

文章编号: 0253-9985(2006)02-0152-07

鄂尔多斯盆地侏罗纪早中期甘陕古河的演化变迁

赵俊兴, 陈洪德

(成都理工大学 沉积地质研究院, “油气藏地质及开发工程”国家重点实验室, 四川 成都 610059)

摘要 鄂尔多斯盆地侏罗纪早中期河流和古河经过印支运动强烈的构造抬升, 使上三叠统及下白垩统遭受不同程度的剥蚀及河谷

Abstract The Upper Triassic Yanchang Fm underwent denudation and incision of river valley to different degrees before the deposition of Lower and Middle Jurassic in Ordos basin due to the strong tectonic uplifting during Indosinian movement, resulting in rolling paleotopography. Five major paleo-streams including Gan-Shaan and Qingxi were developed in early Jurassic, of which Gan-Shaan paleo-stream was the main stream channel. In the Gan-Shaan paleo-stream drainage area, the strata from Fuxian Fm to Yan'an Fm have different sedimentary and palaeogeographic characteristics, and they altogether reflect the structural and sedimentary evolution history of the basin.

Key words Gan-Shaan paleo-stream; palaeogeomorphology; Fuxian Formation; Jurassic; Yan'an Formation; Ordos basin

鄂尔多斯盆地蕴藏了丰富的油气、煤炭等资源, 侏罗系是盆地的主要含油层位。^[1]盆地是西伯利亚-蒙古大陆板块和华北-塔里木大陆在海西晚期对接拼合之后至印支运动才从中国北部大陆及陆缘构造域中分化出来的, 为一重力负荷补偿作用形成的大型拗陷盆地^[2]。印支运动在鄂尔斯基盆地的地史发展中是一次重大变革, 印支晚期, 鄂尔多斯盆地整体抬升, 三叠系遭受到剥蚀, 盆地演化进入大型内陆差异沉降及沉积阶段。侏罗系自下而上分为下侏罗统富县组、中侏罗统延安组、直罗组、安定组和上侏罗统芬芳河组。本次研究对象主要为富县组和延安组, 根据延安组含油情况

将其又划分为延一段(Y1)一延十段(Y10)等 10 个含油层段^[3]。侏罗系具有较好的物性, 构成了良好的油气储集层^[4]。

甘陕古河是指在鄂尔多斯盆地由印支运动导致侏罗纪早中期在盆地内部所发育的东西向主河道, 因其发育地理位置横跨甘、陕两省, 故而得名^[5-6]。在侏罗纪早期, 盆地除了发育甘陕主河道外, 在主河道两侧还发育有宁陕、庆西、蒙陕、晋陕等 4 条支流河道, 它们一起汇入甘陕主河道并共同组成了盆地侏罗纪早中期沉积体系的骨架, 各支河道最后都汇入甘陕主河道一起向东南方向流出盆地, 并同时控制着盆地沉积储层的发育与分

收稿日期: 2006-02-13

第一作者简介: 赵俊兴(1973-), 男, 副研究员(博士后), 沉积学与层序地层学

基金项目: 国家重点基础研究发展规划(973)项目(2003CB214601)

布, 这些古河流发育过程也就构成了盆地侏罗纪早中期的沉积演化历史。因此, 系统地研究甘陕古河的沉积演化变迁对于了解盆地性质、储层分布和油气勘探都具有深远的实际意义。

1 沉积前古地貌特征与古河道分布

对鄂尔多斯盆地侏罗纪沉积前古地貌的恢复主要是利用沉积前古地质图、早期沉积的富县组地层厚度等值线图、岩相古地理图等基础图件, 同时结合成因相分析、古流向资料、古构造发育特点综合得出的^[5]。

三叠纪末期, 受印支运动主幕的影响, 鄂尔多斯盆地隆升, 西缘形成逆冲推覆构造带, 三叠系遭受剥蚀, 西部剥蚀程度较东部强烈。侏罗纪沉积前盆地古地质背景为一轴向北北东的简单复式向斜, 向斜中心位于富县—甘泉一带。该地区上三叠统长一段 (T_3Ch1) 保留厚度大 (大于 200 m), 从向斜中心向两翼出露延长组长二段 (T_3Ch2) 和长三段 (T_3Ch3), 甚至长四、五段 (T_3Ch4+5), 到了盆地南缘缺失上三叠统, 形成了周边高、中间低的似盆状古构造格局。

