

世界海洋石油地质勘探的新进展

莫 杰*

(地质矿产部海洋地质研究所)

世界海洋陆架区面积约2800万平方公里,近海含油气盆地约1600万平方公里。其中具有开发远景的面积达500多万平方公里。据有关资料估算,海洋石油蕴藏量¹⁾ 1300—1500亿吨,占世界石油总储量的2/5;而目前已探明储量约270亿吨,占世界石油探明总储量的1/3.5。海洋天然气蕴藏量为140万亿立方米,探明储量约96万亿立方米。迄今已发现820多个海洋含油气盆地,共计1600多个油气田,其中大型、特大型油气田150多个。近十多年来,全世界发现的新油气田有60—70%是在近海区域,其中大部分在陆架区。目前有80多个国家正在进行海洋油气勘探,共有海上地震队约130个,移动式钻井装置约800座,年打探井约3000口,勘探井的水深已达2286m。现今海上采油的国家已达42个,拥有平台约3500座;在75个产油国中,以海底采油为主的占21个,海洋石油年产量在1000万吨以上的有15个,日产原油超过万吨的油田有30多个。近年来,一些拥有先进技术与设备的国家,其勘探范围已扩展到大于200m水深的陆坡区。海洋石油产量从1975年的4.13亿吨增至1984年的7.35亿吨,占世界石油总产量由16%增至27%,至今海上累计采油量达120亿吨。1983年,海底天然气产量约3000亿立方米,占世界总产量的20%。近15年来,世界石油总产量的增长主要是海洋油气勘探开发的结果。预计到2000年,海洋石油年产量将达到25—30亿吨,可占世界石油总产量的40%以上。

一、海洋油气勘探的新发现

海洋石油勘探近年新发现的油气田主要分布在西欧北海、北极区的波弗特海、纽芬兰岛海域、墨西哥湾、加利福尼亚海、南中国海和地中海等。而最有远景的海区是:暹罗湾-马来盆地、阿根廷南部近海、委内瑞拉湾盆地、拉布拉多-格兰德滩海域和南中国海。近年来海上油气勘探的重要发现如附表所示。

从表中可看出,新发现的海上油气田,其主要产油气层为第三系,其次为白垩系,产层深度多为2500—4000m。

美国在石油总储量和产量减少的同时,海上探明的储量和产量却逐年增加。当前,美国海上石油和天然气产量分别占世界总产量的25%和50%,是世界上最大的海上油气生产国,其主要产区为墨西哥湾和加利福尼亚州近海。但美国地质调查局认为,远景最好的是阿拉斯加海区,已发现油田21个,其储量估计高达50亿吨。美国和加拿大邻境的波弗特海盆地,面积超过25万平方公里,为中新世沉积断陷,已发现几个储量很大的油气田和100多个局部构造,无疑是一个有良好远景的地区。

西欧四国对北海的油气勘探进一步证明,裂谷和地堑盆地对油气勘探具有重要的意义。现已查明,维京地堑集中了北海的主要油气田,这与我国的渤海湾盆地颇为相似,李德生先生将其中一种主要的油气藏称为倾斜断块-潜山油气藏,认为是拉张型断陷盆地内的一种新的油气圈闭类型。西非陆架、加拿大东部陆架与巴西陆架具有相似的裂谷发展史,都有良好的勘探前景。

