

文章编号:1672-6561(2012)02-0064-08

## 鄂尔多斯盆地吴堡地区长 6 段浊积特征 及其石油地质意义

张 伟<sup>1</sup>, 刘建朝<sup>1</sup>, 高志亮<sup>2</sup>, 孙少波<sup>2</sup>

(1. 长安大学 地球科学与资源学院, 陕西 西安 710054; 2. 长安大学 数字油田研究所, 陕西 西安 710054)

**摘 要:**在介绍鄂尔多斯盆地吴堡地区延长组长 6 段沉积特征的基础上,探讨了该储层物性特征、浊积岩特征、浊积岩分布规律及其对油藏的影响,明确了浊流沉积的石油地质意义。结果表明:鄂尔多斯盆地吴堡地区长 6 段以发育长石砂岩为主,填隙物成分有方解石、绿泥石、白云母以及少量的石英加大、长石加大等,砂岩储集层孔隙结构具有很强的非均质性;吴堡地区长 6 期湖盆沉降趋于稳定,是三角洲的高建设时期;多水系、多物源的三角洲前缘沉积为深湖浊积扇沉积提供了充足的物质基础;在吴堡地区东北部三角洲前缘水下分流河道前端发育深湖浊积扇沉积,可区分出中心微相和边缘微相两个沉积微相带,其中浊积扇中心微相以细砂岩、粉砂岩与暗色泥岩呈砂泥互层;从平面上看,浊积岩砂体非均质性在侧向上逐渐变弱,砂体底部发育厚度较大、成熟度较高的暗色湖相沉积的烃源岩,深湖相的暗色泥岩含有丰富的烃源岩,而浊积岩砂体是由深湖相的暗色泥岩构成,孔渗物性好的区域易于形成良好的上倾尖灭的透镜状岩性油藏。

**关键词:**浊流沉积;沉积微相;物性特征;岩性圈闭;长 6 段;延长组;吴堡地区;鄂尔多斯盆地  
**中图分类号:**P618.130.2<sup>+</sup>1;TE122.2 **文献标志码:**A

### Turbidity Characteristics and Petroleum Geological Significance of Chang-6 Section in Wubu Area of Ordos Basin

ZHANG Wei<sup>1</sup>, LIU Jian-chao<sup>1</sup>, GAO Zhi-liang<sup>2</sup>, SUN Shao-bo<sup>2</sup>

(1. School of Earth Sciences and Resources, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China;

2. Institute of Digital Oilfield, Chang'an University, Xi'an 710054, Shaanxi, China)

**Abstract:** Based on the introduction of sedimentary characteristics of Chang-6 Section in Yanchang Formation of Wubu Area, Ordos Basin, the physical property, turbidite characteristics and turbidite distribution of Chang-6 Section and their influence on oil reservoir were analyzed, and the petroleum geological significance of turbidite was discussed. The results showed that the main rock type of Chang-6 Section in Wubu Area of Ordos Basin was feldspathic sandstone, and the composition of interstitial material included calcite, chlorite, white mica and a little quartz overgrowth and feldspar overgrowth, etc.; the anisotropism of pore structure of sandstone reservoir was very strong; the lacustrine basin settlement tended to stable in Chang-6 Section of Wubu Area, and was the high construction period of delta; the delta front sediment, which included multiple water systems and provenances, provided sufficient materials for the deep lacustrine turbidite fan sediment; the front of underwater distributary channel of delta front developed deep lacustrine turbidite fan sediment in the northeast of Wubu Area, and center

收稿日期:2011-11-21

基金项目:国家自然科学基金项目(40872087)

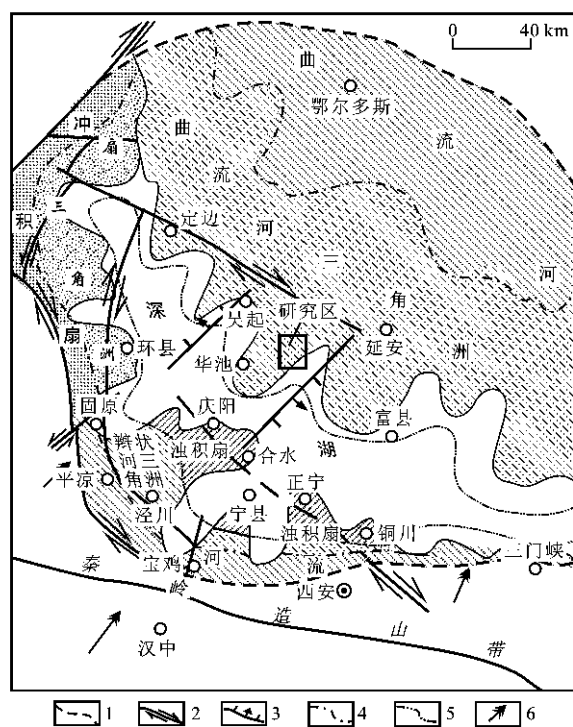
作者简介:张 伟(1978-),男,陕西南郑人,讲师,工学博士,E-mail:zhangwei97421@163.com。

microfacies and edge microfacies were distinguished in the sediment; packsand and siltite were interbedded with dark mudstone in center microfacies of turbidity fan; in horizontal, the anisotropism of turbidite sandbodies gradually weakened in the lateral direction, and the sandbodies at the bottom developed hydrocarbon source rocks which were dark lacustrine facies sedimentary with higher thickness and maturity; dark mudstone of deep lacustrine facies was rich in hydrocarbon source rock, and turbidite sandbodies were composed of the dark mudstone, so that it was easier to successfully form the updip pinchout and lenticular lithological reservoir in the region with good permeability and porosity property.

