

我国南海天然气开发前景展望

张 凤 久

中国海洋石油有限公司

张凤久.我国南海天然气开发前景展望.天然气工业,2009,29(1):17220.

摘 要 截止到 2007 年底,我国南海探明天然气地质储量已达到 $3\ 235 \times 10^8 \text{ m}^3$,天然气年产量为 $60 \times 10^8 \text{ m}^3$,占我国海上天然气总产量的 88%。在该区的勘探开发实践证明:我国南海具有丰富的天然气资源;南海是我国海上最重要天然气生产基地;深水天然气勘探所获得的重大突破,使得南海天然气勘探开发具备了进一步发展的广阔前景。但是,南海天然气开发也面临着许多挑战:自然环境条件恶劣,勘探开发投资大、成本高,深水勘探开发经验不足,存在海域争端等。对此,应采取以下措施:继续坚持自营与合作并举,加快南海天然气勘探开发步伐;以开发荔湾 321 气田为突破口,全面掌握深水勘探开发技术;建立自己的深水研发和装备队伍;努力推动南海争议区的共同开发工作进程。结论认为:南中国海蕴藏着丰富的油气资源,有望建成大型天然气生产基地,如果战略目标明确,规划落实、勘探开发资金到位,2020 年前后南海有望形成 $400 \times 10^8 \sim 500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 的天然气年生产能力。

关键词 中国 南海 天然气 开发 储量 产量 展望

DOI:10.3787/j.issn.100020976.2009.01.004

南中国海海域面积共有 $287 \times 10^4 \text{ km}^2$,中国疆界内海域面积约 $201 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。截至 2007 年底南海探明天然气地质储量 $3\ 235 \times 10^8 \text{ m}^3$,占我国海上已探明天然气总储量的 74%;已建成天然气生产能力 $60 \times 10^8 \text{ m}^3$ 以上,占目前海上天然气总产量的 88%。南海是我国海上最大的天然气生产基地,随着勘探开发技术进步和工作量进一步增加,预计未来南海天然气储量和生产能力将会快速增长。

1 南中国海天然气勘探开发进入快速发展时期

1.1 南海具有丰富的天然气资源

南中国海中国海域内有 22 个沉积盆地,盆地总面积达到 $100 \times 10^4 \text{ km}^2$,其中南海北部 6 个盆地,面积 $37 \times 10^4 \text{ km}^2$,南海南部 16 个盆地,面积 $63 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。22 个盆地石油地质资源量为 $226.3 \times 10^8 \text{ t}$ 、天然气地质资源量为 $15.84 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。据 2005 年的资源评价结果,南海北部的莺歌海、珠江口、琼东南等盆地天然气远景资源量均在 $1 \times 10^{12} \text{ m}^3$ 以上。受地

理环境和地缘政治环境等因素限制,我国目前的勘探开发活动主要集中在南海北部地区,由于勘探投入相对不足,南海还处于勘探程度较低阶段,目前天然气资源探明率不足 10%,表明南海蕴藏着巨大的天然气勘探开发潜力。

1.2 南海是我国海上最重要的天然气生产基地

20 世纪 80~90 年代期间,我国南海的莺歌海—琼东南盆地相继发现了一批大中型天然气田(如崖城、东方、乐东气田等)。正是依靠这些大中型气田的发现,才实现了海上天然气储量和产量的持续高速增长。近年来,在南海珠江口盆地天然气勘探也取得了突破,发现了番禺、流花等一批中小型气田。截止到 2007 年底,我国海上 88% 的天然气产量都来自南海。

1.3 南海深水天然气勘探获得重大突破

2006 年,在位于南海珠江口盆地深水区的荔湾 321 构造获得了重大天然气发现(图 1),预测地质储量规模为 $1\ 000 \times 10^8 \sim 1\ 500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。该构造位置水深 1 500 m,这标志着我国海上油气勘探作业领域实现了由浅水向深水的跨越,也迎来了南海深水勘

作者简介:张凤久,1964 年生,高级工程师;1985 年毕业于中国石油大学开发系并获得工学学士学位,先后在中国海洋石油勘探开发研究中心、中国海洋石油总公司开发生产部和在中国海洋石油有限公司供职,目前任中国海洋石油有限公司副总工程师;多年从事海上油气田开发工程、油气资源开发战略和油气资产评估等领域的技术研究和管理工作。地址:(100010)北京市东城区朝阳门北大街 25 号中国海洋石油有限公司。电话:(010)84521599。E-mail:zhangfj@cnooc.com.cn

