

文章编号: 1009-3850(2011)03-0064-07

川东北宣汉-达县地区长兴组-飞仙关组礁滩储层特征及其控制因素

程锦翔¹, 郭彤楼², 谭钦银¹, 王瑞华¹, 张清洪¹

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610081; 2. 中石化股份有限公司南方勘探分公司, 四川 成都 610041)

摘要: 川东北宣汉-达县地区是我国重要的气藏发育区块。为了深入探索储层特征、物性与岩石类型、成岩作用的相关性, 运用薄片鉴定、扫描电镜等技术手段, 结合物性测试数据、测井资料和压汞数据, 对储层的岩石类型、孔隙类型、孔隙结构、物性特征以及储层展布进行分析。研究表明, 川东北宣汉-达县地区优质储层为生物礁白云岩及鲕粒白云岩, 经历过重结晶及多期溶蚀, 粒间溶孔最为发育。长兴组储层孔隙度平均值为 5.4%, 渗透率平均值为 $93.41 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$; 飞仙关组储层平均孔隙度为 8%, 平均渗透率为 $132.76 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 孔喉结构良好。沉积相控制储层的岩石类型和展布, 成岩作用尤其是溶蚀作用控制着储层的物性, 而构造作用对储层的形成则有双重影响。

关键词: 储层特征; 控制因素; 白云岩; 宣汉-达县地区

中图分类号: P512.2

文献标识码: A

四川盆地的大地构造位置属于扬子地台的一个次一级构造单元, 是由盆地周边的褶皱和断裂围限起来的一个大型构造沉积盆地^[1-4]。沉积建造特征表明, 四川盆地是在古生代海相沉积盆地的基础上发展起来的一个陆相盆地(图1)。盆地内含有丰富的天然气资源, 是我国重要的天然气生产基地。川东北宣汉-达县地区位于川东北大巴山褶皱带与川东褶皱带交汇处, 储层主要为上二叠统长兴组的生物礁白云岩和下三叠统飞仙关组的鲕粒滩白云岩, 是构造-岩性复合大型气藏。

文中对宣汉-达县地区长兴组-飞仙关组的储层的岩石类型、孔隙类型、孔隙结构、物性特征以及储层展布进行分析研究, 并对其主控因素进行探讨。希望对深层碳酸盐岩储层预测提供指导。

1 沉积特征

川东北宣汉达县地区长兴组发育碳酸盐台地、

台地边缘礁滩、台地边缘斜坡及陆棚等沉积单元。碳酸盐台地沉积分布于宣汉东北地区。岩性为灰色泥晶灰岩、含生屑灰岩、含白云质灰岩及含泥灰岩; 台地边缘礁滩分布于宣汉中部地区, 北西-南东狭长带状展布, 岩性为礁灰岩、生屑白云岩及生屑灰岩; 台地边缘暴露浅滩是宣汉-达县地区特有的沉积相类型, 发育于长兴组上部, 岩性为浅灰色溶孔残余生屑细中晶白云岩, 溶孔丰富, 为优质储层。台地边缘斜坡分布于宣汉地区的西南侧, 呈北西-南东展布, 主要为深灰色泥晶灰岩及深灰色含泥灰岩; 陆棚, 即开江-梁平陆棚, 称之为大隆组, 岩性为深灰、灰黑色薄层硅质岩夹页岩, 上部夹薄层泥晶灰岩。区域上, 不同沉积区长兴组岩性及厚度变化很大。地震剖面显示, 台地及台地边缘沉积区长兴组被一强反射带划分为上下部分, 因此, 长兴组岩性一般可以划分为两段。长兴组储层分布一般也具有两分性, 即上储层和下储层。

