

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

济阳拗陷上第三系明化镇组下段河流类型 及沉积特征分析

李继红 戴启德 狄明信 徐樟友

(石油大学勘探系, 山东东营)



济阳拗陷上第三系明化镇组下段沉积环境以曲流河为主, 曲流河以点砂坝、河道边缘、洪泛平原和决口扇等沉积为其特征。笔者通过观察岩心, 对照测井曲线, 建立了相应的岩电关系, 从编制和总结各类基础图件入手, 拟定出一套平面划相原则。根据该原则, 编制了上第三系明下段各亚段沉积相平面图, 从而在平面上展示出济阳拗陷上第三系明下段的河流沉积已进入曲流河发育的鼎盛时期, 并形成了控制济阳拗陷沉积的3大水系: 车镇—沾化水系、惠民—东营—沾化水系、东营—沾化水系。3大水系虽源头不同, 但都经过沾化凹陷, 最后汇入渤中拗陷。

关键词 曲流河 辫状河 明下段 沉积相

济阳拗陷北处渤海南岸的黄河三角洲地区, 构造上为渤海湾盆地的一部分。北隔埕宁隆起与黄骅拗陷相望, 南临鲁西隆起, 西靠临清拗陷, 东与渤海相通, 总面积约 26 000 km²。

在地史上, 济阳拗陷经历了古生代和早、中侏罗世的前断陷期; 晚侏罗世—白垩纪的断陷期; 早第三纪的断陷期和晚第三纪的拗陷期这4个发育阶段。其中, 早第三纪是济阳拗陷发育的全盛时期, 而晚第三纪是其发育的衰退期, 此时济阳拗陷只是渤海湾大型沉积盆地的一部分。明化镇组是在馆陶组经过长期河流充填沉积的基础上形成的一套河流—洪泛平原相碎屑岩沉积。从1 700多口探井揭示, 明化镇组下段为济阳拗陷天然气的主力层段, 明下段的河道砂、河道边缘砂是其主要储集层, 而洪泛平原相的泥岩是较好的盖层。这种良好的储盖组合为济阳拗陷浅层天然气的成藏创造了优越的条件。本文着重分析上第三系明化镇下段的河流沉积类型及其发育和展布特征。

1 高弯度曲流河的沉积特征

通过济阳拗陷明下段取心井的岩心观察, 本区高弯度曲流河有如图1所示的几种典型的垂向沉积剖面, 它们的共同特点是:

- (1) 发育良好的二元结构, 即下部为粗碎屑质的河道沉积和上部为细碎屑质的洪泛平原沉积, 洪泛平原沉积与河道沉积的厚度比介于1—7.24之间。
- (2) 粗碎屑质沉积以中细砂岩为主, 部分为含砾砂岩。砂岩中可见多种沉积构造, 如冲刷

构造、低角度的交错层理、小型槽状交错层理、平行层理和上攀层理。此外,砂岩的成分以石英、长石为主,结构成熟度和成分成熟度均不高,砂岩多为泥质胶结且较疏松。

(3) 细碎屑质沉积以杂色泥岩为主,局部可见铁锰结核、钙质结核,部分泥岩中也可见到螺化石和介形虫化石。一些暗灰黄色泥岩中发现有黑色炭质的植物根系。

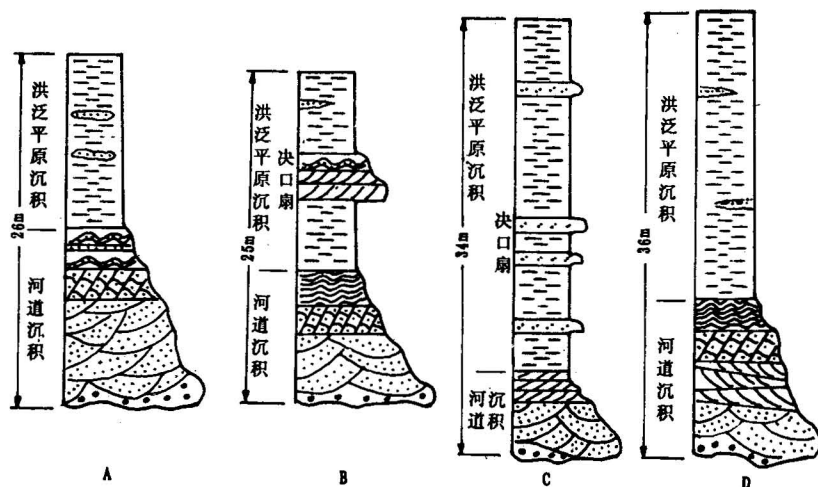


图 1 济阳拗陷明下段高弯度曲流河的典型垂向沉积剖面图

Fig. 1 Depositional profile of high sinuous meandering stream in the lower member of Minghuazhen Formation in Jiyang depression

