

DOI:10.3724/SP.J.1140.2011.01101

# 珠江口盆地白云凹陷构造演化与油气系统的关系

孙杰, 詹文欢, 丘学林

(中国科学院南海海洋研究所, 中国科学院边缘海地质重点实验室, 广州 510301)

**摘要:**白云凹陷是珠江口盆地的一个次级凹陷, 蕴藏着丰富的油气资源, 是珠江口盆地重要的油气探区之一。白云凹陷形成和演化过程经历了3个阶段: 断陷、拗陷和差异升降阶段。多期构造运动叠加造成凹陷内地质构造非常复杂。从白云凹陷构造演化和构造特征研究出发, 结合地震剖面、测井资料, 初步探讨了白云凹陷构造对油气藏形成的控制作用, 明确了构造演化、构造样式对油气生运聚的作用和影响。认为新生代以来的构造活动对盆地最终构造格局形成产生了极为重要的影响, 且对油气的运聚成藏及分布起到了决定性的控制作用。

**关键词:**构造演化; 油气系统; 控制; 白云凹陷

中图分类号: P744.4

文献标识码: A

文章编号: 0256-1492(2011)01-0101-07

白云凹陷位于南海北部陆缘, 隶属于珠江口盆地珠Ⅱ拗陷, 水深为1 000~3 000 m, 是南海北部沉积最厚、面积最大且最有经济潜力的凹陷, 也是我国深水油气勘探和研究的热点区域。对珠江口盆地的构造演化, 前人已经做过深入研究, 但是白云凹陷的构造演化还没有进行详细研究。随着勘测的不断深入, 在总结前人研究的基础上, 利用新资料, 对白云凹陷构造特征和演化及其对油藏的控制作用进行了新的研究。

## 1 地质背景

珠江口盆地的形成过程受印澳板块、欧亚板块的碰撞、太平洋板块的俯冲以及地幔柱上拱的影响, 是在加里东、海西、燕山期褶皱基底上形成的中、新生代含油气盆地。白云凹陷位于珠江口盆地西南部陆架-陆坡过渡带及上陆坡区(图1), 为长期稳定下沉的负构造单元。总体呈北东走向, 其北侧是番禺低隆起, 西侧以一条北西走向的基底断裂和岩浆活动带为界与神狐暗沙隆起和珠Ⅱ拗陷西段相邻; 东侧为东沙隆起。由于正对珠江大河出口的下倾方, 凹陷有充足的陆源沉积物供给, 发育了厚度较大的湖相烃源岩, 其沉积充填均具有单边侧向输送沉积物的特点。因此, 白云凹陷新生代沉积充填特

征, 总体上呈“下粗上细、由陆向海、由浅水向深水、由过补偿向欠补偿”的演变规律<sup>[1]</sup>。白云凹陷处在陆壳与洋壳过渡带, 沉积基底主要为中酸性岩浆岩, 其次为变质岩和基性岩, 地壳厚度较薄, 一般为18~28 km。地温梯度为31.5~41.0 °C/hm, 属于地温场偏高的凹陷。

白云凹陷自下而上主要沉积充填了始新统湖相沉积的文昌组、下渐新统河湖相煤系沉积的恩平组、上渐新统浅海陆架—三角洲沉积的珠海组、下中新统深水陆坡—深水扇沉积的珠江—韩江组和晚中新世粤海组、上新世万山组以及第四系(图2)。作为一个强烈构造变形区, 白云凹陷南北和西部为深大断裂所限, 北西向大断裂贯穿整个凹陷的中部<sup>[2]</sup>。另外, 凹陷西南、东北角靠近北西向基底断裂处发育了NEE和NWW向两组小断裂群。周边的断裂边界、基地情况和内部构造对该区各构造单元内的局部构造特点和沉积特征具有控制作用, 对分析区域的构造演化具有指示作用。白云凹陷含油气系统的形成和演化与区域构造演化关系密切, 后者在一定程度上控制着生储盖组合的形成, 影响烃源岩的演化进程, 决定含油气系统的运聚、改造和后期保存等关键环节。

## 2 构造演化历史

对南海北部新生代断裂、岩浆活动和沉积环境的研究表明<sup>[3-5]</sup>, 南海北部陆缘表现为多幕构造活动<sup>[6]</sup>。白云凹陷的构造演化与珠江口盆地, 乃至整个南海北部的演化紧密相关<sup>[7-9]</sup>。作为一个复式地堑, 白云凹陷在新生代发育演化主要经历了断裂裂