**Key words:** turbidity deposition; sedimentary microfacies; physical property; lithologic trap; Chang-6 Section; Yanchang Formation; Wubu Area; Ordos Basin

## 0 引言

吴堡地区位于陕北斜坡西南部的鄂尔多斯盆地有利烃源岩发育区内。受印支运动的影响,吴堡地区在晚三叠世发育大型湖泊,鄂尔多斯盆地的沉降中心与沉积中心正好发育在吴堡地区,沉积多套沉积体系(图1),其中中生界三叠系延长组是一套在内陆湖泊三角洲沉积体系上发育的重要油气储集层<sup>[1-3]</sup>。延长组长6段是该区重要的勘探目标层位和产油层位。



1—盆地边界;2—走滑断层;3—正断层;4—湖岸线;5—深湖线;  
6—构造应力方向;据王昌勇等修改<sup>[4]</sup>

图1 鄂尔多斯盆地延长组沉积-构造格局

Fig.1 Sedimentary-tectonic Framework of Yanchang Formation in Ordos Basin

对于鄂尔多斯盆地南部及西南部延长组沉积体系发育特征问题以及储层物性特征已有不少学者进行了研究<sup>[5-13]</sup>,但对盆地西南部浊流沉积始终没有得出一致认识,并且对某一区块的精细研究也较少。笔者从储层物性特征和沉积岩相岩性等角度出发,介绍了鄂尔多斯盆地吴堡地区延长组长6段沉积特征,并就该油层组储层物性特征、浊积岩特征及浊积岩分布规律进行了总结,探讨了储层物性特征、浊积岩岩性特征对油藏的影响,明确了浊流沉积的石油地质意义,为该区域油气勘探提供理论依据。

## 1 长6段沉积特征

### 1.1 浊积岩沉积特征

吴堡地区浊积岩主要由薄—中层细砂岩夹灰黑、深灰色泥岩组成,一般具有正粒序性和多期韵律性旋回,浊积岩分选好,粒度细,在剖面上多夹于深灰色、灰黑色泥页岩及油页岩中,常可见到介形虫及鱼类等湖相沉积动物化石(图2),缺少底栖动物化石。

研究区浊积岩一般厚0.05~1 m,砂岩段厚度为8~15 m。鲍马序列组合类型有ABCDE、ABC、ABE、ACD、BCD、BC、CDE、DE段等。鲍马序列中,A段厚1~28 cm,B段2~16 cm,C段1~8 cm,D段1~5 cm,E段1~18 cm(图3)。在鲍马序列层段组合中,常见确定浊流沉积重要标志的沉积构造是冲刷痕、重荷模、沉积同生变形构造、火焰状构造、泥岩撕裂屑及撕裂团块等泥底构,这些泥底构造形成于槽模、沟模、锥模等泥底之上(图2);具底部冲刷面的泥底凹坑充填物的粒序递变层;由牵引作用形成的平行层理、沙纹交错层理及包卷层理以及构造细粒沉积层E段<sup>[6,8]</sup>。