图 1-A 是济阳拗陷沾化凹陷明下三段中的一个曲流河的垂向沉积剖面。该剖面上具有明显的二元结构,其上下比约 1:1。下部为粗碎屑质河道沉积,又可分为河道充填亚相和河道边缘亚相。河道充填亚相沉积的底部具明显的底冲刷现象,沉积了一层不连续的河道滞留沉积,成分为细粉砾岩。向上变为数米厚的砂质沉积,发育中型交错层理,它是由河道砂体侧向加积而成。河道边缘亚相由一套具波状层理和水平层理的粉砂岩、粉细砂岩组成。上部为细碎屑质洪泛平原沉积,该段沉积以泥岩为主,局部偶见极薄的粉砂岩、粉砂质泥岩,它们是由于洪水期洪水漫溢河岸,当水流停集于洪泛平原后,以垂向加积的形式沉积下来。由于水流能量低,所以携带物以泥质为主,且泥岩中偶尔见到介形虫、螺化石等。

图 1-B 是东营凹陷与鲁西隆起交界的金家地区明下二段的一个曲流河垂向剖面。该剖面下部河道沉积与图 1-A 类似。所不同的是上部细碎屑质洪泛平原沉积中,夹有 4 m 厚的具低角度交错层理的粉细砂岩。该砂岩粒度下粗上细,反映水流能量逐渐减弱,暗示其为一次事件性沉积,无疑是决口扇沉积。决口扇沉积是在大洪水期间,洪水冲决河岸,其所携带细砂或粉细砂在没有水体或水道的约束下,很快形成扇状水流,使得水体能量大减,沉积物迅速堆积下来,在洪泛平原中形成扇状堆积物,即决口扇沉积^[1]。

图 1-C 是另一种河流沉积剖面。该剖面类型在明下段发育普遍,其特点是洪泛平原沉积相当发育,相对河道沉积的厚度比值为 4.2,有的甚至达 7.24,这说明河道侧向迁移的能力较弱,河道一旦游离此地便长期被洪泛平原占据。该剖面下部河道沉积较薄,但上部细碎屑沉积

较厚,其中夹多套具波状层理或水平层理的正韵律的粉砂岩或粉细砂岩,说明了洪水事件时有发生,且洪水期水中的细粒沉积物含量较丰富,形成了多个小型的决口扇沉积。

图 1-D 所示的曲流河沉积很简单,其二元结构的上下部比值约为 1.76。河道充填沉积由底部薄层含砾砂岩和粒度向上变细、沉积构造向上变小的点砂坝构成。河道边缘沉积由厚度不大的粉砂岩组成。其上很快覆盖了一套厚 23 m,质地较纯的泥质沉积,泥岩中见到菱铁矿结核和部分炭质植物根系。推测该河道可能为一废弃河道。

2 河流沉积的电性特征

电性特征是岩性特征的综合反映。利用岩心资料,结合相标志可以确定沉积微相。如果再结合相应的测井曲线对比,寻找沉积微相在测井曲线上的响应,便可在没有岩心资料的区块进行沉积环境分析。笔者根据济阳坳陷明下段河流—洪泛平原沉积体系中各亚相、微相的自然电位曲线特征的差异,归纳出有如图 2 所示的几种曲线类型。

