

# 冀中古盆沙二期、沙三期 沉积充填特征探讨

田崇鲁 李德同 刘铁铨

(石油大学研究生部)

(石油部物探局解释中心)

**提要** 冀中早第三纪古盆属断陷型拗陷。拗陷内包括14个箕状凹陷和6个凸起。拗陷的东西分带及拗陷演化史决定拗陷内的河湖沉积体系及沉积充填特征。沙二期、三期冀中古盆的沉积特点是河湖体系的東西分区性:西部为正常的平原型河流,河流相序完整;东部为湖区。河湖体系的分布不受局部箕状凹陷所控制。古流除正常河流外,还有短流程山麓型河流,仅分布在湖盆周缘。拗陷演化分为了大周期及6个次级水进、水退周期,控制着湖盆砂体的纵向层位分布。应用地震地层学研究拗陷沉积充填模式可提供丰富地质信息。目前所发现的储层均属湖成砂岩体。冀中古盆有6类湖成砂岩体,其形成受古流类型及地貌特征所决定;其分布则受古流特征及连通水域所控。

**主题词** 断陷 充填模式 古流与古流向沉积体系域 地震相及地震相参数

**第一作者简介** 田崇鲁 男 55岁 副教授 地震地层学与石油质学

我国东部地区中生代分布着大小数十个古盆,其中有些已发现了油气藏。在这些古盆中的储层,多数是湖成砂岩。其成因多以河控为主,波控为辅;其分布,是河、湖共同制约的结果。因此,研究古盆沉积充填特征,研究河湖沉积体系,是认识和预测砂岩体的最基础工作。但由于受方法所限、资料缺少,致使对古流的研究开展较少,本文拟从下述几方面对上述问题进行探讨。

## 一、冀中古盆结构特征与古湖充填模式

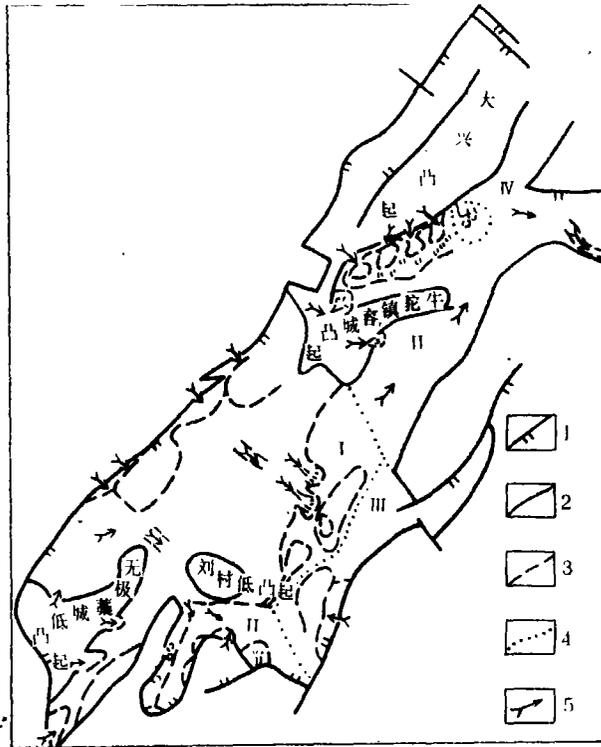
根据不同构造应力对盆地发展的影响,或据盆地的发展演化阶段,将东部中生代古盆分为拗陷型和断陷型两类,并分别以勘探程度较高的松辽盆地和东营盆地为代表。两类古盆的共性是均呈独立的蓄水盆地。冀中拗陷内共有14个箕状凹陷和6个凸起,每一箕状凹陷级别均同于济阳拗陷东营凹陷级别。但从作为控制河湖体系分布因素看,两者又有所区别,即东营凹陷呈封闭水盆,而冀中的箕状凹陷却不能做为河湖分布的主要控制因素。因此,不宜仅限于冀中箕状凹陷为独立对象来研究其聚油规律,而应以宏观着眼研究河、湖体系特征。

