

鄂尔多斯盆地东部下奥陶统碳酸盐岩 储层含油气差异性的成因初探

覃建雄 刘岫峰 曾允孚

(成都理工学院沉积地质研究所 610059)

鄂尔多斯盆地东部下奥陶统储层含油气差异性的关键是储层储集条件的非均一性,根本原因是基底构造古隆起及凹陷、岩相古地理、成岩作用和古岩溶的综合影响。其中,基底构造古隆起及凹陷是基础,岩相是条件,成岩作用是关键,古岩溶是决定性因素。

关键词 生储盖条件 含油气差异性 鄂尔多斯盆地东部

第一作者简介 覃建雄 男 27岁 硕士 储层沉积学

区域地质资料表明,鄂尔多斯盆地东部靖边—横山地区与榆林—绥德地区处于同一大地构造单元上,在早奥陶世,沉积特点相近,均属向上变浅的陆表海碳酸盐沉积体系,区域上具有相似的生储盖组合。但近几年的勘探实践业已证实,靖边—横山地区为富含工业油气区,而榆林—绥德地区则为非含油气区。那么造成其差异性的关键及根本原因何在?

1 地质概况

1.1 盆地构造发展及有机质演化

鄂尔多斯盆地属华北稳定地块的一部分(图1),跨陕、甘、宁、蒙、晋五省区,为太古—元古界褶皱基底上发展而成的古生代—中生代克拉通拗陷盆地。基底构造的发育明显地控制了盆地的构造发展和储集岩相的分布(王少昌等,1990)。

寒武纪—早奥陶世,沉积了一套陆表海碳酸盐岩系。下奥陶统自下而上由冶里—亮甲山组(O_1y-l)、下马家沟组(O_1m^{1-3})和上马家沟组(O_1m^{4-5})三个向上变浅的海进—海退沉积层序构成,每一层序下部为开阔台地相颗粒泥晶灰岩和泥晶颗粒灰岩,中部为泻湖—膏盐湖相微晶云岩和蒸发岩,上部为湖坪(浅滩)相粉晶(颗粒)云岩和中晶残余颗粒云岩,顶部发育暴露成因构造、冲刷侵蚀面或不整合面,代表三次三级周期海进—海退海平面变化产物。盆地东部构造格局表现为北缘伊盟隆起,西南缘中央隆起,中部为榆林—绥德沉降凹陷(图2)。



图1 鄂尔多斯盆地大地构造位置示意图

中奥陶世,受加里东运动影响,全区抬升,经历了1.5~2亿年的风化剥蚀,形成了厚20

~100m 的广泛分布的奥陶系风化壳,风化壳构造形态具有北缘及西南缘为岩溶高地及残丘、中部为岩溶洼地及谷地,总体西、北高,南、东低之特点(图3)^①。

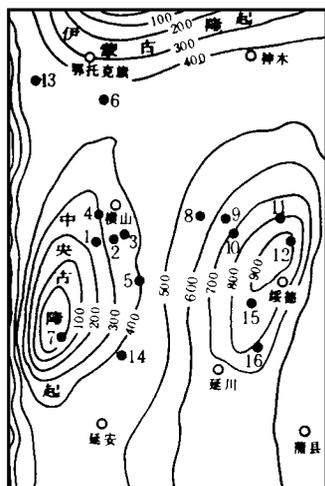


图2 鄂尔多斯盆地东部寒武—奥陶系地层等厚图(图中井号适用于其它图件)

- 1. 陕参1井; 2. 林1井; 3. 林2井; 4. 榆3井;
- 5. 麒参1井; 6. 牛1井; 7. 庆深1井; 8. 榆8井;
- 9. 榆10井; 10. 镇川1井; 11. 榆11井; 12. 榆9井;
- 13. 伊5井; 14. 青1井; 15. 绥1井; 16. 榆5井

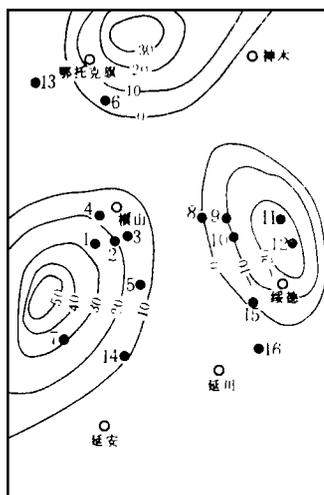


图3 鄂尔多斯盆地东部奥陶系风化壳构造地貌图

(据张锦权,1990)

中石炭世到三叠纪末,由于基底构造的影响,西南缘古岩溶高地—残丘的隆起幅度逐渐增大,并有不同方向的构造裂隙发育。当时,下奥陶统烃源岩全部成熟, $0.6 < R^o < 1.3$,以液态烃形式大量运移和聚集(王少昌等,1990)。

