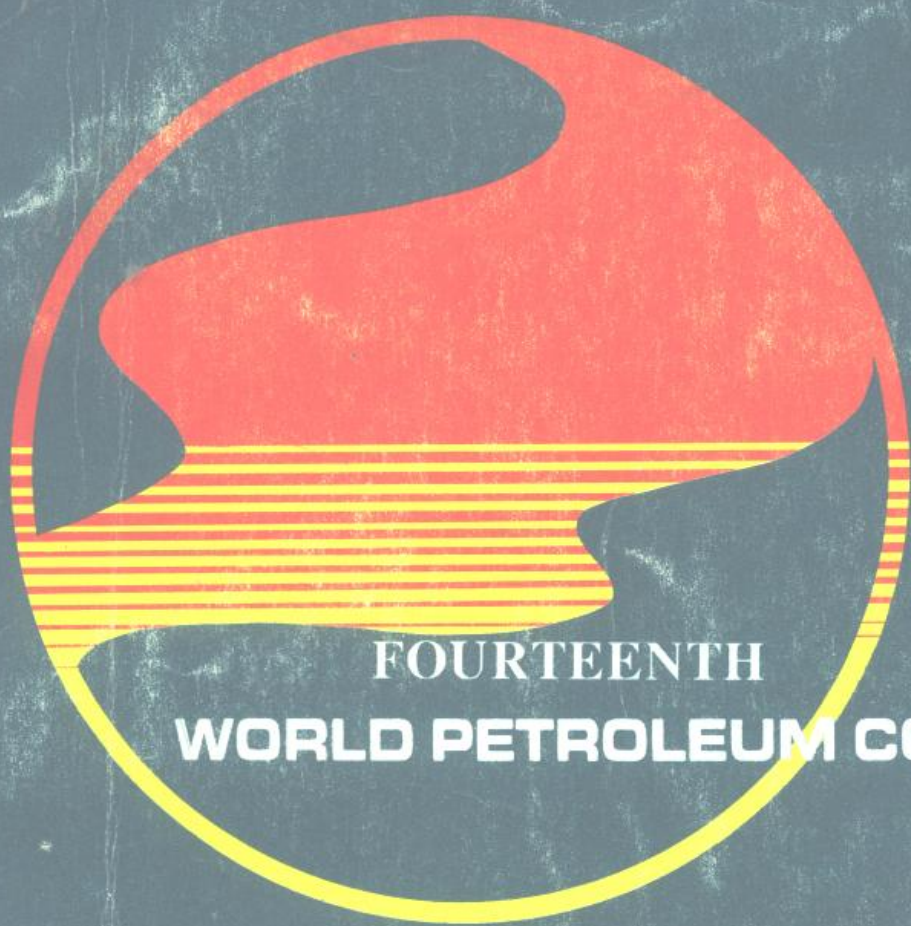




FOURTEENTH
WORLD PETROLEUM CONGRESS

第十四届世界石油大会
科技综合报告

中国石油天然气总公司
石油勘探开发科学研究院

目 录

第一章	第十四届世界石油大会概况	(1)
第二章	石油天然气资源与勘探	(3)
第三章	钻井新技术	(20)
第四章	勘探与开发相结合,提高一次采收率	(45)
第五章	提高采收率及稠油开采	(61)
第六章	天然气的加工与利用	(98)
第七章	石油与天然气的储运	(109)

第一章 第十四届世界石油大会概况

第十四届世界石油大会(14th World Petroleum Congress)于1994年5月29日至6月1日在挪威斯塔万格市(Stavanger)召开。遵循世界石油大会(WPC)的章程、本届大会贯彻WPC的宗旨“促进世界范围的石油科学和技术、为增强石油工业贡献力量。通过召开世界大会、在全世界石油科学工作者、技术人员及管理人员中交流科技信息和知识,探讨经济、财政和管理的有关事宜”。基于当前世界石油工业的势态、本届大会的主题口号是“在世界经济继续增长的今天,石油工业面临的机遇和挑战。”根据这一主题,WPC科学规划委员会(SPC)对本届大会的学术活动作了如下安排:

一、大会报告

(一)“自全球角度谈挪威的油气工业”,报告人为挪威总理、联合国环境和发展委员会主席 G. H. Brundtland。

(二)“美国的石油和天然气”,报告人为美国 Conoco 公司总裁及首席执行官、Du Pont 公司副总裁 C. S. Nicandros。

(三)“俄罗斯的石油与天然气”,报告人为俄罗斯石油公司总裁 A. E. Putilov。

(四)“石油输出国”,报告人为石油输出国组织(OPEC)秘书长 Subroto。

(五)“2100 年国际能源展望”,报告人为世界能源委员会副秘书长 M. Jefferson。

(六)“工业体系内部关系的改变”,报告人为法国 Total 公司总裁和首席执行官 S. Tchuruk。

(七)“石油工业的财政金融”,报告人为日本 Citicorp 城市银行集团执行副总裁 M. Yashiro

(八)“汽车工业”,报告人为 Mercedes-奔驰 AG 公司总裁 H. Werner。

(九)“在不断变化发展的世界中石油工业今后的主要动向”,报告人为英荷壳牌公司前任首席执行官 P. Holmes。

二、分组报告及张贴报告

第十四届世界石油大会共有9个分组会同时进行,大多数分组又再分成若干小组,因而共有23个小组。有些小组宣读的论文还包括综述及预测性文章。除论文宣读外,各分组大多还有张贴报告的展示、讲解及讨论。鉴于中国石油天然气总公司石油工业出版社和石油信息研究所正在组织论文集的中译本出版发行,在此仅对分组的概况予以扼要介绍:

(一)勘探(再分成3个小)

1. 战略性盆地全面勘探:论文6篇、张贴报告5篇。
2. 详尽区域勘探:论文6篇、张贴报告12篇。
3. 俄罗斯的石油资源及法规(宣读综述及预测性论文):论文1篇。

(二)开发(再分成5个小组)

1. 钻井新技术:论文6篇、张贴报告5篇。
2. 勘探与开发一体化提高一次采油采收率:论文7篇、张贴报告7篇。

3. 边缘海上油田—开发海上和极地油田的技术; 论文 6 篇、张贴报告 2 篇。

4. 提高采收率及重油问题; 论文 6 篇、张贴报告 7 篇。

5. 新的评价手段和方法; 论文 1 篇、张贴报告 1 篇。

(三) 下游加工(再分成 4 个小组)

1. 环境保护对炼油工艺的影响; 论文 5 篇、张贴报告 5 篇

2. 新型燃料和润滑剂; 论文 5 篇、张贴报告 3 篇

3. 石油化工产品; 论文 4 篇、张贴报告 4 篇

4. 超重质原油与天然沥青(包括宣读综述及预测性论文); 论文 2 篇、张贴报告 3 篇。

(四) 天然气(再分成 2 个小组)

1. 天然气加工; 论文 5 篇、张贴报告 5 篇。

2. 天然气应用(宣读综述及预测性论文); 论文 1 篇。

(五) 储量(再分成 2 个小组)

1. 储量; 论文 5 篇、张贴报告 2 篇。

2. 供应与需求; 论文 5 篇。

(六) 环境保护(再分成 2 个小组)

1. 环境保护; 论文 5 篇、张贴报告 8 篇、WPC 环境委员会特别工作组报告 2 篇。

2. 安全(宣读评述及预测性论文); 论文 1 篇、张贴报告 1 篇。

(七) 商务/管理

1. 资金筹措、税收及风险评估; 论文 5 篇、并有小型讨论会。

2. 环太平洋区域的开发(宣读评述及预测性论文); 论文 1 篇。

(八) 研究; 论文 5 篇、张贴报告 3 篇。

(九) 储运(再分成 2 个小组)

1. 储运; 论文 6 篇、张贴报告 1 篇

2. 部长讨论会; 主题为“国家及区域性能源政策”

三、我国代表参加学术活动情况

本届大会、我国代表中有 1 人担任小组会主席、2 人担任小组会第一副主席。我国在小组会上宣读论文 3 篇、发表张贴报告 4 篇。

(陈立滇)

第二章 石油天然气资源与勘探

本届世界石油大会在油气资源的勘探方面与过去相比没有突出的变化,近年油气储量仍在稳定增长,油气资源分布的大格局没有新改变,新的大油气田发现很少,新区勘探都是在比较复杂的地质和地理条件下进行。较稳定的低油价的大背景上资源储量的增长主要是勘探科技进步带来的结果,运用各种技术进行研究和勘探,更加成熟更加完善,在平稳较低油价的情况下,勘探油气更加强调降低成本,减少风险,提高勘探成功率。本届世界石油大会无论是盆地勘探或是目标勘探,无论是新区勘探,还是老区精细勘探都特别强调综合研究和综合使用各项技术,以最少工作量,取得最大的经济效益。当前,油气综合研究是勘探中的大趋势。

一、世界石油天然气资源现状分析

世界石油天然气资源在本届石油大会资源分组会上作了专题讨论,美国 C. C. Masters 等作了世界资源的报告。在俄国油气资源专场报告会上,克雷洛夫作了俄国油气资源报告。

(一)世界石油天然气资源总状况

1. 世界常规油气资源

世界常规最终石油可采资源为 23000 亿桶(约 3700 亿方),常规天然气资源为 12000 万亿立方英尺(约为 340 万亿方),按热当量计算石油与天然气资源总量非常接近。部分专家认为天然气总资源量偏低,因为气的生成机遇非常广泛,同时石油在继续热演化中亦可向气的方向转化。但也考虑对气及气藏的封闭性要求是极为严格的,因此很难对气作出更高的评价。

已探明的常规油气资源,由于所获得的各国的各种文献报告与资料、储量分类标准以及计算方法的不同,确定全世界油气资源总量是有难度的。尽可能得出西方国家认为具有商业开采价值的经济可采储量值,成为世界统一的油气资源与储量值。全世界油气储量与资源数值可能包括比例不大的一部分效率很低的储量,即在现今经济技术条件下,不具备开采的储量,也包括一小部分重油资源和储量。尽管在资源、储量分类、计算方法等方面世界上有所差别以及资料文献方面的一些问题,但世界油气资源和储量总的分类和数量,仍具有 90% 以上的数值可以作为基本数值加以确定,即仍具有重要的参考意义。

在石油总的资源中,已采出 6990 亿桶,即 1111.28 亿方;现已确认的剩余可采储量(包括探明的、控制的和见油后预测的累计总和)为 11030 亿桶,即 1753.5 亿方;待发现的石油资源 4700 亿桶,即 747.2 亿方。在天然气总的资源中已采出 1750 万亿立方英尺(50 亿方),现已确认的剩余探明储量为 5140 万亿立方英尺(145.6 万亿方),待发现的天然气资源为 4681 万亿立方英尺(132.6 万亿方)。在 14 届世界石油大会资源分组会议公布的中国石油天然气资源是:最终可采石油资源为 839 亿桶,即 133.5 亿方,至 1992 年底已采出 169 亿桶,即 26.86 亿方;1992 年年产量 11 亿桶,即 1.748 亿方;目前探明石油剩余可采储量 366 亿桶,即 58.2 亿方,总的探明石油原始可采储量 534 亿桶,即 84.9 亿方;待发现石油储量为 48.5 亿方。最终可采天然气资源为 227 亿立方英尺,即 6.43 万亿方;至 1992 年年产量为

