

石油勘探工作的系统观

何治亮 朱 虹

(中国新星石油公司勘探研究院, 湖北荆州 434100)

在现代石油勘探中, 传统的机遇几乎不再存在, 新的挑战需要新思维。要实现油气勘探的最大经济效益, 需要各种自然因素优越配置的含油气系统、结构合理与功能齐全的勘探系统和准确高效的管理决策系统内在的统一与协调。

关键词 石油勘探 含油气系统 勘探系统 管理决策系统

第一作者简介 何治亮 男 35 岁 高级工程师 油气盆地分析、石油地质与勘探

石油是什么? 它曾是一个时代的主宰, 并仍将成为未来世界不可或缺的力量。从 19 世纪中叶开始, 石油已悄悄将我们社会变成了一个“碳氢化社会”。我们无法想象, 在一个没有由石油驱动的内燃机的世界该如何运行。在石油的历史上, 它作为一种特殊的商品把国家战略、全球政治和实力紧密地交织在一起。石油曾经改变了美国的历史, 改变了二战的格局。二战中德国最薄弱的一点是石油, 日本的唯一弱点也是石油, 这成了他们的败因之一。在和平时代, 石油几乎就是金钱。没有一门行业能像石油这样把风险和报酬的意义, 以及机遇和命运的力量作如此深刻的解释。投机者说“石油是最大的赌博”^[1]。

石油勘探几乎是这个“赌博”的全部内容。当我选择“石油勘探工作的系统观”这个主题时, 我并不希望以一种呆板的理论来冲淡这种包含鲜活、动感、激动人心的机遇和挑战的工作。纵观石油勘探的历史, 我们会发现, 冒险和机遇构成了这首宏大作品的主旋律。从德雷克“上校”在美国泰特斯维尔钻出的第一口油井到波斯发现石油的过程几乎都是用机遇写出的^[1]。然而, 石油的历史偏偏又是由精明的洛克菲勒们写成的, 是他们悄悄地发现、占有了这些机遇, 并组装成一部动人心魄的奏鸣曲。是埃克森、雪佛龙、莫比尔、阿莫科、德士古、英国、壳牌们以最先进的管理, 最大的资金投入, 将他们的触角一次次伸向那些石油勘探的处女地, 一次次占有、享受了这些机遇。然而, 经过一百多年的勘探后, 我们所面临的主要问题是石油勘探现在几乎已没有处女地, 未来的石油发现究竟应该依靠什么? 传统的机遇几乎不再存在, 新的挑战需要新思维, 系统科学理论能帮我们找到新的机遇吗?

中国的油气勘探史是一条坎坷、曲折的光明之路。在一块被外国专家认为“贫油”的土地上, 中国的石油工作者以他们独有的胆识和谋略, 以他们对中国油气地质条件的深刻理解和对石油勘探前景的信心, 以他们朴素的系统勘探思想和发现机遇、捕捉机遇的卓越能力, 取得了石油勘探工作的骄人成就, 获得了他们应有的尊重和地位^[2]。从此, 一个依赖洋油的国家成

为世界屈指可数的产油大国。过去的成就可以说是系统勘探思想的成就。未来的辉煌需要更合理更先进的系统勘探理论和方法。

1 自然系统观

石油是大自然赐予人类的珍贵礼物。它是地球这种特殊的宇宙体中太阳能通过生物的聚合作用, 在地球的热动力作用下, 经过复杂的堆积—埋藏—生烃—运移—聚集—保存过程, 而形成的一种规模性的经济矿产, 是地球这个庞大自然系统下的特殊产物。它的形成受控于地球演化历史中岩石圈、水圈、大气圈、生物圈的演化历史, 并赋存于沉积盆地这种特殊的地质构造单元之中, 是盆地内生和表生地质作用的产物。

