

文章编号: 0253-2697(2006)04-0008-07

南海北部边缘盆地西区油气运聚 成藏规律与勘探领域剖析

何家雄¹ 夏 斌¹ 王志欣³ 刘宝明¹ 孙东山²

(1. 中国科学院边缘海地质重点实验室 广东广州 510640; 2. 中海石油南海西部研究院 广东湛江 524057;
3. 中国石油大学盆地研究中心 北京 100083)

摘要: 南海北部边缘盆地西区整体油气勘探及研究程度尚低,且油气成藏地质条件较复杂。根据南海北部边缘盆地西区油气勘探与地质研究成果,在获取大量油气地质、地球物理和地球化学资料的基础上,采用地质综合分析方法对该区不同盆地的油气运聚成藏规律及勘探方向进行了深入剖析,指出了油气勘探新领域及勘探与研究的方向。

关键词: 南海北部盆地;油气运聚规律;晚期生烃成藏;勘探领域;地质综合分析

中图分类号: TE122. 2

文献标识码: A

Hydrocarbon accumulation and exploratory orientation in the western marginal basin of the northern South China Sea

He Jiaxiong¹ Xia Bin¹ Wang Zhixin³ Liu Baoming¹ Sun Dongshan²

(1. Key Laboratory for Marginal Sea Geology, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China;
2. Western Nanhai Research Institute, China National Offshore Oil Corporation, Zhanjiang 524057, China;
3. Basin Research Center, China University of Petroleum, Beijing 100083, China)

Abstract: The research level and exploratory degree in the western marginal basin of the northern South China Sea are still lower. The geological conditions for hydrocarbon accumulation in this area are complex. According to data of geology, geophysics and geochemistry, the migration-accumulation rule and exploratory orientation in the western marginal basin of the northern South China Sea were discussed by using comprehensive geological analysis. The new exploratory and research orientation for different area was proposed.

Key words: northern basin of South China Sea; hydrocarbon migration-accumulation rule; latter hydrocarbon-accumulation; exploratory orientation; comprehensive geological analysis

南海北部边缘盆地西区包括北部湾盆地、莺歌海盆地、琼东南盆地及珠江口盆地西部(本次研究未包括北部湾盆地),自 20 世纪 60 年代初开展浅海陆缘区油气苗调查及浅井钻探以来^[1-2],虽然取得了丰硕的油气勘探和开发的成果,发现了一批油气田,并建成了一定规模的油气产能,但该区整体勘探程度仍然较低。目前该区的油气勘探主要集中于莺歌海盆地中央泥底辟带浅层及莺东斜坡带中南段、琼东南盆地以 YC13-1 构造为主的环崖南凹陷构造带及盆地东部以 BD19-2 构造为主的松南—宝岛凹陷周缘区、珠江口盆地西部文昌凹陷周缘及神狐隆起构造带,其他区域的油气勘探程度均甚低,勘探及研究工作量亦很少。

笔者在以往研究及近年所获油气勘探成果的基础

上,深入剖析该区油气运聚成藏的基本地质规律,评价和优选有利油气富集区带及勘探目标,为尽快开拓该区油气勘探新领域,争取获得新突破及发现更多新油气田提供依据。

1 南海北部边缘盆地西区油气运聚成藏规律

1.1 莺歌海盆地天然气运聚成藏规律

莺歌海盆地位于印支半岛与南海西北部大陆边缘接合部,属于华南地块与印支地块地缝合线——北西走向红河断裂带向南海海域的延伸部分。其区域构造应力场演化受控于印度板块与欧亚板块及太平洋板块之间的相互作用,属于在岩石圈拉伸和红河断裂走滑

基金项目:国家自然科学基金项目(No. 40306010)和中国科学院知识创新工程项目(kzcx2-sw-117-03)联合资助。

作者简介:何家雄,男,1956 年 11 月生,2006 年获中国科学院博士学位,现为中科院边缘海地质重点实验室研究员,长期从事油气勘探与地质综合研究。E-mail: hejx@gig.ac.cn

双重机制控制下的转换—伸展型新生代沉积盆地^[3-4]。莺歌海盆地具有断拗双层结构,但古近纪陆相断陷沉积不发育,盆地主体为新近纪—第四纪巨厚的海相断陷沉积,最大沉积厚度逾 17 km。由于新近系—第四系沉积巨厚,故仅在其沉积相对较薄的盆地西北部临高地区及盆地边缘斜坡区方可见到明显的断拗双层结构。盆地具有非常高的沉降及沉积速率(0.5~1.4 mm/a),沉积物总体上以细粒沉积为主,岩性多为粉、细砂岩及泥页岩,细砂岩以上粗粒沉积物甚少。盆地断裂不发育,大断裂主要局限于基底及古近系断陷沉积层中,其上部新近系及第四系断陷沉积层中仅发育与底辟相关的小断距断层。盆地具有高温高压特征,地热流及地温梯度偏高,最高分别达 88.5 mW/m² 和 4.7 /hm,3 000 m 以下(泥底辟区为 1 700 m)普遍存在异常高压,压力系数约为 2.3,属于典型的高温超压

