

中国油气资源勘探现状与前景展望

潘继平

PAN Ji-ping

国土资源部油气资源战略研究中心, 北京 100034
*Strategic Research Center of Oil & Gas Resources,
Ministry of Land and Resources, Beijing 100034, China*

摘要:石油供求矛盾日益突出,给中国油气勘探提出了更高更紧迫的要求。为了增加油气供给,保障国家能源安全,必须寻求油气勘探的新途径,强化油气勘探,促进油气发现。在总结过去油气勘探,特别是“十五”期间所取得的成就的基础上,分析了当前和今后中国油气勘探面临主要问题,包括资源品位降低、勘探条件更加复杂、关键理论技术研究滞后、投入不足等,进而探索未来油气勘探的战略方向和储量增长趋势,即立足大型盆地,不断开拓勘探新领域,稳定东部、发展西部、加快海上、开拓新区。

关键词:油气资源;勘探成果;资源潜力;勘探方向;建议

中图分类号:P618.13;P62 文献标识码:A 文章编号:1671-2552(2006)09~10-1055-05

Pan J P. Present state of petroleum exploration in China and its prospective. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25 (9~10):1055-1059

Abstract: Growing petroleum supply and demand contradiction in China sets still higher and more pressing requirements on petroleum exploration in China. In order to increase domestic oil and gas supply and ensure national energy security, China must look for a new way of petroleum exploration, strengthen petroleum exploration and promote petroleum discovery. Based on summing up the outcomes of petroleum exploration obtained in the past years, especially during the tenth Five-Year Plan period (2001-2005), the paper analyzes main problems facing China's petroleum exploration, including the lowering of the grade of petroleum resources, worsening of exploration conditions, insufficiency of investment and lagging of research on key sciences and technologies. In addition, the paper probes into the strategic direction for future petroleum exploration and estimates the trend of reserve increase. The strategic direction of petroleum exploration is to "be based on exploration of large basins, open new exploration areas, develop the eastern region of China steadily, develop the western region of China, accelerate offshore exploration and exploit new areas".

Key words: petroleum resources; exploration achievements; resource potential; exploration direction; suggestion

近年来,中国油气勘探成绩显著,储产量持续增长,发展态势良好,但仍不能满足经济发展的需要,石油供应短缺,进口不断增加,供求矛盾日益突出,能源安全形势严峻。这对中国油气勘探提出了更新更高更紧迫的要求。因此,在总结已有成绩和经验教训的基础上,把握未来,特别是“十一五”期间的油气勘探前景,探索勘探的战略方向,探讨促进油气勘探的策略,对于强化油气勘探工作、找到更多更优质的油气储量、保障国家能源安全具有重要意义。

1 勘探成就

“十五”以来,中国油气勘探取得显著成绩,油气地质储量较大幅度增长,相继发现一批大中型油气田,油气产量持续上升。“十五”期间,新增探明石油地质储量 $45.18 \times 10^8 \text{t}$,可采储量 $8.72 \times 10^8 \text{t}$,增幅为建国以来最大,分别约占全国累计石油探明储量的 19% 和 14%,而且石油储量平均替换率超过 1.0;新增探明天然气地质储量 $2.60 \times 10^{12} \text{m}^3$,年均增长 14%,可

收稿日期:2006-04-20;修订日期:2006-06-30

科技项目:国家油气专项《全国油气资源战略选区调查与评价》资助。

作者简介:潘继平(1970-),男,博士,副研究员,从事油气资源战略规划研究和石油地质综合研究。E-mail:panjiping@263.net

采储量约 $1.45 \times 10^{12} \text{m}^3$, 相当于 1949—1999 年全国累计探明的天然气储量。统计表明(表 1), 截止 2005 年底, 中国累计探明石油地质储量 $258.05 \times 10^8 \text{t}$, 可采储量 $69.67 \times 10^8 \text{t}$; 累计探明天然气地质储量近 $6.22 \times 10^{12} \text{m}^3$, 可采储量 $3.42 \times 10^{12} \text{m}^3$ 。

