

含油气系统概念的由来及内涵

汪时成¹, 周庆凡²

(1. 石油大学地球科学系, 北京 102200; 2. 中国石化集团新星石油公司规划研究院, 北京 100083)

摘要: 含油气系统概念在 1972 年由美国石油地质学家 Dow 首先提出, 历经 Perrodon, Demaison, Meissner, Ulmishek 及 Magoon 等人补充、修改而完善。含油气系统为一个有效源岩体和所有有关油气的天然系统, 包括油气藏存在所必需的一切地质要素和作用, 与沉积盆地、成藏组合和勘探目标等层次构成一个油气调查序列, 侧重研究生油气源岩体与油气之间的成因关系。因此, 含油气系统不属新理论范畴, 而是一种适用于研究油气的新方法, 研究对象为某一油气成因单元。含油气系统因地质要素和地质作用的不同功能, 可进一步划分为生成子系统、运移子系统和聚集(保存)子系统。我国的含油气系统不仅仅由单一系统构成, 而多发育复式含油气系统。在引进和应用含油气系统的方法时, 不要盲目套用, 也不要不切实际地进行所谓的修改与创新, 而应视我国的具体地质情况而定。

关键词: 含油气系统; 调查层次; 地质单元; 子系统

第一作者简介: 汪时成, 男, 37 岁, 博士生, 油气地质与勘探

中图分类号: TE132 **文献标识码:** A

1 概念的由来

含油气系统(Petroleum System)的雏形——石油系统(Oil System)的概念于 1972 年首先由美国石油地质家 Dow 在丹佛召开的 AAPG 年会上提出, 历经诸多学者补充、修改而完善^[1~2]。

石油系统的提出对含油气系统概念的建立和发展具有重要意义: (1) 油-源对比是识别含油系统的关键; (2) 含油系统名称由源岩和储集岩名称组成; (3) 成藏组合(Play)被定义为一个单独的概念; (4) 进行了理论生油量和储量的质量平衡对比。

Perrodon^[3]于 1980 年首次提出含油气系统这一术语。他认为: 控制油气藏分布的地质因素(尤其是源岩、储层和盖层组合)通常局限于一定的地理范围, 这个地理范围通过一组油气藏, 即一个含油气系统的形成来反映。含油气系统就是同类或具有相同功能的自然要素按一定结构的组合。

1984 年 Demaison^[4]提出了生烃盆地(Generative Basin)的概念, 将下伏有成熟源岩的区域称作‘生烃凹陷’或‘烃厨’, 含有一个或多个生烃凹陷的盆地定义为‘生烃盆地’。生烃凹陷可以通过有关成熟作用和有机相的地球化学资料与来自地震和深

井的构造地层信息综合绘出。

Meissner^[5]等人提出了烃类机器(Hydrocarbon Machine)的概念, 其定义如下: 含有油气生成、运移和聚集过程中所有要素的层序构成了可以称为天然地质烃类机器的东西。这种概念格架的应用将有助于预测油气生成、运移、聚集单元, 即烃类机器。这种烃类机器在一定地层范围内起作用。当与源岩区域分布图共同使用时, 可解释已发现油气藏的分布并进一步圈定远景区。

1986 年 Ulmishek^[6]提出独立含油气系统(Independent Petroliferous System)的概念, 这一术语被用于描述“油气资源评价的地层情况”。他指出独立含油气系统: “……可以理解为一岩体, 该岩体被阻止包括油气在内的流体作侧向和垂向运移, 由区域性隔挡与周围岩石分开。从地层上看, 一个独立的含油气系统基本上是均一的。它包括源岩、储集岩、圈闭和区域性盖层, 因此它是这些因素对比分析和油气成因研究的合适单元。对于了解程度较差的油气资源评价来说, 把独立含油气系统作为一个评价单元比盆地或成藏组合具有一定的优越性。独立含油气系统的概念也可以用于资源评价的统计方法中, 并且可能提高这些结果的可靠性。”

