

文章编号: 1000-0550(2003)03-0391-07

# 柴达木盆地西部红狮凹陷 第三系下干柴沟组沉积相分析<sup>①</sup>

蒋宏忱 于炳松 王黎栋 穆 剑 刘忠宝

(中国地质大学 北京 100083)

**摘 要** 在层序地层学研究的基础上,对柴达木盆地红狮凹陷第三系下干柴沟组进行了详细的沉积相研究,分析了下干柴沟组发育的冲积扇相、河流相、三角洲相、扇三角洲相、湖泊相、湖底扇相等几种类型沉积相特征。并按识别出的4个超层序,详细分析了沉积相的平面展布特征。强调了这四个超层序中上升半旋回低水位期湖底扇、辫状河流相砂砾岩和下降半旋回高水位期辫状河三角洲、扇三角洲相砂砾岩是红狮凹陷下干柴沟组有利的储集岩相带。根据生油岩及储油岩叠置组合关系,指出阿拉尔以东方向的辫状河流相和辫状河三角洲相、小红山—阿哈提南东方向的扇三角洲相、狮子沟—干柴沟一带的湖底扇相是红狮凹陷下干柴沟组有利油气聚集区带。

**关键词** 下干柴沟组 沉积相特征 柴达木盆地

**第一作者简介** 蒋宏忱 男 1977年出生 硕士研究生 含油气盆地沉积学

**中图分类号** P512.2 **文献标识码** A

## 1 引言

柴达木盆地位于青海省西北部,是我国十大内陆沉积盆地之一。红狮凹陷位于柴达木盆地西部(图

1)。研究区西起红柳泉,经狮子沟向东至干柴沟地区,南至油砂山地区,北至西岔沟,面积约500 km<sup>2</sup>,是青海油田公司的主要采油区,下干柴沟组是其重要的目的层段之一。

