

文章编号:1001-6112(2012)03-0272-05

# 渤海湾盆地冀中坳陷潜山内幕油气成藏特征

田世峰,高长海,查明

(中国石油大学 地球科学与技术学院,山东 青岛 266580)

**摘要:**利用地震、钻井地质和测试资料,结合勘探实践,对渤海湾盆地冀中坳陷潜山内幕油气成藏特征进行了研究。结果表明,冀中坳陷潜山内幕油藏的形成主要受烃源岩、储盖组合及输导体系的控制;发育2种类型的潜山内幕成藏模式,即与不整合有关的潜山内幕成藏模式、与断层有关的潜山内幕成藏模式,形成了顺倾坡层状、顺倾坡块状、逆倾坡层状、残丘块状、断壁块状和断壁层状6种潜山内幕油藏类型;中央隆起带潜山深层内幕圈闭、东部斜坡带和西部断阶带内幕圈闭是冀中坳陷今后潜山内幕油藏勘探的有利方向和区带。

**关键词:**成藏模式;油藏类型;成藏条件;潜山内幕油藏;冀中坳陷;渤海湾盆地

中图分类号:TE122.3<sup>+</sup>3

文献标识码:A

## Reservoir-forming characteristics of inner buried hills in Jizhong Depression, Bohai Bay Basin

Tian Shifeng, Gao Changhai, Zha Ming

(School of Geosciences, China University of Petroleum, Qingdao, Shandong 266580, China)

**Abstract:** The reservoir-forming characteristics of inner buried hills in the Jizhong Depression of the Bohai Bay Basin were studied based on seismic, well drilling and logging data as well as exploration practice. The results show that source rocks, reservoir-cap rock association and hydrocarbon migration pathways together controlled the formation of inner buried hill reservoirs. Two reservoir-forming patterns (related to unconformity and fault, respectively) and six reservoir types (layers along slope, blocks along slope, layers against slope, blocks in residual hill, blocks along fault wall and layers along fault wall) generated in the study area. Explorations should be focused on the deep inner traps in the central uplift belt, and the inner traps of the eastern slope belt and the western fault-step belt.

**Key words:** reservoir-forming pattern; reservoir type; reservoir-forming condition; inner buried hill reservoirs; Jizhong Depression; Bohai Bay Basin

传统的潜山成藏理论认为油气主要聚集在山头,形成风化壳型油藏<sup>[1-6]</sup>。而近几年潜山内幕油气藏的勘探突破,改变了这一认识,潜山内幕油气藏的勘探和研究逐渐成为关注的热点<sup>[7-14]</sup>。随着勘探技术的发展,冀中坳陷的潜山勘探获得突破,2001年南马庄潜山西20井在潜山内幕府君山组获206 t/d的高产工业油流,开辟了冀中坳陷一个新的找油领域,成为新的储量增长点(图1)。目前,冀中坳陷潜山内幕油气藏探明地质储量已占到潜山总储量的6.3%,标志着冀中坳陷潜山的勘探开始由“风化壳型”向“内幕型”转变。然而,对于潜山内幕油气藏的理论研究却滞后于勘探实践。因此,深入分析和研究冀中坳陷潜山内幕油气藏的形成条件和油气藏特征,建立成藏模式,对于推动

潜山内幕的油气勘探,丰富和提升潜山油气成藏理论具有重要的现实意义和理论价值。

## 1 潜山内幕油气藏成藏条件

### 1.1 油源条件

冀中坳陷潜山内幕油气藏多数属“源外”油气藏,即所谓的“新生古储型”油气藏,油气主要来自于潜山以外的古近系烃源岩(包括沙一下亚段、沙三段和沙四段一孔店组),其次来自于石炭一二叠系煤系地层。冀中坳陷发育的潜山(带)紧邻生油洼槽或被生油洼槽所包围,如任丘潜山带即处于任西洼槽、马西洼槽和鄆州洼槽的围限之中。这些洼槽发育的烃源岩层具备优越的生烃条件,尤以沙三段生油条件最好,为冀中坳陷潜山内幕油气藏的形成