侏罗纪沉积时期,盆地继续收缩。下奥陶统烃源岩中气态烃大量产生, $1.3 < R^o < 2.0$ (王少昌等,1990)。构造特征与三叠纪无本质区别。

白垩纪后,沉积盆地萎缩,下奥陶统烃源岩以过成熟的深部热裂解干气为主, $2.0 < R^o < 2.88$ 。因燕山运动,构造面貌由东倾斜变为向西倾斜,盆地西部为沉降凹陷(即天环凹陷),中东部属缓倾斜坡(王少昌等,1990)。

综观全过程,盆地东部西南缘及北缘一直保持构造隆起性质,中部则表现为继承性沉降凹陷,它基本控制了储层的发育、烃类的形成运聚和分布格局(王少昌等,1990)。

1.2 早奥陶世古地理

盆地东部早奥陶世古地理格局表现为北缘伊盟隆起,中部沉积凹陷,向东向南逐渐开阔之特点,冶里—亮甲山期,中西部为古陆,东缘为潮坪(浅滩)环境(图4),马家沟期,中部为沉积凹陷,以泻湖—膏盐湖相沉积为主,西南部为缓倾沉积高地,属潮坪(浅滩)沉积,向东向

① 张锦权等,1990,鄂尔多斯盆地东部下奥陶统马家沟组沉积及储层特征研究(内部资料)

南过渡为开阔台地环境(图5)。

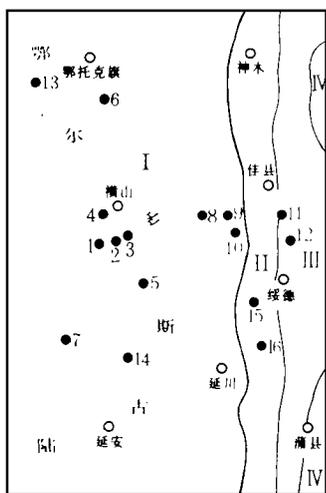


图4 鄂尔多斯盆地东部早奥陶世治里-亮家山组岩相古地理图
I. 古陆; II. 潮上坪;
III. 潮间-潮下(浅滩); IV. 开阔台地

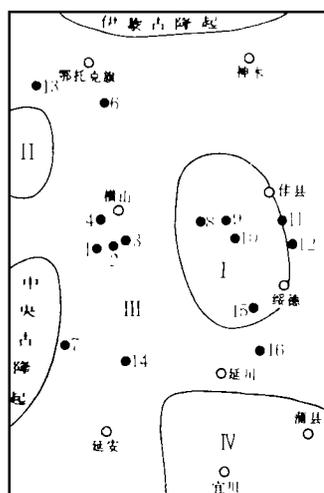


图5 鄂尔多斯盆地东部早奥陶世马家沟期岩相古地理图
I. 泻湖-膏盐湖; II. 潮上泥云坪;
III. 潮坪(浅滩); IV. 开阔台地

2 成岩作用、古岩溶和孔隙发育

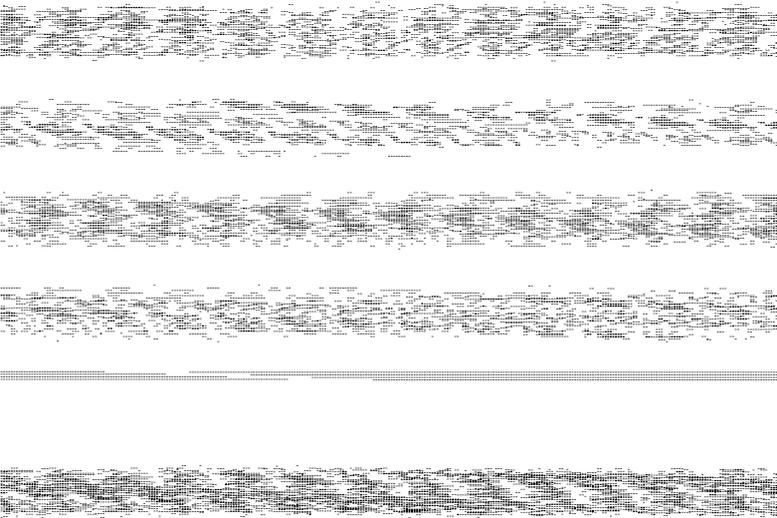
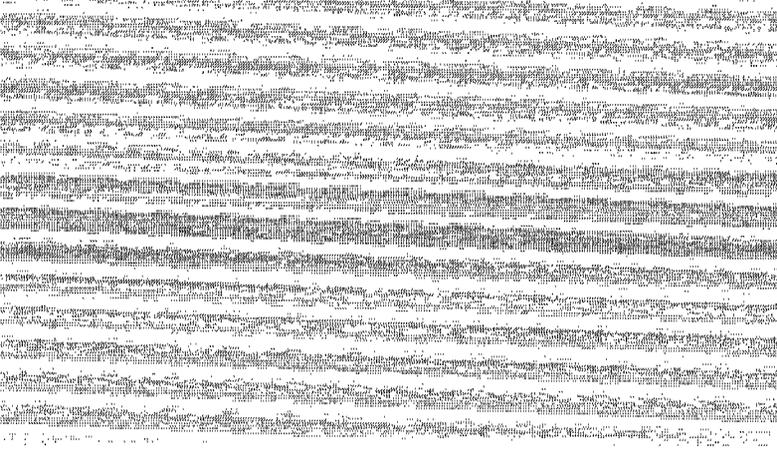
2.1 白云岩化

