

松辽盆地下白垩统层序地层格架及 油气勘探方向

韩殿杰

(大庆石油管理局地质录井公司, 黑龙江大庆 163411)

孙新波

(大庆石油管理局射孔器材检测中心, 黑龙江大庆 163411)

尽管层序地层立体模式的适应性较差,在陆相盆地中,其原理和方法仍是可用的。根据层序地层学原理,松辽盆地下白垩统可划分出五个不整合(T_5 、 T_4 、 T_3 、 T_{1-1} 、 T_{03})以及三个层序。通过综合分析岩芯、测井、地质等资料,确立了首次湖泛面,最大湖泛面。在此基础上,对各层序进行了体系域的划分。层序1为一发育不全的层序,只有低水位体系;层序2、层序3为发育齐全的层序。层序地层研究可进一步明确以往解释的反射界面性质和意义,对各种沉积体(如砂体)的沉积特征及空间展布有更深入的了解。因此,为在松辽盆地中寻找更多后备储量,开展层序地层研究是十分必要的。

关键词 层序地层学 沉积体系 油气勘探 松辽盆地

第一作者简介 韩殿杰 男 38岁 高级工程师 石油地质与勘探

如何在高成熟区中寻找更多的后备储量,是目前松辽盆地油气勘探所面临的一个迫切需要解决的现实问题。解决这一问题就必须以地震资料为基础,结合其他各种所能获得的资料,对盆地或探区进行综合分析。松辽盆地地震、测井、岩芯、古生物和同位素等资料十分丰富,进行层序地层学研究具有得天独厚的条件。

* 韩殿杰. 松辽盆地北部登娄库组地层划分对比及其沉积相研究. 中国地质大学(北京)硕士论文, 1991.

收稿日期: 1993-04-08 改回日期: 1994-08-02

说明登娄库组沉积以后, 盆地曾发生过一定规模的构造抬升, 因而形成了泉头组与登娄库组之间的不整合接触关系。

在上述五个不整合面中, 除姚家组与青山口组之间的不整合面(T_{1-1} 反射界面)为Ⅱ类不整合面外, 其余四个不整合面均为Ⅰ类不整合面。上述五个不整合面将松辽盆地下白垩统划分为三个层序(图2), 自下而上分别为: 层序1(T_3-T_4 或 T_5), 由下白垩统登娄库组构成, 底界面为侏罗系顶面(缺失侏罗系时则为

基岩顶面), 顶界面为登娄库组顶面; 层序2($T_{1-1}-T_3$), 由下白垩统泉头组和青山口组构成, 底界面为登娄库组顶面, 顶界面为青山口组顶面; 层序3($T_{03}-T_{1-1}$), 由下白垩统姚家组和嫩江组构成, 底界面为青山口组顶面, 顶界面为嫩江组顶面。