冀中古盆河湖体系分布是由其区域结构特征所决定。其区域结构特征如下:

### 1.拗陷内区域构造的东西分带格局控制河湖体系东西分区模式

冀中在中生代末及第三纪时处于断陷演化阶段。其拗陷的形成与演化、岩性与岩相分布、河湖沉积体系特征等等,均是在以断块运动为主的控制下进行;拗陷内断裂的发育、演化及其分布,统一了拗陷内的发育过程。

拗陷内断裂走向主要为北东-北北东向，北西-北西西向断裂不发育。因此，断块活动、构造线走向、凹陷展布均呈北东向；与此同时还表现出区内断裂活动强度和凹陷的沉降由西向东的转移。这就构成影响沙二期、沙三期河湖体系分布的古构造、古地貌的总格局。即构成拗陷西部陆上河流相，东部的湖泊相的东西分区模式（图1）。



1.断层；2.尖灭线；3.沉积环境分界线；4.沉积体系域分界线；5.流向  
图1 冀中拗陷沙二期、沙三期砂体和沉积体系域分布图

Fig.1 Distribution of sands and tracts of sedimentary system of Jizhong Depression in Es<sub>2-3</sub>

**2.拗陷内南北分块特征不明显，为沙二期、沙三期形成正常河流相和连通水域提供地质先决条件**

拗陷区内北西-北西西向断裂不发育，较大的仅有如衡水断裂等少数构成拗陷南北边界的断裂。拗陷内由于南北分块不明显而突出了东西分带性。因此，在拗陷内最大水进期，水体亦未覆盖全境而呈东西分区的河湖体系；二是在南北方向上的凹陷之间凸起之间无明显分割。图2为位于拗陷东部近南北向横穿5个箕状凹陷的纵向大剖面，可见沙二期、沙三期为一连通水域。换言之，鉴于箕状凹陷分布的特定条件，以凹陷短轴剖面表示，其相带明显三分，即缓坡相带、陡坡相带及深湖相带；但若从长剖面分析，其环状相带不以箕状凹陷为环，而以拗陷东部统一大湖为环。

拗陷区西部诸凹陷, 在沙二期、沙三期为平缓的高地, 仅保定凹陷为一局部湖洼, 凹陷间无明显分隔, 形成典型洪泛平原和三角洲平原相为特征的正常河流相。

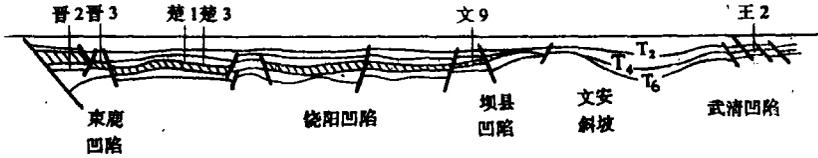


图2 南北向剖面示水域连通(图中斜线为滨浅湖相)

Fig.2 South-north section, showing connectivity of waters (oblique lines indicate littoral-shallow lacustrine facies)

### 3. 断陷凹陷的发育演化, 控制不同时期河湖体系纵向演化模式

根据凹陷边界断裂特征分析, 在整个裂陷期间, 断块活动是由强烈向稳定、静止的渐变演化过程, 在这一总趋势下, 又有着活动、稳定、再活动、再稳定的频繁更替。因此, 在拗陷的演化上, 根据边界同生断层的活动标志可明显分出3大阶段: 即初始阶段、深陷阶段和萎缩阶段, 以及6个次级升降周期, 如表1所示。

表1 早第三纪冀中斷陷湖盆演化分期简表

Table 1 Evolution stages of Jizhong faulted lake basin in Eogene

地层时代		拗陷演化分期	二级升降	次级升降
东营期	晚	萎缩回返期	抬升	抬升
	中			沉降
	早			
沙一期	晚		沉降	抬升
	中			沉降
	早			沉降
沙二期		拗陷深陷期	抬升	抬升
沙三期	晚		沉降	沉降
				抬升
	中			沉降
				抬升
早	沉降			
	抬升			
沙四期		发育期	抬升	抬升
孔店期			沉降	沉降

