

文章编号 1001-8166(2007)03- 10

南海北部边缘盆地油气勘探现状 与深水油气资源前景*

何家雄¹ 施小斌¹ 夏 斌¹ 刘海龄¹ 阎 贫¹ 姚永坚² 张树林³

(1.中国科学院边缘海地质重点实验室,广东 广州 510640;2.国土资源部广州海洋地质调查局,广东 广州 510760;3.中国海洋石油研究中心,北京 100027)

摘 要:自 20 世纪 60 年代初开展浅海油气苗调查及浅井钻探以来,南海北部边缘盆地迄今在陆架浅水区已勘探发现多个油气田,建成了一定储量规模的油气产能,基本构成了南海北部油气富集区的格局。然而,如何保持油气可持续发展,尽快寻找油气储量接替的新领域,这是该区油气勘探所面临的关键问题。南海北部陆坡深水区与世界深水盆地一样,颇具油气资源潜力和勘探前景,近期 LW 3-1-1 深水探井钻探的新发现表明,其应是该区油气资源接替非常现实的战略选区和勘探靶区。

关 键 词:南海北部边缘盆地;陆架浅水油气勘探;陆坡深水油气;成藏地质条件;油气资源前景
中图分类号: P722.7;P744.4 **文献标识码:** A

1 前 言

南海北部边缘盆地广阔,主要分布有北部湾、莺歌海、琼东南、珠江口及台西南等 5 大盆地(图 1),海域水深在 50 ~3 000 m 之间。其中,陆架浅水盆地(水深 <500 m)与陆坡深水盆地(水深 >500 m)展布规模大体相当。油气勘探表明,南海北部边缘盆地具有巨大的油气资源潜力及勘探前景。通过半个世纪的油气勘探,尤其是近 20 多年的对外合作与自营油气勘探,迄今在陆架浅水盆地已发现多个大中型油气田,且大部分已投入开发,目前该区年产天然气和原油分别为 $60 \times 10^8 \text{ m}^3$ 和 $1\,700 \times 10^4 \text{ t}$,其油气(当量)产量已占中国近海陆架盆地一半以上。

由于受技术经济条件的限制与海上高技术、高风险及高成本的影响和制约,南海北部边缘盆地油气勘探开发活动,多年来均主要集中于近海大陆架水深小于 500 m 的陆架浅水海域,一般油气勘探钻井多局限于 200 m 水深以内的陆架浅水盆地,而对

于水深大于 500 m 广阔的陆坡深水区之油气勘探与地质研究工作甚少。须强调指出的是,虽然我国油气勘查部门和石油公司早在 20 世纪 80 年代业已开展南海陆坡深水区部分海域油气地质地球物理调查与研究,第 3 次全国油气资源评价和 2002 年国土资源部组织的“油气资源战略选区评价项目”,亦较系统地开展了油气地质调查与地质综合研究,且进行了油气资源潜力评价和资源量初步计算工作,基本上了解了该区域油气资源分布状况,但其涉及的油气勘探领域及研究范围较窄,油气地质调查与研究的深度及程度均非常有限,目前取得的油气资源评价预测的初步成果,尚不能满足国家制定中长期油气勘探战略规划所需和中石油、中海油及中石化等 3 大石油公司实施具体的油气勘探部署工作。

2 南海北部边缘盆地油气勘探现状

南海北部边缘盆地自 20 世纪 60 年代初开展浅海油气苗调查及浅海陆缘区钻探以来,已走过半个

* 收稿日期:2006-09-30;修回日期:2006-12-30。

* 基金项目:中国科学院知识创新工程重要方向项目“南海东北部沉积盆地形成淡化与陆缘裂解”(编号:KZCX3-SW-234-3;KZCX2-YW-203)联合资助。

作者简介:何家雄(1956-),男,湖北天门人,研究员,博士,长期从事油气勘探与地质综合研究。E-mail:hejx@gig.ac.cn
姚永坚等·南海南部南沙油气资源初步评价报告[M]·

世纪的油气勘探历程。迄今为止,在北部湾盆地、莺歌海盆地、琼东南盆地及珠江口盆地勘探,已发现一批大中型油气田及含油气构造,建成了相当规模的油气储量及产能,其油气(当量)产量约占中海油总油气产量的60%以上,可见南海北部已成为中海油

重要的油气生产基地。然而,该区石油产量从1998年开始已逐渐递减,近年来虽有部分油气田投产接替补充,但仍无法扭转石油产量快速大幅下降的总趋势。因此,勘探寻找油气资源战略接替的新区域、新领域,至关重要且势在必行!

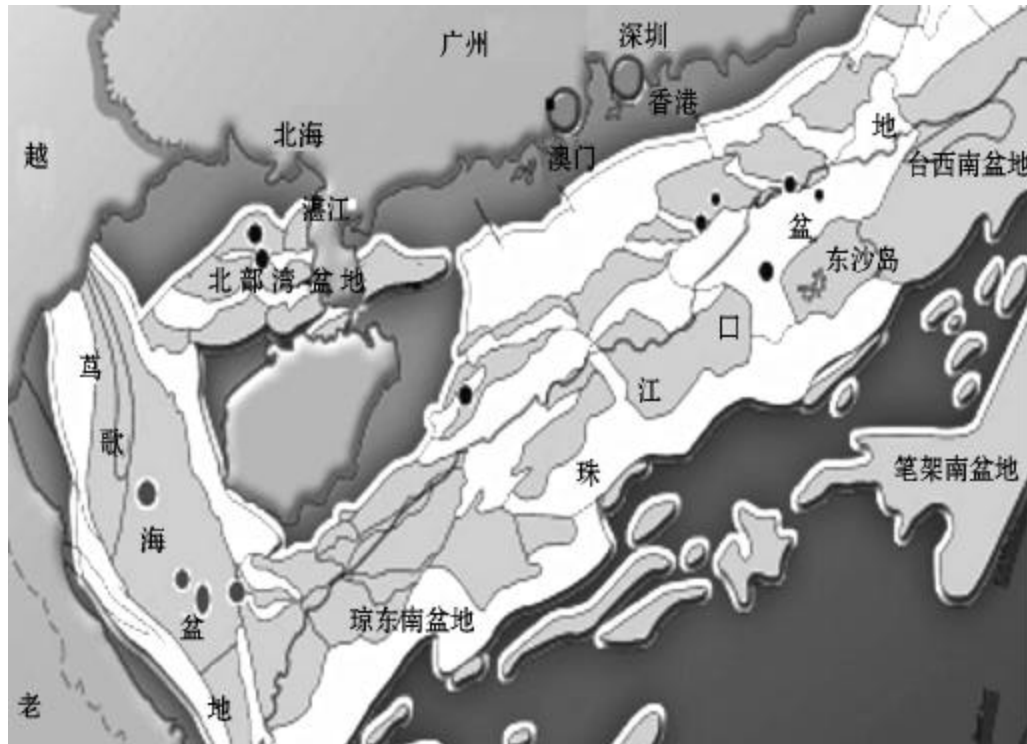


图1 南海北部边缘新生代主要沉积盆地分布特征

Fig.1 Sedimentary basin distribution feature of marginal Cenozoic era in northern South China Sea/Vietnam

