

[文章编号] 1671-9727(2010)02-0120-07

# 鄂尔多斯盆地上古生界东、西部岩性-地层气藏的差异性

陈安清 陈洪德 林良彪 徐胜林 朱志军 李 洁

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

[摘要] 鄂尔多斯盆地上古生界具有“满盆生气、到处含气、岩性控气”的特点。通过东、西部气藏的对比研究认为:煤系地层广覆式生烃、浅水三角洲大面积聚砂和湖侵作用铸造区域性盖层三大因素为形成大面积岩性-地层气藏奠定了基础。东部以原生孔为主的山 2 段、太 2 段相对低孔高渗型储层主要受潮汐和河流共同作用形成的高能聚砂环境控制;西部以溶蚀孔+原生孔组合为特征的盒 8 段、山 1 段相对高孔低渗型储层主要受富石英物源区和建设性成岩作用的控制。提出富石英物源区、毗邻岸线的高能相带和由网状输导体系控制的建设性成岩相区的确定对鄂尔多斯盆地上古生界天然气勘探具有重要意义。

[关键词] 岩性-地层气藏;物源;聚砂环境;网状输导体系;鄂尔多斯盆地

[分类号] TE122

[文献标识码] A

岩性-地层油气藏是中国当前提出的四大勘探领域之一,并已成为油气储量增长的主体<sup>[1~3]</sup>。近年来,鄂尔多斯盆地上古生界天然气勘探不断取得突破,成为中国天然气勘探最具潜力和“西气东输”的骨干资源基地之一。由于二叠系煤层的大面积发育,全盆具有“广覆式”生烃的基础(图 1)<sup>[4]</sup>,因此油气富集主要取决于聚砂区的寻找和优质储层的识别,即储层控位。这是鄂尔多斯盆地上古生界岩性-地层气藏的典型特征。目前发现的气田包括西部地区的苏里格、乌审旗气田,东部地区的榆林、子洲、米脂和大牛地气田(图 1)。西部气田主力产层段为二叠系石盒子组第 8 段(简称“盒 8 段”)及山西组第 1 段(简称“山 1 段”);东部气田主力产层段为山 2 段,而大牛地气田则以二叠系太原组第 2 段(简称“太 2 段”)为主要产层<sup>[5,6]</sup>。虽然储层均以石英含量较高的中粗粒石英砂岩、岩屑石英砂岩为特征,但东、西部气田产出层位具有明显的差异性。本文在前人对鄂尔多斯盆地上古生界岩性-地层气藏取得的研究成果的基础上,从东、西部地区发育的典型气藏的

特征出发,探讨东、西部气藏的差异性及其主控因素。

## 1 地质背景

鄂尔多斯盆地属华北地台西端的次级构造单元,其北邻兴蒙造山带,南为秦岭造山带,西以贺兰山-六盘山为界,东以吕梁山为界,是一个多旋回克拉通叠合盆地<sup>[7]</sup>。早古生代,主要受南侧的秦祁海槽和西侧的贺兰拗拉槽的影响,在西南缘发育“L”形隆起;晚石炭世至二叠纪初期,又叠加了来自秦岭海槽和兴蒙海槽俯冲形成的南北向挤压作用,于是形成了南北向“I”形中央古隆起;早二叠世晚期开始,应力转变为以来自南面扬子板块和北方西伯利亚板块的强烈挤压为特征,使鄂尔多斯地区呈现南北高、中间低的古地理格局<sup>[7~11]</sup>。总体上,鄂尔多斯盆地在晚古生代可划分为 2 个大的盆地演化阶段和 4 种盆地类型:晚石炭世本溪期至早二叠世太原期以海相沉积为主的陆表海阶段、早二叠世山西期至晚二叠世石千峰期以陆相沉积为主的陆内拗陷盆地阶段<sup>[8]</sup>。

[收稿日期] 2009-09-07

[基金项目] 国家自然科学基金重点资助项目(40739901);国家重大科技专项(2008ZX05002-001)