基金项目: 中国科学院海洋地质与环境重点实验室开放研究基金(MGE2008KG02); 中国科学院边缘海地质重点实验室开放研究基金(MSGL08-24)

作者简介: 孙杰(1978—), 男, 助理研究员, 博士, 主要从事海洋新构造运动研究, E-mail: sunjie@scsio.ac.cn

收稿日期: 2010-08-02; 改回日期: 2010-09-20。 周立君编辑

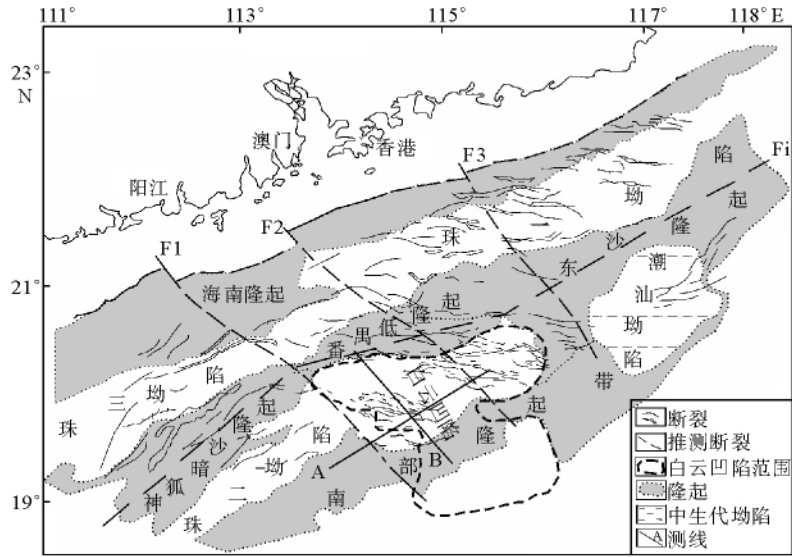


图1 珠江口盆地白云凹陷大地构造位置与结构

Fig.1 The geological setting and structures of the Baiyun Sag

地层				岩性剖面	沉积环境	年代 /Ma	地震反射层	构造运动	
界	系	统	组						
新 生 界	第四系				广海相 陆架相	2.4			
		新近系	上新统	万山组	海相泥岩		5.3	T1	
	中			粤海组		10.5	T2	东沙运动	
	中新统		中	韩江组	海相泥岩伴砂	三角洲 海湾	16	T4	
			下	珠江组	海相泥岩 碳酸岩	陆架 碳酸盐 台地相	17.5	T5	
	古近系	渐新统	上	珠海组	海相砂岩	滨海相	23.8	T6	
			下	恩平组	泥岩间隔 砂岩和礁	湖泊沼泽相	30.5 32	T7	南海运动
		始新统	上				40	T8	珠琼运动二幕
			中	文昌组		湖泊相			
			下		泥岩		50	T9	珠琼运动一幕
		古新统	上	神狐组		山麓河流相			
	下					65	Tg	神狐运动	
	前新生界基底								

图2 珠江口盆地白云凹陷地层与构造运动事件(据陈长民等)

Fig.2 The column diagram showing the stratigraphy and tectonic events in the Baiyun Sag

谷阶段(T<sub>g</sub>-T<sub>7</sub>)、裂后断拗转换及热沉降阶段(T<sub>7</sub>-T<sub>4</sub>)和新构造运动及热沉降拗陷阶段(T<sub>4</sub>-T<sub>0</sub>)形成了多个重要不整合界面,垂向上具有断陷、断拗和拗陷三层结构,与中国东部典型断陷裂谷盆地的裂谷期和裂后拗陷期的双层盆地结构存在一定的差异。

## 2.1 断陷裂谷阶段(T<sub>g</sub>-T<sub>7</sub>)

进入新生代后,珠江口盆地的岩浆活动表现为强烈的火山喷发作用,是中生代燕山期造山带的崩塌、地幔岩浆上隆、地壳拉伸、减薄到塌陷的演化过程的一个阶段,是由中生代挤压造山带向新生代陆缘扩张带转化的开始。晚白垩世-早渐新世为盆地的张裂阶段,珠江口盆地沿着数条北东向断裂发生张裂和沉陷。最初的神狐运动导致南海北部陆缘的褶皱基底发生张裂,形成一系列的 NNE—NE 向断裂雏形;此后,盆地的裂陷作用还经历两期比较强烈的构造运动,即早、中始新世之间的珠琼运动一幕和中、晚始新世之间的珠琼运动二幕。

