

南海北部边缘莺—琼盆地油气资源 前景及有利勘探方向分析

何家雄¹, 陈胜红², 刘海龄¹, 刘士林¹

(1. 中国科学院边缘海地质重点实验室, 广东 广州 510640;

2. 中海石油有限公司深圳分公司, 广东 广州 510240)

摘要:自 20 世纪 60 年代初在莺—琼盆地开展油气勘探以来, 迄今为止从中已发现了一批天然气田和含油气构造, 探明和预测天然气资源量逾 1 万亿 m^3 以上, 但目前该区总体油气勘探程度并不高, 油气勘探领域及有利勘探方向尚不明确。在以往研究基础上, 根据盆地不同区域油气运聚成藏条件, 分区带对其油气资源前景及有利勘探方向进行了深入剖析, 明确提出了莺歌海盆地中深层和琼东南盆地南部陆坡深水区是该区极具油气资源潜力的新领域, 同时亦是勘探与研究的薄弱区, 应集中优势力量深入研究。

关键词:莺—琼盆地; 中深层新领域; 南部深水区; 油气资源前景; 有利勘探方向

中图分类号: TE122

文献标识码: A

文章编号: 1672-1926(2008)04-0492-07

1 莺歌海盆地油气资源前景及勘探方向

1.1 中深层天然气资源前景及勘探新领域

莺歌海盆地近 10 多年来的天然气勘探, 均主要集中于盆地中部的中央泥底辟带浅层和盆地东北部斜坡区莺东斜坡带中南段, 而盆地中深层研究程度甚低、探井非常少, 且天然气勘探一直未获重大突破。然而, 多年的油气地质综合研究及少量探井钻探表明, 莺歌海盆地泥底辟带中深层油气地质条件明显优于浅层^[1-6], 与浅层相比, 中深层具有构造圈闭类型简单(多以背斜、断块和断背斜为主), 圈闭面积大、幅度高, 构造规模大(局部构造圈闭面积, 均在百平方千米以上)等有利的构造圈闭条件。据地质地球物理解释并落实泥底辟带中深层发育有九大底辟伴生背斜或断背斜构造, 圈闭规模均大于 100 km^2 ^[5]。加之, 中深层具有邻近烃源灶、天然气早期原地近距离运聚成藏的优越条件(图 1), 虽然中深层存在高温超压环境对油气运聚(储集)成藏存在不利的一面, 但其对烃源岩有机质热演化及油气藏保存和油气运聚等亦具积极的作用^[7-9], 因此, 该区中

深层仍不失为极具资源潜力的天然气勘探新领域^[10-11]。目前该区中深层勘探难点仍然集中在如何优选和确定有利天然气富集区带, 以及如何选准同一局部构造圈闭上的有利富集区块及主要勘探目的层, 尤其要以最小的勘探投入寻找富集高产低 CO_2 的优质烃类气藏, 以达到提高勘探成功率和获得最大经济效益之目的。鉴此, 通过油气地质综合分析考量, 笔者认为该区中深层近期天然气勘探比较现实的地区仍然是泥底辟带的东方区、乐东区和昌南区, 其中东方区的 DF1-1 构造和乐东区的 LD8-1 构造中深层, 仍是中深层天然气勘探可能获得重大突破的首选目标。因此, 对于莺歌海盆地中深层天然气勘探, 应坚持在东方区和乐东区勘探。

目前制约莺歌海盆地中深层油气勘探领域的主要因素是: 其一, CO_2 等非烃气的分布规律及与烃类气在生运聚成藏及分布上的相关关系尚不太清楚, 高 CO_2 风险仍是制约中深层勘探进程的重要因素; 其二, 莺歌海盆地西北部临高低隆起上探井见有油型气显示, 暗示该区古近系埋藏较浅的区带可能存在古近系湖相烃源岩, 但其生烃潜力到底有多大,

