6 四川盆地上三叠统等厚图

Fig 6 Isopach map of the Upper Triassic in Sichuan Basin

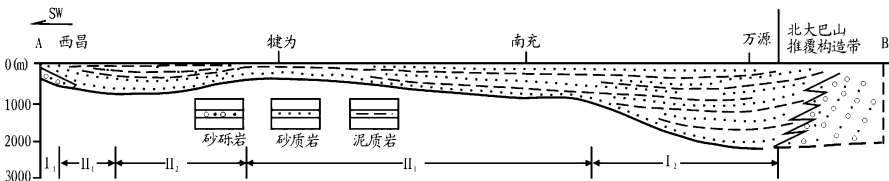
一抬升消亡阶段, K_2 时盆地呈近 EW 走向, 显示受南北挤压作用较强, E_{1-2} 盆地只局限在龙门山南段山前小范围分布, 并在 E_3 末的喜马拉雅主幕运动下结束了沉积盆地发育史。N-Q 期间, 盆地基本处于隆升状态, 仅在龙门山中段山前和西南缘的石棉—汉源一带局部沉积了属于新近系-第四系的砂砾岩和粘土层。因此, 根据各期盆地各变格期发育的特点, 自晚三叠世以来, 在龙门山前至少迭加了 T_3 、 J_1-2 、 J_3-K_1 、 K_2 四期不同方向与分布范围的前渊盆地, 形成多层迭加结构。

2.2 江汉盆地

由表 1 可以看出, 该盆地自晚三叠世以来在纵向上明显发育了 T_3-J_2 、 K_2-E 、N-Q 三期盆地沉积迭加。盆地南北向剖面显示 (图 8), 下部海相中、古生界和中生界 T_3-J 构造受南北两侧造山带前缘的挤压推覆—冲断控制, 并与上迭的 K_2-E 形成明显不同的构造层, 顶部被厚度较薄的 N-Q 拗陷沉积覆盖。

T_3-J_2 沉积仅在盆地西北缘的当阳复向斜内有出露, 为一套与四川盆地相似的陆相含煤碎屑岩沉积; 在盆地腹部它们主要残留分布在江陵凹陷中部和南部沔阳凹陷内, 总体呈 NW—NWW 向分布, 明显受到 NW 向当阳复向斜和 NWW 向沉湖—土地塘复向斜的控制。现今 T_3 和 J_2 残留地层厚度显示它们的沉降中心上下分布基本一致 (图 9), 盆地走向平行于北侧造山带, 反映受秦岭—大别造山带控制作用明显。盆地内缺失上侏罗统, 只在鄂东团麻断裂东侧的大冶—鄂城有出露, 为一套大陆火山岩组合 (马架山组), 显示晚侏罗世已转化为完全不同的构造环境。

第二变格期沉积只在盆地西缘宜昌地区和鄂东大冶地区见有出露, 地层年代为早白垩世—晚白垩世早期, 由石门组、五龙组、罗镜滩组、红花套组组成, 它们主要为一套冲积—河流相红色粗碎屑岩沉积。盆地内尚未有钻井揭露, 据潜江凹陷 EW 向地震剖面显示 (如 359 线), 在潜江凹陷西部的古近系 (E) 断陷层之下存在一套巨厚的断陷结构反射, 平面上呈 NNW 走向, 与盆地北部的汉水地堑的 K_2 走向一致, 为白垩系断陷, 其内可能包括了 K_1 沉



西昌—万源间沉积相剖面示意图

图 7 上扬子中侏罗世沉积相展布图^[5]

Fig. 7 Distribution of Middle Jurassic sedimentary facies in upper Yangtze^[5]

I₁ 冲积—河流相；I₂ 河湖相；II₁ 河湖交替相；II₂ 滨浅湖相

积。丁道桂等 2005^①年在江汉盆地边缘地表白垩系内发现有走滑的大型水平擦痕，反映 K₂-E 断陷盆地兼有走滑性质。

K₂-E 期盆地主要表现为伸展断陷，发育了渔洋组—沙市组、荆沙组—潜江组两期断陷和断陷间歇期转化的拗陷，以一套半咸水—咸水盐湖相沉积为主要特点，纵向上形成巨厚沉积，在大部分地区直接覆盖在海相中、古生界之上。