收稿日期:2011-08-29;修订日期:2012-04-19。

作者简介:田世峰(1981—),男,博士生,从事油气成藏机理与分布规律研究。E-mail: tianshf@yahoo.com.cn。

基金项目:国家科技重大专项(2011ZX05001-001-006)和中石油华北油田科技攻关项目(HBYT-YJY-2010-JS-1)资助。

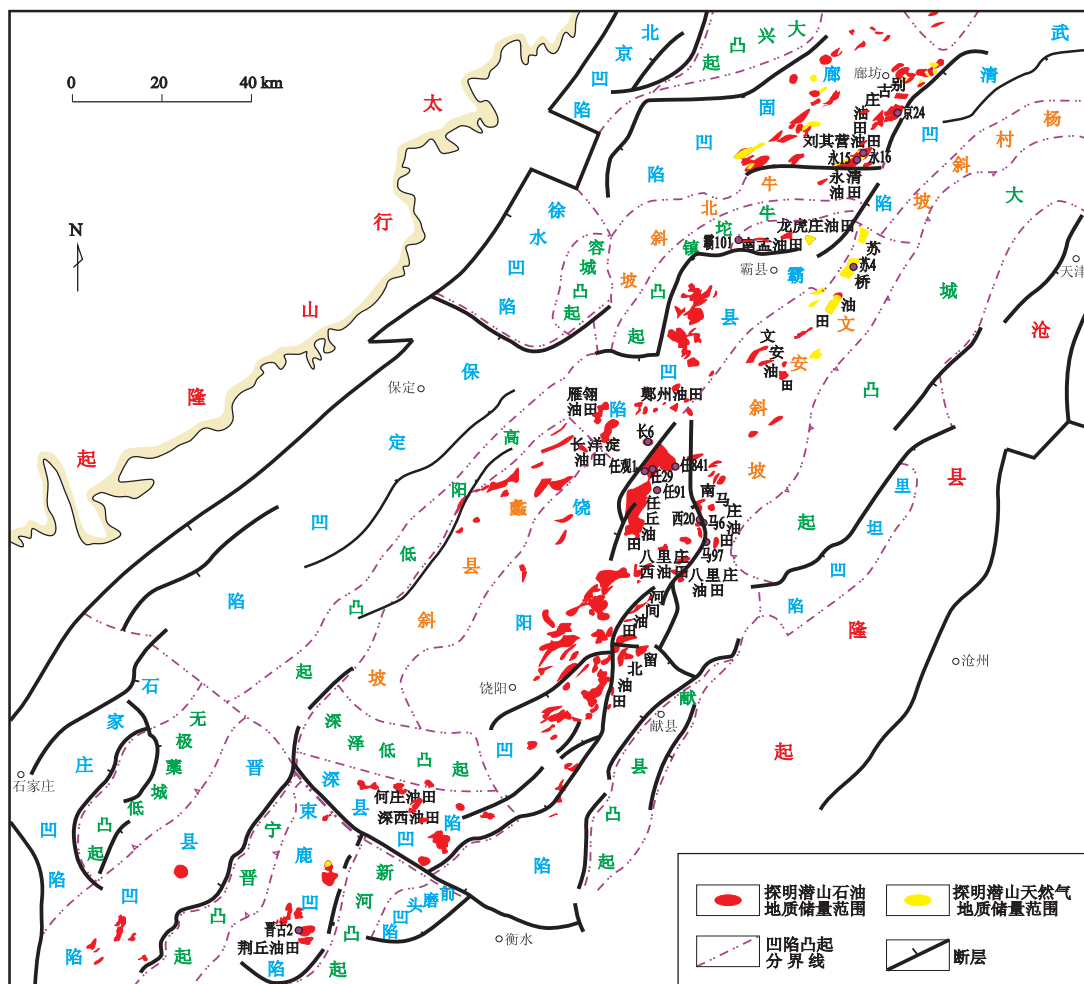


图1 渤海湾盆地冀中坳陷构造简图

Fig.1 Simplified tectonic map of Jizhong Depression, Bohai Bay Basin

表1 渤海湾盆地冀中坳陷烃源岩基本特征<sup>[15]</sup>

Table 1 Features of source rocks in Jizhong Depression, Bohai Bay Basin

层位	主要岩性	有机碳/%	沥青“A”/%	总烃/ (mg · kg <sup>-1</sup> )	生烃总量/ (kg · t <sup>-1</sup> )	干酪根 类型	R <sub>o</sub> /%	综合评价
Es <sup>1</sup> 下	泥岩	0.66	0.195 7	401	3.90	Ⅱ <sub>1</sub> 、Ⅱ <sub>2</sub>	0.70 ~ 0.89	中等
Es <sup>3</sup>	泥岩	1.10	0.227 8	720	4.42	Ⅱ <sub>1</sub> 、Ⅱ <sub>2</sub>	0.85 ~ 1.40	好
Es <sup>4</sup> -Ek	泥岩	0.52	0.184 0	302	0.51	Ⅲ	0.61 ~ 0.90	差—非
C-P	煤层	50.44	2.407 7	4 625		Ⅲ	0.65 ~ 1.80	中等
C-P	泥岩	1.94	0.079 0	372		Ⅲ-Ⅱ <sub>2</sub>	0.65 ~ 1.80	中等

成奠定了雄厚的物质基础(表1)<sup>[15]</sup>。由于断层和不整合的发育,使得烃源岩层与潜山内幕储集层侧向对接,油气可通过断层和(或)不整合的输导进入潜山内幕圈闭中,形成潜山内幕油气藏。

