

正牵引构造及其找油意义

王宁国

(江汉石油学院)

多年来,国内外广泛地开展同生(同沉积)断层和逆牵引构造(Reverse drag structure)的研究,从理论和实践上都证实这种构造是一种较好的含油气同生构造^[1,2]。由于上述研究工作主要集中于板块拉张区或重力—张力构造环境,如中国东部第三纪断陷盆地、北美的墨西哥湾和西非的尼日利亚等地,这样就很容易把以正断层形式出现的同生正断层与同生断层等同看待,如哈定(F.R.Hardin)等人在1961年就认为“同生断层都是正断层”^[3]。国内外发表的许多论文,也普遍把同生正断层和同生断层(Synsedimentary fault)等同^[3,6]。作者在中国西部柴达木盆地工作时,调查过大量以逆断层形式出现的同生断层,并在中国西部其它压性或压扭性盆地(如酒泉、塔里木和准噶尔等)中也见到,从而认为同生断层应当分为同生正断层和同生逆断层二种。在此基础上提出一种与同生逆断层密切有关的同生构造——正牵引构造²⁾。

一 正牵引构造的实例和基本特征

牵引是指断层两盘相对错动时,拖曳断层两侧的地层发生弧形弯曲的现象。在野外,常用这种现象判断两盘的位移,弧形突出方向指示本盘的相对动向。本文论述的正牵引构造,是指在边沉积边生长的逆断层控制下,上盘出现的有着类似牵引弯曲形态的背斜(包括正牵引背斜和楔形背斜),连同控制它们的逆断层与其它有关构造(包括高断块和基岩隆起等)。它与后生断层及其派生的正牵引褶皱³⁾的主要区别是断裂和背斜二者具有同生性。

柴达木盆地的正牵引构造主要有二种型式,即正牵引背斜型和楔形背斜型。

(一)跃进一号潜伏背斜——正牵引背斜型

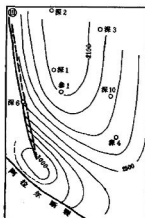
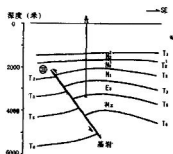
位于盆地西部南区的尕斯断陷中部,西靠北北西向的Ⅱ号逆断层,西南端为北西向阿拉尔逆断层,该背斜位于Ⅱ号逆断层之上盘,轴向北北西,长宽比为3:2左右,是一个近似等轴状的潜伏背斜(图1)。剖面上,背斜隆起方向与上盘逆冲方向一致,类似逆断层正常牵引而成的弧形弯曲(图2),故命名为正牵引背斜型。主要有以下特征:

1. 同生断层是逆断层,控制着盖层背斜的发育 Ⅱ号断层是一条近南北向的高角度逆断层,它是切割前中生界的基岩断裂,断面平直,倾向50—65°,距下大上小,据地震

1) 陈景达, 1980, 同生砂坝—滚动背斜油气藏, 华东石油学院学报, 第2期。

2) 王宁国, 1979, 阿尔金弧形构造带及其与油气关系, 江汉石油学院学报, 第1期。

3) 张佑佑等, 1980, 断块构造与中国的油气藏, 北京石油地质国际学术会议论文。

图1 跃进一号背斜地质 T_2 (N_1 顶)等厚线图图2 跃进一号背斜地质 T_2 (N_1 顶)等厚线图

216测线资料,基岩顶面断距为450米,渐新统(E_2)底为320米,中新统(N_1)底只有220米,地层厚度上盘薄下盘厚。是由前中生代,经过中生代,直到第三纪上新世(N_3)长期活动的同生断层。基岩断裂与上盘盖层背斜的走向一致;背斜靠近逆断层,轴线距断层线的最大水平距离为3.5公里。当近南北向的Ⅱ号断裂在背斜南端消失后,近南北向的背斜轴线则受北西向的阿拉尔断裂影响,在南端偏转为东南向。此外,根据Ⅱ号断层两盘同层厚度比值所作的断层生长指数曲线,与根据背斜翼部和顶部同层厚度比值所作的构造发育指数曲线相对比,两者形态基本吻合,说明断裂强烈活动时期也就是背斜迅速增长时期,断裂生长和背斜发育时期基本一致(图3)。显然,第三纪时Ⅱ号基岩断裂的位置和生长,控制着背斜的位置、走向及其发展。

