

# 冀中坳陷潜山油气输导体系 及与油气藏类型的匹配关系

吴伟涛<sup>1</sup>, 高先志<sup>1</sup>, 卢学军<sup>2</sup>, 崔周旗<sup>2</sup>, 孔令武<sup>1</sup>, 贾连奇<sup>1</sup>, 王海潮<sup>2</sup>

(1 中国石油大学 地球科学学院, 北京 102249; 2 中国石油天然气集团公司华北油田分公司 勘探开发研究院 河北 任丘 062550)

**摘要:** 通过总结前人研究结果, 利用测井、钻井地质和地化等资料, 对冀中坳陷潜山油气藏类型和油气输导体系特征进行研究, 并结合已发现的潜山油气藏, 建立了不同油气输导体系与潜山油气藏类型的匹配关系。结果表明: 根据不同的圈闭遮挡条件, 可将冀中坳陷潜山油气藏分为潜山顶、潜山坡和潜山内幕油气藏等3种类型; 潜山油气输导体系发育断裂、不整合、内幕溶蚀层和复合型输导体系等4种类型; 受碳酸盐岩地层、断层活动性影响以及油气生成时间的匹配, 断裂型输导体系具有高效性和时效性的特征, 有利于形成潜山顶和内幕油气藏; 不整合型输导体系由不整合上部底砾岩和下部淋溶带组成, 具有“双层”输导的特点, 有利于形成潜山顶和潜山坡油气藏; 内幕溶蚀层型输导体系由潜山内部的溶蚀孔-洞-缝系统组成, 其发育程度受内部地层泥质含量控制, 有利于形成潜山内幕油气藏; 复合型输导体系由单一型输导体系复合形成, 具有“多样式”的特点, 可以形成潜山顶、潜山坡和潜山内幕油气藏。

**关键词:** 内幕溶蚀层; 不整合面; 输导体系; 油气藏; 潜山; 冀中坳陷

**中图分类号:** TE122.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1672-6561(2011)01-0078-06

## Pathway System and Their Matching Relations with Buried Hill Reservoir in Jizhong Depression

WU Wei-tao<sup>1</sup>, GAO Xian-zhi<sup>1</sup>, LU Xue-jun<sup>2</sup>, CUI Zhou-qi<sup>2</sup>,  
KONG Ling-wu<sup>1</sup>, JIA Lian-qi<sup>1</sup>, WANG Hai-chao<sup>2</sup>

(1. School of Geosciences, China University of Petroleum, Beijing 102249, China; 2. Institute of Exploration and Development, Huabei Oilfield Branch Company, China National Petroleum Corporation, Renqiu 062550, Hebei, China)

**Abstract:** Through summarizing the achievement of the formers' research, based on the data of logging, drilling and geochemistry, the types of buried hill reservoir and the characteristics of pathway system in Jizhong Depression were analyzed, and the matching relations between different pathway systems and the types of buried hill reservoirs were discussed according to the discovered buried hill reservoirs. The results showed that the buried hill reservoirs could be divided into buried hill top reservoir, buried hill slope reservoir and inner buried hill reservoir according to the different obstruction conditions of traps; the pathway system of buried hill included fault, unconformity, inner dissolved layer and complex pathway systems; the fault pathway system was effective in terms of space and time due to the influence of carbonate formation, the activity of fault and the accordance of oil generating time, which were favorable to form buried hill top and inner buried hill reservoirs; the unconformity pathway system was constituted of the leached zone beneath the unconformity and the basal conglomerate above the unconformity, which were characterized as double-layer pathway and beneficial to form buried hill top and buried hill slope reservoirs; the inner dissolved layer pathway system was made up of pore-fracture-cave system in the inner formation of buried hill reservoirs which were favorable to form inner buried hill reservoirs and its development degree was controlled by shale content of interior formation; the complex pathway system was combined with the above single-pathway systems which were characterized as multiform and could lead to hydrocarbon accumulations occurring in different parts of buried hill.

收稿日期: 2010-07-20

基金项目: 中国石油天然气股份有限公司科技项目(2008B-0303)

作者简介: 吴伟涛(1983-), 男, 陕西户县人, 工学博士研究生, 从事油气藏形成与分布研究。E-mail: wuweitao1013@163.com

**Key words:** inner dissolved layer; unconformity; pathway system; reservoir; buried hill; Jizhong Depression

# 0 引言

1975 年,任丘潜山大油田的发现开拓了渤海湾盆地潜山油气勘探的新领域,并创建了潜山油气成藏理论<sup>[1]</sup>。经过 30 多年的勘探开发,冀中拗陷已发现近 50 个潜山油气田。潜山油气藏具有“新生古储”型成藏组合方式,其烃源岩主要来自于上覆的古近系地层,且储层存在于潜山的不同部位,使得烃源岩与潜山储层之间的配置关系具有复杂性,以及与油气藏类型的匹配关系不清晰,需进一步研究<sup>[1-3]</sup>。油气运移输导体系作为油气藏形成的重要条件,起到连接烃源岩和圈闭的桥梁作用<sup>[6-13]</sup>。为此,笔者试图研究潜山油气运移输导体系特征,并探讨输导体系与潜山油气藏类型的匹配关系,旨在丰富潜山油气成藏理论的同时为勘探实践提供理论指导。

