

# 巴喀油田下侏罗统八道湾组储层特征及评价

陈华胜<sup>1</sup>, 彭立才<sup>2</sup>, 魏久传<sup>1</sup>, 谢道雷<sup>1</sup>

(1. 山东科技大学 地球科学与工程学院, 山东 青岛 266590; 2. 清华大学 地震波勘探开发研究所, 北京 100084)

**摘要:**通过岩石薄片、铸体薄片观察等方法,对巴喀油田下侏罗统八道湾组储层进行岩石学特征、储集空间类型、物性特征等研究,并对八道湾组储层进行综合分类评价。结果表明,八道湾组储层以长石岩屑砂岩和岩屑砂岩为主;孔隙类型包括粒内溶孔、剩余粒间孔、基质微孔和微裂缝;储层平均孔隙度5.9%,平均渗透率 $0.40 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,属特低孔、特低渗储层。结合孔渗关系曲线及含气性等参数,将研究区储层划分为三种类型,其中I、II类为有效储层,III类为非储层,以II类储层为主。

**关键词:**巴喀油田;下侏罗统;储层特征;储层评价

中图分类号: TE122.2

文献标志码: A

文章编号: 1672-3767(2014)02-0034-06

## Reservoir Characteristics and Evaluation of Badaowan Formation of Lower Jurassic in Baka Oilfield

Chen Huasheng<sup>1</sup>, Peng Licai<sup>2</sup>, Wei Jiuchuan<sup>1</sup>, Xie Daolei<sup>1</sup>

(1. College of Earth Sciences & Engineering, Shandong University of Science and Technology, Qingdao, Shandong 266590, China; 2. Institute of Seismic Exploration and Development, Tsinghua University, Beijing 100084, China)

**Abstract:** In analyzing the conventional rock sections and casting slices, the lithology characteristics, reservoir space feature, and physical property of Badaowan formation of Lower Jurassic in Baka oilfield were studied to explain the comprehensive classification evaluation. The findings include the following: Badaowan Formation are mainly debris-feldspar and feldspar-debris sandstone; the main types of sandstone pore are intragranular dissolved pore, remainder intergranular pore, matrix pore and microfissure; the average porosity and average permeability are 5.9% and  $0.40 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  respectively, thus the reservoir is extremely low in porosity and permeability. In term of porosity, permeability, gas potential and other parameters, the sand reservoir can be divided into three types, that is, I and II (effective reservoirs) and III (bad reservoir), while the reservoir are mainly of type II.

**Key words:** Baka Oilfield; lower Jurassic; reservoir characteristics; reservoir evaluation

巴喀油田下侏罗统八道湾组(J<sub>1</sub>b)气藏为巴喀油田的主力气藏之一<sup>[1-2]</sup>。王国亭等<sup>[3]</sup>研究认为J<sub>1</sub>b受地层早期快速埋藏的影响,纯机械压实作用对孔隙度减小影响很大,其次为压实和胶结综合作用;溶蚀作用在一定程度上改善了孔隙空间。吴俊红等<sup>[4]</sup>认为J<sub>1</sub>b沉积体系主要为辫状河沉积体系,沉积亚相为辫状河三角洲平原,微相可划分为辫状河道、废弃河道、泛滥平原、河漫沼泽4种沉积微相。但随着勘探开发的不断深入,如何客观认识J<sub>1</sub>b储层的储集空间演化规律、对不同类型储层进行合理评价等仍是研究的重点。因此,建立更符合J<sub>1</sub>b致密储层特征的储层评价指标,形成该区J<sub>1</sub>b超致密储层成熟评价技术,将有助于深入认识

收稿日期: 2013-01-15

作者简介: 陈华胜(1990—),男,河南周口人,硕士研究生,主要从事资源、环境与经济方面的研究。

E-mail: chenhuasheng3@126.com

彭立才(1967—),男,安徽庐江人,高级工程师,主要从事沉积储层及油气资源评价方面的研究,本文通信作者。

E-mail: penglicai@mail.tsinghua.edu.cn

该区储层岩性特征、储集空间类型及物性特征,为确定有利储层发育区提供依据。

本次研究通过岩石薄片、铸体薄片观察等手段,结合储层岩性、储集空间类型、物性特征研究,探讨巴喀油田  $J_1b$  砂岩储层特征,并对  $J_1b$  砂岩储层进行综合评价<sup>[5-6]</sup>。