### 1.2 储盖组合条件

受构造、沉积、岩溶等作用的影响和控制,冀中坳陷碳酸盐岩储集层形成了大量的溶孔、溶缝以及溶洞,且在空间上相互切割、相互组合,形成油气运移和聚集的“孔—洞—缝”网络系统,改善了储集层物性,成为油气存储的主要储集空间,为潜山内

幕油气的富集高产创造了条件(表2)。

潜山内幕油气藏形成的重要条件之一就是潜山内部存在隔层。勘探实践表明,冀中坳陷潜山内部发育有众多的隔层,如徐庄组、馒头组、下马岭组、洪水庄组、杨庄组、串岭沟组等,岩性主要为泥质岩、页岩、泥云岩、泥灰岩等,这些地层具有厚度大、泥质含量高、排替压力大等特征,为潜山内幕油气的聚集和保存提供了有利的保障(图2)。如龙虎庄潜山霸24井府君山组日产油699 t,上覆馒头组厚51 m,是良好的盖层。

表2 渤海湾盆地冀中拗陷部分潜山碳酸盐岩储层物性统计<sup>[15]</sup>

Table 2 Physical property of carbonate source rocks in buried hills, Jizhong Depression, Bohai Bay Basin

层位	物性平均值		潜山
	孔隙度/ %	渗透率/ 10 <sup>-3</sup> μm <sup>2</sup>	
O	5~6	50~1 101	任北、永清、南孟、龙虎庄、何庄、深县西
ε <sub>1m</sub>	5	37	南孟
ε <sub>1f</sub>	6	226~1 420	任北、南孟、龙虎庄
Jxw	6	140~2 000	任北、郑州、雁翎、八里庄(西)、留北
Chg	12	167	河间

冀中拗陷潜山储集层与非渗透层(隔层)在纵向上呈互层形式出现,形成了7套潜山内幕储盖组合(图2),形成了有效的潜山内幕圈闭。从储盖层条件及油气勘探实践分析, I、II、IV、VI、VII组合的

盖层条件相对较好,钻井过程中见有良好的油气显示,其次为III、V组合。

### 1.3 输导条件

输导体系是连接烃源岩与圈闭的“桥梁”<sup>[16-18]</sup>。冀中拗陷潜山内幕油气藏的油气主要通过断层和不整合运移<sup>[19]</sup>。受构造活动的控制,冀中拗陷潜山断层十分发育,造成烃源岩层与潜山内幕储集层侧向对接,油气可通过断层直接进入潜山内幕圈闭中;受沉积间断、块断升降作用以及岩溶作用的影响,冀中拗陷潜山不整合直接将古近系烃源岩与潜山内幕储集层对接在一起,油气通过不整合的输导进入潜山内幕圈闭中。