[作者简介] 陈安清(1981-),男,博士研究生,研究方向:沉积学, E-mail: aqin@163.com。

[通讯作者] 陈洪德(1956-),男,博士,教授,博士生导师,研究方向:沉积学, E-mail: chd@cdut.edu.cn。

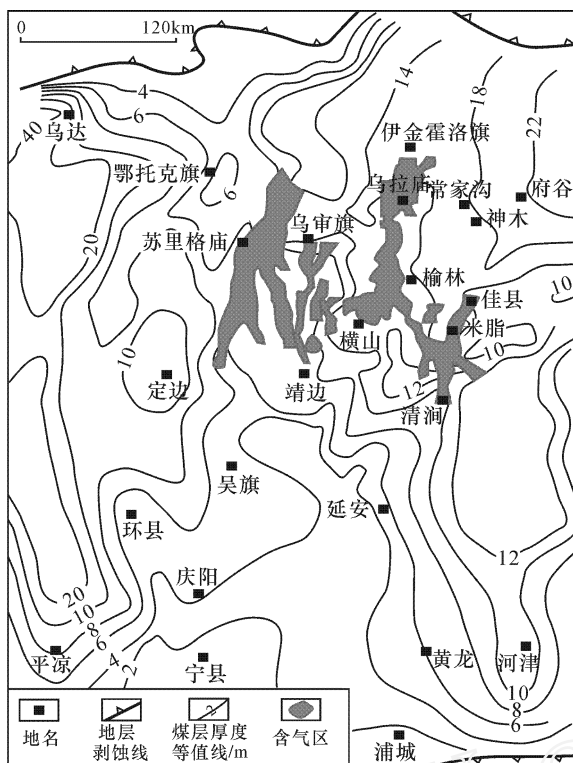


图1 鄂尔多斯盆地上古生界煤层累积厚度及气藏分布

Fig.1 The gas reservoirs distribution and isopach of coal of Paleozoic in Ordos Basin (据付金华等, 2008)<sup>[4]</sup>

## 2 岩性-地层气藏特征

### 2.1 沉积相及气藏分布

根据钻井、测井、野外露头、地震等资料进行了详细的沉积相分析,分别编制了鄂尔多斯盆地主力产气层太2段、山2段、山1段和盒8下段的沉积相图(图2)。

太原期,中央古隆起为水下隆起,对沉积仍然有一定的控制作用;但在充填补齐作用过程中,古隆起逐渐消失,形成一个大型的缓坡地貌。潮坪是该时期陆表海上的一个重要的沉积环境,来自北缘的碎屑物质进入盆地,形成规模较小的潮控三角洲。

山西期开始,由于北部物源区隆升加强,形成了石嘴山、杭锦旗、靖边和米脂四大近于平行的由北而南的大型河流-三角洲系统。三角洲为缓坡背景下的浅水三角洲,上游冲积平原和下游三角洲平原连片展布,具有大面积网毯状聚砂的特点。

通过统计产气井分布的地区、层位和相带的关系可知:太2段、山2段气藏主要分布在东部地区,而山1段、盒8段气藏主要分布在西部地

区;东部地区的大牛地气田主力产层太2段气藏主要分布在三角洲前缘水下分流河道和潮汐砂坝相带,山2段气藏则随着岸线南迁至榆林-米脂一带的三角洲前缘水下分流河道砂体中;西部地区的主力产层盒8段及山1段气藏发育在三角洲平原分流河道和三角洲前缘水下分流河道环境。

### 2.2 生烃条件

上古生界天然气  $C_1 \sim C_4$  碳同位素、 $C_5 \sim C_8$  轻烃及碳同位素分析表明,上古生界天然气主要来源于煤系<sup>[12]</sup>。石炭纪-二叠纪是鄂尔多斯盆地的一个重要聚煤期。成煤环境多样:本溪期的煤主要形成于陆表海盆地背景下的潮坪-湖环境;太原期,由于发育来自北缘的三角洲,形成了三角洲平原与潮坪相交错的成煤环境;山西期,盆地性质由陆表海盆地演化为大型近海湖盆,以浅水湖泊和三角洲为特征,三角洲平原上的低能环境为聚煤的重要场所。煤层基本覆盖了整个盆地,煤层累计厚度大致在5~35 m间,为广覆式生烃奠定了烃源岩基础。

上古生界的烃源岩研究显示,晚侏罗世至早白垩世为地史期天然气的生、排气高峰期,最大生气速率和排烃速率分别为  $7.7 \times 10^{12} \text{ m}^3/\text{Ma}$ 、 $7.2 \times 10^{12} \text{ m}^3/\text{Ma}$ ,与天然气的主要成藏期相匹配,并且天然气地球化学参数中的甲烷化系数在平面上和纵向上的变化趋势与气层组的热演化程度存在着良好的相关性,反映出上古生界低渗透储层天然气的“广覆式生(供)气、持续运聚成藏”特征<sup>[13,14]</sup>。 $R_o > 1.25\%$ 的烃源岩面积达  $0.18 \times 10^6 \text{ km}^2$ ,即占现今盆地总面积72%的地区达到生烃高峰;并且生烃强度大于  $2.0 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{km}^2$  的范围为  $0.138 \times 10^6 \text{ km}^2$ ,占现今盆地总面积的55.2%;生烃强度大于  $1.2 \times 10^9 \text{ m}^3/\text{km}^2$  的分布面积占现今盆地总面积的71.6%;表现为大面积生烃强度较高的特征<sup>[15]</sup>。上述特征表明鄂尔多斯盆地上古生界具有广覆式生烃的特点,并且一半以上的地区具备形成大中型气田的烃源岩条件。

