

歧北凹陷舌状砂体沉积模拟实验*

张春生 刘忠保 曹跃华 赖志云

(江汉石油学院, 湖北荆沙 434102)

高玉华 张服民

(大港油田研究院, 天津 300280)

模拟实验表明, 沙体的形态由第1期的叶状变为第4期的舌状, 与歧北凹陷沙一段舌状砂体形态类似。沉积体呈溯源退缩势态, 厚度与宽厚比渐次减小。以第2期沙层延伸远、分布广, 与第1、第3期沙层沟通, 构成统一的储集空间。第4期沙层呈孤立的透镜体, 被包围在泥质沉积之中, 储集性能较差。

关键词 模拟实验 歧北凹陷 舌状沙体

第一作者简介 张春生 男 32岁 硕士 沉积学及储层地质学

歧北凹陷位于黄骅盆地歧口凹陷北部, 呈东西向狭长展布, 北陡南缓, 北坡坡度约 3° , 宽3 km, 南坡坡度小于 2° , 宽约7 km。

舌状砂体位于沙一段, 形成于湖进期, 向上粒度变细, 规模变小。本文采用沉积模拟实验方法, 再现舌状砂体的形成过程和展布规律。

1 实验条件

(1) 实验在水槽水盆组合装置内进行(图1), 为便于测量、分析, 对装置建立了坐标系。

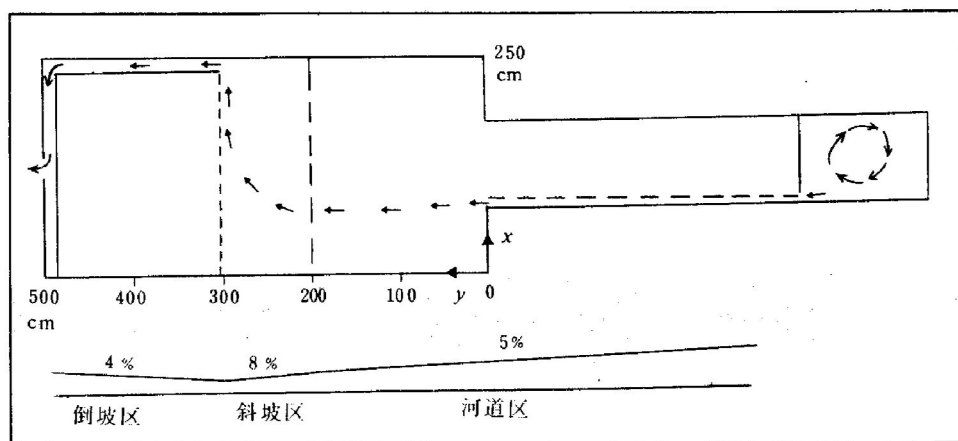


图1 沉积模拟实验装置、底坡及流态示意图

* 本文为中国石油天然气总公司资助项目

收稿日期: 1995-02-25

(2) 加水加沙装置采用河源筑蓄水加沙池, 其上安装搅拌机, 根据油田粒度分析结果, 将沙、泥按比例配备, 并与水搅拌均匀后开闸排放, 经河道注入湖盆内。

(3) 原始河道长 5 m (其中水槽长 3 m, 水盆区长 2 m), 宽 20 cm, 深 5 cm, 河道出口为喇叭形开口。

(4) 河道区坡降 5%, 入湖斜坡区 8%, 倒坡区 4%。

(5) 湖水密度为 1, 河流来水密度为 1.19。

2 实验参数及过程

第 1 期: 湖水深 6 cm, 通水时间 38.5 min。通水后, 洪水经原始河道迅速流至河口, 首先在入湖斜坡区堆积下来形成小舌状体, 由于注入量大于排出量, 湖面上升, 受出水口牵引作用, 在主水道左右两侧各形成一个环流区, 12.5 min 后, 主水流分为两段, 水流交角逐渐由钝角变为锐角, 形成两个新的小舌状体, 其中右侧分流大于左侧。

第 2 期: 湖水面升至 8 cm, 河口后退速率为 11.6 cm/min。受第一期舌状体的影响, 此时水体净深小于第 1 期初始深度, 高流态的洪水形成多汊分流, 使沙体向两侧展宽。