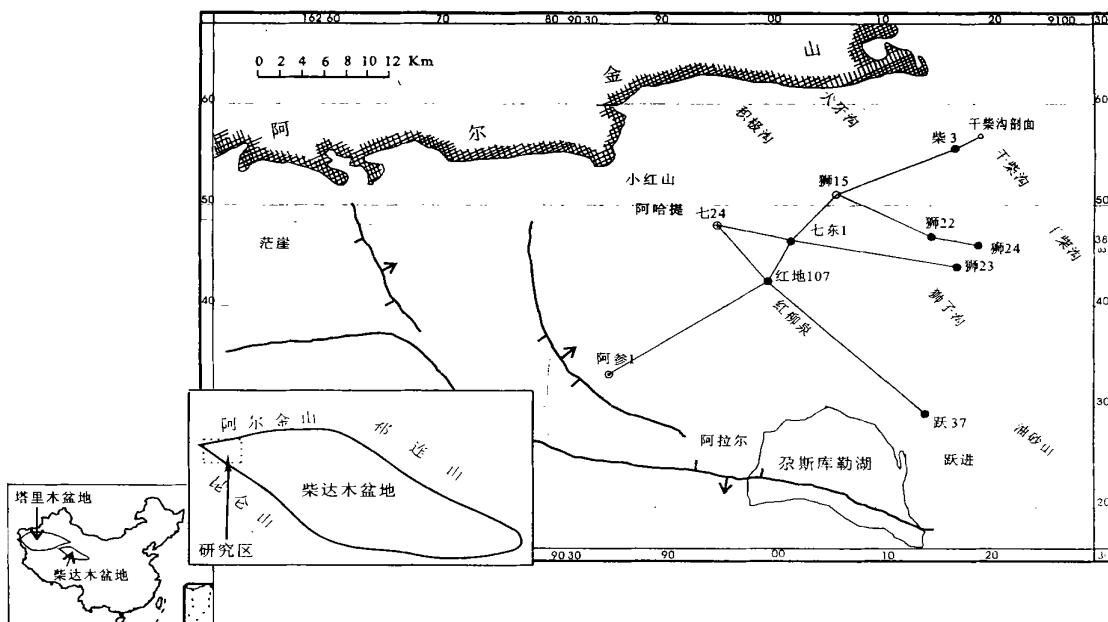


图1 研究区平面位置图

Fig. 1 Sketch map of the study area

① 国家重大基础发展规划项目(G1999043304、2001CB209104)和青海石油公司联合资助

收稿日期: 2002-05-31 收修改稿日期: 2002-08-01

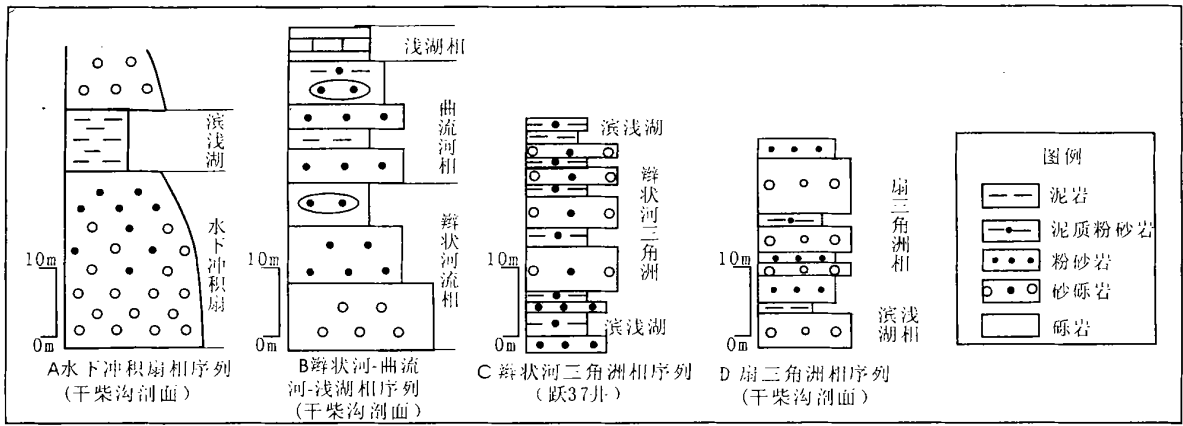


图2 下干柴沟沉积相典型特征柱状图

Fig. 2 Characteristics of typical depositional facies in the Lower Ganchaigou Formation

多年来,青海石油管理局在该区先后多次开展了地质基础研究,包括资源评价、地震地层学、储层横向预测、构造演化、储量计算以及各组段的沉积相分析等<sup>①②[1,2,3]</sup>。但在以层序为单元的等时地层对比基础上的沉积相研究工作尚属首次。本文以 Cross<sup>[4,5]</sup>的高分辨率层序地层学理论为指导,在建立了本区下干柴沟组层序地层格架的基础上<sup>③</sup>,以超层序为单位,进行了高分辨率沉积相编图,揭示了该区沉积体系的时空分布规律,为进一步指导本区的油气勘探工作奠定了良好的基础。

## 2 下干柴沟组沉积相类型

本文在单井沉积相分析及露头剖面相分析的基础上,对本区重点层系的沉积相类型进行了总结。研究区第三系下干柴沟组中发育有冲积扇相、水下冲积扇相、河流相、三角洲相、扇三角洲相、湖泊相、湖底扇相等几种类型。

### 2.1 冲积扇相

冲积扇相主要分布在阿尔金山前的边缘带。以棕红、紫红、褐红、棕褐色复成分砾岩、砾状砂岩为主,岩石一般为颗粒支撑,分选、磨圆差。

### 2.2 水下冲积扇相

水下冲积扇是山地河流出口后就直接进入湖盆滨—浅湖区堆积,形成全部没于水的扇形砂砾岩体。通常发育于断陷湖盆边缘,是基准面上升时期的产物。该区水下冲积扇相主要分布在阿尔金山前带。岩性以砾岩、砂质砾岩、含砾砂岩组成,岩石分选、磨圆差,结

构成熟度低。其突出的特征是具有明显向上变细的正粒序(图2),并与滨浅湖亚相共生,反映沉积基准面快速上升时的产物。

### 2.3 河流相

区内河流相包括曲流河和辫状河两种类型。

曲流河相沉积主要见于阿拉尔一带。沉积物以砾岩、含砾粗砂岩、中—细砂岩、泥质粉砂岩和粉砂质泥岩构成明显的正粒序,具有典型的“二元结构”(图2A)。在河道沉积亚相中可见底冲刷构造,见槽状交错层理及各种中小型的交错层理(图2B)。

辫状河流相<sup>[6]</sup>在区内广为分布。其垂向序列显示了自下而上由砂砾岩向中粗砂岩和粉细砂岩的由粗变细的正旋回特征。主要特征为:粒级较粗、砂砾岩较发育;泛滥平原细粒沉积物较薄;心滩沉积为粗粒的碎屑堆积,岩石成分成熟度和结构成熟度都较低。

### 2.4 辫状河三角洲相

区内辫状河三角洲相分布在跃进—阿拉尔一带。岩性较粗,以砾岩、含砾粗砂岩、粗中粒砂岩为主,与滨浅湖相共生,构成明显的下细上粗的反粒序旋回(图2C)。辫状河道中可见交错层理和底冲刷<sup>[6]</sup>。砂砾岩成分成熟度和结构成熟度均较低。

### 2.5 扇三角洲相

扇三角洲相<sup>[6]</sup>主要发育在阿尔金山前七个泉—干柴沟一带。沉积物以中粗粒碎屑为主,多为砂砾岩、砾状砂岩、粗砂岩夹薄层细砂岩及泥岩。总体构成下细上粗的反粒序旋回(图2D),分流河道沉积中有典型二元结构沉积特征。