众所周知,南海北部边缘盆地整体油气勘探程度迄今仍然较低,陆坡深水区油气勘探及研究程度则更低,基本属勘探空白区和研究薄弱区。目前该区油气勘探领域及范围,主要集中于陆架浅水盆地,即北部湾盆地西南凹陷及周缘、莺歌海盆地泥底辟带浅层及莺东斜坡带中南段、琼东南盆地西部环崖南凹陷构造带以及东部松南—宝岛凹陷周缘区、珠江口盆地西部文昌凹陷及周缘和神狐隆起、珠江口盆地东部珠一坳陷及周缘和珠二坳陷白云北坡—番禺低隆起周缘,而其它区域的油气勘探程度均甚低,勘探及研究工作亦少。以下仅重点对该区油气勘探与研究现状及存在的问题进行初步分析与阐述。

2.1 区域地质综合研究概况

南海处在欧亚、印—澳及太平洋三大板块相互作用的特殊大地构造位置,区域构造动力学条件相当复杂,对南海成因及其扩张时序的认识目前仍然存在较大分歧。多数学者对南海四大边缘属性(北部拉张裂陷、南部挤压变形、东部俯冲消减、西部走滑伸展)已取得共识^[1-3]。但对南海北部西区大陆边缘构造特征的认识,由于其陆架较窄,至今在该区投入的研究工作较少。近几年我国在该海域仅获得

了一些重磁及地震资料和钻井资料,迄今尚未获得更多的诸如岩石地球化学、同位素地球化学等资料。须强调的是,南海北部西缘构造地质意义重大,其所在的印支地块不仅与欧亚板块碰撞紧密联系,且亦与南海及其海盆的形成演化息息相关,尤其是哀牢山—红河断裂带,属东南亚一条显著的非常重要的地质地貌分界线。该带北起青藏高原,穿越云南及越北,向东南延伸进入南海北部西缘莺歌海盆地,其中莺歌海盆地一号断裂及莺东断裂带,即是红河断裂系统向东南进入南海的延伸部分,故其区域构造动力学意义非常重要。该断裂带在陆区构造形迹十分显著,前人在陆区从岩石地球化学、变质作用、变形构造、地质测年等方面均对该断裂系统做过不少研究,并认为这是一条在新生代早中期发生过左行走滑,晚期发生右行走滑伸展活动的大型剪切断裂带。因此,南海北部西缘断裂带是认识两大板块相互作用和南海扩张的主要桥梁和纽带。由于红河断裂带在南海的延伸涉及到全球重大的地学问题——即青藏高原的隆升与南海扩张演化及形成,且一直存在较大的分歧,为此,以往的研究均主要采用物理模拟和数值模拟等方法,重点对与红河大断裂有关的南海北部西区陆缘断裂体系作了较深入的研

究^[9-11],但对于该断裂带入海后在南海莺歌海盆地延伸展布特征及演化规律以及与盆地的成生关系等,均研究甚少且不深入。对于南海北部陆坡深水盆地(包括南海北部琼东南盆地南部、珠江口盆地珠二坳陷及东沙陆坡和台西南盆地南部)深部结构、断裂体系及其发育演化特征等研究亦更少,或尚未涉及。

对于南海沉积盆地地热及热流场研究,近年来根据南海数百个点热流数据,编制了南海热流趋势分布图,分析了南海不同地区海盆的热流场分布特征,计算了海盆冷却年龄与沉降及热流的关系,在此基础上,重点研究了南海北部莺—琼盆地及珠江口盆地地温场特征、西沙海槽地区的地幔岩石圈热结构特征^[12,13]。研究结果表明,造成南海不同区域地热特征的差异可能主要受其所在构造环境的制约。但对于南海陆坡深水盆地,由于所获地热资料及热流数据有限,其地热场及热流特征研究甚少,或尚未进行或仅作过一些预测性方面的研究。

2.2 油气勘探历程及现状

20世纪60年代初,原石油工业部组织石油地质与油气勘探专家,在海南岛西南沿岸浅海即莺歌海盆地陆缘浅水区,进行了浅海油气苗调查及浅井钻探,发现油气苗115处,在莺歌海咀油气苗异常发育的浅海区钻浅探井8口^[14],进而拉开了南海北部边缘盆地油气勘探的序幕;20世纪70年代初,中国科学院南海海洋研究所对南海北部边缘盆地进行了多个航次的综合地质、地球物理科学考察,获取了大量地质地球物理资料;20世纪80年代开始,原地质矿产部在南海北部先后进行了1200万和150万的综合地球物理调查且涉及到陆坡深水盆地^[15]。1987年以来,根据国家油气资源地质调查专项和科技攻关工作的需要,广州海洋地质调查局不但在南海北部而且先后在南海南部南沙海域开展了16个航次综合地球物理调查,其中有10个航次是以陆坡深水盆地油气勘查为目的而进行的,但由于受当时技术条件及其它等因素影响所获高质量地质地球物理资料非常有限。迄今为止,我国在南海北部陆坡深水盆地完成地震测线49110 km,测网密度极个别地区为1.5 km × 1.5 km,大部分区域为40 km × 80 km。陆架浅水区地震勘探程度较高,测网密度均达1.5 km × 1.5 km,且覆盖了绝大部分区域。南海北部边缘盆地的油气钻探工作,亦主要集中在200 m水深范围的陆架浅水区,而广大的北部陆坡深水盆地(>500 m)迄今仅有一口自营探井(CC12-1-1)和一