盆地。

自 20 世纪 60 年代初以来,在该区已发现多个天然气藏、含气构造和众多大面积油气苗、气烟囱。目前该盆地已钻井 64 口,发现了 3 个浅层气田和 7 个含气构造,这些气田及含气构造均分布于中央泥底辟带浅层及莺东斜坡带中南段。天然气地质综合研究表明^[5-12],该区天然气具有分区分块分带运聚充注、生运聚(供)与散失动平衡晚期成藏的特点,上新世—第四纪晚期的泥底辟热流体上侵活动既在纵向上开辟了天然气运聚的“高速公路”通道,也为中新统一上新统烃源岩成烃演化与非烃气的形成提供了热动力条件,进而导致大量天然气及 CO₂ 生成,同时亦导致了该区天然气及 CO₂ 明显分层分块局部性富集的特点。

由图 1 可以看出,由于受泥底辟热流体上侵活动及运聚通道差异的影响和控制,在莺歌海盆地中央泥

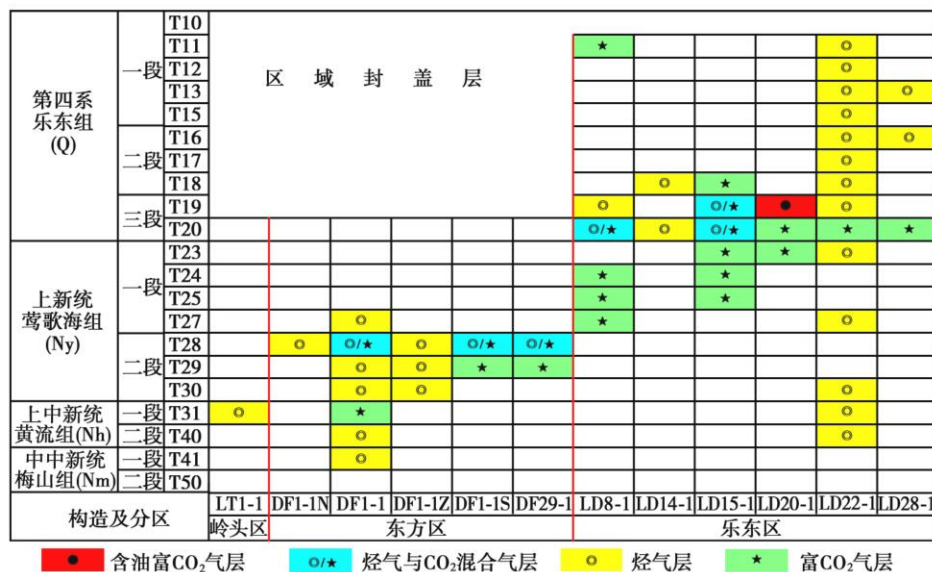


图 1 莺歌海盆地不同区带天然气及 CO₂ 运聚分布规律

Fig. 1 Migration-accumulation rule of natrual gas and CO₂ in different zone of Yinggehai Basin

底辟带东方区和乐东区不同构造圈闭的不同区块及层段,天然气及 CO₂ 运聚分布乃至富集成藏均存在较大差异。如 LD15-1 气田和 LD8-1 含气构造断裂较发育,且底辟通道及断裂相互配置良好,故天然气及 CO₂ 富集,在 LD8-1 构造纵向上 CO₂ 运聚到了深度仅 350 m 的浅部第四系 T11 层;在平面上,乐东区和东方区则分别以第四系乐东组的 T20 层和上新统莺歌海组的 T28 层、T29 层 CO₂ 最富集。在区域上,烃类气富集 CO₂ 含量低的区块及构造主要集中在 DF1-1N 含气构造和 LD22-1 气田,而 CO₂ 最富集的含气构造及气田为 DF1-1S、DF29-1、LD8-1 及 LD15-1 等。

由表 1 可见,莺歌海盆地不同区带不同成因类型的天然气运聚分布特征差异明显:盆地东北部莺东斜

坡带中北段(即岭头断阶带)以生物气及亚生物气(低熟气)为主;中南段(即南延伸脊)则为成熟—高熟烃类天然气;盆地西北部临高隆起构造区以成熟的油型伴生气为主,重烃含量高达 21.4%;盆地中部中央泥底辟构造带以成熟—高熟烃类(煤型)天然气为主,但部分区块 CO₂ 气丰富,同时部分层段也有少量生物气分布^[13-14]。

总之,莺歌海盆地的天然气运聚主要受上新世—第四纪晚期的泥底辟热流体上侵活动控制,成藏规律较复杂,且颇具特色,可以概略归纳为如下几点:

(1) 盆地非常年轻,烃源岩更新(中新统一上新统下部),上新统一第四纪晚期的泥底辟热流体活动导致其快速熟化,即盆地的生、排烃时间甚晚,而天然气运

表 1 莺歌海盆地不同成因类型天然气分区分带运聚分布特征

Table 1 Migration-accumulation characteristics of different genetic types of gas in Yinggehai Basin