按成岩阶段可分为:(1)准同生白云岩,主要分布于榆林—绥德地区马家沟组 O_1m^1 、 O_1m^3 、 O_1m^5 。孔隙类型为微晶间孔、鸟眼孔和干缩缝,连通性差,储集意义甚微。(2)成岩期白云岩,包括粉晶(颗粒)云岩及中晶残余颗粒云岩,发育晶间孔和晶间溶孔(照片1),普遍见于靖边—横山地区马家沟组 O_1m^5 和 O_1m^3 上部。(3)后生期铁白云岩,以脉状铁白云岩为主,脉壁富集大量沥青质,并含有烃类气液两相流体包体^①,说明构造裂隙在被铁白云岩充填之前曾为油气的运聚通道。在靖边—横山地区广有分布。

2.2 溶解作用

包括成岩早期淋蚀作用和深部溶解作用。前者广泛分布于马家沟组 O_1m^5 和 O_1m^3 。但多形成孤立的孔洞缝,常被后期充填胶结,储集意义不大;后者与有机质热成熟脱羧基作用、硫酸盐细菌还原作用及富Ca热卤水的运移有关(覃建雄,1991),形成了大量深部溶蚀孔洞缝,其中充满沥青质或被沥青所浸染(照片2),表明曾作为油气的运移通道和聚集场所。深部溶解作用大大地改善了储层的孔渗性,具有重大的储集意义,广泛发育于靖边—横山地区马家沟组 O_1m^5 和 O_1m^3 顶部。

① 覃建雄,1990,鄂尔多斯盆地东部下奥陶统碳酸盐岩成岩后生变化及孔隙演化.矿物岩石(即将出版)



2.5 胶结充填作用

贯穿于成岩后生变化的各个阶段。表现为粒间-粒内孔、角砾间-角砾内孔、晶间(溶)孔、铸模孔、裂隙和缝合线等为石盐、石膏、方解石、白云石、粘土等的多期胶结和充填(照片1~4),使岩石孔渗性受到最大程度的破坏。广泛发育于榆林-绥德地区马家沟组 O_1m^5 和 O_1m^3 上部。

3 储层含油气差异性的成因探讨

3.1 生储盖条件分析及比较

3.1.1 烃源岩条件

靖边-横山地区和榆林-绥德地区下奥陶统烃源岩综合分析比较如表1和图6(由四川石油研究院化验室完成),从中可看出,区内下奥陶统烃源岩有机质丰度高(有机碳、沥青“A”及有机烃的平均含量均分别在0.29%、0.005%和40ppm以上,远大于碳酸盐岩常规有机质丰度指标0.08~0.2%(Peffy DM, 1988),母质类型好(为腐泥型),成熟度高($R^o=1.57\sim 2.98\%$),沉积厚度大($>65m$);生气强度高(平均 $20b \cdot m^3/km^2$)(费安琦等, 1989),综合评价为良好烃源岩。但榆林-绥德地区要比靖边-横山地区的烃源岩条件好。

3.1.2 盖层条件

从表2可看出,区内盖层岩类多种,平均孔隙度和渗透率分别小于0.43%和 $6.5 \times 10^{-7} \mu m^2$,气体排驱压力高($>10MPa$),沉积厚度大($>150mm$ 以上),区域分布稳定,纵向上具多套叠置之特点,显然具有良好的盖层封闭条件。但总的来讲,榆林-绥德地区的盖层条件要比靖边-横山地区的好。

