

文章编号: 1001-6112(2011)05-0509-04

珠江口盆地恩平凹陷油气成藏条件研究

于开平¹, 张功成¹, 梁建设¹, 何仕斌², 丁放², 陶宗普¹

(1. 中海油研究总院, 北京 100027; 2. 中海石油(中国)有限公司, 北京 100010)

摘要:恩平凹陷位于珠一坳陷西端, 目前虽然有油气发现, 但是一直没有获得商业性突破。从油气成藏条件研究出发, 通过分析认为生烃洼陷控制了本区油气的平面分布, 具有环洼分布、近源聚集的特征; 由于断裂活动和烃源岩地层整体向南抬升, 造成南部缓坡内带是油气运移的优势方向; 本区发育了文昌组、恩平组上段和珠江组—韩江组 3 套储盖组合, 并控制了油气的纵向分布。最后, 结合周围已钻井失利原因分析, 指出了本区油气藏的成藏条件, 建立了油气成藏模式。综合分析认为, 恩平凹陷具备良好的油气成藏条件, 南部缓坡构造带内带浅层和中央断裂构造带深层是恩平凹陷最有利、最具潜力的成藏区带。

关键词: 油气成藏条件; 已钻井分析; 有利区带; 恩平凹陷; 珠江口盆地

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

Petroleum accumulation conditions in Enping Sag, Pearl River Mouth Basin

Yu Kaiping¹, Zhang Gongcheng¹, Liang Jianshe¹, He Shibin², Ding Fang², Tao Zongpu¹

(1. CNOOC Research Institute, Beijing 100027, China; 2. CNOOC Ltd, Beijing 100010, China)

Abstract: The Enping Sag locates in the west of the Zhu I Depression. Petroleum has been found in the sag; however, no industrial breakthrough has been made. Source depression controls the horizontal distribution of petroleum in the study area. Petroleum accumulates around depression and near to source. Due to fault activity and the southward uplifting of source formation, the southern gentle slope is the favorable target for petroleum migration. 3 sets of reservoir and cap combinations have been found in the region, including the Wenchang Formation, the upper Enping Formation, and the Zhujiang—Hanjiang Formation, which control the vertical distribution of petroleum. Based on the experiences from failed wells, the accumulation conditions in the area have been pointed out and the accumulation model has been established. The Enping Sag is favorable for petroleum accumulation. The shallow layers in the southern gentle slope and the deep layers in the central fault belt are the most potential targets for exploration in the Enping Sag.

Key words: petroleum accumulation condition; analysis of drilled well; favorable zone; Enping Sag; Pearl River Mouth Basin

珠江口盆地恩平凹陷自 1983 年开始钻探, 到目前为止共钻 10 口探井, 发现 4 个含油气构造, 但是一直没有获得商业性突破^[1-2]。随着珠一坳陷油气勘探程度的不断提高, 储量接替的压力不断增大, 迫切需要找到新的储量接替区, 鉴于恩平凹陷周缘油气显示非常活跃, 恩平凹陷自然成了首选。但是, 恩平凹陷的勘探潜力到底如何? 油气成藏的主控因素是什么? 有利成藏区带在哪里? 这些都是目前面临和需要解决的问题。本文对控制油气成藏的多个因素进行了系统的分析与评价, 以期为进一步的油气勘探方向提供参考依据。

1 区域地质背景

恩平凹陷位于珠江口盆地珠一坳陷西端, 整体呈北东—南西走向, 西接阳江低凸起, 东北与西江凹陷连接, 东南接番禺低隆起, 面积约 6 000 km² (图 1)。

恩平凹陷构造演化与珠江口盆地其它凹陷类似, 经历了古新世—早渐新世幕式裂陷阶段、晚渐新世—中中新世的裂后早期热沉降阶段和晚中新世—第四纪的块断构造作用 3 个构造演化阶段^[3]。沉积地层自下而上分别为神狐组、文昌组、恩平组、珠海组、珠江组、韩江组、粤海组。依据区域构造背