### 2.3 砂岩储层特征

东部气田和西部气田的主力产层的岩石类型均以石英含量较高的中-粗粒石英砂岩和岩屑石英砂岩为特征(表1)。东部气田山2段储层的岩石薄片,石英的面积分数一般在85%以上;西部气田盒8段储层的石英含量略低,薄片中的面

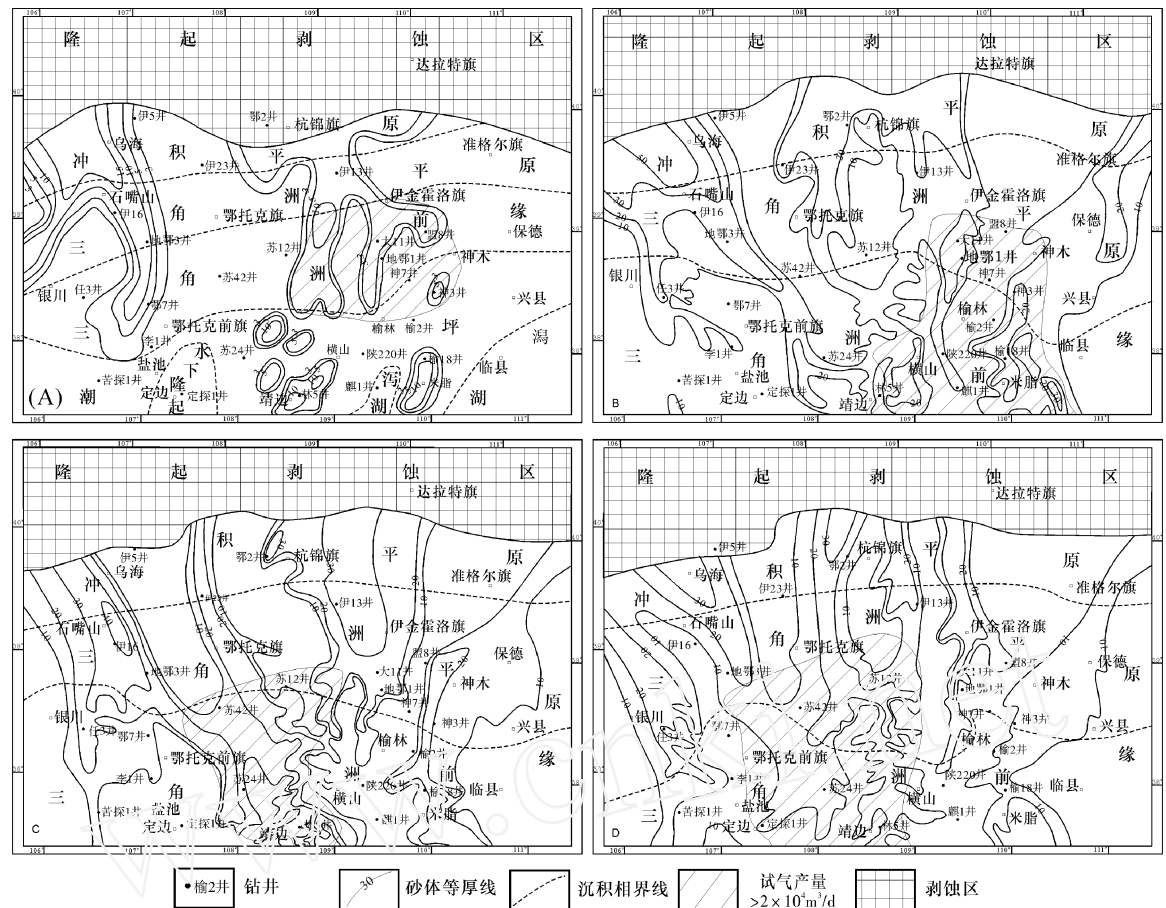


图 2 鄂尔多斯盆地北部沉积相展布及产气井的主要分布范围

Fig. 2 The distribution of the sedimentary facies and gas-producing wells of Upper Paleozoic in Ordos Basin (A) 太 2 段; (B) 山 2 段; (C) 山 1 段; (D) 盒 8 段

表 1 鄂尔多斯盆地东、西部气田主力含气层的储层岩石类型

The reservoirs' rock types of the main gas-producing horizons between the east and the west of Ordos Basin