本文1985年12月23日收到。

* 党仁珊同志在编审中作了补充。

1) 指可采储量,下同。

八十年代世界海洋油气勘探的重要发现

国家和海域	作业区块或构造	发现井号	产层深度 (m)	产层时代	其 它
美国墨西哥湾	主水道区41.69号 南水道区24.27号等	一批探井	2635— 5394	E, K	发现了一大批油气田, 其中1980年发现53个
墨西哥坎佩切湾	墨西哥湾黄金巷 坎佩切盆地圣安纳	一批探井	3000— 4700	E, K, J	至1982年查明了15个油田, 探明储量340亿桶
美国加利福尼亚近海	圣玛丽亚盆地	一批探井		E	发现了阿格洛-休斯柯-尤托皮亚角大油田及其它几个小油田
美国波弗特海	普拉德霍湾盆地汤姆森角	一批探井		E	发现大型油气田, 可采储量气5万亿立方英尺, 凝析油3.5亿桶
加拿大波弗特海	麦肯齐三角洲塔格鲁盆地	一批探井		E, K	发现了柯帕诺尔、考赫克、塔尔苏特、尼伯特克和依宋查克等储量很大的油气田
加拿大纽芬兰-塞布尔岛海域	纽芬兰岛东部海域塞布尔岛南部海域	一批探井	3500— 4700	K, J	1979-1980年发现希贝尼亚大油田, 储量2.5亿吨; 还发现了南冒险、奥林匹亚等油气田
英国北海	英吉利、默里盆地, 维京、中央地堑	一批探井	900— 2700	P, J, E	发现大批油气田, 其中1982-1983年发现30个
荷兰北海	特塞尔隆起, 西荷兰盆地	一批探井	1000— 2700	P, K	1982年发现5个气田6个油田, 1983年打出日产7060万立方英尺发现井
挪威北海	西挪威盆地, 维斯特兰隆起, 维京地堑	一批探井	3100— 4300	T, J, K, E	打出特大高产油气井, 发现几处油田, 其中哈尔坦沙洲储量1500-6000万吨, 奥赛伯油田储量1.03亿吨
西班牙地中海	塔拉戈纳岸外勒万特盆地	卡斯特隆B-11	>2697	Mz(?)	日产原油5000桶
西班牙比斯开湾	北坎塔布连盆地			K(?)	发现天然气538亿m ³
利比亚地中海	斑西加岸外锡尔特湾	多口探井	2400— 2413	E(?)	估计原始储量超过1亿吨
突尼斯地中海	加贝斯湾吉夫腊盆地	一批探井	2146— 2269	E, K(?)	发现弗林格、萨布里亚等5个油田, 可采储量超过2000万吨
意大利地中海	西西里岛近海	一批探井		E(?)	发现维加、米拉、伊尔奥曼等油田
南斯拉夫亚得里亚海	亚得里亚海盆地		4000— 5000	E-K	1983年发现油田
苏联里海	巴库-阿什佩拉基-布拉岛近海, 阿利、贝拉姆里岸外, 日丹诺夫滩等处	一批探井		E, C-P(?)	发现了几个油气田
苏联波罗的海	波罗的海盆地		1900— 3000	G(?)	1985年发现加里宁格勒油田
苏联鄂毕次克海	萨哈林岛、科伦多海域	多口探井			发现恰伊沃油气田, 储量: 原油6.3亿桶, 气1450亿m ³ , 凝析油1.4 ² 亿桶
安哥拉西北岸外	罗安达近海	隆博东1	2347	K	水深37m, 日产油5053桶
扎伊尔岸外	黑角、卡奔达近海	卢卡米2	3826	K	水深13m, 日产原油1870桶
象牙海岸几内亚湾	阿比让盆地贝利尔海域	一批探井		K	1980年在阿比让西南发现埃斯普瓦油田, 储量5亿吨, 1983年打成B1-5X井, 日产油8268桶, 气6060万立方英尺
尼日利亚几内亚湾	OML95区块米纳构造	1-X	<3358	E	水深12m, 日产油8735桶
日本新潟县近海	岩船岸外	1-4	2300— 2400	E	水深35-38m, 四口井分别日产油60-830m ³ , 气25万-74万m ³

