

文章编号: 1001-6112(2010)02-0154-05

准噶尔盆地腹部隐蔽油气藏类型与成藏主控因素

牟 琨¹, 云金表²

(1. 西北大学 地质学系, 西安 710069;

2. 中国石油化工股份有限公司 石油勘探开发研究院, 北京 100083)

摘要: 准噶尔盆地腹部现今处于前陆盆地拗陷中。侏罗纪车莫古隆起的发育, 一方面为早期成藏提供了构造背景, 另一方面古隆起控制了河流三角洲砂体发育, 不整合、地层超覆的分布。故本区形成了地层、岩性、断层三者复合的隐蔽油气藏发育区。后期剧烈的掀斜, 导致古隆起周围圈闭类型、圈闭有效性发生变化或减弱。油藏多经历了后期调整、晚期充注, 且类型多样。腹部地质背景及其演化, 决定了油气形成与分布主要与古隆起及演化有关。

关键词: 输导体系; 油藏类型; 成藏模式; 准噶尔盆地腹部

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

FORMATION OF THE SUBTLE RESERVOIRS AND THEIR EXPLORATION IN THE CENTRAL JUNGGAR BASIN

Mu Kun¹, Yun Jinbiao²

(1. Department of Geology, Northwest University, Xi'an, Shaanxi 710069, China;

2. Exploration and Production Research Institute, SINOPEC, Beijing 100083, China)

Abstract: The deep sag was located in the depression of the Junggar foreland basin. The early hydrocarbon accumulation in reservoirs, the development of fluvial-delta sand body and the distribution of unconformity and sequence overlaps were controlled by the Chepaizi-Mosuowan paleo-uplift formed in the Jurassic. The subtle reservoirs consisted of stratigraphic, lithologic, faults or their combination were developed in the area. Due to late strong tilting, trap types and their validity around the paleo-uplift were changed. The reservoirs underwent late modification and late hydrocarbon recharge and various kinds of reservoirs were formed. Hydrocarbon formation and distribution in the deep sag was controlled by the paleo-uplift.

Key words: transport system; reservoir types; accumulation model; Central Junggar Basin

准噶尔盆地是我国西部油气富集且勘探程度相对较高的盆地。据全国三次资源评价, 盆地石油总资源量 85.87×10^8 t, 天然气总资源量 $20\ 927 \times 10^8$ m³。目前已发现油气田 23 个, 探明石油 17.05×10^8 t, 探明率 19.86%; 探明天然气 0.21×10^{12} m³, 探明率 10.05%。长期以来, 油气勘探主要集中于盆地边缘与陆梁隆起。自 2001 年起, 特别是中部(图 1)庄 1 井在深层侏罗系三工河组获工业油气流后, 打破了盆地腹部深层油气勘探的禁区, 开创了盆地腹部隐蔽油气藏勘探的新局面。通过 3 年多的勘探实践, 不仅庄 1 井油气勘探成果得到了巩固与扩大, 在盆地腹部其它探区也相继获得突破。实践证明, 准噶尔盆地腹部油气资源丰富, 油气藏类型多,

勘探潜力大^[1-2]。然而, 由于盆地同沉积阶段沉降的振荡性发育与沉积体系较为复杂, 后期构造格局改变巨大, 因此油气藏类型极其复杂^[3-4]。如何认识腹部地区油气藏类型, 探讨油气富集规律及其主控因素, 是关系到腹部地区进一步勘探的关键。本文以近年来勘探成果为基础, 分析了油气藏形成条件, 进而提出了有利勘探方向。

