

文章编号 :1000-0550(2000)02-0227-07

高弯曲与低弯曲河流比较沉积学研究^①

——以长江上、下荆江段为例

张春生 刘忠保 施冬

(江汉石油学院 湖北荆州 434102)

摘要 以长江上、下荆江河段为例,运用比较沉积学的方法阐述了高弯曲河流与低弯曲河流的沉积单元及沉积特征。由于河流特性、流量及河流边界条件的不同,①虽然上、下荆江都发育了大量的点坝沉积,但在形态、分布位置、成熟度、粒度分布、沉积构造、剖面结构、微地貌特征等七个方面存在明显差别;②虽然上、下荆江都发育有江心洲(心滩),但是其成因、规模、演化规律及沉积结构均不同;③决口扇沉积仅仅发育在上荆江河段,且两岸发育程度几乎均等,下荆江不发育决口扇沉积;④牛轭湖沉积仅发育在下荆江,而且主要分布于下荆江北岸。

关键词 曲流河 比较沉积学 沉积单元 沉积特征 荆江

第一作者简介 张春生 男 1963年出生 副教授 沉积学与储层地质学

中图分类号 P512.2 文献标识码 A

有关曲流河的研究报导在相关杂志及论著中时常见到,许多研究者从不同方面对曲流河的特征进行了深入分析^[1,2,3,4]。归纳起来,这些研究主要集中在水动力学与底形、现代及古代河流作用、相模式以及河流相储层建模方面。尤其是我国油田地质学家综合运用河流沉积学研究成果指导我国油气勘探开发,取得了令人瞩目的成果^[5,6,7]。本文拟从比较沉积学出发,对高弯曲河流与低弯曲河流两种类型曲流河,深入分析和对比。

绵延在湖北、湖南两省全长 320 km 的荆江属长江的一部分。从河流学的观点来看,以藕池口为界的

荆江河段流量过程相对比较稳定,年变差较小,多年平均变差 12.2~26.4,月均变差 5.3~8.7。上荆江由于分流口较多,而且受到支流注入的影响,流量变差明显大于下荆江。上荆江上游河岸由砾石、砂和泥三层组成,上荆江下游及下荆江河岸由沙和泥两层组成,砾石埋藏较深。因此上荆江的抗冲性较强,下荆江的抗冲性较弱,并由此造成了上、下荆江沉积特征的不同(图1)。

1 沉积类型

受上述各种条件的影响,上、下荆江沉积类型不同,主要表现在两个方面:

1.1 河床沉积

荆江河床中共发育大小洲滩 70 余处,其中大型点坝和江心洲(心滩)分别为 25 处和 18 处。由于上荆江河床的微弯分汊特性,以发育众多的江心洲(心滩)为显著特征,沿程规模较大的有关洲、董市洲、凤皇洲、江口洲、马羊洲、三八滩、突起洲等,此外还有太平口、二圣洲、南五洲、周家湾等大型点坝,同时在分流河口处存在三角滩^[8]。

下荆江的高弯曲流特性决定了河床中以发育高成熟的凸岸点坝为特征,同时在凹岸发育凹岸滩坝,在两个弯道之间的过渡段发育水下砂体^[9]。

1.2 河床边缘沉积

上荆江与下荆江在河床边缘沉积方面表现不同。上荆江两岸发育众多的决口扇沉积,规模大的数百平

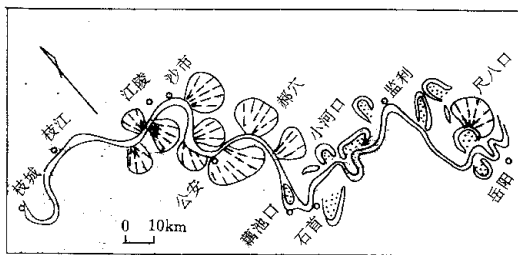


图1 长江荆江段河型及沉积类型示意图

Fig.1 The schematic drawing of river shape and depositional type of Jingjiang channel, Changjiang river

上、下荆江,河流特征是迥然不同的(图1)。上荆江属微弯分汊形河道,曲率 1.72,平滩水位平均宽度约 1 600 m。下荆江属高弯曲流河道,平均曲率 2.63,素有“九曲回肠”之称。平滩水位时平均河宽约 1 330 m,比上荆江稍窄,平均水深 12.7 m,略深于上荆江。