# 1 冀中拗陷地质特征与潜山油气藏类型

## 1.1 冀中拗陷地质特征

冀中拗陷是叠置在华北古生代地台之上的中、新生代断陷-拗陷型次级盆地,隶属于渤海湾盆地<sup>[2-3]</sup>。从中元古代的长城纪至中生代的三叠纪,处于相对稳定的地台发育阶段,主要发育了一套巨厚的海相碳酸盐岩夹碎屑岩沉积建造,发生多期次的垂直升降构造运动,造成多次沉积间断,使不同时期的地层出露,形成了多套溶蚀型储集层;随后,进入活动强烈的裂谷盆地发育阶段,以断块差异升降为特点,形成多期次、

多方向的断裂系统,发育基底断层拉张和地层翘倾,最终形成断棱潜山、断阶潜山、凸起潜山和内幕潜山等多种类型的潜山(图 1)<sup>[1-2]</sup>。

## 1.2 潜山油气藏类型

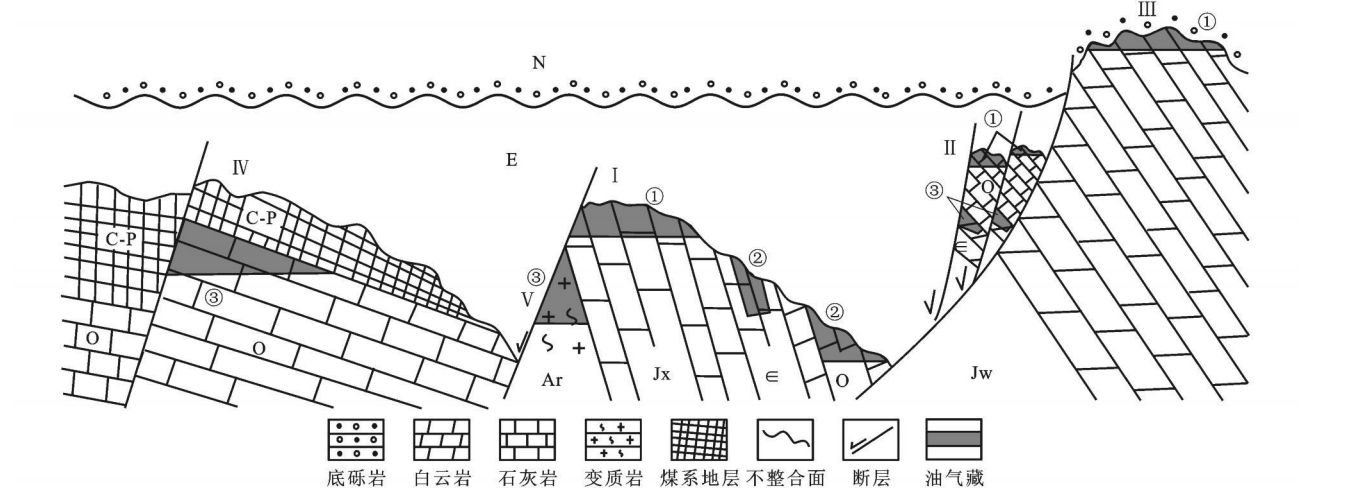
受潜山构造演化历史及成藏条件差异的影响,可在潜山顶、潜山坡和潜山内幕等部位形成 3 种类型油气藏(图 1)<sup>[1-2,14-15]</sup>。潜山顶油气藏是指分布在潜山顶部,受到不整合面及(或)断层遮挡作用而形成的油气藏,如饶阳凹陷任丘潜山雾迷山组油藏;潜山坡油气藏指分布在潜山斜坡上,受到潜山斜坡不整合面和地层隔板层遮挡而形成的油气藏,如饶阳凹陷南马庄潜山寒武系油藏;潜山内幕油气藏指受断层和内幕隔层遮挡作用,在潜山内部以隔层将其下部和顶部储集层分隔而形成的油气藏,如廊固凹陷刘其营潜山奥陶系油气藏。

# 2 油气运移输导体系特征

油气运移输导体系指油气从源岩到圈闭所有运移通道的空间组合,输导体系是油气藏形成和分布的关键控制因素。根据潜山油气藏形成的输导条件,将潜山油气运移输导体系分为 4 种类型,分别为断裂型、不整合型、内幕溶蚀层型和复合型输导体系。

## 2.1 断裂型输导体系

冀中拗陷潜山地层经历了多次强烈的构造活动,发育多期次、多方向断裂系统,断裂上盘下降形成油气源区,下盘上升形成潜山,断裂成为油气从烃



注: I—断棱潜山; II—断阶潜山; III—凸起潜山; IV—斜坡潜山; V—内幕潜山; ①—潜山顶油气藏; ②—潜山坡油气藏; ③—潜山内幕油气藏; 据文献[1]修改。

图 1 冀中拗陷潜山和油气藏类型分布模式

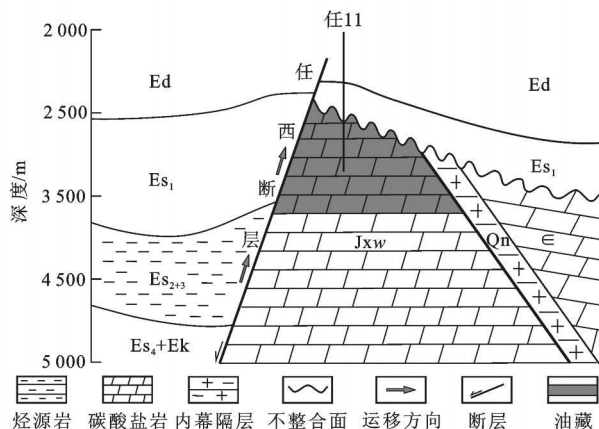
Fig. 1 Distribution Section of the Types of Buried Hill and Its Reservoir in Jizhong Depression