收稿日期: 2010-11-03; 改回日期: 2011-02-08

作者简介: 程锦翔(1977-), 男, 从事储层沉积学、层序地层的研究。E-mail: chengjixiang@gmail.com

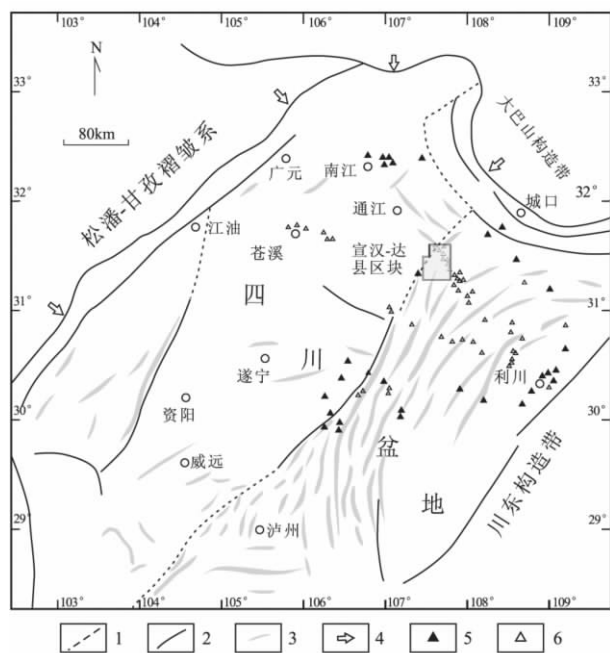


图1 川东北元坝地区构造纲要图^[4]

1. 推测断层; 2. 断层; 3. 构造圈闭; 4. 挤压方向; 5. 长兴礁露头; 6. 地下长兴礁

Fig. 1 Structural outline of the Yuanba area in northeastern Sichuan

1 = inferred fault; 2 = fault; 3 = structural trap; 4 = compression direction; 5 = reef outcrop in the Changxing Formation; 6 = underground reefs in the Changxing Formation

川东北宣汉-达县地区, 飞仙关组岩性四分性不明显, 除飞四段岩性为紫红色泥岩夹石膏与区域背景一致外, 飞一~三段难以分段, 中下部(飞二、飞一段)普遍发育厚几十至数百米的溶孔鲕粒白云岩“广旺-开江梁平陆棚”东部及西部基底为长兴组碳酸盐台地的沉积, 上覆飞仙关组厚度小, 而中部基底为大隆组陆棚沉积, 上覆飞仙关组厚度大。地震剖面还显示, 从台地到陆棚, 长兴组厚度逐渐变薄。飞仙关组厚度则刚好相反, 从台地区向陆棚, 厚度逐渐增厚。此现象显示了长兴组与飞仙关组地层厚度的互补性。

2 储层特征

2.1 储层岩石特征

四川盆地东北部宣汉-达县地区, 长兴组储层岩石以残余生物礁结晶白云岩、残余生屑结晶白云岩、粉细晶白云岩及生物礁灰岩为主。飞仙关组储层岩石以残余鲕粒结晶白云岩为主, 糖粒状粗晶白云岩及粉细晶白云岩次之, 亮晶鲕粒灰岩最少。

1. 残余生物礁结晶白云岩

发育于长兴组上部, 为台地边缘礁滩相障积岩

及骨架岩沉积。造礁生物以海绵为主, 少量苔藓虫及层孔虫等, 含量 35 ~ 50% 不等。发生的主要成岩作用有胶结作用、重结晶作用及溶蚀作用。经过胶结作用后, 格架孔几乎全部被白云石或方解石充填, 原生孔隙消失殆尽。重结晶作用强烈, 具中-粗晶结构, 因重结晶作用, 生物结构多被破坏(图 2a)。溶蚀作用强烈, 形成了丰富的溶孔(图 2b)。岩石孔隙度高, 渗透率好, 具有极好地储集条件。

2. 残余生屑结晶白云岩

发育于长兴组生物礁的上部, 为台地边缘暴露浅滩相生屑滩亚相沉积。矿物成分以白云石为主, 含量 83 ~ 95%。岩石组成以生物碎屑为主, 生物种类丰富, 以蠕虫及有孔虫等为主, 少量腕足及瓣鳃等大化石。岩石重结晶作用强烈, 大量生物结构被破坏, 只保留了残余结构, 具细-中晶结构, 晶间孔丰富。溶蚀作用强烈, 岩石中溶孔丰富, 储集条件很好。

3. 粉细晶白云岩

发育于长兴组上部, 主要分布于台地边缘礁滩相带中。矿物成分以白云石为主, 含量大于 90%。岩石组成有的为砂屑及亮晶胶结物, 有的为砂屑及泥晶胶结物。重结晶作用一般, 具粉晶-细晶结构。结晶程度取决于颗粒的粗细及含量, 如果颗粒粗, 含量高, 则结晶程度较高, 以细晶为主; 反之, 如果颗粒细, 含量低, 则结晶程度差, 以粉晶为主。晶间孔发育, 溶蚀作用比较微弱, 以形成 III 类储层为主。

