

文章编号: 1009-3850(2002)01-0046-07

# 惠民凹陷南坡古中生代沉积体系特征及时空演化

赵俊兴<sup>1</sup>, 田景春<sup>1</sup>, 蔡进功<sup>2</sup>

(1. 成都理工大学 沉积地质研究所, 四川 成都 610059; 2. 胜利油田 地质科学研究院, 山东 东营 257200)

**摘要:** 笔者通过胜利油区惠民凹陷南坡地区古生代地层的沉积相发育与分布特点的研究, 并结合区域构造运动, 揭示了该地区早古生代奥陶纪到中生代侏罗纪的构造和沉积体系发展演化规律。结果表明, 整个研究区在早古生代发育了一套碳酸盐潮坪体系, 晚古生代为海陆过渡的三角洲沉积体系, 中生代为一套陆相河流体系。三角洲体系又包括了石炭纪的海相三角洲和二叠纪的陆相湖泊三角洲。该区在古生代和中生代经历着多期次、多类型的构造-沉积演化, 从整个演化过程来看, 总体上体现了从海到陆的过程。在空间上, 除了早古生代沉积相对稳定外, 晚古生代和中生代均表现了较明显的沉降差异性。

**关键词:** 惠民凹陷; 古生代; 中生代; 沉积体系; 时空演化

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

## 1 引言

惠民凹陷是胜利油区的主要产油凹陷之一, 近年来, 随着勘探开发的进一步深入, 主要勘探目标逐渐转向深部<sup>[1]</sup>。在本地区, 钻井揭露的地层有古生界的奥陶系、石炭系、二叠系和中生界的侏罗系, 缺失了志留系、泥盆系、三叠系和下石炭统。从岩性上来看, 下古生界奥陶系发育了一套海相碳酸盐岩沉积, 上古生界石炭系和二叠系发育了一套碎屑岩含煤建造, 中生界则为一套陆相河流沉积的杂色碎屑岩。笔者系统研究了区内从奥陶纪到侏罗纪沉积体系发育与展布规律, 从时空上揭示出整个研究区沉积体系时空演化规律, 为下一步进行深部油气勘探提供了重要的地质理论依据。

## 2 沉积体系发育类型

通过对研究区内钻井的岩心、录井资料和测井相及地震相的分析, 在对取心井段及单井沉积微相

研究的基础上, 将沉积体系划分为侏罗系的河流体系、二叠系的陆相湖泊三角洲沉积体系、石炭系的海陆过渡三角洲体系及奥陶系的海洋碳酸盐岩潮坪体系等三大沉积体系类型, 各大沉积体系又分别由不同的沉积相、亚相及微相组成(表1)。

## 3 主要沉积体系发育特征

### 3.1 河流沉积体系

研究区内的河流沉积体系广泛发育于侏罗系, 侏罗系河流沉积从成分上看(图1), 其砂岩成分类型主要为岩屑长石砂岩, 成因上属近物源区沉积。其河流类型又包括了辫状河和曲流河两大类型, 其中辫状河包括含砾砂质辫状河和砂质辫状河, 为侏罗系主要的河流类型。

#### 1. 辫状河沉积体系

侏罗系辫状河可以分为含砾砂质辫状河和砂质辫状河两种类型。

表 1 惠民凹陷古中生界沉积体系及沉积相的划分

Table 1 Division of the Palaeozoic and Mesozoic sedimentary systems and sedimentary facies in the Huimin depression