## 2 潜山内幕油气藏成藏模式

根据冀中拗陷潜山内幕油气藏形成条件和油气藏类型,结合勘探实践,可以总结出冀中拗陷潜山内幕油气藏形成的基本模式:与不整合有关的潜

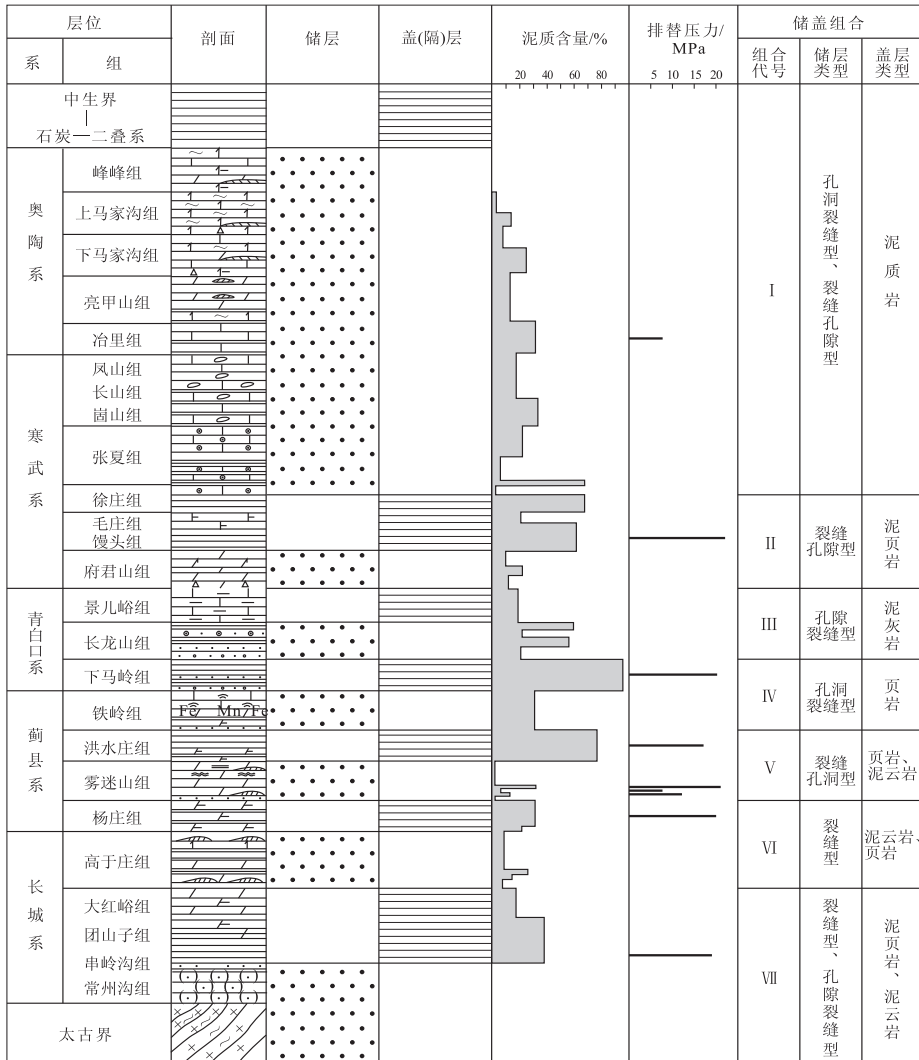


图2 渤海湾盆地冀中拗陷潜山内幕储盖组合示意<sup>[17]</sup>

Fig. 2 Reservoir-cap rock assemblage of inner buried hill in Jizhong Depression, Bohai Bay Basin

