

·油气地质·

# 陆相断陷盆地油气差异聚集模式探讨

——成藏动力、输导、方式的关系

郝雪峰,尹丽娟

(中国石化胜利油田分公司地质科学研究院,山东东营257015)

**摘要:**油气差异聚集模式是石油地质学的经典模式之一,在基本条件和机理分析的基础上对其在陆相断陷盆地环境中的存在条件和适用范围进行了探讨。油气差异聚集模式的实现条件隐含单一烃源岩层系或持续生烃演化过程、连续的排烃和以浮力为主的二次运移过程、以渗透性连通砂层为主要输导体系、统一的流体动力系统;而当陆相断陷盆地成藏理论研究中不连续的生烃演化过程、幕式充注过程、输导体系时间和空间有限性、异常流体封存箱与流体分隔体系等,已成为主要观点,严格符合差异聚集模式的油气运聚只能是特殊简单状态,油气充注很可能是在盆地输导体系一定范围内同时对圈闭进行充注,区别在于充注数量以及方式的差异,而对于盆地系列圈闭油气成藏模式的影响,是理解为多个不同成藏阶段油气差异聚集过程的复合叠加,还是不同时间段油气差异聚集作用的简单叠加,以及由此产生的不同类型油藏与不同性质流体的分布空间模式差异性,还有待于在实践中深入探讨。

**关键词:**断陷盆地 油气差异聚集原理 连续均一 幕式 异常高压

**中图分类号:**TE112.31

**文献标识码:**A

**文章编号:**1009-9603(2014)06-0001-05

油气成藏模式,即对油藏空间分布样式的总结,取决于对各个成藏要素及其内在相互联系的认识。在一个已知的含油气盆地,更多地取决于对烃源岩分布、圈闭类型与空间分布样式、输导体系格架、运聚动力等的综合考虑,即“生、储、盖、运、圈、保”六要素及其相互联系和作用的结果。一般来说,源控论<sup>[1-3]</sup>、复式油气聚集带<sup>[4-6]</sup>、相势控藏<sup>[7]</sup>、油藏分布序列<sup>[8-10]</sup>等从不同成藏静态要素或动态过程的静态表现形式角度,阐述了对油藏分布规律的认识,而基于圈闭的聚油机理,从油气运聚动力和过程的角度,还没有提出一个统一的针对盆地或区带的动力学成藏模式。在盆地内区带尺度上,油气差异聚集原理<sup>[11-12]</sup>是目前石油地质学中经典的聚集模式,但对于其形成规律和适用条件,尤其是相关动力学背景的研究较少。随着成藏动力学的发展,流体封存箱<sup>[13-15]</sup>、优势输导体系<sup>[16-18]</sup>和幕式成藏<sup>[19-21]</sup>等观点的形成,对陆相断陷盆地油气聚集有了更新的认识,也提供了在新的条件下进行研究的基础。同时,油气勘探实践也证实,油气差异聚集模式的适用性也有值得商榷之处。为此,笔者探讨了陆相断陷盆地环境中油气差异聚集原理的存在条件和适用范围。

## 1 油气差异聚集原理

Gussow认为:静水条件下,如果在油气运移的主方向上存在一系列溢出点自下倾方向向上倾方向递升的圈闭,当油气源充足和盖层封闭能力足够大时,在浮力作用下,系列圈闭中将出现自上倾方向的空圈闭向下倾方向变为纯油藏—油气藏—纯气藏的油气分布特征<sup>[22]</sup>。油气分异的这种规律性,与各圈闭的顶点位置无关,只要相邻圈闭的溢出点一个比一个高即可,它既可以是同一褶皱轴上的一个背斜带,也可以是轴向各不相同的许多相邻背斜,还可以是几个相邻的礁块或带状砂岩的连续高点,甚至是一系列断块圈闭。

## 2 油气差异聚集形成条件分析

### 2.1 基本条件

根据前人论述<sup>[23-24]</sup>,油气差异聚集的发生必须具备4个基本条件:①在区域倾斜的下倾方向存在丰富的油源区;②具备良好运移通道,使油气在较大范围内作区域性运移;③在区域倾斜背景上存在

收稿日期:2014-09-05。

作者简介:郝雪峰,男,高级工程师,博士,从事石油地质综合研究。联系电话:(0546)8715822, E-mail:haoxuefeng.slyt@sinopec.com。  
基金项目:国家科技重大专项“大型油气田及煤层气开发”子课题“济阳坳陷油气富集机制与增储领域”(2011ZX05006-003)。