### 1.2 浊积扇岩相特征

浊积扇根据有无固定水道可以划分为坡移浊积扇和滑塌浊积扇。许多学者依据坡移浊积扇沉积微相在湖底的发育位置及特征,将其划分为上部扇、中

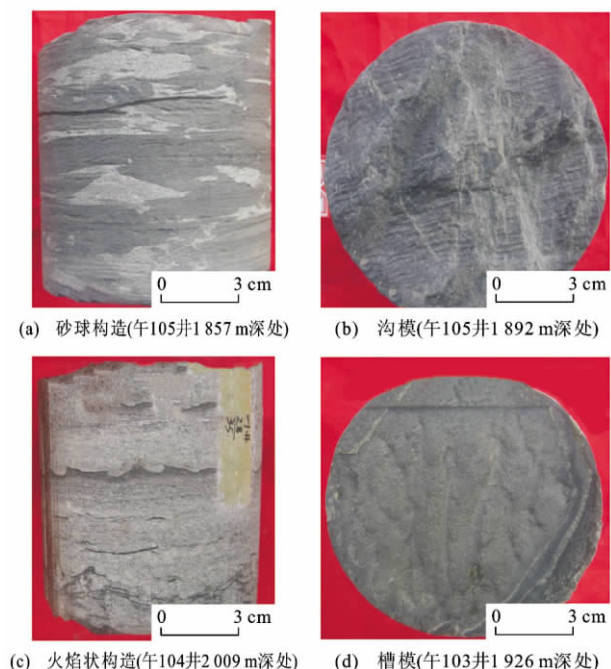


图2 吴堡地区长6段浊积岩特征

Fig. 2 Turbidity Characteristics of Chang-6 Section in Wubu Area

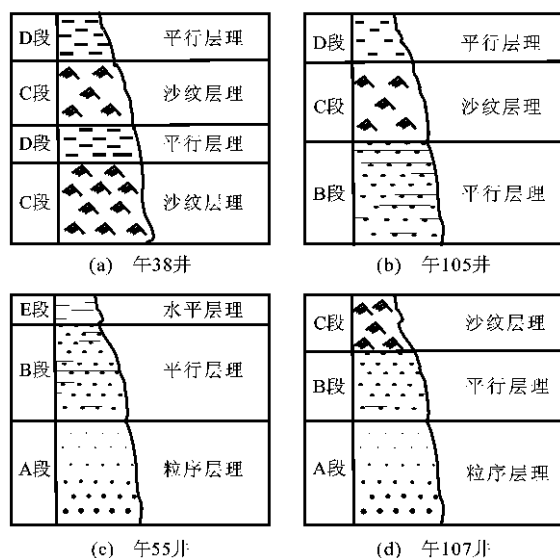


图3 吴堡地区长6段浊积岩鲍马序列

Fig. 3 Bouma Sequences of Turbidites of Chang-6 Section in Wubu Area

部扇和下部扇<sup>[8,14-17]</sup>。

坡移浊积扇是在拗陷湖盆相对稳定沉降阶段,由三角洲前缘沉积的碎屑流、浊流、颗粒流等重力流携带的碎屑沉积物沿湖底补给水道在缓坡和湖盆低洼处形成浊积扇。上部扇靠近物源区,是浊积扇的补给主水道发育区<sup>[6-8]</sup>,常与中部扇辫状水道微相共生,底部可见泥砾、冲刷面,粒序层理发育。中部扇

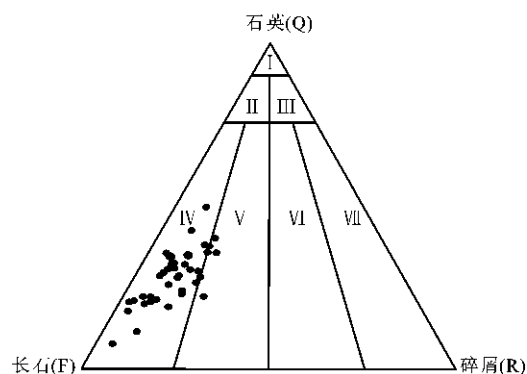
辫状水道与上部扇补给水道相接,向湖盆发育多条辫状分流水道,砂体多呈透镜状,垂向上具正韵律性,浊积岩鲍马序列 AB 段构成叠合砂岩体,下部扇分布在凹陷最深的部位,水动力条件较小,沉积作用缓慢,由于不受补给水道限制,薄层砂岩与深湖沉积的暗色泥岩交互沉积,岩相组合类型为薄层远基浊积岩和深湖相泥岩(图3)<sup>[18-19]</sup>。

滑塌浊积扇是三角洲前缘松散沉积物在陡坡因某种突发机制快速沉积并发生滑塌而形成的<sup>[20]</sup>。滑塌浊积扇没有固定补给水道,浊积砂体常呈分散状小面积透镜体,可明显区分出中心微相和边缘微相两个沉积微相带。滑塌浊积扇中心微相以细砂岩、粉砂岩与暗色泥岩呈砂泥互层,见植物叶片与植物茎干碎片。碎屑颗粒呈棱角状、次棱角状,分选、磨圆较差,砂岩中见平行层理、沙纹交错层理、变形层理及液化构造等,研究区多发育 ABC、BCD、ABE、CDCD 段鲍马序列组合<sup>[6]</sup>。

## 2 储层基本特征

### 2.1 储层岩石学特征

鄂尔多斯盆地吴堡地区长6油层组以长石为主,石英次之,暗色矿物少量,分选好,泥质胶结,较疏松。根据长6砂岩类型,该砂岩主要为长石砂岩(图4),以浅灰色、灰白色、灰褐色细砂岩和粉砂岩为主,也有少量中砂岩,碎屑成分以长石为主,石英次之,暗色矿物少量,分选好,泥质胶结,较疏松。其



I 为石英砂岩,  $w_Q \geq 90\%$ ; II 为长石石英砂岩,  $75\% \leq w_Q < 90\%$  且  $w_R < 50\%$ ; III 为岩屑石英砂岩,  $75\% \leq w_Q < 90\%$  且  $w_R \geq 50\%$ ; IV 为长石砂岩,  $w_Q < 75\%$  且  $w_R < 25\%$ ; V 为岩屑长石砂岩,  $w_Q < 75\%$  且  $25\% \leq w_F < 50\%$ ; VI 为长石岩屑砂岩,  $w_Q < 75\%$  且  $50\% \leq w_F < 75\%$ ; VII 为岩屑砂岩,  $w_Q < 75\%$  且  $w_F \geq 75\%$ ;

$w_Q$  为石英含量;  $w_R$  为碎屑含量

图4 吴堡地区长6段砂岩类型分布

Fig. 4 Distribution of Sandstone Types of Chang-6 Section in Wubu Area

中,长石含量(质量分数)为 22%~64%,平均 50.2%,矿物颗粒表面风化程度高,普遍绢云母化,可见少量绿泥石化;石英含量 13%~30%,平均 21.8%,以单晶石英为主;岩屑含量 2%~11%,平均 4%,常见有泥质岩屑、千枚岩屑、花岗岩屑、中酸性喷出岩屑和高级变质岩屑等;云母含量变化范围较大,为 1%~17%,平均 7.9%,主要为黑云母,少量白云母。

2.2 胶结物成分

长 6 段填隙物成分主要有方解石、绿泥石、白云

母,少量的石英加大、长石加大组分(表 1)。其中,方解石含量 3.8%,绿泥石约 3.8%,白云母 8.3%,泥质 7%,石英加大 1.9%,长石加大 1.2%。石英加大、长石加大的存在增强了颗粒抗压实作用的能力,在压实作用早期阶段利于粒间孔的保存,绿泥石常沿矿物颗粒周边呈栉状排列,方解石胶结物充填粒间,对储层物性影响较大,使储层呈低孔低渗、物性差的特征,而在成岩作用阶段产生的长石溶孔、方解石溶孔等次生孔隙为油藏形成提供了良好的物质基础<sup>[21-24]</sup>。

