

文章编号: 0253-9985(2001)01-0068-04

鄂尔多斯盆地中部石炭-二叠系两类三角洲沉积机理探讨

何义中, 陈洪德, 张锦泉

(成都理工学院油气藏地质及开发工程国家重点实验室, 四川成都 610059)

摘要: 鄂尔多斯盆地中部石炭-二叠系发育曲流河-浅水海相三角洲和网状河-浅水湖泊三角洲两种类型的三角洲。这两类三角洲与经典的三角洲模式不同的是, 三角洲前缘水下分流河道砂体和三角洲平原分流河道砂体分别构成了曲流河-浅水海相三角洲和网状河-浅水湖泊三角洲的骨架砂体, 而不是传统认为的三角洲前缘河口砂坝。控制石炭-二叠系两类三角洲发育的主要是河流类型、地形坡度、水体深浅、不同水体密度差及河流沉积作用和湖泊的分散作用等。曲流河-浅水海相三角洲主要发育于曲流河水系, 沉积物较细, 地形坡度平缓, 喷流机制为似等密度流, 水体密度较大, 以河流、波浪和潮汐作用为主; 网状河-浅水湖泊三角洲主要发育于网状河水系, 沉积物较粗, 地形坡度较小, 喷流机制属高密度流, 水体密度较小, 湖泊分散作用较强, 沉积作用相对较弱。根据两类三角洲的特征分别建立了它们的沉积模式, 并指出曲流河-浅水海相三角洲前缘水下分流河道砂体及网状河-浅水湖泊三角洲的平原相带呈透镜状或带状分布的分流河道砂体是有利的勘探方向和目标。

关键词: 鄂尔多斯盆地中部; 曲流河-浅水海相三角洲; 网状河-浅水湖泊三角洲; 沉积特征; 成因机理; 沉积模式

第一作者简介: 何义中, 男, 29岁, 博士, 石油物探

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

从晚石炭世到早二叠世, 鄂尔多斯盆地发育了两类三角洲, 一是晚石炭世曲流河-浅水海相三角洲; 二是早二叠世网状河-浅水湖泊三角洲。由于在其沉积机理上存在明显差异性, 因此, 两类三角洲的砂体展布特征和储层发育分布规律存在较大的差别。

1 沉积特征

1.1 与经典三角洲的沉积差异

三角洲是河流与海洋或湖泊汇合处所形成的锥形沉积体。由于有着丰富的生油母岩、良好的储集层和有利的圈闭条件, 因而成为油气聚集的重要场所, 长期以来倍受人们的重视。

就鄂尔多斯盆地而言, 两类三角洲在许多方面与经典的三角洲理论^[1]存在较大差别: (1) 三角洲特别是早二叠世的陆相三角洲, 三角洲平原亚相成为三角洲中砂层集中发育带; (2) 该区无论是海相三角洲还是陆相湖泊三角洲, 其前缘河口坝、席状砂不发育(图1); (3) 该区早二叠世陆相三角洲前缘尽管砂体相对不发育, 但是水下分流河道纵向延

伸很远, 成为三角洲前缘骨架砂体; (4) 该区无论是海相三角洲还是湖泊三角洲三层结构均不明显。

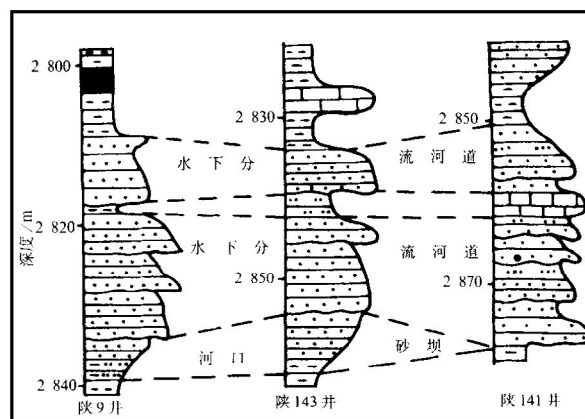


图1 海相三角洲前缘砂体展布特征

Fig. 1 Distribution features showing sand bodies of delta front facies

1.2 两类三角洲之间的差异

鄂尔多斯盆地晚石炭世太原组的海相三角洲与早二叠世湖泊三角洲虽然发育于同一地理位置, 时间较为连续, 但两者之间却有明显的差异(表1): (1) 前者河口坝和席状砂较后者相对发育; (2) 虽然同属于河控三角洲, 但前者三角洲前缘延伸不及后者远; (3) 在砂体展布规律上, 前者主要以三角洲前缘砂体为主, 后者三角洲前缘不发育, 而以三

