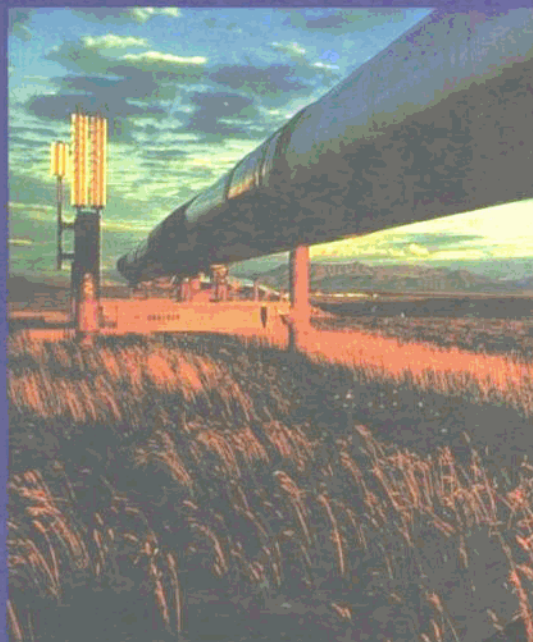


FOURTEENTH WORLD PETROLEUM CONGRESS

第十四届世界石油大会译文集 上册

中国石油天然气总公司科技发展局



石油工业出版社

战略性的盆地勘探

前言

第十四届世界石油大会于 1994 年 5 月 29 日至 6 月 1 日在挪威斯塔万格市召开。共有 80 个国家的 2500 多名国家石油公司和跨国石油公司的负责人,石油技术和经济专家、学者,国际石油和能源机构的官员出席。大会期间,各国代表共发表各类论文 170 多篇,并举办了部长级讨论会,讨论各国能源和石油政策。改选了世界石油大会主席、副主席等主要官员。还举办了由各国和石油公司参加的石油展览。

第十四届世界石油大会的主题是:在世界经济继续增长的今天,石油工业面临的机遇和挑战。围绕着这一主题,大会在勘探、开发、下游工业、天然气、储量、环境保护、研究、储运、商业和管理等九个领域,开展了 22 个论题的讨论。大会的论文涉及到世界石油工业的各个方面,有对某一领域的回顾与展望,有对某种先进技术的介绍和分析,也有对某方面形势的估计和评述。通过会议的讨论可以看出,当今世界石油工业发展的基本趋势是:世界油气剩余可采储量继续增长,油气仍是世界能源的主要构成,油气勘探、开发面临着难度加大、成本、价格和环境保护等多方面的挑战,国际石油合作正在更多的国家和领域拓展。

为了促使我国石油工业上游领域在技术和管理方面有新的进展,迅速缩短与发达国家间的差距,做好与国际石油工业的接轨工作,我们委托石油工业出版社和石油天然气总公司信息研究所将此次大会中的有关论文,负责组织翻译、整理、编辑和出版,以供石油工业各级领导、工程技术和管理人员、大专院校师生参阅。

中国石油天然气总公司科技发展局

1994. 9

目 录

战略性的盆地勘探

石油体系的概念和应用	(1)
动态盆地研究——盆地分析的完美地学方法	(12)
利用地质模型减少勘探风险——综合地层解释	(21)
地震资料解释的现在和未来	(27)
科技进步对新区勘探的影响	(38)

详尽区域勘探的诸多方面

现代地球物理技术使勘探效率更高	(49)
在老勘探区综合应用地球物理和地质技术的勘探方法和储层方法	(58)
意大利北亚得里亚海——亚得里亚工区	(70)
渤海湾盆地石油详细勘探不断深化与扩展	(80)
委内瑞拉马拉开波盆地东北部层序地层学分析	(86)
新型地球物理技术在沙特阿拉伯油田勘探开发中的应用	(99)

俄罗斯石油资源和法规 (回顾与展望)

俄罗斯:石油资源和立法	(111)
-------------	-------

钻井新技术

使用电动井下马达钻水平井	(121)
大位移井、水平井和复杂设计井带来的挑战、成就和经济效益	(133)
近十年来在油气生产中应用岩石力学:使生产更安全、更经济	(145)
通过合作 加快技术转化	(158)

通过勘探与开采的结合,提高一次采收率

用综合方法勘探开发 Bongkot 气田地区 (暹罗湾)	(165)
运用综合地学技术实现油田最佳开发效果	(176)
地质统计:数据集成化和不确定性定量化的途径	(181)
一种先进的成熟油田油藏的管理方法	(193)
从井到数值模型油藏开发特征描述的综合方法	(202)
裂缝性白垩岩油田最优化的多学科综合研究	(213)
协作与技术是油藏经营成功的关键	(222)

海上边际油田——开发海上和北极油田的技术

具有挑战性的优化——亚德里亚海北部边际气田的开发	(231)
Barents, Pechora 和 Kara 海新生代沉积中的海底永冻层、气体水合物和气藏	(242)
LH11-1 海上边际油田的开发	(250)
边际油田开发:战略上的重要性和技术上的挑战性	(253)
适合于边际油田的开发合同者模式	(262)
水下设施——操作性设计	(268)

提高采收率方法和重油

低油价环境下的世界提高石油采收率 (EOR) 活动	(279)
---------------------------	-------

欧洲最大规模的罗马尼亚增加原油采收率 (IOR) 的状况	(287)
混相驱技术的现状	(304)
加拿大蒸汽辅助重力驱油 (SAGD) 技术应用之回顾与评价	(316)
Minas 油田的油藏经营: 东道国与采油商协同作战以提高最终采收率	(327)
滨里海凹陷各油田开发所面临的油藏工程挑战	(335)
热力采油在中国的地位与发展前景	(347)
用于地层评价的新工具和方法	
新的地层评价仪器和解释方法的回顾	(355)
环境问题对炼油的影响	
环境对炼制的影响: 与石油有关的环境政策及其对全球炼制体系的意义	(371)
从重质原油加工出高质量燃料是对石油炼制工业的挑战	(376)
深度脱硫、脱芳烃生产环境友好的中间馏分油	(387)
匈牙利的环境无害车用燃料	(395)
环保立法: 工业界倾向的方法	(401)
新型燃料和润滑剂	
美国汽车/油料改善空气质量研究计划近期进展	(413)
生产甲基叔戊基醚以及较重质醚类以使发动机汽油达到较高氧含量和较低烯烃含量	(424)
天然气作为发动机燃料在法国的应用	(432)
环保要求和新汽车技术推动润滑油质量的提高	(440)
可生物降解的润滑油的使用经验	(453)