1 油气藏形成地质背景

1.1 构造背景

准噶尔腹部现今处于前陆盆地拗陷中, 总体为由北向南的逐渐加深的斜坡^[5-6]。侏罗系—新近系沉积过程中, 腹部地区构造格局在不断地演化。

收稿日期: 2009-07-15; 修订日期: 2010-03-12。

作者简介: 牟 琨(1985—), 女, 硕士研究生, 主要研究方向为石油与天然气地球化学。E-mail: moukun12345@126.com。

基金项目: 国家攻关项目(2008ZX05002-002)。

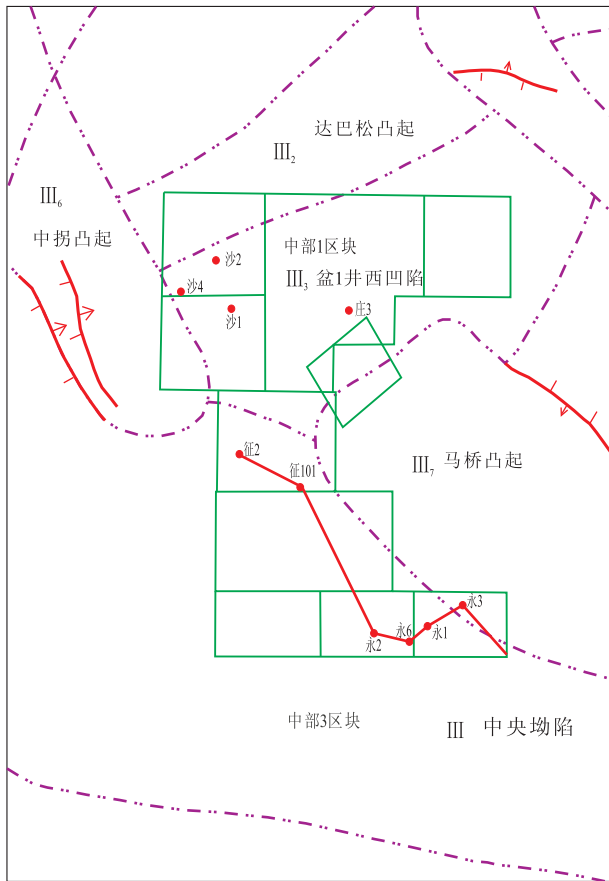


图 1 研究区位置及井位示意

Fig. 1 The sketch map showing position of wells and the study area

侏罗纪早期继承了早期构造格局,沉降格局为东西分异。自西山窑组沉积逐渐转变为南北分异,而且从车排子—陆梁发育了一个古隆起。之后随着沉积地层的发育增厚,隆起逐渐消失,特别是新近纪以来形成了南倾斜坡,进入前陆拗陷发育阶段。

1.2 主要目的层地层—沉积背景

准噶尔盆地腹部油气主要富集于侏罗系三工河组—白垩系底部。其中西山窑组与白垩系之间为角度不整合面。沉积地层主要由一套陆相河湖三角洲体系砂泥岩互层组成。沉积物源具有继承性发育特征,主要来自西北与东北方向^[7]。其次,发育短时期的南部物源与博格达物源。研究区为三角洲沉积前缘相带与前三角洲沉积的交替沉积区。

1.3 烃源岩与成藏期

准噶尔腹部是二叠系、侏罗系成熟烃源岩发育区。莫西庄地区侏罗系三工河组砂岩储层中包裹体均一化温度从 80 °C 到 140 °C 连续分布,90~100 °C 最为集中。根据庄 1 井、沙 1 井和征 1 井侏罗系储层流体包裹体均一化温度与侏罗系烃源岩埋藏史所对应的古埋深及其对应的地质年代,说明腹部油气

从早白垩世中期开始充注,主要成藏期持续到古近纪末期。沙 1 井侏罗系三工河组砂岩储层中流体包裹体均一化温度分布从 60~140 °C 连续分布,大体可以分为 2 期,一个是 80~100 °C,另一个为 130~140 °C,大部分分布范围在 80~100 °C 之间(图 2);推测油气是从早白垩世末开始充注,主要成藏期为晚白垩世末到渐新世;征 1 井侏罗系三工河组砂岩储层中流体包裹体均一化温度分布为 70~140 °C,也可以分为 2 期,一个温度段为 100~110 °C,另一个为 120~140 °C,集中的温度段分布在 120~140 °C;油气的充注也是从早白垩世末开始的,主要成藏期为新近纪中期以来。