区带	采样点/ 代表井	深 度/ m	样品 类型	层位	天然气组成/ %				碳同位素 $^{13}C/ \text{‰}$		$C_1/$	C_n	$R_c/ \%$	成因 类型
					CO_2	N_2	C_1	C_{2+}	C_1	CO_2				
临高区	L G20-1-1	2 298	槽面气	Nh	0.98	0.00	77.59	21.43			0.78			油型 伴生气
		3 786		El	3.19	0.00	72.79	24.01			0.75			
莺东斜坡带	岭头断阶	2 098 ~ 2 102	DST1	Nh ₁	1.60	2.93	90.99	4.48	- 47.73	- 7.15	0.95		0.65	生物— 低熟气
	L T13-1-1	1 968	槽面气	Ny ₂			98.96	1.04	- 47.36		0.99		0.65	
		2 400	罐顶气	Ny ₂			88.08	8.60	- 55.04		0.91		0.49	成熟— 高熟气
	莺歌海村	海面集取	气苗	Q	0.09	50.05	39.21	0.79	- 36.06		0.98		1.01	
南延伸脊	L T35-1-1	1 631 ~ 1 639.8	DST1a	Nm ₂	85.40	0.41	13.80	0.38	- 32.14	- 4.05	0.97		1.17	成熟— 高熟气
	南山角	海面集取	气苗	Q	0.00	27.27	66.37	< 0.01	- 38.24		1.00		0.93	
东方区	DF1-1-2	1 284 ~ 1 296	DST4	Ny ₂	0.94	19.75	76.60	2.70	- 36.13	- 15.03	0.97		1.01	成熟 煤型气
	DF1-1-4	1 320 ~ 1 340	DST2	Ny ₂	0.17	27.23	70.68	1.66	- 35.50	- 20.70	0.98		1.03	
	DF1-1-8	1 342 ~ 1 358	DST3	Ny ₂	0.35	18.63	79.64	1.38	- 54.09	- 18.35	0.98		0.51	低熟气
	DF1-1-11	3 410 ~ 3 450	DST1	Nm	6.80	0.00	78.40	14.80	- 30.69	- 5.17	0.85		1.24	
中央泥底辟带	DF1-1-S-6	2 134.9	MDT	Ny ₂	80.67	6.29	12.64	0.40	- 36.70	- 6.9	1.00		0.98	成熟— 高熟 煤型气
	DF29-1-2	2 217 ~ 2 230	DST2	Ny ₂	88.93	3.94	6.77	0.36	- 29.09	- 2.83	0.95		1.31	
	LD15-1-2	1 372 ~ 1 383.5	DST1	Ny ₁	55.73	9.18	33.32	1.42	- 35.28	- 5.52	0.96		1.04	成熟— 高熟 煤型气
	LD15-1-4	1 428 ~ 1 445	DST4	Q	63.90	6.52	28.14	1.34	- 34.82	- 5.76	0.95		1.06	
乐东	LD8-1-1	1 910 ~ 1 921	DST1	Ny ₂	79.70	3.19	15.81	1.14	- 31.39	- 3.26	0.93		1.20	成熟— 高熟 煤型气
	LD8-1-2	1 194 ~ 1 205	DST3	Q	39.29	3.48	55.65	1.58	- 32.87	- 4.50	0.97		1.14	
	LD20-1-2	1 056 ~ 1 065	DST3	Q	52.12	4.09	42.09	1.67	- 32.80	- 3.90	0.96		1.14	成熟— 高熟 煤型气
	LD21-1-1	1 553 ~ 1 566	DST	Ny ₁	83.97	6.63	8.71	0.69	- 36.08	- 4.18	0.93		1.01	
区	LD22-1-1	1 486 ~ 1 510	DST1	Ny ₁	80.42	5.29	13.44	0.85	- 26.92	- 0.56	0.94		1.43	成熟— 高熟 煤型气
	LD22-1-7	4 178.0	槽面气	Nm	0.05	74.32	8.82	0.11	- 34.13		0.99		1.08	
	LD22-1-4	1 265 ~ 1 285	DST1	Q	0.12	18.79	79.12	1.98	- 34.09		0.98		1.09	成熟— 高熟 煤型气

聚成藏时间则更晚。很显然,运聚成藏时期晚且时间短,可极大地减少天然气在运聚成藏过程中的散失损耗,极有利于天然气运聚成藏平衡成藏。

(2) 天然气藏具有典型的生、运、聚(供)与散失的动平衡成藏特征,且运聚供应的天然气量远大于其运聚成藏过程中散失损耗的天然气量,亦即“天然气供给远大于散失”是该盆地天然气运聚成藏的关键所在。同时由于盆地天然气运聚成藏甚晚,故天然气生、运、聚、散的动平衡过程迄今仍在进行之中,该区所见大量油气苗及气烟囱显示即是其重要例证^[5-9]。

(3) 泥底辟热流体上侵活动所伴生的高温高压潜能,不仅是烃源岩成熟演化及非烃气形成的主导因素,而且也是天然气运聚成藏的主要动力和控制因素^[8-10]。

(4) 天然气及 CO_2 分区分块与分层的差异运聚规律主要受控于泥底辟热流体上侵活动与有效运聚通道、有利储集场所(圈闭)及有效储集层段(储集物性好储层)的配置关系^[5-8]。

1.2 琼东南盆地油气运聚成藏规律

琼东南盆地自 1979 年第一口探井(莺 9 井)发现原油以来,迄今为止已钻探井及评价井 38 口,钻探 28 个局部构造,发现了两个烃类气田以及 10 个含油气圈闭。但盆地整体油气勘探效果不甚理想,尤其是自

