

# 安塞油田塞160井区长6油层组沉积微相研究

刘学刚<sup>1,2</sup>, 崔智林<sup>2</sup>, 王娟<sup>2</sup>

(1. 长庆油田公司勘探开发研究院, 陕西 西安 710021; 2. 西北大学地质学系, 陕西 西安 710069)

**摘 要:** 为了确定安塞油田塞160井区长6油层组沉积微相展布特征, 通过岩心观察、描述和实验分析, 对研究区长6油层的沉积微相类型进行细化, 对各小层沉积微相的平面展布进行研究。塞160井区长6为湖泊河控三角洲前缘亚相沉积, 主要沉积微相为三角洲前缘水下分流河道、分流河口坝、水下分流间湾和前缘席状砂。研究区长6三角洲沉积体系代表了较完整的自旋回过程, 长<sub>6<sub>3</sub></sub>沉积期, 研究区的主体被向湖区方向推进的三角洲前缘水下分流河道占据; 长<sub>6<sub>2</sub></sub>期, 研究区主体仍为水下分流河道沉积, 但延伸较长<sub>6<sub>3</sub></sub>近; 长<sub>6<sub>1</sub></sub>期维持与长<sub>6<sub>2</sub></sub>沉积模式; 长<sub>6<sub>1</sub></sub>期三角洲前缘亚相发育完整, 分流相带相互叠置。

**关键词:** 塞160井区; 沉积微相; 河控三角洲; 长6油层组

**中图分类号:** TE122

**文献标识码:** A

## 1 区域沉积背景

安塞油田自下而上钻遇的地层有三叠系延长组, 侏罗系富县组、延安组、直罗组、安定组和白垩系、古近系、新近系及第四系。主要的含油层系为三叠系延长组和侏罗系延安组。

鄂尔多斯盆地是在古生代华北克拉通浅海碳酸盐岩建造和浅海、滨浅海沼泽含煤建造的基础上经过长期演化而形成的中生代内陆盆地(吴崇筠等, 1993)。延长组是晚三叠世以河流沉积和三角洲沉积为主, 河道砂体发育, 为油气富集提供了有利条件。鄂尔多斯盆地延长组厚1 000~1 300 m, 与下伏纸坊组呈平行不整合接触, 与上覆下侏罗统富县组和延安组呈平行不整合接触。当时盆地的沉降与沉积中心偏向南、西南部。沉积物主要来自北侧的内蒙古褶皱带。盆地沿志丹—甘泉一线南北有明显变化。在这条枢纽线的北侧为一地形平坦的台地, 地形梯度

小于0.000 3, 南部则以明显的斜坡向盆地内部倾没, 坡度达0.001 2, 向盆地内部地形逐渐变平缓, 地形梯度又小于0.000 4, 沉积物以河流-湖泊相的砂岩与页岩互层为特征, 其中常夹有中酸性的凝灰岩或斑脱岩薄层。砂岩富含长石及浊沸石胶结物, 泥质岩中富含蒙脱石(崔智林等, 2000)。

根据岩性特征, 三叠系延长组从下向上划分为5段, 即T<sub>3y1</sub>, T<sub>3y2</sub>, T<sub>3y3</sub>, T<sub>3y4</sub>, T<sub>3y5</sub>。再根据其岩性、电性及含油性的不同, 将5个岩性段又进一步划分为10个油层组, 自下而上为长10~长1。

研究区位于安塞油田王窑区块西南部, 长6油层组是在长7张家滩页岩所标志的最大湖进之后, 盆地因河流注入的沉积物逐渐充填建造的一套水退型湖泊-河流沉积体系(张金亮等, 2003; 李恕军等, 1998; 庞尚明等, 2004; 秦敬, 2004)。长6油层组厚度110~120 m, 岩性为灰绿色、灰黑色泥岩、泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和浅灰、褐灰、浅灰绿色细

收稿日期: 2007-10-31; 修回日期: 2008-03-02

基金项目: 安塞油田王窑西南塞160井区长6油层组沉积微相研究(J-2004-81)

作者简介: 刘学刚(1979-), 男, 陕西岐山人, 硕士, 2006年毕业于西北大学地质系, 从事油气开发及古地理研究。通讯地址: 710021, 西安未央区长庆兴隆小区, 长庆油田公司勘探开发研究院分析试验中心。电话: 029-86590647; Email: liuxgl-cq@petrochina.cn

