

辽河盆地大凌河油层 湖底扇沉积特征

高延新 吴崇筠 庞增福 常承永 应风祥

(北京石油勘探开发科学研究院)

辽河盆地位于辽宁省南部,渤海湾盆地东北角,是继中生代发育起来的第三纪断陷盆地。分东部凹陷,西部凹陷和大民屯凹陷等二级构造单元(图1)。

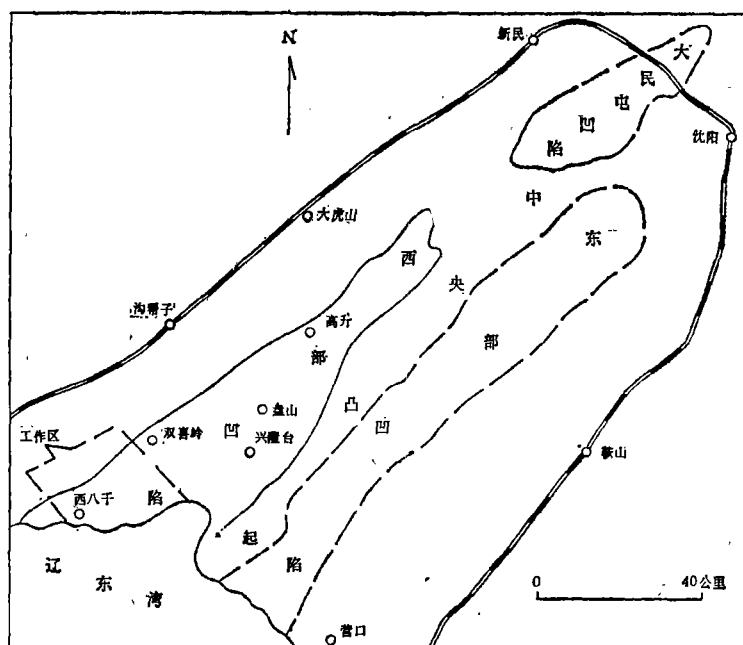


图1 辽河盆地位置图¹⁾

Fig. 1 Location of Liaohe Basin

大凌河油层是渐新统沙河街组第三段下部的一组砂砾岩层,广泛分布于西部凹陷,在欢喜地区(图1中的欢喜岭-西八千地区)最发育,厚度可达200余米。

西部凹陷西斜坡地区在渐新统沙河街组三段下部(以下简称沙三下)沉积时,具隆

1) 辽河油田研究院(1980);辽河油田石油地质研究报告集。

凹相间的古地貌特点,发育一些与岸线近于垂直的凹槽,这种古地貌特点有利于重力流水道-湖底扇体系的洪水浊积岩的发育,大凌河油层就属这一体系的洪水浊积岩。

一、大凌河油层是一组浊积岩层

大凌河油层和其它环境中的浊积岩一样,具有浊积岩的一般特点。

1. 陆源碎屑岩与深水泥岩共生

大凌河油层本身由陆源碎屑岩组成,包括砾岩,砂砾岩和砂岩。而在碎屑岩顶部和底部发育巨厚(大于50米)的黑色泥岩,内部也常见黑色泥岩夹层。黑色泥岩质纯性脆,具水平层理,含深水生物,说明为深水沉积。

2. 碎屑岩中所含生物与泥岩中的生物生活习性相矛盾

碎屑岩中含植物碎片,见有直径约2厘米,长约7厘米的植物干。泥岩中含华北介,玻璃介,特别含贝加尔型玻璃介等深水生物。

3. 发育浊流沉积构造

在砾岩中发育混杂构造,砂岩发育粗尾递变层理,砂岩和粉砂岩发育递变层理,槽模和沟模等典型的浊流沉积构造。并常见一些典型的浊积岩组合,如AD、ABC等组合。少见牵引构造。

二、大凌河油层的岩性岩相特征

大凌河油层与海相浊积岩,与由三角洲前缘滑塌产生的浊积岩相比,有它自己的特点。发育巨厚的粗砾岩层和砂砾岩层;其中部分浊积岩不能用布马层序描述。依据岩石类型和沉积构造的组合关系,在大凌河油层中划分出典型的浊积岩和非典型的浊积岩两大类。