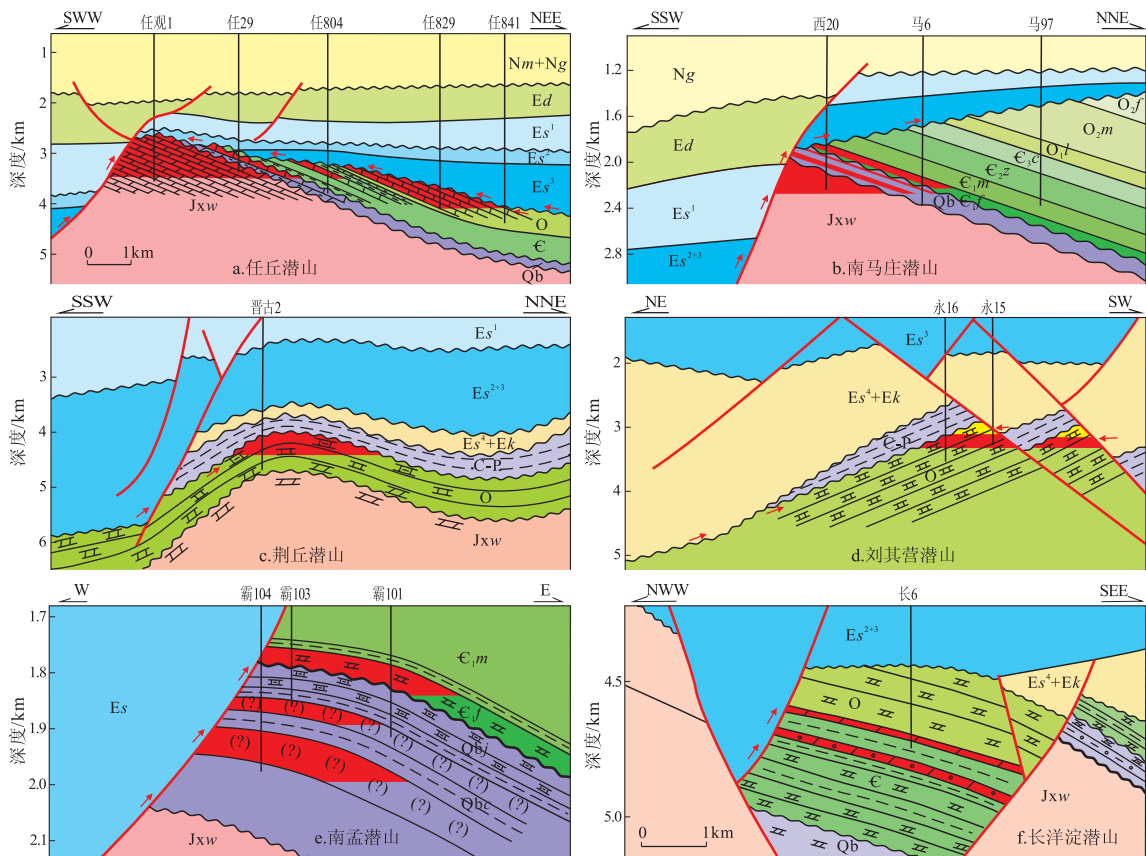


图3 渤海湾盆地冀中坳陷潜山内幕油气运聚成藏模式

Fig. 3 Reservoir-forming patterns of inner buried hills in Jizhong Depression, Bohai Bay Basin

山内幕成藏模式、与断层有关的潜山内幕成藏模式(图3)。

### 2.1 与不整合有关的潜山内幕成藏模式

该模式是指潜山内幕油气藏的形成主要与不整合有关。古近系烃源岩生成的油气通过不整合(部分潜山需要断层的共同输导,如南马庄潜山)向潜山高部位侧向运移过程中,受巨大地层压力差的作用,油气进入途经的潜山内幕圈闭中聚集,受不整合面之上盖层及侧向隔层的遮挡而成藏,形成了多种类型的潜山内幕油气藏。顺倾坡层状油藏主要分布于南马庄、任丘等潜山,如任丘潜山寒武系府君山组油藏(图3a);顺倾坡块状油藏主要分布于任丘潜山,如奥陶系油藏(图3a);逆倾坡层状油藏主要分布于南马庄、文安斜坡等潜山,如南马庄潜山西20井府君山组和青白口系油藏(图3b);残丘块状油藏主要分布于信安镇、苏桥、荆丘等潜山,如荆丘潜山晋古2井奥陶系油藏(图3c)。