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

源岩到潜山的重要运移通道。

断裂型输导体系的形成需要具备两个方面的条件:一是良好的自身特征,如潜山绝大多数为碳酸盐岩地层,属于脆性地层,断层附近裂缝较发育<sup>[19]</sup>,且碳酸盐岩地层中泥质岩层较少,很难对断层面进行泥岩涂抹,再加上断层多数为多期活动性断层,这些条件有利于形成高效的断裂型输导体系;二是与烃源岩、圈闭等要素的匹配性,如烃源岩的成熟时间与断层活动相匹配,年轻地层为潜山油气藏的形成起到了封盖作用,这些为断裂型输导体系的时效性提供了条件。

任丘潜山雾迷山组油藏的形成受任西断层和马西断层控制。其中,任西断层延伸长度为 30 km,为前第三纪的老断层,古近纪孔店组沉积期重新活动,在沙河街组三段沉积期活动强烈,一直持续到东营组沉积末期,控制着任西洼槽和任丘潜山构造带的形成。任西洼槽沙河街组三段烃源岩成熟的时间为东营组沉积末期,潜山上覆的沙河街组一段湖相泥岩起到了封盖作用。任西潜山顶部任 11 井埋藏深度大约为 2 700 m,而任西断层下降盘沙河街组三段烃源岩的埋藏深度超过 4 500 m,其供油窗口超过 1 800 m,任西断层成为任西洼槽油气进入潜山的运移通道,形成潜山顶油藏(图 2)。



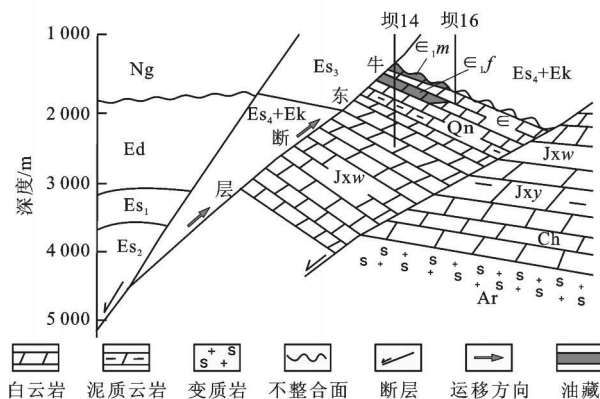
注: Jxw—蓟县系雾迷山组。

图 2 任丘潜山断层输导剖面

Fig. 2 Section of the Buried Hill of Renqiu for the Fault Pathway System

再如,南孟潜山位于霸县二台阶上,主要受牛东断层控制。牛东断层为控制霸县凹陷的西边界断层,为生长断层,形成时间为沙河街组四段沉积期。通过油源对比<sup>[17]</sup>,南孟潜山油气来自霸县洼槽古近系沙河街组四段烃源岩,成熟时间从沙河街组二段沉积期持续到馆陶组末期。现今沙河街组四段埋藏

深度超过 6 000 m,潜山寒武系府君山组埋藏深度约 2 000 m,牛东断层成为油气进入潜山的输导体系,形成寒武系馒头组潜山顶油藏和府君山组潜山内幕油藏(图 3)。



注:  $\epsilon_{1m}$ —寒武系馒头组;  $\epsilon_{1f}$ —寒武系府君山组; Jxy—蓟县系杨庄组。

图 3 南孟潜山断层输导剖面

Fig. 3 Section of the Buried Hill of Nanmeng for the Fault Pathway System

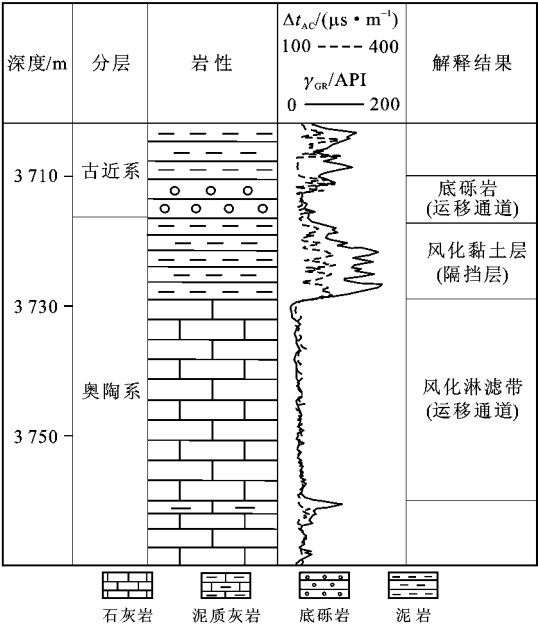
## 2.2 不整合型输导体系

冀中拗陷受到构造活动和断裂作用,遭受不均等的抬升剥蚀,潜山顶面地层变化大,自太古宇到中生界地层均出露<sup>[18]</sup>,与上覆新生界地层呈区域性不整合接触,为不整合型输导体系的形成提供了条件。

冀中拗陷不整合在空间上具有 3 层结构(图 4):不整合上部的底砾岩层、不整合下部的风化黏土层和半风化岩石。上部的底砾岩层和下部的半风化岩石是不整合型输导体系的重要组成部分<sup>[19-23]</sup>。