1. 非典型浊积岩

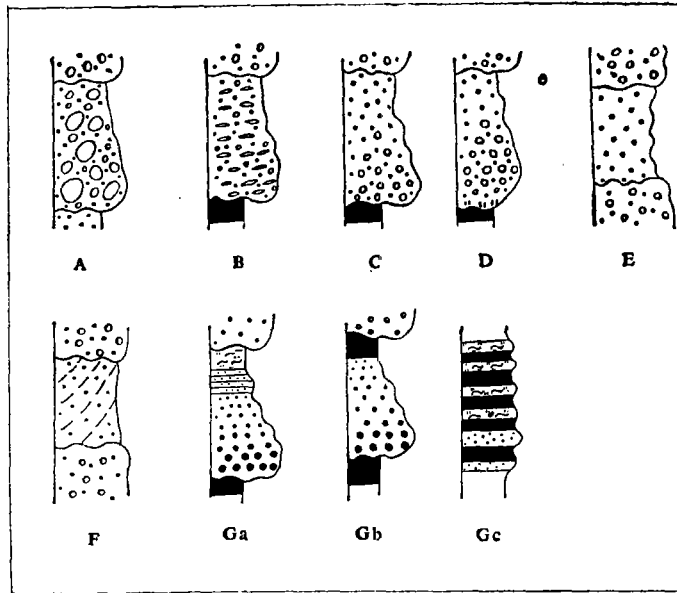
这类浊积岩不能用布马层序描述。归纳它们的岩性和构造特点,可划分出六种不同的岩相类型(图2)。

具混杂构造的粗砾岩相(图2A) 岩石类型为颗粒支撑的粗砾岩,砾石杂乱排列,具混杂构造。单层厚度大于1米。分布于内扇水道中。

颗粒支撑的粗砾岩其砾石含量约60%,基质含量40%。砾石成分复杂,可鉴定出18种不同的陆源砾石,其中石英岩砾石含量居多,含直径达5厘米的凝灰岩砾石。砾石呈次圆和次棱角状。分选很差,没有一个粒级超过50%,最大砾石直径达10厘米,最小直径0.2厘米。基质为砂泥混合物,砂粒中岩屑组分含量高。

具平行层理的细砾岩相(图2B) 岩石类型为细砾岩。平行层理由扁平砾石平行层面排列显现,底部具冲刷构造,单层厚度不超过20厘米。分布于中扇辫状水道。

细砾岩为颗粒支撑,砾石含量约70%,其余为基质,为砂泥混合物。可鉴定出七种不同成分的陆源砾石,石英岩砾石含量居多,大部分呈次圆和次棱角状,有相当一部分呈长条形。分选较好。



A.具混杂构造的粗砾岩相 B.具平行层理的细砾岩相 C.粗尾递变砂砾岩相
D.反—正递变砂砾岩相 E.块状砂岩相 F.具斜层理砂岩相
Ga, ABC组合, Gb, AD组合 Gc, CD组合

图2 主要岩相类型

Fig.2 Main types of lithological facies

粗尾递变砂砾岩相 (图2C) 由下向上岩石类型依次为砂砾岩, 岩屑或长石砂岩。沉积构造依次为粗尾递变层理和块状构造, 两个构造段呈渐变关系。单层厚度40—100厘米。在中扇辫状水道沉积剖面中, 累计厚度占剖面总厚度的60%以上。

砂砾岩中的砾石含量约20—5%, 砂(粗砂, 中砂和细砂)含量大于60%, 基质含量大于20%。砾石主要为石英岩和燧石, 次圆和次棱角状, 粒径为0.2—1厘米。砂粒中长石和岩屑含量均较高, 一般在20%左右, 可鉴定出七种不同成分的岩屑。分选很差。

长石或岩屑砂岩结构成熟度和成分成熟度均较低。长石或岩屑含量较高, 一般为30%, 个别粗砂岩可达40%, 石英含量一般为50%, 基质含量大于20%, 为泥质胶结。

反—正递度砂砾岩相 (图2D) 岩石类型从下到上依次为岩屑或长石砂岩, 砂砾岩, 岩屑或长石砂岩。沉积构造依次为反递变、粗尾递变和块状构造, 三者之间为渐变关系。反递变段一般较薄(3—10厘米), 不单独出现, 常是反递变段后接着为粗尾递变段。粗尾递变表现为砾石含量向上逐渐减少, 渐变为块状砂岩段。单层厚度40—100厘米, 分布在中扇辫状水道。