“十五”期间, 相继探明了塔河、陆梁、西峰、大情字井、冀东滩海等 10 余个地质储量超过 $1.0 \times 10^8 \text{t}$ 的油田, 探明了苏里格、普光、大牛地、徐深等多个地质储量超过 $1000 \times 10^8 \text{m}^3$ 的大气田, 特别是位于四川盆地东北部的普光气田已探明地质储量 $2511 \times 10^8 \text{m}^3$, 预计该气田探明储量规模累计可达 $3000 \times 10^8 \text{m}^3$, 为川东北大气区的建设提供了坚实的资源基础(表 2)。

从中国的三大石油公司的情况来看, “十五”期间, 通过东部老区挖潜和中西部勘探, 中石油累计探明石油地质储量

$23.5 \times 10^8 \text{t}$ 、天然气 $14420 \times 10^8 \text{m}^3$, 分别占全国同期累计探明储量的 49% 和 57.7%, 发现 11 个亿吨级储量规模的油田, 主要分布于鄂尔多斯、塔里木、准噶尔、松辽、渤海湾等盆地。中石化通过对东部老油区的精细勘探和西部新区的勘探, 获探明石油地质储量 $13.5 \times 10^8 \text{t}$ 、天然气 $6016 \times 10^8 \text{m}^3$, 约占全国的 27% 和 24%, 进一步探明了塔河、普光等大型油气田。值得注意的是, 中石化东部老油区仍是储量增长的主要目标区, 年均新增石油储量 $1.7 \times 10^8 \text{t}$ 。中海油探明石油地质储量 $9.7 \times 10^8 \text{t}$ 、天然气 $2079 \times 10^8 \text{m}^3$, 约占全国的 19% 和 8.3%, 储量增长主要来自渤海海域, 进一步凸现了渤海海域作为今后中海油油气储量增长第一目标区的战略地位(表 2)。

从“十五”来看, 中国油气勘探进入了快速发展时期, 储量大幅度增长, 油气发现不断取得突破, 总体发展形势良好。

表 1 中国石油天然气新增储量统计

Table 1 Statistics of newly increased oil and gas reserves in China since 1955

年份	新增石油地质储量/ 10^8t	新增石油可采储量/ 10^8t	新增可采储量/地质储量	新增天然气地质储量/ 10^8m^3
1955—1960	5.64	2.16	0.38	213.58
1961—1965	26.00	9.76	0.38	545.92
1966—1970	7.74	2.49	0.32	215.1
1971—1975	12.91	5.39	0.40	444.0
1976—1980	19.45	7.45	0.38	987.30
1981—1985	44.68	10.25	0.23	1345.08
1986—1990	32.48	6.63	0.20	3067.34
1991—1995	26.64	5.28	0.20	6969.49
1996—2000	38.61	7.95	0.21	11542.8
2001—2005	45.18	8.72	0.19	26016.87
1955—2005	258.05	69.67	0.27	62224.13

表 2 “十五”期间三大石油公司油气勘探成果统计

Table 2 Statistics of exploration achievements of PetroChina, Sinopec and CNOOC in 2001—2005

公司	新增石油探明地质储量/ 10^8t	新增天然气探明地质储量/ 10^8m^3	探明储量超过亿吨的油田	探明储量超过千亿方的气田
中石油	23.5	14420	陆梁、西峰—姬塬、志靖—安塞、冀东滩海、大情字井等	苏里格、徐深等
中石化	13.5	6016	塔河、准噶尔腹部等	普光、大牛地等
中海油	9.7	2079	蓬莱 19-3、渤中 25、曹妃甸 11-1 等	

2 面临的主要问题

良好的勘探形势不能掩盖当前油气勘探所面临的问题。在经济持续增长、石油需求不断增加、勘探压力不断加大的背景下,一系列理论、技术和体制层面的问题日益突出,严重制约了中国的油气勘探开发。

(1)待探明油气资源的地质条件趋于复杂,地表环境更加恶劣。随着勘探领域的不断扩展,深层、深水和高寒地区,地质条件复杂的山前构造带等正逐渐成为油气勘探的重要领域。比如,中国南海北部深水、南沙海域、青藏高原及中西部地区的前陆盆地,油气资源丰富,但地表条件恶劣、地质条件复杂、勘探作业难度大、风险大、成本高,制约了这些领域的油气重大发现。