层位	岩石类型	w/ %			样品数
		石英	长石	岩屑	
西部气田 盒 8 段储层	石英砂岩	94.97	0.17	4.86	34
	岩屑石英砂岩	82.21	0.33	17.46	21
	岩屑砂岩	66.35	1.37	32.29	6
东部气田 山 2 段储层	石英砂岩	96.20	0.36	4.44	23
	岩屑石英砂岩	84.10	1.70	14.20	24
	岩屑砂岩	69.00	5.50	25.50	12

积分数为 81 % ~ 97 %。东、西部地区的长石含量都很低,零星分布,且常被溶蚀。岩屑类型包括变质岩岩屑、沉积岩岩屑和火成岩岩屑,但东部气田的火成岩岩屑明显多于西部气田。填隙物主要包括高岭石、绿泥石、硅质矿物、碳酸盐矿物、水云母(伊利石)和凝灰质等,其含量西部气田略高于东部气田,特别是西部气田的凝灰质含量明显高于东部。

储层的物性分析表明,西部气田盒 8 段储层的孔隙度范围为 0.40 % ~ 21.61 %,主峰值分布在 2 % ~ 14 % 之间,平均值为 7.350 %;渗透率分布在  $(0.001 \sim 64.13) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  间,主峰位于  $(0.100 \sim 0.700) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  之间,平均值为  $0.46 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。东部气田山 2 段砂岩储层的孔隙度范围为 2.37 % ~ 17.23 %,平均值为 6.42 %,主峰值位于 5.0 % ~ 10.0 % 之间;渗透率范围为  $(0.003 \sim 189.523) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,主要分布在  $(0.01 \sim 1.00) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,平均值为  $0.637 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。两个地区的孔渗参数总体分布特征表明鄂尔多斯盆地上古生界气田属于典型的低孔低渗储层。孔隙度和渗透率都呈现出线性相关,说明砂岩的储集和渗流空间主要依赖于砂岩基质孔隙和喉道,不均匀分布的层理缝、层间缝和微裂缝提供的储集和渗流空间有限。东部气田山 2 段的孔、渗相关性要好于西部气田盒 8 段,属于低孔低渗背景下的相对低孔高渗型储层;而苏里格气田则属于

低孔低渗背景下的相对高孔低渗型储层,这说明东、西部气田的砂岩储层的孔隙结构存在着一定的差异。储层孔喉结构的对比分析显示,东部气田的储层以原生粒间孔为主,其次为次生的溶孔和高岭石晶间微孔,最大连通孔隙喉道集中程度高,孔喉结构较均匀;而西部气田的溶蚀孔对孔隙的贡献常超过50%,主要为凝灰质泥质蚀变溶孔和岩屑溶孔,储集空间以溶蚀孔+原生粒间孔组合为特征,最大连通孔隙喉道集中程度较低,孔喉结构相对较差(图3)。

#### 2.4 保存条件

上石盒子组厚层河漫及湖相泥岩,岩性致密,厚度一般在100 m左右,在全盆地广泛连续分布于上古生界主力气层之上,构成区域性盖层。泥岩或砂质泥岩平均渗透率为 $10^{-10} \sim 10^{-8} \mu\text{m}^2$ ,突破压力大于5 MPa,具有良好的封盖条件;并且在早、中侏罗世就已成为良好的盖层,埋深已达到2 km<sup>[4]</sup>。鄂尔多斯盆地处于稳定的克拉通上,构造稳定,以整体抬升或沉降为主,现今地层仍然表现为倾角不超过1°的平缓的单斜构造。因此,与中国大部分含油气盆地具有后期破坏严重的特点不同,鄂尔多斯盆地受后期破坏相对较小,为大面积分布的岩性-地层气藏提供了良好的保存条件。

### 3 东、西部气藏的主控因素分析

上述气藏特征分析显示鄂尔多斯盆地北部上古生界岩性-地层气藏具有良好的生储盖配置条件,具备大面积成藏的基础。值得注意的是,虽然东、西部气田的烃源岩和保存条件差别不大,但储

层的分布层位、孔隙类型和成藏组合却显示出明显的差异性(图4):东部气田主要发育于陆表海及近海湖盆阶段,储集空间以原生粒间孔为主,为自生自储的源内成藏组合;而西部气田则发育于陆相湖盆阶段,储集空间以溶蚀孔+粒间孔为特征,属于下生上储的源顶成藏组合。