2 油气藏类型

准噶尔盆地复杂的构造演化,导致腹部具有复杂的构造、地层与沉积结构,从而形成多样化的油藏类型。从现今勘探实际情况分析,可分为岩性、地层—岩性、地层—断层、断层—岩性 4 种类型^[8-9]。

2.1 地层型、地层—断层复合圈闭油气藏

准中 3 区块永 1 井揭示多层油层,它们形成了多种圈闭类型。如永 1 井西山窑组出油层段,井上显示为地层剥蚀面,似乎为不整合油气藏。但该剥蚀线基本沿北东向展布,地层剥蚀线与构造线无法形成地层型圈闭。根据高分辨二维地震资料,在永

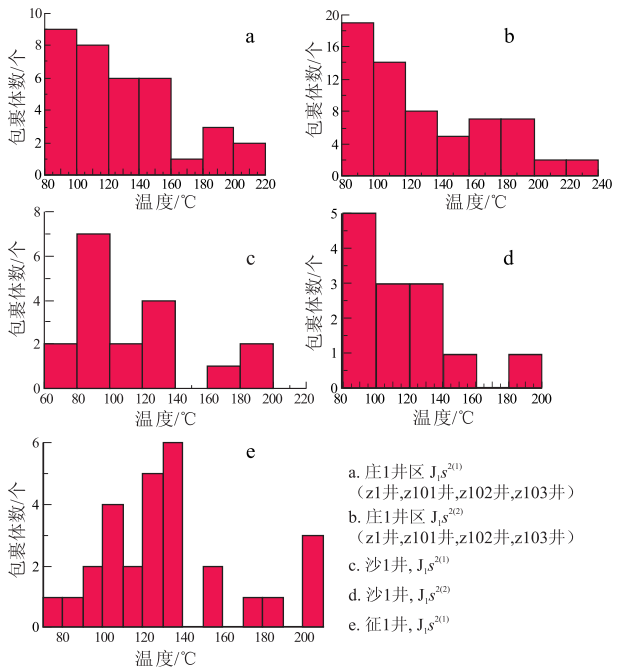


图 2 准中中 1 区块与有机流体共生的盐水包裹体均一化温度分布直方图

Fig. 2 The distribution histogram of the homogeneous temperature in the saline inclusions accompanied with organic fluid in the block Zhong1 of the central Junggar Basin

1 井精细层位标定的基础上,追踪解释发现在永 1 井北东方向上存在一条近东西向展布的断层,该断层和地层剥蚀线组合可以形成联合封挡,形成地层—断层型圈闭。

西山窑组顶部和白垩系形成剥蚀型不整合遮挡,但在西山窑组内部发育多套超覆地层。永 1 井另一出油层段的地层展布范围,显示出西山窑组内部的地层超覆发育特征。

2.2 地层—岩性复合圈闭油气藏

准中 3 区块永 1 井区是地层、岩性油气藏发育区。永 1 井区位于车莫古隆起的南翼,目前为向北抬升的单斜。在腹部钻探的永 1、6 井分别于白垩系底部及其不整合下部侏罗系西山窑组、三工河组钻遇油气层。油层对比分析可以发现:1)腹部地区构造不发育,白垩系地层直接覆盖在侏罗系西山窑组地层之上,为岩性尖灭与地层削蚀区;2)油气主要富集在白垩系与侏罗系不整合附近的三工河组二段,尤其是西山窑组最为富集。地层不整合对油气聚集具有明显的遮挡作用,西山窑组形成多层油层。根据圈闭描述结果,永 1 井区西山窑组油层圈闭的西北部为不整合遮挡,东北部为岩性上倾尖灭,永 6 井钻探进一步证实不整合之下为油气主要富集层位,表明永 1 井区西山窑组油气藏为地层—岩性复合油气藏(图 3);3)白垩系底部和三工河组油气聚集层主要受岩性圈闭的控制,三工河二段现今构造呈南倾的单斜,区内中部偏北发育了近东西走向的两组断裂,无构造圈闭,主要受发育的三角洲砂体的影响,即油气富集主要受岩性尖灭控制。