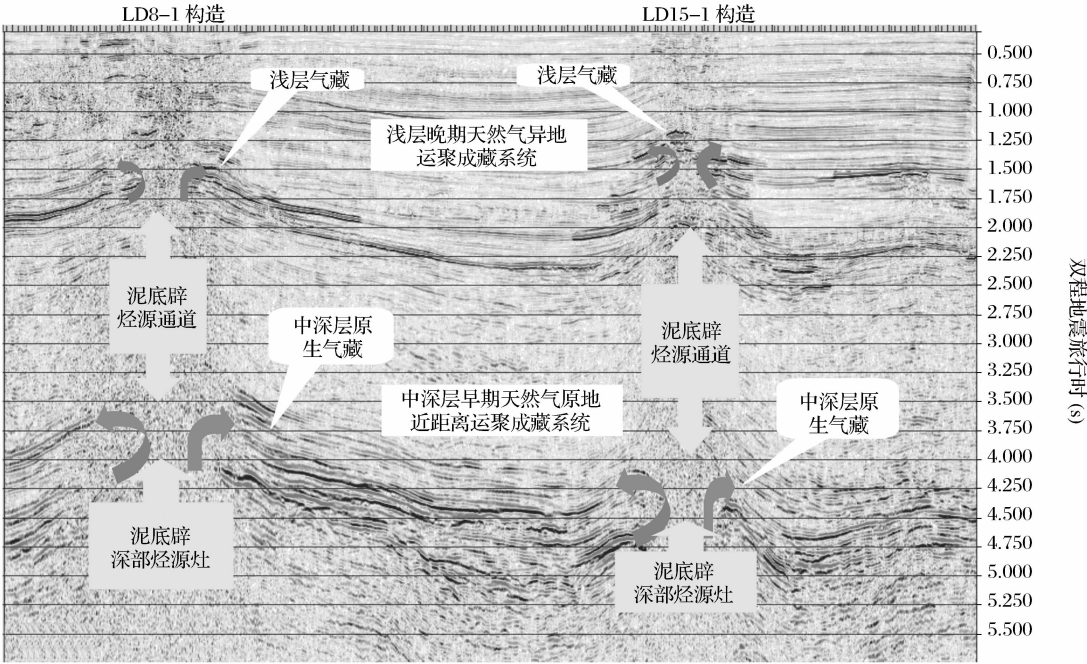


图 1 莺歌海盆地泥底辟带中深层与浅层天然气运聚成藏系统地震地质综合解释

能否形成一定的资源规模尚需进一步研究。

1.2 东北部莺东斜坡带油气资源前景及勘探方向

莺东斜坡带属莺歌海盆地东北边缘的次级构造单元(图 2),处于盆地东北部边缘斜坡区即环海南岛西南陆缘的海域部分,泛指 1 号断层以北,5 号断层之北西以及 1 号断层下降盘至盆地中部泥底辟带之间的广大区域,面积约 $1.5 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。莺东斜坡带自 20 世纪 60 年代初开展油气苗调查及陆缘浅海钻探,但该区的油气勘探程度仍然较低,尚无重大突破^[12]。截至目前,在该区仅钻 15 口探井(不包括 60 年代在莺歌海咀油气苗浅海区所钻浅井),且井多集中于斜坡带中南段(斜坡带北段仅钻 2 口探井);钻探目标主要为中新统一上新统岩性圈闭和部分断块及古潜山等,其它层位及领域尚未探索,应具有较强的油气资源潜力和良好勘探前景。

莺东斜坡带中南段油气苗和气烟囱异常发育,但该区本身不具备烃源条件,油气源均来自盆地坳陷深部^[13-14]。因此,莺东斜坡带是盆地东北部油气侧向运聚的指向,而 1 号断裂带又是盆地内烃源高压流体向东北部边缘的泄压带,故莺东斜坡带应是盆地东北部油气侧向运聚富集的主要区域。近年来已在莺东斜坡带中南段发现了 LT1-1 岩性气藏,同时,在 1 号断裂带上、下盘还发现落实了一批构造—岩性圈闭,亦存在良好的油气运聚成藏条件。除此之外,根据地质地球物理资料推测,在莺东斜坡带深

