

四川盆地中部上三叠统须家河组致密砂岩气有利 储层控制因素分析

高晓辉, 赵 霞, 陶士振
中国石油勘探开发研究院, 北京, 100083

2007 年, 全球致密砂岩气产量规模达 $3900 \times 10^8 \text{m}^3$, 约占天然气总产量的 13%, 且这一比例有逐年增加的趋势。中国致密砂岩气藏的勘探开发还处于初期阶段, 未来潜力很大。致密砂岩气是指覆压基质渗透率 $0.1 \times 10^{-3} \mu \text{m}^2$ 的砂岩气层, 单井一般无自然产能, 或自然产能低于工业气流下限, 但在一定经济条件和技术措施下, 可以获得工业天然气产量。通常情况下, 这些措施包括压裂、水平井、多分支井等。覆压基质渗透率采用不含裂缝岩心(基质), 在净上覆岩压作用下测定的渗透率。

四川盆地中部上三叠统须家河组致密砂岩气分布广泛, 有利储层主要受沉积作用、成岩作用和构造作用的多重影响。其中沉积作用是基础, 它决定了储层岩石的原始组分和岩石结构, 不仅控制着主要储层的分布范围, 同时影响着后期成岩作用类型和强度; 成岩作用是关键, 它不仅影响储集空间的演化和孔喉结构特征, 并最终决定储层物性的好坏和现今储层的分布状况; 构造作用是条件, 不但可以在一定程度上增加少量孔隙度, 关键是极大地改善储层渗滤能力, 从而增加气井产能。

1 沉积作用对有利储层的影响

须家河组主要为三角洲—滨浅湖相沉积, 发育三角洲前缘水下分支河道、河口坝、远砂坝、席状砂, 三角洲平原水上分支主河道和滨浅湖浅滩、砂泥坪等微相。储层物性以水下分支河道、河口坝和水上分支主河道为最好, 其平均孔隙度一般在 7% 以上, 平均渗透率在 $0.1 \times 10^{-3} \mu \text{m}^2$ 以上, 次为滨浅湖浅滩。三角洲平原水上分支河道间、三角洲前缘远砂坝、席状砂、砂泥坪物性较差, 其平均孔隙度

一般小于 6%, 平均渗透率小于 $0.05 \times 10^{-3} \mu \text{m}^2$ 。因此, 三角洲前缘水下分支河道、河口坝、三角洲平原水上分支主河道等是最有利于储层发育的微相, 滨浅湖浅滩、远砂坝、席状砂次之, 分支河道间洼地、湖沼、砂泥坪为不利于储层发育的微相。只有在过渡带的主河道叠置带中才能形成最优质储层, 而且主河道中的高能河道砂坝发育区是川中须家河组最有利的沉积微相带。

2 储集岩粒度对有利储层物性的影响

岩芯分析表明, 储层孔隙度与颗粒大小呈正相关关系(表 1), 即随粒径增大, 孔隙度也有增大的趋势。同一地区储层粒度变粗, 孔隙度有增大趋势, 以中—粗粒砂岩储层物性最好, 孔隙度为 5~15%, 其次为细—中砂岩, 而粉砂岩、砾岩最差, 其孔隙度一般小于 5%。

3 成岩作用对有利储层形成分布的控制作用

通过对川中地区成岩作用和有效储层的成因和分布规律研究认为, 影响本区有效储层的主要成岩因素是强烈的压实作用和有机酸性水的溶蚀作用, 其中压实作用是川中须家河组储层普遍变差的主要原因, 而有机酸性水的溶蚀作用是本区普遍低孔低渗背景下, 形成相对高孔渗储层的关键。

4 构造作用对有利储层的影响

以川中地区广安构造为例, 它是川中受力相对较强的构造之一, 具有构造规模大, 隆起幅度高,

岩性	表 1 川中地区须家河组不同粒度砂岩孔渗统计							
	孔隙度 (%)				渗透率($\times 10^{-3} \mu\text{m}^2$)			
	最大	最小	平均	样品数	最大	最小	平均	样品数
砾岩	6.33	3.32	5.23	7	0.5	0.0239	0.194	7
中一粗	20.7	0.66	7.5	1127	18.5	0.003	0.59	1111
细一中	16.25	1.04	6.15	950	25.6	0.0004	0.41	943
粉砂岩	9.5	0.75	4.99	30	6.31	0.0013	0.36	27

古构造形成早,构造圈闭面积大,断层发育的特点。近几年的勘探结果表明,在广安区块须六段获工业气井 8 口,主要分布在广安构造断下盘至兴华 1 井区 6 口,断上盘分布 2 口(广安 12、庙 4 井),广安构造断下盘获气的工业井有共同的特点,都发育在须六断中部—中下部,都发育了厚层块状的相对高孔储层;而广安构造断上盘的获气井都发育了裂缝(广安 12、庙 4 井)。因此,在古构造高部位的断层附近由于微裂缝的发育可以大大改善致密储层的储集性能。

总之,川中须家河组有利砂岩储层的发育受多因素控制,但主要起控制作用的是沉积微相、成岩过程中溶蚀作用的强度及后期构造裂缝的发育程度等。川中须家河组的储集体主要为须四、须六段

中三角洲平原~前缘的河道砂,尤其是这一沉积环境中的主干分流河道砂坝的规模叠置发育,是规模储集体发育的基础,而成岩过程中的溶蚀改造是利储集体发育的重要条件,这二者是该区有效储集发育的主要控制因素,并且一定的构造裂缝改造了储集条件,促进了规模储集体发育。

参考文献 / References

1. 邹才能,陶士振,朱如凯,等. “连续型”气藏及其大气区形成机制与分布[J].天然气勘探与开发,2009,36(3):307~319.
2. 杨晓萍,邹才能,李伟,陶士振.四川盆地中部三叠系香溪群储层特征及成岩孔隙演化[J].矿物岩石地球化学通报,2006,25(1): 55~59.
3. 蒋裕强,郭贵安,陈辉,陶艳忠,刘华.川中地区上三叠统须家河组二段和四段砂岩优质储层成因探讨[J].油气地质与采收率, 2007,14(01) : 18~21.