相互连通的系列圈闭、且溢出点向上倾方向递升；④储层中充满静止地层水。严格意义上，这些基本条件只是静态要素条件，但却隐含了较为严格的运聚运动方式和动力条件。随着成藏动力学研究的进展，对控制形成油气差异聚集的一系列地质条件需要进行更深入的分析。

## 2.2 机理分析

通过对油气差异聚集过程的描述，从石油地质特征的表现形式出发，推论油气差异聚集模式中隐含的成藏要素及其动力学条件包括：①连续生烃。单一烃源岩层系或生烃灶，连续、持续均一（由液态烃到气态烃）的生烃演化过程。②连续排烃。连续的排烃（初次运移）、二次运移和充注（圈闭聚集）过程。③单一运聚动力。以浮力为主的连续运移运动方式和单一受控于构造形态（上倾地层）的动力（浮力）过程。④均质输导体系。以渗透性连通输导体系（输导层）为主要形式，在空间和时间上不存在间断。⑤统一流体动力系统。连通或者说是统一的流体动力系统。

因此，油气差异聚集模式的地质认识基础还是相对简单，而不是相对理想化，应用于盆地油藏分布预测时需要结合当前认识的进展，有更深入的思考，才能与勘探实践吻合。

## 3 当前主要石油地质认识

当前在陆相断陷盆地的勘探实践和理论研究中，多套烃源岩层系<sup>[25-26]</sup>、不连续的生烃演化过程<sup>[27-28]</sup>、流体异常高压作为主要运聚动力<sup>[29-31]</sup>，幕式充注过程<sup>[32-33]</sup>、断层的幕式活动所导致的输导体系时间和空间有限性<sup>[34-35]</sup>，异常流体封存箱与流体分隔体系<sup>[36-39]</sup>等，已经成为主要观点。也就是说，在成藏理论研究中，多期次、幕式、非均匀、分隔观点已经取代单一、均匀、连续、连通的观点。勘探实践所揭示的油藏类型和状态分布的复杂性也证实了这一点<sup>[40-42]</sup>。

对于油气差异聚集所需的基本地质条件（动力环境、运动方式、输导路径）与古近系—新近系陆相断陷盆地，如渤海湾盆地东营凹陷实际地质条件之间，可以进行以下对比。

### 3.1 从连续充注到幕式充注

依据储层成岩矿物和裂纹捕获的烃类包裹体产状、荧光颜色、均一温度以及与烃类包裹体同期的盐水包裹体均一温度、盐度系统检测，不仅能够划分油气充注期次，而且还能有效区分包裹体捕获

的相对序次；再将给定今埋深样品的各期次盐水包裹体均一温度“投影”到标有等温线的埋藏史图上，对应于时间轴上的年龄即代表油气充注储层的年龄<sup>[42]</sup>。根据渤海湾盆地济阳拗陷东营凹陷不同区带、层位的187块油藏岩样分析结果，确定存在3个主要油气充注期：第1期为距今34~24 Ma；第2期为距今13.8~8.0 Ma；第3期为距今8.0~0 Ma。运用GOI测定分析技术和荧光观测技术，结合试油成果数据定量、直观揭示东营凹陷牛庄洼陷砂岩透镜体岩性油藏的充注过程，这些砂岩透镜体岩性圈闭均发生了2期油充注，早期为发黄色荧光成熟油充注，晚期为发蓝白色荧光并伴有白色荧光纯气相的较高成熟度油气充注；同时，砂体上倾部位样品的GOI值高于下倾部位，直接反应了油水界面的移动<sup>[43]</sup>。

另外，在精细分析准噶尔盆地西北缘地区断裂带附近的储层油气包裹体时发现，其中普遍含有不等量的水，说明油气包裹体在形成时有水参与；赋存于同一寄主矿物中的不同油气包裹体之间，水/油（ $H_2O/(CH_3+CH_2)$ ）值存在明显差异，而 $CH_3/CH_2$ 值变化不明显，这可能是油气幕式成藏的真实记录<sup>[44]</sup>。