沉积体系组	沉积体系		相	亚相	微相	分布层位
大陆沉积体系组	河流体系	辫状河	河流相	河道	河道滞留、边滩、心滩	侏罗系
		曲流河		堤岸	河漫滩、天然堤、决口扇、洪泛平原、河漫沼泽、洪泛沼泽	
	湖泊三角洲体系		三角洲相	三角洲平原	分流河道、天然堤、决口扇、洪泛平原	二叠系
				三角洲前缘	水下分流河道、河口坝、远砂坝、席状砂、分流河湾	
前三角洲						
海陆过渡沉积体系组	三角洲体系	河控三角洲	三角洲相	三角洲平原	分流河道、边滩、天然堤、决口扇、洪泛平原、平原沼泽、河道间滩	石炭系
		浪控三角洲		三角洲前缘	水下分流河道、河口砂坝、远砂坝、前缘席状砂、分流间湾	
		潮控三角洲		前三角洲		
海洋体系组	潮坪体系		潮坪相	潮上带	灰云坪、云坪、膏云坪、膏灰坪	奥陶系
				潮间带	云坪、灰坪、灰云坪、泥云坪、泥灰坪、云灰坪	
				潮下带	云坪、灰坪、泥灰坪、泥云坪	

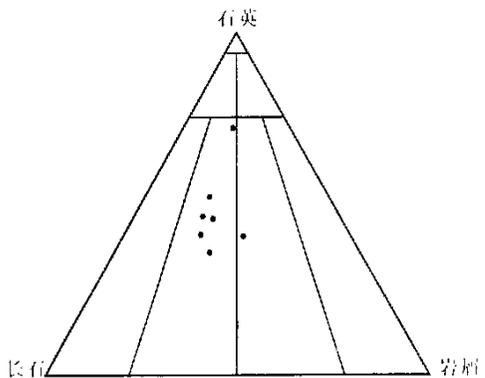


图 1 侏罗系砂岩成分三角图解

Fig. 1 Triangular diagram of the Jurassic sandstone compositions in the study area

含砾砂质辫状河主要发育在处于剥蚀程度强烈的山间谷地平原内。在岩性上表现为以含砾粗砂充填的河道沉积为主。下部为一套分选差的砂质细砾岩、砾质粗砂岩、粗砂岩，中部为中细砂岩，上部为粉砂岩和灰黑色泥岩，构成一个完整的河流沉积物充填序列。沉积结构有典型的从下向上随粒度变细序列，沉积构造有粗碎屑岩中平行层理、大型板状/槽状交错层理；中细砂岩的中小型交错层理；粉砂岩中沙纹层理、水平层理，最终以泥岩中块状层理为告终。沉积剖面上表现为一套或多套正旋回组成，底冲刷明显。利用上部旋回厚度/下部旋回厚度之比值，大致能反映河流弯曲度大小，比值大则弯曲度高，反之弯曲度低。

砂质辫状河发育在剥蚀程度中等的低山区内的河谷平原中。在岩性上主要表现为由粗砂岩、含砾

粗砂岩和中砂岩组成的河道充填，下部为中细砂岩，上部为粉砂岩、泥岩，构成河流充填沉积物序列，粒度向上变细。缺乏滞留沉积，底部侵蚀较明显。沉积构造典型序列多数为从平行层理→中小型板状交错层理、槽状交错层理→沙纹层理→水平层理。在平面上河流分叉、复合、弯曲多，河道相互交织，其间夹有心滩沉积。

辫状河的主要沉积微相有河道滞留沉积、心滩沉积、废弃河道和堤岸沉积等。

河道滞留沉积是河道底部最粗的一部分粗碎屑物如细砾岩及砾质粗砂岩，常与底冲刷面伴生，辫状河河道沉积中多见。在含砾砂质河道中以含砾粗砂岩、粗砂岩为主，夹有粉砂岩、泥岩和泥砾，砾石分布具有一定的定向性。复合的河道沉积内部具有各种级别的内侵蚀面，反映了河道频繁迁移及河道废弃的过程。沉积构造有平行层理、大型板状交错层理，底冲刷明显。测井曲线以锯齿状箱形及钟形为特点。砂质河道以中细砂岩和含泥砾岩为特点。沉积构造有平行层理、中型板状交错层理、槽状交错层理、测井曲线以钟形为特点。在河道沉积的砂体内有时可见泥砾和植物茎杆化石。

心滩沉积是在多次洪泛事件作用下不断向下游方向推进迁移过程中形成的，在横向上通常呈舌状，由于经常迁移其顶部常常被部分剥蚀。其沉积物以粗砂岩、含砾粗砂岩及中砂岩为主，往往在顶部沉积了少量的细粒物质，具有不明显向上变细的正粒序特点。沉积构造主要以发育高流态的大型板状交错层理和平行层理为主。