三角洲平原砂体为主。

表 1 两类三角洲的沉积特征

Table 1 Sedimentary characteristics of two kind deltas

特 征	陆表海-曲流河三角洲	湖泊-网状河三角洲
沉积背景	陆表海	湖泊
主要作用	河流作用、波浪作用、潮汐作用	河流作用、湖水作用
喷流机制	似等密度流	高密度流
亚相构成及特征	三角洲平原(未见)、三角洲前缘(延伸较远)、前三角洲	以三角洲平原为主,三角洲前缘延伸近,分布范围小,前三角洲
主要砂体类型	分流河道、河口砂坝、席状砂	分流河道、水下分流河道
结 构	粒度相对较细、分选较好、成熟度高	粒度粗、分选较差、成熟度低
层 理	以大型板状、平行层理、冲洗层理、楔状层理和沙纹层理为主	以大型楔状层理、板状层理平行层理及槽状层理为主
砂体分布	前缘砂层厚度大	三角洲平原是三角洲中砂层集中发育带,前缘砂体厚度相对较薄
砂体连通性	侧向连续迁移,板状砂体发育,纵向连通性相对较差	侧向连续性相对较差,呈透镜状砂体展布,纵向连通性好
剖面结构	平原河道常见二元结构	多砂体叠置,其间缺乏细粒物质,冲刷作用强

2 成因机理

影响三角洲特征发育的因素很多,结合研究区实际情况,我们认为控制该区晚石炭世-早二叠世三角洲发育特征的因素主要是河流类型、腹地地势(坡度)、蓄水盆地的坡度、水体深浅以及河流水体和蓄水盆地水体的相对密度、河流沉积作用和湖泊分散作用(再分配)的相对强弱。

该区古生代受晚加里东运动的影响,经历 130~150 Ma 的风化剥蚀,到晚石炭世,从北部阴山古陆到靖边(鄂尔多斯盆地中部),地势平坦,主要发育曲流水系,沉积物相对较细。而在早二叠世,受区域构造活动的影响,北部和西部不断抬升,地形坡度有所增加,河流性质发生变化,以发育网状水系为主,沉积物相对较粗。因此,两种水系之间存在密度差异,决定了两种水系形成的三角洲之间存在差别。由携带的沉积物网状河流体进入湖泊后,与湖泊之间存在着较大的密度差异,属于“高密度流”,侧向扩散较少,三角洲前缘沿着湖底将会继续向湖心快速推进,于是水下分流河道延伸较远,河口坝沉积较少,砂体相对分散,沉积厚度较薄和泥质夹层多(图 2)。由于该区湖盆坡度平缓,水体浅,可容纳空间有限,导致三角洲生长速度快。三角洲平原迅速推进,进一步降低地形坡度,从而减弱携带沉积物流体的动能,使得大部分沉积物在三角洲平原上的分流河道中沉积下来(图 3)。同时因