第 3 期: 湖水面升至 12 cm, 河口后退速率为 9.62 cm/min, 主流线居中央, 左右两侧形成多股分流, 导致沙体边界不圆滑。

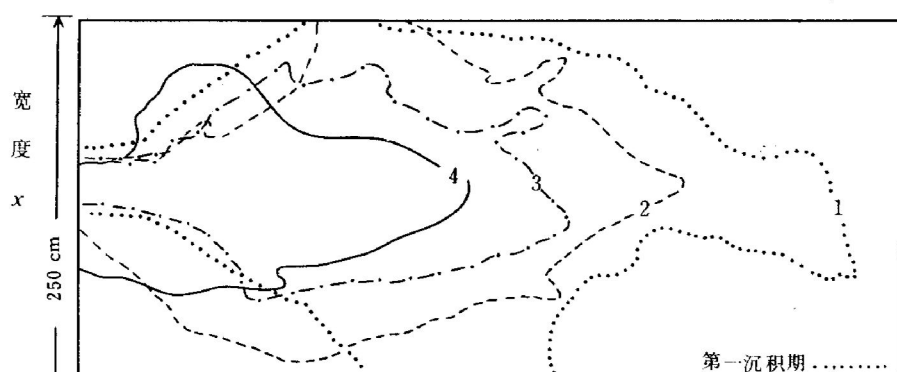
第 4 期: 湖水面升至 16 cm, 河口后退速率为 2.54 cm/min, 水流主要分为左、中两汊, 沙体表面出现少量砾石及冲刷泥砾。

3 结果与讨论

3.1 沙体展布特征 (图 2)

第 1 期砂体形态呈叶状, 面积大、范围广, 叶状前缘坡角 (在 $x=90$ cm, $y=350$ cm 处) 为 0.69° , 沿轴线表面纵向坡角 0.64° , 砂体最大长度 378 cm, 伸长速率 9.82 cm/min, 最大宽度 205 cm, 展宽速率 5.82 cm/min, 展宽比 1.844, 面积 3.8 m², 面积增长速率 0.099 m²/min。这些参数特征与该期原始底形坡度大、流速快、通水时间长, 洪水向湖区快速推进有关。

第 2 期由于湖水面升高, 河口退缩, 舌状体前缘只延伸至 $y=300$ cm 处。在 $y=220$ cm 处



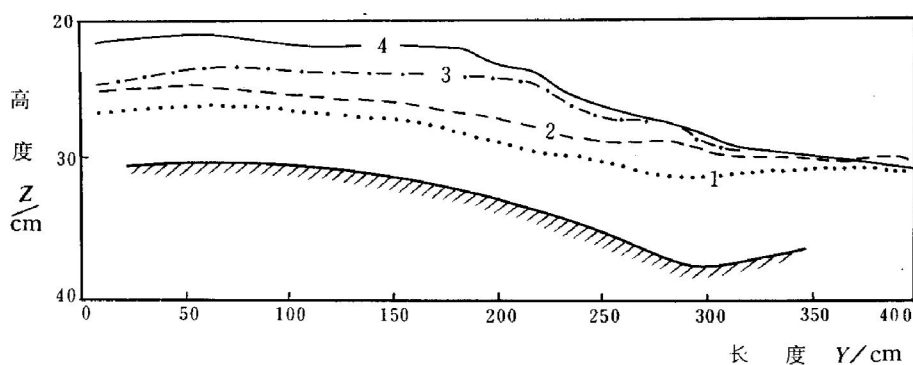
第3期湖水面继续升高,河口继续退缩,沙体边界前缘后退至 $y=240$ cm处,主水流居中央,左右两侧出现多个小沙咀,表明在沙体形成过程中支汊分流频繁出现与消亡,水道与水道间交替变化。沙体边界最大长度 238 cm,伸长速率 39.67 cm/min,最大宽度 121.0 cm,展宽速率 20.2 cm/min,长宽比 1.967,面积 1.68 m²,面积增长率 0.28 m²/min。值得说明的是该期沙体边界较陡,前缘坡角 1.47°,表面纵向坡角 0.29°,在 $y=100$ cm处左侧缘坡角为 8.13°,右侧缘坡角达 15.35°。

