

文章编号: 0253-9985(2005)02-0230-07

鄂尔多斯盆地上古生界深盆地特点与成藏机理探讨

马新华

(中国石油勘探开发研究院鄂尔多斯分院, 北京 100083)

摘要: 研究区盒 8、山 2 两大成藏组合具备深盆气的形成条件及特征, 其储层具有致密化程度高、含气范围内零星产水、气藏压力分割性强等特点, 主要归因于陆相沉积层序和气藏的后期改造。地质分析和物理模拟实验表明, 砂岩体走向上区域连通, 在成藏环境下可以发生气驱水的运聚过程。以早白垩世末为界可划分出形成发育期和深盆地改造期两个阶段。在成藏过程中气藏压力经历了由超压到负压的演变过程。引起不同地区压力降低的主控因素是不同的: 苏里格庙地区主要由储层溶孔体积增大引起, 温度降低也有一定影响; 而东部榆林、神木-米脂地区, 主要由后期抬升温度降低引起。在综合分析成藏特征和过程的基础上, 提出了“广覆叠置式源顶改造型深盆地”成藏模式。

关键词: 鄂尔多斯盆地; 上古生界; 深盆地; 致密储层; 成藏模式

中图分类号: TE112.111

文献标识码: A

Discussion on characteristics and reservoiring mechanism of deep basin gas in Upper Paleozoic in Ordos basin

Ma Xinhua

(Ordos Branch of Petroleum Exploration and Development Research Institute, PetroChina, Beijing)

Abstract: He 8 and Shan 2 plays in the study area have the characteristics of and conditions for accumulation of deep basin gas. The reservoirs are characterized by high compactibility, sporadic water production in gas-bearing area and strong compartmentalization of gas reservoir pressure, mainly due to continental sedimentary sequence and later reconstruction of gas reservoirs. Geologic analysis and physical modelling show that sandbodies have regional connectivity along strike, thus migration and accumulation processes of gas displacing water might occur in reservoiring conditions. A development stage and a reconstruction stage of deep basin gas can be divided at the end of Early Cretaceous. Reservoir pressure evolved from overpressure to underpressure in the reservoiring process. The main factors that caused the pressure drops in different areas are not the same. In Suligemiao area, it is mainly caused by the enlargement of dissolution pores in reservoirs, and temperature drop also has certain influences. While in Yulin and Shenmu-Mizhi areas in eastern Ordos Basin, it is mainly caused by the uplifting and temperature drop. A specific reservoiring pattern is presented based on comprehensive analysis of reservoiring features and process.

Key words: Ordos basin; Upper Paleozoic; deep basin gas; tight reservoir; reservoiring mode

近年来, 鄂尔多斯盆地天然气探明地质储量超万亿立方米大气区的快速崛起令世人瞩目。关于它的气藏类型和成藏问题, 引起了地质界的高度关注, 陆续发表了不少论文和专著^[1~5]。其中, 对于上古生界天然气的气藏类型和成藏机理, 认识尚有分歧。概括起来, 可归纳为两种不同的观点, 一种观点认为是地层岩性气藏; 另一种观点认为应属深盆地。两种观点各执一词, 各抒己见。

岩性气藏论者, 从勘探需要出发, 强调按岩性圈闭气藏部署勘探工作; 深盆地论者, 强调成藏机理, 动态地分析成藏天然气地质过程和气藏后期改造, 就深盆地区内局部工业性气藏, 所谓“甜点”(一般占整体的 10%~15%) 而言, 也认同其当属地层岩性圈闭气藏。作者认为, 两种观点的争论决非纯学术上的无谓之争, 它直接涉及到找气勘探部署上的指导思想和原则问题。深盆地观点的

作者简介: 马新华, 男, 43 岁, 教授, 石油地质

收稿日期: 2004-12-26

积极意义在于,它突破了常规的在构造高部位找气的框框,指导我们到盆地(坳陷)的深部位或深斜坡找气;而且二者在气区规模和天然气远景资源量评估上有重大差别。

鄂尔多斯盆地深盆地与国外典型深盆地(阿尔伯达盆地)^[6]相比,有诸多相似之处,也有一些明显差异。两者在深盆地形成的3个基本地质条件(煤系为主的烃源岩、致密砂岩储集层、单斜构造),区域气水倒置和气藏负压异常等方面基本一致。其主要差别是,鄂尔多斯盆地储层更加致密,含气范围内见水,气藏压力分割性强,气藏后

