

四川盆地文井—明月地区大安寨段储层研究

谢 林¹ 王兴志¹ 张 帆¹ 罗永宏² 邱文彬² 张 薇¹

(1.西南石油大学资源与环境学院,四川 成都 610500;2.西南油气田分公司川中油气矿,四川 遂宁 629000)

摘要:文井—明月地区大安寨段是川中地区的主要产油层,储层具有明显的特殊性。其储集岩类主要为介壳灰岩和含泥介壳灰岩,原生孔隙在强烈的压实和胶结作用影响下消耗殆尽,但喜山期的构造作用在其灰岩段中产生了一定数量的构造缝,这些构造缝在后期溶蚀过程中可形成少量溶蚀孔、洞,与层理缝和方解石解理缝构成了大安寨油藏的主要储集空间和渗流通道,属于典型的特低孔—裂缝型储层。储层的分布主要受到滨浅湖高能介壳滩和裂缝发育程度的影响。

关 键 词:川中地区;大安寨段;储层;影响因素

中图分类号:P588.24 **文献标志码:**A **文章编号:**1000-3657(2010)05-1393-06

川中大安寨油田发现于 20 世纪 50 年代。在半个世纪的研究中,许多学者对此做了大量的工作并提出了一系列的理论和研究成果。根据前人的研究成果,大安寨油藏储层分布主要受到沉积相带及裂缝发育带的分布影响。但是由于其规律变化较大、裂缝纵横预测较为复杂。因此,对研究区的湖相碳酸盐岩的储层特征作进一步的研究具有十分重要的意义。笔者应用岩心及露头观察、薄片鉴定、录井及测井资料分析等方法对文井—明月地区的储层特征做了较为详细的研究。

1 概 况

明月—文井地区位于四川省射洪县—蓬溪县境内,构造位置处于川中古隆中斜平缓构造带中部(图 1)。目前,区内钻井自上而下依次钻遇的地层有上侏罗统遂宁组、中侏罗统沙溪庙组、下侏罗统凉高山组、自流井组大安寨段和马鞍山段,其中大安寨段是油气的主要聚集层段,由大套灰黑、灰绿色泥页岩夹厚度不一的碳酸盐岩构成(图 2),储层特征具有明显的特殊性。

2 储层特征

2.1 岩石学特征

区内大安寨段主要由一套厚 73~92 m 的暗色泥页岩夹碳酸盐岩构成,岩石类型较为复杂,但储集岩类主要为分布在大安寨段大一和大三的介壳灰岩和含泥介壳灰岩。

2.1.1 介壳灰岩

这类灰岩多以中—厚层块状分布在大一层中,主要是瓣鳃类生物的介壳堆积体,其主要特征是质地较纯、性脆、生物含量高,孔喉结构简单。平均孔隙度仅为 0.96%、渗透率为 $2.62 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,具有明显的低孔、低渗特点。但是在储层普遍超低孔低渗背景下,该类岩石微裂缝相对发育,渗储条件搭配较好,是提供工业油气渗流通道的主要岩类。根据结构和成因,主要可划分为亮晶介壳灰岩、泥晶介壳灰岩和结晶介壳灰岩。

2.1.2 含泥介壳灰岩

主要以薄—中层状分布于大一和大三中,常与介壳灰岩过渡沉积。除以瓣鳃为主外还含有一定数

收稿日期:2009-09-22;改回日期:2009-11-05

基金项目:教育部“新世纪优秀人才支持计划”(NECT-04-0911)、四川省重点建设学科建设项目(SZD0414)资助。

作者简介:谢林,男,1981年生,硕士,助教,研究方向为沉积学及储层地质学;E-mail:xialin811022@163.com。

量的腹足类和介形虫类,介壳间含有较多的粘土泥和灰泥。平均孔隙度为 1.04%、渗透率为 $1.67 \times 10^{-3} \mu m^2$, 具有明显的低孔、低渗特点。其孔隙分散程度较高,孔隙结构复杂,在构造受力相对较强时有一定裂缝形成,对油气储渗有一定意义。

上述两种灰岩多属于较高能环境下的产物,在区内主要堆积在滨浅湖地带的介壳滩中。

2.2 储渗空间类型

大安寨段介壳灰岩沉积后,由于强烈的压实和胶结作用使原生孔隙几乎丧失殆尽,而后期在构造破裂作用和埋藏溶蚀作用的影响下可在其中可形成一定数量的裂缝和溶蚀孔洞,使局部层段的孔渗条件变好而成为低产油层^[1]。

