

断裂掩覆油藏的发现与 克拉玛依油田勘探前景

林 隆 栋

(新疆石油管理局)

位于准噶尔盆地西北缘克夏断阶带上的克拉玛依油田,于1951年开始进行地面地质调查,1955年10月出油,六十年代初已基本探明了主断裂上盘和下盘的三叠系油藏,六十年代中期又发现了八区和五区的二叠系油藏。至此,油田的基本面貌呈现出来了。

贯穿油田的克拉玛依—乌尔禾断裂(简称克乌断裂),早在五十年代末由地震和钻井资料确定了它的大致位置,随后对断裂与高产的关系进行了研究,提出了许多看法;1965年至1978年没有大的进展;直到1979年以来,随着对断裂认识上新的突破,和地震勘探装备的更新与新技术的引进,在获得了有关该断裂带深部多种地质信息的基础上,沿断裂带找油才有了新的进展。

一、对克乌断裂的传统认识

克拉玛依油田是在区域性单斜背景上受断裂切割和封闭的地层圈闭油藏。克乌断裂是由克拉玛依断裂、白碱滩断裂、百口泉断裂、百乌断裂等主断裂组成的一条隐伏大断裂带(图1)。从发现油藏到1979年这24年间,都一直认为大断裂属于高角度的逆断层,断面倾向西北,倾角 60° — 80° ,并以此倾角向下延伸,把克拉玛依油田划分成许多各自独立的断块。由于在断裂带下盘含油范围内有规律地出现几块高产区,并根据原始油气比

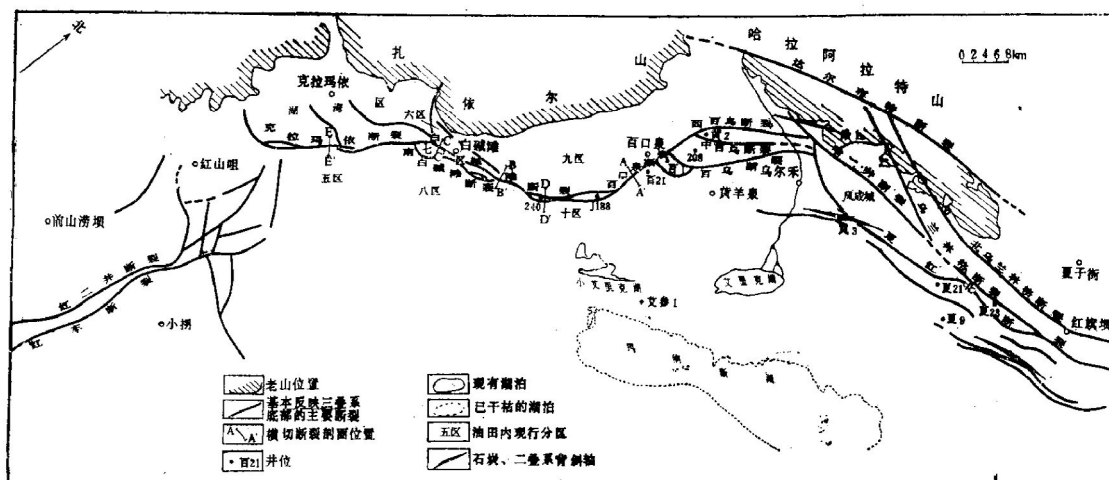


图1 准噶尔盆地西北缘断裂分布图

高的井和钻井取心见裂缝发育的井多在断层附近,以及克下组 (T_1^2) 储油层在上下盘成面积性分布,而克上组 (T_2^2) 储油层,主要分布在断裂以北,而在断裂以南仅在断裂附近成零星分布等资料,认为高产区之所以出现在断裂下盘,主要是和断裂的封闭性及其附近存在高渗透带有关。设想断裂的活动期造成油气运移的良好通道,使断裂带多层含油;断裂的宁静期造成构造的封闭,使油气在断裂下盘得以聚集与保存。这就是多年来对克乌断裂的传统看法。