口合作探井(LW 3-1-1)涉及,因此,南海北部边缘盆地陆坡深水盆地油气勘探程度与研究程度甚低,其油气资源潜力、规模及勘探前景均急待进一步研究与查明。

南海北部边缘盆地陆坡深水盆地,系指16°30'~21°00' N, 109°00'~118°00' E之间的深水海域,2002年国土资源部将该深水盆地确定为我国十大油气资源战略选区之一。主要包括水深大于500 m的琼东南盆地南部坳陷带向东南方向延伸的深水海域、珠江口盆地神狐隆起及东沙隆起以南的深水海域,具体由琼东南盆地华光、乐东、陵水、松南、北礁、宝岛凹陷、珠江口盆地西部长昌、长昌东凹陷、珠江口盆地东部顺德、开平、白云凹陷等11个凹陷45个洼陷所构成。20世纪80年代初我国油气勘探部门开始涉足南海北部陆坡深水盆地油气勘探与研究,如中海油曾对潮汕凹陷深水盆地进行地震普查;广州海洋地质调查局亦在南海北部陆坡实施了地球物理勘查,完成了9000 km的地震测线。但前期油气地质调查与研究,由于缺乏探井的地质地球物理资料,仅粗略地划分了层序地层,亦对该区新生代盆地地质构造特征进行了初步分析,但对中生界盆地的解释和认识尚存在诸多疑点和不确定性^[16]。此后,南海北部陆坡深水盆地的研究一直处于停滞不前状况。近年来,中海油、广州海洋地质调查局、中石化和中石油纷纷在南海北部陆坡深水盆地,开展了以油气勘探为目的之前期基础性和区域性的地球物理勘探与地质研究^[17-23]。中海油根据国土资源部2002年油气资源战略选区的评价研究任务,在琼东南盆地南部坳陷带深水盆地和珠江口盆地珠二坳陷、潮汕坳陷深水盆地率先开展了区域地质研究和油气资源调查评价工作,并在珠二坳陷白云凹陷北斜坡及琼东南盆地南部先后部署了25000 km地震测线,在其邻近深水盆地位置(白云北坡—番禺低隆起上),近年来钻探获得了天然气勘探的重大突破,发现了PY30-1、34-1及35-1和LH19-5等气田及含气构造。近期中海油与美国丹文公司签订了珠江口盆地白云凹陷近7000 km²深水区块的油气勘探合同,最近中海油又与英国天然气集团公司(BG)签订了琼东南盆地南部及珠江口盆地白云凹陷25800 km²的3个深水区块油气勘探与物探作业合同,且在与哈斯基公司合作勘探区块白云凹陷东南部LW 3-1断块构造上钻探了第一口深水探井(LW 3-1-1),获得了重大天然气发现。进而拉开了我国南海北部陆坡深水盆地油气勘探的序幕。同时,广州海洋地质调查局在《南沙

海域油气勘查专项》“十五”—2 科考、“十五”863 计划“深水油气地球物理勘探方法技术”课题和国土资源大调查“我国海洋新生代油气资源新领域调查与评价研究”等项目中,不仅在南海北部陆坡深水区,同时也在南海南部陆坡深水区(南沙)部分海域,进行了以多道地震为主的综合地球物理调查,开展了陆坡深水区中深层油气地震勘探与深部结构 OBS 勘探联合探测技术方法试验,并取得了重大突破,获得了可能为莫霍面的深部强反射,取得了单船长电缆大容量震源探测地壳深部结构的良好效果。

总之,南海北部边缘盆地油气勘探,多年来主要集中在陆架浅水盆地,迄今虽已发现多个大中型油气田和一批含油气构造,且建成了一定储量规模的油气产区,但浅水区油气勘探与研究程度已相对较高,油气资源潜力大的勘探目标大部分均已钻探,其剩余油气资源潜力及勘探前景已不容乐观,而广大的陆坡深水区油气勘探及研究程度极低,基本属油气勘探与研究的空白区和薄弱区,其应是该区油气资源战略接替及增储上产的重要新领域和油气可持续发展的必然选区。

2.3 油气勘探与研究存在的问题

前已论及南海北部边缘盆地油气勘探与研究现状,指出了该区陆架浅水盆地油气勘探及研究程度相对较高,而陆坡深水盆地油气勘探及研究程度低,以下拟重点分析与阐述陆坡深水盆地油气勘探与研究存在的问题。虽然南海北部陆坡深水盆地与全球被动大陆边缘深水盆地一样,具有相同或相似的区域构造地质背景和油气成藏规律,从烃源岩、含油气储盖组合、圈闭及油气运聚条件等综合考量,基本具备形成大中型油气田的地质条件,颇具油气勘探潜力。然而该区缺乏深部地质地球物理资料,尤其缺少大量探井的钻探成果及油气地质资料,故其油气勘探与地质研究难度相当大,且尚存以下诸多地质问题和难题,迫切需要组织多专业、全方位、跨学科的全面系统地综合科技攻关研究方可予以攻克和解决。

1) 缺乏对南海北部陆坡深水区的区域性、基础性及综合性的油气地质与盆地深部结构及盆地成生演化、沉积充填特征及层序地层特点的全面系统地综合研究。

(2) 对南海北部陆坡深水区油气成藏基本地质条件缺乏全面系统地综合研究,如生烃凹陷的确定及主要烃源岩生烃潜力、成熟演化特征、主要储盖组合及勘探目的层、可能的含油气系统、油气运聚规律

及成藏控制因素等等,均未进行深入研究或涉及甚少。

(3) 对南海北部陆坡深水区油气资源潜力评价及资源量计算,由于勘探研究程度非常低,缺少探井油气地质资料,其所获评价成果及基础数据精度及可靠性差,且没有分区带分层次精细计算油气资源量、评价预测其油气资源潜力,尤其没有在评价确定有效生烃凹陷的基础上,进行不同类型圈闭油气资源量的计算与评价预测。

(4) 南海北部陆坡深水区所获有限的深部地震资料反射品质差,反射时间不够,盆地基底难以确定,故不能正确反映盆地结构及构造发育特征,导致对盆地深部结构认识不清,尤其是盆地深部结构及发育演化的区域地质背景与油气资源分布富集的控制耦合关系不清楚。

(5) 由于南海北部陆坡深水盆地远离物源区,储层条件不确定,碎屑物质到底能向陆坡及深海盆地中搬运多远?虽然根据陆架浅水盆地有限的钻探成果推测,陆坡区不同扇体砂岩储层发育状况差异明显,但何种物源条件对其起主导控制作用?在远离物源的深海扇中,是否存在其它搬运机制及侵蚀~沉积过程,可否形成不同类型深水沉积砂体?等。

(6) 南海北部陆坡深水区油气资源潜力到底如何?资源规模及油气勘探前景怎样?是否具备形成大中型油气田的主要成藏地质条件?能否作为油气资源接替及可持续发展的最佳战略选区?