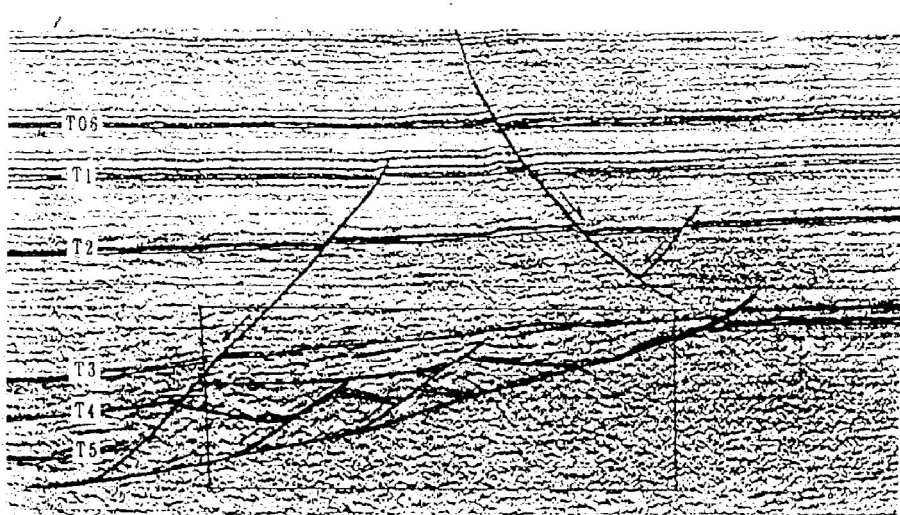


图1 他拉哈南三维地震剖面

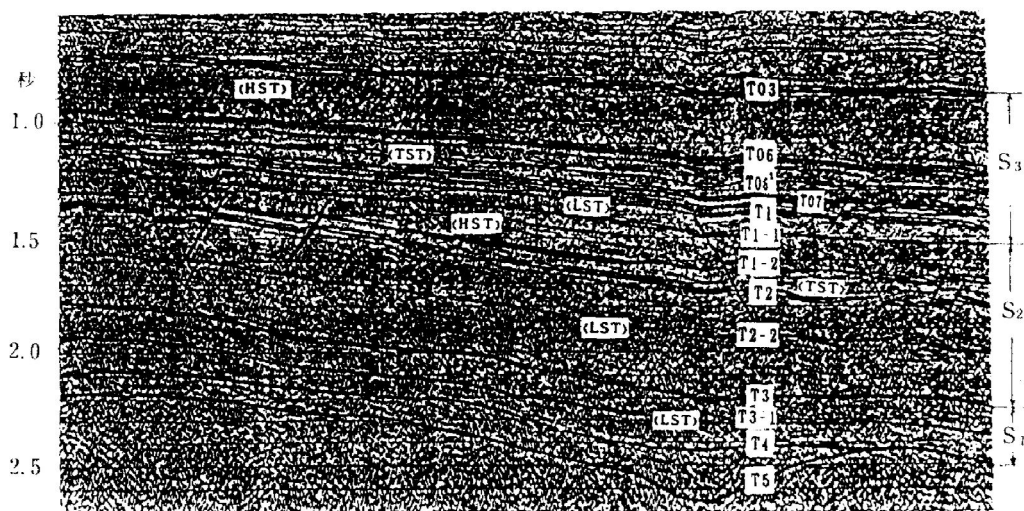


图2 地震层序划分(古龙地区94.0测线水平叠加剖面)

2 体系域划分

对于松辽盆地下白垩统这种陆相拗陷型沉积层序, 用地震资料划分体系域是不适用的* 因为在陆相盆地中, 地震剖面中的上超点并不代表湖岸线位置, 用这样的上超点绘制的所谓“水平面升降曲线”并不能反映湖平面的升降情况。因此, 根据这种“水平面升降曲线来划分体系域显然是错误的。其次, 由于拗陷型沉积盆地的加积、退积和进积层系中的准层序(组)的厚度太薄, 低于目前常规地震剖面的垂向分辨率, 在地震剖面上一概难以识别首次湖泛面和最大湖泛面, 所以, 用此方法划分体系域也是行不通的。鉴于这种情况, 笔者根据测井和岩芯资料对松辽盆地下白垩统的三个层序进行了体系域的划分。

正确识别首次湖泛面和最大湖泛面是利用测井和岩芯资料进行体系域划分的关键。首次湖泛面是由缓

* 韩殿杰, 松辽盆地北部登娄库组地层划分对比及其沉积相研究, 中国地质大学(北京)硕士论文, 1991

慢水进转为快速水进、水体由浅突然变深的环境突变面。该界面向陆方向可以超覆在前期体系域的最后沉积表面上,也可以超覆在层序界面上。在岸线附近,水进砂覆盖在同一层序中低水位期砂泥岩或前期层序中的高水位河流、三角洲砂泥岩之上。界面之上电测曲线具钟形特征;界面之下表现为钟形、箱形、漏斗形及齿

