

# 川东北 HB 区块嘉二段储层特征研究

陈墨 黎静容 冯晓明  
中国石化西南油气分公司勘探开发研究院  
DOI:10.32629/gmsm.v3i2.611

**[摘要]** 在对四川盆地嘉陵江组沉积背景认识的基础上,通过对川东北通南巴构造HB区块嘉二段钻井岩心的宏观和微观特征分析,归纳出该区块嘉二段储层的岩性、物性特点、储集空间类型及储层的主控因素。结果表明,HB区块嘉二段储层岩性主要为砂屑白云岩、粉晶白云岩;储集空间以晶间(溶)孔、粒间溶孔、溶孔为主储层发育受沉积环境、成岩作用和构造破裂作用的综合影响和控制。  
**[关键词]** HB 区块; 岩性特征; 储集空间; 成岩作用

## A Study on Reservoir Characteristics of Jia Er Formation in HB Block of Northeast Sichuan

CHEN Mo LI Jing-rong FENG Xiao-ming  
Research Institute for Exploration and Development, Southwest Oil and Gas Branch, Sinopec,

**[Abstract]** On the basis of understanding the sedimentary background of Jialing River Formation in Sichuan basin, by analyzing the macroscopic and microscopic characteristics of the core of Jia2 section in A area of Tongnan Ba structure in Northeast Sichuan, the lithologic characteristics, physical properties, reservoir space types and main controlling factors of reservoir in Jiaying formation are summarized. The results show that the reservoir lithology of Jia2 in A area is mainly sand clastic dolomite and silty dolomite; The reservoir space is mainly intergranular (dissolution) pore, intergranular dissolution pore and dissolution pore; The reservoir development is affected and controlled by the sedimentary environment, diagenesis and structural fracture.

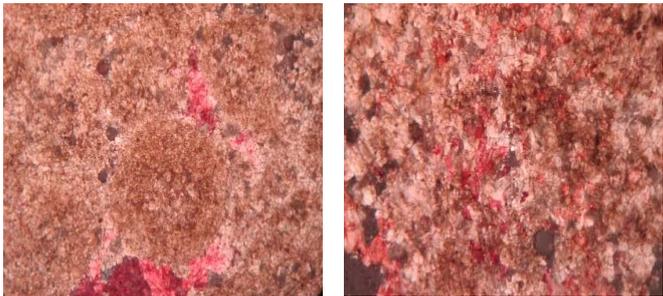
**[Keywords]** A area; Lithologic characteristics; Reservoir space; Diagenesis

### 引言

HB区块处于四川省东北部,横跨四川省通江、南江、巴中三县,区块主体位于通江县境内,通南巴构造带总体为一大型NEE转NE向的隆起-凹陷格局,其北侧为米仓山前缘推覆构造带,东北侧为大巴山前缘弧形推覆构造带,南邻川中平缓构造带,北西与米仓山前缘凹陷带相接,东南与通江凹陷带相连。到目前为至,该区已完钻井13口,其中HJ201H、HJ202H测试获高产,表明嘉二段是HB区块一个重要的开发层系,具有系统规模开发前景。于是结合地域地质背景,深入开展储层特征、主控因素等研究,为有利储层的评价和预测提供依据。

### 1 岩性特征

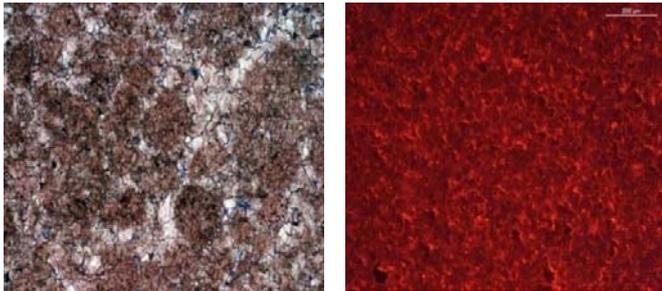
通过对HB1、HB2、HB3等井取心及岩屑薄片分析,嘉二段地层主要岩性为砂屑白云岩、残余砂屑粉晶白云岩、微粉晶白云岩、膏质泥微晶白云岩、硬石膏岩、含砂屑白云质灰岩、微晶灰岩等。储层岩性以晶粒白云岩和颗粒白云岩为主。其中,晶粒白云岩主要为微粉晶白云岩、残余(藻)砂屑白云岩、残余藻粘结白云岩;颗粒白云岩主要为亮晶(藻)砂屑白云岩、藻粘结白云岩(图1);最有利的储层岩石类型为亮晶砂屑白云岩、残余砂屑粉晶白云岩、粉晶白云岩。岩石矿物成分主要由微-粉晶白云石组成,占75%~95%,少量灰质、泥质及有机质;砂屑含量60%~95%,局部含藻屑、砾屑、生物碎屑。