总之,由于受技术经济条件的限制与海上高技术、高风险及高成本的影响和制约,南海北部陆坡深水区,迄今尚未开展实质性的油气勘探工作,广大深水海域均未进行地震作业与钻井,基本属地球物理勘探及油气钻探的空白区,缺少大量区域构造地质、盆地深部结构的地球物理资料及油气地质和油气钻探成果等资料,这些均给该区盆地深部结构、构造演化特征和油气地质综合研究以及油气资源潜力预测评价等增加了相当大的难度。

3 南海北部陆坡深水油气成藏条件及勘探前景

3.1 陆坡深水盆地油气地质背景

南海北部陆坡深水盆地属以第三系沉积为主的准被动大陆边缘盆地类型,其分布范围主要包括琼东南盆地南部和珠江口盆地神狐隆起及东沙隆起以南和台西南盆地南部深水海域(台西南盆地资料少,暂不涉及)。该区经历了早期陆相断陷、晚期海

相拗陷及快速热沉降充填沉积的成生演化过程。第三系和第四系最大沉积厚度达 14 km。裂谷断陷期形成了一系列以北东向展布为主的半地堑、地堑断陷,自西向东由琼东南盆地华光、乐东、陵水、松南、北礁、宝岛凹陷、珠江口盆地西部长昌、长昌东凹陷、珠江口盆地东部顺德、开平、白云凹陷等 11 个凹陷 45 个洼陷所构成。盆地形成早期,古近系陆相断陷沉积较发育,沉积厚度达 4 ~ 8 km;盆地形成中晚期,即裂后拗陷期盆地快速热沉降,沉积充填了巨厚大规模的新近系海相拗陷式沉积,并伴有区域大规模海侵,最大沉积厚度达 6 km 左右。

总之,南海北部陆坡深水区自东而西由珠江口—琼东南盆地逐渐进入裂谷断陷和拗陷热沉降阶段,并且与之相应的沉积了断陷期陆相及海陆过渡相沉积层序和拗陷期海相沉积层序,其与典型被动大陆边缘盆地具有一定相似性。即由地幔流活动、陆壳衰减引发的两次海底扩张作用控制下所形成,具有明显的断陷裂谷和拗陷热沉降充填沉积的盆地双层结构特征(亦可进一步细分为 3 层结构),发育了相应的陆相断陷沉积层序、海陆过渡相沉积层序和大规模海相拗陷式沉降充填沉积层序等。其地层沉积及层序地层学特征,依据该区北部陆架浅水盆地钻探及研究成果,推测主要发育有古近系始新统、渐新统、新近系下中新统、中中新统、上中新统和上新统及第四系地层。始新统和下渐新统为陆相断陷裂谷沉积,其中始新统(文昌组)以淡水中深湖相沉积为主;下渐新统(恩平组、崖城组)为浅湖相—河流沼泽相、滨海沼泽相或海陆过渡相沉积;上渐新统(珠海组、陵水组)为滨海—半封闭浅海相沉积;中新统至第四系,则以半深海及浅海沉积为主,陆坡发育并逐渐向深海方向推进,形成大规模的浅海—半深海,直到现今深海环境,沉积了巨厚海相沉积。

3.2 深水油气成藏条件及勘探前景分析

由于南海北部陆坡深水区油气勘探及研究程度甚低,所获地质地球物理资料和油气地质资料均非常有限,故对于该区油气资源潜力与勘探前景分析,均只能借鉴勘探及研究程度较高的该区陆架浅水盆地的油气勘探及地质研究成果,因此,该区全面系统地深入分析研究,尚有待将来陆坡深水区油气勘探工作的尽快实施和全面展开,以及大量油气地质资料的获取和积累。

总结和借鉴南海北部边缘陆架浅水盆地油气地质研究及勘探成果与认识^[24-39],可以推测和预测陆坡深水区油气运聚成藏地质条件及富集规律,初步

分析其油气资源潜力与勘探前景。鉴此,基于南海北部陆架浅水盆地油气运聚成藏地质规律及特点,以下拟重点对陆坡深水盆地油气地质特征与资源潜力及勘探前景进行初步剖析与探讨。

3.2.1 陆坡深水盆地与世界深水油气盆地类型一致

南海北部陆坡深水区处于准被动大陆边缘盆地位置,其盆地区域构造发展演化史与被动大陆边缘盆地基本一致,具有相同或相似的油气成藏地质条件及油气富集规律^[39]。南海北部边缘盆地是南海小洋盆两次扩张作用的产物。珠江口、琼东南等南海周边诸盆地,均处于欧亚板块、太平洋板块及印—澳板块相互作用的复杂构造活动区,古生代晚期—中生代早期,印支—巽他古陆区和南海北部边缘与古特提斯海相通;中侏罗—中白垩世早期,东南亚地区属安第斯型弧边缘,白垩纪末板块汇聚边缘向东漂移,南海小洋盆扩张开始第一次扩张,北巴拉望—礼乐滩—琼礁陆块与亚洲大陆分离,并形成了复杂的构造格局及诸多沉积盆地雏形;晚渐新—早中新世(32 ~ 17 Ma),南海东部沿东西方向扩张中心拉开,即南海小洋盆第二扩张期,亦是南海北部大陆架裂陷的结束时期。该期间自东而西由珠江口—琼东南盆地逐渐进入裂谷沉降阶段,并且与之相应的沉积了断陷期(包括陆相及海陆过渡相)沉积层序和裂后拗陷期海相沉积层序。从上述盆地演化机制及沉积充填史分析,其与典型被动大陆边缘盆地具有一定相似性。即由地幔流活动、陆壳衰减引发的两次海底扩张作用控制下形成,且具明显断陷裂谷和拗陷热沉降充填沉积的盆地双层结构特征,发育了相应的陆相断陷沉积层序、海陆过渡相沉积层序和海相拗陷沉积层序等。但亦存在明显的差别,其一,从盆地范围而言,由于南海周边诸盆地的形成与南海小洋盆发育演化存在密切关系,故其分布范围远比大西洋被动大陆边缘盆地小;其二,从盆地形成演化时间比较,典型被动大陆边缘盆地多形成于三叠纪以后,劳亚大陆和冈瓦纳大陆破裂时,而南海周边盆地则多始于白垩纪末,形成时间较晚。因此,鉴于以上差异的存在,故可将其划归为准被动大陆边缘盆地类型。

3.2.2 陆坡深水盆地主要烃源岩与储集层类型

根据南海北部陆架浅水区钻探结果及油气地质综合分析研究^[25-29],推测陆坡深水盆地可能主要发育 3 套烃源岩即:断陷裂谷期始新统—下渐新统湖相泥岩及河沼相含煤岩系,包括始新统文昌组、下渐新统恩平组,在珠二拗陷及琼东南盆地南部拗陷

带分布面积分别为 $16\ 000\ \text{km}^2$ 和 $18\ 000\ \text{km}^2$, 其中始新统文昌组为中深湖相泥岩, 在 seismic 剖面上具有“低频、平行连续、强反射”特征, 在白云凹陷中面积达 $5\ 600\ \text{km}^2$, 最大沉积厚度达 $6\ \text{km}$ 。下渐新统恩平组为河沼相煤系, 其在 seismic 剖面上反映为“中低频、连续平行中强反射”特征, 在白云凹陷中分布面积为 $7\ 600\ \text{km}^2$, 最大沉积厚度达 $3\ 5\ \text{km}$ 。上述两套烃源岩在陆架浅水区钻探中均已证实是珠江口盆地及琼东南盆地富有机质生烃能力极强的主要烃源岩;

