

# 断裂作用对北大港构造带潜山 油气藏的控制

陈昭年<sup>1</sup>, 陈发景<sup>1</sup>, 苏俊青<sup>2</sup>, 孙晓明<sup>2</sup>

(1. 中国地质大学, 北京 100083; 2. 中国石油大港油田分公司, 天津 300280)

**摘要:** 北大港构造带经历了多期构造活动, 发育印支-早中燕山期逆冲断裂体系和晚燕山-喜山期伸展断裂体系, 对该构造带下古生界古潜山油气藏的缝洞性储层发育、油气潜力以及封闭条件等方面具有明显的控制作用。研究表明, 与冲断作用及其相关褶皱作用形成的裂缝促进岩溶作用的进行, 导致缝洞性储集层的形成; 古潜山油气藏的油气源、油气成熟度和油气充注与新生代伸展断层作用有关; 潜山圈闭的封闭条件是由基底卷入正断层的侧向封闭、盖层正断层发育特点及其对盖层的破坏程度确定的。

**关键词:** 逆冲断层; 伸展断层; 潜山油气藏; 北大港构造带

**第一作者简介:** 陈昭年, 男, 37 岁, 副教授, 石油地质

**中图分类号:** P551

**文献标识码:** A

北大港构造带构造区划上属于黄骅坳陷中区, 处于板桥和歧口凹陷之间<sup>[1]</sup>, 千米桥潜山亿吨级储量的凝析气藏的发现表明其具有良好的油气勘探前景。该构造带受加里东、印支、燕山和喜山多期构造运动影响, 构造具有叠加性和新生性, 发育印支-早中燕山期逆冲断裂体系和晚燕山-喜山期伸展断裂体系, 其中伸展断裂体系包括基底卷入正断层和盖层(第三系)正断层。逆冲断层和伸展断层的形成与演化及其分布对该构造带下古生界古潜山油气藏的形成有重要作用。

## 1 冲断作用与缝洞性储集层

北大港构造带下古生界储层受古岩溶发育影响, 以构造期古岩溶为主, 与裂缝发育密切相关。按储渗空间的形成条件可分为与褶皱作用有关的裂缝、与断层作用有关的裂缝和与断层、褶皱复合作用有关的裂缝。

其中, 与断层作用有关的裂缝主要由逆冲断层产生的构造有效缝及沿其溶蚀扩大的孔、洞组成的储渗空间。因断层类型和组合形式不同, 断层裂缝分布部位也不同。对于破裂逆断层裂缝可横跨断层分布, 但主要位于断层的上盘或末端; 断层相关褶皱产生的裂缝主要分布在断弯褶皱的前翼、背冲

断层附近和断层褶皱的转折端<sup>[2]</sup>(图 1), 与断层相关的褶皱主要是断弯褶皱, 其次为断展褶皱。

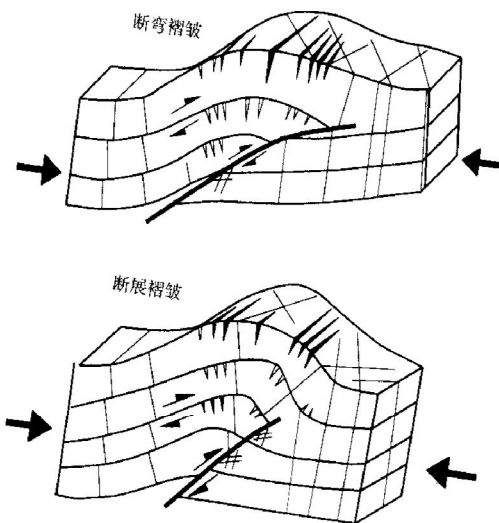


图 1 断层作用及其相关褶皱的裂缝模式<sup>[2]</sup>

Fig. 1 Fracture model of faulting and related folds

古构造分析表明, 该构造带在燕山早中期为 NW-SE 向挤压应力场, 其冲断作用及其上盘逆冲断层相关褶皱的发育是构造变形的基本构造样式。这些褶皱产生的纵张缝的产状(倾向和倾角)与测井解释的有效缝产状十分协调。测井识别的有效缝与逆冲断层有关, 褶皱的纵张缝、构造缝主要与逆冲断层近一致分布(图 2)。

