

文章编号: 0253-9985(2009)06-0740-07

准噶尔盆地克百断裂下盘二叠系砂砾岩的沉积模式

张顺存^{1,2}, 陈丽华³, 周新艳³, 蒋欢³, 史基安¹, 贾凡建^{1,2}, 吴志雄^{1,2}

(1 中国科学院 油气资源研究重点实验室, 甘肃 兰州 730000 2 中国科学院 研究生院, 北京 100049

3 中国石油天然气股份有限公司 新疆油田分公司 石油勘探开发研究院, 新疆 克拉玛依 834000)

摘要: 为建立准噶尔盆地西北缘克百断裂下盘二叠系砂砾岩的沉积模式, 以为优质储层的预测提供借鉴, 通过岩心观察、薄片分析及扫描电镜分析, 结合录井资料和测井资料, 在宏观构造背景和沉积环境下, 对研究区砂砾岩的沉积特征进行了研究。结果显示, 研究区砂砾岩沉积环境分为水上和水下两种, 总体上补给水体主河道的水量较大, 水流稳定、不间断; 砂砾岩储层的物性随着沉积环境的不同表现出较大的差异, 且以扇三角洲前缘亚相水下分流河道微相最好。强调了湖岸线对储层物性的控制作用, 模糊了冲积扇扇缘与扇三角洲平原之间的界线, 将冲积扇与扇三角洲有机结合, 提出了研究区冲积扇—扇三角洲—湖泊相相结合的沉积模式, 把研究区划分为 3 个沉积相、8 个沉积亚相。

关键词: 砂砾岩; 沉积模式; 二叠系; 克百断裂; 准噶尔盆地

中图分类号: TE122.1 **文献标识码:** A

Sedimentary model of the Permian sandy conglomerate
in the footwall of the Kebai Fault, the Junggar BasinZhang Shuncun^{1,2}, Chen Lihua³, Zhou Xinyan³, Jiang Huan³, Shi Jitian¹,
Jia Fanjian^{1,2}, Wu Zhixiong²

(1 Key Laboratory of Petroleum Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, Gansu 730000, China

2 Graduate University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China

3 Institute of Petroleum Exploration and Development, PetroChina Xinjiang Oilfield Company, Karamay, Xinjiang 834000, China)

Abstract: This paper aims at developing a sedimentary model of the Permian sandy conglomerate in the footwall of the Kebai Fault in the Junggar Basin, which can provide a reference for predicting good reservoirs. Sedimentary features of the sandy conglomerate in the study area are examined through core observation, thin section analysis and scanning electron microscope analysis. Tectonic settings and depositional conditions are taken into consideration and logging data are also consulted. The depositional environments of the sandy conglomerate in the study area can be divided into two types, namely above-water and underwater environments. Overall, the main feeder channels are large in water volume and stable and continuous in water flow. Physical properties of the sandy conglomerate reservoirs differ greatly in different depositional environments, and the best occurs in underwater distributary channel on fan delta front. The control of shoreline on reservoir physical property is highlighted while the distinction between alluvial fan margin and fan delta plain is obscured. A sedimentary model with alluvial fan, fan delta, lacustrine facies integrated is proposed and 3 sedimentary facies and 8 sedimentary subfacies are identified in the study area.

Key words: sandy conglomerate; sedimentary model; Permian; Kebai Fault; Junggar Basin

收稿日期: 2009-05-08

第一作者简介: 张顺存 (1973-) 男, 博士研究生, 储层地质学与储层地球化学。

基金项目: 国家科技重大专项 (2008ZX05008-003-04) 项目与国家重点基础研究发展计划 (973) 项目 (2006CB202305) 联合资助。

1 地质概况

准噶尔盆地是我国西北部大型含油气盆地之一, 而盆地西北缘是新疆油田公司重要的油气产区。该区可划分为西北缘断阶带、中拐凸起、玛湖凹陷西斜坡和昌吉凹陷西斜坡等几个次级构造单元。其中西北缘断阶带从南西到北东, 主要有红—车断裂带、克—乌断裂带、乌—夏断裂带^[1~4]。研究区是盆地西北缘克—乌断裂带的西南段克百断裂的下盘(图 1), 主要目的层是二叠系的风城组、夏子街组和下乌尔禾组。此外, 研究区还发育一些与克百断裂近乎垂直的北西—南东走向具有走滑性质的小型断裂。在研究区东北部, 克百断裂的走向发生了变化, 形成了“人”字形断裂(图 1)。

研究区二叠系的地层分为三统五组, 下二叠统佳木河组(P_1)和风城组(P_1f), 中二叠统夏子街组(P_2x)和下乌尔禾组(P_2w), 上二叠统上乌尔禾组(P_3w)。地震资料分析表明, 佳木河组地层在整个西北缘均有分布, 厚度非常大, 但研究区很少有钻井钻遇, 从周围钻井的资料可知, 该组的上部和下部主要是火山岩, 仅在中部有一些碎屑岩。