在古地貌恢复过程中, 利用早侏罗世富县期的沉积地层等厚图进行了部分半定量计算。根据两点间的距离和地层厚度差值可以利用坡度计算公式 $\tan\theta = (d_2 - d_1) / s$ 来计算沉积区的最小坡度, 其中 θ 为坡角, $(d_2 - d_1)$ 为两点处的沉积厚度差, s 为两点间的水平距离, 另外地层厚度等值线图的密度同样也反映了坡度变化特征。同时可以利用地层厚度差值来计算地形的最小高差 $\Delta d = |d_2 - d_1|$ 。经计算, 在盆地西南地区的环县、庆阳一线沉积前南侧最小坡度为 $1^\circ \sim 5^\circ$, 而北侧最小坡度为 $0.5^\circ \sim 4^\circ$, 整个地区呈现南陡北缓的特点 (图 1), 富县期相对最小地形高差 150~200 m。

鄂尔多斯盆地侏罗纪沉积前古地貌具以下特点 (图 2): 经过印支运动强烈的构造抬升, 上三叠统延长组遭受不同程度的剥蚀及河谷下切作用, 形成了区域角度不整合和起伏不平的古地形, 造成高地剥蚀区、低山丘陵、深切河谷、谷地平原及洼陷等地

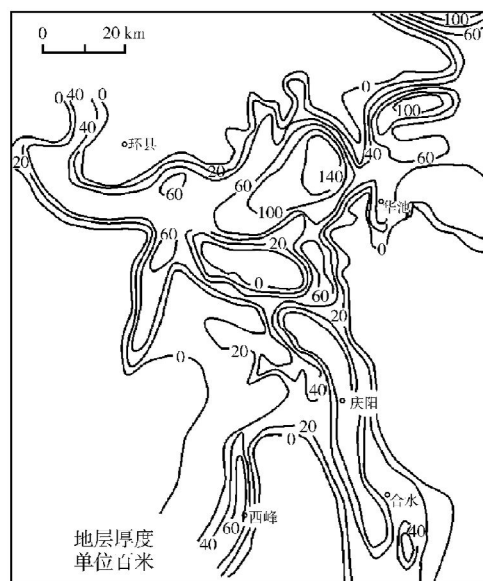


图 1 鄂尔多斯盆地西南地区富县组地层等厚图

Fig. 1 Isopachous map of Fuxian Formation in the southwestern Ordos basin

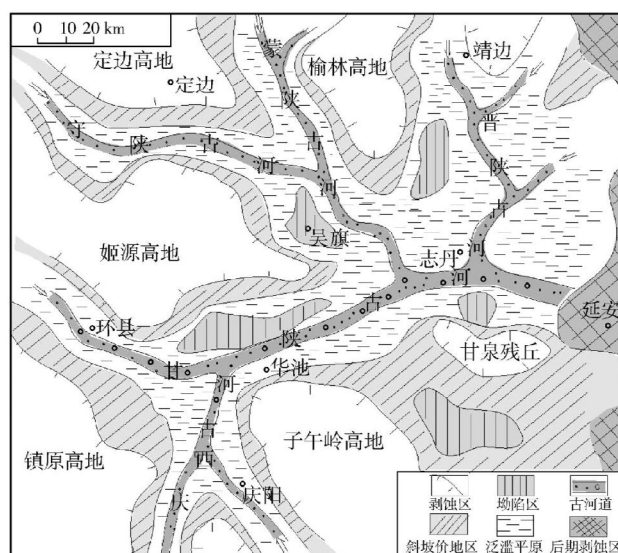


图 2 侏罗系沉积前古地貌图

Fig. 2 Palaeogeomorphological map of Ordos basin before Jurassic deposition

道最终汇于甘陕古河向东南方向流出盆地。盆地形状为周边高、中间低的似盆状构造格局。

需说明的是, 这里所谓的侏罗系沉积前古地貌是指受印支运动主幕影响后而导致在侏罗纪早期沉积时的地貌特征, 并非晚三叠世末期的地貌特征。

2 侏罗纪早中期沉积与古地理

据岩性不同分为“粗富县”和“细富县”。“粗富县”是由冲积扇、古河道沉积的砂质砾岩、含砾粗砂岩、粗中砂岩等的粗碎屑沉积物组成。“细富县”则是由河漫滩、洪泛平原等微相的细碎屑沉积物。

在富县早期,受印支运动末期的影响,构造抬升剧烈,河谷深且水流湍急,在区内发育了冲积扇——河流相沉积体系,沉积物局限在高地与河谷之间的低山丘陵及河谷平原内,为古河的形成、发展期。

