

文章编号: 1001-3873 (2003) 05-0379-03

陆相湖盆可容空间变化与油气的关系

张世奇¹ 纪友亮¹ 蔡希源² 任延广² 高 岭³

(1. 石油大学 地球资源与信息学院, 山东 东营 257061 2. 大庆石油管理局 地质研究院, 黑龙江 大庆 163001;
3. 胜利油田 石化总公司, 山东 东营 257000)

摘 要: 以松辽盆地上侏罗统一白垩系为例, 综合利用钻井、岩心和地球化学资料对陆相盆地中可容空间的变化与油气的关系进行了研究。青山口组一段、嫩江组一、二段沉积时期, 由于可容空间短期内急剧增加, 导致有机碳含量高、有机质类型好的生油岩广泛发育; 构造和气候周期性变化产生的可容空间变化, 控制着生储盖组合特征并发育下生上储顶盖型和上生下储型等生储盖组合; 可容空间变化控制着层序演化和体系域分布, 其中低水位体系域的盆底扇和斜坡扇最有利于油气聚集。

关键词: 陆相; 生储盖组合; 层序; 层序地层学

中图分类号: TE111.3

文献标识码: A



层序地层学的核心观点是构造沉降、海平面升降、沉积物供应和气候⁴ 大因素控制沉积盆地的可容空间的变化, 从而导致层序的形成和演化, 可容空间是各种因素的综合反映^[1-2]。本文以松辽盆地中生界为例, 探讨了陆相湖盆中可容空间变化如何控制盆地中生油岩分布、生储盖组合、层序演化及沉积体系类型和油气分布等特征。

1 可容空间变化控制盆地生油岩发育

可容空间的变化受构造运动、气候周期性变化和湖海沟通事件等因素的影响^[3]。一般情况下, 在可容空间较大、可容空间形成速率较高时, 盆地处于欠补偿状态, 有利于形成良好的生油岩。下面以青山口组一段、嫩江组一、二段为例, 分析可容空间变化与生油岩特征的关系。

青山口组一段、嫩江组一、二段沉积时, 受湖海沟通事件影响^[3], 造成可容空间急剧增加, 形成超欠补偿环境, 盆地内大部分区域长期处于沉积饥饿状态, 发育两套分布广泛、富含有机质、巨厚的黑色页岩, 间夹油页岩。作为松辽盆地最重要的生油层和区域性盖层, 青山口组一段黑色页岩分布范围达十几万平方千米, 有机碳含量可达 7%^[4]。

1.1 有机碳含量较高

青山口组一段和嫩江组一段泥岩, 有机质含量高值区平面展布范围大致同大范围水体相呼应。从有机碳含量看, 青山口组一段泥岩基本以 2.0% 等值线构成了齐家古龙凹陷、长岭凹陷和三肇凹陷等有机碳高值区^[4]。但在 2.0% 等值线内有机碳的最大值不在凹陷中心而在凹陷周边, 凹陷中心的有机碳值相对偏低, 如三肇凹陷内有机碳含量为 1.0%~3.0%, 周边为 2.0%~5.0%; 齐家古龙凹陷内有机碳含量小于 3.0%, 周边为 2.0%~5.0%; 有机碳含量几个高值区分别位于泰康南、齐齐哈尔东、肇东以北及长垣以南等地区。这种现象表明, 一方面由于湖海沟通事件导致可容空间急剧增加, 凹陷中心的深湖相区水体较深, 尽管有机质保存条件好, 但有机质来源相对偏少; 而凹陷周边的半深湖相区水体深度适中, 陆源有机质的加入有利于湖生生物繁殖, 同时配以一定的有机质保存条件, 使泥岩中有机质相对富集。在有机碳含量高值区以外地区, 由于水体进一步变浅导致陆生有机质增多, 湖生生物变少, 水动力破坏作用变强, 对有机质保存不利, 因此有机碳含量小于 2.0%。另一方面, 有机碳的大量保存与湖海沟通造成的盐度差有关。海水的注入使湖水盐度增高, 引起湖泊水体盐度分层, 因为海水相对密度 (1.03) 大于湖水的相对密度 (1.0), 当海水注入到淡水湖盆会形成密度流, 沿湖盆底部向下流入湖心, 形成高盐度底层水, 水体的盐度分层导致表层富氧水与底层水没有物质交换, 造成湖泊深部的缺氧环境, 为有机质的保存创造了良好的条件, 因此形成了