① 国家重点基础研究发展规划项目(编号 G1999022507)资助

方公里,一般几十~上百平方公里。而下荆江则形成众多的牛轭湖沉积,既有人工裁弯形成的牛轭湖,也有自然裁弯的牛轭湖。因上荆江南岸有基岩出露,所以牛轭湖主要发育在荆江北岸。

2 沉积相单元

由于上荆江的流量、河道属性及河岸边条件不同,沉积单元的发育特征也不同。某些沉积单元是上、下荆江共有的,但沉积特征有显著差别,某些沉积单元则主要出现在上荆江或下荆江。

2.1 点坝沉积

点坝沉积是蛇曲河流发育的典型地貌单元,它是长江荆江段重要的沉积砂体,上、下荆江都有发育。点坝不仅发育于蛇曲河流的凸岸,凹岸也有分布,而且又与凸岸不同^[10]。上荆江的凸岸点坝主要有太平口、埠河、二圣洲、南五洲等,下荆江点坝有石首、小河口、碾子湾、调关、中洲子、七弓岭、观音洲等。以上荆江太平口下点坝和下荆江小河口六合垸点坝为例,概述上、下荆江点坝沉积的不同特点。

① 形态不同

上荆江太平口下点坝长约 7 km,最宽约 1.74 km,平均宽约 1.2 km,长宽比约 6:1,即太平口下点坝呈长条状分布(图 2)。小河口六合垸点坝长约 4.3 km,宽 3.8 km,长宽比将近 1:1,即小河口点坝呈近似等轴状,长度与宽度几乎相等。上下荆江的其它点坝形态分别与太平口下点坝和小河口六合垸点坝的形状相对应。上、下荆江点坝形态的不同表现与河道特征紧密相关。曲流河模拟实验表明,点坝的形态直接受控于河道的曲率(K)。当 $K < 2$ 时,发育长条形点坝,当 $K > 2$ 时,发育等轴形点坝,当 $K > 4.5$ 时,发育牛轭湖^[11]。

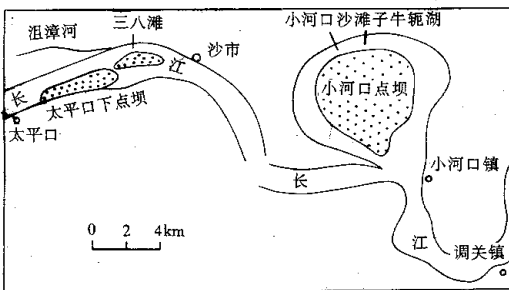


图 2 上、下荆江点坝形态及分布位置比较

Fig. 2 The comparison of shape and distributive spot of point bar up and down stream of Jingjiang

② 点坝分布位置不同

太平口下点坝位于上荆江宛市河湾与沙市河湾之间的过渡河段,而小河口六合垸点坝则位于小河口河湾的弯道顶点,两边对称于顶点分布。这说明点坝并不总如文献上所表示的那样,位于凸岸顶点。模拟实验表明:位于凸岸顶点的点坝是少数,是点坝发育的极限位置,继续发展,就过渡为牛轭湖。大量的点坝则呈不对称状分布于弯顶两侧。甚至当河道曲率较小时,点坝位于两弯道之间的过渡段(图 2),太平口下点坝就是一个例证。随着河道曲率的增大,点坝的迎水边有向上游河道迁移的趋势(图版 I-1, 2),从下游向上游逐渐接近弯顶和超过弯顶,当河道曲率再大时,点坝才可能对称于弯顶分布,下荆江表现出高弯曲流特性,小河口六合垸点坝就对称分布于弯顶两侧(图 2)。

③ 沉积物成熟度不同

研究表明,太平口下点坝沉积物主要是长石、岩屑、石英组成的岩屑长石砂和少量的长石岩屑砂。长石占 31%,岩屑 37.9%,石英仅占 31.1%,且石英和长石呈棱角状和次棱角状。沉积物主要由中砂组成,含有一定量的砾石和粉砂,分选一般,磨圆中等,泥质含量占 9%。小河口六合垸点坝主要由粉砂+细砂组成,无砾石分布,砂层中泥质含量仅占 4%,石英含量上升至 67.4%,长石含量下降到 22.3%,岩屑含量降至 10.3%,说明沉积物成熟度有了较大的提高(表 1)。