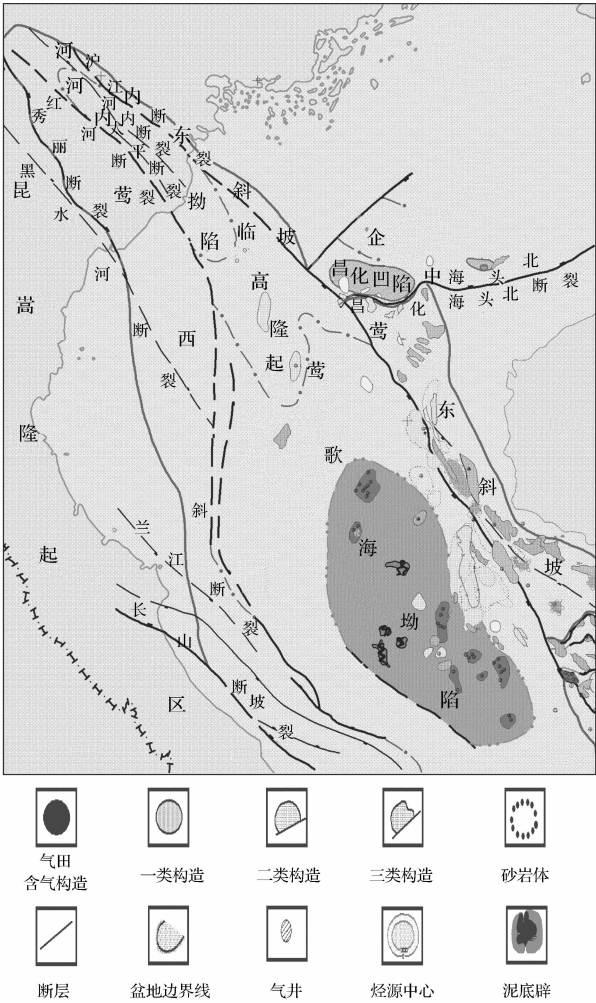


图 2 莺歌海盆地基本构造单元组成及展布特征

部可能存在一个以古近系生烃岩及储集层为主的含油气系统(如在 LG20-1 渐新统砂岩中见到可能来自深部古近系烃源的油气显示),加之在 1 号断裂带下降盘、莺歌海盆地与琼东南盆地交界处,已发现和落实了一批背斜、古潜山等圈闭^[5],这些圈闭位于油气运聚成藏非常活跃的有利区域,且处于高压—常压过渡带,故应是有利油气富集区,具有良好油气勘探前景。

须强调指出的是,莺东斜坡带油气地质条件比较复杂,北、中、南三段地质构造格局分段式展布明显,构造演化与沉积充填特征均存在较大差异,油气成藏地质条件亦明显不同。其中,北段区成藏主控因素主要取决于烃源及油气运聚疏导系统;中段区成藏主控因素则受控于烃源与岩性圈闭的有效性;南段区成藏主控因素则主要取决于地层岩性复合圈闭的有效性。因此,对于该区油气地质规律及油气勘探技术方法和策略尚需强调以下几点:

(1) 莺东斜坡带新近系存在多套含油气储盖组合,纵向上一般封盖条件良好,但该区地层岩性圈闭的砂体侧向封堵条件普遍欠佳。因此,侧向遮挡封堵条件是该区能否形成地层岩性隐蔽油气藏的关键所在。

(2) 莺东斜坡带油气苗及气烟囱异常发育,既表明其烃源不断供烃,油气尚处于生、运、聚、散的动平衡状态,同时亦表征该区是盆地内油气侧向运移的主要方向和运聚富集的重要场所,在油气苗和气烟囱异常发育区附近及其深部区域,必然存在原生油气藏、过渡型油气藏、次生油气藏等一系列油气藏序列^[13-14]。因此,沿油气苗及气烟囱发育区附近及其深部的纵横向油气运移通道上,追踪寻找其油气源和“中间客栈”,有可能发现原生油气藏(田)。

(3) 莺东斜坡带北段、中段、南段不同区域存在不同类型的隐蔽油气藏,且其成藏条件与主控因素差异明显,根据该区不同类型隐蔽油气藏展布规律与控制因素,笔者特提出 5 点勘探建议:① 精细研究油气运聚疏导系统和流体运聚动力;② 全面系统研究油气与油气苗和气烟囱分布规律;③ 深入研究 1 号断裂不同时期不同区域发育演化特征及对油气运聚的控制作用;④ 重点研究落实地层岩性圈闭的顶封盖和侧向遮挡条件;⑤ 深入研究油气储层临界物性,优选最佳成藏组合,确定不同区带主要勘探目的层。

1.3 西北部临高隆起带油气资源前景及勘探方向

莺歌海盆地西北部临高隆起区油气勘探程度甚

低,迄今仅在 LG20-1 背斜构造上钻了 2 口探井,且均未获得测试资料,诸多油气地质问题尚不清楚。但从探井及地震所获有限的地质信息表明,该区具备油气成藏的基本地质条件,从构造上看,临高隆起带处在盆地西北部莺歌海坳陷的北端(图 2),其东南倾末端直接插入该坳陷中部主体的深层,既可接受裂后中新世莺歌海坳陷海相烃源岩提供的烃源,且由于该带本身亦处于盆地西北部古近纪断陷附近,故亦可捕集古近纪陆相断陷供给的油气,因此,临高隆起带烃源供给条件优越。同时由于临高隆起带位于盆地西北部离红河断裂带物源区较近,红河物源体系提供的砂泥沉积物丰富,能够接受其物源供给而形成良好的砂岩储集层,目前少量探井钻遇的较细砂岩可能是由于尚未钻到有利的富砂相带所致。此外,临高隆起带上局部构造发育,背斜、断背斜、断鼻和断块等圈闭类型均有,构成了一个有利油气运聚的低流体势的聚集区带,因此,临高隆起带应具有较好的油气资源前景和勘探潜力,只是目前勘探及地质研究程度低尚未获得突破。随着油气勘探进程的加快、勘探及研究程度的提高,相信该区一定能够获得重大突破。