期改造明显。正是这些差异点引发了人们对鄂尔多斯盆地是否存在深盆气的质疑。

本文针对现存的几个主要疑点,运用地质综合分析、物理模拟实验、成藏动力学和成藏地球化学等方法,动态地分析气藏的特征、成藏过程、成藏机理与模式,提出了一些看法供大家讨论。

1 深盆气特点

鄂尔多斯盆地上古生界天然气有山 2- 太 1 (简称山 2)、盒 8- 山 1 (简称盒 8) 和峰 5- 盒 3 (简称峰 5) 3 大成藏组合 (图 1), 其中前两个组合具备

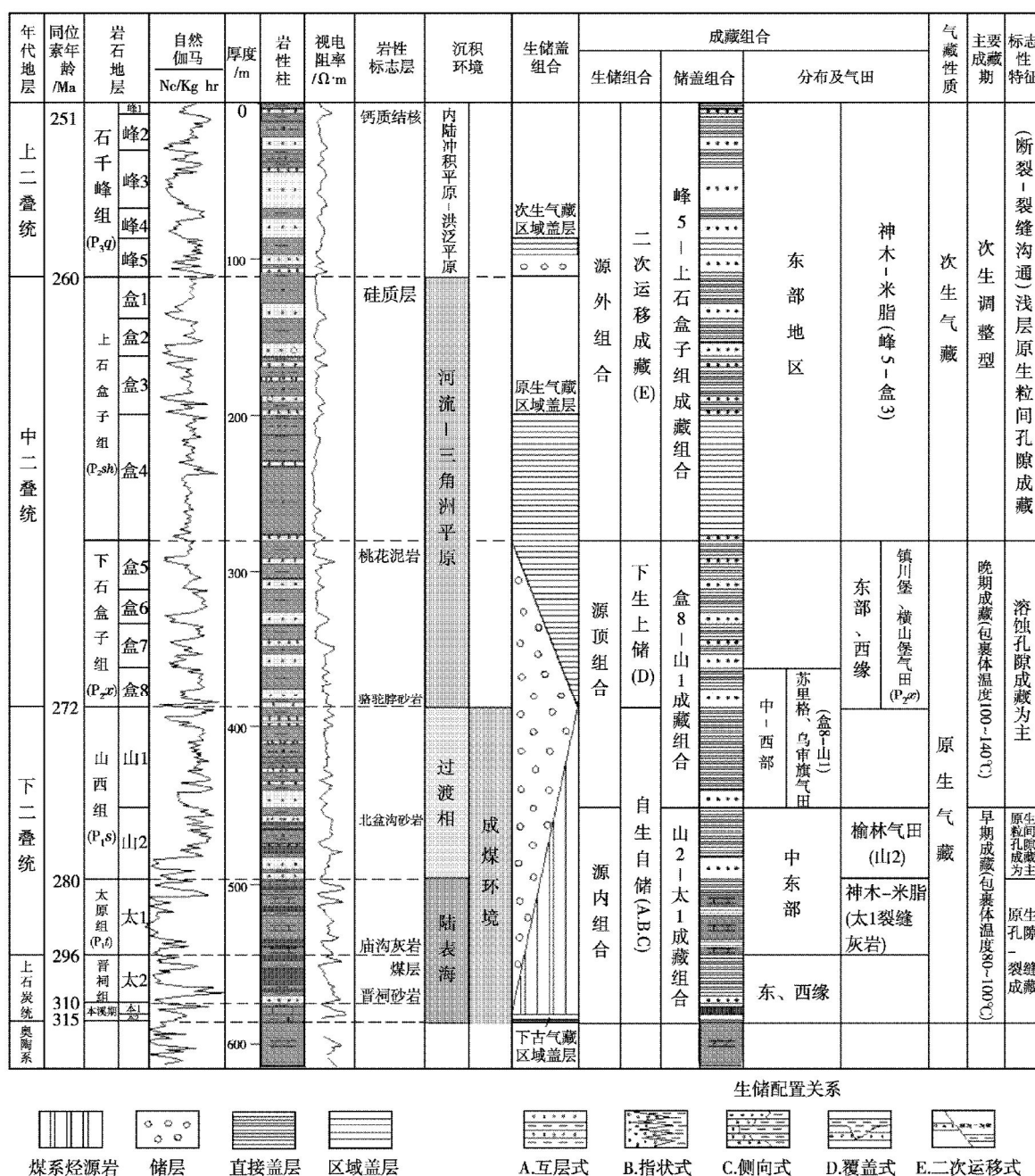


图 1 鄂尔多斯盆地上古生界成藏组合图

Fig. 1 Diagram showing plays in Upper Paleozoic in Ordos Basin

深盆地形成的地质条件和特征,下面以盒 8 气藏为重点对有关问题做出初步分析。

1.1 砂岩储层物性

研究区与阿尔伯达盆地相比(表 1),天然气储集层方面有明显差异,后者为海相滨岸砂岩,沉积时代较新(K₁),砂体规模较大,横向分布较为稳定,砂岩孔隙度,特别是渗透率较高;研究区上古生界砂岩储集层为内陆河湖相沉积^[7],沉积时代老(P),高能环境下形成的砂体规模较小,且横向

变化大,储层物性,特别是渗透率明显偏低,均值为 $0.5 \times 10^{-3} \sim 1.0 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。从目前已发现的上古生界天然气气藏看,储气层的连通性确实较差,多呈规模不等的岩性或地层-岩性气藏。据此,自然会提出,这样的储集层能否满足深盆地形成的储集层条件。要回答这个问题,首先要分析砂体的区域连通性问题;其次,再进而分析这类致密储集层在成藏环境下能否发生天然气向上翘方向驱排地层水的活动。

表 1 鄂尔多斯盆地与阿尔伯达盆地深盆地气藏特征比较