砂砾岩和砂岩特点与前者相同。

块状砂岩相 (图2E) 岩石类型为岩屑或长石砂岩, 具块状构造。岩屑或长石含量大于15%, 基质含量很少, 方解石胶结物含量约15%, 呈连晶状。

具斜层理的砂岩相 (图2F) 岩石类型为岩屑或长石砂岩, 具中型斜层理。这类浊积岩在剖面中较少见。岩性特点与粗尾递变砂砾岩相中的砂岩特点类似。

2. 典型的浊积岩

这类浊积岩最早由布马所描述, 在研究区内, 在这类浊积岩常以砂岩与泥岩互层出现。砂岩从粗、中、细直至粉砂岩, 单层厚度3—25厘米。泥岩为黑色, 厚度小于3厘米。A段为粗-中砂岩, 具递变层理, 厚度5—25厘米。B段为细砂岩或粉砂岩, 具平行层理, 厚度3—10厘米。C段为粉砂岩或泥质粉砂岩, 发育波状和爬升纹理, 厚度小于5厘米。D段和E段不易区分, 为粉砂质泥岩或泥岩。在砂层底面常见槽模、沟模等底痕构造。常见ABC和CD组合。

ABC及AD组合(图2 Ga、Gb):

底部常见冲刷构造, 厚度分别为30厘米, 5—20厘米。主要分布于中扇前端无水道区。

CD组合(图2 Gc):

在剖面上形成很厚的粉砂岩和泥岩不等厚薄互层, 分布于外扇亚相。

从具混杂构造的粗砾岩相到典型的浊积岩相, 是高密度浊流在沉积过程中不断被稀释而成的一组连续浊积岩。由洪水造成的高密度浊流首先在内扇水道快速堆积, 形成具混杂构造的粗砾岩相。随搬运距离的增加, 粗砾的沉积, 至中扇辫状水道开始沉积粗尾递变砂砾岩相和反一正递变砂砾岩相。至中扇前端, 高密度浊流已转化为低密度浊流, 开始沉积典型的浊积岩。

三、湖底扇的相带划分和沉积相模式

大凌河油层的岩性、岩相、沉积构造和分布特点(图3)说明它是重力流水道-湖底扇体系的洪水浊积岩, 由重力流水道和湖底扇两部分组成(图3)。

1. 重力流水道

重力流水道是开始于岸边, 穿过浅水区进入深水区, 与湖底扇相接的狭长沟槽, 是洪水浊流从岸边进入深水区的通道。据地层等厚图计算, 重力流水道发育区的坡度约 6° 左右, 湖底扇发育区的平均坡度小于 2° 。

重力流水道较陡而狭窄, 沉积物横向变化快, 在短距离内巨厚的泥石流沉积物可变为黑色泥岩。

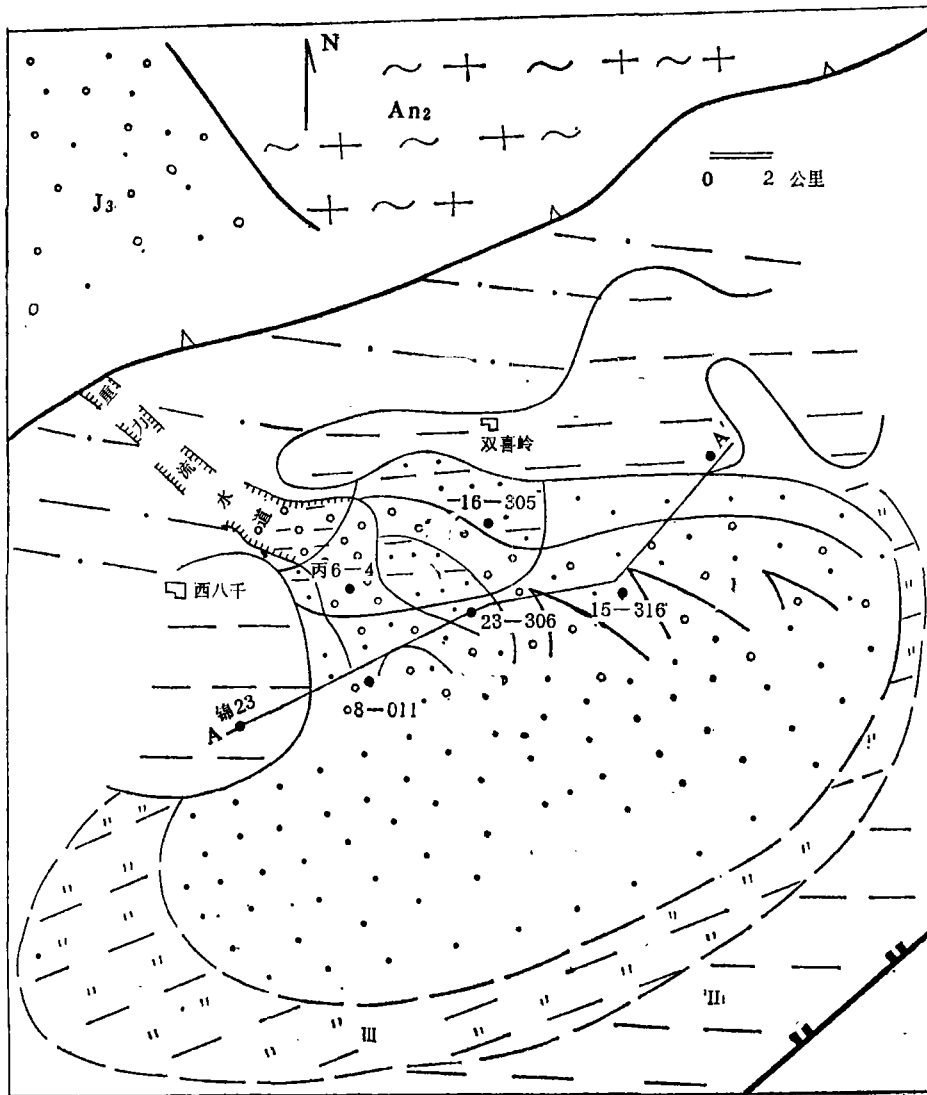
电性特点表现为电阻率曲线幅度较高, 电位曲线幅度很低, 说明重力流水道沉积物是泥质含量高, 分选差、孔隙度低的砾岩。

