

文章编号:1009-3850(2011)02-0017-09

准噶尔盆地西北缘乌尔禾鼻隆中下三叠统沉积相特征

张顺存¹, 丁超², 何维国³, 张大勇⁴, 史基安¹, 张杰¹

(1. 中国科学院油气资源研究重点实验室, 甘肃 兰州 730000; 2. 新疆油田公司风城油田作业区油研所, 新疆 克拉玛依 834000; 3. 中国石油吐哈油田分公司勘探公司, 新疆 哈密 839009; 4. 新疆油田公司勘探开发研究院评价所, 新疆 克拉玛依 834000)

摘要:通过岩芯观察、薄片鉴定、测井和录井资料分析,认为准噶尔盆地西北缘乌尔禾鼻隆地区三叠系百口泉组和克拉玛依组主要发育砂砾岩、砾岩、砂质砾岩及少量砂岩、泥岩;该区的储层以低孔低渗为主,在克拉玛依组可见到少量中孔中渗储层;通过单井沉积相、剖面沉积相研究,结合研究区的构造背景和沉积环境,认为研究区物源以其西部黄羊泉以西地区为主,北部哈拉阿拉特山为辅;百口泉组发育冲积扇沉积,克拉玛依组发育扇三角洲沉积,沉积环境控制了研究区优质储层的分布。

关键词:准噶尔盆地西北缘;乌尔禾鼻隆;三叠系;沉积相

中图分类号:P512.2

文献标识码:A

准噶尔盆地是我国西北大型含油气盆地之一,盆地西北缘是新疆油田公司重要的油气产区,该区西北边界为大型逆冲断裂带,从南西到北东,主要有红-车断裂带、克-乌断裂带、乌-夏断裂带等大型断裂带。其中乌-夏断裂带为东西走向,由乌兰林格、夏红北、枯树林断裂等构成叠瓦式组合,包括推覆体、下盘掩伏带、上盘超覆带和前缘断褶带,在外凸与内凹部位都有褶皱发育,主要发育地层有白垩系、侏罗系、三叠系、二叠系、石炭系^[1-3]。近年来,在乌夏地区先后发现了乌36井区块、乌33井区块三叠系油藏,表明该断裂带勘探潜力很大,是新疆油田公司增储上产的重要地区。

本文研究区为乌尔禾鼻隆,位于魔鬼城风景区南部,其北部为乌尔禾稠油油田(图1)。地震资料和钻井资料表明,该区断裂带及断裂超覆尖灭带的主要形成期应为石炭纪末,二叠纪主要是推覆期,印支期为定形期,晚侏罗世以后这些断裂基本都停

止了活动。该区不仅受南北垂直应力的推覆影响,而且还受东西向挤压,从而表现出现今的以推覆为主的断裂控制的断块。断裂倾向老山,倾角由浅至深由大变小,在剖面上呈叠瓦状排列,在平面上呈弧形展布^[2,3]。目的层三叠系克拉玛依组主要为扇三角洲砂岩和砂砾岩,在乌16井区已发现丰富的油气显示。该地区的控藏因素基本清楚,但是储层的特征和沉积环境及其对油藏的控制作用还不是十分清楚。本文主要对研究区三叠系百口泉组和克拉玛依组的沉积环境和沉积相进行了研究,以期为该区的滚动勘探和油藏评价提供基础资料。

