文章编号:1009-3850(2013)04-0040-06

重庆北碚地区下侏罗统自流井组大安寨段沉积特征

朱松柏,文 涛,徐邦炎,金 沁

(西南石油大学资源与环境学院,四川 成都 610500)

摘要:大安寨段介壳灰岩作为四川盆地主要的非常规产油层 岩性及沉积特征较为特殊。通过野外露头观察及岩石 薄片、铸体薄片、扫描电镜等分析手段,对重庆北碚地区下侏罗统自流井组大安寨段的沉积特征进行了系统分析。 结果表明:重庆北碚地区侏罗系大安寨段岩性复杂,以亮晶介壳灰岩、粉晶白云岩、泥质介壳灰岩和泥页岩为主,次 为生屑云岩和砂屑灰岩。大安寨段属受陆源碎屑影响明显的湖相碳酸盐岩沉积,可划分出滨浅湖亚相及高能介壳 滩、高能砂屑介壳滩、滩间洼地、低能介壳滩等多个微相。其中,高能砂屑介壳滩水动力条件强、原生孔隙较发育。 虽受埋藏成岩作用影响而使原生孔隙消耗殆尽,但后期溶蚀作用和构造作用改造仍可形成特低孔、低渗的非常规碳 酸盐储层。

关 键 词: 北碚地区; 大安寨段; 介壳灰岩; 滨浅湖 中图分类号: TE122.2 文献标识码: A

四川盆地下侏罗统自流井组大安寨段介壳灰 岩广泛发育,介壳灰岩油藏的勘探历程已逾50 年^[19]。但鉴于其岩性致密、分布及成藏机理复杂 等问题 目前大安寨段油藏勘探主要集中于川中地 区^[10,11]。近年来,随着连续型成藏理论、超微观孔 隙分析技术等非常规油藏研究的不断深入 ,为介壳 灰岩储层的全面、系统认识提供了条件,大安寨段 介壳灰岩可作为典型非常规碳酸盐岩储层开展研 究^[12-21]。针对四川盆地大安寨段的沉积储层特征, 前人做了大量研究并取得一定认识 但是对重庆地 区大安寨段的研究涉及甚少;作为高校野外教学实 习基地,重庆北碚地区大安寨段的研究具重要意 义。本次通过野外露头观察及岩石薄片、铸体薄 片、扫描电镜等手段对目的层段岩性及沉积特征进 行系统研究,以期查明该区大安寨段的沉积特征, 并为今后相关研究提供借鉴。

1 研究区地质背景

重庆北碚地区位于四川盆地东部 构造上位于

川东褶皱带,整体构造呈北东-南西走向,东西两侧 为七跃山及华蓥山深大断裂所限,其西与川中隆起 毗邻,北与大巴山台缘褶皱带相邻,南西与川南低 褶带相接,整体变形比较强烈(图1)。研究区域是 在浅变质岩系的基底上,经晋宁运动以后开始沉积 盖层,古生代为斜坡,中生代为印支古隆起,经喜马 拉雅运动改造形成如今的构造面貌。区块内发育 观音峡背斜(华蓥山大背斜南西端的分支)、温鼻峡 背斜、铜锣峡背斜等构造^[22]。

本次重点研究区位于北碚天府镇大坝沟至胡 家沟之间,其间露头发育相对较好。大安寨段出露 地层厚约30m,下伏地层未见底,上覆地层渐变为过 渡层及凉高山组砂泥岩地层(图2)。

2 岩石学特征

研究区下侏罗统自流井组大安寨段岩性以灰 白色、黄灰色粉晶介壳灰岩、粉晶白云岩夹灰色泥 质介壳灰岩和灰绿色泥页岩为主,次为生屑云岩、 砂屑介壳灰岩及含生屑砂屑灰岩(图3)。

收稿日期: 2013-09-01; 改回日期: 2013-09-04

^{&#}x27;通讯作者: 冯明友(1981-), 男, 讲师, 西南石油大学资源与环境学院。E-mail: fmyswpu@163. com

基金项目: 四川省教育厅面上项目(11ZB016)及西南石油大学第十二期课外开放实验基金资助



图 1 四川盆地构造纲要与研究区地理及构造位置图 1. 岩石圈深大断裂; 2. 地壳深大断裂; 3. 盖层深大断裂; 4. 盆地范围; 5. 研究区

Fig. 1 Tectonic outline of the Sichuan Basin and location of the Da'anzhai member in the Beibei district , Chongqing