缝在介壳灰岩段中相对发育,是研究层段最主要的储渗空间。根据其成因又进一步分为构造缝、方解石解理缝、成岩缝和层理缝等(图 3-3、3-4)。其中,又以构造缝最为发育,对研究区的油气储集及渗

流贡献也为显著。

这些构造裂缝多属于喜山期形成的高角度微裂缝。研究区构造形成过程主要经历了两个主要阶段:早期的南北向挤压作用阶段和中、晚期北东-南西向构造。在这两次构造作用阶段的共同作用下逐渐形成了如今研究区的以北东向裂缝为主,北西向裂缝发育的裂缝分布特征。根据岩心及薄片观察统计,研究区局部缝密度可达 20 余条/m,宽一般小于 2 mm。方解石解理缝在结晶介壳灰岩中常见,常被沥青和原油充填。

此外,在区内大安寨段介壳灰岩和泥质介壳灰岩中还有少量沿裂缝分布的溶洞和零星孤立小针孔,局部面孔率一般可达 1%左右,是次要的储集空间。

3 储层物性特征

从研究区主要储集岩类的物性特征统计,区内大安寨段的物性较差(图 4)。孔隙度一般 0.1%~7%,平均

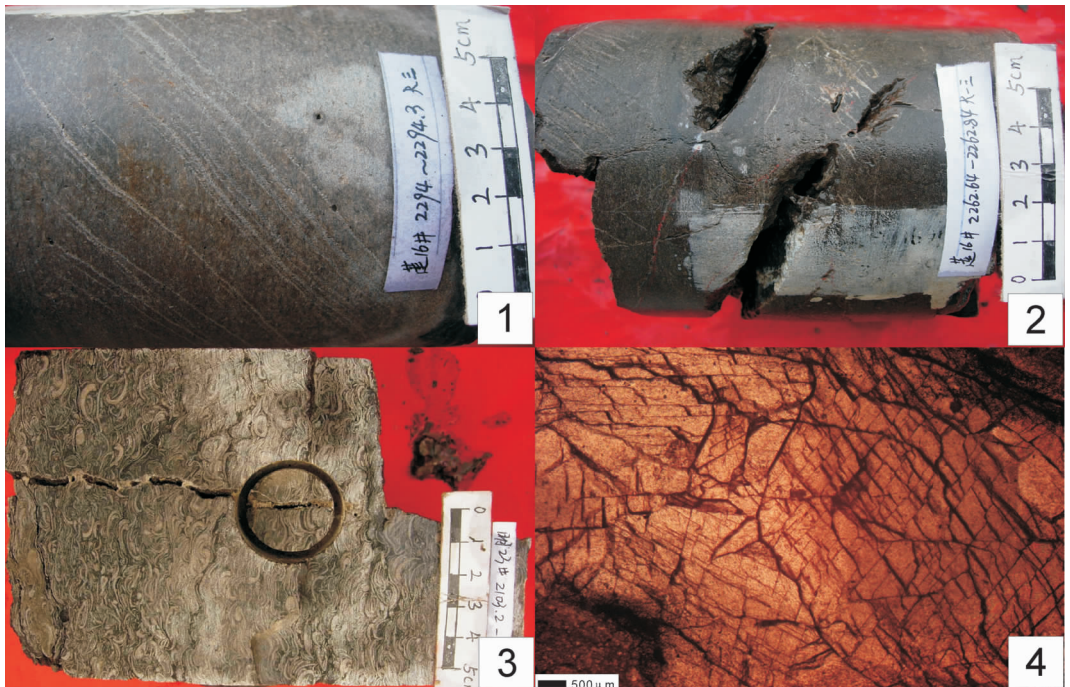


图 3 文井—明月地区大安寨段主要储集空间宏观及微观照片

- 1—Lc16 井、2294~2294.3 m, 泥晶灰岩中含孤立针孔; 2—Lc16 井 2262.64~2262.84 m, 介壳灰岩中发育溶蚀扩大裂缝、洞, 微充填, 缝面粗糙不平, 宽约 1 cm; 3—M23 井 2103.2~2103.4 m, 深灰色介壳灰岩中见方解石微充填直立缝; 4—M18 井 9 号 (-) 2044.98 m 结晶介壳灰岩, 发育大量的方解石解理缝

Fig.3 Macro-microscopic photo of main reservoir space in Daanzhai segment layer of Mingyue-Wenjing area
 1-Lc16 2294~2294.3 m, isolated needle-like pore in micritic limestone. 2-Lc16 2262.64~2262.84 m, corrosion pore filled with calcite in shell limestone, 1 cm in width. 3-M23 2103.2~2103.4 m, a fracture filled with calcite in shell limestone.
 4-M18 2044.98 m crystallized shell limestone with the development of many calcite cleavages

