

文章编号:0253-9985(2005)03-0310-07

渤海湾盆地黄骅坳陷奥陶系碳酸盐岩 潜山成因分类与分布

杨明慧¹,王嗣敏¹,陈善勇²,明海会¹,唐玄¹

(1. 中国石油大学盆地与油藏研究中心,石油天然气成藏机理教育部重点实验室,北京 102249;

2. 中国石油大港油田分公司,天津 300280)

摘要:渤海湾盆地黄骅坳陷奥陶系潜山可划分为3种类型:1)翘倾断块潜山,是在喜山期扭张运动中发育的翘倾断块,其形成与伸展作用有关,如徐黑、北大港和南大港潜山等;2)层滑冲断潜山,与寒武系内部存在的滑脱断层或盲冲断层有关,一般发育在断块的内部,燕山早期形成,如千米桥、孔西潜山以及发育在徐黑翘倾断块内部的潜山等;3)背斜潜山,可分为挤压背斜潜山和滚动背斜潜山,前者是在燕山早期扭压过程中形成的挤压背斜潜山如乌马营潜山,后者是在沧东断层伸展中上盘发育的滚动背斜潜山如孔店、王官屯潜山等。翘倾断块潜山位于黄骅坳陷的东南侧和西北侧,与埕西断层和沧东断层的伸展活动有关;背斜潜山自北向南依次分布于中南区的孔店、军马站、王官屯和乌马营以及东光潜山等;层滑冲断潜山主要发育在翘倾断块内部,黄骅坳陷中南区的层滑冲断方向从东南指向西北,而北区的层滑冲断方向则从西北指向东南,呈左行扭压态势。

关键词:碳酸盐岩;潜山;分类;分布;奥陶系;黄骅坳陷;渤海湾盆地

中图分类号:TE111.1

文献标识码:A

Genetic classification and distribution of Ordovician carbonate buried-hills in Huanghua depression, Bohai Bay basin

Yang Minghui¹, Wang Simin¹, Chen Shanyong², Ming Haihui¹, Tang Xuan¹

(1. Basin & Reservoir Research Center, China University of Petroleum, Beijing;

2. Dagang Oilfield Company, PetroChina, Tianjin)

Abstract: Three types of Ordovician carbonate buried-hills can be identified in Huanghua depression, Bohai Bay basin. (1) Tilting fault-block buried-hills were developed during Himalayan transtensional movement and their formation was related with extension faulting, such as Xuhei, North Dagang and South Dagang buried-hills. (2) Bedding slip and thrust buried-hills were generally developed within fault-blocks during the early Yanshanian and were related with the detachment faults and blind thrust faults within the Cambrian strata, such as Qianmiqiao and Kongxi buried-hills, as well as those developed within the Xuhei tilting fault-block. (3) Anticline buried-hills can be further divided into compressional anticline buried-hills and rollover anticline buried-hills, the former were formed during the transpression movement in early Yanshanian, such as Wumaying buried-hill, while the latter were developed in the hanging wall during the extension of Cangdong fault, such as Kongdian and Wangguantun buried-hills. The tilting fault-block buried-hills are distributed in the southeastern and northwestern parts of Huanghua depression, and are related to the extensional movements of Chengxi and Cangdong faults. The anticline buried-hills are distributed successively from north to south, including Kongdian, Junmazhan, Wangguantun and Wumaying, as well as Dongguang buried hills in south-central Huanghua depression. The detachment thrust buried-hills are mainly distributed within

基金项目:国家“973”重点基础研究发展规划项目(G1999043300)

第一作者简介:杨明慧,男,43岁,博士,构造地质学

收稿日期:2005-03-20

the tilting fault-blocks. The detachment thrusts are directed from SE to NW in south-central Huanghua depression, while those in the north are directed from NW to SE in sinistral transpression state.

Key words: carbonates; buried-hill; classification; distribution; Ordovician; Huanghua depression; Bohai Bay basin

长期以来,人们一直关注任丘潜山的形成受到古近纪伸展断裂和断块翘倾活动控制^[1~3],而忽略了前古近纪尤其是中生代逆冲构造对潜山形成的贡献^[4,5]。这一现象直到千米桥潜山油气藏成藏构造因素解剖之后才真正引起足够的重视^[6]。