续表

国家和海域	作业区块或构造	发 井 号	产层深度 (m)	产层时代	其 它
中国渤海	渤海中部和辽东湾	多口探井		E, M ₂ , E-O	发现10余个油田和含油区块
中国东海	平湖、长康构造	平湖1井 CBK 11-18		E	平湖1井日产油174m ³ , 气41万m ³ ; 长康油气田储气30亿m ³ , 油50万吨
中国南海珠江口盆地	西江24-3, 文昌19-1, 惠州33-1, 惠州22-1, 恩平18-1	9口探井		E	五个构造均含油, 其中3个在珠一坳陷, 西江24-3打出两口特大高产井
中国南海北部湾盆地	涠10-3构造等	14口探井		E, C	已发现5个油田。其中涠10-3油田属中等规模, 钻获4口高产油井。
中国南海莺歌海盆地	崖13-1构造	1, 2	3500— 3900	E	为大型气田, 储量900亿m ³ , 气体成分以甲烷为主, 可能属凝成气
印尼苏拉威西海、马六甲海峡、东加里曼丹近海、爪哇海、纳吐纳海	西北、东北爪哇盆地打拉根、库特盆地等	多口探井	2300— 3000	E	发现一批油田和打出油流井, 初步证实南中国海的伊卡巴里为大油田
马来西亚丁加努州岸外	暹罗湾马来盆地	1, 2	2000— 3000	E	发现马隆油田, 单井日产原油2205—7181桶
菲律宾巴拉望岸外	巴拉望海盆	加禄1, 2	2197— 2205	E	水深335m, 单井日产油1800—2000桶
缅甸莫塔马湾	马塔班	多口井	<2307	E	发现2个气田, 估计储量7万亿立方英尺
越南头顿近海	湄公河三角洲白虎、龙构造			E	1984年5月打出日产2500桶油井
印度孟买近海及东南海域	R-13构造及本地治里岸外	R-13-1 PY-1-4A	1955— 1400	E	R-13-1井日产油2400桶, PY-1-4A井日产油400桶, 气7万m ³
沙特阿拉伯阿拉伯湾	哈伊马角 Saich	1-X	4495— 4588	K	水深99m, 油层厚58.9m
阿拉伯联合酋长国阿拉伯湾	乌埃斯特·姆巴拉斯B-1构造	1, 2, 3		K	单井日产油3000—5000桶, 构造面积350 km ²
澳大利亚西海岸外	贾比鲁	1A			日畅喷7500桶, 估计为储量2亿桶的油田
巴西近海	坎波斯盆地	多口探井	2675— 2705	K, E	发现皮旁那、恩左瓦沃、科文那、坎波斯海I-RJS油田, 1984年底原油储量达23亿桶, 天然气达765亿m ³ 。
阿根廷火地岛东部海域	普莱雅德	X-1			该井日产油3400桶, 气20万m ³

墨西哥自从七十年代末期把勘探重点转移到坎佩切湾后, 大见成效, 至1982年已查明了15个油气田, 勘探成功率高达82%, 这一海上油区实为陆上著名的雷佛玛油区的北延部分, 面积比后者大7倍, 达4.8万平方公里, 其中地震勘探已圈出200多个背斜构造, 预期会有更多的发现。

苏联已在鄂毕河下游地区发现40多个大气田, 它属于世界上最大的含油气盆地——西西伯利亚盆地(面积350万平方公里, 已发现许多巨型油气田)的北部, 其产层属白垩系砂岩, 多为煤成气。盆地向北伸入喀拉海, 该海域已发现气田, 勘探前景良好。

印度孟买陆架盆地已取得重要勘探成果, 该盆地面积19万平方公里, 开始形成于白垩纪末, 已在22个构造中发现油气, 探明石油地质储量25.5亿吨, 其中60%集中于孟买隆起。孟买高油田面积为2500 km², 可采储量2.06亿吨, 产层为中新统和渐新统, 生油岩干酪根属Ⅰ-Ⅱ类, 盆地的地温梯度特高(6—7℃/100m)。

泰国、马来西亚和印尼已经在巨大的暹罗湾-马来盆地(55万平方公里)发现了大批油气田, 这是早第三纪晚期断陷形成的沉积盆地, 主要为非海相层, 向上和向东南海相渐发育。目前探明的储量中, 西北部以天然气为主, 东南部以石油为主, 前者含二氧化碳很高(18—23%)。

具有巨大油气资源潜力的中国南海和东海, 现在正处于勘探初期, 在已圈定的约300个局部构造

中已发现10余个油气田,找到了油气富集带,其中莺歌海的崖13-1大气田属煤成气,气源主要来自崖城组含煤层系。渤海海域也钻获多口高产油气井,发现了一批油田。预期近期在上述海域的勘探会有更多的进展。

南美的阿根廷近海,是世界上最大的陆架区(约100万平方公里),已发现几个油气田,专家们认为,在巨大的马尔维纳斯群岛盆地,当会有丰富的油气蕴藏。

目前,世界大陆架海域已有3/4进行了不同程度的勘探与开发。因此,今后发现海洋油气新储量的最大场所将是大陆边缘的半深海区和深海区。不少地质和地球物理学家认为,陆坡和陆隆区的油气资源的潜在量相当或超过陆架区的储量,估计水深超过200m的外陆架区蕴藏了50—60%的海底石油。

