

文章编号: 1009-3850(2007)01-0062-05

克拉玛依油田八区八道湾组测井层序地层学研究

旷红伟¹, 高振中¹, 王昌勇², 邵鸿良¹

(1. 长江大学, 湖北 荆州 434023; 3. 成都理工大学, 四川 成都 610059)

摘要: 通过对克拉玛依油田八区下侏罗统八道湾组层序地层学总体特征, 特别是测井层序的分析, 并与邻区进行对比研究, 识别出了 3 个三级层序界面, 将八道湾组划分为 2 个层序、5 个体系域, 分别对应 5 个砂层组; 同时简要论述了各体系域的特征, 完成了八道湾组的地层层序划分。

关键词: 克拉玛依油田; 下侏罗统; 八道湾组; 层序地层学; 新疆

中图分类号: P539.2 文献标识码: A

1 概述

克拉玛依油田八区位于准噶尔盆地西北缘, 克乌断阶带的中段; 由三部分组成, 自西向东为 552 井区、530 井区和 446 井区西部。东西长 25km, 南北宽 1~2km, 面积约 40km²。北以克乌断裂(又叫白碱滩断裂)与七区和九区相邻, 向南即为玛湖生油凹陷, 因而该区是油气自生油中心向北西上倾方向运移的必经部位(图 1)。

八区在石炭系基底上依次沉积有二叠系佳木河组(P_{1j})和乌尔禾组(P_{2w}), 三叠系克拉玛依组(T_{2k})、白碱滩组(T_{3b}), 侏罗系八道湾组(J_{1b})、三工河组(J_{1s})、西山窑组(J_{2x})、头屯河组(J_{2t})、齐古组(J_{3q}), 白垩系吐谷鲁组(K_{1tg})。八道湾组不整合沉积在白碱滩组之上, 与上覆三工河组整合接触。八道湾组为八区主要含油层系之一, 构造形态为向东南倾的单斜, 埋深由西向东逐渐加深, 自上而下可分为 5 个砂层组(J_{1b}¹—J_{1b}⁵), 其中, J_{1b}²、J_{1b}³ 砂层组特征相似, 且砂体不太发育, 合称为 J_{1b}²⁺³ 砂层组, 主要含油层组为 J_{1b}¹、J_{1b}⁴、J_{1b}⁵ 三个砂层组(表 1)。

对于克拉玛依地区侏罗系, 前人曾做过一些层序地层学研究工作^[2]。赵玉光等(1993)将侏罗系划

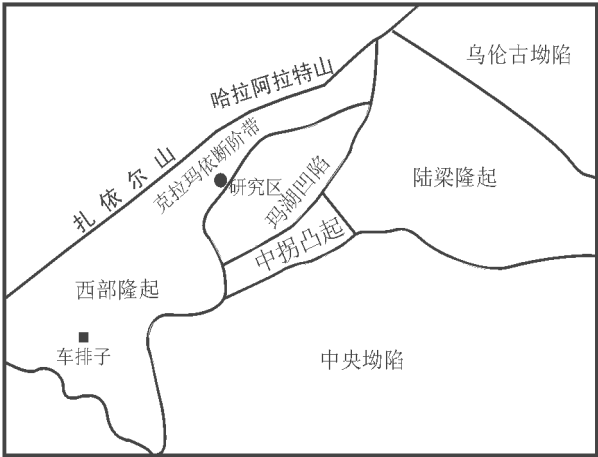


图 1 克拉玛依油田八区区域构造简图(据文献^[1]修改)
Fig. 1 Simplified regional structural map of the 8th block of the Karamay Oil Field, Xinjiang (modified from Lin Longdong, 2005)

分为两个层序^[3], 其中上统齐古组划为一个层序, 中下统八道湾组—头屯河组为另一层序; 王龙樟(1995)将八道湾组划为半个“亚层序”^[4], 即下部为低位体系域, 上部为水进体系域; 高新生等(1999)主要从地震解释剖面出发, 依据不整合面和与之对应的整合面, 将八道湾组划分为两个层序^[5]; 王宜林等

收稿日期: 2006-08-04; 修改日期: 2006-11-12
第一作者: 旷红伟, 女, 1969 年生, 副教授, 博士, 从事储层沉积学和测井地质学的教学和研究工作。