c. 砂屑白云岩, HB1 4678m      d. 残余砂屑白云岩, HB2 4794m  
图1 嘉二段储层岩石类型

### 2 物性特征

跟据HB1、HB2等8口井物性分析表明,嘉二段储层孔隙度在2.03%~16.15%之间,平均值为4.6%,渗透率主要分布在 $0.001 \times 10^{-3} \sim 6.56 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,平均值为 $0.231 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。总体上表现为低孔、低渗储层。其中砂屑白云岩及粉晶白云岩物性较好(图2)。



a. 亮晶砂屑白云岩, HB3 1-14/66      b. 微粉晶白云岩, HB3 2-7/22

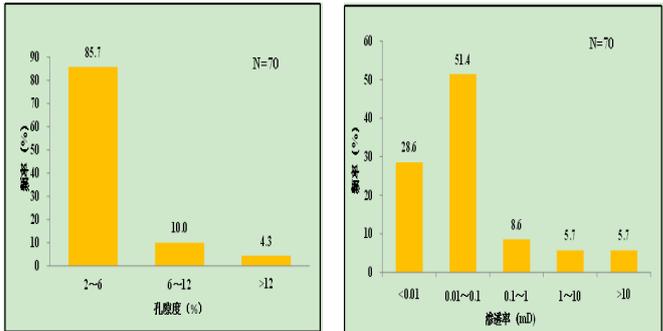


图2 HB区块嘉二段储层物性分布直方图

从图3储层孔渗相关关系图可见,孔渗对应点呈散乱状分布,规律性较差。孔隙度在2%~5%之间与渗透率的相关性较差,一方面表现孔隙度增加幅度虽然不大,而渗透率却成倍增大,说明有一定的微裂缝在起作用;另一方面,有一部份样品尽管孔隙度增大,但渗透率则没有变化,反映以孤立、连通性相对较差的溶孔为主。孔隙度大于5%的样品的孔渗相关性相对较好。

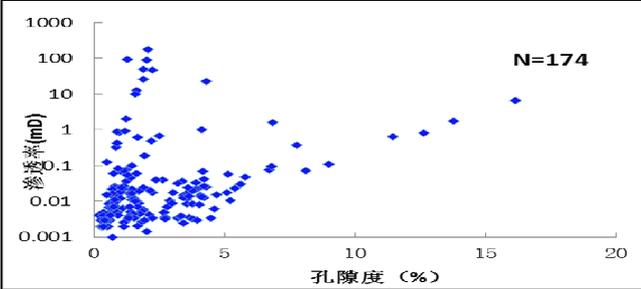


图3 HB区块嘉二段储层(取心)孔渗相关关系图

3 储层储集空间类型

通过该区嘉二段的岩心、岩屑薄片鉴定观察、扫描电镜和阴极发光分析可以看出,储层储集空间类型主要为晶间(溶)孔、粒间溶孔、溶孔、微裂缝,有少量藻格架孔、膏溶孔。

3.1 孔隙类型。(1)晶间(溶)孔。白云石晶间孔或晶间溶孔是本区主要的孔隙类型之一,常在残余砂屑白云岩、晶粒白云岩、残余藻粘白云岩中发育,晶间孔大小较均匀,少量晶间孔经后期溶蚀扩张,形成大小不等的晶间溶孔(图4),晶间(溶)孔内局部见方解石、硬石膏和沥青充填,孔径0.01~0.05mm,孔隙度较高,是嘉二段白云岩储层的主要储集空间类型之一。