1 = lithospheric deep faults; 2 = crustal deep faults; 3 = superficial deep fault; 4 = extent of the basin; 5 = study area

粉晶介壳灰岩主要分布在中部及中上部(第12 和13 层),是该地区主要的岩石类型(图3A、E、F), 灰岩中方解石含量为80%~90%,白云石极少;介 屑含量60%~85%,主要为浅水的单一双壳(瓣腮) 类,腹足与介形虫较少;介屑颗粒间被粒状方解石 胶结。介壳局部被铁白云石化。

泥晶介壳灰岩主要分布于第1层和9层,方解 石含量80%~85%,白云石含量5%左右,泥质含量 10%~15%;介壳颗粒含量50%~65%,介壳间以 泥晶方解石充填为主(图3B)。这类岩石可形成一 定数量的微裂隙,后期溶蚀可加大扩张,形成差的 储层。泥质介壳灰岩发育于第2~7层,方解石含量 50%~60%,白云石含量小于10%,泥质含量30% ~40%,介壳含量40%~45%,介壳颗粒保存较为 完整,其间主要被泥质和泥晶方解石充填(图3H)。

砂屑介壳灰岩及含生屑砂屑介壳灰岩主要分 布在中部及中下部(第8层及第11层),砂屑含量 55%~75%,磨圆中等-较好,排列紧密,含有生物碎 片,生物主要为瓣腮类,腹足,有孔虫较少,粒间被 含铁白云石胶结(图3G、图3I)。泥页岩主要呈灰 黄色-灰绿色,薄层状水平层理发育,含一定数量有 机质,局部含有个体完整的介壳(图3C)。此类岩 石形成于浅湖区水动力较弱的安静沉积环境中。

3 沉积环境分析

早侏罗世大安寨期,四川盆地周边属典型的温 暖潮湿气候条件下的大型内陆湖泊沉积环境。大 安寨段总体为一湖盆-极盛-收缩的完整湖侵湖退旋 回,平面上沉积相带呈不对称环形分布。研究区在 大安寨时期受南部物源影响明显,位于湖盆东南端 (大安寨段沉积中心的西南侧),总体属较有利于介 壳灰岩堆积的滨浅湖与浅湖相带。

北碚地区在早侏罗世大安寨时期主要为滨浅 湖亚相沉积环境,位于洪水期和平均湖平面之间, 水动力较强、介壳壳厚体大、属氧化-弱还原沉积,可 划分为高能砂屑介壳滩、低能砂屑介壳滩、滩间洼 地、生屑滩与洼地间互沉积4个微相。

3.1 高能砂屑生屑滩

受波浪和潮汐控制形成的高能沉积,垂向上单 层厚度较大(可达2~5m)、平面上分布不规则,横 向连续性较差。主要由砂屑及介壳颗粒堆积而成, 颗粒间由亮晶胶结。该相带中波纹层理、平行层理 较发育。该相带水体较浅、动力极强,受陆源碎屑 影响,砂屑颗粒分选、磨圆度相对较高。

3.2 低能砂屑生屑滩

该环境受波浪和潮汐影响较弱,主要形成含泥 质或泥晶的介壳灰岩或颗粒灰岩;纵向上单层厚度 不大(20cm至1m),可由多个含泥页岩薄层叠加而 成,形成不规则低能介屑滩复合体。

3.3 滩间洼地

沉积水体相对安静,沉积物以细粒为主,主要 为含有生屑的暗色泥页岩、深灰绿色泥岩夹薄层泥 质介壳灰岩,生物保存完整,泥质局部含有黄铁矿。

3.4 滩与洼地间互沉积

该相带处于滩体与洼地之间的过渡带,水动力 介于滩体与洼地之间,主要沉积颜色较深的中厚层 状介壳灰岩和深灰色钙质页岩,页岩中含有生介 壳。亦可称为"生屑滩夹滩间洼地"。