2.3 岩性油气藏

岩性油气藏是准噶尔盆地腹部最为常见的油藏类型。在盆地腹部地区,不同部位岩性油气藏类

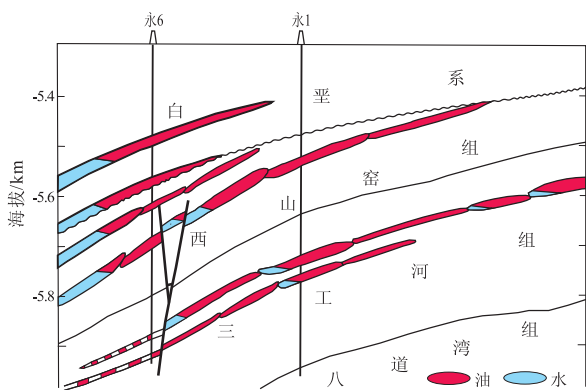


图 3 准噶尔盆地中 3 区块永 1 井区油藏剖面简图

Fig. 3 The profile showing reservoirs in Well Yong1 area of the Junggar Basin

型具有不同的分布层位与油气分布的特点。中 1 区块莫西庄、沙窝地自三叠系百口泉组到白垩系吐谷鲁群底块砂中都有油气分布;中 4 区块油气主要分布于侏罗系西山窑组—三工河组;中 2 区块油气分布在侏罗系八道湾组。

其中,莫西庄油气藏主要处于单斜背景的鼻状构造上,是马桥凸起的向南延伸部位。莫西庄油藏纵向上油气水复杂,在构造之外的庄 3 井也发育油层,明显受岩性控制。但从目前情况分析,油气主要富集于三工河组二段上部,下部厚层砂岩不含油。其次,就上段而言,每一段油气纵向上具有明显的分异,与储层物性无关,由此表现了构造油气藏的特点,应该与后期构造运动改造有关。

中 2 区块成 1 井油气藏是发育于侏罗系八道湾组的高压油气藏。从构造特征与发育史分析,本区自中生代以来始终分布在昌吉坳陷向北部隆起的斜坡部位,没有形成构造圈闭,是一个中生代地层超覆发育区,因此判断为岩性油气藏。其次,尽管油藏规模较小,从油气藏压力较高的特点,也表明为岩性圈闭控制的油藏。

中 4 区块与中 2 区块有类似的特点,油气主要分布在侏罗系三工河组薄砂层中。该区最早钻遇油层井为董 1 井,它在三工河组钻遇一套砂层,只有上部 1.8 m 砂层含油,而且为高压油气层。随后钻探的董 3 井与董 101 井在相同层位未见油气,在其它层位见油气显示。另外,中 2、4 区块含油气层系多,包括了白垩系清水河组、侏罗系头屯河组、西山窑组、三工河组、八道湾组等多套层系,但厚砂体、孔渗较高的砂体不含油,含油层主要为薄砂体,具油层平面连续性较差、含油砂体规模小的特点。由此表明中 2、4 区块北部油气藏主要为岩性圈闭控制的小规模的油气藏。

2.4 断层—岩性油气藏

中石油新疆油田分公司莫北勘探证实,莫北油田是一个发育于马桥凸起之上,由多个断鼻、断块油气藏构成的油气田。中石化在准中 1、3 区块实施的高分辨三维地震发现,准中腹部西山窑组—三工河组地层小型断层较为发育,断层走向主要为近东西向与北北东向,与砂体正交或斜交,因此可能形成断层—岩性油气藏。

2.5 油藏调整特征

根据 GOI(含油包裹体丰度)值指标判断古油藏油水界面的埋深,发现现今油水界面普遍较古油水界面高。准噶尔盆地腹部中 1 区块油气藏普遍经历了调整过程。以庄 101 井为例,4 305~4 365 m 井