断~坳过渡期上渐新统半封闭浅海相泥岩及滨海沼泽相含煤岩系。琼东南盆地南部坳陷带上渐新统崖城组、陵水组二段发育大面积半封闭浅海相沉积为主的烃源岩及滨海沼泽相含煤岩系。崖城组沉积时, 南部坳陷带浅海相沉积面积达 $16\ 000\ \text{km}^2$ 以上, 最厚达 $4.6\ \text{km}$, 据盆地北部坳陷带钻探结果表明, 崖城组浅海相泥岩 TOC 平均为 0.74% , 而滨海沼泽相煤系泥岩 TOC 平均达 $1.4\% \sim 12.9\%$; 陵水组浅海相泥岩 TOC 平均 0.56% , 高丰度段 TOC 达 1.06% 。崖城组、陵水组煤系及浅海相泥岩的生源母质类型均以 I 型干酪根为主, 已证实为该区煤型气的主要烃源岩。珠江口西部上渐新统珠海组为三角洲浅海相泥岩, 最大厚达 $1.8\ \text{km}$, 其 TOC $>0.8\%$, 干酪根亦以 I 型为主, 钻探证实为较好烃源岩。

坳陷期新近系中新统—上新统底部浅海—半深海相泥岩。整个新近纪南海北部普遍发育浅海~半深海泥岩, 且分布规模大。琼东南盆地有效分布面积大于 $25\ 000\ \text{km}^2$, 最大厚度达 $3.5\ \text{km}$ 。白云凹陷埋深在 $3\ \text{km}$ 以下的新近系外浅海—半深海相泥岩, 厚度达 $2.3\ \text{km}$, 分布也十分广泛, 应属该区较低成熟度的潜在烃源岩。

深水油气储层类型及特征, 根据南海北部陆架浅水区已钻到的油气储集层推测, 判识与确定陆坡深水区可能发育 3 种类型的储集层即: 始新统—下渐新统河流、扇三角洲相砂岩储层, 横向上可能与湖相烃源岩为相变关系, 垂向上与河流沼泽、湖侵泥岩成互层状, 进而可构成有利的储盖组合。但由于埋藏深, 物性较差, 加之分布范围有限, 因此, 其不能作为深水区主要储层, 但在白云凹陷西部及北部斜坡和东部低凸起区可能较发育; 上渐新统—下中新统扇三角洲—滨浅海相砂岩和碳酸盐岩台地储层, 其在琼东南盆地和珠江口盆地陆架浅水区分布较普遍, 因此, 推测渐新统陵水组—下中新统三亚组和渐新统珠海组—下中新统珠江组下部砂岩储层及灰岩储层, 可能亦是陆坡深水区的主要储集层; 中

新统半深海相浊流沉积及深水扇沉积体系砂岩储层。南海北部陆坡深水区与全球被动大陆边缘盆地一样, 从外陆架到陆坡深水区可能发育各种类型的低位砂体, 主要包括斜坡扇、盆底扇、海底峡谷浊积水道和进积楔砂体等, 从而构成了深水区最主要的油气储层类型及重要的勘探目的层。

总之, 自渐新世晚期开始, 随着全球海平面升降, 南海北部边缘盆地发育了大规模的滨海相—半深海相沉积。根据层序地层分析, 该区在新近纪以来曾发生过多期区域性海平面下降, 主要海退期发生在晚渐新世末期 ($26.5\ \text{Ma}$)、早中新世 ($21\ \text{Ma}$; $16.5\ \text{Ma}$) 及中中新世末期 ($10.5\ \text{Ma}$), 形成了不同类型的储集层。典型的实例为琼东南盆地, 由于充足的物源供应导致建设型三角洲非常发育, 形成了典型的陆架—陆坡深水沉积体系, 由于海平面多次大幅下降, 在陆坡之下常发育有众多的低位砂岩储集体, 如盆地扇、斜坡扇、水下河道砂体等。根据已有地震资料分析落实, 仅琼东南盆地深水区就发育有 22 个低位砂体, 且展布规模大, 低位砂体面积可达 $100 \sim 550\ \text{km}^2$, 厚度为 $100 \sim 300\ \text{m}$, 埋深 $2 \sim 4\ \text{km}$, 处在较有利的勘探深度范围。

3.2.3 陆坡深水盆地局部构造及圈闭特征

南海北部陆坡深水区油气圈闭类型多且保存条件良好。根据盆地构造地质特征及深部地震资料解释和层序地层学研究, 该区主要以大规模构造圈闭和岩性圈闭为主, 断背斜、断鼻、岩性及构造—地层及岩性复合圈闭等均较发育, 且规模大埋藏较深, 上覆海相泥岩封闭盖层厚, 具有比陆架浅水盆地更好的油气圈闭保存条件。根据现有地震资料解释分析成果, 陆坡深水区主要发育有众多构造圈闭和岩性圈闭(各种类型低位砂体), 且主要分布在水深 $1 \sim 2\ \text{km}$ 范围。琼东南盆地南部深水区构造圈闭类型, 主要为古近系和下中新统的断背斜及断块, 圈闭面积 $100 \sim 130\ \text{km}^2$, 闭合幅度 $150 \sim 310\ \text{m}$, 构造圈闭高点埋深为 $2\ 000 \sim 4\ 200\ \text{m}$ 。如琼东南盆地东南部深水区陵 25-2、26-1、26-2、32-1、33-1 等和西南部深水区华光凹陷中央背斜带上的华光 1、2、3、4 构造等。珠江口盆地南部深水区则以构造及构造—岩性复合圈闭为主, 如白云凹陷北坡—番禺低隆起上一系列断背斜、断块及构造—地层岩性复合圈闭和白云凹陷南部荔湾构造—岩性圈闭带等。这些圈闭大多未遭后期的破坏和改造, 上覆海相泥岩封盖层厚埋藏较深, 故油气运聚及圈闭保存条件较好, 有利于油气富集成藏。

3.2.4 有利勘探目标资源潜力分析

前已论及,南海北部陆坡深水盆地构造圈闭和岩性圈闭发育且类型多,油气运聚及圈闭保存条件好,具有油气资源潜力与勘探前景,但由于勘探及研究程度低、钻探资料有限,以下仅重点分析解剖几个典型勘探目标,并初步预测其油气资源潜力及勘探前景。