已查明的海洋油气圈闭以背斜类型为主,但也发现了愈来愈多的倾斜断块、盐丘、地层不整合和岩性油藏。

二、海洋油气勘探的新动向

近年来,许多石油地质学家用板块构造观点对沉积盆地进行重新分类及其形成油气田模式的研究,重建过去大陆的位置和地壳发展史,了解古气候史、海流史和沉积史,以揭示与油气生成和分布的关系,在海洋油气普查勘探和开拓找油新领域方面都取得了重要进展。值得借鉴和重视的有:

1. 深层油气勘探不仅在理论上、而且在实践上都取得了重要进展。如美国墨西哥湾沿岸发现的巴里湖和华盛顿湖油田,其深度均达6530m左右;苏联在南里海的布拉岛海域于6172米深处发现日产200吨凝析油及少量天然气,在巴库列岛海域杜万内海油田打的一口发现井,于5647m深处日产原油104吨。深度4000m以下的油藏在阿拉伯湾、纽芬兰岸外、波弗特海和印度的库奇海域等地都有发现。

2. 浅部油气藏主要指第四系更新统的含油性也引起人们注意。目前已知更新统形成的油气主要有美国路易斯安那州南部墨西哥湾盆地、印尼东部苏门答腊岛的布拉油田;加利福尼亚州文吐腊盆地海相更新统砂层中的油气,有可能是自生的。

3. 在碳酸盐岩生物礁相找油方面。据统计,碳酸盐岩油气田的产量已占世界石油总产量的一半,发现的9口万吨井中,有4口属于生物礁相的产层,其中3口位于墨西哥湾盆地,产自白垩系礁灰岩,另一口井在利比亚伊特列坦D油田,为第三系礁灰岩。墨西哥黄金巷油田、印尼西伊里安及爪哇海西北部等地区,都在生物礁相内发现了大型油气田。

4. 火山喷发岩及火山碎屑岩油气田,近年来在国内外也不断有所发现。国外具有这类油气田的盆地,有的属地台型基底的断裂盆地,如西欧北海盆地、红海的苏伊士湾盆地;有的属于地槽回返后的断陷盆地,如日本新潟盆地、印尼爪哇盆地。我国渤海湾渤中6井的中生代玄武岩、凝灰岩油气显示良好,属于前一类盆地。预测环太平洋弧后盆地内广泛分布的第三纪火山岩将成为重要的勘探目标。

5. 重视天然气的勘探。世界范围的海上找气已全面展开,北至波弗特海、南至澳大利亚西北陆架,不断有新气田的发现,海洋天然气年产量已占世界总产量的20%。西欧北海、墨西哥湾、暹罗湾、地中海、西非近海、南中国海和澳大利亚西北海域都发现了一批气田,预计北海、苏联的喀拉海和南中国海还将有重大发现。上述气田中,煤成气占有很大比例。陆架区地壳较薄,地温梯度偏高,“液态窗”的下限较浅,因而成气的深度不很大,这可能是海域找气的一个有利条件。此外,一些国家已发现气体水合物矿床,预计这类矿床大部分分布于海底。在大西洋、太平洋和北冰洋,用地震声波测深技术和钻井已发现许多这类气藏。

6. 在开展新区域勘探的同时,不能忽视老油区的勘探,要注意开拓新的勘探领域。美国的墨西哥湾,水深200m以内的大陆架面积为34万平方公里,自1937年发现第一个海上油田以来,经过几十年的工作,勘探程度已经很高,打井密度达到了每1.3km²一口井,但近年来仍投入大量勘探工作,并不断取得新成果。仅是1980年,就打探井369口,发现48个气田和5个油田,平均井深达3350m。这

种继续勘探是在大量详细的沉积学研究和高精度地震勘探工作的基础上进行的。墨西哥湾黄金带油区乃是在经过60年勘探之后打开白垩系新领域,才取得重大突破的,从勘探开始到主要产油气层的确定,在阿拉斯加北坡经历了45年,在尼日尔三角洲经历了47年。这固然说明了认识过程的复杂性,但也说明了开拓新领域的重要性。

