

·专家论坛·

中国石油油气勘探面临的形势与陆上油气资源 战略选区的五大领域

吴国干¹, 门相勇², 李小地², 曾少华¹

WU Guo-gan¹, MEN Xiang-yong², LI Xiao-di², ZENG Shao-hua¹

1. 中国石油天然气股份有限公司, 北京 100011;

2. 中国石油勘探开发研究院, 北京 100083

1. PetroChina Company Ltd., Beijing 100011, China

2. Research Institute of Petroleum Exploration and Development,
PetroChina, Beijing 100083, China

摘要:从油气公司的角度阐述了开展全国油气资源战略选区调查与评价工作的必要性和重要意义。分析了中国石油天然气股份有限公司油气勘探面临的形势,指出未来陆上油气资源战略选区主要有五大领域:前陆盆地、叠合盆地中下组合、青藏高原、中小型盆地和非常规油气。这几个勘探领域都有良好的资源条件,具有多个战略目标及较好的勘探前景。建议战略选区项目工作要遵循四大原则:战略性、前瞻性、基础性和风险性。

关键词:勘探形势;战略选区;前陆盆地;叠合盆地;青藏高原;非常规油气

中图分类号:P618.13

文献标识码:A

文章编号:1671-2552(2006)09-10-1017-05

Wu G G, Men X Y, Li X D, Zeng S H. Situation facing PetroChina's oil and gas exploration and direction of on-shore oil and gas resources strategic area selection. *Geological Bulletin of China*, 2006, 25(9-10):1017-1021

Abstract: This article elaborates the necessity and important significance of carrying out the work of investigation and appraisal of oil and gas strategic areas throughout China from the angle of petroleum companies. According to the situation that PetroChina's oil and gas exploration faces, five main directions of future onshore oil and gas resources strategic area selection are proposed: foreland basins, middle and lower combinations of superimposed basins, Qinghai-Tibet Plateau, medium and small peripheral basins and unconventional oil-gas resources. These exploration areas all have good resource conditions, multiple strategic targets and better exploration prospects. The authors suggest that the work of strategic areas selection should follow four principles: strategy, foresightedness, foundation and risk.

Key words: exploration situation; strategic area; foreland basin; superimposed basin; Qinghai-Tibet Plateau; unconventional oil-gas resources

随着国民经济的快速发展,中国油气供需矛盾日益突出,寻求油气资源的战略接替已成为十分紧迫的现实问题。2004年开始的全国油气资源战略选区调查与评价项目,通过2年多的实施,不仅对推动中国油气资源勘查工作、促进油气勘探早日取得战略突破、实现资源战略接替具有重要意义,而且对促进技术、理论创新和降低油气公司的经营性勘探风