2.3 皖南—苏北盆地

该区因受后期 K₂-E 断陷切割改造，对盆地内白垩纪之前的中生界盆地分布面貌尚不是

① 丁道桂，等，中扬子南缘构造、沉积演化研究，中国石化南方勘探开发分公司（内部报告）2003。

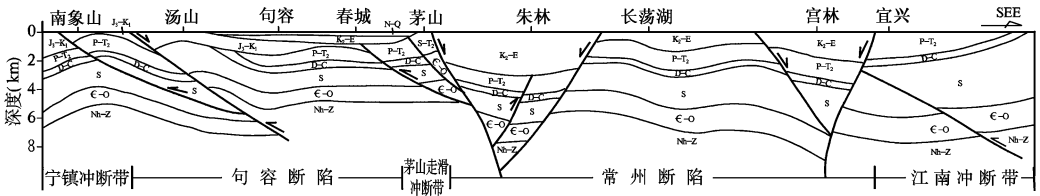


图 11 苏南盆地宜兴—句容构造剖面图

Fig. 11 Tectonic profile from Yixing to Juong in the Sunan Basin

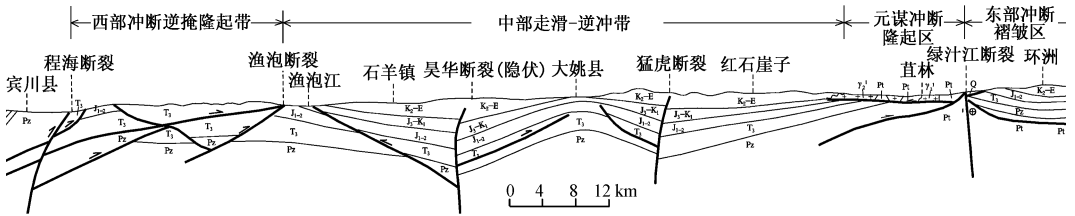


图 12 楚雄盆地 CDD97-08 线构造剖面图

Fig. 12 Tectonic profile of route CDD97-08 in the Chuxiong Basin

宜兴—南京汤山地震剖面资料解释 (图 11), 在茅山、宜兴一带的发育陡立的走滑断裂, 下部切割了海相中、古生界, 上部反转下滑控制了 K_2-E 断陷, 在宁镇冲断带后缘的 K_2-E 之下还发育有 J_3-K_1 断陷, 表现为两期不同方向的断陷迭加。

可见, 下扬子地区自印支运动以来先后迭加了 T_3-J_2 、 J_3-K_1 、 K_2-E 、 $N-Q$ 四期盆地, 但由于各期盆地发育的位置和展布方向不同。 T_3-J_2 期盆地地层受后期切割肢解与隆升剥蚀改造而残缺不全, 加之 J_3-K_1 盆地非连续性分布, 从而常使 K_2-E 断陷直接迭加在海相中、古生界之上。 因此, 在该区海相中、古生界之上主要呈现了两~三层不同的原型迭加结构。

2.4 楚雄盆地

该盆地位于甘孜—哀牢山造山带所夹持的三角地带, 东侧紧邻滇东褶皱—冲断带。 从该盆地内及边缘的上三叠统不整合在古生界不同层位之上可以看出 (图 12), 它形成于晚三叠世, 结束于古近纪早期, 盆地的发育演化明显受周围造山带的控制。

据马力等人 (2004) 研究^[2], 晚三叠世—早侏罗世时期, 它与金沙江缝合带以西地区具有完全不同的沉积层序和沉积特点, 受甘孜—哀牢山造山带分隔明显, 上三叠统不整合在老地层之上, 为一套与四川盆地相似的陆相含煤碎屑岩; 中侏罗世, 它与滇西思茅盆地沉积相连, 可能转化为当时怒江洋东侧的大陆边缘盆地体系。 据滇黔桂油田研究 (2000), 印支晚期该盆地古构造呈近 SN 走向, 显示盆地主要受来自西侧甘孜—哀牢山造山带方向向东的挤压逆冲作用, 在图 12 中可见盆地基底明显受由西向东的逆冲断裂切割; 燕山运动晚期—喜马拉雅运动早期 (K_2-E), 盆地总体继承了先前近 SN 向古构造的特点, 除受到来自西部的挤压外, 还受来自东南方向由东向西的挤压, 在盆地中央背斜带 (大姚县) 形成对冲构造。 同时, 盆地内发育许多近 SN 走向的直立走滑断层, 它们切割了古老逆冲断层, 向上可达地表, 并控制了两侧 $J-K_1$ 和 K_2-E 地层沉积厚度, 反映盆地从第二变格期以来已经受到挤压与走滑的联合构造作用控制。