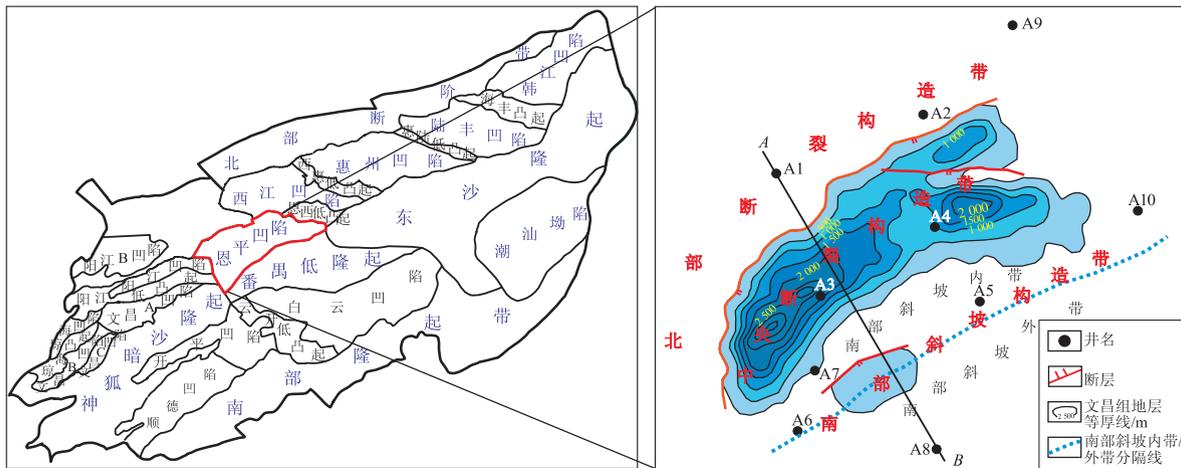


图 1 珠江口盆地恩平凹陷位置及构造区划

Fig. 1 Location and tectonic division of Enping Sag, Pearl River Mouth Basin

景,结合恩平凹陷的结构、圈闭构造特征、成因以及平面展布规律等,将恩平凹陷及其周缘划分为北部边界断裂构造带、中央断裂构造带和南部斜坡构造带等 3 个构造区带(图 1)。

2 油气成藏条件分析

2.1 生烃洼陷控制了油气的平面分布

前人研究认为恩平凹陷主要存在文昌组和恩平组 2 套成熟烃源岩,其中文昌组中深湖相泥岩是优质烃源岩^[4-6]。恩平凹陷由恩平 17 洼、恩平 18 洼和恩平 12 洼 3 个次级洼陷构成,其中恩平 17 洼和恩平 18 洼中深湖相分布面积分别为 295 km² 和 120 km²,生烃强度高,是恩平凹陷的主要生烃洼陷,控制了恩平凹陷油气的平面分布(图 1)。目前

已发现的油气主要围绕恩平 17 洼和恩平 18 洼,具有环洼分布、近源聚集的特征,靠近洼陷含油气层位深、纵向跨度长;远离生烃洼陷含油气层位越浅、越少。位于恩平 17 洼陷内的 A3 井在文昌组测试获凝析油和气;近洼边缘的 A7 井在珠海组和珠江组解释 21 层 41.5m 的油层;南部斜坡的 A5 井在韩江组解释 1 层 1.5 m 的气层、稠 1 层 3.0 m 的油层;恩平 18 洼长轴方向的 A10 井在恩平组和珠江组仅见到微弱的油气显示;远离洼陷的 A8 井则全井无显示(表 1)。