不整合上部的底砾岩层主要位于潜山斜坡上,底砾岩层从潜山底部向顶部或凸起上部逐渐超覆。通过对任丘潜山 16 口井的不整合上部底砾岩层厚度统计,断层附近和潜山顶部的底砾岩层厚度 0~6 m,而潜山斜坡和底部厚度为 4~29.5 m。可以看出,靠近断层附近和潜山顶部的底砾岩层厚度明显小于潜山斜坡和底部。不整合上部的底砾岩层为连通孔隙,其非均质性较强,但由于毛细管力总是使油气汇集在大孔隙中,从而使油气“局限”在高孔渗的“层段”中,在达到其残余饱和度之后,可以构成良好的油气运移通道<sup>[23-24]</sup>。

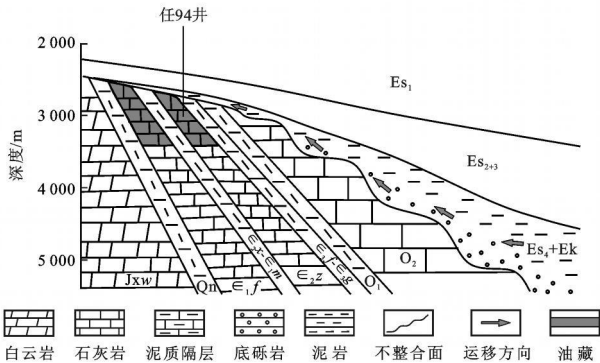
任丘寒武系油藏位于任丘潜山北部,受构造抬升、剥蚀、断裂、翘倾、削截等作用的影响,使寒武系储集层位于潜山斜坡上,受不整合面和内幕隔板层的遮挡作用形成潜山坡圈闭;根据油源对比,其油源来自于北侧郑州洼槽的沙河街组四段,在沙河街组



注:  $\Delta t_{AC}$ —声时差;  $\gamma_{GR}$ —自然伽马。  
图 4 任丘潜山任 84 井奥陶系不整合结构

Fig. 4 Structure of the Ordovician Unconformity Pathway System of Well Ren-84 in the Buried Hill of Renqiu

二段末期已达到成熟点; 由于寒武系上覆沉积了奥陶系地层, 使得寒武系储集层未能与烃源岩地层直接接触, 不整合上部的底砾岩层成为油气输导体系, 形成潜山坡油藏(图 5)。



注:  $\epsilon_{3f}$ —寒武系凤山组;  $\epsilon_{3g}$ —寒武系固山组;  $\epsilon_{2z}$ —寒武系张夏组;  $\epsilon_{2x}$ —寒武系徐庄组。

图 5 任丘潜山奥陶系不整合上部底砾岩输导剖面  
Fig. 5 Section of the Buried Hill of Renqiu for the Basal Conglomerate Above the Ordovician Unconformity Pathway System

不整合下部的半风化岩石位于风化黏土层之下, 主要孔隙为淋滤带的溶蚀孔-洞-缝系统。淋滤带的裂缝系统由风化裂缝、卸载裂缝和构造裂缝组成, 溶蚀孔洞由受大气淡水沿裂隙的渗流、岩溶作用以及酸性含烃流体的溶蚀作用形成的次生溶孔、溶

洞组成。淋滤带厚度与其输导能力成正相关, 在油气运移过程中, 不整合面成为油气有利聚集区, 淋滤带厚度越大, 溶蚀孔隙越发育, 地层压力相对越小, 越有利于油气进入潜山地层。一般来说, 淋滤带厚度大约为 200 m, 如黄骅拗陷千米桥地区奥陶系淋滤带为 200~300 m<sup>[25]</sup>; 塔里木盆地碳酸盐岩淋滤带厚度主要分布在 150 m, 最大可超过 200 m<sup>[26]</sup>; 而任丘潜山的碳酸盐岩厚度平均 300 m, 最高可达 600 m<sup>[1]</sup>。相对于底砾岩层的连通孔隙来说, 淋滤带溶蚀孔隙的输导能力更高<sup>[27]</sup>。如任丘奥陶系油藏位于任丘潜山北部斜坡上, 烃源岩地层与不整合的风化黏土层相接触, 洼槽中成熟的油气在运移过程中突破风化黏土层的薄弱地区, 进入不整合下部淋滤带溶蚀孔-洞-缝系统, 顺着不整合下部的溶蚀孔隙运移, 形成潜山坡油藏(图 6)。

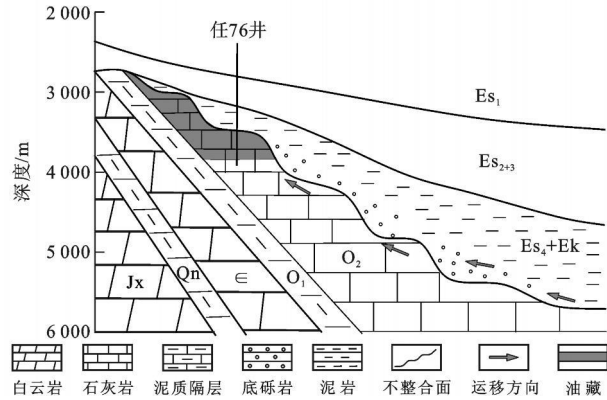


图 6 任丘潜山奥陶系不整合下部淋滤带输导剖面  
Fig. 6 Section of the Buried Hill of Renqiu for the Leached Zone Beneath the Ordovician Unconformity Pathway System