① 顾树松, 杨绍清等. 青海省柴达木盆地尔斯库勒油田地质规律与勘探经验. 青海石油管理局. 1995

② 范连顺, 李建青等. 柴达木盆地油气资源评价. 青海石油管理局. 1993

③ 于炳松, 胡勇, 余素玉. 柴达木盆地西部红狮凹陷及其周缘第三系层序地层学研究. 青海油田公司研究院, 中国地质大学(北京). 2001

### 2.6 湖泊相

湖泊相可进一步分为滨浅湖亚相和半深湖—深湖亚相。

滨浅湖亚相以棕灰、浅棕色、浅灰色、灰色泥岩、粉砂质泥岩为主夹粉砂岩、泥灰岩等。常见小型交错层理、波状纹层、上攀纹层等层理构造和各种中小型浪成波痕。可见垂直和倾斜生物潜穴。还可见浅湖滩坝亚相亮晶生物灰岩、藻屑灰岩、藻叠层灰岩。

半深湖—深湖相主要发育在狮子沟一带,由暗色泥岩、页岩、少量粉砂岩、泥灰岩及灰岩组成,具水平层理及季节性韵律层理。在湖盆中央,由于气候干旱,蒸发作用强烈,可形成咸化湖—盐湖亚相沉积<sup>[7]</sup>。

### 2.7 湖底扇相

湖底扇相主要分布在七个泉—狮子沟—干柴沟地区。其形成主要受古构造和古地形所控制。其岩性主要为砾砂岩、含砾粗砂岩<sup>[1]</sup>等组成,内部具递变层理。湖底扇相发育在湖盆陡岸前缘的深湖相背景中,其最显著的特点是粗粒湖底扇相砂砾岩夹于深湖—半深湖相暗色泥岩中。底部有时可见底冲刷。在研究区内,湖底扇相在西岔沟剖面和柴3井中发育最典型。

## 3 下干柴沟组沉积相平面展布

### 3.1 作图单位

下干柴沟组为红狮凹陷第三系主要生储油层段。根据目前的研究程度,结合对生产的实际意义,沉积相研究的作图以超层序为基本单位进行。根据层序地层研究结果,下干柴沟组分为4个超层序(表1)<sup>①</sup>(其中下干柴沟组第一超层序包括了部分路乐河组地层)。

表1 红狮凹陷下第三系年代地层、岩石地层和层序地层对比表

Table 1 Correlation of sequence stratigraphy with chronostratigraphy and lithostratigraphy of the Lower Tertiary in Hongliuquan-Shizigou area

年代地层		岩石地层		层序地层	
系	统	组	段	三级层序	超层序
下第三系	渐新统	上干柴沟组	上段	第一(VI)	第二(VII)
			下段		
	始新统	下干柴沟组	上段	V5—V1	第四(V)
			下段	IV5—IV1	第三(IV)
古新统	路乐河组		III3—III1	第二(III)	
			II3—II1	第一(II)	
			I	I	