由于神狐运动期太平洋板块由东南向西北方向俯冲楔入,故软流层上涌区及弧后张裂区主要位于珠江口盆地以北及华南陆内地区,白云凹陷张裂作用不明显。珠琼运动一幕和珠琼运动二幕在继承前期的断裂构造作用下,拉张继续扩大;同时,受到来自印度板块挤压的 NNE 向构造应力,从而直接导致地幔隆起区向南迁移至白云凹陷附近,使得白云凹陷成为该时期的裂陷中心。该时期表现出强烈的张裂构造特征,断裂将基底强烈错断,白云凹陷被分割成众多受断裂控制的半地堑,凹陷的周围为深大断裂所控制,断裂系统以北东、北西向为主,总体上呈菱形构造格局。根据横穿白云凹陷的两条地震剖面(A和B)(图3)<sup>[10]</sup>,可见基底断裂控制了白云凹

陷的构造发育,基底在断裂的控制下呈地堑特征阶梯状下沉。文昌期的沉积中心明显受断裂的控制,断裂边界处最厚,地层厚度平面上受边界断裂控制明显,边界断裂强烈发育,导致其附近区域基底沉降量最大,随着距离增大对沉积的控制作用减弱;而恩平组沉积时期的沉积层厚度表现为中心主体厚,向周边逐步减薄,尽管凹陷两侧的断裂在一定程度上控制了沉积,但最厚的沉积没有表现出受断裂的控制,而呈现一种既断又拗的基底沉降特征,推测是由于 30 Ma 或 32 Ma 时期,由于青藏造山带岩石圈的水平挤压和红河断裂的挤出,南海海底发生扩张,华南陆缘逐渐结束了张裂活动,导致白云凹陷构造沉降量所占总沉降量的份额减小,沉降差异不明显。可见,其断陷裂谷阶段具有多幕伸展性,边界断层控制了地层沉积厚度,断裂活动强烈,反映裂谷—断陷盆地发育特征。

## 2.2 裂后断拗转换及热沉降阶段(T<sub>7</sub>-T<sub>4</sub>)

晚渐新世,在南海扩张运动的影响下,珠江口盆地大部分地区被抬升、剥蚀、夷平形成广泛的区域不整合面 T<sub>7</sub>,在该不整合面之下的称为“裂陷阶段”充填,之上的为“裂后阶段”覆盖式沉积,由统一的海相沉积组成,表示从晚渐新世开始的南中国海的广泛海侵。此时凹陷由早期的断陷向拗陷过渡,沉积由陆相转变为海相。该时期沉降速度较快,除中央隆起外,大部分地区沉没水中,盆地沉积充填了上渐新统珠海组海相粗碎屑岩和下中新统珠江组海相细碎屑岩等中构造层沉积物,在隆起边缘生长和沉积了生物礁和碳酸岩。在 17 Ma 左右,南海扩张停止,全区开始了热沉降阶段。

