

# 渤海湾盆地海域古近系—新近系地质结构和构造样式地震解释

刘春成<sup>1</sup> 戴福贵<sup>2</sup> 杨 津<sup>2</sup> 杨克绳<sup>3</sup>

(1. 中海石油研究中心, 北京 100027; 2 东方地球物理公司研究院, 河北 涿州 072751;  
3. 东方地球物理公司研究院地研中心, 河北 涿州 072751)

**摘要:** 本文以地震信息为基础, 应用多旋回先张后压中国含油气盆地构造演化史理论<sup>[1-3]</sup>, 系统阐述了渤海湾盆地海域古近系—新近系地质结构演化过程和形成机制。特别是应用高质量的勘探地震信息, 将渤海湾盆地海域石油构造样式划分为透入、拆离、渗入式三大构造样式, 13 类亚构造样式。最后以复合构造样式和复式油气藏(田)的描述作为构造样式的结语。

**关键词:** 渤海海域; 古近系; 新近系; 地质结构; 构造样式; 复合构造样式; 复式油气聚集带; 断拗结构形成机理  
**中图分类号:** P542.73      **文献标志码:** A      **文章编号:** 1000-3657(2010)06-1545-14

## 1 渤海湾盆地海域古近系—新近系地质结构特征

### 1.1 古近系地质结构特征

渤海湾盆地古近系地质结构在海域大体上可划分为 NNE 向和近东西向略偏 NWW 向以及 NE 向 3 类构造体系。

#### 1.1.1 NNE 向构造体系

该构造体系展布于辽东湾拗陷内, 其地质结构为箕状断陷夹凸起的构造格局(图 1)。辽西箕状断陷与辽中箕状断陷夹辽西低凸起, 两箕状断陷均为东断西超(剥)的单断构造格局(图 2), 说明辽西凸起为单断结构; 以及辽中箕状断陷与辽东箕状断陷夹辽东凸起, 而辽东箕状断陷为西断东超(剥)的构造格局, 说明辽东凸起为双断结构, 其可延至渤海中拗陷的渤海低凸起。

#### 1.1.2 渤南东西向略偏北西西向构造体系

该构造体系展布在海域南半部, 其地质结构也为箕状断陷夹凸起的构造格局。从北向南为秦南断陷与南堡箕状断陷、渤中箕状断陷夹石臼坨凸起构造格局, 南堡箕状断陷、渤中箕状断陷都为北断南超

(剥)的构造格局。沙垒田凸起北有南堡、渤中两箕状断陷, 南有歧口、沙南箕状断陷所夹, 歧口、沙南两箕状断陷都为北断南超(剥)的构造格局。埕北低凸起北有沙南箕状断陷, 南有埕北箕状断陷所夹, 两箕状断陷都为北断南超(剥)的构造格局。渤南凸起北有渤中箕状断陷、渤东箕状断陷、庙西箕状断陷, 南有黄河口箕状断陷所夹, 这种箕状断陷都为北断南超(剥)的单断构造格局。垦东凸起—莱北低凸起, 北有黄河口箕状断陷, 南有莱州湾、青东箕状断陷所夹, 这 3 个断陷也都为北断南超(剥)的单断构造格局。昌北凸起北有莱州湾—青东箕状断陷, 南有潍北箕状断陷所夹, 潍北箕状断陷同样是北断南超(剥)的构造格局(图 1, 3)。

#### 1.1.3 北东向构造体系

北东向构造体系在海域只有庙西凸起为 NE 向, 受渤东箕状断陷和庙西箕状断陷所夹的双断结构。

#### 1.1.4 渤海海域古近系东西向隐蔽横断裂是不同方向构造体系的调节带(传递带)

渤海海域南半部古近系构造格局是近东西向凹凸相间北断南超(剥)箕状断陷构造带与渤海中拗陷的渤中低凸起呈相互垂直拉张构造样式, 其分界从庙

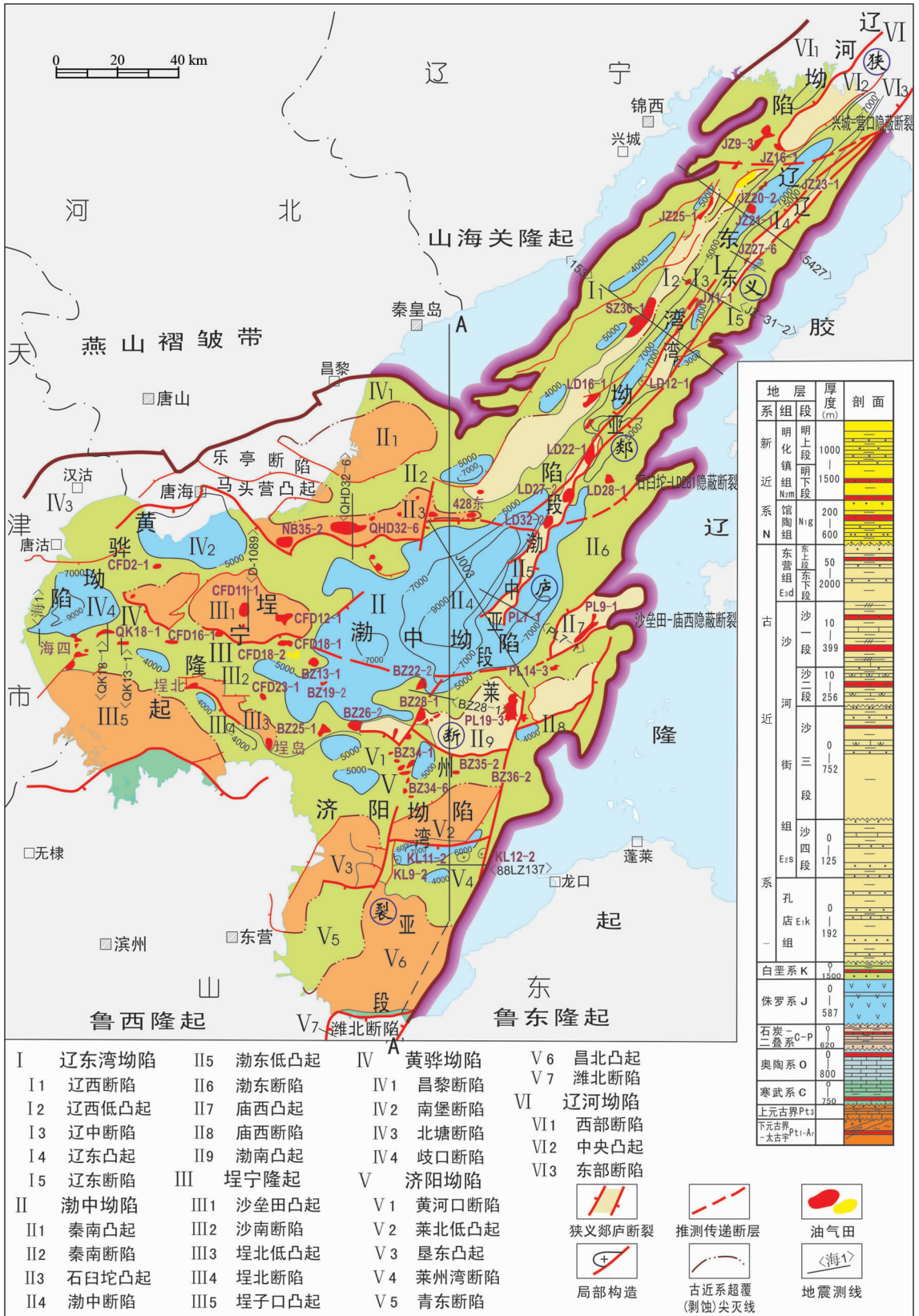


图1 渤海湾盆地海域古近系构造断裂展布图

Fig.1 Distribution of Eocene tectonic faults in sea area of Bohai Gulf basin

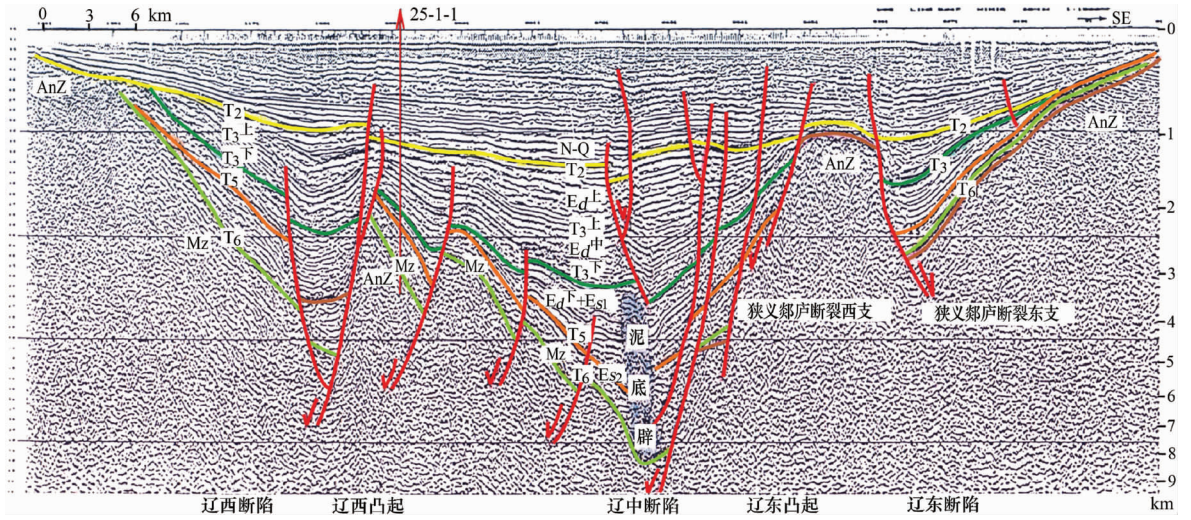


图 2 辽东湾<5247>地震剖面(据渤海石油局,1987)  
 (示渤海湾盆地海域北半部古近系东断西超(剥)为主的箕状断陷)