#### 3.1 富石英物源区

物源分析表明,四个近于平行的大型河流-三角洲系统的物源来自北缘阴山古陆的太古界集宁群和乌拉山群的石英岩、片麻岩、变粒岩,以及元古界色尔腾山群、白云鄂博群、渣尔泰山群、黄旗口群、阿拉善群和千里山群的石英岩、变质砂岩、石英片岩、板岩、千枚岩、火山岩及碳酸盐岩<sup>[16~19]</sup>。物源的对比分析进一步显示,盆地西部的母岩主要为阴山西段的中元古界变质岩和沉积岩系,包括大量高石英含量的石英岩、片麻岩、变粒岩和中基性火山岩等,为富石英母岩区;而东部的母岩主要为阴山东段的太古界酸性侵入岩、变质砂岩、片麻岩,石英含量相对较低,属贫石英母岩区。由沉积相展布图可以看出(图2),对应富石英物源区的西部河流-三角洲系统在盒8段沉积期最为发育,反映该时期对应于北缘物源区的一次构造活跃期,物源供给充沛,水动力较强,有利于辫状河-辫状河三角洲的建设。同时,由于地形宽缓,河道或分流河道频繁地侧向迁移,形成了连片展布的有利于天然气聚集的石英含量较高的中-粗粒砂岩。该时期,东部地区的三角洲规模小于西部地区,同时又对应着贫石英物源区,形成的砂岩的成熟度明显低于西部地区,因此不利于

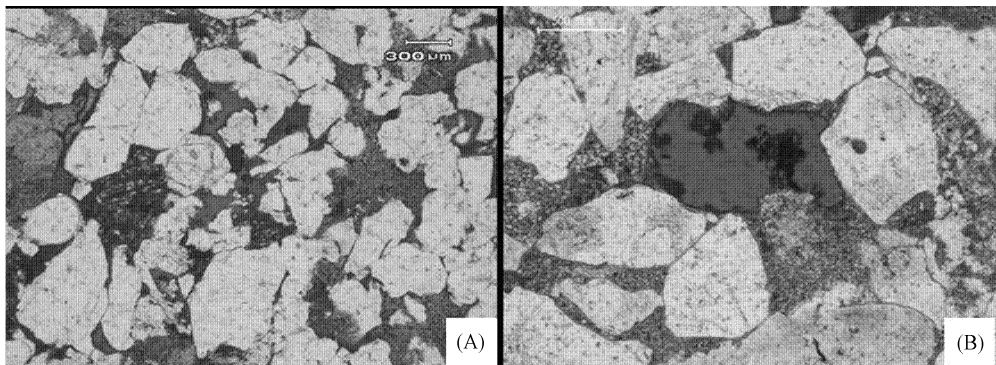


图3 鄂尔多斯盆地东、西部地区的上古生界气田的储层特征及差异

Fig. 3 The differential characteristics of Upper Paleozoic reservoirs between the east and the west of Ordos Basin  
(A) 东部榆林气田的原生孔型储层特征:储集空间以原生粒间孔为主,含部分次生溶蚀孔(榆45井,山2段);  
(B) 西部苏里格气田溶蚀孔+原生粒间孔型储层特征:储集空间包括岩屑溶蚀形成的铸模孔、填隙物溶蚀微孔、原生粒间孔和原生粒间微孔(苏45,盒8段)