与珠江口盆地相似,白云凹陷在珠海组沉积初

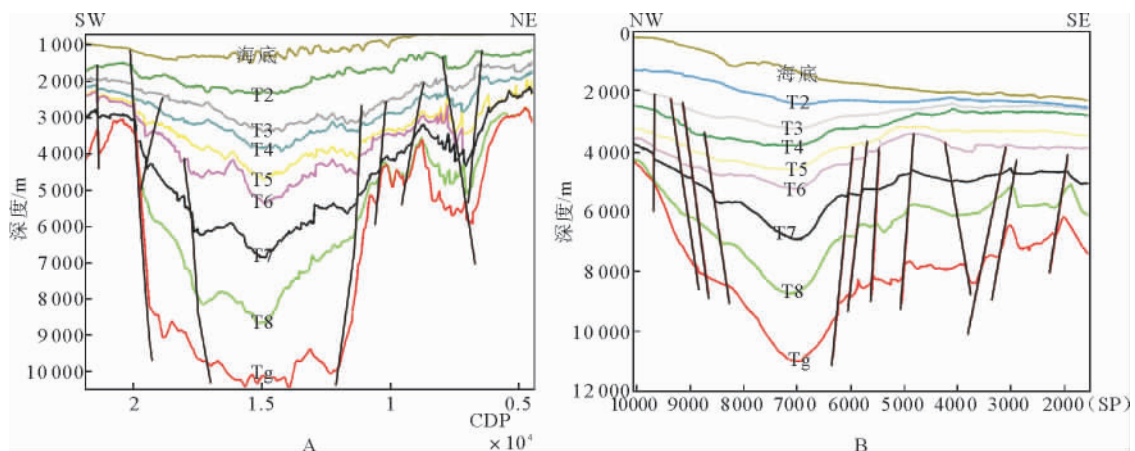


图 3 珠江盆地白云凹陷地震剖面(位置见图 1)

Fig. 3 The seismic profile A and B, the location of the profiles is shown in Fig. 1

期已逐渐步入拗陷沉积阶段,下地壳韧性剪切带的剪切作用明显减弱,开始进入构造平静期,从地层剖面来看,裂后阶段地层早期凹凸相间的构造格局逐渐消失,受来自南海扩张轴拉张的影响,断裂活动减弱,白云凹陷内断裂多数活动至 23.8 Ma。早中新世珠江组在白云凹陷陆坡区发育了较厚的沉积物,此时三角洲体系已后撤到了中央隆起带一线,三角洲相在白云凹陷陆坡区北缘前积,造成快速充填的三角洲前缘相、前三角洲相的软泥和粉砂物质坍塌沉积,致使该时期(T5-T4)在最多 2 Ma 的沉积时间内,沉积厚度最大约 1 200 m。综合分析认为,白云凹陷在晚渐新世进入裂后断拗转换后,构造活动相对平静,受断裂的控制较弱,地层厚度不均匀现象明显减弱;珠江组沉积时期,白云凹陷全部开始稳定的热沉降。

### 2.3 新构造运动及热沉降拗陷阶段(T4-T0)

中中新世韩江组(T4-T2)沉积时期,珠江口盆地再次遭受比较强烈的构造运动,即东沙运动。岩浆、构造作用再次活跃,强烈的断裂活动不仅使原有的断裂复活,还产生了新的张扭性断裂。盆地内部的断块之间表现出幅度不同的差异升降运动,隆起相对上升遭受剥蚀,拗陷下降加快接受沉积,形成隆、拗构造格局。在地壳沉降和海侵扩大的背景下,盆地全部沉没于水中,接受广海陆架—上陆坡的深水沉积。上新世以来,断块间差异进一步增大,各断块间沉积特征变化明显,沉积了万山组和第四系。

白云凹陷在 T4 沉积后,受南海的整体持续沉降作用,产生相对的欠补偿沉积环境,陆架坡折向北跃迁,使其成为陆架坡折带,沉积了巨厚的中中新世韩江组,并伴有明显的前积沉积。从南北测线剖面 B 看出 T4 层面以后,地层沿测线走向厚度变化明显,地层大体沿南北方向整体向着南部洋陆边界变薄。由于力源是来自菲律宾板块向 NWW 方向的推挤,对白云凹陷来说,东沙运动表现不强烈,没有大的抬升和剥蚀,但仍有断层产生和活动。受此次运动影响最大的为白云凹陷陆坡区,导致该区新断层形成和前期老断层的重新活动,在地震剖面上可以看到有部分断层已切割 T2 层。5.0 Ma 之后,断裂基本停止活动,断裂演化结束,白云凹陷进入整体沉降阶段。