渤海湾盆地的潜山勘探实践表明,尽管碳酸盐岩潜山分布广泛,但大型高产潜山油气藏的形成和潜山油田的集中分布必须满足一定的条件,即潜山形成和分布受伸展断裂和断块翘倾作用影响,同时还受长期遭受风化剥蚀的前中、新生代古隆起控制。只有长期发育的碳酸盐岩潜山古隆起尤其是构造复合部位的隆中隆,才有可能持续地遭受风化剥蚀,在较大范围内形成良好的储集体,并在油源充足的前提下形成潜山油气藏^[7,8]。本文试图以黄骅坳陷为例,论述奥陶系碳酸盐岩潜山的成因分类及分布问题。

1 潜山特征与分类

1.1 潜山特征

奥陶系碳酸盐岩潜山(图1)构造特征的描述聚焦在顶面和内幕等方面。顶面构造包括潜山

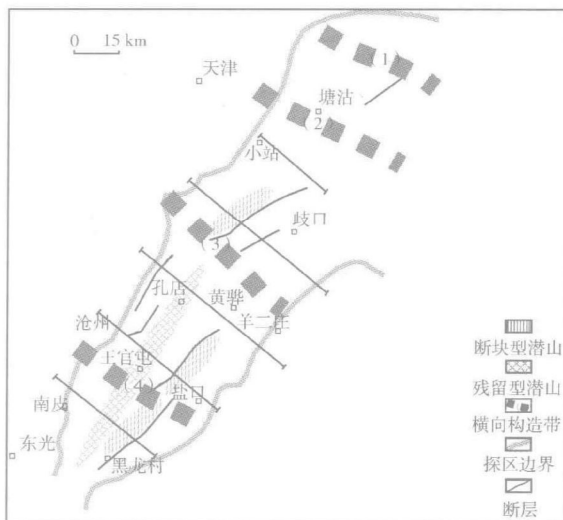


图1 黄骅坳陷奥陶系潜山分布图

(1)南堡横向构造;(2)塘沽横向构造;
(3)扣村-羊三木横向构造;(4)舍女寺-盐山横向构造

Fig.1 Distribution of Ordovician buried-hills in Huanghua depression

顶面地层、顶面上覆地层、顶面埋深以及顶面构造等。潜山内幕构造研究则包括构造变形分期以及各期构造之间的关系、主导构造线方向和位移、构造样式识别及构造特点和形成与后期改造等几个方面^[6,9]。针对典型潜山内幕特征的成因研究既可以为潜山分类奠定基础,同时也可以进一步揭露潜山构造的演化过程。

1.1.1 千米桥潜山

千米桥潜山内幕的奥陶系、寒武系卷入变形,整体表现为逆冲挤压构造。在 seismic 剖面上,奥陶系底部、寒武系底部均发育顺层或低角度冲断层。奥陶系冲断层向南逆冲,底部向北收敛,组成叠瓦扇构造;寒武系底部的顺层断层为盲冲断层。这两条断层驮负起整个千米桥潜山,因此对潜山形成和展布起着主控作用。该潜山内幕构造有逆冲断席以及古地貌残丘、低地及翘倾断块等。

逆冲断席与4条北东走向的逆冲断层(板深8,7,701和4)有关,断面北倾,延伸长度一般约4~5 km;其次还有一些规模较小的北北东、北东东走向的逆冲断层^[10]。其中板深8断层是在印支期近东西向褶皱基础上,由燕山早期北西向扭压应力形成的冲断层。在剖面上,这些冲断层组合成叠瓦扇。板深7井揭露奥陶系上部存在两段重复;地震剖面 inline 341解释可见奥陶系存在两个叠瓦扇(图2a)。

1.1.2 乌马营潜山

乌马营潜山的冲断构造走向北北东-北东,包括2~3条倾向南东东的冲断层和1条倾向北西西的反冲断层。反冲断层发育在上古生界以及三叠系中,大致沿石炭系、奥陶系滑脱并与寒武系中的冲断层构成“蛇头”状(图2b)。倾向北西西的反冲断层沿走向逐渐向南消失,而倾向南东东的冲断层延伸稍远。冲断层的几何形态以铲式为主,大致顺寒武系底部滑脱;向上以低角度错移石炭系,前锋顺层消失在石炭系上部或二叠系下部。石炭系局部加厚与这一低角度盲冲断层或顺层滑脱断层造成的地层重复有关。由于断层位移量较小,上盘冲断位移形成的背斜幅度一般较低。