3.1.3 储层条件

通过储层储集条件的分析和研究发现,在榆林-绥德地区发育微晶白云岩,孔隙类型有微晶间孔、鸟眼孔、干缩缝和少量溶蚀孔洞,孔隙结构为单一介质似孔隙型,呈孤立的小孔小喉,储层电性特征表现为高Gr、高 ρ_m 和低的 $\Delta t_c, J_m$ (表4),物性差,平均孔隙度 $<1\%$,平均渗透率 $<0.03 \times 10^{-3} \mu m^2$ (表3,4),平均喉道中径 0.98ϕ ;而靖边-横山地区则广泛发育粉晶(颗粒)云岩、中晶残余颗粒云岩和

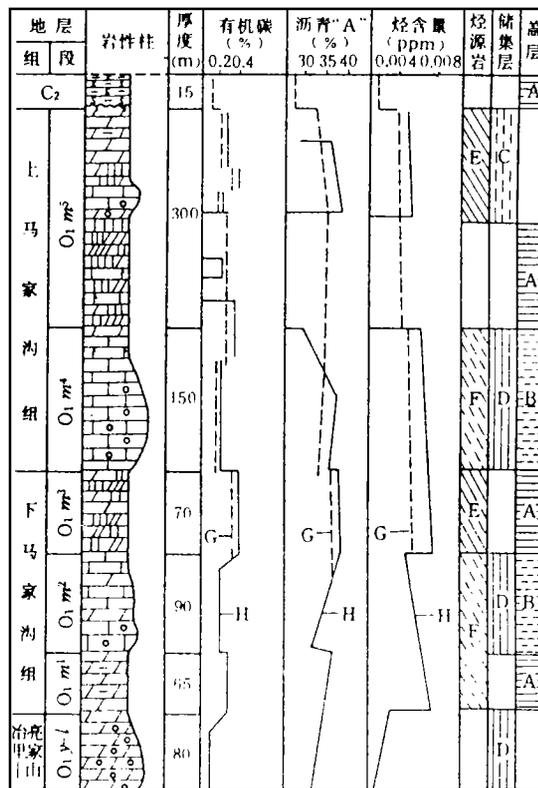


图6 鄂尔多斯盆地东部下奥陶统烃源岩评价结果

A. 最好盖层; B. 好的盖层; C. 良好储层; D. 较差储层; E. 良好烃源岩; F. 较好烃源岩; G. 陕参1井资料(费安琦等, 1989); H. 榆9井资料

表1 鄂尔多斯盆地东部靖边—横山地区和榆林—绥德地区烃源特征对比表

地区	层位	有机地球化学特征								
		有机质丰度			有机质类型			有机质成熟度		
		有机碳含量 (%)	沥青“A” (%)	烃含量 (%)	沥青“A”	干酪根类型	显微组分	R ^o (%)	H/C	O/C
靖边—横山	O ₁ m ⁵	0.25	0.0049	36.20	饱和烃	腐泥型	类脂组	2.79	0.62	0.10
	O ₁ m ⁴	0.17	0.0052	39.90				2.98		
	O ₁ m ³	0.25	0.0081	64.50				2.98		
榆林—绥德	O ₁ m ⁵	0.23	0.0081	41.30	饱和烃	腐泥型	类脂组	1.57	0.65	0.15
	O ₁ m ⁵⁽⁵⁾	0.31	0.0084	47.70				1.65		
	O ₁ m ^{5(6~10)}	0.03	0.0007	20.31				1.74		
	O ₁ m ⁴	0.25	0.0085	47.75				1.88		
	O ₁ m ³	0.29	0.0107	87.55				2.40		
	O ₁ m ²	0.10	0.0020	30.27				2.51		
	O ₁ m ¹	0.15	0.0049	31.09				2.65		

白云质岩溶角砾岩,以溶蚀孔洞缝(照片2,3)、裂隙、晶间溶孔(照片1)、铸模孔和晶间孔为主要储集空间,孔隙结构以双重介质孔缝型为主(图7),储集类型属裂缝-孔洞型和孔洞-裂缝型,储层电性具有“三低两高”特征(表4),即高侧向背景中的低值段,低G_r、ρ_m、高Δt和J_{nr},物性好(平均孔隙度2.06%,平均渗透率0.89×10⁻³μm²,平均喉道半径0.5φ(表3,4)。综上可知,靖边—横山地区的储层条件远比榆林—绥德地区好,即前者为良好储层区,而后者为低孔渗性能区。

生储盖条件综合评价结果表明,靖边—横山地区与榆林—绥德地区相比,两者烃源岩条件和盖层条件相当(后者比前者好),但前者储集条件远比后者好。可见,长期以来,榆林—绥德地区钻不到油气,而靖边—横山地区却富含工业油气,其关键并非烃源岩条件、盖层条件和生储盖组合的不同所致,而是两者储集条件的差异性所造成。那么,造成两者储层储集条件差异性的根本原因何在?