4. 残余鲕粒结晶白云岩

发育于飞一、二段, 主要分布于宣汉-达县地区, 为台地边缘暴露浅滩相鲕粒滩亚相沉积。矿物成分以白云石为主, 含量 90 ~ 95%。原岩岩石组成以鲕粒为主, 含量 70 ~ 80%, 亮晶白云石胶结, 含量 20 ~ 25%。岩石重结晶强烈, 以中晶为主, 细晶次之, 多数鲕粒只保留其残余结构。岩石中晶间孔丰富, 后期溶蚀作用强烈, 溶孔部分充填沥青, 部分未被充填。鲕粒白云岩容易发生重结晶作用及溶蚀作用, 岩石结构疏松, 溶孔丰富, 储集条件极好, 是四川盆地东北部飞仙关组储集岩的主要岩石类型(图 2c)。

5. 糖粒状粗晶白云岩

该类岩石主要见于 pg2 井。因重结晶作用极为强烈, 岩石外观呈糖粒状。矿物成分以白云石为主, 含量 92 ~ 95%。原岩岩石组成以鲕粒为主, 因强烈的重结晶作用, 只保留了少量鲕粒形态(图 2d), 具中粗晶结构, 晶间孔丰富, 后期溶蚀作用强烈, 溶孔部分充填沥青, 部分未被充填。此类岩石中孔隙丰富, 部分岩石比重很轻, 外观似炉渣, 是储

集岩的精品。

6. 生物礁灰岩

发育于长兴组中上部。为台地边缘礁滩相障积岩及骨架岩亚相沉积。造礁生物以海绵为主,少量苔藓虫及层孔虫等,含量 35 ~ 50% 不等。重结晶作用比较微弱,具微粉晶结构。岩石总体比较致密,储集条件较差,当在深部发生溶蚀作用后也可以形成储层,一般以 III 类储层为主。

7. 亮晶鲕粒灰岩

主要分布于飞三段,少数分布于飞一、二段。该类岩石在区内广泛分布,遍及宣汉-达县地区。亮晶鲕粒灰岩主要形成于开阔台地相鲕粒滩亚相,次形成于台地边缘浅滩相鲕粒滩亚相。主要成岩作用为胶结作用,经过胶结作用后,粒间孔几乎消失殆尽。重结晶作用微弱,一般为微粉晶结构,即使

发生重结晶作用,晶体之间也是紧密镶嵌接触,晶间孔几乎不发育。因此,多数鲕粒灰岩岩石致密,很难形成优质储层。但是,如果在深部发生溶蚀作用,也可以形成溶孔鲕粒灰岩,储集条件较好。

2.2 储集空间类型

通过岩芯详描和薄片观察,长兴组和飞仙关组储层类型以孔隙型为主,裂缝-孔隙型次之。储集空间以溶孔为主,晶间孔及裂缝次之。具体孔隙类型分别以晶间溶孔、粒间溶孔为主,其次为粒内溶孔、溶洞、晶间孔及裂缝。

1. 晶间溶孔

是晶间孔因溶蚀扩大而形成的,溶蚀作用发育在晶体之间,直径小于 2mm,发育于各类结晶白云岩中。孔隙形态复杂,直径以 1mm 为主。这类孔隙非常普遍,是最主要的储集空间之一(图 2a、b)。