2.2 运移条件是油气成藏的关键

油气运移是贯穿整个生、运、聚过程的纽带,是油气成藏过程中最活跃的因素^[7]。目前恩平凹陷发现的油气主要在中部断裂构造带和南部斜坡构

表 1 珠江口盆地恩平凹陷油气显示层位统计

Table 1 Petroleum shows in Enping Sag, Pearl River Mouth Basin

显示		钻井	A1		A2		A3		A4		A5		A6		A7		A8		A9		A10				
			层序	荧光	显示	油层	荧光	显示	油层																
中中新统	韩江组	T ₁ ²	mf11.6																						
			sb12.5																						
			mf15.0										▲	▲											
			sb15.5			▲							▲	▲	●			▲							
	T ₄ ⁰	mf16.0														▲									
下中新统	珠江组		sb16.5	▲		▲										▲									
			mf17.0													▲									
			sb17.5			●							▲	▲			▲								
		T ₃ ⁰	mf18.5		▲	●						▲	▲			▲		●						▲	
	T ₆ ⁰	sb21.0	▲	▲	●						▲	▲			▲		●								
渐新统	珠海组		mf24.8			▲						▲	▲			▲									
			sb25.5			▲		▲				▲	▲			▲		●							
			mf26.0			▲		▲				▲	▲			▲		●							
		T ₇ ⁰	sb30.0			▲		▲	▲			▲	▲			▲		●						▲	
始新统	文昌组					▲		▲															●		

注:表中●表示气层。

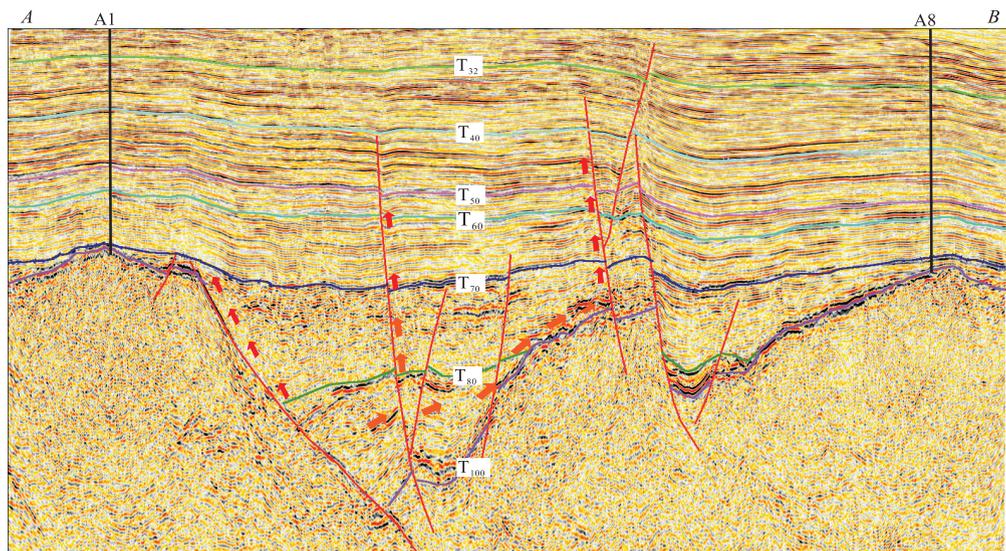


图 2 珠江口盆地恩平凹陷油气运移优势方向示意
剖面位置见图 1。

Fig. 2 Dominant directions for hydrocarbon migration in Enping Sag, Pearl River Mouth Basin

造带,这主要是由运移条件决定的。

恩平凹陷是一个北断南超的半地堑,古近纪地层南抬,有利于油气向南运移,同时,控制凹陷的北部断层渐新世之后停止活动,而恩平凹陷油气发生大规模运移的时间为中中新世之后,因此,油气很难通过边界断层运移到北部断裂构造带(图 2)。目前,北部边界断裂构造带上钻探的 3 口探井油气显示微弱,A1 井在珠江组电测解释有 3 层 6.6 m 的薄油层,A2 井只在恩平组见油显示,A9 井则全井无显示(表 1)。

中央断裂构造带由于断裂不发育,尤其是缺乏沟通文昌组烃源岩的大断裂,因此造成本区油气垂向运移不畅。本区钻探的 A3 和 A4 两口井在浅层均没有获得发现,而在 A3 井深部的文昌组和恩平组获得了一些油气发现,同时 A3 井在文昌组进行了测压,压力系数将近 1.5,这也表明烃源岩层的压力没有得到释放。