收稿日期 2002-11-29

基金项目 国家重点基础研究发展规划项目(1999043304)和 CNPC “九五”科技攻关项目(970201-02-07)部分成果。

作者简介 张世奇(1971-), 男, 甘肃甘谷人, 副教授, 博士, 石油地质。联系电话 0546-8391322

盆地大面积区域内有机质含量相对偏高的现象^[4]。

嫩江组一段泥岩有机碳含量分布同青山口组一段泥岩有相似的趋势,只是由于嫩江组一段泥岩沉积时湖海沟通规模更大,可容空间增加的速率、总量更大,因此泥岩有机碳含量大于2.0%的高值区也相应增大,如大庆长垣以及大片的滨北地区、三肇凹陷东部地区等均成为有机碳含量高值区,整个盆地构成一长条形高有机碳含量展布区。另外与这个沉积时期湖区扩张、沉降轴西迁相对应,沉积相带影响了有机碳含量。长垣以西齐家古龙凹陷水体相对较深,有机碳含量一般为1.0%~3.0%,大庆长垣以东三肇凹陷的大部分地区,有机碳含量相对较高,一般为2.0%~4.0%。

1.2 有机质类型较好

青山口组一段,嫩江组一、二段地层中生油母质类型属于I型和II_A型干酪根,而其它层段烃源岩的母质类型为II_B型和III型干酪根。说明可容空间的大小及增加速率控制生油母质的类型:可容空间越大,增加速率越高,形成的地层中生油母质类型越好,相反,生油母质类型将比较差。

2 可容空间变化控制盆地生储盖组合

构造活动或气候周期性变化,导致可容空间大小的周期性变化(图1)。在上侏罗统火石岭组,下白垩统沙河子组、营城组、登娄库组、泉头组,上白垩统青山口组二、三段、姚家组、嫩江组三—五段沉积时期,可容空间的变化主要受构造活动或气候变化的控制。在可容空间体积较大、形成速率较高时,沉积物供应相对不足,以细粒沉积为主,易于生油岩发育,在可容空

间较小或形成速率较低时,以粗粒沉积为主,易于储集层发育。受可容空间的周期性变化,本段地层生储盖组合主要有下生上储顶盖型、自生自储自盖型和上生下储型等生储盖组合。

青山口组一段,嫩江组一、二段沉积时,可容空间变化主要受湖海沟通事件控制。由于湖海沟通事件导致可容空间急剧增加,形成超欠补偿环境,发育分布广泛的暗色泥岩,为良好生油层和下部储集层的盖层(图1)。随后由于湖海间沟通的结束,可容空间逐渐减小,发育储集层。因此本段生储盖组合主要有下生上储顶盖型和上生下储型等类型。

3 可容空间变化控制层序的演化和沉积体系类型

一个完整的陆相湖盆层序,不论是受同生断层控制发育的同生断裂层序,还是受古气候周期性变化控制的气候层序,都应当包括低水位体系域(LLST),湖泊扩张体系域(LEST)和湖泊收缩体系域(LCST)^[5],可容空间对层序演化和体系域形成的控制可以概括为图2:在一个层序发育初期, ΔV_1 (水下可容空间增量)较小,且 ΔV_1 略小于 ΔV_2 (沉积物供给体积),沉积物以充填陆上可容空间为主,沉积相主要为冲积扇相和河流相,湖盆内部发育盆底扇和斜坡扇等,形成低水位体系域沉积;低水位沉积晚期 $\Delta V_1/\Delta V_2=1$;且随着气候的变潮湿或构造沉降活动的持续,水下可容空间不断增加, $\Delta V_1/\Delta V_2>1$,相对湖平面不断上升,形成稳定的水体,发育退积型沉积序列的湖相沉积,构成湖泊扩张体系域;湖泊扩张体系域晚期,水下可容空间仍