表 1 克拉玛依油田八区八道湾组地层特征表

Table 1 Characteristics of the Baodaowan Formation strata in the 8th block of the Karamay Oil Field

地 层						岩 性	沉积相	层序
系	统	组	砂层组	砂层	厚度/m			
侏罗系	下侏罗统	三工河组				以暗色泥岩为主	湖泊	
		八道湾组	J_1b^1	J_1b^1	0~36	由砂砾岩、不等粒砂岩、钙质砂岩、粉砂岩及泥岩组成正韵律沉积,夹煤层辫状河	辫状河	II
			J_1b^{2+3}	J_1b^{2+3}	27~55	以泥岩为主,夹粉砂岩	湖泊	
			J_1b^4	J_1b^4	21~50	由灰色砂砾岩、不等粒砂岩与灰色泥岩、泥质粉砂岩不等厚度互层组成	辫状河三角洲	I
			J_1b^5	J_1b^{5-1}	41~61	砂砾岩发育,顶部少量钙、泥质粉砂岩	辫状河三角洲	
				J_1b^{5-2}	0~35	砂砾岩发育夹少量粉砂岩或粉砂质泥岩	辫状河+辫状河三角洲	
				J_1b^{5-3}	0~27	主要岩性为砂砾岩、砂岩、粉砂岩及泥质粉砂岩	辫状河	
三叠系	上三叠统	白碱滩组				由砂砾岩及泥岩及煤层组成	辫状河	

(2001) 将下侏罗统八道湾组划分为“一个半”层序^[6],即将八道湾组中下部及上部的一部分划分为一个层序(从下往上依次为低位体系域、水进体系域、高位体系域),其上部与上覆三工河组下段地层合起来为一个层序。

八区八道湾组尚未开展过系统的层序地层学研究。笔者通过对八道湾组层序地层学总体特征的深入剖析,对层序界面的细致识别,并与邻区进行对比研究,将八道湾组划分为 2 个层序、5 个体系域。

2 层序界面特征

八区八道湾组为一套砂岩、含砾砂岩与泥岩及炭质泥岩的略等厚互层夹煤层。在八道湾组内部及顶底,共识别出了 3 个层序界面,自下而上分别以 SB1、SB2、SB3 表示。

2.1 层序界面 1(SB1)

该层序是侏罗系与三叠系的界面,八道湾组与白碱滩组的界面,为区域不整合面。因而既是 II 级层序界面,又是 II 级层序界面。II 级层序界面指以盆地演化各阶段为单位的构造充填序列(或构造层序、构架层序),时限约为 10~50MPa,相当于 Vail 的 II 级层序组。

由于是不整合面,其上下地层差异较大,八道湾组底部界面 SB1 的测井响应特征是比较清楚的。但又由于属超覆不整合,在不同区域八道湾组底部以不同层位与下伏层相接触,这就增加了对其识别的复杂性。

图 2 展示出 SB1 界面的测井响应特征。由图可见,界面上下的测井响应特征区别明显,其中以 GR 曲线最为特征,其它曲线也各有不同表现。八道湾组的 GR 值普遍为低值,而向下穿过 SB1 面,GR 值突然上升,白碱滩组顶部普遍存在一个厚 30m 左右

的高值带。视电阻率曲线也颇具特征。 J_1b^{5-2} 的 R_{2m} 为普遍高值; J_1b^{5-3} 的 R_{2m} 则为高低相间,呈齿状;而越过界面,白碱滩组则普遍为低值。自然电位曲线,白碱滩组普遍高值,几乎为一条直线(接近泥岩基线),向上越过 SB1 界面至 J_1b^{5-3-2} ,其值出现负幅度差,至 J_1b^{5-3-1} 及 J_1b^{5-2} 则为典型负异常。AC 曲线之特征不如上述明显,但其总趋势为 SB1 界面之下较其上增高。

以上所述均系指八道湾组底部层位较全的情况,即 J_1b^{5-3-2} 与下伏白碱滩组接触的情况,主要发育于 446 井区和 530 井区东部。但 J_1b^{5-3} 向西逐渐超覆,至 530 井区西部及 552 井区, J_1b^{5-3-2} 及 J_1b^{5-3-1} 相继尖灭(图 3)。