险也起到了积极的作用。

1 中国石油油气勘探面临的形势 及战略选区的意义

中国石油天然气股份有限公司(简称“中国石油”)作为中国最大的石油公司,油气勘探面临的形势既有有利条件也

收稿日期:2006-02-06;修订日期:2006-06-23

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》项目的部分成果。

作者简介:吴国干(1961-),男,博士,教授级高级工程师,从事油气勘探部署和管理工作的。E-mail:ggwu@petrochina.com.cn

有不利因素。有利条件主要是:一是油气勘探虽历经50多年,但待发现的油气资源仍比较丰富,勘探潜力较大。据新一轮的资评结果,截至2005年底,在中国石油矿权范围内待发现石油地质资源量 $227\times 10^8\text{t}$,待发现天然气地质资源量 $15.2\times 10^{12}\text{m}^3$,油气探明率分别为41.63%和19.15%,油气勘探总体处于中期和早期阶段。二是由于受勘探难度、地质认识程度和技术条件的限制,中国仍有相当一批资源潜力大、具有战略接替意义的新区、新领域,如岩性地层油气藏、前陆盆地、叠合盆地中下组合、海相碳酸盐岩、海域和中小型盆地。不利因素主要包括3个方面:一是油气资源接替紧张的状况没有得到根本缓解,特别是优质可采储量日趋紧张,东部大庆、辽河等主要油区新增可采储量远不能弥补当年产量,稳产增产的难度不断加大。二是油气资源品位有变差的趋势,低渗透资源将是未来勘探的主体。主要表现在近期新增低渗透储量逐年增长,新增地质储量单体规模不断下降,新增地质储量丰度也越来越低;在待发现的石油资源中,隐蔽性资源占了52%。三是油气勘探面临的地面条件也越来越恶劣,主要是山地、沙漠、戈壁、黄土塬、滩海等地区,而且这些地区往往地下条件也比较复杂,目的层埋深也比较大。因此,虽然待发现油气资源比较丰富,但资源品位有不断变差的趋势,地表、地下条件也越来越恶劣,油气勘探工作的难度将越来越大,要实现油气资源的战略接替,就必须加大勘探前期工作的力度。

新中国成立后,中国政府十分重视石油地质普查等基础工作,这些工作为早期大型油田的发现做出了重要贡献。20世纪50年代组织了第一次全国性石油普查工作,重点在东部地区,相继发现了大庆、胜利、辽河等大型油田,实现了石油自给。70年代末到80年代初组织实施了第二次全国性油气资源大普查,重点在西部地区和海洋区域,又相继开辟了鄂尔多斯、四川、准噶尔腹部、塔里木、渤海海域、南海北部等大型油气区,促进了石油产量的稳定增长。随着中国石油工业管理体制的重大改革,三大石油公司主要从事商业性的勘查工作,缺乏专门从事石油地质普查等基础性工作的国家级队伍,在石油地质普查和基础理论研究等方面相对薄弱。在当前的形势下,开展战略选区工作对于推动油气勘探的前期准备工作、寻找具有战略意义的接替领域有重要意义。

2 中国石油陆上油气资源战略选区方向

根据对油气资源条件、勘探效果及勘探前景的分析,中国石油陆上油气资源战略选区主要有五大领域:前陆盆地、叠合盆地中下组合、青藏高原、中小型盆地和非常规油气。

2.1 前陆盆地数量多,油气资源丰富,处于勘探早期,

复杂中孕育着大发现

前陆盆地是指沿造山带外侧分布的沉积盆地,其山前拗陷一般沉降幅度大,多是优质烃源岩的发育区^[1]。前陆盆地是大型油气田赋存的重要地区,在全球已发现的438个大油气田中,有150个属于前陆盆地,占总数的34%。中国处于亚洲板块东缘,经历了长期的构造演化和造山运动,前陆盆地比较

发育。据统计,中国陆上发育的较大型前陆盆地有12个,主要分布在中西部地区,待发现油气资源比较丰富,总体处于勘探早期。前陆盆地待发现石油资源量为 $40\times 10^8\text{t}$,资源探明率为37.5%,除准噶尔盆地西北缘勘探程度较高外,其他地区勘探程度均较低;待发现天然气资源量为 $8.05\times 10^{12}\text{m}^3$,资源探明率仅为7.7%,处于勘探初期。

由于中国的克拉通规模一般较小,在其边缘发育的前陆盆地的规模一般也不太大,但构造变形却较为强烈,地质条件相当复杂,勘探难度也更大。具体表现在:地层展布、储层与构造的封闭性横向多变;地震资料信噪比低,速度横向变化大,地震成像难;地震采集和处理方法不过关,圈闭落实程度低;高陡构造、高地应力和高温高压条件下钻井难度大,易出事故等。