图1 荔湾321构造位置图

探的热潮。目前,深水油气田的勘探开发已成为世界跨国石油公司的投资热点,而深水油气勘探开发也将成为我国海上未来最重要的领域之一。

荔湾321构造位于白云凹陷东侧鼻状凸起上,主要目的层构造圈闭面积 81 km^2 ;距离香港东南 350 km ,水深约 $1\ 480\text{ m}$,完钻井深 $3\ 843\text{ m}$ (荔湾32121)。

2 南海天然气开发面临诸多挑战

受到海上自然环境和南海特殊海况等条件的限制,南海天然气开发面临一系列困难和挑战。

2.1 自然环境条件恶劣

南海是台风频发海域,每年至少会有4次台风经过该地区。因此在石油天然气开发工程设计中必须考虑增加工程结构强度以适应台风环境。监测数据表明,内波流在南海最快的速度可达到 2 m/s ,其力量甚至可以在瞬间摧毁海上钻井平台。南中国海的沙波、沙脊移动的速度达到 300 m/a 左右,这对海底附近油气田的生产设施和管线均是一个巨大的挑战。另外,海洋环境本身也会对海上工程设施和海底管线造成严重的腐蚀。

2.2 勘探开发投资大、成本高

南海地区钻井作业通常需要半潜式钻井船,该类钻井船租金达到 $20\sim 30$ 万美元/d,钻井成本为 $2\sim 3$ 万元/m,钻一口 $3\ 000\text{ m}$ 深的气井投资超过 $6\ 000$ 万元,深水区(水深大于 300 m)钻井费用还要成倍增加。受海浪、台风、水下涌流等特殊海洋气候影响必须提高海上工程设计标准,海上平台造价为 $15\sim 25$ 万元/ m^2 ,海上工程建设需要庞大的工程和后勤船队支持,如起重船、铺管船、三用工作船、补给船等,大型工程船舶的日租金超过 15 万美元。另外,受环境条件限制,海上平台空间有限,所有设施

都集中在 $2\sim 3$ 层甲板上,生产井口高度集中,作业空间有限,安全和环保标准更高。因此海上操作成本更高,作业难度更大。

2.3 深水勘探开发经验不足

目前我们只具备 300 m 以浅水深油气田的勘探、开发和生产的全套能力。国内钻井能力只达到 505 m 水深,而国际上已经达到 $2\ 438\text{ m}$ 水深;国内深水油气田开发能力只达到 333 m 水深;国内的自产海上工程装备只达到 150 m 水深。和世界深水油气开发技术水平相比,我们存在着很大差距。另外,我国的深水区与陆地距离大多超过 300 km ,离陆地远,所需油气处理和分离技术更复杂,同时保障复杂的油气在长距离海底管线中安全流动也存在挑战。

2.4 存在海域争端

20世纪70年代以前,南中国海在世界政治版图中的争议并不突出,但第一次世界石油危机后,由于南中国海拥有丰富的油气资源而逐渐成为热点争议地区,一些国家纷纷提出对南中国海的主权要求,开始争夺我岛礁并在我国南沙群岛等海域勘探开采油气资源。目前,相关周边国家已在南沙群岛海域钻井 $1\ 000$ 多口,发现含油气构造 200 多个、油气田 180 个,参与采油的国际石油公司超过 200 家。受政治、外交、技术等因素限制,目前我国在南海的油气开发仅限于南海北部陆坡。要处理好这一区域的油气资源开发问题,需要更多的智慧和办法。

3 南海天然气开发形势与战略

根据目前的天然气勘探发现成果和南海地区天然气巨大资源潜力,可以预计在2010年以前,位于南海莺歌海盆地的乐东2221、乐东1521气田和珠江口盆地的番禺3021气田将全面建成投产,届时南海天然气产量会达到 $100\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$;2015年前,位于南海深水区的第一个气田(荔湾321)将建成投产,同时基本形成南海天然气供应体系,从而带动现有开采设施周边的中小气田开发,使得南海天然气产量达到 $200\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$;随着国内三大石油公司在南海勘探投入的增加及对外合作工作量的增加,2020年以前在莺歌海盆地、琼东南盆地、珠江口盆地及南海北部深水陆坡地区将有一系列重要发现,估计未来 $8\sim 10\text{ a}$ 南海新增天然气探明地质储量将为 $4\ 000\times 10^8\sim 6\ 000\times 10^8\text{ m}^3$,据此储量可以建成 $200\times 10^8\sim 300\times 10^8\text{ m}^3$ 天然气年产规模。因此预测2020年南海地区天然气生产能力将达到 $400\times 10^8\sim 500\times 10^8\text{ m}^3/\text{a}$ 。