### 3.2 从连续均匀动力（浮力为主）到流体异常压力与混合动力

在东营凹陷广泛存在流体异常压力，北部陡坡带胜坨地区的坨76井、洼陷带牛庄地区牛21井沙三段油藏中均发现了富含烃类的沸腾包裹体，其形成往往与突发地质事件有关，是油气突发式成藏的有力证据<sup>[45]</sup>。在沸腾作用下，整个高压层内的流体被激活，流体快速涌向断裂等出口，且流体的运移速度和运移量都较大。东营凹陷多个层系不同类型油藏样品流体包裹体PVT测试数据证实，东营凹陷沙三段古流体压力系数随时间演变，第1期成藏基本上是在常压系统中发生的，古压力系数为1.0~1.1；第2期成藏是在低幅超压系统中发生的，古压力系数为1.2~1.4；第3期成藏是在中幅超压系统中发生的，古压力系数为1.3~1.6。

断层作为超压系统能量释放的主要通道，在成藏动力的传递过程中具有重要作用，盆地浅层油藏保存的传递超压成为深部超压流体充注的证据，为超压背景下油气快速充注成藏的结果。如东营凹陷小营油田梁8井沙一段油藏发育异常高压（深度为2 267 m，剩余压力为7.02 MPa），而其围岩不具备生烃能力和异常高流体压力，经油源对比证实原油来自下部的沙四段烃源岩（埋深大于3 000 m），该油气藏保存了较高的剩余压力，接近下部油源层流体压力<sup>[46]</sup>。

### 3.3 从单一连续输导层到断裂以及复合输导体系

从连续存在的输导体系(主要由连通砂体组成)到有时间限制的输导体系(包含断裂,或者断裂是主要组成部分的垂向输导体系)<sup>[16-18]</sup>,或者是不同的输导体系要素连接方式,如复式输导(特别是与断裂有关的输导体系,可以认为在断陷盆地油气运聚过程中,基本与断层有关)等,这些实践及研究中对输导体系的认识深化,主要表现为意识到断裂是超压体系卸压的重要渠道,也是幕式排放的主要途径<sup>[29,47-48]</sup>。

断陷盆地中断层对油气运移指向及油藏分布样式产生关键性的影响,决定了盆地范围的油藏分布特征。即大型断层或者说油源断层,而不是通常认为的大型渗透性连通体系,控制了盆地油藏纵向及平面分布状态,如东营凹陷陡坡滨南一胜北断裂带、缓坡王家岗—陈官庄断裂带、凹陷中部的中央断裂带等<sup>[49]</sup>,控制了东营凹陷主要油气聚集区胜坨、东辛、王家岗等油田的分布。

另外,还存在断裂开启的时间问题,即输导体系的时间有效性问题<sup>[47-50]</sup>。与动力条件的复杂性对应,超压条件下断裂的周期性开启、超压流体包括油气的垂向—侧向运移和充注控制油气的分布样式。在断裂不开启、油气通过上、下盘对接输导层穿过断裂带运移时(连续缓慢运移),根据油气差异聚集原理,深部圈闭中较早聚集的原油被晚期聚集的天然气排替,原油从构造溢出点溢出(即底部溢出),进入对盘储层。由此决定的油气分布为原油在浅部圈闭聚集、天然气在深部圈闭聚集,即出现“上油下气”的油气分布模式。而在超压引起断裂周期性开启、流体包括油气进行幕式瞬态运移时,油气从顶部溢出,断裂带内不同深度圈闭中油气的分布恰恰相反,即“上气下油”,且可能出现较强烈的相态分异<sup>[51]</sup>,即对不同性质流体分布产生决定性影响。

### 3.4 从统一的地层动力系统到分隔的地层动力系统

盆地空间分布不同的流体压力体系,如通常划分的封闭系统、过渡系统和开放系统,即使在封闭系统内部,也是由多个不自由连通的压力封隔系统组成<sup>[52]</sup>。东部断陷盆地在纵向上常存在不同的压力分层结构,浅层一般为正常压力体系,与地表水有密切的联系;中深层为异常高压体系,异常高压是流体发生侧向运移的动力;而深层则以流体封存箱为主。这些发育程度不同的超压体系可以构成不同级别的超压封存箱系统,控制着油气的运移和

聚集。超压体系构成了准封闭的超压封存箱型自源油气成藏动力学系统,同时也可以通过幕式排放为浅层的新近系及古近系沙三段上亚段至东营组常压开放性他源油气成藏动力学系统提供油源及成藏动力<sup>[29]</sup>。

断陷盆地的这种流体动力体系特征对油气藏分布及流体性质分布特征产生了重大影响,不再是油气差异聚集模式所描述的简单线性样式,理论上形成以流体封存箱为核心的并列的多个环状油藏分布形态及流体分异样式,同时由于断裂输导体系沟通不同的封存箱系统,在超压等的影响下,实际又存在相互叠加的运聚过程,从而导致盆地中实际的油藏和流体分布样式更加复杂。