表 1 吴堡地区长 6 段胶结物成分统计

Tab.1 Statistics of Cement Compositions of Chang-6 Section in Wubu Area

| 胶结物     | 绿泥石 | 泥质   | 杂基   | 方解石  | 白云母  | 石英加大 | 长石加大 | 胶结物  | 填隙物  |
|---------|-----|------|------|------|------|------|------|------|------|
| 含量平均值/% | 3.8 | 7.0  | 7.0  | 3.8  | 8.3  | 1.9  | 1.2  | 7.0  | 12.8 |
| 含量最大值/% | 8.0 | 20.0 | 25.0 | 16.0 | 21.0 | 4.0  | 2.0  | 32.0 | 36.0 |
| 含量最小值/% | 1.0 | 2.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 1.0  | 4.0  |

2.3 储层孔喉特征

运用能直接反映砂岩孔隙结构的门槛压力  $P_{cd}$ 、中值压力  $P_{50}$ 、中值半径  $R_m$ 、最大进汞饱和度  $S_{Hg}$  等毛管压力参数来分析储层孔喉物性特征。通过对研究区长 6 段 80 个样品孔隙结构参数进行统计分析,发现长  $6_3$  段储层砂岩的平均排驱压力为 2.420 MPa,中值压力为 13.086 MPa,孔隙度和渗透率分别为 10.885%和  $0.279 \times 10^{-3} \mu m^2$ ,最大孔

喉半径为  $0.835 \mu m$ ;长  $6_2$  段储层砂岩的平均排驱压力为 3.058 MPa,中值压力为 14.632 MPa,孔隙度和渗透率分别为 10.952%和  $0.272 \times 10^{-3} \mu m^2$ ,最大孔喉半径为  $0.548 \mu m$ ;长  $6_1$  段储层砂岩的平均排驱压力为 1.979 MPa,中值压力为 6.141 MPa,孔隙度和渗透率分别为 8.75%和  $0.11 \times 10^{-3} \mu m^2$ ,中值半径为  $0.172 \mu m$ ,孔喉分选中等—较差,偏细歪度(表 2)。

表 2 吴堡地区长 6 段砂岩物性及特征参数统计

Tab.2 Statistics of Characteristic Parameters and Physical Properties of Sandstones in Chang-6 Section of Wubu Area

| 组段      | 样品编号    | 孔隙度/% | 渗透率/ $10^{-3} \mu m^2$ | 排驱压力/MPa | 中值压力/MPa | 最大喉道半径/ $\mu m$ | 中值半径/ $\mu m$ | 分选系数  | 喉道均值/ $\mu m$ |
|---------|---------|-------|------------------------|----------|----------|-----------------|---------------|-------|---------------|
| 长 $6_1$ | 午 38-9  | 9.80  | 0.154                  | 2.921    | 9.523    | 0.252           | 0.077         | 2.329 | 11.324        |
|         | 午 102-8 | 7.70  | 0.066                  | 1.037    | 2.758    | 0.709           | 0.267         | 1.512 | 10.865        |
| 长 $6_2$ | 午 107-5 | 9.14  | 0.213                  | 1.166    | 7.264    | 0.630           | 0.101         | 2.392 | 11.007        |
|         | 午 105-3 | 10.10 | 0.102                  | 4.557    | 21.005   | 0.161           | 0.035         | 2.514 | 11.553        |
|         | 午 104-3 | 11.54 | 0.290                  | 0.452    | 2.647    | 1.627           | 0.278         | 2.018 | 10.808        |
|         | 午 103-5 | 12.11 | 0.541                  | 4.557    | 21.123   | 0.161           | 0.035         | 2.574 | 11.460        |
|         | 午 103-6 | 11.87 | 0.214                  | 4.557    | 21.123   | 0.161           | 0.035         | 2.574 | 11.460        |
|         | 午 38-7  | 12.21 | 0.554                  | 0.741    | 5.380    | 0.992           | 0.137         | 1.326 | 11.085        |
| 长 $6_3$ | 午 38-8  | 10.10 | 0.092                  | 7.336    | 36.017   | 0.100           | 0.020         | 3.699 | 10.121        |
|         | 午 102-6 | 11.11 | 0.189                  | 1.143    | 6.728    | 0.643           | 0.109         | 2.023 | 11.273        |
|         | 午 102-7 | 10.12 | 0.281                  | 0.458    | 4.220    | 1.605           | 0.174         | 1.629 | 10.496        |
|         |         |       |                        |          |          |                 |               |       |               |

从表 2 可以看出,研究区长 6 储层孔隙结构普遍具有小孔喉、分选差、排驱压力较高、连续相饱和度偏低和主贡献喉道小的特点,说明孔喉连通性较差。整体上,毛管压力参数变化较大,显示了砂岩储集层孔隙结构具有很强的非均质性。