富县期的冲积扇发育受控于古地形地貌,沿拗陷区及古河道边缘分布,其拗陷区的大小直接决定了扇体规模。可以划分为扇根、扇中和扇端 3 个亚相(图 3)^[6]。扇根亚相沉积物由砾岩、砾质砂岩和含砾粗砂岩、砾质砂泥岩组成。沉积物粒度粗,分选和磨圆差,单层厚度大,砾石呈杂乱堆积,砂/地比值高,一般大于 0.8,见有多个洪积砂砾岩透镜体叠置而形成的巨厚堆积,主要为泥石流和辫状砾质河道沉积。扇中亚相沉积厚度大,剖面上砂、砾岩呈透镜状叠置,具有大型交错层理及正、反粒序层理,测井曲线形态表现为多旋回的倒圣诞树形状。扇端及扇侧缘主要为河流及洪水漫流沉积,以中、粗粒砂岩夹粉砂岩、泥岩为主,与河流、冲积平原呈过渡状态。

富县期河流主要以发育低弯度辫状河为特征,以甘陕古河发育为主要特征。按沉积物性质,此时的甘陕古河为砾砂质辫状河流,在河道两侧沉积了边滩、河漫滩、洪泛平原等微相(图 4)。

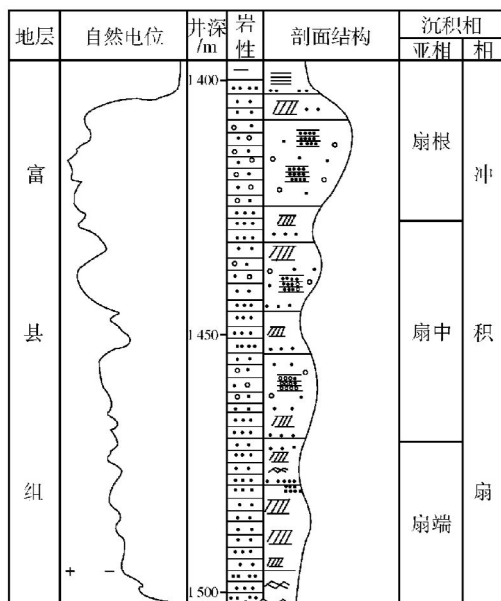


图 3 华 53 井富县组冲积扇剖面

Fig. 3 Profile of the alluvial fan of Fuxian Formation in Well H53

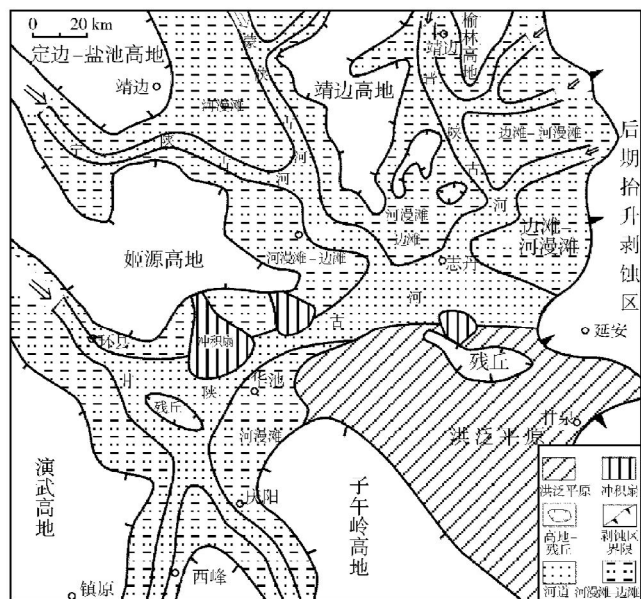


图 4 富县期古地理示意图

Fig. 4 Sketch map showing palaeogeography in Fuxian stage in Ordos basin

甘陕古河沉积的砂砾岩在深切河谷的拗陷区中地层厚度大,如在华池—吴旗一带和西峰—马岭一带及甘泉川口、石门子等地。在甘陕古河上游局部地段具有泥石流成因的泥质含砾粗砂岩及砾质泥岩,为冲积扇沉积物,其沉积物来源于姬源高地、演武高地及甘泉残丘。纵向上冲积扇前缘常与河道沉积相互叠加组成多个旋回沉积。冲积扇一般分布于高地及残丘的边缘(图 4),呈平行排列,说明冲积扇的形成与构造抬升、河谷深切、同沉积断裂的存在及陡的谷壁有关,同时扇体末端常与古河道发生局部叠置。