另外,太平口下点坝重矿物多达 27 种,占沉积物总量的 3.79%,不稳定重矿物占重矿物总量的 57.3%。小河口六合垸点坝重矿物仅有 14 种,稳定重矿物有 9 种,占重矿物总量的 64.3%,也说明沉积物成熟度有了进一步的提高。

④ 粒度分析反映的颗粒群体搬运特征差异

太平口下点坝的概率曲线主要分为三大类,其中有两类中包含有数量不等的滚动总体,而且对应的粒度都较六合垸点坝为粗。有不少样品概率曲线显示多段起伏的特征,说明水动力条件急而不稳。六合垸点坝无滚动总体,以跳跃总体为主,概率曲线比较规则,规律明显。另外 CM 图特征也有不同表现,太平口下点坝 CM 图由 PQ+QR+RS 三段组成。以 QR 为主,六合垸点坝 CM 图由 QR+RS 段组成,二段所占比重相差不大,亦反映了两个点坝不同的水动力条件(表 2)。

⑤ 沉积构造有差别

沉积构造的差别首先表现在滩面特征上。上荆江太平口下点坝出露于地表的是沙滩,其上各种波痕丰富,流水波痕、浪成波痕、风成波痕、冲坑都可见到,而且分布有一定规律。一般流水波痕组成一级波痕,规

表 1 上、下荆江点坝沉积物成熟度对比表

Table 1 The comparative table of sedimentary maturity in point bar up and down stream of Jingjiang

指标名称	石英含量 %	长石含量 %	岩屑含量 %	泥质含量 %	颗粒形状	分选性	重矿物	沉积物组成
上荆江太平口下点坝	23.0-42.2 31.1	24.0-41.0 31	31.0-50.0 37.9	9	棱角状或次棱角状	差-较好	27种	中砂+少量砾石
下荆江小河口点坝	59.2-81.8 67.4	17.5-41.0 22.3	8.2-23.5 10.3	4	次圆状	好	14种	细砂+粉砂

注 横线上为含量范围 横线下为平均含量。

表 2 上、下荆江粒度参数及 C-M 图特征比较

Table 2 The characteristic comparison of grain parameter and C-M map up and down stream of Jingjiang river

名称	上荆江 太平口下点坝			下荆江 小河口点坝	
类型					
截点位置 φ 值	粗 0.5~1.8 细 3.7~4.5	粗 1~2.2 细 4.1~5.1		4.2~5.7	4.8~6.3
跳跃段 斜率	70°~84°	62°~80°		79°~95°	80°~86°
分选系数	0.37~0.46 0.42	0.41~0.58 0.49	0.71~1.4 0.92	0.29~0.46 0.38	0.40~0.57 0.51
粒度中值 φ	2.7~4.4 3.3	3.1~5.3 3.9	2.4~4.6 3.5	2.9~4.4 3.5	3.1~4.6 3.8
C-M 图特征					

模最大(图版 I-3);浪成波痕叠置其上,组成二级波痕,规模中等(图版 I-4),风成波痕规模最小,构成沙滩表面的三级波痕。下荆江六合垸点坝表面为泥或粉沙质泥,成为富饶的粮田。

沉积构造的差别其次表现在剖面特征上。太平口下点坝剖面最重要的层理类型是槽状交错层理(图版 I-5),而且层系底界冲刷明显,带有泥砾分布,层系厚 15~20 cm,大者达 60 cm,凹槽展宽可达 120 cm,凹槽半径一般大于 50 cm,其次是板状交错层理(图版 I-6)纹层倾角 30°左右,层系厚约 13~17 cm。小河口六合垸点坝尽管也发育槽状交错层理和板状交错层理,但是两种交错层理的丰度与太平口点坝正好相反。板状交错层理出现的频率约是槽状交错层理出现频率的 2.3 倍。在六合垸点坝 64 个探槽中,仅有约 30% 的砂层显示槽状交错层理(图版 I-7),绝大部分砂层显示板状交错层理(图版 I-8),且纹层倾角比较低缓(约 15°)。