4 沉积模式及油气关系

根据四川盆地的沉积背景,通过野外露头观察 及取样分析表明,北碚地区早侏罗世大安寨时期总 体属受陆源碎屑影响的碳酸盐滨浅湖沉积。沉积 环境由滩间洼地(图4a)和滩体与洼地过渡带(图 4b)环境逐渐演化至高能滩体相(图4c),直至过渡 层段的滨湖砂泥坪相。区内大安寨段第1~7 层为 灰白色中层至厚层状介壳灰岩与灰黄色泥页岩互层,

-	地层系统				分层	分层厚度、	累计厚度	岩性剖面	沉积特征简述	野外及 箱下昭片	沉 积 旋 回	沉积相		相
<u></u>	筑	<u>- 2</u> 且	▶ 过渡层段	J _i g	亏 14	(m) 30 (未见项)	(m) 60.43		过渡层段的泥岩,陆源碎 屑的注入。地形上表现为 负地貌,上部地层底见瘤 状灰岩			砂泥坪	业相 滨 湖	个日
		白			13	5.0	30.43		灰白色亮晶介壳灰岩,介 壳灰岩的介壳颗粒向上逐 渐变细			高能介壳滩		湖
侏	주		大		12	5.0	25.43		上部为灰黄色泥页岩夹薄层 状介壳灰岩,介壳灰岩的介 壳颗粒向上逐渐变细下部为 灰白色介壳灰岩、粉晶灰岩			滩间洼地 高能介吉	滨	
要					11	1.35	20.43		《上部为黄灰巴泥贝岩下部为 泥质灰岩、铁白云石胶结粉 晶砂屑介壳灰岩			滩	浅	泊
2					10	1.25	19.08		灰黑色泥晶介壳灰岩向上为 灰绿色泥岩			L IT	湖	
系	统	井	安寨	J ₁ dn	9	4.08	17.58		灰白色铁白云石胶结砂屑介 壳灰岩夹泥页岩,灰岩厚度 向上逐渐减薄	9		低能砂屑介壳滩		
		组	段		8	8.0	13.5		灰白色-灰黄色块状含生屑砂 屑灰岩,上部为灰绿色薄层 状泥岩,泥岩中夹薄层介壳 灰岩			滩间洼地 高能砂屑介壳滩		相
					7	0.49	5.05		泥质介壳灰岩上部 泥岩	No the first	\square	佂		
					$ \begin{array}{r} 6 \\ 5 \\ 4 \\ 3 \\ 2 \\ 1 \end{array} $	1.06 0.79 0.37 0.48 0.68 1.18	4.56 3.5 2.71 2.34 1.86 1.18		 20.0017元火石 24.052 25.052 25.052 介壳灰岩向上为泥岩 泥晶灰岩向上为泥岩 泥晶灰岩向上为泥岩 泥-粉晶介壳灰岩夹泥岩 灰白色介壳灰岩向上为黄褐色泥页岩 		2/13 2/13	低能滩夹滩间洼地	浅湖半深湖	
	-		- 1			2		3			4 33 4		7	

图 2 重庆北碚大安寨段大坝沟剖面沉积相综合柱状图

1. 泥岩; 2. 页岩; 3. 泥晶灰岩; 4. 泥质灰岩; 5. 介壳灰岩; 6. 泥质介壳灰岩; 7. 含生物云质砂屑灰岩

Fig. 2 Sedimentary facies column in the Dabagou section ,Beibei ,Chongqing

1 =mudstone; 2 =shale; 3 =micritic limestone; 4 =muddy limestone; 5 =shell limestone; 6 =muddy shell limestone; 7 =dolomitic-sandy limestone with organisms



图 3 研究区野外露头宏观及微观照片图版

A. 灰绿色泥页岩夹中层状泥质介壳灰岩 反映沉积水体相对安静沉积物以细粒为主; B. 黄灰色泥页岩与中层状介壳灰岩互层 "泥岩中有个别 保存较完整的生物介壳 "反映水体能量中等; C. 厚层-块状亮晶介壳灰岩 "反映水体动能极强 ,向上介壳颗粒逐渐变细; D. 浅色薄-中层含生物白 云质砂屑灰岩与灰绿色泥页岩互层; E. 粉晶介壳云岩(蓝色为茜素红 + 铁氰化钾染色 ,下同) "F. 灰褐色介壳灰岩; G. 砂屑介壳灰岩; H. 泥质介 壳灰岩 ,介壳被铁白云石化; I. 砂屑生屑云岩