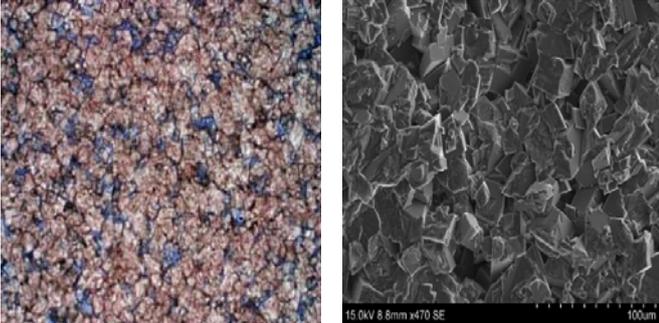


图4 晶间(溶)孔, HB3, 2-7/22

(2)粒间(溶)孔。该类孔隙常分布于颗粒(砂屑)间(图5),孔隙半径较晶间孔大,具有选择性溶蚀的特征,主要是粒间孔再遭受溶蚀作用形成。孔隙内局部含有硬石膏、沥青和方解石,剩余孔隙孔径一般为0.03~0.08mm,是嘉二段储层的次要储集空间类型之一。

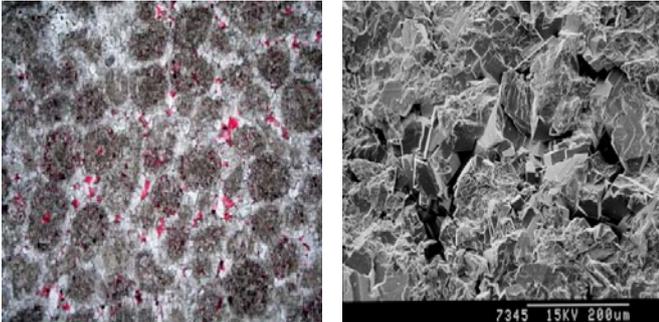
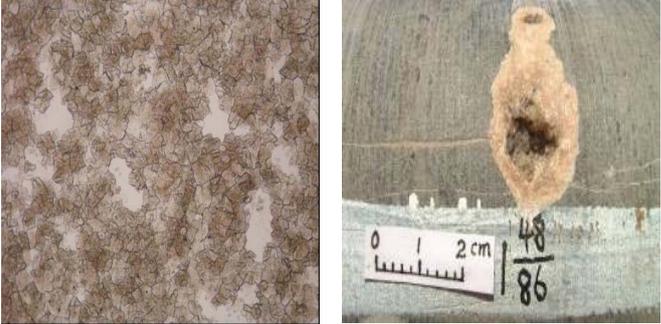


图5 粒间溶孔, HB2井, 1-12/86

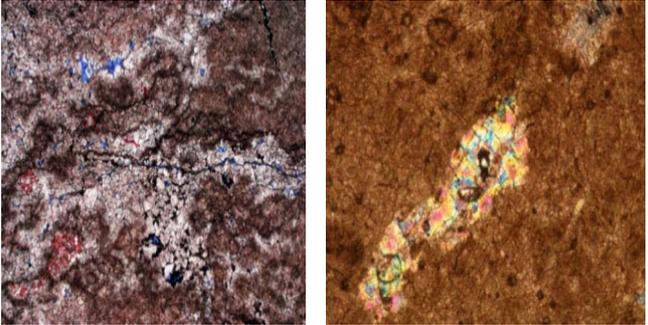
(3)溶孔或溶洞。超大溶孔孔径大于岩石支撑颗粒直径,常由粒间溶孔、晶间溶孔和铸模孔溶蚀扩大形成非结构性溶孔,大小差异大,分布不均匀;溶洞大于2mm,多被充填,充填物主要为石英、有机质和方解石等。该类孔隙连通性较差,主要在各种白云岩中发育,是本区次要的储集空间类型(图6)。



溶孔, HB1井, 4499.00m 溶洞, HB2井, 1-48/86

图6 溶孔(左)和溶洞(右)

(4)格架孔。藻粘结晶白云岩中藻纹层之间的剩余孔隙,为原生孔隙或充填物溶蚀或白云石重结晶形成,格架孔内充填沥青和后期方解石(图7左)。



藻格架孔, HB4井, 5253.80m 膏溶孔, HB3井, 5367.0m

图7 嘉二段储层的藻格架孔(左)和膏溶孔(右)

(5)膏溶孔。颗粒白云岩和晶粒白云岩中的石膏、硬石膏晶体或结核被溶蚀后构成的孔隙,常见于含膏颗粒白云岩和含膏晶粒白云岩,膏溶孔的孔径正常为0.10~2mm,孔隙大但是孤立,连通性差(图7右)。

