

文章编号: 1009-3850(2002)03-0001-05

# 中国油气勘探形势和评价

## ——“21 世纪中国油气勘探国际研讨会”综述

许效松

(成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082)

**摘要:** 在今年 5 月份召开的“21 世纪中国油气勘探国际研讨会”上, 中国三大石油公司及国外石油机构等方面的代表集中探讨了中国油气勘探形势、前景和勘探的热点, 以及全球油气资源分布与人口、环境等方面的问题。中国三大石油公司近年来油气资源总量大幅度增长, 不断向新地区、新盆地和新层系延伸, 并在实践中总结出“构造脊运移”理论。借鉴对外合作经验, 石油勘探应按照新区、未成熟区和成熟区 3 种类型, 分别建立科学的评价方法, 油气资源评价关键在于建立地质-经济动态评价模型。文中还介绍了西方石油公司的资源评价方法, 在全球优选具规模效益的富集区, 精细勘探, 降低勘探风险, 获取高回报。

**关键词:** 石油勘探; 形势; 评价方法; 中国

**中图分类号:** TE132.1      **文献标识码:** A

由中国工程院、环太平洋能源与矿产资源理事会和中国石油学会主办的“21 世纪中国油气勘探国际研讨会”于 2002 年 5 月中旬在杭州召开。出席会议的代表近 400 人, 论文约 200 篇。国外代表共 58 人, 分别来自美国、英国、加拿大、澳大利亚、俄罗斯、法国和日本, 以及外国石油公司驻华机构的代表。出席会议的国内代表以中国石油天然气集团公司、中国石油化工集团公司和中国海洋石油总公司的专家为主, 还有大专院校、科研单位和国土资源部的代表。中国工程院宋健院长出席开幕式并讲话, 环太平洋能源与矿产资源理事会主席 David Howell 和美国石油地质学家协会(AAPG)地学部主任 John B. Thomas 出席会议并作专题发言。

会议中心议题为中国油气勘探形势、前景和勘探的热点。国外代表的发言, 仅就全球油气资源分布与人口、环境等方面作了论述。我国三大石油公

司向大会介绍了各公司所属范围的勘探现状、近几年的新发现和勘探前景。

### 1 近期我国油气资源潜力、勘探形势和方向

#### 1. 中国石油天然气集团公司

中国石油天然气公司近年有四大发现, 资源量有大幅度增长。

(1) 渤海海域为新构造运动控制的浅层晚期成藏的油田群, 上第三系目的层深度为 920 ~ 1600m, 石油地质储量超过 17.2 亿吨。

(2) 我国中西部地区山前冲断带油气勘探取得重大突破。祁连山山前冲断带的青西凹陷为超亿吨级的大油田, 单井日产 200 吨, 含油面积不断扩大; 天山库车山前冲断带气田储量 2840 亿立方米, 有迪那 1、迪那 2、大北 1 气田和却勒油田。除此之外, 准噶

尔南缘、塔西南和龙门山前获工业油气流。

(3)塔里木轮南隆起奥陶系超亿吨大油田, 含油面积达 $400\text{km}^2$ , 储量达5亿吨。东部为凝析气藏, 向西为常规油气藏与重质黑油藏, 高产、低产相间出现。

(4)天然气勘探有突破性进展, 全国总资源量3万亿立方米, 形成塔里木库车、鄂尔多斯和四川盆地三大富集区和三大发现。富集区气田的特点: 一是气田储量大、单井产量高, 如川东罗家寨气田, 单井日产50万~60万立方米; 苏里格探明储量6000亿立方米, 单井日产20万立方米, 是当前中国最大的气田。二是气藏类型既有构造圈闭又有大面积岩性圈闭。三是资源远景广阔(表1)。

## 2. 中国石油化工集团公司

中国石化集团自1998年重组以来, 不断向新地区、新盆地和新层系延伸, 在16个巨大盆地中均有勘探区块和勘探权, 区块由239个增加到422个, 油气总资源量有大幅度增长(表2)。

“十·五”期间, 中石化集团的战略为“稳定东部、发展西部、准备南方、油气并重”。

东部老区包括东营、沾化、车镇、惠民、东濮、泌阳、南阳、高邮、金湖、潜江和江陵11个富油凹陷, 除此还有胜利滩海(埕岛, 第三系)。

西部区块以塔河和焉耆盆地为主, 力争在塔中围斜和准噶尔盆地的中部、南缘、北缘有突破。

南方探区资源潜力大但勘探程度低, 以渝东、鄂西、川东北为主, 整体评价苏北。

天然气区主要有川西坳陷、鄂尔多斯盆地、东海西湖凹陷和东濮凹陷等5个区块, 2001年底探明储

量已达3.412亿立方米, 力争新增储量达2250亿~2950亿立方米。

## 3. 中国海洋石油总公司

自1982年成立中国海洋石油总公司以来, 在渤海(油田)、珠江口(油田)、琼东南和莺歌海(高温超压气田)等处勘探。至2000年底, 海洋石油共钻了456口预探井和256口评价井, 含油气构造162个, 共探明石油储量14亿吨、天然气2800亿立方米。目前投入生产的油田有25个, 年产油1000万吨、油气产量达1600万吨油当量; 2001年产油1800万吨、产气43亿立方米。