乌马营潜山发育的冲断层及走滑断层,与徐

西断层或沧东断层均呈 10°左右的夹角^[11,12]。由此推断,北北东向的乌马营潜山雏形是在燕山早期左行扭压状态下形成的。

1.1.3 徐黑潜山

徐黑潜山包括北部的徐杨桥潜山和南部的黑龙村潜山,由舍女寺-盐山横向构造分隔。黑龙村潜山为地层西倾的地垒断块,高点位于黑东断层下盘的断棱处;徐杨桥潜山则为地层东倾的半地垒断块,高点位于徐西断层下盘的断棱附近。据地震剖面观察,徐黑潜山的边界正断层具有扭压残迹,表明该断层经历过负反转构造过程。

黑东断层是黑龙村潜山的边界断层,倾向南东,错移地层包括古生界及中生界。盲冲断层发育在寒武系及石炭系,顺层滑脱,但位移量不大。从现今构造样式看,这些盲冲断层的展布位置为燕山早期的扭压断层破碎带处(图 2c)。徐杨桥潜山的控智断层是徐西断层,与黑龙村潜山恰好成镜像关系。徐杨桥潜山在寒武系中发育倾向东畔的盲冲滑脱断层;在中生界底部发育的滑脱构造受孟村断层遮挡。前缘出现的反冲断层和层间褶

皱,吸收了部分位移量(图 2d)。

1.2 潜山分类

渤海湾盆地潜山分类方案多种多样,常见的有成因^[13]、潜山地层-结构^[5]和潜山形成机制与构造发育特点^[14]等几种。

构造变形和构造样式仍然是潜山成因分类的主导因素。依据上述黄骅拗陷奥陶系潜山的构造特征可将其划归 3 个类型:1)翘倾断块潜山,是在喜山期扭张过程中发育的碳酸盐岩翘倾断块,其形成与伸展断层有关,如徐黑(图 2c,d)、北大港和南大港潜山等;2)层滑冲断潜山,与寒武系内部存在的滑脱断层或盲冲断层有关,一般发育在断块的中部(类似于碳酸盐岩内幕),燕山早期形成,如千米桥(图 2a)、孔西以及在徐黑断块内部发育的与层滑冲断构造有关的潜山(图 2c,d)等;3)背斜潜山,可进一步分为挤压背斜潜山和滚动背斜潜山,前者是在燕山早期扭压过程中形成的挤压背斜潜山如乌马营潜山(图 2b),后者是在喜山期沧东断层上盘发育的滚动背斜潜山如孔店、王官屯潜山等。背斜核部常受纵张断层破坏,具有断背斜形态(表 1)。

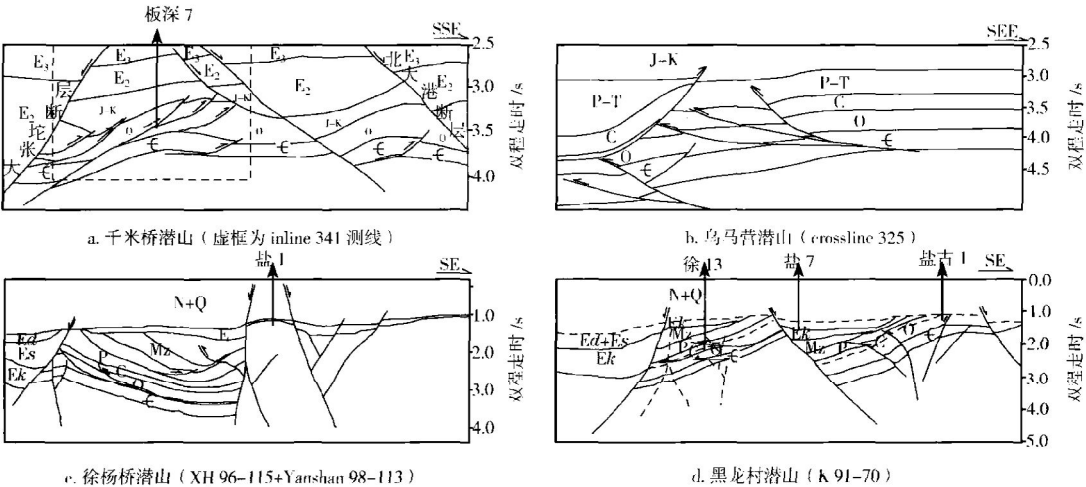


图 2 黄骅拗陷奥陶系典型潜山构造特征图

Fig.2 Characteristic pattern of the typical Ordovician buried-hills in Huanghua depression

表 1 黄骅拗陷奥陶系潜山类型及主要特征表

Table 1 Types and main characteristics of Ordovician buried-hills in Huanghua depression