0.5万亿立方英尺,即141.6亿方;目前探明天然气剩余可采储量为38.9万亿立方英尺,即1.0835万亿方;总的探明天然气原始可采储量为54.1万亿立方英尺,即1.532万亿方,待探明的可采储量为172.9万亿立方英尺,即4.898万亿方。对中国石油天然气资源量的预测都较国内有关部门预测的低。

全世界各大洲和各国的石油天然气最终可采资源、累计开采量、年产量、原始探明储量、剩余可采储量和待发现储量资源见表I、表II。

2. 世界非常规油气资源颇为丰富

仅加拿大西部和委内瑞拉的奥尼诺科区带为主的西半球沥青和超重油可采储量资源就达5970亿桶(约950亿方),约等于中东现今的探明石油储量,潜力巨大,但在当前经济技术条件下,开采生产价格昂贵,从经济角度讲,现阶段绝大部分储量资源尚不是现实的和广泛可利用的。

(二)世界石油天然气资源的分布特点

中东、北美和原苏联仍占世界石油资源的75%以上,石油资源分布受北纬30°至赤道的古气候带控制,这是最基本的因素,它有利于形成生油岩、碳酸盐岩储量和盐盖层、所形成的古区域控制学说说明古特提斯域是世界发现油气的最主要地区,位于古生代赤道附近的板块一般都具有丰富的石油或天然气,特提斯域以北的北方域(北方古气候生物带)为具世界第二大油气资源分布区带,而南冈瓦纳大陆位于很高的纬度区域油气生成远景很小。按古区域控制学说,古特提斯域占世界油气资源的68%,北方古气候带(Boreal)占世界油气资源的23%,南冈瓦纳域占4%,古太平洋域占5%。按古区域控制学说还希望说明在一些时代如侏罗纪不管中纬度或高纬度区域古气候是温暖的,这对于位于高纬度的北海、西西伯利亚以及可能的北极圈内一些盆地发育生油岩系是非常有利的。

古区域控制学说是以油气发生受古地理环境约束,全球大部分大陆块位于古特提斯域或北方域,因此大都具有良好的广泛的石油地质条件。

(三)待发现常规油气资源分布的分析

大多数研究都认为今后世界总石油资源分布格局是不会变的,大部分待发现天然气资源仍将位于原苏联地区。

近期新的油气远景区如下:包括委内瑞拉和哥伦比亚等在内的南美安迪斯褶皱系盆地石油勘探将有新的进展;世界深部钻探将会有更多天然气的发现;深水钻探如坎普斯、墨西哥湾等深水沉积盆地通过高技术发展将继续取得新成果;巴西海岸、非洲西海岸、尼日利亚与安哥拉之间应进一步加深勘探。

美国墨西哥湾深水钻探在盐层以下的侏罗系地层发现石油,这是新的勘探领域,这对世界深水沉积目的层钻探具有很大意义。由于成本很高、生油岩高成熟和井下高温带来的风险是很大的,应当考虑市场条件和效益。

沙特阿拉伯利雅得城以南在古生界地层发现油气,要继续进行评价与钻探。

俄国的巴伦支海和喀拉海海域天然气有很大的发现,这里有巨大的天然气资源,具有世界级的潜力。

西欧英国与挪威的北海地区、澳大利亚西北海岸的一些地区将会有新的发现,它们都位于古特提斯域的范围及其附近。

东南亚和中国东部的第三系断陷,用三维地震进行新一轮的勘探,发现许多新的油气圈闭,将继续有新的发现。

近期最大的石油发现仍是位于哈萨克斯坦的南里海盆地,油田的规模可与西西伯利亚盆地相比,可达 200 亿桶(约 32 亿方)级的油田。乌兹别克斯坦的费尔干纳小盆地是油气富集的盆地,是有潜力的。

非洲西海岸的尼日利亚、南亚的巴基斯坦与印度、中东的叙利亚与也门都是有油气远景和具潜力的地区。

地中海在中新世盐层以下,有很厚的沉积地层,具有一定的油气潜力,预测石油资源为 25 亿桶(3.97 亿方),天然气资源为 3640 亿立方英尺(10.3 万亿方),但由于深水勘探成本很高和低油价,进行的勘探工作量很少,对其认识与了解也很少。

(四)俄罗斯油气资源现状和远景

1. 本届世界石油大会举办了俄罗斯油气资源专场会议,俄国专家作了主旨报告,认为俄罗斯或原苏联是世界油气资源最丰富的国家,整体而言,可能位于中东之后最丰富的。目前探明的油气储量只是整个资源的一部分,待发现的油气资源占 85%,主要位于西西伯利亚、东西伯利亚、北极盆地和西太平洋大陆架。

原苏联或俄罗斯成为世界最大石油天然气生产国,主要是依靠二个大的油气区,即伏尔加和西西伯利亚地区,已探明储量西西伯利亚为 73.6%,伏尔加地区占 15.3%,吉曼—别秋尔地区占 6.8%,东西伯利亚占 2%,其他地区占 1%,现有探明储量主要是在 50~80 年代近 30 年积极勘探活动累加的结果。

2. 俄国或原苏联石油资源及储量非常丰富,而产量近年急剧下降,这一世人关心的问题,俄国专家作如下分析:

(1) 1986—1987 年原苏联石油年产量达 6.24 亿吨最高值,其中俄罗斯为 5.69 亿吨,至 1992 年原苏联石油年产量已降至 3.93 亿吨,其中俄罗斯为 3.4 亿吨。年产量大幅度下降不能解释为资源和储量的枯竭,而是产量增长幅度大高于储量的增长幅度。

(2) 支撑产量构成的主力巨型油田产量下降是决定性的,如萨玛特洛尔油田从开发初期 1970 年到 1990 年产量已下降了 65%,罗马什金油田这一时期下降了 85%,平均单井产量 1970 年—1990 年由 150t/日下降到 19t/日,目前停产或失效井已达 27500 口。因此在西西伯利亚新投入储量的 55%用于弥补产量的递减。而且老油田层间矛盾得不到调整,开发效率降低,如萨玛特洛尔油田,已采出储量的 65%,但部分主力层已采出 92%,部分层只采出 2.4%,油田开发调整工作量很大。

(3) 近期新发现储量、低效低产的储量比例有很大的增加,如低产储量、小于 50 毫达西的低渗油藏,大于 30CP 的稠油油藏,小于 2 米单层厚度油层,石油低效储量在最近 30 年不断增加,在西西伯利亚地区已占总探明储量的 50%以上。新发现的油田规模也越来越小,在西西伯利亚由 60 年代初平均单个油田可采储量 3 亿吨,已降至目前平均单个油田 1000—1500 万吨。低质低效储量油田的单井日产量均在 10 吨以下,它们的采收率较通常优质油田少 3—4 倍。

(4) 俄国专家认为要改变当前产量下降的趋势并重新增加产量,一是加速老油田调整,钻新的生产调整井,减少停产井,开展三次采油,提高采收率将是抑制产量下降的重要方面,但这是长期努力的也是困难的;二是仍然以勘探发现新的大型巨型油田为增加产量的主要

方面。

3. 俄国油气待发现资源分析

俄国要保持原苏联石油生产的领先地位,俄国专家认为不只是着眼已勘探确认的储量,而是寄希望待发现的远景资源。美国联邦地质调查局预测原苏联最终可采石油资源量为 3442 亿桶(约 547.2 亿方),现已探明剩余石油储量为 1251 亿桶(约 198 亿方),待发现为 1000 亿桶(约 159 亿方)。俄国专家只笼统公布了预测待发现石油资源数百亿吨和凝析油 110 亿吨,俄罗斯待发现石油资源分布(包括资源 C₁、D₁ 和 D₂ 级)是西西伯利亚占 54%,东西伯利亚占 17.2%,各沿海大陆架占 17.2%,伏尔加地区占 5.2%,吉曼—别秋尔地区占 3%,滨里海盆地北部占 1.8%。

在西西伯利亚地区已发现数千个中小油田,只有几百个可达到 1000—3000 万吨级的油田,个别几个可达到 1 亿吨级。

待发现的石油资源,60%以上属于非构造油气藏。

随着油价的上升,勘探与开发中小油田将会逐步加强。

待发现资源很大远景区在大陆架,主要在白令海、喀拉海和鄂霍次克海,预测将会出现巨型气田和油田。东西伯利亚勘探程度很低,预测将有大的发现。

总之,原苏联具有很大的油气潜力,俄罗斯占原苏联油气待发现资源的 87%,但也具有地理条件 and 经济技术条件方面的许多困难。发现大型气田的可能远景将会好一些。

总的说,世界石油天然气资源是丰富的,以当前消费标准,已探明剩余可采储量石油可生产 50 年,天然气可生产 70 年。这只是简单计算,实际过程预测将是随着技术的发展、油价的上涨、新的油气领域将会不断有所发现,特别是非常规油气资源的逐渐投入生产,油气在能源中的重要作用,可维持相当长的时期。目前石油勘探重大发现很少,地质、地球条件复杂和油价疲软的重要因素。在一个较长的时期,世界石油将愈加依靠中东。天然气的发展和在能源结构中比例的增加,将一定程度缓解对石油的压力。

表1 世界证实和待发现常规油储量和资源(十亿桶)

	产量 1992	累计产量 1/1/93	已证实 储 量 1/1/93	原始储量 1/1/93	待发现资源 1/1/1993				最终储量 (众数)
					95%	众数	5%	平均值	
北 美	4.1	199.0	112.0	311.0	58.0	90.3	177.5	107.5	401.4
加拿大	0.5	16.0	11.2	27.1	13.5	22.1	50.0	28.1	49.3
墨西哥	1.0	19.5	49.8	69.3	14.4	24.1	72.2	35.5	93.4
美 国	2.6	163.5	51.1	214.6	29.4	40.6	62.0	43.8	255.2
不同 API 的原 始储量		<20 13%	20—25 20%	25—35 38%	>35 29%				
南 美	1.7	64.2	77.6	141.8	26.3	43.7	101.2	56.1	185.5
阿根廷	0.2	5.6	3.8	9.3	1.5	2.7	9.0	4.2	12.0
玻利维亚	0.0	0.3	0.2	0.5	0.2	0.3	0.8	0.4	0.8
巴 西	0.2	3.4	12.8	16.3	6.3	10.2	22.4	12.7	26.4
智 利	0.0	0.4	0.2	0.6	0.1	0.2	0.5	0.3	0.8
哥伦比亚	0.2	3.5	4.9	8.4	2.3	4.0	11.5	5.8	12.4
厄瓜多尔	0.1	1.8	3.3	5.1	1.1	1.9	5.2	2.6	7.0
秘 鲁	0.0	1.9	2.2	4.1	2.3	4.2	12.9	6.3	8.3
特立尼达	0.1	2.7	1.6	4.3	0.5	1.0	2.8	1.4	5.2
委内瑞拉	0.9	44.6	48.6	93.2	10.0	16.9	41.5	22.4	110.1
不同 API 的原 始储量		<20 24%	20—35 42%	25—35 42%	>35 12%				
西 欧	1.7	22.6	41.2	63.8	9.3	15.8	39.7	21.2	79.6
意大利	0.0	0.6	1.2	1.7	0.7	1.3	3.9	1.9	3.0
荷 兰	0.0	0.6	0.7	1.3					1.3
挪 威	0.8	5.8	17.1	22.9	4.1	6.7	15.0	8.5	29.6
英 国	0.7	11.2	19.5	30.8	3.2	5.6	15.4	7.9	36.3
其 它	0.1	4.4	2.8	7.1	0.8	1.5	7.1	2.9	8.6
不同 API 的原 始储量		<20 6%	20—25 5%	25—35 20%	>35 69%				
东 欧 0.1	6.3	2.0	8.3	0.9	1.6	5.8	2.7	9.9	
罗马尼亚	0.0	4.8	1.2	6.1	0.4	0.7	3.4	1.4	6.8
其 它	0.0	1.5	0.7	2.2	0.5	0.8	2.7	1.3	3.0