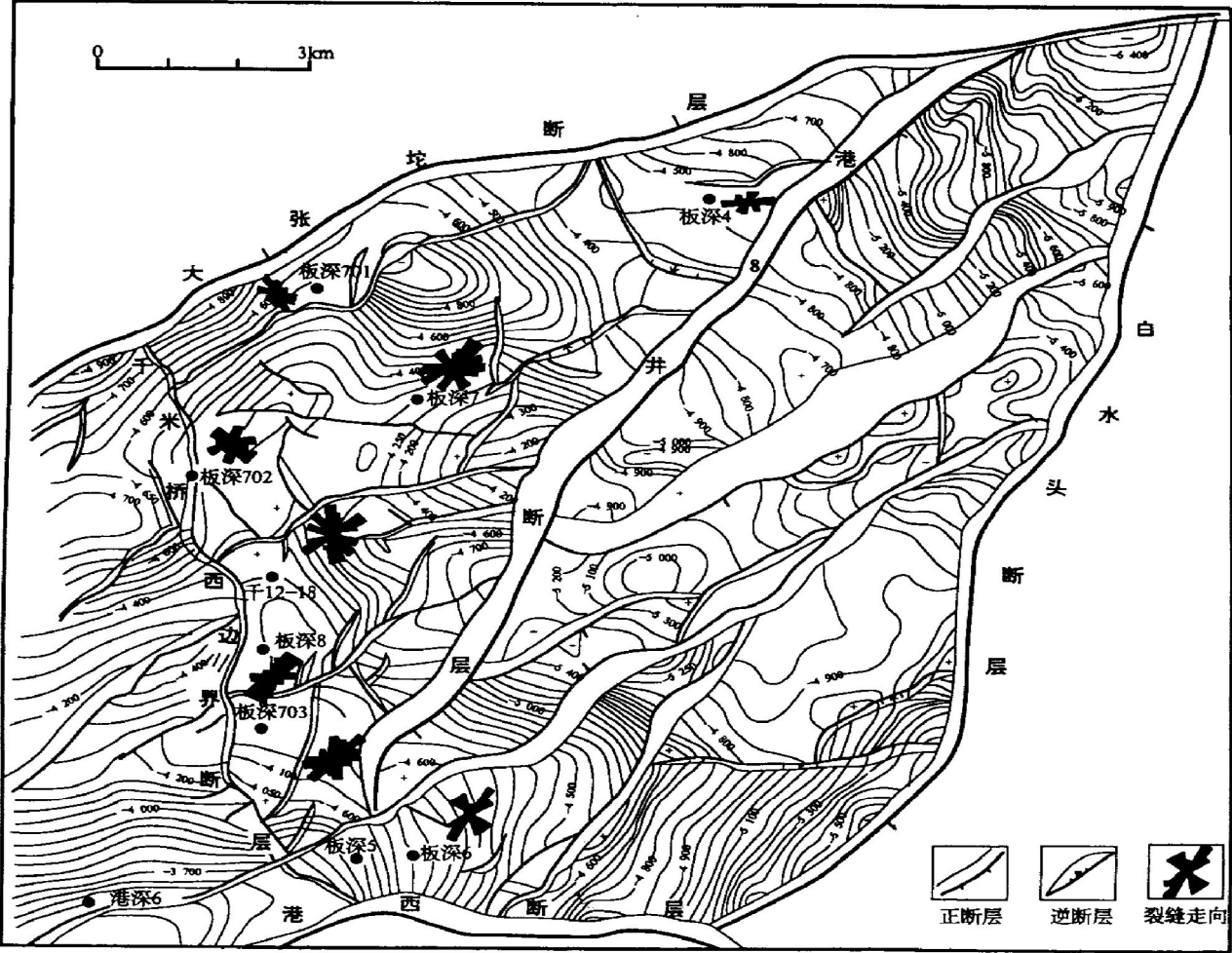


图 2 千米桥潜山奥陶系储层有效缝分布图

Fig. 2 Distribution Showing effective fractures of Ordovician reservoirs in Qianmiqiao buried hill