分 类	翘倾断块潜山	层滑冲断潜山	挤压或滚动背斜潜山
发育年代	古近纪	侏罗—白垩纪	侏罗—白垩纪 + 古近纪
位置	中南区东南侧、北区西北侧	潜山断块内部	中南区中部
形成机制	断块翘倾作用	层间滑动或盲冲断层	扭压作用 + 滚动背斜
构造样式	正断层下盘断块	叠瓦状冲断层相关凸起	背斜或断背斜
构造层	3 层或 4 层	1 层	4 层
典型实例	徐黑、港西	千米桥、孔西、徐黑内幕	乌马营、王官屯、孔店

2 潜山形成与分布

南北向上,塘沽-扣村-羊三木和舍女寺-盐山等3条横向构造(图1)将黄骅拗陷分为北区、中区和南区^[15];东西向上,乌马营-孔店-北大港、徐黑-张巨河两条构造带与沧县隆起和埕宁隆起结合将黄骅拗陷分隔为西部的南皮-沧东-板桥凹陷带、中部的小集-常庄-歧北凹陷带和东部的盐山-歧南凹陷带,共同组成两纵三横的棋盘式格局。

2.1 潜山形成

2.1.1 背斜潜山

渤海湾盆地燕山早期发育的左行扭压走滑断裂带受郯庐断裂影响^[16]。作为伴生构造,郯庐断裂带诱导出的北西西-近东西向挤压应力是黄骅拗陷燕山早期冲断构造发育的主控应力。在盐山-歧口-新港和沧东边界断层的夹持下,黄骅拗陷处在左行扭压应力场中。

燕山早期的冲断位移量较小,卷入地层主要是石炭系、二叠系和奥陶系,显示薄皮构造特点。这些冲断构造的形迹散布在不同的应力集中部位,但在同一地区一般具有相同或相似的逆冲方向,如千米桥地区的挤压方向由北西指向南东,乌马营地区则由南东东指向北西西,从而显示左行扭压应力作用(图3)。

黄骅拗陷南区构造走向以北北东、北东为主,自西而东发育沧东、孔西、乌马营、徐黑及埕西等构造带。各个构造带的主体样式有所差异:西带以堆叠背形构造和叠瓦扇构造为主,断层上盘发育断层相关褶皱;中带以楔冲构造和低角度盲冲或顺层滑脱构造为主;东带以高角度板状叠瓦构造为主。这一冲断构造系统的形成可能是受深层的东南倾向的拆离断层控制并被其连锁在一起^[17]。

2.1.2 翘倾断块潜山

喜山期右行扭张造成的翘倾断块是黄骅拗陷的主要构造样式,包括一系列的地堑、半地堑和地垒、半地垒。这些地垒、半地垒构造被沉积物掩埋后,可以形成碳酸盐岩翘倾断块潜山。从成因上看,黄骅拗陷发育的残丘、断块和背斜潜山等均受到断块翘倾的后期改造,而纯粹由断块翘倾活动形成的潜山较少。

徐黑潜山发育的北北东、北东和近东西向等多组正断层,位于盐山凹陷的西缘和凹陷中部(图4)。由徐西、黑龙村以及孟村等断层切割断块并

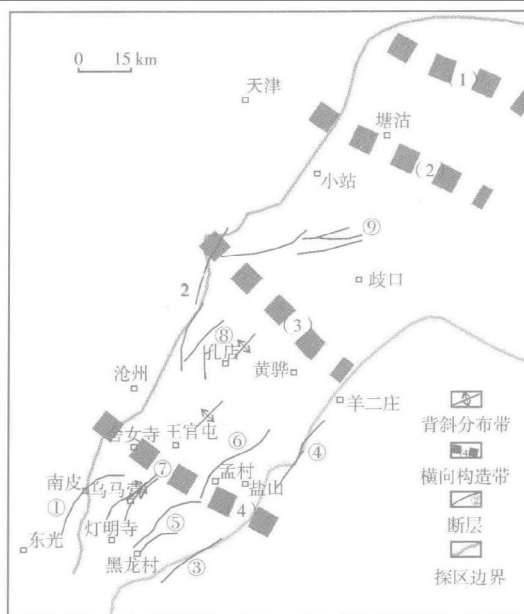


图3 黄骅拗陷燕山早期左行扭压作用及冲断构造分布图

①沧东冲断层南段;②沧东冲断层北段;③埕西冲断层南段;
④埕西冲断层北段;⑤黑龙村冲断层;⑥徐杨桥冲断层;
⑦乌马营冲断层;⑧孔西部断层;⑨千米桥冲断层
(1)~(4):同图1