2.2 中侏罗世延安期沉积与古地理

2.2.1 延安早期(延十期)沉积与古地理

延安组在全盆地发育较稳定,厚 150~300 m,为一套河流—湖泊三角洲沉积的碎屑含煤岩系^[7,8]。延十期为河流发育期,甘陕古河为典型的河流沉积。按河流成因类型包括了辫状河和曲流河两种。

辫状河主要发育在富县组和延安组延十段中下部。在岩性上表现为以含砾粗砂充填的河道沉积为主,边滩不发育。在延安地区沉积了有名的“宝塔砂岩”(图 5):下部为一套分选差的砾质粗砂岩、粗砂岩;中部为中粗粒砂岩;上部为细—粉砂岩,具正粒序剖面结构。沉积微相组合为河床滞留沉积、河道、心滩、边滩、河漫滩等。河床滞留沉积常与冲刷面伴生,砾石分布具有一定的定向性,

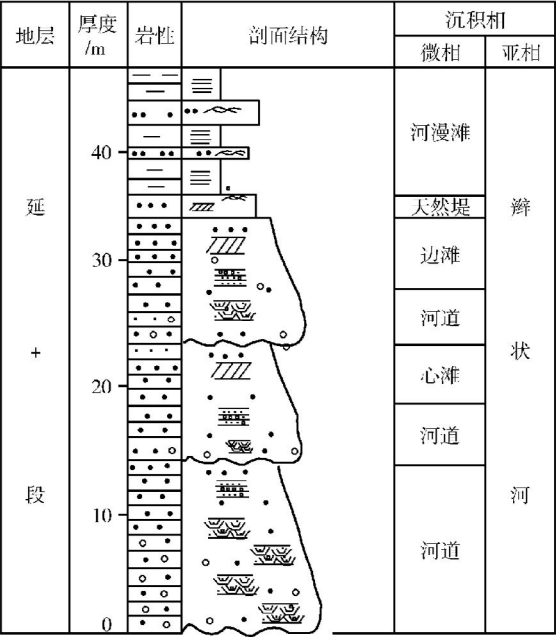


图 5 延水河剖面延十段下部“宝塔砂岩”沉积特征
Fig. 5 Depositional characteristics of “Baota sandstone” in lower 10th member of Yan'an Fm (Y10) on Yanshuhe profile

沉积构造有平行层理、大型槽状、板状交错层理，底冲刷明显，沉积的砂体内有时可见冲刷泥砾和植物茎秆化石及黄铁矿结核。

曲流河发育于延十段的顶部，反映了河流体系由辫状河向曲流河的发展演化过程。沉积微相主要有河道滞留、边滩、天然堤、决口扇、沼泽和洪泛平原等。河道滞留沉积在曲流河沉积中不太发育。边滩与河漫滩是曲流河河道沉积中的主要沉积微相，在河流沉积中所占比例大。其中边滩在岩性上主要由粗、中砂岩和细砂岩组成，具大—中板状交错层理；河道边缘沉积以小型板状层理及攀升层理和沙纹层理为主，在岩性上常表现为细砂岩和粉砂岩互层，富含植物化石。

富县期后，整个盆地曾有短暂的抬升，造成了富县组与延十段之间的侵蚀间断关系，延十段的古地理及沉积面貌大体上仍继承了富县期的特点(图 6)，5 条水系继续存在，河谷宽度加大，高地则进一步缩小，榆林高地已不存在，形成了更为广泛的低弯度河流沉积体系。其中尤以近东西向的甘陕河道更为突出，形成横贯盆地、宽达数十千米的宽阔河谷，其它水系分别汇入其中，而在甘泉与华池之间的甘陕河道南侧，形成了新的大片无沉积区。在吴旗至延安一带，甘陕主河道由于有 4 条水系交汇而变得宽广，宽度可达数十千米，河道中发育河心砂滩。在甘陕主河道流经的元城—吴旗、环县—马

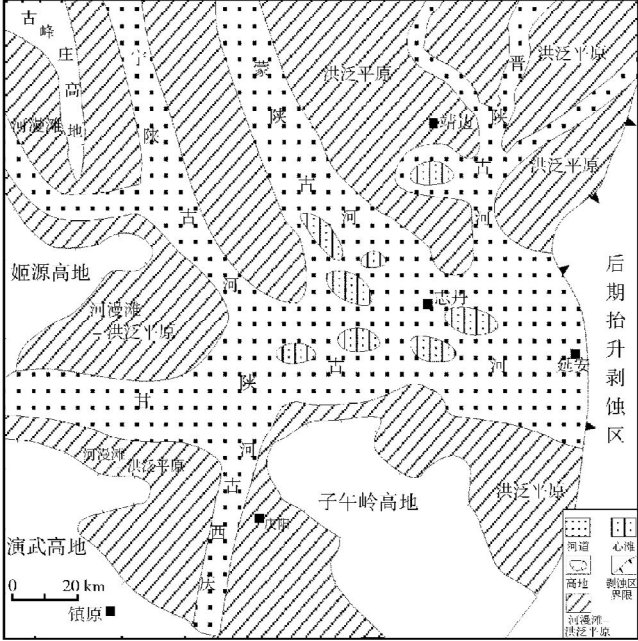


图 6 延十期古地理示意图
Fig. 6 Sketch map showing palaeogeography in Y10 stage in Ordos basin