众所周知,二元结构是曲流河沉积的重要特征,顶层沉积与底层沉积厚度近于相等。但这个模式仅仅适用于小河口六合垸点坝,对于太平口下点坝而言,似乎不存在二元结构,缺乏上部细粒沉积部分(图 3)。

垂向结构的差异导致了小河口六合垸点坝剖面具有良好的韵律性,粒度自下而上有规律地变细,而太平口下点坝这种规律就不明显。

另外,结构差别还表现为:在剖面上,太平口下点坝没有明显的泥质夹层存在,不同期的砂层直接接触,细粒在点坝顶面难以停积,或沉积后又被下一次洪水冲刷,反映了较强的水动力条件。而小河口点坝垂向分割性较强,夹层、隔层显著,而且有一定的厚度。

⑦ 微地貌特征不同

下荆江六合垸点坝具有复杂的微地貌特征^[12],发育大致平行排列的串槽和砂脊沉积,走向与长江主流走向一致。因此,点坝地貌由多期砂脊和沟槽组成,相变快,沉积规律复杂,点坝上不同位置的层序结构呈现出相异的特点。在点坝发育过程中,由于河道愈来愈

⑥ 剖面结构不同

变弯曲,水流阻力逐渐增大。然而流水总是试图切割点坝以减少阻力,使水流畅通,所以在地貌上留下许多

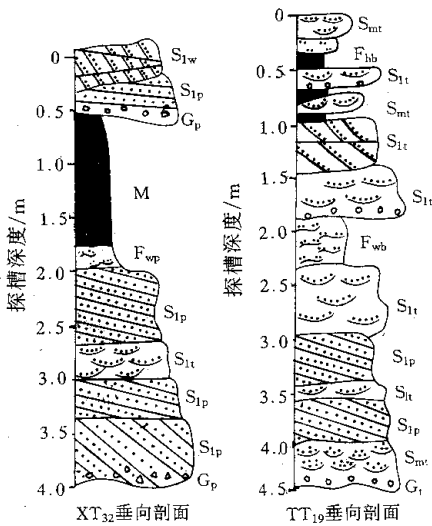


图3 上、下荆江点坝沉积层序剖面图

Fig. 3 Sedimentary sequence section chart of point bar up and down stream of Jingjiang river

与主流方向一致的串沟和沟槽,深达5~10 m,宽200~400 m,后来演变成废弃的小河道。对于上荆江太平口下点坝而言,不存在上述复杂的地貌单元,结构简单,规律明显,一般保持两个滩面,上滩面位置较高,是洪水期形成的,下滩面位置较低,是枯水期形成的,上、下滩面之间有一个窄而陡的斜坡带,点坝上游迎水坡较陡,下游背水坡较缓,粒度显示自滩头向滩尾逐渐变细的特征,串沟不发育。

上述七个方面就构成了高弯曲与低弯曲河流点坝沉积的主要差别。

2.2 江心洲(心滩)沉积

此外所指的江心洲主要是由堆积作用形成并由心滩逐渐淤高而稳定下来的,这种堆积型江心洲的内幕与心滩无异,它与点坝切割型和河漫滩切割型江心洲在结构上存在明显差别。

上荆江江心洲(心滩)数量多、规模大,其中百里洲是长江中最大的江心洲,周长逾百里。百里洲最早由49个规模较小的孤立的心滩组成,经过几次大的洪水之后,心滩相互连接合并淤高,并稳定下来。

下荆江江心洲(心滩)不太发育,规模也较小。以上荆江的马羊洲和下荆江的朱家港江心洲(心滩)为例,论述上、下荆江江心洲的不同特征。

① 成因不同。上荆江江心洲的成因多半是由于河道的突然放宽,过水断面的显著增大,水流速度降低,挟沙能力的减弱而堆积形成。马羊洲上游段长江

宽约1 100 m,至下游河段突然增加到2 700 m,泥沙大量堆积形成马羊洲。洲头与洲尾比较窄,中间宽,形似纺锤状,长约6.7 km,最宽1.57 km,南陡北缓,南侧为长江主汊,洪水期江水冲刷马羊洲南岸形成十多米高的陡坡,成为良好的观察剖面。下荆江江心洲的形成往往是在两个反向弯道之间的过渡段,由于过渡段较长,弯道产生的环流至此已非常微弱,携带泥沙就地堆积形成心滩,并逐渐演化为江心洲,所以规模一般偏小,朱家港江心洲长约1.8 km,宽500~800 m,呈长条状分布。