在初始发育期, 古盆地貌特征是以山洼间列、弧立分割、古流为山麓型短流程、多流向、近物源快速堆积为特征; 古湖盆多呈分散、隔绝状, 属干旱盐渍相, 仅北部有一小湖。在最大深陷期, 河湖东西分异明显, 西部以典型正常河流为主, 拗陷周缘的短程山麓河流次之; 东部水域为一连通整体, 面积大、水体深、相带齐全。此时有明显的三次水进、水退,

此时,湖域面积和砂体类型呈现显著差异。当断陷凹陷进入萎缩阶段,湖域面积逐渐缩小,河流相逐渐占据主导地位。

#### 4.统一湖区两个物源区、两套沉积水系半封隔状相带分布特点

湖盆中部最大水域期,由西岸伸出一狭长状,呈北东向延伸的半岛形水上隆起——上驼镇、容城隆起。该隆起将统一湖盆分成南北两个半部。南北水域在西部为半岛阻隔;在东部的坝县凹陷、武清凹陷水体相连。根据钻井岩心分析,此期的水系与物源分别是:北半湖主要来自西北部的燕山水系和太行山北段水系,南半湖主要来自太行山水系。这两个半湖在西部边缘形成各自的相带模式和沉积体系,湖成砂岩体的分布明显受此特点所制约。

## 二、沙二期、沙三期古流分析

陆相地层开展地震地层学的研究,日前有认识分歧,其焦点在于对地震分辨率的精度,陆相地层相变大,以及在资料处理时由于处理参数不同则地震反射波形特征不同可能导致误解。其中,成效最差的是对河流相的研究。冀中沙二段、沙三段埋藏偏深,一般地震波的双程旅行时间在2.5秒左右,设其平均层速度为4200m/s,取1/4子波波长为分辨极限时,其垂向分辨率应为亿米,横向分辨率用菲涅尔带半径表示为620m。故河床沉积规模小于上述极限时,则不能在正常的地震时间剖面上被分辨。尽管如此,也为解决此问题前进了一步。

水系的分类历来有多种方案。从砂岩成因角度分析,冀中古盆下第三系古河流有正常的平原型和短流程的山麓型两类。后者在冀中区又有正常发育和季节性洪泛水系两种。

**平原型正常河流** 本类型古流特征是流程长,流域面积大,常年发育,河流相序完整,有物源碎屑源源不断地被冲蚀携带,经长距离搬运入湖堆积;颗粒成熟度高;发育在拗陷西部广大平原区。冀中太行山古流属此类型。

应用地震地层学研究正常河流比对山麓型河流的研究更为复杂。因后者在侵蚀凸起上的河谷标志在地震剖面上较易确定。山麓河流冲蚀力大,下切侵蚀明显,层序反射终端类型清楚;又因流程短,故山口沟谷、河道杂乱充填相及入湖的粗碎屑快速丘状堆积体在短距离内相互对应配套而较易确定。

本文对太行山古流的研究是采用控制西端、追踪中间的方法。一端为出山口的辫状河—冲积扇沉积(太行山东麓有明显的呈丘状杂乱相的几组大山麓冲积扇群,标志为古流出山口端);另一端为入湖处,多形成入湖的斜交前积三角洲相(冀中古湖西岸及西南端共有2—3处大的入湖口)。中间段可用地震相参数的充填相、前积相配合钻井资料准确确定古流位置;用物理参数宏观控制大致古流向。这种两端控制,中间追踪,多方结合的方法,在没有特殊处理的地震资料时,可大致确定太行山古流的位置及主要流向。

太行山古流出山后,主要分两大支流:其一经高阳低凸起在肃宁处入湖,形成肃宁三角洲,如图3所示;另一支流往南再向东,经无极低凸起与刘村低凸起之间注入束鹿、深县古湖。此处的河道沉积为能量较低的沉积充填式,充填相下伏层顶界面削截现象不明显,为典型中下游河道。