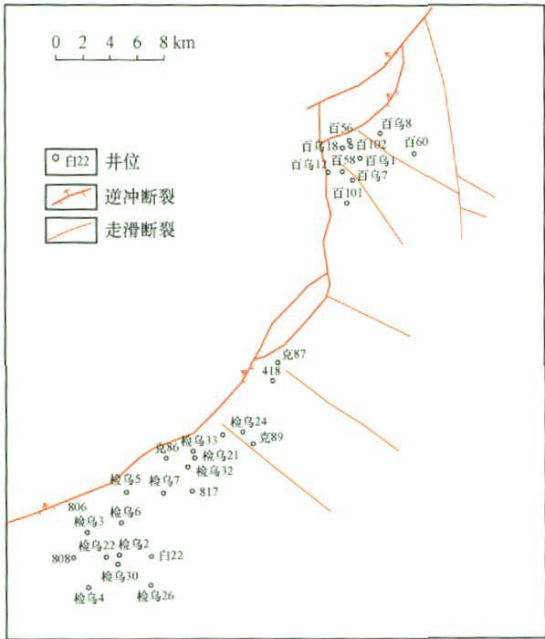


图 1 研究区井位分布及断裂展布

Fig 1 Well location and fault distribution in the study area

风城组地层在研究区一般厚 300 ~ 800 m, 有多口井钻遇, 主要为一套细砾岩、小砾岩、砂质砾岩、含砾砂岩、泥质砂岩夹薄层砂质泥岩及少量角砾岩, 局部夹凝灰质砂岩和火山岩。夏子街组地层一般厚 200 ~ 700 m, 岩性普遍较粗, 主要为一套砾岩、砂砾岩、砂岩夹少量泥岩。下乌尔禾组地层一般厚达 200 ~ 1 000 m, 岩性主要为灰绿色、灰色砂岩与灰绿色泥岩互层, 泥质含量高。上乌尔禾组厚度普遍较小(100 ~ 300 m), 在克百地区许多地方缺失, 多数钻井未钻遇, 主要为一套砂砾岩, 夹少量泥岩^①。

2 主要碎屑岩类型

研究区二叠系有两大类岩石, 除了其底部部分火山岩外, 常见的碎屑岩主要有砂砾岩, 以及少量不等粒砂质细砾岩、含砾粗砂岩、细砂岩(图 2), 其中砂砾岩是主要的储集岩。统计结果显示, 砂砾岩中砾石成分复杂, 其中凝灰岩占 60%, 砂岩占 10%, 安山岩、霏细岩和流纹岩分别占 9%、8% 和 7%。砂砾岩的形成反映了当时的沉积背景, 本区主要的砂砾岩有以下几类。

1) 灰色、灰绿色圆状—次圆状砂砾岩。该类岩石颜色以灰色、灰绿色为主, 还可见浅灰色、绿灰色、深灰色岩石; 砾石磨圆好, 常为圆状—次圆状, 砾石粒径 10 mm 以下者居多, 个别可达 20 mm 左右; 砾石含量较高, 常在 40% 以上, 砂质含量相对较少; 填隙物中泥质杂基含量很少, 而以胶结物为主, 胶结物主要是钙质胶结物、沸石类胶结物, 还可见到硅质胶结(图 3 a, b, f, g, k, l)。

2) 灰色、灰绿色次圆状—次棱角状砂砾岩。该类岩石的颜色也以灰色、灰绿色为主, 还可见浅灰色、绿灰色、深灰色岩石; 砾石磨圆稍差, 常为次圆状—次棱角, 砾石粒径较少, 以 5 ~ 15 mm 为主, 个别可达 25 mm 左右; 砾石含量常在 30% ~ 60% 之间, 砂质含量较多; 填隙物主要是泥质杂基, 而胶结物较少发育(图 3 c, h)。

3) 褐色、棕色次棱角状—次圆状砂砾岩。该类砂砾岩的颜色以褐色、棕褐色、棕色为主, 还有少量杂色砂砾岩; 砾石磨圆较好, 常为次棱角状—次圆状, 砾石粒径较大, 以 7 ~ 20 mm 为主, 个