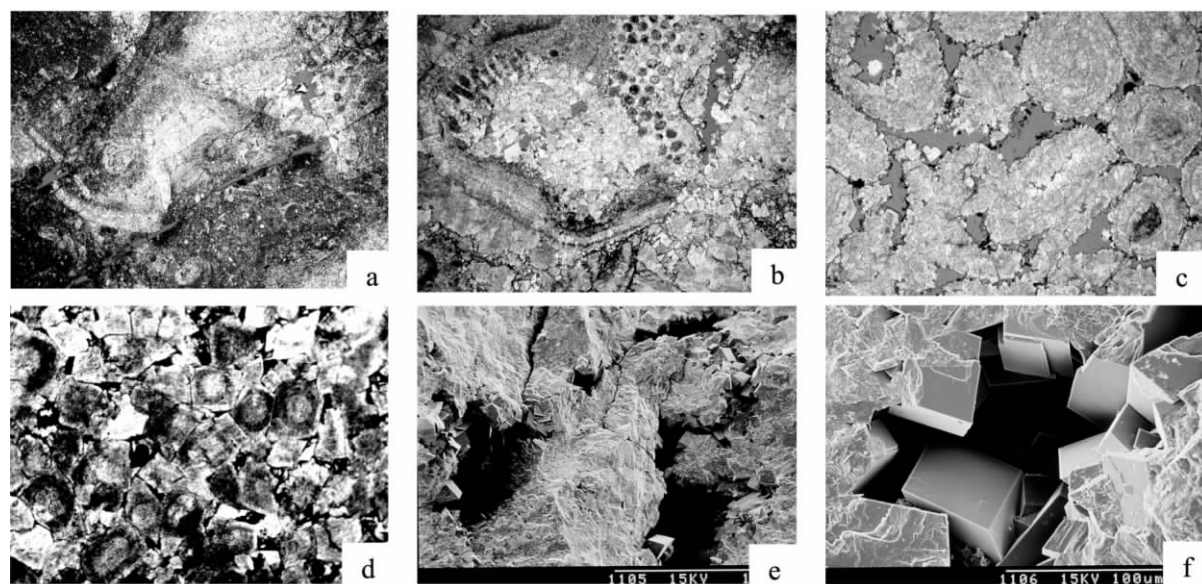


图 2 宣汉-达县地区长兴组-飞仙关组储层岩石类型和储集空间类型典型照片

a、生物礁细晶白云岩,溶蚀作用很强,溶孔丰富,未被充填,铸体薄片,单偏光 $\times 20$ 。(pg8 井 P_3c); b、生物礁白云岩,溶孔发育,无充填物,铸体薄片,单偏光 $\times 20$ 。(pg8 井 P_3c); c、鲕粒细晶白云岩,重结晶作用强,铸体薄片,单偏光 $\times 20$ 。(mb4 井 T_{1f}^{1-2}); d、糖粒状白云岩,具残余结构,常规薄片,单偏光 $\times 20$ 。(pg2 井 T_{1f}^{1-2}); e、溶蚀作用发生在先,重结晶作用发生在后,溶孔四周生长自形程度很好的白云石晶体,扫描电镜, $\times 400$ (mb4 井 T_{1f}); f、e 局部放大,晶间孔发育,扫描电镜 $\times 4000$ (mb4 井 T_{1f})。

Fig. 2 Photomicrographs showing reservoir spaces types and rock types in the reef shoal reservoirs from the Changxing Formation-Feixianguan Formation in the Xuanhan-Daxian zone

a. Fine-grained biohermal dolostone with abundant solution openings from the pg8 well through the Changxing Formation, cast section, $\times 20$, plane-polarized light; b. Biohermal dolostone with abundant solution openings from the pg8 well through the Changxing Formation, cast section, $\times 20$, plane-polarized light; c. Recrystallized fine-grained oolitic dolostone from the mb4 well through the first and second members of the Feixianguan Formation, cast section, $\times 20$, plane-polarized light; d. Sucrosic dolostone from the pg2 well through the first and second members of the Feixianguan Formation, thin section, $\times 20$, plane-polarized light; e. Euhedral dolomite crystals around the solution openings from the mb4 well through the Feixianguan Formation, SEM, $\times 400$; f. Developed intercrystal pores from locally enlarged Fig. 2e from the mb4 well through the Feixianguan Formation, SEM, $\times 4000$