Fig.2 '5247' seismic profile of Liaodong Fuld

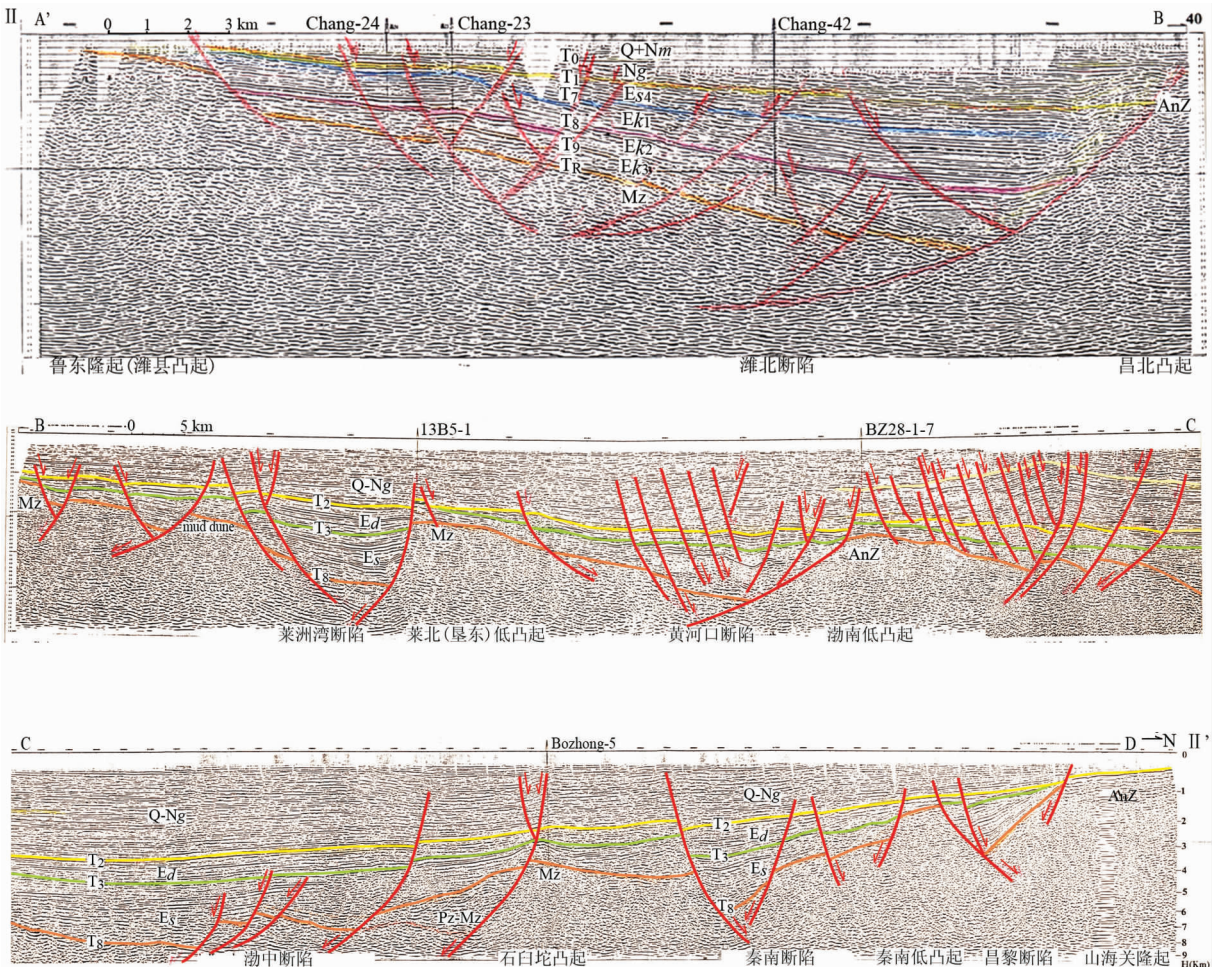


图 3 鲁东隆起—山海关隆起地震叠偏剖面(A-A')  
 (示渤海湾盆地海域南半部古近系北断南超(剥)箕状断陷)

Fig.3 Seismic migration-before-stack profile (A-A') of Ludong uplift-Shanhaiguan uplift

西凸起南掉断层向西横过渤东断陷、渤中断陷与沙垒田凸起南掉断层相连即为 NNE 向渤东断陷、渤中低凸起、渤中断陷与东西向的渤南凸起、黄河口断陷、莱北低凸起、莱州湾断陷、昌北凸起、潍北断陷的调节带(传递带)。

渤中坳陷与辽东湾坳陷的调节带(传递带)在石臼坨凸起南掉断层向东延至旅大 32-2 构造再向东北转折于旅大 28-1 构造南与胶辽隆起相接,该调节带呈同向倾斜拉张构造样式,因渤中坳陷渤中低凸起与辽东湾坳陷的辽西低凸起相对应、渤东断陷与辽东断陷相对应,渤中断陷与辽中断陷辽西断陷相对、断超(剥)方向一致。而辽东湾坳陷的辽西低凸起在渤中坳陷已消失,故两坳陷之间也存在一调节带(传递带)。

辽东湾坳陷与下辽河坳陷亦存在同向倾斜构造样式传递带,该带在锦州 9-3 与锦州 25-1 之间向东至锦州 16-1 向东北转折与辽东低凸起相切至胶辽隆起,因辽东凸起和辽东箕状断陷至辽河坳陷已消失,而辽东湾的辽中箕状断陷与辽河的东部箕状断陷相对应,辽西凸起与辽河的中央凸起相对应辽西箕状断陷与辽河的西部箕状断陷相对应,其断超(剥)尖灭带是一致的,故两坳陷之间同样存在一调节带(传递带)<sup>[1]</sup>。

总之,渤海海域古近系展布 NNE、东西略偏 NNW 向和 NE 向 3 个方向构造体系为东西向隐蔽横断层所分,其中 13 个凸起、17 个箕状断陷构成海域的整体地质结构特征。

## 1.2 新近系地质结构特征

古近系的箕状断陷经新近系剥蚀夷平后转为大面积的沉降,原来被分割的箕状断陷组成新近系统一的坳陷沉积盆地(图 4)<sup>[2-3]</sup>。

## 2 构造样式地震解释

中国大陆及大陆架受西伯利亚、印度、太平洋三大板块的俯冲、碰撞对接作用的影响,使得中国各含油气盆地中构造样式几乎都形成张扭性或压扭性透入式构造样式与渗入和拆离断裂构造相伴生。笔者<sup>[4]</sup>曾以中国含油气盆地实例应用地震信息解释阐明了透入、拆离、渗入断裂构造样式的地质特征。漆家福<sup>[5]</sup>进一步提出在渤海湾新生代盆地区两种构造系统具有分散的透入性特点。在渤海海区透入、拆离、渗入这 3 种构造样式都有展示。

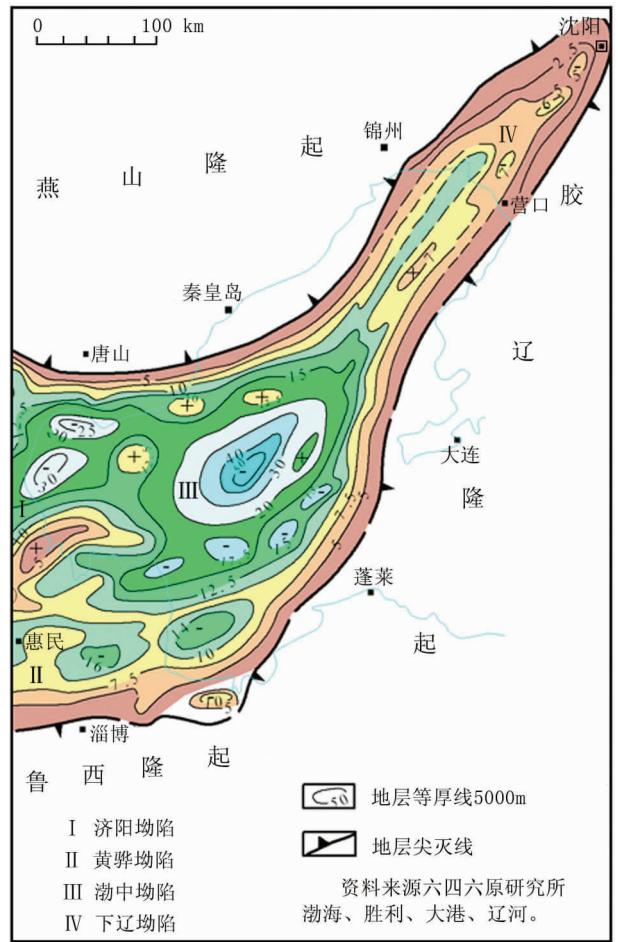


图 4 渤海湾盆地海域新近系构造区划图

Fig.4 Neogene tectonic divisions of sea area of Bohai Gulf basin

## 2.1 透入式构造样式

多年来对透入式扭断裂带及其派生的花状构造样式研究是一热门课题,美国石油地质学家 T.P. Harding 教授是花状构造研究的重要代表,他于 1990 年在《AAPG Bulletin》发表的《用地下构造资料鉴定扭断层的标志和陷阱》一文,系统地总结了扭断层带的标志;1991 年在《AAPG Bulletin》上发表的《用地下构造资料鉴定扭断层的标志和陷阱:讨论与答复》更进一步阐明了鉴别扭断层的标志。

