

文章编号: 1009-3850(2000)03-0044-04

民和盆地巴州坳陷储集层的孔隙发育特征

刘林玉, 邸世祥, 薛祥煦

(西北大学地质系, 陕西 西安 710069)

摘要: 笔者根据岩石铸体薄片、电镜扫描和物性等资料分析, 通过对民和盆地巴州坳陷储集层孔隙发育特征的研究, 认为巴州坳陷的白垩系—中上侏罗统储集层的孔隙空间可分为六种基本类型, 形成四种孔隙组合关系。储集层的孔隙发育特征决定了储集层的物理性质。

关键词: 民和盆地; 巴州坳陷; 孔隙类型; 孔隙组合

中图分类号: TE121. 2

文献标识码: A

Porosity development in the hydrocarbon reservoirs of the Bazhou depression, Minhe Basin

LIU Lin-yu, DI Shi-xiang, XUE Xiang-xu

Department of geology, Northwest China University, Xi'an 710069, Shaanxi, China

Abstract: The porosity development in the hydrocarbon reservoirs of the Bazhou depression, Minhe Basin is treated by means of casting thin sections, scanning electronic microscopy and physical properties of the selected rock samples. Six types and four assemblages of porosity are discriminated for the Cretaceous to Middle-Upper Jurassic hydrocarbon reservoirs in the Bazhou depression. Porosity development may exert an important effect on the physical properties of the hydrocarbon reservoirs in the study area.

Key words: Minhe Basin; Bazhou depression; porosity type; porosity assemblage

民和盆地位于甘、青两省的交汇地带, 面积约为 11300km², 是祁连褶皱带东部的断拗型

收稿日期: 1999-11-23

作者简介: 刘林玉, 男(1965—), 西北大学副教授, 主要从事沉积学与储层地质学的教学科研。

盆地。在民和盆地巴州坳陷油气勘探中,发现白垩系一中上侏罗统有良好的油气显示,该套地层自上而下分为上白垩统民和组、下白垩统河口组、下白垩统一上侏罗统大通河组、中侏罗统享堂组和窑街组。白垩系一中上侏罗统砂岩构成了巴州坳陷主要的油气储集层^[1]。砂岩储集层的孔隙发育特征是影响储层物性的决定性因素。

1 储集层的孔隙类型

根据钻井取样,对砂岩铸体薄片的观察和电镜扫描的分析,巴州坳陷的白垩系一中上侏罗统砂岩的孔隙类型包括原生孔隙和次生孔隙,共六种基本类型。

1.1 原生孔隙

原生孔隙包括缝状粒间孔隙和残余粒间孔隙两种基本类型,仅在局部层段砂岩中分布,不是储集层的主要孔隙类型。

缝状粒间孔隙 该孔隙又叫贴粒缝,是指在碎屑岩的成岩过程中原生粒间孔隙在压实作用改造下大幅度缩小,沿碎屑颗粒边缘分布的呈狭长缝状的一类孔隙。

残余粒间孔隙 该孔隙指原生粒间孔隙在成岩中程度不等地充填一些成岩矿物,从而导致了孔隙体积缩小、孔隙连通性变差的一类孔隙。巴州坳陷砂岩储集层的残余粒间孔隙主要为自生粘土矿物垂直碎屑表面生长,使粒间孔隙缩小后形成的。此类孔隙分布有限,仅出现于局部砂岩中。

1.2 次生孔隙

次生孔隙包括溶蚀粒间孔隙、溶蚀粒内孔隙、自生矿物晶间孔隙和裂缝四种基本类型。

溶蚀粒间孔隙 该孔隙是指填隙物和碎屑发生部分溶解而形成的一类次生孔隙。在某些局部层段砂岩中溶蚀粒间孔隙是主要的孔隙类型,主要由胶结物溶解形成,但是大多数砂岩溶蚀粒间孔隙度很低,不是主要的孔隙类型。