### 1 研究区地质概况

巴喀油田位于新疆鄯善县境内,构造位置处于吐哈盆地台北凹陷北部山前带中段柯柯亚构造带上,位于吐鲁番盆地台北凹陷鄯善弧形背斜带最西端,为一受强烈压实作用且被断层复杂化的长轴背斜构造<sup>[7-9]</sup>(图 1)。 $J_1b$  主要为辫状河三角洲和湖相沉积,辫状河三角洲平原及前缘分流河道为主要储集砂体。 $J_1b$  整体为致密沉积,但仍发育多套非均质性很强的裂缝-孔隙型以及部分孔渗性较高储层,表明其具备形成气田的良好储层条件。本次研究将  $J_1b$  地层自上而下划分为三个砂层组,分别为  $J_1b_1$ ,  $J_1b_2$ ,  $J_1b_3$ 。其中,  $J_1b_1$  又划分为  $J_1b_1^1$ ,  $J_1b_1^2$ ,  $J_1b_1^3$  三个小层;  $J_1b_2$  划分为  $J_1b_2^1$ ,  $J_1b_2^2$ ,  $J_1b_2^3$ ,  $J_1b_2^4$  四个小层。

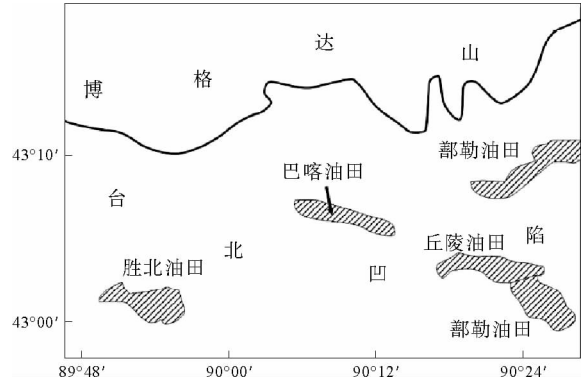


图 1 巴喀油田研究区位置<sup>[10]</sup>

Fig. 1 Research location of Baka oilfield

### 2 储层岩性特征

据岩心观察以及岩石薄片鉴定结果,按照 Folk<sup>[11]</sup> 的砂岩分类方案,巴喀油田  $J_1b$  岩石类型以长石岩屑砂岩和岩屑砂岩为主<sup>[12]</sup>,岩屑含量较高,石英含量较低,沉积物颗粒分选中一好,以次棱角状为主,砂岩成分成熟度和结构成熟度低。

$J_1b$  储层碎屑组分中,石英含量为 22.6%~34.1%,平均 28%;长石含量为 9.4%~25%,平均 20.2%,主要为斜长石,其次为钾长石;岩屑含量为 31.9%~62.7%,平均 51.8%,主要为长石岩屑砂岩、岩屑砂岩;填隙物含量较低,以粘土杂基和方解石、菱铁矿为主,以及少量自生石英。胶结物成分主要为方解石、菱铁矿及自生石英,胶结物含量为 0.5%~31%,平均 3.37%;胶结类型以压嵌型为主,以孔隙-压嵌型为辅。

### 3 储层物性特征

#### 3.1 孔隙度特征

结合孔隙度、渗透率分类标准<sup>[13]</sup>,根据研究区 10 口井 338 个  $J_1b$  岩心分析样品统计分析表明,  $J_1b$  储层孔隙度变化范围较大,为 0.6%~8.4%,平均 4.43%,最大孔隙度 8.4%,最小仅 0.6%,其中高孔隙度样品相对较少,大于 6% 的样品仅占 12.1%,41.7% 的样品小于 4% (图 2)。

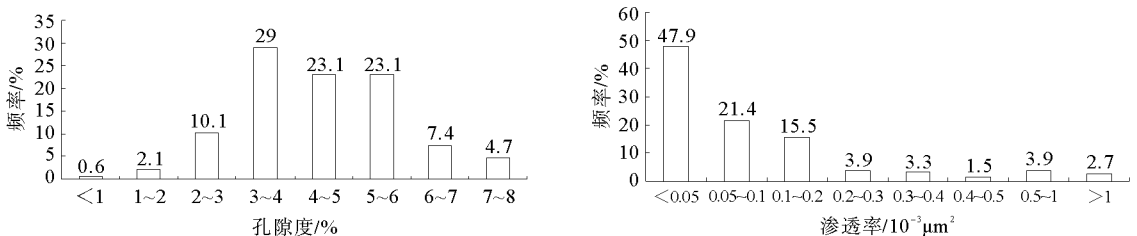


图 2 巴喀油田  $J_1b$  岩心分析孔隙度及渗透率分布频率直方图

Fig. 2 Frequency histogram of porosity and permeability distribution of Badaowan formation of Lower Jurassic in Baka oilfield