虽然八道湾组底部以不同层位与下伏白碱滩组相接触,但 SB1 界面的测井响应特征仍然是相当清楚的,这些特征主要表现在:(1) 白碱滩组顶部的 GR 高值带始终存在,向上穿过 SB1 界面 GR 值突然降低,且 J_1b^5 在段中保持稳定低值。(2) 自然电位曲线依然为白碱滩组高值,向上至 J_1b^{5-3-2} SP 值逐渐降低 J_1b^{5-3-1} 及 J_1b^{5-2} 为明显负异常。(3) 以 SB1 为界, R_{2m} 的上高下低特征和 AC 的上低下高特征甚至更加清楚(图 3 中 8984、8996、552 井)。

2.2 层序界面 2(SB2)

SB2 界面为 J_1b^4 与 J_1b^{2+3} 的分界面。该界面在盆地边缘存在沉积间断,如夏子街地区;而在八区该面为一整合界面(图 2),这是一个三级层序界面。该界面特征以 R_{2m} 及 SP 曲线最为清楚。 J_1b^{2+3} 的 R_{2m} 普遍为低值,向下越过 SB2 界面明显升高, J_1b^4 的 R_{2m} 通常显示为两个钟形旋回。SP 曲线与 R_{2m} 相似, J_1b^{2+3} 的 SP 普遍为高值,向下越过 SB2 界面 SP 值明显降低,SP 曲线通常呈现为两个钟形或箱形旋