段的样品 GOI 值的范围为 4.2%~23.5%,这正是油砂中 GOI 值的分布范围。而 4 378~4 385 m 井段的样品 GOI 值范围仅为 0.7%~0.8%。GOI 值急剧下降,表明 4 364.8~4 378.9 m 之间存在着一个古油水界面,取中间值应为 4 371.8 m。推断庄 1 井第一次油气充注在 4 385 m 井段之上,古油水界面在 4 386 m 以下。同理分析庄 1 井、庄 102 井、庄 103 井等具有普遍性。庄 102 井古油水界面在 4 323.5 m 以下,庄 103 井古油水界面为 4 398.3 m。

位于构造挠褶带部位的征沙村、沙窝地通过 GOI 值分析,也发现古油水界面要低于现今油水界面。经计算征 1 井古油水界面在 4 816 m 以下,沙 1 井古油水界面在 4 381 m 以下,说明油藏经历过后期的调整。从构造发育史分析,准中 1 区块主要位于车莫古隆起北部,后期构造相对强烈,早期很可能为古构造背景上形成的构造、构造—岩性油气藏,经后期改造调整形成残余油藏^[10-11]。

与中 1 区块相比,准中 3 区块永 1 井区油气藏含油气层段大,连片发育,油水分布相对简单,说明车莫古隆起南翼构造未发生变化或变化不大,古构造的基本形态未发生变化,有利于原生油气藏的保存。

准中 2、4 区块位于准噶尔盆地昌吉凹陷东部北斜坡,中生代同沉积时期也处于凹陷北坡,古今构造继承性明显,因此岩性油气藏发育与同沉积时期构造、沉积背景及其后期构造调整方向一致。

3 油气藏形成主控因素

准噶尔盆地腹部的油气勘探目前仍然处在早期阶段,加上岩性油气藏复杂的地质背景与后期调整,准确认识准中地区油气成藏规律还有较大难度。但可以明确的是,腹部地区油气藏的形成与分布应主要与车莫古隆起的演化、后期构造调整、不整合分布、沉积相带的展布、断层的发育具有密切关系。

3.1 古今双构造体制控制了油气的分布与油藏类型

从目前勘探来看,腹部地区的车莫古隆起相关区域是一个油气相对富集区。一方面古隆起为早期成藏提供了构造背景;另一方面古隆起周围是河流三角洲砂体发育区,也是不整合、地层超覆、尖灭发育区,提供了储集空间。然而后期北部大量的抬升,形成了自北向南的斜坡,从而导致古隆起北部构造、地层圈闭发生了性质的改变,转变为岩性圈闭。古隆起南侧同向变化,尽管也有改造,但相对量较小。因此,北侧油气藏发生过重大调整,大部分地区圈闭类型发生了性质的改变,由构造圈闭油气藏转变成

岩性圈闭、断层—岩性圈闭为主的油气藏,具有残余油藏和调整再聚集油藏的特征。南部油气藏改变较小,基本上保持了早期油气藏的面貌(图 4)。

3.2 不整合与有利岩相带是油气聚集的有利部位

腹部地区勘探实践表明,侏罗系三工河组油气聚集与沉积相带关系更为密切,油气主要富集于分流河道微相、河口坝砂体中。永 1 井区西山窑组、白垩系底块砂的油气聚集则主要与不整合相关。在不整合面下部淋滤带,上部填平补齐的砂体中普遍含有油气。

3.3 油气运移的网状输导体系

腹部地区油气藏油源对比研究表明,西部中 1、3 区块油气主要来源于二叠系烃源岩,有少量侏罗系烃源岩油气的混入。高分辨地震揭示,白垩系地层以下切穿地层的小型断层发育,其次,侏罗系、白垩系之间存在不整合面。因此,油气通过断层自油源向上运移,进入主要储集层、不整合,从而形成断层、不整合与砂体空间网状运聚输导体系。