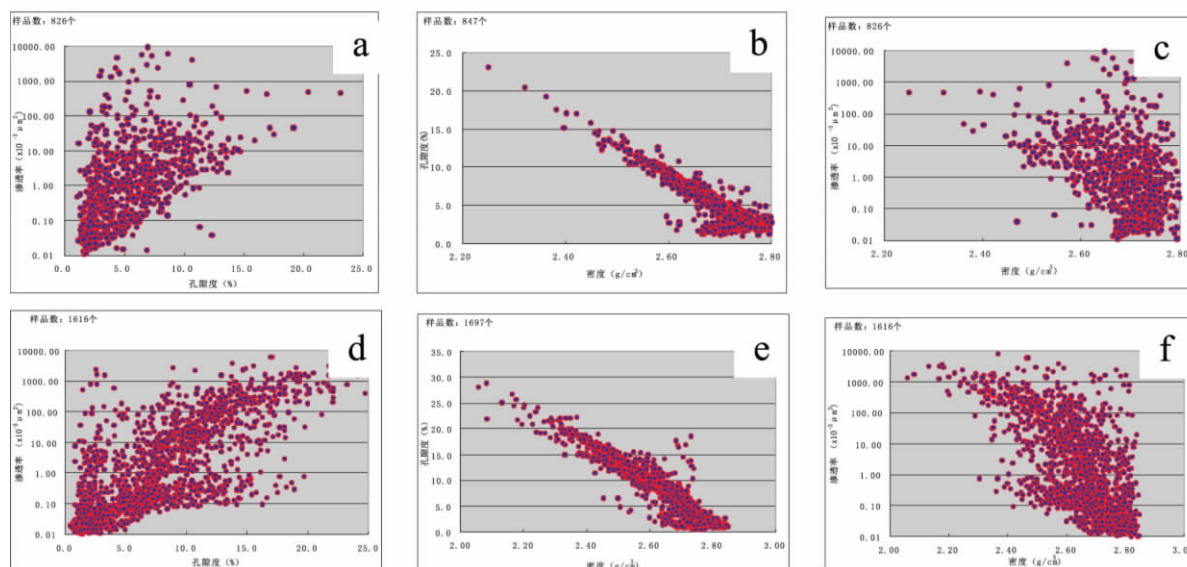


图3 宣汉-达县地区长兴组-飞仙关组储层孔隙度、渗透率及密度相关关系图

a、长兴组孔隙度与渗透率; b、长兴组储层密度与孔隙度; c、长兴组储层密度与渗透率; d、飞仙关组孔隙度与渗透率; e、飞仙关组储层密度与孔隙度; f、飞仙关组储层密度与渗透率。

Fig.3 Relationship between porosity, permeability and density of the Changxing Formation-Feixianguan Formation reservoirs in the Xuanhan-Daxian zone

a. Porosity vs. permeability in the Changxing Formation reservoirs; b. Density vs. porosity in the Changxing Formation reservoirs; c. Density vs. permeability in the Changxing Formation reservoirs; d. Porosity vs. permeability in the Feixianguan Formation reservoirs; e. Density vs. porosity in the Feixianguan Formation reservoirs; f. Density vs. permeability in the Feixianguan Formation reservoirs

2. 粒间溶孔

发育于各类颗粒白云岩中,由颗粒间胶结物或部分颗粒溶蚀扩大形成,直径小于2mm。孔隙形态多样,直径以1mm为主。这种孔隙比较常见,是较重要的储集空间之一(图2e)。

3. 粒内溶孔

是溶蚀作用形成的孔隙,直径小于2mm。发育于各类颗粒白云岩中,是各种颗粒(生屑及砂屑)内部溶蚀而形成。这类孔隙亦较多。

4. 溶洞

发育于各类颗粒白云岩及生物礁白云岩中,孔径大于2mm。孔隙形态不规则,直径以3~4cm为主,大者10cm。洞壁除有少量白云石、方解石及石英生长外,大部未被充填,少数洞壁有少量沥青残余物质。是较重要的储集空间之一。

5. 晶间孔

是岩石重结晶作用形成的孔隙,发育于各类结晶白云岩中,白云石晶体杂乱排列,晶体间发育孔隙。该类孔隙形态为不规则的多边形,直径1~2mm居多,多数无充填。是重要的储集空间之一(图2f)。

6. 裂缝

是岩石在挤压应力下破碎而形成的。裂缝宽

多数小于2mm,少数3~5mm。裂缝部分被沥青充填,部分未被充填。裂缝为油气运移的主要通道,同时也有效的改善了岩层的储集性。

2.3 长兴组储集物性特征

达县-宣汉地区包括普光区块、毛坝区块及大湾区块,其储集物性以普光区块最好。通过数百个铸体数据、测井分析数据的统计,总结了达县-宣汉地区长兴组储集物性特征。

1. 孔隙度及渗透率特点

长兴组储层孔隙度最大值为23.1%,最小值为1.0%,平均值为5.4%,大于5%的比例为47%(表1)。渗透率最大值为 $9664.89 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,最小值为 $0.01 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均值为 $93.41 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。大于 $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 的比例为50.0%。

2. 孔渗相关性

长兴组储层孔隙度和渗透率之间具有较好的正相关性(图3a),即随着孔隙度的增加,渗透率均匀增大,局部渗透率高于正常值。表明,长兴组储层以孔隙(溶孔)型储层为主,发育少量裂缝,裂缝是导致局部渗透率增高的主要原因。

3. 岩石密度与孔渗的相关性

岩石密度与孔隙度之间具很好的负相关关系

(图 3b、图 3c),即岩石密度逐渐增加,孔隙度逐渐减少。渗透率也有类似的特点,即随着岩石密度逐渐增加,渗透率逐渐降低,部分样品渗透率高于正常值。故长兴组储层为以孔隙型为主,发育少量裂缝,裂缝的存在是导致部分渗透率增大的主要原因。

