

文章编号: 1000-0747(2002)04-0038-03

# 千米桥潜山构造特征及其在油气成藏中的作用

吴李泉<sup>1</sup>, 郑玉梅<sup>2</sup>, 曹代勇<sup>1</sup>, 魏迎春<sup>1</sup>

(1. 中国矿业大学(北京校区); 2. 中国石油大港油田油气勘探开发技术研究中心)

**摘要:** 千米桥潜山是黄骅拗陷最典型的新生古储型油气藏, 恢复潜山古构造是认识其油气藏特征的重点和难点之一。运用地质力学方法研究潜山内幕构造之后认为, 该潜山的形成基础是古生界印支期宽缓复背斜, 在燕山期挤压构造作用下形成由逆冲叠瓦扇和反冲断层构成的三角带内幕构造, 抬升受侵蚀形成潜山主体, 喜马拉雅期的两次右旋拉张使潜山掀斜定型, 晚第三纪以来发生整体热沉降, 潜山两侧凹陷沙三段生成油气向潜山侧向运移成藏。图 4 参 4(吴李泉摘)

**关键词:** 千米桥潜山; 逆冲断层; 三角带构造

中图分类号: TE122.3

文献标识码: A

## 1 潜山基本地质特征

黄骅拗陷千米桥潜山(见图 1)钻探成功之后, 对其构造及内幕特征的研究亟待深入。本文提出一些构造方面的认识, 旨在为恢复古构造提供一些依据。

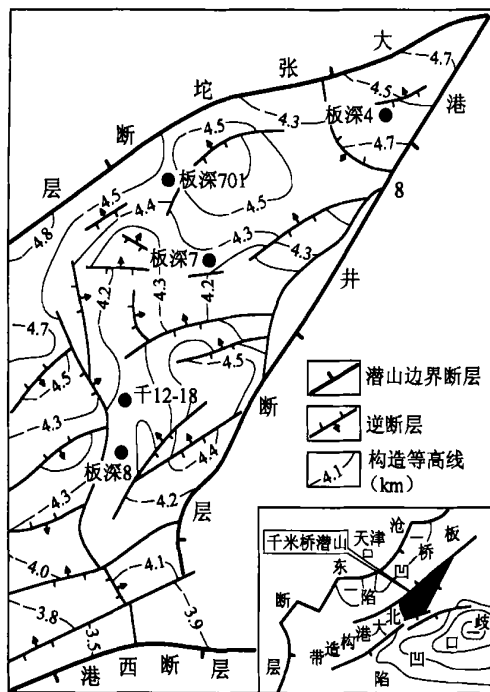


图 1 千米桥潜山奥陶系顶面构造形态图

千米桥潜山总勘探面积约 220km<sup>2</sup>, 东南邻歧口凹陷, 西北接板桥凹陷, 北侧被大张坨断层、南侧被港西断层、东侧被港 8 井断层切割限制, 为北东走向、北西倾向(倾角 20°~30°)的三角状半背形掀斜块断体。钻探揭露的地层自上而下为第四系、第三系、中生界、上古生界和奥陶系。奥陶系是主要勘探目标层系, 顶界

埋深 4100~4250m, 自上而下为峰峰组、马家沟组、亮甲山组(下伏地层未揭露)。根据区域和地震资料推断, 奥陶系厚 700~800m, 寒武系厚 800~1000m, 主要为稳定分布的开阔海相碳酸盐岩。

## 2 潜山内幕构造特征及演化

### 2.1 潜山内幕构造特征

1999 年对千米桥地区三维地震资料进行了连片处理, 利用区域资料、钻井、测井成果, 用板深 7 井 VSP 速度对奥陶系进行层位标定。经过对比确认的地震波组合特征, 中生界为中低频的较连续—连续强反射; 奥陶系为低频不连续反射; 寒武系为低频的连续强反射。以此为依据, 对潜山进行了精细地震构造解释。