② 演化规律有别。上荆江河道放宽型堆积江心洲因受地形条件的影响,江心洲向下游迁移较快,呈现出洲头冲,洲尾淤的变化趋势。1960~1996年,马羊洲洲头向下游移动了540 m,平均年迁移速率15 m,洲尾向下游延伸,同期伸长1 100 m,年伸长速率为31 m。横向上摆动幅度较小,马羊洲南岸平均冲刷7~16 m/a,北岸淤积12.3 m/a,冲刷淤积基本保持平衡,但位置有向北迁移的趋势。下荆江江心洲一般比较稳定,较小沿河床纵横向迁移。但是表现出两个方面的演化特征:其一是随着河道的逐渐弯曲,江心洲逐渐靠岸,向点坝转化;其二是随着河流裁弯工程的实施,下荆江逐渐变得比较顺直,江心洲就会遭受强烈冲刷而退化为水下砂体。

③ 沉积结构不同。上荆江江心洲或心滩由三层组成,下部为砾石坝堆积,构成江心洲发育的基础,其上发育厚层的砂质沉积,顶部为细粒的泥质粉砂或粉砂,三层的厚度比约为1:4:2(图4)。作为江心洲主体的砂质往往以前积纵向砂坝的形式叠合在一起,每一个纵向砂坝自上游向下游又有粒度的变化。下荆江江心洲由两层组成,下部为砂质堆积,上部为粉砂和泥质堆积,二者厚度之比约为3:2,沉积作用一般表现为垂向加积,不发育纵向前积砂坝。

2.3 决口扇沉积

上荆江两岸决口扇十分发育,据统计,规模大于1 km²的就有70处之多,而下荆江决口扇不发育,这是上、下荆江在河床边缘沉积方面表现出的一个重大区别。

① 上荆江两岸决口扇在形成时间上有如下规律:荆江北岸决口扇形成时间较早,南岸决口扇形成较晚。由于早期荆江北岸地势较低,荆江分流穴口及决口多沿北岸分布。长期决口淤积的结果,使得北岸地形高出南岸,水流转向南岸决口和分流,目前的四口分流就是在这种情况下形成的。同时也形成较多的决口扇,规模较大。

② 上荆江两岸决口扇的发育特征也说明无论是

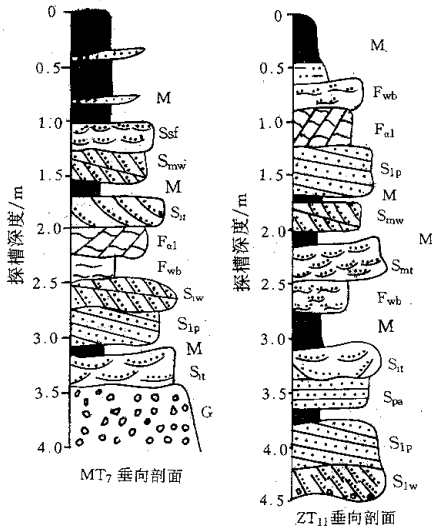


图 4 上、下荆江江心洲(心滩)沉积结构对比图

Fig. 4 Sedimentary structure comparative map of river island (channel bar) up and down stream of Jingjiang river

凸岸还是凹岸都可形成决口扇。凸岸决口扇与凸岸点坝共生,叠加在凸岸点坝之上,凹岸决口扇则于天然堤共生。

③ 上荆江决口扇发育的规模与沉积特征一般受控于下列因素:

决口持续时间:决口处是决口扇物源的供给处,决口持续时间长,则决口扇发育的规模一般比较大,反之则小。决口扇既可以是一次洪水事件的产物,也可以是多次洪水事件的叠加。后一种情况往往形成几个决口扇叶的复合体。