1983 年与 ARCO 公司合作发现 YC13-1 气田后,无论西部还是东部勘探均未获重大突破。

该盆地与中国东部第三系诸多陆相断陷盆地类似,具有典型下断上拗的双层盆地结构特征。其深部下构造层即下含油气组合的古近系始新统及渐新统崖城组 and 陵水组属于断陷及断拗期的湖相、海陆过渡相及半封闭浅海相沉积,主要受区域构造发育演化及多凸多凹构造格局的限制,各凹陷结构及沉积充填特点各异,烃源岩生源母质类型、热演化程度与生烃潜力差异明显。上覆浅部上构造层即上含油气组合的新近系及第四系,则基本上为整体南倾的单斜型拗陷沉积,是一套快速沉积的较厚的海相地层。上构造层中新统总体构造变形微弱,中新世晚期基本无大的断裂活动,基底及古近系断裂在新近系中新统地层中多已停止活动,故纵向上基底及古近系断裂切入上构造层新近系中新统地层的区域及范围较局限。目前的研究证实,纵向上能切入上构造层中新统并沟通下构造层渐新统的断裂分布区仅限于盆地东北部的松南—宝岛凹陷及 2 号断裂带周缘和西南部的崖南凹陷及 1 号、3 号断裂带附近的(崖城凸起南斜坡)局部区域。因此,盆地的断拗双层结构及其构造演化与断裂纵横向发育展布特征严格控制和制约了盆地上、下构造层之间烃源的沟通与油气的运聚成藏,使油气分布复杂,同时也形成了

多种油气运聚成藏模式及不同的油气勘探领域^[15-17]。

琼东南盆地的油气运聚具有明显的分区分层特点(图 2 和表 2),油气分布平面上呈东、西分区的格局,而在剖面上东、西区上、下含油气组合油气分布差异也较明显^[12-13]。在盆地西部(区)崖南凹陷及周缘区,如 YC13-1、YC7-4、YC13-4、YC13-6 气藏及含气构造,无论是以中新统三亚组为主的上构造层含油气成藏组合,还是以渐新统陵水组为主的下构造层含油气成藏组合,均富集成熟—高熟煤型气及少量凝析油,但无高含量幔源型 CO₂ 分布。该区正常成熟陆源石蜡型油及油型伴生气仅在 YC14-1 构造中新统三亚组中见有少量产出。盆地东部松南—宝岛凹陷及周缘区的油气则多以正常成熟陆源石蜡型油及油型伴生气为主,且

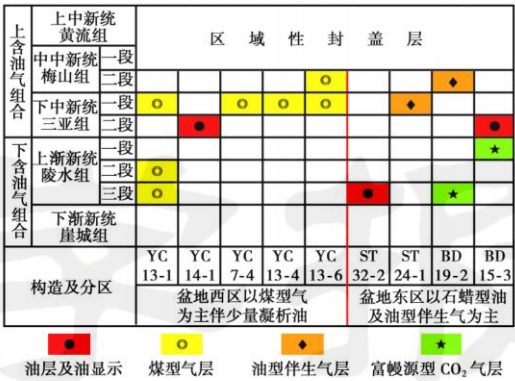


图 2 琼东南盆地不同区带油气及 CO₂ 运聚分布规律
Fig. 2 Migration-accumulation rule of hydrocarbon and CO₂ in different zones of Qiongdongnan Basin