潜山由 3 个局部高地组成(见图 1), 板深 7 高地是潜山主体, 板深 8 和板深 4 高地是其延伸部分; 共有 19 条断层, 绝大多数为逆冲性质, NE20°~NE35°走向的 10 条逆冲断层延伸较长, 紧密排列构成断裂带, 推断是控制潜山的主干断层; NNW 和 NNE 走向的逆断层延伸短、条数少, 推测是与主干断层同时发育的配套逆冲走滑断层。

地震反射剖面上清晰可见潜山底部有一个总的大滑动面, 构造变形主要发生在滑动面之上的石炭—二叠系、奥陶系及部分寒武系(见图 2、图 3)。潜山主体由 3 部分组成, 主逆冲断层 F<sub>1-2</sub> 为坡坪式逆冲主滑动面, 其上盘(北侧)一系列次一级同向逆冲断层构成叠瓦扇, 其下部(南侧, 即 F<sub>1-1</sub> 断层上盘)被反冲断层构成的瓦片式尖块断体楔入。

千米桥地区发育反冲断层在理论上是可能的。Lowell(1985)认为, 当理想的水平岩层受到平行于层理的水平缩短作用时, 发生前冲断层和反冲断层的机会是等同的; Morse(1997)通过缩短作用实验, 证实反冲

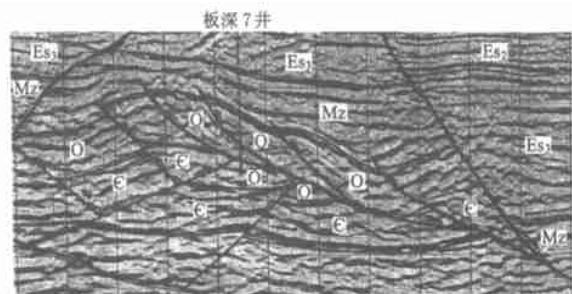


图2 千米桥地区三维连片 In line283(新)地震解释剖面

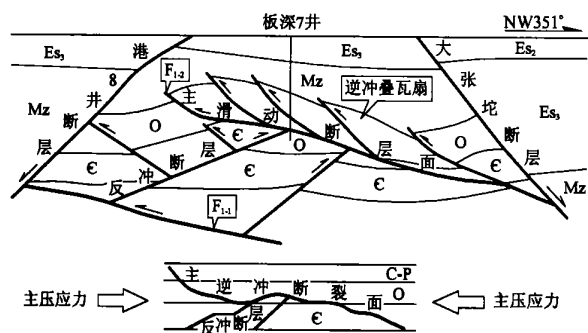


图3 千米桥潜山主体内幕结构及形成力学机制分析图

断层能够出现。本文通过对钻井、测井、地震的综合解释,结合区域构造地质背景,认为潜山主体内幕构造是由逆冲叠瓦扇和反冲构造组成的“三角带”,其性质应为剪开型复合逆冲断裂系统,是倾角很缓的古生界受顺层挤压作用形成的<sup>[1,4]</sup>。

潜山内以发育逆断层为主,压扭性构造<sup>[3]</sup>十分普遍。钻井取心见有断层泥、定向断层角砾及“S”型组构、裂缝中雁列方解石脉被切割、溶蚀缝洞中方解石斜向生长等。板深7井4500~4523.5m井段为上马家沟组下段,4523.5~4646.2m井段为下马沟组,4646.2~4718m井段为亮甲山组,而4718~4765.2m、4765.2~4874m、4874~4892.6m井段分别重复出现了上马家沟组下段、下马家沟组、亮甲山组,结合三维地震资料,这种现象可以(且只能)用叠瓦扇逆冲构造解释。千12-18井4213.1m井深奥陶系岩心中有长约20cm灰色发绿的断层构造岩,薄片镜下观察由角砾(含量为65%)和基质泥两部分组成,成分均为白云岩,角砾为细至中砾(砾径1~20mm,个别30mm),磨圆度好,矿物定向排列明显,表现出典型的压扭性断层特征;4199.44m井深奥陶系灰岩见被两期方解石脉充填的裂缝,裂缝边界平整,内有呈规则“S”型排列的灰岩角砾,磨圆度好,是压扭性应力场中形成的逆断层被后期方解石脉充填的典型现象。