## 2 伸展断层作用与油气潜力

### 2.1 烃源岩

我们对北大港构造带所属黄骅坳陷中区拉张量进行分析, 结果表明新生界下第三系伸展率在 10%~20%, 形成板桥和歧口两大生油凹陷。沙河街组三段沉积时期拉张量达到最高值, 与油气成藏关系密切<sup>[1]</sup>。板桥凹陷沙河街组三段沉积时期, 断块深陷, 为快速下降阶段, 持续时间长, 沉积了一套半深湖-深湖相较厚的暗色泥岩, 这是区内最主要的烃源岩。

### 2.2 成熟度

伸展断层不仅控制了生油岩发育与分布。如前所述, 潜山边界断层主要是在拉张活动较强的沙河街组三段沉积时期形成的。此后, 潜山断块发生掀斜翘倾, 至沙河街组一、二段沉积期末潜山圈闭基本形成。东营期, 随着上覆沉积物厚度加大, 主要烃源岩沙河街组三段暗色泥岩中的有机质热演化达到成熟阶段(图 3)。

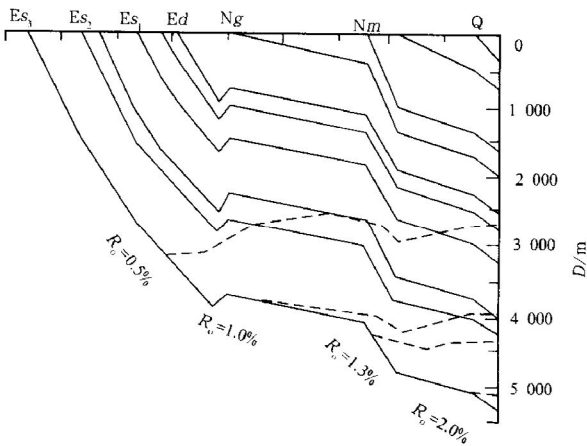


图 3 板桥凹陷沙河街组三段烃源岩埋藏演化曲线<sup>[1]</sup>

Fig. 3 Burial evolution curves of Es3 source rocks in Banqiao Sag

### 2.3 油气充注

控凹正断层能改变源岩层和潜山储集层之间的空间配置关系。该区伸展断层作用表现在: 一方面, 当潜山顶面与上覆源岩层之间被某些致密层隔开, 使源岩层中的油不能直接向下运移至潜山圈闭中时, 由于潜山边界正断层的作用, 可将致密层断

开,使源岩层下落,在侧向上与潜山储集层直接接触,从而有利于油气从生油层直接排入潜山。由于沙河街组三段覆盖于前第三系之上,只要潜山断层断至沙河街组三段,沙河街组三段中的油气才能运移至潜山(图4A)。其接触面愈大、供油时间愈长、生油层倾向与断层倾向的一致性愈好,则潜山捕获的油气愈多。另一方面,由于边界断层常是由数条断层组成的断裂破碎带,当源岩层没有与潜山储集层直接接触时,在断面倾向与源岩层倾向一致的情况下,油气可先从源岩层进入断层,然后通过断层的汇聚作用二次运移进入潜山储集层中聚集成藏(图4B)。在断面倾向与生油层倾向相反时,由于断层和低位能的潜山圈闭相通,也会有一定的油气在高压的生油凹陷中被压进相邻的低压的断层面上,并向潜山圈闭运移,不过油气运移量比生油岩与断层倾向相同时稍差。