2. 湖底扇

湖底扇是发育在湖盆深水区的扇状砂砾岩体。依据岩性、岩相、沉积层序和沉积构造等特点, 可把湖底扇划分为内扇、中扇和外扇三个亚相。

(1) 内扇亚相 内扇亚相发育具天然堤的水道。水道深度可达几十米, 以高密度浊流沉积为主。水道两侧发育天然堤, 由水道内的高密度浊流溢出水道, 稀释成的低密度浊流沉积而成。内扇水道与重力流水道的界线在天然堤开始发育, 地形坡度变缓, 砾质高密度浊流开始大量堆积处。

内扇水道与天然堤沉积物在岩性和电性特点上有明显区别。从水道向天然堤方向,



- | | | | | |
|----|----|----|----|-----|
| 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
| 6. | 7. | 8. | 9. | 10. |
- 1.内扇水道 2.天然堤 3.中扇瓣状水道 4.中扇无水道区 5.外扇
6.浅水区 7.深水区 8.井位 9.断层 10.剥蚀线

图3 欢辅地区重力流水道-湖底扇沉积相图

Fig. 3 Sedimentary facies diagram of the gravity current channel-lacustrine fan in the Huanjing area

碎屑岩厚度变薄，粒度变细，电测曲线由钟形变为指形（图4）。

内扇水道发育粗砾岩、中砾岩、细砾岩、砂砾岩和砂岩，常夹薄层泥质粉砂岩。其中粗砾岩为其主要特征，砾石大小（10—0.2厘米）混杂。泥质含量高达20%。发育具

混杂构造的粗砾岩相。单层厚度大于1米。

沉积层序为向上变薄变细的正旋迴(图4)。下部为水道活动期沉积的粗砾岩和中砾岩;上部为水道逐渐废弃期沉积的细粒砂岩和粉砂岩。电位曲线为钟形。C M图为平行C=M基线的长条形(图4)。