① 史基安, 刘振宇, 张顺存, 等. 克百断裂下盘二叠系储层主控因素分析及重点层块有利区预测. 2008

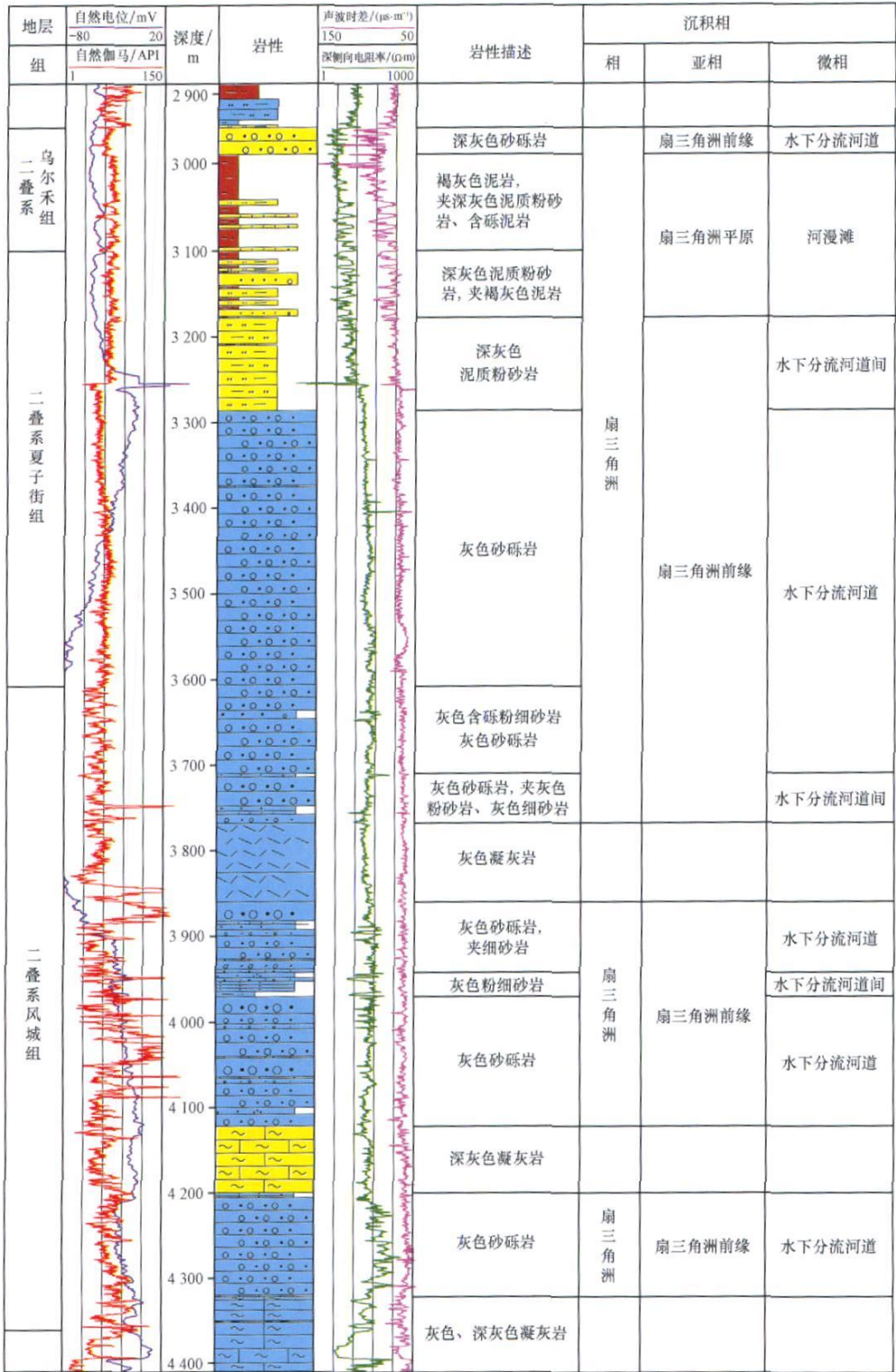


图 2 白 22井单井柱状图

Fig 2 Stratigraphic column of well Bai-22

别可达 35 mm 左右;砾石含量常在 40% ~70% 之间;填隙物既有泥质杂基,也有胶结物,胶结物以钙质、硅质、沸石类为主(图 3 d i)。

4) 褐色、棕色棱角状一次棱角状砂砾岩。该类砂砾岩的颜色以褐色、棕褐色、棕色为主,还有少量杂色砂砾岩;砾石磨圆很差,常为棱角状一次

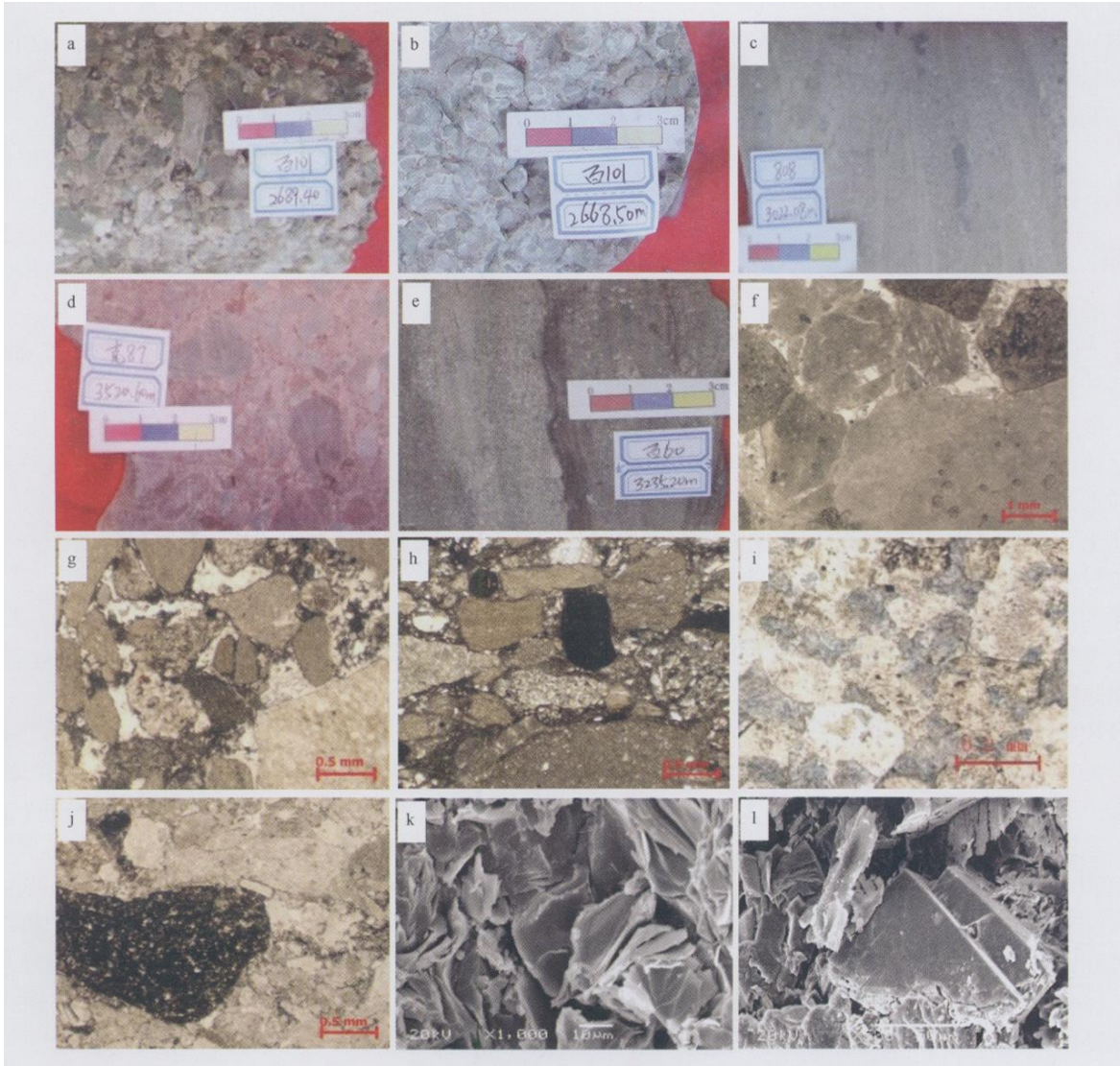


图 3 研究区砂砾岩特征

Fig 3 Characteristics of sandy conglomerate in the study area

- a 百 101 井, 2 689.40 m, P₂ 扇三角洲前缘水下分流河道微相沉积的细砾岩, 分选好, 圆状一次圆状;
- b 百 101 井, 2 668.00 m, P₂ 扇三角洲前缘水下分流河道微相沉积的细砾岩, 分选好, 圆状一次圆状;
- c 808 井, 3 022.08 m, P₁ 扇三角洲前缘水下分流河道间微相沉积的含砾砂岩, 分选差;
- d 克 87 井, 3 520.60 m, P₂ 扇三角洲平原分流河道微相沉积的褐色砂砾岩, 分选较差, 次棱角状一次圆状;