续表 1 世界证实和待发现常规油储量和资源(十亿桶)

	产量 1992	累计产量 1/1/93	已证实 储 量 1/1/93	原始储量 1/1/93	待发现资源 1/1/193				最终储量 (众数)
					95%	众数	5%	平均值	
不同 API 的原 始储量		>20 4%	20—25 4%	25—35 51%	>35 41%				
前苏联	3.3	119.1	125.1	244.2	59.1	100.0	241.7	131.3	344.2
非洲	2.5	56.5	76.5	133.0	22.1	37.7	95.9	50.8	170.7
阿尔及利亚	0.4	11.0	8.2	19.2	0.4	1.2	3.9	1.9	20.3
安哥拉	0.2	2.0	3.7	5.7	0.6	1.5	3.5	1.9	7.2
乍 得			0.5	0.5	0.2	0.3	0.8	0.4	0.9
刚 果	0.1	0.7	1.6	2.3	0.2	0.3	0.7	0.4	2.6
埃 及	0.3	6.0	6.0	12.0	0.7	1.5	8.9	3.4	13.5
加 蓬	0.1	1.7	1.8	3.5	0.7	1.3	3.1	1.7	4.9
利比亚	0.5	18.0	31.3	49.3	3.6	5.3	13.3	7.1	54.7
尼日尔	0.7	15.1	20.4	35.4	2.7	4.8	12.3	6.5	40.2
索马里	0.0	0.0	0.0	0.0	1.5	2.5	6.0	3.3	2.5
苏 丹	0.0	0.0	0.3	0.3	1.0	1.5	5.0	2.4	1.8
突尼斯	0.0	0.9	1.3	2.2	0.9	1.8	8.3	3.5	4.0
其 它	0.1	0.9	1.6	2.5	8.1	13.7	34.2	18.3	16.3
不同 API 的原 始储量		<20 2%	20—25 7%	25—35 28%	>35 63%				
中 东	6.4	184.6	597.2	781.8	74.6	117.4	236.0	141.1	899.2
巴 林	0.0	0.9	0.1	1.0					1.0
伊 朗	1.2	40.6	69.2	109.9	11.0	19.0	35.0	22.0	128.9
伊拉克	0.2	90.8	112.8	15.0	35.0	80.0	44.7	147.8	
科威特	0.3	24.6	85.7	110.3	1.0	2.0	7.0	3.2	112.3
中立带	0.1	4.9	13.7	18.6	1.0	2.0	4.0	2.4	20.6
阿 曼	0.3	3.9	7.5	11.3	0.4	1.0	4.0	1.8	12.3
卡塔尔	0.2	4.8	3.9	8.7					8.7
沙特阿拉伯	3.0	65.6	258.6	324.2	31.2	50.0	105.0	61.3	374.2
叙利亚	0.2	1.8	3.9	5.7					5.7

续表 1 世界证实和待发现常规油储量和资源(十亿桶)

	产量 1992	累计产量 1/1/93	已证实 储量 1/1/93	原始储量 1/1/93	待发现资源 1/1/193				最终储量 (众数)
					95%	众数	5%	平均值	
阿拉伯联合酋长国	0.9	14.5	61.1	75.5	2.4	4.2	10.9	5.7	79.7
其 它	0.1	1.0	2.7	3.7	0.0				
不同 API 的原始储量		<20 4%	20—25 6%	25—35 57%	>35 33%				
亚洲/大洋洲	2.4	46.3	71.2	117.4	31.3	53.2	132.5	70.9	170.6
阿富汗	0.0	0.0	0.1	0.1	0.2	0.4	1.5	0.7	0.5
澳大利亚	0.2	3.7	3.1	6.8	1.0	2.1	6.4	3.1	8.9
孟加拉国	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.2	0.4	0.2	0.2
文 莱	0.1	2.4	1.8	4.2	0.3	0.5	1.0	0.6	4.7
中 国	1.1	16.9	36.6	53.4	17.5	30.5	83.1	42.7	83.9
印 度	0.2	3.5	6.5	10.1	0.8	1.5	4.1	2.1	11.5
印度尼西亚	0.5	15.5	13.1	28.7	3.7	6.1	13.7	7.7	34.8
马来西亚	0.2	2.7	7.3	10.0	2.0	3.7	10.0	5.2	13.7
緬 甸	0.0	0.5	0.2	0.7	0.5	0.9	3.1	1.4	1.6
新西兰	0.0	0.1	0.1	0.3	0.1	0.1	0.3	0.1	0.4
巴基斯坦	0.0	0.3	0.4	0.7	0.0	0.2	0.4	0.2	0.9
尼泊尔	0.0	0.0	0.3	0.3					0.3
泰 国	0.0	0.1	0.2	0.4	0.5	1.0	2.9	1.4	1.3
越 南	0.0	0.1	0.9	1.0	2.1	3.7	11.0	5.4	4.7
不同 API 的原始储量		<20 11%	20—25 4%	25—35 25%	>35 60%				
南极洲							19	1	
世 界	22.2	698.6	1103.2	1801.8	292.2	470.7	1005.2	582.6	2272.5
不同 API 的原始储量		<20 7%	20—25 8%	25—35 48%	>35 37%				

