

· 煤田地质 ·

# 惠民凹陷西部下第三系沙河街组两种滩坝沉积特征

陈世悦 杨剑萍 操应长 (石油大学资源系 东营 257062)

**摘 要** 通过地质、测井、地震及室内综合分析,对渤海湾盆地惠民凹陷西部下第三系沙河街组三段、四段发育的两种滩坝沉积进行了研究。结果表明,两种滩坝均发育在构造运动平缓时期的浅水地区,具有较高的成分成熟度和结构成熟度。砂质滩坝主要发育在陆源碎屑物质供应充分的沙三段上部并可进一步划分出五种微相。生物碎屑滩坝主要发育在陆源碎屑物质供应不足、气候湿润的沙四段上部。两种类型的滩坝砂体储集物性良好,是有利的油气聚集带。

**关键词** 沙坝 砂体 砂岩 沉积岩相 惠民凹陷

中国图书资料分类法分类号 P588.2

**作者简介** 陈世悦 男 36岁 博士 副教授 沉积学

## 1 引言

由于钻井和地震资料的局限性,目前还无法把断陷湖盆中分布广泛、厚度较薄的滩砂体与分布狭窄、厚度较大的坝砂体严格区分开来。因此习惯用“滩坝”这个综合术语来描述湖盆浅水地区滩和坝的砂体。近两年来,作者通过对惠民凹陷中央隆起带西部沙三、沙四段进行系统的层序地层学和沉积学研究,发现了两种有利于油气储集的滩坝沉积,即滨浅湖砂质滩坝和生物碎屑滩坝。本文通过对滩坝砂体岩性、结构、构造、电性及地震反射特征的研究,总结了它们的沉积特征和沉积模式。

## 2 砂质滩坝储集体的沉积特征

### 2.1 岩性特征

主要为细砂岩、粉砂岩、泥岩、碳质页岩以及含生物碎屑的泥岩和灰岩。以细粒沉积为特征,砂级以上颗粒罕见,其中生物灰岩或含生物碎屑的泥岩分布于整个滩坝层序的底部,生物主要为螺、蚌化石碎片和介形虫化石,介形虫多为反映浅水环境的乐陵真星介、辛店华星介、隐瘤华北介和小拟星介组合。细砂岩中颗粒占 70%,孔隙占 20%(多为原生孔隙),胶结物和杂基各占 5%左右,颗粒中石英占 80%,长石(以钾长石为主)占 15%,岩屑(以燧石岩为主)占 5%,总体上具有较高的成分成熟度。

### 2.2 沉积构造特征

沉积构造类型多样,主要有层理、波痕、生物扰

动、潜穴以及植物根茎等。(图 1)层理主要有平行、波状、沙纹、槽状交错、块状、水平等,其中块状层理多由生物扰动所致,岩心常见生物潜穴切穿层理中纹层及层系,使之呈断续状。生物潜穴发育,潜穴中充填物多发生赤铁矿化,植物根迹多呈直立状分布于砂岩、泥岩之中,并发生赤铁矿化,这些沉积构造发育在碳质页岩之下的砂岩或泥岩中。从层序地层学角度来看形成于准层序界面以下<sup>[1]</sup>。

### 2.3 结构特征

滩坝砂体以粉细砂岩为主,粒径一般为 0.125 ~ 0.25 mm。粒度分析直方图具有突出的单峰,累积

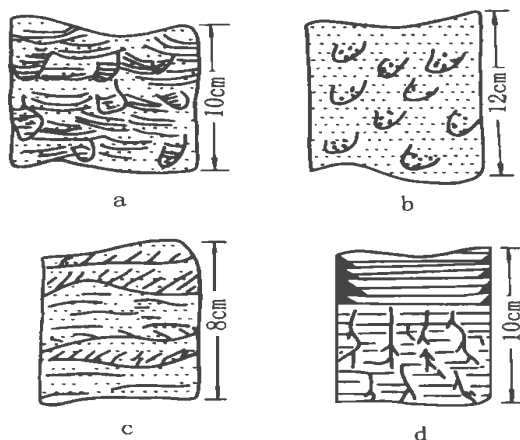


图 1 主要沉积构造类型

a——临 41-3 井, 1563.5 m, 生物潜穴破坏交错层理;