决口部位的高低:河流搬运物质的特点是较粗颗粒在底床上呈滚动或跃移,细粒物质则呈悬浮状态在上部水流中搬运。如果决口部位比较高,则可能仅有细粒物质供应决口扇,此时决口扇沉积较细,叫作细粒决口扇。如果决口能量较强,决口处不仅冲决了天然堤的砂层和泥层,而且深切至下部砾石层,决口处高度比河床本身还要低(荆江为悬河),此时决口扇沉积比较粗,不但有砂,而且存在砾石,叫做粗粒决口扇。

决口地形特征:决口外地形特征同样对决口扇的发育规模影响较大。对于荆江大堤两岸的河漫平原来说,一般具有靠近长江地形较高,远离长江地形较低的特点,存在一定的原始地形坡度,该坡度也是由于荆江的改道迁移形成的。决口后,水流可以沿着业已存在的地形坡度向远处撒开,形成范围较大的决口扇沉积。若不存在地形坡度或者是倒坡,决口扇的发育则受到限制,形成面积小而厚度大的决口扇。

2.4 牛轭湖沉积

牛轭湖沉积是下荆江发育的重要沉积类型。据统计,下荆江大于 10 km² 的牛轭湖有 16 处,上荆江牛轭湖则不发育,这是上、下荆江河床边缘沉积的又一重要区别。

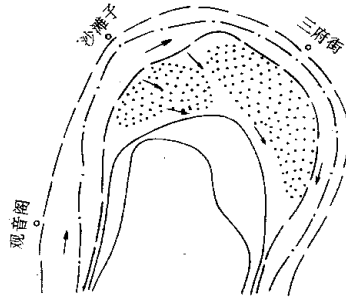


图 5 小河口六合垸牛轭湖的形成

Fig. 5 Formation of oxbow lake of Liuheyuan Xiaohekou area

牛轭湖在地貌上为一废弃的河道。下荆江牛轭湖既有自然裁弯河道形成,如上车湾、中洲子等,也有自然裁弯形成的牛轭湖。如小河口六合垸牛轭湖。自然裁弯形成的牛轭湖一般要经过四个阶段:a.河道弯度越来越大,水流不畅,水流阻力逐渐增大。按水流能量消耗最小的原则,此时水流急需新的通道。b.在高弯曲流点坝上的薄弱地带可能形成串沟,以减小水流阻力,早期串沟流量很小,可能被废弃,也可能发展成新的干流。c.某一条串沟可能条件适宜,发展很快,逐渐袭夺干道水流,此时故道成为次流。d.串沟发展成为干流,故道完全淤塞,形成牛轭湖。下荆江小河口六合垸牛轭湖就是经过了这些阶段由曲颈裁弯形成(图 5)。

下荆江牛轭湖可以分为两种类型,其一是开放型牛轭湖,其二为封闭型牛轭湖。开放型牛轭湖往往形成时间较晚,牛轭湖没有完全摆脱河流的影响,在汛期,洪水可以通过口门涌入牛轭湖;而在枯水期,由于水位低,牛轭湖口门淤积较高,水流难以进入,下荆江小河口六合垸牛轭湖就是属于这种类型。封闭型牛轭湖形成时间往往较早,几乎完全摆脱了河流的影响,无论汛期还是枯期,水流都难以进入。由于两类牛轭湖的影响因素不同,沉积特征也迥异。

小河口六合垸牛轭湖形成于本世纪 50 年代,上下口门没有完全封闭,一般水文年对牛轭湖内沉积影响不大,但较大的水文年,常常是上口门进水,下口门出水,如长江支汊一般,此时牛轭湖内的沉积明显比较粗,粒级可以达到细砂。

牛轭湖内的沉积过程是非均匀的。沉积最活跃的位置是上、下口门,上口门淤积尤甚,沉积最薄的是弯

顶附近。口门纯净砂层厚度可以达到 3~4 m,发育板状及槽状交错层理,沙纹层理,水平层理等。牛轭湖上下口门的淤积速率可以达到每年十几甚至几十厘米。弯顶与口门相比,沉积作用非常微弱,根据探槽及浅钻揭示,牛轭湖沉积总厚度一般小于 60 cm,而且以暗色淤泥和粉砂质泥为主,仅有薄层的粉砂出现,其中发育水平层理。牛轭湖层序的下部则是厚层的,分选良好的中砂,属于高弯曲流点坝沉积。所以在纵向上,六合垸牛轭湖表现为上下口门两个短砂柱夹一弯曲的带状泥柱沉积。