二、断裂掩覆油藏的发现及其特征

1979年下半年,在开发百口泉油田时,发现百21井区西部断裂(即百口泉断裂)并不是原来所设想那样的高角度逆断层,而是断面倾角在 $20-40^\circ$ 左右的低角度的逆掩断层,剖面上断面形态呈“犁式”,上陡下缓,凹面向上。这些成果不仅使二十多年来人们对克乌断裂基本特征的认识有了新的突破,而且由于在百21井区的断裂掩覆带(俗称“断裂帽檐”)中以百口泉组 (T_1) 为产层的开发井大都是高产井,因而这种认识上的突破也就具有最实际的生产价值(图2)。

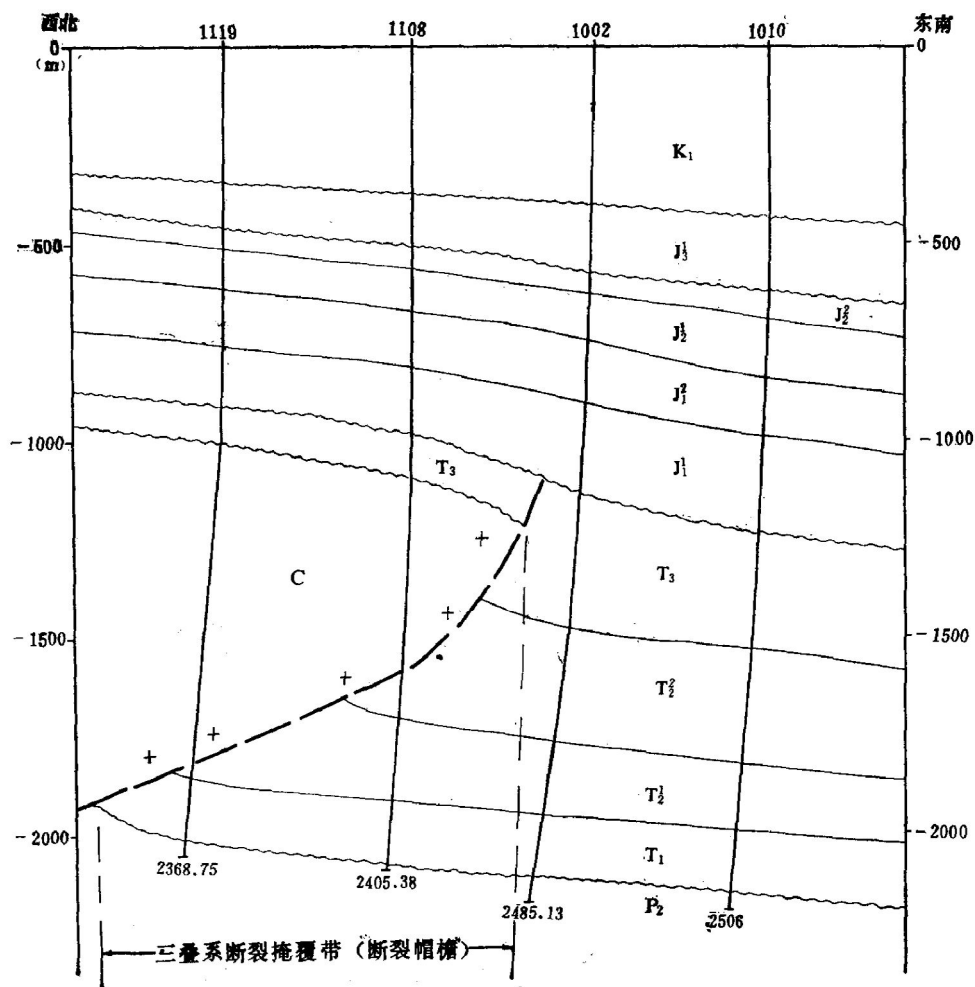


图2 百口泉油田百21井区西部断裂横剖面图(A-A')

现已查明: 断裂掩覆带不仅百口泉组含油, 克下组 (T_2^1)、克上组 (T_2^2) 也都含油, 它们含油面积从上往下越来越宽, 是多层油气富集带。

1979年在百口泉断裂上发现缓断面之后, 取得了良好的经济效果。但这个缓断面是局部现象还是具有区域性特征? 对区域勘探有何实际意义等等, 这些问题都急待解决。为此, 我们对克拉玛依油田截至1979年底为止打到断层上的377口井, 共做了262条横切剖面进行认真分析研究, 补充了新资料, 发现了几条重要现象:

(1) 绝大部分井都打到断层上部陡带, 这不仅有丰富的测井资料也有不少取心资料佐证, 该部位断层倾角可达60—80°。

(2) 有断层井2口或2口以上能确定断面倾角的只有9条剖面, 作图求出断面视倾角10—60°。详细分析这9条剖面后, 发现断面倾角大小与断点的层位组合有关, 两个断点层位越高(新), 则断面越陡; 反之, 两个断点层位越低(老), 断面越缓。显示“犁式”断层的特征。

(3) 缓断面发生在上盘石炭系之下者, 已发现二处: 一处是位于七、八、九区交界处的检73井与5104井组成的剖面, 都是穿过上盘石炭系打到下盘侏罗系、三叠系后完钻, 断面视倾角17°(图3)。第二处是位于七区中西部与六区交界处的7255上井与2-1井组成的剖面, 断面倾角35°(图4)。像这样穿上盘石炭系打到下盘侏罗系、三叠系的井虽然不多, 但确实显示了断层下段——发生在上盘石炭系之下的断面很缓。

这些迹像显示克乌断裂可

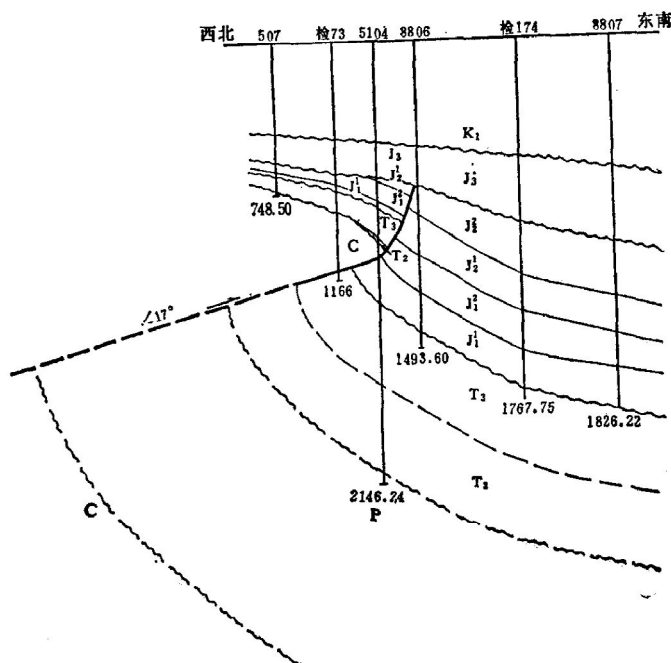


图3 530井区构造横剖面图(B-B')

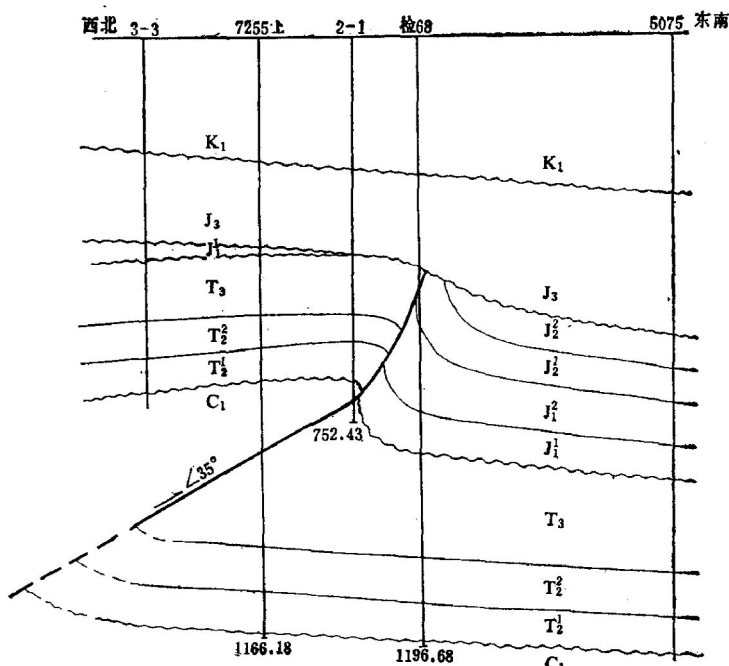
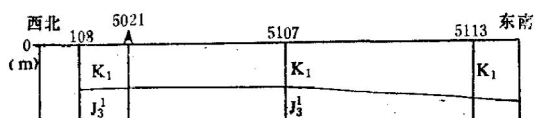