Table 1 Comparison of characteristics of deep basin gas in Ordos and Alberta basins		
特征要素	鄂尔多斯盆地	阿尔伯达盆地
面积/(10 ⁴ km ²)	26	100
类型	类克拉通盆地	前陆盆地
烃源层系	石炭-二叠	下白垩统煤系及海相岩
含气层位	中二叠统	下白垩统
成藏组合	下生上储源顶成藏组合	自生自储源内成藏组合
沉积环境	内陆河流相	滨岸相
砂体规模	复合砂体:宽十几~几十公里, 长 100 km 高能砂体:宽 200~400 m, 长 800~1 500 m	高能砂体:平均长 80 km, 宽 16~24 km
岩性	粗、中砂岩为主	砾岩及粗砂岩为主
孔隙度/%	8~12	8~12
渗透率/(10 ⁻³ μm ²)	1.0~0.5	0.5~500
压力	分割性和复杂性明显	压力系统较单一
地层水	含气范围内见零星地层水	未发现
后期构造活动及气藏改造	后期构造变动及气藏改造强烈	后期持续下沉,气藏变动不大

1.1.1 砂体区域连通性

研究区二叠系盒 8 段-山 1 段为在平缓地势背景下形成的以广泛河流相为主的沉积。由于辨状河固有的多迁移性,多期河道叠合易形成大面积分布的板状砂岩体。大区域砂体追索、重点探区连井砂层对比和小层砂体钻遇率(表 2)均表明,上古生界砂体在南北砂体走向上呈区域性连通。

1.1.2 气驱水模拟实验

中国石油勘探开发研究院廊坊分院做了砂岩气驱水的物理模拟实验。实验样品为取自沁水盆地煤层气试 2 井的二叠系砂岩,岩心柱长 10 cm,直径 6.6 cm,砂岩孔隙度 5%,渗透率 $0.36 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。实验结果表明,在压差(进口压力 5~7 MPa,出口压力 3.5 MPa)下,经过 170 h,气可以将砂岩饱和水驱排出去。

天然气成藏过程中,在驱排压力作用下天然气不断由源岩层向储集层充注,随着源岩天然气的

表 2 苏里格气田小层砂岩钻遇率统计(全区 70 口井)