7. 充分发挥地震新技术的作用。美国科委主席利·爱·白兰斯可特向总统及国会提交的报告中指出:当代十大科技成就之一就是地震技术革新。由于采用了可控震源、数字地震仪、三维地震方法、电子计算机处理等新技术,使美国每公里地震数据采集量比五十年代多3000—40000倍,讯噪比提高了60多倍。运用这一手段,加上其它因素,使美国的油气勘探在自然难度条件更大的情况下,探井成功率仍由1970年的15%上升到1981年的29.4%。印度对孟买高地和西欧四国对北海勘探的成功,无不依赖于地震勘探。

8. 研究新的海洋油气勘探方法。国际海洋实业公司在全世界100多个海区内采集了上百万剖面公里的海底水样资料并建立了一个数据库,通过统计分析,提出了适用于海上油气勘探的地球化学检测模式。研究表明,海底油气的贮存与海底水体中的平均甲烷浓度以及湿气(乙烷至丁烷)的标准衍生物总浓度之间具有良好的对应关系。据测定,每升水样中甲烷平均浓度低于100nl者为无油区,高于200nl者为含油气区,介于二者之间者为贫油区。在海底大油气田之上,时常有油气渗透至地表,逐步积累形成一种接近海底的薄沉积层(达海底之下近百米,也可侵入水层)。这种碳氢化合物薄沉积层唯有使用频带高达400—14000 Hz的高频地震方法才能发现。又因烃类气体溶于水能导致声波阻抗剧增,这在地震图上可呈现一片强烈混响振动,现在已研制出一种设备可以衡量渗透油气的比值。美国Conoco公司在南中国海对上述方法进行了试验并初见成效。

统计表明,大油气田在海底油气的总储量中占有举足轻重的地位,因而在海域寻找大油气田仍将是人们梦寐以求的目标。勘探实践表明,大油气田的分布常与区域古地理、古构造及沉积环境密切相关。因此,要寻找大油气田,必须加强对区域或整个沉积盆地的综合研究,包括持续沉降和相对稳定的构造环境、有利于生油的沉积相带、高的沉积速率、良好的构造圈闭和地球化学特征及地史演化条件等;同时,要与已知的同类型大油气田的地质条件进行分析对比,以期能较迅速而有效地发现新的油气资源。

一种有机岩热解模拟仪及煤成气实验报告通过鉴定

为配合国家重点科技攻关项目“中国煤成气形成赋存条件及资源评价”,研究我国煤成气资源量,定量评价煤成气资源的远景,探索煤成气的形成机理,地质矿产部石油地质综合大队在调查研究国内外有关热解模拟和热解测试仪器设备的基础上,研制成功有机岩热解模拟仪。该模拟仪由:(1)立式压力机,包括压力室(样品室)及上下两个千斤顶;(2)加热控温系统;(3)产物收集计量系统等三部分组成。它的样品室容量较大(可容一公斤岩样);最高加热温度840℃,最大压力为1200 kg/cm²。在以上高温高压下,密封好、不漏气、不变形,能准确、可靠地收集、计量气体、液体(油、水)产物。从1984年9月以来,以吉林省舒兰第三系褐煤样品为主,作了16块样品,用程序升温方式取全油、气、水三种数据27次,对产物的产气量及各种产物的组分进行了系统分析。求得不同煤化变质程度的产气量,并对煤成气的形成机理进行了探讨。

1985年12月20—22日,地矿部科技司组织国内有关专家、学者及直接从事热解研究工作的科技人员对上述成果进行了鉴定、评审,认为:有机岩热解模拟仪设计思想正确,为了模拟煤成气的自然地质条件,除了考虑了温度影响之外,还注意了地层静压力的作用,使得仪器的结构设计有独特之处;能在高温高压长时间的热模拟条件下进行正常工作,证明仪器设备性能良好;作者从压力、温度、石英砂掺比、排放方式等因素对模拟煤成气产生率的影响出发,考虑选取最佳工作条件,是周密的,所订工作方案和流程也是可行的;就产气率、气体组成和气源岩演化等方面都与国内其他单位热解模拟试验结果在总的变化趋势上有较好的可比性,反映了煤成气的一般演化规律。报告所获得的各煤阶的生气率数据是可靠的,对煤成气的资源评价有重要的使用价值。

(黄福林)