### 3.2 渗透率特征

根据 10 口井 336 个  $J_1b$  岩心分析样品统计分析表明,渗透率小于  $0.05 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  的样品 161 个,占总样品的 47.9%。其余样品渗透率分布范围为  $0.053 \sim 75.8 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,其中渗透率值为  $75.8 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  的仅一块,该样品可能有裂缝,其他样品渗透率分布范围为  $0.053 \sim 11.1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,174 块(去除有裂缝样品)渗透率大于  $0.05 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  的样品的平均渗透率为  $0.353 5 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ (图 2),占样品总数的 51.8%。

### 3.3 孔隙度和渗透率的关系

去掉巴喀油田  $J_1b$  渗透率小于  $0.05 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$  的样品 161 个和有裂缝样品 1 个,将剩下的  $J_1b$  岩心进行孔隙度与渗透率交汇分析(图 3)。由图可见,孔隙度和渗透率没有明显的相关性,总体看来,随孔隙度增大,渗透率具有增大的趋势,表明  $J_1b$  储层渗透性不仅与孔隙的发育程度有关,同时还受控于裂缝的发育程度。根据气藏分类标准, $J_1b$  储层整体上属特低渗或致密砂岩储层<sup>[14-16]</sup>。

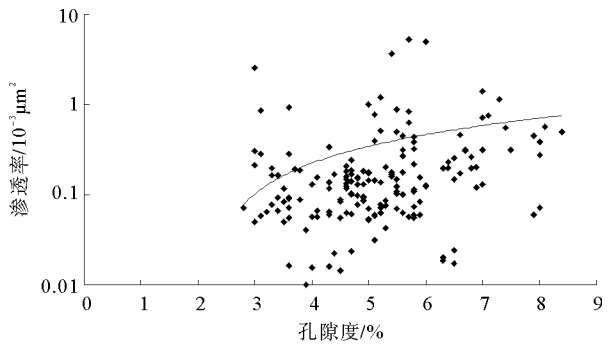


图 3 巴喀油田  $J_1b$  孔隙度与渗透率相关性图

Fig. 3 Relationship between porosity and permeability of Badaowan formation in Baka oilfield

## 4 储层孔隙类型及结构特征

### 4.1 孔隙类型

$J_1b$  孔隙类型主要为粒内溶蚀孔,少量剩余粒间孔、基质微孔和微缝。 $J_1b$  不同层位储集空间类型发育程度存在一定的差异。 $J_1b_2^2$  段以粒内溶蚀孔隙为主,发育少量残余粒间孔隙和微裂缝,面孔率为 0.1%~3%,平均 0.5%; $J_1b_3^3$  以溶蚀粒内孔隙为主,溶蚀粒内孔隙和微裂缝不甚发育,面孔率为 0.1%~0.4%,平均 0.23%; $J_1b_1^1$  以残余粒间孔隙和溶蚀粒内孔隙为主,面孔率为 0.7%~3%,平均值为 1.32%。面孔率以  $J_1b_1^1$  最高。

$J_1b$  原生孔隙包括剩余粒间孔隙和微孔隙。剩余粒间孔隙在  $J_1b_2^2$  中较发育,代表性的井及层段有 K19、K20 井  $J_1b_3^3$  砂岩。微孔隙在  $J_1b$  中较发育,但连通性较差,在所有井砂岩中均存在。

$J_1b$  次生孔隙有粒内溶孔、粒间溶孔、胶结物溶孔、杂基内溶蚀微孔等四类。粒内溶孔在  $J_1b$  砂岩中均较发育。粒间溶孔在  $J_1b$  各井均有发育。胶结物溶孔、杂基内溶孔在  $J_1b$  砂岩中较少发育。