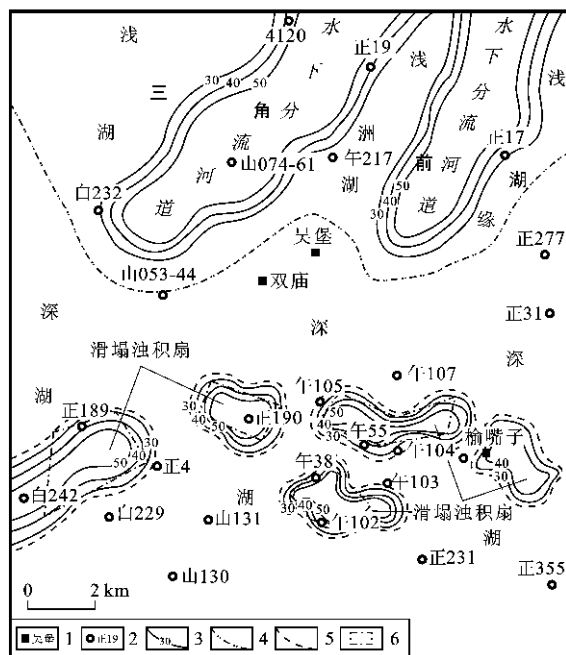
3 分布规律

鄂尔多斯盆地吴堡地区长 6 期是湖盆鼎盛向萎缩转换的发育时期,浊积岩沉积比较发育;长 7 期湖盆强烈沉降,导致北东向物源沿拗陷轴向注入湖盆。

长 6 期湖盆沉降趋于稳定,是三角洲的高建设时期,多水系、多物源的三角洲前缘沉积为深湖浊积扇沉积提供了充足的物质基础。

### 3.1 长 6<sub>3</sub> 期

长 6<sub>3</sub> 期鄂尔多斯盆地半深湖—深湖沉积呈北西—南东向带状展布,浊流沉积发育,且浊积扇分布受岩相古地理格局的影响<sup>[7]</sup>。吴堡地区东北物源供给逐渐变弱,三角洲发育速率渐缓,为非补偿性沉积,深湖线位于正 17 井以南—吴堡、双庙以北—山 053-44、白 232 井以西一线,研究区北部地区在长 6<sub>3</sub> 期沿着 4120 井—山 074-61 井—白 232 井一线以及正 17 井以西地区发育 2 支三角洲前缘水下分流河道沉积砂体,河道宽 2~4 km,砂地比(质量比)为 30%~40%,砂厚 5~10 m;浊积砂体零星分布在深湖线南部湖盆基底的低洼处,主要为滑塌浊积砂体,展布面积为 2.2~11.2 km<sup>2</sup>,砂体厚度为 0.5~1 m。在平面分布形态上,浊积扇以一定的方向性展布,主要沿三角洲前缘水下分流河道向前推进方向延伸,距离可达 12 km(图 5)。在三角洲前缘水下分流河道前方,如午 107 井—午 105 井—正 5 井一带,因浊流流速骤减,携带的粗粒物质快速卸载,多形成粗粒浊积岩;随着搬运距离渐远,细粒碎屑沿盆地轴向低洼地形逐渐沉积形成伸长状外扇浊积岩砂体。



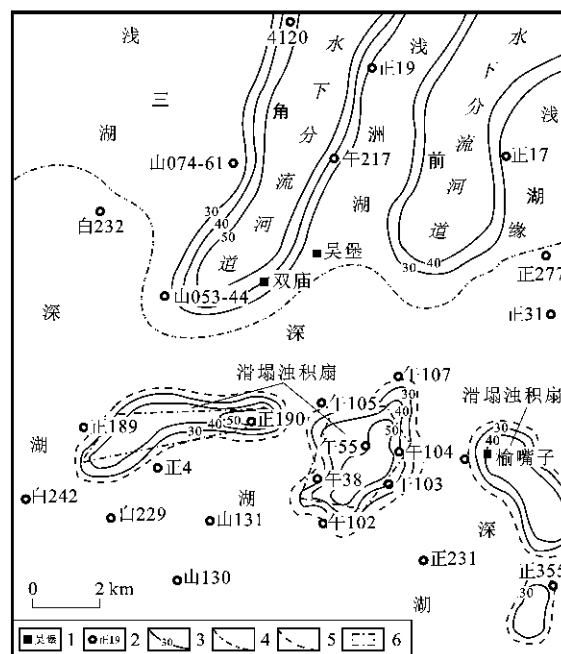
1—地名;2—井名;3—砂地比等值线(%);4—深湖线;  
5—浊积扇亚相界线;6—有利区

图 5 吴堡地区长 6<sub>3</sub> 段有利沉积相带

Fig. 5 Favorable Sedimentary Facies of Chang-6<sub>3</sub>  
Section in Wubu Area

### 3.2 长 6<sub>2</sub> 期

长 6<sub>2</sub> 期湖盆已经抬升,深湖线分布于白 232 井—4014 井—正 277 井附近,为“湖退砂进”的三角洲沉积高建设期。研究区北部沿 4120 井—山 074-61 井—山 053-44 井—正 19 井—午 217 井—双庙一线和正 88 井—山 063-48 井—正 272 井—正 17 井—正 576 井一线发育 2 支三角洲前缘水下分流河道,河道宽 2.7~3.8 km,砂地比为 30%~50%。深湖区发育 4 支浊积扇体,面积为 1.5~11.6 km<sup>2</sup>,砂地比范围集中在 30%~50%,其中西部发育在 4089-1 井—正 176 井—正 190 井一带,午 107 井—午 55 井—午 38 井一带以及榆嘴子—5130 井一带的 3 支浊积扇较发育,浊积扇砂体面积为 3~18 km<sup>2</sup>,平均砂体厚度为 10~20 m,最高值可达 33.8 m(图 6)。这些浊积岩砂体分布在三角洲前缘水下分流河道砂体前方,连片性好,可形成储量可观的透镜状岩性圈闭<sup>[1]</sup>。