溶蚀粒内孔隙 该孔隙指碎屑颗粒内部发生部分溶解而形成的次生孔隙。此类孔隙常与溶蚀粒间孔隙伴生存在。溶蚀粒内孔隙在白垩系一中上侏罗统砂岩中均有出现,但分布局限,孔隙度很低,零星存在,不是砂岩的主要孔隙类型。

自生矿物晶间孔隙 该孔隙指碎屑岩在成岩过程中于碎屑间形成的自生矿物晶体之间的微孔。自生矿物晶间孔隙的产生总是伴随着粒间孔隙和溶蚀粒间孔隙的大量损失。巴州坳陷砂岩自生矿物晶间孔隙主要是自生粘土矿物晶间孔隙。在白垩系一中上侏罗统砂岩中均有出现,分布广,孔隙体积小,连通性差,是本区砂岩储集层的主要孔隙类型之一。

裂缝 裂缝指岩石在外力作用下发生破裂后形成的一类次生孔隙。裂缝主要分布于巴州坳陷中上侏罗统砂岩中,是本区砂岩储集层的主要孔隙类型之一。

2 储集层的孔隙组合关系

裂缝型(I型)孔隙组合关系 岩石裂缝发育,粒间孔隙和溶蚀粒间孔隙不发育,主要有未充填-半充填裂缝和溶蚀裂缝及少量自生矿物晶间孔隙。此类型具有较高的渗透率,但孔隙度很低,主要分布于侏罗系砂岩中。裂缝型孔隙组合是巴州坳陷储集层的主要孔隙组合类型之一。

孔隙型(Ⅱ型)孔隙组合关系 主要发育残余粒间孔隙、溶蚀粒间孔隙和溶蚀粒内孔隙,裂缝发育差。此类型储集层具有相对较高的孔隙度和渗透率,具有较好的孔隙结构。此类型孔隙组合仅为某些层段储集层的孔隙组合类型,还不能构成巴州坳陷储集层的主要孔隙组合类型。

裂缝-溶蚀孔隙型(Ⅱ型)孔隙组合关系 指裂缝孔隙与一定量溶蚀粒间孔隙和溶蚀粒内孔隙相配套。该类型储集层有较高的渗透率和相对较多的孔隙空间,是油气富集较理想的储集层,但该类型组合零星分布于本区某些层段的储集层中,不是巴州坳陷储集层的主要孔隙组合类型。

致密型(Ⅳ型)孔隙组合关系 指储集层的原生孔隙、溶蚀孔隙和裂缝均不发育,只分布一定量的自生矿物晶间微孔隙,岩石孔隙度和渗透率很低,胶结致密。此类型在巴州坳陷储集层中分布广泛,是储集层的主要孔隙组合类型之一。

3 储集层的孔隙分布

(1) 民和组砂岩非常致密,孔隙发育很差,仅在局部砂岩发现有微裂缝,其它砂岩未发现有效孔隙,具有致密型孔隙组合关系。砂岩薄片面孔率低于1%。

(2) 河口组上部砂岩孔隙很不发育,薄片面孔率低于1%,仅在局部砂岩发现有微裂缝,具有致密型孔隙组合关系。

河口组下部砂岩的局部层段分布有少量溶蚀粒间孔隙、溶蚀粒内孔隙、溶蚀填隙物内孔隙和残余粒间孔隙,孔隙分布不均匀,薄片面孔率为3%~8%,砂岩具有孔隙型孔隙组合关系;其它多数层段砂岩薄片面孔率低于1%,具有致密型孔隙组合关系。

(3) 大通河组上部地层中砂岩非常致密,具有致密型孔隙组合关系,孔隙不发育,薄片面孔率低于1%;仅在局部砂岩中发现裂缝和溶蚀裂缝,砂岩具有裂缝型和致密型孔隙组合关系。

大通河组下部地层中,局部层段砂岩孔隙较发育,薄片面孔率为4%~12%,主要为缝状粒间孔隙、残余粒间孔隙、溶蚀粒内孔隙和自生粘土矿物晶间孔隙。砂岩具有孔隙型孔隙组合关系;其它多数层段砂岩薄片面孔率低于1%,具有致密型孔隙组合关系。