3.2 储层储集条件差异性的成因探讨

3.2.1 盆地构造演化对储层发育及油气运聚的控制

多年的勘探实践证实,自元古代以来,盆地东部西南缘发育着一个长期继承发展的大型古隆起,古隆起的发育控制着盆地古构造格架、储集岩相展布及烃类的形成、运聚和分布格局(图2~6)。

寒武纪—早奥陶世,榆林—绥德地区为一沉积凹陷(图2,4,5),以泻湖-膏盐湖沉积为主,不利于储集岩相的发育;而靖边—横山地区位于中央古隆起东北缓倾斜坡,主要为潮坪

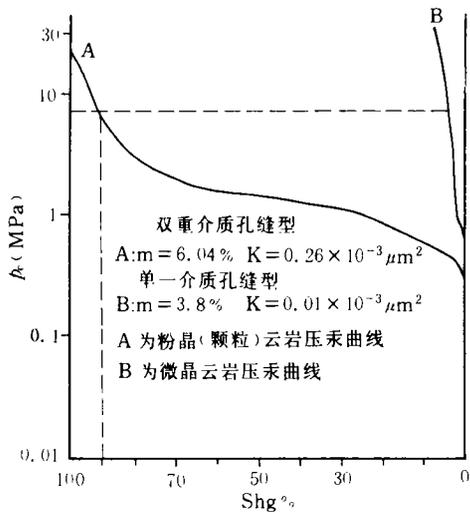


图7 不同成因类型白云岩的压汞曲线特征

表2 鄂尔多斯东部下奥陶统靖边—横山地区和榆林—绥德地区盖层分析和比较

地区	层位	盖岩类	孔隙度 (%)	渗透率 (μm^2)	气体排替压力 (MPa)	厚度 (m)	分布状况	特点	评价
靖边—横山	C ₂	铝土岩	0.3	6.5×10^{-7}	12	350	稳定	多套	最好的盖层
	O _{1m} ^{5(6~10)}	蒸发岩	0.35	0.4×10^{-7}	14	200	较稳定		好的盖层
	O _{1m} ³	蒸发岩	0.37	0.5×10^{-7}	13	201	较稳定		好的盖层
	O _{1m} ¹	泥晶云岩	0.43	0.7×10^{-7}	10	175	稳定		好的盖层
榆林—绥德	C ₂	铝土岩	0.3	6.0×10^{-7}	12	480	稳定	单套	好的盖层
	O _{1m} ^{5(6~10)}	蒸发岩	0.1	3.0×10^{-9}	15	300	稳定		好的盖层
	O _{1m} ³	蒸发岩	0.2	7.0×10^{-9}	14	150	稳定		好的盖层
	O _{1m} ¹	膏云岩	0.32	7.0×10^{-8}	13	165	稳定		好的盖层

(浅滩)沉积,发育粉晶(颗粒)云岩和中晶残余颗粒云岩,构成区内主要的储集岩相带。中奥陶世—早石炭世为区内古岩溶发育最重要时期,靖边—横山地区正处于古隆起东北宽缓斜坡地带(图3),既有利于古岩溶的发育,也有利于以后岩溶圈闭条件的形成;而榆林—绥德地区则表现为沉降凹陷,不利于古岩溶的发育和改造。三叠—侏罗纪为区内下奥陶统油气形成和运聚的重要时期,此时,靖边—横山地区正位于古隆起东北缓倾斜坡地带,由于地层递进压力,盆地中部、深部或凹陷处的油气沿着运移通道(主要是构造裂隙或超压裂缝)不断向盆地边缘浅处(即古隆起边缘缓倾斜坡的岩溶圈闭)运移和聚集,因而成为油气运聚的有利指向地区;而榆林—绥德地区仍为沉降凹陷,不利于油气的运聚。白垩纪后,盆地西缘沉降凹陷烃源岩大量成熟,成为该区油气运聚又一重要时期(王少昌等,1990),与此同时,盆地构造面貌变为自东向西倾斜,盆地东部为西倾单斜构造(即伊陕斜坡),靖边—横山地区处在该单斜之中西部^①,靖边—横山地区也处在盆地西部沉降凹陷(天环凹陷)油气向东部缓倾斜坡运移的必经之路,因而正有利于石油、天然气的运移和聚集;相反,榆林—绥德地区始终属于继承性沉降凹陷区(赵重远等,1988),显然不利于油气的运聚,为烃源岩和油气的输出源。

3.2.2 岩相古地理对储层分布的控制

从岩相古地理图(图4,5)看出,在早奥陶世,榆林—绥德地区属继承性沉积凹陷,以膏湖-泻湖沉降为主,沉积物为蒸发岩和微晶云岩,颗粒细小,结构致密,孔隙不发育,属于低孔渗性能的致密岩相带,不利于后期成岩作用和古岩溶的改造;而靖边—横山地区则为宽缓的沉积高地,以潮坪(浅滩)沉积为主,形成了以粉晶(颗粒)云岩和中晶残余颗粒云岩为主的岩石组合,储集空间发育(照片1),构成区内主要的储集岩相区,并有利于后期成岩作用、古岩溶的改造和圈闭条件的形成。