“没有盆地就没有石油”^[3]。作为一种由大自然特殊设计、精巧组织的复杂自然系统, 沉积盆地表现出自然系统所固有的全部的内涵和外延, 如整体性、层次性、关联性、阶段性、环境适应性等。石油是盆地的特殊的产物, 它服从于盆地系统结构、功能和动力学特点。在对一个沉积盆地进行以勘探油气为目的分析评价时, 可将盆地分为构造格架、沉积实体、流体等子系统。在盆地形成、沉降、侵蚀、搬运、沉积、埋藏、热作用、成岩、生烃、排烃、运移、聚集等相互关联的地质作用过程中, 这些子系统共同服从于盆地这个大系统, 并表现出系统结构的稳定性、层次性、开放性和相对性^[4]。通过勘探研究工作来认知一个盆地是否赋存油气、油气丰度如何以及如何分布等问题, 实际是对一个“黑箱”的分析过程。面对一个无法打开、无法重复, 只有了解其输入输出状态, 而不知其自然结构的自然系统, 通过石油勘探和盆地分析, 我们可以使这个“黑箱”逐渐有一个从黑—灰—白的过程, 从而实现对盆地—烃关系的求解。

石油赋存的自然系统可分为六个层次, 即石油省(或油气区)、盆地、坳陷、区带、圈闭、油藏。按系统论的思路, 这六个层次的自然系统分别表现出不同的结构和功能。高层次的系统对低层次系统则起着明显的控制作用。

石油省或含油气区是一种相对独立的大地构造单元, 大致相当于一个岩石圈板块或相当的地质单元(如变形区、气候区、海侵区)。一般可以理解为在构造演化、基底类型、沉积作用、热体制等方面具统一性和独立性, 可包含一个特大型复合型盆地或若干盆地。它是地球大环境下的产物, 又构成了盆地的环境条件。

盆地是发生沉积作用的场所, 在全球和区域背景的控制下通过伸展、挤压、走滑、重力、热作用等方式形成和沉降, 并接受有机、无机物质的沉积和埋藏, 在构造演化、热作用条件下形成特殊的构造格架、地层实体和流体系统。

坳陷是盆地中的次级沉降单元, 与隆起一起构成盆地的二级构造单元, 在沉降、沉积和流体系统上表现出一定的独立性和特殊性。有时一个盆地只有一个坳陷。

区带是盆地中由构造和沉积原因复合形成的具相对独立的地质单元, 相当于盆地中的三级构造区带。一般表现出独特的地质构造、沉积地层和流体赋存特点, 是相对统一地发生油气生、储、运、聚集的复合地质体。

圈闭是油气聚集的场所, 或因构造变形、或因沉积等原因形成, 主要由储集空间和封闭体系构成捕集油气的空间单元。有效圈闭需要有效油源、有效运移通道、有效储层、有效封闭、相对低势环境和保存条件, 以及时间上的合理配置。

油藏是有效圈闭中的有效聚集和保存, 一个圈闭中可以包含若干油储单元。

综上所述, 石油勘探的自然系统结构的稳定性、层次性、开放性、相对性均有其具体的表

现。客观的勘探对象的系统性,决定了勘探工作的系统性。

2 技术方法系统观

石油勘探的历史,几乎就是一部近代工业史。一方面近代科学技术和发明创造促进石油勘探;另一方面石油勘探的产物——油气产品又构成了现代工业社会最重要的物质。因为蒸气机和新式钻机,使获取地壳深部的石油成为可能;因为石油的规模开采,产生了美国东部的铁路网和码头;因为内燃机,石油走出了萧条;又因为石油,世界有了数不清的汽车、高速公路、空中客车、航空母舰和庞大的化学工业,甚至新的世界文化、新的世界格局和新人类的历史。大型计算机也主要服务于石油勘探的数据处理。石油勘探几乎吸引了所有科学技术领域的关注和涉足。

石油勘探经历了从油气显示找油—地表背斜找油—地震构造找油—隐蔽圈闭找油四个阶段。石油工业之父乔治·比斯尔从一幅专利药品广告得到钻油井的启示,他估计出售“石头油”是一门行业^[1]。在美国宾夕法尼亚州,根据地表渗出的油气显示,他们成功钻成了第一口出油井。此后若干年,利用少量地质知识和油气苗钻井是最主要的勘探方法。当人们发现石油主要集中于背斜构造中时,钻探有油气显示地区的背斜构造是19世纪末,20世纪初的主要方法。随后,重力仪被用于掩覆区的勘探,即通过寻找重力高而选择钻井井位。当模拟地震仪和随后的数字地震仪投入石油勘探时,石油勘探就从投机性行为转入了一种理性勘探的阶段。系统勘探观已逐渐为石油勘探工作所重视,其主要原因: (1) 可供钻探的地表构造已越来越少; (2) 钻井成功率已成为制约石油勘探是否盈利的主要前提; (3) 石油勘探主要面临的是“情况不明”的隐覆区; (4) 出现了众多可供选择的勘探技术; (5) 石油勘探的竞争日趋激烈; (6) 石油的战略地位越来越重要。