综上所述,在东部断陷盆地如东营凹陷中,存在多层烃源岩以及多个演化运聚动力、通道、形式和过程<sup>[25-26]</sup>,导致油藏分布和流体种类的不均一性,聚集过程的差异性体现得更为复杂。此外,动力以异常压力或压力—浮力联合作用为主,连续性较差,聚集的时间同样连续性差,断层作为主体的输导系统也存在时间有效性。以上情况对比说明,在陆相断陷盆地中,严格符合油气差异聚集模式基本条件的油气运聚只能是特殊情况,而非普遍存在。

## 4 实践适用性讨论

油气差异聚集模式在断陷盆地应用的限制,主要表现为对油藏预测的影响,即对盆地中系列圈闭成藏模式的影响,分为2个方面,即圈闭充满度分布差异性及流体性质分布差异性。

### 4.1 圈闭充满度分布差异性

在油气运移的过程中,由于动力和路径条件的关系,不会发生只有运移路线上第1个圈闭完全充满后,油气才继续运移的状况。油气的运移与圈闭的幅度、充满度之间存在关系,但并不是由圈闭闭合高度变化或充满程度决定充注过程的。从油气运移聚集的角度来说,动力在其中起的作用更大些。从盆地油气分布的实际来看,油气的聚集并不是按照严格的顺序,先充满运移路径上的第1个圈闭,再依次充注。油气在充注时,很可能是在输导体系一定范围内同时对圈闭进行充注,区别在于充注数量的差异。因为输导体系与运移动力在烃类运动过程中变化的多样性,圈闭只是输导体系连接的部分储集空间,而不是其中完全分隔孤立的一部分,因此,与运移类似,充注是一个几乎同时在盆地展开的过程。根据勘探实践,不存在这种盆地,即

油气在未能完全充满近距离圈闭之前,不向更远距离运移。实际上,所有的含油气盆地中,盆地边界内的圈闭都可能成藏,区别在于聚集量的不同,或者说在于聚集的优先程度(充注程度)不同,而不存在绝对的充满过程的先后次序。根据成藏基准面原理<sup>[53-55]</sup>,油气运聚可能有多种形式,可能会首先充注盆地边缘构造带的储集空间,依次后退(退积);也可能首先充注注陷构造带储集空间,依次前进(进积);还可能反复充注某个区带(加积),即体积分配原理所决定的聚集过程差异性<sup>[54]</sup>。

#### 4.2 流体性质分布差异性

从断陷盆地当前油气藏分布状况来看,气藏、油藏的分布特征也不会是理想状态。如东营凹陷,在凹陷中心深层目前尚未发现纯气藏,纯气藏在盆地边缘的浅、中层发育;实际上,浅层真正的纯气藏较少,往往是溶解气和析出气形成的浅层气藏<sup>[56]</sup>。在盆地陡坡带深层往往发育凝析气藏(东营凹陷当前的勘探实践已经证实了这一点)。这种现象产生的原因,在浅层是由于溶解气析出,在深层与流体状态或者油藏演化有关<sup>[57-58]</sup>,而不是纯气藏分布的规律。盆地油藏类型与流体分异作用首先表现为在流体能量剖面的相同位置上油藏类型或油藏类型序列的完全变化,如在盆地相同或不同构造位置发育的油藏类型或油藏类型组合序列的变化,其次表现为在成藏基准面变化周期中的单个油藏各类流体属性的改变,如充满度、饱和度、油藏压力等。这两者都反映了不同类型油藏及其属性与成藏基准面、可充注空间变化、烃类体积分配差异性之间的关系<sup>[54]</sup>。

## 5 结束语

总体而言,作为描述盆地油气运聚的典型模式,油气差异聚集模式在单一过程、均匀连续体制与单一流体动力系统中是正确的。断陷盆地油气运聚在多重过程、幕式体制中的表现需要有更精细,甚至是完全不同的表现形式和方法来刻画。简单地讲,是多个不同成藏阶段油气差异聚集过程的复合叠加,还是多个不同时间段油气差异聚集作用的简单叠加,不同类型油藏与不同性质流体的空间分布样式等都有待于在实践中深入探讨。

#### 参考文献:

[1] 胡朝元.石油天然气地质文选[M].北京:石油工业出版社,1999.