2. 上盘背斜为长期发育的同生背斜 跃进一号背斜具有同生背斜的三个特点。测

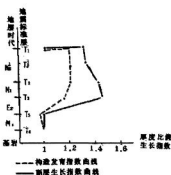


图3 跃进一号背斜构造发育曲线与Ⅱ号断层生长指数曲线关系图

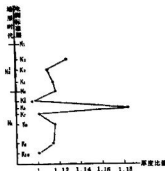


图4 跃进一号背斜翼部第4井与顶部第1井的地层厚度比值曲线图

井资料表明背斜顶部的跃参1井下新统(N_1^4)和中新统的地层厚度分别为525.5米和692米,到背斜东南倾没端的深4井,各增厚至618米和778.5米;甚至在各个电测标准层之间,也都具有顶薄翼厚的特点(图4)。其次,中新统砂岩储油层的厚度一般是顶部大翼部小,如位于顶部的参1井和深7井,可靠油层(砂质岩)厚度为翼部深3井和深4井的2—19倍,在岩性分布上具有顶粗翼细的特点。最后,地震资料反映地层倾角下陡上缓,基岩顶面可达 $11^{\circ}30'$,渐新统顶面为 6° ,上新统底面为 4° 。这些特点和背斜发育指数曲线都表明,跃进一号背斜是从第三纪渐新世到上新世长期发育不断生长的一个同生背斜。

3. 背斜的深浅构造形态基本叠合 用地震资料绘制的基岩顶面、渐新统下部红层顶面和中新统顶面等不同深度的多层构造图对比,平面构造形态基本一致,轴线和高点基本铅直叠合(图2)。

上述情况说明,正牵引背斜是在同生逆断层控制下,在其上盘盖层中发育,深浅构造高点叠合,呈正牵引形态的同生背斜。类似的背斜还有阿拉尔一号、跃进二号潜伏背斜等;有的上面还叠加着后生的地面背斜,如油砂山、狮子沟、碱山、鸭湖背斜等。

(二) 冷湖四号背斜——楔形背斜型

位于盆地北部冷湖背斜带的中北段,西侧为近北北西向的东倾垣西逆断层,东侧为西倾的北西向 $6'$ 逆断层,按南北向的6号西倾逆断层(图5)。剖面上,背斜主体位于两条断层所夹的楔形断块中,故定名为楔形背斜型。楔形背斜之上还叠合着一个地面出露的后生背斜(图6)。楔形背斜的主要特征如下:

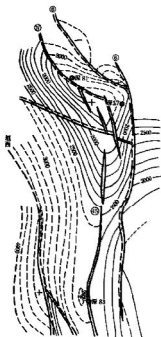


图5 冷湖4号背斜地震 T_2 (E_1+E_2 面)等厚线图

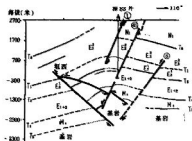


图6 楔形背斜型
(冷湖四号)

1. 倒八字形逆断层控制着背斜的形态和发育 倒八字形逆断层是指横剖面上两条倾向相反、呈倒八字形的逆断层,其间所夹的断块为上大下小的楔形。冷湖4号背斜两侧

的倒八字形断层,都是切割基岩的逆断层,断面平直,倾角一般为 50° — 70° ,断距下大上小,在地震48测线上,6号断层的断距在基岩顶面为400米,古始新统(E_{1+2})底面为250米,渐新统底面为150米,到渐新统中部(T_1 界面)只有40米了。冷湖地区的中生界主要是侏罗系,6号和6'断层上盘的中生界比下盘厚,在背斜北段6'断层上盘的中生界比下盘厚一倍多,地震33、48等测线反映此处上盘比下盘多出一套厚达300米的白垩系(图7),深17井和深81井资料同样有这种现象,说明6'和6号逆断层在中生代时,上盘相对沉降,沉积厚度大、地层较全,为西降东升的正断层;到第三纪,上盘相对抬升,沉积厚度较下盘薄,仅古始新统就薄100多米,变为西升东降的逆断层。所以,这些断层是从中生代一直活动到中新世的先正后逆的同生逆断层。第三纪时,倒八字形逆断层的生长,控制着楔形高断块和背斜的形态、位置和发育,使背斜在上盘断块内分布,总体象个上大下小的楔形,背斜走向也随断层走向变化,如背斜北段的轴向与北西向的6'断层一致,而向南受6号断层控制转为近南北向(图5)。