- e 百 60 井, 3 235.20 m, P₂ 扇三角洲平原分流河道间微相沉积的含砾砂岩, 分选差, 次棱角状—棱角状;
- f 百 101 井, 2 659.71 m, P₂ 砂砾岩, 分选好, 圆状一次圆状, 泥质杂基非常少, 早期钙质胶结发育, 压实作用非常弱 (单偏光);
- g 检乌 7 井, 3 111.85 m, P₁ 沸石胶结的砾岩, 次棱角状一次圆状, 杂基非常少 (单偏光);
- h 检乌 7 井, 3 023.15 m, P₂ 砂质砾岩, 分选较差, 次棱角状—棱角状, 杂基较多, 粒间孔隙少 (单偏光);
- i 白 22 井, 3 890.00 m, P₁ 钙质砂岩, 分选较好, 次棱角状一次圆状, 杂基较少, 粒间孔隙已被含铁白云石充填 (单偏光);
- j 百 60 井, 3 559.85 m, P₂ 砂质砾岩, 泥质杂基非常多, 次棱角状—棱角状, 分选差, 压实作用非常强, 碎屑颗粒以线接触和凸凹接触为主 (单偏光);
- k 白 22 井, 4 070.50 m, P₁ 灰绿色砂质砾岩中的自形片沸石特征, 片沸石自形程度好, 呈片状, 解理发育, 没有发生溶蚀作用 (扫描电镜);
- l 817 井, 3 134.90 m, P₂ 细砾岩的粒间孔隙中充填的方解石胶结物 (扫描电镜)

棱角状,砾石粒径较大,以5~20 mm为主,个别可达30 mm左右;砾石含量20%~50%之间,砂质、粉砂质含量较多;填隙物主要是泥质杂基,少见胶结物(图3e、j)。