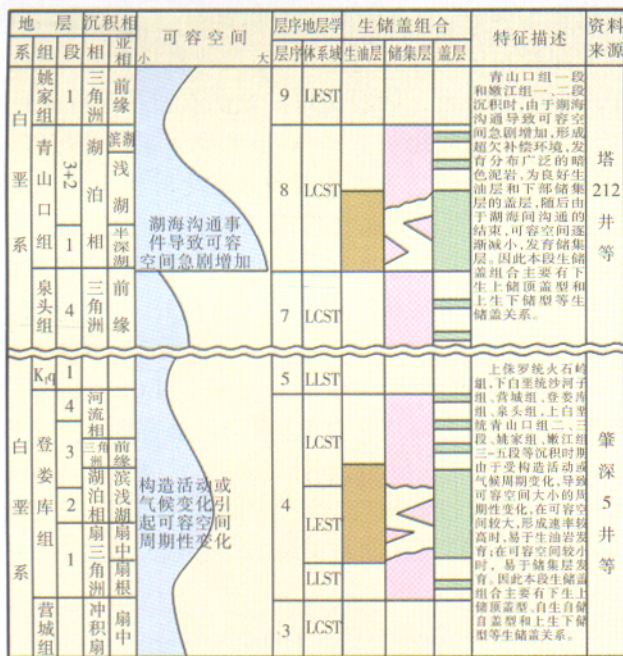


图1 可容纳空间变化与生储盖组合关系

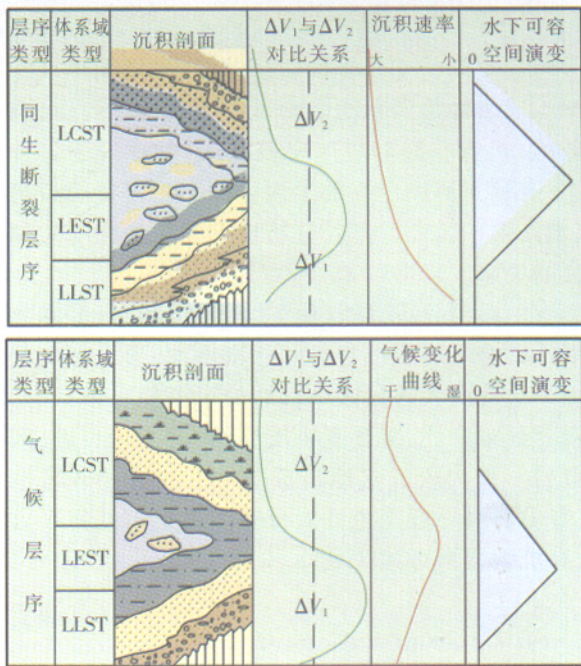


图2 陆相湖盆可容空间变化与层序演化关系模式

在增加,但 $\Delta V_1/\Delta V_2$ 趋向于 1. 最后,由于构造沉降速率的变小或气候由潮湿向干旱的转变,湖盆进入萎缩阶段,形成湖泊收缩体系域沉积。湖泊收缩体系域早期 ΔV_1 较大 $\Delta V_1/\Delta V_2=1$,发育加积式湖相沉积;湖泊收缩体系域晚期 $\Delta V_1/\Delta V_2<1$ ΔV_1 不断减小,发育进积型湖相沉积或河流泛滥平原沉积^[6]。

4 可容空间变化控制油气分布

对松辽盆地北部林甸凹陷的主要含油气井段及其体系域归属的对应关系研究后发现,绝大多数的含油气层段分布于低水位体系域内(图 3),约占 68%;而湖泊收缩体系域仅占 7%,湖泊扩张体系域占 25%。