(1) 琼东南盆地南部陵水 32-1 构造目标。陵水 32-1 构造圈闭目标,位于琼东南盆地中南部深水区,水深 1 300 ~1 400 m。该区地震资料分别为 1979 年、1990 年及 1994 年所采集,测网密度较稀,为 4 km ×4 km。该构造圈闭属陵水凹陷以南的南部断拗带控制发育的断背斜构造,圈闭层位多,始新统和下渐新统及基底等 3 个不同层位的构造圈闭面积为 19 ~129.5 km²,构造圈闭幅度达 95 ~720 m,高点埋深 3 610 ~4 150 m。根据蒙特卡洛法初步预测,陵水 32-1 构造圈闭潜在天然气资源量亦达千亿立方米以上,倘若钻探成功则其地质储量将远超出大气田的储量规模。

(2) 琼东南盆地西南部华光凹陷中央背斜带目标。华光凹陷中央背斜带位于琼东南盆地南部拗陷西南部深水区,中央背斜带处在北、西、南 3 面均为生烃洼陷所围限的有利油气运聚的低势区位置,烃源及运聚成藏条件非常好,且中央背斜带上的华光 1、2、3、4 等 4 个断鼻及断背斜构造圈闭规模大,渐新统构造圈闭面积为 75 ~310 km²,圈闭幅度达 200 ~600 m。根据蒙特卡洛法初步预测,该背斜圈闭带潜在油气资源量达数 10 亿吨油当量,具有巨大资源潜力及勘探前景,一旦获得突破,必将发现一个颇具规模的油气富集带。

(3) 珠江口盆地东部荔湾 3-1 构造目标。荔湾 3-1 断块构造圈闭目标,位于珠江口盆地东部白云凹陷东南部深水区,水深 1 480 m。该区地震资料主要为近年所采集,地震资料品质较好,圈闭落实可靠。该构造圈闭类型,属断层控制而形成的中新统断块构造,发育有多层圈闭,其中南块圈闭面积 60 km²左右,圈闭幅度较大。地质地球物理资料分析表明,该断块构造圈闭中新统储盖组合良好,储集层为珠海组浅海三角洲砂岩和珠江组深水扇类型,其烃源主要来自白云凹陷南部深水区始新统及渐新统湖相泥岩。该断块圈闭油气资源潜力较大,根据蒙特卡洛法预测,其潜在天然气资源量亦达数千亿立方米以上。该勘探目标近期钻探已获重大天然气发现,钻遇 56 m 气层,由于未进行测试其产能及储量

规模尚不能确定。但可以肯定的是该构造圈闭具有颇大的资源潜力及勘探前景。

综上所述,南海北部边缘盆地属准被动大陆边缘,与世界上典型被动大陆边缘盆地相比,在盆地成生演化、区域构造发育展布、沉积充填及生储盖组合特征与油气运聚成藏特点等诸多石油地质条件方面,均具有一定的相似性和可比性,具备了油气成藏及形成大中型油气田的基本地质条件。然而,由于陆坡深水区勘探及研究程度低,缺少油气地质及钻探成果资料,故目前尚不能对其油气资源潜力及资源量和储量规模,进行更为深入的评价和更准确的预测。但可以肯定的是,陆坡深水区具有巨大的油气资源潜力及勘探前景,随着陆架浅水区油气勘探进程加快和陆坡深水区油气勘探的尽快实施,其必将成为南海北部油气资源接替及增储上产的最佳选区和新亮点。

4 结论与认识

通过对南海北部边缘盆地油气勘探现状及研究程度与深水油气资源潜力及勘探前景的初步剖析探讨,可以得到以下结论与认识:

(1) 南海北部边缘盆地油气资源丰富,迄今已在陆架浅水区勘探发现了一批大中型油气田和含油气构造,建成了一定储量规模和油气产能,故浅水区已成为中海油主要油气产区;而广大的陆坡深水区油气勘探及研究程度低,迄今为止尚未进行实质性的勘探,但根据陆架浅水区油气勘探成果及油气地质条件分析,推测陆坡深水区油气资源潜力大,勘探前景好。因此,可以预测深水油气勘探必将成为该区油气勘探的热点和油气增储上产的新亮点,亦是该区油气资源接替及可持续发展的必然选择。

(2) 南海北部边缘盆地陆架浅水区油气勘探与研究程度较高,油气藏形成富集的主要地质规律及主控因素,已基本认识和掌握;而陆坡深水区属急待勘探与研究的新区,缺乏油气地质资料,亦无钻探成果,基本为油气勘探与研究的空白区和薄弱区,但通过借鉴陆架浅水区多年来的油气地质研究与勘探成果,并与世界典型深水油气富集区的类比分析,亦可对该区油气成藏地质条件及资源潜力与勘探前景,进行初步分析评价与预测。

(3) 南海北部陆坡深水盆地,处于准被动大陆边缘盆地的区域构造位置,从烃源岩、含油气储盖组合、圈闭及油气运聚条件等综合考量,均具备形成大中型油气田基本地质条件,其应是该区油气资源接

替的重要战略选区。但受目前地质资料所限,尚不能完全解决和肯定回答其油气资源潜力及规模与勘探前景究竟如何?以及能否作为油气资源接替补充的最佳战略选区等勘探的关键问题,更不能圈定和落实有利油气富集区带,以满足石油公司实施油气勘探部署及具体的钻探工作。

参考文献(References):