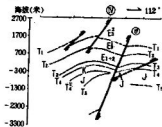


图7 冷湖四号地震33测线

2. 楔形背斜为长期发育的与第三纪沉积同生的背斜 地震和钻井资料证明楔形背斜具有顶厚翼厚的特征,在尖北潜伏、风西潜伏等背斜上很清楚(图11),但在冷湖4号背斜,沉积后的褶皱运动强烈,地面出露为局部直立倒转的后生背斜,叠合在楔形背斜之上。这种顶厚翼薄的后生背斜在浅部和中深部,往往掩盖和改造了前期楔形背斜所具有的顶厚翼厚的特征。如图6所示,在背斜南端只有2500米深度以下的古始新统中有顶厚翼厚的现象。根据冷湖4号背斜18条地震剖面资料,背斜一般是在古始新统才具有顶厚翼厚、下陡上缓的同生背斜特征,以上却见到顶厚翼薄、下缓上陡的后生背斜现象,到地面甚至出现局部直立倒转。然而,中新统和渐新统的砂层和砂岩透镜体一般背斜顶部多,向两翼变细和减少。以上特点说明楔形背斜为一同生背斜,背斜的同沉积作用像断层一样至少可以进行到中新世,而渐新统和中新统顶厚翼薄、下缓上陡的现象,应为沉积后期强烈褶皱改造前期同生背斜的结果。

3. 楔形背斜形态深浅一致,后生背斜继承和改造楔形背斜 楔形背斜的形态在渐新统底面以下是一致的,深部、中深部背斜高点与底部基岩隆起铅直叠合(图6),上覆一个后生地面背斜,后生背斜的走向与楔形背斜一致,它具有后期强烈挤压的新生性,出现断距上大下小的I、IV号等地面轴部大逆断层和一系列向深部消失的小高点、小断层;它的顶厚翼薄、上陡下缓的后生现象,影响到中新统或渐新统;地面背斜轴线也向东偏移,在地震56测线上,地面高点较3500米深处(中生界顶部)东偏300米,所以在进行油气勘探时,对这种新生性和改造作用必须充分注意。

盆地中完全由楔形背斜组成的正牵引构造有尖北潜伏、风西潜伏等背斜,其上覆有地面背斜的有大风山、南翼山、油墩子等背斜。

综合以上实例,结合柴达木盆地有关资料,作者认为正牵引构造具有两个基本特征。

1. 有一条高角度的同生逆断层 断面平直,倾角一般大于 45° ,多数为 50° — 70° ,在

个别地震测线上可见向深部变缓到 30° 左右; 它普遍具有同生断层的三个基本特点: 断距下大上小, 地层上盘薄下盘厚, 岩性上盘粗下盘细。这些断层切割基岩, 是继承基岩断裂在中生代沉积中生长的。中生代时断裂可以有正断层性质, 到第三纪时才以逆断层形式出现, 构成断裂两侧“古高今低、古低今高”的转化现象, 它们边生长、边伴生着上盘发育的各种构造形式, 特别是第三纪时, 伴生着正牵引背斜和楔形背斜的生长, 形成了正牵引构造。

2. 有一个正牵引形态的同生背斜, 有时叠加着后生背斜。逆断层上盘有个类似正牵引形态的背斜 (正牵引背斜或楔形背斜), 有顶薄翼厚、下陡上缓和顶粗翼细的同生背斜特征。背斜靠近一条断层或者夹在二条断层之间, 其位置与走向严格受断层控制。背斜发育指数与断层生长指数基本吻合, 说明背斜是在断层控制下伴生的。形态上, 正牵引背斜或楔形背斜与逆牵引构造的滚动背斜都在断层上盘发育, 剖面上都有相似的弯曲形态, 但是前者伴逆断层, 背斜形态与上盘逆冲牵引形态相似; 后者伴正断层, 背斜形态与上盘下落所形成的正常牵引形态相反。其次, 逆牵引背斜 (滚动背斜) 高点紧贴着断层生长, 其上下高点不铅直叠合, 轴面平行断面; 而正牵引背斜 (或楔形背斜) 的高点不紧贴断层生长, 而是继承深部基岩隆起垂直向上发展, 上下高点铅直叠合, 轴面不平行断面 (图 8)。