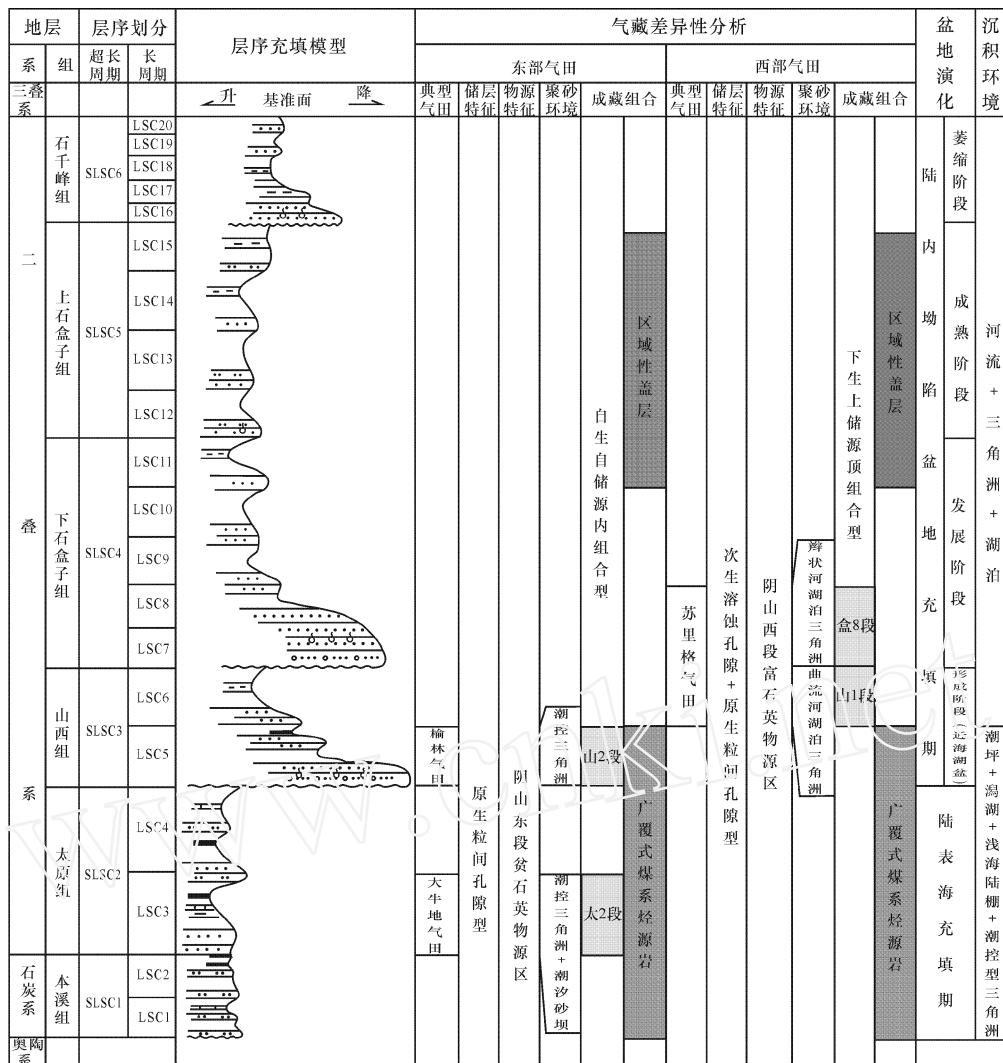


图 4 鄂尔多斯盆地上古生界东、西部气田的差异性对比

Fig. 4 The differences between the east and the west reservoirs of Upper Paleozoic in Ordos Basin

大规模储层的形成。

### 3.2 网状输导体系

西部地区来自富石英物源区的砂体虽然具有较高的成熟度,但凝灰质和泥质填隙物占据了大量的粒间孔隙。成岩作用研究表明来自下伏煤系地层的有机酸流体通过溶蚀作用有效地改善了储层质量<sup>[20, 21]</sup>。鄂尔多斯盆地上古生界中的断裂不发育,内部没有大型不整合面,因此正确认识成岩流体及烃类物质运移的通道至关重要。鄂尔多斯晚古生代盆地是发育在陆表海基础上的陆内坳陷盆地,具有地形宽缓、水体浅的特点。盆地演化过程中,北缘隆起带持续抬升,物源供给稳定,碎屑物通过多个水系充填到盆地中,形成几个近于平行的相互交织的浅水三角洲。由于浅水三角洲长距离的均衡卸载作用,没有一般三角洲快速卸

载形成的沉积中心<sup>[22]</sup>,易形成以侧向延伸为主的砂岩,并缺乏厚层泥岩隔层。因而,在宽缓的斜坡上,不同时期的三角洲分流河道和水下分流河道相互串行叠置,形成相互连通的大面积网毯状砂体。在成岩过程中,层序界面和相互连通的网毯状砂体组成的网状输导体系是来自下伏煤系地层的有机酸流体运移的良好通道。砂岩中的岩屑、凝灰质和泥质填隙物等不稳定组分被酸性成岩流体溶蚀,形成溶蚀孔+原生孔组合为特征的储集空间。同时,后期成藏过程中,来自煤系地层的烃类物质通过层序界面和网毯状砂体运移至有利聚集部位形成气藏。

### 3.3 高能聚砂环境

由盆地演化过程中的层序充填结构可见(图4),气藏的发育明显受盆地演化阶段与基准面升

降所引起的聚砂环境变化控制。太原期,鄂尔多斯盆地东西向构造应力的减弱,北侧造山带的挤压作用逐渐增强,形成北升南降的格局。中央古隆起对盆地沉积格局的控制逐渐减弱,陆表海的潮坪沉积不断向南退缩,盆地北缘造山带开始供源,形成小型三角洲。盆地东北部伊金霍洛旗一带的三角洲受来自东南方向的海水改造最为明显,形成高成熟度砂质组成的障壁砂坝,与富有机质的泥岩或煤层交错发育,形成良好的自生自储式气藏,如大牛地太2段的砂岩气藏。