- [1] Liu Hailing, Yang Tian, Wu Shimin, et al. Tectonic characteristics and evolution of Cenozoic sedimentary basements in northwestern South China Sea[C]. Li Jiāo, Gao Shu, ed, Series of Study on Formation and Evolution of Chinese Marginal Seas, Vol. 2. Beijing: Oceanic Press, 2003: 80-91. [刘海龄, 杨恬, 吴世敏, 等. 南海西北部新生代沉积基底构造属性与演化[C]. 李家彪等编“中国边缘海形成演化系列研究”丛书第二卷. 北京: 海洋出版社, 2003: 80-91.]
- [2] Liu Hailing, Guo Lingzhi, Sun Yan, et al. Study on fault system in Nansha block (South China Sea) and the block's lithospheric dynamics[M]. Beijing: Science Press, 2002: 1-123. [刘海龄, 郭令智, 孙岩, 等. 南沙地块断裂构造系统与岩石圈动力学研究[M]. 北京: 科学出版社, 2002: 1-123.]
- [3] Liu Hailing, Yan Pin, Liu Yingchun, et al. On existence of Qiongnan Suture in northern margin of South China Sea[J]. Chinese Science Bulletin, 2006, 51 (Supplement II): 92-101. [刘海龄, 阎贫, 刘迎春, 等. 论南海北部琼南缝合带的存在和意义[J]. 科学通报, 2006, 51 (增刊 II): 92-101.]
- [4] Liu Hailing, Yang Tian, Zhu Shufen, et al. Tectonic evolution of Cenozoic sedimentary basements in northwestern south China sea [J]. Acta Oceanologica Sinica, 2004, 26(3): 54-67. [刘海龄, 等. 南海西北部新生代沉积基底构造演化[J]. 海洋学报, 2004, 26(3): 54-67.]
- [5] Yan Pin, Liu Hailing. Analysis of the results to the deep crust sounding in the northern margin of the south China sea[J]. Bulletin of Tropic Ocean Research, 2002, 21(2): 1-12. [阎贫, 刘海龄. 南海北部陆缘地壳结构探测结果分析[J]. 热带海洋学报, 2002, 21(2): 1-12.]
- [6] Yan Pin, Liu Hailing. Temporal and spatial distributions of Mesozoic igneous rocks over south China sea[J]. Journal of Tropical Oceanography, 2005, 24(2): 33-41. [阎贫, 刘海龄. 南海及其周缘中生代火山活动时空特征与南海形成演化模式[J]. 热带海洋学报, 2005, 24(2): 33-41.]
- [7] Yao Yongjian, Xia Bin, Xu Xing, et al. Characteristics of geological structure of the major sedimentary basins in southern south China sea[J]. Geological Research of South China Sea, 2006, 待刊. [姚永坚, 夏斌, 徐行, 等. 南海南部海域主要沉积盆地构造演化特征[J]. 南海地质研究, 2006, 待刊.]
- [8] Yao Yongjian. Characteristics of major Cenozoic tectonic movements in Nansha waters[J]. Chinese Offshore Oil and Gas (Geology), 2002, 16(2): 113-117. [姚永坚, 等. 南沙海域新生代主要构造运动的特征[J]. 中国海上油气(地质), 2002, 16(2): 113-117.]
- [9] Xia Bin, Cui Xuejun, Xie Jianhua, et al. The dynamics mechanism study on formation and evolution of south China Sea[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2004, 28(3): 221-227. [夏斌, 崔学军, 谢建华, 等. 关于南海构造演化动力学机制研究的一点思考[J]. 大地构造与成矿学, 2004, 28(3): 221-227.]
- [10] Xia Bin, Cui Xuejun, Zhang Yanhua, et al. Dynamic factors for the opening of south China sea and a numerical modeling discussion[J]. Geotectonica et Metallogenia, 2005, 29(3): 328-333. [夏斌, 崔学军, 张宴华, 等. 南海扩张的动力学因素及其数值模拟讨论[J]. 大地构造与成矿学, 2005, 29(3): 328-333.]
- [11] Qiu Xuelin, Shi Xiaobin, Yan Pin, et al. Progress in deep seismic explore and research of northern south China sea crust[J]. Progress in Natural Science, 2003, 13(3): 231-236. [丘学林, 施小斌, 阎贫, 等. 南海北部地壳结构的深地震探测和研究进展[J]. 自然科学进展, 2003, 13(3): 231-236.]
- [12] Xu Xing, Lu Jingan, Luo Xianhu, et al. The marine heat flow survey and the result discussion in the northern part of South China Sea[J]. Progress in Geophysics, 2005, 20(2): 45-48. [徐行, 陆敬安, 罗贤虎. 南海北部海底热流测量及分析[J]. 地球物理学进展, 2005, 20(2): 45-48.]
- [13] Shi Xiaobin, Zhou Di, Zhang Yixiang, et al. Heat-rheological structure of northern south China sea lithosphere[J]. Chinese Science Bulletin, 2000, 45(15): 1660-1665. [施小斌, 周蒂, 张毅祥, 等. 南海北部陆缘岩石圈的热流变结构[J]. 科学通报, 2000, 45(15): 1660-1665.]
- [14] He Jiaxiong, Li Mingxing, Huang Baojia, et al. The analysis of the oil and gas exploration and the distribution of outflow of oil and gas in the northern slope of the Yinggehai basin[J]. Nature Gas Geoscience, 2000, 11(2): 1-9. [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勘探前景剖析[J]. 天然气地球科学, 2000, 11(2): 1-9.]
- [15] Chen Jianwen. Frontiers of oil-gas exploration in deep-water basins[J]. Marine Geology Letter, 2003, 19(8): 38-41. [陈建文. 深水盆地油气勘探新领域[J]. 海洋地质动态, 2003, 19(8): 38-41.]
- [16] Su Nairong, Zeng Lin, Li Pinglu. Geological characteristics of Mesozoic depression in eastern Pearl River mouth basin[J]. Chinese Offshore Oil and Gas (Geology), 1995, 9(4): 228-236. [苏乃容, 曾麟, 李平鲁. 珠江口盆地东部中生代凹陷地质特征[J]. 中国海上油气(地质), 1995, 9(4): 228-236.]
- [17] Liu Tieshu, He Shibin. Deepwater hydrocarbon potential along the north continental margin, the south China sea[J]. China Offshore Oil and Gas (Geology), 2001, 15(3): 164-170. [刘铁树, 何仕斌. 南海北部陆缘盆地深水油气勘探前景[J]. 中国海上油气(地质), 2001, 15(3): 164-170.]
- [18] Pan Jiping, Jin Zhijun. Potentials of petroleum resources and exploration strategy in China[J]. Acta Petrolei Sinica, 2004, 25(2): 1-6. [潘继平, 金之均. 中国油气资源潜力及勘探战略[J]. 石油学报, 2004, 25(2): 1-6.]
- [19] Peng Dajun, Pang Xiong, Chen Changmin, et al. From shallow-