Fig.3 Map showing sinistral transpression during Early Yanshanian movement and distribution of thrust faults in Huanghua depression

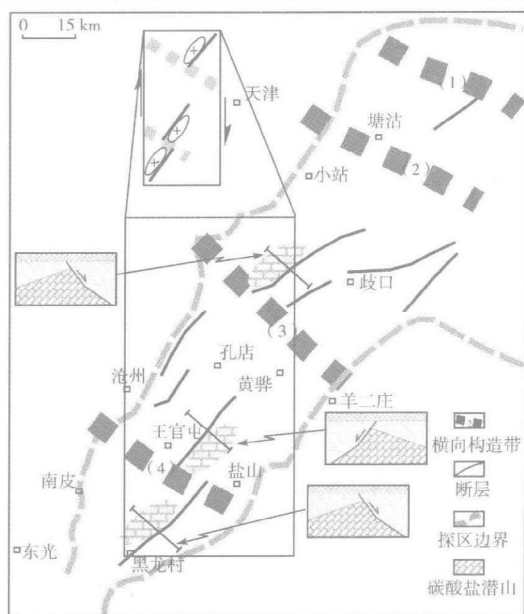


图4 黄骅拗陷喜山期右行扭张作用与翘倾断块潜山分布图

(1)~(4):同图1

Fig.4 Map showing dextral transtension during Himalayan movement and the distribution of tilting fault-block buried-hills in Huanghua depression

组成堑垒式构造,构成黄骅坳陷南区的伸展构造系统。埕西断层分段明显,在盐山凹陷最少由 3 段组成,呈左行侧接样式。与徐西断层一样,该断层具有右行扭张性质,断面较陡,断层两盘地层差异较大,不具可比性。

据地震剖面和钻井资料分析,徐杨桥潜山的古近系覆盖着白垩系和侏罗系,其间可能存在轻微的不整合关系;黑龙村潜山的古近系与侏罗系、白垩系呈明显超覆关系。由此表明,徐黑潜山的断块翘倾作用主要发生在古近纪。喜山期区域性的右行扭张作用是断块伸展和翘倾的主要原因。推测徐西断层最早可能是一个高角度的扭张正断层,断层北段伴随伸展作用逐渐转变为铲式正断层,下盘向南东东倾斜出现翘倾作用。徐黑潜山主体的扭张断层大多残留有早期冲断层的构造形迹,或者说,喜山期扭张作用改造了燕山早期的逆冲构造面貌。

2.2 潜山分布

渤海湾地区在晚古生代发育一个大型的复背斜隆起,北高南低,总体向南倾斜;中生代,发育近北西向的羊二庄-徐水占隆起带^[7]。黄骅拗陷奥陶系潜山分布受此格局影响(图1)。

2.2.1 翘倾断块潜山

翘倾断块潜山发育在黄骅拗陷的东南侧和西北侧,分别与埕西断层和沧东断层的扭张活动有关,而且具有镜像的发展过程。黄骅拗陷中带发育一系列控制翘倾断块的断层,自南向北依次有黑东、徐西(北段)、港西以及港 8 井断层等。这些断层的倾向呈丝带状东西摇摆。黑东断层倾向东南,控制黑龙村潜山向西北倾斜;徐西断层倾向西北,控制徐杨桥潜山向东南倾斜;港西断层倾向东南,控制港西潜山向西北倾斜;而港 8 井断层与港西断层具有连锁关系,在其作用下,千米桥潜山向西北轻微倾斜。

有意义的是,这些断层在通过舍女寺-盐山和扣村-羊三木横向构造时发生了构造位移转换,即断层从南区转移到中区,然后再转移到北区,从方向上看,是从东南侧逐渐转移到西北侧。显然,这种潜山分布应该与黄骅拗陷地处喜山期右行扭张构造应力场有关。

2.2.2 背斜潜山

背斜潜山发育在黄骅坳陷中南区的中部,与燕山早期扭压的转换部位和喜山期扭张应力场的转

换部位有关。乌马营、王官屯和孔店背斜潜山均是在燕山早期扭压构造背景下形成的背斜雏形,在喜山期扭张构造背景下经改造形成背斜构造。

自北向南,背斜潜山包括中区的孔店、军马站和王官屯潜山以及南区的乌马营潜山、东光潜山。这类潜山的发育受北东东向或近东西向断层控制,单个背斜的轴向呈近东西向,但整个背斜潜山带却呈近北北东向展布(图5)。由此推断,单个潜山的发育是在燕山早期扭压环境中发育的,而整个背斜潜山带的展布却受喜山期沧东断层面上盘滚动背斜发育的影响。