石油体系的概念和应用

Gregory F. Ulmishek, U. S. Geological Survey, Box 25046, DFC,
MS 940, Denver CO 80225; Leslie B. Magoon, U. S. Geological Survey,
3475 Deer Creek Road, Palo Alto, CA 94304

马金华 译 周家尧 校

摘 要

石油体系作为一个统一化的概念逐渐被人们所接受,利用这一概念使得集中精力发现新油气储量的各种研究工作能够更有效地完成。已提出的石油体系的定义各有不同,但是,对系统的基本理解是把之作为一组发现或未发现的有成因联系的油气聚集,它们从邻接的源岩体中排出并占据一定的岩石体积。表示源岩和有成因联系油气聚集的石油体系图,和表示聚集的地层学位置的横剖面图,清楚地说明了勘探家对油气的来源和运移路线的解释。

本文比较了三个石油体系,以便更图形化地说明这一概念在勘探、研究和资源评价中是如何使用的。勘探程度由最高到最低,这三个石油体系分别属于:中国北部的冀中拗陷;阿拉斯加北部的 Colville 盆地;白令海的 Anadyr 盆地。尽管每一个盆地的信息量不一样,但是石油体系都能被富有意义的描述出来。

勘探地质家能够借助石油体系图和横剖面图确定油气区带,以寻找体系内部尚未发现的工业性数量的油气,或者,石油体系图和横剖面图能够用于对包含勘探程度低的石油体系的另一地区的类比。研究地质家 (research geologist) 能够研究和模拟系统的运作机制,无论是以整体还是以部分的形式,这有助于圈定新的油气区带并降低勘探风险。评价地质家 (appraisal geologist) 能够从历史的角度评价石油体系图以研究发现速率,或者,比较勘探水平不同的相似的体系以确定较低勘探程度的体系所具有的最大采出量。

引 言

对石油体系概念上的理解是作为在特定的地质背景下出现的且与特定的成熟生油岩相联系的一组油田和(或)气田,这对大多数地质学家在直觉上都熟悉,然而,已作过几种尝试使这一术语正规化,以便于在石油地质、研究和勘探中更容易使用它。Dow (1974) 首次引入和使用“石油体系 (oil system)”来解释成熟生油岩和石油聚集的联系,当时尚无这一术语的正式定义。Perrodon (1983) 使用石油体系 (Petroleum system) 这一术语,后来,Perrodon 和 Masse (1984) 把石油体系定义为:在空间上和时间上,导致油区形成的、有机结合的一组地质事件。在 Meissner 等 (1984) 的文献中所述,油气机器 (hydrocarbon machine) (或石油体系) 是包含油气的生成、运移、聚集所必需要素的一套岩石层序。这些机器的要素是生油岩、储集岩、盖层和圈闭。

Ulmishek 和 Harrison (1984) 及 Ulmishek (1986) 按独立含油气体系 (IPS) 的概念把这些同样的要素 (因素) 进行分类。该分类以这些因素对油气生成、聚集和保存的有效性的影响程度为基础。IPS 定义为由油气水平、垂向运移的区域性隔层同围岩分隔开的岩体,且其

内发生的油气生成、聚集和保存过程与围岩中发生的这些过程基本上独立。把重点放在独立性上和体系的限定上,这是试图使包含体系的岩体达到最大的内部均一性和简单性。

按 Ulmishek (1986) 的观点,均一性和简单性会有助于更完善地分析每一个 IPS 及其要素;更精确地计算 IPS 的体积和容积产量;并且,利用这一产量进行比较分析和边缘区的油气资源评价。

Demaison 和 Huizinga (1991, 1994) 提出石油体系的一种成因分类,这一分类以生油岩的有效性(系统中生成油气的数量)、排烃的主要方式(横向的与垂向的运移)、表征体系捕集油气能力的构造和地层等因素的体系的封闭因子(impedance)为基础。依作者的观点,石油体系是作用于地质空间和时间规模上的石油生成和聚集的物理化学的动态系统。

Magoon (1988; 1989a, b; 1992a, b), Magoon 和 Dow (1994a, b) 的文献强调从成熟生油岩的邻接岩体中排出的所有石油都是同一个体系的一部分。在不同的程度上,每个体系都可以用有成因联系的石油的出现和未出现进行作图。石油体系由基本要素(生油岩、储集岩、盖层和上覆岩体)及来源于单一的成熟生油岩体的所有成因上有联系的油气组成,这些油气可以是油气显示、油气苗和油气聚集。体系中所发生的作用包括油气生成、运移、聚集及圈闭的形成。石油体系的地理学及地层学含义定义为已发现的油气聚集的成熟生油岩的分布和成熟生油岩已证明或推测有成因联系的其他油气显示。石油体系的时间和时代含义是指大多数石油生成、运移和聚集发生的那个时间。

依据上述观点可以看出,石油体系有几种定义,从导致石油形成的一系列事件到成熟生油岩同有联系的油气聚集的结合。定义上的差异显然是来源于研究的不同着重点和不同作者所持的不同观点。尽管存在这些差异,几乎所有作者都表示,石油体系是指在有限的地质空间内从已发现的或将要发现的少数生油岩(通常只有 1 个)生成的一组油气藏。按照这一含义,石油体系是易于使用的实用的术语。在本文中,没有提出另外的定义,我们给出典型石油体系的几个例子,以说明如何确定石油体系的范围,同时指出这一概念在石油科研、勘探和资源评价中怎样使用。