- water shelf to Deep-water slope—the study on deep-water fan systems in south China sea[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2005, 23(1): 1-11.[彭大钧, 庞雄, 陈长民, 等. 从浅水陆架走向深水陆坡——南海深水扇系统的研究[J]. *沉积学报*, 2005, 23(1): 1-11.]
- [20] Qiu Yan, Wang Yingmin, Wen Ning, et al. Fine play zone of baiyun depression slope in the Pearl River (Zhujiang River) mouth basin[J]. *Marine Geology & Quaternary Geology*, 2005, 25(1): 93-98.[邱燕, 王英民, 温宁, 等. 珠江口盆地白云凹陷陆坡区有利成藏组合带[J]. *海洋地质与第四纪地质*, 2005, 25(1): 93-98.]
- [21] Yao Bochu, Wan Ling, Liu Zhenhu, et al. Tectonic dynamics of cenozoic sedimentary basins and hydrocarbon resources in the south China sea[J]. *Earth Science—Journal of China University of Geosciences*, 2004, 9(5): 543-549.[姚伯初, 万玲, 刘振湖, 等. 南海海域新生代沉积盆地构造演化的动力学特征及其油气资源[J]. *地球科学*, 2004, 9(5): 543-549.]
- [22] Pang Xiong, Chen Changmin, Zhu Ming, et al. A discussion about hydrocarbon accumulation conditions in Baiyun deep-water area, the northern continental slope, south China sea[J]. *Chinese Offshore Oil and Gas (Geology)*, 2006, 18(3): 145-149.[庞雄, 陈长民, 朱明, 等. 南海北部陆坡白云深水区油气成藏条件探讨[J]. *中国海上油气*, 2006, 18(3): 145-149.]
- [23] Liu Zhaoshu. Geological structure and oil-gas resources of South China Sea[J]. *Quaternary Research*, 2000, 20(1): 69-77.[刘昭蜀. 南海地质构造与油气资源[J]. *第四纪研究*, 2000, 20(1): 69-77.]
- [24] He Jiexiong, Chen Honglian, Chen Gang, et al. Gas reservoir and exploration targets of mud diapir belt, Yinggehai basin[J]. *China Offshore Oil and Gas (Geology)*, 1995, 9(3): 157-163.[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.]
- [25] He Jiexiong, Liang Keming, Huang Baojia, et al. Characters of marine hydrocarbon rock and evidences of oil & gas migration in Yinggehai basin[J]. *Nanhai Petroleum*, 1990, 7(3): 8-22.[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.]
- [26] He Jiexiong, Huang Huoyao, Chen Longcao, et al. The formation and evolution mud diapir and its relationship with hydrocarbon accumulation mechanism in Yinggehai basin[J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 1994, 12(3): 120-129.[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.]
- [27] He Jiexiong, Liqiang, Chen Weihuang, et al. Oil/gas mechanism type and gas exploratory direction in east-south Hainan basin[J]. *Offshore Oil*, 2002, 22(1): 47-56.[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.]
- [28] He Jiexiong, Chen Weihuang, Li Mingxing, et al. Genetic types of natural gas and source rocks in Ying-qiong Basin[J]. *China Offshore Oil and Gas (Geology)*, 2000, 14(6): 398-405.[何家雄, 陈伟煌, 李明兴, 等. 莺—琼盆地天然气成因类型及气源剖析[J]. *中国海上油气*, 2000, 14(6): 398-405.]
- [29] He Jiexiong, Xia Bin, Sun Dongshan, et al. Hydrocarbon accumulation, migration and play targets in Qiongdongnan basin, south China sea[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2006, 33(1): 53-58.[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.]
- [30] He Jiexiong, Xia Bin, Liu Baoming, et al. Analysis of conditions of formation of middle-and deep-level gas accumulations in the Yinggehai basin and their comparison with those of shallow-level gas accumulations[J]. *Geological Bulletin of China*, 2005, 24(1): 9-15.[何家雄, 夏斌, 刘宝明, 等. 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.]
- [31] He Jiexiong, Xia Bin, Liu Baoming, et al. Gas migration and accumulation and the exploration of the middle-deep layers in Yinggehai Basin, Offshore South China Sea[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 2005, 32(1): 37-42.[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.]
- [32] He Jiexiong, Xia Bin, Zhang Shulin, et al. Subtle reservoir types and main hydrocarbon accumulation factors in Yingdong slope Yinggehai basin[J]. *Marine Geology and Quaternary Geology*, 2005, 25(2): 101-107.[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.]
- [33] He Jiexiong, Zan Lishen, Liang Keming, et al. Evolution of the mudrock compaction and hydrocarbon migration in Ying-Qiong Basin[J]. *Petroleum Exploration and Development*, 1991, 18(suppl.): 34-41.[何家雄, 竺立声, 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.]
- [34] He Jiexiong, Xia Bin, Zhang Qiming, et al. Resources base and exploration potential of biogenic and sub-biogenic gas in marginal basin of the northern south China sea[J]. *Nature Gas Geoscience*, 2005, 16(2): 167-174.[何家雄, 夏斌, 张启明, 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.]
- [35] He Jiexiong. The evolving of gas hydrate and the exploration foreground in the north of south China sea[J]. *Offshore Oil*, 2003, 23(1): 57-64.[何家雄. 天然气水合物研究进展与南海北部勘探前景初探[J]. *海洋石油*, 2003, 23(1): 57-64.]
- [36] He Jiexiong, Xia Bin, Wang Zhixin, et al. Hydrocarbon accumulation and exploratory orientation in the western marginal basin of the northern South China Sea[J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2006, 27(4): 12-18.[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.]
- [37] Qiu Yan, Wen Ning. Mesozoic in the eastern sea area of the northern margin of the South China Sea and its significance for oil/gas exploration[J]. *Geological Bulletin of China*, 2004, 23(2): 142-146.[邱燕, 温宁. 南海北部边缘东部海域中生界及油气勘探

- 意义[J].地质通报,2004,23(2):142-146.]
- [38] Hao Hujun, Lin Heming, Yang Mengxiong, et al. Mesozoic or-
athem in chaoshan depression, NE margin of south China sea—
New field of oil and Gas exploration[J]. Chinese offshore Oil and
Gas (Geology), 2001, 15(3):157-163 [郝沪军,林鹤鸣,杨梦
雄,等.潮汕坳陷中生界——油气勘探新领域[J].中国海上
油气(地质),2001,15(3):157-163.]
- [39] Yang Chuanheng, Du Xu, Pan Heshun, et al. Advances in world-
wide deep water hydrocarbon exploration and oil and gas explora-
tion Potential in the northern continental slope in south China sea
[J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(3):247-256. [杨川恒,杜
栩,潘和顺,等.国外深水领域油气勘探新进展及我国南海北
部陆坡深水区油气勘探潜力[J].地学前缘,2000,7(3):247-
256.]

The Satus of the Petroleum Exploration in the Northern South China Sea and the Resource Potential in the

HE Jia-xiong¹,
(510640)

Abstract : Quite a lot of oil fields have been explored in the sedimentary basins over the shallow sea in the northern South China Sea ; moreover , considerable production capability has been setup since the earliest oil seepage survey and shallow sea drilling in 1960 s in last century. However , to explore new oilfields and sustain a stable development is a major challenge the petroleum developer confronted in this region . Preliminary analysis shows , the deep-water slope of the northern South China Sea , prospects very bright , as many other deep water sedimentary basins over the world . Recent gas discovery by the exploration drilling hole LW -3-1-1 further supports that the deep slope be an ideal petroleum complementaty area , and a tactic target area .

Key words : Marginal sedimentary basins of the northern South China Sea , Oil and gas prospection in the deep water slope , Geological conditions for oil and gas accumulations , Petroleum resource potentials .