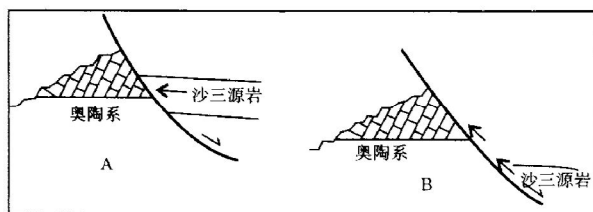


图4 北大港构造带潜山油气充注方式示意图

Fig. 4 Sketch map of hydrocarbon afflux in structural belt of Beidagang buried hill

### 3 伸展断层与潜山圈闭的封闭

在该区控制潜山成藏的断层为伸展正断层,并且断层上盘为泥质岩、下盘为潜山基岩,断层具双重性。研究表明,这些断层在早期即油气运移时期主要起通道作用,而后期即运移后油气聚集成藏时期又主要起封闭作用。

#### 3.1 基底正断层侧向封闭

后期由于断层角砾岩间的缝隙被碳酸钙沉淀充填,变为不渗透层,而作为封闭面;或者源岩层与储集层通过断层接触,当源岩层中异常高压使其中的油气初次运移到储集层后,由于源岩层异常高压的消失,其接触面的微裂缝重新闭合变为致密层,也可作为封闭面。

研究区断层封闭主要是靠断层面一侧的致密层与另一侧潜山储层侧向对接封闭。根据封闭岩

性不同可以有以下3种方式:(1)断层下降盘生油层与潜山储集层对接封闭,这类断层早期在油气初次运移中作为通道,后期起封闭作用(图5A);(2)断层下降盘中生界与潜山储集层对接封闭(图5B);(3)为(1)和(2)的综合(图5C),其中以A型为最好。

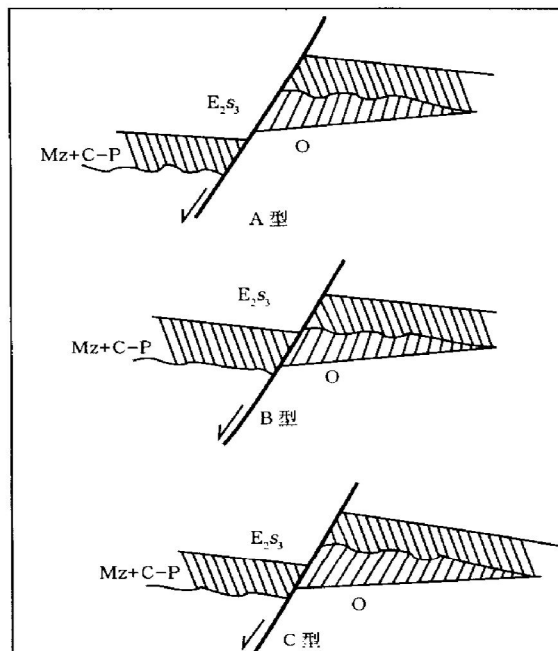


图5 北大港构造带潜山圈闭断层侧向封闭方式图

Fig. 5 Lateral sealing pattern of buried hill trap fault in Beidagang structural belt

#### 3.2 盖层断层顶部封闭

一般情况下,断层在圈闭的顶盖层中发育很大程度上将对封闭起负面作用,但是该区盖层正断层发育特征是此类断层未断开中生界构造层,因而使上覆沙河街组异常高压封闭层得以保存,从而实现了圈闭的顶部封闭,盖层正断层未断开中生界构造层,对圈闭的顶部封闭破坏作用小。

致谢: 本文编写过程中参阅了中国石油大港油田分公司大量资料,特向有关单位和作者表示诚挚的谢意。

#### 参 考 文 献

- 1 大港油田石油地质志编写组. 中国石油地质志(卷四)——大港油田[M]. 北京: 石油工业出版社, 1991
- 2 戴弹申. 四川盆地碳酸盐岩缝洞系统形成条件及分布预测[J]. 天然气工业, 1996, (增刊): 55~67