2.3 内幕溶蚀层型输导体系

潜山内幕溶蚀层型输导体系指位于潜山碳酸盐岩内部, 受沉积后期构造、岩溶、渗流、成岩等作用形成的溶蚀孔-洞-缝系统所组成溶蚀地层。与淋滤带的区别在于, 由于内幕隔层的存在而不与潜山顶发生不整合接触。

自中元古代开始, 冀中拗陷至少经历了迁安、杨庄、床子岭、芹峪、蓟县、加里东、海西、印支、燕山、喜马拉雅等一系列构造运动(表 1), 使多个时期的地层受到不同程度的溶蚀作用<sup>[1, 28-29]</sup>。从迁安运动到加里东—海西运动, 均为垂直升降运动, 使地层顶部受到了不同程度溶蚀作用。而印支—喜马拉雅运动为水平挤压运动, 主要表现为褶皱、块断和风化剥蚀作用, 不但使多个时期地层出露地表, 而且断裂作用产生的构造缝显著加强了大气淡水的渗流作用, 加

表 1 冀中坳陷长城纪—古近纪主要构造运动与岩溶发育期次

构造运动名称	岩溶期次	主要运动性质	潜山地层溶蚀作用时间	岩溶作用层位
印支—喜马拉雅	VII	水平挤压	三叠纪沉积期—古近纪沉积期末	潜山各层位
加里东—海西	VI	垂直升降	峰峰组沉积期末—本溪组沉积前	峰峰组顶部
蓟县	V	垂直升降	景儿峪组沉积期末—府君山组沉积前	景儿峪组顶部
芹峪	IV	垂直升降	铁岭组沉积期末—下马岭组沉积前	铁岭组顶部
床子岭	III	垂直升降	雾迷山组沉积期末—洪文庄组沉积前	雾迷山组顶部
杨庄	II	垂直升降	高于庄组沉积期末—杨庄组沉积前	高于庄组顶部
迁安	I	垂直升降	团山子组沉积期末—大红峪组沉积前	团山子组顶部

注: 据文献[1, 26]。

速了岩溶作用, 溶蚀孔隙极其发育。一系列的构造运动形成了多套内幕溶蚀层, 为油气运移提供了有利通道。

内幕溶蚀层的发育和展布与碳酸盐岩地层中泥质含量有关。泥质含量少的地层容易遭受岩溶作用形成溶蚀层; 泥质含量高的地层不容易溶蚀而形成隔层。内幕溶蚀层的展布受隔层的“限定”, 在隔层上、下部易形成内幕溶蚀层, 提供潜山内幕中的油气运移通道。如刘其营潜山油气藏位于廊固凹陷河西务构造带南端, 其储集层为奥陶系碳酸盐岩地层, 受到加里东—海西运动长时间风化、剥蚀作用以及大气淡水的渗流作用, 溶蚀孔隙十分发育, 上覆披盖致密的石炭系—二叠系地层, 形成奥陶系内幕溶蚀层, 廊固凹陷洼槽中生成的油气沿着内幕溶蚀层进入潜山, 形成潜山内幕油气藏(图 7)。

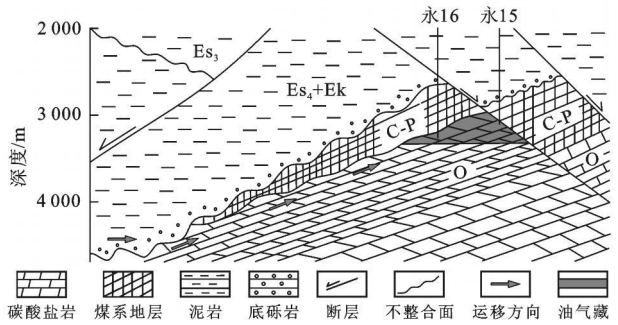


图 7 刘其营潜山内幕溶蚀层输导剖面

Fig. 7 Section of the Buried Hill of Liuqiying for the Inner Dissolved Layer Pathway System

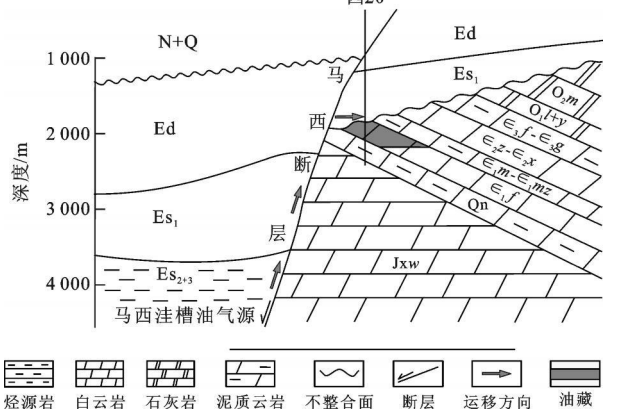
2.4 复合型输导体系

以上 3 种均为单一型输导体系, 然而, 受构造活动和断裂作用以及后期成岩作用等因素的影响, 单一输导体系在三维空间上相互叠置、交叉、连通可组成复合型输导体系。

通过对已发现的冀中坳陷潜山油气藏输导体系研究, 复合型输导体系存在多种组合方式, 具有多种

样式的特点, 如饶阳凹陷南马庄潜山寒武系油藏的断层-不整合型输导体系、霸县凹陷文安斜坡文古 3 潜山寒武系油气藏的断层-内幕溶蚀层型输导体系、霸县凹陷苏桥潜山奥陶系油气藏的内幕溶蚀层-断层-内幕溶蚀层输导体系。