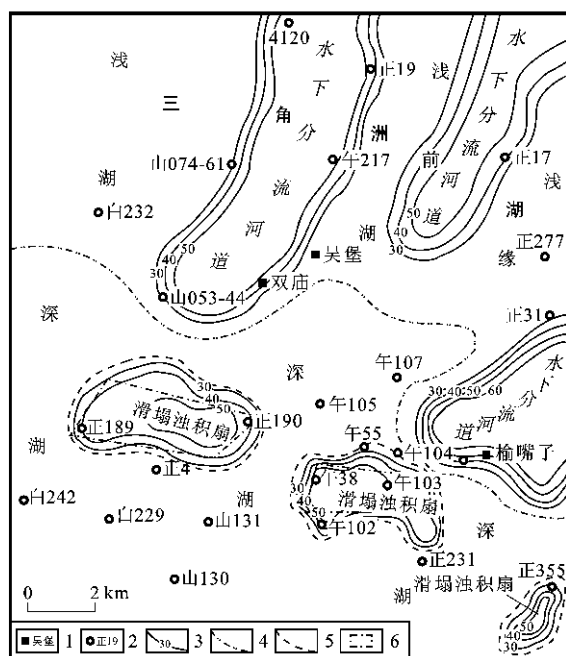
1—地名;2—井名;3—砂地比等值线(%);4—深湖线;  
5—浊积扇亚相界线;6—有利区

图 6 吴堡地区长 6<sub>2</sub> 段有利沉积相带

Fig. 6 Favorable Sedimentary Facies of Chang-6<sub>2</sub>  
Section in Wubu Area

### 3.3 长 6<sub>1</sub> 期

长 6<sub>1</sub> 期深湖面积有所减小(图 7),深湖线位于吴堡—午 107 井—午 104 井附近。研究区北部发育 3 支近南北向的三角洲前缘水下分流河道。研究区西部 2 支三角洲前缘水下分流河道分别沿 4120 井—山 074-61 井—山 053-44 井—正 19 井—午 217



1—地名;2—井名;3—砂地比等值线(%);4—深湖线;  
5—浊积扇亚相;6—有利区

图7 吴堡地区长6<sub>1</sub>段有利沉积相带

Fig. 7 Favorable Sedimentary Facies of Chang-6<sub>1</sub>  
Section in Wubu Area

井—双庙—一线和正88井—山063-68井—正272井—正17井—一线展布,河道宽3~4 km,砂地比为30%~50%;东部1支三角洲前缘水下分流河道在5130井—榆嘴子—5229井—正233井附近发育,河道宽3~6.3 km,砂地比为40%~60%。深湖区在正189井—正190井区、午38井—午102井—午103井区以及正355井区发育3支浊积扇砂体,面积为3~8 km<sup>2</sup>,砂地比为30%~50%,浊积扇砂体平均厚度为10~20 m。这些浊积岩体分布在三角洲前缘水下分流河道砂体前方,多期浊积扇砂体叠置在一起,透镜状岩性圈闭发育。

#### 4 浊流沉积的石油地质意义

鄂尔多斯盆地烃源岩是长4+5期—长8期的暗色泥岩,其中长7期是延长组湖盆的鼎盛发育期,是盆地主要的烃源岩生成时期,深湖相泥岩、泥页岩沉积厚度达120 m以上,主要沉积厚度为70~80 m,具有分布广、有机质丰富、有机质类型好、成熟度高等特点,以I-II<sub>1</sub>型干酪根为主。通过油源分析,确定三叠系延长组长7段深湖相泥岩主要分布在定边—吴起—庆城—甘泉一带,长9段烃源岩主要分布在吴起—志丹—甘泉—富县一带,平均生烃强度为 $45 \times 10^4 \text{ t} \cdot \text{km}^{-2}$ 。这两套烃源岩为吴堡地区延

长组油层提供了良好的油气来源。

长6段油积砂体与湖相泥页岩相伴生,常形成指状、透镜状尖灭砂体,在后期构造运动的影响下,形成了上倾尖灭的透镜状岩性圈闭,而且砂体底部发育厚度较大、成熟度较高的暗色湖相沉积烃源岩,形成下生上储的有利生储盖配置。发育在深湖区的长6段油积砂体储层非均质性都较强,长6<sub>3</sub>段油层变异系数为1.24,极差28.92,突进系数3.94,长6<sub>2</sub>段油层的变异系数为1.39,极差43.71,突进系数4.78,长6<sub>1</sub>段油层的变异系数为1.30,极差74.5,突进系数4.26,均为强非均质性储层。从平面上看,非均质性在侧向上变弱。深湖相的暗色泥岩含有丰富的烃源岩,而浊积岩砂体是由深湖相的暗色泥岩构成,也是距离盆地最近的最优烃源岩,孔渗物性好的浊积岩砂体最容易捕获油气,形成自生自储的岩性油藏(图5~7)。

#### 5 结 语

(1)鄂尔多斯盆地吴堡地区长6段以长石为主,石英次之,暗色矿物少量,分选好,泥质胶结,较疏松为长石砂岩,以浅灰色、灰白色、灰褐色细砂岩和粉砂岩为主,填隙物有方解石、绿泥石、白云母,少量的石英加大、长石加大等。毛管压力参数变化较大,显示砂岩储集层孔隙结构具有很强的非均质性。

(2)浊积岩为薄—中层细砂岩夹灰黑、深灰色泥岩,具有正粒序性和多期韵律性旋回,在剖面上多夹于深灰色及灰黑色泥页岩及油页岩中,常见到介形虫及鱼类等湖相沉积动物化石。浊积扇中心微相以细砂岩、粉砂岩与暗色泥岩呈砂泥互层,见植物叶片与植物茎干碎片。碎屑颗粒呈棱角状、次棱角状,分选、磨圆较差,砂岩中见平行层理、沙纹交错层理及变形层理等,发育ABC、BCD、ABE、CDCD段鲍马序列组合。