扭动构造(走滑断裂),它可以是一条大型板块边界,也可以是控制含油气盆地发育的扭断裂以及盆地内与油气圈闭伴生的小型扭断层。扭断裂带是区域构造走滑运动的结果,因此是从基底透入至盖层的构造,也可称之为透入式断裂,这是扭断裂的基本性质。由于断层是从基底向上、向外扩展穿过沉积

盖层,所以在地震剖面上呈花状结构。就断面形态而言,主干断层一般均比较陡直,具有上缓下陡的断裂特征,与一般拆离断层所显示的上陡下缓特征恰恰相反,根据扭动的不同力学性质,可分为正花状和负花状构造样式。

2.1.1 正花状构造样式

正花状构造样式是在压扭应力作用下的产物,是以扭应力为主形成的构造样式,在地震剖面上似花朵状向外散开的逆断特征,在渤海海域走滑郯庐断裂东支西侧蓬莱 19-3 是典型实例压扭正花状构造样式<sup>[4]</sup>。

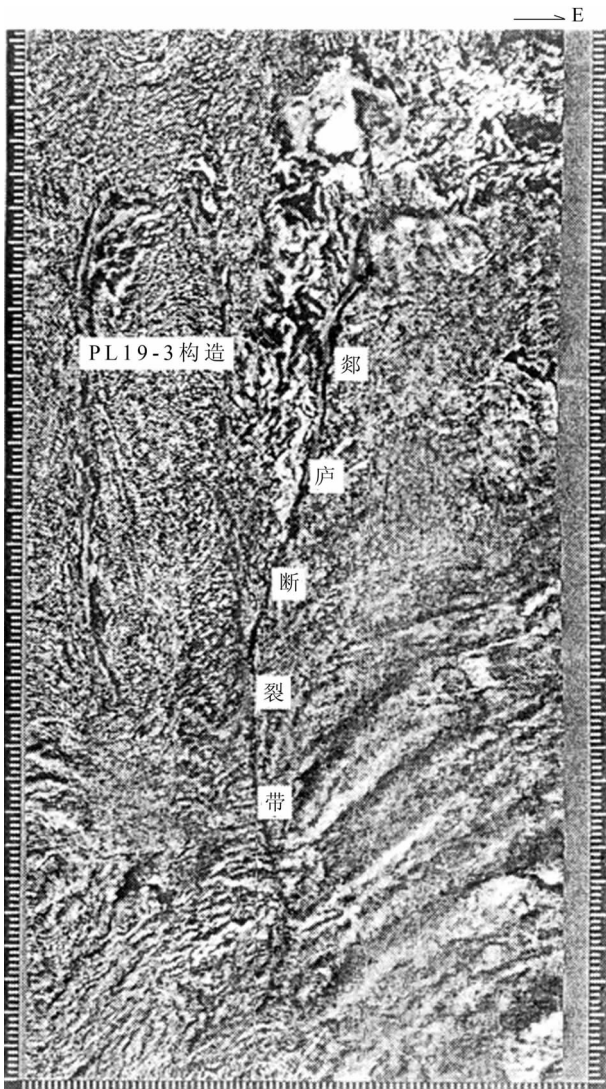


图 5 蓬莱 19-3 构造三维地震 1.51 秒水平切片(PL19-3 轴线与郯庐断裂东支呈锐角相切)  
Fig.5 Penglai 19-3 tectonic 3D seismic 1.51 second horizontal slice

蓬莱 19-3 构造在三维地震 1.5 秒水平切片显示,轴向为 NNW 与 NNE 向的郯庐断裂东支呈锐角相切,其锐角指向 SSE,说明蓬莱 19-3 在新近系为左旋压扭构造样式(图 5),在 PL19-3 构造三维地震横剖面上显示古近系的正断层、新近系为逆断层的正反转构造(图 6),因此,PL19-3 不仅仅是压扭正花状构造样式,还含在正反转构造的结构之中。PL19-3 在纵向上都有扭应力的作用,是有利于油气运移和富集的。正如李四光先生的名言“拧湿毛巾”的道理一样。特别是 6 亿 t 含量的蓬莱 19-3 大油田的发现,更证明了这一点。而对未钻探垦利 12-2 构造也展布在郯庐断裂东支走滑断裂带上(图 7),是郯庐断裂走滑扭动形成的构造样式<sup>[6]</sup>。

2.1.2 负花状构造样式

负花状构造样式是张扭应力作用下的产物,是以扭应力为主形成的构造样式,在地震剖面上似花朵状向外散开的地堑式正断特征显示。负花状构造样式浅层为一堑背形构造样式,其地堑向深部合并、变陡,顺主干断层插入基底。在渤海海域辽东湾段郯庐断裂东支的锦州 27-6 是典型的负花状构造样式(图 8)。从古近系正断特征的负花状构造样式一直延至新近系都为正断层负花状构造样式,究其原因,可能是锦州 27-6 构造位于辽东凸起的顶部,埋深很浅,新近系的挤压应力被古近系的拉张应力所取代,所以负花状构造一直延续到新近系。

从以上 3 例正、负花状构造都展示在郯庐断裂带东支走滑断裂带上,在郯庐断裂带西支目前仅发

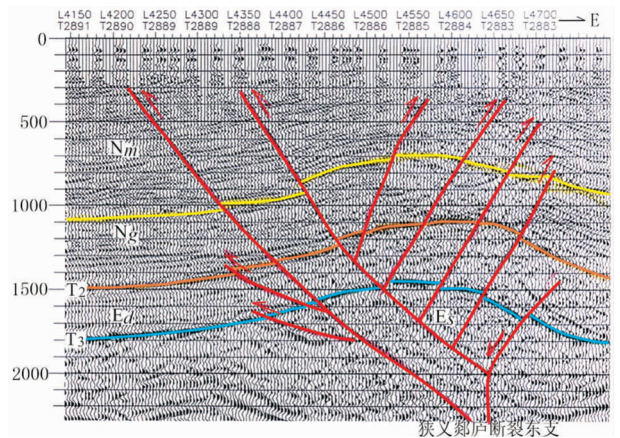


图 6 PL19-3 构造三维地震横剖面(示古近系为正断层,新近系为逆断层特征)  
Fig.6 PL19-3 tectonic 3D seismic cross section

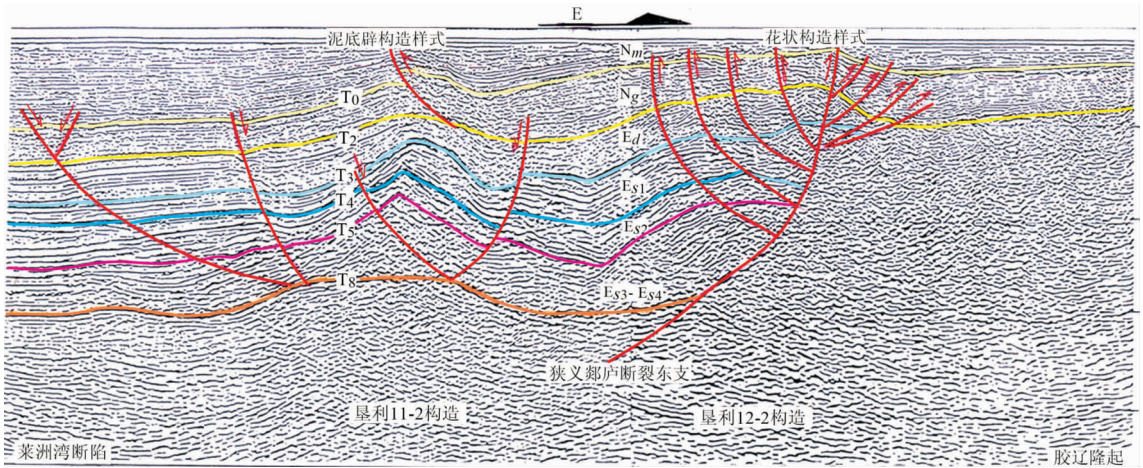


图7 LINE-88LZ137地震剖面  
(示垦利11-2底辟构造样式和新近系逆冲断层及垦利12-2正花状构造样式)  
Fig.7 'LINE-88LZ137' seismic profile