### 4.2 孔隙结构特征

目前,研究岩石孔隙结构最常用的方法是毛细管压力法<sup>[17]</sup>。根据岩石铸体薄片显微镜下观察统计, $J_1b$  孔隙形态包括三角形、多边形、圆形、条形等;主要喉道类型包括孔隙缩小型、缩颈状、片状、弯片状等,其中在残余粒间孔发育的储层中以孔隙缩小型和片状、弯片状喉道为主,在溶蚀粒内孔发育的储层中以片状、弯片状为主。

根据岩心毛管压力曲线分析, $J_1b$  储层总体上具有如下特征:大部分毛管压力曲线为倾斜而上的斜线,缺乏平台段,个别样品具有一定斜度的平台,但平台段已经位于近 1 MPa 部位,反映出储层的孔喉受到裂缝的影响,表现为裂缝-孔隙型孔隙结构的特征;排驱压力较低,饱和中值压力普遍偏高,反映了砂岩储层饱和中值孔喉半径较小,但最大孔喉半径较大,表明砂岩储层基质为细孔小喉、渗透性较差,但裂缝对储层的渗流作用具有明显的控制作用;储层饱和中值孔喉半径分布范围为  $0.003 \sim 0.018 \mu\text{m}$ ,平均  $0.005 \sim 0.011 \mu\text{m}$ ,主要属于极细喉级;孔隙度与排驱压力、均值喉道半径、最大喉道半径、中值喉道半径以及中值喉道半径与最大喉道半径之间相关性不明显,表明储层孔喉结构较差,裂缝对储层的渗流作用有较大影响。

## 5 储层分类

参考国内对低孔低渗砂岩储层评价的参数和标准<sup>[18-25]</sup>,根据 J<sub>1</sub>b 储层的岩性、孔隙度、渗透率、孔隙组合、孔隙结构(包括面孔率、排驱压力、中值半径、最大进汞饱和度、退汞效率)以及井产气能力等参数对 J<sub>1</sub>b 储层进行综合分类与评价,将 J<sub>1</sub>b 储层分为 I, II, III 类: I, II 类为有效储层,III 类为非储层(如果有裂缝发育可成为有效储层)(表 1,图 4)。

表 1 巴喀油田 J<sub>1</sub>b 储层分类参数

Tab. 1 Parameters of reservoirs classification of Badaowan formation in Baka oilfield

参数	I 类储层	II 类储层	III 类储层
岩性	粗粒长石岩屑砂岩	中-粗粒长石岩屑砂岩	细-中粒长石岩屑砂岩
孔隙度/%	>7.4	3.8~7.4	<3.8
渗透率/mD	>0.3	0.04~0.3	<0.04
孔隙组合	粒间孔-溶孔	溶孔	微孔
面孔率/%	>2	1~2	<1
排驱压力/MPa	<0.5	0.5~1	>1
孔隙结构	中值半径/ $\mu\text{m}$	0.01~0.02	<0.01
最大进汞饱和度/%	55	40~60	<40
退汞效率/%	<38	38~45	>40
分选	较好-中等	中等	差
井产气能力	有一定自然产能,裂缝发育时改造可获得较高产工业气流(柯 19 井)	无自然产能或产量较低,改造可获工业气流(柯 191 井)	目前技术条件下难以获得工业气流

**I 类储层** 孔隙度和渗透率相对较高,孔隙度大于 7.4%,渗透率大于  $0.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ;孔隙类型主要为粒间孔和溶蚀孔,面孔率大于 2%,溶蚀作用发育;排驱压力小于 0.5 MPa,普通压汞可获饱和度中值压力,中值压力一般小于 10 MPa;毛管曲线形态为粗歪度,分选好,孔隙之间连通性好,压汞参数反应物性相对较好。此类孔喉结构主要发育于 J<sub>2</sub>b<sub>2</sub><sup>2</sup> 和 J<sub>1</sub>b<sub>1</sub><sup>2</sup> 段,对渗透率贡献最大。孔隙相对发育,连通性好,是本区最好储层。

**II 类储层** 孔隙度和渗透率一般,孔隙度为 3.8%~7.4%,渗透率为  $0.04 \sim 0.3 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ;孔隙类型主要为溶蚀孔,面孔率为 1%~2%,溶蚀作用较发育;排驱压力为 0.5~1 MPa,进汞曲线主体处于第一类偏上方,曲线下凹不如第一类明显,不具有缓斜平台,曲线形态略粗歪度,反应孔喉分选相对较差,孔隙连通性也较第一类差。这一类孔喉结构主要发育于 J<sub>1</sub>b<sub>1</sub><sup>2</sup> 段和 J<sub>1</sub>s 段,无自然产能或产量低,压裂可获工业气流。