3 沉积环境特征

从上述砂砾岩的特征可以看出,研究区各种砂砾岩的形成环境存在差异。第一类砂砾岩形成于水下环境,经历稳定水流的淘洗作用,水动力条件较强,所以其磨圆度高、泥质杂基含量少。第二类砂砾岩亦形成于水下环境,未经过大量的稳定水流的淘洗作用,水动力条件较弱,因此其磨圆度较低、泥质杂基含量较高。第三类砂砾岩形成于水上环境,亦有较稳定水流的淘洗作用,水动力条件较强,所以其磨圆度较高、泥质杂基含量较少。第四类砂砾岩形成于水上环境,未经过稳定水流的淘洗作用,故而磨圆度低、泥质杂基含量高。根据这些特征,可以对研究区二叠系砂砾岩的沉积环境特征进行归纳:

- 1) 大部分砂砾岩沉积的水动力条件不仅较强,而且具有稳定性;
- 2) 研究区大部分砂砾岩为水下沉积环境沉积;
- 3) 一部分砂砾岩沉积期间经过湖水的淘洗作用;
- 4) 有一部分砂砾岩或砂岩沉积水体较深,是在还原环境下沉积的;

5) 部分砂砾岩的胶结物为早期方解石和沸石类胶结,表明其成岩早期水介质为弱碱性环境,说明其不仅为水下沉积,而且湖泊水体(微咸湖湖水)对其孔隙水介质性质产生了较大影响。

这些特点说明,西北缘克百断裂下盘二叠系砂砾岩的沉积环境不仅具有冲积扇沉积的特征,还具有扇三角洲前缘沉积的特征,甚至具有一些辫状河流三角洲沉积特征。综合前人对盆地西北缘有关二叠系沉积环境及沉积相方面的研究成果^[5~10],结合本次研究,研究区二叠纪的沉积环境背景可以概括为:

- 1) 西北缘是二叠纪准噶尔湖(主要为玛湖湖泊)最主要的物源区和水体补给区带;
- 2) 二叠纪准噶尔湖最大面积可达数万平方千米,而且当时气候比较炎热,要保持如此大面积

湖泊水体,周边河流补给的水量非常巨大的;二叠纪准噶尔地区所处的纬度比现今纬度低10°左右,且当时距开阔大洋的距离比现在要近得多,为大量水体的补给提供了条件;

3) 西北缘近北东向延伸的推覆构造和逆冲断层非常发育,湖岸距物源剥蚀区不是非常远,目前所看到的湖盆边缘相已经被极大压缩了,西北缘的物源区(火山岩剥蚀区)可能位于距湖岸线20~50 km的范围内;

4) 西北缘物源区补给的水体(河流)水量随季节虽有一定变化,但是比通常冲积扇或扇三角洲环境要稳定得多,主河道水流是连续的;

5) 西北缘扇三角洲前缘环境沉积的砂砾岩和含砾粗砂岩均具有在稳定的水动力条件下、经过比较充分的淘洗特征,因此当时扇三角洲分流河道水流量非常大的,水体也比较稳定。

4 沉积相模式

在前人研究基础上,通过对研究区钻遇二叠系的40余口重点钻井的沉积层序、岩心特征、薄片特征、测井资料及录井资料的详细分析(图4),建立了西北缘克百断裂下盘二叠系沉积岩特征的冲积扇—扇三角洲—湖泊相模式(图5)。该相模式是在冲积扇模式和扇三角洲沉积模式的基础上^[7~17],结合西北缘二叠纪沉积环境特点而建立的,重点强调了以下几个方面

的特点:

- 1) 冲积扇与扇三角洲的有机结合。研究区冲积扇不仅具有湿地扇的特征,而且扇中亚相辫状河道非常发育,其中水流也比较充沛和稳定。

- 2) 突出湖岸线的重要性。湖岸线是扇三角洲平原亚相与扇三角洲前缘亚相的分界线,西北缘克百地区二叠系水下分流河道和分流河道间等扇三角洲前缘亚相的砂砾岩沉积非常发育,这些砂砾岩均经过不同程度的水体淘洗,是目前该区二叠系最有利的储集体。

- 3) 模糊冲积扇与扇三角洲之间的界限。因为该界线只有理论意义,但从实际意义来说,冲积扇扇缘与扇三角洲平原之间的界限是很难确定的。在本次研究中,通常把辫状河道沉积比较发育的地区(或岩性)归为扇三角洲平原亚相。