1 储层岩石学特征

1.1 碎屑岩成分特征

根据砂岩分类命名方案,乌尔禾鼻隆三叠系(仅指百口泉组和克拉玛依组,后文中三叠系均仅指这两个组)砂岩以岩屑砂岩为主,其次是长石岩屑

收稿日期:2010-08-15;改回日期:2010-08-30

作者简介:张顺存(1973-),男,博士,从事储层地质学与储层地球化学研究。E-mail: zhangshuncun@126.com

项目资助:国家科技重大专项(2008ZX05001-006)资助

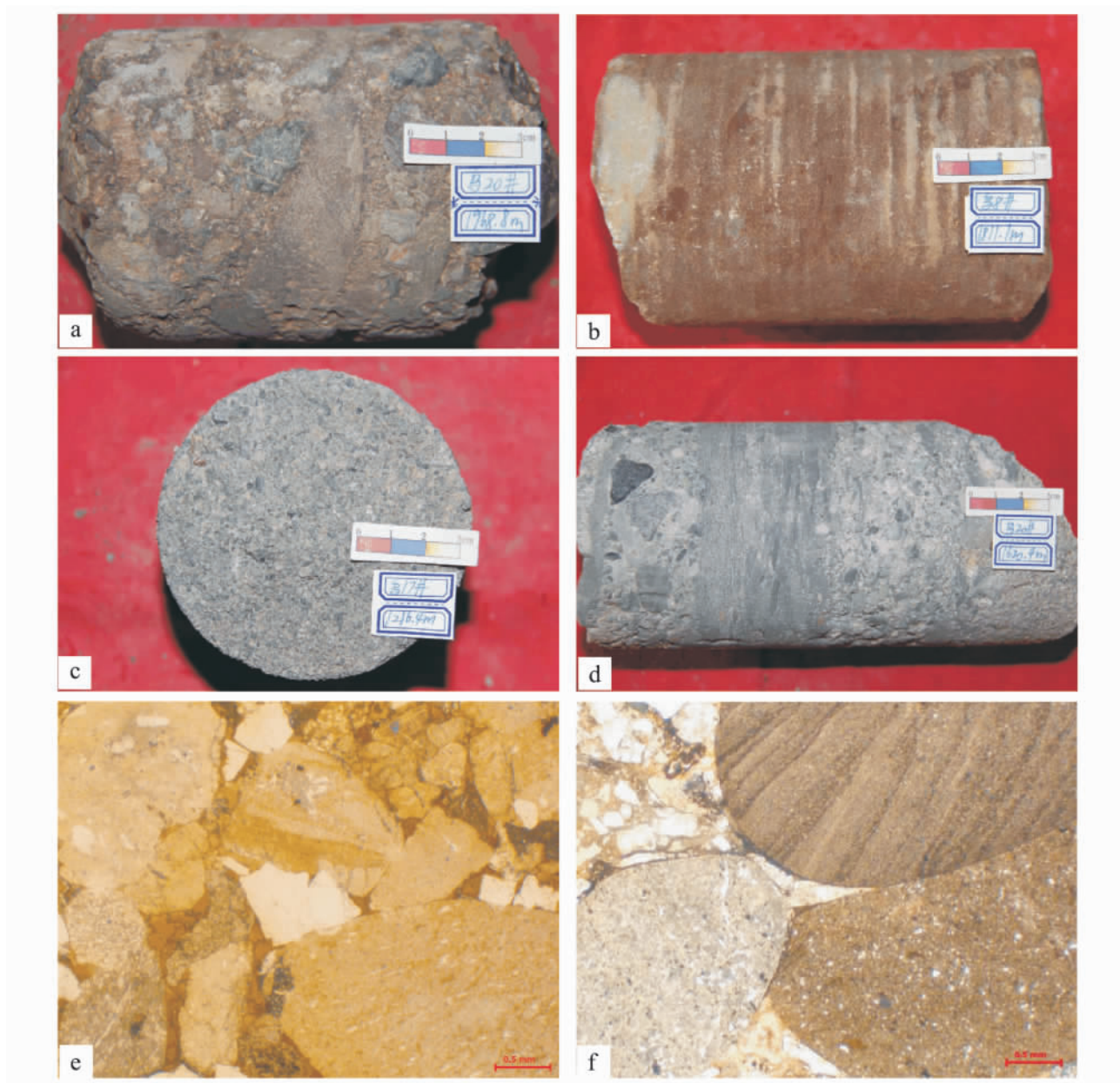


图2 研究区碎屑岩特征

a. 乌20井, 1968.8m, J_1b , 棕褐色砾岩, 为冲积扇扇中亚相沉积; b. 乌8井, 1811.1m, 褐色砂岩, 分选较好, 略见板状层理, 为扇三角洲平原分流河道微相沉积; c. 乌17井, 1216.4m, 灰色细砾岩, 次圆状-圆状, 为扇三角洲前缘水下分流河道微相沉积; d. 乌20井, 1620.4m, 灰色砂砾岩, 分选很差, 砾石次圆状-次棱角状, 为扇三角洲前缘水下分流河道间微相沉积; e. 乌36井, 1441.27m, T_2k_1 , 砾岩中碎屑颗粒以点接触为主, 分选和磨圆都较差, 粒间孔较发育, 为扇三角洲平原分流河道微相沉积; f. 乌009井, 1143.80m, T_2k_2 , 砾岩中砾石岩屑具有较好的磨圆度, 粒间孔较发育, 为扇三角洲前缘水下分流河道微相沉积

Fig. 2 Pictures of the clastic rocks in the study area

a. Brown conglomerates in the midfan subfacies of the alluvial fan facies at the depth of 1968.8 m of the U-20 well, J_1b ; b. Brown sandstones in the fan delta plain distributary channel deposits at the depth of 1811.1 m of the U-8well; c. Grey microconglomerates in the fan delta front subaqueous distributary channel deposits at the depth of 1216.4 m of the U-17 well; d. Grey glutenites in the fan delta front subaqueous distributary channel deposits at the depth of 1620.4 m of the U-20 well; e. Conglomerates in the fan delta plain distributary channel deposits at the depth of 1441.27 m of the U-36 well; f. Conglomerates in the fan delta-front subaqueous distributary channel deposits at the depth of 1143.80 m of the U-009 well

显微鉴定表明, 乌尔禾地区三叠系储层发育的砾岩、砂砾岩及不等粒砂岩整体粒度较粗(图2)。

碎屑物质的分选程度与沉积环境的水动力条件和自然地理条件有着密切的关系, 分选性的好坏也可作为沉积环境的标志。显微观察和统计表明, 乌尔禾地区三叠系储层碎屑岩大部分分选较差—差, 少量砂岩分选中等(图2)。