(2)新增石油储量和待探明资源品位渐低。一方面,新增石油储量品位不断降低,低品位、难动用储量比例显著增高,年均新增可采储量与地质储量之比由20世纪60—70年代的0.3~0.4降为近年的0.19,低于半个世纪以来的平均比例0.27(表1)。比如,2004年中石油新增石油探明储量中,低渗和特低渗储量为 $4.13 \times 10^8 \text{t}$,占新增探明储量的79.1%。而且,新发现油气藏的规模逐渐变小,20世纪60年代发现的油藏规模平均为 $1.15 \times 10^8 \text{t}$,70—80年代为 $0.12 \times 10^8 \text{t}$,90年代下降为 $0.05 \times 10^8 \text{t}$,近几年则为 $(0.02 \sim 0.03) \times 10^8 \text{t}$ 。另一方面,待探明油气资源中,低品位资源比例较高,重油、低渗透油比例高达43%,低渗透致密气约占34%。油气资源品位的降低和规模的下降,不仅加大了勘探难度,而且使勘探成本大幅攀升,比如“十五”期间,中石油发现成本由0.5美元/桶增至1.37美元/桶。

(3)关键的理论、技术问题和陈旧的勘探理念严重制约着油气勘探。油气勘探难度的加大对科技水平的要求越来越高,一系列关键性的理论和技术,如海相碳酸盐岩生烃成藏理论、高温高压下油气成藏机理、资源与目标一体化评价决策系统、深水钻探、山地地震等亟待突破。而且,勘探工程技术和装备的创新性研发能力弱,具有自主知识产权的科技成果少。另外,找油理念需要不断更新,突破传统“禁区”,开拓找油新领域。近年,中石油在松辽盆地徐家围子深层火山岩中发现储量规模超过 $1000 \times 10^8 \text{m}^3$ 的徐深气田就是一个更新找油理念、创新勘探思路、在传统“禁区”取得突破的典型例证。

(4)投资不足是制约油气勘探的又一个重要原因。一方面,由中央财政出资的公益性、基础性油气调查投入不足。1998年以来,政府很少出资进行油气调查,而近年来开展的全国油气资源战略选区国家专项,年均投资不足3亿元,难以进行全国大规模的油气普查。另一方面,商业勘探投资不足,“十五”期间,三大石油公司勘探投资累计约1400亿元,年均不足300亿元,而登记的勘探区块面积积达 $447 \times 10^4 \text{km}^2$,按照有关法规,年均投资至少应达到400亿美元,投资明显不足。面临高油价的形势,三大石油公司大幅增加投资,但投资额占其总投资的比例仍然偏低。相比之下,西方跨国石油公司,比

如Exxon-Mobil、Shell和BP等,近年上游投资均超过100亿美元,占其年度总投资额的50%左右,有的甚至达到70%~90%,投资强度远大于中国的三大石油公司。

3 发展前景与勘探方向

3.1 资源潜力与分布

中国油气资源丰富,资源探明率低,潜力大。综合各方对全国油气资源评价和研究的结果,认为在不计南沙和陆上新区的情况下,中国石油可采资源量为 $(160 \sim 180) \times 10^8 \text{t}$,天然气可采资源量 $(13 \sim 14) \times 10^{12} \text{m}^3$ 。截止2005年底,累计探明石油可采储量 $69.67 \times 10^8 \text{t}$,天然气可采储量 $3.42 \times 10^{12} \text{m}^3$,平均探明率分别为40%和30%,如果考虑南海南部、其他深水海域和陆上新区、新领域的资源潜力,则中国油气资源量将增加,其中石油可采资源量可望超过 $180 \times 10^8 \text{t}$,相应的探明率明显降低,勘探潜力将显著增加。勘探面积广阔,领域不断扩展。据统计,考虑南海南部海域,中国沉积岩面积近 $700 \times 10^4 \text{km}^2$,其中可供油气勘探面积超过 $600 \times 10^4 \text{km}^2$ 。而且,随着勘探层位和领域的扩展,勘探面积还可能增加。勘探程度总体较低,截止“十五”末,累计钻探井约42000口,探井平均钻探密度约为9.4口/ 10^3km^2 ,其中,海洋探井密度约为1.5口/ 10^3km^2 ,为全国平均探井密度的1/6左右。相比之下,美国勘探面积与中国相当,却累计完成探井50多万口,平均探井密度超过80口/ 10^3km^2 ,是中国探井密度的8倍多。