随着第4期湖水面的继续升高,沙体前缘退至 180 cm处,沙体边界不规则,左侧出现一大的沙舌,说明该期水流分为中央和左侧两支,舌状体前缘坡角 3.53°,表面纵向坡角 0.47°, $y=100$ cm处左侧缘坡角 15.07°,右侧缘坡角 16.02°,沙体最大长度 191 cm,伸长速率 10.32 cm/min,最大宽度 119 cm,展宽速率 6.93 cm/min,长宽比 1.6,面积 1.39 m²,面积增长率 0.075 m²/min。

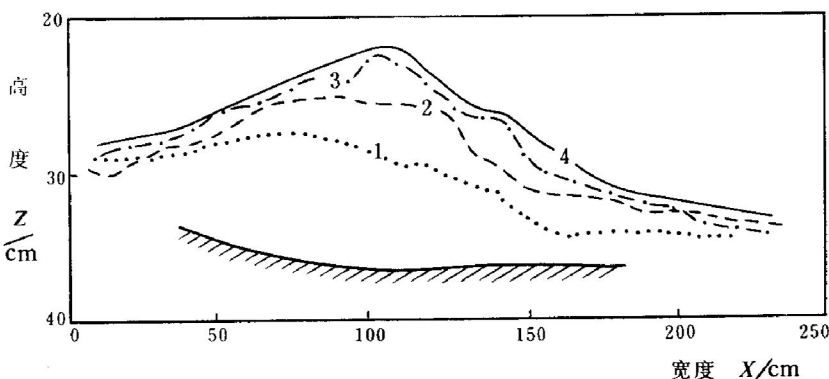
上述特征表明,随着湖面上升河口退缩,沙体形态可出现下述几个变化:(1)在等量的物质供给条件下,沙体长度及宽度不断减小,而长宽比变化不明显,沙体的伸长速率及展宽速率也显著减小(第1期沙体为5次通水的复合体);(2)各期沙体表面纵向坡角变化不大,但前缘及侧缘坡角相差甚大,第1、2期前缘及侧缘坡角都小于 1°,第3、4期前缘坡角最小 1.5°,最大 3.5°,侧缘坡角可达 16°;(3)沙体边界形态由叶状变为舌状,与沙一段舌状砂体形态类似。

3.2 沙体厚度变化

第1期厚度较大,并有从河道向湖区增加的趋势,以 300 cm处最厚,可达 8.8 cm(图3),沙体呈中间厚两侧薄的透镜体(图4)。宽厚比 23.3,平均沉积速率 0.23 cm/min。

图3 $x=90$ cm 沉积淤厚纵剖面图

第2期沉积厚度在0~250 cm 区间比较稳定, 250~280 cm 区段内增加, 然后逐渐减薄尖灭(图3)。横剖面上沙体中央厚、向两侧渐次减薄(图4), 最大淤厚3.3 cm, 宽厚比53.03, 沉积速率0.47 cm/min。

图4 $y=250$ cm 沉积淤厚横剖面图

第3期厚度在0~200 cm 区间内淤厚逐渐增加, 至210 cm 处最厚(图3), 宽厚比39.03, 平均沉积速率0.23 cm/min。

横向厚度变化比较复杂, 沉积顶面高低起伏(图4), 厚度最大达3.1 cm, 最小仅0.4 cm。上述特征表明, 该期沙体沉积时, 分支水道发育, 迁移改道频繁, 较厚的是水道, 较薄的是水道间沉积。

第4期沙体淤积厚度在0~20 cm 内达到最大值3.2 cm, 自20~180 cm 内逐渐减薄(图3); 横剖面上为薄薄的一层, 贴在第3期沉积之上, 对前期沉积起到填平补齐的作用。沙体宽厚比37.19, 沉积速率0.17 cm/min。