由于它们的复杂性,很难给石油体系下一个简明的定义以使所有研究者满意,尽管它们在认识上和自然中是一个共同的现象。从字面上讲,系统包括一系列制造出的物体,或者,一个组织,它构成一个为了分配某些东西(比如电)而设计的网络。例如,完整的电力系统包括发电、输送和家庭、办公室或工厂的许多应用。输送网的全部目标集中在它所输送的物品上。对于电力系统,电线、绝缘子和其他许多物品的设计和使用都是为了发电、传送和利用电力。这一系统的图可以表示电产生的发电厂的相对位置、输送电的电力线和使用电的工厂、办公室和家庭。

在自然界中,人体中存在类似的网络和系统以循环人体中的血液给各种生理部分传送氧和营养物质。森林是更大的树丛,它是一个生态系统,为无数的动物和微生物提供寄居地,而它们通过交换营养物质(能量)的方式产生相互联系。显然,存在许多地球的或地质的系统,如产生并穿过地壳运送超热水或水蒸汽的地热系统。那么,石油体系则是产生、分散及聚集或散失石油的自然系统。“发电机”即是成熟生油岩;“电力线网络”即运移通道,“家庭、办公室或工厂”即油气显示、油气苗或聚集。

石油体系包括生油岩、含有油和气的圈闭、成熟生油岩和圈闭之间的油气可能通过它运移的所有岩石、圈闭体系的连续的区域性盖层。在某些情况下,盖层可能缺失或破裂,以致于体系的某些部分向上开放,这通常引起在浅层出现超重油、在地表出现沥青砂、或者,天

然气漏失。当石油体系中所有或几乎所有油气散失到大气中，或被水充满，或在地表或接近地表受到生物降解，则它成为一个遭破坏的石油体系。遭破坏的石油体系仍有科学上的意义，它可以为比较分析提供一个例证。

油气的生成、排出、运移、圈闭、保存（或散失）和油气聚集的物理、化学变化等作用都是在石油体系中发生的。这些作用发生的顺序构成石油体系的演化次序。其他许多地质作用（如成岩作用、构造运动等）对石油体系所在的沉积岩体有影响，但这些作用并不是仅局限于石油体系。它们是沉积盆地分析中更适用的部分。

石油体系具有空间（区域的和地层的）和时间上的双重范围。空间范围是指系统所具有的岩石的体积，并且，在不同程度上，它与运移方式而不是石油丰度（石油体积/岩石体积）的关系更密切，例如，长距离的水平运移大大地扩大了体系的区域范围。石油体系的丰度与其规模、质量和成熟生油岩体的热成熟度有关。体系的时间范围同其演化相联系，它包括了那些作用发生的那段时间。体系的这些作用的特征能够在实验室中进行研究和模拟（尽管有很大的局限性），并且，能以自然环境进行模拟。体系的空间范围可以在野外地质、地球化学、地球物理资料及模拟的结果等基础上进行作用。

石油体系的作图

石油体系作图的精度和技术取决于可得到资料的多少。体系的空间范围受成熟生油岩的区域范围和二次运移的水平 and 垂直方向的范围的控制。因此，石油体系作图就成为这样一项任务，即确定包括成熟油气源岩且由油气水平及垂向运移隔层所限定。

成熟生油岩通常出现在石油体系的底部或附近，除非体系中的储集岩直接位于源岩的下面。向下运移是由生油岩和储集岩之间的压力差造成的，它通常发生在这样的背景下。体系也可能出现储集岩老于生油岩，但它出现在构造上较高部位（如横穿断层），并位于运移通道上。在一个石油体系中，运移通常的上部界限由性能良好的区域性盖层来确定。有些情况下，这样的盖层由蒸发岩、厚的塑性和（或）富有机质的页岩组成。在许多石油体系中，区域性盖层不能覆盖整个石油体系。在盖层缺失或出现破裂的地方，油和气则向上运移至下一个盖层。例如，阿拉伯—伊朗盆地的 Hanifa-Arab 石油体系就是这样一种情景。侏罗纪 Hanifa 生油岩生成的油圈闭在区域性 Hith 蒸发岩下部的 Arab 带的上侏罗统碳酸盐储集岩中。在体系的周缘，蒸发岩缺失，油气向上运移到下白垩统储集层中（Murris, 1980; Shannon 和 Maylor, 1989）。因此，石油体系中运移的上部边界并非必须是单一的地层表面，在不同的地方它可以是不同的地层隔层。

区域性盖层上部的上覆岩石提供生油岩热成熟所需要的地层厚度。有些时候，生油岩、盖层和储集层很难和上覆岩石区分开，因为它们中的每一个都可以非常厚或相互之间存在相变。例如，一个生油层可能非常厚，以致于只有其下部达到热成熟，而其上部只表现为上覆岩石。当大多数石油体系正在发生运移的情况下，重建上覆岩石的时代和厚度需要相当谨慎，因为这一重建将提供现今油气分布及新油田位置的有价值的信息。

石油体系的区域范围在多数情况下受油气水平运移的构造隔档层控制，如大的隆起和区域性断层，但是，某些石油体系水平方向上受渗透率隔层的限制。例如，在西西伯利亚盆地，上侏罗统一下白垩统石油体系的西部边界和 Neocoman 三角洲砂储层中页岩含量的升高引起的渗透率损失有关，该储集层含有这个体系中的大部分油（Mkrtychyan 等, 1987; Rwdkevich

等, 1988)。

在勘探较成熟和研究程度较高的油区中, 大多数已发现的油和气聚集能够很有把握地与已确定的生油岩联系起来。由其他地球化学和地质资料作补充的油—油、油—油源地球化学对比为建立这些联系提供基础。由于油区中的多数油气田已经被发现, 因此, 在石油体系图上, 外接成熟生油岩及已发现的同此生油岩相联系的油气聚集的区域的线非常接近于石油体系的区域范围。实际上, 这条线显示的是最小的, 或已知的石油体系的范围。然而, 以地质资料为基础, 可能会发现油气聚集的储集层和圈闭的上倾方向的延伸都可使体系的范围扩大。