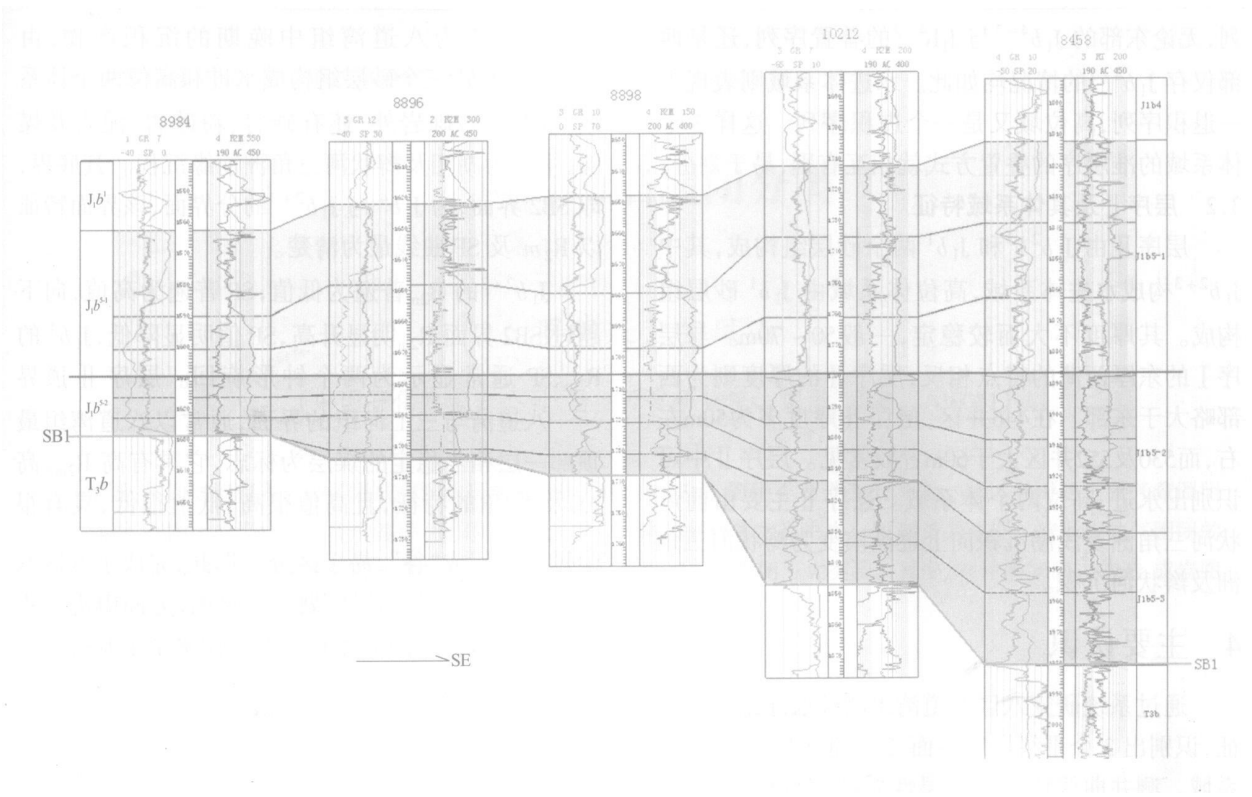


图3 八道湾组底部(SB1)横向变化图

Fig. 3 Transverse variations along the bottom (SB1) of the Baodaowan Formation in the 8th block of the Karamay Oil Field

下部的 R_{2m} 为稳定低值, 向下越过界面突然变为高值, 变化截然, R_{2m} 曲线几乎呈直角转折, 这又是一个重要识别标志。(3) 三工河组下部 SP 为高值, 向下至 J_1b^1 明显降低。(4) 三工河组下部 GR 为稳定高值, J_1b^1 则其值变化很大, 曲线呈指状。(5) 三工河组下部 AC 曲线为稳定高值, J_1b^1 则呈指状起伏。5 个特征中以第 1、2 条最重要。

综上所述, 这 3 个层序界面特征清楚, 易于识别, 这为正确进行层序划分和横向对比奠定了可靠基础。

3 层序和体系域的划分及特征

根据识别出的 3 个层序界面, 可将八道湾组划分为 2 个三级层序。下部的层序称为层序 I, 上部的层序称为层序 II。在层序 I 中识别出了低位、水进及高位 3 个体系域, 层序 II 则只有水进、高位两个体系域(表 2)。

3.1 层序 I 及其体系域特征

层序 I 为八道湾组早期的沉积产物, 由 J_1b^5 和 J_1b^4 两个砂层组构成。其中 J_1b^{5-3} 和 J_1b^{5-2} 构成了低位体系域, J_1b^{5-1} 为水进体系域, J_1b^4 构成了高位体系域。由于古地貌为西高东低, 初期仅在研究

表 2 八区八道湾组层序地层划分一览表
Table 2 Sequence stratigraphic division of the Baodaowan Formation in the 8th block of the Karamay Oil Field

地层系统		体系域	层序
三工河组			
八道湾组	$J_1 b^1$	高位体系域	层序II
	$J_1 b^{2+3}$	水进体系域	
	$J_1 b^4$	高位体系域	层序I
	$J_1 b^5$	水进体系域	
		低位体系域	
	白碱滩组($T_3 b$)		

区东部接受 J_1b^{5-3} 的沉积。其后沉积范围逐渐扩大, J_1b^{5-3} 不断向西超覆, 至 J_1b^{5-3} 沉积末期, 沉积范围达到 552 井区东部, 直至 J_1b^{5-2} 沉积时期才得以覆盖全区。在此背景下形成的层序 I 自然是东厚西薄, 厚度差异甚大, 尤以低位域差异显著, 为一典型的低位楔。在研究区东部, 即 446 井区, 其厚度一般为 200~260m, 最厚 276m(8379 井), 至 552 井区西缘减至仅 80m 左右。层序 I 主要由辫状河流相和辫状河三角洲相的砂泥岩组成, 其上部、中部及下部均可夹煤层, 反映为潮湿气候条件下的沉积。

层序 I 的低位体系域表现为一清楚的进积序

列,无论东部的 J_1b^{4-3} 与 J_1b^{4-2} 的叠置序列,还是西部仅存 J_1b^{4-2} 的情况均如此。水进体系域则表现为一退积序列,高位域又是一个进积序列。这样 3 个体系域的准层序的叠置方式就相互有别,易于划分。

3.2 层序 II 及其体系域特征

层序 II 由 J_1b^{2+3} 和 J_1b^1 两个砂层组构成,其中 J_1b^{2+3} 构成水进体系域,高位体系域由 J_1b^1 砂层组构成。其厚度不大而较稳定,一般 50~70m。与层序 I 的东厚西薄的特点相反,层序 II 的厚度则为西部略大于东部。在 446 井区,层序 II 厚度多为 50m 左右,而 530 及 552 井区大于 60m 者较常见。层序 II 中可识别出水进、高位两个体系域。层序 II 主要由前辫状河三角洲及浅湖沉积向上逐渐演变为辫状河三角洲及辫状河沉积。