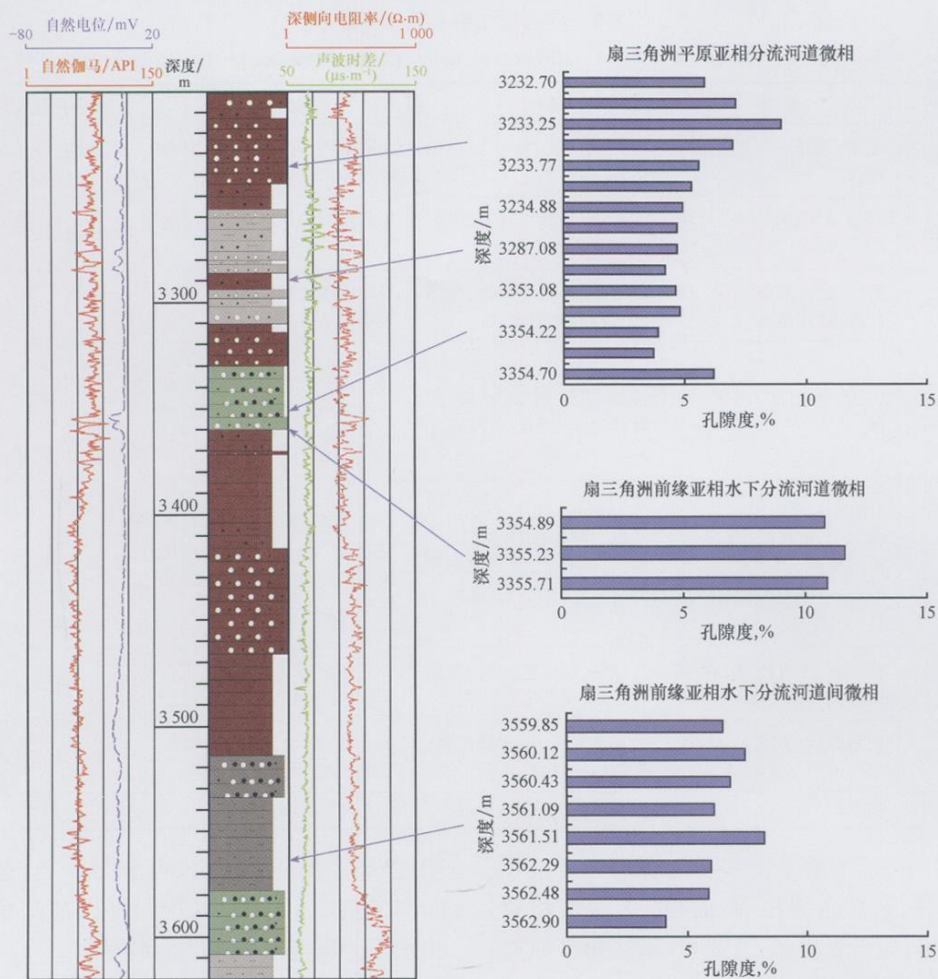


图 4 百 60 井不同沉积微相物性特征

Fig. 4 Physical properties of different sedimentary microfacies in well Bai-60

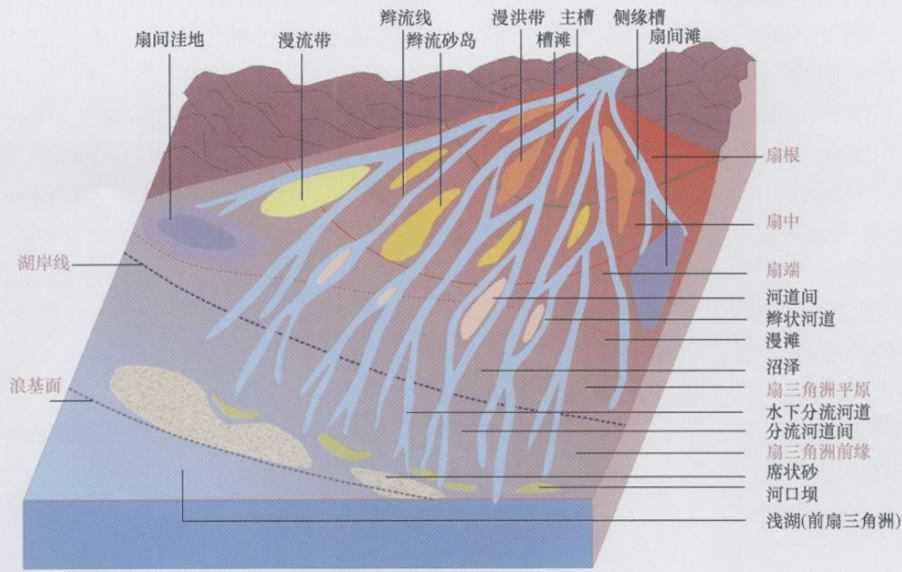


图 5 冲积扇-扇三角洲沉积相(微相)模式

Fig. 5 Model of alluvial fan and fan delta sedimentary facies (microfacies)