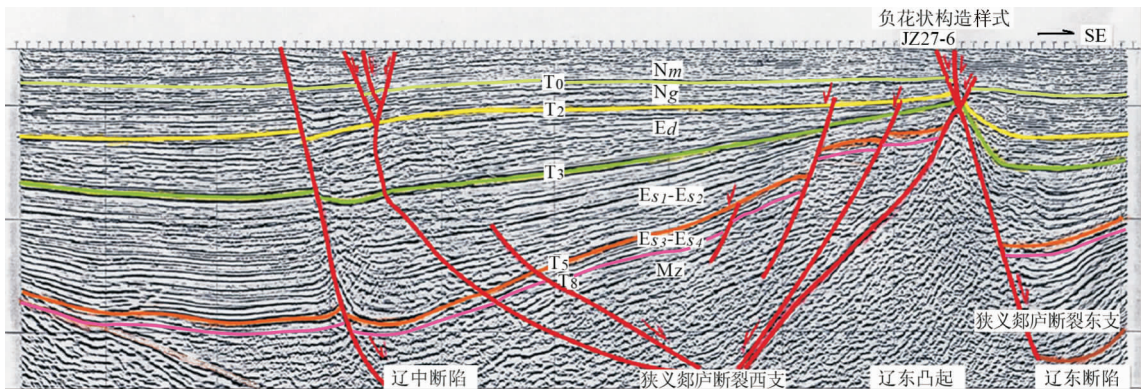


图8 锦州27-6地震主剖面(示负花状构造样式)  
Fig.8 Jinzhou 27-6 seismic principal profile

现渤中28-1新近系正花状构造样式，古近系负花状构造样式展布在郯庐断裂西支走滑断裂带上(图9)，主干断裂直插入寒武奥陶系基底。渤中28-1花状构造可能也是郯庐断裂走滑扭动的结果。经钻探仅在基底寒武系和奥陶系打出油气。

综上所述，正、负花状构造其构造特征都遵循花样构造样式的特征，即花朵之下的主干断裂都陡立地插入以下的构造层，再向深部延伸。由于扭应力的作用，都汇集至莫霍面顶部形成莲花结构。渤中花状构造群(图10)这一典型的莲花结构说明渤中坳陷古近系—新近系构造层与地壳构造层组成莲花状构造群是与郯庐断裂走滑运动有关<sup>[9]</sup>，也展现了古近纪的张扭应力和新近纪的压扭应力作用的结果，其

中张、压、扭应力源于太平洋板块向欧亚大陆俯冲、碰撞活动所致<sup>[7]</sup>。

### 2.2 拆离型断裂构造样式

拆离型断裂构造样式是在区域性挤压和拉张构造应力作用下形成的，根据构造应力性质，又可形成正、负拆离型断裂构造样式和正负反转断裂构造4种主要构造样式。正拆离型断裂构造是在区域挤压，负拆离型是在区域拉张，正反转断裂构造是在区域先张后压，负反转构造断裂是在区域先压后张构造应力作用下形成的构造样式，这4类构造样式不论在中国西部、中部，还是东部含油气盆地都是存在的。

#### 2.2.1 正拆离构造样式

在渤海海域表现为古近系拉张—新近系挤压的

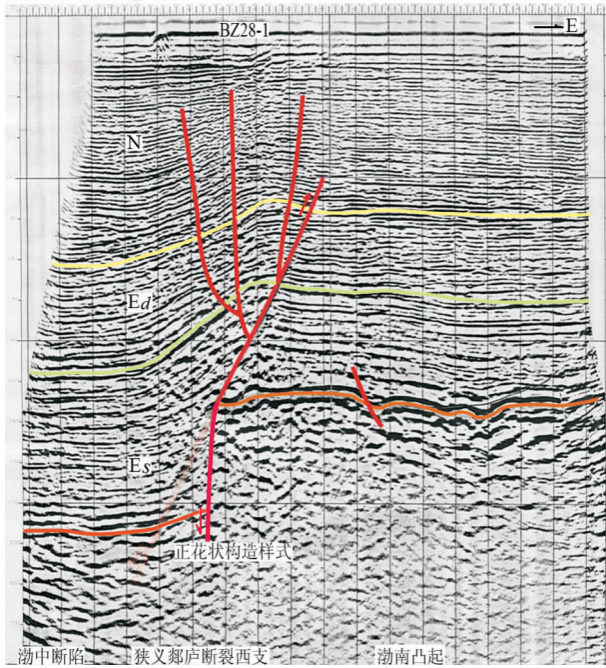


图 9 BZ 28-1 东西向地震主剖面  
(示新近系正花、古近系负花状构造样式,主干断裂直插入寒武奥陶系基底构造层)

Fig.9 BZ 28-1 EW-trending seismic principal profile

地质结构比较明显,如垦利 11-2 在新近系出现逆断层(正拆离断层)(图 7)。在 1991 年 10 月发现海 4 井构造在新近系为典型的挤压构造样式(正拆离构造样式)(图 11),所展示的海 4 井为典型的先张(古近系沙河街组为正断层)后压(新近系的馆陶—明化

镇组为挤压背斜)组成正拆离的背斜构造样式。

正反转构造样式也应划归正拆离构造样式,因力学性质先张后压,最终转为挤压构造样式,故归为正拆离构造为宜。PL19-3 也是正反转构造,在前面已进行描述。

2.2.2 负拆离构造样式

在海域主要发育负拆离构造样式,负拆离构造样式主要是在区域拉张翘倾运动形成的正断层,常常是边拉张边翘倾边断裂边沉积边变形,是一种渐变的过程。在盆地拉张演化过程中常形成大量的生长正断层(同生正断层)。对盆地拉张构造变形起到调节作用。这些断层组合成盆内箕状断陷和凸起以及次级拉张构造样式。

2.2.2.1 东西向构造体系的反向翘倾断块潜山构造样式

在渤海海域古近系拉张翘倾运动中形成箕状断陷和凸起组成反向翘倾断块潜山,即断层产状与潜伏凸起上的地层产状相反,以在东西向凹凸相间构造体系中的秦南断陷与石臼坨凸起组成的南断北超结构中的秦皇岛 32-6 反向翘倾断块潜山构造样式(图 12)为典型代表。

石臼坨凸起向南翘起被南掉正断层所切,向北为北倾斜坡组成秦皇岛 32-6 断块潜山,其东营组 (Ed)超覆在潜山之上,又被新近系馆陶组 (Ng)和明化镇 (Nm)组所覆盖,经钻探表明,秦皇岛 32-6 探明地质储量 1.7 亿 t<sup>8</sup>,主要产层为新近系馆陶组和明化镇组(图 13)。

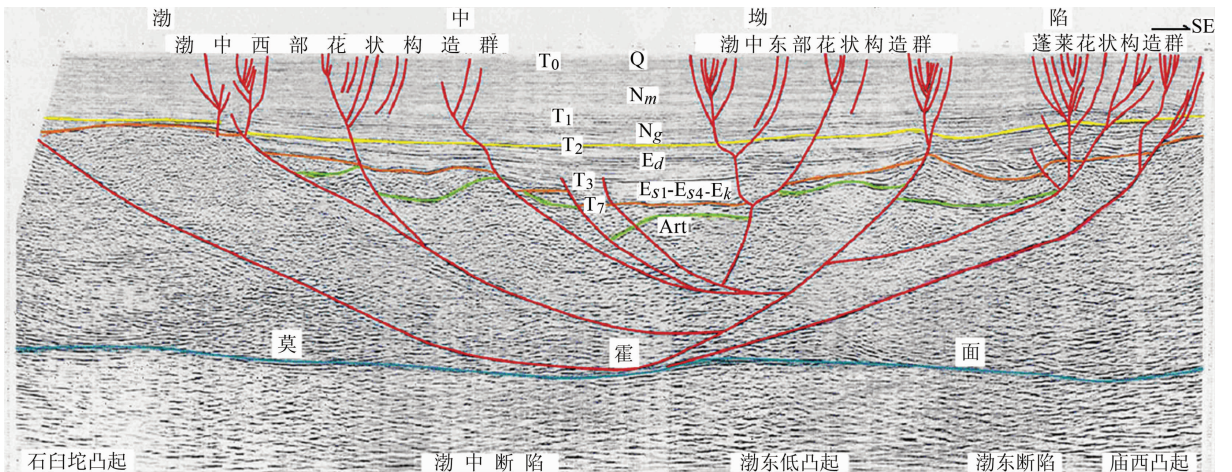


图 10 渤中 CO2L J003 (97KM)14 s 宽线地震剖面(示渤中花状构造群与莫霍面的关系)