## 3 构造演化与含油气系统的形成

构造可通过控制沉积、热史来控制油气的生成

和聚集,同时还可作为油气运移的通道。构造作用通过控制凹陷的构造格局来影响烃源岩的演化。构造演化对珠江口盆地白云凹陷含油气系统的控制作用主要表现在以下三方面。

### 3.1 构造演化对烃源岩的演化控制

构造演化控制着岩性、岩相的发育特征,而烃源岩发育与岩相、岩性息息相关。白云凹陷多旋回演化特征造就的 3 套烃源岩多处于成熟—高熟热演化阶段,均具备生烃成气潜力,但以始新统文昌组湖相烃源岩及下渐新统恩平组煤系及湖相烃源岩最具生烃潜力,其应是主力烃源岩。上渐新统珠海组海相烃源岩成熟度较低,具有一定的生烃潜力,属该区次要烃源岩<sup>[11-13]</sup>。模拟结果表明<sup>[14]</sup>,现今白云凹陷文昌组和恩平组热演化程度较高,文昌组烃源岩 Ro 值在 2.0% 以上,处于过成熟生干气阶段,恩平组烃源岩为成熟阶段,Ro 值也都在 1.0% 以上(图 4),是一套以生气为主的烃源岩。上渐新统珠海组海相烃源岩,在白云凹陷东南部深水区已钻遇,烃源岩有机质热演化程度  $Ro=0.43\% \sim 0.53\%$ ,已进入低成熟生烃门槛,具有一定的生烃潜力。

晚白垩世以来,碰撞后伸展转折期的裂谷—断陷作用控制着凹陷的形成与演化,为烃源岩的发育和分布提供了条件。断裂的活动直接控制着凹陷的沉降和沉积规模及幅度。烃源岩沉积中心的范围、位置与沉积时期沉降中心的范围、位置具有很好的一致性。白云凹陷为长时间的沉降中心和沉积中心,发育了较厚的烃源岩,为其周边的构造带提供了丰富的油源。从图 3 分析可见,Tg-T8 阶段白云凹陷在 SE 向拉张应力作用下张裂作用强烈发育,地壳裂陷沉降,发育中深湖相文昌组与恩平组主力烃源岩。该阶段断裂强烈活动,凹陷面积迅速扩大,水体加深,为烃源岩的沉积提供了可容空间。同时由于张裂作用,使白云凹陷地壳减薄,地幔物质上涌,盆地的地温梯度可以达到  $3.5 \sim 4 \text{ } ^\circ\text{C}/100 \text{ m}$ ,海水温度上升,溶于水体内的氧气减少,有利于还原环境的形成,为形成优质烃源岩提供了良好的空间环境。另外,白云凹陷边界断裂早期强烈活动,下降盘沉降迅速,从而使烃源岩被快速埋藏,其后两次快速的沉降运动加速烃源岩的演化,较快进入有机质成熟的生油门限深度,有利于油气生成。

### 3.2 构造演化对储盖结合的控制

白云凹陷形成过程中,在多幕构造演化的不同阶段,均沉积了不同类型的储盖结合层,多以砂岩储

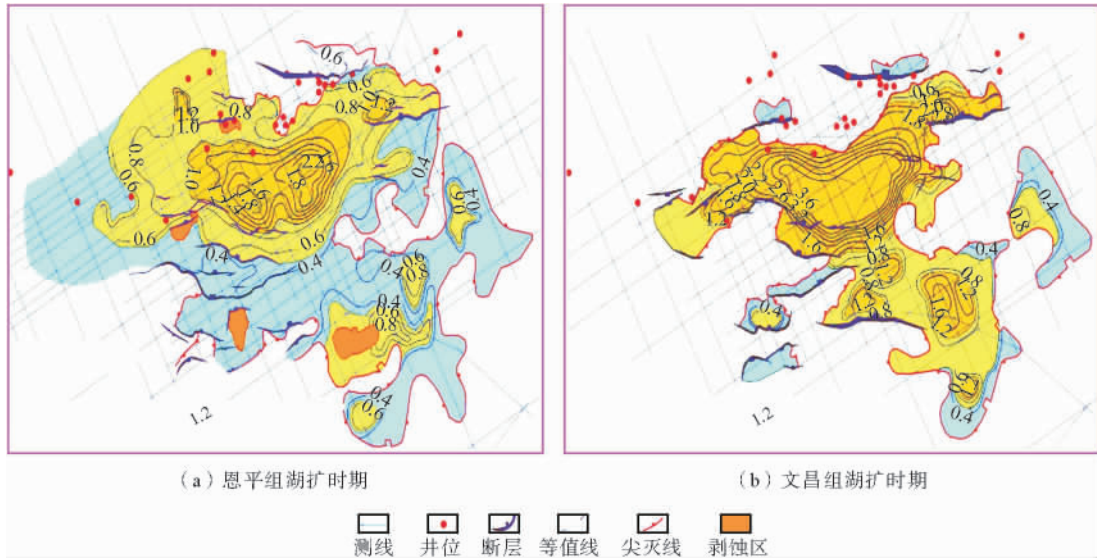


图 4 珠江口盆地白云凹陷两套主要烃源岩现今  $Ro(\%)$  等值线(据文献[14])