岭及富县—甘泉等地区其砂地比以大于 0.8 为主。

2.2.2 延安中期(延九—延六期)沉积与古地理

进入延九期以后，甘陕古河已经进入衰减期。在盆地中部、东南部相对沉降，早期盆内积水形成湖泊，为河湖过渡期。盆地积水面积向西北方向扩大，盆地内高地、残丘等正地形消失，甘陕古河及其它支流河道演变为湖泊三角洲体系，形成了多源性河湖三角洲(图 7)。各三角洲都具有“大平原、中前

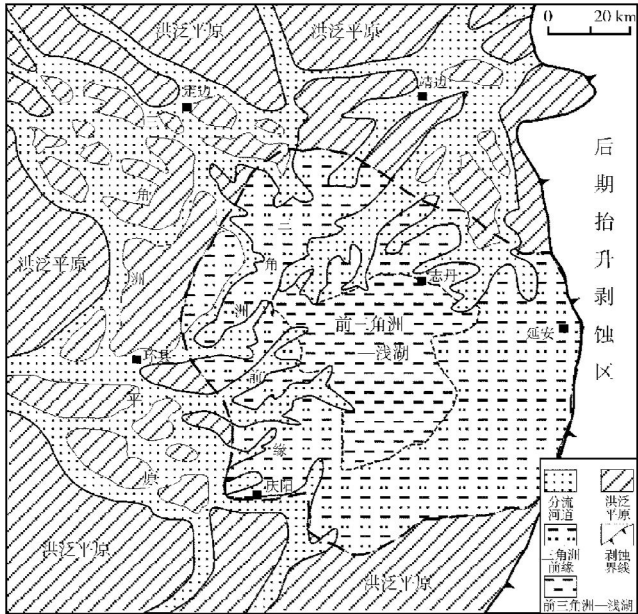


图 7 延九期古地理示意图
Fig. 7 Sketch map showing palaeogeography in Y9 stage in Ordos basin

缘”的分布特点,表现在盆地的三角洲平原面积巨大,而三角洲前缘相对平原发育面积为中等规模。在延九期,原 5 条河道均演变为三角洲平原或前缘的网状砂质分流河道,分别形成大小不同的三角洲。主要有东北的吴旗、安塞三角洲;西北的靖边三角洲;西侧的元城三角洲、华池三角洲;西南的西峰庆阳三角洲。此外,在葫芦河及甘泉可能存在由近南向北西的三角洲,组成环带状的三角洲裙,而浅湖区的位置主要在盆地的东南部,包括志丹、华池、甘泉、富县的宽阔地带。

延九期沉积体系的总体变化特点是为快速湖侵期,湖区面积迅速增大,所形成的三角洲沉积体系不断发生退积,形成一系列退积型三角洲,成煤仅集中于西部边缘部分^[7-9]。

到了延八期,盆地发生了局部构造抬升,其地层厚度分异系数变小,盆地继续填平补齐,湖泊开始淤浅。延八期岩相古地理在总体上继承了延九期的岩相古地理特点。三角洲局部发生进积,湖侵速率减慢或局部退缩,三角洲前缘河口坝、水下分流河道发育,常可见双向交错层理和冲刷面等。由于三角洲前缘的不断废弃和建设,曲折的湖湾已逐渐消失。

延七—延六期,是盆地发育的稳定充填时期。沉积体系发育的主要特点是三角洲平原部分范围明显扩大,但河流作用减弱,含煤沼泽广泛发育,是主要的成煤时期。三角洲前缘推进速度减慢,部分有所收缩,如西部的华池三角洲前缘已退缩到华池、庆阳附近,安塞和吴旗三角洲前缘河道分叉不发育,仅西北方向来源的河流入湖后,向湖延伸处仍有明显分叉作用。前缘部分的河口砂坝比水下分流河道更发育,有不少孤立的远砂坝。

