

含油气盆地的输导体系研究*

张照录¹, 王 华¹, 杨 红²

(1. 中国地质大学资源学院, 湖北武汉 430074; 2. 西北石油地质局, 新疆乌鲁木齐 830000)

摘要: 输导体系是泛指某一含油气系统中所有的运移通道及相关围岩的总和。根据油气运移主干道的不同, 输导体系可分为断层型、输导层型、裂隙型及不整合型等 4 种类型。在某一系统中, 输导体系并非为单一类型, 而是多种类型的组合。输导体系与油气聚集相辅相成, 含油气系统的输导体系不同则油气运聚的方式各异, 反过来油气的不同运聚方式又可以改造甚至形成新的输导体系。由于输导体系具有相对独立性、时空性和复杂性, 所以在研究输导体系时, 应综合研究其三维空间形态及以实验和计算机模拟方法研究其输导能力。

关键词: 含油气系统; 输导体系; 主干道; 类型; 形态; 输导能力

第一作者简介: 张照录, 男, 25 岁, 助教, 石油地质

中图分类号: TE121 文献标识码: A

油气成藏作用, 特别是油气的运移和聚集, 一直是油气研究领域较薄弱的环节, 输导体系 (pathway system) 的提出和研究有助于解决这一问题。输导体系是相对某一独立的油气运移单元——含油气系统而言的, 是含油气系统中所有运移通道 (输导层、断层、裂缝、不整合面等) 及其相关围岩的总和。输导体系和油气运聚相辅相成, 不同的含油气盆地具有不同的输导体系, 输导体系不同油气运移的方式就不同, 而含烃流体的运移反过来又可改造甚至形成新的输导体系。在输层体系中, 油气总是沿渗透性最好和阻力最小的路径运移, 即存在着油气运移主干道^[1~3] (main hydrocarbon migration pathway)。在研究某一含油气系统时, 不仅要关注输导体系, 更要重视追踪和确定油气运移的主干道。

1 分类与命名

输导体系如何命名, 目前尚无定论。输导体系的命名应在其对应的含油气系统内进行。谢泰俊等^[1]在研究南海北部大陆边缘盆地时, 根据不同类型通道在运移中的作用和具体地质情况, 划分了 4 类运移通道体系: 以断裂带为主的运移通道体系、与古构造脊相关的运移通道体系、与活动热流体底辟作用相关的通道体系及与不整合有关的运移通

道体系。Galeazzi^[4]在研究 Malvinas 盆地时, 根据其含油气系统基本元素的特征及其构造-地层格架样式, 将该盆地 Lower Inoceramus-Springhill 含油气系统输导体系划分为由输导层构成的主输导体系和由断层-输导层构成的次输导体系。笔者综合各家的报道与研究成果, 认为输导体系可按油气运移主干道的不同分为 4 种基本类型: 即断层型^[1,4,5]、输导层型^[4,6]、裂隙型^[1]、不整合面型^[1] (图 1)。实

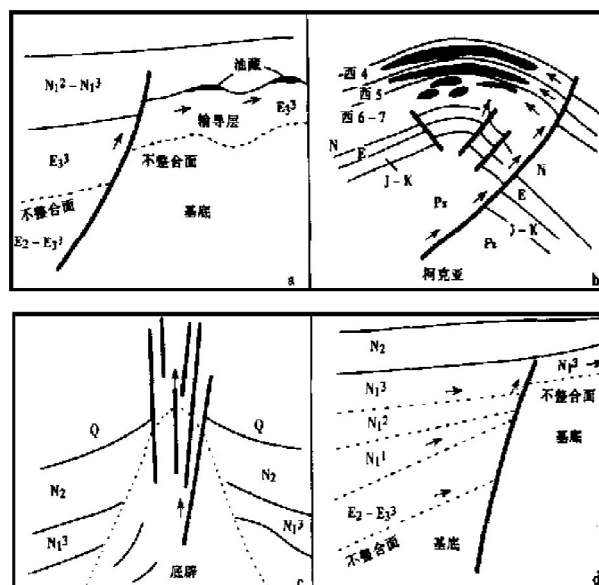


图 1 输导体系基本类型模式图 (据文献[7]及个人资料)