## 2.2 潜山构造演化特征

综合分析潜山构造的区域、宏观、微观地质特征可知,潜山的构造演化<sup>[4]</sup>(见图4)具有如下特点。

古生代华北地台为开阔海台地,沉积了海相寒武

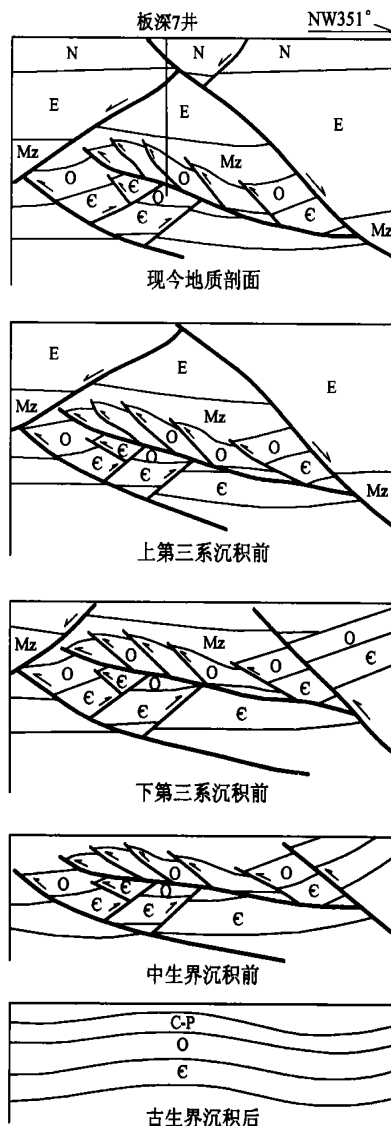


图4 千米桥潜山三维连片 In line283(新)剖面构造演化图

系、奥陶系,加里东运动使华北地台整体抬升,本区缺失中奥陶统至泥盆系,奥陶系顶部遭受  $1.3 \times 10^8$  a 的风化淋滤剥蚀作用。海西运动仍以整体升降为主,沉积了海陆交互的石炭系、二叠系。印支期遭受近南北向(NNW35°-SSE)区域性挤压,根据区域上近东西向展布的石炭-二叠系残余地层和奥陶系的分布状态推断,本区是黄骀坳陷近东西向大型古生界宽缓复背斜的组成部分。结合潜山周边区域地质情况推断,燕山期潜山主体形成时的应力方向为NNW(325°~340°)-SSE,由NNW朝SSE方向推挤,使奥陶系逆冲抬起,石炭-二叠系被强烈剥蚀,只在局部低洼地段残存。燕山中、晚期,潜山南北两侧以对向进积型式沉积了中生界,燕山末期潜山被中生界全部覆盖。

喜马拉雅期潜山南北两侧分别形成了歧口和板桥两个下第三系生油凹陷,在两期右旋拉张作用(沙三段

沉积期为 NW-SE 向, 沙一段—东营组沉积期为 NWW-SEE 向)下, 潜山边界断层(大张坨断层、港 8 井断层、港西断层)性质转变为张扭性, 内幕结构基本不变, 潜山上覆的下第三系各组段沉积界面之间有一定的交角, 说明潜山发主了掀斜。馆陶组沉积期以来, 潜山及周围凹陷总体热沉降。

### 3 潜山构造在油气成藏中的作用

燕山期的强烈逆冲构造活动产生了潜山大量断裂和构造裂缝, 加速了奥陶系的风化淋滤。根据钻井、薄片、测井等多项资料, 潜山储集层主要是上马家沟组和峰峰组的泥晶灰岩及粉晶、泥粉晶白云岩, 储集空间以构造缝、溶蚀孔洞等为主, 属孔洞缝复合型储集层。据 FM1 裂缝测井解释结果, 裂缝控制碳酸盐岩溶孔、溶洞的发育, 裂缝自身也被溶蚀成为储集空间, 影响地层中原始流体的分布状况和钻井液侵入。