2 琼东南盆地油气资源前景及勘探方向

琼东南盆地历经近 30 年的油气勘探,尤其是对外合作勘探以来,主要在盆地西部环崖南凹陷周缘,勘探发现了 YC13-1 大气田和 YC13-4 气田以及 YC7-4、YC14-1 和 YC13-6 等含油气构造;而在盆地东部虽然亦发现了 ST32-2、ST24-1、BD19-2、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;盆地中央裂陷带及南部裂陷带陆坡深水区仅进行了部分地球物理勘探工作,而钻探至今尚未涉足。因此,该盆地东部和中央及南部裂陷带陆坡深水区,应是该区油气勘探与研究的薄弱区和新区,亦是该区油气勘探的重要新领域和后备勘探潜力区^[15-18]。

2.1 北部裂陷带浅水区油气资源前景

琼东南盆地北部裂陷带陆架浅水区包括崖北凹陷、松西凹陷和松东凹陷等区域,这些凹陷均以古近纪为主要沉降期,沉积充填了以古近系陆相沉积为主的“厚陆薄海”、“陆生海储”的生储盖组合等成藏组合体系^[15]。一般多具有以下特点:古近系陆相沉积厚度大(大于 4 000 m)而新近系及第四系海相沉积薄,一般为 2 000 m 左右,最厚不超过 3 200 m(表 1),且均以始新世、渐新世裂陷期(主沉降期)中深湖相泥岩和部分滨浅湖相泥岩为主,以生油为主;裂陷

期形成的渐新统陵水组砂岩和裂后坳陷期沉积的中新统水进体系域海相砂岩、碳酸盐台地之礁滩灰岩为主要储集层,储集物性良好;中新统上部的海相泥岩为区域性盖层。上述这些地区油气勘探虽未获重大突破,但部分构造已见油气显示(ST24-1、BD19-2和BD15-3等构造)或获得低产油流(如莺9井),表明该区具备油气成藏的基本地质条件,具有良好含油气前景。由于该区古近系和新近系总体沉积规模

小,上覆新近系且海相坳陷沉积薄,古近系中深湖相主力烃源岩埋藏浅仅处于热演化正常成熟生烃的油窗范围,故该区应属于南海北部边缘盆地北部裂陷带的石油分布聚集区,存在石油勘探潜力。同时,由于该区属陆架浅水区,新生界沉积较薄,压实与流体排出处于均衡状态,故古近系和新近系沉积均为正常的地层压力系统,不存在异常高压,因此,油气勘探开发成本低,油气资源前景良好。

表 1 琼东南盆地不同裂陷带凹陷结构及古近系与新近系沉积充填特征对比

构造带名称	凹陷名称	凹陷结构	凹陷面积(km ²)	基底埋深(m)	新近系及第四系厚度(m)	古近系厚度(m)
北部裂陷带	崖北凹陷	单断型断陷	2 262	6 830	2 330	4 500(浅水区)
	松西凹陷	单断型断陷	1 013	5 290	290	5 000(浅水区)
	松东凹陷	单断型断陷	5 228	7 210	3 210	4 000(浅水区)
中央裂陷带	崖南凹陷	单断型断陷	1 555	8 330	3 830	4 500(浅水区)
	乐东凹陷	双断型断陷	7 490	14 090	9 090	5 000(深水区)
	陵水凹陷	双断型断陷	5 084	12 910	5 910	7 000(深水区)
	松南凹陷	单断型断陷	2 287	13 880	5 880	8 000(深水区)
	宝岛凹陷	双断型断陷	3 610	13 000	5 000	8 000(深水区)
南部裂陷带	北礁凹陷	单断型断陷	1 698	11 830	6 030	5 800(深水区)
	长昌凹陷	双断型断陷	1 0130	9 800	4 000	5 800(深水区)
	华光凹陷	双断型断陷	7 500	12 000	5 600	6 400(深水区)