表 2 琼东南盆地不同成因类型天然气分区分带运聚分布特征

Table 2 Migration-accumulation characteristics of different genetic types of gas in Qiongdongnan Basin														
区带	构造/井号	深度/ m	层位	天然气组成/ %				碳同位素 ¹³ C/ ‰					C ₁ /C _n	成因类型
				CO ₂	N ₂	C ₁	C ₂₊	CO ₂	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄		
西部崖南凹陷及周缘区	YC13-1/1	3 573.8 ~ 3 586.1	El	9.60	0.72	85.03	4.65	-4.90	-35.80	-25.20	-24.20		0.95	成熟—高熟煤型气
	YC13-1/A1	3 609 ~ 3 699.1	El	10.80	0.59	85.90	2.59	-4.70	-35.60	-25.30	-24.50		0.97	
	YC13-1/2	3 708.8 ~ 3 725.6	El	8.00	0.00	88.95	2.92	-5.10	-35.02	-24.37	-22.94	-22.84	0.97	
	YC13-1/A8	3 732.5 ~ 3 803.4	Ns	6.94	1.34	83.94	7.78	-3.70	-37.32	-25.53	-24.30	-23.74	0.92	
	YC13-1/4	3 842 ~ 3 871.0	El	6.70	1.23	85.71	6.36	-8.31	-37.40	-26.00	-24.50	-24.70	0.93	
		3 943.5 ~ 3 961.8	El	9.70	1.10	84.10	5.10	-6.09	-36.89	-26.29	-25.16		0.95	
	YC13-1/3	3 788.7 ~ 3 817.3	El	8.54	1.04	83.22	7.23	-7.68	-39.36	-26.47	-25.01	-26.90	0.92	
	YC13-1/6	3 774.9 ~ 3 817.6	El	7.71	1.17	82.20	9.03	-11.60	-40.50	-25.30	-23.20	-26.20	0.92	
	YC21-1/4	4 960	El	0.32	8.69	88.11	2.77		-40.64	-18.74	-13.32		0.97	
	YC13-4/1	2 772	Ns	5.21	0.57	87.43	6.79	-3.30	-37.30	-27.40	-25.80		0.94	
东部松南—宝岛凹陷及周缘区	YC13-6/1	3 012.5	Ns	6.14	0.87	86.52	6.47	-5.90	-36.50	-26.80	-24.80		0.94	成熟—高熟煤型气
		3 021.5	Ns	6.54	0.92	86.12	6.42	-5.30	-36.90	-25.80	-25.40		0.94	
	YC14-1/1	2 777.6	Ns	0.93	0.99	65.72	32.37						0.67	
	YING9	2 511 ~ 2 525	El	9.67	3.74	60.44	27.93						0.83	
	ST24-1/1	2 122.5	Ns	8.04	4.66	76.51	10.14		-47.06	-30.92			0.88	
	LS4-2/1	4 468.5	El	6.98	0.17	88.24	4.62	-4.40	-43.40	-28.00	-24.50	-27.40	0.95	
		4 512	El	0.00	13.72	83.50	2.78		-43.40	-26.50	-23.20		0.97	
	BD19-2/1	2 440	Nm	3.15	74.71	15.14	7.00		-51.70				0.96	
	BD19-2/2	5 100	El	81.56	1.52	16.06	0.00	-6.90	-39.30				1.00	
		5 127.6	El	87.92	1.50	9.84	0.74	-7.50	-38.8	-28.70			0.93	
	BD15-3/1	2 254	El	98.32	0.28	1.32	0.00	-4.49	-42.30		-16.30	-28.60	1.00	成熟—高熟煤型气
		2 267.50	El	97.64	0.48	1.80	0.00	-4.56	-42.70		-14.20	-27.10	1.00	

在上、下含油气组合中均有产出,如 ST32-2、ST24-1 及 BD15-3 含油气构造。由图 2 还可看出,盆地东区部分含油气构造的下构造层渐新统陵水组富集高含量幔源型 CO₂ 气(氢同位素确认属幔源型),如该区的 BD19-2、BD15-3 含油气构造。须强调指出的是,该区迄今发现的高含量幔源型 CO₂ 气(主要来自幔源火山活动及深大断裂的输导,与莺歌海盆地壳源型岩石化学成因 CO₂ 存在明显差异),均主要富集于盆地东区断裂发育的下构造层渐新统陵水组,其纵向上尚未继续向上运聚,因而未进入上含油气组合之中,这一分布

规律明显区别于盆地西区。
综上所述,该区油气运聚规律有以下特点:
(1) 平面上,油气分布具有东、西分区的运聚成藏规律。西区崖南凹陷及周缘以成熟—高熟煤型气为主,伴生少量凝析油,个别构造含石蜡型油及油型伴生气;东区松南—宝岛凹陷及周缘以正常成熟陆源石蜡型油及油型伴生气为主,且在部分下构造层含油气组合渐新统陵水组储层中富集高含量火山幔源型 CO₂ 气。
(2) 纵向上,盆地西区上、下构造层含油气组合均以成熟—高熟煤型气为主,伴生少量凝析油,无高含量

火山幔源型 CO_2 气分布;盆地东区上构造层含油气组合中富集石蜡型油及油型伴生气,下构造层含油气组合则富集高含量火山幔源型 CO_2 气和石蜡型油及油型伴生气。

(3) 高含量火山幔源型 CO_2 气在平面上仅分布于盆地东区松南—宝岛凹陷及 2 号断裂带,纵向上主要富集在下构造层渐新统陵水组含油气组合中。受气源断裂供给及运聚输导条件的限制, CO_2 气尚未向上运聚于上构造层的中新统含油气组合之中,故该区上构造层中新统三亚—梅山组含油气组合的勘探目的层无 CO_2 高含量的风险。

1.3 珠江口盆地西部油气运聚成藏规律

珠江口盆地西部系指东经 $113^\circ 10'$ 以西的部分,面积为 $5.1 \times 10^4 \text{ km}^2$,包括北部隆起、珠三拗陷和神狐隆起 3 个一级构造单元。在珠江口盆地西部,通过 20 多年的勘探已发现 6 个油田、4 个含油气构造及气田,初步建成了年产近 $300 \times 10^4 \text{ m}^3$ 的原油产能。珠江口盆地属于大陆边缘裂谷型盆地,其构造发育演化与中国东部第三系陆相断陷盆地一致,亦可分为早期张裂和晚期裂后两大成盆演化阶段,具有先断后拗的双层