(3)长6段油积砂体与湖相泥页岩伴生,形成指状、透镜状尖灭砂体,易于形成上倾尖灭的透镜状岩性圈闭。从平面上看,非均质在侧向上变弱,深湖相的暗色泥岩含有丰富的烃源岩,而浊积岩砂体是由深湖相的暗色泥岩构成,孔渗物性好的区域易于形成良好的岩性圈闭。

参考文献:

References:

- [1] 屈红军,杨县超,曹金舟,等.鄂尔多斯盆地上三叠统延长组深层油气聚集规律[J].石油学报,2011,32

- (2):243-248.
- QU Hong-jun, YANG Xian-chao, CAO Jin-zhou, et al. Oil Accumulation Rules in Deep Zones of Upper Triassic Yanchang Formation in Ordos Basin[J]. Acta Petrolei Sinica, 2011, 32(2):243-248.
- [2] 孙肇才. 鄂尔多斯盆地油气发现历史回顾与经验教训(一)[J]. 地质力学学报, 2010, 16(3):223-236.
- SUN Zhao-cai. Review on the History, Experiences and Lessons from Petroleum Discovery in Ordos Basin (I) [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16(3):223-236.
- [3] 孙肇才. 鄂尔多斯盆地油气发现历史回顾与经验教训(二)[J]. 地质力学学报, 2010, 16(3):237-245.
- SUN Zhao-cai. Review of the History, Experiences and Lessons from Petroleum Discovery in Ordos Basin (II) [J]. Journal of Geomechanics, 2010, 16(3):237-245.
- [4] 王昌勇, 郑荣才, 王海红, 等. 鄂尔多斯盆地姬塬地区长 6 油层组物源区分析[J]. 沉积学报, 2008, 27(6):933-938.
- WANG Chang-yong, ZHENG Rong-cai, WANG Hai-hong, et al. Provenance Analysis of Chang-6 Oil Reservoir Set in Jiyuan Region in Ordos Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2008, 27(6):933-938.
- [5] 苗长盛, 刘招君, 方石, 等. 塔南凹陷南屯组近岸水下扇沉积特征及有利含油相带分析[J]. 中国石油大学学报: 自然科学版, 2011, 35(1):34-39.
- MIAO Chang-sheng, LIU Zhao-jun, FANG Shi, et al. Sedimentary Characteristics and Favorable Oil-bearing Facies Belts Analysis of Near-shore Subaqueous Fan of Nantun Formation in Tanan Depression[J]. Journal of China University of Petroleum; Edition of Natural Science, 2011, 35(1):34-39.
- [6] 冉波, 王成善, 李祥辉. 鲍马序列的多解性[J]. 沉积与特提斯地质, 2010, 30(1):40-43.
- RAN Bo, WANG Cheng-shan, LI Xiang-hui. New Knowledge of the Bouma Sequences[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2010, 30(1):40-43.
- [7] 丁晓琪, 张峭楠, 刘朋坤, 等. 鄂尔多斯盆地西缘麻黄山地区延 8 储层特征[J]. 地球科学与环境学报, 2010, 32(1):65-69.
- DING Xiao-qi, ZHANG Shao-nan, LIU Peng-kun, et al. Reservoir Characteristic of Yan-8 Formation in Mahuangshan Area of Western Ordos Basin[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2010, 32(1):65-69.
- [8] 李云, 郑荣才, 朱国金, 等. 沉积物重力流研究进展综述[J]. 地球科学进展, 2011, 26(2):157-165.
- LI Yun, ZHENG Rong-cai, ZHU Guo-jin, et al. Reviews on Sediment Gravity Flow[J]. Advances in Earth Science, 2011, 26(2):157-165.
- [9] 王华, 柳益群, 陈巍巍, 等. 鄂尔多斯盆地郑庄油区长 6 储层成岩作用及其对储层的影响[J]. 西安石油大学学报: 自然科学版, 2010, 25(1):12-18.
- WANG Hua, LIU Yi-qun, CHEN Wei-wei, et al. Diagenesis of Chang-6 Reservoir in Zhengzhuang Area, Ordos Basin and Its Effect on Reservoir Quality[J]. Journal of Xi'an Shiyou University; Natural Science Edition, 2010, 25(1):12-18.
- [10] 陈全红, 李文厚, 郭艳琴, 等. 鄂尔多斯盆地南部延长组油岩体系及油气勘探意义[J]. 地质学报, 2006, 80(5):656-663.
- CHEN Quan-hong, LI Wen-hou, GUO Yan-qin, et al. Turbidite Systems and the Significance of Petroleum Exploration of Yanchang Formation in the Southern Ordos Basin[J]. Acta Geologica Sinica, 2006, 80(5):656-663.
- [11] 杨克文, 庞军刚, 李文厚. 志丹地区延长组储层成岩作用及孔隙演化[J]. 吉林大学学报: 地球科学版, 2009, 39(4):662-668.
- YANG Ke-wen, PANG Jun-gang, LI Wen-hou. Evolution of Diagenesis and Pore in Sandstone Reservoirs in Zhidan Area[J]. Journal of Jilin University; Earth Science Edition, 2009, 39(4):662-668.
- [12] 丁晓琪, 张峭楠, 熊迪, 等. 鄂尔多斯盆地西南缘延长组湖盆底形演化研究[J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2011, 33(6):1-6.
- DING Xiao-qi, ZHANG Shao-nan, XIONG Di, et al. Evolution of Basin Bottom Morphology of Yanchang Formation, Upper Triassic, Southwestern Ordos Basin [J]. Journal of Southwest Petroleum University; Science and Technology Edition, 2011, 33(6):1-6.
- [13] 刘昊伟, 郑兴远, 陈全红, 等. 华庆地区长 6 深水沉积低渗透砂岩储层特征[J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2010, 32(1):21-26.
- LIU Hao-wei, ZHENG Xing-yuan, CHEN Quan-hong, et al. Analysis on Characteristics of Deep-water Sedimentary Tight Sandstone Reservoir of Chang-6 in Huaqing Area[J]. Journal of Southwest Petroleum University; Science and Technology Edition, 2010, 32(1):21-26.
- [14] 耳闯, 顾家裕, 牛嘉玉, 等. 重力驱动作用——滦平盆地地下白垩统西瓜园组沉积时期主要的搬运机制[J]. 地质论评, 2010, 56(3):312-320.
- ER Chuang, GU Jia-yu, NIU Jia-yu, et al. Gravity-driven Processes—a More Important Transport