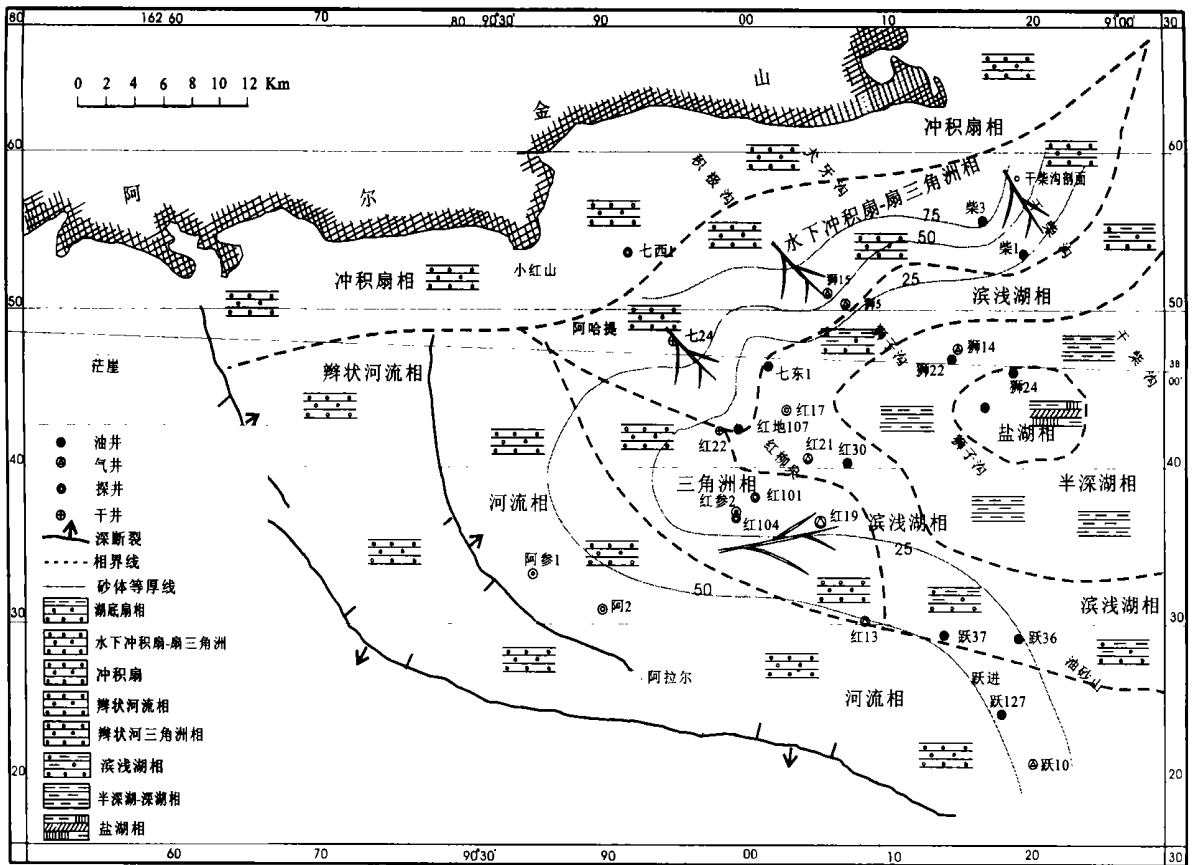


图3 下干柴沟组第一超层序沉积相平面展布及砂岩厚度等值线图

Fig. 3 Depositional facies and isopach of sandstone in the first supersequence of the Lower Ganchaigou Formation

① 于炳松, 胡勇, 余素玉. 柴达木盆地西部红狮凹陷及其周缘第三系层序地层学研究. 青海油田公司研究院, 中国地质大学(北京), 2001

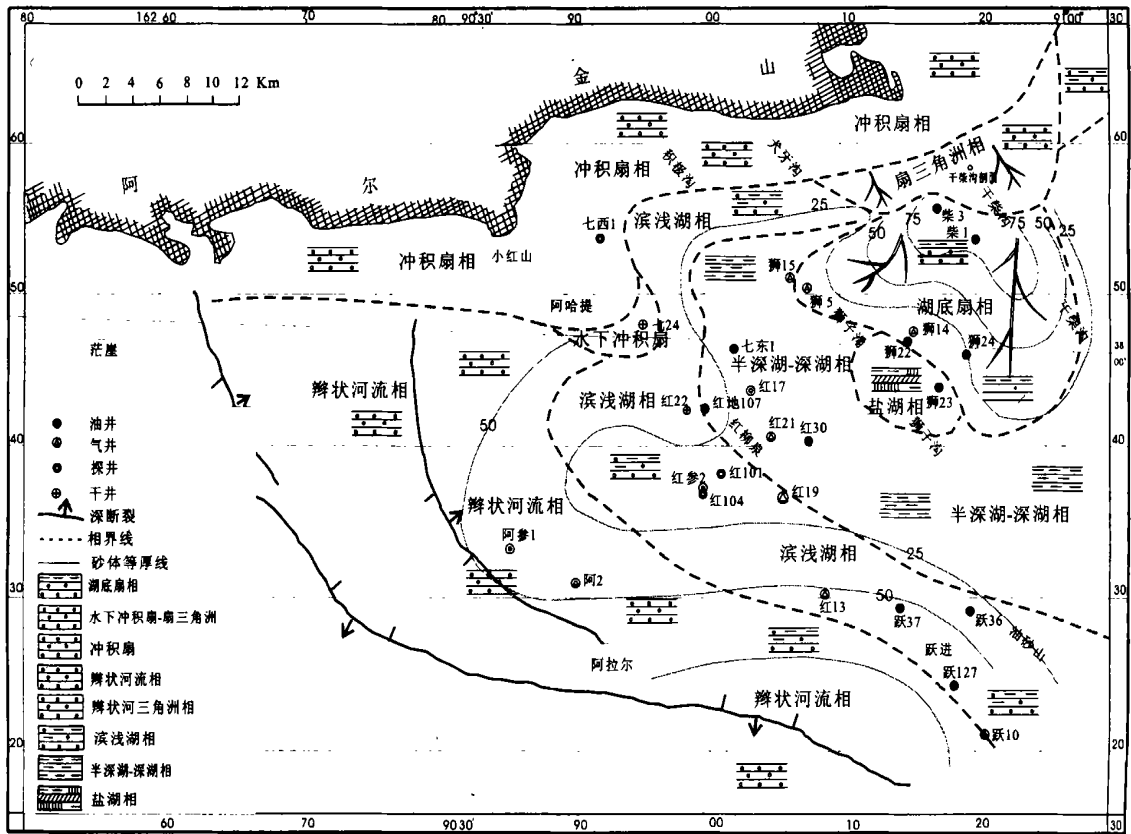


图4 下干柴沟组第二超层序沉积相平面展布及砂岩厚度等值线图

Fig. 4 Depositional facies and isopach of sandstone in the second supersequence of the Lower Ganchaigou Formation