Fig. 4 Isoline map of present vitrinite reflectance of source rocks in Baiyun Sag

集层及其储盖结合层类型为主。从地震地层分析、临近域井资料分析以及深水扇的研究可见,白云凹陷存在两大类有效储盖组合<sup>[15]</sup>(图 2),即 23.8 Ma 之前形成的珠海组浅海陆架-三角洲储盖组合和 23.8~10.5 Ma 形成的珠江-韩江组深水扇系统储盖组合。

晚渐新世,由于南海扩张运动的影响,珠江口盆地大部分地区抬升,遭受剥蚀和夷平作用。该时期,白云凹陷为滨、浅海陆架环境,浅海陆架-三角洲沉积,在  $T_7$  不整合面上填充珠海组三角洲-滨岸相砂岩,与其上覆海侵背景的海相三角洲前缘相沉积泥岩,构成理想的储盖组合。23.8~10.5 Ma 间白云凹陷的 6 次海平面升降旋回,每一次海平面下降都到达了白云凹陷北部陆坡区,沉积物持续堆积在上陆坡区,重力滑塌作用必然导致先前堆积的沉积物向下运移堆积,形成油积岩,加之古珠江水系提供的大量优质陆源碎屑物持续供给,深水扇油积岩具有较好的储集性能<sup>[16]</sup>。深水扇体与其上高位期形成的厚层泥岩共同构成了白云凹陷深水扇复合体的优质储盖组合,形成了该区域新近系裂后海相坳陷沉积重要的油气储盖层。

### 3.3 构造演化对油气运聚的控制

白云凹陷经历的多次构造运动改变了构造格局,影响了油气运移。本区主要断裂位于生烃中心的边缘,断裂同沉积活动控制了文昌组和恩平组烃源岩的发育,大部分正断层大多都断至上新统,且众多断层从生烃灶一直延伸至上覆地层,可使生烃灶

的油气运移进入储层形成油气圈闭。

中中新世末至晚中新世末东沙运动期间是白云凹陷油气运移和成藏最好时期,构造形成期、断裂活动期与排烃高峰期匹配良好。此时储层物性较好的珠江组上段、韩江组以及粤海组都已沉积,并且白云凹陷进入第三期地层增压的高峰(排烃高峰期),盆地的构造演化处于东沙运动期间,构造活跃,NW 向断层复活,下部断层穿越烃源岩插入基底,上部断层突破  $T_5$  进入珠江组、韩江组,消失于粤海组,打开了白云凹陷在坳陷期因持续沉降形成的压力封存箱,疏通了烃源岩和 13.8、15.5、16.5、18.5 和 21 Ma 等层序的深水扇砂岩之间的油气运移通道<sup>[17]</sup>,将封闭于下第三系的油气垂向输导到上覆的海相储盖组合中。

圈闭是储集层油气运移和保存的最终场所,是油气聚集的基本地质单元。珠江口盆地新生代属于拉张型断陷裂谷盆地,在拉张背景下主要形成了披覆背斜、礁以及与断层相关的圈闭构造近 500 个。由于张剪断层的发育以及区域块断升降作用,造成白云凹陷基底断块的升沉、倾斜和断块间的张合、扭动,使地层在断层两侧产生垂向错断,产生局部隆起,从而促进了凹陷内古隆起上的断块构造和凹陷边界断层附近古隆起上的断鼻、断块、翘倾背斜等圈闭的发育。分析认为白云凹陷存在四个较为有利的构造圈闭区带:(1)东北古隆起圈闭区带;(2)凹陷中心中央隆起区带;(3)西南断阶带圈闭区带;(4)北斜坡之上的低隆起。这些圈闭有利于油气的聚集。