Fig. 1 Model of basic types for passage systems

a—输导层型; b—断层型; c—裂隙型; d—不整合面型

际上, 在某一含油气系统中, 输导体系并非单一类型, 可以是以上 2 种或几种的组合。油气从源岩到圈闭的过程中可能先后经过不同类型的输导体系。

* 国家自然科学基金项目 (49672122 和 49732005) 及教育部优秀青年教师基金资助

收稿日期: 1999-10-15

2 特点

2.1 相对独立性

Magoon 和 Dow 等^[7]认为含油气系统研究应解决的主要问题是查明成熟烃源岩与相应的油气聚集之间的成因关系,即油气是如何从烃源岩出发运移到圈闭的。单个含油气盆地中可有一个或几个含油气系统,每个含油气系统有其独立的输导体系。因此,输导体系在空间上具有相对的独立性。

2.2 时空性

随时空变化,输导体系的性质可能发生截然相反的变化。最简单的例子是断层型输导体系,对同一条断层而言,在不同的演化时期,对油气运移可能起不同的作用^[8,9]。如莺歌海盆地中部与活动热流体底辟作用密切相关的断裂-裂隙型输导体系就是很好的例证。其油气运移通道的形成与不同时期流体的流体压裂(或称水力压裂)(hydrofracturing)有关^[10]。流体压裂是由于孔隙中流体压力的增大导致低渗岩石破裂形成的,这种破裂面通常在异常高的流体压力条件下形成,随流体的释放和压力的降低,破裂面自动封闭,压力再次积聚,当达到上覆岩层的破裂压力时,流体压裂再次发生,形成新的通道。在空间上,盆地不同部位的油气输导体系也不一样。Hindle^[2]通过模拟研究认为:在盆地生烃区上面,运移路径成为致密的网,但是在远离生烃区,由于封闭面形态的影响,运移通道在横向上逐渐汇集。

2.3 复杂性

准确把握输导体系的性质和输导能力须充分考虑其自身性质和封堵条件等随时空的变化。盆地内油气运移通道由不连续封闭面的三维空间展布决定^[2]。封闭面下面输导层的岩相变化、断层并置和穿层封闭(如盐体侵入等)等形成横向封闭遮挡,使油气运移通道复杂化。不同类型输导体系在含油气盆地或同一含油气系统中的叠合亦使其复杂化。由于地形的差异,水动力条件不同,亦可使油气运移路径发生改变^[2,11,12];同时,由于地质条件的复杂或认识上的局限,正确认识输导体系并非易事。如图2所示,层B沿断层面走向与层A并置,油气从输导层B既可通过断层的并置,经I处运移到A输导层,亦可通过断层的输导,经II处运移到输导层A。究竟哪种方式对油气运移的贡献大,就要研究输导层体系和断层输导体系能力的

大小。

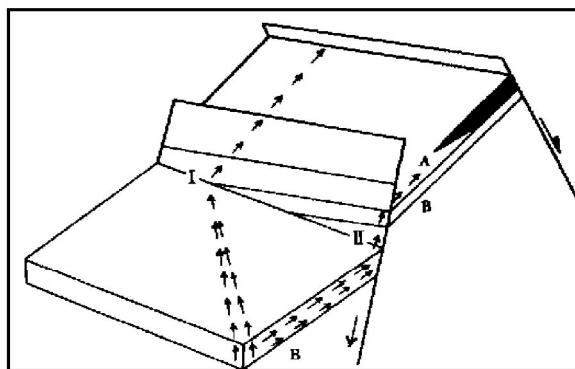


图2 输导体系的复杂性示意图^[2]

Fig. 2 Sketch map of complexity for passage systems

3 研究内容及方法

输导体系是油气运移的通道体系,其三维空间形态展布和输导能力决定了该输导体系的优劣,因而成为输导体系研究的核心问题。

3.1 三维空间形态

输导体系的类型受控于盆地的构造类型、沉积充填特征、地层格架特点、流体活动方式等诸多因素。在沉积盆地中识别与总结不同类型运移通道的样式是输导体系分析的前提。一般来说,在拉张型盆地(如裂谷盆地)中,断陷的结构及其断层组合系统是其主要构造格架样式,断层通常起着油气运移主干道的作用;对于挤压型盆地(如前陆盆地),其逆冲断层则为运移主干道;在相对较稳定的大陆边缘型盆地,渗透性好的地层为油气运移的输导层;而在快速沉降的大陆边缘型盆地,异常高压流体的存在可以造成水力破裂,形成由断裂和裂缝组成的运移通道,常表现为以垂向运移为主。在此基础上,以层序地层分析为工具,建立等时地层格架及不同界面的地震反射构造图,查明输导体系的空间形态,获取输导体与烃源区的空间配置、输导体叠置关系,断层是否为油源断层等重要信息,从而分析输导体系在三维空间上的形态与展布。