同生背斜之上可以叠合后生的地面背斜, 后者有的继承性较好, 高点和轴线位置与前者基本一致, 如南翼山、大风山背斜等; 有的新生性较强, 地面高点和轴线与深部背斜偏移较大, 如狮子沟、油砂山的背斜轴线可偏移 1—1.3 公里; 同时, 还以地面小高点、断层和顶厚翼薄、上陡下缓等现象不同程度地改造和影响先成的同生背斜。

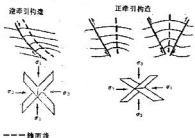


图 8 正牵引构造与逆牵引构造剖面形态对比示意图 (压力为正, $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$, σ_3 水平)

二 正牵引构造的形成机制和发育模式

与后生断裂派生的牵引褶皱, 或正断层附近的滚动背斜相比, 正牵引构造的背斜规模大得多, 如图 1 断距达 400 米、长约 10 公里的Ⅱ号逆断层, 其上盘的跃进一号潜伏背斜也长约 10 公里, 渐新统底部的构造面积就有 75 平方公里; 尖北潜伏背斜的长度也基本与两侧的逆断层一致, 约为 38 公里, 中新统顶面的构造面积达 120 平方公里。如果以地面出露的后生背斜计算, 构造面积更大, 如大风山背斜可达 636 平方公里。此外, 正牵引构造的背斜既不像后生断层所控制的小型褶皱那样, 在断层附近还有地层拉弯现象, 也不同于滚动背斜的上述其它特征。显然, 这种背斜绝不是一个简单的断裂旁侧构造, 也不可能是断裂牵引而形成。

首先, 柴达木盆地的正牵引构造都具有高角度的逆断层, 后者组成北西至北西西南的断裂带成排出现, 指示盆地受到北东至北北东向的水平挤压。基本符合安德逊 (E. M.

Anderson) 提出的逆断层形成的应力状况 (图8)。唯一不同的是盆地中逆断层一般具有高角度 ($>45^\circ$)，这是因为沉积盖层主要是柔性的大套泥岩夹砂岩。逆断层又是在第三纪期间长期发育起来的，加上印度板块的强烈水平挤压，有可能使低角度的剪切面 ($<45^\circ$) 以高角度的逆断层形式出现。同时，有的逆断层继承中生代高角度正断层发育，即使到了第三纪，应力也容易在相对刚性的基底中传递和集中，使逆断层继承原来的高角度断层面继续发育。这些逆断层是基底和沉积盖层中的一条条裂隙，构成一个个局部应力集中的边界条件。据压应力下的断裂力学试验^[1]，裂隙相当于一个剪切面，应力场相当于沉积盖层中南北向的水平挤压应力场。图9示该应力场中一个南北向的直立剖面。这样，在最大水平压应力 (Q) 作用下，最大拉应力 (最小压应力) P 与压应力 Q 垂直，裂隙两端的 A 点切向拉应力最大，产生相当于逆断层上盘上冲、下盘下滑的剪切滑动。需要注意的是顶端 B 点是压应力最大处，该处可能出现剪破裂 BB' ，而在柔性材料如柔性的沉积岩中，则容易形成沿最小压应力 P 方向铅直生长的背斜。所以，在最大挤压应力 Q 的作用下，裂隙两侧的压应力集中区受到裂隙位置的严格控制。上述试验可以解释区域挤压下，背斜的位置和走向受断裂严格控制，并在断层面上盘最容易发育，断层与背斜是同一应力场中形成的伴生构造。至于断层的下盘 B 点区域，在材料均一、上下边界条件一致的情况下，也有挤压成向斜的伴生应力场，但是盆地基底坚硬，横向是封闭的，不能向下提供向斜发育的空间，至多形成一些局部挤压，构成在逆断层下盘倾向与断层相反的地层和新层共同组成圈脊状断块。而断层对两侧的牵引作用，则占很次要的地位了。

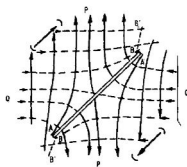


图9 压应力作用下的断裂应力场
(Q, P 均为压应力, $Q > P$)