因此, 该盆地在海相中古生界之上至少迭加了两—三层不同结构的原型盆地, 即在早期

前陆盆地之上迭加了多期且受不同方向挤压一走滑联合作用的盆地。

2.5 十万大山盆地

它是华南地区在中生代唯一得到持续发育的盆地，位于钦防造山带西侧，呈 NE 走向的狭长条带状，为一受钦防造山带控制的中生代前渊盆地。它形成于晚三叠世，结束于早白垩世末—晚白垩世初。

从横切该盆地的构造剖面可以看出（图 13），由 SE—NW，上三叠统和侏罗系分别不整合覆盖在海相中三叠统之上，呈向 NW 明显超覆的特征，盆地内部发育若干由东南向北西方向的逆冲断裂，显示盆地在晚期（古近纪以来）受来自东南钦防造山带方向的强烈挤压而遭到冲断切割改造。根据沉积演化^[9]，晚三叠世—早中侏罗世时期，盆地处于西、北、东三面隆起的夹持之下，总体呈现东北高、西南低的古地理面貌，盆地中南部处于相对凹陷的部位，除晚三叠世在盆地西南边缘受到海侵沉积影响外，主体为一套内陆河湖—沼泽相沉积，稳定湖泊沉积主要发育于早、中侏罗世稳定沉降期，晚侏罗世—早白垩世盆地萎缩，以充填砂岩为主，反映盆地受挤压抬升。古近纪以来，主要以褶皱冲断与隆升为主，仅在盆地北部很小的范围内分布有古近系沉积。

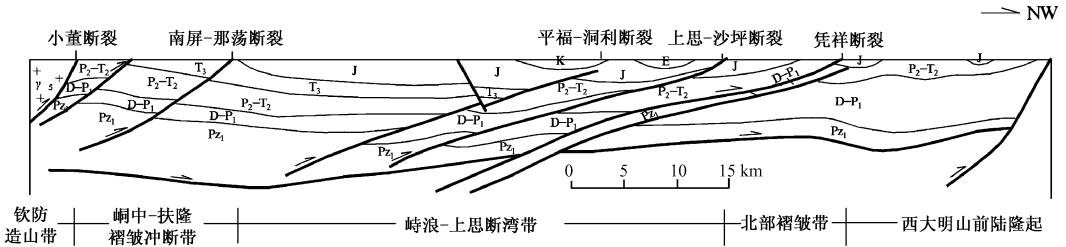


图 13 十万大山盆地构造剖面图

Fig. 13 Tectonic profile of the Shiwang Mountain Basin

总之，该盆地在中生代得到了较连续的发育，但比四川盆地结束的时间要早，而且受后期改造作用较强，纵向上形成了 T₃、J、K 三个明显不同的迭加层次。

3 海相中古生界的后期改造类型及主要特点

根据上述主要盆地的原型迭加特征，结合南方主要区块在中、新生代的构造变形特点，可将南方海相中古生界的后期改造形式划分为 5 种类型，它们分别具有以下主要特点：

3.1 持续前渊迭加型

以四川盆地为典型代表，是海相中、古生界之上晚三叠世以来持续发育的前渊盆地，而且现今前陆盆地沉积仍保存完整。该盆地内的海相中古生界主要具以下变形特点：前渊盆地迭加前，海相中、古生界未遭到强烈变形；盆地主体部位（华蓥山以西），海相中古生界主要随前陆盆地迭加而整体沉降，总体变形程度较弱；在盆地边缘盆地地层已卷入逆冲推覆褶皱，并以同褶皱变形为主，或因上部滑脱层（如 T₂₋₃）的存在表现为深部与浅部的构造不协调；中生代盆地的持续迭加为海相油气保存提供了有效整体封盖条件，成为川东—川东北地区众多海相气田形成的关键因素。