碎屑的磨圆度一方面取决于它在搬运过程中所受磨蚀作用的强度, 另一方面也取决于碎屑本身的物理化学稳定性以及它的原始形状、粒度等。薄片鉴定结果表明, 三叠系储层碎屑岩的磨圆度以次圆状为主, 其次是次棱角状或次棱角—次圆状(图2)。

1.3 胶结类型及颗粒接触关系

碎屑颗粒间的接触关系直接反映了压实作用的强弱。通过对研究区大量薄片的显微观察表明, 三叠系砂砾岩中碎屑颗粒以线接触为主, 其次是点—线接触, 少量线—凹凸接触(图2)。三叠系砂砾岩的胶结类型以接触式及孔隙—接触式为主, 其次是镶嵌式。

2 储层物性特征

乌尔禾地区三叠系分布广泛, 储集层主要为砂砾岩类。在乌尔禾鼻隆的不同部位, 由于砂砾岩储集体的岩性特征、沉积相特征及埋藏深度存在差异, 因此其物性特征也有所不同。乌尔禾鼻隆可分为: ①鼻隆主体, 位于乌尔禾鼻隆的东北部, 以乌

16、乌160、乌23等井为代表; ②鼻隆末端, 主要位于鼻隆西北和西南部的下倾部位, 以乌26、乌30和乌131井为代表; ③黄羊泉区位于鼻隆末端的西南部, 以黄1、黄4井为代表(图1)。

这三个地区的实测孔隙度和渗透率统计表明, 黄羊泉地区三叠系储层以低孔低渗为主, 但克上组的储层物性好于百口泉组和克下组; 乌尔禾鼻隆末端, 百口泉组储层以中低孔中低渗为主, 克下组储层以低孔低渗为主, 克上组储层达到中低孔水平, 但渗透率仍较低; 乌尔禾鼻隆主体, 百口泉组未见实测数据, 克下组储层以中孔中渗为主, 克上组储层好于百口泉组, 但略差于克下组, 大部分砂体储层物性属中低孔和中低渗水平, 部分达到了中孔中渗水平(表1)。

3 沉积相剖面特征

在岩芯观察、薄片鉴定、测井资料、录井资料分析的基础上, 结合研究区的构造演化特征、沉积体系特点及前人研究结果, 认为研究区三叠系百口泉组主要是冲积扇沉积, 克拉玛依组主要是扇三角洲沉积^[3,4,9,10]。以此为基础, 对研究区多口重点探井的单井沉积相进行了研究和划分(图3是乌161井的单井沉积相, 其它探井的图略), 并综合单井沉积相划分结果, 绘制了研究区四条剖面的剖面沉积相图(剖面线位置见图1, 图4是其中一条剖面的联井沉积相图, 其它剖面的图略)。

表1 研究区三叠系储层物性统计表

Table 1 Statistics of the porosity and permeability of the Triassic hydrocarbon reservoirs

物性		层位	地区		
			黄羊泉	鼻隆末端	鼻隆主体
孔隙度 / %	范围	克上组	6.50~18.05	11.32~21.00	5.80~24.93
			10.66 (74)	15.82 (107)	14.24 (112)
	平均值 (样品数)	克下组	5.68~14.7	4.70~18.80	3.94~24.81
			9.18 (83)	11.80 (67)	15.36 (110)
		百口泉组	5.11~11.7	7.43~16.27	
			8.19 (47)	12.09 (39)	
渗透率 / $\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$	范围	克上组	0.1~39.98	0.01~137.23	0.02~680.70
			0.23 (49)	1.14 (101)	1.95 (111)
	平均值 (样品数)	克下组	0.1~37.12	0.05~62.57	0.01~920.38
			0.25 (64)	0.92 (60)	2.30 (99)
		百口泉组	0.02~85.21	0.12~422.69	
			1.79 (27)	6.01 (45)	