柴达木盆地的正牵引构造，是在第三纪时，水平挤压力大于、甚至远远大于垂直方向上的重力 (静水压力)，在横向基本不能膨胀的情况下，继承中生代的高角度正断层边沉积边生长起来的。在统一的挤压应力场中，先成的同生逆断层提供了边界条件和应力集中区，在断层面上盘形成位置和走向受逆断层制约的伴生背斜；对于倒八字形逆断层来说，逆断层所夹的楔形断块正是相当X形断裂的上半个拉张区，也正是背斜最易隆起的地区 (图8)。在沉积中，随着逆断层的生长，在上盘平行最小压应力 P 的方向，继承底部的基岩隆起，背斜也不断向上生长，这就是正牵引背斜与楔形背斜各层高点铅直叠合的原因。所以，与区域拉张构造环境下，由重力、差异压实或塑性上拱而形成的逆牵引张性同生构造^[1,2]相反，正牵引构造是在区域挤压构造环境下形成的压性同生构造。

结合柴达木盆地中生代以来三种构造运动 (块断、波状和褶皱) 类型，可以恢复盆地正牵引构造的发展史，从而提出典型正牵引构造发育模式。

1) 王曼坤、樊瑛，1974，渤海湾地区与同生断层有关的几种构造类型，石油勘探与开发，第2、3、4期。

2) 胜利油田勘探开发研究院构造室，1976，逆牵引构造地质特点及油气富集情况，石油勘探与开发，第1期。

如图10所示,柴达木盆地在中生代块断运动时,表现为拉张构造环境,最大压应力直立,广泛发育正断层(图10、11),组成地堑、地垒或阶梯状断块。正牵引构造也常常是在这种正断层基础上发展起来的。如冷湖4号在中生代时就是楔形地堑,油砂山则为一条正断层控制的南升北降的两个断块。到第三纪时,则转化为挤压构造环境,最大压应力水平,部分正断层转变为逆断层继续发育。在波状运动控制下,形成断层面上盘的基岩隆起(如马海基岩隆起、石深7并断凸)和楔形高断块(如风西潜伏背斜)等;当挤压进一步加强时,逆断层迅速生长,在高断块的背景上不断挤压隆起成同生背斜,形成正牵引构造,如跃进一号正牵引潜伏背斜和尖北楔形潜伏背斜等。到第三纪晚期,发生强烈褶皱运动,在潜伏背斜上,可以叠加后生的地面背斜。显然,一个长期发育的正牵引构造,在中生代块断运动时,是断层面上盘下降的正断层地块、地堑、地垒或断块;第三纪波状运动时,成为断层面上盘抬升的基岩隆起、高断块及正牵引背斜或楔形背斜;到第三纪晚期褶皱运动时,还可以叠合后生地面对背斜。这就是完整的正牵引构造发育的模式(图10)。

正牵引构造由于所经受的构造运动和发育程度的不同,会保留发展模式模式中某一阶段

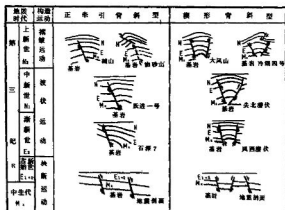


图10 正牵引构造发育模式示意图

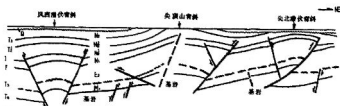


图11 风西潜伏—尖顶山—尖北潜伏背斜剖面图

的构造形态,如图10中有楔形基岩隆起、高断块(风西潜伏具微弱的背斜隆起)、楔形潜伏背斜(尖北潜伏)和楔形地面背斜(尖顶山)等,形成盆地中主要存在的二类八种构造类型。计正牵引背斜型有四种:中生代正断层断块(包括阶梯状断块),第三纪的正牵引基岩隆起、高断块,潜伏正牵引背斜和地面正牵引背斜;楔形背斜型有四种:中生代地堑(或地垒)或断块,第三纪的楔形基岩隆起、高断块,潜伏楔形背斜和地面楔形背斜。其它构造类型如鼻状构造、同向和反向断层等,不在此叙述。