在正常河道的中间段(图4),划分出强振幅不连续相、杂乱相、中振幅不连续相、变振幅地震相及前积相等地震相区,分别对应河床相、漫滩相及冲积平原相。

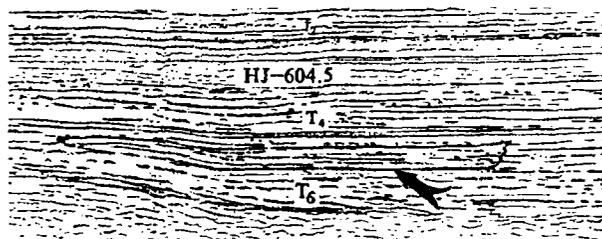
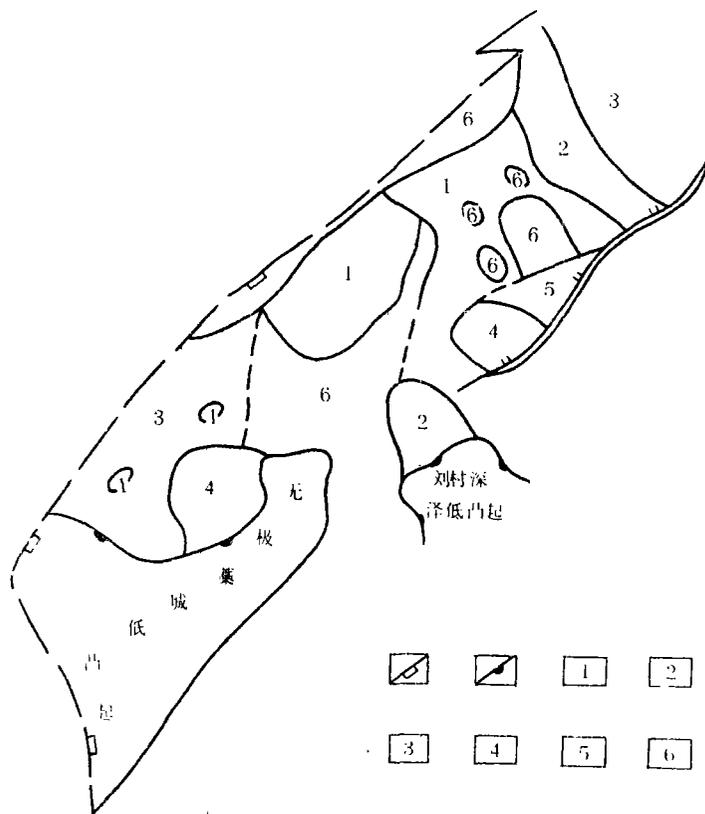


图3 肃宁三角洲河道充填相

Fig.3 Channel fill facies of Sunin Delta



1 强振幅连续地震相; 2 中振幅中-不连续地震相; 3 弱振幅不连续地震相;

4. 变振幅地震相; 5. 迭瓦前积地震相; 6. 杂乱反射地震相

图4 冀中拗陷西部 T<sub>4</sub>-T<sub>6</sub> 地震相图

Fig.4 Seismic facies map of T<sub>4</sub>-T<sub>6</sub> in the west of Jizhong Depression

太行山古流是冀中古湖碎屑主要搬运通道。其基本流向由西向东、由西南向北东向。该流向是由本区的区域构造方向和东北区泄水道位置来决定的。

**山麓型河流** 其特点是坡降大,近物源,河流出口后或经短距离以辫状河特征注入湖泊;或山麓即为湖盆陡岸,冲积扇沉积直接与湖相相连。河道以下切为主,冲蚀力大,高能、粗碎屑、砂砾岩体成熟低。古流指向湖盆,多分布在湖盆陡坡一侧。这种河道为大坡降、高负载,属典型下切侵蚀型;下伏层顶界面消截终端明显,反射结构杂乱。此类河道在地震剖面上特征较明显而易分辨。