此外，中新生代盆地的持续迭加还使海相中、古生界油气演化与成藏发生了重大变化，主要表现在：T₃-J₂ 盆地的迭加，使下古生界烃源岩（下寒武系、志留系）和上古生界烃源

岩(二叠系)因深埋分别进入生气和生油阶段^[7-9], 并在此期沉积的较厚泥岩封盖下构成整体封存体系。 J_3-K_1 期盆地的迭加, 海相中、古生界因上覆地层的增加, 地层压力增高, 而处于超负载的状态下, 使业已形成的烃类发生相态转换, 由液态转为气态(裂解气), 并可在逐步深埋过程中退化成分散状态而溶于地层水, 形成水溶气; 另一方面, 深埋作用还使岩石变得更加致密, 天然气运移受阻。因此, 该期是四川盆地形成裂解气含气盆地的重要转折期, 也使先成油气得到了有效保存, 如川东—川东北地区许多钻井中就发现有来自古生界不同烃源岩的过成熟裂解混源气^[10]。自晚白垩世以来, 由于盆地周缘的逐步褶皱隆升, 发生水溶气脱气成藏事件, 如威远震旦系气田的形成^[11]。

3.2 渊—滑—断—拗迭加型

江汉盆地、皖南—苏北盆地是此类的典型代表。即在海相中、古生界之上依次迭加了 T_3-J_2 前渊— J_3-K_1 走滑— K_2-E 断陷— $N-Q$ 拗陷不同的原型盆地, 也相应对海相中、古生界形成多次改造。但它们各期发育的盆地构造风格和迭加特点不同, 含油气性也有显著差异, 主要特点如下:

印支运动期间海相中、古生界顶部 T_{1-2} 已遭到较强的剥蚀作用, 并具有东(下扬子)强、西(中扬子)弱的特点。 T_3-J_2 期盆地迭加促进了海相中、古生界的烃源岩演化, 尤其是促进上古生界烃源岩的热演化^[12]。如: 江汉地区因埋藏深度大, 上古生界烃源岩演化已进入生气高峰, 并发生过油气聚集^[13]; 下扬子地区因沉积厚度薄, 烃源岩刚进入生油门限^[14], 并在黄桥苏174井得到证实。 J_3-K_1 期, 在挤压与走滑联合作用下, 不仅肢解了先前前渊盆地的封盖系统, 而且使海相中、古生界发生了强烈的褶断变形。 K_2-E 期断陷的迭加, 海相中、古生界虽被再度深埋, 对烃源岩演化(如: $P-T_1$ 发生二次生烃^[14])与油气保存具有建设性的作用, 但同时受断陷分割而形成了新的油气系统。 $N-Q$ 统一拗陷的迭加, 除了对下伏断陷起到了再次封盖作用外, 最主要的是对一些先前隆起区(包括断凸)海相中、古生界起到了区域封盖作用。

3.3 渊—滑/断迭加型

以楚雄盆地和十万大山盆地为代表。是在海相中、古生界之上迭加前渊盆地。由于类盆地因发育于造山带夹持的狭小空间地带, 自第二变格期, (J_3-K_1) 以来盆地处在强烈挤压或与走滑联合作用的背景下, 尤其是古近纪以来盆地主体处在不断隆升的状态; 中新生代盆地沉积连同下伏海相中、古生界一起形成高块断构造, 弱变形带总体分布范围较小。

3.4 推覆构造及“影子盆地”型

指海相中、古生界因受周边中、新生代造山带向扬子地台内的递进推覆作用而发生褶断变形的地区。此类地区在我国南方具有较大的分布范围, 在扬子地区主要分布在北侧的大巴—大洪山前和南侧的江南—雪峰山前。在这类地区除在现今盆地边缘仍有少量中、新生代盆地沉积残留外, 海相中、古生界已不同程度地裸露地表, 由山前至盆地方向出露层位逐渐变新, 褶断变形强度具明显的分带性, 如雪峰山西北侧由紧靠山前的湘鄂黔隔槽式褶皱至四川盆地东部演变为隔挡式褶皱(图14); 同时因多套滑脱层的存在, 在推覆构造中还形成了上下构造不协调的多层结构, 如米苍山—大巴山南缘至川东北地区(图15)。在一些推覆岩片之下还存在被掩埋的海相中、古生界“影子盆地”。如: 近期地震勘探显示, 黔东南地区在雪峰山推覆的古老基底岩片之下存在一套整体向东南倾斜的平行且连续性好的地震反射, 初步解释为海相中、古生界。