盆地结构。早期张裂阶段,珠江口盆地西部珠三拗陷文昌凹陷受到珠三南断裂控制,接受了巨厚的古近系湖相沉积,形成了具有南断北超特征的箕状凹陷。晚期裂后沉降阶段,伴随区域性热沉降,文昌凹陷受到轻微的挤压活动,凹陷中部发育一系列 NWW 走向的断裂,同时沉积了大套海相砂泥岩。总之,该区地层沉积自下而上由早期古近系中深湖相及滨浅湖河流沼泽相(煤系)向晚期新近系滨浅湖相转化,其沉积环境则由封闭、半封闭的中深湖及滨浅湖沼泽环境向开阔的大规模滨浅海环境转化,盆地及凹陷结构也由早期断陷型向晚期拗陷型转化。同时,在早期断陷发育期沉积了大套的始新统文昌组中深湖相烃源岩和下渐新统恩平组煤系烃源岩,加之 NE 向区域深大断裂与凹陷中 NWW 向断裂的良好配置与组合,构成了油气运聚成藏的有效疏导体系统和网络系统^[18],进而形成了该区独特的油气运聚分布规律。

由图 3 可以看出,珠江口盆地西部具有凹陷富气,凸起、凹陷边缘深大断裂附近和隆起富油的规律。如琼海凸起上的 WC13-1/2 油田、WC8-3 油田,神狐隆起的 WC15-1 油气藏以及凹陷边缘深大断裂附近(文

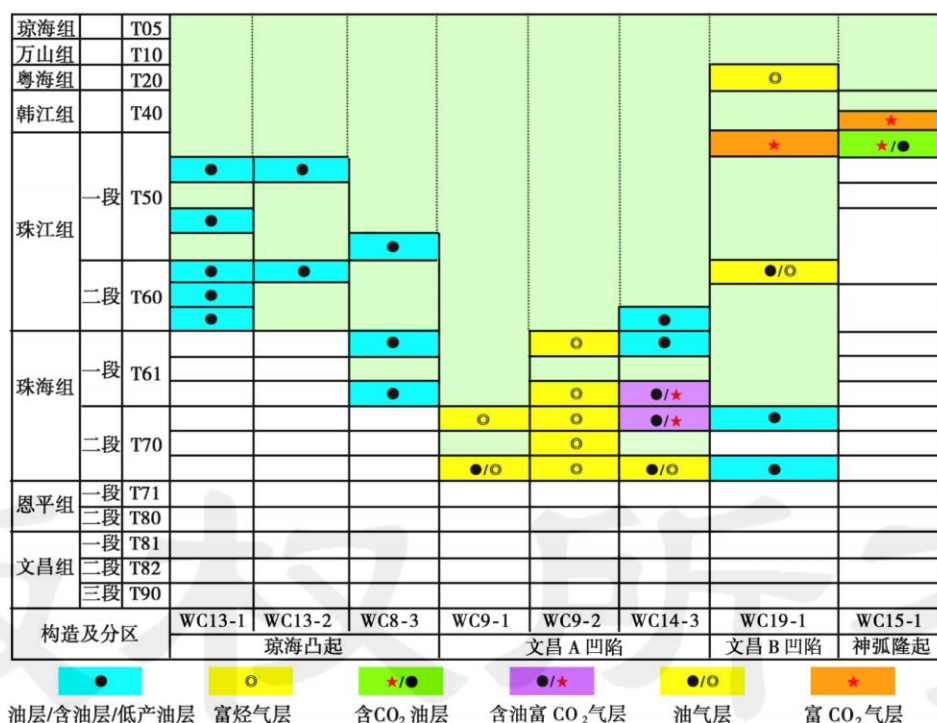


图 3 珠江口盆地西部油气及 CO_2 运聚分布规律

Fig. 3 Hydrocarbon and CO_2 migration-accumulation rule in the western Pearl River Mouth Basin

昌 B 凹陷)的 WC19-1 油气藏均以产出陆相石蜡型原油为主,而 WC9-1、WC9-2 凝析气藏及 WC10-3 气藏则分布于盆地沉积最厚、埋藏最深的文昌 A 凹陷深部区域。这种凹陷深部富气、凸起浅部富油的运聚分布

规律与该区烃源岩生烃热演化特点、油气运聚疏导系统发育展布和近距离优势运聚成藏有密切的成因联系^[19]。即凹陷深部位烃源岩埋藏深,有机质热演化程度高,以生烃成气为主,且因受运聚疏导系统限制,一

般只能近距离优势运聚富集于凹陷之中;而凹陷边缘及凸起浅部烃源岩埋藏浅,有机质热演化多以正常成熟生油为主,石油也近距离运聚富集于凸起及凹陷边缘的浅部。

2 油气勘探新领域

2.1 莺歌海盆地中深层天然气勘探

多年的油气勘探及地质综合研究表明,莺歌海盆地中深层油气成藏地质条件明显优于浅层^[16-17]。与浅层天然气成藏地质条件相比,中深层构造圈闭类型简单(多以背斜及断背斜为主),圈闭面积大、幅度高,构造规模大(局部构造圈闭面积均在100 km²以上);

中深层的烃源、运聚以及圈闭保存和封盖条件明显优于浅层。总之,虽然中深层的高温高压对油气运聚(储集)成藏有不利的影响,但其仍对烃源岩有机质热演化、油气藏保存和油气运聚等具有积极的作用。因此,该区中深层为极具资源潜力的天然气勘探新领域。虽然近年来中深层勘探由于种种原因未获重大突破,但现有的资料均已证明,该区中深层确实存在天然气运聚成藏的基本地质条件,亦具较大的资源潜力^[20-25],值得进一步加大勘探和研究的力度。东方区的DF1-1构造、DF29-1构造以及乐东区是该区中深层天然气勘探的首选目标。对于DF1-1构造的中深层,尤其是上中新统N_{h1}和中中新统N_m值得进一步钻探和评价,以揭示其储盖组合特征,寻找自生自储或下生上储的原生低CO₂的富集高产的烃类气藏。