### 三、沙二期、沙三期湖成砂体类型与分布

我国东部地区所发现的储集砂体大多数是湖成砂体而远离生油区的河道砂及山麓冲积扇不是主要储层类型。目前冀中古湖所发现的砂体,据63个不完全统计各类砂体中,有41个位于沙二期、沙三期。其特征与类型如下:

**三角洲砂体** 指由太行山古流所形成的似三角状沉积体。平面分布位于古湖西缓坡和南端;纵向分布于最大水进期的回返阶段,多形成建设型三角洲。如肃宁三角洲、西柳三角洲、南小陈三角洲等。

**扇三角洲砂体** 由大坡降、高负载、辫状河流所建造的粗粒级三角洲。其平面分布于湖盆陡坡一侧;纵向分布与边界同生断层的强烈活动有关。为断陷型湖盆所特有和常见的一种构造三角洲。

该砂体的三角洲平原相一般为山麓冲积扇或泛滥平原相,为高能环境,反映为杂乱地震相。由于湖盆陡坡滨浅水域狭窄,故三角洲前缘带极不发育,因此在地震剖面上常易漏掉或错判,这可能是冀中古湖迄今发现此类砂体少的原因。

**水下冲积扇砂体** 系指古水流出山口后直接进入滨浅湖区而堆积的沉积体。砂体多形成于水进期并以正粒序为特征。对坡度地形要求不大,故湖盆陡缓坡均可发育此砂岩体。

**滩坝砂体** 为远离河口位于湖盆宽缓边缘或水下隆起缓坡的滨浅水域。颗粒成熟度高,发育在湖盆回返后微陷扩张期,如大王庄滩坝砂体。

**浊积砂体** 堆积在深湖、半深湖区的由密度流所形成的高能砂岩体。其形成具备粗碎屑物源和搬运途径这两个基本条件。

**塌积锥砂砾岩体** 位于湖盆陡断带一侧,由于断裂活动而形成于水下或水上的砂砾岩体。特点是高能、快速堆积,成熟度差,储层性能亦差。因近油源分布亦为冀中古湖的储层类型。

以上六类湖成砂体,除浊积岩外均分布在滨浅水域。

### 四、下第三系冀中古盆沉积体系类型

冀中古盆基本可包括4类6亚类沉积体系域类型。

**I类 山麓冲积扇→三角洲→浊积岩(I<sub>1</sub>亚类) / 滩坝砂体(I<sub>2</sub>亚类)沉积体系域**

本沉积体系域发育在地形平坦开阔的冲积平原区,流域面积大,为正常河流所形成的沉积体系域。

古水流的相序齐全,从出山口至湖,依次发育:辫状河冲积扇沉积,顺直河,曲流河泛滥平原相,网状河三角洲平原相,水下分支河道三角洲前缘相及前三角洲深湖泥相。三角洲砂体或因构造变动而滑塌重新搬运,或有丰富陆源物质呈高密度流搬运至深湖而形成浊积岩,构成第一亚类沉积体系域。这种类型在东部古湖深陷期是屡见不鲜的。在深湖泥页岩区见有强振幅、高连续性、高频的平行、亚平行或斜交型的丘状、席状或透镜状地震异常时,则应考虑是浊积岩的存在而构成此亚类。

在滨浅水域区由于波浪或岸流的作用,三角洲砂岩体碎屑可重新搬运侧向形成滩坝砂体,构成第二亚类,如蠡县斜坡滩坝砂体。

### II类 水下冲积扇→浊积岩 (II<sub>1</sub>亚类) / 滩坝砂体 (II<sub>2</sub>亚类) 沉积体系域

河流出山口直接形成水下冲积扇,由于存在与I类相似的地质条件,在深湖、半深湖区形成I<sub>1</sub>亚类沉积体系域。这是东部各古湖盆常见的砂体共生组合关系,如廊固凹陷及济阳拗陷滨县凸起南坡沙三水下扇—浊积岩体系等。