* 表示欧配克: 0.0= $\leq$ 0.05

表 I 已证实和待发现常规天然气储量和资源(万亿立方英尺)
以及已证实和待发现天然气液的储量和资源(十亿桶)

	气产量 1992	累计产量 1/1/93	已证实 储量 1/1/93	原始储量 1/1/93	待发现天然气资源 1/1/93				最终资源 (众数)	天然气 液储量	待发现气 液储量 (平均值)
					95%	众数	5%	平均值			
北美	23.1	899.1	537.8	1436.9	455.7	715.0	1427.2	856.5	2151.9	17.4	23.4
加拿大	4.4	81.6	128.7	210.3	155.2	274.9	800.0	399.0	485.2	2.9	9.1
墨西哥	0.9	21.9	70.1	92.0	69.2	116.9	286.3	154.5	208.9	1.1	2.3
美国	17.8	795.5	339.0	1134.5	232.9	292.6	385.2	303.0	1427.1	13.4	11.9
南美	2.1	39.7	232.9	272.5	123.7	212.8	555.6	291.0	485.3	7.3	9.2
阿根廷	0.6	11.1	33.1	44.1	9.1	15.5	39.2	20.9	59.7	0.5	0.3
波利维亚	0.1	1.8	5.8	7.6	4.4	7.3	17.1	9.5	14.9	0.1	0.1
巴西	0.1	1.4	19.0	20.4	16.5	30.1	98.3	46.7	50.4	0.3	0.7
智利	0.1	2.6	7.1	9.7	0.4	0.7	1.6	0.9	10.3	0.1	0.0
哥伦比亚	0.2	2.7	11.3	14.1	4.6	7.9	21.4	11.0	22.0	0.2	0.2
厄瓜多尔	0.0	0.0	1.1	1.2	3.5	6.1	16.7	8.6	7.3	0.0	0.1
秘鲁	0.0	1.2	13.6	14.8	10.3	17.7	45.6	24.0	32.5	0.2	0.4
特立尼达	0.2	3.2	15.4	18.6	3.7	6.6	19.0	9.5	25.2	0.2	0.1
委内瑞拉	0.8	15.6	126.5	142.1	62.0	109.9	321.3	160.0	252.0	5.7	7.2
西欧	7.8	159.8	290.1	449.8	125.5	205.8	462.2	260.5	655.7	4.4	3.9
意大利	0.6	16.2	13.2	29.5	10.1	18.2	56.4	27.4	47.7	0.2	0.4

续表1 已证实和待发现常规天然气储量和资源(万亿立方英尺)
以及已证实和待发现天然气液的储量和资源(十亿桶)

	气产量 1992	累计产量 1/1/93	已证实 储量 1/1/93	原始储量 1/1/93	待发现天然气资源 1/1/93				最终资源 (众数)	天然气 液储量	待发现气 液储量 (平均值)
					95%	众数	5%	平均值			
荷兰	2.9	63.5	71.1	134.7	3.7	6.6	20.0	9.8	141.2	1.1	0.1
挪威	1.0	13.9	106.7	120.6	75.1	106.2	169.8	116.5	226.8	1.6	1.7
英国	2.0	31.8	72/5	104.2	9.4	16.0	40.0	21.4	120.2	1.1	0.3
其它	1.2	34.4	26.5	60.9	25.8	48.6	191.3	85.5	109.4	0.4	1.3
东欧	1.1	45.2	26.8	72.0	17.1	29.2	74.2	39.4	101.2	0.4	0.6
罗马尼亚	0.8	32.8	16.5	49.3	6.8	11.8	32.4	16.6	61.1	0.2	0.2
其它	0.3	12.4	10.3	22.7	9.6	16.6	43.7	22.8	39.3	0.2	0.3
前苏联	27.2	448.3	1552.2	2000.6	1058.1	1784.9	4363.0	2357.3	3785.5	23.3	35.4
非洲	2.8	31.1	401.7	432.8	186.8	313.8	756.2	411.4	746.6	6.0	6.2
阿尔及利亚	2.0	20.9	176.5	197.4	9.4	16.7	49.2	24.4	214.1	2.6	0.4
安哥拉	0.0	0.2	5.8	6.0	2.1	3.6	8.9	4.8	9.6	0.1	0.1
乍得			0.1	0.1	1.1	2.0	6.0	3.0	2.1	0.0	0.0
刚果			2.7	2.7	1.5	2.5	5.8	3.2	5.3	0.0	0.0
埃及	0.3	2.8	19.3	22.1	9.8	17.3	49.5	24.9	39.4	0.3	0.4
加蓬	0.0	0.1	0.7	0.8	0.6	1.0	2.0	1.2	1.7	0.0	0.0
利比亚	0.2	5.1	45.9	51.0	8.9	16.0	48.9	23.9	67.0	0.7	0.4