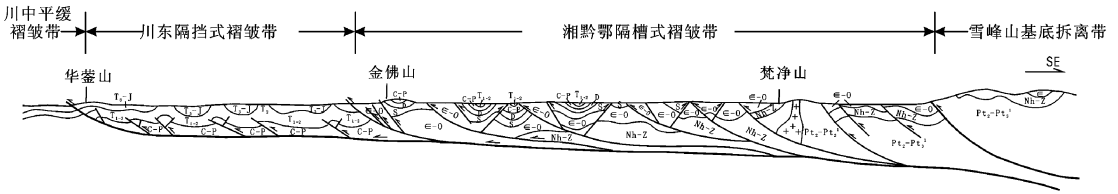


图 14 雪峰山—四川盆地褶皱—冲断带构造剖面示意图

Fig. 14 Tectonic profile of fold-thrust belt of Xuefeng Mountain-Sichuan Basin

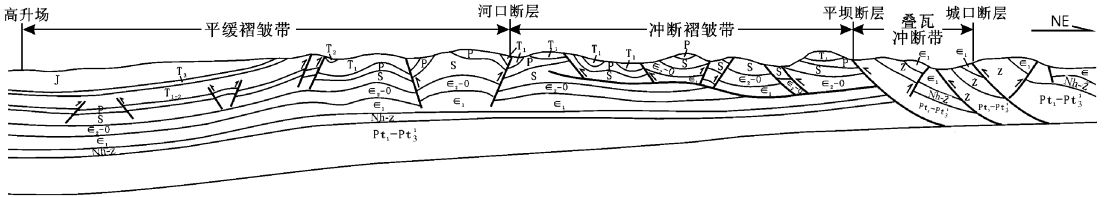


图 15 大巴山前褶皱冲断带构造剖面示意图

Fig. 15 Tectonic profile of fold-thrust belt in the front of the Daba Mountains

3.5 残留改造型

以南盘江拗陷为代表(图 16)。它是晚古生代—中三叠世发育的裂陷盆地经印支运动挤压褶皱形成的大型拗陷, 尽管在此后的中、新生代受长期隆升剥蚀和褶断变形改造, 但拗陷内仍保留了较完整的海相中、古生界沉积, 除在少数背斜轴部露出了古生界, 拗陷主体仍被残留的海相中、下三叠统大面积覆盖, 拗陷北部(北盘江)变形程度相对较弱。该区地表分布着大量的油气苗和古油藏沥青带, 显示该区油气曾遭到较强烈的破坏。

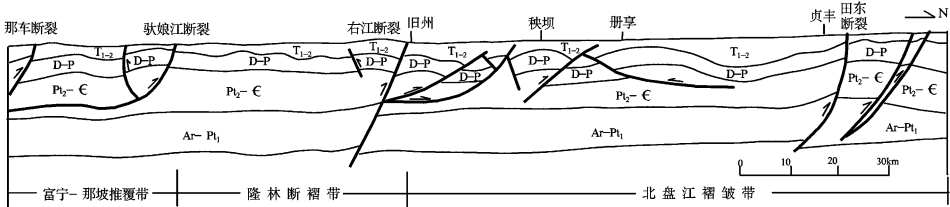


图 16 南盘江拗陷构造剖面图

Fig. 16 Tectonic profile of Nanpanjiang depression

4 对主要区块海相油气保存条件的初步认识

通过上述分析, 主要取得以下认识:

(1) 第一期构造变格与前渊盆地迭加, 使扬子地区受印支运动而隆升的海相中、古生界再次得到了埋藏, 不仅促进了海相烃源岩的热演化, 更重要的是形成了区域油气封盖条件, 并使油气聚集成藏。

(2) 第二变格期, 受来自东南和西侧燕山造山运动的强烈影响, 在我国南方发生了由东南向西北的冲断推覆活动, 除龙门山前的四川盆地得到持续发育并使油气很好保存外, 扬子大部分地区, 先前前渊盆地构建的区域封盖系统已被肢解甚至完全破坏。因此, 该期构造变格对我国南方海相油气保存总体不利, 扬子地台上分布许多燕山期储层沥青(古油藏)可足