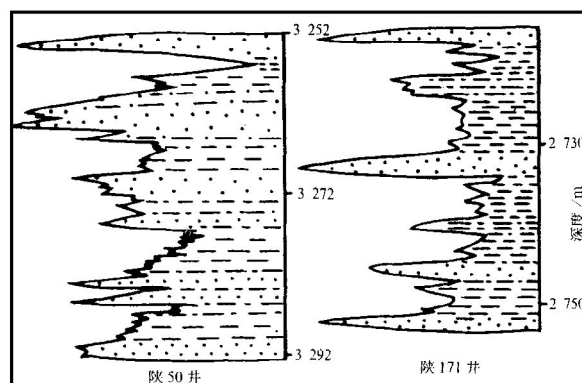


图 2 陆相三角洲前缘砂体展布特征

Fig. 2 Distribution feature of continental facies delta front sand bodies

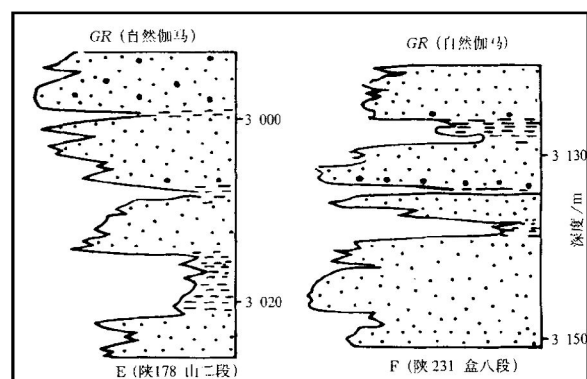


图 3 三角洲平原河道砂体特征

Fig. 3 Characteristics showing river channel sandbodies of deltaic plain

水体浅,有限河口坝常遭到进积的水下分流河道的

冲刷和侵蚀,难以保存,因此在该区无论是钻井岩芯或露头剖面,远砂坝-河口砂坝少见。对于晚石炭世的海相三角洲,由于海水密度相对湖水密度大,而曲流河水体密度较网状河水体密度小,因这两种水体密度之差不大,近于相等,其喷流机制不同于网状河-湖泊三角洲,而属于“似等密度流”,因此携带的细粒沉积物的曲流河流体进入陆表海后,立即发生两种水体的三维混和。曲流河三角洲的侧散作用相对较强,底流作用相对较弱,因而砂体纵向延伸不远,多期砂体冲刷、叠置,砂体比较集中,厚度较大。该区属于陆表海沉积盆地,水体浅,加之又处东北部缓坡带上,水体更浅,三角洲生长速度也较快,大量河口坝-远砂坝砂体被进积的水下分流河道所侵蚀、改造,未能完全有效地保存下来,保存下来的主要是水下分流河道。河口坝虽然保存较少,但仍多于湖泊三角洲的河口坝。由于水体浅,不可能有大的波浪作用,也不可能存在强潮汐作用的影响,因此,无论海相还是陆相湖泊三角洲的席状砂都不很发育。此外该区由于蓄水盆地水体浅、坡度缓,因此无论是海相三角洲还是陆相三角洲,三角洲的三层构造都不明显。

由此,可以看出,不同的控制因素(沉积条件)所形成的三角洲的特征是迥然不同的。不能生搬硬套经典的三角洲理论,必须结合实际沉积条件,综合分析,才能正确认识三角洲特征的发育规律,并利用其规律,更好地为储层预测、油气勘探服务。

3 沉积模式

基于上述沉积特征,我们建立了该区晚石炭世的曲流河-陆表海浅水三角洲模式(图4),该类三角洲具如下主要特点:

(1) 地形坡度平缓,海水波浪和潮汐作用较弱,三角洲沉积主要受河流作用控制;

(2) 三角洲平原上分流河道,无论是在露头剖面(如山西柳子沟剖面、呼鲁斯太剖面)或钻井岩芯中均以边滩沉积为主,砂体规模小,呈透镜状,且多见天然堤和决口扇沉积;

(3) 三角洲前缘沉积以水下分流河道砂体为骨架,其规模大、砂层厚、泥质夹层少、侧向连通性好,河口砂坝不太发育,砂体向海盆延伸不远,鸟足状特征不明显,底冲刷作用较强烈,有的直接与前三三角洲底板灰岩呈冲刷接触;

(4) 海侵期沉积的灰岩、泥岩与海退时沉积的三角洲砂体在剖面上频繁交替,形成多个沉积旋回,从而组成多个有利的生储盖组合。

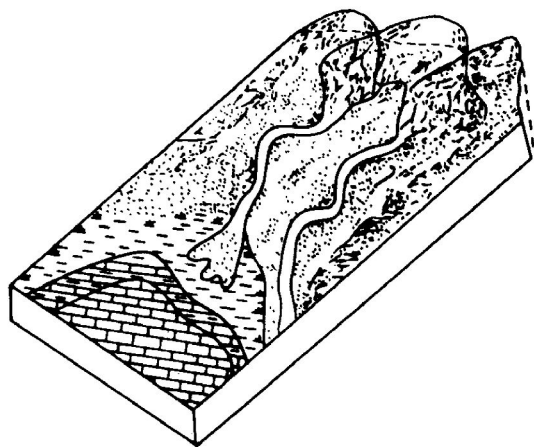


图4 曲流河-陆表海浅水三角洲沉积模式图

Fig.4 Model map showing shallow water deltas
meandering river- epicontinental sea

而早二叠世的网状河-湖泊浅水三角洲模式如图5所示,此类三角洲的特点是:

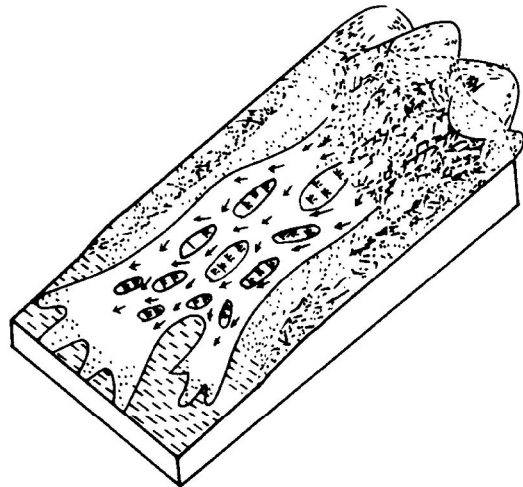


图5 网状河-湖泊浅水三角洲沉积模式图

Fig.5 Model map showing shallow water deltas of
braided river- lake

(1) 盆地北部地形坡度小,冲积扇仅分布于山口处,冲积平原与三角洲平原连成一体,从而组成分布范围广阔的三角洲平原相带;

(2) 三角洲平原上分流河道具迁移快、变化大、分叉复合频繁等特点,心滩是分流河道的主要沉积微相类型,剖面上表现出多个砂体重叠叠置,其间主要为冲刷接触,缺乏二元结构,泥质夹层少;

(3) 三角洲平原是三角洲中砂层集中发育带,砂体规模大,且单层砂体厚度大,泥质含量低,呈长

条带状展布,具有低的宽厚比值及良好纵向延伸性和连通性;

(4) 三角洲前缘砂体相对不发育,以水下分流河道砂体为骨架,河口坝不发育,单层厚度薄,泥质含量高,泥质夹层较多,底冲刷强烈,纵向延伸较远,且水体浅,三角洲生长速度快,以平原相为主;

(5) 沉积物粒度普遍较粗,含砾粗中粒砂岩、中-细粒岩屑砂岩是分流河道、水下分流河道的主要岩石类型。

4 勘探建议

针对上述两类三角洲的不同沉积特征和砂体

展布规律,结合鄂尔多斯盆地具体的地质构造情况和岩石物性特征分析,其勘探目标和方向是,对于晚石炭世的海相三角洲,三角洲前缘水下分流河道砂体是有利的目标,而对于早二叠世的陆相湖泊浅水三角洲,三角洲平原相带中进积呈透镜状或带状分布的粗中粒分流河道砂体是有利勘探方向。可喜的是,近期的钻探结果充分证明这种提议是正确的,也间接证实了这两类三角洲确实存在着差异。

参 考 文 献

- 1 何治亮. 湖盆三角洲分类的初步探讨[J]. 石油与天然气地质, 1986, 7(4): 358~402

DISCUSSION ON SEDIMENTATION MECHANISM OF TWO KIND DELTAS FROM PERMIAN-CARBONIFEROUS OF CENTRAL ORDOS BASIN

He Yizhong Chen Hongde Zhang Jinqun

(State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu College of Technology, Chengdu, Sichuan)

Abstract: Two Kinds of deltas— meandering stream-shallow sea delta and braided stream-shallow lake delta— developed in Permian-carboniferous Systems in Ordos Basin. The deltas differ from typical deltaic model. Deltaic front subaqueous distributary channel sand bodies and deltaic plain distributary channel sand bodies are the skeleton sand bodies of meandering stream-shallow sea delta and braided stream-shallow lake delta respectively but not traditional deltaic front river mouth sand bars. The two kinds of deltas are controlled by river types, ground slope, water depth, water density differentia, river sedimentation and lake dispersion. The first kind of delta mainly developed in meandering stream water system; the second kind of delta developed in braided river water system. Two depositional models were built according to their characteristics. It is pointed out that the subaqueous distributary channel sand bodies of the first type of delta and the lensing and zonal distributary channel sand bodies of the second type are favourable oil and gas exploration targets.

Key words: Ordos Basin; meandering stream-shallow sea delta; braided river-shallow lake delta; sedimental feature; mechanism; depositional model

(上接第67页)

the central part of the sag contains mixed oil and the south part contains normal oil. Sha-3~ Sha-4 members are fine source rocks with 2.16% average organic carbon contents. Abundant organic matter, including higher plant and lower hydrobionts in the source rocks, increased the wax contents. The ratio between dibenzothiophene and phenanthrene is less than 1.0, suggesting that the whole Shahejie Formation was formed in weak oxidation environment of fresh water. Besides, the north part had been long in the low maturation stage. This weak oxidation-low maturation environment is the key factor for the high wax oil to be preserved. The high contents of trimane in the oil indicate that microbial action made some contribution for the formation of the high wax oil.

Key words: high wax oil; terrestrial organic matter; microbial reworking; oxidation-reduction environment; maturation; Damintun sag