现以断层-不整合型输导体系的南马庄潜山油藏和断层-内幕溶蚀层型输导体系的文古 3 潜山油气藏为例。南马庄潜山位于饶阳凹陷任丘潜山东侧, 受到断裂、剥蚀和削截等作用, 形成倾斜状地层, 烃源岩主要来自马西断层下降盘沙河街组三段, 生成的油气首先沿马西断层进行垂向运移, 然后沿不整合上部的底砾岩层进行侧向运移, 在风化黏土层薄弱地区进入潜山储集层, 最终形成南马庄寒武系潜山坡油藏(图 8)。文古 3 潜山位于霸县凹陷文安斜坡南端, 烃源岩来自文古 3 东断层下降盘沙河街组四段和孔店组, 内幕溶蚀层为寒武系府君山组, 其生成的油气首先沿断层进行垂向运移, 然后进入寒武系府君山组内幕溶蚀层进行侧向运移, 在内幕高

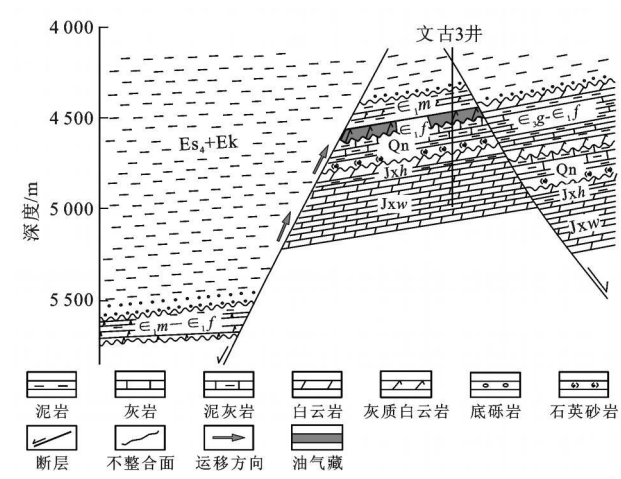


注:  $E_{1mz}$ —寒武系毛庄组;  $O_2m$ —奥陶系 马家沟组;  $O_1l+y$ —奥陶系亮甲山组+冶里组。

图 8 南马庄潜山断层-不整合输导剖面

Fig. 8 Section of the Buried Hill of Nanmazhuang for the Complex Pathway System of Fault and Unconformity

部位聚集, 最终形成文古 3 潜山内幕油气藏(图 9)。



注: Jxh—蓟县系洪水庄组。

图 9 文古 3 潜山断层-内幕溶蚀层输导剖面

Fig. 9 Pathway Section of the Buried Hill of Wengu-3 for the Complex Pathway System of Fault and Inner Dissolved Layer

### 3 输导体系与油气藏类型的匹配关系

通过对输导体系特征和潜山油气藏类型的特征分析, 表明不同类型的输导体系与潜山油气藏之间可形成良好的匹配关系(图 10)。

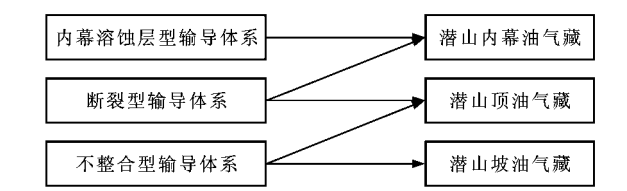


图 10 潜山油气输导体系与油气藏类型匹配关系

Fig. 10 Matching Relations of Different Pathway Systems to the Types of Buried Hill Reservoir

断裂作用可以使上、下盘发生相对位移, 使断裂成为连接上盘烃源岩与下盘潜山的运移通道, 油气沿着断裂型输导体系向潜山顶或内幕储集层运移、聚集, 形成潜山顶及(或)内幕油气藏。该类型的潜山油气藏在冀中拗陷占大多数, 如霸县凹陷南孟潜山寒武系馒头组顶部油藏和府君山组内幕油藏以及饶阳凹陷任丘潜山雾迷山组顶部油藏、霸县凹陷龙虎庄潜山寒武系内幕油藏和奥陶系顶部油气藏、饶阳凹陷八里庄—八里庄西潜山顶油气藏、深县凹陷何庄潜山顶油气藏等均属此类。

油气沿不整合型输导体系进入潜山, 最有利于形成潜山顶油气藏。如饶阳凹陷雁翎潜山顶油气藏、束鹿凹陷晋 6 潜山顶油气藏。同时, 油气也可以通过不整合型输导体系进入由不整合面和隔板层共

同作用的潜山坡圈闭而形成潜山坡油气藏, 如饶阳凹陷任丘寒武系和奥陶系潜山坡油气藏、南马庄潜山构造带寒武系潜山坡油气藏。

内幕溶蚀层沿内幕泥质隔层呈层状展布, 为油气进入潜山内幕储集层提供运移通道, 尤其是烃源岩直接对接的内幕储层, 更有利于形成潜山内幕油气藏。除廊固凹陷刘其营潜山内幕油气藏外, 长洋淀潜山长 6 井寒武系崮山组内幕油藏、廊固凹陷务古 2 潜山奥陶系内幕油气藏等也属此类。内幕溶蚀层也可以与断层组合成断层-内幕溶蚀层型输导体系, 如霸县凹陷文安斜坡文古 3 潜山寒武系内幕油气藏、霸县凹陷苏桥潜山奥陶系油气藏。