2.2 中央和南部裂陷带深水区油气资源前景

2.2.1 中央裂陷带油气资源前景

以崖南、乐东、陵水、松南和宝岛等凹陷所组成的中央裂陷带,除崖南凹陷外,均处于陆坡深水区位置。这些凹陷具有展布规模大,尤其是古近系和新近系沉积厚度大的特点,其中,新近系海相沉积厚度大,据崖南凹陷钻井揭示最厚达3 200 m,最薄为2 200 m。根据地震资料推测中央裂陷带新近系海相沉积最大厚度达6 300 m,目前大部分钻井尚未钻穿古近系陆相充填沉积,但结合地震资料解释推测最厚达8 000 m,最薄亦达5 800 m。由于这些凹陷多处于陆坡深水区,无论是新近系海相坳陷沉积还是古近系陆相断陷充填沉积,其展布规模均非常大(表1),因此,古近系和新近系地层沉积规模大,为该区油气形成奠定了雄厚物质基础。

由于该区发育有新近系裂后海相坳陷沉积和古近系陆相断陷充填沉积2套巨厚的地层系统,因此,其主要生烃层不仅有陆相断陷沉积形成的中深湖相烃源岩和滨海沼泽相煤系烃源岩,而且由于陆坡深水区新近系地层大部分已处在热演化成熟生烃范围,故其亦发育有中新统海相坳陷沉积的浅海、半深海相烃源岩(乐东凹陷YC35-1-1井已钻遇来自中新统烃源岩的油气显示)。另外,据国家九五科技攻

关南海北部天然气项目研究成果证实,琼东南盆地中央裂陷带主要凹陷(乐东、陵水、宝岛和松南等),始新统和渐新统崖城组和陵水组以及新近系中新统烃源岩均具较强生烃潜力,其生烃强度最高达 $114\times10^8\text{ m}^3/\text{km}^2$,其中:始新统烃源岩生烃强度最大达 $76\times10^8\text{ m}^3/\text{km}^2$;渐新统崖城组和陵水组烃源岩生烃强度最大达 $114\times10^8\text{ m}^3/\text{km}^2$;新近系烃源岩生烃强度最大亦达 $40\times10^8\text{ m}^3/\text{km}^2$ 。总之,上述研究成果充分表明,该区存在陆相和海相2套烃源岩,烃源物质基础雄厚,生烃强度较大,具备了良好的烃源条件。中央裂陷带除具备良好的烃源条件外,中新统海相砂岩储层和渐新统扇三角洲储层亦非常发育。如上中新统黄流组海底水道砂、陆缘水下扇、低水位扇以及下一中中新统三亚—梅山组碳酸盐岩储层等均较发育,且储集体规模较大(如海底水道砂体可延伸数百公里,陆缘水下扇及低水位扇复合体的面积可达数千平方公里)。该区砂层储层储集物性较好,其孔隙度16%~19%,部分达22%,渗透率为 $(148.05\sim542.85)\times10^{-3}\mu\text{m}^2$,且砂岩储层厚度大,如YC35-1-1井上中新统黄流组底砂岩厚69.8 m。因此,中央裂陷带具备了良好的油气储集条件。另外,该区盖层条件较好,中新统上部和上新统浅海相及半深海相泥岩非常发育,其泥岩厚度一般均大于

1 000 m,且占地层厚度 75%以上,故浅海相和半深海相泥岩是该区非常好的区域盖层。

综上所述,中央裂陷带具备了油气运聚成藏的基本地质条件,应具有较大的油气资源潜力和勘探前景。但必须强调的是,该区 3 200 m 以下普遍存在异常高压,且随深度增加地层压力递增。一般在 3 200 m 以上为常压带,3 200~4 000 m 之间为常压与超压的压力过渡带,压力系数为 1.2~1.6 左右,4 000~4 600 m 以下则地层压力迅速增加,压力系数上升至 1.6 以上,最高达 2.2,形成一个异常高压快速递增带。这种异常高压带对该区油气运聚成藏可能存在较大影响和制约作用。在异常高压带顶面之上的正常地层压力带和高压带与正常压力带之间的过渡带,应是油气运聚成藏的有利区域,而在异常高压带内部即“高压箱内”,油气可能很难运聚成藏。虽然亨特(1991)的压力封存箱成藏理论肯定“高压箱内”能够形成油气藏,但根据该区崖南凹陷 YC21-1 构造、YC26-1 构造的钻探结果,均表明这种早期形成的异常高压封存箱内油气难以运聚富集,尚不能形成商业性油气藏,而只能形成少量高压水溶气。虽然对异常高压地层系统油气运聚成藏理论和勘探实践尚处探索之中,但可以基本确定的是,深部异常高压地层系统的油气资源潜力远不及其上的压力过渡带和正常压力带,该区目前的油气勘探应重点主攻中上部正常压力带和压力过渡带的勘探目的层,兼探深部高压地层勘探目标。