上述目标仅仅是基于目前形势的一种分析和预测,需要通过进一步细化上升为石油公司的区域战略规划目标。但即便是变成战略规划,也还应该认识到实现上述目标仍存在一系列的困难和挑战,特别要重点开展好以下几方面工作:

3.1 继续坚持自营与合作并举,加快南海天然气勘探开发步伐

南中国海幅员辽阔,可勘探面积大,勘探程度低,三大国家石油公司虽然勘探力度逐年增大,但毕竟受资金、技术、队伍能力等因素限制。荔湾 321 气田的发现已经吸引了全世界石油公司的目光,可以适时探索不同战略区域的对外合作勘探,这样既可以加快南海油气资源的勘探开发,又可以由外方分担勘探风险,同时通过合作可以带来国际先进技术。但合作区块的选择和推出必须从南海战略全局来统一部署,要考虑到每个区块的战略意义,而不能盲目地、不加保留地将所有有利区块全盘推出。中国近海深水矿区总面积为 $20 \times 10^4 \text{ km}^2$:目前已经有 $7 \times 10^4 \text{ km}^2$ 与国外具有一定深水开发经验的公司进行合作勘探;其他 $14 \times 10^4 \text{ km}^2$ 深水矿区还属于自营开发区,占深水矿区总面积的 65%。应探讨进一步推出水域更深、地质风险更大的区块作为合作区块,为走向更深海域作战略准备。

3.2 以开发荔湾 321 气田为突破口,全面掌握深水勘探开发技术

荔湾 321 气田位于白云凹陷深水区南海北部陆坡前缘,处在长源的富砂古珠江下方,是深水油气勘探的最有利位置。2006 年 4 月 27 日,在距香港 450 km,水深 1 500 m 的地方,成功钻探了荔湾 32121 井,预测天然气地质储量可达 $1 500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。荔湾 321 气田已成为目前中国海上最大的天然气发现,荔湾 321 气田的发现使南海深水区成为勘探热点,也加快了南海深水油气勘探开发的步伐。

由于荔湾 321 气田离浅水区不到 100 km,因而应该采取水下井口的方式对该气田进行开发(图 2):将开采出的油气混合物通过管线沿陆坡输送到浅海,在浅海区域建立固定平台进行处理,再将天然气输送到陆地。这样既可以加快油气田的开采速度,又可以降低开发成本。

以开发荔湾 321 气田为突破口,通过技术创新,到 2020 年实现深水油气田开发工程技术由 300 ~ 3 000 m 的跨越,突破关键技术,掌握具有自主知识产权的核心技术,形成深水油气田开发技术体系,建造一批深水重大装备,形成一支结构合理的技术研

图 2 荔湾 321 气田开发示意图

发与技术支持队伍,深水油气田开发技术能力进入国际先进行列。具体目标是要攻克深水钻完井及设备相关技术、深水平台及系泊定位技术、水下井口/水下生产系统技术、深水管道及立管技术、深水施工安装及铺管技术、深水环境荷载分析与风险评估技术、深水油气田流动安全保障技术、深水工程经济评价技术等关键技术;建造 3 000 m 水深半潜式钻井船、3 000 m 水深多功能钻井浮船、3 000 m 水深 $2 \times 8 000 \text{ t}$ 起重铺管船、深水大型地球物理勘探船、深水工程地质勘察船、大马力三用工作船、 $5 \times 10^4 \text{ t}$ 运输驳船、深水 ROV(水下遥控运载器)、AUV(自动水下船)等重大装备。

3.3 建立自己的深水研发和装备队伍

依托中海油于 2004 年建成的国家级深水重点实验室开展科研攻关。研究内容除国外深水项目常规课题外,还要特别针对南中国海深水领域进行研究。研究课题主要包括:灾害性环境问题、运动问题、疲劳问题、稳性问题、涡激振动问题、监测和控制问题、模型试验问题、复杂油气藏问题。既可以自主研究,也可以探讨与国内外研究机构合作研究,比如中海油与上海交通大学合作建立深水工程中心,同时共同出资建设深水试验水池,具备 4 000 m 水深的模拟条件,是世界最大、最深、最新的深水池,已经建成投入使用。