延七期与延六期岩相古地理展布格局变化不大,该时期三角洲类型为加积型。在广阔的三角洲平原上,网状砂质河道沉积纵横交汇,水上分流河道之间低洼处有分流河道间洼地沼泽和分流间洼地微相。延六期的三角洲前缘比延七期向湖延伸远,湖泊的淤浅程度更大。延七期砂地比以 0.3~0.5 为主,砂岩累积厚度以 10~20 m 为主。延六期砂地比及砂岩累积厚度与延七期有相似特征,但三角洲前缘及网状河发育的三角洲平原分流河道中砂地比值高(0.5~0.8),说明延六期比延七期河流作用增强,在三角洲前缘的河口砂坝

也较延七期发育,显示了不明显的河流回春作用特点。

2.2.3 延安晚期(延四+延五期)沉积与古地理

这个阶段是整个盆地发育的萎缩阶段,沉积作用的主要特点是河流沉积作用再次增强,在平原上形成交错的河网,水下分流河道十分发育,延伸很远,使浅湖区日益减小,完全被水下河道包围分割,残缺不全,造成了这个时期特有的网状河—残余湖体系。在湖盆中,尤以来自西部及西北部的河流形成的水下河道最为发育、延伸最远,反映了盆地西缘的构造活动在这个时期有明显加强的趋势。

进入延四+延五期,盆地在构造沉降、稳定期之后再出现构造抬升,河流回春,河流携带大量的沉积物质进入湖泊,以超补偿作用使湖泊淤塞,湖水变浅,湖泊面积也大大缩小,形成残余湖泊(图 8)。延四+延五期发生了明显的河流回春沉积特征,表现为平原上网状河流的河道变宽,河道切割强烈,湖岸线快速缩小,沼泽平原相对发育,残余浅湖内有水下分流河道及间湾,水下分流河道可贯穿残余湖盆。

这次构造抬升期,砂地比及砂岩累积厚度的最大值出现在元城—吴旗地区,盆地西北及北部构造抬升较南部剧烈。另外,靖边地区延四+延

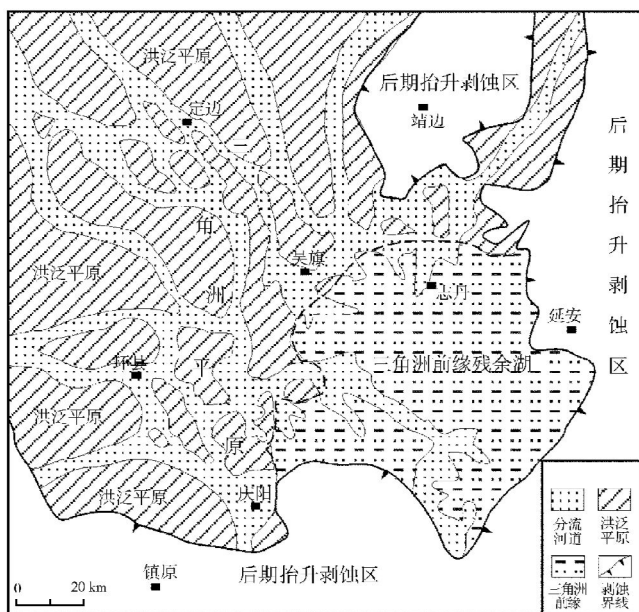


图 8 延四+延五期古地理示意图

Fig. 8 Sketch map showing palaeogeography in Y4+5 stage in Ordos Basin

五段厚度小于平均厚度, 其上直接覆盖着直罗组, 在石沟驿剖面直罗组也直接以小角度不整合接触于延四 + 延五段之上, 也可说明该地区直罗组沉积时构造格局具有北高南低的特点。

3 古河道变迁与盆地构造- 沉积演化史

研究表明, 甘陕古河在侏罗纪早期沉积的富县组和延安组延十段为古河的典型发展、发育期, 甘陕古河也因此而著名。控制河流相序形成的主要因素有构造、气候、物源供给和湖平面变化等, 而沉积基准面变化是上述各主控因素的综合体现, 基准面相对于地表位置的可容纳空间控制了可堆积物的潜力^[9-10]。在富县期, 辫状河由于发育局限、河道较稳定。到了延十期则有所变化, 由于甘陕古河的长期发育使得地形夷平化, 基准面相对上升, 可容纳空间增大, 河流发育不再局限, 河道加宽, 流量增大, 冲刷切割已不再明显, 河流地质作用主要以搬运、沉积为主。此时河道沉积与富县期相比粒度变细, 分布广。进入延九—延四 + 延五期, 由于河流入湖已经使原来的河流体系演化为三角洲体系。