2.4 飞仙关组储层物性特征

以宣汉-达县地区为例,通过数百个样品统计后,对宣汉-达县地区飞仙关组储层物性特征进行了

总结。

1. 孔隙度及渗透率

飞仙关组储层孔隙度最大值为 28.9%,最小值为 0.4%,平均值为 8%。大于 5% 的比例为 66%。渗透率最大值为 $8080.5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,最小值为 $0.005 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,平均值为 $132.76 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (见表 1)。大于 $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 的比例为 49%。

表 1 长兴组-飞仙关组物性特征统计表

Table 1 Statistics of the porosity and permeability of the Changxing Formation-Feixianguan Formation reservoirs

	长兴组				飞仙关组			
	平均值	最大值	最小值	样品数	平均值	最大值	最小值	样品数
孔隙度(%)	5.4	23.1	1.0	847	8.0	28.9	0.4	1697
渗透率($\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)	9.41	9664.9	0.01	847	132.76	8080.5	0.01	1697

2. 孔隙度与渗透率之间的相关性

飞仙关组储层孔隙度和渗透率之间具有很好的正相关关系(图 3d),即随着孔隙度的增加,渗透率也随之增大。部分样品渗透率高于正常值,部分低于正常值。表明,飞仙关组以孔隙(溶孔)型储层为主,发育少量裂缝,裂缝存在导致部分样品渗透率增加,由于孔隙中充填有沥青,沥青堵塞部分喉道,导致部分样品渗透率降低。

3. 密度与孔渗的相关性

飞仙关组储层岩石密度与孔隙度之间呈很好的负相关性(图 3e、图 3f),即随着岩石密度逐渐增加,孔隙度也逐渐减少,极少数样品孔隙度高于正常值,极少数低于正常值。渗透率也有类似的特点,即随着岩石密度逐渐增加,渗透率逐渐降低,部分样品渗透率高于正常值,少数样品低于正常值。故飞仙关组储层为以孔隙型为主,发育少量裂缝,裂缝存在是导致少数样品孔隙度及渗透率高于正常值的原因,由于孔隙中充填部分沥青,导致了部分样品孔隙度及渗透率低于正常值。

3 储层的控制因素

3.1 沉积相对储层岩性的控制

国内外大量数据统计显示无论是从数量还是从质量上来讲,白云岩储层在优质储层中都占有非常重要的地位^[5],就宣汉-达县地区看来,形成这些优质储层必须有两个基本的条件:①必须是礁滩等高能环境沉积物;②必须是白云岩,如果岩石没有白云化,即使是储层,质量也很差^[6]。而沉积相对两者均有控制作用,如台地边缘暴露浅滩相和台地

边缘生物礁相,一般形成于浪基面附近、平行于岸线呈带状分布,随着海平面的升降变化,在平面上沉积相带也随着发生迁移,在纵向上形成加积或进积等的不同的沉积序列,这种迁移性和穿时性导致了区内储层具有以上特征;同时强的水动力条件易于颗粒的形成和灰泥基质的带出,形成亮晶胶结的颗粒岩,堆积时水体较浅,从而有利于后期白云石化,形成有利的岩石类型,如鲕粒白云岩、砂屑白云岩及生屑白云岩等颗粒白云岩等。因此,台地边缘鲕粒滩是最有利于飞仙关组储层形成与演化的沉积相带。现今发现的普光、罗家寨、渡口河、高峰场和铁山等大中型气田均位于该相带内。

台地相区和陆棚区属于低能区,沉积的主要是细粒膏质或灰泥沉积物,颗粒岩不发育,多为泥晶胶结,后期建设性成岩作用也难于在其中进行,孔隙难以发育,现今储集性能极差。属于不利于储层形成的沉积相带。

3.2 成岩作用对储层物性的控制

成岩作用对储层的形成与演化可能起促进作用,也可能起破坏作用。根据岩芯及镜下薄片的观察,建设性成岩作用,主要为重结晶作用及溶蚀作用;破坏性成岩作用,主要为胶结充填。碳酸盐岩是否能够成为储层,成岩作用至关重要。四川盆地东北部长兴组-飞仙关组储层发生的有利的成岩作用包括重结晶作用及溶蚀作用,这些成岩作用是形成孔隙的直接原因。