图4 七区7255上—2-1井横剖面图(C-C')

能不是高角度的逆断层，而是具有低角度特征的逆掩断层。为了查明断裂带构造，1980年从白碱滩至百口泉约55公里长的断裂带上，除新布地震测线30条外，还布了一批预探井和检查井，以彻底揭开克乌断裂之谜。经近年勘探，获得如下认识：



第一，克乌断裂确实具有逆掩断层的性质，是一条复杂的断裂带。它的逆掩性质不是某些点的局部现象，而具

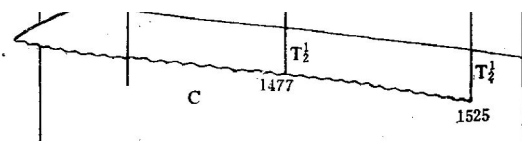


图5 克拉玛依断裂横剖面图 (E-E')

小于 15° (图5)，它不是单一的一条断裂，而是由几条断裂组成复杂断裂带 (图6)，克乌断裂为主断裂，在它的两侧，还发育有次一级的小断裂，有的与它平行、有的与它相交，组成断裂前缘

大小不一的前缘断块。

第二，由于断裂产状的改变，就出现了断裂掩覆带油藏，即通常所说的“断裂帽檐”油藏，这是过去被遗漏的开发区块。对某个储油层而言，“帽檐”（掩覆带）的宽窄，取决于断面倾角和垂直断距的大小。

克乌断裂带各断裂活动的时间和强度不一，表现出其断开层位和垂直断距不一样，对三叠系储油层而言，“帽檐”的宽窄如表1。在平面上，各断裂均是弧形，顶部断距最大，向两翼断距减小。目前探明的是五区“帽檐”最窄，百21井区最宽¹⁾。

表 1

特 征 \ 断 裂	克拉玛依断裂	白碱滩断裂	南白碱滩断裂	百口泉断裂	百乌断裂
断 开 层 位	J ₂	J ₂	J ₂	T	T
三叠系底垂直断距 (m)	200—400	400—1000	250—800	200—800	300—600
三叠系底“帽檐”宽 (m)	400—500	600—800	800—1000	1000	200—600

1) 欧远德，1982，克一百断裂带油气富集特征及勘探部署。

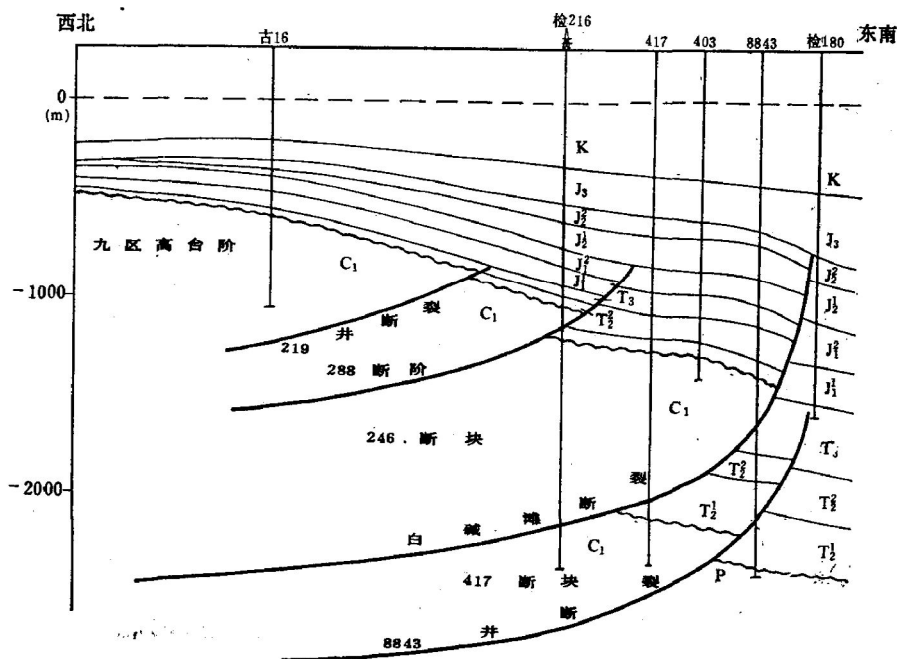


图6 246井区古16—检180井构造横剖面图 (D-D')