## 4 结论与认识

综合以上分析结果认为,珠江口盆地白云凹陷的形成和演化经历了新生代早期的裂谷拉张期,形成了陆缘凹陷,接受了良好的河湖相沉积体系,为盆地的烃源岩提供了良好的物质基础。中期的构造沉降,拗断,拗陷扩大,发育了海相、海陆交互相沉积,即形成了烃源岩,又发育了良好的储盖组合;晚期差异升降的断块运动,盆地整体沉降,接受沉积,最终发育成完整成熟的大型盆地,并保存了良好的油气资源。盆地演化阶段与油气系统的形成具有较好的对应关系,构造演化主要在以下几方面对含油气系统的形成具有重要控制作用:(1)构造演化控制着烃源岩和储盖组合的形成,从而控制着油气的主要运聚层位;(2)盆地演化构造事件是含油气系统中圈闭形成、油气大量生运聚、系统改造和油气保存的关键因素,决定了含油气系统油气运聚、系统改造和油气保存的关键时刻,对白云凹陷含油气系统的形成具有重要控制作用。

致谢:本论文初稿完成后,承蒙中国科学院南海海洋研究所刘海龄老师提出修改意见,在此衷心感谢其热情帮助和指导!

### 参考文献 (References)

- [1] 庞雄,陈长民,陈红汉,等.白云深水区油气成藏动力条件研究[J].中国海上油气,2008,20(1):9-14. [PANG Xiong, CHEN Changmin, CHEN Honghan, et al. A study on hydrocarbon accumulation dynamics in Baiyun deep-water area, Pearl River Mouth basin[J]. China Offshore Oil and Gas(Geology), 2008, 20(1):9-14.]
- [2] 黄春菊,周蒂,陈长民,等.深反射地震剖面所揭示的白云凹陷的深部地壳结构[J].科学通报,2005,50(10):1024-1031. [HUANG Chunju, ZHOU Di, CHEN Changmin, et al. Deep crustal structure of Baiyun Sag, northern South China Sea as interpreted from deep seismic reflection profile[J]. Chinese Science Bulletin, 2005, 50(10):1024-1031.]
- [3] 李平鲁.珠江口盆地构造结构及演化[J].中国海上油气(地质),1989,3(1):11-18. [LI Pinglu. Tectonic structures and evolution of the Zhujiangkou Basin[J]. China Offshore Oil and Gas(Geology), 1989, 3(1):11-18.]
- [4] 李平鲁.珠江口盆地构造特征与油气聚集[J].广东地质,1994,9(4):21-28. [LI Pinglu. The structural characteristics and oil-gas accumulation in Zhujiangkou Basin[J]. Guangdong Geology, 1994, 9(4):21-28.]
- [5] 陈汉宗,吴湘杰,周蒂,等.珠江口盆地新生代主要断裂特征和动力背景分析[J].热带海洋学报,2005,24(2):52-61. [CHEN Hanzong, WU Xiangjie, ZHOU Di, et al. Meso-Cenozoic faults in Zhujiang Mouth basin and their geodynamic background[J]. Journal of Tropical Oceanography, 2005, 24(2):52-61.]
- [6] 焦养泉,李思田,谢习农,等.多幕裂陷作用的表现形式—以珠江口盆地西部地区及其外围地区为例[J].石油实验地质,1997,19(3):222-227. [JIAO Yangquan, LI Sitian, XIE Xiong. Manifestation of multistage episodic rifting—Taking western Pearl River Mouth basin and its peripheral area as an example[J]. Experimental Petroleum Geology, 1997, 19(3):222-227.]
- [7] 丁原章.珠江口盆地及其临近地区的活动断裂与地震活动[J].中国地震,1994,10(4):307-319. [DING Yuanzhang. The Active Faults and the Seismic Activity in the Pearl River Mouth Basin and Its Vicinity Areas[J]. Earthquake Research in China, 1994, 10(4):307-319.]
- [8] 李前裕,郑洪波,钟广法,等.南海晚渐新世滑塌沉积指示的地质构造事件[J].地球科学-中国地质大学学报,2005,30(1):20-24. [LI Qianyu, ZHENG Hongbo, ZHONG Guangfa, et al. Tectonic events indicated by Late Oligocene slumped deposits from the South China Sea[J]. Earth Science-Journal of China University of Geoscience, 2005, 30(1):20-24.]
- [9] 邵磊,李献华,汪品先,等.南海渐新世以来构造演化的沉积记录—ODP1148站深海沉积物中证据[J].地球科学进展,2004,19(4):539-544. [SHAO Lei, LI Xianhua, WANG Pingxian, et al. Sedimentary record of the tectonic evolution of the South China Sea since the Oligocene—Evidence from deep sea sediments of ODP site 1148[J]. Advances in Earth Science, 2004, 19(4):539-544.]
- [10] 孙龙涛.南海北部白云凹陷断裂构造及其对油气运聚的控制作用[D].中国科学院南海海洋研究所博士学位论文,2007.
- [11] 米立军,张功成,沈怀磊,等.珠江口盆地深水区白云凹陷始新统一下渐新统沉积特征[J].石油学报,2008,1(1):29-34. [MI Lijun, ZHANG Gongcheng, SHEN Huailei, et al. Eocene-Lower Oligocene sedimentation characteristics of Baiyun Sag in the deep water area of Pearl River Mouth Basin[J]. Acta Petrolesinica, 2008, 1(1):29-34.]
- [12] 朱俊章,施和生,何敏,等.珠江口盆地白云凹陷深水区 LW3-1井天然气地球化学特征及成因探讨[J].天然气地球科学,2008,2(4):229-233. [ZHU Junzhang, SHI Hesheng, HE Min, et al. Origin and geochemical characteristics of gases in LW3-1 well in the deep sea region of Baiyun Sag, Pearl River Mouth Basin[J]. Natural Gas Geoscience, 2008, 2(4):229-233.]
- [13] 米立军,张功成,傅宁,等.珠江口盆地白云凹陷北坡一番禹低隆起油气来源及成藏分析[J].中国海上油气,2006,18(3):161-168. [MI Lijun, ZHANG Gongcheng, FU Ning, et al. An analysis of hydrocarbon source and accumulation in Panyu low uplift and North Slope of Baiyun sag, Pearl River Mouth basin[J]. China Offshore Oil and Gas, 2006, 18(3):161-168.]
- [14] 傅宁,米立军,张功成.珠江口盆地白云凹陷烃源岩及北部油气成因[J].石油学报,2007,28(3):32-38. [FU Ning, MI Lijun, ZHANG Gongcheng. Source rocks and origin of oil and