深海的开发离不开重大的深水装备,其中最重要的是深水钻井船、深水物探船、深水勘察船、深水铺管船以及深水三用工作船等,是否拥有深水重大装备既是一个国家综合实力的象征,也是深水开发所必需的装备。尽管这些装备在世界上其他国家也能合建和租用,但是为了培养我们国家的自主创新能力,建立我们自己的研发队伍,应立足自主创新,研发一批重大装备,例如研发世界最高级别的 3 000 m 钻井船和铺管船。同时要积极建设深水工程场地

和建造队伍。

加快研发深水浮式生产储卸油装置(FPSO)。FPSO是深水油气田开发的基础设施之一,中海油目前拥有17艘FPSO,支持中国海上75%~80%的产能。中国已成为建造FPSO的强国,FPSO发展成为中国海洋工程的一个新兴产业,带动了国内造船、机械、电子和钢铁等相关行业的发展。随着深水油气田的开发,还要继续研发与深水开发相配套的FP2SO,使之在中国及世界深水开发技术上作出贡献。

3.4 努力推动南海争议区共同开发工作进程

在积极做好南海北部油气勘探开发工作的同时,还要努力推动南海争议区油气共同开发工作,以期维护南海地区的和平稳定并实现南海油气勘探开发的战略接替。其实中国对南海争议一直保持克制态度,不希望南海问题影响中国与相关周边国家的友好经贸往来。为稳定南海政治局势,1990年,我国对外正式提出“搁置争议,共同开发”南海的主张;2002年11月,中国与东盟各国签署了《南海各方行为宣言》,强调通过友好协商和谈判,以和平方式解决南海有关争议。2005年3月,中海油、菲律宾国家石油公司以及越南石油和天然气公司签署了为期3a的《在南中国海协议区三方联合海洋地震工作协议》,该协议区面积为 $14.2 \times 10^4 \text{ km}^2$,三方共同投资合作进行南海地质勘探。

当然,也要看到,在中国保持克制态度的同时,某些国家基于自身政治经济利益的需要和对能源的

渴望,在西方大国的纵容和支持下,正在逐年加大在争议区海域的油气勘探开发活动,南海争端呈升级之势。我们必须以高度的智慧来化解该类争端。当务之急是一方面要采取政治、经济、外交等手段与相关周边国家积极磋商,另一方面必须加大中国海监等政府职能部门的维权力度,有效阻止某些国家在争议区海域新的勘探开发活动,以实现真正意义的“搁置争议”,从而达到“共同开发”之目的。另外,我国各相关主管部门应制订政策并创造条件大力支持和鼓励国内石油公司在争议区开展油气勘探开发活动,并积极推动争议区内对外招标活动,加大对外合作勘探开发力度,严肃维护和行使主权国在南中国海的权益。

4 结论

南中国海蕴藏着丰富的油气资源,有望建成大型天然气生产基地,如果战略目标明确、规划落实、勘探开发资金到位,2020年前后南海有望形成 $400 \times 10^8 \sim 500 \times 10^8 \text{ m}^3$ 天然气年生产能力。而海洋深水油气勘探开发工程是一门跨学科、跨部门、跨领域的高科技技术集成,荔湾321气田的勘探开发必将促进我国油气勘探开发技术实现由浅海到深水跨越式发展,并极大促进南海深水区油气勘探开发活动的进步与发展。

(收稿日期 2008211213 编辑 居维清)

南海深水油气勘探开发成热点

中国南海的荔湾321大型天然气田于2006年由中海油总公司与哈斯基公司合作发现,随后启动了联合开发计划。近日,中海油、哈斯基能源公司(HUSKY)和挪威海洋石油钻井公司(SEADRILL)租赁西方大力士(WESTHERCULES)钻井船在南海开钻,该深水钻井船将用于南海海域荔湾321气田评价井和探井钻探作业。中海油在2007年定下了投资人民币150亿元建造深水钻井船等一系列深水大型装备的目标,其中60亿元将被用于研制3000m水深钻井船,30亿元用于研制2500~3000m水深管道布设船。2008年12月该公司宣布,未来10年公司在南海的勘探开发投资将达到约2000亿元,逐步建立起1500~3000m水深的油气勘探能力。届时,南海将建成年产能达 $5000 \times 10^4 \text{ t}$ 油当量的大型油气基地。目前,除了中海油外,中国石油、中国石化都已经获得南海的区块,并将深水开发列入重点项目。中国石油早在2005年即成立海洋工程有限公司进行海上开发,并计划投资500~600亿元建设57个大型海工装备;中国石化也在2008年12月发布的报告中称,中国石化在南海的探区“位于南部资源富集区,是对成藏极为有利的天然气勘探区带”,该研究成果可能加速中国石化南海深水油气勘探开发的步伐。中国南海地区因其丰富的深水天然气资源而成为了国内各大石油公司竞相涉足的热点勘探开发区域。