复合型输导体系是由两种或两种以上的单一型输导体系组成, 具有多种样式的特点。单一因素的断裂型、不整合型和内幕溶蚀层型输导体系分别与特定类型的潜山油气藏存在匹配关系, 因此复合型输导体系可以为不同位置储层的潜山油气藏提供油气运移通道。如由断层-内幕溶蚀层型输导体系作为油气运移通道形成霸县凹陷苏桥潜山奥陶系油气藏、由断层-不整合型输导体系作用形成的饶阳凹陷南马庄潜山构造带寒武系潜山坡油气藏。

### 4 结语

(1) 由于受多期构造运动和断裂作用的影响, 冀中拗陷发育多种类型的潜山, 加上成藏条件的差异性, 可形成潜山顶油气藏、潜山坡油气藏和潜山内幕油气藏。

(2) 潜山油气输导体系包括断裂、不整合、内幕溶蚀层和复合型输导体系 4 种类型; 每种输导体系具有自己独特的输导特征, 断裂型输导体系具有高效输导的特点, 不整合型输导体系具有“双层”输导结构, 内幕溶蚀层型输导体系是潜山内幕所特有的输导类型, 复合型输导体系具有“多样式”的特点。

(3) 结合冀中拗陷潜山油气藏实例, 建立了不同输导体系与潜山油气藏类型的匹配关系。断裂型输导体系有利于形成潜山顶和内幕油气藏, 不整合型输导体系有利于形成潜山顶和潜山坡油气藏, 内幕溶蚀层型输导体系有利于形成潜山内幕油气藏, 复合型油气输导体系可以形成潜山顶、潜山坡和潜山内幕潜山油气藏。

参考文献:

[ 1 ] 杜金虎, 邹伟宏, 费宝生, 等. 冀中拗陷古潜山复式油气聚集区 [ M ]. 北京: 科学出版社, 2002.

(下转第 88 页)

- [ 9 ] 王 蛟, 束青林. 孤岛油田西南缘馆下段断层封闭性与油气成藏[ J ]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2010, 32(5): 47-53.
- [ 10 ] 李继红, 陈清华. 孤岛油田馆陶组油层微型构造研究[ J ]. 西北地质, 2001, 34(2): 54-58.
- [ 11 ] 李双应, 李 忠, 王忠诚. 胜利油区孤岛油田馆上段沉积模式研究[ J ]. 沉积学报, 2001, 19(3): 386-393.
- [ 12 ] 束青林, 张本华, 徐守余. 孤岛油田河道砂储集层油藏动态模型及剩余油研究[ J ]. 石油学报, 2005, 26(3): 64-67.
- [ 13 ] 李兴国, 周宪城. 孤岛油田两类河流相储集层及其开发效果分析[ J ]. 石油勘探与开发, 1982, 9(2): 44-51.
- [ 14 ] 冯伟光. 孤岛油田南区东部曲流河沉积结构单元分析[ J ]. 海洋石油, 2008, 28(3): 31-35.
- [ 15 ] 张伟峰, 刘守军, 李拥安. 等. 孤岛馆陶组注水开发储层性质动态变化特征研究[ J ]. 地球科学与环境学报, 2004, 26(2): 51-53.
- [ 16 ] 戴启德, 国景星, 狄明信. 孤岛油田中二中区馆陶组上段第三砂层组沉积微相研究[ J ]. 石油大学学报: 自然科学版, 1998, 22(3): 31-34.
- [ 17 ] 徐德军, 张连社, 张家营. 等. 孤岛油田  $\text{Ng}^{1+2}$  油层低产能治理[ J ]. 江汉石油学院学报, 2002, 24(1): 72.
- [ 18 ] 刘建民, 徐守余. 河流相储层沉积模式及对剩余油分布的控制[ J ]. 石油学报, 2003, 24(1): 58-62.
- [ 19 ] 王代流, 王 蛟. 孤岛油田馆陶组湖相沉积认识及应用[ J ]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2009, 31(2): 41-44.
- [ 20 ] 渠 芳, 陈清华, 连承波. 河流相储层细分对比方法探讨[ J ]. 西安石油大学学报: 自然科学版, 2008, 23(1): 17-21.
- [ 21 ] 渠 芳, 陈清华, 连承波. 等. 河流相储层细分与对比中存在的问题[ J ]. 西安石油大学学报: 自然科学版, 2007, 27(1): 49-53.
- [ 22 ] 胡光明, 王 军, 纪友亮. 等. 河流相层序地层模式与地层等时对比[ J ]. 沉积学报, 2010, 28(4): 745-751.
- [ 23 ] 李 阳. 河流相储层沉积学表征[ J ]. 沉积学报, 2007, 25(1): 48-52.
- [ 24 ] 谢寅符, 李洪奇. 准噶尔盆地钙质夹层成因及层序地层学意义[ J ]. 石油学报, 2005, 26(5): 24-27.
- [ 25 ] 高玉飞, 钟建华, 王志坤. 等. 利用钙质夹层判断层组界面的可行性探讨[ J ]. 特种油气藏, 2008, 15(1): 32-35.
- [ 26 ] 田 洋, 卢宗盛, 权英哲. 等. 辽河盆地大民屯凹陷沈 95 区块砂岩储层中钙质夹层研究[ J ]. 岩石矿物学杂志, 2009, 28(2): 152-160.
- [ 27 ] 林承焰, 侯连华, 董春梅. 等. 辽河西部凹陷沙三段浊积岩储层中钙质夹层研究[ J ]. 沉积学报, 1996, 14(3): 72-80.
- [ 28 ] 黄 东, 戴鸿鸣, 杨跃明. 等. 邳西地区须家河组二段钙质夹层特征与成因[ J ]. 天然气工业, 2009, 29(6): 31-32.