海洋油气工业的飞速发展, 取决于有两个重要新观念和新理论:

其一, 渤海海域上第三系浅层、晚期成藏新观念。渤海油气勘探始于上世纪60年代, 以下第三系和古潜山为目的层, 长期无大的突破。80年代在辽东湾发现锦州20-2凝析油气田和绥中36-1大油田, 但与周边陆地相比极不相称, 外国公司也相继退出。后认识到渤海湾在早第三纪裂陷, 沉积中心向海域推移, 因而烃源岩在时空上的分布与沉积中心迁移耦合, 形成不同的凹陷和含油气系统。新构造运动造成生烃成藏时间晚, 目的层为上第三系, 从而在1995年后发现秦皇岛32-6、蓬莱19-3、渤中25-1等10个大中型油气田, 累计储量20亿吨油当量, 为2005年渤海年产原油2000万吨打下物质基础。

其二, 珠江口盆地于70年代开始勘探, 80年代与对外合作中在生油凹陷内或附近找到一批油田(文昌19-1、惠州21-1)。实践中总结出油气沿着构造脊作长距离运移, 并上升为理论。

表1 中国石油天然气集团公司天然气三大富集区资源远景

Table 1 Oil and gas reserves in three oil and gas fields explored by the China National Petroleum Corporation (CNPC)

油 气 田	面积/ $\text{km}^2$	石油资源量/t	天然气资源量/ $\text{m}^3$	
库 车	$4.3 \times 10^4$	$4.1 \times 10^8$	$2.2 \times 10^{12}$	已发现60多个圈闭
鄂尔多斯	$1.5 \times 10^5$		$8.4 \times 10^{12}$	
川东 $T_1$	$3.75 \times 10^3$		$1.6 \times 10^{12}$	鲕粒滩厚度大于10m的面积 $2045\text{km}^2$

表2 中国石油化工集团公司2000年油气资源量

Table 2 Oil and gas reserves in 2000 explored by the China Petrochemical Corporation (SINOPEC)

	面积/ $\text{km}^2$	天 然 气		石 油	
		资源量/ $\text{m}^3$	探明储量/ $\text{m}^3$	资源量/t	探明储量/t
区块422个	$5.102 \times 10^5$	$1.55 \times 10^{13}$	$2.99 \times 10^{11}$	$2.45 \times 10^{10}$	$5.26 \times 10^9$
探明程度			21.5%		1.9%
十五计划			新增 $2.25 \times 10^{11}$		

“构造脊运移”理论,指油气从烃源岩分离至疏导体中的运移路径,沿着构造脊状隆起的最高部位有长距离运移,从而发现珠江口中新生代盆地“系列油田群”,如东沙隆起流花11-1亿吨级大油田。油田群累计探明石油地质储量约5亿吨,产量达1000万吨以上,为目前我国海上最重要的石油产地。

## 2 关于建立地质-经济动态评价方法的探讨

勘探和开发油气资源是一项高风险、高技术、高投入和高回报的商业经济活动,借鉴中国石油对外合作的经验,可分为新区、未成熟区和成熟区3种类别,分别建立科学的评价方法。

油气资源评价流程大体为3个步骤:大区域盆地分析和盆地模拟;含油气系统和成藏组合区带评价;有利成藏层系和勘探目标优选。其中的关键在于通过资料处理、专题分析和多学科的综合评价,即地质评价和经济评价,建立地质-经济评价模型(动态评价系统),包括评价油气田规模分布、发现概率和商业价值,逐级风险评价,优选勘探机会和勘探目标。

### 1. 地质评价

地质评价,不仅要建立概念和模型,重要的是提高模型的预测能力。其程序包括以下7个方面:(1)以板块构造观点研究区域地质特征;(2)通过研究生油岩分布、有机质热演化模型,对生油岩进行评价和油气源对比,建立含油气系统;(3)建立构造解释模型;(4)在分析沉积相的基础上,研究储集层分布规律和物性特征;(5)烃源岩和盖层演化特征,模拟油气运移模式和方向,确定有利聚集区;(6)以含油气系统理论为指导,对成藏组合区带进行资源潜力分析;(7)优选靠近成熟油源区的有利成藏层系、识别圈闭类型和