3.2.3 成岩作用对储层孔渗性能的控制

区内奥陶系碳酸盐岩储层遭受了后期成岩作用的强烈改造。在同一层位上,因不同地区成岩作用的类型和强度不同,特别是马家沟组顶部主气层 O_{1m}⁵ 和 O_{1m}³ 上部尤其如此。横山—靖边地区以白云岩化、溶解作用、古岩溶、去白云化及去膏盐化作用为主,而榆林—绥德

① 费安琦等,1989,陕甘宁盆地东部陕参1井综合评价(p.101~103,内部资料)

表3 鄂尔多斯盆地东部下奥陶统靖边—横山地区和榆林—绥德地区物性对比

地区	井位	层位	井深 (m)	厚度 (m)	岩性	孔隙度(%)			渗透率($10^{-3}\mu\text{m}^2$)			喉道半径(ϕ)			评价
						高	低	平均	高	低	平均	高	低	平均	
靖边—横山	陕参1井	O_1m^5	3439~3446	7.6	粉晶云岩	5.81	1.10	3.28	1.90	0.01	0.1	0.79	4.87	6.58	气层
	陕参1井	O_1m^5	3446~3450	3.98	粉晶云岩			1.07	1.07		2.34	5.31	3.14	4.23	含气层
	陕参1井	O_1m^5	3451~3455	4.2	中晶残余云岩	2.30	2.08	2.19			0.8	6.13	3.07	4.70	含气层
	陕参1井	O_1m^5	3459~3463	6.4	粉晶云岩	7.12	4.23	5.48	31.10	0.28	8.18	13.30	4.59	9.30	气层
	陕参1井	O_1m^5	3460~3466	6.4	中晶颗粒云岩			5.33			0.51	10.75	6.41	8.03	含气层
	陕参1井	O_1m^5	3462~3466	3.6	粉晶颗粒云岩			1.34			0.03	5.23	2.97	4.33	含气层
	陕参1井	O_1m^5	3466~3472	5.1	粉晶颗粒云岩	3.54	1.07	2.35			0.17			8.73	气层
	陕参1井	O_1m^5	3475~3479	4.78	粉晶云岩			2.41			0.10	10.52	6.10	7.89	含气层
	陕参1井	O_1m^5	3460~3465	5.5	粉晶云岩			1.05			0.30	9.23		9.23	干气
	榆3井	O_1m^5	3050~3053	3.79	粉晶云岩	13.3	3.16	8.23	43.10	0.68	21.7	10.55	3.90	7.25	气层
榆3井	O_1m^5	3017~3050	34	粉晶云岩	15.16		15.16	11.70		11.70	8.50	5.00	4.26	气层	
林1井	O_1m^5	3124~3127	3.0	粉晶颗粒云岩	7.83	2.51	3.67			7.03	9.50	2.75	6.13	气层	
林2井	O_1m^5	3129~3135	4.1	粉晶颗粒云岩	4.57	1.32	2.95	7.8		7.85	11.1	3.10	7.10	气层	
林2井	O_1m^5	3137~3147	10.2	中晶颗粒云岩		1.78	1.78	27.50	0.87	14.2		2.75	2.75	气层	
麒1井	O_1m^5	3150~3170	20.5	中晶颗粒云岩		5.21	5.21	15.2	0.91	8.05	13.27	4.32	8.79	气层	
牛1井	O_1m^5	3473~3492	19.70	粉晶云岩	9.76	0.51	5.79	4.52	0.01	2.27			0.92	气层	
榆林—绥德	青1井	O_1m^5		5.73	粉晶云岩	2.69	1.05	1.85	0.44	0.17	8.95	0.2		0.2	含气层
	榆9井	O_1m^5	2108~2119	11.7	泥晶云岩	2.10	1.01	1.56	0.23	0.001	0.017			1.37	/
	榆9井	O_1m^5	2137~2143	6.5	泥晶灰岩	2.10	0.10	1.10	0.11	0.001	0.007			0.73	/
	榆9井	O_1m^4	2657~2675	18.3	颗粒泥晶灰岩	2.10	0.70	1.40	0.30	0.001	0.001	2.75	0.73	1.74	/
	榆9井	O_1m^4	2713~2227	14.5	豹斑灰岩	2.43	0.79	1.93	0.01	0.003	0.07		0.01	0.01	/
	榆9井	O_1m^2	3921~3957	24.3	泥晶云岩	1.05	0.09	0.31	0.11	0.002	0.05	1.73		1.73	/
	镇川1井	O_1m^5		23.1	微晶云岩	1.07	0.30	0.68	0.17	0.001	0.009			1.74	/
	镇川1井	O_1m^5		4.7	微晶云岩	1.85	0.71	1.08			5.13			2.15	/
	榆8井	O_1m^5		7.35	微晶云岩	1.07	0.29	0.67	0.24	0.001	0.13	3.12	0.05	0.04	/
	榆9井	O_1m^5		9.07	颗粒云岩			1.72			0.001			0.03	/
绥德	鱼1井	O_1m^5		13.05	微晶云岩	2.11	0.89	1.57	1.60	0.01	0.85	0.95	1.21	1.01	/
	镇川2井	O_1m^5		20.3	微晶云岩	1.05	0.43	0.73	0.36	0.01	0.07			6.31	/
	洲1井	O_1m^5			微晶云岩	1.43	0.34	0.98	0.10	0.01	0.06			7.21	/
	榆8井	O_1m^5		7.5	微晶云岩	0.25	0.25	0.25	0.01	0.001	0.005	10.1	0.91	5.51	/
	绥1井	O_1m^5			微晶云岩	0.91	0.30	0.61	0.31		0.31			0.13	/
	米3井	O_1m^5			微晶云岩	1.25	0.40	0.85	0.43	0.001	0.02	8.10	1.52	4.71	/
	绥2井	O_1m^5			微晶云岩	0.95	0.53	0.74	0.15	0.01	0.07	1.3	0.91	4.10	/