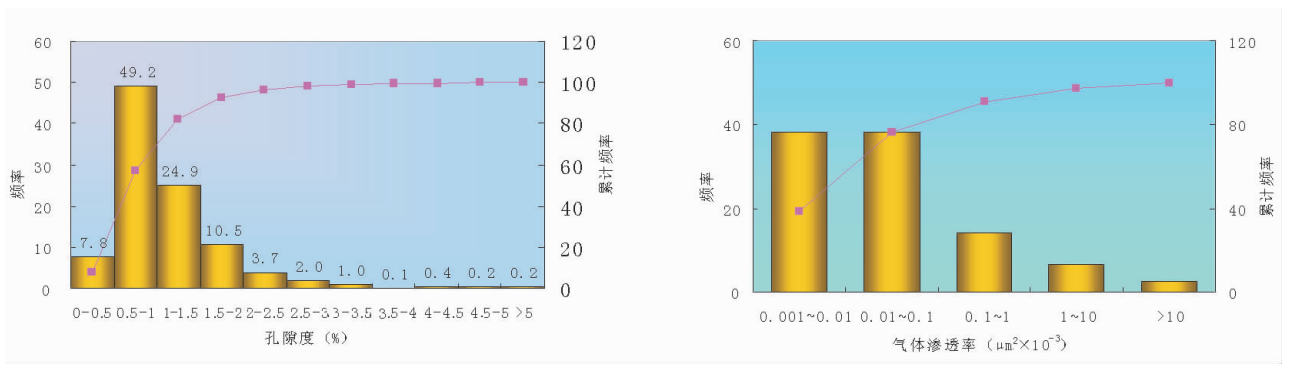


图4 文井-明月地区大安寨油藏孔隙度、渗透率统计分布直方图
 Fig.4 Statistic histogram showing the distribution of reservoir porosities and permeabilities in Daanzhai segment layer of Mingyue-Wenjing area

值仅为 1.11%，主要集中在 0.5%~1.5%，占样品总数的 74.1%；无裂缝样品的基质渗透率极低，一般 $<0.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，但具有裂缝样品的渗透率最大可达 $346 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ，平均为 $1.55 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (图 4)。综上所述，可以认为该区大安寨灰岩为超低孔渗的储层^[9]。

虽然区内大安寨段岩石基质渗透率很低，但是裂缝的存在为各种孔隙的沟通提供了良好的条件，并在区内形成了一批日产原油达 10 t 以上的高产油井。由此可见裂缝对储层渗流能力的提高非常明显。

此外，从其孔渗关系图来看 (图 5)，研究层段在超低孔低渗的情况下，两者不具有明显的正相关性，说明研究层段内储层的孔隙度并不随渗透率的变化而变化。其孔渗关系图呈明显的两个区域分布，表明大安寨段的储层空间主要由两类储集空间组成，即第一区域的裂缝性储集空间和第二部分的孔隙性储集空间，是典型的低孔隙度-裂缝型复杂储层^[9]。

4 储层的分布

勘探及研究表明，四川盆地大安寨段储层的分布主要受到介壳灰岩厚度的影响，其发育区就是有利储层的分布区^[2-3]。根据区内 30 余口井统计，其介壳灰岩主要发育在明 25 井—明 4 井一带，累计厚度一般大于 24 m；其次在文 2 井—文 15 井一线，介壳灰岩的累计厚度为 20 m (图 6)。这两个灰岩发育区块如有裂缝的发育，则常构成良好的储层，形成高产井。

5 影响因素

川中大安寨段储层特征及分布主要受到沉积和构造作用的影响。

5.1 沉积相的影响

沉积对物性的影响宏观上是通过沉积微相来实现的^[4]。沉积微相直接或间接地影响着储集体的时空展布、成岩作用和油气运移、聚集成藏的规律^[5]。

大安寨期间，文井—明月处于一大型湖泊的滨浅湖与半深湖的过渡地带，在明 25 井—明 24 井一线是滨浅湖高能介壳灰岩的发育区，也是大安寨段储集体发育的有利地区。其岩相的展布对大安寨段孔、洞、缝的发育起着直接的控制作用，裂缝和次生溶蚀孔洞主要分布在介屑滩及介壳滩与滩间洼地的岩相组合中^[6]。

5.2 构造作用的影响

川中大安寨的介壳灰岩岩性较纯、性脆。在喜山期构造作用的影响下致使介壳灰岩发生破碎，形成较多的高角度构造缝和方解石解理缝。其裂缝发育带在地震 seis-log 剖面中常常表现为高速背景下的低速带及扭曲带。通过地震裂缝识别发现这些裂缝在构造的转折端和背斜的轴部相对发育 (图 1)。