南部斜坡构造带受中间洼槽的分割分南部斜坡内带和南部斜坡外带,紧邻洼陷的内带构造运移条件好,油气成藏几率高,而外带构造由于受到洼槽的分割,油气很难越过洼槽聚集成藏(图 3)。内带钻探了 2 口探井,其中 A7 井在珠江组测井解释 21 层 41.5 m 的油层,A5 井在韩江组也钻遇了 3 m 稠油层,而外带钻探的 A8 井和 A6 井则全井无显示。

2.3 3 套储盖组合控制油气的纵向分布

恩平凹陷已钻井中油气层或油气显示层位从文昌组到韩江组的各层段均有发现,文昌组主要是气层和凝析油,恩平组以油层为主,见可疑气层,珠

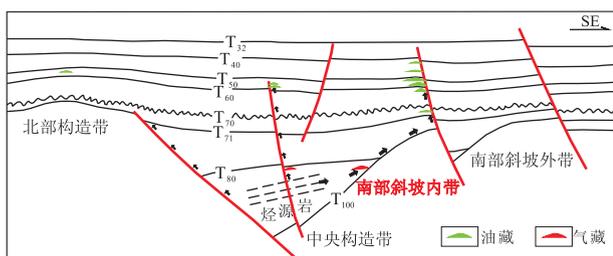


图 3 珠江口盆地恩平凹陷油气成藏模式
Fig. 3 Petroleum accumulation model in Enping Sag, Pearl River Mouth Basin

江组—韩江组见油层,具有纵向深度大、跨越层位多、下气上油的特点(表 1)。这表明恩平凹陷油气成藏不是受单一的区域性储盖组合所控制,而是存在多套局部或地区性的储盖组合。

根据纵向油气的分布和钻井砂、泥岩厚度的对比分析,可以划分 3 套储盖组合:

(1)文昌组厚层泥岩控制的自生自储型组合。以文昌组浅—中深湖相泥岩为盖层,单层厚度大、封盖能力强,是很好的区域性盖层,对湖盆内的浊积扇砂岩和湖缘扇三角洲、滩坝等砂岩储层起着有利的封盖作用。

(2)恩平组上段砂泥岩互层段控制的下生上储型组合。以恩平组下段发育的河流相沉积砂体为储层,以恩平组上段广泛发育的洪泛平原、河沼湿地泥岩及煤层等为较好的直接盖层或局部盖层。恩平组上部泥岩相对较发育,最大单层泥岩厚度达 28.2 m,可以形成良好的地区性或局部盖层。

(3)珠江组—韩江组区域性海侵泥岩控制的下

生上储型组合。受古珠江三角洲影响,恩平凹陷这一时期主要为三角洲前缘—前三角洲沉积,砂岩储层相对发育,物性好,但缺乏厚层区域性盖层,各海泛期的前缘分流间湾和前三角洲亚相泥岩是主要的盖层,珠江组上段泥岩一般占 50%~68%,最大厚度达 50 m,起地区性和局部性封盖作用。

总体来说,受北部物源区的控制,恩平凹陷北部断裂构造带和中央断裂构造带浅层地层砂岩含量普遍偏高,缺乏厚层泥岩盖层,晚期聚集的油气难以保存,也是导致这 2 个构造带浅层钻探失利的原因之一。而南部斜坡构造带主要目的层珠江组—韩江组为三角洲前缘—前三角洲沉积,储盖组合是恩平凹陷最有利地区,目前钻探的几口井也证实了这一点。

2.4 油气成藏模式

恩平凹陷可分为上下 2 个构造层,文昌组和恩平组为下构造层,珠海组及其以上地层属于上构造层。下构造层文昌组发育地层、岩性圈闭,洼陷内发育断裂反转构造,洼陷边缘受断裂影响可以形成岩性—构造复合型圈闭^[5,8],边界断裂后期不活动,早期形成的圈闭封闭性相对较好,对早期捕获的油气保存有利。在洼陷内恩平组局部发育河、湖沼泽相泥岩,与河流相砂岩储层可以形成良好的储盖组合,是深层重要的勘探层系。因此,下构造层应以文昌组地层、岩性圈闭或岩性—构造复合圈闭勘探为主,兼探恩平组构造圈闭。