b——41-3 井, 1507.2 m, 斑点状粉砂岩;

c——临 63 井, 1807.1 m, 砂纹、波状层理;

d——临 63 井, 1850.3 m, 碳质页岩-植物茎

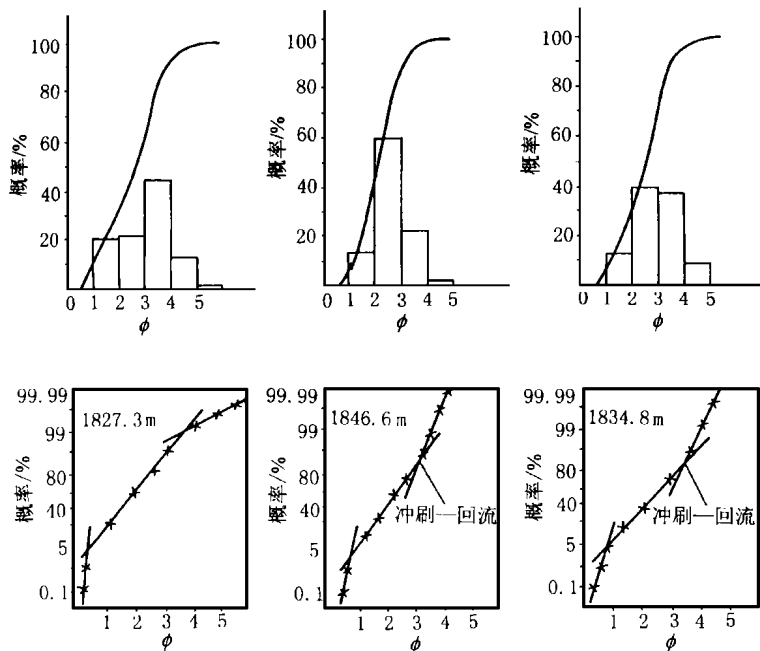


图 2 L41-3 井砂质滩坝沉积粒度概率图和直方图

曲线较陡;粒度概率图多为三段式,局部可见多段式,具有跳跃次总体发育,悬浮次总体较少或几乎没有等特点;并且跳跃总体的斜率大,分选好,可分为两个次总体,反映了存在有冲刷回流现象。(图 2)颗粒的圆度较好,以次圆状颗粒为主,次棱角状、棱角状颗粒较少见,具有较高的结构成熟度。

#### 2.4 电性和地震发射特征

在自然电位曲线和自然伽玛曲线上,坝砂体多对应宽幅正向指形和齿化的漏斗形;滩砂多对应异常幅度较高的“尖刀状”指形密集组合,基本上组成向上异常幅度加大的反旋回。在地层倾角矢量图上,地层倾角矢量的杂乱模式和多个优选方位的频率图特征反映了滩坝砂体受多方向水流作用的沉积特点。

在地震发射剖面上,滩坝沉积响应于底平顶凸、横向展布宽的丘状发射,其内部为具有中等振幅、较好连续性的微波状起伏的亚平行结构。

#### 2.5 相序特征

一个完整的沉积相序主要为灰色泥岩(局部含生物碎屑)→泥质粉砂岩→细砂岩→泥质粉砂岩→碳质页岩,(图 3)由于受沉积条件控制,常较难见到一个完整的沉积相序,但总是以反映较深水条件下形成的沉积产物开始,构成相序的底部;以反映浅水沼泽环境的沉积产物结束,构成沉积相序的顶部。其垂向常表现为复合粒序,下部为反序,上部为正序。SP 曲线上多为厢形、钟形。每个沉积相序厚度一般小于 10 m,平均 3~6 m。