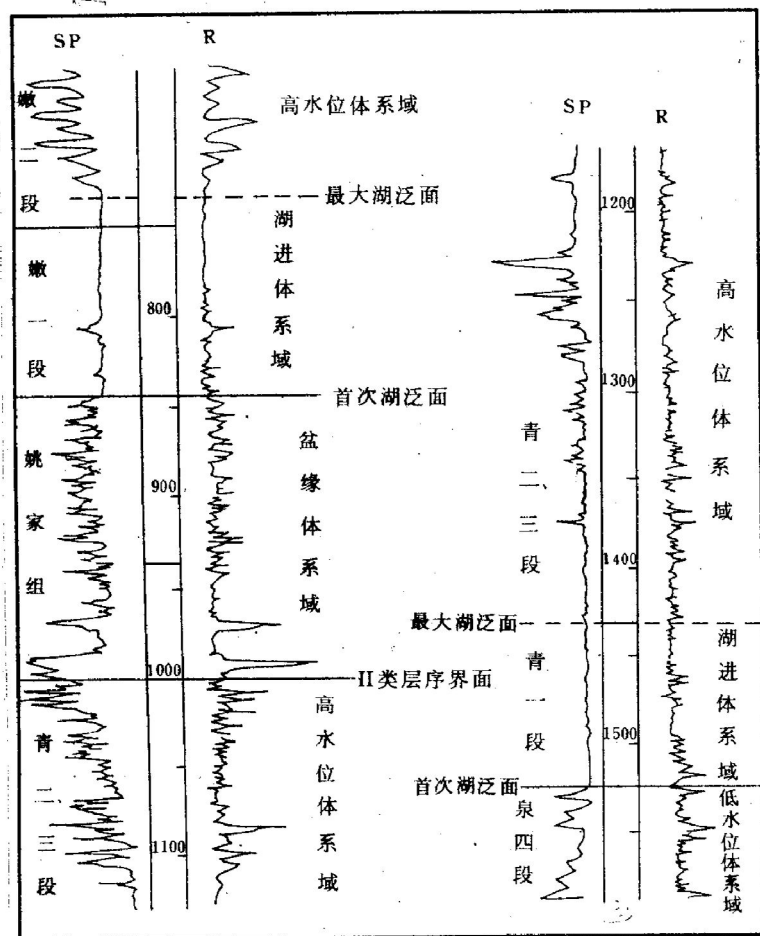


图3 首次湖泛面和最大湖泛面的电测曲线特征(杏4井)

形等多种形态。在盆地中心部位,该界面表现为视割截,其上为快速水进、非补偿、远离物源条件下沉积的暗色泥岩,速度和密度远远低于其下的低水位期砂泥岩。因此,在界面处密度和声速曲线都有一个非常稳定的明显陡坎。据此,笔者认为青山口组一段的底界面与嫩江组一段的底界面分别是层序2与层序3的首次湖泛面(图3)。最大湖泛面也是最大断面,是一种与缓慢沉积段(即生油密集段)或未发生沉积作用的水下沉积间断面有关的区域下超面^[2]。其下为退积型的水进体系域,其上为进积型的高水位体系域。缓慢沉积段通常厚度不大,沉积速率极低,代表了最大的湖侵和最少的物质供给。其岩性为富含有机质的黑色泥岩或油页岩,常含有大量的黄铁矿结核或斑点。在测井曲线上一表现为低自然电位、低速、低密度、低电阻率(如果缓慢沉积段为黑色泥岩则呈现高电阻率)及高自然伽马特征。据此,青山口组一段和嫩江组二段的油页岩分别为层序2和层序3中的生油密集段,其顶面代表了各自所在层序的最大湖泛面(图3)。