4 主要认识

通过系统研究八区八道湾组测井层序地层的特征,识别出 3 个 II 级层序界面、2 个 II 级层序、5 个体系域。测井曲线特征是地层性质的综合反映,笔者在岩心、录井、地震等工作的基础上,重点识别了 2.5m 梯度电阻率测井,自然电位、自然伽马、声波测井等曲线的不同特征,剖析了层序界面及其内部特征。

层序 I 为八道湾组早期的沉积产物,由 J_1b^5 和 J_1b^4 两个砂层组构成 3 个体系域,主要由砂砾岩组成,地层东厚西薄,发育辫状河及辫状河三角洲平原沉积,其底界为不整合面,界面上下的测井响应特征区别明显,其中以 GR 曲线最为特征,八道湾组的 GR 值普遍为低值,而向下穿过 SB1 面,GR 值突然上升,白碱滩组顶部普遍存在一个厚 30m 左右的高值带。其它曲线也各有不同表现。

层序 II 为八道湾组中晚期的沉积产物,由 J_1b^{2+3} 和 J_1b^1 三个砂层组构成水进和高位两个体系域,岩性除砂砾岩外,还有砂岩、粉砂岩、泥岩及煤层,主要为湖相及辫状河三角洲前缘沉积。其底界,即 SB2 界面,为 J_1b^4 与 J_1b^{2+3} 的分界面,该界面特征以 R_{2m} 及 SP 曲线最为清楚。

J_1b^{2+3} 的 R_{2m} 普遍为低值,SP 普遍为高值,向下越过 SB2 界面 R_{2m} 明显升高,SP 值明显降低, J_1b^4 的 R_{2m} 、SP 通常显示为两个钟形旋回。层序 II 顶界——八道湾与三工河组的界面,通常以八道湾组最顶部一层相当稳定的煤层为标志,它具有高 R_{2m} 、高 AC 及低 GR 的特征,且高值很高、低值很低,具有很尖锐的“峰”或“谷”,易于区分。据此,完成了八区八道湾组近 300 口井的层序划分和对比,为油田进一步开展对八道湾组的勘探和开发工作奠定了基础。

参考文献:

- [1] 林隆栋. 论准噶尔盆地油气富集带[J]. 新疆石油地质, 2005, 26(5): 500—504.
- [2] 顾家裕. 陆相盆地层序地层学格架概念及模式[J]. 石油勘探与开发, 1995, 22(4): 7—1.
- [3] 赵玉光, 丘东洲, 张继庆. 西准噶尔界山前陆盆地晚期(T-J)层序地层与油气勘探[J]. 新疆石油地质, 1993, 14(4): 323—331.
- [4] 王龙樟. 准噶尔盆地中、新生代陆相层序地层学探讨及其应用[J]. 新疆石油地质, 1995, 16(4): 324—330.
- [5] 高新生, 赵霞飞, 李天明, 等. 河湖相含煤地层的几种地震相——以准噶尔盆地西北缘侏罗系为例[J]. 天然气勘探与开发, 1999, 22(4): 69—72.
- [6] 王宜林, 王英民, 齐雪峰, 等. 准噶尔盆地侏罗系层序地层划分[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(5): 382—385.

Well logging sequence stratigraphy of the Badaowan Formation in the 8th block of the Karamay Oil Field, Xinjiang

KUANG Hong-wei¹, GAO Zhen-zhong¹, WANG Chang-yong², SHAO Hong-liang¹

(1. Yangtze University, Jingzhou 434023, Hubei, China; 2. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract: The Lower Jurassic Badaowan Formation occurs as main oil reservoirs in the Karamay Oil Field, Xinjiang. Three sequence boundaries, two sequences and five systems tracts corresponding to five sand sets are recognized on the basis of the analysis of well logging sequences in the study area. The features of individual systems tracts are generally expounded in this study.

Key words: Karamay Oil Field; Lower Jurassic; Badaowan Formation; sequence stratigraphy; Xinjiang