本文以超层序为单位,对下干柴沟组进行了平面编图,以较高分辨率揭示了区内沉积体系的时空分布规律。

### 3.2 沉积相平面展布特征

#### 3.2.1 下干柴沟组第一超层序

下干柴沟组第一超层序沉积相平面展布见图3。从图中可见,在阿尔金山前,为一冲积扇相带。在冲积扇相带前缘入湖处,为水下冲积扇和扇三角洲相带。在阿拉尔—油砂山一带,为辫状河流相粗碎屑岩沉积,在阿拉尔水系的前端,发育有辫状河三角洲相带。相对深水的半深湖—深湖相分布在工区中东部,且在狮子沟地区的狮23、狮24井附近发育有咸化湖—盐湖相,纵向上与半深湖相频繁交替。

#### 3.2.2 下干柴沟组第二超层序

下干柴沟组第二超层序沉积相平面展布见图4。下干柴沟组第二超层序的沉积相格局总体与下干柴沟组第一超层序类似,但湖盆范围有所扩展,北部阿尔金山前的冲积扇相带前的水下冲积扇和扇三角洲相带较第一超层序明显缩小,主要仅分布在干柴沟前缘,在小红山和阿哈提附近也有少量分布。在阿拉尔一带主要

为河流相,三角洲相由于湖平面的扩张而不发育。与第一超层序相比,一个显著的特点是,在干柴沟水下冲积扇和扇三角洲相带前缘狮子沟地区的半深湖—深湖背景中,发育有较大规模的湖底扇。有退积型湖底扇和进积型湖底扇两种类型。红柳泉—狮子沟一带主要为半深湖—深湖相带。狮22、狮23井附近经常发育有咸化湖—盐湖相沉积。

#### 3.2.3 下干柴沟组第三超层序

下干柴沟组第三超层序沉积相平面展布见图5。下干柴沟组第三超层序的沉积相展布特点与第二超层序十分相似。在阿尔金山前为冲积扇相带,阿拉尔一带为河流相,阿尔金山前冲积扇前缘的水下扇和扇三角洲相较第二超层序有所扩展,向西延伸到犬牙沟—积极沟一带。在阿哈提附近仍有小范围的水下扇发育。狮子沟地区的半深湖和深湖背景中,仍发育有厚度较大的湖底扇相沉积。在狮22、狮23和狮24井附近,仍有咸化湖—盐湖相与半深湖—深湖相泥岩和湖底扇砂、砾岩交互沉积。

