

文章编号:0253-9985(1999)04-0336-05

鄂尔多斯盆地上古生界层序地层与储层预测

翟爱军, 邓宏文, 邓祖佑

(中国地质大学能源系, 北京 100083)

摘要:通过以基准面旋回为参照格架的层序地层研究,将鄂尔多斯盆地上古生界划分为3个中期地层旋回和11个短期地层旋回,中期地层旋回自上而下为MSC1、MSC2和MSC3,分别对应于石盒子组、山西组和本溪、太原组。在研究区目的层段识别出扇三角洲、陆表海、三角洲、冲积扇和河流沉积体系,早期层序地层的发育具准平原基础上形成陆表海的沉积特征,二叠纪时海水退出,方开始了陆相盆地的发育阶段。预测认为,储层在MSC1、MSC2、MSC3三个旋回中均有分布,有利储层分布区为伊24-鄂9-伊14井区、伊22-伊6-伊13井区、伊15-召探1井区和伊9井区,起鸡哈浪-塔巴庙-陕196井区为最有利含气探区。

关键词:基准面旋回;沉积体系;储层预测;鄂尔多斯盆地;上古生界;层序地层

第一作者简介:翟爱军,男,25岁,硕士生,沉积学与层序地层学

中图分类号:P618.13 **文献标识码:**A

鄂尔多斯盆地为位于华北地台西部的大型克拉通叠合盆地,三次主要构造运动(下古生代加里东运动、早中生代印支运动和晚中生代的燕山运动)将盆地分为三大构造层序和3个含油气系统^[1],即下构造层序下古生界含气系统、中构造层序上古生界含气系统、上构造层序上三叠-侏罗系含油系统。

上古生界含气系统是自生、自储、自盖的煤成气含气系统。其沉积地层为一套在北高南低的缓倾古地形之上以陆表海为沉积背景发育起来的早期为海陆过渡相、晚期为河湖相的陆源含煤建造。本文以盆地中东部地区为例说明其层序地层与储层分布特征。

1 层序地层格架

上古生界构造层序整体形成于高级次区域基准面产生的以基准面下降期沉积为主的不对称旋回^[2,3]。经对研究区钻井、露头、测井资料详细分析,将石炭-二叠系勘探目的层段本溪组-上石盒子组划分为3个中期地层旋回、11个短期地层旋回,中期旋回自上而下命名为MSC1、MSC2、MSC3(图1)。T₉为上古生界底部煤层的反射特征,其下弱反射带(石炭系与奥陶系间风化壳形成的反射)与下部地层呈削截接触,为MSC3旋回的底界面;T₈²为MSC1旋回与MSC2旋回的分界面,T₈¹对应

于MSC1旋回的顶界面。MSC3和MSC2旋回在地震上很难区分。

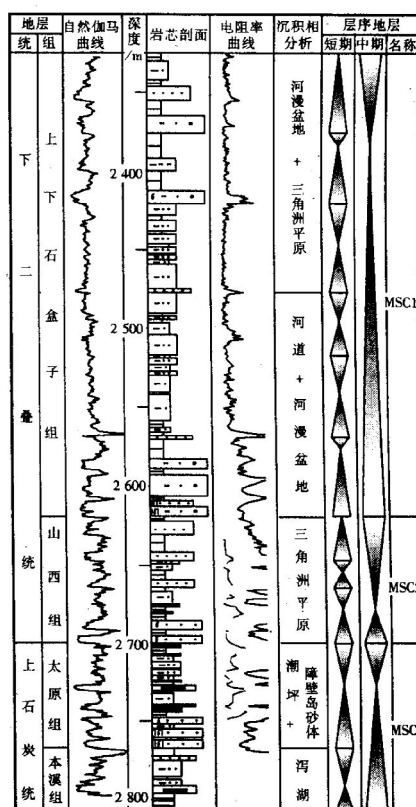


图1 神2井上古生界层序地层综合分析图

Fig.1 Synthetic analysis of Upper Paleozoic sequence stratigraphy in Shen-2 well

收稿日期:1999-06-21

1.1 MSC3 旋回

相当于本溪组和太原组,底界为石炭系与奥陶系之间的区域不整合面,顶界为山西组底部较发育的河道下切面,即北岔沟砂岩的底界。该旋回为一不对称旋回,其上升半旋回的地层厚度远大于下降半旋回。上升半旋回发育潮坪砂泥岩、泥炭坪煤层、障壁岛和扇三角洲砂岩、海相灰岩等;下降半旋回则以发育泥炭坪泥岩、煤层为特征。上升与下降的拐点,即最大洪泛面位置,为一套全区广泛发育的海相灰岩或与其相应的细粒泥质沉积。