综上所述，研究区大安寨地层在沉积相和构造的共同作用下，裂缝的发育主要在构造相对变形区与有利沉积相带 (介壳滩) 的叠合部位。而这些区域也是有利储集带的相对发育区。

6 结论

总的说来，大安寨储层具有以下 3 个特点：

(1) 文井—明月区块大安寨油藏的孔隙度和渗透率较低，仅就岩块基质孔隙度和渗透率而言，属非储层范畴；但在有裂缝的配合下可形成特低孔—裂缝型储层。

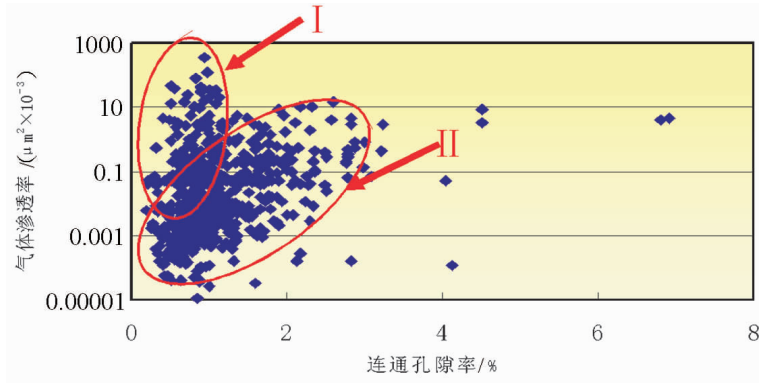


图 5 文井—明月地区大安寨油藏孔渗关系图

Fig.5 Pore relationship diagram of the reservoir in Daanzhai segment layer of Mingyue-Wenjing area

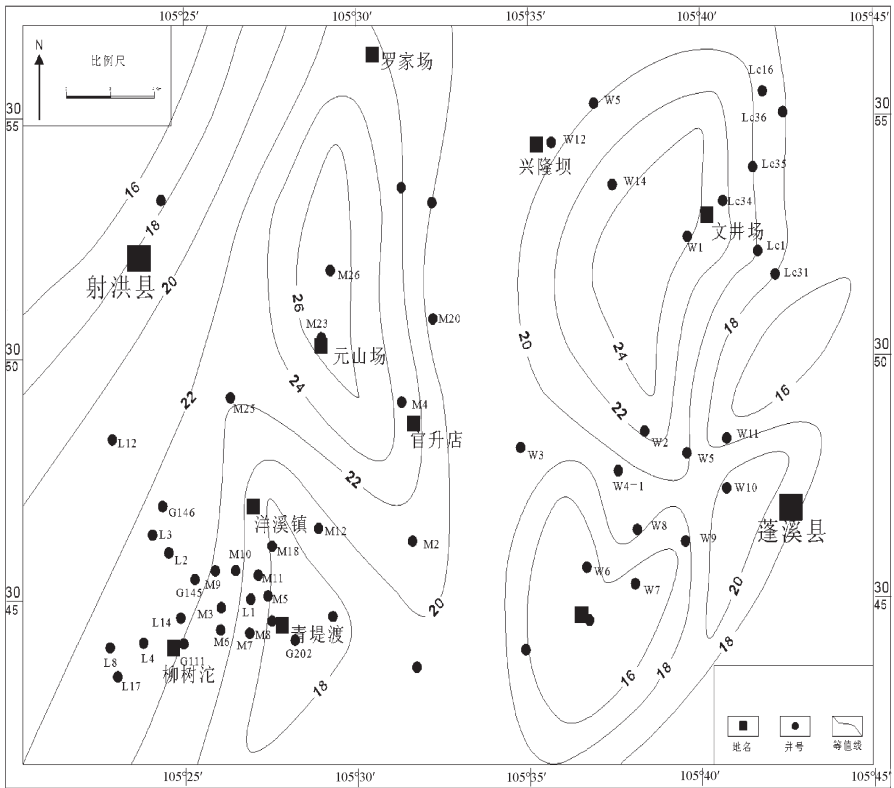


图 6 文井—明月地区大安寨段介壳灰岩图

Fig.6 Coquinoid limestone diagram of Daanzhai segment layer of Mingyue-Wenjing area

(2)大安寨油藏的储集空间主要为喜山期的构造作用形成的裂缝, 以及后期建设性成岩作用沿裂缝所形成的溶蚀孔、洞、缝。

(3)储层的发育受到沉积相和构造作用的控制。滨浅湖高能介壳滩是储层发育的最有利相带, 这些相带在喜山期构造用形成的裂缝配合下才能构成具有工业产能的储层。

参考文献(References):