据长庆油田资料(1990)

表4 鄂尔多斯东部下奥陶统靖边—横山地区和榆林—绥德地区储层特征对比

评价指标		储层特征							
		靖边—横山地区				榆林—绥德地区			
主要储集层		白云岩				白云岩			
储集空间		溶洞、溶缝、裂隙、晶间溶孔、铸模孔				微晶间孔、鸟眼孔、干缝缩、晶间溶孔			
储层 孔隙 结构	孔-喉特征	小孔小喉,粗歪度为主				小孔小喉,细歪度为主			
	孔-喉关系	孔洞复合型,溶孔串通型为主				孤立孔隙型			
	压汞曲线	双重介质型为主				单一介质型			
储集类型		孔洞裂缝型为主				孔洞型为主			
储层物性	孔隙度 (%)	高	$O_1m^{5(1-3)}$ 7.12	O_1m^5 7.05	O_1m^4 2.42	$O_1m^{5(1-3)}$ 2.69	O_1m^5 2.01	O_1m^4 1.07	O_1m^3 1.01
		低	0.14	0.09	0.30	1.05	0.10	0.70	0.10
		平均	2.41	2.27	0.72	1.32	1.05	0.85	0.55
	渗透率 (μm^2)	高	31.1	21.75	1.42	0.44	0.11	0.90	0.22
		低	0.1	<0.01	<0.01	<0.05	<0.05	<0.001	<0.001
		平均	16.73	15.63	<0.67	0.25	<0.055	<0.045	<0.11
测井特征	双侧向	高侧向背景中的低值段				低侧向背景中的低值段			
	Gr	低自然伽玛(Gr)值				高自然伽玛(Gr)值			
	ρ_m	低岩石密度(ρ_m)				高岩石密度(ρ_m)			
	Δt	较高声波时差(Δt)				低声波时差(Δt)			
	J_{ar}	较高补偿中子(J_{ar})				低补偿中子(J_{ar})			
评价结果		较好的储层				差的储层			

区以白云岩化、溶解作用、古岩溶、去白云化及去膏盐化作用为主,而榆林—绥德地区则以胶结作用和充填作用为主。这种建设性成岩作用与破坏性成岩作用多阶段不同方式、不同程度地改造和叠加,是造成区内储层储集条件差异性的关键原因。如在榆林—绥德地区马家沟组 O_1m^5 和 O_1m^3 上部,储集空间多样,孔隙亦较发育,但因被后期强烈胶结和充填,使其储渗性受到最大程度的破坏;而在靖边—横山地区的相同层位中,则多半未充填(至少半充填),保存有较高的孔隙度和渗透率(表3,4),不但提高了储层孔渗性,而且为后期的古岩溶提供了有利条件。