2.2.3 层滑冲断潜山

层滑冲断潜山发育在一些翘倾断块的内部。该类潜山有一个非常突出的特点,中南区的层滑冲断方向自东南指向西北,如孔西以及徐黑断块内部的一些潜山^[18];北区的层滑冲断方向则恰好相反,从西北指向东南。这种构造样式的分布不仅体现出燕山早期的区域扭压应力方式,而且表明分别存在从埕西、沧东断层向北东斜向展布的黄骅拗陷施力的应力传递过程。

在潜山古生界中的层滑冲断现象并非由重力滑动形成。尽管个别翘倾断块潜山(如黑龙村潜

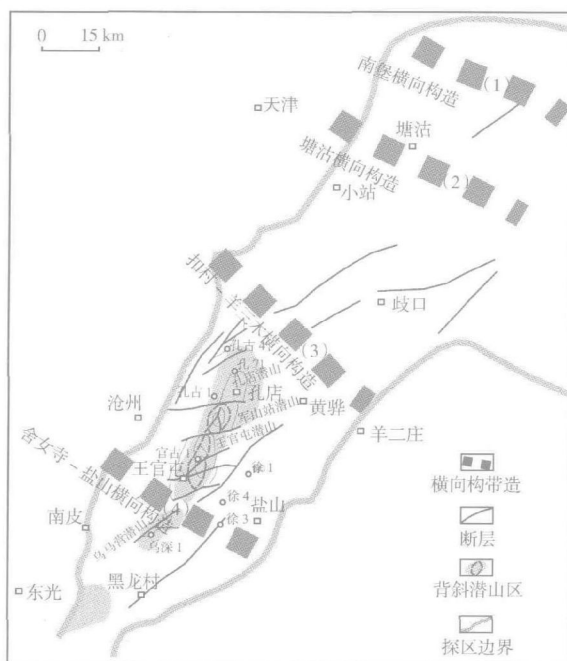


图 5 黄骅坳陷背斜潜山分布图

(1)~(4):同图 1

Fig.5 Distribution of anticline buried-hills in Huanghua depression

山)内部的层滑冲断方向是从翘倾端下指,具有重力滑动的态势,但大部分潜山如徐杨桥、乌马营和千米桥等的层滑冲断层均是上指的。我们认为,层滑冲断构造应是燕山早期扭压应力场中发育的先存构造。

3 结论

1)据构造样式、构造演化等将黄骅坳陷奥陶系潜山分为3种类型,即翘倾断块潜山、层滑冲断潜山和背斜潜山。背斜潜山区又可分为挤压背斜潜山和滚动背斜潜山。

2)潜山形成受构造作用方式控制。翘倾断块潜山与伸展作用有关,受喜山期扭张翘倾断块控制;层滑冲断潜山与寒武系滑脱断层或盲冲断层有关,燕山早期扭压作用形成;挤压背斜潜山与燕山早期扭压作用有关,而滚动背斜潜山受沧东断层面上盘滚动背斜控制。

3)潜山分布受构造应力格局控制。翘倾断块潜山位于黄骅坳陷的东南侧和西北侧,与埕西断层和沧东断层的伸展活动有关;背斜潜山主要位于黄骅坳陷中部,受乌马营-孔店-北大港构造带约束;层滑冲断潜山发育在断块内部,中南区的层滑冲断方向从东南指向西北,北区的层滑冲断方向从西北指向东南。