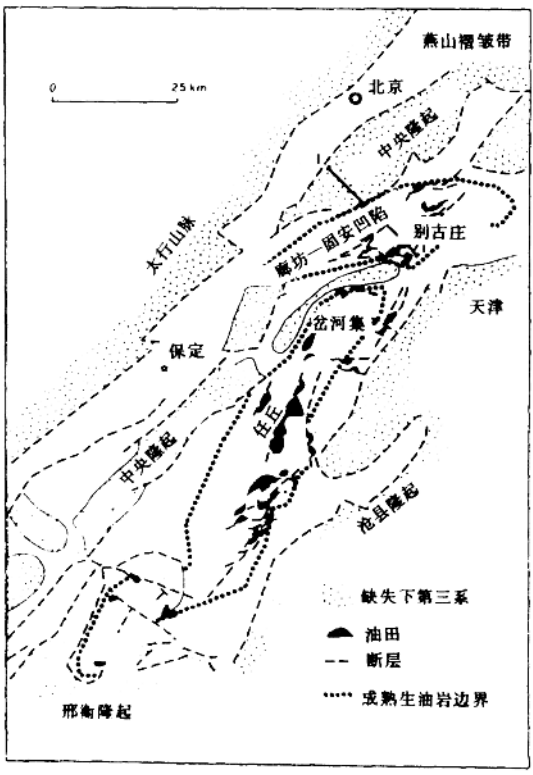


图1 华北盆地冀中坳陷的构造单元、石油体系和油田
(据 Wa 和 Liang, 1988)

冀中坳陷(图1)是华北(渤海湾)裂谷盆地的西北部分, 它已通过地球化学方法达到成熟的勘探阶段, 研究程度高。晚始新世和渐新世的非海相硅质碎屑岩充填裂谷并覆盖在元古代、古生代、中生代沉积岩之上(图2)。中新世—古新世硅质碎屑岩显示整合状覆盖于这些老的岩层之上形成裂谷期后的下挠坳陷。油源岩是出现在同裂谷层序下部的沙河街组深水湖相页岩。下中新统作为区域性盖层。油气藏发现于下第三系硅质碎屑储集层中和地垒上部的古生代前裂谷期碳酸盐岩中。冀中坳陷发育被一个沉积地垒分隔开的两个石油体系(图1)。每个系统的西北部边界都受构造高点控制。广泛的断层活动阻挡了油气向西北方向的水平运移。在东南冀, 属于南部石油体系的一些油藏位于成熟生油岩区之外, 此乃体系在此方向上的上倾延伸, 地质资料表明, 两个体系都可以向东南方向延伸, 在此区域有找到新油田

的可能, 特别是找到地层圈闭的油。在这种情况下, 这些体系延伸部分的油气区带的概念则应建立在地层圈闭的基础上。

阿拉斯加北斜坡的陆上部分进行了中度的钻探而其海上部分的钻探程度很低, 地层层序中发现了几个石油体系, 而且, 最老的 Ellesmerian 体系具有大的油气储量。Ellesmerian 体系的地层从密西西比系列第三系列且被区域性的中砾页岩单元封闭(Bird, 1994)(图3和图4)。主要生油岩是三叠系 Shublik 组的缺氧性页岩。体系的大多数地层单元中都有油气藏存在。在北部, 体系被断层局部破坏, 部分油气向上漏失进入中砾页岩层上面的上白垩统和第三系储集岩中。