#### 2.6 滩坝的沉积演化过程及微相类型

一个完整的滩坝沉积包括五种沉积微相,即坝前微相(a)、滩坝外侧缘微相(b)、滩坝内侧缘微相(d)、滩坝主体(或坝顶)微相(c)、坝后微相(e)(图 3)。

坝前微相(a):介于正常浪底与风暴浪底之间,偶见风暴岩沉积,属于还原浅湖沉积,岩性以灰色、灰绿色泥岩为主,上部为含生物碎屑泥岩或生物碎屑灰岩,其中生物多为螺介形虫等。该微相与下伏碳质页岩或砂岩呈突变接触,表明其间存在湖水突然变深的过程,生物常因湖水突然变深而死亡,形成生物碎屑或含生物碎屑的泥岩。坝前微相是滩坝沉积的开始,构成了沉积层序的底部。

滩坝外侧缘微相(b):位于滩坝靠近湖盆一侧的正常浪底以上,岩性以泥质粉砂岩、粉砂质泥岩为主,颜色较深,水体能量中等偏低。生物多为广盐性生物,生物扰动、潜穴发育,潜穴多为水平、倾斜型,层理多为波状、水平、沙纹层理。

滩坝内侧缘微相(d):位于滩坝向岸一侧,由于滩坝主体地形较高,对滨浅湖水体起到一定的阻挡作用,从而使滩坝靠岸一侧出现局部低能环境,该微相水体能量中等偏弱。岩性也是以泥质粉砂岩、粉砂

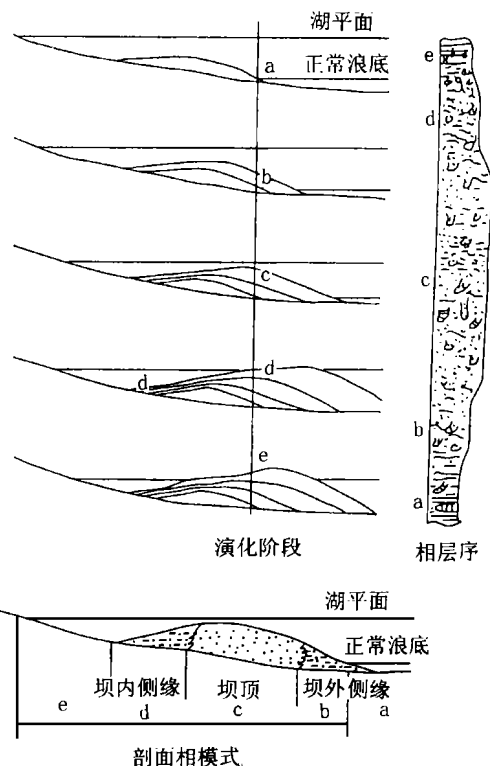


图 3 砂质滩坝沉积演化过程、相层序及相模式

质泥岩为主,但炭屑、植物根茎等较发育,生物扰动潜穴也较常见,潜穴多以水平、倾斜为主,层理以水平、波状、透镜状为主。

滩坝主体(或坝顶)微相(c):是滩坝的主体部分,沉积水动力能量最强,沉积物不仅粒度最粗,且结构和成分成熟度也最高。岩性以粉砂岩、细砂岩为主。生物潜穴以倾斜、垂直为主,层理以平行、块状、交错层理为特征,粒度概率图上表现为跳跃总体发育,斜率大,可分为两个次总体等特征。此外,滩坝主体上常发育冲槽(或冲坑),即滩坝顶部相对低洼的地区,该地区是滩坝主体上高能环境中相对低能的局部地区,沉积物粒度偏细,以泥质粉砂岩、粉砂岩为主,其中底部可发育有少量的冲刷砾、植物杆等。该沉积微相是高孔高渗分布带,孔隙度一般为25%~30%,渗透率一般在300mD以上,最高可达1300mD,渗透率明显好于滩坝内、外侧缘微相。

坝后微相(e):相当于沼泽沉积,位于滩坝向岸一侧。滩坝沉积后期,湖水水体逐渐变浅,早期滩坝沉积也逐渐出露水面,从而逐渐发生沼泽化而形成碳质页岩沉积,反映了滩坝沉积事件的结束。