2.2.2 南部裂陷带油气资源前景

南部裂陷带主要由华光凹陷、北礁凹陷和长昌凹陷构成,处于琼东南盆地南部斜坡深水区及附近。由于该区地壳厚度较薄(20 km 左右),预测其热流值和地温梯度均较高,因而有利于烃源岩有机质转化为油气。该带新近系海相坳陷沉积和古近系陆相断陷充填沉积特征与中央裂陷带基本类似,只是海陆相 2 套地层的沉积规模均没有中央裂陷带大,且海相坳陷沉积厚度与陆相断陷沉积厚度基本相当或薄一些,其油气成藏地质条件与中央裂陷带相比亦存在一定的差异。

南部裂陷带古近系主要由地堑和部分半地堑组成,新近系则为向南缓慢抬起的斜坡,前古近系基底埋深也自北向南变浅。该区基底断裂较发育,形成了由 NE 向断裂控制的凹陷或一系列断洼。据中国石油股份有限公司近年来在华光凹陷进行的地震勘探资料分析,该区古近系陆相沉积规模较大,最厚达 6 400 m,新近系和第四系海相沉积厚度亦达 5 600

m,故新近系中新统部分烃源岩已达成成熟生烃阶段,古近系陆相烃源岩则已处在成熟—高成熟油气窗范围,且古近系展布规模较大,因此,该区具备了雄厚的烃源物质基础及良好烃源条件。

南部裂陷带储层推测主要为渐新统陵水组砂岩,亦有新近系陆坡深水扇系统之各种成因类型的砂岩。该区上覆封盖层可能为 2 000~3 000 m 厚的半深海相泥岩;油气运聚通道则主要为断层、渐新统陵水组砂岩及不整合面或新近系各种类型的砂体。油气圈闭类型以披覆背斜、断背斜、断块和古潜山为主。

总之,南部裂陷带古近系和新近系沉积规模较大,生烃物资丰富,烃源岩多处于成熟—高成熟成油生烃演化阶段,生烃潜力大,油气资源前景较好。

2.3 油气勘探方向

琼东南盆地自 1983 年发现 YC13-1 大气田以来,至今尚未发现规模较大的新油气田,该区油气勘探近年来基本上处于停滞不前的被动局面,油气勘探和研究上碰到了诸多疑难问题。国内外油气勘探实践表明,富油气区和油气田均是成群成带分布的,但该区迄今只发现了一个大气田(YC13-1)是地质客观事实?还是尚未找到富油气区带和油气田分布规律?该区油气勘探方向究竟在哪里?限于该区目前勘探及研究程度,拟针对上述问题强调以下几点:

(1) 琼东南盆地各裂陷带主要凹陷沉积充填规模大,烃源物质基础雄厚,且生烃强度大,油气资源较丰富,应该存在成群成带的油气田分布。这主要是由于该区盆地深部结构和裂陷带与隆起带展布格局以及凹陷发育规模所决定的。北部裂陷带的崖北、松西及松东凹陷沉积规模较小,但古近系烃源岩规模较大,且有机质生烃热演化条件适中,故能够成为良好的生油凹陷。中央裂陷带的崖南凹陷是已被勘探证实的富生烃凹陷,渐新统崖城组及陵水组烃源岩生烃强度最高达 $88 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 以上;而通过近年来 BD19-2 构造、LS4-2 构造钻探结果表明,宝岛凹陷和松南凹陷生烃指标并不亚于崖南凹陷,其中,渐新统烃源岩生烃强度与崖南凹陷相当,达 $80 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 左右,始新统烃源岩及新近系烃源岩生烃强度分别为 $77 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 左右和 $17 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 左右,且比崖南凹陷多了一套始新统烃源层,很显然也属富生烃凹陷;陵水凹陷和乐东凹陷沉积充填规模更大,其生烃潜力比上述诸凹陷大,亦属富生烃凹陷。由于中央裂陷带诸凹陷沉积规模巨大,古近系和新近系烃源岩埋藏普遍偏深,多处在有

机质热演化生烃的成熟—高成熟阶段,故该区以提供大量天然气气源为主。南部裂陷带沉积充填特征与中央裂陷带类似,地质发育演化史相似,亦以提供丰富的天然气气源为主。总之,琼东南盆地烃源物基础雄厚,油气源充足,只要找到和落实好有利油气运聚成藏的构造圈闭带或构造—地层岩性复合圈闭带,就一定能够发现油气田。