Fig.10 Bozhong CO2L J003 (97KM)14 seconds broad line seismic profile

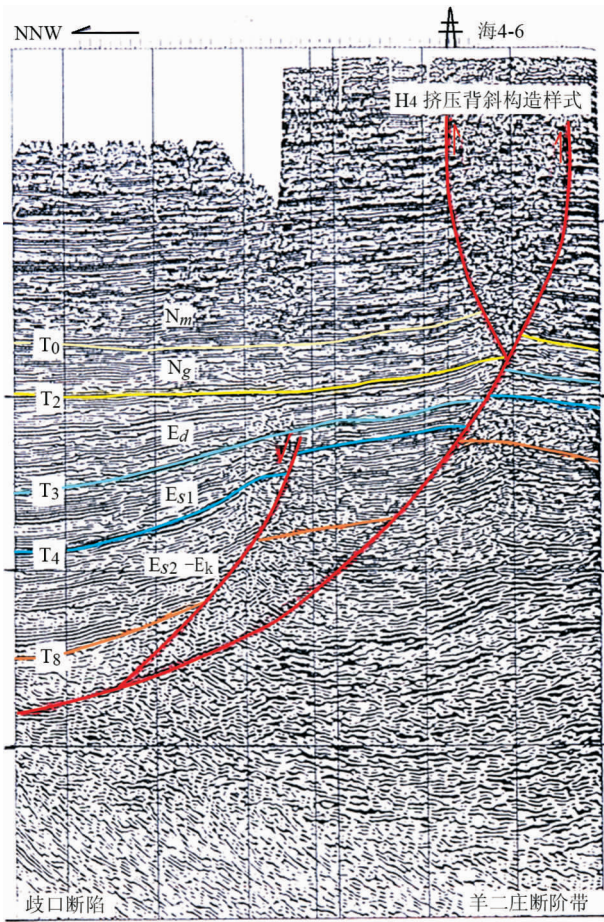


图 11 海 4 井新近系挤压背斜构造样式地震主剖面(示古近系拉张、新近系挤压构造)  
Fig.11 Hai 4 well Neogene compression anticline style seismic principal profile

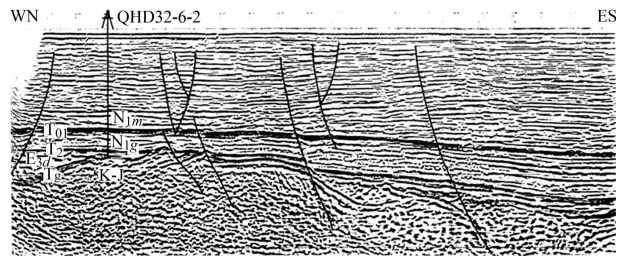


图 12 秦皇岛 32-6 潜山披覆构造样式地震主剖面(据龚再生 1997)<sup>[8]</sup>  
Fig.12 Qinhuangdao 32-6 buried hill drape tectonic style seismic principal profile

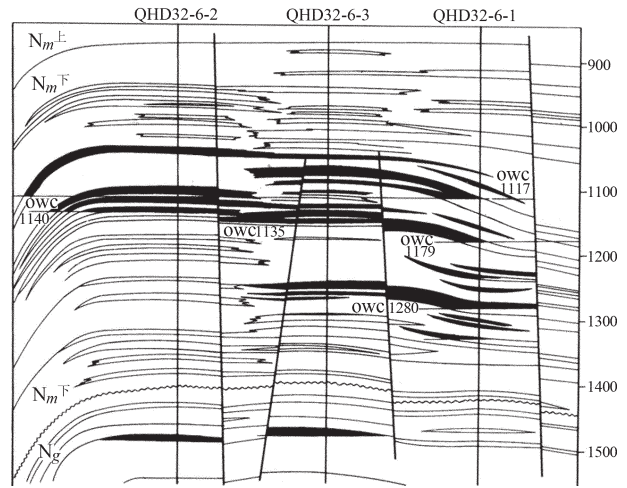


图 13 秦皇岛 32-6 油田油藏剖面图<sup>[8]</sup>  
Fig.13 Qinhuangdao 32-6 oilfield accumulation profile

2.2.2.2 北北东向构造体系反向翘倾断块潜山构造样式

同样在海域古近系拉张翘倾运动中形成箕状断陷和凸起组成反向翘倾断块潜山,即箕状断陷边界断层与凸起上的地层产状相反,在 NNE 向凹凸相间构造体系中的辽西箕状断陷与辽西低凸起组成的西断东超结构中的绥中 36-1 断块潜山构造样式(图 14)为其典型实例。在辽西低凸起中段的绥中 36-1 为前新生界潜山上的古近系向东倾的地层超覆低凸起之上,为西掉断层所切组成绥中 36-1 反向翘倾断块潜山构造样式。新近系凸起与辽西箕状断陷统一被 Ng-Nm 地层所覆盖。经钻探表明在古潜山上见到了油流,主力油层为东营组三段(Ed<sub>3</sub>) (图 15),探明地质储量 2.88 亿 t<sup>[9]</sup>。

2.2.2.3 逆牵引(滚动背斜)构造样式

逆牵引(滚动背斜)构造样式是一种与负拆离型(生长断层)有关的褶皱构造样式。“逆牵引”是指地层向断面的“回倾”(图 16-B)<sup>[1]</sup>,生长断层呈犁状,地层在断面上滑动,即沿着 1/4 椭圆弯曲面上的正向断裂运动,使两盘发生垂向位移和水平位移,上下盘之间形成裂缝,为了弥合这个潜在空间而使下降盘地层发生弯曲,则形成逆牵引(滚动背斜)。渤海湾盆地海域歧口 18-1 为典型实例(图 17)。这类构造样式和沉积同步发生,一般紧邻生油区,生长断层可作为油气运移通道,因此它是一种极为有利的背斜储油圈闭。经钻探 1992 年发现歧口 18-1 油田。

2.2.2.4 反向屋脊断块构造样式

在区域拉张应力作用下,块体沿破裂面发生旋



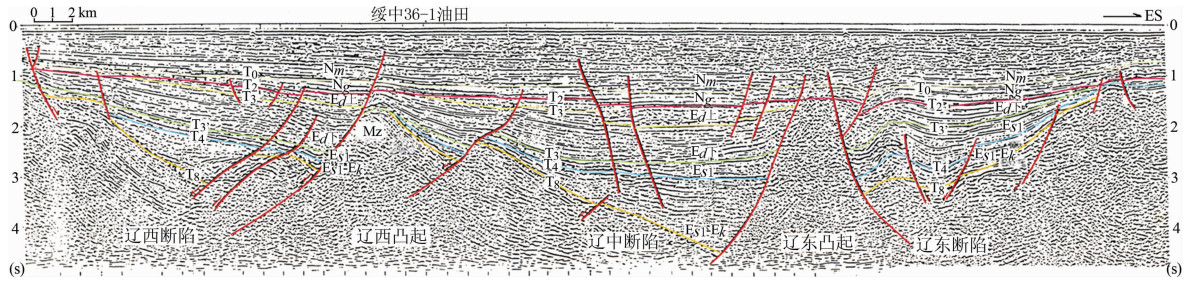


图 14 辽东湾<153>地震测线  
(示绥中 36—1 断块潜山构造样式及渗入式逆牵引构造样式)  
Fig.14 Liaodong Gulf '153' seismic survey line

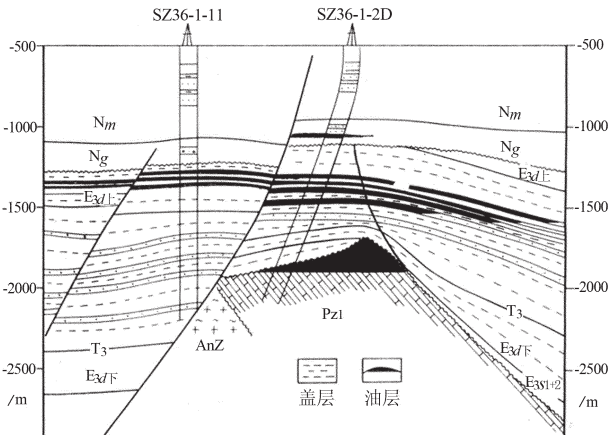


图 15 绥中 36—1 油田盖层与油气聚集关系图  
Fig.15 Relationship between covering bed and oil-gas accumulation in Suizhong 36-1 oilfield

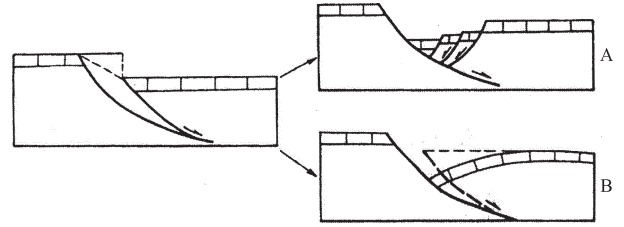


图 16 补偿拉张空隙模式图(据 Hamblin W K)  
Fig.16 Compensated pull-apart interstice model (after Hamblin W K)