表 1 研究区二叠系沉积相特征

Table 1 Characteristics of sedimentary facies of the Permian in the study area

相	亚相	微相	岩性	沉积特征	代表井及层位	物性
冲积扇	扇根	主槽、侧缘槽、漫洪带、槽滩	叠瓦状砾岩、块状混杂砂砾岩、砂泥质支撑、分选差	冲刷构造、叠瓦状构造、块状层理和大型板状交错层理	百 56井, P ₁ f	中等
	扇中	辫流线、辫流砂岛、漫流带	砂岩、砾状砂岩和细砾岩、砂泥质支撑	平行层理、交错层理、叠瓦状构造、冲刷—沉积构造	百 56井, P ₁ f	较好
	扇端	辫状水道、席状片流、扇间滩、扇间洼地	砂岩、含砾泥质砂岩, 夹粉砂岩和砂质泥岩	平行层理、沙纹层理, 冲刷—沉积构造, 雨痕干裂	百 56井, P ₁ f	较差
扇三角洲	扇三角洲平原	河道、河道间、漫滩、沼泽	砂岩、粗砂岩、细砾岩, 夹紫红色泥岩和砂质泥岩	板状、槽状、波状交错层理, 分选差, 具砂泥质基质, 冲刷充填构造	418井, P ₂ ^x 423井, P ₂ ^x 百 60井, P ₂ ^x 白 22井, P ₂ ^w	较好
	扇三角洲前缘	水下分流河道、水下分流河道间、河口坝、席状砂	灰色、灰黄色砂岩、粗砂岩、含砾砂岩, 夹灰色砂质泥岩	平行层理、槽状和波状交错层理、斜坡交错层理、透镜状层理, 变形构造、块状构造	百乌 18井, P ₂ ^x 克 87井, P ₂ ^w 百 58井, P ₂ ^x 百 101井, P ₂ ^x 百 102井, P ₂ ^x	好
	前扇三角洲	前扇三角洲粉砂、前扇三角洲粉砂质泥	灰绿色、灰黑色泥岩、泥质粉砂岩, 夹薄层粉砂岩	常见砂质透镜体夹层, 化石丰富, 与湖相泥岩过渡	艾参 1井, P ₁ f	差
湖泊	滨浅湖	浅湖泥、浅湖粉砂、滨浅湖粉砂	浅灰色泥岩、粉砂质泥岩, 夹薄层粉砂岩	水平层理、块状层理、微细波纹层理、滑动变形构造	艾参 1井, P ₁ f	极差
	深湖	深湖泥	深灰色泥岩、页岩	水平层理、块状层理	未见	极差

这样将研究区二叠系沉积相划分为 3 个沉积相 (冲积扇相、扇三角洲相、湖泊相), 8 个沉积亚相 (扇根亚相、扇中亚相、扇缘亚相、扇三角平原亚相、扇三角洲前缘亚相、前扇三角洲亚相、滨浅湖亚相、深湖亚相), 并对主要亚相的岩性、沉积特征和沉积序列进行了归纳和总结 (表 1)。

研究表明, 研究区的碎屑岩主要是扇三角洲相沉积物, 而冲积扇相和湖泊相的沉积物所占比例很小; 在扇三角洲相沉积物中, 砂砾岩占较大比例, 而其他岩性很少。从表 1 可以看出, 研究区主要的砂砾岩类型所属的沉积亚相各不相同, 第一类砂砾岩属于扇三角洲前缘亚相水下分流河道微相, 该微相的储层物性为研究区最好 (图 4); 第二类砂砾岩属于扇三角洲前缘亚相水下分流河道间微相; 第三类砂砾岩属于扇三角洲平原亚相分流河道 (辫状河道) 微相, 该微相的储层物性是研究区较好的; 第四类砂砾岩属于扇三角洲平原亚相漫滩沼泽 (分流河道间) 微相, 基本上属于非储层。

5 结论

1) 研究区二叠系以碎屑岩为主, 火山岩为

辅; 碎屑主要是砂砾岩, 可分为 4 类, 分别属于不同的沉积微相; 同时储层物性以扇三角洲前缘亚相水下分流河道微相的为最好。

2) 研究区砂砾岩的沉积环境既有水下沉积环境, 又有水上沉积环境; 既有经过稳定水流淘洗的砂砾岩, 也有未经过淘洗、泥质杂基含量较高的砂砾岩; 研究区补给水体的主河道水流是不间断的, 并且水量较大, 比较稳定。

3) 研究区是冲积扇—扇三角洲—湖泊相相结合的沉积模式, 该模式的主要特征是突出了湖岸线的作用, 同时模糊了冲积扇扇缘与扇三角洲平原之间的界线; 据此可将研究区划分出 3 个沉积相、8 个沉积亚相, 每个沉积亚相具有不同的岩性、沉积特征、沉积序列。

参 考 文 献

1 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

2 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

3 陶国亮, 胡文, 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

(下转第 753 页)

5 结语

- 1) 以层序地层学为基础, 结合地震、测井、岩相等资料, 认为留西地区沙三上亚段为一个完整的三级层序, 可划分为低位体系域、湖侵体系域和高位体系域。
- 2) 受东部留路断层与西部大王庄东断层控制, 主要发育辫状河三角洲沉积。低位体系域沉积厚度较大, 沉积的辫状河三角洲前缘砂体是本区主要的储集体, 同时与湖侵体系域烃源岩形成了十分有利的生储盖组合, 具有优越的隐蔽圈闭发育条件, 结合本区构造背景, 认为中南部沙三上亚段低位域辫状河三角洲砂体是下一步勘探的有利区域。

参 考 文 献

1 顾家裕. 陆相湖盆层序地层学模式 [J]. 石油勘探与开发, 1995 22(4): 12~17

2 纪友亮, 张世奇, 张宏. 层序地层学原理及层序成因机制模式 [M]. 北京: 地质出版社, 1998 1~30

3 纪友亮, 张世奇. 陆相断陷盆地层序地层学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1996 1~74

4 石世革. 黄骅拗陷板桥凹陷古近系沙一段中部层序地层学研究及岩性油气藏勘探 [J]. 石油与天然气地质, 2008 29(3): 320~325

5 林畅松, 潘元林, 肖建新, 等. 构造坡折带——断陷湖盆层序和油气预测的重要概念 [J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2000 25(3): 260~267

6 冯有良, 李思田. 解习农. 陆相断陷盆地层序形成动力学及层序地层模式 [J]. 地学前缘, 2000 7(3): 119~132

7 冯友良, 李思田, 邹才能. 陆相断陷盆地层序地层学研究 [M].