结合板桥凹陷烃源岩埋藏史研究成果, 油气大量运移成藏始于潜山埋深 3200m 左右时, 相当于明化镇组上段沉积期(苏俊青, 1999)。潜山构造在早第三纪初已定型, 早于油气成藏期, 提供了良好的古圈闭条件。早第三纪的两次右旋拉张掀斜活动使生油凹陷中的沙三段油源层与潜山奥陶系储集层直接接触(见图 4), 生成的油气向潜山侧向运移。板深 4、板深 5、板深 6、板深 8、板深 701 等井的油气层均分布在距奥陶系顶部以下 20~30m, 表明潜山顶面风化带的绝大部分溶蚀空间被中生界细、粉砂—泥质沉积充填, 因此油气主要沿潜山顶面风化带以下奥陶系内的裂缝和溶蚀孔洞向潜山内运移聚集, 而不是沿奥陶系与中生界的不整合面运移。板深 7 井奥陶系方解石脉中有机包裹体以灰色、无色气态、气液态烃为主, 发强的蓝绿—蓝色荧光,

显示高成熟特征, 与板深 7 井轻烃、芳烃成熟度指标基本一致。板深 8 井与板深 7 井的原始流体组分特征及温压条件十分接近(崔立宏, 1999), 两井可能属于同一或相通的油藏体系。

### 4 结论

千米桥潜山形成的背景是印支期宽缓复背斜, 燕山期古生界受到基本平行于层理的挤压, 应力作用方向为 NNW-SSE, 形成的内幕构造是由叠瓦扇和反冲式断裂构成的逆冲三角带构造。燕山期古生界逆冲抬起形成潜山, 逆冲作用形成的大量构造裂缝加强了溶蚀作用, 形成潜山孔洞缝复合型储集层; 至喜马拉雅期, 早第三纪两期右旋拉张使潜山掀斜定型, 晚第三纪以来区域性热沉降, 潜山两侧生油凹陷沙三段生成的油气穿过大张坨断层等边界断层进入潜山内部, 再通过潜山内部的孔洞缝运移到圈闭聚集成藏。

#### 参考文献:

- [1] 伍德华特 N B, 博耶 S E, 萨普 J. 平衡地质剖面[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1989.
- [2] 王燮培, 等. 石油勘探构造分析[M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1990.
- [3] 长春地质学院地质力学教研室. 地质力学[M]. 北京: 地质出版社, 1979.
- [4] 苏俊青, 等. 千米桥潜山油气藏地质综合研究[R]. 天津: 大港油田油气勘探开发技术研究中心, 2000.

第一作者简介: 吴李泉(1966), 男, 浙江东阳人, 工程师, 获构造地质学硕士学位, 现为中国矿业大学(北京校区)资源系 2001 级博士研究生, 主要从事含油气盆地构造分析研究工作。地址: 北京市海淀区学院路 T1 号, 中国矿业大学资源系 2001-1 博, 邮政编码: 100083; 电话: (010)62390774.

收稿日期: 2001-12-11

(编辑、绘图 梁大新)

## The structure feature of Qianmiqiao buried hill and its role in oil-gas accumulation

WU Li-quan<sup>1</sup>, ZHENG Yu-mei<sup>2</sup>, CAO Dai-yong<sup>1</sup>, WEI Ying-chun<sup>1</sup>

(1. China University of Mining and Technology, Beijing 100083, P. R. China; 2. Dagang Oil Field PetroChina, Tianjin 300280, P. R. China)

**Abstract:** Qianmiqiao buried hill is the most typical Cenozoic-generation and Paleozoic-reserving pool in Huanghua depression. Restoring the buried hill is one of the key and difficult points to penetrate into the buried hill oil-gas pool. In this article, the inner buried hill structure was studied through tectonics-geomechanics methods, which pointed out that on the background of Indosinian anticline, the buried hill was formed through compressional orogeny at Yanshan movement, which was twice tilted at Himalayan epoch for dextral extension, and it occurred mass heat-subsidence after Neogene. The delta structure is the fundamental structure of the buried hill. The buried hill development is characterized mainly by two structural types of thrusting and imbricated fan and recoil fault. Tectonic movement was the key of oil-gas accumulation in the buried hill.

**Key words:** Qianmiqiao buried hill; thrust fault; delta structure