(4) 享堂组砂岩中裂缝比较发育,非裂缝孔隙发育差,仅在局部层段砂岩中分布有少量溶蚀粒间孔隙、溶蚀粒内孔隙和填隙物内孔隙,薄片面孔率为0.5%~5%;其它多数砂岩薄片面孔率低于1%。砂岩具有裂缝型、致密型孔隙组合关系,局部偶见裂缝-溶蚀孔隙型孔隙组合关系。

(5) 窑街组储层的孔隙类型主要为裂缝,裂缝密度大,分布广。此外在局部层段砂岩中分布少量溶蚀粒间孔隙、溶蚀粒内孔隙和填隙物内孔隙,砂岩薄片面孔率为1%~4%;多数砂岩薄片面孔率低于1%,非裂缝有效孔隙不发育。砂岩具有裂缝型和致密型孔隙组合关系。

根据以上分析,巴州坳陷储集层的有效孔隙以裂缝为主,非裂缝有效孔隙发育很差,仅在局部砂岩中分布有一定量的溶蚀孔隙和残余粒间孔隙,储集层的主要孔隙组合关系为致密型和裂缝型,局部为孔隙型。

4 砂岩的孔隙发育特征对储集层物性的影响

砂岩储集层的孔隙发育特征是影响储集层物性的根本因素, 其有效孔隙在砂岩中的分布状况决定了储集层的物性特征^[2, 3]。巴州坳陷白垩系一中上侏罗统砂岩中的非裂缝有效孔隙发育很差, 这导致了非裂缝储集层的物性很差。孔隙度一般低于 10%, 渗透率一般低于 $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 仅在河口组下段和大通河组下段地层的局部砂岩中具有相对较好的物性特征, 孔隙度大于 10%, 渗透率大于 $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (表 1)^[4]。巴州坳陷中上侏罗统储集层中的裂缝较为发育, 裂缝型砂岩物性较好, 一般具有较高的渗透率。据物性资料分析, 中上侏罗统砂岩中裂缝型储集层的渗透率一般为 $(1 \sim 100) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。因此, 裂缝型砂岩成为巴州坳陷较有利的储集层。

表 1 巴州坳陷非裂缝储集层的物理性质

Table 1 Physical properties of the non-fractured hydrocarbon reservoirs in the Bazhou depression					
层 位	河口组上段	河口组下段	大通河组上段	大通河组下段	享堂组
孔隙度/%	3. 4~8. 1	4. 2~12	3. 2~8. 9	3. 4~16. 4	3. 1~6. 3
渗透率/ $10^{-3} \mu\text{m}^2$	0. 02~0. 4	—	0. 1~1. 1	0. 16~7. 6	0. 04~0. 06
排驱压力/M Pa	2. 8~3. 0	—	1. 0~1. 5	0. 17~0. 9	1. 7~4. 5

5 结论

民和盆地巴州坳陷的白垩系一中上侏罗统砂岩含有缝状粒间孔隙、残余粒间孔隙、溶蚀粒间孔隙、溶蚀粒内孔隙、自生矿物晶间孔隙和裂缝等六种基本孔隙类型, 形成裂缝型、孔隙型、裂缝-溶蚀孔隙型和致密型等四种孔隙组合关系, 其中裂缝型砂岩为巴州坳陷较为有利的油气储集层。

参考文献:

[1] 刘林玉, 邸世祥, 薛祥煦. 民和盆地巴州坳陷储集层成岩作用[J]. 石油与天然气地质, 1999, 20(1): 58—61.
[2] 刘林玉, 邸世祥. 吐鲁番坳陷中侏罗统沉积与储层孔隙发育特征[J]. 石油与天然气地质, 1997, 18(3): 247—260.
[3] 刘林玉. 吐鲁番-哈密盆地中生界砂岩次生孔隙研究[J]. 石油实验地质, 1996, 17(3): 317—324.
[4] 刘林玉, 邸世祥, 薛祥煦. 巴州坳陷下白垩统一侏罗统的粘土矿物特征[J]. 岩相古地理, 1998, 18(5): 10—15.