综观鄂尔多斯盆地在侏罗纪富县期及延安期的沉积古地理与古河道发育演变特征, 盆地经历了完整的由下切、充填到抬升的演化过程。盆地的沉积演化历史可划分为 3 大阶段: 富县期—延十段的冲积扇—河流沉积体系; 延九—延六期

的河流湖泊三角洲沉积体系以及延四 + 延五期由于河流回春和盆地抬升所造成的网状河—残余湖沉积体系。结合构造演化特点, 整个盆地的构造—沉积演化和古河道变迁具有如下特点(表 1)。

1) 富县组沉积期的构造抬升—河谷下切和古河的形成与发展期沉积主要受印支运动末期所形成的起伏不平的古地貌控制, 发了一套冲积扇—辫状河沉积体系, 在盆内形成了 5 条大的水系, 冲积扇主要沿谷地边缘及坳陷区边缘发育, 扇缘常与古河道发生局部叠置。

2) 延十期的超覆河谷充填期、河流超补偿堆积、甘陕古河最大发育期受构造运动影响, 盆地发生短暂抬升造成了富县组与延十段的侵蚀间断, 盆地再度沉降并沉积了延十段, 延十段沉积大体上继承了富县组的特点, 主要发育了一套辫状河沉积体系; 到晚期, 几大水系进一步加大加宽, 此时甘陕古河为最大发育期, 河流进入曲流河演化阶段。

3) 延九期的构造快速沉降, 湖泊出现, 河流体系演化为三角洲发育阶段。延八期时盆地抬升, 开始进入填平补齐期, 该时期盆地东南部相对沉降较快, 形成了湖泊, 并且湖泊快速加大, 在盆内形成了一套湖泊—三角洲沉积体系。在 5 大水系入湖处形成了三角洲, 三角洲以发育退积型三角洲为特点。延八段与延九段具有继承性, 受局部构造运动的影响, 三角洲平原上的分流河道形状发生了较大变化, 盆地开始填平补齐。

表 1 侏罗纪早中期沉积盆地与甘陕古河道演化表

Table 1 Evolution of Ordos basin and Gan-Shaan paleochannel during early and middle Jurassic								
地层		充填演化阶段	主要沉积作用	沉积体系		构造背景	甘陕古河性质及演化	
直罗组								
延安组	Y4+ 5	河流回春, 湖泊淤浅废弃期	超补偿沉积	网状河流- 残余湖		构造抬升期	河流回春, 三角洲平原河流发生强烈进积	
	Y6	湖泊充填淤浅期	补偿沉积	河湖泊三角洲		构造稳定期	演变为河流三角洲体系, 河道分叉, 发育多条三角洲平原分流河道	
	Y7					稳定、晚期局部抬升		
	Y8	三角洲发育, 湖泊充填淤浅期						
	Y9	三角洲发育期	开始填平补齐					
	Y10	超覆河谷充填期	超补偿侵蚀堆积	河流体系	曲流河	开始沉降	晚期	晚期演变为曲流河沉积, 河道加宽
	辫状河				早期		为含砾砂质辫状河沉积, 河道加宽	
富县组 (J ₁)		早期河谷下切, 晚期河谷充填期		冲积扇- 辫状河沉积体系		构造抬升期	为低弯度砾质辫状河与砾砂质辫状河沉积, 河道发育局限	

4) 延六期和延七期为构造稳定期, 该时期是盆内稳定充填期。沉积体系发育具有连续性、稳定性。三角洲平原进一步发育, 在平原上形成了大量的平原沼泽煤层及煤线。

5) 延四 + 延五期的构造抬升、河流回春, 湖泊萎缩演变为残余湖。由于受构造作用的影响, 盆内基准面下降, 河流作用再次加强, 出现“河流回春”现象。此时期三角洲强烈进积, 主要为河控进积型网状河三角洲。同时洪泛事件频繁, 在三角洲平原上也形成了大量的平原沼泽煤。湖泊发生淤浅萎缩演变为残余湖。

真正的甘陕古河形成于侏罗系沉积前, 发育于富县期和延十期, 在延九期以后河流演化为三角洲体系而标志着古河结束。盆地内总的沉积体系演化模式可以总结为: 冲积扇—辫状河沉积体系—河流沉积体系—退积型湖泊三角洲—加积型湖泊三角洲—进积型湖泊三角洲—残余湖。