### 3 生物碎屑滩坝沉积特征

沙四段沉积晚期,惠民凹陷发育了分布稳定的生物碎屑滩坝,它们具有以下沉积特征。

#### 3.1 岩性特征

构成生物碎屑滩的主要岩性为螺灰岩、介形虫灰岩和鲕粒灰岩。螺灰岩单层厚度0.5~2.0m,单井最大累计厚度40m,一般为10~20m。在垂向上,薄层螺灰岩与灰黑色泥岩、粉砂岩互层。介形虫灰岩单层厚度0.5~1.0m,其中介形虫化石个体小,保存好,含量高达60%以上,还可含较多的砂屑。在垂向上,上覆为灰黑色泥岩,下伏为浅灰色泥质粉砂岩。

鲕粒灰岩和砂屑灰岩构成鲕粒滩。鲕粒包括正常鲕、空心鲕和表鲕,粒径0.2~0.4mm,形态为圆和椭圆状。砂屑灰岩粒径0.2~0.3mm,颗粒分选、磨圆较好,厚2.0~3.0m,在垂向上,上覆灰黑色厚层泥岩,下伏薄层浅灰色粉细砂岩。

#### 3.2 电性和地震发射特征

生物碎屑灰岩具有较好的孔渗性,又与粉细砂岩互层,自然电位曲线多呈指形,电阻率曲线响应为高阻尖刀状。(图4)地震反射响应为2~3个强相位组成的平滑平行反射结构或小丘形反射结构。

### 4 讨论

根据惠民凹陷的构造演化特征,沙四段上部沉

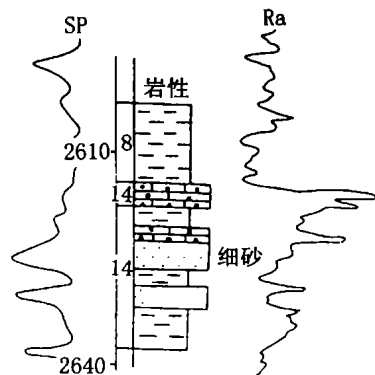


图4 盘深2井生物碎屑滩沉积序列

积时期,临邑大断层活动缓慢,湖盆缓慢沉降,水体逐渐加深,整个惠民凹陷呈现广盆浅水的特点。湖盆西部水系不发育,陆源碎屑物质供应较少,气候由干燥转为湿润<sup>[2]</sup>,水体混浊度低,有利于生物的大量繁殖和碳酸盐形成<sup>[3]</sup>。粒屑灰岩和鲕粒灰岩多分布在湖盆西部近岸的水体动荡的临邑、盘河一带;介形虫灰岩和螺灰岩多分布在湖盆东部水体稍安静的贾庄一带。在垂向上,生物碎屑灰岩常下伏浅灰色粉细砂岩、上覆灰色泥岩,整体构成向上泥岩颜色变深的水进序列。

沙三段晚期,惠民凹陷处于盆地发育的断陷晚期,构造活动强度降低,并相对稳定,湖盆水体较浅,湖岸线退至临邑以东,中央隆起带西部局部出露<sup>[4]</sup>,陆源碎屑物质供应充足,此时碳酸盐沉积不发育。在湖盆西部发育了河流—三角洲沉积,由于三角洲的河流作用不十分强烈,携带的沉积物进入湖盆后,易受到湖浪和岸流的重新改造,使沉积物发生侧向移动,从而在三角洲侧缘形成砂质滩坝沉积。在滩坝沉积过程中常伴随有风暴岩沉积。

### 5 结论

a. 惠民凹陷西部沙三、沙四段的砂质滩坝和生物碎屑滩坝主要发育于构造运动稳定时期的滨浅湖浅水地带,具有较高的成分成熟度和结构成熟度,滩坝呈条带状延伸。

b. 生物碎屑滩坝主要发育在陆源碎屑物质供应不足、气候湿润及生物大量繁殖的沙四段上部,砂质滩坝在陆源碎屑供应充分的沙三段上部较发育并伴随风暴岩沉积。

c. 根据沉积特征及发育演化过程,将砂质滩坝划分为五个沉积微相:坝前微相、滩坝主体(或坝顶)微相、滩坝内侧缘微相、滩坝外侧缘微相及坝后微相。

# 华南中晚二叠世含煤沉积类型之重议<sup>\*</sup>

尚冠雄 (中国煤田地质总局 涿州 072752)