(谭蓉蓉 摘编自中证网 http://www.cs.com.cn/ssgs/02/200812/t20081229_1698907.htm)

Add :No. 22 , Beida Avenue , Chaoyangmen , Chaoyang District , Beijing 100728 ,P. R. China

Tel : + 8621025996 1515 E2mail :ligy @sinopec. com

Outlook for natural gas development in the South China Sea

ZHANG Feng2jiu

(CNOOC Co. , Ltd. , Beijing 100010 , China)

NATUR. GAS IND. VOLUME 29 , ISSUE 1 , pp. 17220 , 1/ 25/ 2009. (ISSN 100020976 ; In Chinese)

ABSTRACT: By the end of 2007 , the explored natural gas in the South China Sea has reached up to 323.5 bcm and the annual natural gas production is 6 bcm , accounting for 88 % of the total offshore gas production in China. Field experiences have shown that abundant natural gas resource has already been found in the South China Sea and this area had been regarded as the most important base of natural gas production in China. A big breakthrough in deep sea exploration for natural gas has made it possible for oil and gas operators to explore and develop more gas from the South China Sea. However , due to harsh environ2ment here , inevitably high cost in exploration and development will result in high risk for oil and gas operators , not even to mention other difficulties like being lack of experiences in deep sea exploration and development and dispute on some sea area with neighboring countries. Therefore , this paper put forward some advices as follows: a. to speed up the pace of natural gas exploration and development in the South China Sea by self2operating and cooperating with foreign countries ; b. to have a com2prehensive grasp of the deep sea technology on natural gas exploration and development starting from the development of the gas field Liwan 321 ; c. to be well equipped with R & D stuff and equipments ; d. to make efforts to jointly develop the dispu2ting sea areas. At last , this paper concluded that the annual natural gas production capacity will be up to 40250 bcm in the South China Sea if strategic targets are clear2cut and both the implementation of the plan and the projects fund are ensured as well.

KEY WORDS: China , South China Sea , natural gas , development , reserves , productivity , outlook

DOI:10.3787/j.issn.100020976.2009.01.004

ZHANG Feng2jiu (senior engineer) , born in 1964 , graduated in petroleum exploitation from China University of Petroleum in 1985. He is now deputy chief engineer at CNOOC Co. , Ltd. , being long engaged in technical research and management on off2shore field development , oil and gas resource development strategy , and oil and gas asset assessment , and so on.

Add :CNOOC Co. , Ltd. , No.25 ,Beida Avenue , Chaoyangmen , Dongcheng District , Beijing 100010 ,P. R. China

Tel : + 8622828452 1599 E2mail :zhangfj @cnooc. com. cn

A study on hydrocarbon generation conditions in the North Yellow Sea basin

ZHANG Li^{1,2} , ZHOU Yong2zhang¹ , WANG Liao2liang² , LI Wen2yong² , LI Guo2ying²

(1. Sun Yat2Sen University , Guangzhou 510760 , China;2. Guangzhou Marine Geological Survey , Minis2try of Land and Resources , Guangzhou 510075 , China)

NATUR. GAS IND. VOLUME 29 , ISSUE 1 , pp. 21225 , 1/ 25/ 2009. (ISSN 100020976 ; In Chinese)

ABSTRACT: North Korea has drilled 15 wells in the North Yellow Sea basin by the end of 1997 and tested oil and gas flows in the Mesozoic reservoirs , indicating large oil and gas potential in this area. The hydrocarbon generation conditions of this basin are studied and the following understandings are achieved: a. the North Yellow Sea basin is a small multicycle basin formed by a superimposition of the Paleozoic , Mesozoic and Cenozoic prototype basins ; b. the evolutionary process of the basin can be di2vided into four major stages , including formation of the basement in the Sinian2Permian , fault subsidence in the Mesozoic , su2perimposed fault subsidence in Paleogene , and down warping in Neogene ; c. the basin is mainly composed of three depressions and many small fault depressions in an uplift setting , and its post2Paleozoic sedimentary cover of marine2transitional facies and