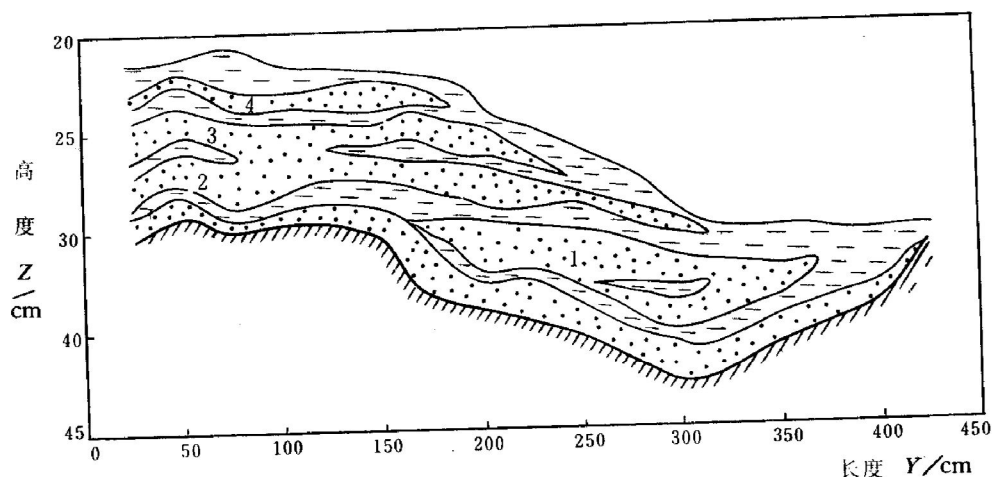
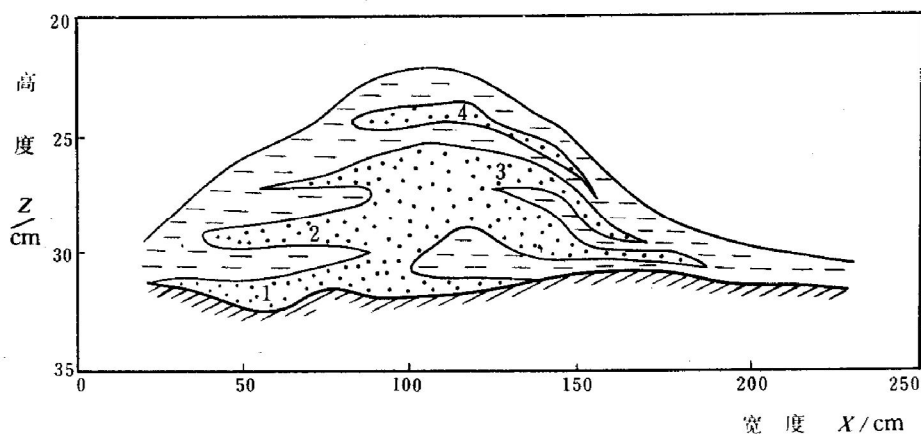
沙体厚度变化具有两个特征: (1) 纵向上最大厚度的位置, 自第1到第4期逐渐向河源退缩; (2) 横向上自第1至第4期最大淤厚点有向右偏移的趋势。表明湖泊出水口对沙体的厚度分布有不可忽视的影响^[1]。

3.3 沙泥层组合特征

图5表明, 第1沙层连续分布, 顺坡下倾, 300 cm 处为拐点, 300~450 cm 反向倾斜, 没有明显的底蚀作用, 保持着原始湖底的地貌特征; 第2沙层底面起伏不平, 在30~100 cm 区间表现得更为突出, 反映了洪水对下伏泥层的强烈冲刷; 第3沙层在70~120 cm 区间内对第2泥层的强烈冲刷, 使得第2、3沙层在垂向相互连通; 第4沙层孤立存在于泥层之中。

从图6可以看出, 沙体明显分为4层, 代表了不同沉积期的产物, 其中第1、2、3沙层在垂向上由于主水流的切割作用而相互连通, 构成统一的储集系统, 第4沙层周围为泥层所限, 形成独立沙体。

实验表明, 不同期的沉积物厚度不同, 其沙、泥比亦不同。距源区100 cm 处第1沙层平

图5 $x=90$ cm 砂泥层组合纵剖面图图6 $y=100$ cm 砂泥层组合横剖面图

均厚 0.85 cm、泥层 0.94 cm，沙泥比 0.90；第 2 沙层平均厚 1.45 cm，泥层 0.8 cm，沙泥比 1.81；第 3 沙层平均厚 1.18 cm，泥层 0.77 cm，沙泥比 1.53；第 4 沙层平均厚 0.6 cm，泥层 1.0 cm，沙泥比 0.6。以第 2 层沙泥比最高；其次为第 3 沙层和第 1 沙层，第 4 沙层最差。