通过上述分析,笔者认为:层序1为发育不完整的层序,全部由低水位体系域组成,缺少水进体系域和高水位体系域。层序2和层序3为发育完整的层序,自下而上均发育有三个

体系域。其中泉头组、青一段和青二、三段分别为层序2中的低水位体系域、水进体系域和高水位体系域。姚家组、嫩一段—嫩二段下部,嫩二段上部—嫩五段分别为层序3的盆缘体系域、水进体系域和高水位体系域。

3 不同体系域的沉积特征

3.1 低水位体系域

在松辽盆地白垩统的三个沉积层序中均有发育,除都见冲积扇和河流沉积以外,不同层序低水位体系域的沉积特征具有较大的差异(表1)。

冲积扇在三个层序的低水位体系中均可见到,但不是主要的沉积体系组分。发育在盆地周边地势陡的物源区山口处,由扇根泥石流、扇中辫状河砂砾岩及扇端砂泥岩薄互层组成,其电测曲线特征表现为齿化漏斗形、齿化箱形、齿化钟形等多种形状或多种形状的组合。

表1 不同层序中低水位体系域的沉积体系组分

层序	沉积体系组分
层序1	以辫状河、低弯度砂质河及洪泛湖为主, 冲积扇、滨浅湖次之
层序2	以低弯度和高弯度曲流河、低水位进积三角洲及滨浅湖为主, 冲积扇及沉水湖次之
层序3	以高弯度曲流河、低水位进积三角洲、扇三角洲及滨浅湖为主, 冲积扇及沉水湖次之

河流在三个层序的低水位体系域中均为主要的沉积体系组分, 但不同层序的河流类型差别较大。层序1低水位体系域的河流主要为辫状河和低弯度砂质河; 层序2和层序3低水位体系域中主要为低弯度和高度弯曲流河, 特点是点坝与泛滥平原均发育, 具明显的二元结构。

洪泛湖主要发育在层序1和层序2的低水位体系域, 特点是不存在具稳定水体的湖泊, 主要由许多大小不一、形态各异、深浅不同的蓄水体构成, 并有众多小型的低弯度砂质河频繁穿插其间。洪水期, 河岸两侧的蓄水体连成一片, 形成水域范围很大但水体很浅的“湖泊”; 洪水期后, 各蓄水体又相互分离, 从而构成了一套十分发育的河湖(蓄水体)交错水网。这种洪泛湖沉积主要为很薄的砂泥岩互层, 通常在几米范围内的垂向层序上, 水上与水下环境可以频繁地交替出现, 具低角度板状交错层理、大套平行层理、流水和浪成波状交错层理, 并于泥质粉砂岩和粉砂质泥岩中含丰富的生物扰动构造和较多的钙质团块, 电测曲线表现为指形、齿化钟形和齿化漏斗形等多种形态的组合。

低水位进积三角洲是层序3盆缘体系域的主要沉积体系组分之一, 在层序2的低水位体系域中也有不同程度的发育, 一般可细分为三角洲水上平原、三角洲前缘和前三三角洲三个亚相。以砂岩、粉砂岩和泥质岩为主, 层理类型比较复杂, 水上和下水分流河道砂岩中常见槽状、板状和波状交错层理, 前缘亚相中主要发育波状、板状、透镜状和脉状层理, 变形构造、生物扰动等现象也很发育, 宏观上具下细上粗的反旋回特征, 电测曲线表现为漏斗形。

滨浅湖沉积也是层序3盆缘体系域和层序2低水位体系域中的主要沉积体系组分之一, 主要由粉砂质滩坝、席状砂、过渡岩及泥质岩互层组成, 砂岩中具波状和板状交错层理, 过渡岩中具变形构造和生物扰动构造, 有时可见泥裂、泥岩碎块, 电测曲线表现为指形、齿形及线形的组合形态。