#### 3.2.4 下干柴沟组第四超层序

下干柴沟组第四超层序沉积相平面展布见图6。

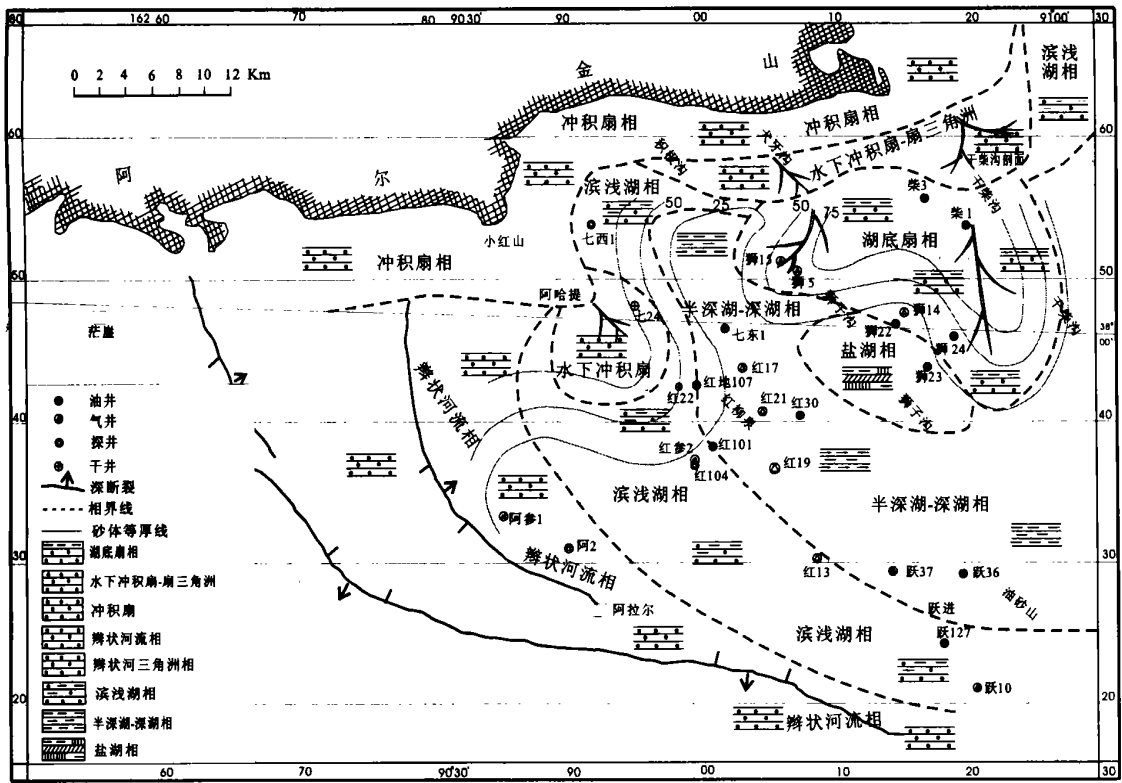


图5 下干柴沟组第三超层序沉积相平面展布及砂岩厚度等值线图

Fig. 5 Depositional facies and isopach of sandstone in the third supersequence of the Lower Ganchaigou Formation

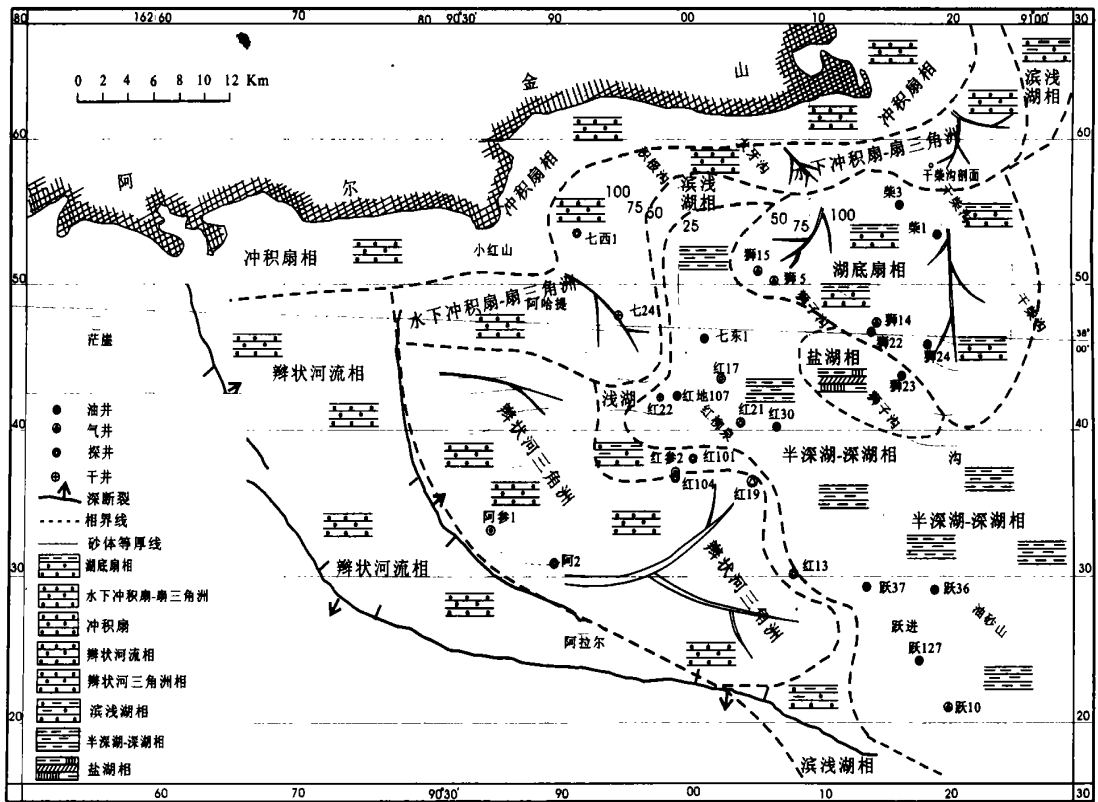


图6 下干柴沟组第四超层序沉积相平面展布及砂岩厚度等值线图

Fig. 6 Depositional facies and isopach of sandstone in the fourth supersequence of the Lower Ganchaigou Formation