从资源分布来看,油气资源潜力主要分布于大型盆地。其中,待探明的石油资源主要分布于松辽、渤海湾、塔里木、准噶尔、鄂尔多斯、柴达木、珠江口等盆地,其待探明资源约占全国待探明石油资源量的70%,平均探明率约40%;待探明的天然气资源主要分布于塔里木、四川、柴达木、东海、莺歌海、琼东南等盆地,其待探明资源约占全国待探明天然气资源量的86%,平均探明率约14%。

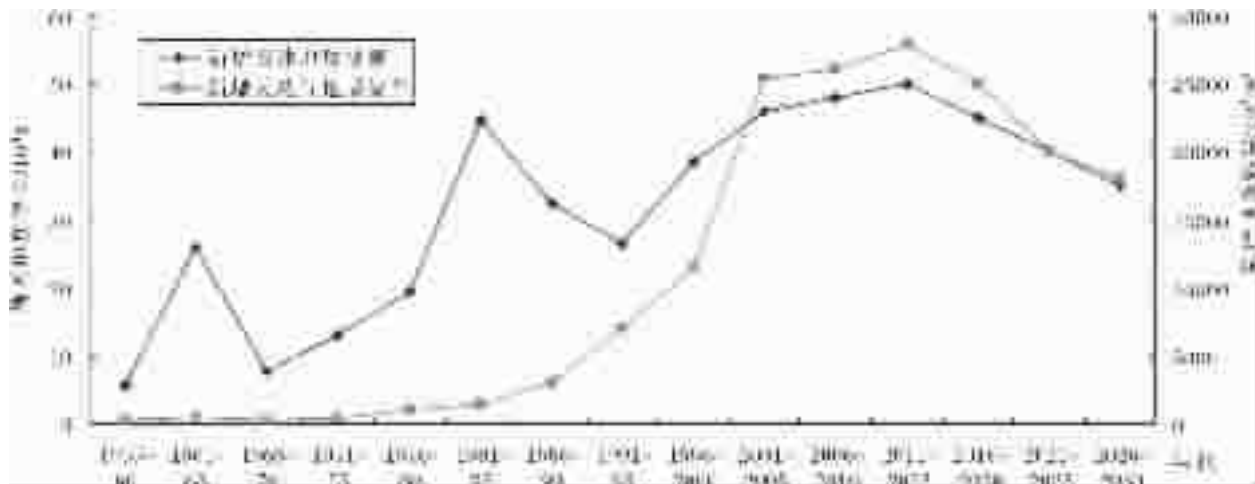
因此,中国油气资源丰富,勘探领域广,资源探明率和勘探程度较低,勘探潜力大。但资源分布集中于大型含油气盆地。另外,南海南部海域和青藏地区等新区、新领域的油气资源丰富,据初步预测,待探明的石油和天然气资源分别约为 $200 \times 10^8 \text{t}$ 和 $10 \times 10^{12} \text{m}^3$,是未来10~20年油气勘探开发的重要战略接替区和准备区。

3.2 储量增长预测

根据半个世纪以来中国石油和天然气探明地质储量增长的特点,特别是近15年的储量增长,结合当前中国的油气勘探形势,初步预测,未来10~15年中国油气储量增长将呈现快速增长的势头,其中石油储量稳步上升,每5年新增探明地质储量 $(40 \sim 45) \times 10^8 \text{t}$;天然气储量继续保持快速增长,每5年新增地质储量将超过 $2.0 \times 10^{12} \text{m}^3$ (图1)。

3.3 勘探方向

未来国内油气勘探应当继续坚持“深化东部,强化西部,加快海上,开拓新区”^[2]的战略方向,立足大型含油气盆地,不断开拓勘探新领域,实现陆上与海上、大盆地与中小



注:2006年之后的数据为预测值

图1 石油和天然气探明地质储量增长趋势

Fig.1 Increase trends of identified reserves of oil and gas

盆地、老区与新区、传统领域与新领域勘探的协调发展,促进油气发现。

(1)深化东部勘探,促进东部稳定。东部地区勘探程度较高,平均探明率超过50%,处于勘探中后期,但储量继续保持适度增长,仍是中国石油储量增长的主要地区。比如,“十五”期间,中石化新增石油地质储量的63%来自东部老油区,东部是其储量增长的主要目标区。