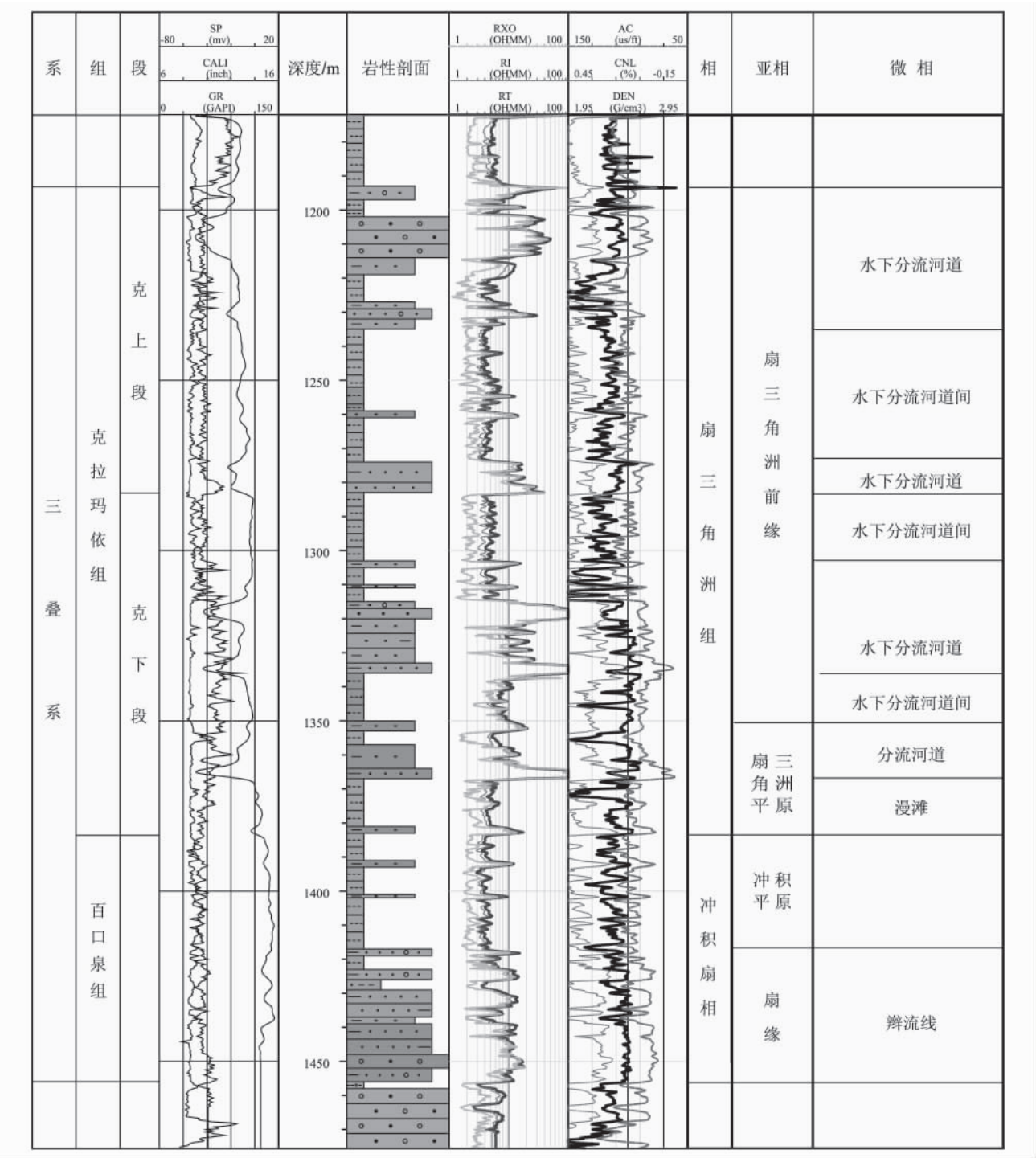


图3 乌161井三叠系克拉玛依组(T₂k)和百口泉组(T₁b)综合柱状图

Fig.3 Generalized stratigraphic column of the Triassic Karamay Formation (T₂k) and Baikouquan Formation (T₁b) through the U-461 well

从乌161井单井沉积相图可以看出,该井三叠系百口泉组的岩性主要是褐色、灰褐色砂砾岩、砾岩、灰褐色泥岩、粉砂岩。该组为冲积扇相,下部是冲积扇中,上部是冲积扇冲积平原亚相。该井克拉玛依组的主要岩性为灰色、深灰色砂砾岩、含砾粗砂岩、泥质砂岩、粉砂岩、泥岩。该组为扇三角

洲前缘亚相,属于三角洲前缘的水下分流河道与水下分流河道间微相交互沉积。该井的单井沉积相显示,由百口泉组到克拉玛依组,水体加深,沉积环境由冲积扇过渡到扇三角洲环境(图3)。