以说明。

(3) 第三—第四变格期, 中下扬子地区在多期断陷和统一拗陷的先后迭加下, 对海相中、古生界油气保存总体具有建设性的作用, 并以断陷区的油气保存条件为最优, 如盐城朱家墩气田(泰州组—阜一段混有海相古生界气源, 图 17) 和黄桥 CO₂ 气田均位于 K₂-E 断陷之下(图 18); 而断凸区及古隆起部位相对要差些, 如句容盆地句 12 井 T₁ 残留油藏就分布于断凸之上(图 19)。而四川盆地, 在边缘褶皱隆升与逐步减压背景下, 先前燕山期深埋、烃类相态转换而成的水溶气发生脱气, 并与盆地东部褶皱带内的适时圈闭配合而形成若干气田。

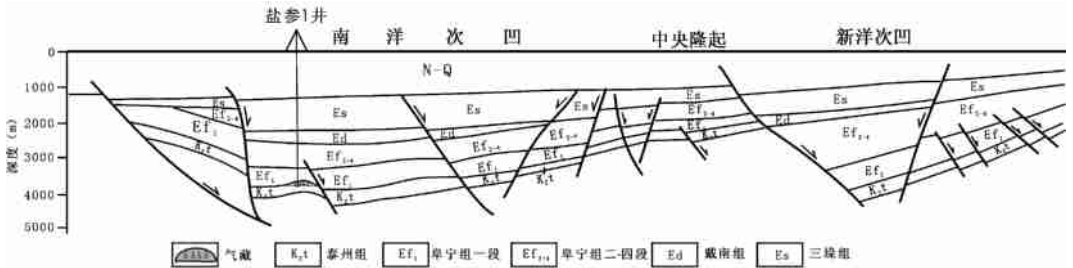


图 17 盐城朱家墩气田构造剖面图

Fig. 17 Tectonic profile of Zhujiadun gas field in Yancheng area

(4) 通过对上述五类盆地的比较可以发现, 在油气保存条件上, 显然以持续前渊迭加的四川盆地为最好; 其次应数第二类的江汉盆地和皖南—苏北盆地, 这两个盆地在中、新生代虽经历了多种不同性质的盆地迭加, 并在中途(J₃-K₁)曾遭受过褶皱隆升与剥蚀改造, 但海相中、古生界之上仍有 T₃-J₂ 期盆地沉积残留, 下扬子还有 J₃-K₁ 分布, 在后期断陷—拗陷重建的区域封盖条件下, 有利于海相烃源岩(P-T₁)二次生烃和油气的晚期成藏。

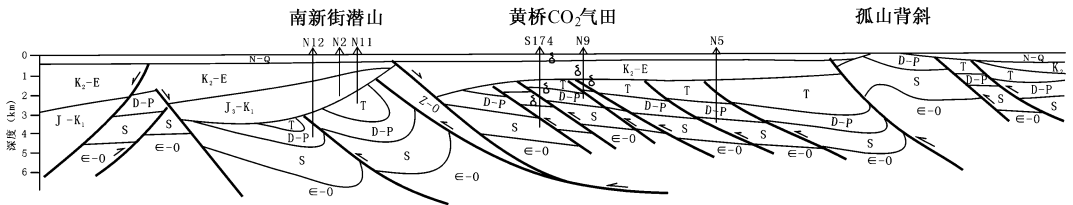


图 18 黄桥 CO₂ 气田构造剖面图

Fig. 18 Tectonic profile of CO₂ gas field in Huangqiao area

(5) 第三类的十万大山盆地和楚雄盆地, 早期前渊盆地迭加虽重建了封存条件, 但由于自第二变格期以来遭到强烈冲断和走滑等作用, 前渊盆地地层及下伏海相中、古生界均已形成高块断构造, 加之盆地分布范围狭窄, 弱变形带小, 晚期又缺少区域封盖条件, 对油气保存总体不利, 但盆地中央部位可能存在相对有利的保存条件^[15]。