Table 2 Statistics of encountering rate of thin sandstone in Sulige gasfield (70 wells)			
段	小层	砂岩厚度/m	砂岩钻遇率/%
砂岩厚度/m	1	6.47	72.4
	2	7.29	79.3
	3	4.92	69.0
砂岩钻遇率/%	4	7.14	93.1
	5	7.20	96.6
	6	6.80	96.5
砂岩钻遇率/%	1	7.36	68.9
	2	8.11	82.8
	3	4.44	65.5

不断充注,致密储层由于排泄不畅,会逐渐形成超压,这就为进入储层的天然气向上翘方向驱排地层水提供了动力。实验表明,研究区致密砂岩储层在深盆地发育期具备天然气向上翘方向驱排地层水的条件。

1.2 气层产水

研究区含气范围内零星井点的气层产水,也

是与阿尔伯达盆地深盆气的差别之一。在含气区内盒 8 段气层 182 井层的测试中, 产水井共计 19 层, 经判识、排除地层凝析水和压裂液水后, 真正产地层水的井只有 8 口, 呈零散状分布。

产地层水的地层主要为“泥包砂”结构, 其形成机理是天然气沿泥质岩裂缝运移和扩散进入围于泥岩内的透镜砂体, 原砂体所含地层水未被完全驱排出去, 从而导致气水共存和气水同出。深盆气含气范围内, 在特有地质条件下零星产水并不影响储层上翘部位含水、下部含气, 气水倒置的整体分布规律。国外也有深盆气含气区内产水的实例, 如美国的阿巴拉契亚盆地等。

1.3 气藏压力特征

一般认为, 深盆气气藏为负压异常, 其实并非如此^[8]。物理模拟实验和地质分析表明, 深盆气成藏过程是一个从超压到负压的动态过程, 成藏后的保留压力是正或负, 要视气藏的具体演化特点而定。若气藏封盖条件好, 气源充足, 供气量始终大于损失量, 气藏就可能保持原有的超压; 相反, 则为负压异常。同为负压异常, 因成藏条件(主要是储层)和后期变动情况不同, 气藏压力的均一性(或分割性)也会不相同。鄂尔多斯盆地比阿尔伯达盆地气藏压力分割性强, 也正是这种原因。

鄂尔多斯盆地上古生界深盆气气藏现今整体表现为负压异常, 且压力分割性较强(图 2)。物理模拟实验和包裹体流体压力分析表明, 该区深盆气气藏压力也经历过早期超压-现今负压的演变过程。

图 3 为根据物理模拟实验结果做出的压力演化示意图, 在充气阶段, 随着充气量不断增加, 压力逐渐形成超压并达到最大值; 停止充气, 随气体外泄, 压力逐渐降低为负压。

研究区砂岩储层包裹体可分 4 期, 包裹体流体压力计算结果(表 3)表明, 上古生界气藏从古至今逐渐减低, 且不同地区因地质条件不同又有差异。初步分析, 苏里格庙地区古压力降低发生在早期, 主要是成藏中储层蚀孔体积的增大造成的(温度降低也有一定影响); 而神木-米脂、榆林地区发生在晚期, 主要由后期抬升温度降低引起。

综上所述, 尽管研究区与阿尔伯达盆地典型深盆气相比, 在储层性质、气水分布和压力特征上有明显差异, 但其并不影响对鄂尔多斯盆地上古生界深盆气做出的初步判识。Law 在 AAPG 上发表的论文中, 已把鄂尔多斯盆地列为确定性高的