废弃河道是由于辫状河道的迁移而导致的。辫

状河道发育一般受限于古地形和古气候条件。河道的不断摆动往往使废弃的河道发生“复活”或再废弃。废弃河道沉积特点是在原河道沉积的基础上,在顶部沉积了较细粒的碎屑层,而由于“复活”作用在废弃河道的顶部往往发生部分剥蚀。废弃河道沉积往往保留在河道亚相中,不易单独区别出来。

堤岸沉积在辫状河中不很发育。不同时期由于基准面不同而使得该微相难以保存,所保留下来的仅是一小部分。主要为一套砂质泥岩夹粉砂岩组成,见水平层理。

总之,区内辫状河流沉积以粗碎屑岩为主,砂岩与泥岩之比大,心滩发育为特征,在垂向沉积序列中虽然仍具“二元结构”,但二者发育极不对称,以河道亚相沉积占绝对优势为特点。

## 2. 曲流河沉积体系

曲流河在侏罗纪中期发育,体现了河流体系由辫状河向曲流河发育演化过程,往往曲流河与辫状河表现为转换过渡,在各层段均有曲流河发育。研究区内曲流河的沉积微相主要包括有:河道滞留、边滩、天然堤、决口扇和洪泛平原等微相。

河道滞留沉积主要由细砾岩、含砾粗砂岩所组成,砾石成分主要为石英岩砾、砂岩砾和泥岩砾,砾石具有定向排列,底部为冲刷面。

边滩是曲流河侧向迁移作用的产物,位于曲流河的凸岸。常由成分成熟度和结构成熟度较低的中粗石英砂岩组成,砂岩中常发育大型板状交错层理、楔状层理、槽状层理和平行层理等,剖面结构具有明显的向上变细的正粒序特征,反映出形成时水动力条件有一次较明显的先强后弱的变化过程。

天然堤是指在高洪水期河水漫越河岸,湍流河水水位降低时河水携带的大量悬浮物很快以片流方式沉积下来形成的由河道向外侧倾斜的长带形的脊形沉积物区,主要由薄层粉砂质细砂岩和泥质粉砂岩、泥岩互层,常见水平层理、沙纹层理等。

决口扇沉积是在高水位的洪水期,过量洪水冲决天然堤后,在靠平原一侧的斜坡区形成的小规模扇状堆积物。主要由薄层细砂岩、粉砂岩、泥质粉砂岩组成,发育小型单向流水沙纹层理,剖面结构具有正粒序特征。

泛滥平原沉积在平面上广泛分布于河道两侧,在垂向剖面上与天然堤、决口扇和河道沉积密切共生,岩性主要为紫红色、灰绿色和杂色粉砂质泥岩、泥岩,具水平层理和沙纹层理。

曲流河沉积具有明显的“二元结构”特点,即由

下部推移载荷形成的粗碎屑河床、边滩亚相沉积和上部悬移载荷形成的河漫滩亚相。

## 3.2 湖泊三角洲体系

从沉积体系类型划分上看,湖泊三角洲应归为湖泊沉积体系中,是湖泊沉积体系的组成部分。区内湖泊三角洲沉积主要发育于二叠系。

### 1. 三角洲平原亚相

三角洲平原亚相是三角洲沉积的水上部分,位于三角洲沉积层序的最上部,俗称顶积层。研究区内三角洲平原亚相在判参1井及曲古2井中,可识别出分流河道、天然堤、决口扇、分流间湾及沼泽和洪泛湖泊等微相。