砂岩、粉砂岩互层。泥岩页理发育, 层面可见植物茎干及碎片化石。

## 2 沉积相研究

### 2.1 沉积判断函数

萨胡 (Sahu, 1964) 曾根据粒度分析的分布求得了判断沉积环境的判别函数。

$$Y_{\text{河流(三角洲), 浊流}} = 0.7215 (M_z) - 0.4030 (SD)^2 + 6.7322 (SK) + 5.2927 (K)$$

其中 $M_z$ 为平均粒度,  $SD$ 为标准偏差,  $SK$ 为偏度,  $K$ 为尖度(峰度); 若计算得 $Y$ 值大于9.8433, 则判断沉积环境为河流或者三角洲相;  $Y$ 值小于9.8433, 则判断沉积环境为浊流沉积相。笔者选用了23各样品点统计计算, 其结果全部大于9.843, 最大值56.725, 最小值为12.937, 平均 $Y$ 值为38.048。因此, 说明研究区长6油层组为三角洲沉积相。

### 2.2 C-M 图解对研究区长6砂岩样品进行C-M 投图(图1)

在C-M图中, 出现QR (代表递变的悬浮沉积) 和RS (均匀悬浮段) 两段, 且以QR段为主, 只有少量样品在RS段, 与典型的三角洲相沉积较为接近。在C-M图中, C值与M值的差异不是很大, 说明沉积物分选较好。

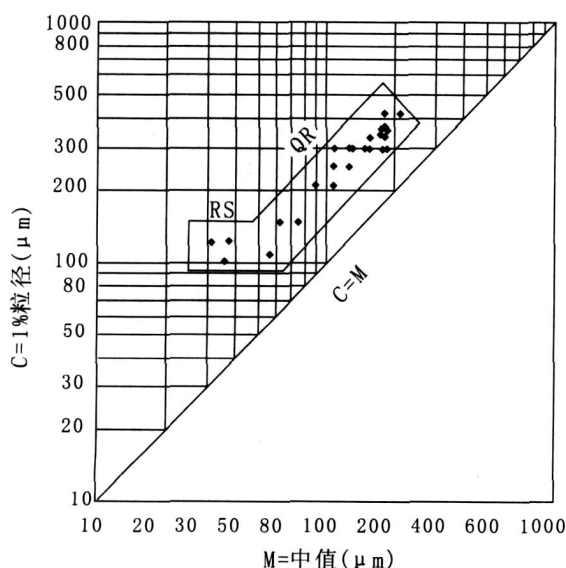


图1 研究区长6砂层C-M 图解

Fig.1 C-M diagram for Chang-6 sand

## 3 沉积微相类型

根据野外剖面观察、岩心描述、测井曲线解释和相关实验资料的综合分析, 安塞油田王窑西南塞160井区长6油层组主要为三角洲前缘亚相, 由水下分流河道、水下分流间湾及前缘席状砂等沉积微相组成, 河口坝发育不好, 砂体主体为水下分流河道砂。

### 3.1 水下分流河道微相

水下分流河道是陆上分流河道的延伸, 当它向湖泊推进时将逐渐变浅, 变宽以至消失, 岩性以薄层、中层状灰绿色细砂岩夹粉砂岩为主, 底部常含泥砾, 发育冲刷面; 沉积构造上发育大型交错层理, 波状层理, 平行层理; 层序常见正粒序及复合韵律。自然电位曲线特征呈箱状、钟形、塔形等(图2)。