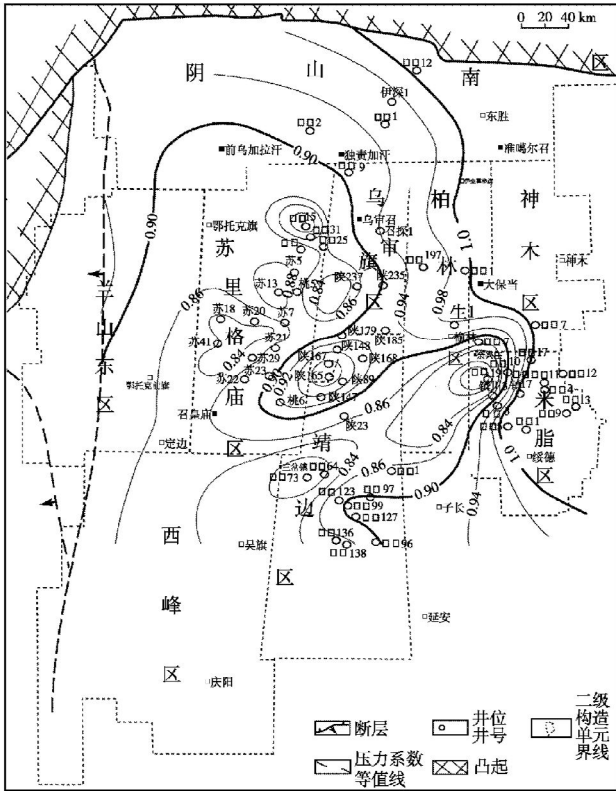


图 2 盒 8 段地层压力分布图

Fig. 2 Distribution of formation pressure in He 8 member

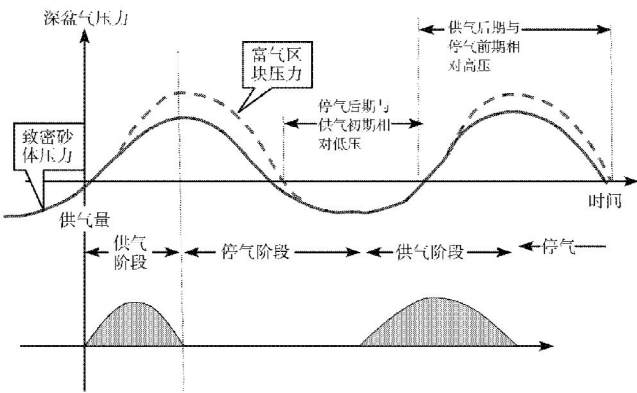


图 3 深盆气及其富气区块压力旋回正弦模式示意图

Fig. 3 Sketch map showing sine pattern of pressure cycle in deep basin gas and its enrichment blocks

表 3 鄂尔多斯盆地气态烃包裹体古温压的分布

Table 3 Distribution of paleo-temperature and paleo-pressure of gaseous hydrocarbon inclusions in Ordos basin

期次	苏里格气区		乌审旗-榆林		神木-米脂	
	温度/℃	压力/MPa	温度/℃	压力/MPa	温度/℃	压力/MPa
i期石英	98.20	32.97	97.87	29.12	01.67	28.73
④期石英	111.55	32.05	113.85	29.51	115.55	27.12
⑥期石英	138.30	28.02	128.10	27.46	126.00	27.40
方解石脉	—	—	139.80	29.51	138.70	25.29
现今	—	27.99	—	—	—	21.37

深盆地地区^[9]。

2 深盆地形成机理与成藏模式

2.1 成藏机理

深盆地形成的基本机理是,烃源岩大量供排的天
然气进入致密储层的过程中,不能在浮力作用下向
上运移,由于受到毛细管力的作用而受到压缩,产生
一个强大的气体压力。压力随着注入气量的增加而
增大,它们向上整体驱替储层中的孔隙水。储层孔
渗性差、孔喉半径小,含气后在气水接触面上产生
相当大的毛细管力,储层上倾方向的地层水,无法
克服这种毛细管力和气体驱排力,而不能向下倾方
向运移,从而形成“下气上水”气水倒置的气水分
布格局。

力平衡和物质平衡制约着深盆气的分布范
围。力平衡维持的是深盆地圈闭的溢出点(S)。以
溢出点为边界,圈闭的范围在理论上代表了深盆地
可能分布的最大范围。在这一范围以外,天然气受
毛细管力的作用较小,主要在浮力作用下运移形成
常规气藏。这种力平衡条件与天然气藏形成之间关
系可以表达为

p_e

$> p_c + p_w$

(有利深盆地成藏区)

$=$

$p_c + p_w$

(深盆地圈闭溢出点)

$<$

$p_c + p_w$

(有利常规气藏成藏区)