分流河道沉积是三角洲平原的骨架砂体,主要由含砾粗砂岩、粗砂岩及中粒石英砂岩、岩屑砂岩所组成,砂岩的成分成熟度和结构成熟度中等,砂岩中发育板状交错层理、槽状交错层理、楔状交错层理、平行层理等,砂岩底部无一例外的具有明显的底冲刷构造,冲刷面之上广泛见有冲刷泥砾,砂体本身具有明显的正粒序层理,粒度分布概率累积曲线为二段式,以发育跳跃总体为主,含量70%~80%,斜率高,分选好,次为悬浮总体为25%~20%,滚动总体不发育(图2)。在测井曲线上表现为钟形或齿化钟形,反映了水流能量和物源供给减少条件下的沉积,即反映了水流强度由高流态向低流态的转变,显示了河流侵蚀作用的不断减弱。

对于研究区来说,在三角洲平原亚相河道微相

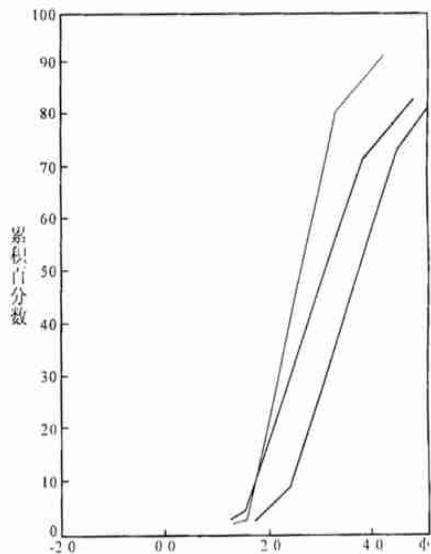


图2 二叠系分流河道砂体累积频率曲线

Fig. 2 Cumulative frequency curves for the Permian distributary channel sandstones in the study area

发育过程中,天然堤和决口扇沉积也极为发育,其中天然堤为灰色/灰绿色细砂岩、粉砂岩、泥岩所组成,发育水平层理和沙纹层理,天然堤沉积在测井曲线上表现为低幅的平直或微齿化曲线。决口扇在区内广泛发育,主要为夹于灰色/灰绿色泥岩中的粉砂岩和细砂岩所组成。由于决口扇沉积是一种突发事件,且堆积于泛滥平原,因而其在测井曲线上为夹于低幅平直曲线上的指形或齿形曲线。

分流间湾与支间沼泽微相为分流河道间的局限环境沉积,它是由河水流入低洼处,植物繁茂形成的沼泽,主要由黑色泥岩、灰质泥岩组成,偶见纹层状粉砂岩,厚度小,缺乏明显层理,有时根土岩发育。

洪泛湖泊微相以泥岩沉积为主,夹少量的粉砂质泥岩,部分有机质含量很高,为黑色泥岩或碳质泥岩,水平层理发育,生物扰动构造普遍。由于该类沉积主要为泥岩沉积,因而在测井曲线上以低幅的平直曲线或微齿化曲线为特征。

## 2. 三角洲前缘亚相

三角洲前缘亚相是三角洲沉积的主体部分,系三角洲分流河道进入湖盆内的水下沉积区,由水下分流河道、河口坝、远砂坝、席状砂、水下分流间湾等微相组成。

水下分流河道为三角洲平原分流河道的水下延伸部分,从岩性特征上看主要为含砾粗砂岩、中粗粒砂岩、中粒砂岩所组成,在沉积构造上具有底冲刷、粒序层理、平行层理和板状层理等,在相序上与三角洲前缘河口坝、远砂坝密切共生,在测井曲线上所表现的特征与三角洲平原上分流河道相似,即无论是在自然电位曲线上还是在自然伽马曲线上均表现为钟形或齿化钟形或箱形。

水下分流河道之间与湖水相通的低洼地区即为水下分流间湾,岩性主要为一套细粒悬浮成因的泥岩、粉砂质泥岩所组成,发育水平层理和透镜状层理,可见浪成波痕。

河口坝是三角洲前缘亚相中最为典型的微相,是河流注入湖泊水体时,由于河口及湖水的抑制作用,河流流速骤减河流携带的大量载荷快速堆积下来而形成。该微相在研究区内广泛发育于众多钻井的不同层段中,其特征主要表现在如下几个方面:岩性上主要为粗粒、中粗粒、中粒岩屑石英砂岩、岩屑砂岩所组成,砂岩分选、磨圆均较好。沉积构造主要为楔状层理、板状斜层理、平行层理、逆粒序层理、沙纹层理等。粒度分布上以跳跃总体发育为特征,且多呈双跳跃总体,显示同时受河流与湖泊双重水动力