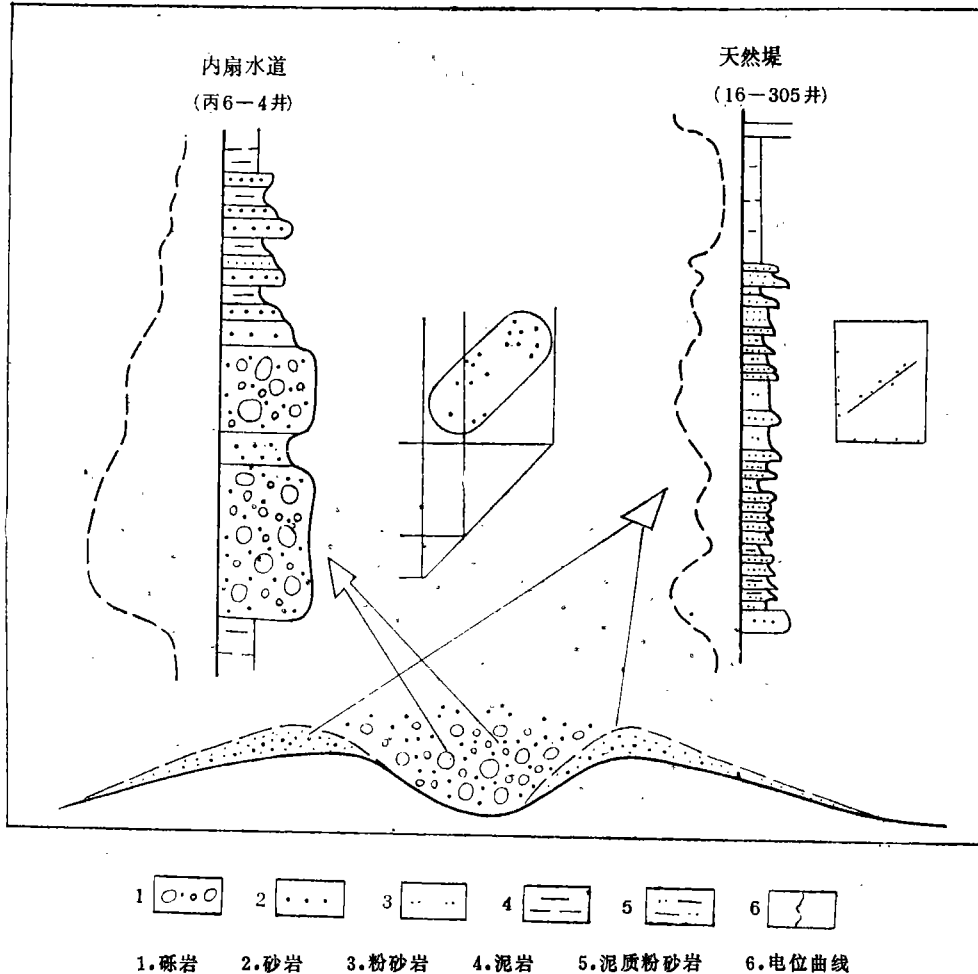


图4 内扇亚相横剖面图

Fig. 4 Across section of the innerfan subfacies

天然堤发育粗砂岩、中砂岩、细砂岩和粉砂岩。其中细砂岩和粉砂岩最发育,与泥岩互层。发育递变层理、平行层理、波状和波状交错层理。发育典型的浊积岩相。近水道区以AD、BC组合为主,远离水道区以CD组合为主。垂向上为砂泥互层,随距水道距离的增加砂层变薄,粒度变细。

(2)中扇亚相 中扇是一个发育在内扇水道前端的叶状体。靠近内扇水道的上游端发育辫状水道区;下游端为无水道区(图3)。上游端界线开始于水道分叉处,下游界线划在远源浊积岩开始沉积,地形变缓处。

由于地形变缓,来自内扇水道的高密度浊流迅速分叉,形成辫状水道系统。这些水

道较浅，易变迁，以砂质高密度浊流沉积为主。

辫状水道发育砂砾岩、细砾岩和砾岩，几乎无泥岩。最典型的沉积构造为反递变和粗尾递变层理，细砾岩中常见平行层理和块状构造，少见斜层理。

发育粗尾递变砂砾岩相，反一正递变砂砾岩相，具平行层理的细砾岩相，较少见近源典型浊积岩相。

垂向剖面上为一巨厚的无泥岩夹层的砂砾岩剖面（如15—316井）。由多个细砾岩→砂砾岩→砂岩或者砂砾岩→砂岩正韵律迭加而成，称为迭合层。单个正韵律厚度小于1.5米，可能由一次浊流沉积而成，韵律之间无泥岩夹层可能由于水道频繁变迁，没有足够时间沉积泥岩；或因下次浊流冲刷力强，把前次沉积的泥岩或较薄的细粒沉积物冲刷掉所致。电位曲线为箱状。CM图为平行C=M基线，分成上下两部分的长条形。

中扇前端无水道区以发育近源典型浊积岩相为其主要特征，以ABC和AD组合为主。岩石类型为粗砂岩、中砂岩、细砂岩和深水泥岩。常呈砂、泥岩互层。砂岩单层厚度5—25厘米，含植物碎片，发育递变层理、平行层理、不规则波状层理和爬升纹理。泥岩呈黑色、质纯性脆，含深水生物，具水平层理。电位曲线为指状。