不难看出,所有影响毛细管力(p_c)、静水压力
(p_w)和深盆地气体压力(p_e)的地质因素均影响
深盆地圈闭的形成和分布(图4)。

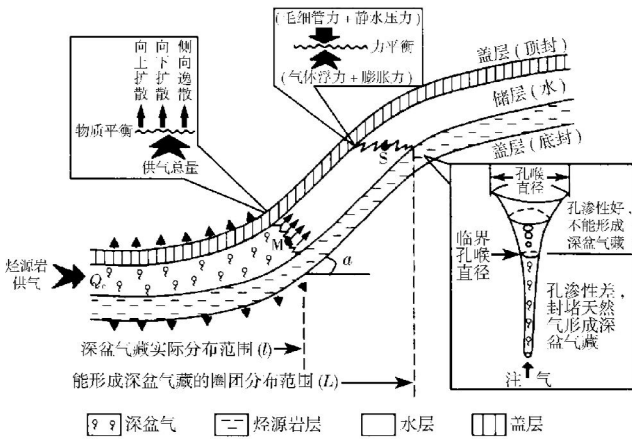


图 4 深盆地形成过程中的力平衡示意图

Fig. 4 The sketch map of pressure balance during the formation of deep basin gas pool

物质平衡制约着深盆地气的分布范围。如果
烃源岩向储层中供排的天
然气量小于逸散的气量时,就
不能形成深盆地气藏,或已经
形成的深盆地气藏的分布范
围逐渐萎缩,直至消失;当
烃源岩供排的天
然气量大于逸散的气量时,储
层中的天然气就继续排驱储
层中的孔隙水,使得深盆地
气藏形成或深盆地气藏的范
围扩大。

2.2 成藏进程

鄂尔多斯盆地演化历史的多旋回性决定了盒
8 段深盆地成藏在时间上具
有两分性。以早白垩世末
盆地抬升期为界,深盆地
经历了两个不同的演化阶
段(图5)。前一阶段为深
盆地形成、发

阶段	构造运 动阶段	地温梯度 (℃/100m)	古地温 (℃)	有机质 演化阶段 (Ro%)	成岩 阶段	压力 系数	孔隙度 (%)	流体相模式	构造与深盆地演化模式
							10 20 30 深盆地气藏率 (m³/t)		
发育期	海西期	2.2~3.0	<40	生 化 作 用 (<0.5)	早成岩 快速 压实	1.0			
形成期	晚海西期至燕山早期	2.8~4.0	70~130	成 熟 (0.7~1.0)	晚成岩A 紧密压实	1.0~1.2			
鼎盛期	燕山中期	3.5~5.5	160~200	过 熟 (>1.2)	晚成岩B (微裂隙)	1.8~2.2			
改造期	燕山晚期至喜山期	2.4~3.1	75~100	终 止	剥蚀 物性 反弹	0.8~1.0			

图 5 盒 8 气藏成藏演化过程图

Fig. 5 Diagram showing reservoiring evolutionary process of He 8 gas pool

育期;后一阶段为深盆气的改造期。

2.2.1 形成发育期

此阶段又可细分为3个阶段。

(1) 深盆气藏孕育期(晚石炭—晚二叠世)。上二叠统石千峰组沉积后,鄂尔多斯盆地呈马鞍形构造形态,北部伊盟隆起区呈东西向展布,南部铜川—固原隆起区自东向西倾斜,中间为广阔的平台,煤系埋深(太原组顶)在950 m以下。该时期对以后形成深盆气的贡献主要有两点:一是提供了富含④型干酪根的烃源岩;二是煤系在埋藏过程中排出大量腐殖酸,使地层水成为酸性介质,阻止了碳酸盐岩的大量沉淀,煤系砂体因缺少胶结物的支撑而加快了机械压实和驱水速度。虽然这一阶段煤系有机质因生化作用可生成甲烷气,但因埋藏浅,岩层孔隙度高,一般不易保存。

(2) 深盆气形成期(早三叠—中侏罗世)。上三叠统延长组沉积后,北部继承性隆起,南部沉降为坳陷,区域构造面貌呈现出北隆南坳、北陡南缓的构造格局。北部隆起区煤系埋深1 800~2 500 m,南部坳陷区及西部前渊带埋深2 600~3 000 m。早期,成岩作用仍以机械压实为主;后期,由于酸性成岩环境逐渐减弱并演变成碱性成岩环境,碱性溶液溶蚀蒙皂石、长石等硅酸盐矿物颗粒形成次生孔隙,但与此伴生的粘土矿物(绿泥石、白云母、伊利石等)及铁方解石的充填胶结使储层进一步致密化。