三 正牵引构造的找油意义

首先,正牵引构造的二个主要组成部分——同生逆断层和同生背斜决定了它是有利的油气圈闭构造。在柴达木盆地中,这些逆断层呈北西至北西西向区域性展布,组成六个弧形构造带。它们是继承基岩断裂发展起来的,断裂的长期活动使其成为岩相古地理分区界线,或是生储油相带的界限,如冷湖6'、6号断裂控制着侏罗系生油断陷的展布,狮子沟—油砂山基岩断裂是中新世时的湖岸线,控制滨湖三角洲储油相带的分布,长期生长的逆断层本身也能成为油气运移通道,把生油区、储油相带和上盘的背斜圈闭串通起来,使正牵引背斜(或楔形背斜)成为有利的油气富集部位,构成盆地中区域性的油气富集带。目前柴达木盆地中主要的油田和含油气构造都是正牵引构造。

其次,可形成多层构造叠合的多种类型的复合油气藏。逆断层上盘的同沉积背斜是继承基岩隆起、高断块而逐渐发育起来的,其上还可以叠合后生背斜,从而构成不同深度的多层构造和孕育着多种油藏类型。如冷湖4号背斜,底部有基岩隆起控制的侏罗系原生古潜山油藏,深部有古始新统的次生断块岩性油藏,中浅部有新新统和中新统的次生断块油藏、砂岩透镜体油藏和背斜断块油藏,组成了既有原生油藏又有次生油藏的多种类型油气藏复合体。

第三,逆断层找构造是勘探正牵引构造的有效途径。正牵引构造的背斜、高断块和基岩隆起(古潜山)主要在逆断层上盘发育,背斜带的走向与断层带的走向一致,具有基岩断裂带、基岩隆起带和盖层背斜带三者一致的特点。顺断层找构造是盆地已证明的有效勘探方法,特别是对潜伏构造带,如红柳泉弧形构造亚带,在跃进一号潜伏背斜出油后,沿断层带向两侧勘探,又发现一系列含油气的正牵引构造。

最后要强调的是,在中国西部板块挤压区的其它含油气盆地中,将会陆续发现更多的正牵引构造。特别是同在阿尔金山深断裂东侧的酒西盆地中,许多油气富集构造就是正牵引构造,如老君庙背斜带上一系列构

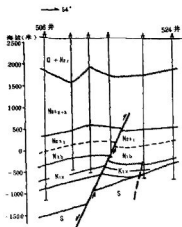


图12 酒西盆地鸭儿峡506—524井构造横剖面图

造。要注意断裂的先正后逆现象(图12)。在塔里木盆地中,目前一些油气田和见油气构造,如色力布亚逆断层上的牙桑地背斜,西南坳陷区的阿克亚构造及泽普构造(图13)等都属于正牵引背斜型。至于国外的挤压构造环境中,也应该有这种构造,如T.P.哈丁等人(1969)提出塞钦边缘(特别是前陆造山带)的压性断块和基底逆断层,列举了佩尔明(Permin)盆地中基斯顿(Keystone)油田的剖面(图14)^[7]。该逆断层应为同生逆断层,构造形态具有正牵引背斜深、浅叠合的特征。可以相信,随着压性地区(包括拉张构造环境中的局部压缩区域)石油勘探工作的开展和研究程度的加深,必将大大扩展人们的视野,并会有更多的资料证明:同生断层包括正断层和逆断层,同生构造包括压性的正牵引构造和张性的逆牵引构造。正牵引构造也将像逆牵引构造一样引起人们的重视。

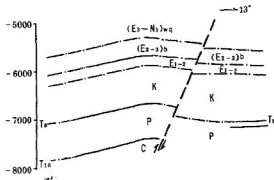


图13 塔里木盆地泽普构造详部地质剖面图

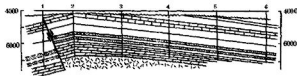


图14 美国得克萨斯州佩尔明盆地基斯顿油田横剖面图

本文是在北京大学钱祥麟老师鼓励和指导下完成的,参考和引用了青海石油管理局和其它单位的一些资料,在此表示感谢。

(收稿日期 1981年2月14日)