**III 类储层** 孔隙度和渗透率均很低,孔隙度小于 3.8%,渗透率小于  $0.04 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ;孔隙类型主要为微孔,面孔率小于 1%,排驱压力大于 1 MPa,目前技术条件下难以获得工业气流。

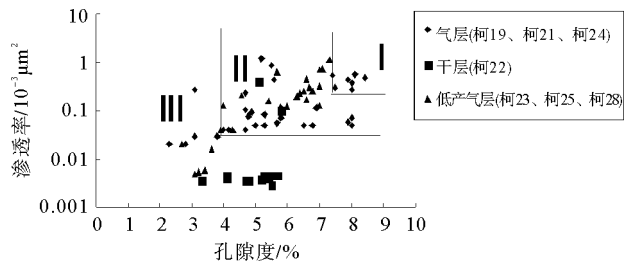


图 4 根据岩心孔隙度和渗透率及产层特征对巴喀油田下侏罗统储层分类

Fig. 4 The reservoir classification of Lower Jurassic in Baka oilfield which is based on porosity, permeability of core and producing-formation characteristics

## 6 储层综合评价

在储层分类基础上,结合研究区构造特征、岩性、物性和含气性等对  $J_1 b$  进行了综合评价,各段储层分布有一定的差异,总体上看, $J_1 b_1^1$ 、 $J_1 b_1^3$  和  $J_1 b_2^2$  层段储层发育较好。I 类储层虽分布有限,主要集中在  $J_1 b_1^3$  和  $J_1 b_2^2$  层段,其次是  $J_1 b_1^2$  层段。而  $J_1 b_2^1$  层段、 $J_1 b_2^3$  层段、 $J_1 b_2^4$  层段储层发育较差,全部为 II 类储层。

以  $J_1 b_1^2$  层段为例,井上统计 I 类储层分布于柯 19 块和柯 24 块(图 5)。该层段是研究区井上统计 I 类储层有效厚度累计最大层。此类储层预测在柯 21-5 东及柯 19 块北部有可能存在。其他块井上统计主要为 II 类储层,预测结果也基本如此。

## 7 结论

1)  $J_1 b$  储层以长石岩屑砂岩和岩屑砂岩为主,砂岩成分成熟度和结构成熟度低。

2) 储层岩石孔隙类型以粒内溶孔为主,少量剩余粒间孔、基质微孔和微缝;储层裂缝较发育,对提高岩石的渗透率具有重要意义。储层孔隙度分布区间为 0.6%~8.4%,平均 4.43%;平均渗透率  $0.40 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,属特低孔、特低渗储层。

3) 根据  $J_1 b$  储层的岩性、物性、孔隙组合、孔隙结构以及井产气能力等参数对  $J_1 b$  储层进行综合分类与评价,将  $J_1 b$  储层分为 I, II, III 三类: I, II 类为有效储层,应作为致密砂岩气藏勘探开发的主要目标; III 类为非储层,以 II 类储层为主。

4) 研究区  $J_1 b_1^1$ 、 $J_1 b_1^3$  和  $J_1 b_2^2$  层储层较好。I 类储层,主要集中在  $J_1 b_1^3$  和  $J_1 b_2^2$  层段,其次是  $J_1 b_1^2$  层段。而  $J_1 b_2^1$ 、 $J_1 b_2^3$  和  $J_1 b_2^4$  层段储层较差,全部为 II 类储层。各层孔隙度分布也有一定差异,相对高孔隙度沿主物源方向分布和受断裂控制成近东西向条带状分布。

## 参考文献:

[1] 张超,李旭平,钟建华,等.吐哈盆地巴喀油田下侏罗统致密砂岩储层特征及主控因素分析[J].山东科技大学学报:自然科学版,2011,30(6):65-66.  
Zhang Chao, Li Xuping, Zhong Jianhua, et al. Properties and the main controlling factors of compact sandstone reservoirs in lower Jurassic series of Baka oilfield in Tuha basin[J]. Journal of Shandong University of Science and Technology: Natural Science, 2011, 30(6): 65-66.