转,形成半地堑(箕状断陷)半地垒(凸起)构造相间排列,在箕状断陷陡翼沿凸起由于重力不稳定造成岩

体沿边缘铲形正断层节节向下滑塌,滑塌体多夹于断裂带内,形成多个台阶带与箕状断陷边界铲形正断层平行展布,其剖面特征是滑塌体沿一系列向上分叉、向下合并的铲形正断层节节向断凹一侧下掉滑移,接近凸起的断块地层产状倾向凸起,再向断凹下掉断块倾向断凹,故形成反向屋脊断块构造样式,这些断层都是由负拆离断层的组合。在渤海海域歧口断陷内

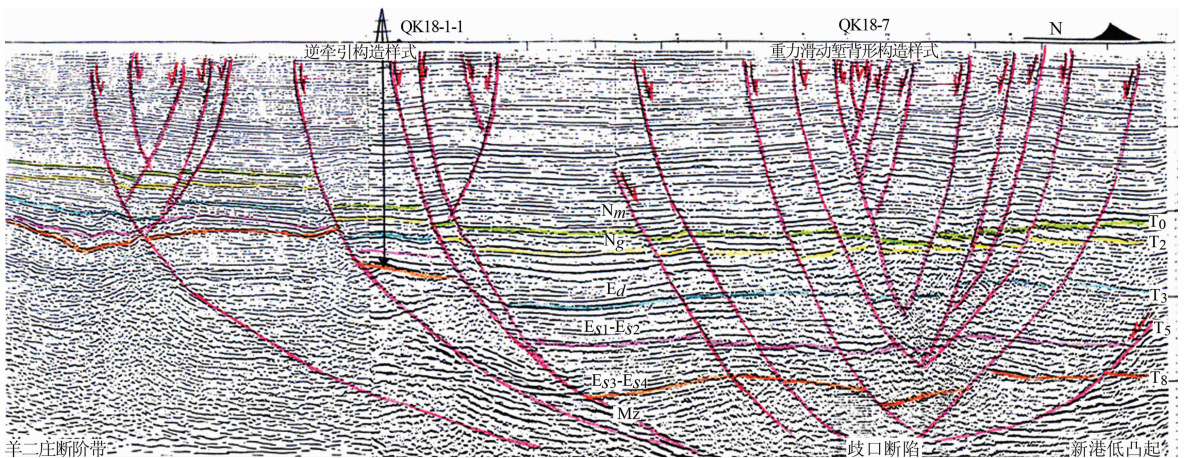


图 17 LINE:87B1027 地震剖面  
(示歧口 18—1 逆牵引构造样式和歧口 18—7 重力滑动型背形构造样式)  
Fig.17 LINE 87B1027 seismic profile

南大港羊二庄断阶带海1井构造带上海1井反向屋脊构造样式是典型实例(图18),位于上升盘是反向屋脊断块构造样式控制的油气藏(图19)。

2.2.2.5 负反转构造样式

区域逆断层转化为正断层(由正拆离转化为负拆离构造样式)、由隆变坳,这都是负反转构造作用的结果,即先挤压后拉张形成的半地堑箕状断陷,地堑系可称为负反转构造样式。例如,在渤海海域PL7-1是由高变凹的负反转构造样式(图20),渤东低凸起在古近纪时抬升,在基底之上沉积了顶薄翼厚的披覆构造,到新近系Nm转为向斜,成为负反转构造样式。

2.2.2.6 受负拆离断裂控制的非背斜构造样式

非背斜构造样式,是在沉积过程中形成的构造样式。非背斜构造样式在形态上变化很大,极不规则,配置关系上也多种多样,但均是在特定的区域构造格架上,相应的沉积作用下形成的。其存在和分布具有很大的隐蔽性,在海域目前仅发现在海口13-1构造背景下的负拆离断裂控制的海17井砂岩上倾尖灭构造样式(图21),海17井在渤海海域歧南断阶带上,经钻探在沙河街组有油层(I层),该层厚23.6m,试油获油流,为受负拆离断裂构造控制的砂岩上倾尖灭油气藏(图22)。

2.3 渗入型断裂构造样式

渗入型断裂构造样式一般多发育在箕状断陷内,边界受正断层控制,其成因主要受重力作用的侧向滑动和垂向运动所控制,其地质特征在剖面上具有堑式对称结构,断裂的剖面组合形态多为向外弯曲。一般浅层断裂发育,中深层依次减少,向下延不深即变平消失。