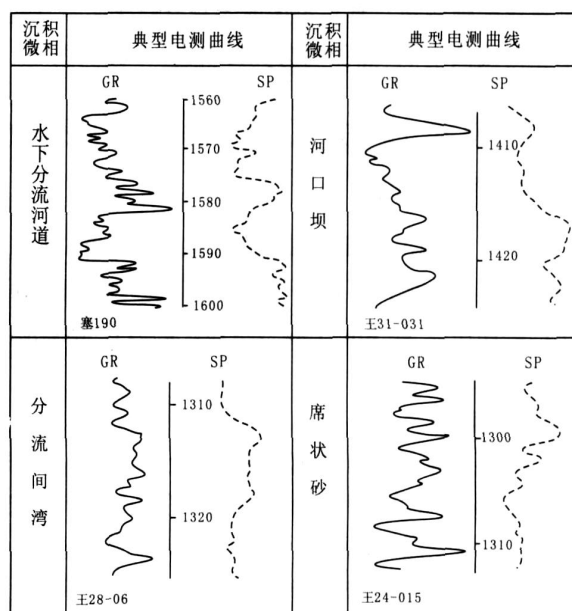


图2 研究区长6油层组主要沉积微相测井曲线模式

Fig.2 Log patterns of main sedimentary microfacies of the Chang-6 reservoir

### 3.2 分流间湾

分流间湾沉积又称分流间沉积, 位于三角洲前缘水下分流河道砂体之间, 通常指分流间与湖相通的相对低凹地区, 以细粒沉积为主(王良忱等, 1996)。岩性特征以薄层灰黑色、灰绿色粉砂质泥岩及泥岩为主, 夹薄层粉砂岩、泥质粉砂岩, 有时含碳质泥岩; 沉积构造上具水平层理, 波状层理、生物扰动构造及虫孔发育, 常见复合韵律。自然电位

曲线常呈负箱形、锯齿形(图2)。

### 3.3 河口砂坝

河口砂坝是由于河流带来的砂质在河口处因流速降低堆积而成。岩性以厚层、中厚层浅灰色、灰绿色细砂岩夹薄层粉砂岩为主;砂岩分选好,与下伏地层呈突变接触,常发育冲刷面;沉积构造上发育大-中型交错层理,偶尔见逆粒序层理,粉砂岩中发育小型交错层理;以反粒序为主,也可见复合韵律。自然电位曲线为齿化漏斗形、反台阶形、复合漏斗形(图2)。

### 3.4 前缘席状砂

前缘席状砂是由于三角洲前缘的河口砂坝经海水或湖水冲刷作用使之再分布于其侧翼而形成的薄而面积大的砂层。岩性以灰黑色泥岩与粉砂岩互层,夹薄层细砂岩为主;沉积构造上发育水平层理,小型波状交错层理;具正粒序或者复合韵律层。自然电位曲线低幅,自然伽玛为尖刀状起伏频繁(图2)。

## 4 王南寨160井区长6油层组沉积微相展布特征

长6沉积期,王窑及其西南区是安塞三角洲前缘地带,水下分流河道双重作用分选改造后的河口沉积,距湖岸线40 km左右(喻建,2001;张金亮,2000)。

### 4.1 长6<sub>3</sub>期

长6<sub>3</sub>期是在长7末期湖退基础上开始进入沉积期,以近湖水下分流河道相为主要沉积相,分布比较局限。水下分流河道主要位于王28-016井—王38-022井—王48-032井一线与王31-013井—王38-016井—塞179井一线之间,呈北东—南西向展布,与当时湖退方向一致。水下分流河道分布较宽,砂体厚度较大(砂体厚度8~27.5 m)。

在王28-016井—王38-022井—王48-032井一线的西北以及王31-013井—王38-016井—塞179井东南方向发育较窄的水下分流河道沉积相,由中心向两侧其含油性逐渐变差;在王50-035井—王55-033—王57-027井一线的西南方则发育浅湖相少量远砂坝以及席状砂沉积(图3A)。

### 4.2 长6<sub>2</sub>期

长6<sub>2</sub>期是该区继续水退期,随着水体水位变低,安塞三角洲逐渐与志丹三角洲叶体合并为一大的三

角洲复合体。在该区沉积面积扩大,水下分流河道发育范围比长6<sub>3</sub>期较为广泛。水下分流河道主要分布于王32-022井—王36-027井—王42-027井—塞194井一线与王32-015井—王42-017井—王44-023井—王52-025井—王54-025井一线之间,呈北东—南西向展布,与长6<sub>3</sub>期水下分流河道展布方向基本一致,不过本期西南部稍偏向西,并在王36-027井—王41-031井地区出现分叉,这可能与湖底地势有关。水下分流河道沉积体较长6<sub>3</sub>期分布较宽,砂体厚度较大(砂体厚度15~23.7 m),内含多个旋回。

在水下分流河道南东及北西两次发育较窄范围的水下分流河道间沉积相,分布面积小,砂体厚度薄,含油性差。在王41-031井—王44-027井—王47-029井西侧发育小范围湖湾沉积(图3B)。

### 4.3 长6<sub>1</sub>期

长6<sub>1</sub>期是研究区三角洲建设的高峰期,延续长6<sub>2</sub>期三角洲沉积,在研究区继续以水下分流河道砂沉积为主,间或发育少量浅湖平原沉积湖及部分分流间湾沉积。