- [2] 胡朝元.生油区控制油气田分布——中国东部陆相盆地进行区域勘探的有效理论[J].石油学报,1982,3(2):9-13.
- [3] 刘震,陈艳鹏,赵阳,等.陆相断陷盆地油气藏形成控制因素及分布规律概述[J].岩性油气藏,2007,19(2):121-127.
- [4] 李德生.渤海湾盆地复合油气田的开发前景[J].石油学报,1986,7(1):1-21.
- [5] 胡见义,黄第藩,徐树宝,等.中国陆相石油地质理论基础[M].北京:石油工业出版社,1991.
- [6] 胡见义,徐树宝,童晓光.渤海湾盆地复式油气聚集(区)带的形成和分布[J].石油勘探与开发,1986,13(1):1-8.
- [7] 王永诗.油气成藏“相-势”耦合作用探讨——以渤海湾济阳拗陷为例[J].石油实验地质,2007,29(5):472-476.
- [8] 郝雪峰,尹丽娟.油藏类型与属性的动力学涵义[J].油气地质与采收率,2013,20(2):1-4.
- [9] 张金川,唐玄,姜生玲,等.碎屑岩盆地天然气成藏及分布序列[J].天然气工业,2008,28(12):11-17.
- [10] 刘雅利,王永诗,郝雪峰,等.渤南注陷油气分布有序性探讨[J].油气地质与采收率,2014,21(4):10-15.
- [11] 王应斌,薛永安,张友,等.油气差异聚集原理应用效果分析——以黄河口凹陷为例[J].海洋石油,2010,30(4):20-25.
- [12] 陈国利.松辽盆地红岗背斜油气的差异聚集[J].新疆石油地质,2004,25(2):131-133.
- [13] 郑玉凌,郝石生,柳广第,等.流体封存箱研究若干问题思考[J].石油勘探与开发,1998,25(5):90-92.
- [14] Hunt J M.Generation and migration of petroleum from abnormally pressured fluid compartments [J].AAPG Bulletin, 1990, 74(1): 1-12.
- [15] Waples D W.Generation and migration of petroleum from abnormally pressured fluid compartments: discussion [J].AAPG Bulletin, 1991, 75(2): 326-327.
- [16] 付广,薛永超,付晓飞.油气运移输导系统及其对成藏的控制[J].新疆石油地质,2001,22(1):24-26.
- [17] 张照录,王华,杨红.含油气盆地的输导体系研究[J].石油与天然气地质,2000,21(2):133-135.
- [18] 宋国奇,宁方兴,郝雪峰,等.骨架砂体输导力量量化评价——以东营凹陷南斜坡东段为例[J].油气地质与采收率,2012,19(1):4-6,10.
- [19] 赵靖舟.幕式成藏的机理和规律探讨[J].天然气工业,2006,26(3):9-11.
- [20] 赵靖舟.幕式成藏理论的提出及其勘探意义[J].石油实验地质,2005,27(4):315-320.
- [21] 郝芳,邹华耀,杨旭升,等.油气幕式成藏及其驱动机制和识别标志[J].地质科学,2003,38(3):413-424.
- [22] Gussow W C.Differential entrapment of oil and gas: a fundamental principle [J].AAPG Bulletin, 1954, 38(6): 816-853.
- [23] 潘钟祥.石油地质学[M].北京:地质出版社,1986.
- [24] 陈荣书.石油与天然气地质[M].武汉:中国地质大学出版社,1994.
- [25] 刘庆,张林晔,沈忠民,等.东营凹陷湖相盆地类型演化与烃源岩发育[J].石油学报,2004,25(4):42-45.
- [26] 张林晔,张春荣.济阳拗陷优质烃源岩的发育及其意义[M].北京:石油工业出版社,2001.
- [27] 朱炎铭,秦勇,范炳恒,等.黄骅拗陷深层古生界烃源岩的生烃