## CONTROL OF FAULTING OVER OIL-GAS POOLS OF BURIED HILLS IN BEIDAGANG STRUCTURAL BELT

Chen Zhaonian<sup>1</sup> Chen Fajing<sup>1</sup> Su Junqing<sup>2</sup> Sun Xiaoming<sup>2</sup>

(1. China University of Geosciences, Beijing; 2. Dagang Oilfield Company, Petro-China, Tianjin)

**Abstract:** Beidagang structural belt was experienced multi-stage tectonic movements. It has both the thrust faulting system formed in Indosinian early and mid Yenshan epoch and extensional fault system formed in late Yenshan-Himalayan epoch. The thrust fault and extensional fault had apparent control over the development of fracture-cave reservoir, oil and gas potential, trap sealing conditions of Lower Paleozoic buried hill reservoir in this belt. The researches indicate that the fractures formed by thrusting and the related folding promoted the karstification and formation of the fracture-cave reservoir; source, maturity and afflux of buried hill reservoir were related to extensional faulting in Cenozoic; the sealing of buried hill traps were determined by both the lateral sealing of basement involved normal fault and the contribution of normal fault in the cover rock to top sealing.

**Key words:** thrust fault; extensional fault; buried hill reservoir; Beidagang structural belt

(上接第 62 页)

### 参 考 文 献

- 1 王兴志, 穆曙光, 方少仙, 等. 四川资阳地区灯影组滩相沉积及储集性研究[J]. 沉积学报, 1999, 17(4): 578~ 583
- 2 王兴志, 侯方浩, 黄继祥, 等. 资阳地区层状白云岩储集层研究[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(2): 37~ 40
- 3 侯方浩, 方少仙, 王兴志, 等. 四川震旦系灯影组天然气藏储渗

体的再认识[J]. 石油学报, 1999, 20(6): 16~ 21

- 4 顾家裕. 沉积相与油气[A]. 见: 童晓光, 梁狄刚编. 塔里木盆地油气勘探丛书[C]. 北京: 石油工业出版社, 1994
- 5 冯增昭. 碳酸盐岩岩相古地理学[M]. 北京: 石油工业出版社, 1989
- 6 Goldhammer R K, Dunn P A. Depositional, composite sea-level changes, cycle acing patterns, and hierarchy of stratigraphy foreing: examples alpine Triassic Platform carbonate[J]. Geol. soc. Am, 1990, (102): 535~ 562

## CHARACTERISTICS AND RESERVOIR PROPERTY OF BIOCLASTIC LIMESTONE BANKS IN CENTRAL TARIM BASIN

Wang Xingzhi<sup>1</sup> Wang Zhenyu<sup>1</sup> Ma Oing<sup>1</sup> Yang Manping<sup>1</sup> Tian Jun<sup>2</sup> Liu Sheng<sup>2</sup>

(1. Southwest Petroleum Institute, Nanchong, Sichuan; 2. Tarim Oilfield Company, Kuerle, Xinjiang)

**Abstract:** Various kinds of banks developed in bioclastic limestone in Central Tarin Basin. Among them, the micro-lithofacies of bioclastic and calcarenite bank bodies and their combination are mainly bioclastic limestone and bioclastic calcarenitic limestone with low porosity and low permeability. After tectonic reformation and burial dissolution, some reservoirs with certain accumulative potential could form in local places such as Luonar-1 and luonar-2 Wells; the micro-lithofacies of oncolite and oolitic banks and the related associations are mainly oncolite limestone, oolitic limestone and dolomite with well developed intercrystal pores and intercrystal solution pores. They are the most favourable reservoirs in the study area. These reservoirs are primarily distributed along Tazhong 22- Tazhong 14- Tazhong 4 and Tazhong 103 Wells.

**Key words:** Tarim Basin; bioclastic limestone; bank body; diagenesis; reservoir; distribution