从黄4井-乌8井-乌10井-乌39井-乌38井-乌008井联井沉积相剖面可以看出工区三叠系

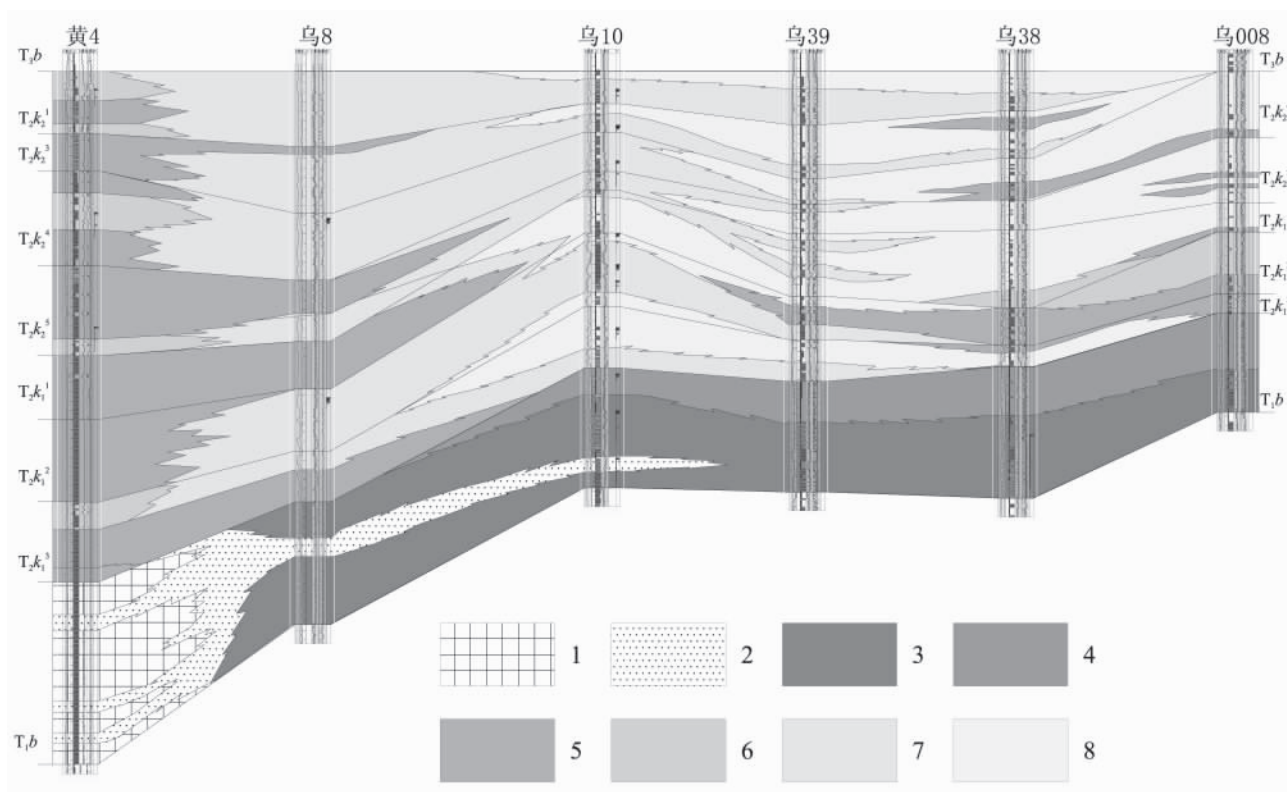


图4 黄4井-乌8井-乌10井-乌39井-乌38井-乌008井联合井沉积相剖面图

1. 扇中; 2. 扇缘; 3. 扇三角洲前缘水下分流河道; 4. 扇三角洲前缘水下分流河道间; 5. 冲积平原; 6. 平原分流河道; 7. 平原分流河道间; 8. 扇根

Fig.4 Sedimentary facies profile across the Huang 4-U 8-U 10-U 39-U 38-U 008 well area

1 = midfan; 2 = fan fringe; 3 = fan delta front subaqueous distributary channel; 4 = fan delta front subaqueous interdistributary channel bay; 5 = alluvial plain; 6 = fan delta plain distributary channel; 7 = fan delta plain interdistributary channel bay; 8 = proximal fan

百口泉组主要是冲积扇沉积相, 克拉玛依组主要是扇三角洲沉积相(图4)。

百口泉组(T_1b) 在工区东南部主要为冲积扇扇缘沉积, 东北部下部主要为冲积扇扇缘沉积, 上部为冲积扇冲击平原沉积。该组在工区的厚度变化不大。在东南部的黄4井周围, 该组主要是冲积扇扇根和扇中沉积, 沿剖面线往东北, 扇缘沉积增多, 乌10井以北, 下部主要为冲积扇扇缘沉积, 上部为冲积扇冲击平原沉积(图4)。

克拉玛依组下亚组(T_2K_1) 主要是扇三角洲平原沉积和扇三角洲前缘沉积。该组厚度从南西向东北逐渐减薄, 特别是底部三段($T_2k_1^3$) 的厚度减薄明显。黄4井周围, 主要是扇三角洲平原分流河道沉积, 沿剖面线往东北, 扇三角洲前缘沉积增多, 乌10井全部为扇三角洲前缘水下分流河道沉积与水下分流河道间沉积互层, 乌39井-乌38井-乌008井一带, 二段($T_2k_1^2$) 由扇三角洲平原分流河道沉积为主, 过渡到冲积扇冲击平原沉积为主, 一、三段主要是扇三角洲前缘水下分流河道间沉积夹少量水下分流河道沉积(图4)。