同一期的沙层与源区距离不同，沙泥比亦不相同。以第 2 期沙层为例，距源区 100 cm 时，沙层平均厚 1.3 cm，泥层平均厚 0.8 cm，沙泥比 1.63；距源区 250 cm 时，沙层平均厚 2.98 cm，泥层厚 0.92 cm，沙泥比 3.24；距源区 300 cm 时，沙层厚度仅 0.4 cm，泥层厚达 3.2 cm，沙泥比 0.12。明显以沙体中部的沙泥比高，向根部及末梢变低。

3.4 沙泥层的平面展布 (图 7)

沉积物沿出水口方向呈长条状展布，向前缘及侧缘逐渐尖灭，最厚部位在 250 cm 附近。沙层则呈不规则的舌状分布，中央河道区厚，边缘薄，最厚部位约在 150 cm 附近。说明沙层的最厚部位与整个沉积层的最厚部位并不一致，沙层百分含量高的有利部位靠近河口方向。

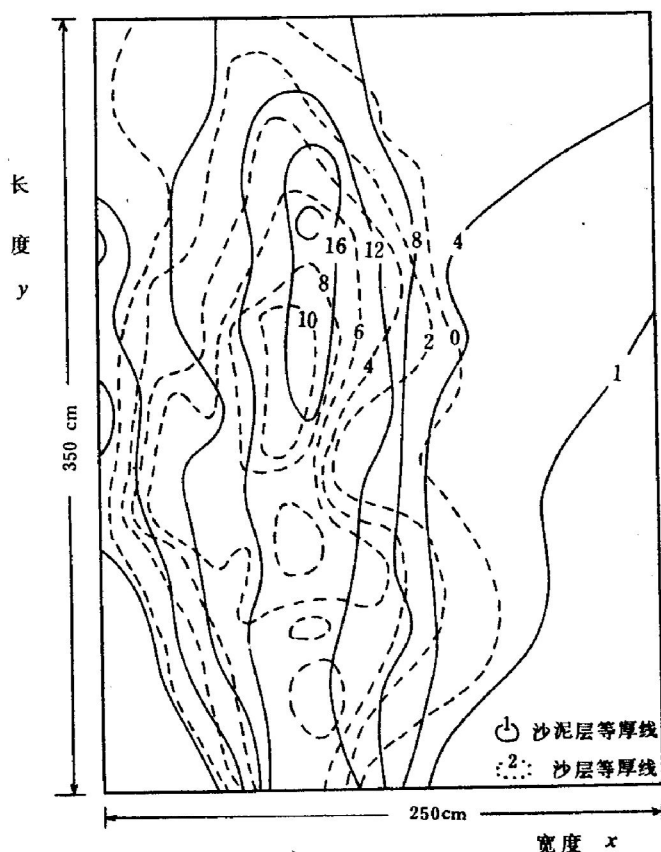


图7 各沉积期沙泥层及沙层等厚图

参 考 文 献

- 1 赖志云, 张金亮. 中生代断陷湖盆沉积学研究及沉积模拟实验. 西安: 西北大学出版社, 1994. 130~147

DEPOSITIONAL SIMULATION OF LOBATE SAND BODY IN QIBEI SAG

Zhang Chunsheng Liu Zhongbao Cao Yaohua Lai Zhiyun

(Jiaughan Petroleum Institute, Jingsha, Hubei)

Gao Yuhua Zhang Fumin

(Research Institute of Dagang Oilfield, Tianjin)

Abstract

The result of simulation test shows that the shape of the sand body formed in the test changed from leaf shape of the first stage into lobate shape of the fourth stage. This is very similar to the lobate sand body of Sha-1 member in Qibei Sag. The first stage depositional body of the simulation test showed degradation tendency towards source area, the ratio of its thickness to its width reduced gradually; the second stage sand bed distributed extensively, and it connected with the first and the third beds, formed a unified reservoir; the fourth stage sand bed was an isolated lenticle surrounded by argillaceous sediments, its reservoiring property is relatively poor.