- 演化[J].地质科学,2001,36(4):435-443.
- [28] 朱炎铭,王晓辉,张聪,等.东濮凹陷石炭-二叠系煤系烃源岩的生烃演化[J].石油学报,2007,28(6):27-31.
- [29] 陈中红,查明.断陷湖盆超压封存箱形成机理与油气成藏机制——以渤海湾盆地东营凹陷为例[J].地质科学,2008,43(1):50-64.
- [30] 宋亮,张营革,牟敏,等.陆相断陷盆地超压系统下的油气运聚——以车镇凹陷车西地区为例[J].油气地质与采收率,2014,21(1):28-32.
- [31] 郑和荣,黄永玲,冯有良.东营凹陷下第三系地层异常高压体系及其石油地质意义[J].石油勘探与开发,2000,27(4):67-72.
- [32] 郝芳,李思田,龚再升,等.莺歌海盆地底辟发育机理与流体幕式充注[J].中国科学: D辑 地球科学,2001,31(6):471-476.
- [33] 刘震,刘俊榜,高先志,等.二连盆地岩性油藏的幕式充注和相对早期成藏特征分析[J].石油与天然气地质,2007,28(2):240-249.
- [34] 于翠玲,曾溅辉.断层幕式活动期和间歇期流体运移与油气成藏特征[J].石油实验地质,2005,27(2):129-133.
- [35] 陆先亮.渤海湾盆地新生代断裂活动及其对含油气系统和油气分布的影响[J].油气地质与采收率,2005,12(3):31-35.
- [36] 田世澄,陈永进,施凤成,等.异常压力封存箱在油气成藏中的作用[J].地学前缘,2004,11(3):283-284.
- [37] 周兴熙.封存箱与油气成藏作用[J].地学前缘,2004,11(4):609-616.
- [38] 周兴熙.油气成藏作用与系统论[J].石油勘探与开发,2004,31(4):5-10.
- [39] 陈中红,查明.东营凹陷流体超压封存箱与油气运聚[J].沉积学报,2006,24(4):607-615.
- [40] 马启富,陈斯忠,张启明,等.超压盆地与油气分布[M].北京:地质出版社,2000.
- [41] 王秉海,钱凯.胜利油区地质研究与勘探实践[M].东营:石油大学出版社,1992:134-139.
- [42] 李兆奇,陈红汉,刘惠民,等.流体包裹体多参数综合划分东营凹陷沙三段油气充注期次及充注时期确定[J].地质科技情报,2008,27(4):69-74.
- [43] 郝雪峰.古油势和低序次断层与砂岩透镜体圈闭含油性的关系——以东营凹陷牛庄洼陷沙三段中亚段为例[J].油气地质与采收率,2012,19(3):6-10.
- [44] 曹剑,姚素平,胡文瑄,等.油气包裹体中水的检出及其意义[J].科学通报,2006,51(13):1583-1588.
- [45] 邱楠生,金之钧,胡文喧.东营凹陷油气充注历史的流体包裹体分析[J].石油大学学报:自然科学版,2000,24(4):95-97.
- [46] 隋风贵.东营断陷盆地地层流体超压系统与油气运聚成藏[J].石油大学学报:自然科学版,2004,28(3):18-21.
- [47] 沈朴,张善文,林会喜,等.油气输导体系研究综述[J].油气地质与采收率,2010,17(4):4-8.
- [48] 王永诗,郝雪峰.济阳断陷湖盆输导体系研究与实践[J].成都理工大学学报:自然科学版,2007,34(4):394-400.
- [49] 郝雪峰.东营凹陷输导体系及其控藏模式研究[D].杭州:浙江大学,2006.
- [50] 付广,王国民,黄劲松.断裂静止期有无输导油气能力的判别方法[J].沉积学报,2008,26(5):850-856.
- [51] 郝芳.超压盆地生烃作用动力学与油气成藏机理[M].北京:科学出版社,2005.
- [52] 康永尚,王捷.流体动力系统与油气成藏作用[J].石油学报,1999,20(1):30-33.
- [53] 郝雪峰.陆相断陷盆地成藏基准面探讨[J].油气地质与采收率,2007,14(1):11-14.
- [54] 郝雪峰.断陷盆地成藏基准面及其相关概念辨析[J].油气地质与采收率,2008,15(5):1-4.
- [55] 王永诗,郝雪峰.断陷盆地油气成藏作用面及其石油地质意义——以济阳拗陷东营凹陷为例[J].油气地质与采收率,2013,20(1):1-5.
- [56] 陈建渝,曹树春,曹忠祥,等.中国东部中、浅层气藏成藏动力学特征——以济阳拗陷中、浅层气藏为例[J].油气地质与采收率,2001,8(1):13-17.
- [57] 王文林.东营凹陷古近系深层凝析气藏形成条件[J].油气地质与采收率,2007,14(3):55-57.
- [58] 单俊峰,韩霞,毛俊莉.辽河东部凹陷天然气地球化学特征及深层天然气勘探潜力[J].特种油气藏,2011,18(2):7-10.

编辑 经雅丽

欢迎投稿

<http://yqdzycsl.cnjournals.com>