重结晶作用对储层的影响视岩性而论。灰岩即使发生了重结晶作用,由泥晶灰岩转变为结晶灰岩,因方解石晶体在岩石中紧密镶嵌接触,几乎没

有晶间孔,也不能成为储层。白云岩则相反,岩石由泥晶白云岩转变为结晶白云岩后,白云石晶体在岩石中杂乱排列,晶间孔丰富,这些晶间孔可以成为储集空间。关键在于,流体可以顺着这些孔隙向岩石内部渗透,使岩石发生强烈的溶蚀作用,形成丰富的溶孔。

溶蚀作用对碳酸盐岩储层的控制作用更为重要,白云岩之所以比灰岩储集性好,主要是由于两者溶蚀性差异造成的。崔振昂等(2007)^[7]的实验表明随埋藏的加深,方解石的溶解速率对温度变化不再敏感,虽溶解速率也有增加的趋势,但变化并不明显。而在白云石为主要矿物成分的白云岩中,随温度升高白云石溶解速度也相应加快,并且在130℃前后超过了方解石的溶解速率(图4)。因此在埋藏条件下,随埋藏的加深,白云石较方解石有着更快的溶解速率。杨俊杰等(1995)^[8]实验表明,埋藏成岩作用的温压条件下(75~130℃,20~30MPa),白云岩的溶解速率随温压增高迅速增大;在100℃,25MPa溶蚀效果最好。

达县-宣汉地区气藏中硫化氢含量普遍很高,都发育一定厚度的优质储层,而且优质储层与硫化氢分布具有密切的关系,即气藏硫化氢含量越高,储层性质越好,气藏产能也越大。硫化氢溶于水形成的氢硫酸,具有强烈腐蚀性,加速了储层中白云岩的溶蚀,形成孔隙极其发育的海绵状孔洞体系,并呈层状分布。高含硫化氢气藏的优质储层是在早期埋藏溶蚀作用的基础上,后期发生TSR及其形成的酸性流体对深埋碳酸盐岩储层再次进行深刻改造和强烈溶蚀作用的结果^[9]。

3.3 构造作用对储层双重影响

构造作用的影响主要表现在使岩石破裂而形成裂缝。裂缝的存在对碳酸盐岩储层具有双重作用:一方面,裂缝本身可作为储集空间,发育的裂缝改善了储层结构,储集类型也改变为裂缝-孔隙型,因而增加形成产能较高的大中型气田的可能性;另一方面更为重要,裂缝可作为成岩水的渗滤通道,有利于溶蚀作用的进行。大的断裂可以将储层与烃源连通,将有机烃及溶液引入到储集层中,小的裂缝有利于有机烃及溶液向岩石内部渗透。有效构造裂缝的产生,可进一步改善构造高部位或断层附近的鲕粒岩储集体,可增大储集体的渗滤能力,这种裂缝与孔洞沟通的地方,十分容易形成缝洞系统发育带,从而形成优质有效的储集体,为最终成

藏创造有利的条件。

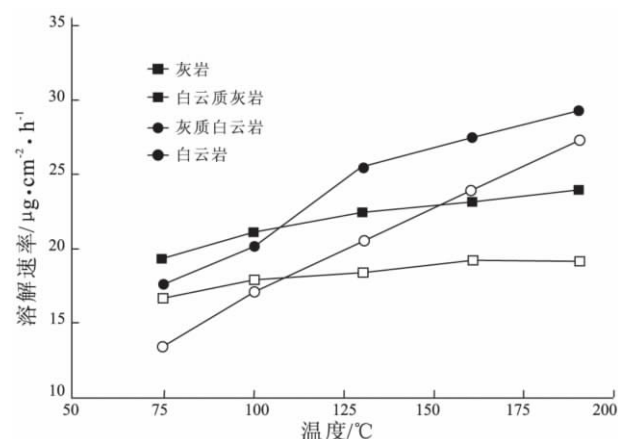


图4 白云岩与灰岩溶解速率随温度变化示意图^[7]

1. 灰岩; 2. 白云质灰岩; 3. 灰质白云岩; 4. 白云岩

Fig. 4 Diagram showing the solution rates of dolostone and limestone as a function of temperatures