参 考 文 献

- 魏永佩, 王毅. 鄂尔多斯盆地多种能源矿产富集规律的比较 [J]. 石油与天然气地质, 2004, 25(4): 35~42
Wei Yongpei, Wang Yi. Comparison of enrichment patterns of various energy resources in Ordos basin [J]. Oil & Gas Geology, 2004, 25(4): 35~42
- 李宝芳, 李祯, 林畅松, 等. 鄂尔多斯盆地中下侏罗统沉积体系和层序地层 [M]. 北京: 地质出版社, 1995
Li Baofang, Li Zhen, Lin Changsong et al. Depositional systems and sequence stratigraphy of the Lower and Middle Jurassic strata in the middle part of the Ordos basin [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1995
- 赵俊兴, 陈洪德, 向芳. 鄂尔多斯盆地中部延安地区中侏罗统延安组高分辨率层序地层研究 [J]. 沉积学报, 2003, 21(2): 307~312
Zhao Junxing, Chen Hongde, Xiang Fang. The high-resolution sequence stratigraphy feature of Yan'an Formation in Yan'an area, Ordos basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(2): 307~312
- 罗静兰, Marcel Ketzer J, 李文厚, 等. 延长油区侏罗系—上三叠统层序地层与生储盖组合 [J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(4): 337~341
Luo Jinglan, Ketzer JM, Li Wenhui et al. Sequence stratigraphy and source-reservoir-cap assemblages of Jurassic—Upper Triassic in Yanchang oil province [J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(4): 337~341
- 赵俊兴, 陈洪德, 时志强. 古地貌恢复技术方法及其研究意义 [J]. 成都理工学院学报, 2001, 28(3): 260~266
Zhao Junxing, Chen Hongde, Shi Zhiqiang. The methods and implication of rebuilding paleogeomorphology [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 2001, 28(3): 260~266
- 时志强, 韩永林, 赵俊兴, 等. 鄂尔多斯盆地早侏罗世富县期冲积扇沉积 [J]. 成都理工学院学报, 2002, 29(4): 390~393
Shi Zhiqiang, Han Yonglin, Zhao Junxing et al. Fans at the Early Jurassic Fuxian stage in Ordos basin [J]. Journal of Chengdu University of Technology, 2002, 29(4): 390~393
- 王双明, 张玉平. 鄂尔多斯盆地侏罗纪盆地形成演化与聚煤规律 [J]. 地学前缘, 1999, 6(增刊): 147~154
Wang Shuangming, Zhang Yuping. Study on the formation, evolution and coal-accumulating regularity of the Jurassic Ordos basin [J]. Earth Science Frontiers, 1999, 6(S0): 147~154
- 张泓, 白清昭, 张笑薇, 等. 鄂尔多斯聚煤盆地的形成及构造环境 [J]. 煤田地质与勘探, 1995, 23(3): 1~9
Zhang Hong, Bai Qingzhao, Zhang Xiaowei et al. Formation of the Ordos basin and its coal-forming tectonic environment [J]. Coal Geology and Exploration, 1995, 23(3): 1~9
- 邓洪文, 王洪亮, 阎伟鹏, 等. 河流相层序地层构成模式探讨 [J]. 沉积学报, 2004, 22(3): 373~379
Deng Hongwen, Wang Hongliang, Yan Weipeng et al. Architecture model of sequence stratigraphy in fluvial facies [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2004, 22(3): 373~379
- 郑荣才, 尹世民, 彭军. 基准面旋回结构叠加式样的沉积动力学分析 [J]. 沉积学报, 2000, 18(3): 369~375
Zheng Rongcai, Yin Shimin, Peng Jun. Sedimentary dynamic analysis of sequence structure and stacking pattern of base-level cycle [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2000, 18(3): 369~375

(编辑 高 岩)

中国石油两大勘探成果入选全球重大新发现

美国石油地质家协会 (AAPG) 公布“2005 年全球重大油气勘探新发现”评选结果, 中国石油塔里木油田塔中 82 井和新疆油田安 5 井入选。

2005 年 8 月, 塔中 82 井在第二测试层获高产油气流, 日产原油 176 m^3 、天然气 $30 \times 10^4 \text{ m}^3$ 。塔中 82 井这一重大发现, 证实了地质学家对塔中 I 号坡折带奥陶系礁滩体整体含油的科学推论, 拓展了坡折带向西低部位与向南棚缘内带勘探的新领域。

安 5 井勘探新发现的重大意义在于新疆油田首次在准噶尔盆地南缘安集海构造钻获商业油气流, 并且是在一口预探井中获得的。研究预测, 安 5 井钻探的这个构造油气资源量约为 $1.06 \times 10^8 \text{ m}^3$ 。

(摘自《中国石化报》)