自1979年首先在百21井区西部的百口泉断裂带上发现“断裂帽檐”之后，相继在七区中段、八区和五区扩大了“帽檐”含油面积。四年来，在“断裂帽檐”及其外围获得了十五个含油层块，探明了相当可观的地质储量，对克拉玛依油田近年不断增产作出了贡献。

第三，对逆掩断裂在地震时间剖面上的显示，已找到了初步标志。过去依靠光点和模拟磁带地震仪所做的地震反射波时间剖面，确定克乌断裂的主要依据是：（1）浅层侏罗系反射界面出现挠曲的拐点位置；（2）下盘反映反射界面的强波中断点位置；（3）上盘石炭系西北倾反射波的分布边界¹⁾。但在下盘的强波中断点与上盘石炭系西北倾反射波之间，存在着一个相当宽的三角形空白带，经过近年数字和震源地震仪勘探配合钻井资料，已经查清这个三角形空白带就是断裂“帽檐”带，断面位置就在上盘石炭系西北倾反射波组之下（图7）。由于大部分时间剖面的断裂下盘3秒以后都存在一套强反射波组（ Ct_3 ），这套波组一直朝扎依尔山、哈拉阿拉特山下延伸，绝大部分剖面没有见到它的终端，目前是以这组波与上盘石炭系西北倾反射波之间的较狭窄的“通道”做为断面向深部延伸的大致位置，也就是说，所确定的断面不能截穿这个强反射波组。这样，用地震勘探就能比较精确地确定断裂位置，了解断面延伸情况，使对断裂带构造面貌的认识，发生了深刻的变化。

三、勘探前景

克乌断裂新的构造模式的提出，不仅指导了断裂掩覆油藏的勘探，把沿主断裂上盘高断块的勘探推向新高潮，找到许多“小而肥”的含油断块，而且对西北缘克夏断阶带构造特征、生油理论及油气分布特点有了新的认识。