1.2 MSC2 旋回

相当于山西组,底界为山西组底部较发育的河道下切面,顶界为下石盒子组底部的河道下切面,即骆驼脖子砂岩的底界面。该旋回为一不对称旋回,其下降半旋回的厚度多大于上升半旋回的厚度。上升半旋回下部发育河道沉积,上部发育泛滥平原泥质沉积和煤层;下降半旋回发育河道砂岩和泛滥平原泥岩沉积,局部发育炭质泥岩和煤层。上升与下降的拐点为全区广泛分布的较厚层泛滥平原沼泽煤层。

1.3 MSC1 旋回

相当于上、下石盒子组,底界为下石盒子组骆驼

脖子砂岩底部的不整合面,顶界为石千峰组底部较厚层砂岩的底界。该旋回为一不对称旋回,上升半旋回的地层厚度远大于下降半旋回。上升半旋回为呈退积叠加样式的河道砂砾岩和泛滥平原泥质沉积;下降半旋回以泛滥平原泥质沉积为主,局部为滨浅湖沉积,夹河道和决口扇砂体。上升与下降半旋回的拐点为上石盒子组中、上部广泛发育的一套泛滥平原或滨浅湖泥质沉积。

在单井层序划分的基础上,选择大致平行和垂直物源两个方向,建立了研究区的高分辨率层序地层对比格架(图2)。由 MSC2 + MSC3 旋回对比格架可以看出,在研究区南部近盆地中心位置,短期地层旋回发育完全,多以对称旋回为主;而近盆地边缘位置,短期地层旋回发育不全,表现为缺失某一短期旋回,或表现为缺失旋回的某一部分。短期旋回的发育程度与其所处的地理位置及在中期旋回中可容纳空间的相对大小有关。在近盆地边缘地区,在中期旋回上升半旋回下部多缺失下部的短期旋回,中期旋回下降半旋回上部多缺失上部短期旋回。这一特征主要受可容纳空间所限制的沉积物的体积分配和 A/S 比值所决定的沉积物的保存程度控制。

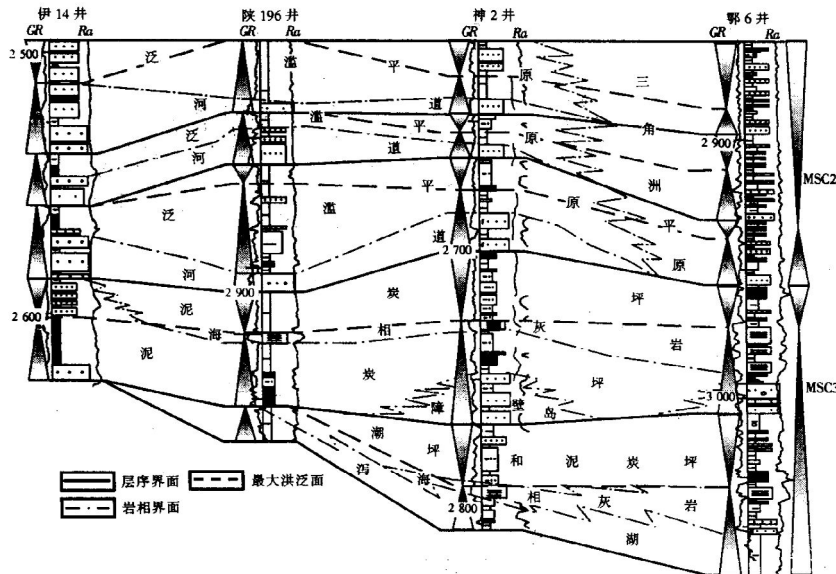


图2 伊14井-陕196井-神2井-鄂6井 MSC3 和 MSC2 旋回南北向对比剖面图

Fig.2 N-S directional correlation profile of MSC2 and MSC3 cycles in Yi14-Shan196-Shen2-E6 wells