1 = limestone; 2 = dolomitic limestone; 3 = limy dolostone; 4 = dolostone

4 结论

宣汉-达县地区形成储层的岩石类型以白云岩为主,次为灰岩;白云岩多发生重结晶和溶蚀作用,储层类型以孔隙型为主,裂缝-孔隙型次之。储集空间以溶孔为主,晶间孔及裂缝次之。长兴组储层孔隙度平均值为5.4%,渗透率平均值为 $93.41 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,储层为以孔隙型为主,发育少量裂缝。且长兴组上部(海绵礁白云岩)较长兴组下部孔隙结构好。飞仙关组储层孔隙度平均值为8%,渗透率平均值为 $132.76 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,储层为以孔隙型为主,发育少量裂缝。

白云岩的发育受沉积相的控制,主要发育于长兴组的台地边缘礁滩相,台地边缘暴露浅滩相和飞仙关组台地边缘鲕粒滩相中;成岩作用尤其是溶蚀作用是优质储层形成的关键因素,在埋藏条件下,随埋藏的加深,白云石较方解石有着更快的溶解速率。溶蚀作用更易发生,同时在宣汉-达县地区由于大量硫化氢的存在,也使溶蚀作用进一步加强,也为优质储层形成创造了条件。构造作用使岩石破裂而形成裂缝。裂缝的存在对碳酸盐岩储层具有双重作用:一方面,裂缝本身可作为储集空间,发育的裂缝改善了储层结构;另一方面,裂缝将储层与烃源连通,将有机烃及溶液引入到储集层中,形成气藏。

参考文献:

- [1] 四川省地质矿产局. 四川省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1991. 72 - 93.
- [2] 罗志立, 童崇光. 板块构造与中国油气盆地 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989. 1 - 28.
- [3] 马永生. 四川盆地普光大气田的发现与勘探 [J]. 海相油气地质, 2006, 11(2): 35 - 39.
- [4] 戴金星, 秦胜飞, 陶士振, 等. 中国天然气工业发展趋势和天然气地质理论重要进展 [J]. 天然气地球科学, 2005, 16(2): 127 - 142.
- [5] YONGSHENG MA, XUSHENG GUO, TONGLU GUO et al. The Puguang gas field: New giant discovery in the mature Sichuan Basin, southwest China [J]. AAPG Bulletin, 2007, 91(5): 627 - 643.
- [6] 黄思静, 王春梅, 黄培培, 等. 碳酸盐成岩作用的研究前沿和值得思考的问题 [J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2008, 35(1): 1 - 10.
- [7] 崔振昂, 鲍征宇, 张天付, 等. 埋藏条件下碳酸盐岩溶解动力学实验研究 [J]. 石油天然气学报, 2007, 29(3): 204 - 207.
- [8] 杨俊杰, 张文正, 黄思静, 等. 埋藏成岩作用的温压条件下白云岩溶解过程的实验模拟研究 [J]. 沉积学报, 1995, 13(3): 83 - 88.
- [9] 朱光有, 张水昌, 梁英波, 等. TSR 对深部碳酸盐岩储层的溶蚀改造 - 四川盆地深部碳酸盐岩优质储层形成的重要方式 [J]. 岩石学报, 2006, 22(8): 2182 - 2194.

Characteristics and controlling factors of the reef shoal reservoirs from the Changxing Formation-Feixianguan Formation in the Xuanhan-Daxian zone, northeastern Sichuan

CHENG Jin-xiang¹, GUO Tong-lou², TAN Qin-yin¹, WANG Rui-hua¹, ZHANG Qing-hong¹

(1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610081, Sichuan, China; 2. Southern Branch, SINOPEC, Chengdu 610041, Sichuan, China)

Abstract: The Xuanhan-Daxian zone in northeastern Sichuan is believed to be an important locality for the development of gas pools in China. The present paper deals, in detail, with the rock type, porosity type, porosity structure, physical property and distribution of the reef shoal reservoirs in terms of physical data, well logs and pressure-injection data with the aid of thin section examination and SEM techniques. The high-quality reservoirs in the study area consist of biohermal dolostone and oolitic dolostone characterized by the enrichment of intergranular solution openings due to recrystallization and polystage dissolution. The average porosity equals to 5.4% and average permeability equals to $93.41 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ for the Changxing Formation reservoirs, while the average porosity equals to 8% and average permeability equals to $132.76 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ for the Feixianguan Formation reservoirs. Sedimentary facies tends to control rock types and distribution, whereas diagenesis especially the dissolution tends to control the physical properties of the reservoirs. The fissures caused by structural processes may have dual impacts on the carbonate reservoirs.

Key words: reservoirs; controlling factor; dolostone; Xuanhan-Daxian zone