参 考 文 献

- [1] 李德生, 1980, 库勒背斜油气田, 石油实验地质, 第2期。
- [2] Hardin, F.R. and Hardin, Jr. G.C., 1961, Contemporaneous normal faults of Gulf Coast and their relation to flexures. AAPG Bull., Vol. 45, No. 2.
- [3] 李德生, 1980, 渤海湾含油气盆地的地质和构造特征, 石油学报, 第1卷第1期。
- [4] 陈义晋, 1980, 早第三纪河套谷形成机理和石油地质问题, 石油勘探与开发, 第2期。
- [5] Bruce, C.H., 1973, Pressured shale and related sediment deformation, AAPG Bull., Vol. 57, No. 5.
- [6] 王仁等编, 1979, 固体力学基础, 地质出版社。
- [7] Harding, T.F. and Lowell, J.D., 1979, Structural styles, their plate tectonic habitats, and hydrocarbon traps in petroleum provinces. AAPG Bull., Vol. 63, No. 7.

NORMAL DRAG STRUCTURE AND ITS SIGNIFICANCE IN OIL PROSPECTING

Wang Ningguo

(Jiangnan College of Petroleum)

Abstract

The occurrence of anticlinal structures in coincidence with syndimentary thrusts have been usually seen in Qaidam basin. The author thus proposed a new type of contemporaneous structure—normal drag structure.

The normal drag structures appear to be similar to the reverse drag structures (rolling anticlines) in shape, but the scale of the former is much bigger than the latter, the character of faults and their dynamical mechanism are also completely different to reverse drag structures. The faults, distributing in bands, may usually reach to and is controlled by the basement rock, therefore, the fault plane is smooth, its dip-angle usually exceeds 45° . In comparison with the downthrown sides, the strata on the upthrown sides is thinner and its grain-size is coarser, and besides the fault displacement increases with depth.

The normal drag anticlines, in general, are developed on upthrown sides, being confined in between two thrusts in a shape of reverse chinese character "v". The anticlines are characterized by thinner strata and coarser grain-size on their tops, steep dip angle in the deeper part and gentle dip angle in the shallower, as well as the vertical congruence of anticlinal heights at various depths with the basement rises.

There are some post-depositional anticlines, with thicker strata on its top and steeper dip-angle in upper beds, superimposing on the earlier contemporaneous normal drag anticlines. This fact shows that in different

stages of the anticlinal development, we must analyse and distinguish them thoroughly.

Normal drag structure is a contemporaneous anticline controlled by the synsedimentary fault in basement rock under continuous horizontal compression of block-fault, crust-wave and folding movements during deposition in Meso-Cenozoic periods. According to the data of Qaidam basin, the normal drag structure may be mainly divided into two types: normal drag anticline and wedge-like anticline.

Experience has demonstrated that normal drag structures are favourable to oil and gas accumulation and usually constitute some oil and gas accumulation zones. There are various types of oil and gas pools in normal drag structures. Exploring for normal drag structure along synsedimentary thrusts is always a effective approach for oil and gas exploration.

The author believes that more and more normal drag structures would be continually discovered in the oil and gas-bearing basins which formed in the compressive zones in western China.

华东石油学院勘探系开展电化教学

华东石油学院勘探系在本院电化教学学科的大力帮助和支持下,在各项课程中开始广泛采用电视录像、电影、幻灯等手段进行直观教学,收到较好的效果。近年来已拍摄了“储集层”教学电影一部,录制了碎屑岩机械分析、鲁西南地区上侏罗统汶南亚组红层特征的电视录像片,制备了石油地质等七门课程共 2000 余张教学幻灯片。

从实践情况来看,电影、电视录像、幻灯等电化教学手段用于教学,有利于提高教学质量,有力地改变那种因受条件局限,对野外自然现象、地层剖面 and 实验方法仅限于文字叙述和图表表达的抽象教学方法。如以往在讲河流沉积时,在课堂上只能从岩石成分、结构、构造、韵律、共生岩石类型等方面进行阐述,但学生缺乏对实际地层的直观认识,因而感觉抽象,不易理解。现在由于我们录制有典型河流沉积的野外剖面,因此在讲授时可结合实际,边看边讲,这样学生如到野外,又听又看,不但学到了理论知识,而且有了感性认识。其它如一些实验周期长的实验,我们也将其实验全过程录像,在作实验时抽其中主要部分让学生作,而次要部分通过放录像片让学生了解。

(华石工)