2 基准面旋回与沉积体系构成

研究区目的层段可识别出以下几种沉积体系:

扇三角洲沉积体系、陆表海沉积体系、三角洲沉积体系、冲积扇沉积体系及河流沉积体系。层序格架内不同层序、层序内不同的位置,沉积体系的发育

均具有不同的特征。

2.1 MSC3 层序沉积体系构成

该层序形成期,鄂尔多斯盆地具陆表海沉积特征,形成障壁岛与泻湖-潮坪相邻分布的多堡岛沉积,海平面上升期形成几乎覆盖全区的台地碳酸盐岩沉积,在盆地北部发育扇三角洲沉积。

2.2 MSC2 层序沉积体系构成

该层序沉积是在海西构造运动背景下,在石炭纪末海退的陆表海基础上发育起来的。相对于下部 MSC3 层序,其沉积范围扩大,并向盆地边缘超覆。此时华北地台北缘逐渐抬升,北高南低的古地形格局更加明显,南北沉积分异作用出现。在来自北方古陆丰富的碎屑物质供给条件下,在中北部地区自北而南形成了曲流河—三角洲沉积。温湿的气候条件及植物的繁茂,在曲流河间低地、湖泊边缘、三角洲间湾沼泽等部位发育泥炭沼泽。

2.3 MSC1 层序沉积体系构成

该层序沉积早期,由于受海西构造运动影响,华北地台北缘古陆进一步抬升,古陆与沉积盆地相对高差变大,继承了山西组的沉积格局,沉积相类型与山西组类似,主要为河流—三角洲—湖泊沉积。该期碎屑体系空前发育,尽管有北方华夏植物群的鼎盛繁衍,但因气候干燥而未能形成煤层。晚期气候进一步干燥,其古地貌在继承前期古地理格局的基础上,开始向内陆湖盆转化,古地理面貌为以湖区为主体的河流—湖泊复合体系,主要特征表

现为冲积体系的萎缩和湖相区的扩大。

概括上述,鄂尔多斯盆地上古生界层序地层发育特征如图3所示。早期具准平原基础上形成的陆表海沉积特征,由于基底沉降速率较低,古地形平缓,海平面的升降可以引起海岸线的大规模的进退和岩相上的频繁交替。因此,古地理环境和水动力条件在相当大的范围内具有一致性,加之气候潮湿,造就了煤系地层广布的石炭系和早二叠系滨海相和海岸平原相为主的含煤盆地。其特征是构成中期基准面旋回上升半旋回早期的低位体系域不甚发育,而是以上升半旋回晚期水进体系域的碳酸盐台地相、潮汐相和基准面下降半旋回的滨岸滩坝相为主(图3下部中期旋回)。

二叠纪,海水退出盆地,开始了晚期陆相盆地发育阶段,以三角洲—湖相、河流—冲积平原—湖沼相为主,构造运动和沉积物补给对层序的发育特征的控制作用明显。盆地北部被来自北缘的冲积扇和河流三角洲体系进积充填。中期基准面旋回发育完整,基准面上升半旋回主要以底部冲刷面为界的分支河道砂岩相开始,以分支间洼地相薄煤层或泛滥平原相泥岩告终;基准面下降半旋回中决口扇、决口河道发育。随着区域基准面旋回的下降,至二叠纪晚期,由于基底的抬升,盆地可容纳空间的降低及河流三角洲向盆地的推进,中期基准面旋回以河流冲积平原相为主的基准面上升半旋回更为发育(图3中上部中期旋回)。