这一阶段是成岩作用最强烈阶段,岩石孔隙度、渗透率大减,形成致密储层。有机质处于成熟阶段(R_o 为0.7%~1.0%)。生成的天然气,在压力和烃浓度差作用下,进入连续分布砂体后,沿砂岩体上翘方向运移。当遇到高孔渗砂体时,天然气将沿优势运移通道进入高渗砂体,驱排地层水,使其进入周围低孔渗砂体,进而被后续的天然气驱替向高部位运移。

(3) 深盆气鼎盛期(晚侏罗—早白垩世)。侏罗系安定组沉积后,基本保持了印支期的构造面貌,但区域构造线转向北西,南部坳陷也向西迁移,埋深大于3 400 m。与埋深加大同步的是全盆地共同经历的构造热事件^[10,11]。煤系有机质的快速熟化导致了生烃高峰的到来,气体的快速、连续和大量生成,使致密储层逐渐被气饱和,并导致孔隙压力升至区域静水压力之上,从而形成超压气藏。

2.2.2 改造期

下白垩统沉积后,由于东部的强烈抬升,盆地

形成东高西低的箕状坳陷。燕山旋回晚期及喜山期鄂尔多斯地块继续强烈抬升剥蚀,估算剥蚀厚度数百至一千多米。这一时期的抬升剥蚀并没有改变前一阶段的盆地主体北高南低的构造格局,只是埋藏变浅,坳陷更向西偏移。与其相伴的是古地温场回落,地温梯度由35~55 °C/km降至24~31 °C/km,煤系生烃作用逐渐减弱直至停止。同时由于剥蚀卸载,会引起封闭压力的降低,进而导致孔隙体积扩张。生烃作用的中止、地层的降温卸载和孔隙体积的扩张,共同主导了盆地内天然气散失速度的加快。虽然烃源岩吸附气和地层水(以束缚水为主)溶解气的解析可补充一定量的天然气,然而随着这一过程的延续,气藏中天然气的散失和聚集将越来越不平衡,并最终导致天然气散失速度超过聚集速度,并足以使天然气的压力降到区域静水压力之下,使超压气藏演变成负压气藏,深盆气受到了明显改造。

2.3 盒8段深盆气藏成藏模式

综合分析研究区地质条件和成藏过程,将盒8气藏成藏模式总结为在深盆地圈闭背景下被构造抬升和成岩作用复杂化的“广覆叠置式源顶非均质气藏”(图4)。

“广覆叠置”含两层意思,一指烃源岩与上覆储集砂体呈广覆叠置式;二指砂体本身,呈多期河道砂体广覆叠置式。

“源顶”指太原组—山西组烃源层在下,盒8段储集岩在上,构成下生、上储的源顶(封存箱箱顶)成藏。

“改造型”特别突出了早期深盆气,由于构造反转遭受了重大改造,使其深盆气的面貌更加模糊。

值得指出的是,盒8气藏这一成藏模式对鄂尔多斯深盆气具有很强的代表性。盆地东部榆林地区山2段气藏具有类似的成藏模式,其差别主要是:储层储集空间盒8段以溶蚀孔为主,而山2段以原生粒间孔为主;④成藏时间,山2气藏比盒8气藏略早;④盒8气藏为源顶成藏组合,山2气藏为源内(储气层夹于烃源层之间)成藏组合。除此之外,天然气成藏机理和成藏过程及成藏模式并无本质差别。

3 结论

研究区致密砂岩储层,据大区域砂体追索、重点区连井砂层对比和小砂层钻遇率分析,在南北

砂体走向上呈区域性连通。气排水的物理模拟实验表明,致密化程度较高的砂岩,在深盆地发育期可以发生气驱水的运聚作用。含气范围内呈零散状分布的产水点,主要是由“泥包砂”地层结构形成的,并不影响“气水倒置”的气水宏观分布格局。深盆地气藏既有负压异常,也有高压异常,深盆地形成过程是一个从超压到负压的过程,成藏后,压力高低及压力分割程度因地区地质条件不同而异。研究区深盆地成藏过程,以早白垩世末为界,可分出形成发育期和后期改造期两大阶段,该区后期构造抬升剧烈,气藏改造明显。总之,与国外典型的深盆地类比,尽管有一些明显差别,但并不妨碍对该区深盆地性质的认知。