该期水下分流河道发育于王27-09井—塞160井—王32-015井—王32-022井—王38-025井—王42-027井—王51-033井一线与王28-06井—王35-014井—王38-016井—王46-024井—王52-025井一线之间,呈北东—南西向分布,与长6<sub>2</sub>期水下分流河道砂体沉积比较,分布出现不连续性,面积稍有减小,非均质性有所增加,砂体厚度12~25 m,大部分在18 m左右。在主水下分流河道的北东和南西两侧发育有较窄范围的水下分流河道间湾沉积,其沉积也相应较薄。在王43-032井—王50-035井段以西以及王51-033—王54-025井段西南发育部分湖湾沉积,范围较小(图3C)。

### 4.4 长6<sub>1</sub>期

长6<sub>1</sub>期是研究区长6<sub>2</sub>期三角洲建设高峰的延续,区内沉积仍以三角洲前缘水下分流河道沉积为主,发育小范围湖湾沉积。

该期水下分流河道主要发育于王24-015井—王28-016井—王38-025井—王41-031井—王51-33井一线与王28-06井—王32-015井—王42-017井—王46-024井一线之间,呈北东—南西向展布,与长6<sub>2</sub>期比较,分布面积增大,砂体厚度变大,砂地比值大。在主水下分流河道两侧发育分流间湾沉积(图3D)。