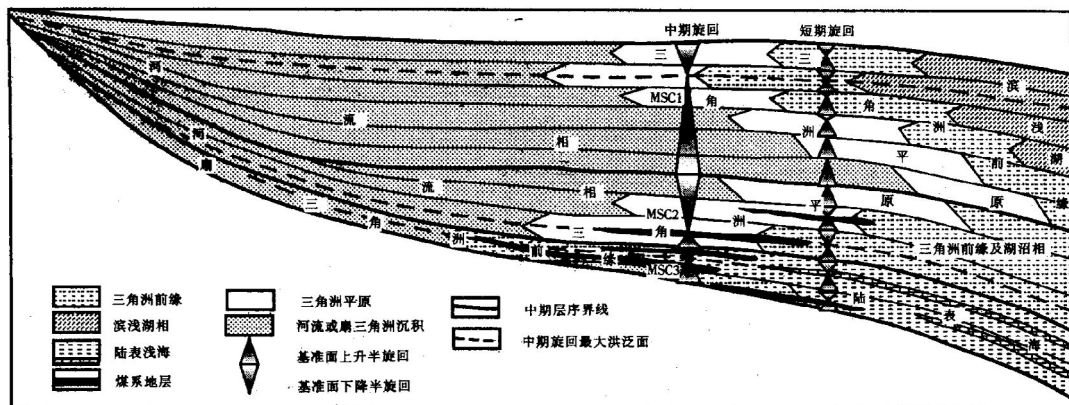


图3 上古生界南北向层序地层发育模式图

Fig.3 Development model of N-S directional sequence stratigraphy in Upper Paleozoic

3 储层分布预测

3.1 储层分布的层序地层位置

储层在 MSC1、MSC2、MSC3 三个旋回中均有分

布。目前已发现气层或具有较好气显示的层段主要为: MSC3 上部短期旋回上升半旋回的障壁岛和潮道砂体, MSC2 中、上部短期旋回上升半旋回的河道砂体和 MSC1 中、下部短期旋回上升半旋回的河

道砂体。总体上,这些含气层位具有以下特征:(1)主要的储集层段多发育于短期旋回最大洪泛面之下的基准面上升期。该时期形成的河道砂体、障壁岛和潮道砂体,紧邻生气源岩,其上最大洪泛面泥岩又可作为直接盖层,具备良好的生、储、盖配置关系。(2)陆表海层序(太原组为主),储集层主要为中期基准面上升半旋回晚期形成的水进型障壁岛、

潮沟、潮道相和基准面下降期形成的河口坝、滩坝砂。(3)陆相层序(山西、石盒子组),有利储层多为发育在短期基准面上升半旋回下部的三角洲分流河道、冲积平原河道砂体。

3.2 储层分布与有利含气区带预测

以钻井资料为基础,并结合地震地层分析及地震相地质意义的标定,认为在山西组和石盒子组地

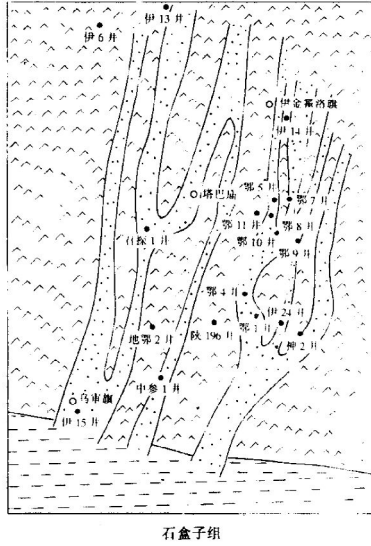
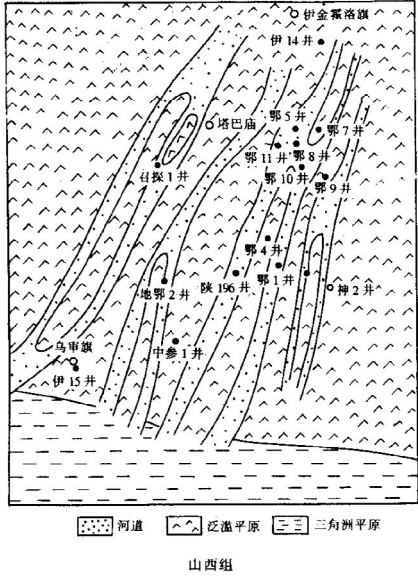