Fig. 3 Macroscopic and microscopic examination of the field outcrops in the Da'anzhai member in the Beibei district, Chongqing A. Greyish green mudstones and shales intercalated with medium-bedded muddy shell limestone; B. Interbeds of yellowish grey mudstones and shales and medium-bedded shell limestone; C. Thick-bedded to massive sparry shell limestone; D. Interbeds of light-colored thin-to medium-bedded dolomitic calcarenite and greyish green fine-grained mudstones and shales; E. Silty shell limestone; F. Greyish brown shell limestone; G. Sandy shell limestone; H. Muddy shell limestone; I. Sandy-bioclastic dolostone





Fig. 4 Vertical sequences of the sedimentary microfacies and lithologic associations in the Da'anzhai member in the Beibei district , Chongqing

a. Littoral-shallow lake high-energy sandy-bioclastic bank; b. Littoral-shallow lake interbank depression; c. Littoral-shallow lake bioclastic bank interbedded with interbank depression; d. Littoral-shallow lake low-energy sandy-bioclastic bank 反映湖水相对较深;之后湖盆抬升,水体变浅,形成 第8~11 层的浅湖亚相砂屑滩和滩间洼地含生物的 砂屑灰岩(图4d);随后湖平面变得更浅,形成了第 12 和13 层的块状亮晶介壳灰岩,滩体总厚度占该 剖面总厚度的42.7%,总体经历一个较完整的湖侵-湖退旋回,其沉积模式如图5 所示。

区内高能-较高能砂屑介壳滩环境储层发育,其 中亮晶介壳灰岩脆性较好,在构造作用下易产生裂缝,在后期成岩作用综合影响下,易形成较好储层。 储层构造缝为主要储集空间类型,次为粒间溶孔、晶 内溶孔、晶间孔、粒内溶孔和生物铸模孔。滩间洼地 等正常泥页岩可作为良好生油岩。因此,区内大安 寨浅湖滩间洼地烃源岩与层内介壳灰岩储层可有效 搭配,形成良好的自生-自储型碳酸盐储层,滨浅湖 高能砂屑介壳滩具有较大勘探潜力。



图 5 重庆北碚地区侏罗系大安寨段沉积模式图

1. 砂岩; 2. 生屑灰岩; 3. 砂屑灰岩; 4. 泥质介壳灰岩; 5. 砂屑云岩; 6. 砂屑生屑灰岩; 7. 泥晶灰岩; 8. 泥岩; 9. 页岩; 10. 生屑滩

Fig. 5 Sedimentary model for the Da'anzhai member in the Beibei district , Chongqing

1 = sandstone; 2 = bioclastic limestone; 3 = sandy limestone; 4 = muddy shell limestone; 5 = sandy dolostone; 6 = sandybioclastic limestone; 7 = micritic limestone; 8 = mudstone; 9 = shale; 10 = bioclastic bank

5 结论

(1)重庆北碚地区侏罗系自流井组大安寨段岩 性以灰色亮晶介壳灰岩、粉晶白云岩、砂屑云岩夹灰 色泥质介壳灰岩和灰绿色泥页岩为主。

(2)北碚地区大安寨段形成于受陆源碎屑影响 的滨浅湖亚相环境,主要发育高能砂屑介壳滩、低能 砂屑介壳滩、滩间洼地、生屑滩与洼地间互等沉积微 相,高能砂屑介壳滩为有利于储层发育的主要相带。

参考文献:

- [1] 强子同 杨植江,王建民,等.大安寨灰岩的成岩作用与成岩圈 闭[J].地球化学,1981,10(3):232-241.
- [2] 张继铭,黄鉴平.四川盆地碳酸盐岩油气田[J].天然气勘探与 开发,1984(4):20-23.
- [3] 中国石油地质志(卷十)四川油气区[M].北京:石油工业出版 社,1989.
- [4] 童崇光.四川盆地构造演化与油气聚集[M].北京:地质出版 社,1992.
- [5] 李耀华. 川中金华油田大安寨段介壳灰岩储集空间演化与油

气关系[J]. 成都理工学院学报,1996 23(增刊): 42-49.