### 2.2 与断层有关的潜山内幕成藏模式

该模式是指潜山内幕油气藏的形成与断层有关。油气通过断层的输导进入潜山内幕圈闭中,受断层及内幕隔层的遮挡而成藏,主要形成2种类型

的潜山内幕油气藏。断壁块状油藏主要分布于南马庄、刘其营、别古庄、何庄等潜山,如南马庄潜山奥陶系峰峰组油藏、刘其营潜山奥陶系油藏等(图3d);断壁层状油藏主要分布于南孟、长洋淀、河间、霸县二台阶等潜山,如南孟潜山寒武系府君山组油藏、青白口系长龙山组油藏(图3e)以及长洋淀潜山长6井府君山组油藏等(图3f)。

## 3 潜山内幕油气藏分布特征

受基底结构和古地形控制,冀中坳陷主要发育了断阶带、中央隆起带和斜坡带等3种类型的油气聚集带,不同类型的潜山内幕油藏分布于不同的构造部位。断壁块状潜山内幕油藏主要分布在断阶带,断壁层状潜山内幕油藏、顺倾坡层状和块状潜山内幕油藏主要分布在中央隆起带,逆倾坡层状潜山内幕油藏和残丘块状潜山内幕油藏主要分布于斜坡带(图4)。

以潜山内幕油气成藏模式及分布特征为指导,确定围绕潜山构造带寻找内幕油藏的勘探思路,深入落实中央隆起带潜山内幕圈闭,并积极开展西部断阶带和东部斜坡带的勘探;纵向上继续探索潜山

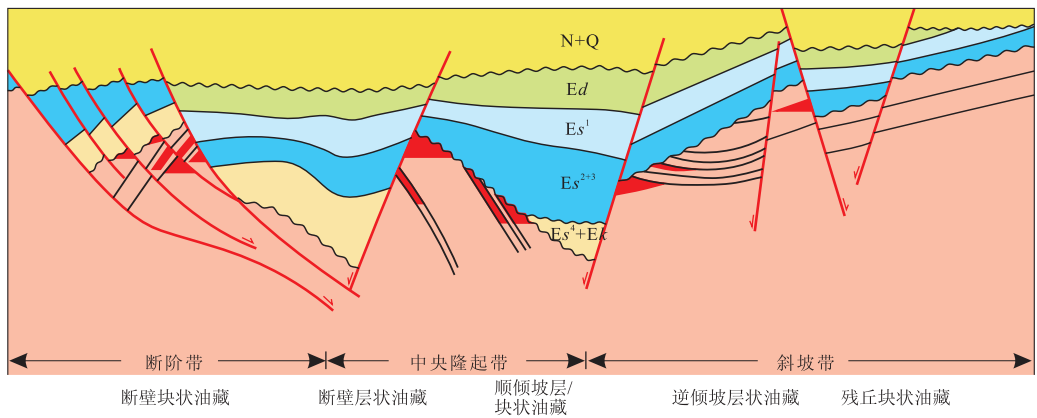


图 4 渤海湾盆地冀中坳陷潜山内幕油气藏分布示意

Fig. 4 Distribution of inner buried hill reservoirs in Jizhong Depression, Bohai Bay Basin

更深层的内幕油藏,拓展古潜山含油气底界。随着二次三维地震资料品质和处理技术的提高,潜山内幕成像有了明显改进,冀中坳陷潜山内幕油藏的勘探展示出广阔的勘探前景。

### 4 结论

1)控制冀中坳陷潜山内幕油藏形成的主要有利因素有:多套烃源岩为潜山内幕提供雄厚的成油物质基础;良好的储盖组合为潜山内幕油气的富集高产和保存创造了条件;输导体系的发育为潜山内幕提供了良好的油气运移通道。