综上所述,上、下荆江不仅在河床沉积方面,而且在河床边缘沉积方面都存在着明显差异。尤其是对决口扇和牛轭湖沉积的认识上,人们往往认为它们对油气的储集没有实际意义。事实上对任一类沉积体都要一分为二地看待,实事求是,具体问题具体分析。大型河流的决口扇和牛轭湖规模也很大,砂层厚度不逊于一般小河流,可以作为油气的有利储层。

参 考 文 献

1 Stewart D J, A meander-bent sandstone of the lower Cretaceous of

southern England[J]. *Sedimentology*, 1981, 28, 1~20

2 Fraser G S, Fishbaugh D A. Sedimentary structures of the late Wisconsin terraces along the Wabash river[R]. Great lake section spec. paper. Sor. Econ. petrol. Mineral Field Trip Guidebk, 1990. 59~78

3 Nanson G C. Point bar and floodplain formation of the meandering Beatton River, northeastern British Columbia Canada[J]. *Sedimentology*, 1990, 37, 3~29

4 Hickin E J. The development of meanders in natural river-channels[J]. *Am. J. Sci.* 1974, 274, A14~442

5 焦养泉. 曲流河与湖泊三角洲沉积体系及典型骨架砂体内部构成分析[M]. 武汉:中国地质大学出版社, 1995

6 裘亦楠. 河流砂体储层的小层对比总论[J]. *石油勘探与开发*, 1987, 1(2):46~52

7 裘亦楠. 中国陆相碎屑岩储层沉积学的进展[J]. *沉积学报*, 1992, 10(3):16~23

8 曹跃华, 张春生等. 长江松滋分流河口三角滩沉积模式[J]. *江汉石油学院学报*, 1994, 1(4):1~7

9 张春生, 刘忠保. 现代河湖沉积与模拟实验[M]. 北京:地质出版社, 1997

10 张春生. 曲流河凹岸滩坝沉积[J]. *江汉石油学院学报*, 1997, 19(3)

11 曹跃华, 张春生, 刘忠保等. 长江现代沉积研究[J]. *地质论评*, 1996, V42, 增刊, 137~148

12 曹跃华, 张春生. 荆江沙滩子高弯曲流边滩沉积特征[J]. *石油与天然气地质*, 1995, 1(2):184~189

Study of Comparing Sedimentology in High - sinuosity River and Low - sinuosity River