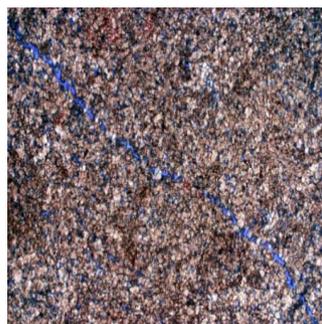
(6)裂缝。裂缝及微裂缝也是本区次要的储集空间类型之一(图8),包括构造缝、压溶缝和溶蚀缝三类。不同类型的裂缝由于充填程度和发育程度不同,对储渗性的贡献大小不一。现今对储渗性贡献较大的有效缝主要包括白云石、方解石和石英部分充填的构造缝、沿压溶缝分布的压溶型溶扩缝、沿构造缝分布的构造型溶扩缝。构造缝一般比较平直,多以高角度缝出现,溶缝一般经过淡水或地下水的溶蚀,缝壁不平直。未充填或半充填的裂缝,具有一定的储渗性能。



低角度破裂缝, HB3井 高角度裂缝, HB4井, 3-3/68



微裂缝, HB2井, 1-37/68



溶蚀缝, HB3井, 2-11/22



微裂缝, HB1井, 4746m



微裂缝, HB2, 5462m

图8 嘉二储层裂缝类型

#### 4 储层发育控制因素

川东北通南巴构造HB区块嘉二段储层发育受沉积环境、成岩作用和构造破裂作用的综合影响和控制。

4.1 沉积环境。川东北地区嘉陵江组二段整体为开阔台地-局限台地沉积环境, HB区块嘉二亚段为典型的陆表海台地沉积, 区域上台地地势平坦, 但内部存在次一级的凹凸地貌起伏, 沉积微古地貌差异决定了初始储层质量的分异。嘉二亚段为局限-蒸发台地沉积环境, 沉积时水体浅, 能量总体较稳定, 相对高能沉积环境的颗粒滩会优先发育于微古地貌高地, 并随着持续海退, 砂屑滩向台地高地边缘扩展, 表明在沉积环境不同的情况下, 储层物性存在较大差异。

在古地貌低洼处, 水体能量较弱, 发育滩间沉积。微古地貌高地沉积的砂屑滩, 处于高能环境, 沉积物遭受来回的淘洗作用, 使得泥质含量低, 具有较高的原始孔隙度。低能沉积环境的滩间、云坪沉积物虽然具有较高原始孔隙度, 但是抗压实作用弱, 初期压实作用下, 原始孔隙难以保存。砂屑滩, 颗粒含量高, 初期的压实作用下容易形成格式支撑, 原始孔隙度更容易成为储集空间, 例如HB2井薄片显示, 砂屑云岩颗粒间残余原生粒间孔发育。据统计显示, 砂屑滩储层平均孔隙度4.68%、渗透率0.065mD, 非砂屑滩储层平均孔隙度3.13%、渗透率0.021mD。因而, 滩相沉积作为有利的沉积环境对嘉二储层发育具有重要的控制作用(图9)。