[2] 陈治军,孙玉峰,牟兰昇,等.吐哈盆地北部山前带致密砂岩气藏控藏要素[J].新疆石油地质,2011,32(2):130-131.  
Chen Zhijun, Sun Yufeng, Mou Lansheng, et al. Key control factors of tight sandstone gas reservoir of piedmont in northern Tuha basin[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2011, 32(2): 130-131.

[3] 王国亭,何东博,李易隆,等.吐哈盆地巴喀油田八道湾组致密砂岩储层分析及孔隙度演化定量模拟[J].地质学报,2012,86(11):1847-1851.  
Wang Guoting, He Dongbo, Li Yilong, et al. Tight sandstone reservoir analysis and porosity-evolution quantitative simulation of the Badaowan formation in the Baka gas field, Turpan-hami basin[J]. Acta Geologica Sinica, 2012, 86(11): 1847-1851.

[4] 吴俊红.巴喀油田八道湾组致密砂岩储层沉积特征[J].特种油气藏,2013,20(1):39-43.  
Wu Junhong. Sedimentary characteristics of tight sand reservoirs of Badaowan formation of Baka oilfield[J]. Special Oil & Gas Reservoirs, 2013, 20(1): 39-43.

[5] 宋子齐,谭成仟.灰色理论油气储层评价[M].北京:石油工业出版社,1995:120-132.

[6] 赵云胜,龙昱,赵钦球,等.灰色系统理论在地质中的应用研究[M].武汉:华中理工大学出版社,1997:150-161.

[7] 伏海蛟,汤达祯,许浩,等.巴喀油田下侏罗统八道湾组沉积特征及油气地质意义[J].新疆地质,2012,30(3):324.

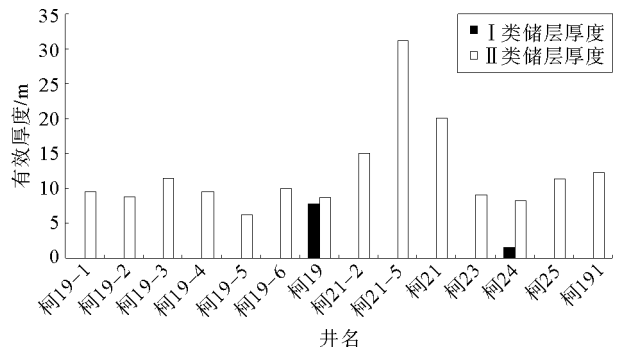


图 5  $J_1 b_1^2$  有效储层累计厚度分布直方图

Fig. 5 Accumulated thickness contour map of the effective reservoir in  $J_1 b_1^2$