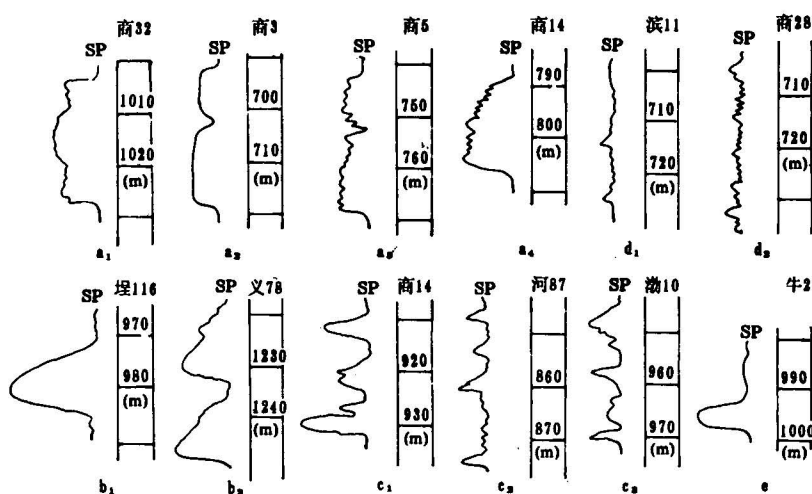


图 2 济阳坳陷明下段各亚相、微相自然电位曲线类型图

Fig. 2 Natural potential curve types of various subfacies, microfacies in the lower member of Minghuazhen Formation in Jiyang depression

a₁—a₄—心滩坝微相; b₁—b₂—点砂坝微相; c₁—c₃—河道边缘亚相; d₁—d₂—洪泛平原亚相; e—废弃河道亚相

a₁—a₄—Channel bar microfacies; b₁—b₂—point bar microfacies;

c₁—c₃—leveed bank subfacies; d₁—d₂—floodplain subfacies; e—abandoned channel subfacies

2.1 辫状河心滩坝的自然电位曲线类型

心滩坝的自然电位曲线类型有 4 种。图 2—a₁ 所示自然电位呈齿化箱形,箱形曲线底部突变幅度明显,反映心滩坝底部冲刷强烈,箱形微齿化则说明粒度在垂向上有变化,为不稳定洪流的辫状河沉积^[2]。图 2—a₂ 所示自然电位呈箱形叠加,曲线底部幅度突变,显示底冲刷,箱形叠加反映为多期辫状河道切割叠加而成。图 2—a₃ 所示自然电位呈齿化箱形叠加,反映为不稳定

洪流的辫状河道多期叠加沉积。图 2-a₄ 所示自然电位呈齿化钟形—箱形组合,说明砂体沉积时,水流欠稳定,逐渐减弱所致。

2.2 曲流河点砂坝的自然电位曲线类型

点砂坝的曲线类型有 3 种。图 2-b₁ 所示自然电位呈钟形,钟形底部突变,显示点砂坝底冲刷强烈,垂向上由下到上泥质增多,为典型的正粒序递变,反映了完整的点砂坝特点^[2]。另一种是自然电位呈齿化钟形,它表明点砂坝中泥质成分增多。图 2-b₂ 所示自然电位呈齿化钟形叠加,由多期河道侧向加积而成。

2.3 河道边缘亚相的自然电位曲线类型

由于河道边缘砂体的厚度较薄,泥岩夹层多,因此,其自然电位曲线往往呈锯齿形、指形和小钟形叠加。图 2-c₁ 所示辫状河河道边缘亚相自然电位曲线幅度高,砂层较厚,其形状多为指状或钟形叠加。而图 2-c₂ 是曲流河河道边缘亚相自然电位曲线特征,它的曲线幅度低,砂层薄,多呈锯齿形。还有一种呈小漏斗型的曲线特征,如图 2-c₃ 所示,它代表越岸水流逐渐增强而形成的反粒序的决口扇沉积。

2.4 洪泛平原亚相的自然电位曲线类型

洪泛平原亚相自然电位曲线呈低幅平直,或具微小的指形,图 2-d₁ 反映沉积物泥质丰且纯。道间洼地的自然电位曲线是在低幅平直的背景上有多层指状砂体出现,如图 2-d₂ 所示,反映沉积物粒度较洪泛平原亚相略粗,以粉砂岩、粉砂质泥岩夹层为主。

2.5 废弃河道亚相自然电位曲线类型

废弃河道是由于河流的迁移改道或曲流河的截弯取直而使河道废弃。砂体在空间上多呈孤立的透镜体,四周被泥岩所围,其自然电位曲线呈箱形或齿化箱形。如图 2-e 所示。

3 济阳拗陷明下段平面沉积相的展布

为了进一步了解明下段沉积相带的展布及其演化特征,按照河流沉积的垂向层序,各相带的变化趋势,以近似等厚的方法进行横向追索,将明下段划分出 3 个亚段,即明下一段、明下二段和明下三段。根据各亚段沉积相带的岩心分析和测井曲线特征,编制了砂岩等厚图、最大单砂层等厚图、砂泥比和砂岩厚度系数等值图等各种基础图件,总结出如表 1 所示的平面划相原则,据此编绘了明下段各亚段的沉积相平面图。图 3 是济阳拗陷上第三系明下二段沉积相平面图。