随着兴蒙海槽和秦岭海槽的对挤作用加强,盆地北部的岸线向南迁移,三角洲规模逐渐增大。研究表明,海水于山2段末期才最终从东南方向完全退出<sup>[23,24]</sup>。山西期相当于盆地转化的过渡阶段,即近海湖盆阶段。该阶段早期,盆地北缘造山带处于构造活跃期,物源供给充沛,以发育连续进积的辫状河三角洲为特征,三角洲平原上发育大量煤层。这个时期,东部地区的三角洲规模相对较大(图2),聚砂能力强,并且盆地东南部仍然为浅海环境,辫状河三角洲前缘受河流和潮汐的共同作用,改造了贫石英物源区带来的砂质,提高了砂岩的成熟度,因此东部地区的山2段成为有利储层发育层位。而西部的苏里格地区的杭锦旗三角洲规模较小,聚砂能力较弱,虽然有富石英物源区的基础,但不利于大规模储层的形成。山1期开始,由于海水的完全退出,物源区的母岩性质成为了砂岩储层发育的主要控制因素,因此产气井的分布转移到富石英物源区的西部苏里格地区。

可见,岸线附近的高能聚砂环境是影响鄂尔多斯盆地上古生界储层发育状况的又一关键因素。这种高能聚砂环境对气藏的控制还表现在湖盆扩张过程中湖浪作用对砂体的改造,如榆24井的盒4段和神3井的盒2段都有高产气藏发育。

## 4 结论

总之,鄂尔多斯盆地上古生界煤系地层广覆式生烃、浅水三角洲大面积聚砂和湖侵作用铸造区域性盖层三大因素形成的良好的生储盖配置为大面积成藏奠定了基础,造就了鄂尔多斯盆地“满盆生气、到处含气、岩性控气”的特点。东、西部气田的对比研究揭示了它们具有明显的差异性:

a. 鄂尔多斯盆地上古生界致密岩性-地层气

藏具有广覆式生烃的基础,储层主要为石英含量(面积分数)大于80%的中-粗粒石英砂岩、岩屑石英砂岩,保存条件好,具有良好的生储盖配置。其中西部气田属于低孔低渗背景下的相对高孔低渗型储层;而东部气田则为低孔低渗背景下的相对低孔高渗型储层。

b. 东部山2段、太2段以原生孔为主的潮控三角洲前缘的水下分流河道和潮汐砂坝储集体形成于陆表海和近海湖盆阶段,主要受潮汐和河流组成的高能聚砂环境控制。因此,不管是南缘还是北缘的三角洲,不管是现有的主力产气层还是其他层位,与海岸线或湖岸线相关的高能聚砂环境的确定具有重要意义。

c. 西部盒8段、山1段以溶蚀孔+原生孔组合为特征的分流河道和水下分流河道储集砂体形成于陆内拗陷盆地形成发展阶段,富石英物源区和建设性成岩作用是储层形成的主控因素。这表明寻找具有富石英物源区的规模较大的三角洲沉积体系是关键;被层序界面和网状砂体连通的大型砂体易被成岩流体改善形成次生溶蚀孔+原生粒间孔为组合的储集空间,所以层序格架内网状砂体的识别和富砂带建设性成岩相区的确定至关重要。

## [ 参 考 文 献 ]

- [1] 贾承造,赵政璋,杜金虎,等. 中国石油重点勘探领域——地质认识、核心技术、勘探成效及勘探方向[J]. 石油勘探与开发, 2008, 35(4): 385 - 396.
- [2] 贾承造,赵文智,邹才能,等. 岩性地层油气藏地质理论与勘探技术[J]. 石油勘探与开发, 2007, 34(3): 257 - 272.
- [3] 康玉柱. 中国东北、华北、西部等地区古生界油气前景探讨[J]. 西南石油大学学报:自然科学版, 2009, 31(3): 1 - 7.
- [4] 付金华,魏新善,任军峰. 伊陕斜坡上古生界大面积岩性气藏分布与成因[J]. 石油勘探与开发, 2008, 35(6): 664 - 667.
- [5] 李凌,王兴志,方少仙,等. 鄂尔多斯东部上古生界储层特征及控制因素[J]. 西南石油学院学报, 2002, 24(6): 4 - 6.
- [6] 曹忠辉. 鄂尔多斯盆地大牛地复式气田基本地质特征[J]. 西南石油学院学报, 2005, 27(2): 17 - 21.
- [7] 张渝昌,张荷,孙肇才,等. 中国含油气盆地原型分析[M]. 南京:南京大学出版社, 1997: 262 - 293.
- [8] 陈洪德,侯中键,田景春,等. 鄂尔多斯地区晚古生代