克拉玛依组上亚组(T_2K_2) 主要是扇三角洲平原沉积和扇三角洲前缘沉积。该组厚度从南西向东北逐渐减薄, 特别是一、三段($T_2k_2^1$ 、 $T_2k_2^3$) 的厚度减薄明显, 至乌008井周围, 这两段已经缺失。黄4井周围, 主要是扇三角洲平原分流河道沉积, 夹薄层扇三角洲平原分流河道间沉积, 沿剖面线往东北, 扇三角洲前缘沉积增多, 乌10井全部为扇三角洲前缘水下分流河道沉积夹薄层水下分流河道间沉积, 再往东北, 主要是扇三角洲前缘水下分流河道间沉积夹薄层水下分流河道沉积。乌008井周围, 除了缺失的一、三段外, 四、五段主要是扇三角洲前缘水下分流河道间沉积(图4)。

该剖面总体上表现了物源是由南西向东北的方向, 并且在东北角也有物源的进入。

4 乌尔禾鼻隆三叠系沉积相空间展布特征

在单井沉积相和剖面沉积相分析的基础上, 结合研究区的沉积环境特征、沉积体系特征、构造演变特征, 绘制了乌尔禾鼻隆三叠系百口泉组、克拉

玛依组下亚组(克下组, T_2k_1)、克拉玛依组上亚组(克上组, T_2k_2)的沉积相平面图。

乌尔禾鼻隆三叠系百口泉组(T_1b)主要是冲积扇相,物源区位于工区西部和东北部。三叠系克拉玛依组下亚组(T_2k_1)和上亚组(T_2k_2)主要是扇三角洲沉积相和前扇三角洲沉积相,物源区位于工区西部和东北部,显示出从百口泉组(T_1b)的继承性。沉积相研究显示,从三叠系百口泉组到克拉玛依组,工区水体加深的趋势。

4.1 百口泉组(T_1b)沉积相空间展布

乌尔禾鼻隆三叠系百口泉组(T_1b)主要是冲积扇相,可见到扇根亚相、扇中亚组、扇缘亚相、冲积平原亚相(图1)。从工区西部往北东方向,依次出现扇根亚相、扇中亚组、扇缘亚相,至东北部乌001井-乌354井一带,又依次出现扇中亚相、扇根亚相,表明工区具有西面和东北面两个物源方向。在乌38井-乌009井-乌003井一带,出现冲积扇沉积平原相,应该是东北面物源所造成的。在131井-乌16井-乌24井一线东南面,由扇缘亚相过渡到沉积平原亚相,其形成既与西面物源有关,也与东北面的物源有关系(图1)。

4.2 克拉玛依组下亚组(T_2k_1)沉积相空间展布

乌尔禾鼻隆三叠系三叠系克拉玛依组下亚组(T_2k_1)主要是扇三角洲相,可见到扇三角洲平原亚相、扇三角洲前缘亚相、前扇三角洲亚相(图5)。在扇三角洲前缘亚相中,见有水下分流河道微相和水下分流河道间微相。从工区西部往北东方向,依次出现扇三角洲平原亚相、扇三角洲前缘水下分流河道微相、扇三角洲前缘水下分流河道间微相,至东北部乌16井-乌17井-乌358井-乌355井一带,又依次出现扇三角洲前缘水下分流河道微相、扇三角洲平原亚相,表明工区具有西面和东北面两个物源方向。这两个物源在131井-风26井-乌9井-风20井-乌38井一带交汇,西面物源向北东方向偏移,东北面物源向南西方向偏移。在乌004井-乌由009井以北,也见到一个小的物源,从乌004井向北,由扇三角洲前缘水下分流河道微相到扇三角洲平原亚相。在乌009井-乌006井之间,是三个物源互相作用形成的扇三角洲前缘水下分流河道间微相。在工区的东南角,为前扇三角洲亚相,它的形成既与西面物源有关,也与东北面的物源有关系。在工区的西北部,有小范围的湖湾沉积,该区域水体较深,湖水相对平静,盐度较高(图5)。

4.3 克拉玛依组上亚组(T_2k_2)沉积相空间展布

乌尔禾鼻隆三叠系三叠系克拉玛依组上亚组(T_2k_2)主要是扇三角洲相,可见到扇三角洲平原亚相、扇三角洲前缘亚相、前扇三角洲亚相。在扇三角洲前缘亚相中,见有水下分流河道微相和水下分流河道间微相。该亚组的沉积相与克拉玛依下亚组相比变化不大。从工区西部往北东方向,依次出现扇三角洲平原亚相、扇三角洲前缘水下分流河道微相、扇三角洲前缘水下分流河道间微相,至东北部131井-乌23井-乌358井-乌006井-乌355井一带,又依次出现扇三角洲前缘水下分流河道微相、扇三角洲平原亚相,表明工区具有西面和东北面两个物源方向。这两个物源在131井-风26井-乌9井-风20井-乌38井一带交汇,西面物源向北东方向偏移,东北面物源向南西方向偏移,造成该带为扇三角洲前缘水下分流河道间微相。在乌004井-乌由009井以北,也见到一个小的物源,从乌004井向北,由扇三角洲前缘水下分流河道微相到扇三角洲平原亚相。在乌009井-乌006井-乌355井之间,是三个物源互相作用形成的扇三角洲前缘水下分流河道间微相。在工区的东南角,为前扇三角洲亚相,它的形成既与西面物源有关,也与东北面的物源有关系。在工区的西北部,有小范围的湖湾沉积,该区域水体较深,湖水相对平静,盐度较高。