水下扇砂体为波浪、岸流所改造,侧向搬运形成滩坝砂体而组成另一亚类体系域。

水下冲积扇砂体的形成对地形坡度要求并不严格,因此在湖盆的缓坡与陡坡均可分布。但对所形成的沉积体系域亚类的分布,明显受控于地形条件,湖盆缓坡处山麓,距湖岸往往有较长距离,粗碎屑物仅能形成山麓冲积扇,而水下扇只能在山口与湖岸距离很近时才能形成,故在狭窄的凹陷,如束鹿、廓固等凹陷的缓坡处形成的水下扇—滩坝相沉积体系域;湖盆陡岸邻近深湖区,可提供形成水下扇—浊积岩体系域条件,但不具备形成滩坝砂体条件。

故此两亚类受湖盆陡缓坡所限不易共存。

### III类 扇三角洲—浊积岩沉积体系域

此类沉积体系域仅发育在湖盆断超带一侧,并与边界同生断层活动性有直接关系。北部的燕山水系,东部沧县水系及南部邢衡水系的人湖处,均可提供形成此类体系域条件。

### IV类 沟谷—浊积沉积体系域

高密度流以水下沟谷为通道直至深湖区,在湖底坡度变陡处形成浊积砂岩体。为廓固凹陷的沟谷—浊积岩沉积体系域。

冀中古湖的水下沟谷体系,一般与区域断裂有关,如廓固凹陷的水下沟谷可能就是垂直岸线的北西—北西西向断裂系;在半深湖、深湖区的坡度变陡处,往往就是北东—北东向断裂的下降盘。这两组断裂均具同生性。详细研究区域断裂带有助于确定这类沉积体系域的分布规律。

收稿日期 1988年9月22日

## 参 考 文 献

- (1) P.E. 波特, F.J. 裴蒂庄著, 陈发景等译, 1984, 古流和盆地分析 科学出版社。
- (2) H.E. 赖内克, I.B. 辛格著, 陈昌明等译, 1984, 陆源碎屑沉积环境, 石油工业出版社。
- (3) C.E. 佩顿, 牛毓荃等译, 1980, 地震地层学, 石油工业出版社。
- (4) A.D. Miall, 1981, Analysis of Fluvial Depositional, Systems, AAPG Education Course Note

Series.

(5) A.D.Miall, 1984, Principles of Sedimentary Basin Analysis, Springer-Verlag.

## AN INVESTIGATION INTO THE CHARACTERISTICS OF THE SEDIMENTARY FILLING IN $E_s^{2-3}$ , JIZHONG BASIN

**Tian Chonglu Li Detong**

(Graduate School, University of Petroleum, Chian)

**Liu Tiequan**

(Interpretation Center of Geophysica Exploration Bureau)

### Abstract

The ancient basin of Paleogene in Jizhong region is of the faulted depression type. In the depression exist fourteen dustpan-like sags and six uplifts. The regional structural characters of the depression are that depressions' being divided into east and west parts and its evolution history determine the features of the fluvial-lacustrine system and herein the sedimentary filling. The sedimentary filling in  $E_s^{2-3}$  of Jizhong Basin features the fluvial-lacustrine system being divided into two parts: the west part belongs to standard plain type rivers with complete facies sequences; the east is a lake region. The distribution of the system is not mainly controlled by the local dustpan-like sags. In addition to ordinary rivers there are short ancient rivers of mountain-foot type scattering along the periphery of the lake basin. The evolution process of the sags consists of three great cycles and six secondary transgression and regression cycles, which governs the longitudinal distribntion of the sand bodies in the lake basin. The application of seismic stratigraphy to the study of sedimentary filling models in the depression offers plenty of geological information. The reservoirs so far discovered in Jizhong Basin all are sand bodies of lake sediment which fall into six types, the formation of which appears to be determined by the ancient river type and topographic features, and the distribution of which seems to be controlled by ancient rivers as well as the communicated waters. Jizhong region can be classified into four groups and six subgroups of sedimentary system tracts, thus characterizing the sedimentary filling in  $E_s^{2-3}$  in the region.