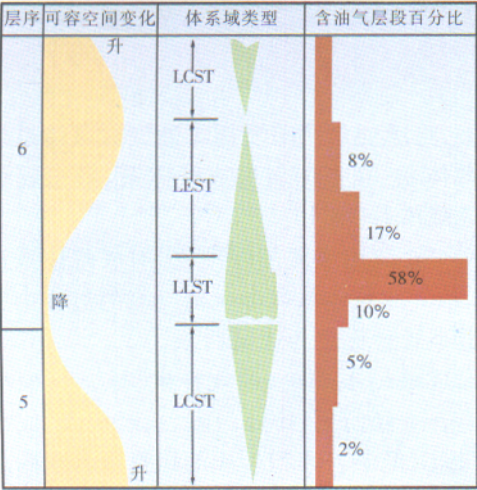


图 3 可容空间变化与含油气关系

从以上分析可知,可容空间变化通过控制层序的演化、体系域的发育以及生油层、储集层、盖层的空间配置来控制油气藏的分布。低水位体系域发育于水下可容纳空间的快速减小至快速增大之间的一段时期。当可容纳空间快速减小时,侵蚀基准面大幅度下降,使早先沉积的地层暴露在侵蚀基准面之上,沉积作用停止,而侵蚀作用则不断加剧,碎屑物质被河流体系

输送到位于侵蚀面以下的盆地内部,以盆底扇、斜坡扇的形式沉积、保存下来,后期的湖泊扩张体系域和湖泊收缩体系域为这些砂岩储集层提供了良好的油源条件和封盖条件,有利于油气藏的形成。

5 结 论

(1) 青山口组一段,嫩江组一、二段沉积时期,由于可容空间短期内急剧增加,导致有机碳含量高、有机质类型好的良好生油岩广泛发育;

(2) 构造和气候周期性变化产生的可容空间变化,控制本区生储盖组合特征。本区主要发育下生上储顶盖型、自生自储自盖型和上生下储型等生储盖关系等类型;

(3) 可容空间变化控制着层序演化和体系域分布,不同的体系域发育有相应的沉积体系类型;其中低水位体系域的盆底扇和斜坡扇最有利于油气聚集。

参考文献:

[1] Posamentier H W, et al. Eustatic controls on deposition I—conceptual framework [A] In :Vail P R et al (eds). Sea Level Changes :An Integrated Approach, SEPM Special Publication 42 [C] 1988. 109-124.

[2] 纪友亮,张世奇. 陆相断陷湖盆层序地层学 [M] 北京:石油工业出版社,1996.

[3] 张世奇. 松辽盆地中生代可容空间变化及层序地层学模式研究 [D] 石油大学博士学位论文,山东:石油大学资源科学系,1999.

[4] 高瑞祺,蔡希源. 松辽盆地油气田形成条件与分布规律 [M] 北京:石油工业出版社,1997. 101-111.

[5] 张世奇,纪友亮. 陆相断陷湖盆层序地层学模式探讨 [J] 石油勘探与开发,1996,23(5):20-23.

[6] 张世奇,纪友亮,王金友,等. 陆相断陷湖盆中可容空间变化特征探讨 [J] 矿物岩石,2001,21(2):34-37.

The Relationship between Accommodation Space Changes and Oil-Gas Reservoir

ZHANG Shi-qi¹, JI You-liang¹, CAI Xi-yuan², REN Yan-guang², GAO Ling³

(1.Institute of Earth Resources and Information, University of Petroleum, Dongying, Shandong 257061, China;

2. Institute of Geology Science, Daqing Petroleum Administration Bureau, Daqing, Heilongjiang163001, China; 3.Petrochemical Corporation, Shengli Oilfield, Dongying, Shandong 257000, China)

Abstract: Taking Upper Jurassic-Cretaceous strata in Songliao basin as a research target, the relationship between the accommodation space changes and oil-gas reservoir in lacustrine basin is studied by way of comprehensive explanation of geochemical, drilling and core data. During the deposition of the first member of Qingshankou formation and the first-second members of Nenjiang formation, tremendous growth of the accommodation space resulted in wide distribution of source rocks with high organic carbon content and good organic matter type. The accommodation space change caused by periodically tectonic and climatic changes controlled the characteristics of source-reservoir-caprock assemblage, and formed some types of different assemblages with source bed in ancient formations and reservoir bed in recent formations as well as source bed in recent formations and reservoir bed in ancient formations. Also, the accommodation space changes controlled the evolution of sequences and the distribution of system tracts, in which base fan and slope fan of lowstand system tracts are the most favorable for the oil and gas accumulations.

Key words: continental facies; source-reservoir-caprock assemblage; sequence; sequence stratigraphy