深化东部勘探,一是继续以松辽、渤海湾盆地为重点(这2个盆地待探明石油资源量超过100×10⁸t,仍是东部地区石油储量增长的主要地区),同时加强中小型盆地的勘探,特别是大庆外围盆地群的勘探程度低,勘探潜力不可低估,通过深化区域构造演化、盆地形成等基础地质研究,不断扩展勘探新领域,实现油气发现的新突破。二是强化中、新生代主力层系的勘探,努力开拓深部新的勘探层系,积极探索古生界碳酸盐岩。三是以寻找构造气藏、构造-岩性和地层-岩性油藏为主,加强古潜山和火成岩储层等非常规领域的勘探,在发现庆深气田的基础上,不断扩大该地区深部气田的勘探成果。

(2)强化中西部发展。中西部地区大型盆地多,油气资源丰富,待探明的石油资源占全国的40%,待探明的天然气资源占全国的61%,而且勘探程度低,处于早中期阶段,勘探潜力巨大,是中国石油和天然气增储上产的最主要地区。

坚持以前陆盆地和克拉通古隆起为勘探重点^[9]。研究表明,中西部地区发育10个前陆盆地,沉积岩面积达50×10⁴km²,具有良好的石油地质条件,油气资源丰富。而且,前陆盆地总体勘探程度较低,除了在库车、准噶尔西北缘、塔里木西南部等地取得重大突破外,大部分前陆盆地至今尚未取得

油气突破,应当加强综合研究和技术攻关,促进新的油气发现,扩大勘探成果。西部地区大型古隆起及其斜坡一般紧邻生烃凹陷,油源丰富,构造稳定,成藏条件良好,但勘探发现不甚理想。截止目前,除了塔中隆起和轮南-塔北隆起已发现亿吨级的塔中4油田和10亿吨级的塔河油田外,大多数古隆起尚未获重要发现。对于已获发现的古隆起,应认真总结经验,深化研究,强化勘探,扩大含油气面积,增加储量;对于尚未获工业油气流的古隆起要加强研究,寻找古隆起与紧邻生油凹陷的时间、空间动态演化关系,分析油气成藏、分布的主控因素,加大勘探力度,争取早日实现油气突破。

(3)加快海域勘探。中国近海大陆架已发现沉积盆地11个,有效勘探面积约60×10⁴km²。总体上,中国海域油气地质条件良好,油气资源比较丰富,勘探程度和发现程度较低,尚处于早中期勘探阶段,潜力较大,是中国石油增储上产潜力较大的地区。石油勘探的重点为渤海海域和珠江口盆地,天然气勘探的重点为东海和莺歌海、琼东南盆地。

其中,渤海为渤海湾盆地的海上部分,油气资源丰富,潜力大,是近海石油勘探的主战场。应继续强化被生油凹陷包围的隆起区及其倾没带,受多因素控制的新近系断裂背斜带是重要的勘探领域,另外位于凹陷中的有一定规模的基底披覆构造也值得进一步探索^[9]。对于珠江口盆地,要重视文昌A凹陷、恩平及西江凹陷所能辐射的地区,寻找新油田,同时要积极探索新的勘探领域,包括自生自储的古近系勘探目标。琼东南盆地和莺歌海盆地热流体活跃,底辟构造发育,高温、高压与成藏关系密切,油气分布复杂。应加强受泥拱控制的中深层背斜构造带、披覆构造、岩性圈闭和新近系的浊积体、盆地扇、斜坡扇等领域的勘探。在东海盆地,应优先勘探评价

黄岩构造带,继续勘探评价以平湖油气田为重点的西湖凹陷西部斜坡带和天台24-1构造(春晓)。

另外,要加强深水海域的勘探,特别是在南海北部陆坡区的深水拗陷,如琼东南盆地的南部拗陷和珠江口盆地的珠Ⅱ拗陷、潮汕拗陷等。该区发育多套、多类型良好的烃源岩,有机质丰富程度中等,发育多套储盖组合,圈闭条件优越,存在多种类型的构造和地层/岩性圈闭,具有良好的油气地质条件,是今后海洋油气勘探的重要方向。