若扇体不断向前推进时，辫状水道可延伸至无水道区，使中扇亚相的沉积层序为向

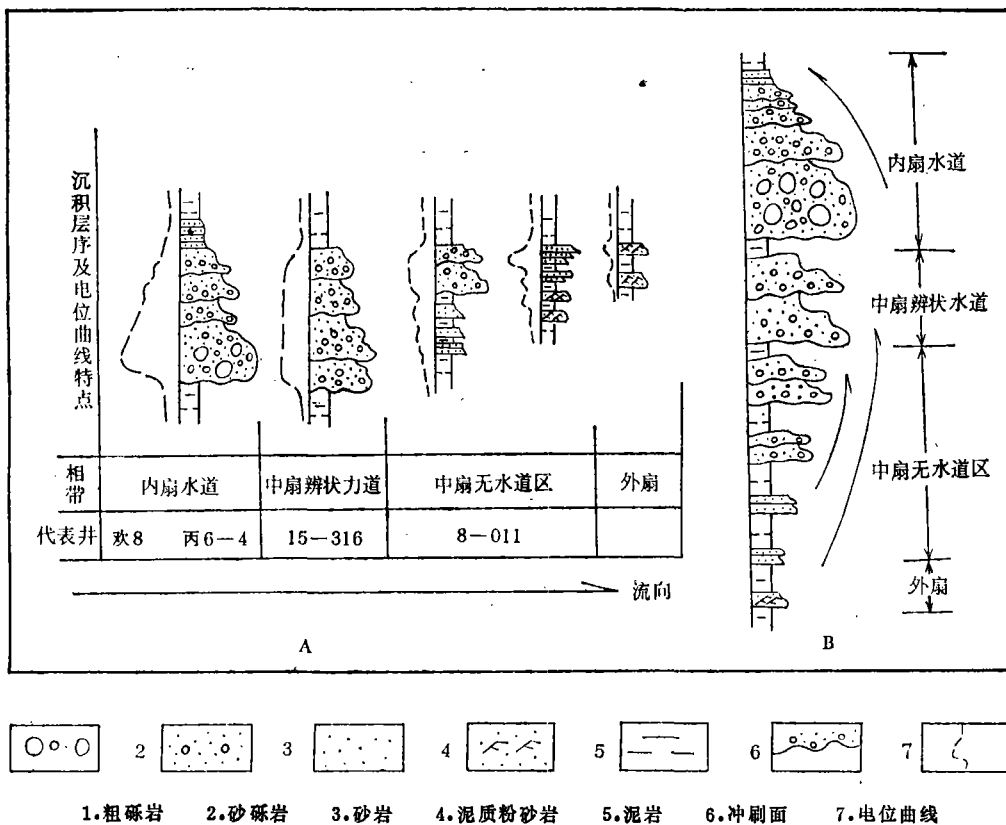


图5 湖底扇垂向和流向层序图

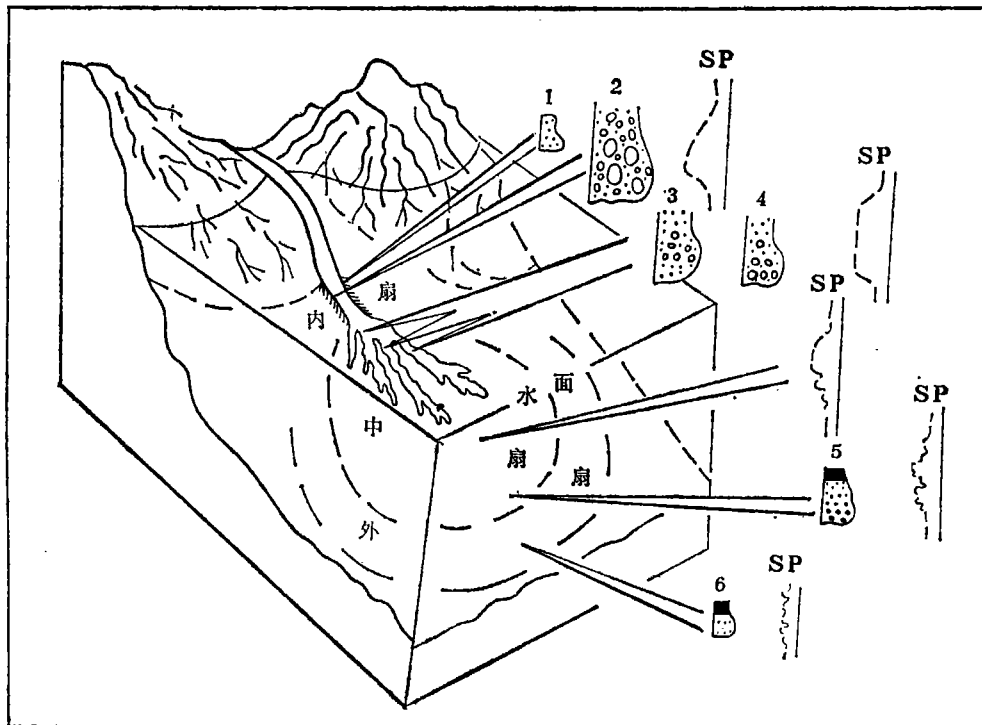
Fig. 5 Vertical sequence and the flowing direction sequence in the lacustrine fan