Magoon(1987)^[7]首次应用“要素”(element)这一术语来指源岩、运移路径、储集岩、盖层和圈闭,

并明示这些要素“必须在时空上定位,以致于油气矿床可能出现”。目前应用的含油气系统概念是由 Magoon 和 Dow^[2] 根据前人的工作综合提炼而得到 (Magoon 和 Dow, 1994), 他们将含油气系统定义为包含一个有效源岩体和所有有关油气的天然系统, 包括油气藏存在所必需的一切地质要素和作用。这里的“油气”(petroleum) 包括 (1) 在常规储层或天然气水合物、致密储层、裂缝性页岩和煤层中发现的热成因或生物成因的天然气; (2) 自然界中发现的凝析油、原油和沥青。“系统”(system) 描述了互相关联的要素和作用。这些要素和作用构成了形成油气藏的功能单元。“基本要素”包括油气源岩、储集岩、盖层和上覆岩层,“作用”为圈闭的形成以及油气的生成—运移—聚集。这些基本要素和作用必须在时空上出现,以致于源岩中所含的有机质可以转化成油气藏。

2 概念的内涵

(1) 含油气系统是一个油气调查层次。含油气系统与沉积盆地、成藏组合 (Play) 和勘探目标 (Prospect) 等层次构成一个油气调查序列 (图 1), 这 4 个层次的划分有利于更好地了解油气的成因和聚集场所, 但是它们的研究重点和目标是不同的^[2]。沉积盆地的研究侧重于沉积岩的地层层系和构造样式; 含油气系统研究的重点则是特定的生油气源岩体和油气之间的成因关系; 成藏组合研究是描述一组目前存在的圈闭; 勘探目标研究是描述单个的圈闭。

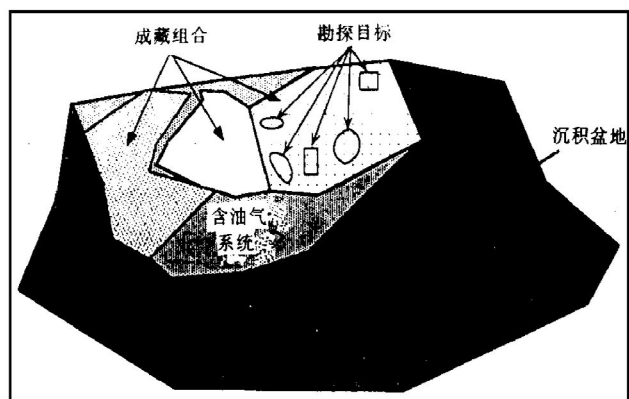


图 1 油气调查的 4 个层次

Fig. 1 Four levels of petroleum investigation

沉积盆地和含油气系统的调查与地质过程出现的时间有关, 即与沉积物正在沉积和油气正在向圈闭运移的时间有关。相反, 在成藏组合或勘探目标层次上, 勘探者只对现有成藏组合或勘探目标感

兴趣, 而并不十分关注其以前的过程。勘探目标是概念性的, 钻探后, 成功的勘探目标会变成油 (或气) 田, 钻探不成功, 勘探目标随即消失。

不同的调查层次研究方法和目的各异。油气盆地由构造运动形成和改变, 它是研究沉降和构造发育史、沉积体系发育史、构造和地层圈闭形成史及热力演化史的最佳单元。含油气系统是一个油气成因单元。含油气系统占据一定的沉积岩空间, 一般地说, 这些岩层仅构成含油气盆地的一部分, 含油气系统占据整个盆地空间是很少见的。含油气系统是研究和模拟油气生成、运移、聚集和保存的最适合单元, 含油气系统分析和模拟需要来自盆地分析的资料。含油气系统调查程序是从已发现的油气藏开始, 而不论油气藏的规模大小。成藏组合是一个勘探单元, 也用于资源评价, 它为圈定工业性油气储量提供了合理依据。成藏组合最适合于组织和指导勘探。利用盆地和含油气系统分析和模拟所获得的资料, 可使成藏组合内剩下的勘探对象的资料评价包括勘探的风险评价都得到改善, 来自含油气系统的资料也可能成为新成藏组合的基础。勘探目标是一个潜在的圈闭, 因此勘探目标的调查起点就是圈闭, 需要对圈闭进行评价以确定它是否含有商业性油气。这项评价通常包括储集岩、盖层、圈闭空间、油气充注和形成时间。

综上所述, 含油气系统至少在 3 个方面不同于其它 3 个油气调查层次: 第一, 每个含油气系统调查都是从油气开始而不论油气量如何; 第二, 具特定成分的油气与有效源岩体有关; 第三, 有效源岩体和相关的油气可用图形表示。