1) 张传绩，1982，准噶尔盆地西北缘克乌断裂带地震勘探效果。新疆石油地质，第3期。

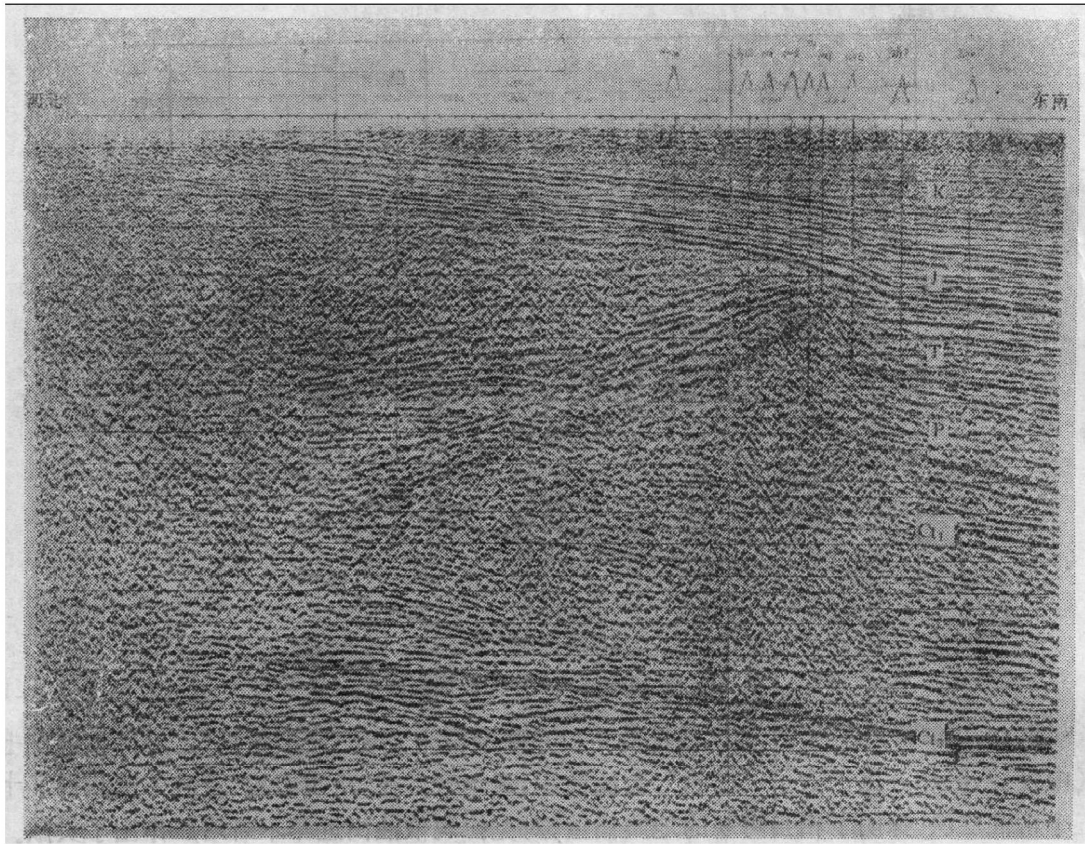


图7 百8010测线水平叠加时间剖面图

(一) 克夏大逆掩断裂带还是一个大的逆掩推覆带

克乌断裂从百口泉至白碱滩经钻井突破后,对东北起红旗坝,西南至前山涝坝,长约250公里的断裂带开展了地震精查和钻探的整体解剖,现已初步探明,这条断裂,不仅具有逆掩断层性质,还是一个大的逆掩推覆带(图8),这种地质结构从下而上基本上由

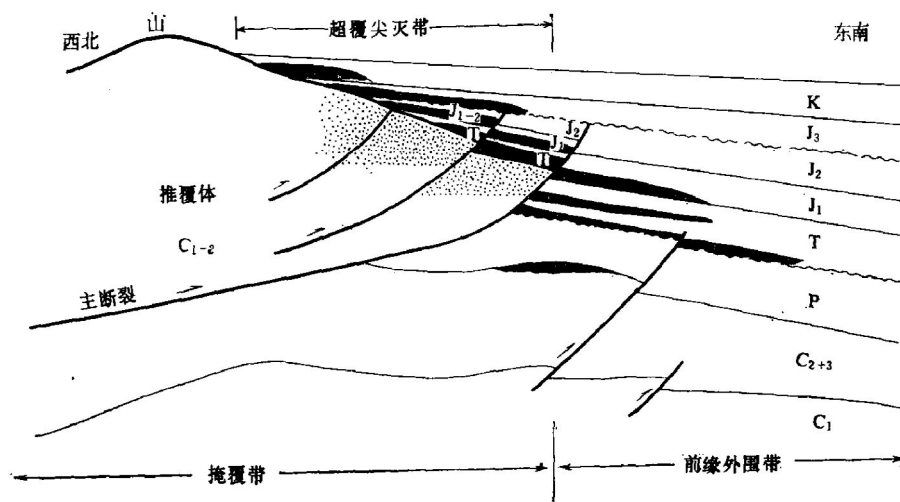


图8 克夏大逆掩推覆带构造模式图
(附油藏示意剖面)

三部分组成: (1)下盘掩覆带及其前缘; (2)上盘推覆体; (3)中生代超覆尖灭带。推覆构造开始形成于华力西中—晚期, 定型于印支期, 活动终止于燕山期; 此后沿断裂带接受了上侏罗统 (J_3) 和白垩系 (K) 沉积, 使它成为一个大型潜伏性断裂带。它形成期早, 活动期长, 具有少见的逆掩性质的同生断裂特点。