参 考 文 献

- 1 潘钟祥. 基岩油气藏[M]. 北京:中国地质大学出版社, 1980. 12~45
Pan Zhongxiang. Bedrock reservoir [M]. Beijing: China University of Geoscience Press, 1980. 12~45
- 2 李德生. 中国深埋古岩溶[A]. 见:王涛,周永康,编. 中国石油天然气总公司院士文集——中国科学院院士李德生集[C]. 北京:中国大百科全书出版社, 1997. 132~143
Li Desheng. Deeply buried paleokarst in China[A]. In: Wang Tao, Zhou Yongkang, eds. The articles collection of the academicians in CNPC—the articles collection of Li Desheng, the academicians of Chinese Academy of Sciences[C]. Beijing: The Encyclopedia of China Publishing House, 1997. 132~143
- 3 焦汉生. 渤海湾盆地油气勘探现状与前景[J]. 勘探家, 1999, 4(1): 18~21
Qiao Hansheng. The current status and prospect of petroleum exploration in the Bohai Bay Basin [J]. Explorer, 1999, 4(1): 18~21
- 4 杨明慧,刘池阳,杨斌谊. 冀中坳陷东部西倾断裂的构造负反转过程[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(6): 35~37
Yang Minghui, Liu Chiyang, Yang Binyi. Negative structure inversion of the west dipping faults in the eastern Jizhong depression [J]. Petroleum Exploration & Development, 2002, 29(6): 35~37
- 5 孙冬胜,刘池阳,杨明慧,等. 渤海湾盆地冀中坳陷中区中新代复合伸展构造[J]. 地质论评, 2004, 50(5): 484~491
Sun Dongsheng, Liu Chiyang, Yang Minghui, et al. Study on complex extensional structures in the Middle Jizhong depression in Bohai Bay Basin [J]. Geologic Review, 2004, 50(5): 484~491
- 6 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. 20~89
Wu Yongping, Yang Chiyin. The Ordovician buried-hills in northern Bohai Bay Basin [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2002. 20~89
- 7 刘池阳. 古沧县-天津复向斜和其确定的依据[J]. 石油与天然气地质, 1986, 7(4): 333~343
Liu Chiyang. The determination of the Cangxian-Tianjin Paleo-synclinalorium and its geological evidence [J]. Oil & Gas Geology, 1986, 7(4): 333~343
- 8 王同和. 渤海湾盆地中新代应力场的演化与古潜山油气藏的形成[J]. 石油与天然气地质, 1986, 7(3): 273~279
Wang Tonghe. Evolution of Meso-Cenozoic stress field and the formation of buried-hill hydrocarbon pools in Bohai Bay Basin [J]. Oil & Gas Geology, 1986, 7(3): 273~279
- 9 郑和荣,胡宗全,张忠民,等. 中国石化东部探区潜山油气藏勘探前景[J]. 石油与天然气地质, 2003, 24(4): 313~317
Zheng Herong, Hu Zongquan, Zhang Zhongmin, et al. Prospect of buried hill reservoirs in SINOPEC eastern exploration region [J]. Oil & Gas Geology, 2003, 24(4): 313~317
- 10 陈昭年,陈发景,苏俊青,等. 断裂作用对北大港构造带潜山油气藏的控制[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(1): 92~95
Chen Zhaonian, Chen Fajing, Su Junqing, et al. Control of faulting over oil-gas pools in buried hills in Beidagang structure belt [J]. Oil & Gas Geology, 2002, 23(1): 92~95
- 11 付立新,陈善勇,王丹丽,等. 乌马营奥陶系潜山天然气藏特点及成藏过程[J]. 石油勘探与开发, 2002, 29(5): 25~27
Fu Lixin, Chen Shanyong, Wang Danli, et al. Natural gas pool in Ordovician reservoir in Wumaying buried hill and its formation history [J]. Petroleum Exploration & Development, 2002, 29(5): 25~27
- 12 付立新,周宝仙. 黄骅坳陷南区古生界天然气聚集的构造约束条件[J]. 天然气地球科学, 2003, 14(4): 254~259
Fu Lixin, Zhou Baoxian. Limited tectonic conditions for natural gas accumulation in Paleozoic in southern Huanghua Depression [J]. Natural Gas Geoscience, 2003, 14(4): 254~259
- 13 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. 1~202
Exploration and Development Design Research Institute, Northern China. Buried-hill reservoirs [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1982. 1~202
- 14 吴永平,付立新,杨池银,等. 黄骅坳陷中生代构造演化对潜山油气成藏的影响[J]. 石油学报, 2002, 23(2): 16~21
Wu Yongping, Fu Lixin, Yang Chiyin, et al. Effect of Mesozoic tectonic evolution on hydrocarbon accumulation in buried hills in Huanghua depression [J]. Acta Petrolei Sinica, 2002, 23(2): 16~21
- 15 周建生,杨池银,陈发景,等. 黄骅坳陷横向变换带的构造特