续表 I 已证实和待发现常规天然气储量和资源(万亿立方英尺)
以及已证实和待发现天然气液的储量和资源(十亿桶)

	气产量 1992	累计产量 1/1/93	已证实 储量 1/1/93	原始储量 1/1/93	待发现天然气资源 1/1/93				最终资源 (众数)	天然气 液储量	待发现气 液储量 (平均值)
					95%	众数	5%	平均值			
尼日尔	0.0	1.7	121.9	123.6	76.8	130.5	326.3	174.4	254.1	1.8	2.6
索马里			2.1	2.1	7.2	12.9	40.3	19.5	15.0	0.0	0.3
苏丹			0.9	0.9	15.7	26.3	62.1	34.1	27.1	0.0	0.5
突尼斯	0.0	0.2	3.1	3.3	6.5	11.5	33.6	16.7	14.8	0.0	0.3
其它	0.0	0.0	22.8	22.9	34.0	58.8	156.7	81.3	81.7	0.3	1.2
中东	4.1	49.8	1683.3	1733.2	547.2	852.5	1673.3	1013.7	2585.7	25.3	15.2
马林	0.2	2.9	9.6	12.5					12.5	0.1	
伊朗	0.9	14.8	864.7	879.5	225.9	369.2	820.3	464.9	1248.6	13.0	7.0
伊拉克	0.1	1.8	76.6	78.4	63.7	100.0	200.0	119.9	178.4	1.1	1.8
科威特	0.1	4.6	56.9	61.5	2.9	4.6	9.2	5.5	66.1	0.9	0.1
中立带			11.7	11.7	1.2	2.0	5.0	2.7	13.7	0.2	0.0
阿曼	0.1	1.1	15.5	16.6	3.7	6.0	13.6	7.6	22.6	0.2	0.1
卡塔尔	0.4	3.4	250.0	253.4					253.4	3.7	
沙特阿拉伯	1.2	12.2	176.5	188.8	188.5	295.9	590.8	354.5	484.6	2.6	5.3
叙利亚	0.1	0.6	5.1	5.7					5.7	0.1	
阿拉伯联合酋长国	1.0	8.3	200.1	208.4	31.2	48.9	97.8	58.6	257.3	3.0	0.9

续表 I 已证实和待发现常规天然气储量和资源(万亿立方英尺)
以及已证实和待发现天然气液的储量和资源(十亿桶)

	气产量 1992	累计产量 1/1/93	已证实 储量 1/1/93	原始储量 1/1/93	待发现天然气资源 1/1/93				最终资源 (众数)	天然气 液储量	待发现气 液储量 (平均值)
					95%	众数	5%	平均值			
其它	0.0	0.2	16.5	16.7					16.7	0.2	
亚洲/大洋州	6.2	77.2	411.2	488.3	275.0	447.8	985.5	561.3	936.1	6.2	8.4
阿富汗	0.0	2.0	3.1	5.1	8.8	14.7	35.0	19.2	19.8	0.0	0.3
澳大利亚	0.8	8.5	77.3	85.8	11.2	19.0	47.0	25.2	104.8	1.2	0.4
孟加拉	0.2	1.7	10.8	12.5	7.9	13.7	36.5	18.9	26.2	0.2	0.3
文莱	0.3	5.9	12.2	18.1	2.7	4.4	10.0	5.6	22.5	0.2	0.1
中国	0.5	15.2	38.9	54.1	102.2	172.9	427.0	229.6	227.0	0.6	3.4
印度	0.5	3.5	23.9	27.4	7.9	14.7	55.0	24.8	42.1	0.4	0.4
印度尼西亚	1.9	19.7	105.9	125.7	39.0	63.3	138.0	79.0	188.9	1.6	1.2
马来西亚	0.8	5.5	64.4	69.9	24.9	40.6	90.0	51.1	10.5	1.0	0.8
缅甸	0.0	0.4	9.2	9.6	3.7	5.8	12.0	7.1	15.5	0.1	0.1
新西兰	0.2	1.7	5.7	7.4	0.6	1.0	3.0	1.5	8.4	0.1	0.0
巴基斯坦	0.6	7.8	23.9	31.6	19.1	28.2	49.2	32.0	59.8	0.4	0.5
尼泊尔	0.0	0.0	12.2	12.2	10.3	17.3	41.5	22.6	29.5	0.2	0.3
泰国	0.3	1.7	10.8	12.5	12.2	21.2	57.9	29.7	33.7	0.2	0.4
越南	0.0	0.0	3.0	3.0	4.6	8.6	34.3	15.1	11.6	0.0	0.2
世界	74.4	1750.2	5136.0	6886.2	2903.5	4681.3	10022.9	5791.0	11567.6	90.0	102.2

二、新理论和新技术的应用及多学科综合研究是降低风险、减少成本的关键,是当今世界油气勘探的一个重要发展趋势

(一)含油气系统的研究有助于新区、新带的评价

1. 含油气系统的概念

Dow(1974)首次用“石油系统(oil system)”来解释成熟生油岩与油气藏之间的关系。之后,Perrodon 和 Masse(1984)把“含油气系统(petroleum system)”定义为时间和空间上导致油气区形成的一组地质事件。Demaison 和 Huizinga(1991,1994)对含油气系统进行了成因分类。Perrodon(1992)把含油气系统分为三大类:大陆裂谷型含油气系统、地台型含油气系统和造山带型含油气系统。一个含油气系统是由生油岩、储集岩、盖层和上覆岩层以及成因上相联系的来自同一生油岩的所有油气藏、油气苗和油气显示组成。