3.2 输导能力

不同类型的输导体系,其研究方法和侧重点各异。目前,断层的封闭性研究就是其中的热点之一^[13]。对于岩性输导层而言,其孔隙度、渗透率等表征其输导能力的参数值的空间变化尤为重要。输导体系输导能力的研究多采用实验^[14]及计算机模拟法进行。

国内外众多勘探已证明,传统的以寻找储层和

构造圈闭为主的勘探对于成熟勘探区可能是适用的,而在新盆地的勘探通常是失败的,只有位于油气运移主干道上,而且与油气运移时间相匹配的圈闭才能成藏^[15]。因此,查明输导体系,确定油气从生成到逸散或被捕集的运移通道体系,对于确定现代勘探策略具有重要意义。

参 考 文 献

- 1 谢泰俊,潘祖荫,杨学昌. 油气运移动力及通道体系[A]. 见:龚再升,李思田. 南海北部大陆边缘盆地分析与油气聚集[C]. 北京:科学出版社,1997. 385~ 405
- 2 Hindle A D. Petroleum migration pathways and charge concentration: a three- dimensional model[J]. AAPG Bull, 1997, 81(9): 1 451~ 1 481
- 3 王震亮,陈荷立. 有效运移通道的提出与确定初探. 石油实验地质,1999, 21(1): 71~ 75
- 4 Galeazzi J S. Structural and stratigraphic evolution of the western Malvinas basin, Argentina[J]. AAPG Bull, 1998, 82(4): 596~ 636
- 5 王金琪. 油气活动的烟囱作用[J]. 石油实验地质,1997, 19(3): 193~ 199
- 6 黄正吉,潘和顺,张景龙. 中国陆相原油长距离运移的一个实例[J]. 石油学报,1993, 14(2): 52~ 57
- 7 Magoon L B, Dow W G 主编. 含油气系统——从烃源岩到圈闭[M]. 张刚,蔡希源,高泳生,译. 北京:石油工业出版社,1998. 3~ 25
- 8 雷茂盛,林铁锋. 松辽盆地断裂纵向导流性浅析[J]. 石油勘探与开发,1999, 26(1): 32~ 35
- 9 Knipe R J. Juxtaposition and seal diagrams to help analyze fault seals in hydrocarbon reservoirs[J]. AAPG Bull, 1997, 81(2): 187~ 195
- 10 解习农,王其允,李思田. 沉积盆地泥质岩石的水力破裂和幕式压实作用[J]. 科学通报,1997, 42(20): 2 193~ 2 195
- 11 李明诚. 石油与天然气运移[M]. 北京:石油工业出版社,1994. 99~ 108
- 12 汪蕴璞,汪珊,林锦璇,等. 西湖凹陷油气运聚成藏的水文地质论证[J]. 中国海上油气(地质),1997, 11(5): 305~ 312
- 13 鲁兵,丁文龙,刘忠,等. 断层封闭性研究进展[J]. 地质科技情报,1998, 17(3): 75~ 80
- 14 曾溅辉,王洪玉. 输导层和岩性圈闭中石油运移和聚集模拟实验研究[J]. 地球科学——中国地质大学学报,1999, 24(2): 193~ 196
- 15 Johann- Christian“chris”Pratsch 著. 根据油气运移路径确定勘探策略[J]. 宋明雁,译. 国外油气勘探,1997, 9(1): 63~ 68

STUDY ON PASSAGE SYSTEM OF PETROLIFEROUS BASINS

Zhang Zhaolu¹ Wang Hua¹ Yang Hong²

(1. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan;

2. Northwest Bureau of Petroleum Geology, Urumqi, Xinjiang)

Abstract: A passage system means the total amount of passages within a petroliferous system and its relative country rocks. The passage system could be divided into passage type, fracture type, fault type and unconformity type. A petroliferous system could have a passage system of several types. Different passage systems may result in different oil and gas migration and accumulation patterns, and in turn, the migration and accumulation patterns could reform the old passage system or even form new ones. Since the passage systems are relatively independent, spacio-temporal characteristics and complicated, their 3-D space configurations and transporting capacities should be studied.

Key Words: petroliferous system; passage system; main pathway; type; configuration; transporting capacity