力作用的影响,剖面结构特征为下细上粗的逆粒序,测井曲线上表现为漏斗状或齿化漏斗状,幅度自下而上由中幅变为高幅。

远砂坝是由河流所携带的细粒沉积物在三角洲前缘河口坝与浅湖过渡的地带所形成的坝状沉积体,位于三角洲前缘亚相最前端,所以又称末端砂坝。由于湖浪改造作用较弱,因此,区内远砂坝沉积相对不发育。远砂坝沉积主要由细砂岩、粉砂岩组成,砂岩中常见包卷层理、砂枕层理、沙纹层理和逆粒序层理,粒度分布概率累积曲线呈二段式,由跳跃总体和悬浮总体组成,总体特征与河口坝相似。在相序上与河口坝、席状砂或前三角洲泥共生,其宏观总体特征与河口坝类似,也正因为此,其在测井曲线上所表现的形态特征也为低幅的漏斗形或齿化漏斗形。

席状砂是由河口坝和远砂坝经湖浪改造,沿岸侧向堆积形成,其特点是砂体分布面积广泛,厚度较薄,砂质较纯。从研究区来看席状砂多为细粉砂岩组成。其间为薄层泥所隔开,砂岩中发育沙纹层理,在相序上系河口坝、远砂坝、前三角洲泥或浅湖泥共生,在测井曲线上表现为等幅度的微齿化曲线。

## 3. 前三角洲亚相

前三角洲亚相位于三角洲前缘的浅湖过渡的宽广平缓地带,占据浅湖位置。总体上该亚相与浅湖泥呈过渡关系,因此,有时二者很难区分,从沉积物组成来看主要为粉砂质泥岩、泥岩,有时含碳屑,水平层理、纹层发育,在相序上与席状砂或远砂坝互层,在测井曲线上表现为泥岩基线,多平直或呈弱齿状。

### 3.3 海相三角洲体系

研究区内的海相三角洲沉积体系是发育在广阔滨海浅海背景下的浅水区,在这种浅水区域,既不可能有大的波浪作用,也不可能存在强潮汐作用影响,所以前人将这种环境下形成的三角洲称为浅水型三角洲(张国栋、郑承光,1991)。据三角洲沉积特征,该类三角洲以曲流河型为主。

研究区内于本溪和太原期都发育有浅水型海相三角洲,同样,此类三角洲沉积体系也划分为三角洲平原、三角洲前缘和前三角洲三个亚相,其中三角洲平原亚相又包括分流河道、天然堤、决口扇和分流间湾等微相。但总体上看,三角洲平原亚相沉积不但分布广泛,而且厚度巨大,各微相在剖面结构上相互叠置,形成类似曲流河的二元结构特征。

三角洲前缘亚相同样包括水下分流河道、河口

坝、远砂坝、席状砂等微相,发育典型的浪成波痕及浪成沙纹层理,但由于此类三角洲是在缓坡背景下形成的,故三角洲前缘亚相中以河口坝不太发育为特点。

前三角洲亚相主要为灰黑色薄层粉砂质泥岩、泥岩、页岩所组成,代表了远滨或浅海环境的产物。

研究区三角洲沉积在本溪和太原期为海相三角洲,并具曲流河三角洲特征,而在早中二叠世时期则为湖泊三角洲,并具网状河三角洲沉积特征,两种类型的三角洲除上述的一些共同性特点外,在沉积作用,砂体形态及展布,控制因素等方面都存在较大差别(表2)。