中国石油地质学家 50—60 年代所强调的盆地油气藏分布规律,后来提出的油气藏时空分布,以及 70—80 年代提出的复式油气聚集(区)带均属这一概念范畴。

“含油气系统”比“含油气区”有更强的限制性,它是一个地质体,在空间上它可能相当于一个沉积盆地,或盆地的一部分或一组亚盆地。每一个“含油气区”包括一个或多个“含油气系统”。一个含油气系统又由多个区带组成。对含油气系统进行作图,画出“含油气系统”的分布范围有助于预测未发现的区带。

2. 含油气系统的应用

G. Ulmishek 等举例说明了含油气系统的概念在不同勘探程度的盆地中应用。对于勘探程度较高的盆地或凹陷,如中国的冀中凹陷,大多数油气的地质和地化资料,根据含油气层系的几何形态可以预测其在含油气系统中的横向延伸,寻找新的油气区带。在中等勘探程度的盆地中,如美国阿拉斯加北坡,画出含油气系统中岩体的分布图是认识这一系统的范围的最佳方式,已发现的油气田集中分布在相对小的范围内,因此,需要更多的地质资料来认识整个含油气系统。在未勘探的新区,如白令海的阿那底盆地的海上,根据构造资料以及类似区的对比可以画出推测的含油气系统,评价其可能的地层和含油气性。

在研究含油气系统时,要求编制埋藏史曲线图、关键时刻含油气系统平面和剖面图以及含油气系统事件图。

盆地、含油气系统和区带是科研、勘探和资源评价中所用的石油地质上的三个不同级别的单元。每一个概念适用于地质家从事石油地质综合研究所要完成的特定的目的。盆地是沉降史、构造发育史、沉积体系发育史、构造和地层圈闭形成以及热体制的演化研究的最佳单元。

含油气系统的分析需要盆地分析得到的资料。区带是一个勘探和资源评价单元,是组织和进行勘探的最佳单元。盆地和含油气系统分析和模拟改进了一个区带中剩余圈闭的风险评价。含油气系统的研究结果也是新区带评价的基础。含油气系统的分析在评价新盆地、新领域和新层序的油气潜力方面很有益处。

(二)层序地层学

在本届世界石油大会上,P. Homewood, J. Lugo 等和 O. Minsas 等的论文都是有关层序地层学的研究和应用。层序地层学的研究越来越深入,已广泛应用石油地质研究和勘探中,

并取得明显的经济效益。

1. 层序地层学理论的要点

层序地层学是研究由一些重要年代地层界面所组成的某一骨架内、成因上相关的岩相。层序是层序地层学研究的基本地层单元，即一相对整合的、成因上相关的地层序列，它以不整合或可与之对比的整合面为界。地震地层学是预测储集层沉积相的重要工具。地震相的分析（地层反射几何形态、反射终止、外部形态、振幅和频率等）是解释一给定层序中砂岩相如何分布的关键。层序的沉积序列反映盆地的形成过程。详细地说，每一个层序的结构受沉积物供给速率、沉积速率、海平面变化和沉降量的共同作用控制。每一个层序由一系列准层序组成，准层序以海泛面或可与海泛面对比的界面为界。

成因上相似的准层序的叠加可以分前积、退积和加积三种。利用测井、岩心和露头资料，并根据它们在层序内的位置、准层序组的分布和岩相组合关系，可将一个层序划分为三类体系域：低位体系域(LST)、海进体系域(TST)和高位体系域(HST)。体系域提供了一个在由许多层序边界组成的年代骨架内进行高精度岩相预测的可能性。这种预测对一个盆地和一个油田内的储集层、生油层和盖层的相分析、圈闭风险分析、新发现圈闭的分析和隐蔽圈闭的勘探等具有重要意义。

2. 层序地层学研究的步骤

A. 区域地质模型的综合

B. 层序地层分析

B.1 地震分析，包括速度分析、地震层序、地震相分析和每一个地震单元的等厚线；

B.2 单井分析，包括测井层序、岩心描述、沉积体系、生物地层（有孔虫和孢粉）、岩石物性的再解释和井与地震的结合；

C. 构造分析

C.1 变形阶段的确定；

C.2 画每一阶段活动构造图；

C.3 关键单元的构造图；

D. 油气成熟史的模拟（含油气系统）

E. 圈闭的确定

E.1 风险和类比分析

E.2 控制储量的确定

E.3 钻井和 3D 地震

地震解释和作图都在工作站上完成。

3. 在成熟勘探盆地中的应用

Jairo Lugo 和 Eugenio Ochoa 的论文提供了层序地层学研究在委内瑞拉马拉开波盆地北部下始新统勘探中寻找隐蔽圈闭的成功实例。在过去 50 年，马拉开波盆地的勘探一直集中在大型构造圈闭上。和世界上其它成熟含油气盆地一样，马拉开波盆地剩余未发现构造圈闭越来越难以寻找。因而应用综合研究包括构造地质和层序地层学分析在寻找隐蔽圈闭方面成为重要的工具。下始新统地层是海平面二级旋回内的沉积，上、下为晚古新世和中始新世晚期的不整合面。下始新统分两部分，上部砂岩自 1950 年开始勘探，勘探程度很高。上部砂岩中的混合（地层—构造）圈闭是目前勘探的主要目标。15 个圈闭的平均风险资源为