- gas in the northern Baiyun Depression of Pearl River Mouth Basin[J]. *Acta Petrolesinica*, 2007, 28(3): 32-38. ]
- [15] 庞雄,陈长民,施和生,等. 相对海平面变化与南海珠江深水扇系统的响应[J]. *地学前缘*, 2005, 12(3): 167-177. [PANG Xiong, CHEN Changmin, SHI Hesheng, et al. Response between relative sea-level change and the Pearl River deep-water fan system in the South China Sea[J]. *Earth Science Frontiers*, 2005, 12(3): 167-177. ]
- [16] 王存武,陈红汉,陈长民,等. 珠江口盆地白云深水扇特征及油气成藏主控因素[J]. *地球科学-中国地质大学学报*, 2007, 32(2): 247-252. [WANG Cunwu, CHEN Honghan, CHEN Changmin, et al. Characteristics of the Baiyun Deep-Water Fan and Main Accumulation Controlling Factors in Pearl River Mouth Basin, South China Sea[J]. *Earth Science-Journal of China University of Geoscience*, 2007, 32(2): 247-252. ]
- [17] 邵大力. 珠江口盆地白云凹陷断裂系统形成演化及其对油气成藏的作用研究[D]. 成都理工大学硕士学位论文, 2004.

## RELATIONSHIP BETWEEN TECTONIC EVOLUTION AND PETROLEUM SYSTEMS IN BAIYUN SAG, PEARL RIVER MOUTH BASIN

SUN Jie, ZHAN Wenhuan, QIU Xuelin

(CAS Key Laboratory of Marginal Sea Geology, South China Sea Institute of Oceanology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510301, China)

**Abstract:** The Baiyun Sag, as one of the important hydrocarbon accumulation zones in the Pearl River Mouth basin, is a secondary depression. The formation and evolution of the sag could be divided into three phases: the rifting phase, the depressive phase and the differentiated uplifting-subsiding phase. The structure of the Baiyun Sag is very complicated because of the stacking of multiple tectonic movements. Based upon the basin tectonic evolutionary history, combined with seismic profiles and well logs, we discussed in this paper the tectonic control over the hydrocarbon generation, migration and accumulation in the sag. Data suggest that the tectonic activities since the Cenozoic have rendered strong influence on the formation of the final structural framework of the sag, and played an important role in the accumulation and distribution of oil and gas.

**Key words:** Baiyun Sag; tectonic evolution; petroleum system; tectonic controlling