(上接第 83 页)

- [ 2 ] 华北石油勘探开发设计研究院. 潜山油气藏[ M ]. 北京: 石油工业出版社, 1982.
- [ 3 ] 翟光明. 中国石油地质志卷五: 华北油田[ M ]. 北京: 石油工业出版社, 1988.
- [ 4 ] 阎敦实, 王尚文, 唐 智. 渤海湾含油气盆地断块活动与古潜山油、气田的形成[ J ]. 石油学报, 1980, 1(2): 1-10.
- [ 5 ] 程 超, 杨洪伟, 周大勇. 等. 蚂蚁追踪技术在任丘潜山油藏的应用[ J ]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2010, 32(2): 48-52.
- [ 6 ] 卓勤功, 宁方兴, 荣 娜. 断陷盆地输导体系类型及控藏机制[ J ]. 地质论评, 2005, 51(4): 416-422.
- [ 7 ] 张卫海, 查 明, 曲江秀. 油气输导体系的类型及配置关系[ J ]. 新疆石油地质, 2003, 24(2): 118-120.
- [ 8 ] 李宇志, 梁书义, 刘克奇. 塔中地区早古生代单源三位油气成藏体系[ J ]. 地球科学与环境学报, 2006, 28(2): 45-48.
- [ 9 ] 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.
- [ 10 ] 赵忠新, 王 华, 郭齐军. 等. 油气输导体系的类型及其输导性能在时空上的演化分析[ J ]. 石油实验地质, 2002, 24(6): 527-532.
- [ 11 ] 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.
- [ 12 ] 藏明峰, 吴孔友, 崔永谦. 等. 冀中拗陷潜山油气藏输导体系及运移方式[ J ]. 特种油气藏, 2009, 16(6): 22-25.
- [ 13 ] 吴孔友. 准噶尔盆地乌夏地区油气输导体系与成藏模式[ J ]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2009, 31(5): 25-30.
- [ 14 ] 田世峰, 查 明, 吴孔友. 等. 饶阳凹陷潜山油气分布特征及富集规律[ J ]. 海洋地质与第四纪地质, 2009, 29(4): 143-150.
- [ 15 ] 刘传虎. 潜山油气藏概论[ M ]. 北京: 石油工业出版社, 2006.
- [ 16 ] 杜春国, 郝 芳, 邹华耀. 等. 断裂输导体系研究现状及存在的问题[ J ]. 地质科技情报, 2007, 26(1): 51-56.
- [ 17 ] 梁狄刚, 曾宪章, 王雪平. 等. 冀中拗陷油气的生成[ M ]. 北京: 石油工业出版社, 2001.
- [ 18 ] 邹伟宏, 张 放, 崔占堂. 等. 冀中油气区中元古—古生界及沉积环境[ M ]. 北京: 石油工业出版社, 2001.
- [ 19 ] 张克银, 艾华国, 吴亚军. 碳酸盐岩顶部不整合面结构层及控油意义[ J ]. 石油勘探与开发, 1996, 23(5): 16-19.
- [ 20 ] 王艳忠, 操应长, 王淑萍. 等. 不整合空间结构与油气成藏综述[ J ]. 大地构造与成矿学, 2006, 30(3): 326-330.
- [ 21 ] 吴孔友, 查 明, 洪 梅. 准噶尔盆地不整合结构模式及半风化岩石的再成岩作用[ J ]. 大地构造与成矿学, 2003, 27(3): 270-276.
- [ 22 ] 李晓燕, 蒋有录, 陈 涛. 古风化壳孔隙与裂缝发育特征及其油气地质意义[ J ]. 地球科学与环境学报, 2010, 32(1): 60-64.
- [ 23 ] 何登发. 不整合面的结构与油气聚集[ J ]. 石油勘探与开发, 2007, 34(2): 142-149.
- [ 24 ] 陈中红, 吴孔友, 查 明. 等. 准噶尔盆地陆梁地区断裂—不整合面输导体系与油气运聚[ J ]. 地球学报, 2006, 27(1): 63-68.
- [ 25 ] 吴永平, 杨池银. 渤海湾盆地北部奥陶系潜山[ M ]. 北京: 地质出版社, 2002.
- [ 26 ] 何碧竹, 焦存礼, 贾斌峰. 等. 塔里木盆地塔中西部地区奥陶系岩溶作用及对油气储层的制约[ J ]. 地球学报, 2009, 30(3): 395-403.
- [ 27 ] 付 广, 段海凤, 孟庆芬. 不整合及输导油气特征[ J ]. 大庆石油地质与开发, 2005, 24(1): 13-16.
- [ 28 ] 郭建华, 郭原草, 王连山. 冀中拗陷廊固凹陷河西务构造带潜山储集层特征[ J ]. 石油勘探与开发, 2009, 36(6): 701-708.
- [ 29 ] 田建章, 张锐锋, 李先平等. 冀中拗陷北部天然气成藏系统及勘探方向[ J ]. 西南石油大学学报: 自然科学版, 2010, 32(3): 67-74.