- Fu Haijiao, Tang Dazhen, Xu Hao, et al. Sedimentary characteristics and petroleum geological significance in Badaowan group of Baka oilfield[J]. Xinjiang Geology, 2012, 30(3): 324.
- [8] 王炜, 陈文武, 王国红, 等. 低渗透砂岩储集层特征及影响因素-以巴喀油田西山窑组为例[J]. 新疆石油地质, 2009, 30(3): 322.
- Wang Wei, Chen Wenwu, Wang Guohong, et al. Characteristics and influencing factors of low permeability sandstone reservoirs: An example from Xishanyao formation in Baka oilfield[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2009, 30(3): 322.
- [9] 王劲松, 王文慧, 牟兰昇, 等. 吐哈盆地致密砂岩气成藏特征及勘探方向[J]. 新疆石油地质, 2011, 32(1): 14-17.
- Wang Jinsong, Wang Wenhui, Mou Lansheng, et al. Characteristic of tight sandstone gas reservoir in Tuha basin and its exploration target[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2011, 32(1): 14-17.
- [10] 崔立伟, 汤达祯, 夏浩东, 等. 吐哈盆地巴喀地区八道湾组致密砂岩储层孔隙特征及影响因素[J]. 中南大学学报: 自然科学版, 2012, 43(11): 4404-4411.
- Cui Liwei, Tang Dazhen, Xia Haodong, et al. Characteristics of pore evolution and its controlling factors in the Badaowan formation in Baka area, Turpan-hami basin[J]. Journal of Central South University: Science and Technology, 2012, 43(11): 4404-4411.
- [11] Folk R L. Petrology of sedimentary rocks[M]. Austin Texas: Hemphills, 1974: 159.
- [12] 赵澄林, 朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001: 30-137.
- [13] 何生, 叶加仁, 徐思煌, 等. 石油及天然气地质学[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 2010: 64-66.
- [14] 曾联波. 低渗透砂岩储层裂缝的形成与分布[M]. 北京: 科学出版社, 2008.
- [15] 柳广弟. 石油地质学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2009: 296-311.
- [16] 康玉柱. 中国非常规致密岩油气藏特征[J]. 天然气工业, 2012, 32(5): 1-3.
- Kang Yuzhu. Characteristics of tight hydrocarbon reservoirs in China[J]. Natural Gas Industry, 2012, 32(5): 1-3.
- [17] 陈杰, 周改英, 赵喜亮, 等. 储层岩石孔隙结构特征研究方法综述[J]. 特种油气藏, 2005, 12(4): 11-12.
- Chen Jie, Zhou Gaiying, Zhao Xiliang, et al. Overview of study methods of reservoir rock pore structure[J]. Special Oil & Gas Reservoirs, 2005, 12(4): 11-12.
- [18] 朱春俊, 王彦斌. 大牛地气田低渗储层成因及评价[J]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2011, 33(1): 49-56.
- Zhu Chunjun, Wang Yanbin. Reservoir genesis and evaluation for the low porosity and permeability sandstone in the daniudigasfield[J]. Journal of Southwest Petroleum University: Science & Technology Edition, 2011, 33(1): 49-56.
- [19] 侯瑞云, 刘忠群. 鄂尔多斯盆地大牛地气田致密低渗储层评价与开发对策[J]. 石油与天然气地质, 2012, 33(1): 118-128.
- Hou Ruiyun, Liu Zhongqun. Reservoir evaluation and development strategies of Daniudi tight sand gas field in the Ordos basin[J]. Oil & Gas Geology, 2012, 33(1): 118-128.
- [20] 杨正明, 张英芝, 郝明强, 等. 低孔渗透油田储层综合评价方法[J]. 石油学报, 2006, 27(2): 64-67.
- Yang Zhengming, Zhang Yingzhi, Hao Mingqiang, et al. Comprehensive evaluation of reservoir in low-permeability oilfields[J]. Acta Petrolei Sinica, 2006, 27(2): 64-67.
- [21] 刘钰铭, 李园园, 张友, 等. 喇嘛甸油田密井网砂质辫状河厚砂层单砂体识别[J]. 断块油气田, 2011, 18(5): 556-559.
- Liu Yuming, Li Yuanyuan, Zhang You, et al. Identification of single sand body in thick sand layer of braided river under the condition of dense well pattern in Lamadian oilfield[J]. Fault-Block Oil & Gas Field, 2011, 18(5): 556-559.
- [22] 王永建, 王延斌, 李霞, 等. 大牛地气田上古生界储层物性差异影响因素[J]. 石油实验地质, 2011, 33(5): 513-516.
- Wang Yongjian, Wang Yanbin, Li Xia, et al. Controlling factors of physical property of upper Paleozoic reservoir, Daniudi gas field[J]. Petroleum Geology & Experiment, 2011, 33(5): 513-516.
- [23] 尹昕, 应文敏. 鄂尔多斯盆地大牛地气田上古生界低孔低渗砂岩储层评价[J]. 矿物岩石, 2005, 25(2): 104-109.
- Yin Xin, Ying Wenmin. Reservoir evaluation for the low porosity and permeability sandstone of upper Paleozoic in the Daniudi gas field, Ordos basin[J]. Journal of Mineralogy and Petrology, 2005, 25(2): 104-109.
- [24] 杨正明, 姜汉桥, 朱光亚, 等. 低渗透含水气藏储层评价参数研究[J]. 石油学报, 2008, 29(2): 252-255.
- Yang Zhengming, Jiang Hanqiao, Zhu Guangya, et al. Research on reservoir evaluation index for low-permeability water-bearing gas reservoir[J]. Acta Petrolei Sinica, 2008, 29(2): 252-255.
- [25] 贾承造, 邹才能, 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): 343-350.
- Jia Chengzao, Zou Caineng, Li Jianzhong, et al. Assessment criteria, main types, basic features and resource prospects of the tight oil in China[J]. Acta Petrolei Sinica, 2012, 33(3): 343-350.