因此,从本世纪中叶开始,石油勘探已开始进入系统勘探阶段。此阶段主要表现为,地质分析评价贯穿于石油勘探全过程(理性)、勘探过程中的整体观(以盆地为最基本单元)、分层次勘探和多方法的协同作战。

地质分析是找矿工作中一种理性的工作方法。通过对已知油气藏和油气盆地的理性分析和总结,形成了系统的盆地成油和成藏的理论体系。在具体的勘探过程中,勘探工作者充分利用他们已有的理论知识和对具体勘探对象的理解,逐步形成逼近客观实际的认识,并指导了勘探工作。归纳、演绎、类比、直觉……各种思维、判断方式均可表现在勘探部署之中。通过精密的部署,最大限度地降低勘探风险。中国石油地质学家们创立的“陆相生油”理论,坚定了中国找油的信心。李四光地质力学观点,认识到第二沉降带的油气前景,并引伸出50年代油气勘探工作的战略性东移^[2]。地质分析为油气勘探提供了许多全新的思路,这些思路引导油气勘探获得了一个又一个的重大突破。盆地分析、含油气系统、圈闭评价、油藏描述等综合性理论和方法,无不渗透着系统论的思想观和方法论,并指导着油气勘探工作的全过程^[5]。

整体观体现在勘探过程是一种有目的地剖析整个含油气盆地,而不是就圈闭论圈闭,就油藏论油藏。油气勘探总是遵循从整体到局部,从普遍到特殊的过程。整体展开与重点解剖是油气勘探所遵循的基本方法。一些石油地质学家总结的“定凹探隆”的勘探模式,就是油气勘探整体观的具体体现,曾指导了许多盆地的油气勘探,并导致了許多油区的成功勘探。

勘探工作的层次性,体现在针对油气勘探不同序次的对象采用不同的勘探内容。50年代起,中国石油勘探家们曾总结出针对油气区—盆地—区带—圈闭的概查—普查—详查—滚动

勘探开发的勘探模式,即通过概查优选可供勘探的盆地,通过盆地普查优选有利的区带,通过详查优选可供钻探的目标,对减少勘探风险、提高勘探效率起到了积极的作用^[2]。

多勘探方法协同运用是系统勘探的重要内容。我们知道,任何勘探手段都有其优越性和局限性,只有当这些手段产生协同效应,才有可能对勘探对象形成接近其客观性的认识。如根据航磁、区域重力、遥感、区域地震大剖面,我们能得到盆地整体构造的基本认识,从而达到选盆或选坳的目的;根据地震普查和区域探井(参数井),我们可以选择有利的油气勘探区带;根据二维地震普查或三维地震、化探详查等。我们可优选有利的钻探目标(圈闭);根据三维地震、评价井,我们可得到一个已知油气藏的储量规模,并进一步预测其开采后的经济效益。正是在地质家正确的思路和判断中,在勘探家精巧的方法组合和资料处理过程中,油气勘探逐步减少了盲目性,增加了成功率。

3 管理决策系统观

石油勘探的高风险和高效益决定了石油勘探只能以一种规模化经济活动来完成。如何构建一个合理、高效的勘探系统?如何有效地实施勘探过程?如何创造属于自己的机遇并牢牢把握这些机遇?如何在激烈的勘探竞争过程中得以生存和发展?这是勘探决策者们一直都在探索的一些核心问题。

石油勘探是石油经营活动中的最上游的经济活动。勘探投入所获得的可动用的经济储量是评价勘探效益的关键指标。要实现油气勘探的最大经济效益,需要各种自然因素优越配置的含油气系统,需要结构合理、功能齐全的勘探系统和准确、高效的管理决策系统内在的高度统一与协调。

石油勘探工作有别于其他经济活动,具有其固有的特点,包括:

(1) 对一个石油公司而言,国际化和全程经营活动是其最普遍的特点。将勘探工作深入到国际政治经济条件所允许的每一个角落,可大大增加勘探对象选择的余地,使勘探工作尽可能减小自然风险。而全程经营活动可使勘探工作有一良好的支撑环境,避免在某些特殊的勘探低潮期出现衰落。

(2) 勘探工作是一种不断取舍的经济活动。它有时不得不面对大量勘探资金的“沉没”,有时甚至在已获得探明储量后,还不得不放弃已有的勘探成果。

(3) 勘探工作的目标是可分解的。即使是完全失败的勘探,它所获得的资料也具有极大的经济价值。因此勘探目标可分解为一系列的次级目标,不同阶段的勘探工作可通过盆地资源量、圈闭资源量、油气发现后的控制储量、探明储量、可动用经济储量来进行评价。

(4) 石油是商品同时也是一种重要的战略物资,因此勘探工作既是公司化行为也常常是国家行为。勘探资金既可来自公司自身的油气开发收入和下游收入,也可来自国家资源补偿费或政策性补贴或贷款。

根据上述特点,在实施石油勘探的系统管理时,应充分考虑石油勘探决策系统的动态性、非稳定性、开放性、非线性等特征。无论是新建和改组一个勘探系统时,都应注意系统固有的特点和要求。

(1) 针对所面临的自然系统(如复杂地表、地下条件的盆地面貌、勘探程度、资源结构与类型)来构建勘探系统。

(2) 根据管理目标,调整各要素的功能和系统结构,如建立多学科交叉的复合性要素和综

合性结构,使整体功能得以优化。

(3) 用动态的管理来调整、增强各要素的协同效益。

(4) 根据有限目标原则,用各种调节手段把系统导向各级预定目标,并最终实现预定目标。

(5) 将系统置于石油经济活动的全过程中,置于国家和国际的经济活动中,通过与环境的物质、能量、信息的交换而达到对环境的适应状态,在动态中获得稳定。

中国过去的石油勘探长时间处于相对封闭的状态,是一种计划体制下的国家行为。这种系统表现出了静态、确定、稳态的系统特点。在过去勘探中,已表现出决策迟缓、反应迟钝、结构臃肿的特点。在国家积极对外开放、经济体制从计划向市场转化的新形势下,这种系统表现出了对环境的极大的不适应性,并已从日益增加的勘探成本和不甚明显的勘探成果上体现出来。国内的一些石油公司已不同程度地开展了勘探系统的重组与改制工作。其中,实施项目管理、减少决策中间环节、规范勘探过程的经济行为、加强对外合作勘探等举措已收到了一定的成效。显然这些仅仅是开始,构建一个自然系统、勘探系统和管理决策系统三者高度统一、结构合理、功能齐全、运行高效的具国际竞争力的石油勘探系统,是中国所有石油工作者的责任和义务。

我们有过辉煌过去,我们也会铸就灿烂的未来。

参 考 文 献

- 1 Doniel Y. 石油风云. 上海政协翻译组译. 上海: 上海译文出版社, 1992. 16~ 20, 29~ 55, 155~ 174
- 2 吕华, 苏云山, 韩景行, 等. 中国石油天然气的勘查与发现. 北京: 地质出版社. 1992. 21~ 23, 78~ 88
- 3 Perrodon A. 石油地质动力学. 冯增模, 郭立言, 王殿凯译. 北京: 石油工业出版社, 1993. 1~ 21, 274~ 297
- 4 吴冲龙, 张宏年, 周江羽. 盆地模拟的系统观与方法论. 地球科学, 1993, 18(6): 740~ 747
- 5 Magoon L B, Dow W G. The petroleum System —from source to Trap. AAPG Memoir, 1994, 60: 3~ 22

THE SYSTEMATOLOGY OF PETROLEUM EXPLORATION

He Zhiliang Zhu Hong

(Research Institute of Petroleum Exploration, CNSPC, Jingzhou, Hubei)

Abstract

In petroleum exploration of present time, there is hardly traditional opportunity. New challenge needs new thinking. In order to get the biggest economic benefit, the oil and gas-bearing system with optimum disposed various natural factors, the exploration system with rational structure and complete function, accurate and effective managing and decision-making system must be compatible.