- [6] 郑荣才,刘文均,李安仁.川北下侏罗统自流井组大安寨段灰 岩非常规储层包裹体研究[J].地质论评,1997,43(5):515 -523.
- [7] 洪庆玉,蓝光志.川中大安寨段储层的沉积学研究[M].成都: 电子科技大学出版社,1997.5-9.
- [8] 刘殊,许红梅.四川大安寨段薄层灰岩油气富集区预测[J].中 国石油勘探 2001 β(2):44-50.
- [9] 王当奇.对川北地区大安寨段沉积环境及找油意义的认识 [J].石油实验地质,1983 5(3):171-176..
- [10] 谢林,王兴志,张帆,等.四川盆地文井-明月地区大安寨段储 层研究[J].中国地质 2010,37(5):1394-1398.
- [11] 倪超,郝毅,厚刚福,等.四川盆地中部侏罗系大安寨段含有 机质泥质介壳灰岩储层的认识及其意义[J].海相油气地质, 2012,17(2):15-56.
- [12] 贾承造, 49才能, 李建忠, 等. 中国致密油评价标准、主要类型、基本特征及资源前景[J]. 石油学报, 2012. 33(3): 343-351.
- [13] 蒋裕强,漆麟,邓海波,等.四川盆地侏罗系油气成藏条件及 勘探潜力[J].天然气工业 2010 30(3):22-26.
- [14] 李军,陶士振,汪泽成,等.川东北地区侏罗系油气地质特征 与成藏主控因素[J].天然气地球科学,2010,21(5):732 -741.
- [15] 梁狄刚,冉隆辉,戴弹申,等.四川中北部侏罗系大面积非常 规石油勘探潜力的再认识[J].石油学报,2011,32(1):8 - 17.
- [16] 廖群山,胡华,林建平,等.四川盆地川中侏罗系致密储层石 油勘探前景[J].石油与天然气地质,2011,32(54):815 -838.
- [17] 邹才能 陶士振 侯连华 筹.非常规油气地质[M].北京:地质 出版社 2013.1-120.
- [18] 邹才能 朱如凯 吴松涛 等. 常规与非常规油气聚集类型、特征机理及展望——以中国致密油和致密气为例 [J]. 石油学报 2012 33(2):174-187.
- [19] DEWHURST D N ,JONES R M ,RAVEN M D. Microstructural and petrophysical characterization of Muderong Shale: application to top seal risking [J]. Petroleum Geoscience ,2002 ,8: 371 - 383.
- [20] NELSON P H. Pore-throat sizes in sandstone tight sandstones and shales [J]. AAPG Bulletin 2009 93(89): 329 - 340.
- [21] NORDENG S. H. The Bakken petroleum system: an example of a continuous petroleum accumulation [J]. DMR Newsletter ,2009, 36(1):19-22.
- [22] 廖太平 胡明. 重庆天府地区地质考察指南[M]. 北京: 石油工 业出版社 2008.

Sedimentary characteristics of the Da'anzhai member of the Lower Jurassic Ziliujing Formation in the Beibei district , Chongqing

ZHU Song-bai , WEN Tao , XU Bang-yan , JIN Xin

(College of Resources and Environments, Southwest Petroleum University, Chengdu 610500, Sichuan, China)

Abstract: The shell limestones from the Da'anzhai member occur as the unconventional source rocks in the Sichuan Basin. A detailed study of sedimentary characteristics of the Da'anzhai member of the Lower Jurassic Ziliujing Formation in the Beibei district , Chongqing is presented on the basis of field outcrops , thin sections , cast sections and scanning electron microscopy (SEM). Lithologically , the Da'anzhai member of the Lower Jurassic Ziliujing Formation dominantly consists of sparry shell limestone , silty dolostone , muddy shell limestone , and mudstone and shale , with subordinately bioclastic dolostone and sandy limestone deposited in the siliclastic-dominated lacustrine carbonate sedimentary environments. The sedimentary subfacies and microfacies include littoral-shallow lake subfacies , and high-energy shell bank , high-energy sandy shell bank , interbank depression and low-energy shell bank microfacies. Of which the high-energy sandy shell bank has highly hydrodynamic conditions , and well-developed primary porosities. In spite of the disappearance of the primary porosities by burial diagenesis , the paulopost erosion and tectonism may still facilitate the generation of unconventional carbonate reservoirs with extraordinarily low porosity and low permeability.

Key words: Beibei district; Da'anzhai member; shell limestone; littoral-shallow lake