2.3.1 侧向重力滑动堑背形构造样式

侧向重力滑动堑背形构造样式是在箕状断陷基底拉张、翘倾运动时所开辟的空间中,在沉积碎屑岩

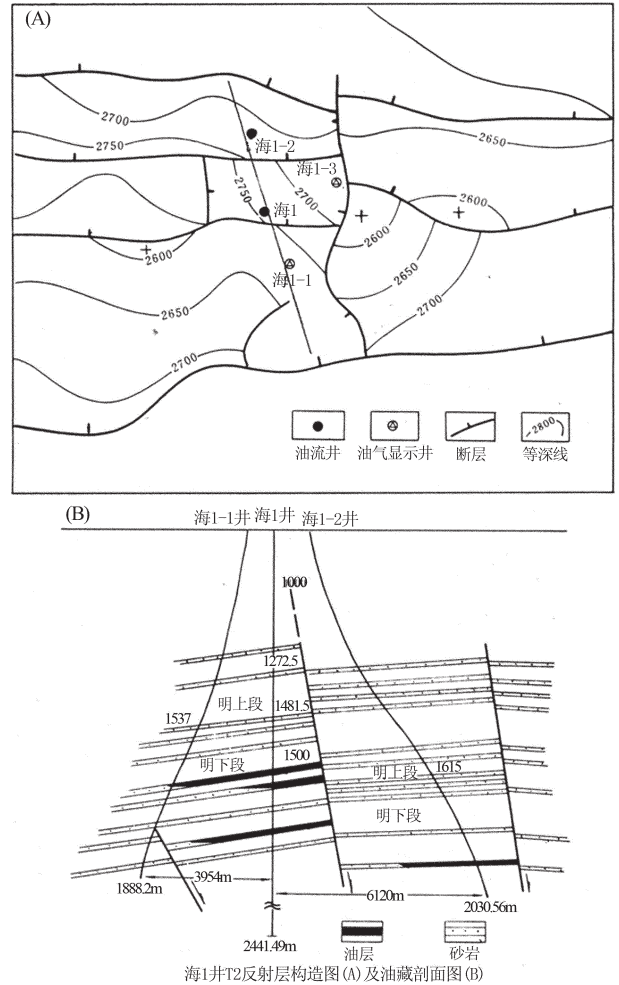


图19 海1井油藏剖面  
(据中国石油地质志转引自邱中健1990)  
Fig.19 Hai 1 well oil accumulation profile

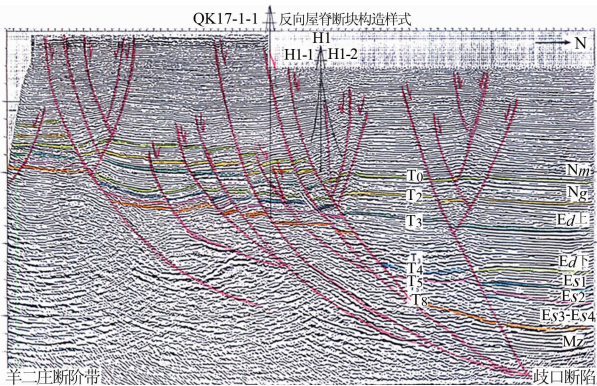


图18 海1井南北向地震剖面  
(示海1井反向脊状构造样式)  
Fig.18 Hai 1 well NS-trending seismic profile

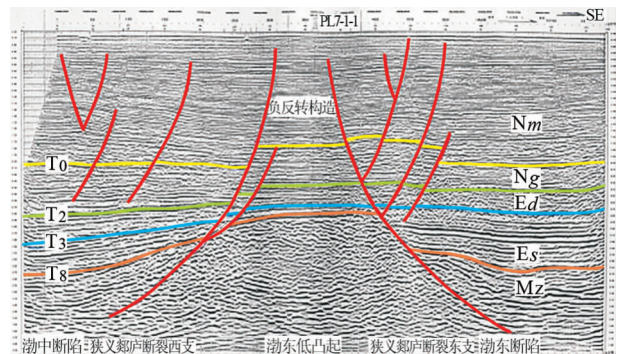


图20 PBZ WT-1地震剖面  
(示负反转构造样式)  
Fig.20 PBZ WT-1 seismic profile

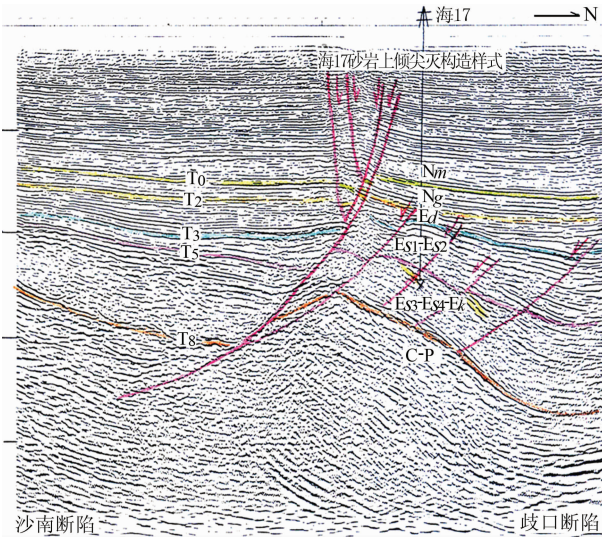


图 21 LINE: A1 036  
(示砂岩上倾尖构造样式)  
Fig.21 LINE A1 036 seismic profile

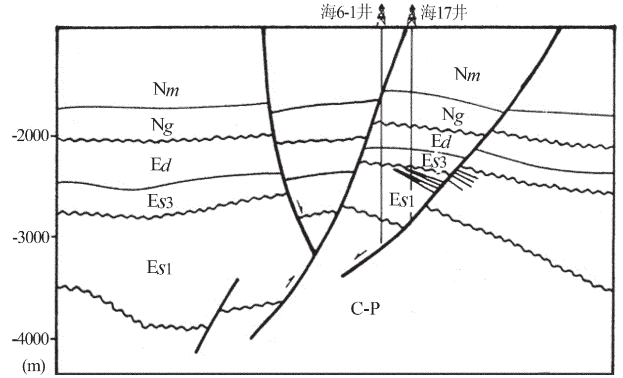


图 22 海 17 井油藏剖面图<sup>[10]</sup>  
Fig.22 Hai 17 well oil accumulation profile

内发生和发展的,它依附于基底的构造运动,在重力作用下沉积岩顺断面和斜坡向沉降中心滑动,可形成“下挤上张顶陷落”的堑式同生正断层,在拉张盆地中普遍分布该类构造样式,如在歧口断陷内歧口 18-7。在歧口断陷盆地内充填较柔性的碎屑岩,沿南侧羊二庄断阶一系列北掉北倾同生正断层和北侧新港低凸起在南掉南倾同生正断层向沉降中心滑动,造成下挤上张顶陷落卷心菜式断裂背斜带。歧口断陷歧口 18-7 重力滑动堑背形构造样式为典型实例(图 17)。

2.3.2 塑性拱张堑背形构造样式

在箕状断陷内沉积的塑性膏盐层、软泥岩在外力作用下上拱,使上部地层形成不生根的堑式断裂即为塑性拱堑背形构造样式,该构造样式又可称底辟堑背形构造样式,按照底辟核与围岩的关系又将底辟分为刺穿构造和隐刺穿构造。隐刺穿构造是指底辟物质没有刺穿围岩,其底辟核顶面的形态和围岩保持一致。这种底辟构造常常是底辟发育初期形态,或者是由于底辟物质粘度大、塑性差、变形弱的结果。

2.3.2.1 刺穿底辟堑背形构造样式

刺穿底辟堑背形构造样式通常是底辟发育到成熟阶段的产物,在渤海湾盆地海域锦州 31-2 是刺穿型泥底辟堑背形构造样式(图 23)。锦州 31-2 在渤海东部郯庐断裂经过的断陷,在断裂活动诱发下

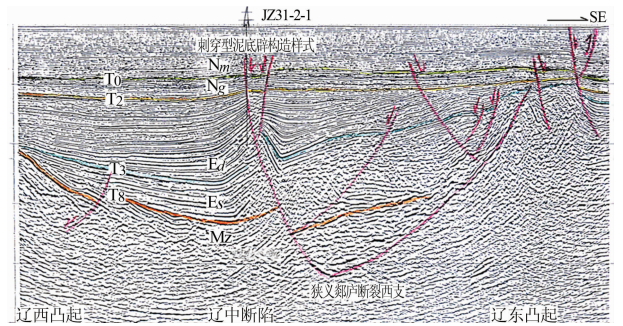


图 23 过锦州 31-2 构造地震剖面  
(示刺穿底辟堑背形构造样式)  
Fig.23 Jinzhou-crossing 31-2 tectonic seismic profile

古近系塑性岩层(欠压实泥岩)在差异重力作用下发生上拱,形成底辟刺穿型构造样式。该底辟构造分布深断陷中,地震剖面上可见伴生直立断层,背斜核部为杂乱反射,向两翼连续性逐渐变好,同样是因为塑性地层上拱造成核部地层破碎,向两翼地层破碎程度减少。底辟背斜两翼较陡,圈闭幅度圈较大(500~900 m),平面上呈长条形,背斜长轴与主断层平行,反映了背斜与断层的成因联系,已钻锦州 31-2 东上段有油层 15 m,由于侧封条件较差,所以储量较少,还有锦西 JX-1 号也是典型的刺穿型底辟构造样式。

2.3.2.2 非刺穿底辟堑背形构造样式

渤海湾盆地海域的莱州湾断陷垦利 11-2 构造地震剖面显示与著名的江汉盆地王场底辟构造有相似性(图 7),但王场盐丘背斜以盐膏为主,而垦利 11-2 底辟核则以泥为主,因在该构造以西 2 km 处的钻井中,于井深 2840~3500 m 揭示了近 700 m 厚

的泥岩、盐岩、石膏和灰岩等塑性岩,其中以泥岩为主,经密度测井在井深 2000~2500 m 处出现异常高压,且地温梯度达 3.7~4.1°C/100,这样的地质条件是形成底辟构造的原动力。

2.3.2.3 基岩隆起堑背形构造样式

基岩隆起堑背形构造样式是在基岩局部不断上隆,使上部地层受到拉张陷落而形成的堑背形构造样式,如渤海海域的沙垒田凸起上海 12 井局部隆起抬升,使上覆地层受到拉张陷落而形成不生根的堑背形构造样式(图 24)。

2.4 复合构造样式及复式油气藏(田)

以上所描述几种构造样式,并不是相互隔离孤立出现的,它们之间的组合有一定的内在联系。不同的应力场可出现不同的构造样式,不同的构造样式相互叠加即形成复合构造样式。这些复合构造样式在两侧的富生油断陷所生之油气,通过断面和不整合面等通道运移至这些构造样式中,可形成复式油气藏(田)。

例如,渤海海域辽东湾坳陷的辽西低凸起为中

心的,西有辽西富生油断陷、东有辽中富生油断陷组成的复合构造样式区(图 1),在辽西低凸起中段的绥中 36-1 构造为前新生界潜山上的古近系—新近系披覆背斜与低凸起西侧边界断裂下降盘的逆牵引断鼻构造组成复合构造样式(图 14)。该复合构造样式,在辽西、辽中富生油断陷夹持下,顺断层和不整合面通道运移至寒武系灰岩潜山和潜山坡覆构造及大断层西侧的逆牵引(滚动背斜)构造中形成复式油气藏(田)(图 15)。与该带北部锦州 2-02 复式油气藏(田)组成复式含油气聚集带。像这样的复式含油(气)聚集带,在渤海海域还有辽东断陷—辽东凸起复式含油(气)聚集带、北塘断陷—沙垒田凸起复式含油(气)聚集带、渤中断陷—渤东低凸起、渤南凸起、复式含油(气)聚集带、沙南断陷、歧口断陷—埕北低凸起复式含油(气)聚集带、黄河口断陷—莱北低凸起、垦东凸起复式含油(气)聚集带等,莱州湾断陷、青东断陷—昌北凸起复式含油(气)聚集带,在此不一一描述。

总之,渤海湾盆地海区这些构造样式和这些复

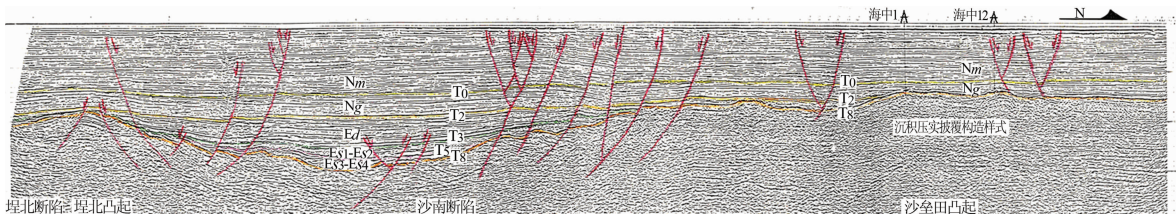


图 24 D-1089 南北向地震剖面  
(示海 12 井基底局部隆起上形成不生根堑背形构造样式)  
Fig.24 D-1089NS-trending seismic profile