- 征及成因[J]. 现代地质, 1997, 11(4): 425 ~ 433
- Zhou Jiansheng, Yang Chiyang, Chen Fajing, et al. Structural characteristics and origin of transverse transfer zone in Huanghua subbasin [J]. Geoscience, 1997, 11(4): 425 ~ 433
- 16 赵重远. 渤海湾盆地的构造格局及其演化[J]. 石油学报, 1984, 5(1): 1 ~ 8
- Zhao Chongyuan. Structural pattern and evolution of Bohaiwan Basin, China [J]. Acta Petrolei Sinica, 1984, 5(1): 1 ~ 8
- 17 漆家福, 杨池银. 黄骅盆地南部前第三系基底中的逆冲构造[J]. 地球科学——中国地质大学学报, 2003, 28(1): 54 ~ 60
- Qi Jiafu, Yang Chiyang. Thrust structure developed in pre-Tertiary basement in south area of Huanghua basin [J]. Earth Science—Journal of China University of Geoscience, 2003, 28(1): 54 ~ 60
- 18 陈清华, 刘池洋, 李琴, 等. 黄骅坳陷徐杨桥—黑龙村潜山带逆冲构造的发现及其意义[J]. 石油与天然气地质, 2002, 23(4): 353 ~ 356
- Chen Qinghua, Liu Chiyang, Li Qin, et al. Discovery and significance of thrust structures in Xuyangqiao-Heilongcun buried hill belt of Huanghua depression [J]. Oil & Gas Geology, 2002, 23(4): 353 ~ 356

(编辑: 李军)

(上接第 309 页)

- 2 顾家裕. 塔里木盆地沉积层序特征及其演化[M]. 北京: 石油工业出版社, 1996. 298
- Gu Jiayu. Depositional sequences and evolution of Tarim basin [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1996. 298
- 3 陈景山, 王振宇, 代宗仰, 等. 塔中地区中上奥陶统台地镶边体系分析[J]. 古地理学报, 1999, 1(2): 8 ~ 16
- Chen Jingshan, Wang Zhenyu, Dai Zhongyang, et al. Study of the Middle and Upper Ordovician rimmed carbonate platform system in the Tazhong area, Tarim Basin [J]. Journal of Palaeogeography, 1999, 1(2): 8 ~ 16
- 4 陈永武. 储集层与油气分布[M]. 北京: 石油工业出版社, 1995. 287
- Chen Yongwu. Reservoirs and petroleum distribution [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1995. 287
- 5 James N P, Choquette P W. Paleokarst [M]. New York: Springer-Verlag, 1988. 416
- 6 Allen J R, Wiggins W D. Dolomite reservoirs—geochemical techniques for evaluating origin and distribution [M]. Tulsa, Oklahoma, USA: AAPG, 1993. 129
- 7 樊太亮, 刘金辉, 韩革华, 等. 新疆塔里木盆地北部应用层序地层学[M]. 北京: 地质出版社, 1997. 180
- Fan Tailiang, Liu Jinhui, Han Gehua, et al. Applying sequence stratigraphy in northern Tarim basin, Xinjiang [M]. Beijing: Geological Publishing House, 1997. 180
- 8 樊太亮, 李庆谋. 沉积基准面变化分析技术及其应用[J]. 石油与天然气地质, 1997, 18(2): 108 ~ 114
- Fan Tailiang, Li Qingmou. Analytical techniques of sedimentary base-level and their application [J]. Oil & Gas Geology, 1997, 18(2): 108 ~ 114
- 9 樊太亮, 刘金辉. 塔里木盆地北部震旦系古生界层序地层特征[J]. 石油与天然气地质, 1997, 18(2): 120 ~ 127
- Fan Tailiang, Liu Jinhui. Sequence stratigraphic features of Sinian-Paleozoic in north Tarim basin [J]. Oil & Gas Geology, 1997, 18(2): 120 ~ 127
- 10 刘忠宝, 于炳松, 李廷艳, 等. 塔里木盆地塔中地区中上奥陶统碳酸盐岩层序发育对同生期岩溶作用的控制[J]. 沉积学报, 2004, 22(1): 103 ~ 109
- Liu Zhongbao, Yu Bingsong, Li Tingyan, et al. Sequence development controls on syngensis karst of the Middle-Upper Ordovician carbonate in Tazhong area, Tarim basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2004, 22(1): 103 ~ 109
- 11 陈开远, 孙爱霞, 杜宁平. 成油体系中的层序地层学[J]. 石油与天然气地质, 1998, 19(3): 221 ~ 226
- Chen Kaiyuan, Sun Aixia, Du Ningping. Sequence stratigraphy in oil-forming system [J]. Oil & Gas Geology, 1998, 19(3): 221 ~ 226

(编辑: 李军)