4 勘探方向

准噶尔盆地腹部发育二叠系、侏罗系 2 套成熟烃源岩,油气资源丰富。中生代沉积时期腹部地区为沉积物源汇聚区,砂体广泛发育,特别是三工河组砂体广布,厚度较大。其次,广泛发育的断层为油气自下向上运移提供了通道。从国内外坳陷型盆

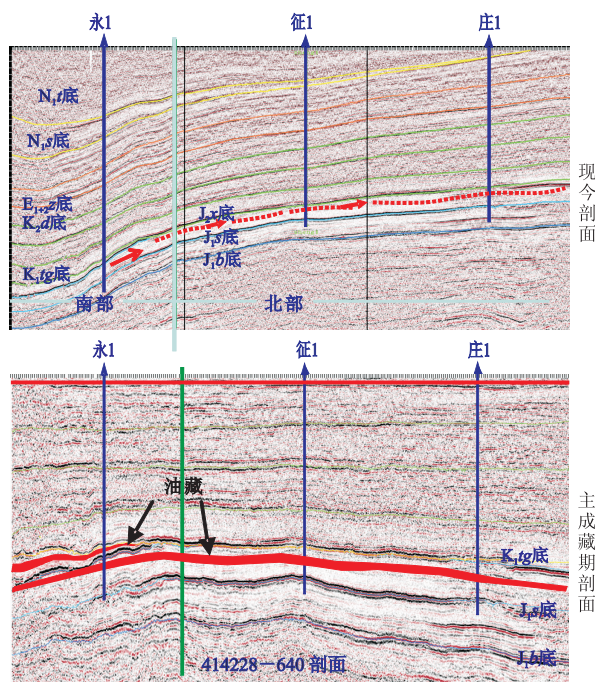


图 4 准噶尔盆地腹部车—莫古隆起及演化
Fig. 4 The Chepaizi—Mosuowan paleo-uplift and its evolution in the Central Junggar Basin

地分析, 隐蔽油藏约占 60%~70%。由此推测, 准噶尔盆地隐蔽圈闭勘探潜力十分巨大。从构造演化史分析, 准噶尔腹部西部为车莫古隆起控制区, 东部为单斜发育区, 因此勘探重点应放在西部。从油层发育、圈闭潜力分析, 今后勘探重点层位应为与车莫古隆起相关的白垩系与侏罗系大型地层不整合—岩性复合圈闭、侏罗系岩性圈闭。车莫古隆起外围是寻找残留构造油气藏与岩性油藏的有利部位。

东部地区是小型岩性圈闭发育区, 一方面加强在薄层砂体中找厚砂层, 低渗透储层中找相对高渗透储层的工作, 另一方面寻找砂体与断层复合圈闭, 或来自南部的砂体形成的上倾尖灭圈闭。

参考文献:

[1] 徐常胜, 杨梦云, 江祖强, 等. 准噶尔盆地石南油气田头屯河组成藏模式[J]. 新疆石油地质, 2004, 25(6): 639—640.
 [2] 方世虎, 郭召杰, 张志诚, 等. 准噶尔盆地中生代演化的地层学

和沉积学证据[J]. 高校地质学报, 2004, 10(4): 554—560.
 [3] 陈业全, 王伟锋. 准噶尔盆地构造动力学过程[J]. 地质力学学报, 2004, 10(2): 155—164.
 [4] 赵白. 燕山、喜马拉雅构造运动在准噶尔盆地油气运聚中的作用[J]. 新疆石油地质, 2004, 25(5): 468—470.
 [5] 邵雨, 陈伟, 张伯友. 断层相关褶皱理论在准噶尔盆地南缘山前带构造研究的应用[J]. 地球科学与环境学报, 2005, 27(1): 26—29.
 [6] 李丕龙. 准噶尔盆地石油地质特征与大油气田勘探方向[J]. 石油学报, 2005, 26(6): 7—9.
 [7] 王居峰, 邓宏文, 蔡希源. 准噶尔盆地中部侏罗系层序地层格架[J]. 石油勘探与开发, 2005, 32(1): 23—26.
 [8] 何登发, 翟光明, 况军, 等. 准噶尔盆地古隆起的分布与基本特征[J]. 地质科学, 2005, 40(2): 248—261.
 [9] 贾进斗. 准噶尔盆地天然气藏地质特征及分布规律[J]. 天然气地球科学, 2005, 16(4): 449—455.
 [10] 秦都. 准噶尔盆地腹部隐蔽油气藏类型划分与形成机理[J]. 石油实验地质, 2009, 31(4): 356—361.
 [11] 史建南, 郝芳, 邹华耀, 等. 调整改造型隐蔽油气藏形成与分布模拟实验研究[J]. 石油实验地质, 2006, 28(6): 590—594.