[1] 胡宗全, 童孝华, 王云诚, 等. 川中大安寨段灰岩裂缝分形特征及孔隙结构模型[J]. 成都理工大学学报, 1999, 26(1):31-33.
 Hu Zongquan, Tong Xiaohua, Wang Yuncheng, et al. The fractal feature of limestone fracture and pore configuration pattern in Daanzhai section layer of middle part of Sichuan Basin[J]. Journal of Chengdu University of Technology, 1999, 26(1):31-33 (in Chinese)

- with English abstract).
- [2] 刘殊, 许红梅. 四川大安寨段薄层灰岩尤其富集预测 [J]. 中国石油勘探, 2001, 6(2):44-50.
Liu Shu, Xu Hongmei. The thin bedded limestone and enrichment forecast in Daanzhai section layer of Sichuan [J]. China Petroleum Exploration, 2001, 6(2):44-50 (in Chinese).
- [3] 赵辉, 司马立强. 川中大安寨裂缝评价及储层差能预测方法[J]. 测井技术, 2008, 32 (3):277-280.
Zhao Hui, Sima Liqiang. The fracture evaluation and reservoir forecast measure in Daanzhai section layer of middle part of Sichuan Basin [J]. Logging Technology, 2008, 32 (3):277-280 (in Chinese with English abstract).
- [4] 谢继容, 唐大海, 陈洪斌, 等. 川中高山庙油田沙一段油藏储层特征研究[J]. 成都理工大学学报(自然科学版), 2004, 31(4):368-374,
Xie Jirong, Tang Dahai, Chen Hongbin, et al. The oil reservoir characteristics reserch in Shayi layer of Gongshanmiao oil field of middle part of Sichuan Basin [J]. Journal of Chengdu University of Technology (Science Version), 2004, 31 (4):368-374 (in Chinese with English abstract).
- [5] 唐大海. 川中东部侏罗系凉高山组储层特征研究 [J]. 天然气勘探与开发, 2000, 23(4):25-29.
Tang Dahai. The reservoir characteristics reserch Lianggaoshan layer of Jurassic in the east of center of Sichuan Basin [J]. Natural Gas Exploration and Development, 2000, 23(4):25-29 (in Chinese).
- [6] 黎从军. 川北柏垭地区大安寨—亚段储渗体特征及油气分布[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(1):81-83.
Li Congjun. The reservoir seepage body characteristics and fluid distribution of Daanzhai NO.1 subsegment in Boya area of the north of Sichuan[J]. Oil and Gas Geology, 2002, 23, (1):81-83 (in Chinese).
- [7] 陈德元, 谭成仟. 基于岩性划分的渗透率预测模型研究[J]. 地球科学与环境学报 2007, 29(2):158-161.
Chen Deyuan, Tan Chengqian. The reserch that is based on the permeability forecasting pattern of lithology classify[J]. Earth Science and Environment Paper, 2007, 29 (2)158-161 (in Chinese with English abstract).

A study of the reservoir of Da'anzhai Member in Wenjing-Mingyue area of Sichuan Basin

XIE Lin¹, WANG Xing-zhi¹, ZHANG Fan¹, LUO Yong-hong², QIU Wen-bin², ZHANG Wei¹

(1. School of Resources and Environment, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, Sichuan, China; 2. Central Sichuan Oil & Gas Field, Petrochina Southwest Oil & Gas Filed Co., Ltd., Suining 629000, Sichuan, China)

Abstract: The Da'anzhai Member in Wenjing-Mingyue area is the major oil-producing horizon in central Sichuan, where the reservoir has apparent peculiarity and the reservoir rocks are mainly composed of shell limestone and muddy shell limestone. At the same time, the primary pores have died out because of the impact of intense compaction and cementation, but in the shell limestone, tectonic action in Xi'shan period created some structural fractures, in which a small number of dissolved pores and holes occurred during late dissolution. These structural fractures together with laminar fractures and calcite cleavages in rocks compose the chief reservoir space and percolating passage in Da'anzhai reservoir. In the study area, the reservoir is characterized by typical extremely low porosity-fracture, and the distribution of the reservoir is chiefly affected by the sedimentary facies and the development extent of fractures.

Key words: central Sichuan; Da'anzhai Member; reservoir; affecting factors

About the first author: XIE Lin, male, born in 1981, master, specializes in sedimentology and reservoir geology; E-mail: xiaolin811022@163.com.