研究区的沉积相,控制了研究区储层特别是优质储层的发育。前以述及,研究区的储层以低孔低渗为主,克拉玛依组的储层物性稍好于百口泉组,从黄羊泉到乌尔禾鼻隆末端,再到乌尔禾鼻隆主体,储层物性变好。研究区储层物性的这种变化规律,既与研究区百口泉组主要是冲积扇沉积而克拉玛依组主要是扇三角洲沉积有关,也与这中下三叠系沉积期的主要物源方向位于研究区西部黄羊泉以西地区有关。因此,在有利的构造背景下,依据沉积相的分布规律,寻找以扇三角洲前缘水下分流河道为主体的优质储层,从而扩大研究区的勘探成果,具有积极的意义。

5 结论

(1) 研究区的岩性主要是灰色、褐色砂砾岩(包括少量砾岩、砂质砾岩),砂岩含量较少。砂砾岩的结构成熟度大多数较低,砾石成分复杂;

(2) 研究区储层物性较差,总体上为低孔低渗储层,个别层位达到中孔中渗,从百口泉组到克下组,

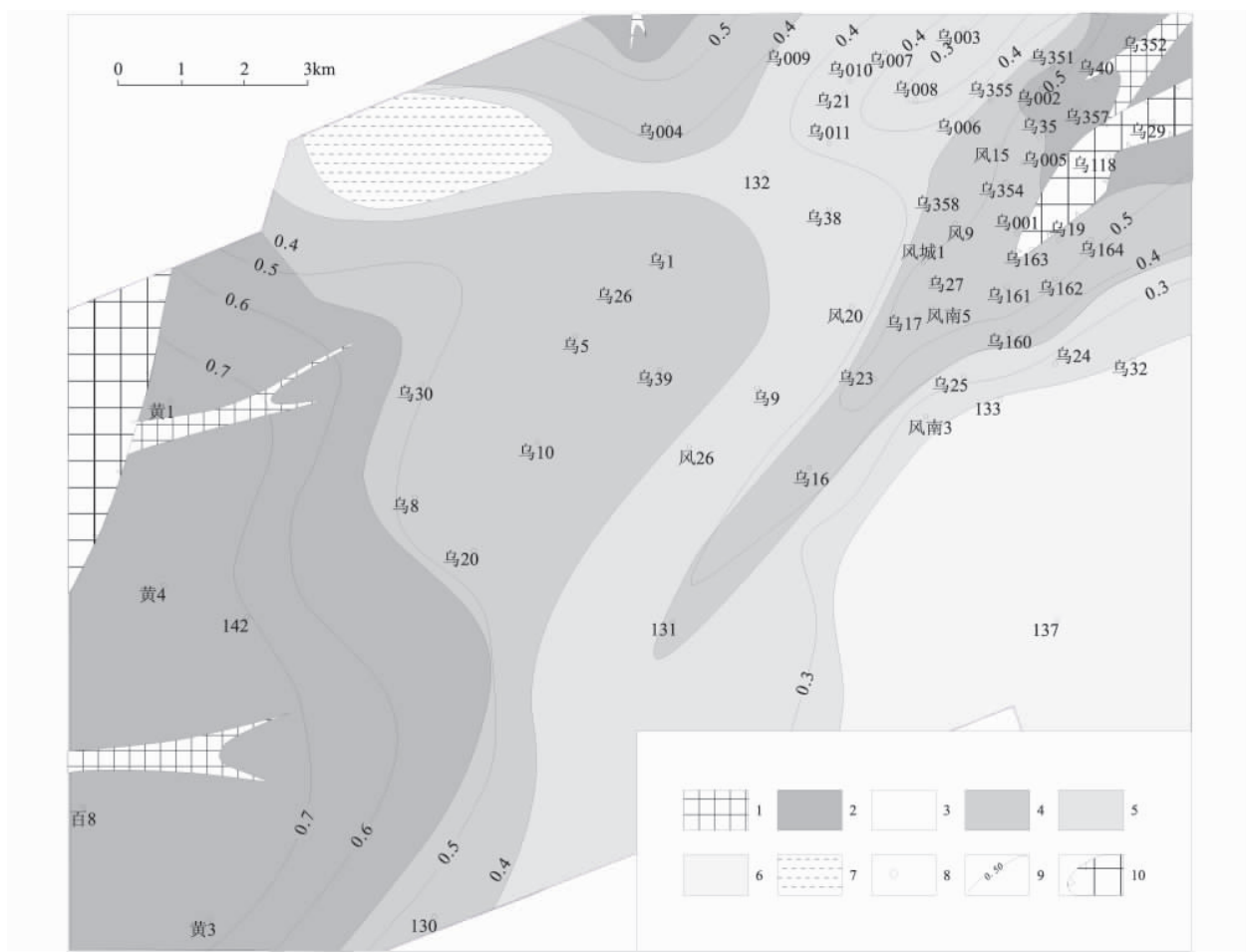


图5 乌尔禾鼻隆三叠系克拉玛依组下亚组(T_2k_1) 沉积相平面图

1. 主河道; 2. 扇三角洲平原; 3. 扇三角洲前缘水下分流河道; 4. 扇三角洲前缘水下分流河道间; 5. 前扇三角洲; 6. 湖湾; 7. 井位; 8. 断裂; 9. 砂地比等值线; 10. 剥蚀区