(2) 从区域地质背景及油气成藏地质条件综合考量,琼东南盆地今后油气勘探方向原则上应把握以下几个方面:

第一,对于北部裂陷带(崖北、松西和松东等凹陷)和中央裂陷带崖南凹陷及其周缘陆架浅水区的油气勘探,应重点勘探古近系陆相断陷充填沉积的下构造层储盖组合类型。琼东南地区是一个先裂陷充填陆相断陷沉积后强烈拗陷热沉降发育海相地层的盆地,盆地北部裂后热沉降期是一个快速向南倾的大单斜,形成了窄陆架、宽而陡的陆坡区,且裂后热沉降期构造运动不太活跃^[6,15],故沟通古近系烃源岩的纵向断裂尚未向上延伸到上覆的中新统地层(或仅局部切割至中新统),其油气运聚通道和输导系统仅局限于古近系地层之中,加之,该区新近系亦缺乏良好的局部构造等油气圈闭,因此,该区油气勘探应以古近系陆相断陷沉积的储盖组合类型为主。即位于前古近系基底高块上的一系列古近系披覆构造,包括对以往勘探未获成功的这类构造的重新认识和评价,如 YC19、Y21、YC23、YC26 等构造带周缘及倾没处。另外,位于崖城、松涛隆起倾没部位的披覆背斜及周缘的地层超覆尖灭圈闭,亦是今后应重视的主要勘探领域。

第二,中央裂陷带及南部裂陷带陆坡深水区,属琼东南盆地油气勘探及研究的新区和薄弱区,亦是最具油气勘探前景的区域,其应是该区今后油气勘探的重点区和主攻方向^[16-18]。前已论及,中央裂陷带和南部裂陷带陆坡深水区诸凹陷沉积充填规模巨大,烃源物质基础雄厚,发育新近系裂后海相拗陷沉积和古近系陆相断陷充填沉积所形成的湖相及煤系等 3 套烃源岩,由此构成了古近系和新近系 2 个烃源供给系统,且生烃潜力大,总生烃强度最大超过 $200 \times 10^8 \text{ m}^3/\text{km}^2$ 以上,加之古近系各类背斜、断块等圈闭众多,新近系地层岩性圈闭及披覆构造等圈闭均较发育,且与其油气运聚输导系统(不整合面、断裂和砂体)配置良好,完全能够形成富集高产油气藏。因此,中央裂陷带和南部裂陷带具备了形成大油气区的有利地质条件,其应是琼东南盆地发现大

油气田、增储上产开创油气勘探新局面的主战场。须强调指出的是,南部裂陷带的北礁凸起成藏地质条件优越,可能是该区寻找大气田群的有利区带。据中国海洋石油研究中心研究表明,北礁凸起上发育一批披覆型大型背斜圈闭,如 LS25-2、26-2、32-1、33-1、YD8-1、20-1 等,其构造圈闭面积多在 $50 \sim 100 \text{ km}^2$,水深 $800 \sim 1\,500 \text{ m}$,亦为该区油气运聚成藏提供了良好的聚集场所。

第三,琼东南盆地多年来的油气勘探表明,古近系下构造层含油气储盖组合之上渐新统陵水组三段砂岩,是区域性分布的好储集层和主要勘探目的层,同时上构造层含油气储盖组合的中新统三亚组砂岩亦是良好储层和次要勘探目的层,在该区油气勘探部署过程中,应 2 套储层兼顾,选取最有利砂岩储集相带优先部署钻探。

第四,中央裂陷带北部边界断裂即 2 号断裂带,是琼东南盆地能够沟通古近系烃源并连通上覆中新统各类圈闭及储集层的油气纵向运聚的重要通道,因此,应加倍重视 2 号断裂带附近中新统各类圈闭及砂岩体的勘探,只有在该区域方能勘探寻找渐新统陵水组下含油气成藏组合和中新统三亚组上含油气成藏组合类型。琼东南盆地区域构造地质演化特征研究表明,新近系构造、断裂活动不活跃,大部分断裂活动多在中新世已停止活动,大部分地区断裂纵向上尚未切穿中新统地层,故新近系构造及地层岩性圈闭缺乏有效的油气纵向运聚疏导系统,很难捕获深部古近系烃源而富集成藏。但 2 号断裂带是该区一条继承性发育的断裂,新近纪仍然活动,且大部分区域已切穿或切至中新统地层,能够作为沟通深部古近系烃源连接上覆中新统构造和地层岩性圈闭的桥梁,对其油气纵向运移起到重要的输导作用。因此,对 2 号断裂带附近及与之相关的中新统构造和地层等各类圈闭,均应作为重点油气勘探目标进行地质评价并实施钻探,以期尽快获得突破。