北京: 科学出版社, 2006 165~168

8 冯有良, 李思田. 东营凹陷沙三段层序低位域砂体沉积特征 [J]. 地质论评, 2001 47(3): 278~286

9 冯有良, 邱以刚. 高精度层序地层学在济阳拗陷古近系隐蔽油气藏勘探中的应用 [J]. 石油学报, 2003 24(1): 49~52

10 蔡希源, 李思田, 陈开元, 等. 陆相盆地高精度层序地层学: 隐蔽油气藏勘探基础、方法与实践. 基础理论篇 [M]. 北京: 地质出版社, 2003. 45~87

11 薛良清. 湖相盆地中的层序、体系域与隐蔽油气藏 [J]. 石油与天然气地质, 2002 23(2): 115~120

12 庞雄奇, 陈冬霞, 李玉龙, 等. 隐蔽油气藏资源潜力预测方法探讨与初步应用 [J]. 石油与天然气地质, 2004 25(4): 370~376

13 梁宏斌, 王海潮, 韩春元, 等. 冀中饶阳凹陷留西地区沙三上段辫状河三角洲沉积特征及其含油性 [J]. 现代地质, 2005 19(增刊): 59~60

14 王志宏, 柳广第, 金凤鸣, 等. 饶阳凹陷留西地区沙三上段岩性油藏成藏条件研究 [J]. 石油天然气学报, 2005 27(5): 551~553

15 操应长, 姜在兴. 陆相断陷湖盆层序地层单元的划分及界面识别标志 [J]. 石油大学学报, 1996 20(4): 1~5

16 宋国齐, 卓勤功, 孙莉. 济阳拗陷第三系不整合油气藏运聚成藏模式 [J]. 石油与天然气地质, 2008 29(6): 716~720 732

17 晁静. 埕岛油田馆上段高分辨率层序地层分析 [J]. 油气地质与采收率, 2009 16(2): 4~7

18 蔡雄飞. 凝缩段的地质意义和作用 [J]. 地层学杂志, 1995 19(1): 72~76

19 张大智, 纪友亮, 韩春元, 等. 冀中拗陷饶阳凹陷留西地区古近系沙河街组沙三上亚段沉积相与隐蔽油藏 [J]. 古地理学报, 2008 10(6): 274~285

20 金凤鸣, 张瑞锋, 田建章, 等. 冀中拗陷饶阳凹陷留西沙三段岩性油藏勘探思路 [J]. 中国石油勘探, 2004(3): 62~66

(编辑 陈喜禄)

(上接第 746 页)

4 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

5 屈娟, 张文胜, 耿梅. 准噶尔盆地西北缘洪积平原相油气藏的勘探与开发 [J]. 新疆石油地质, 2006 27(4): 443~445

6 李嵘. 准噶尔盆地西北缘二叠系储层特征及分类 [J]. 石油与天然气地质, 2001 22(1): 78~82

7 赵玉光. 准噶尔盆地西北缘二叠纪沉积岩相模式 [J]. 新疆石油地质, 1999 20(5): 397~403

8 曹宏, 姚逢昌, 宋新民, 等. 小拐油田夏子街组冲积扇沉积微相 [J]. 石油与天然气地质, 1999 20(1): 62~66

9 雷振宇, 卞德智, 杜社宽, 等. 准噶尔盆地西北缘扇体形成特征及油气分布规律 [J]. 石油学报, 2005 26(1): 8~12

10 靖辉, 江洪, 向奎. 准噶尔盆地西缘车排子地区岩性油气藏成藏主控因素 [J]. 石油实验地质, 2007 29(4): 377~383

11 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

12 李涛, 陆永潮, 陈平, 等. 准噶尔盆地车排子地区下切谷的发现及其油气地质意义 [J]. 石油实验地质, 2008 30(4): 363~366

13 牟泽辉, 朱德元, 卿崇文. 准噶尔盆地炭、二叠系沉积相和模式 [J]. 新疆石油地质, 1992 13(1): 35~48

14 项华, 张乐. 滦平盆地西瓜园组扇三角洲露头层序特征 [J]. 油气地质与采收率, 2007 14(6): 20~22

15 刘延莉, 邱春光, 邓宏文, 等. 冀东南堡凹陷古近系东营组构造对扇三角洲的控制作用 [J]. 石油与天然气地质, 2008 29(1): 95~101

16 蔚远江, 何登发, 雷振宇, 等. 准噶尔盆地西北缘前陆冲断带二叠纪逆冲断裂活动的沉积响应 [J]. 地质学报, 2004 78(5): 612~625

17 王桐, 姜在兴, 张元福, 等. 罗家地区古近系沙河街组水进型扇三角洲沉积特征 [J]. 油气地质与采收率, 2008 15(1): 47~49

(编辑 董立)