上变粗变厚的反旋迴。电位曲线下部为指状，上部为箱状。若扇体衰退时，中扇亚相的沉积层序为向上变薄变细的正旋迴。

(3)外扇亚相 外扇亚相分布在盆地中央的平坦区，以低密度浊流沉积为主。发育粉砂岩和泥岩及少量细砂岩。单层厚度最大不超过5厘米，一般1—3厘米，具波状和波状交错层理。垂向剖面上为粉砂岩和泥岩等厚薄互层。电位曲线为齿形。

3.湖底扇沉积相模式

从上述可见，从内扇至外扇，岩石类型组合，岩相类型组合、沉积层序、泥岩百分含量和电位曲线形态呈有规律的变化(图5A)。岩石类型从粗砾岩组合逐渐变为细砂岩和粉砂岩组合，最后变为粉砂岩和泥岩组合；岩相类型从具混杂构造的粗砾岩相逐渐变为粗尾递变砂砾岩相、近源典型浊积岩相，最后变为远源典型浊积岩相；沉积构造从混杂构造逐渐变为粗尾递变层理、正递变层理、波状和波状交错层理；碎屑岩单层厚度从内扇水道的巨厚粗一中砾岩层，经中扇辫状水道的巨厚无泥岩夹层的砂砾岩层(可达100米)，到外扇变为很薄(<5厘米)的细砂岩或粉砂岩。沉积层序从内扇水道向上变薄变细的正旋迴，经中扇向上变粗变厚的反旋迴，至外扇变为砂泥岩薄互层。内扇和中扇泥岩百分含量较少，到外扇泥岩百分含量接近50%或大于50%。电位曲线形态从钟形逐渐变为箱形，指形-箱形，不规则齿形。