优选排队,确定钻探目标。

多学科的综合分析和地质评价是油气勘探的关键,对不同区块均遵守这一规则。从表3可以看出在3类地区中,地质技术指标均强调盆地分析和成藏组合类比研究。

### 2. 油气资源经济评价

经济评价以静态(未贴现)和动态(贴现)有关的经济指标,评价优选勘探目标。静态需作出3个方面的评价:(1)经营整个项目期间每年净现金流的总额;(2)现金流出最大累计金额;(3)收回全部现金支出的时间。动态指标包括净现值和盈利率。经济评价无论是在新区还是老区,贯穿油气勘探、开发活动的始终。

### 3. 蒙特卡洛模拟技术

蒙特卡洛模拟是一种表示资源-经济风险和储量与经济效益的直观图表,西方石油公司普遍采用该模拟方法进行综合评价。从储量计算的参数选择、可采储量计算经济效益预测等,全面反映可能出现的资源和经济风险,确定各因素的概率分布,以利于科学决策。

## 3 西方石油公司资源评价方法

西方石油公司在北美和海外的勘探开发项目评价标准有很大差别,埃克森公司通过地质-经济评价模型在全球选出9%的盆地和5%的成藏组合,以这样小的比例却拥有世界32%的资源,其中28%资源分布在新的成藏组合区带,4%为已勘探区的新成藏层系。该公司与BP公司自1995年以来,可采储量连年上升,而成本却不断降低,其成功的关键在于全球优选具有规模效益的油气富集区、有效的评价方法和可行的勘探策略。他们对中国油气评价方法,很值得我国油气勘探借鉴。

表3 勘探阶段与油气资源评价关系

Table 3 The relationship between exploration stages and resources assessment

勘探阶段	新区		未成熟区	成熟区	
	早期	晚期		早期	晚期
地震	区域性	2D	2D和3D	大量2D	大量3D
钻井	无	少量	数十口	大量	大量
发现	无	无	有	许多	大量
生产	无	无	有	增加	下降
技术指标	综合盆地分析			有利成藏组合层系	详细油田研究
评价方法	成藏组合类比区带评价		有利成藏组合层系评价,远景圈闭勘探目标评价		

据埃克森公司(1995)简化

### 1. 埃克森公司对塔里木盆地评价

埃克森公司 1998 年对塔里木盆地按地质和经济评价方法完成油气资源评价,特别是对油气源和成藏组合区带上作了详细的评价,主要包括 5 个方面:

(1) 建立盆地的热成熟模型。据测井的地层温度和烃源岩热演化数据,建立盆地内温度与深度关系和不同区块烃源岩热成熟 3 种模型——高热流、中热流和低热流,对塔中和巴楚作正、反两方面的评价。

(2) 生油岩分布。以常规烃源岩有机碳、39 口井的地化  $\Delta\text{LogR}$  分析,建立地化剖面;结合烃源岩的时空分布、厚度、生油岩顶部构造图、区域古地理、沉积相和热解分析等,圈出烃源岩的平面分布特征和有机质类型,得出不同层段富含有机质的厚度和分布。

(3) 生油岩评价。依据上述两项,对有效烃源岩进行生烃潜力评价。利用 IOM(有机质成熟度水平)值划出成熟油区、成熟气区和过成熟区。确定塔盆有寒武—奥陶系、石炭—三叠系、三叠—侏罗系 3 套烃源岩和生烃史。

奥陶系生烃史较长,满加尔坳陷始于晚古生代,侏罗纪为塔北南部和塔中圈闭注烃,塔北的西部处于生油窗内;石炭系在中生代晚期为生油期,巴楚隆起两翼处于生油窗;三叠系非海相烃源岩第三纪生油窗,成熟过程与库车和塔西南坳陷沉积中心迁移而演变。

(4) 油气运移。预测油气从成熟、运移到可能达到的地区。埃克森认为,中西部油气运移最长的距离为 60km(准噶尔盆地)。塔盆奥陶系潜在生油岩的油气有达到全盆的可能性;石炭和系三叠系的生油层分布局限,不能运移至巴楚隆起;三叠系湖相泥气源局限在库车、阿瓦提和塔西南。

对塔中隆起整个油气窗和古运移的模拟认为,塔中油气聚集来自源岩注烃和石炭系疏导层内的侧向运移,并通过局部的横穿地层运移成藏。上奥陶统一志留系内的侧向运移,使油气汇集于穿层运移最有效的地带,并与实际吻合。中上奥陶统烃源区,生油高峰在 144Ma 之前,顶峰期间聚集在塔中 4 和塔中 1 圈闭中。由上述对油气运移时间、高质量原岩分布和古泄油区评价认为,塔中隆起的中央地带圈闭注烃具较大的风险。