3.2.4 古岩溶对圈闭的形成及分布的控制

前已述及,盆地东部奥陶系古岩溶地貌为具有一定起伏的低丘洼谷地形,包括岩溶高地、岩溶残丘、岩溶洼地和岩溶谷地(图6)。其中岩溶洼地和谷地主要分布于榆林—绥德地区;而岩溶高地及残丘主要分布在靖边—横山地区。前者不利于表生大气淡水的渗滤和溶解作用,显然不利于次生溶蚀孔洞缝的发育;而后者非常有利于长期地表和地下岩溶作用的强烈改造(岩溶高地及残丘风化形成的大量角砾、砂、粉砂及粘土被地表径流和地下暗河搬运到附近的岩溶洼地和谷地中再沉积下来,残留下大量溶蚀孔洞缝),发育多层淋滤溶蚀带,构成区内重要的岩溶-岩性圈闭。

此外,基于靖边—横山地区陕参1井、林1井、林2井、榆3井等富含工业油气钻井中,

发现大量呈不同方向分布、富含烃类气液两相流体包裹体、脉壁富集黑色残余沥青的脉状铁白云岩,因此认为,(构造)裂隙也是靖边—横山地区储层具有高孔隙度和渗透率的一个重要因素。

综上所述,文章认为,鄂尔多斯盆地东部下奥陶统碳酸盐岩储层及圈闭的形成、发展和分布不仅受盆地构造演化、岩相古地理的控制,而且明显受成岩作用和古岩溶的影响。由于靖边—横山地区一直处于有利的构造位置及储集岩相带,而且具有有利的古岩溶和成岩后生变化带以及圈闭条件,有利于储层储集空间的发育、油气的运聚和工业油气藏的保存;相反,榆林—绥德地区既没有有利的储集岩相带和成岩后生变化带,亦没有有利的构造、古岩溶和圈闭条件,不利于储层储集空间的发育和保存,不能构成油气的运聚区。因此,造成同一含油气盆地中同一大地构造单元上虽然具有相似的沉积特征和相近的烃源岩及盖层条件以及相同的生储盖组合,但储层储集条件和含油气性迥然不同的局面。

应该指出,盆地东部西南缘(靖边—横山地区)及北缘(鄂托克旗—神木地区)下马家沟组 O_1m^3 上部既遭受了成岩早期白云化、去膏盐化、去云化和大气淡水溶蚀作用的明显影响,也受到了后期深部去白云化和深部溶解作用的强烈改造,因此,也应是以后油气勘探的重要层段。

在工作及成文过程中,长庆石油研究院勘探室及资料室同志给予热情帮助,四川石油管理局化验室与作者密切合作,在此致谢!

(收稿日期:1993年3月24日)

参 考 文 献

- 1 王少昌,郝石生.鄂尔多斯地区下古生界天然气分布特征及远景,天然气地质研究论文集.北京,石油工业出版社,1990,49~56
- 2 覃建雄.含盐盆地中生油层的埋藏成岩作用和热化学硫酸盐还原作用.天然气勘探与开发,1991,53(1):73~78
- 3 赵重远等.鄂尔多斯及山西地块地质构造和沉积盆地的形成、演化及其与油气关系.北京,石油工业出版社,1988,3~7
- 4 David M Petty. Depositional facies, texture characteristics and reservoir properties of dolomites in Frobisher—Alida interval in southwest north Dakota. *AAPG*, 1988, 72(10):1032~1057
- 5 Masenwillo S J. Diagenetic control on reservoir within a single depositional unit; Example from Frontier Formation, Powder Runer basin podogenesis—A major diagenetic procession giant Hugoton gas field; *AAPG*, 1988, 72(2):103~117
- 6 Moore C H. Controls of reservoir porosity and permeability by original facies and diagenesis of Triassic. *AAPG*, 1988, 72(2):124~131
- 7 Masenwillo S J. Sedimentologic and diagenetic controls on reservoir development at Rosrear gas field, Swan Hills Formation (Upper Devonian), central Albera; *AAPG*, 1989, 61(3): 785~797
- 8 David A Budd and Vacher H L. Tectonic influences on Oadonnte deposition and diagenesis. Buckhorn Aspoklahoma; *Sefiment. Petr.*, 1991, 61(1): 234~240

A PRELIMINARY STUDY ON THE GENESSES OF PETROLIFEROUS DIFFERENCE IN THE ORDOVICIAN CARBONATE RESERVOIR, EASTERN ORDOS BASIN

Qin Jianxiong Liu Xiufeng Zeng Yongfu

(Research Institute of Sedimentology and Geology, Chengdu College of Science and Engineering)

Abstract

The petroliferous difference of the Lower Ordovician reservoir rocks in the eastern Ordos Basin is resulted from the non-uniformly geological conditions for the reservoir rocks, which is an interaction of paleo-elevation of the basement structure, and depression, lithofacies and paleogeography, diagenesis and paleokarstification, among those factors, paleo-elevation of the basement and depression are the foundation, lithofacies is the geological condition, diagenesis is the key to geological process, and paleokarstification is a decisive factor.