表2 海相三角洲与湖泊三角洲沉积特征比较

Table 2 Comparison of marine and lacustrine deltas

特 征 类 型	海相三角洲	湖泊三角洲
沉积背景	陆表海	湖 泊
主要作用	河流作用、波浪作用、潮汐作用	河流作用、湖水作用
喷流机制	等密度流	高密度流
亚相构成及特征	三角洲平原(未见)、三角洲前缘(延伸较远)、前三角洲	三角洲平原分布较宽,三角洲前缘延伸远,前三角洲
主要砂体类型	分流河道、河口砂坝、席状砂	分流河道、水下分流河道
结 构	粒度相对较细、分选较好、成熟度高	粒度粗、分选较差、成熟度低
层 理	以大型板状层理、平行层理、冲洗层理、楔状层理、楔状层理和沙纹层理为主	以大型楔状层理、板状层理、平行层理及槽状层理为主
砂体分布	前缘砂层厚度大	三角洲平原是三角洲中砂层集中发育带,前缘砂体厚度相对较薄
砂体连通性	侧向连续迁移,板状砂体发育,纵向连通性相对较差	侧向连续性相对较差,呈透镜状砂体展布,纵向连通性好
剖面结构	平原河道常见二元结构	多砂体叠置,其间缺乏细粒物质,冲刷作用强

### 3.4 潮坪体系

碳酸盐潮坪体系是研究区内早古生代的主要沉积体系类型,由于海水面的频繁变化,常形成了多个海进海退旋回。潮坪是明显受潮汐周期性作用控制的海岸地带,主要由潮上带、潮间带和潮下带等亚相组成,同时,有时也局部发育了特殊的潮道(潮沟)亚相,潮汐作用最强的是潮间带和潮下带的上部,在沉积物的反映上常表现为岩性和粒度的差别。

潮上带的沉积主要发育于奥陶系八陡组和马家沟组,主要由灰坪、云坪、灰云坪、膏坪、泥云坪和泥灰坪等微相组成。表现在岩性上主要为泥晶灰岩、泥晶白云岩、泥质灰岩、泥质白云岩和膏质碳酸盐岩等,豹斑状灰岩和角砾状白云岩主要是成岩后生作用和区域构造运动及同生作用的共同作用下发生的成岩期后亮晶化和角砾化等而形成。在潮上带,由于受潮汐作用较弱,因此夹有悬浮的细碎屑泥质沉积,偶尔也夹有薄层粉砂透镜体,可见有一些暴露成因构造,如鸟眼构造及干裂等。膏盐沉积是潮上带

的特征沉积盐岩,在本地区特别发育,本地区的石膏主要有两种成因,一种是原生的膏坪沉积,另一种则是后生的石膏化作用,在石膏化作用过程中伴随着白云岩角砾化形成膏化的角砾状膏质白云岩。在潮上带内有时也夹有少量的薄层煤。

潮间带在本地区也很发育,奥陶系的马家沟组、八陡组及冶里组发育有广泛的潮间带沉积。主要的沉积微相有云坪、灰坪、云灰坪等,有时也夹有由潮上带带来的泥质条带。在潮间带形成的碳酸盐岩一般为泥晶及微晶结构,略显韵律构造。这些潮间带沉积的碳酸盐岩同样受后期成岩变化影响而出现亮晶化,而且在岩石中往往有大量的方解石脉沿构造裂隙穿插。

潮下带在奥陶系大量发育,其主要构成微相有灰坪、云坪及灰云坪,也有局部的潮下浅滩微相。在岩性上主要表现为泥晶微晶灰岩、泥晶白云岩,个别潮下浅滩地区也沉积了少量的亮晶颗粒及鲕粒灰岩。在潮下带沉积的碳酸盐岩颗粒相对粗些,以微

晶为主。由于埋藏时间长、埋深厚度大及后期大规模的区域构造作用而发生泥晶亮晶化、白云岩化等后生作用改造,同时有方解石脉沿构造裂隙穿插。

#### 4 研究区古中生代沉积体系的时空演化

研究区从古生代到中生代沉积体系发生了巨大的变化,伴随着区域构造运动,在不同地质时期内形成了不同的沉积体系。在早古生代的奥陶纪发育了一套碳酸盐潮坪沉积体系,到了晚古生代的石炭纪,则发育以海水作用为主的浪控及潮控三角洲沉积体系,尤其以三角洲平原在本地区发育;二叠纪以湖泊三角洲沉积体系为主,三角洲前缘比较发育;到了中