Ellesmerian 石油体系的北部、东部、南部边界由油气水平运移的构造阻挡层构成, 北部

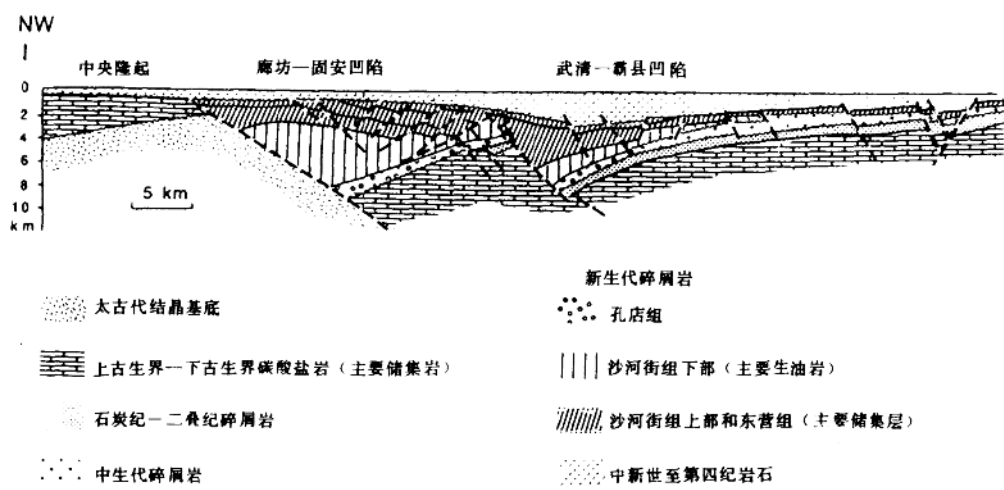


图2 华北盆地冀中坳陷廊坊—固安的第三纪石油体系的横剖面图
 (据 Guonong Ha, 私人通信, 经作者同意发表)
 剖面位置如图1所示

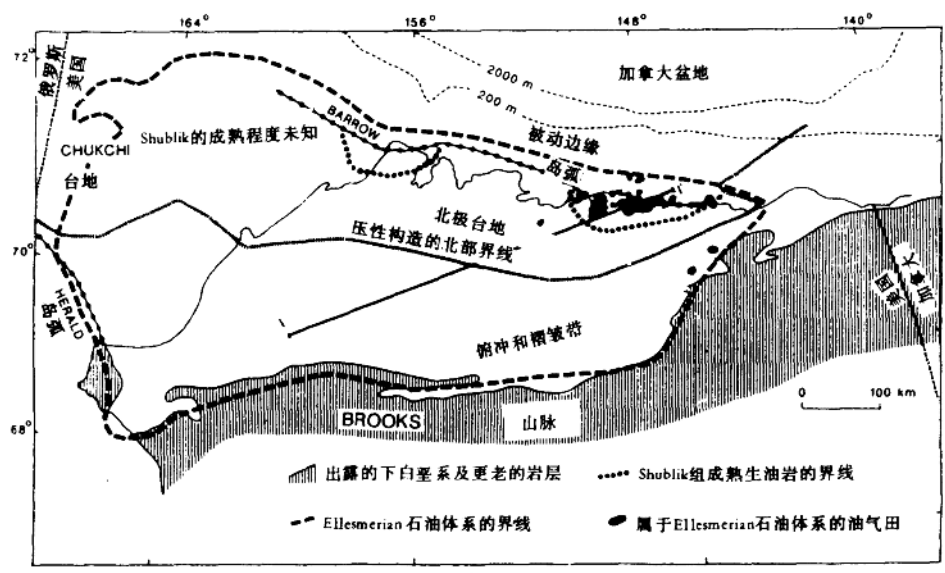


图3 阿拉斯加北部斜坡的Colville盆地中的Ellesmerian石油体系 (据 Bird, 1991, 有简化)

边界和 Barrow 岛弧、下白垩统不整合下部的 Ellesmerian 层序的剥蚀边缘有关。成熟生油岩的北部边界靠近剥蚀边缘, 但从 Prudhoe 湾的大的油气储量和与其临近的油田均位于这一剥蚀边界线上, 可以看出油气既发生了向北方向上的侧向运移, 也发生了向上覆圈闭的垂向运移。在南部, 岩层受 Brooks 山脉造山带的影响发生强烈变形, 上覆的区域性盖层的完整性亦可能受到破坏。这一地区的生油岩已过成熟, 石油主要以气的形式存在, 因此, 盖层的性能

特别重要。该石油体系的南部边界实际上可能位于图 2 所示的位置以北,介于出露的 Ellesmerian 层序的岩层和区域性构造北部界线之间。

白令海中的 Anadyr 盆地海上部分是尚未进行钻探的前缘勘探区,它发育有一个推测的石油系统。地震测网覆盖了这一地区 (Marlow 等, 1983), 并且,地震资料的解释是以 Anadyr 盆地的陆上部分及其南部的 Nauarin 盆地的钻探为基础的 (图 5)。

Anadyr 盆地陆上部分的钻探揭示了由上白垩统至上新统岩层组成的沉积剖面,它覆盖在侏罗系一下白垩统基底之上并被前始新世、前中新世和前中中新世不整合分隔成几个层序 (Voronkov, 1987)。在盆地南部的深处发现了几个非工业性油气田和数个油气显示,表明存在一个石油体系。尽管掌握的地球化学资料有限,但推测生油岩存在于始新统一渐新统,也可能存在于中新统层序的下部 (Ivanov 等, 1988)。在与此相同的地层层段中,从 Navadyr 盆地中已发现生油系 (Steffy 等, 1985), 因此,在 Anadyr 盆地海上部分中,预测在上古新统至下中新统中存在潜在的生油岩。从地震资料的解释推断,这一地层层段的岩层在 Anadyr 盆地海上部分的南部坳陷中存在,其深度可达 4km (图 4)。岩层向坳陷的南部和北部斜坡及两翼的 Tuman 隆起尖灭。

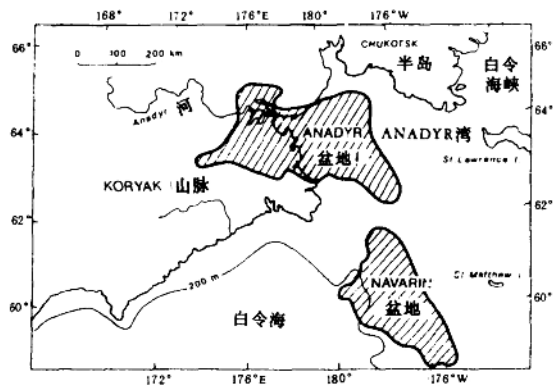


图 5 白令海的 Anadyr 和 Navarin 盆地的位置图

一个构造隔挡和陆上体系分开,既 Tuman 隆起。Tuman 隆起的时代对确定究竟是一个还是 2 个石油体系来说是很重要的。如果隆起的时代年轻,是生油岩成熟以后才形成的,则存在 1 个石油体系,反之,如果隆起形成于生油岩的成熟之前,则存在两个独立的石油体系。同陆上 Anadyr 盆地北部的隆起类比结果表明, Tuman 隆起是形成于中中新世页岩沉积之前的古构造,因此, Anadyr 盆地指出了两个石油体系 (图 6)。图上所示的海上体系的区域范围是基

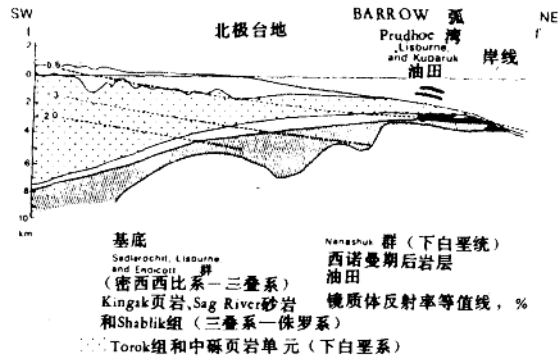


图 4 阿拉斯加北部斜坡的 Ellesmerian 石油体系的简化横剖面图 (据 Bird, 1994)

未表示岩层的复杂的逆冲变形,剖面位置如图 3 所示

在陆上,石油窗的顶部深度为约 1.8~2.6km (Ivanov 等, 1988)。陆上的油气藏和油气显示主要集中在早一中中生代的硅质碎屑储集层中。中中新世页岩厚 330m,形成区域盖层 (Yeliseev 组)。这些岩层在所有坳陷中均有出现,覆盖盆地内部及边缘的高部位,并向海上盆地延伸。这些资料表明,石油体系可能出现在除 Tuman 隆起以外的 Anadyr 海上盆地中 (图 6)。利用构造资料可以把陆上石油体系的思路扩展到海上 (图 6)。海上体系由一个