Fig. 5 Planar distribution of the sedimentary facies in the lower subformation of the Triassic Karamay Formation (T_2k_1)

1 = main channel; 2 = fan delta plain; 3 = fan delta front subaqueous distributary channel; 4 = fan delta front subaqueous interdistributary channel bay; 5 = profan delta; 6 = lake bay; 7 = well site; 8 = fault; 9 = total sandstone thickness/stratigraphic thickness isopleth; 10 = erosional area

再到克上组, 储层物性变好; 从黄羊泉到乌尔禾鼻凸末端, 再到乌尔禾鼻凸主体, 储层物性变好;

(3) 研究区三叠系百口泉组发育冲积扇沉积相, 克拉玛依组发育扇三角洲沉积相, 从百口泉组到克拉玛依组, 水体逐渐变深。主要物源区位于研究区西部黄羊泉以西, 同时工区北部的哈拉阿拉特山也为研究区提供了物源。

参考文献:

- [1] 王惠民, 吴华, 靳涛, 等. 准噶尔盆地西北缘油气富集规律 [J]. 新疆地质, 2005, 23(3): 278-282.
- [2] 陶国亮, 胡文瑄, 张义杰, 等. 准噶尔盆地西北缘北西向横断裂与油气成藏 [J]. 石油学报, 2006, 27(4): 23-28.
- [3] 雷振宇, 鲁兵, 蔚远江, 等. 准噶尔盆地西北缘构造演化与扇体形成和分布 [J]. 石油与天然气地质, 2005, 26(1): 86-91.
- [4] 杨勇, 查明. 准噶尔盆地乌尔禾-夏子街地区不整合发育特征及其在油气成藏中的作用 [J]. 石油勘探与开发, 2007, 34(3): 304-309.
- [5] 祁利祺, 鲍志东, 吴博然, 等. 准噶尔盆地西北缘侏罗系展布与层序地层格架特征 [J]. 石油与天然气地质, 2008, 29(2): 261-267.
- [6] 姜在兴. 沉积学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [7] 王敏芳, 徐志诚. 准噶尔盆地莫西庄地区下侏罗统储层性质 [J]. 沉积与特提斯地质, 2008, 28(1): 82-87.
- [8] 冯增昭. 沉积岩石学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1993.
- [9] 刘顺生, 焦养泉, 郎凤江, 等. 准噶尔盆地西北缘露头区克拉玛依组沉积体系及演化序列分析 [J]. 新疆石油地质, 1999, 20(6): 485-490.
- [10] 刘颖超, 徐怀民, 李林, 等. 准噶尔盆地阜东斜坡带深水油积扇沉积及油气勘探意义 [J]. 沉积与特提斯地质, 2009, 29(4): 29-34.

Middle and Lower Triassic sedimentary facies within the Urho uplift on the northwestern margin of the Junggar Basin

ZHANG Shun-cun¹, DING Chao², HE Wei-guo³, ZHANG Da-yong⁴, SHI Ji-an¹, ZHANG Jie¹

(1. *Key Laboratory of Petroleum Resources, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou 730000, Gansu, China*; 2. *Fengcheng Oil Field, Xinjiang Oil Field Company, Karamay 834000, Xinjiang, China*; 3. *Turpan-Hami Oil Field Company, PetroChina, Hami 839009, Xinjiang, China*; 4. *Research Institute of Petroleum Exploration and Development, Xinjiang Oil Field Company, Karamay 834000, Xinjiang, China*)

Abstract: The Baikouquan and Karamay Formations within the Urho uplift on the northwestern margin of the Junggar Basin are composed dominantly of glutenite, conglomerate and sandy conglomerate, with subordinate sandstone and mudstone based on the cores, thin sections and well logs. The hydrocarbon reservoirs in this area are dominated by the low-porosity and low-permeability reservoirs, locally by the moderate-porosity and moderate-permeability reservoirs in the Karamay Formation. The principal source of detritus lay to the areas west to the Huangyangquan in the west, and Hala' alate Mountains in the north. The alluvial fan deposits in the Baikouquan Formation and fan delta deposits in the Karamay Formation constitute the excellent hydrocarbon reservoirs in the study area.

Key words: northwestern margin of the Junggar Basin; Urho uplift; Triassic; sedimentary facies