- 沉积层序地层学与盆地构造演化研究[J]. 矿物岩石, 2001, 21(3): 16 - 24.
- [9] 长庆油田石油地质志编写组. 中国石油地质志: 卷十二, 长庆油田[M]. 北京: 石油工业出版社, 1992.
- [10] 邓军, 王庆飞, 黄帮飞, 等. 鄂尔多斯盆地演化与多种能源矿产分布[J]. 现代地质, 2005, 19(4): 538 - 545.
- [11] 李斌, 宋岩, 孟自芳, 等. 中国中部前陆盆地盆山耦合关系分析[J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2009, 31(1): 23 - 28.
- [12] 李剑, 罗霞, 单秀琴, 等. 鄂尔多斯盆地上古生界天然气成藏特征[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(4): 54 - 59.
- [13] 刘新社, 席胜利, 付金华. 鄂尔多斯盆地上古生界天然气生成[J]. 天然气工业, 2000, 20(6): 19 - 23.
- [14] 杨华, 张文正, 李剑锋, 等. 鄂尔多斯盆地北部上古生界天然气的地球化学研究[J]. 沉积学报, 2004, 24(S1): 39 - 44.
- [15] 李振宏, 席胜利, 刘新社. 鄂尔多斯盆地上古生界天然气成藏[J]. 现代地质, 2005, 24(2): 174 - 181.
- [16] 陈安清, 陈洪德, 向芳, 等. 鄂尔多斯东北部山西组 - 上石盒子组砂岩特征及物源分析[J]. 成都理工大学学报: 自然科学版, 2007, 34(3): 305 - 311.
- [17] 席胜利, 王怀厂, 秦伯平. 鄂尔多斯盆地北部山西组、下石盒子组物源分析[J]. 天然气工业, 2002, 22(2): 21 - 24.
- [18] 汪正江, 张锦泉, 陈洪德. 鄂尔多斯盆地晚古生代陆源碎屑沉积源区分析[J]. 成都理工学院学报, 2001, 28(1): 7 - 12.
- [19] 刘锐娥, 黄月明, 卫孝锋, 等. 鄂尔多斯盆地北部晚古生代物源区分析及其地质意义[J]. 矿物岩石, 2003, 23(3): 82 - 86.
- [20] 高星, 陈洪德, 朱平, 等. 苏里格气田西部盒 8 段储层成岩作用及其演化[J]. 天然气工业, 2009, 29(3): 17 - 20.
- [21] 何东博, 贾爱林, 田昌炳, 等. 苏里格气田储集成岩作用及有效储集成因[J]. 石油勘探与开发, 2004, 31(3): 69 - 71.
- [22] 邹才能, 赵文智, 张兴阳, 等. 大型敞流拗陷湖盆浅水三角洲与湖盆中心砂体的形成与分布[J]. 地质学报, 2008, 82(6): 813 - 825.
- [23] 叶黎明, 齐天俊, 彭海燕. 鄂尔多斯盆地东部山西组海相沉积环境分析[J]. 沉积学报, 2008, 26(2): 202 - 210.
- [24] 向芳, 陈洪德, 李志宏, 等. 鄂尔多斯盆地东北部山西组三角洲相沉积演化特征[J]. 成都理工大学学报: 自然科学版, 2008, 35(6): 693 - 699.

## Difference of the Upper Paleozoic lithostratigraphic gas reservoirs in Ordos Basin, China

CHEN An-qing, CHEN Hong-de, LING Liang-biao,  
XU Sheng-lin, ZHU Zhi-jun, LI Jie

State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation,  
Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China

**Abstract:** The Upper Paleozoic of Ordos Basin is characterized by “gas-generating in the whole basin, gas-bearing widely and gas controlled by lithology”. The comparative study between the east and the west gas reservoirs shows that the three factors, including the hydrocarbon generated widely by coal measure strata, sand accumulated broadly by shallow water delta and regional overlying rock founded by lake transgression, are the base to form the blanket lithostratigraphic gas reservoirs. In the east reservoirs, Member 2 of Shanxi Formation and Member 2 of Taiyuan Formation characterized by primary pores and relatively low porosity and high permeability are dominated by energetic environment formed by tide and stream current. In the west reservoirs, Member 8 of Shihezi Formation and Member 1 of Shanxi Formation characterized by dissolution pores and primary pores and relatively high porosity and low permeability are dominated by rich in quartz provenance and constructive diagenesis. Then, the rich in quartz provenance, energetic facies belt and constructive diagenesis are the key elements for the Upper Paleozoic gas exploration.

**Key words:** lithostratigraphic gas reservoir; provenance; sandy-accumulated environment; netty migration pathways system; Ordos Basin