虽然前陆盆地油气勘探存在上述困难,但随着地质认识的深入和勘探技术的提高,中国石油近期在前陆盆地取得了几个重大发现,如在塔里木盆地先后发现了克拉2、迪那2两个大型气田,在准噶尔盆地南缘和酒泉盆地青西地区分别发现了亿吨级油田。这些发现说明前陆盆地在复杂中孕育着大发现。中国石油的12个前陆盆地中,具有战略意义的后备目标较多,如塔里木盆地东南部、柴达木盆地西北部、准噶尔盆地东部、四川盆地东北部、四川盆地西北部、鄂尔多斯盆地西缘等(图1)。其中塔东南最近钻探首次在拗陷内揭示出较厚的侏罗系烃源岩和较好的储盖组合,初步展示了该地区具有一定的油气勘探前景。因此,有理由相信,随着勘探的深入和理论、技术的成熟,前陆盆地将成为中国石油大油气田发现的主要领域。

2.2 叠合盆地中下组合待发现油气资源丰富,

战略目标多,勘探潜力大

中国的沉积盆地大多具有叠置发育的特点,其中属于典型叠合盆地的有塔里木、鄂尔多斯、四川、准噶尔、松辽、吐哈等盆地^[2-3]。陆上油气勘探虽然经历了50年,但主要集中在盆地的中浅层,盆地深层钻井的比例一般小于20%,勘探程度低。据新一轮资源评价,中国石油矿权范围内叠合盆地中下组合的待发现油气资源也相当丰富,待发现石油资源量 $27\times 10^8\text{t}$,探明率21%;待发现天然气资源量 $6.7\times 10^{12}\text{m}^3$,探明率9%。

储层物性的优劣和资源是否具有经济性是叠合盆地中下组合油气勘探存在的主要风险。近期油气地质理论的进展大大提升了深层的勘探价值:叠合盆地的深层存在发育优质储层的地质作用,如酸性溶蚀作用、早期油侵作用、晚期深埋作用、构造裂缝作用等,都有可能使深部保持较好的储集物性;传统的生烃门窗可能下延,有利于在深部找到工业性的油气藏。另外,国内外的勘探实践也表明,盆地深层是重要的油气勘探领域,全球已在21个盆地中发现75个埋深大于6000 m的工业性油气藏;中国在塔里木、四川和渤海湾盆地也发现了埋深大于5000 m的油气藏。

目前中国存在多个勘探程度低但具有战略意义的目标,勘探潜力很大(图2),如准噶尔盆地腹部深层、塔东地区、鄂

尔多斯石炭系、华北石炭系—二叠系和四川震旦系—下古生界等目标。因此,叠合盆地中下组合具有良好的勘探前景,是战略选区的重要方向。

2.3 青藏高原发育盆地多,资源规模大,但地理环境恶劣,勘探程度低

青藏高原夹持于塔里木、华北、扬子与印度刚性地块之间,属特提斯构造域中亚段的一部分。青藏高原由一些拼合在一起的板块或微板块组成,其上广泛分布中生代海相地层,发育良好的烃源岩系和生储盖组合^①。由于新构造运动的严重破坏,目前的盆地实际上代表了残留地层的分布状态。据统计,青藏高原面积大于1000 km²的沉积盆地约27个,其中大于10×10⁴km²的沉积(残留)盆地有2个,即羌塘盆地(18×10⁴km²)和措勤盆地(10.5×10⁴km²);介于1×10⁴~10×10⁴km²的盆地有9个,包括比如盆地、昌都盆地、可可西里盆地、岗巴—定日盆地等。

根据新一轮资源评价的结果,青藏高原8个盆地合计石油地质资源量64.9×10⁸t,天然气地质资源量16924×10⁸m³(表1),油气资源规模很大。而羌塘盆地是其中油气资源潜力最大的盆地,石油地质资源量50.95×10⁸t,天然气地质资源量6104×10⁸m³,分别占8个盆地总量的78.51%和36.07%。

目前已在伦坡拉盆地获得了工业油气流,在羌塘盆地发现了几个大型的古油藏,见到油气显示大约150处,油气远景良好。但由于青藏高原海拔高,气候条件恶劣,开展勘探的难度很大,以往工作多限于区域地质方面,一些关键的石油地质问题还未解决,有的地区处于空白状态。青藏铁路的开通,将有利于降低勘探成本,加快青藏高原的油气勘探进程。综上所述,青藏高原是中国未来油气资源战略选区的重要方向,而羌塘盆地则是其中的重点区块。