(2) 含油气系统是一种油气地质综合研究方法。含油气系统概念的提出并没有改变原有石油地质学理论, 也没有提出新的理论。含油气系统所涉及的内容都是以往石油地质研究所讨论的, 这可能就是国内有人认为含油气系统没有什么价值, 只不过是“新瓶装旧酒”的原因。当然这种认识是片面的, 他们并没有真正认识到含油气系统的价值所在。含油气系统的价值在于它为我们进行油气调查和勘探研究提供了一个新思路和新方法。国外学者基本上把含油气系统作为一项新方法或工具, 而非新理论^[1-2]。至于将“含油气系统”界定为“新理论”, 则是国内有的学者的理解^[8]。笔者认为还是把含油气系统作为一种研究方法更合理。

(3) 含油气系统是一个天然的油气地质系统单元

油气地质系统是由控制油气生成、运移、聚集和保存等所有地质因素在时间和空间上有机组合而形成的完整体系^{*}。油气地质系统包括油气域、油气区、油气盆地和含油气系统^[9](图2)。油气域是具有相同地球动力学或大地构造背景油气区的组合,油气域受大地构造控制。全球有4大油气域,即特提斯油气域、北方油气域、南方冈瓦纳油气域和太平洋油气域。油气区由一个或几个具有相同地质特征和类似地质发展史的油气盆地组成。油气盆地是石油地质研究和油气勘探的重要对象,一个油气盆地通常具有一个或多个含油气系统。含油气系统是油气地质系统中最基本单元,它代表了一个独立烃源岩的油气生成-运移-聚集过程。

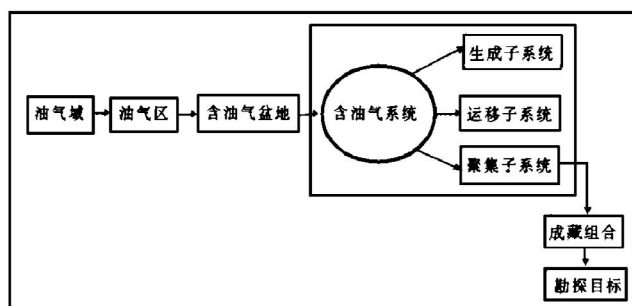


图2 油气地质系统及其组成单元

Fig. 2 Petroleum geological system and its elements

按功能,含油气系统可进一步划分为3个子系统:生成子系统、运移子系统和聚集(保存)子系统。我们经常讨论的成藏组合或勘探目标属于聚集(保存)子系统。以往的研究主要侧重于聚集(保存)子系统,对生成子系统和运移子系统研究相对较薄弱。

3 结语

我国在含油气系统研究和应用方面已取得了较大的进展^[8],但也存在一些问题,目前亟需尽快统一含油气系统概念。国外的含油气系统概念较适合于单旋回一次生烃的含油气盆地。在这类含油气盆地中,含油气系统较为简单,往往只发育单一的含油气系统,即使有两个以上的含油气系统,它们在时空上的关系也较为简单。但是,这一概念的基本内容同样也可适用于多旋回多期生烃的复合含油气盆地,只是这类盆地往往发育多个含油气系统,而且这些含油气系统在时空上相互叠置,构成了复杂的关系^[10~14],形成了复式含油气系统^{**}。在这种情况下,对于其中的每个简单含油

气系统而言,基本可用目前的含油气系统概念和方法来研究。但对于由多个含油气系统构成的复式(合)含油气系统,建立相应的研究和评价方法是必要的。含油气系统在我国的应用和发展,要避免两种倾向:一是简单地认为国外的含油气系统概念不适用于中国的油气地质实际,在对含油气系统方法一知半解的情况下,就对其进行所谓的修正、创新与发展;二是把含油气系统方法当作“灵丹妙药”,盲目套用甚至滥用。