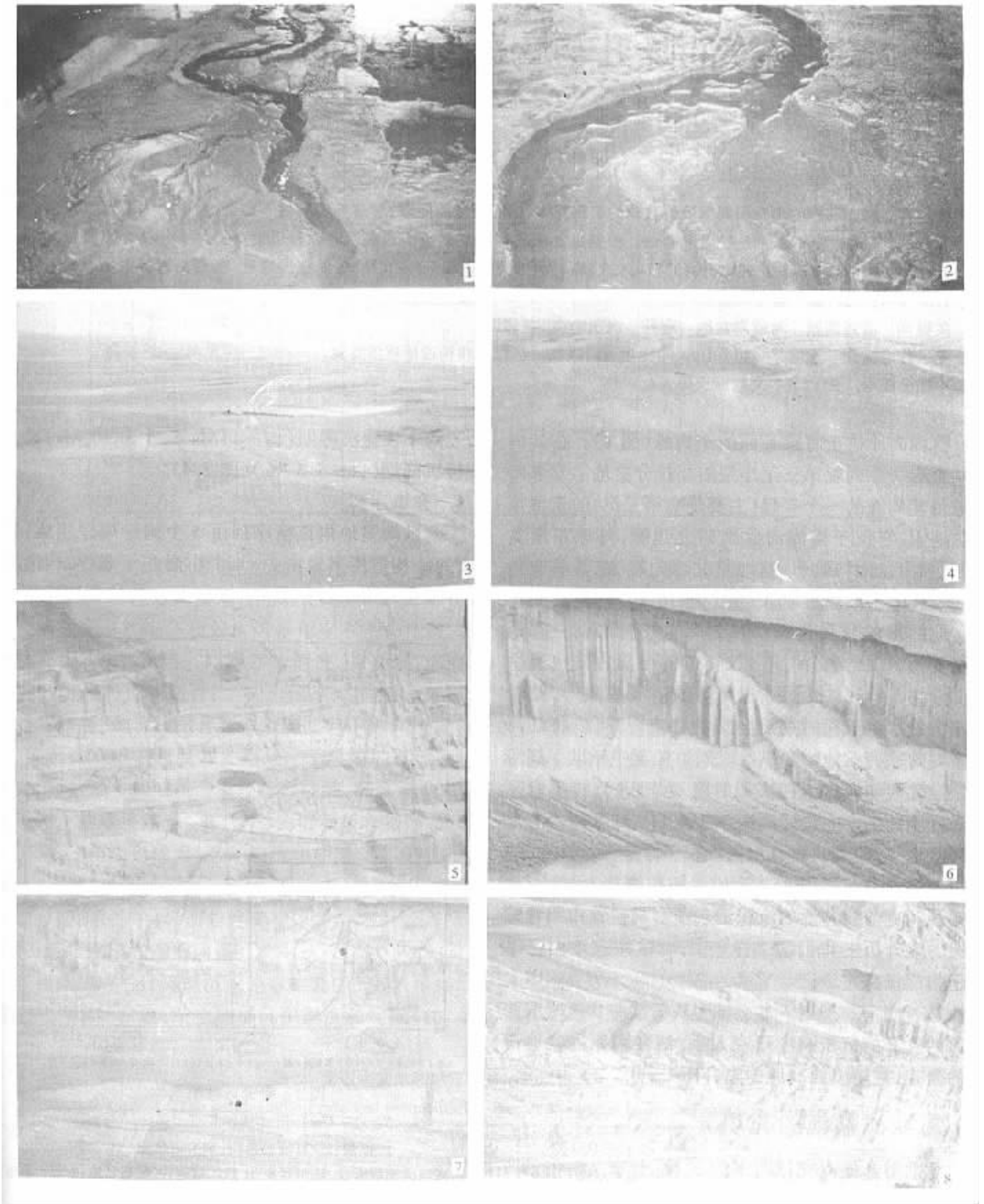
ZHANG Chun-sheng LIU Zhong-bao SHI Dong

(Jianghan Petroleum Institute, Jingzhou Hubei 434102)

Abstract

High-sinuosity river are low-sinuosity river aye two chief meandering rivers. Taking Jingjiang river for example, the article expounds sedimentary unit and characteristic of two different kinds of meandering river with comparing sedimentology method. Because of difference in river nature, flow and boundary condition, ①up and down stream of Jing Jiang take the shape of point bar, but the disparities exist in shape, distributive spot, maturity, grain size, sedimentary structure, section texture, micro-morphologic unit. ②many river islands exist in up and down stream of Jingjiang river, but their cause of formation, scale, evolution nature and sedimentary texture are different. ③crevasse splay is only formed in up stream of Jingjiang river and development degree is within equality two banks. The down stream of Jingjiang river and development degree is within equality two banks. The down stream of Jingjiang river don't exist crevasse splay. ④ox-bow lakes exist only in down stream of Jingjiang river and northern bank is mainly distributive spot of ox-bow lake.

Key words meandering river comparative sedimentology sedimentary unit depositional feature Jingjiang river



图版 I 说明 1. 当曲率 K 较小时 (<1.5), 点坝位于曲流河弯顶的下游, 物理模拟实验照片 2. 当曲率 K 较大时 (一般 >2.2), 点坝对称于曲流河弯顶两侧分布, 物理模拟实验照片 3. 太平口下点坝表面上的一级流水波痕, 波长 22~29 cm, 波高 20~70 cm 4. 太平口下点坝表面上的二级浪成波痕, 其展布方向与流向夹角约 50° , 波长 8~15 cm, 波高 10~30 cm 5. 太平口下点坝探槽 (TT11) 剖面上的大型板状交错层理 6. 太平口下点坝探槽 (TT27) 剖面上的大型板状交错层理 7. 小河口六合垸点坝探槽 (XT14) 剖面上发育的大型槽状交错层理 (照片下部) 8. 小河口六合垸点坝探槽 (XT31) 剖面上发育的大型板状交错层理。