**摘要** 华南龙潭组沉积复杂多样,对比困难。本文以岩石地层、生物地层、含煤地层以及它们共同构建的地层组合及叠覆关系作为对比标尺,以其中海相层为主要标志,结合华南中、晚二叠世构造古地理特征,将龙潭组划分为9种类型,并对长兴组、大隆组进行了厘定。

**关键词** 龙潭组 古构造 古地理 地层类型 东吴运动 东南运动

**中国图书资料分类法分类号** P618.1101

**作者简介** 尚冠雄 男 66岁 高级工程师 煤田地质学 地层学

## 1 引言

华南煤田,包括华南二叠纪煤田,向以复杂多样而著称。究其原因,约略有二:一为原沉积因素,二为后期变化因素。后者一般系指印支期和燕山期多种形式的褶皱、断裂与岩浆活动。然则此种活动影响所及并不限煤系一者,乃席卷各时期之沉积地层以及各种成因之矿产。而煤系沉积面貌却能反映其独有的多样性。基于此,遂有将华南含煤沉积划分为若干类型之举。1976年作者曾首先作此尝试。但于今观之,当时

之研究尚有若干不足:一是采用统一地层划分方法,混同了多种地层内涵间的关系;二是未能及时了解一些地点生物地层研究的新进展;三是没有读到王竹泉教授《华南晚二叠世煤田形成条件及分布规律》专著(1980年出版)。今值王老逝世25周年,谨以此重议之文聊作纪念,并藉以怀念他对作者多年的教诲之情。

## 2 标尺的选择

划分类型应建立在地层对比的基础上,而对比则需要一个标尺。作者1976年曾提出,此标尺的内容

<sup>\*</sup> 作者1976年著《华南晚二叠世含煤沉积的几种类型》,载于中国地质科学院内部刊物《地质科技》1976年4期。该文摘要又于1979年第二届全国地层会议石炭二叠纪分组会上宣读,惜未公开发表。今重提此事故曰“重议”。

d. 滩坝邻近油源(沙三段中部油页岩),砂质滩坝主体微相及生物碎屑滩坝储集物性好,是有利油气聚集带,应成为油气勘探开发的重要目标。

## 参考文献

1 Zhang Jinliang *et al.* Beach and bar deposits of the palaeogene Dongying formation in the Henan oil field. *Scientia Geologica*

Snica, 1995; (4) 497~ 504.  
2 王秉海等.胜利油区地质研究与勘探实践.北京:石油工业出版社,1992  
3 冯增昭等.中国沉积岩.北京:石油工业出版社,1994 623~ 631  
4 杨剑萍等.惠民凹陷下第三系湖相沉积密集段特征.石油大学学报(自然科学版),1998; 22(4): 21~ 24

(收稿日期 1999- 10- 30)

## SEDIMENTARY CHARACTERISTICS OF TWO KINDS OF BEACH- BARS OF OLIGOCENE SHAHEJIE FORMATION IN WESTERN HUIMIN DEPRESSION, CHINA

Chen Shiyue Yang Jianping Cao Yingchang (Resource Department, University of Petroleum)

**Abstract** Two kinds of beach-bars deposited in Member Sha-3 and Member Sha-4 of the Oligocene Shahejie Formation in western Huimin depression, Bohaiwan basin are analyzed in terms of geological, well test, seismic and office analysis. The results have shown that two kinds of beach-bars formed in shallower water environment in weak tectonic activity period and have high degree of compositional maturity and textural maturity. The sandy beach-bars developed in the upper Member Sha-3 of the Shahejie Formation, where terrigenous materials supplied enough, which can be divided into five microfacies. Bioclastic beach-bars mainly developed in upper Member Sha-4 where terrigenous materials supplied insufficiently and was in humid climate period. The reservoir quality of sand bodies of two kinds of beach-bars are fine and favorable for oil and gas enrichment.

**Keywords** bars; sand bodies; sandstone; lithofacies; Huimin depression