2.2 琼东南盆地东部及南部深水区油气勘探

琼东南盆地历经20多年油气勘探,尤其是对外合作勘探以来,主要在盆地西部环崖南凹陷地区发现了YC13-1、YC13-4气田及YC7-4、YC14-1和YC13-6等含油气构造。而在盆地东部虽然也发现了ST32-2、ST24-1、BD19-2及BD15-3等含油气构造,但迄今为止尚未获得油气勘探的实质性突破。目前盆地西区环崖南凹陷周缘的勘探目标甚少,且所剩下的勘探潜力大的钻探目标又多处于高温高压地层系统,钻井工程难度大,勘探成本高,不易实施钻探;而盆地东部及南部坳陷斜坡深水区勘探及研究程度甚低,尤其是对南部坳陷带斜坡深水区迄今尚未进行勘探与深入研究。因此,盆地东部及南部坳陷斜坡深水区是该区油气勘探与研究的薄弱区和新区,也是油气勘探的重要新领域和后备勘探潜力区。虽然盆地东部区近年钻探的少量探井并未获得油气勘探突破,但均见到了良好油气显示。对获取的油气样品分析表明,其油气成因类型属正常成熟陆源石蜡型油及油型伴生气。这表明该区

具有完全不同于盆地西区环崖南凹陷以YC13-1气田为代表的煤型凝析油气成因类型及产出特点。因此,盆地东部油气勘探潜力尤其是石油勘探潜力不可低估。

2.3 珠江口盆地西部文昌A凹陷及神弧隆起区油气勘探

根据珠江口盆地西部“凹陷富气,凸起、凹陷边缘深大断裂附近和隆起富油”的运聚成藏规律,在盆地凹陷区,目前应集中力量勘探解剖文昌A凹陷中央凸起带和珠三南断裂下降盘东段,突破北部斜坡带商业性油气流关。其依据如下:

(1)文昌A凹陷中央凸起带处在生烃凹陷之中,且油源断层发育,油气运聚疏导系统配置良好。该带油源断层控制着勘探目的层段的圈闭,使得源岩与圈闭上下沟通顺畅。该带迄今已有2口探井获得高产商业油气流,因此含油气构造周边的半背斜或断鼻构造圈闭应是最具资源潜力的首选钻探目标。

(2)珠三南断裂下降盘东段也是文昌A凹陷另一个重要的现实勘探区域。珠三南断裂下降盘西段已发现一个油田,而东段至今尚无探井,且东段圈闭众多,圈闭类型好,从中央凸起带有多条构造脊的运聚疏导系统延伸到该区,故该区具备了良好的油气运聚成藏条件。

(3)北部斜坡带是文昌A凹陷比较现实的油气勘探后备区。文昌A凹陷烃源岩生烃灶的油气运聚方向主要指向北部斜坡带,该区东西两侧探井均见到数百米的油气显示,表明其油气运移相当活跃,在具备良好圈闭聚集条件的场所肯定能形成油气藏。因此,应该加强下第三系隐蔽性圈闭和成藏条件研究,优选最佳勘探目标进行钻探,力争尽快获得突破。

对于盆地中的凸起、凹陷边缘深大断裂附近和隆起区,目前应优先勘探与文昌A凹陷WC9-1/2气藏、WC10-3气藏邻近且处在深大断裂附近及隆起区之上的WC15-2、WC16-1及WC5-2等构造圈闭,争取尽快获得新的突破和重大发现。

3 结 论

(1)南海北部边缘盆地西区不同盆地及区带油气运聚规律及控制因素明显不同:莺歌海盆地天然气运聚成藏具有烃源岩新,运聚(供)大于散失晚期动平衡成藏以及泥底辟热流体上侵活动控制天然气及CO₂运聚规律的特点;琼东南盆地及珠江口盆地西部油气运聚成藏规律则具有中国东部第三系陆相断陷盆地的特点,即盆地具有断坳双层结构,生烃凹陷、烃源岩发育展布和烃源断裂系统控制和制约了油气及CO₂的

运聚分布规律。

(2) 莺歌海盆地浅层天然气及 CO₂ 具有分区分块与分层运聚的特点;琼东南盆地油气及 CO₂ 具有东西分区纵向分层系运聚的特征;珠江口盆地西部油气则具有盆地及凹陷中部富气、凹陷边缘深大断裂附近及凸起上聚油的特点。

(3) 南海北部边缘盆地西区油气勘探方向及重要的勘探领域主要是: 莺歌海盆地泥底辟带中深层; 琼东南盆地东部松南—宝岛凹陷、松东凸起(2号断层)以北地区和南部坳陷斜坡深水区; 珠江口盆地西部文昌 A 凹陷中央凸起带、珠三南断裂下降盘东段、北部斜坡带以及邻近生烃凹陷具有良好疏导系统插入或延伸至神弧隆起带的部分区域。