于成熟生油岩可能出现的范围,大致沿 2.5km 的等厚线,并包括了临近的构造斜坡。石油体系的可能的地层范围从始新世到中中新世地层,但它也包括了生油岩下部的上白垩统剖面的顶部,尽管在陆上这一剖面缺乏好的储集层。当可以得到更详细的有关储集岩、生成岩成熟度、区域盖层性能的资料时,基于这一油气区带概念的勘探将进一步缩小体系的空间范围。

这些实例说明,石油体系已证实的范围由外接成熟生油岩和把有成因联系的油田和大的油气显示圈起来的线来表示。在勘探成熟程度高的油气区多数油田已经找到,而且,有大量地质和地球化学资料可以参考,这种图件作起来较容易。然而,甚至在有些油气区,石油体系水平方向的范围可以通过描绘体系内包括油气田的岩体的几何形态而得到。石油体系的范围是预测油气区带的基础。

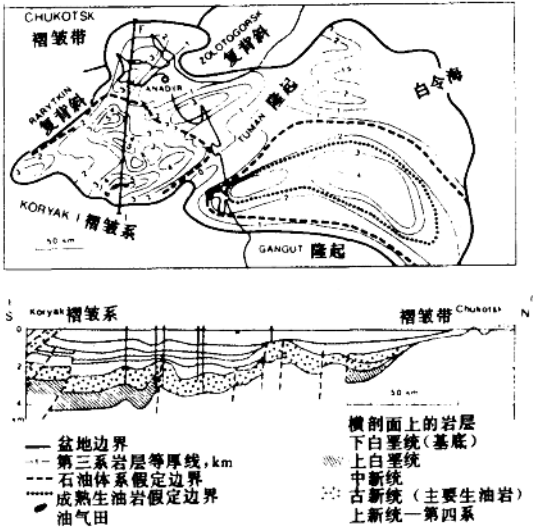
在勘探程度中等的地区,如阿拉斯加北部斜坡,对构成石油体系的岩体作图是了解体系范围的最佳方式。但是,已找到的油田集中在一个相对小的区域内,因此,要弄清整个石油体系的范围则需要更多的地质资料。在尚未勘探的前缘区,主要是构造资料和有限的地层资料,配合以相似油气区的比较分析,可以用来对预测的

石油体系作图及评价其可能的地层范围。这一例子中的体系图表示出了体系可能范围的最大值,通常,这一范围随着更丰富的有关成熟生油岩分布、储集层和盖层的资料的取得会缩小。在勘探的各个阶段,系统已证实的水平与地层范围和其可能的最大范围之间的对比指明了进一步勘探的潜力地区。利用石油体系这一概念,开发油气区带,以期找到体系的未勘探部分的工业性油气。

总之,石油体系图表示了体系的区域范围,其地层范围则用横剖面来表示。基本上,体系的地层(垂向)范围以及已发现油气藏和重要油气显示的地层位置也可以通过等值线和特殊的符号表示出来,然而,这会使图上符号太多,难以阅读。当今的计算机技术允许对体系进行三维作图,它可以给出生油岩、已找到的油气藏和油气显示、潜在的储集岩之间空间关系的更清晰的可视化图。一系列的三维回剥图件构成体系演化模拟的基础,包括生油岩的成熟度、油气的运移、圈闭构造和水动力学。

盆地、石油体系和油气区带

盆地、石油体系和油气区带是石油地质学用于研究、勘探和资源评价的三级概念分类单元,每一级概念都非常适用于地质学家进行石油地质综合研究所要达到的特定目的。



盆地由构造事件形成和改造并被沉积作用充填。在研究沉降和构造发育的历史、沉积体系的发展、构造和地层圈闭的形成、热力场的演化上,盆地是最适用的分级单元。石油体系是指油气生成单元。如上所述,石油体系占据一定的沉积岩体积,一般来说,这些岩层仅是石油盆地的一部分。即使是有也是偶尔才有一个石油系统就占据单一盆地的全部体积。对于研究和模拟油气生成、运移、圈闭和保存,石油体系是最适用的分级单元。石油体系的分析 and 模拟需要使用盆地分析得到的数据。

油气区带是一个勘探单元,也用于资源评价,它给出找到工业性油气的合理的依据。油气区带最适用于勘探的组织和进行,区带中的剩余远景勘探的风险评价通过使用盆地及石油体系分析和模拟资料可以得到改善。石油体系研究得到的资料也可以作为发现新石油区带的依据。

自 Weeks (1949) 的研究工作开始,许多地质学家试图利用勘探程度高的盆地的体积生油量(每单位岩石体积的油气储量),评价与之可以类比的勘探前缘盆地的未发现资源量。然而,经验证明以构造相似性(相同盆地类型)为基础的类比不足以比较盆地的石油丰度。对于提出的各种分类方案的不同构造盆地类型,体积生油量仅有略微的差别,且互有重叠(Klemme, 1977)。以石油体系体积为基础计算的体积生油量则较准确,因为石油体系是直接和油气生成、运移和圈闭相联系的较简单的单元。石油体系的比较分析和资源评价的类比应建立在体系要素及作用相似性的基础上。

1. 资源评价中的应用

在勘探成熟的油区,如何将石油体系的概念应用于未发现的资源,目前还了解甚少,因为在这类地区几乎没有对石油体系进行作图和描述。多数油区从油气区带的角度进行描述,即圈闭的类型、年代和体积。结合石油体系作图及对其演化的研究,分析已找到的油气聚集的分布能够得出在先前勘探周期中忽略的一些油气区带。这些新的油气区带大大地提高了对油区中未发现的油气资源的评价。

对于已证实的、钻探过的石油区带中余下的远景区,基于已作图的远景区评价的累加(如果可得到足够的资料)或基于统计学方法的油气区带分析则可以提供更精确的结果。然而,以统计学分析得到的区带评价的累加结果来代表最终油区资源量可能有误差,因为这些统计没有把未勘探的油气区带和石油体系考虑在内(Ulmişek, 1986)。