2.4 中小型盆地数量众多,资源总量规模较大,勘探前景总体较好

本文所指的中小型盆地是指除已获突破的7个大型盆地之外的盆地(不包括位于青藏高原的盆地)。中国发育的中小型沉积盆地众多,初步统计约498个,面积213×10⁴km²,占陆上盆地总面积的57%^①。中小型盆地总体资源规模较大,据全国第二次油气资源评价的结果,进行过资源量计算的150个中小型盆地的总资源量为164.4×10⁸t,占陆上的23%。

近期油气勘探实践表明,中小型盆地也是不应忽视的重要勘探领域。2001—2004年,中国石油在8个中小型盆地(吐哈、酒泉、二连、海拉尔、开鲁、彰武、三塘湖、伊通)合计新增石油地质储量2.18×10⁸t,成为油气增储上产的重要组成部分。新一轮资源评价表明,中小型盆地中不乏资源规模较大的沉积盆地。除已获突破的8个中小

型盆地外,中国石油探矿权范围内还有10个超过1×10⁸t的低勘探程度的中小型盆地,这10个盆地石油地质资源量合计达24.76×10⁸t,天然气地质资源量为2736×10⁸m³,资源规模总量较大。有理由相信,具有相似油气地质条件的中小型盆地也具有较好的勘探前景。在综合考虑了盆地的资源条件、地质风险和工程技术风险等因素的基础上,评价优选出的勘探前景较好的中小型盆地主要有:河套盆地、银额盆地、民和盆地、大杨树盆地等。

2.5 非常规油气类型多,资源丰富,中长期开发利用前景好

非常规油气资源主要包括煤层气、油砂、油页岩、甲烷水合物等多种类型,资源非常丰富。据中国石油煤层气项目经理部的计算结果^②,中国煤层气资源量为25×10¹²m³,居世界第3位。华北地区是煤层气最为丰富的地区,资源量为14.54×10¹²m³,占全国的58.1%;其次是西北地区,资源量为7.9×10¹²m³。据资评初步结果,全国油砂资源规模约70×10⁸t,具有油砂(含沥青)出露点多、分布较广的特点。2004年,中国石油开展了油砂调查,结果表明准噶尔盆地西北缘、柴达木盆地西部和松辽盆地西斜坡油砂资源具有一定规模。中国油页岩探明地质储量311.7×10⁸t,预测储量4520×10⁸t,居世界第4位。油页岩储量主要分布在吉林省,探明油页岩储量174.3×10⁸t,占全国探明储量的55.5%,其次是广东、辽宁、海南等省市区。

目前,美国、加拿大等国已分别实现了煤层气、油砂的商业性规模开发,是世界上这2项业务开发利用最好的国家。从这2个国家非常规油气的商业化历程分析,除了具有较好的资源条件外,采用先进适用的开发利用技术以降低成本是实现规模商业开发的关键。中国在非常规油气领域勘探开发利用方面,总体起步较晚,特别是投入的力度较小。单井产能低一直是中国实现煤层气产业化的主要障碍,2004年以来,通过羽状水平井等技术的引进和探索,煤层气的开发利用也

表1 青藏高原诸盆地油气资源评价结果

Table 1 Results of evaluation of oil and gas resources in sedimentary basins on the Qinghai-Tibet Plateau

盆地名称	石油远景资源量/10 ⁸ t	石油地质资源量/10 ⁸ t	天然气远景资源量/10 ⁸ m ³	天然气地质资源量/10 ⁸ m ³
羌塘	84.73	50.95	12113.16	6104.4
措勤	21.8	11.04	4461.45	2272.89
伦北	4.3	2.23	1485.34	1188.83
伦坡拉	1.35	0.68		
比如			4162.91	2124.81
昌都			5111.98	4192.41
岗巴—定日			1094.81	895.66
拉萨			180.82	145.35
合计	112.18	64.9	28610.47	16924.35

① 门相勇,等.全国中小型盆地石油地质综合研究及评价优选(内部报告).2003.