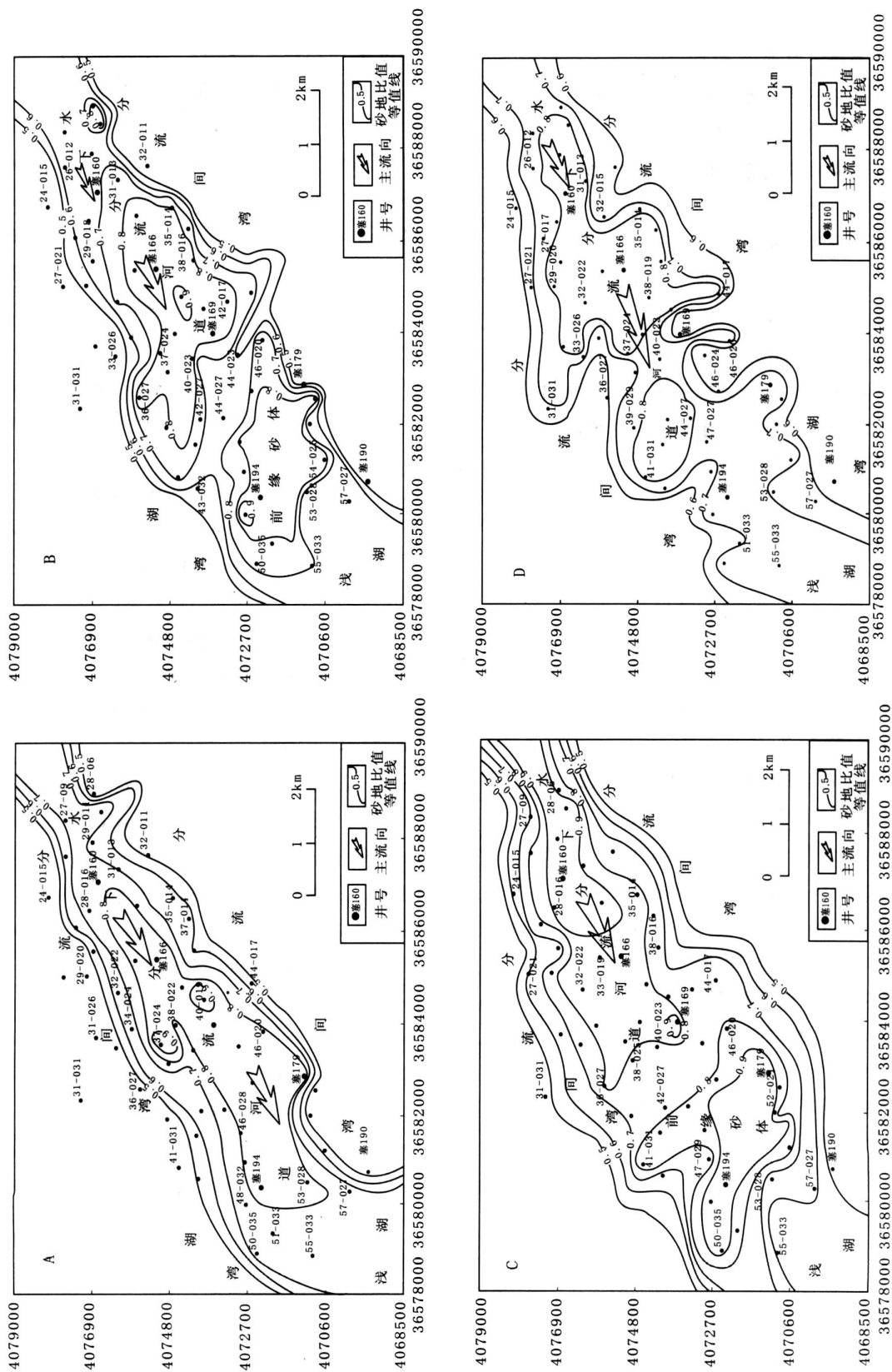


图3 研究区长6油层组各小层沉积微相平面展布图  
Fig. 3 Microfacies distribution of Chang-6 reservoir

## 5 结论

(1) 安塞油田王窑西南寨160井区长6油层组为三角洲前缘亚相沉积, 水下分流河道、水下分流间湾、河口坝及前缘席状砂为其主要沉积微相类型。水下分流河道形成本区最重要的砂体微相类型。

(2) 长6期研究区主体被北东—南西向延伸的三角洲前缘水下分流河道所占据。长 $G_3$ 期是在长7末期湖退基础上开始进入沉积期, 以近湖水下分流河道相为主要沉积相, 分布比较局限。长 $G_2$ 期是该区继续水退期, 随着水体水位变低, 水下分流河道沉积变窄, 并出现分叉。长 $G_1$ 期是研究区三角洲建设的高峰期, 在研究区继续以水下分流河道砂沉积为主, 间或发育少量浅湖平原沉积湖及部分分流间湾沉积。长 $G_1$ 期为三角洲高速生长推进期, 砂体发育, 展布面积大, 形成较好的储集体。

## 参考文献 (References):

- 崔智林, 张晓莉, 朱玉双. 川口油田北区长6油层组油藏描述研究 [R]. 2000.
- 张金亮, 司学强, 秦敬. 安塞油田王窑地区长6油层组沉积微相研究 [J]. 西北地质, 2003, 36 (3): 62-71.
- 李恕军, 吴志宇, 张金亮, 张晓玲. 安塞油田王窑区长6油层储层地质 [J]. 西安石油学院学报 (自然科学版) 1998, 13 (4): 34-40.
- 庞尚明, 朱君虎. 安塞油田长3段4+5段和6油组沉积微相分析 [J]. 江汉石油学院学报, 2004, 26 (3): 32-34.
- 吴崇筠, 薛叔浩. 中国含油气盆地沉积学 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1993: 268-293.
- 喻建, 韩永林, 凌升阶. 鄂尔多斯盆地三叠系延长组油田成藏地质特征及油藏类型 [J]. 中国石油勘探, 2001, 6 (4): 13-19.
- 张金亮, 李恕军, 靳文奇. 安塞油田侯市地区长6油层沉积微相研究 [J]. 西安石油学院学报, 2000, 15 (4): 1-7.
- 张金亮, 吴胜和. 安塞油田坪桥水平井区储层精细描述 [J]. 西安石油学院学报, 2000, 15 (4): 8-12.
- 秦敬, 张金亮. 安塞油田杏河地区长6油层沉积微相研究 [J]. 西北地质, 2004, 37 (4): 15-21.
- 王良忱, 张金亮. 沉积环境和沉积相 [M]. 北京: 石油工业出版社, 1996: 145-175.
- WU Congjun, XUE Shuhao. Hydrocarbon basin sedimentology in China [M]. Petroleum Industry Press, Beijing, 1993: 268-293.
- YU Jian, HAN Yonglin, LI NG Shengjie. Ordos basin Triassic Yanchang Formation oil field forming geological characteristics and reservoir types [J]. Petroleum Exploration in China, 2001, 6 (4): 13-19.
- ZHANG Jintliang, LI Shujun, JIN Wenqi. Analysis of sedimentary microfacies of Chang-6 oil bearing formation sedimentary micro-facies in houshi district, Ansai oilfield [J]. Journal of Xi'an Shiyou College, 2000, 15 (4): 1-7.
- ZHANG Jinliang, WU Shenghe. Reservoir fine Description of Pingqiao horizontal well district in Ansai oil field [J]. Journal of Xi'an Shiyou College, 2000, 15 (4): 8-12.
- QIN Jing, ZHANG Jinliang. Sedimentary microfacies of the Chang-6 reservoir of Yanchang formation in Xinhe district, Ansai oilfield [J]. Northwestern Geology, 2004, 37 (4): 15-21.
- WANG Lingshen, ZHANG Jinliang. Sedimentary environment and facies [M]. Petroleum Industry Press, Beijing, 1996: 145-175.
- CUI Zhilin, ZHANG Xiaoli, ZHU Yushuang. Study on reservoir characterization of the Chang-6 oil reservoir in north Chuankou oilfield [R]. 2000.
- ZHANG Jinliang, SI Xueqiang, QIN Jing. Sedimentary microfacies of the Chang-6 reservoir of Yanchang Formation in Wangyao district, Ansai oilfield [J]. Northwestern Geology, 2003, 36 (3): 62-71.
- LI Shujun, WU Zhiyu, ZHANG Jinliang, et al. Reservoir geology of Chang-6 oil-bearing formation in Wangyao Tract, Ansai oil field [J]. Journal of Xi'an Shiyou College, 1998, 13 (4): 34-40.
- PANG Shangning, ZHU Junhu. Analysis of sedimentary Microfacies of 4+5 and 6 oil formation in Zone Chang 3 of Ansai oilfield [J]. Journal of Jiangnan Shiyou College, 2004, 26 (3): 32-34.