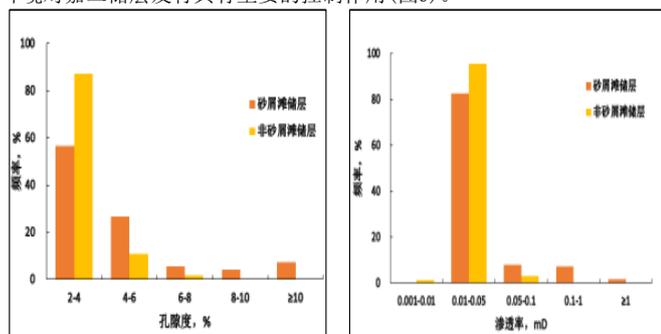


图9 嘉二气藏测井解释储层物性分布直方对比图

4.2 成岩作用。成岩作用对白云岩储层孔隙的生成、发展、覆灭起着重要的控制作用, 白云岩储层成岩作用被分为建设性和破坏性两大类, 其中白云岩化作用是一种重要的建设性成岩作用。HB区块嘉二段储层埋深较深, 经历了繁杂的成岩作用。白云石化作用增加了储层抗压实能力、形成了大量的晶间孔隙并保存了部分原始粒间孔隙。颗粒滩等浅水沉积体在海退期常出露海面而受到大气淡水的溶蚀, 饱和CO<sub>2</sub>的大气淡水可选择性溶蚀由准稳定矿物组成的颗粒或胶结物, 形成粒内溶孔、铸模孔和粒间溶孔。溶蚀作用也是有利于储层发育的建设性成岩作用, 受多期海平面高频升降的影响, 同生期大气淡水溶蚀作用纵向上通常具有明显的向上变强序列, 即上部溶蚀发育、下部溶蚀较差。通过对HB区块嘉二段储集空间类型的研究, 嘉二储层发生过不同程度, 不同期次的溶蚀作用。

4.3 破裂作用。震旦纪以来, 通南巴地区发育了多次构造运动, 破裂作用产生了裂缝, 构造裂缝在嘉二段中分布普遍。早期构造缝形成于印支晚期和燕山期, 多为水平缝或低角度缝, 缝壁平直且无溶蚀扩大现象, 被方解石、白云石和硬石膏全充填。晚期构造缝形成于喜山期, 产状多样, 局部发育溶蚀扩大现象, 多被方解石半充填。裂缝的发育使储层的渗透性得到提高, 不但有效的改善和提高岩石的储集性, 还为成岩流体的迁徙和物质互换提供了通道, 表明裂缝对提高嘉二段储层产能具有积极作用, 位于HB区块构造高点裂缝相对发育的201H、202H在嘉二段测试获得较高产能。

#### 5 结论

(1) HB区块嘉二段储层岩性主要为亮晶砂屑白云岩、残余砂屑粉晶白云岩、粉晶白云岩。(2) HB区块嘉二段储集空间以晶间(溶)孔、粒间溶孔、溶孔为主, 裂缝是储层的渗流通道, 组成裂缝-孔隙型储集空间类型。(3) HB区块嘉二段储层发育受沉积环境、成岩作用和构造破裂作用的综合影响和控制。

#### 【参考文献】

- [1] 康保平, 张帆, 王兴志, 等. 川东北地区复兴场构造嘉陵江组储层研究[J]. 石油天然气学报, 2006, 28(4): 204-207.
- [2] 徐春春, 李俊良, 姚宴波, 等. 四川盆地磨溪气田嘉二气藏的勘探和发现[J]. 海相油气地质, 2019, 11(4): 54-61.
- [3] 曾伟, 强平, 黄继祥, 等. 川东北地区嘉陵江组嘉二段储层成因模式[J]. 石油实验地质, 1997, 19(1): 82-86.
- [4] 刘树根, 黄文明, 张长俊, 等. 四川盆地白云岩成因的研究现状及存在问题[J]. 岩性油气藏, 2008, 20(2): 6-15.
- [5] 曾伟, 强平, 徐建斌, 等. 川东嘉二段气藏形成的沉积、成岩控制作用[J]. 石油勘探与开发, 1998, 25(3): 1-5.
- [6] 蒲俊伟, 张帆, 王兴志, 等. 川东高峰场构造嘉二亚段储层控制因素研究[J]. 江汉石油学院学报, 2008, 30(1): 180-183.
- [7] 乔占峰, 李国蓉, 王安发, 等. 蜀南东南部地区嘉陵江组碳酸盐岩储层特征及储层成岩机制探讨[J]. 内蒙古石油化工, 2008, (3): 69-72.
- [8] 朱其, 李国蓉, 乔占峰, 等. 四川盆地泸州古隆起嘉陵江组储层特征研究[J]. 地质学报, 2008, 28(1): 30-34.
- [9] 余波, 赵泽君, 张淑彬. 四川盆地二三叠系礁滩相储层沉积演化特征[J]. 天然气技术与经济, 2011, 5(4): 10-13.
- [10] 冉琦. 川南二里场构造嘉陵江组储层预测研究[J]. 天然气勘探与开发, 2003, 26(4): 1-5.
- [11] 李爱国, 易海永, 刘超, 等. 川东北地区嘉陵江组嘉二段储层特征研究[J]. 天然气勘探与开发, 2008, 31(3): 1-5.

#### 作者简介:

陈墨(1985--), 女, 四川资阳人, 汉族, 2009年毕业于西南石油大学石油工程专业, 工程师, 现从事天然气开发研究。