(6) 至于第四类、第五类, 海相中、古生界已发生较强烈的褶皱变形, 地表分布许多油气苗和古油藏破坏的沥青带, 显示油气保存条件总体较差。但在中下扬子南北两侧边缘因海相中、古生界内部发育多套区域滑脱层(Z_{1ds}、E₁、S等), 它们在推覆构造中不仅起着重要的缓冲和调节作用, 而且对下伏油气具有区域封盖作用, 并在一些滑脱层之下存在被推覆岩片掩埋了的“影子盆地”, 大巴山前和雪峰山前均有此类构造存在^[16,17], 应值得重视。尽

管推覆构造对油气保存有着不利的一面,但它对油气成藏也有着优势的一面,如可改善油质、增加孔隙、提供油气通道、有利圈闭形成和促进油气富集等^[18,19],国内外均有在此类构造中找到大中型油气田的实例。如:在我国克拉玛依油田克乌逆掩断层带上就找到了许多“小而肥”的含油断块;在加拿大落基山造山带边缘南段逆冲断层之上发现了 32 个油气田;美国爱达华—怀俄明—犹他逆掩断层带上共发现 27 个油气田,其中大型油田就有 6 个。此外,还应注意南盘江拗陷中的弱变形带,可能存在相对较好的保存条件^[20],如北盘江褶皱带。

建议:在今后勘探上,一方面,围绕四川盆地东部—东北部勘探老区向盆地边缘褶皱带滚动勘探扩展;另一方面,以中下扬子地区作为新区勘探的主导方向,选择中、新生代盆地之下的弱变形带,并有 T_3 - J_2 、 J_3 - K_1 地层残留的地区作为先期突破口,如江汉盆地西部江陵凹陷和苏北盆地东南部就具备此类条件;而对于其它地区,主要作为中长期探索目标。

参 考 文 献

- [1] 张渝昌. 中国含油气盆地原型分析 [M]. 南京: 南京大学出版社, 1997. 89~124.
- [2] 马力, 陈焕疆, 甘克文, 等. 中国南方大地构造和海相油气地质 (上) [M]. 北京: 地质出版社, 2004. 104~117.
- [3] 廖宗廷, 周祖翼. 中国东南地区大地构造演化的特征 [J]. 石油实验地质, 1994, 16 (3): 234~242.
- [4] 王金渝, 周荔青, 郭念发, 等. 苏浙皖石油天然气地质 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2000. 150~166.
- [5] 郭正吾, 邓康龄, 韩永辉, 等. 四川盆地形成与演化 [M]. 北京: 地质出版社, 1996. 74~88.
- [6] 孙连浦, 马永生, 郭彤楼, 等. 十万大山盆地中生代沉积充填特征及其演化 [J]. 世界地质, 2005, 24 (1): 30~35.
- [7] 卢庆治, 郭彤楼, 胡圣标. 川东北地区热流史及成烃史研究 [J]. 新疆石油地质, 2006, 27 (5): 549~551.
- [8] 王顺玉, 戴鸿鸣, 王海清, 等. 四川盆地海相碳酸盐岩大型气田天然气地球化学特征与气源 [J]. 天然气地球科学, 2000, 11 (2): 10~17.
- [9] 张林, 魏国齐, 李熙吉, 等. 四川盆地震旦系—下古生界高过成熟烃源岩演化史分析 [J]. 天然气地球科学, 2007, 18 (5): 726~731.
- [10] 刘光祥, 陶静源, 潘文蕾, 等. 川东北及川东区天然气成因类型探讨 [J]. 石油实验地质, 2002, 24 (6): 513~515.
- [11] 王青, 张枝焕. 由构造抬升引起的水溶气脱溶成藏问题 [J]. 新疆石油地质, 2005, 26 (3): 318~320.
- [12] 肖开华, 陈红, 沃玉进, 等. 江汉平原区构造演化对中、古生界油气系统的影响 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26 (5): 688~693.
- [13] 覃建雄, 刘岫峰, 李余生, 等. 江汉盆地海相地层油气勘探前景包裹体的证据 [J]. 地球学报, 1999, 20 (1): 55~61.
- [14] 郭彤楼. 下扬子地区中生界叠加改造特征与多源多期成藏 [J]. 石油实验地质, 2004, 26 (4): 319~323.
- [15] 周明辉, 梁秋原. 楚雄盆地油气保存单元划分与评价 [J]. 云南地质, 2005, 24 (3): 303~308.