生代则在本地区发育了一套陆相河流沉积体系。

##### 4.1 奥陶纪构造沉降(潮坪沉积期)

从目前钻井资料来看,惠民凹陷南坡下古生界只打到了奥陶系。奥陶系主要发育了一套碳酸盐潮坪沉积,其沉积保留厚度相对较大,在曲古1井仅马家沟组沉积保留厚度782米(表3)。由潮上带、潮间带和潮下带等主要沉积微相组成,在岩性上主要有泥晶灰岩、泥晶白云岩、角砾状白云岩、膏质碳酸盐岩和泥质碳酸盐岩等。潮坪沉积在本地区奥陶系分布广泛,整个研究区都有较厚的沉积,而且各沉积微相带在空间呈带状且连续性较好。结合区域构造背景,该地区在下奥陶统及中奥陶统仍与华北地台广海连在一起,长期处于潮上-潮下沉积环境。

表3 研究区内不同井位古中生代地层对比简表

Table 3 Comparison of the Palaeozoic and Mesozoic strata in different well sites

井号		曲古1井				曲古2井		判参1井				区域构造运动		
地	层	底深/m		厚度/m		底深/m		厚度/m		底深/m			厚度/m	
新生界		2270				1460		2023		2631				燕山运动
中生界	侏罗系	三台组	2596	326	760	2740	1280	地层缺失		0	地层缺失		0	
		坊子组	3030	434										
上古生界	二叠系	3464		343		3339.6	599.6	石盒子组	2311.5	429.0	地层缺失		0	海西运动
								山西组	2452.5					
	石炭系	3464		343		3585.0	245.4	太原组	2601.0	243.5	太原组	2760	129	
本溪组								2696.0	本溪组		2799	39		
下古生界	奥陶系	4416.27 (未见底)		952.27		3830.0 (未见底)		245.0		1772.0 (未见底)		76		加里东运动
										2836 (未见底)		37		

##### 4.2 石炭纪中晚期构造再次沉降(三角洲沉积期)

到了中奥陶统末,由于加里东运动使得该区抬升成为陆地遭受剥蚀,因此缺失了上奥陶统、泥盆系、志留系和下石炭统<sup>[1]</sup>。

在加里东构造运动末期,本地区再次发生构造沉降,沉积了海陆过渡的三角洲沉积。在三角洲沉积早期,由于河流作用与海浪及潮汐作用都较强,因此,控制三角洲发育的因素比较复杂。从保留下来的沉积物来看,该区的三角洲平原亚相比较发育,三角洲前缘相对不发育,造成前缘亚相不发育主要是由于海浪和潮汐作用强烈而使得前缘遭受破坏,而且整个三角洲沉积厚度不大,说明了当时的三角洲类型以浪控和潮控三角洲为主。在整个滨海地带,海水进退频繁,造成了在以三角洲沉积为主的同时,也夹有薄层的潮坪、滨海沼泽和湖泊等海陆过渡环境沉积物。石炭系沉积厚度在本区分布相对稳定,

沉积厚度一般为150~250m之间,沉积微相平面分布的连续性较差。在研究区发育了本溪组和太原组两套海陆过渡相沉积地层。

##### 4.3 二叠纪早中期构造沉降(三角洲沉积期)

二叠纪沉积是在石炭纪沉积的基础上发育起来的。与石炭纪不同的是,构成该时期的沉积体系转变为湖泊三角洲体系,本期河流发育,河水作用较强,具体表现在三角洲前缘亚相发育,水下分流河道沉积厚度较大,尤其是上部的石盒子组,如判参1井。由于受构造运动作用强度不同,二叠系沉积在该地区发育具有不平衡性,从沉积地层厚度分布可以看出这一点(表3),如曲古2井沉积了599.6m,判参1井沉积厚为429.5m,而在白古1井则缺失了二叠系。到了二叠纪末期,海西区域构造运动的进一步影响,本区遭受抬升,缺失了上二叠统石千峰组。