3 结论

(1) 莺歌海盆地中深层天然气资源前景好,勘探潜力大,主要区域为东方区和乐东区;东北部莺东斜坡带油气勘探潜力较大,但油气成藏条件复杂,以寻找隐蔽油气藏为主;西北部临高隆起带具有较好的油气资源前景和勘探潜力。

(2) 琼东南盆地北部裂陷带浅水区油气资源前景好,开发成本低;中央和南部裂陷带深水区油气资源潜力大,勘探程度低,是该盆地的后备勘探潜

力区。

参考文献：

[1] 何家雄,黄火尧,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.

[2] 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.

[3] 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.

[4] 何家雄,夏斌,刘宝明,等. 琼西莺歌海盆地中深层天然气成藏条件分析及其与浅层成藏条件的比较[J]. 地质通报,2005,24(1):9-15.

[5] 龚再升,李思田. 南海北部大陆边缘盆地分析与油气聚集[M]. 北京:科学出版社,1997:1-510.

[6] 龚再升,李思田. 南海北部大陆边缘盆地油气成藏动力学研究[M]. 北京:科学出版社,2004:1-339.

[7] 郝芳,邹华耀,黄保家,等. 莺歌海盆地天然气生成模式及其成藏流体响应[J]. 中国科学:D辑,2002,32(11):889-895.

[8] 郝芳,董伟良,邹华耀,等. 莺歌海盆地汇聚型超压流体流动及天然气晚期快速成藏[J]. 石油学报,2003,24(6):7-12.

[9] 龚再升. 中国近海含油气盆地新构造运动和油气成藏[J]. 石油与天然气地质,2004,25(2):133-138.

[10] 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近期勘探方向[J]. 中国海上油气,1995,9(3):157-163.

[11] 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.

[12] 何家雄,冼仲猷,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.

[13] 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.

[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,夏斌,孙东山,等. 南海北部琼东南盆地油气成藏组合及运聚规律与勘探方向分析[J]. 石油勘探与开发,2006,33(1):53-58.

[16] 何家雄,夏斌,王志欣,等. 南海北部边缘盆地西区油气运聚成藏规律与勘探领域及方向[J]. 石油学报,2006,27(4):12-18.

[17] 何家雄,夏斌,施小斌,等. 世界深水油气勘探进展与南海深水油气勘探前景[J]. 天然气地球科学,2006,17(6):748-752.

[18] 何家雄,施小斌,夏斌,等. 南海北部边缘盆地油气勘探现状与深水油气资源前景[J]. 地球科学进展,2007,22(3):261-270.

Petroleum Resource Potential and Advantageous Exploration Targets
in Ying-Qiong Basin, Northern Margin of South China Sea

HE Jia-xiong¹, CHEN Sheng-hong², LIU Hai-ling¹, LIU Shi-lin¹

(1. Key Laboratory of Marginal Sea Geology, Guangzhou Institute of Geochemistry, Chinese Academy of Sciences, Guangzhou 510640, China; 2. Shenzhen Company, CNOOC, Guangzhou 510240, China)

Abstract: Many natural gas fields and oil-bearing structures in the Ying-Qiong basin have been discovered since 1960s. They are chiefly located in the shallow strata of mudstone diapir zones of the Yinggehai basin and in the Ya’nan sag of the Qiongdongnan basin, and have a total gas resource amount more than 0.1 billion cube meters. However, the total exploration degree in this area is very low and the advantageous exploration targets are ambiguous so that the status of petroleum exploration is very passive, without any obvious breakthrough. On the basis of previous petroleum geological laws, therefore, we analyze petroleum resource potential and advantageous exploration targets in different areas of the Ying-Qiong basin according to their migration and accumulation characteristics. As a result, new exploration areas and possible-breakthrough targets are pointed out. Furthermore, the middle-deep beds of the Yinggehai basin and southern deep-water slope of the Qiongdongnan basin are considered to be the best new exploration targets with excellent resource potential and may become a breakthrough. But now research about these areas is so weak that we should focus our best efforts on the petroleum exploration.

Key words: Ying-Qiong basin; Middle-deep bed areas; Southern deep-water area; Petroleum resource potential; Advantageous exploration targets.