2)冀中坳陷发育 2 种类型的潜山内幕成藏模式:与不整合有关的潜山内幕成藏模式,与断层有关的潜山内幕成藏模式。前者可形成顺倾坡层状、顺倾坡块状、逆倾坡层状和残丘块状 4 种油藏类型;后者可形成断壁块状和断壁层状 2 种油藏类型。

3)不同类型的潜山内幕油藏分布于不同的构造部位,断壁块状油藏主要分布在断阶带,断壁层状油藏、顺倾坡层状和块状油藏主要分布在中央隆起带,逆倾坡层状油藏和残丘块状油藏主要分布于斜坡带。

4)中央隆起带潜山深层内幕圈闭、东部斜坡带和西部断阶带内幕圈闭是冀中坳陷今后潜山内幕油藏勘探的有利方向和区带。

### 参考文献:

[1] 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.

[2] 陈景达.渤海湾盆地的复式油气聚集带[J].石油大学学报(自然科学版),1988,12(3):41-50.

[3] 张文昭.中国陆相盆地油气藏类型及复式油气聚集区油气藏

序列[J].大庆石油地质与开发,1989,8(4):1-14.

[4] 刘栓驹,黄杰,王根久,等.碳酸盐岩潜山油藏古地貌及剩余油分布关系[J].石油学报,1999,20(2):39-44.

[5] 康玉柱.塔里木盆地古潜山油气田[J].石油实验地质,2003,25(5):458-463.

[6] 单宝杰,徐刚,刘魁元.滑脱型潜山成藏研究:以沾化凹陷潜深 6 潜山为例[J].地质科技情报,2005,24(1):65-68.

[7] 张淑娟,刘大听,罗永胜.潜山油藏内幕隔层及断层控制的剩余油分布模式[J].石油学报,2001,22(6):50-54.

[8] 张家震,王永诗,王学军,等.富台油田下古生界潜山油藏特征[J].油气地质与采收率,2003,10(4):23-25.

[9] 马立驰,王永诗,吕建波.济阳坳陷下古生界潜山内幕油气藏勘探[J].油气地质与采收率,2004,11(1):26-27.

[10] 张庆龙,葛荣峰,赵立文,等.辽河盆地中部构造演化与古潜山油气成藏模式[J].石油实验地质,2010,32(3):211-217.

[11] 谢文彦,孟卫工,张占文,等.辽河坳陷潜山内幕多期裂缝油藏成藏模式[J].石油勘探与开发,2006,33(6):649-652.

[12] 杨克绳.任丘古潜山油田的发现与地质特点[J].断块油气田,2010,17(5):525-528.

[13] 李宏义,姜振学,董月霞,等.冀东油田南堡 2 号构造古潜山成藏条件及模式[J].断块油气田,2010,17(6):678-681.

[14] 高先志,陈振岩,邹志文,等.辽河西部凹陷兴隆台高潜山内幕油气藏形成条件和成藏特征[J].中国石油大学学报(自然科学版),2007,31(6):6-9.

[15] 高长海,张新征,查明,等.冀中坳陷潜山油气藏特征[J].岩性油气藏,2011,23(6):6-12.

[16] 武芳芳,朱光有,张水昌,等.塔里木盆地油气输导体系及对油气成藏的控制作用[J].石油学报,2009,30(3):332-341.

[17] 熊伟.断陷盆地输导体系宏观格架及构成特征:以东营凹陷为例[J].石油勘探与开发,2006,33(4):474-478.

[18] 卢学军,刘华,王建瑞,等.渤海湾盆地霸县凹陷输导体系与新近系油气运聚特征[J].石油实验地质,2010,32(3):258-261.

[19] 吴伟涛,高先志,卢学军,等.冀中坳陷潜山油气输导体系及与油气藏类型的匹配关系[J].地球科学与环境学报,2011,33(1):78-83.

(编辑 徐文明)