上构造层晚期断裂发育,是主要的构造形成期,断裂的封闭性差,并且多在排烃高峰期结束之后活动,对晚期圈闭成藏和保存不利,其成藏主要取决于区域盖层的发育程度。从钻探结果看,以自圈构造成藏为主,断圈构造成藏规模小,以远离古珠江三角洲物源区的南部斜坡带较有利。

综上所述,恩平凹陷的成藏模式为:上构造层以自圈构造成藏为主,南部斜坡带成藏条件优越;下构造层以地层、岩性圈闭和断圈构造成藏为主,近洼勘探有利(图 3)。

3 结论

1)受生烃洼陷的控制,恩平凹陷的油气分布具有环洼分布、近源聚集的特征,靠近洼陷含油气层位深、纵向跨度长。

2)本区油气成藏的关键是运移条件,南部缓坡带内带是油气运移的优势方向。

3)恩平凹陷发育文昌组、恩平组上段和珠江组—韩江组 3 套有利储盖组合,并控制了油气的纵向分布。

4)恩平凹陷中央断裂构造带深层和南部缓坡构造带内带浅层是恩平凹陷最有利、最具潜力的成藏区带。

参考文献:

[1] 陈长民. 珠江口盆地东部石油地质及油气藏形成条件初探[J]. 中国海上油气,2000,14(2):73-83.
 [2] 黄丽芬. 层序地层学在陆相沉积凹陷分析中的应用:以珠江口盆地恩平凹陷为例[J]. 中国海上油气,1999,13(3):159-168.
 [3] 陈长民,施和生,许仕策,等. 珠江口盆地东部第三系油气藏形成条件[M]. 北京:科学出版社,2003.
 [4] 傅宁,丁放,何仕斌,等. 珠江口盆地恩平凹陷烃源岩评价及油气成藏特征分析[J]. 中国海上油气,2007,19(5):295-305.
 [5] 吕成福,陈国俊,王天琦,等. 恩平凹陷第三系文昌组异常岩性体特征[J]. 石油学报,2008,29(3):368-377.
 [6] 傅宁,何仕斌,张功成. 珠江口盆地恩平凹陷油气充注期次及时间[J]. 矿物岩石地球化学通报,2009,28(1):42-47.
 [7] 赵忠新,王华,郭齐军,等. 油气输导体系的类型及其输导性能在时空上的演化分析[J]. 石油实验地质,2002,24(6):527-536.
 [8] 陈国俊,吕成福,李玉兰,等. 珠江口盆地恩平凹陷文昌组油积体含油性分析[J]. 沉积学报,2008,26(5):881-885.

(编辑 黄娟)

~~~~~  
 (上接第 508 页)

[3] 吴言昌. 长江中下游裂谷初探[J]. 安徽地质科技,1987(1):27-34.  
 [4] 何明喜,杜建波,古哲,等. 下扬子北缘前陆盆地构造变形样式[J]. 石油实验地质,2006,28(4):322-326.  
 [5] 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,2000:1-23.  
 [6] 丁道桂,王东燕,刘运黎. 下扬子地区古生代盆地的改造变形[J]. 地质前缘,2009,16(4):61-73.  
 [7] 杜建波,何明喜,张艳霞,等. 下扬子北缘前陆盆地构造演化及沉积特征[J]. 石油实验地质,2007,29(2):133-137.  
 [8] 俞凯,郭念发. 下扬子区下古生界油气地质条件评价[J]. 石

油实验地质,2001,23(1):41-50.  
 [9] 张淮,周荔青,李建青. 下扬子地区海相下组合油气勘探潜力分析[J]. 石油实验地质,2006,28(1):15-19.  
 [10] 张建球. 下扬子区中、古生界构造演化与油气藏形成史[J]. 石油与天然气地质,1996,17(2):145-148.  
 [11] 袁玉松,郭彤楼,付孝悦,等. 下扬子地区热历史与海相烃源岩二次生烃潜力[J]. 现代地质,2006,28(2):284-290.  
 [12] 曾萍. 下扬子区下组合烃源岩热演化及有效性研究[J]. 天然气地球科学,2010,21(1):54-61.

(编辑 徐文明)