下干柴沟组第四超层序的沉积相展布特点与第三超层序相比,在阿尔金山前冲积扇前缘的水下冲积扇和扇三角洲相带有所扩展,一直从干柴沟延伸到犬牙沟、积极沟和阿哈提一带。阿拉尔一带的河流相和辫状河三角洲相较第三超层序明显发育。狮子沟地区的半深湖和深湖背景下,仍发育有湖底扇相沉积。在狮22、狮23和狮24井附近,仍有咸化湖—盐湖相与半深湖—深湖相泥岩和湖底扇相交互沉积。

### 4 有利储集岩相带展布

根据红狮凹陷下干柴沟组沉积相平面展布的研究结果,对本区有利储集岩相带的展布进行了初步研究。下干柴沟的四个超层序中上升半旋回低水位期湖底扇、辫状河流相砂砾岩和下降半旋回高水位期辫状河三角洲、扇三角洲相砂砾岩为红狮凹陷下第三系下干柴沟组有利储集岩。其中湖底扇砂体主要分布在狮子沟—干柴沟一带,低水位期辫状河流相和高水位期辫状河三角洲相主要分布在跃进—阿拉尔一带(图7)。

#### 4.1 有利储集区带 1

位于狮子沟—干柴沟一带(图7)。该区位于半深

湖—深湖相沉积背景中,生油层发育,油源条件好。储层发育,主要为湖底扇相砂砾岩储层。因这些湖底扇相砂砾岩储层夹于深湖相密集段泥岩中,故油源条件和盖层条件都很好,是寻找岩性油藏的有利地区。

#### 4.2 有利储集区带 2

位于小红山—阿哈提的南东方向(图7)。该区东部紧邻生油层发育区,有较好的烃源条件。储层发育,主要为下干柴沟组第一超层序和下干柴沟组第四超层序的扇三角洲前缘砂砾岩储层。盖层为上述超层序最大湖泛期密集段泥岩。

#### 4.3 有利储集区带 3

位于阿拉尔以东方向(图7)。该区紧邻主要生油层发育区,且在最大湖泛期,湖相泥岩的分布范围可扩展到区内。有较好的油源条件。储层发育,主要为下干柴沟组第一超层序、下干柴沟组第四超层序的高水位期辫状河三角洲相碎屑岩。盖层为上述超层序最大湖泛期密集段泥岩。

### 5 结论

通过单井沉积相及露头剖面相分析,研究区第三

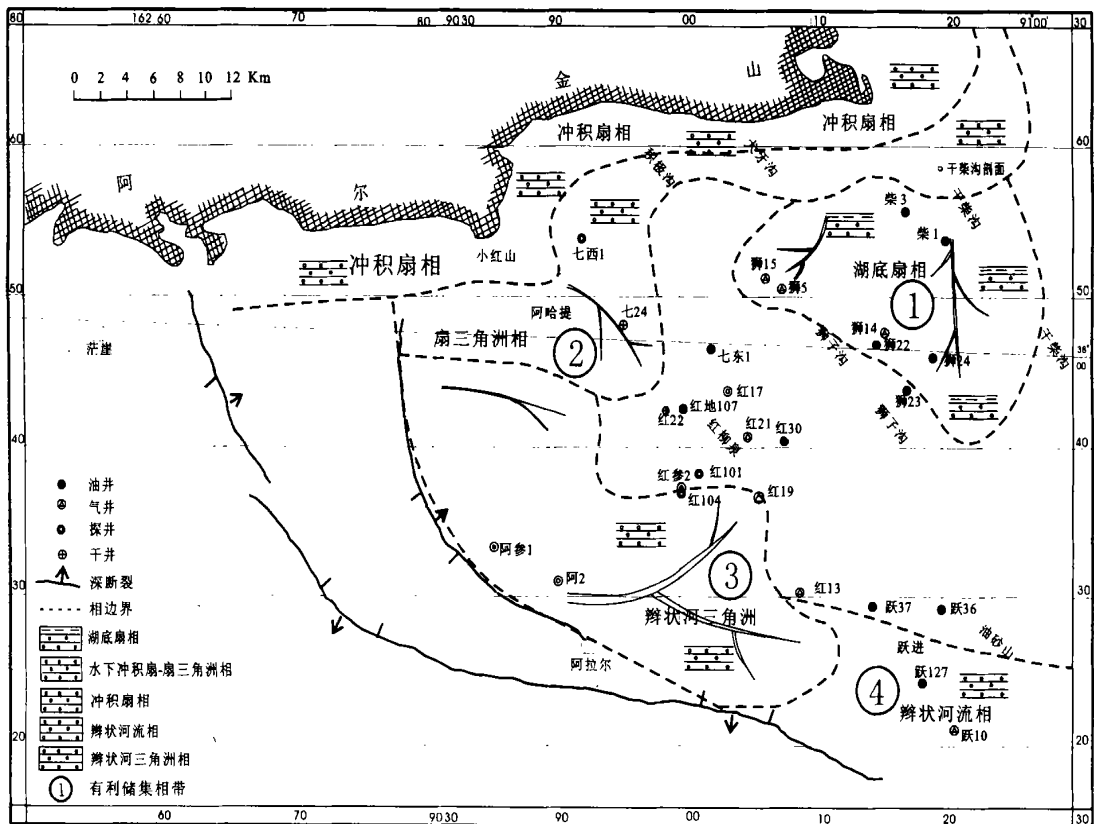


图7 红狮凹陷第三系有利油气聚集区带分布图

Fig. 7 Distribution of the favorable reservoir facies of the Lower Ganchaigou Formation in Hongliuquan-Shizigou area