- 1.典型的浊积岩相 2.具混杂构造的粗砾岩相 3.反-正递变砂砾岩相
4.粗尾递变砂砾岩 5.近源典型浊积岩相 6.远源典型浊积岩相

图6 欢锦地区湖底扇沉积模式

Fig. 6 Sedimentary model of the lacustrine fan in the Huanjing area

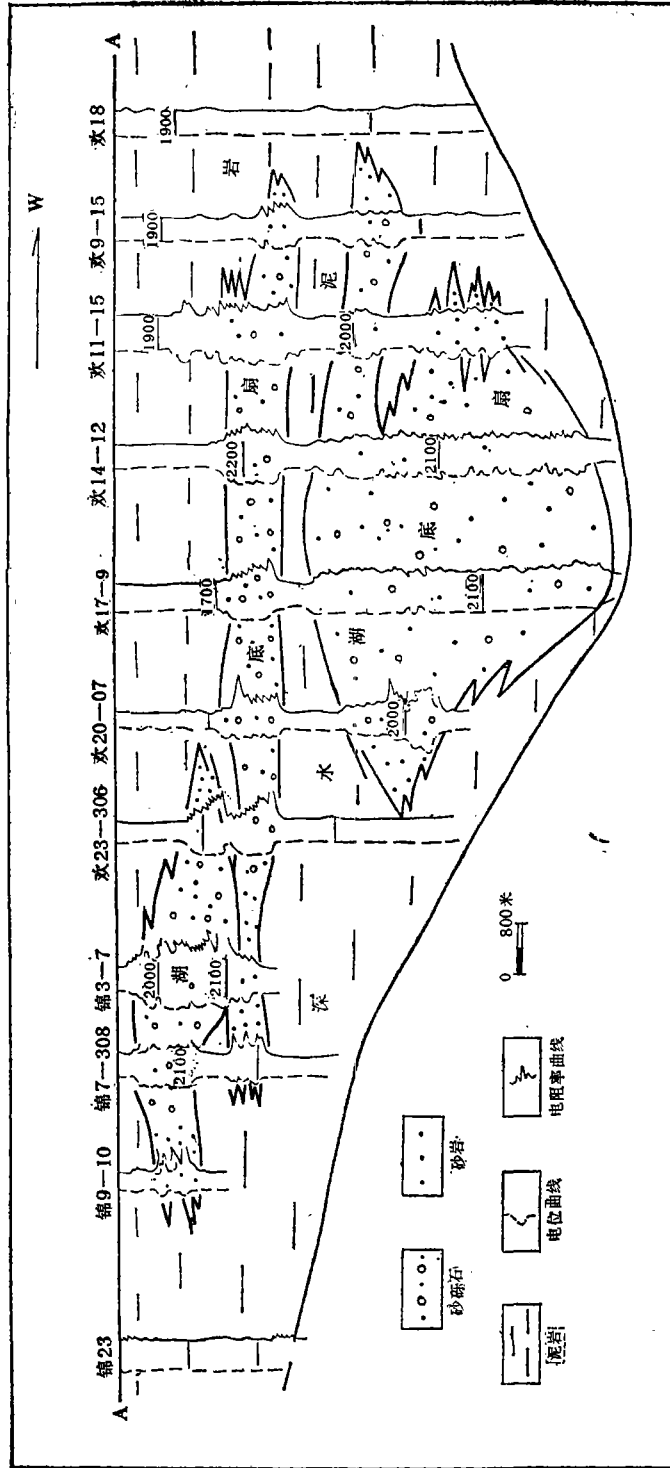


图7 大凌河油层横剖面图

Fig. 7 Across section of the Dalinghe oil bed

若扇体不断向前推进,湖底扇的垂向沉积层序如图5B所示。从外扇至中扇为一大的反旋迴,但每一小的碎屑岩单层均为正韵律。整个剖面为一反到正的完整旋迴。

从上面的讨论我们可归纳出湖底扇在平面上的沉积模式(图6)。图中各岩相类型表示一次浊流从内扇水道至外扇沉积的岩相均为正韵律,说明浊流是逐渐减弱的。电位曲线反映了在扇体不断推进条件下,湖底扇各相带的沉积层序特点。

以上就单个湖底扇叶体的沉积特点、沉积相模式作了讨论。但实际上一个浊积砂体往往是由内扇水道发生变迁,形成多个湖底扇叶体迭合而成。如图7所示,大凌河油层致少有四个叶体组成。

在写作过程中,辽河油田研究院油田室、区域室及本院实验室的同志给予大力支持,在此一并致谢。

(收稿日期1984年3月26日)

参 考 文 献

- [1] Lowe, D. R., 1982, *Sedim. Petro.*, V. 52 N.1 P. 279-297.
[2] Walker, R. G., 1978, *AAPG*, V.62 N. 6 P. 932-966.

THE SEDIMENTARY CHARACTERISTICS OF THE LACUSTRINE FANS IN THE DALINGHE OIL BED OF LIAOHE BASIN

Gao Yanxin Wu Chungyun
Pang Zengfu Chang Chengyong Yin Fengxiang
(Scientific Research Institute of Petroleum
Exploration and Development, Beijing)

Abstract

The Dalinghe oil bed of Liaohé Basin is in the lower part of the Shahejie-3 Formation of the Oligocene. It is distributed in the western depression of Liaohé Basin, and consists of conglomerates, pebbled sandstones, sandstones and deep-water mudstones. Coarse tailed graded bedding, normal graded bedding as well as various sole marks are well developed while traction structures are rare. Besides the typical turbidites, non-typical turbidites facies occur more frequently, such as chaotic coarse conglomerate facies, conglomerate sandstone facies with coarse tailed graded bedding, inverse-normal grading pebbled sandstone facies, massive sandstone facies and

sandstone facies with diagonal bedding. Each facies has its special types of lithosome and sedimentary structures.

The oil layer in the Daling River belongs to gravity current channel-flood turbidity of lacustrine fan system. Lacustrine fans developed in deep water area. The gravity current channel was a canal of leading the flood turbidity current into the lake basin, it began at the shore, passed through the shallow water area, and conjoined with lacustrine fans in deep water area.

The lacustrine fans can be subdivided into inner-fan, mid-fan and outer-fan subfacies. The main channel with levees was developed in the inner-fan. High-density turbidites were mainly in the channels and developed into coarse conglomerate facies with chaotic structure, while the levees located at both sides of the channel were classic turbidites mainly resulted from the lower-density turbidity current sediments. The mid-fan subfacies was lobe-shaped. The braided channels without levee were developed on the lobe near the upper-fan, and they gradually vanished along the current flowing direction and were changed into the channelless area. The braided channels were mainly the well developed coarse-tail grading pebbled sandstone facies resulted from high-density turbidity current sediments. The channelless area was characterized by the classic proximal turbidites. The topography of the lower fan area is flat, and the deposits were mainly the distal classic turbidites resulted from the lower-density turbidity current.

The gravity current channel-lacustrine fan system is probably a kind of important turbidites in the faulted lake basin. Many kinds of stratum-lithological traps can be developed in the lacustrine fan, especially in the mid-fan area. Source, reservoir and cap rock complexes are well present in the lacustrine fans, so they are the important fields for petroleum exploration.