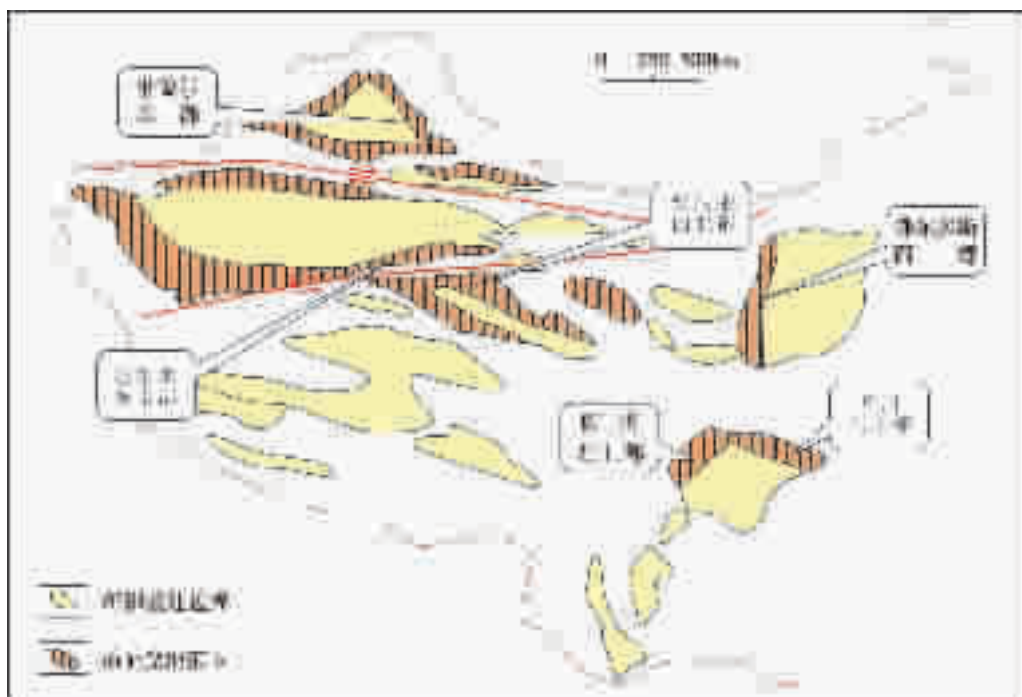


图1 中国中、西部前陆盆地及战略选区重点目标分布示意图

Fig.1 Distribution of foreland basins in central and western China and important targets of select strategic areas