## Sedimentary Microfacies of the Chang-6 Reservoir in the Vicinity of Sai 160 Well

LIU Xue-gang<sup>1,2</sup>, CUI Zhi-lin<sup>2</sup>, WANG Juan<sup>1</sup>

(1. Exploration and Development Research Institute of Changqing Oilfield Company, Xi'an 710021, China; 2. Department of Geology Northwest University, Xi'an 710069, China)

**Abstract** In order to confirm the sedimentary microfacies of Chang-6 reservoir in the vicinity of Sai 160 well, core observing and describing, experiment data analyzing, and observation of the distribution of microfacies were performed. The main sedimentary microfacies are distributary channel, the point bar, the inter-distributaries and sands. The delta deposits system of Chang-6 reservoir stands for the complete process of gyration of itself. In the Chang-6<sub>3</sub> sand-layer, the main sedimentary microface is distributary channel that extends to the lake. In the Chang-6<sub>2</sub> sand-layer, the deposit is same as the Chang-6<sub>3</sub> sand-layer, but it extends longer. In the Chang-6<sub>1</sub> sand-layer, the deposits model is same as Chang-6<sub>2</sub>. In the Chang-6<sub>1</sub> sand-layer, the inlet edge subface of delta deposits is complete.

**Key words:** Sai 160 well; sedimentary microfacies; river-dominated delta; Chang-6 reservoir

## 《岩浆硫化物矿床》译著已经印制发行

《岩浆硫化物矿床的地质、地球化学和勘查》一书的作者A. J. Naldret 是加拿大多伦多大学的终身教授, 加拿大皇家科学院院士, 一生致力于岩浆铜镍硫化物矿床的研究。这本书对全世界重要的岩浆铜镍硫化物矿床和铂族金属矿床进行了阐释, 并对该类矿床的研究进展进行了全面讨论, 是一本非常重要的参考书。

该书主要从岩浆铜镍铂族金属矿床成矿的视角, 对该类矿床的成矿特征和成矿机制进行了探讨, 全书共分为10章。第1章概述了岩浆硫化物矿床的分类和对矿床成因的认识; 第2章是理论研究, 特别评述了近10年来在岩浆铜镍硫化物矿床成因研究中, 硅酸岩熔融体中硫的溶解度的概念和影响因素; 第3章至第8章分别介绍了与科马提岩及溢流玄武岩火山作用有关的矿床、俄罗斯贝辰加地区矿床、加拿大沃尔斯贝矿床、中国的金川矿床、加拿大的萨德伯里矿区矿床等6类典型矿床的特征及其成因认识; 第9章介绍了铂族元素矿床; 第10章总结了对岩浆铜镍及铂族金属矿床的成因认识。此外, 译著中还附加了“诺里尔斯克-塔尔纳克Cu-Ni-PGE矿床构造模式的重塑”、“阿尔泰造山拼贴构造与矿床背景的修正模式”和“古地幔柱的识别”三篇译文, 欢迎广大科技工作者参考。

《岩浆硫化物矿床》译著由中国地质调查局西安地质调查中心翻译, 《西北地质》编辑部编辑印制。全书共106万字, 插图325幅, 印刷精美, 工本费: 300.00元(含邮寄费)。需要的单位和个人可通过以下方式获取:

710054, 西安市友谊东路438号, 中国地质调查局西安地质调查中心, 《西北地质》编辑部  
电话: 029-87821951; Email: xbdzjb@163.com

《西北地质》编辑部