参 考 文 献

- 1 Magoon L B. 含油气系统——研究现状和方法[M]. 杨瑞召,周庆凡,汪时成,等译. 北京:地质出版社,1992. 1~20
- 2 Magoon L B, Dow W G. The petroleum system[A]. In: Magoon L B, Dow W G. The petroleum system— from source to trap[C]. AAPG Memoir, 1994, 60: 3~22
- 3 Perrodon A. Geodynamique petroliere[M]. Genese et repartition des gisements d'hydrocarbures: Paris, Masson-Elf Aquitaine, 1980. 381
- 4 Demaison G. The generative basin concept[A]. In: Demaison G, Murris R J. eds. Petroleum geochemistry and basin evaluation[C]. AAPG Memoir, 1984, 35: 1~14
- 5 Meissner F F. Petroleum geology of the Bakken Formation, Williston basin, North Dakota and Montana[A]. In: Demaison G, Murris R J, eds. Petroleum geochemistry and basin evaluation[C]. AAPG Memoir, 1984, 35: 159~179
- 6 Ulmishek G. Stratigraphic aspects of petroleum resource assessment[A]. In: Rice D D, ed. Oil and gas assessment—methods and applications[C]. AAPG Studies in Geology, 1986, 21: 59~68
- 7 Magoon L B. The petroleum system — a classification scheme for research, resource assessment, and exploration (abs)[J]. AAPG Bull, 1987, 71(5): 587
- 8 中国石油学会石油地质专业委员会. 中国含油气系统的应用与进展[M]. 北京:石油工业出版社,1997
- 9 周庆凡. 油气地质系统[J]. 石油知识, 1994, (3): 30
- 10 Buitrago J. Petroleum systems of The Neiva Area, Upper Magdalena Valley, Colombia[A]. In: Magoon L B, Dow W G. The petroleum system— from source to trap[C]. AAPG Memoir, 1994, 60: 483~498
- 11 Urien C M, Zambrano J J. Petroleum systems in Neuquen Basin, Argentina[A]. In: Magoon L B, Dow W G. The petroleum system— from source to trap[C]. AAPG Memoir 1994, 60: 513~536
- 12 周庆凡,汪时成. 塔北地区寒武系—奥陶系源岩含油气系统研究[J]. 大地构造与成矿学, 1999, 23(3): 274~280
- 13 张厚福,孙红军,梅红. 多旋回构造变动区的油气系统[J]. 石油学报, 1999, 20(1): 8~12
- 14 吴培康. 南海北部多幕裂陷作用与含油气系统[J]. 石油学报, 1998, 19(3): 11~15

* 周庆凡. 从国外油气勘探发展动向论中国油气勘探战略(课题报告). 1995

** 周庆凡. 复式含油气系统研究初探(内部材料). 2000

ORIGIN AND INTENSION OF CONCEPT IN PETROLEUM SYSTEM

Wang Shicheng¹ Zhou Qingfan

(1. Department of Earth Sciences, Petroleum University, Beijing; 2. Research Institute of Planning, NSPC, Beijing)

Abstract: The original concept of petroleum system was put forward by an American petroleum geologist Dow in 1972, and then it was supplemented and improved by Porrodon, Demaison, Meissner and others. The petroleum system consists of a effective source rock mass associated with all relative natural hydrocarbon systems and necessary geological elements for oil and gas pools. The petroleum system, together with sedimentary basin, pool-forming assemblage and play, constitute a petroleum investigation series. So the petroleum system does not belong to the category of new theory, but really a new method suitable for oil and gas researches. The object of the research is a petroleum unit of certain origin. The petroleum system could be divided into generation subsystem, migration subsystem and accumulation(preservation) subsystem due to different geological elements and functions. The petroleum systems in China are usually complex systems. When introduce and apply the method of this system, one should neither apply it indiscriminately, nor revise it without considering our own geological condition.

Key Words: petroleum system; investigation level; geological unit; subsystem

(上接第 271 页)

ACCUMULATION REGULARITY OF UPPER PALEOZOIC GAS IN NORTH ORDOS BASIN

Li Liang Yuan Zhixiang Hui Kuanyang Liu Shuping

(The Third Brigade of Petroleum Prospecting and Exploration of NSPC, Xianyang, Shaanxi)

Abstract: The Upper Paleozoic of north Ordos Basin is an independent gas system with a complete source-reservoir-cap rock assemblage. Gas generation centre along Wushen Flag is characterized by large distribution area, big gas generation intensity and abundant gas resources. Sandbodies deposited in river channels, fan deltas and tidal flat are favourable for the formation of large and mid scale traps; the source-reservoir-cap rock assemblage within the same stratum is favourable to form gasfield; large and mid scale sandbodies at the higher part of the gas generation centre are suitable for gas migration and accumulation. Trap types of the study area are mainly lithologic and structural-lithologic traps. It is suggested that Xinjie-Wushen Flag-Hongshiqiao in the east section of Yishaan Slope, the south part of Hangjing Flag fault-terrace and Tianhuan Depression are the targets for gas exploration.

Key Words: Upper Paleozoic; accumulation regularity; lithologic trap; exploration target; Ordos Basin