总体上,济阳拗陷明下段以河流—洪泛平原沉积为特征,河道弯曲、洪泛平原亚相逐渐占绝对优势。全区明显发育 3 大水系:车镇—沾化水系,惠民—东营—沾化水系,东营—沾化水系。

车镇—沾化水系 位于济阳拗陷北部,物源区可能在埕宁隆起以外。河水由车镇凹陷流经沾化凹陷,其上游砂体发育,砂层累计厚度>100m,主要为辫状河沉积。由于辫状河的游荡性,河道迁移,致使河道边缘不十分发育,仅局限于河道两侧的狭窄地带。当河流流经地势平坦的埕北凹陷时,砂体变薄,分布局限,呈弯曲带状转为高弯度曲流河。

惠民—东营—沾化水系 该水系流程最长,它的上游位于惠民凹陷,由两组分支河系组成,河水分别流经临邑、惠民两地。该区砂体发育,累计厚度>140m,为辫状河沉积。当河流流

泛平原沉积。由于河流的经常改道、迁移,在广阔的洪泛平原上还星罗棋布地分布着面积较小、形态各异的废弃河道,其主要分布于金家、草桥和永安镇等地。它们范围虽小,但砂体仍具有一定的厚度。

总之,3大水系控制了济阳拗陷明下段的沉积。

4 结论

济阳拗陷上第三系明下段的河流类型可分为两类,即曲流河和辫状河。

曲流河和辫状河以发育河道沉积和洪泛平原沉积为特征。曲流河的河道沉积中天然堤相当发育,洪泛平原沉积在曲流河中占相当的比例,其厚度超过了河道沉积。决口扇沉积在洪泛平原普遍发育。曲流河的自然电位响应多以钟形、齿化钟形叠加为特征。辫状河河道沉积发育,但天然堤不发育,洪泛平原沉积中沉积物粒度较粗,以粉砂、粉砂体泥岩为特征。自然电位曲线以箱形、箱形叠加为特征。

平面上,济阳拗陷明下段是曲流河发育的鼎盛时期,洪泛平原沉积占绝对优势,形成了控制全区沉积的3大水系。3大水系的上游以辫状河为特征,中下游以高弯度曲流河为特征。3大水系虽源头不同,但都流经沾化凹陷,最终汇入渤中拗陷。

参 考 文 献

- 1 柯保嘉,陈昌明,汪寿松. 山西二叠系河流沉积特征. 沉积学报, 1991, 9(1): 11—17.
- 2 管守锐,白光勇,戴启德,王中文. 孤东油田馆上段沉积微相研究. 山东东营:石油大学出版社, 1992. 64—69 页.

RIVER TYPES AND SEDIMENTARY CHARACTERISTICS IN THE LOWER MEMBER OF THE NEOGENE MINGHUAZHEN FORMATION IN JIYANG DEPRESSION

Li Jihong, Dai Qide, Di Mingxin and Xu Zhangyou

(*Department of Exploration, University of Petroleum, Dongying, Shandong*)

Abstract

The sedimentary environment of the lower member of the Neogene Minghuazhen Formation is mainly marked by meader streams in the Jiyang depression. The meader stream sediments are characterized by point bar, levee, floodplain and crevasse splay sediments. The relationship between lithology and electricity of rocks was established through observations of the cores and correlation of well logs and principles of sedimentary facies classification were set up through compiling and summarizing various base maps. In the light of these principles a plan of sedimentary facies in the lower member of the Neogene Minghuazhen Formation was compiled, which shows that the Neogene was a period of the best development of the meader streams and that three drainage systems controlling the sedimentation in the Jiyang depression were formed: the Chezhen—Zhanhua, Huimin—Dongying—Zhanhua and Dongying—Zhanhua drainage systems. Although the three drainage systems have different sources, they all flow through the Zhanhua hollow and finally into the Bozhong depression.

Key words: meader stream, braided stream, the lower member of the Minghuazhen Formation, sedimentary facies

作者简介

李继红, 1963 年出生。1984 年毕业于西北大学地质系, 1991 年在石油大学(北京)获硕士学位。现为石油大学(华东)勘探系讲师, 主要从事沉积环境研究与油藏描述。通讯地址: 山东省东营市石油大学(华东)勘探系。邮政编码: 257062。