系下干柴沟组发育有冲积扇相、河流相、三角洲相、扇三角洲相、湖泊相、湖底扇相等几种类型。下干柴沟组的四个超层序中最大湖泛期密集段暗色泥岩是本区的主力烃源岩,这四个超层序中上升半旋回低水位期湖底扇、辫状河流相砂砾岩和下降半旋回高水位期辫状河三角洲、扇三角洲相砂砾岩是红狮凹陷下第三系有利储集岩。根据生油岩及储油岩叠置组合关系,指出阿拉尔以东方向、小红山—阿哈提的南东方向、狮子沟—干柴沟一带(图7)是红狮凹陷下干柴沟组有利油气储集区带。

致谢 作者在柴达木盆地红狮凹陷层序地层沉积相分析中得到了青海油田公司石油勘探开发研究院王铁成工程师以及其他工作人员的大力支持,在此表示感谢!

#### 参考文献(References)

1 王鹏,赵澄林.柴达木盆地北缘地区第三系碎屑岩储层沉积相特征[J].石油大学学报,2001,25(1):12~15[Wang Peng and Zhao Chenlin.Characteristics of Tertiary reservoir sedimentary facies in the north part of Qaidam Basin[J].Journal of the University of Petroleum,China,2001,25(1):12~15]

2 李永军,付国民,阎海卿.柴达木盆地干柴沟地区第三系层序地层分

析及其油气勘探意义[J].西安工程学院学报,2000,22(3):11~18[Li Yongjun,Fu Guomin and Yan Haiqing.The analysis of succession of strata and the significance of oil and gas exploring from Ganchaigou in the Qaidam Basin[J].Journal of Xi'an Engineering University,2000,22(3):11~18]

- 3 付国民,阎海卿,李永军.柴达木盆地干柴沟地区油气成藏条件及其勘探意义[J].甘肃地质学报,2000,9(1):66~73[Fu Guomin,Yan Haiqing and Li Yongjun.Factors for forming oil-gas pool and their exploration significance in Ganchaigou area of Qaidam Basin[J].Acta Geologica Gansu,2000,9(1):66~73]
- 4 Cross T A.Controls on coal in transgressive-regressive Upper Cretaceous Western Interior,U.S.A[A].In:Wilgus C K,et al.Sea-level changes:An integrated approach[C].SEPM Special Publication,1998,42:371~380
- 5 Anderson Donna S,Cross T A.Large-scale cycle architecture in continent strata,Hornelen Basin(Devonian),Norway[J].Journal of Sedimentary Research,2001,71(2):255~271
- 6 薛良清,Galloway W E.扇三角洲、辫状河三角洲与三角洲体系的分类[J].地质学报,1991,2:141~153[Xue Liangqing and Galloway W E.Fan-delta,braid-delta and the classification of delta systems[J].Acta Geologica,1991,2:141~153]
- 7 金强,查明.柴达木盆地西部第三系蒸发岩与生油岩共生沉积作用研究[J].地质科学,2000,35(4):465~473[Jin Qiang and Zha Ming.Cosedimentation of Tertiary evaporates and oil source rocks in the western Qaidam Basin[J].Scientia Geologica Sinica,2000,35(4):465~473]

## Analysis on Depositional Facies of the Lower Ganchaigou Formation in Hongliuquan-Shizigou Area, Western Qaidam Basin

JIANG Hong-chen YU Bing-song WANG Li-dong MU Jian LIU Zhong-bao

(China University of Geoscience Beijing 100083)

**Abstract** Based on sequence stratigraphic research, depositional facies of the Lower Ganchaigou Formation have been studied carefully. It comprises alluvial-fan facies, braided stream facies, braided delta facies, fan-delta facies, lacustrine facies, and lacustrine floor fan facies, etc. In the 4 super-sequences identified, the distributions of depositional facies are discussed. According to the facies tracts, it can be concluded that the favorable reservoir facies are the lacustrine floor fan in Shizigou area, the braided stream and braided delta in Araer area, and the fan delta front in Ahati area.

**Key words** depositional facies, Lower Ganchaigou Formation, Qaidam