扇三角洲仅发育在层序3的盆缘体系域(姚家组)和层序2的高水位体系域(青二、三段), 一般沿盆地短轴方向分布在盆边的陡坡地带, 可分为扇三角洲平原和扇三角洲前缘两个亚相。其中扇三角洲平原由灰色砂砾岩、细砂岩、粉砂岩及暗紫色过渡岩、泥岩组成, 剖面上呈多个正向小旋回, 发育块状构造和波状交错层理, 含植物碎屑化石和钙质团块。扇三角洲前缘由灰色细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩和灰黑色泥质粉砂岩组成, 发育有块状构造、板状、楔状、波状交错层理及水平层理, 常见变形层理及黄铁矿, 含叶肢介、介形虫、植物碎屑等化石, 局部介形虫富集成层。

3.2 水进体系域

仅发育在层序2(青一段)和层序3(嫩一—嫩二段下部), 为一套水进砂、泥岩沉积。在滨岸带, 水进体系由若干个次级韵律段组成, 每段的底部为较厚的砂层, 向上逐渐变细变薄, 而泥岩变厚, 自然电位曲线表现为一系列的钟形组合形态; 而在盆地的深水区, 由于沉积物供应不足或断源, 则形成密集段(油页岩或富含有机质的暗色泥岩), 其自然电位曲线呈线形。

3.3 高水位体系域

仅发育在层序2(青二、三段)和层序3(嫩二段上部—嫩五段), 沉积体系组分主要有高建设性的河流—三角洲、滨浅湖和较深—深湖等, 只在盆地边部的陡坡地带方不同程度地发育冲积扇和扇三角洲沉积。岩性和沉积构造基本类似于低水位体系域中同一类型沉积体系组分的沉积特征, 但三角洲沉积则表现为高建设性的特征, 由多个进积层序组成, 厚度和规模也相对较大。

4 油气勘探方向探讨

4.1 登娄库组

登娄库组是在侏罗纪末较长时期剥蚀夷平基础上形成的白垩纪第一个沉积层序,沉积范围较小,全部由低水位体系域组成,沉积体系组分以辫状河、低弯度砂质河及洪泛湖为主,其次为冲积扇和滨浅湖。不具备低水位体系域对油气聚集有利的完整层序。因此,油气勘探很难在大范围内取得重大突破。只有古中央隆起带周边,昌五、朝长地区位于侏罗系有利生气凹陷的周边,储、盖条件较好,是找气前景相对较好区。

据已获工业气流的探井证实,登娄库组含气层多为辫状河砂砾岩、低弯度砂质河砂坝及洪泛湖和滨浅湖滩坝等砂体。因此,在上述三个较为有利地区应根据河流的发育规律,寻找河道砂的发育部位;加强成岩作用研究,寻找次生孔隙发育带;加强盖层和圈闭条件研究,寻找盖层相对较好,并有适宜圈闭的地带作为主攻方向。

4.2 扶、杨油层

扶、杨油层位于层序2低水位体系域的中、上部,相当于泉三、四段。目前,除探井已证实的有利含油气区有升平-宋站,三站-朝长-五站,肇州-肇源及头台-茂兴等地区外,泰康-李家围子-青岗-兰西一线以南的广阔区域及西部超覆带都应是较有利勘探地带。其中大庆长垣、长垣南、金腾、古龙南及泰康地区应是勘探的主攻方向。金腾、长垣南及泰康地区扶杨油层为滨浅湖及洪泛湖沉积,砂岩发育程度稍差,应加强岩性预测,在砂岩发育区中寻找构造岩性复合圈闭。其它地区多为曲流河、低弯度砂质河及低水位进积三角洲沉积,砂岩发育程度较高,应注意寻找与油气生成、运移匹配较好的点坝、河道砂坝、河口坝砂体等形成的岩性圈闭。西部超覆带多为辫状河、顺直河沉积,有可能形成河道砂坝等岩性圈闭和地层超覆圈闭油气藏。