(5) 成藏组合区带油气潜力评价。潜力评价的根本是油气成藏要素的匹配研究。首要是据构造图

划分成藏区带和含油气系统;其次是完成各种成藏要素的综合图件,如油气和显示、储层质量和分布、地震解释、圈定生油岩范围和生烃潜量、盖层分布和质量、确定生油气区和运移路径。

### 2. 埃克森-美孚对库车地区天然气储量评价

2000 年 1 月埃克森-美孚公司与中国对外合作经理部联合研究库车地区天然气资源潜力评价(已开发和未开发),包括克依、秋立塔格西段、羊塔克、英买 7 和玉东 2 等。研究工作分为构造分析、已发现和未发现气田的储量评价。

库车构造模型是通过地面地质图、地震剖面、卫星照片,并综合地层走向、倾角、地层接触和断层边界等建立。已发现气田的储量评价是在大量地震解释、石油地质条件和测井资料处理的基础上,应用概率法计算,特别是储层质量、厚度和净毛比。对待开发区的概率法估算,要考虑各种要素的可信度,计算结果(表 4)与中方计算相同。

表 4 埃克森-美孚公司对库车坳陷资源评价  
Table 4 Resources assessment made by Exxon-Mobile for the Kuqa depression, Xinjiang

	天然气储量/ $\text{m}^3$	石油地质储量/ $\text{m}^3$
已发现区	$(2.75 \sim 3.95) \times 10^{11}$	
克拉 2 号	$(2.05 \sim 2.80) \times 10^{11}$	
具勘探潜力圈闭区	$3.25 \times 10^{11}$	$1.28 \times 10^8$

### 3. BP 公司对塔里木盆地东南部油气资源评价

BP 公司 1993 年在塔东南 5 个区块进行初步地质和经济评价,预测其成藏组合的潜在可采储量达不到 3500 万吨,单井日产量达不到 140 吨。出于商业价值和战略考虑,只对 T4 区进行物探,结果验证了初步地质评价,从而放弃了该区块。

### 4. 壳牌对鄂尔多斯盆地长北项目油气资源评价

鄂尔多斯长北是典型的“低孔、低渗、低产”气田,壳牌公司对二叠系河流相砂体沉积提出“阻流带”概念,对储层模拟采用 DUPLO 新技术方法(即一个模型块特征),在有足够井的地区建立 8 个具体的储层模型。气田模型的建立,先通过一个由充填面积大小不同的模型块,若干模型群区块组成全气田的模型。

在形成探明储量的概率分布时,考虑内切河谷宽度的不确定性,对主力石英砂岩储层建立低值、基值和高值统计模型,并用动态模拟方法和关键参数,确定可采储量,得出在项目合同期 30 年内可采出 352 亿、456 亿和 590 亿立方米天然气,与国家储委

批准的储量一致。

#### 4 结语

从上述各公司与我国油气勘探合作实例可看出,西方石油公司评价油气资源和勘探策略是,在全球优选具规模效益的富集区,精细的勘探,降低勘探风险和获取高回报,可采储量逐年上升、成本不断降低,是以商业活动和经济实效为目标。

值得借鉴的是油气资源评价流程系统,在地质评价和经济评价中,强调地质评价是经济评价的关键。由多学科组成的综合研究组,充分收集所有资料,利用地质和地球物理资料、深入研究含油气系统和成藏组合区带评价、优化数据库。在各专题研究的基础上,建立地质-经济评价模型,决定勘探开发策略。

## Present and future of petroleum exploration in China: An overview of the “International Symposium on Chinese Petroleum Exploration in 21st Century”

XU Xiao-song

(*Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China*)

**Abstract:** The International Symposium on Chinese Petroleum Exploration in 21st Century held in Hangzhou, Zhejiang Province on May 14-17, 2002 has drawn extensive attention from the petroleum communities both at home and abroad. The Symposium focused on China's oil and gas exploration prospects and targets in the new millennium as well as the other issues such as the relationship between the distribution of global oil and gas resources and world's populations and environments. The total amounts of oil and gas resources have increased steadily by a big margin in recent years in China. Future exploration will be directed to new petroleum provinces, new basins and new stratigraphic sequences and series. The scientific techniques for oil and gas assessment will be put forward, referenced to the foreign experiences, to apply to various regions including frontiers, immature and mature regions. The key of the resources assessments is to establish a new dynamic geo-economic evaluation system through data processing, specific studies and comprehensive evaluation of the reserves, risks and commercial values at a lower cost for promotion of the development of oil and gas industry in the world. To pick out the favourable prospects depends heavily on the establishment of geological concept and modeling and the prediction of the modeling. The procedure involves tectonic basin analysis and simulation, hydrocarbon system studies, fair play evaluation, favourable horizon identification and prospect screening.

**Key words:** petroleum exploration; situation; techniques for assessment; China