参 考 文 献

- 1 闵琪,杨华.鄂尔多斯盆地的深盆地[J].天然气工业,2000,20(6):11~15
Min Qi, Yang Hua. Deep basin gas in Ordos basin[J]. Natural Gas Industry, 2000, 20(6): 11~15
- 2 张文正,李剑峰.鄂尔多斯盆地上古生界深盆气的形成与演化[A].见:傅诚德.鄂尔多斯深盆地研究[C].北京:石油工业出版社,2001.199~208
Zhang Wenzheng, Li Jianfeng. Generation and evolution of Upper Paleozoic deep basin gas in Ordos basin[A]. In: Fu Chengde. Study of deep basin gas in Ordos basin[C]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001. 199~208
- 3 钱凯,张福东,卢拥军.关于鄂尔多斯盆地上古生界深盆地勘探开发的几点认识[A].见:傅诚德.鄂尔多斯深盆地研究[C].北京:石油工业出版社,2001.53~58
Qian Kai, Zhang Fudong, Lu Yongjun. Some understandings of exploration and development of Upper Paleozoic deep basin gas in Ordos basin[A]. In: Fu Chengde. Study of deep basin gas in Ordos basin[C]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2001. 53~58
- 4 王涛.中国深盆地气田[M].北京:石油工业出版社,2002
Wang Tao. Deep basin gas fields in China[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2002
- 5 李克明.鄂尔多斯盆地北部晚古生代的深盆地气藏[J].石油与天然气地质,2002,23(2):190~193
Li Keming. Deep basin gas reservoirs of Late Paleozoic in northern Ordos basin[J]. Oil & Gas Geology, 2002, 23(2): 190~193
- 6 袁政文,许化政.阿尔伯达深盆地研究[M].北京:石油工业出版社,1996
Yuan Zhengwen, Xu Huazheng. Study of deep basin gas in Alberta[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1996
- 7 翟爱军,邓宏文,邓祖佑.鄂尔多斯盆地上古生界层序地层与储层预测[J].石油与天然气地质,1999,20(4):336~340
Zhai Aijun, Deng Hongwen, Deng Zuyou. Sequence stratigraphy and reservoir prediction of Upper Paleozoic in Ordos basin[J]. Oil & Gas Geology, 1999, 20(4): 336~340
- 8 张杰,张金川.深盆地成藏阶段及其压力结构[J].天然气工业,2002,22(4):31~33
Zhang Jie, Zhang Jinchuan. Accumulating stages and pressure structure of deep basin gas[J]. Natural Gas Industry, 2002, 22(4): 31~33
- 9 Law B E. Basin centered gas systems[J]. AAPG Bull, 2002, 86: 1891~1919
- 10 周安朝,贾炳文,马美玲.华北板块北缘晚古生代火山事件沉积的全序列及其主要特征[J].地质评论,2001,47(2):175~183
Zhou Anchao, Jia Binwen, Ma Meiling. The whole sequence of volcanic event deposits on the northern margin of North China plate and their features[J]. Geological Review, 2001, 47(2): 175~183
- 11 彭格林,钟蓉.华北西缘太原组火山事件沉积的发现及太原组地层对比[J].现代地质,1995,9(1):108~116
Peng Gelin, Zhong Rong. Discovery of volcanic event deposits and stratigraphic correlation in Taiyuan Formation in western margin of North China[J]. Geoscience, 1995, 9(1): 108~116

第十届全国有机地球化学学术会议简讯

第十届全国有机地球化学学术会议于4月16日~19日在江苏无锡市召开,有来自全国各油田、高校及科研院所以中青年为主的290名有机地球化学工作者参加了会议。会议共收到论文摘要325篇,表明了自第九届有机地球化学会议以来,有机地球化学的成果十分丰富,中青年专家已脱颖而出,充分展示了我国有机地球化学学科欣欣向荣的大好形势。目前我国有机地球化学领域有近千名科技工作者,分布在全国24个油田的实验室和研究院、10个高等院校和11个科研院所,为我国陆相生油理论的建立和海相生油理论的开拓、天然气和煤成烃的勘探、油气资源评价和大油气田的发现以及城市大气、水和土壤的环境保护作出了重要的贡献。

(王庭斌)