2006年6月,中海油与Husky联合在珠江口盆地白云凹陷水深1480 m的LW3-1-1井获重大突破,发现天然气资源量超过 $1000 \times 10^8 \text{ m}^3$,提示了中国深水海域勘探的良好前景。

(4)开拓新区新领域。主要包括青藏高原、松潘—阿坝地区等陆上新区和南黄海、北黄海、南沙海域等争议海域。开拓新区、加强区块准备对推动商业勘探、促进油气发现具有重要意义。

其中,青藏高原是中国海拔最高、勘探程度最低的大型沉积区,发育10个面积大于 $1 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的沉积盆地。其中羌塘盆地最大,面积约 $18 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。作为中生代海相残留盆地,羌塘盆地沉积发育,沉积岩厚度大,发育多套海相烃源岩,碳酸盐岩储层发育,生储盖组合条件较好,构造发育,油气地质条件良好,具备发现大型油气田的条件,极具勘探潜力^[5]。应当积极开展地质、物探调查,深化对羌塘盆地的基础研究,适当部署科学探井,加强综合研究与评价,优选有利方向,促进商业勘探。

南黄海盆地沉积发育,厚度超过10000 m,局部构造类型多,晚期成藏条件好。加强南黄海前古近系分布、石油地质条件的研究,并进行油气资源潜力评价,促进南黄海战略选区和商业勘探的进程,尽早取得战略性突破,建设大型海上油气勘探开发的后备基地。南沙海域面积广阔,具有良好的石油地质条件,油气富集,是中国油气勘探的重要战略接替区。应当以曾母、北康、中建南盆地为重点,在国家统一协调下加快勘探步伐,主要寻找深水大中型构造油气藏。

4 结论与建议

(1)中国油气勘探进入了快速发展时期,探明地质储量大幅增加,油气发现不断取得重大突破,发展态势较好。而且资源探明率总体较低,潜力大,勘探前景良好。要充满信心,

坚持不懈,加强勘探,坚持“深化东部,强化西部,加快海上,开拓新区”的勘探战略方针,立足大型含油气盆地,不断开拓勘探的新领域,实现陆上与海上、老区与新区勘探的协调发展,促进油气发现。

(2)加强油气勘探的科技攻关,增强科技自主创新,促进油气发现,开拓油气勘探新领域。一是加强新区、新领域的基础地质研究,包括区域构造演化、盆地形成与结构、盆地演化与充填的研究等。二是加强关键油气地质理论和技术攻关,包括碳酸盐岩油气成藏理论、深层油气地质理论、深海油气勘探技术、山地地震技术、一体化评价系统的研究和开发等。三是加强勘探工程作业设备和装备的自主研制和开发,逐步减少对进口设备的依赖。

(3)加大油气调查与勘探投资,逐步建立公益性调查与商业性勘探的良性互动机制,促进油气发现和储量增长。一方面大幅度地增加公益性、战略性、基础性油气调查与评价的投入,便于在更大规模、更高层次上开展油气资源的调查工作。在拟设立的地质勘查周转基金中,可以考虑设立专门的油气风险勘查基金,用于公益性油气调查。另一方面,石油公司应继续加大勘探投资,提高勘探投资占总投资的比例。

(4)深化油气资源管理体制的改革,完善法律法规,培育油气矿业权市场,逐步建立有效竞争、有序开发的上游市场,同时加大油气勘探的监管力度,特别是对矿区的勘探投入是否到位和是否符合有关规定等,提高油气资源管理效率,促进油气勘探。

参考文献:

- [1]潘继平,车长波,金之钧.加强开发低品位石油储量的探索[J].中国矿业,2004,13(8):5-8.
- [2]潘继平,金之钧.中国油气资源潜力及勘探战略[J].石油学报,2004,25(2):1-6.
- [3]翟光明,等.21世纪中国油气资源远景[J].新疆石油地质,2002,23(4):271-278.
- [4]张抗.渤海海域和滩海勘探工作的新进展及发展方向[J].石油学报,2002,23(5):1-5.
- [5]邱中建,方辉.对我国油气资源可持续发展的一些看法[J].石油学报,2005,26(2):1-7.