在勘探前缘盆地、区域或层序中,确定出的勘探区带很少或根本没有,也没有用于统计分析的资料。石油体系是更大的一级单元,其范围的确定和评价只需要相当少的详细资料,并且,作为一种近似,它能够在区域地震调查资料和一些地层研究的基础上完成。在这种情况下,石油体系是最适用的评价单元。评价的方法是利用可以类比的、研究程度高的石油体系进行比较分析和进行直接质量平衡计算。比较分析的标准应包括控制石油体系有效性的主要因素,从油气的生成到其圈闭和保存。

2. 勘探中的应用

石油体系是油气生成、运移、聚集及在圈闭中保存的自然围限的岩石单元。石油体系空间范围的作图及其演化的模拟可以提供一个基础,以预测体系内部未勘探岩层中油气的分布;估算体系的各个部分中可供捕集的油气的数量;预测特定油气区带中油气的可获得性;估计系统的偏油与偏气特征;估计油的性质。石油体系作图和模拟的结果能够指明最有利的勘探区域,并且大大地降低勘探风险。

3. 研究中的应用

这种研究的主要目的是建立石油体系油气生成特征与所保存的油气的丰度之间的对应关系,即建立成熟生油岩的有效性,所生成油气的量、影响体系圈闭油气能力的岩石的地质特征(储集层、盖层、圈闭,即系统的阻抗,据 Demaison 和 Huizinga, 1991),使体系免受破坏作用的水平及垂向运移阻挡层的有效性,与圈闭中油气存在的时间及系统中油气丰度之间的关系。这种研究的主要目标是研究成熟的、地质学及地球化学研究程度高的石油体系,然后,这种研究的结果就能够应用于勘探程度低及尚未勘探的地区,这为比较分析及资源评价提供了一个基础。其他与油气聚集成因及其保存有关的研究项目,在石油体系的框架下,可以更高效地完成。

结 论

石油体系的概念对于研究、资源评价和勘探是一个有价值的工具,这一概念清楚地定义了研究的目的和目标。石油体系分析同盆地分析、油气区带分析一起构成了以资源评价和勘探为目的的石油地质综合研究的必要组成部分。在评价勘探前缘盆地、区域和地层层序的石油远景方面,石油体系特别有价值。

(张 刚 审读)

参 考 文 献

- Bird, K. J. The Ellesmerian (?) petroleum system, North Slope of Alaska, USA, in Magoon, L. B., and Dow W. G., eds, The petroleum system—From source to trap. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 1994, 59, P. 40 (scheduled release March 1994).
- Demaison, G. and Huizinga, B. J. Genetic classification of petroleum systems. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 1991, 75(10), 1626—1643.
- Demaison, G. and Huizinga, B. J. Genetic classification of petroleum systems using three factors: Charge, migration, and entrapment, in Magoon, L. B. and Dow, W. G., eds. The petroleum system—From source to trap. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 59, P. — (scheduled release March 1994).
- Derten, A. K. and Suprunenko, O. I. Tectonics of the Anadyr basin. *Sovetskaya Geologiya*, 1986, 12, 85—91.
- Dow, W. G. Application of oil-correlation and source-rock data to exploration in Williston basin. *AAPG Bulletin*, 1974, 58(7), 1253—1262.
- Ivanov, V. V., Grevtson, A. V. and Scherban, O. V. *Sedikakhity osadochnykh basseynov severo-vostochnoy Azii (Organic matter in sedimentary basins of northeastern Asia)*, Nauka, Moscow, 1988, 168p.
- Klemme, H. D. World oil and gas reserves from analysis of giant fields and petroleum basins (provinces), in Meyer, R. F., ed., *The future supply of nature-made petroleum and gas*, Pergamon Press, New York, 1977, pp. 217—260.
- Krylov, N. A., Burlin, Yu. K. and Lebedev, L. I. *Neftegazohosnye basseyny kontinentalnykh*

- okrain (Petroleum basins of continental margins), Nauka, Moscow, 1988, 246p.
- Magoon, L. B. The petroleum system — A classification scheme for research, exploration, and resource assessment, in Magoon, L. B. Petroleum systems of the United States. *U. S. Geological Survey Bulletin*, 1988, 1870, 2—15.
- Magoon, L. B. ed., The petroleum system — Status of research and methods, 1990. *U. S. Geological Survey Bulletin*, 1989a, 1912, 88p.
- Magoon, L. B. Identified petroleum systems within the United States — 1990, in Magoon, L. B. ed., The petroleum system — Status of research and methods, 1990. *U. S. Geological Survey Bulletin*, 1989b, 1912, 2—9.
- Magoon, L. B. ed., The petroleum system — Status of research and methods, 1992. *U. S. Geological Survey Bulletin*, 1992a, 2007, 98p.
- Magoon, L. B. Identified petroleum systems within the United States — 1992, in Magoon, L. B. ed., The petroleum systems — Status of research and methods, 1992. *U. S. Geological Survey Bulletin*, 19892b, 2007, 2—11.
- Magoon, L. B. and Dow, W. G., eds. The petroleum system — From source to trap, *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 1994a, 59, p. — (scheduled release March 1994).
- Magoon, L. B. and Dow, W. G. The petroleum system, in Magoon, L. B. and Dow, W. G., eds., The petroleum system — From source to trap. *American Association of Petroleum Geologists Memoir*, 1994b, 59, p. — (scheduled release March 1994).
- Marlow, M. S., Cooper, A. K. and Childs, J. R. Tectonic evolution of Gulf of Anadyr and formation of Anadyr and Navarin basins. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 1993, 67(4), 646—665.
- Meissner, F. F., Woodward, J. and Clayton, J. L. Stratigraphic relationships and distribution of source rocks in the greater Rocky Mountain region, in Woodward, J., Meissner, F. F. and Clayton, J. L. eds, Hydrocarbon source rocks of the greater Rocky Mountain region. *Rocky Mountain Association of Geologists*, 1984, p. 1—34.
- Mkrtchyan, O. M., Trusov, L. L., Belkin, N. M. and Degtev, V. A. *Seismogeologicheskii analiz neftegazonosnykh oslozheniy Zapadnoy Sibiri (Seismogeologic analysis of oil-and gas-bearing rocks of West Siberia)*. Nauka, Moscow, 1987, 127p.
- Murris, R. J. Hydrocarbon habitat of the Middle East, in Miall, A. D., ed., Facts and principles of world petroleum occurrence. *Canadian Society of Petroleum Geologists*. Calgary, Alberta, Canada, 1980, p. 765—800.
- Perrodon, A. Dynamics of oil and gas accumulations. *Pau, Elf Aquitaine*, 1983, 187—210.
- Perrodon, A. and Masse, P. Subsidence, sedimentation and petroleum systems. *Journal of Petroleum Geology*, 1984, 7(1), 5—26.
- Rudkevich, M. Ya., Ozeranskaya, L. S., Chistyakova, N. F., Kornev, V. A. and Maksimov, E. M. *Neftegazonosnye komplekсы Zapadno-Sibirskogo basseyna (Oil-and gas-bearing complexes of the West Siberian basin)*. Nedra, Moscow, 1988, 304p.
- Shannon, P. M. and Naylor, D. *Petroleum basin studies*. Graham and Trotman. London, 1989, 213p.