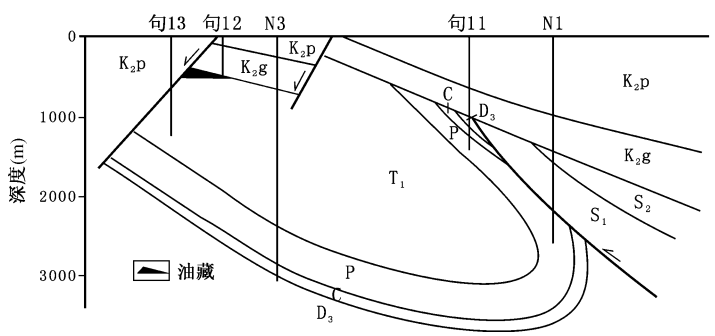


图 19 旬容盆地 T_1 残留油藏构造剖面图

Fig. 19 Tectonic profile of relict Early Triassic oil pool in the Juwong Basin

- [16] 李仲东, 罗志立, 刘树根. 雪峰推覆体掩覆的下组合 (Z-S) 油气资源预测 [J]. 石油与天然气地质, 2006, 27 (3): 392~398.
- [17] 李占奎, 丁燕云. 大巴山推覆构造特征的探讨 [J]. 物探与化探, 2007, 31 (6): 495~498.
- [18] 罗碧华, 秦启荣. 逆冲推覆构造的研究类型和方法 [J]. 内蒙古石油化工, 2007, 5: 263~265.
- [19] 朱志澄. 逆冲推覆构造 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1991.
- [20] 刘特民, 刘炳温, 陈国栋, 等. 南盘江盆地构造演化与油气保存区划分 [J]. 天然气工业, 2001, 21 (1): 18~22.

SUPERPOSITION AND RECONSTRUCTION OF MARINE MESO-PALEOZOIC STRATA BY MESO-CENOZOIC BASINS IN SOUTHERN CHINA

ZHOU Xiao-jin^{1, 2}, YANG Fan¹

(1. *School of Geosciences & Environment Engineering, Central South University, Changsha, Hunan 410083, China;*

2. *Wuxi Research Institute of Petroleum Geology, Research Institute of Petroleum Exploration and Production, SINOPEC, Wuxi, Jiangsu 214151, China*)

Abstract: This paper focuses on the main basin prototypes developed in four tectonic evolution periods and their superposition in southern China during the Meso-Cenozoic. According to the superposition and tectonic reconstruction of basin prototype, five types of late reconstruction could be recognized for marine Meso-Paleozoic in southern China, namely the persistent foredeep superposition, foredeep-slide-fault-depression superposition, foredeep-slide or fault superposition, nappe structure and shadow basin, and relict reconstruction.

Moreover we discuss their main tectonic characteristics and difference in the condition for oil-gas preservation. The study indicates that the persistent foreland basin superposition, represented by the Sichuan Basin, is most favorable for preservation of marine Meso-Cenozoic natural gas. The second favorable type is the foredeep-slide-fault-depression superposition, with its examples in Jiangsu Basin and Wannan-Subei Basin in middle-lower Yangtze. Under the early foreland basin superposition (Late Triassic to Middle Jurassic) and the late fault depression-depression superposition (since Middle Cretaceous), it successively constituted a regional enclosed condition for marine Meso-Paleozoic, and offered a condition for preservation of the second oil-gas formation of marine Meso-Paleozoic although it had been deformed by the strong Yanshanian compression-strike-slip during Late Jurassic to Early Cretaceous. The foredeep-slide or fault superposition, represented by the Chuxiong Basin and Shiwan Mountain Basin, set up a regional enclosed condition for marine Meso-Paleozoic in the early stage (Late Triassic to Middle Jurassic), but then imposed an effect upon preservation of marine oil-gas, because it led the basins as a whole to form block structures under the effect of strike-slip and thrust since the second structure stage. In addition, it is pointed out that much attention should be drawn to the "shadow basin" in nappe structure, especially to oil-gas preservation condition below the regional decollement layer as well as the relict reconstructed weak deformation belt such as Nanpanjiang depression.

Key words: Meso-Cenozoic; tectonic evolution; basin prototype; superposition and reconstruction; marine petroleum preservation; southern China