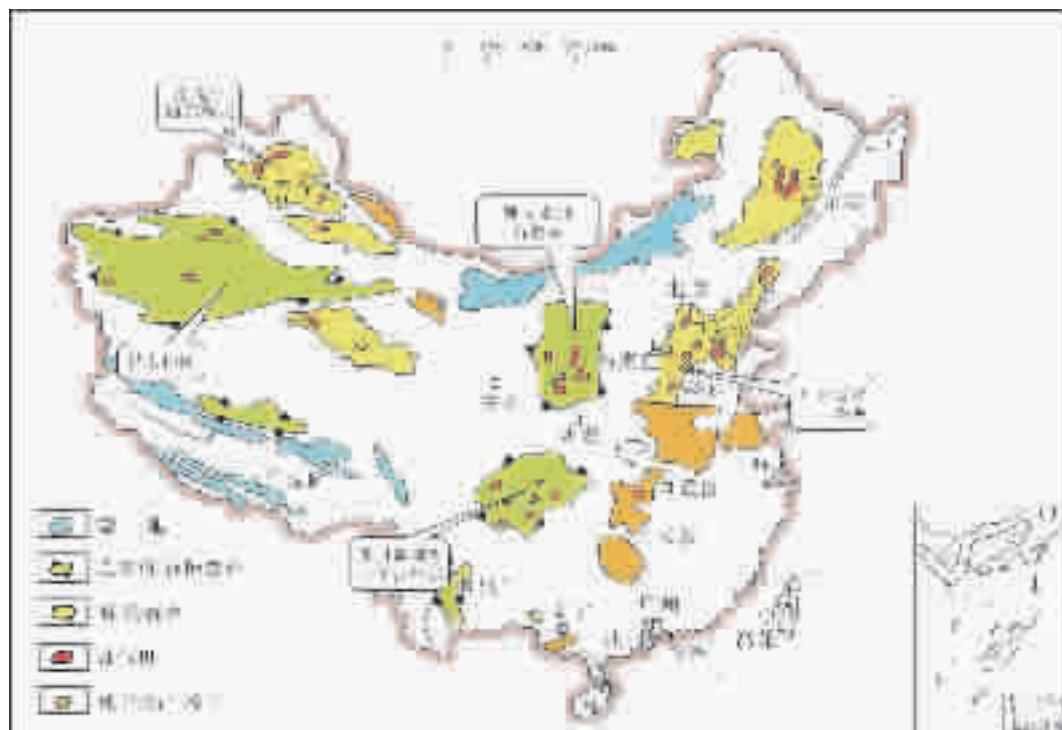


图2 中国陆上叠合盆地类型与战略选区重点目标分布示意图(据赵文智,2004)

Fig.2 Types of onshore superimposed basins of China and distribution of important targets of select strategic areas

出现了一些可喜的苗头,在沁水盆地初步实现了产能突破,单井日产煤层气超过 $2 \times 10^4 \text{m}^3$;在抚顺煤矿,油页岩作为煤矿开采的副产品,年产页岩油达 $12 \times 10^4 \text{t}$,而且具有一定的经济效益。

随着常规油气供需矛盾的日益加剧和原油价格的居高不下,非常规油气的规模开发利用已开始引起重视。相信随着投入的加大和技术水平的提高,非常规油气资源将逐渐实现规模开发,从而成为中国中长期重要的接替能源。

3 结论与建议

(1)虽然经历长期勘探,中国石油仍具有丰富的待发现油气资源条件,但面临着油气资源品位不断下降、地表条件日趋恶劣的严峻形势,勘探难度越来越大。在此形势下,政府部门开展战略选区等公益性的勘探前期工作具有重要意义。

(2)中国陆上未来战略选区主要有五大领域:前陆盆地、叠合盆地中下组合、青藏高原、中小型盆地和非常规油气。这几个勘探领域都有良好的资源条件,具有多个战略目标,勘探程度很低,适于开展战略选区工作。

(3)建议今后战略选区工作要体现出如下原则:战略

性——项目选择要立足重大接替领域;前瞻性——突出超前储备资源与技术,如非常规油气资源;基础性——着眼解决地质理论与关键技术,如深部优质储层形成机理、复杂构造地震成像技术等;风险性——探索高风险目标,寻求重大发现。

致谢:在本文的完成过程中,得到了中国石油勘探开发研究院赵文智副院长、邹才能副总地质师、胡素云所长和董大中主任的指导和帮助,在此深表感谢!

参考文献:

- [1]贾成造,何登发,雷振宇,等.前陆冲断带油气勘探[M].北京:石油工业出版社,2000.107-142.
- [2]赵文智,张光亚,何海清,等.中国海相油气地质与叠合含油气盆地[M].北京:地质出版社,2002.277-302.
- [3]赵文智,张光亚,王红军,等.中国叠合含油气盆地石油地质基本特征与研究方法[J].石油勘探与开发,2003,30(2):1-8.
- [4]赵政璋,李永铁,叶和飞,等.青藏高原海相烃源岩的油气生成[M].北京:科学出版社,2000.1-42.
- [5]赵庆波.煤层气地质与勘探技术[M].北京:石油工业出版社,1999.5-12.