- Steffy, D. A. , Turner, R. F. , Martin, G. C. and Flett, T. O. Evolution and petroleum geology of the Navarin basin, Bering Sea, Alaska. *Oil and Gas Journal*, 1985, 83(31), 116 — 119 and 122 — 124.
- Ulmishek, Gregory. Stratigraphic aspects of petroleum resource assessment, in Rice, D. D. , ed. , Oil and gas assessment — Methods and applications. *AAPG Studies in Geology*, 1986, 21, 59 — 68.
- Ulmishek, G. and Harrison, W. Quantitative methods for assessment of petroleum resources of poorly known basins, in Masters, C. D. , ed. , Petroleum resource assessment. International Union of Geological Sciences Publication, 1984, no. 17, p. 80 — 94.
- Voronkov, Yu. S. , ed. *Osadorchnye basseyny Dalnego Vostoka SSSR (Sedimentary basins of the Far East of the USSR)*. Nedra, Leningrad, 1987, 264p.
- Weeks, L. G. Highlights on 1948 development in foreign petroleum fields. *American Association of Petroleum Geologists Bulletin*, 1949, 33, 1029 — 1124.
- Wu, Huayuan and Liag , Digang. Formation conditions of three oil fields in the Jizhong depression, China, in Wagner, H. C. , Wagner, L. C. , Wang , F. F. H. and Wong, F. L. , eds. Petroleum resources in China and related subjects. *Circum-Pacific Council for Energy and Mineral Resources Earth Science Series*, 1988, 10, Houston , Texas, p. 311 — 328.

动态盆地研究

——盆地分析的完美地质方法

Roy H. Gabrielsen and Sverre Strandenes, Norsk Hydro Research Centre

黄石岩 译 贾爱林 校

摘要

在许多地方,目前油气勘探的特征是在以前没有勘探的地层中的隐蔽圈闭中有小的发现。同时,面临着日益增长的缩短从勘探发现到开发生产的时间的压力,优化利用全油田相关信息的要求日趋明显。因此,要求对盆地从沉积到现在,在任何阶段所有尺度上进行精确的几何形态描述和古构造古地理重建。本文描述一种动态盆地模型,它的设计宗旨是能利用所有尺度上得到的数据,以及作为从勘探到油藏研究过程中建模的工具。

这种挑战要求与地质、地球物理建模和油藏模拟方法结合使用最优化的数据库,核心概念是三维数据模型。模型的建立必须包括早期勘探阶段获得的基础地质和地球物理数据,同时要求在油田勘探生产整个生命过程中有“无限”扩展的能力。因此,这样的模型必须建立在现代最先进的技术基础之上以获得必要的一致性、长期性和灵活性。

数据库是集地球物理、地质和储层建模方法于一体的核心,可以预见这些方法在不久的将来将有巨大的发展。这要求中央数据库和建模方法建立在一个通用标准之上,以便新的版本和新方法与之易于兼容。

引言

虽然新区还会发现,但是可供油气勘探的成熟油气区的数量正在减少。伴随着要求用低成本勘探和更有效地开发利用现有资源的明显压力,使油公司更好地使用诸如人力、数据、解释和模拟技术等各方面的资源。在成熟区,大油田已经被勘探发现,只有在不利或了解较少的地层里以隐蔽圈闭形式尚有较小的发现。同时,存在缩短从发现到生产的时间的压力,优化使用所有有关地质和地球物理信息的要求明显增强,这要求对盆地历史演化过程中任何阶段所有尺度进行精确的几何形态描述和古构造古地理重建。

集中面对这些挑战,建立最优化的数据库,从中可进行地球物理和地质建模及生产模拟。通过勘探和开发,油公司已积累了大量的地球物理、地质、岩石物性和生产数据,因此,很久以来已经认识到要在勘探、油田评价和生产方面建立高质量的数据库,如历史拟合和建模等主题已引起高度注意。开发利用数据库的潜力随着新的数据技术的发展不断增强,伴随着复杂的三维显示成为可能,处理、修改和存储大数据体变得容易,这给科学家提供了这样的可能:可获得复杂问题的全面概况,借助图形,可判断数据和解释中的不规则性与不一致性。

同时,不同的地球科学数据和模型必须综合,以获得可能的最佳模型,这促进了各种建模方法的发展,尽管其中许多被认为是发展的早期阶段,但是它们预示了一个新时代:一方面是假设和模型的控制,另一方面是模型的预测性将加强。使用这些方法,地球科学家可以动态地交互使用模型,开发另外可能的模型,检验任何模型建议的有效性。

尽管这些发展前景具有很大的潜力,但我们还是同意 Total 的 B.C. Duval (Duval,