图4 山西组和石盒子组河道发育体系图

Fig.4 Channel deposit systems in Shanxi and Shihexizi Formations

震反射中,叠瓦状反射、河道充填反射、丘状反射和透镜状反射的形成与河流的发育有关。山西组(MSC2)和石盒子组(MSC1)内河道砂体为主要储集体。依此对盆地主要勘探目标区——中东部地区山西组和石盒子组河道储集体平面分布作出预测如图4所示。在此基础上,结合3个中期基准面旋回砂体厚度与储层物性分析,指出了盆地中东部有利储层分布区为:伊24-鄂9-鄂5-伊14井区;伊22-伊6-伊13井区;伊15-召探1井区和伊9井区(图5)。

根据储层平面分布预测,并结合储层成岩作用、煤层、暗色泥岩等气源岩分布特征及已知的气田位置和有利层位,确定了盆地中东部有利含气区带为:(1)起鸡哈浪-塔巴庙-陕196井区为上古生界最有利勘探区(图5)。此区距油源近、储层厚且物性好、盖层条件好,并且已有陕141井、陕9井等高产工业气流井出现。(2)杭锦旗-泊尔江海子为较有利勘探区(图5)。该区储层条件很好,也有一定的构造条件,其主要的不足之处是油源不充分

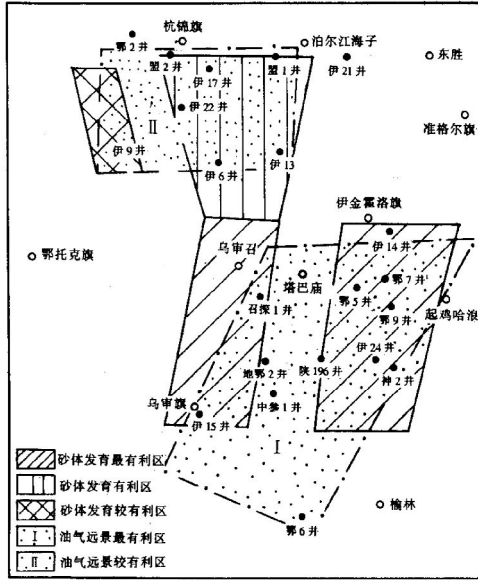


图5 上古生界砂体集中发育区及含油气远景区
Fig.5 Sandbody development and oil-gas prospective areas in Upper Paleozoic

且盖层条件不是太好。

参 考 文 献

1 长庆油田石油地质志编写组. 中国石油地质志(卷12)[M]. 北京:石油工业出版社,1992.181~205

2 邓宏文. 美国层序地层研究中的新学派——高分辨率层序地层学[J]. 石油与天然气地质,1995,16(2):90~97

3 邓宏文,王洪亮,曹爱武. 鄂尔多斯盆地晋西地区山西组层序地层与储层预测[A]. 见:邓宏文,顾家裕,朱筱敏. 层序地层及其在油气勘探开发中的应用[C]. 北京:石油工业出版社,1997.94~100

SEQUENCE STRATIGRAPHY AND RESERVOIR PREDICTION OF UPPER PALEOZOIC IN ORDOS BASIN

Zhai Aijun Deng Hongwen Deng Zuyou

(*Energy Resources Department, China University of Geosciences, Beijing*)

Abstract: Upper Paleozoic strata of Ordos Basin can be divided into three medium-term cycles and eleven short-term cycles based on base-level cycle. The three medium-term cycles, namely MSC1, MSC2, and MSC3 from top to bottom, correspond respectively with Shihezi, Shanxi, Benxi and Taiyuan Formations. Fan-delta, epicontinental sea, delta, alluvial fan and river channel deposit systems are identified in the target sections of the study regions. The earlier strata were epicontinental sea deposits formed on peneplain, when the seawater receded in Permian, nonmarine basin began to form. It is predicted that the reservoirs are distributed widely within the three cycles of MSC1, MSC2 and MSC3. Yi24-E9-Yi14, Yi22-Yi6-Yi13 and Yi15-Zhaotan 1 and Yi9 well areas are favourable regions for reservoir development, While QijihaLang-Tabamiao-Shan 196 well areas are the most favourable regions for oil and gas prospecting.

Key words: Base-level cycle; sedimentary system; reservoir prediction; Ordos Basin; Upper Paleozoic; sequence stratigraphy