(编辑 叶德燎)

~~~~~  
 (上接第 153 页)

[17] TUCKER M E, WRIGHT V P. Carbonate sedimentology[M]. Oxford: Blackweel scientific publications, 1990: 365—596.  
 [18] WALKER G, ABUMERE O E. Luminescence spectroscopy of Mn<sup>2+</sup> centers in rock-forming carbonates[J]. Mineralogical Magazine, 1990, 53(70): 837—845.  
 [19] 郑聪斌, 章贵松, 王飞雁. 鄂尔多斯盆地奥陶系热水岩溶特征[J]. 沉积学报, 2001, 19(4): 524—529.  
 [20] 任战利. 中国北方沉积盆地构造热演化史研究[M]. 北京: 石油工业出版社, 1999.  
 [21] WARREN J. Dolomite: Occurrence, Evolution and Economically Important Associations[J]. Earth—Science Review, 2000, 52(1—3): 1—81.  
 [22] ALLAN J R, WIGGINS W D. Dolomite reservoirs: geochemical techniques for evaluation origin and distribution[J]. AAPG Continuing Education Course Notes, 1993, 36: 129.  
 [23] SMITH L B. Origin and reservoir characteristics of upper Ordovician trenton—black river hydrothermal dolomite reservoirs in New York[J]. AAPG Bulletin, 2006, 90(11): 1691—1718.  
 [24] GAO G, LAND L S, ELMORE R D. Multiple Episodes of Dolomitization in the Arbuckle Group, Arbuckle Mountains, South—Central Oklahoma: Field, Petrographic, and Geochemical Evidence[J]. Journal of Sedimentary Re-

search, 1995, 65(2a): 321—331.  
 [25] FOLK R L, LAND L S. Mg/Ca Ratio and Salinity: Two Controls over Crystallization of Dolomite[J]. AAPG Bulletin, 1975, 59(1): 60—68.  
 [26] CHOQUETTE P W, HIATT E E. Shallow-burial dolomite cement: a major component of many ancient sucrosic dolomites[J]. Sedimentology, 2007, 55(2): 423—460.  
 [27] MACHEL H G. Effects of groundwater flow on mineral diagenesis, with emphasis on carbonate aquifers [J]. Hydrogeology Journal, 1999, 7(1): 94—107.  
 [28] JONES B. Dolomite Crystal Architecture: Genetic Implications for the Origin of the Tertiary Dolostones of the Cayman Islands[J]. Journal of Sedimentary Research, 2005, 75(2): 177—189.  
 [29] 解国爱, 张庆龙, 郭令智, 等. 鄂尔多斯盆地西缘和南缘古生代前陆盆地及中央古隆起成因与油气分布[J]. 石油学报, 2003, 24(2): 18—23.  
 [30] 万丛礼, 周瑶琪, 陈勇, 等. 鄂尔多斯盆地中西部深部流体活动及其对奥陶系天然气形成的热作用[J]. 地学前缘, 2006, 13(3): 122—128.  
 [31] 潘爱芳, 赫英, 黎荣剑, 等. 鄂尔多斯盆地基底断裂与能源矿产成藏成矿的关系[J]. 大地构造与成矿学, 2005, 29(4): 459—464.

(编辑 黄娟)