参 考 文 献

- [1] 何家雄,李明兴,黄保家,等. 莺歌海盆地北部斜坡带油气苗分布与油气勘探前景剖析[J]. 天然气地球科学,2000,11(2):1-9.
- [2] 何家雄,洗仲猷,杨希冰,等. 莺歌海盆地莺东斜坡带油气地质条件及近期勘探领域探讨[J]. 中国海上油气,2001,15(4):242-248.
- [3] 夏戡原,周蒂,苏达权,等. 莺歌海盆地速度结构及其对油气勘探的意义[J]. 科学通报,1998,43(4):361-367.
- [4] 李思田,林畅松,张启明,等. 南海北部大陆边缘盆地幕式裂陷的动力过程及 10 Ma 以来的构造事件[J]. 科学通报,1998,43(8):797-810.
- [5] 何家雄,咎立声,陈龙操,等. 莺歌海盆地泥丘发育演化特征与油气远景[J]. 石油与天然气地质,1990,11(4):436-445.
- [6] 何家雄,梁可明,黄保家,等. 莺歌海盆地海相烃源岩特征及油气运移的证据[J]. 南海石油,1990,7(3):8-22.
- [7] 何家雄,咎立声,陈龙操,等. 莺歌海盆地泥底辟发育演化与油气运聚机制[J]. 沉积学报,1994,12(3):120-129.
- [8] 何家雄,咎立声,梁可明,等. 莺-琼盆地泥岩压实与油气运移[J]. 石油勘探与开发,1991,18(增刊):34-41.
- [9] 何家雄,夏斌,刘宝明,等. 莺歌海盆地泥底辟热流体上侵活动与天然气及 CO₂ 运聚规律剖析[J]. 石油实验地质,2004,26(4):

349-358.

- [10] 毛云新,何家雄,张树林,等. 莺歌海盆地泥底辟带昌南区热流体活动的地球物理特征及成因[J]. 天然气地球科学,2005,16(1):108-113.
- [11] 何家雄,杨计海,陈志宏,等. 莺歌海盆地中深层天然气运聚成藏特征[J]. 天然气工业,2003,(23)3:15-19.
- [12] 王振峰,何家雄,张树林,等. 南海北部边缘盆地 CO₂ 成因及充注驱油的石油地质意义[J]. 石油学报,2004,25(5):48-53.
- [13] 何家雄,夏斌,张树林,等. 南海北部生物气及亚生物气资源潜力与勘探前景分析[J]. 天然气地球科学,2005,16(2):167-174.
- [14] 何家雄,夏斌,张树林,等. 莺歌海盆地莺东斜坡带隐蔽油气藏类型及成藏主控因素剖析[J]. 海洋地质与第四纪地质,2005,25(2):101-107.
- [15] 何家雄,王振峰. 琼东南盆地中新统油气成藏条件及成藏组合分析与探讨[J]. 天然气地球科学,2003,14(2):107-115.
- [16] 何家雄,李强. 莺-琼盆地成藏条件比较性评价有关问题——与陈斯忠先生商榷[J]. 中国海上油气(地质),2004,17(6):421-426.
- [17] 何家雄,李强,陈伟煌,等. 琼东南盆地油气成因类型及近期天然气勘探方向探讨[J]. 海洋石油,2002,22(1):47-56.
- [18] 季洪泉,王新海. 珠江口盆地西部文昌 A 凹陷油气勘探潜力分析与预测[J]. 天然气地球科学,2004,15(3):238-242.
- [19] 何家雄,梁可明,张振英,等. 珠江口盆地西区油气成因类型及成烃演化模式[J]. 石油勘探与开发,1991,18(增刊):50-60.
- [20] 何家雄,夏斌,刘宝明,等. 莺歌海盆地浅层与中深层天然气成藏地质条件综合分析与评价[J]. 地质通报,2005,15(1):12-17.
- [21] 何家雄,夏斌,刘宝明,等. 莺歌海盆地中深层天然气运聚成藏特征及勘探前景[J]. 石油勘探与开发,2005,32(1):37-42.
- [22] 何家雄,刘全稳,刘宝明,等. 从两口深井看莺歌海盆地中深层天然气成藏特征[J]. 天然气地球科学,2004,15(3):230-237.
- [23] 朱建成,何家雄,张树林,等. 莺歌海盆地底辟带中深层高温高压环境天然气勘探前景[J]. 海洋石油,2004,24(4):21-26.
- [24] 何家雄,陈伟煌,钟启祥,等. 莺歌海盆地泥底辟特征及天然气勘探方向[J]. 石油勘探与开发,1994,21(6):6-9.
- [25] 何家雄,陈红莲,陈刚,等. 莺歌海盆地泥底辟带天然气成藏条件及勘探方向[J]. 中国海上油气(地质),1995,9(3):155-163.

(收稿日期 2005-10-17 改回日期 2005-12-12 编辑 王 秀)

敬 告 作 者

为了方便您投稿和查询稿件,现将有关专栏编辑的电子邮箱和查询电话公布如下,请您投稿时务必留下联系电话,以便我们与您联系。

专栏名称	E-mail	查询电话
地质勘探	syxb3 @cnpc.com.cn	010 - 62094406
油田开发	syxb2 @cnpc.com.cn	010 - 62094406
石油工程	syxb1 @cnpc.com.cn	010 - 62095617

(本刊编辑部)