- Mechanism of Deposits in Xiguayuan Formation of Lower Cretaceous in Luanping Basin, Northern Hebei [J]. *Geological Review*, 2010, 56(3): 312-320.
- [15] 尚冰. 牛庄洼陷王58地区沙四段上亚段浊积岩沉积特征及形成机制[J]. *油气地球物理*, 2009, 7(3): 19-23.
- SHANG Bing. Sedimentary Features and Formation Mechanism of the Turbidite of Upper Subsegment of Es<sub>4</sub>, Wang 58 Area, Niuzhuang Depression [J]. *Petroleum Geophysics*, 2009, 7(3): 19-23.
- [16] 袁珍, 李文厚, 范萌萌, 等. 深水块状砂岩沉积特征及其成因机制探讨: 以鄂尔多斯盆地东南缘上三叠统长6油层组为例[J]. *地质科技情报*, 2011, 30(4): 43-49.
- YUAN Zhen, LI Wen-hou, FAN Meng-meng, et al. Genetic Mechanism and Sedimentary Features of Deep Water Massive Sandstone: a Case Study of the Upper Triassic Sandstones of Chang-6 Formation in the Southeast of Ordos Basin [J]. *Geological Science and Technology Information*, 2011, 30(4): 43-49.
- [17] 薛春纪, 池国祥, 薛伟, 等. 鄂尔多斯盆地生烃过程与流体流动及铀矿化关系[J]. *地学前缘*, 2011, 18(5): 19-28.
- XUE Chun-ji, CHI Guo-xiang, XUE Wei, et al. Relationship Between Hydrocarbon Generation and Basinal Fluid Flow and Uranium Mineralization in the Ordos Basin [J]. *Earth Science Frontiers*, 2011, 18(5): 19-28.
- [18] 邹才能, 赵政璋, 杨华, 等. 陆相湖盆深水砂质碎屑流成因机制与分布特征——以鄂尔多斯盆地为例[J]. *沉积学报*, 2009, 27(6): 1065-1075.
- ZOU Cai-neng, ZHAO Zheng-zhang, YANG Hua, et al. Genetic Mechanism and Distribution of Sandy Debris Flows in Terrestrial Lacustrine Basin—Taking Ordos Basin as an Example [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2009, 27(6): 1065-1075.
- [19] 刘伟, 贺振华, 陈学华. 地震多属性在浊积扇河道砂体识别中的应用[J]. *西安石油大学学报: 自然科学版*, 2011, 26(5): 6-10.
- LIU Wei, HE Zhen-hua, CHEN Xue-hua. Application of Seismic Multi-attributes in the Identification of the Channel Sand in Turbidite Body [J]. *Journal of Xi'an Shiyou University: Natural Science Edition*, 2011, 26(5): 6-10.
- [20] 李凌. 车西洼陷沙三上亚段滑塌浊积砂体的沉积特征[J]. *西安石油大学学报: 自然科学版*, 2010, 25(2): 22-25.
- LI Ling. Sedimentary Characteristics of the Fluxoturbidite of the Upper Submember of Sha3 in Chexi Sub-sag [J]. *Journal of Xi'an Shiyou University: Natural Science Edition*, 2010, 25(2): 22-25.
- [21] 刘联群, 刘建平, 李勇, 等. 鄂尔多斯盆地彭阳地区侏罗系延安组油气成藏主控因素分析[J]. *地球科学与环境学报*, 2010, 32(3): 263-267.
- LIU Lian-qun, LIU Jian-ping, LI Yong, et al. Main Factors Influencing Oil Reservoir in Jurassic Yan'an Formation in Pengyang Area, Ordos Basin [J]. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2010, 32(3): 263-267.
- [22] 杨晓萍, 赵文智, 邹才能, 等. 低渗透储层成因机理及优质储层形成与分布[J]. *石油学报*, 2007, 28(4): 57-61.
- YANG Xiao-ping, ZHAO Wen-zhi, ZOU Cai-neng, et al. Origin of Low-permeability Reservoir and Distribution of Favorable Reservoir [J]. *Acta Petrolei Sinica*, 2007, 28(4): 57-61.
- [23] 王彩萍. 鄂尔多斯盆地直罗油田长6段成岩作用及孔隙演化研究[J]. *地球科学与环境学报*, 2010, 32(2): 161-165.
- WANG Cai-ping. Diagenesis and Porosity Evolution of Chang-6 Oil-bearing Formation in Zhiluo Oilfield of Ordos Basin [J]. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2010, 32(2): 161-165.
- [24] 李荣西, 段立志, 张少妮, 等. 鄂尔多斯盆地低渗透油气藏形成研究现状与展望[J]. *地球科学与环境学报*, 2011, 33(4): 364-372.
- LI Rong-xi, DUAN Li-zhi, ZHANG Shao-ni, et al. Review on Oil/Gas Accumulation with Low Permeability in Ordos Basin [J]. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2011, 33(4): 364-372.