#### 4.4 侏罗纪—白垩纪构造再次沉降(陆相河流沉积期)

受海西构造运动影响,整个研究区在三叠纪处于构造抬升剥蚀区,因此,整个三叠纪未接受沉积。进入了中生代,本区发生再次沉降发育了一套陆相河流体系。在侏罗纪,由于当时气候干旱炎热,区内沉积物受氧化作用较强,形成了紫色、紫红色、紫灰色及棕色等氧化色。从发育岩性上来看,其成分主要为岩屑长石砂岩为主,石英含量相对少,说明了沉积是在靠近物源区的山间盆地。侏罗系在研究区内分布比较局限,而且厚度差异明显(表3),在研究区西侧的曲古地区,其中曲古1井沉积了厚760m,在曲古2井沉积厚度达1280m;而在东侧地区沉积厚度小,在白古1井和判参1井则缺失了整个中生代地层,这主要是受燕山运动早期的差异沉降抬升所致。

总之,整个研究区在古生界和中生界经历着多期次、多类型的构造和沉积演化,从整个演化过程来看,总体上体现了从海到陆的过程<sup>[3]</sup>。在空间上,整个惠民凹陷南坡除了在下古生界沉积相对稳定外,上古生界和中生界均表现了较明显沉积差异性,尤其是中生界沉积更是如此。

## 5 结论

研究表明,惠民凹陷南坡从古生代到中生

代发育了多种类型的沉积体系,表现为早古生代的碳酸盐潮坪沉积体系,晚古生代的三角洲沉积体系和中生代的陆相河流沉积体系。其中三角洲沉积体系又包括了石炭系的海相三角洲沉积体系和二叠系的陆相湖泊三角洲沉积体系,各自又有不同的沉积特点。盆地的演化经历着多期次、多类型的构造-沉积作用,伴随着区域构造运动,在不同时期沉积了不同类型的沉积体系。由于构造抬升造成了一些地层的缺失。但从整个演化过程来看,总体上体现了从海到陆的演变过程。在空间展布上,除了在早古生代沉积相对稳定外,晚古生代和中生代均表现了较明显的沉降与沉积差异性。

#### 参考文献:

- [1] 山东省地矿局. 山东省区域地质志[M]. 北京: 地质出版社, 1991.
- [2] 宋国奇, 徐春华, 王世虎, 等. 胜利油区古生界地质特征及油气潜力[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2000.
- [3] 胜利油田石油地质志编写组. 中国油气地质志(卷六)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1991.

## Sedimentary systems and spatio-temporal evolution of the Palaeozoic and Mesozoic strata on the southern slope of the Huimin depression, Shandong

ZHAO Jun-xing<sup>1</sup>, TIAN Jing-chun<sup>1</sup>, CAI Jin-gong<sup>2</sup>

(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Research Institute of Geological Sciences, Shengli Oil Field, Dongying 257200, Shandong, China)

**Abstract:** The development and evolution of the Ordovician and Jurassic sedimentary systems are explored on the basis of sedimentary facies distribution and regional tectonism of the Palaeozoic and Mesozoic strata on the southern slope of the Huimin depression, Shandong. The results of research indicate that the study area was covered by a succession of carbonate tidal-flat sedimentary systems during the Early Palaeozoic; terrestrial-marine deltaic sedimentary systems during the Late Palaeozoic, and continental fluvial sedimentary systems during the Mesozoic. The deltaic sedimentary systems consist dominantly of Carboniferous marine deltaic and Permian continental lacustrine deltaic sedimentary systems. The region studied has recorded the multiphase evolution of Palaeozoic and Mesozoic tectonism and sedimentation. In places, some strata are absent due to tectonic uplift. Spatially the differences in subsidence and deposition are noticeable in the Late Palaeozoic and Mesozoic strata.

**Key words:** Huimin depression; Palaeozoic; Mesozoic; sedimentary system; spatio-temporal evolution