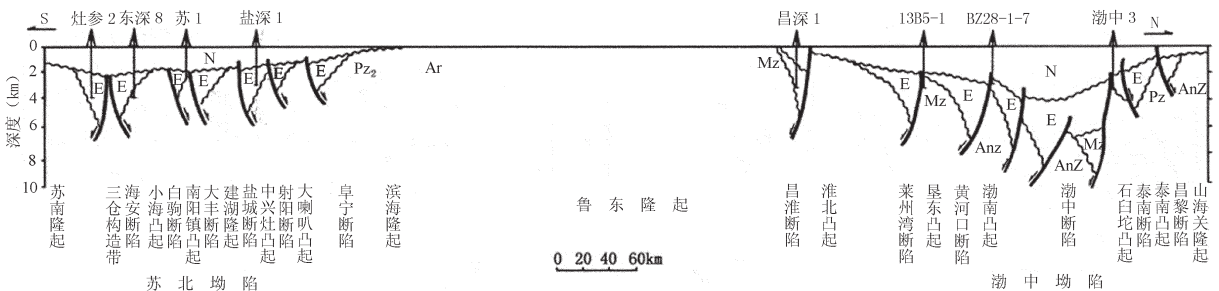


图 25 南通—山海关地质构造剖面图  
Fig.25 Nantong-Shanhaiguan geological-tectonic profile

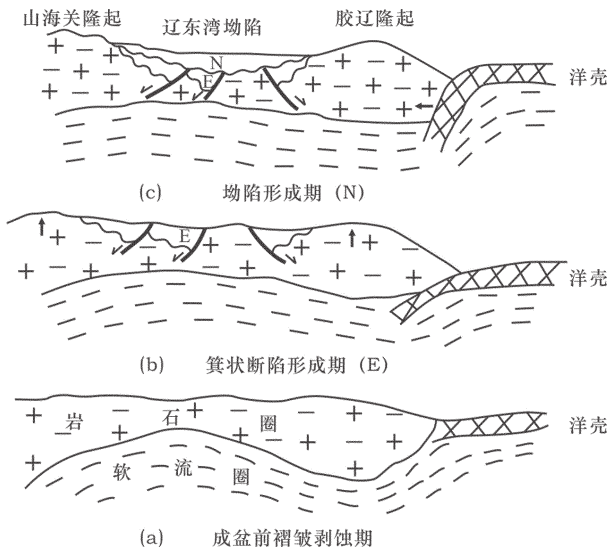


图 26 辽东湾断(陷)拗(陷)形成及演化模式图

Fig.26 Model showing the formation and evolution of Liaodong Gulf fault depression and sag

式含油(气)聚集带为海区形成真正第二个大庆油田奠定了地质基础。

### 3 渤海湾盆地海域古近系—新近系断拗结构形成机理<sup>[1]</sup>

#### 3.1 渤海湾盆地海域南半部断陷、断拗形成机理

渤海湾盆地海域南半部古近系的箕状断陷是受控于南边的鲁东隆起抬升形成海域渤中箕状断陷、黄河口箕状断陷、莱州湾箕状断陷、昌潍箕状断陷,北断南超(剥)尖灭带指向鲁东隆起。而在鲁东隆起的南侧苏北盆地的海安箕状断陷、白驹箕状断陷、大丰箕状断陷、盐城箕状断陷、射阳箕状断陷、阜宁箕状断陷,南断北超(剥)尖灭带指向泰山(鲁东)隆起(图 25),说明断块的翘倾运动是以中央古隆起(泰山隆起)抬升为中轴致使两侧产生出拉张应力,在其拉张强度最薄弱地带(古逆断裂)被拉开,而形成泰山隆起两侧箕状断陷断超(剥)尖灭带指向泰山隆起(鲁东隆起)。渤海湾盆地海域南半部断拗结构形成的动力学笔者<sup>[2]</sup>已进行过论述,在此不在赘述。

#### 3.2 渤海湾盆地海域北半部(辽东湾)断陷、断拗形成机理

渤海湾海域辽东湾以辽东凸起为轴,由于山海关隆起的抬升致使辽东湾拗陷的古近系辽西箕状断陷、辽中箕状断陷东断西超(剥)指向山海关隆起,在

其东部由于胶辽隆起的抬升致使辽东箕状断陷西断东超(剥),断超尖灭带指向胶辽隆起。从而形成了辽东湾古近系箕状断陷与凸起的构造格局(图 26)。到新近纪,由于太平洋板块向中国大陆的俯冲倾角加大,造成地壳上部产生挤压应力场,形成了箕状断陷之上所覆盖的辽东湾拗陷。

#### 参考文献(References):

- [1] 杨克绳. 中国含油气盆地结构和构造样式地震解释[M]. 北京:石油工业出版社, 2006:304-307.  
Yang Kesheng. Contexture of Hydrocarbon Bearing Basins in China and Seismic Interpretation of Structural Style[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2006:304-307(in Chinese with English abstract).
- [2] 戴福贵, 刘宝睿, 杨克绳. 华北盆地地震剖面地质解释及其构造演化[J]. 中国地质, 2008, 35(5):820-840.  
Dai Fugui, Liu Baorui, Yang Kesheng. Geological interpretation of seismic sections and tectonic evolution of the North China basin[J]. Geology in China, 2008, 35 (5):820-840 (in Chinese with English abstract).
- [3] 戴福贵, 杨克绳, 刘东燕. 塔里木盆地地震剖面地质解释及其构造演化[J]. 中国地质, 2009, 36(4):747-760.  
Dai Fugui, Yang Kesheng, Liu Dongyan. Geological interpretation of seismic sections and tectonic evolution of the Tarim basin[J]. Geology in China, 2009, 36(4):747-760(in Chinese with English abstract).
- [4] 杨克绳. 应用地震信息解释透入、拆离、渗入断裂构造样式[J]. 断块油气田, 1997, 6(5):1-8.  
Yang Kesheng. Application of the seismic information to explain permeate, removed, infiltration fault structural style [J]. Fault-Block Oil & Field, 1997, 6(5):1-8(in Chinese with English abstract).
- [5] 漆家福. 渤海湾新生代盆地的两种构造系统及其成因解释 [J]. 中国地质, 2004, 31(1):15-22.  
Qi Jiafu. Two tectonic systems in the Cenozoic Bohai Bay basin and their genetic interpretation [J]. Geology in China, 2004, 31(1):15-22(in Chinese with English abstract).
- [6] 乔秀夫, 张安棣. 华北块体、胶辽朝块体与郯庐断裂[J]. 中国地质, 2002, 29(4):337-345.  
Qiao Xiufu, Zhang Andi. North China block, Jiao-Liao-Korea block and Tanlu fault[J]. Geology in China, 2002, 29(4):337-345 (in Chinese with English abstract).
- [7] 杨克绳, 胡平, 党晓春. 从地震信息看新生代郯庐断裂带的展布与活动[J]. 地学前缘, 2009, 16(4):240-251.  
Yang Kesheng, Hu Ping, Dang Xiaochun. Distribution and activity of Tanlu fault belt in Cenozoic shown by seismic data [J]. Earth Science Frontiers, 2009, 16 (4):240-251 (in Chinese with English abstract).
- [8] 龚再生, 等. 中国近海大油气田 [M]. 北京:石油工业出版社, 1997:99-118.  
Gong Zaisheng, et al. The Major Oil and Gas Fields of China

- offshore [M]. Beijing:Petroleum Industry Press, 1997:99-118 (in Chinese).
- [9] 李国玉, 等. 中国含油气盆地图集(第2版)[M]. 北京:石油工业出版社, 2002:279-280
- Li Guoyu, etc. Atlas of Hydrocarbon Bearing Basins in China (2ndpublication)[M]. Beijing:Petroleum Industry Press, 2002:279-280(in Chinese).
- [10] 邱中健. 中国石油地质志 [M]. Beijing: 石油工业出版社, 1990, 16:201.
- Qiu Zhongjian. China Petroleum Geological Annals [M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 1990, 16:201(in Chinese).
- [11] 张国伟, 董云鹏, 姚安平. 关于中国大陆动力学与造山带研究的几点思考[J]. 中国地质, 2002, 29(1):7-13.
- Zhang Guowei, Dong Yunpeng, Yao Anping. Some thoughts on the study of continental dynamics and orogenic belts [J]. Geology in China, 2002, 29(1):7-13(in Chinese with English abstract).

## Seismic interpretation of Eogene—Neogene geological structures and tectonic styles in the sea area of Bohai Gulf basin

LIU Chun—cheng<sup>1</sup>, DAI Fu—gui<sup>2</sup>, YANG Jin<sup>2</sup>, YANG Ke—sheng<sup>3</sup>

(1. Zhonghai Petroleum Research Center, Beijing 100027, China; 2. Academy of Dongfang Geophysical Co., Ltd., Zhuozhou 072751, Hebei, China; 3. Research Center of Geology, Academy of Dongfang Geophysical Co., Ltd., Zhuozhou 072751, Hebei, China)

**Abstract:** Based on seismic information and applying multi—cyclic tension—followed—by—compression tectonic evolution theory for China's oil and gas—bearing basins, this paper systematically expounds the evolutionary process and formation mechanism of Eogene—Neogene geological structure in the sea area of Bohai Gulf basin. With high—quality exploration seismic information, the petroleum tectonic styles in the sea area of Bohai Gulf basin are divided into three types (penetration, separation and infiltration) and thirteen subtypes. The complex tectonic types and compound oil and gas reservoirs (fields) are described in the end of this paper.

**Key words:** area of Bohai Sea; Eogene; Neogene; geological structure; tectonic style; complex tectonic style; compound oil and gas accumulation zone; formation mechanism of fault depression

---

**About the first author:** LIU Chun—cheng, male, born in 1962, senior engineer, doctor, engages in the study of geophysics; E—mail: liuchch@cnooc.com.cn.