4.3 萨、葡、高油层

萨、葡、高油层由层序2的水进体系域(青一段)、高水位体系域(青二、三段)及层序3的盆缘体系域(姚家组)和一部分水进体系域(嫩一段)组成。是目前松辽盆地北部已知储量最集中、最多、勘探与开发程度最高的含油层系。对于高台子油层,今后在河流、三角洲及滨浅湖相区中,应以寻找小幅度构造及构造岩性复合圈闭为主,同时也应注意寻找透镜状砂体所形成的岩性圈闭;在较深-深湖相区中应注意寻找孤立砂体及泥岩裂缝等岩性圈闭。对于葡萄花油层(姚一段)及萨Ⅱ+Ⅲ组(姚二、三段),在盆地边部应以寻找构造圈闭或构造岩性复合圈闭为主,在盆地中心部位则应注意寻找浊流成因的砂体。对于萨零和萨Ⅰ组(嫩一段)来说,除盆地最北部的讷河、克山一带外,其生油条件和盖层条件都很好,控制油气富集的主要因素是储集和圈闭条件。在总的湖进背景下由两次小规模湖退形成的进积三角洲砂体及冲积平原和滨浅湖砂体主要分布在滨北及长垣以西地区,其中齐家凹陷中的砂体多呈席状,连通性好,主要应寻找构造圈闭;而泰康、阿拉新、敖古拉、汤池、泰来等地区的砂体有透镜状、条带状、席状等多种类型,应以寻找构造-岩性复合圈闭油气藏为主;盆地中部头台-茂兴、古龙、三肇等地区主要为较深-深湖相沉积,有可能形成孤立砂体及泥岩超压,应注意寻找岩性圈闭油气藏;滨北地区生、储、盖条件均较有利,但 S_0 和 S_1 组未见油气显示,其原因可能是未找到与油气生成和运移匹配较好的构造圈闭。

4.4 黑帝庙油层

黑帝庙油层位于层序3的高水位体系域中,由嫩二-嫩五段组成,生油条件和储集条件均较好,油气富集的主要因素是构造圈闭条件和盖层条件。

根据层序地层学关于在高水位体系域中的找油理论,今后黑帝庙油层的勘探应把重点放在储、盖及构造圈闭条件相对较好的三角洲前缘及滨浅湖相带中,其中构造圈闭的形成时期就早于或与油气生成、运移期同

步。从这个角度出发, 巴彦查干、龙虎泡、古龙-大安、葡西、龙南、头台-茂兴等地区应是黑帝庙油层的有利勘探地带, 长垣以东宋芳屯、模范屯、徐家围子、肇洲-肇源一带也是其油气勘探的较有利地区。

参 考 文 献

- 1 Vail P R. 应用层序地层学进行地震地层学解释. 刘立林译. 国外油气勘探, 1990, 2(5): 20~21
- 2 Sangree J B. 层序地层学在勘探应用上的总结. 张振生译. 国外油气勘探, 1991, 3(5): 2~5

SEQUENCE STRATIGRAPHIC FRAMEWORK OF LOWER CRETACEOUS IN SONGLIAO BASIN AND ITS HYDROCARBON EXPLORATION

Han Dianjie Sun Xinbo

(*Daqing Petroleum Administration, Daqing*)

Abstract

Though the adaptability of sequence stratigraphic stereo model is poor, but the principle and the method of the model is still useful for continental basins. According to the principle of sequence stratigraphy, the Lower Cretaceous could be divided into five unconformities (T_5 , T_4 , T_3 , T_{1-1} , T_{03}) and three sequences. Analysed cores, well log and geological data, the first and the maximum lacustrine flooded areas have been defined, and the system realms corresponding to every sequence have been divided. It is proposed that sequence 1 is a incompletely developed one containing only low water level system; sequences 2 and 3 are completely developed. Through sequence stratigraphic study, one can understand the properties and significance of the reflecting boundary described before more clearly, and can know more about the sedimentary characteristics and spatial distribution of various sedimental bodies (as sand-bodies).