掩覆带 指主断裂面以下被石炭系掩盖着的部分, 主要为二叠系和石炭系, 掩覆宽度达 11 和 30 公里; 在主断裂前缘地带也有三叠和侏罗系, 掩覆宽度为 1000 米和 300 米。掩覆带若含油, 即为“帽檐油藏”。掩覆的前缘带, 指与掩覆带相连的二叠—石炭系。该带构造形态, 从现有资料看, 百口泉以西成单斜状, 向东南倾斜, 以东发育三排背斜构造, 从北往南成雁行式排列: 哈山背斜、风成城背斜和夏子街背斜 (见图 1)。

推覆体 指在地质历史中由 3—5 公里以外地区推覆而来的楔状的地质体, 上有侏罗—白垩系超覆不整合面、下有推覆断裂面为界, 南界起自主断裂, 北界很可能至达尔布特断裂的广大地区。主要由石炭系组成, 从钻井、地震资料看, 推覆体中发育有许多小断裂, 往深部诸断裂有收敛、归并之势。

超覆尖灭带 指超覆沉积在推覆体之上的尖灭状地质体, 本区组成这地质体的地层为三叠、侏罗、白垩系, 这些地层有的受推覆体断裂的影响, 有的不受影响, 各地表现不一。克拉玛依、白碱滩地区一直断至中侏罗统, 其它地区断至三叠系, 大致表现为越往老山边断层层位越新。如表 2。

由此可见, 在推覆体之下, 隐藏着宽广的勘探新领域——掩覆带, 是断裂掩覆油藏的赋存场所, 吸引着人们的注意力!

表 2 逆掩推覆带地质特征简表

基本特征	地 层 特 征						构 造 特 征	
	层 位	岩 相	储层岩性	有效孔隙度 (%)	分析渗透率 (毫达西)	孔隙类型	掩覆宽度 (km)	断裂与构造
超覆尖灭带	K	滨湖	细砂岩	35	1704—3085	粒间孔隙		基本没断
	J_3	滨湖	中细砂岩	34	2310—6783			
	J_{1-2}	河流	砾岩、中粗砂岩	20	112	粒间孔		普遍断开
	T	洪积	砾岩、中粗砂岩	13—22	109—150	粒内溶孔		
推覆体	C_{1+2}	海底喷发	玄武安山岩	8.8—10.4	0.37	溶洞与裂隙		小断裂发育, 有的形成前缘断块
掩覆带及其前缘	J_1	河流	砾岩、中粗砂岩	17—18	45—70	粒间孔隙	0.15—0.3	百口泉以东断褶
	T	洪积	砾岩、中粗砂岩	13—39	144—323	粒间孔隙 粒内溶孔	0.4—1.0	
	p	洪积	砾岩	9	0.88	微裂缝	8—11	
	C_{2+3}	海湾或泻湖	白云质泥岩、白云质凝灰岩、火山角砾岩、安山岩	6	0.2	微裂缝 溶蚀孔	18—30	百口泉以西单斜

(二) 准噶尔盆地西北缘的主要生油岩可能是海相石炭系

1979年前对克拉玛依油田油源的传统认识是:原油来自玛纳斯湖以东二叠系的生油凹陷。该凹陷为地震勘探查明,面积14000平方公里,仅二叠系厚度就达4000—4500米,由于凹陷深,尚无一口井钻穿它。该系在克乌断裂带边缘为洪积、冲积的粗碎屑沉积,远在乌鲁木齐的二叠系为油页岩,推测该层系在玛纳斯湖以东凹陷中心为细的深湖相沉积,利于生油。生成的油随着凹陷的加深、上覆地层的堆积、静压力的不断增大而侧向运移到边缘地层中去,再沿断裂运移到上盘三叠系中,这就是著名的沿三叠、二叠系不整合面侧向运移的观点。1979年在钻井揭开克乌断裂缓断面的同时,地震勘探也有一个重大发现,即盆地西北缘的石炭、二叠系从剖面上看,是二个厚度变化方向相反的“喇叭口”。二叠系从西北向东南加厚变深,石炭系则相反,从东南向西北加厚变深,最厚在白碱滩一百口泉间克乌断裂带附近,厚达4200米(未发现断层造成重叠加厚现象),一直延伸到扎依尔山、哈拉阿拉特山之下。在风成城地区,石炭系以深灰色、灰黑色白云质泥岩、白云质凝灰岩等为主,层理清楚,有藻、海百合茎及介形虫等化石,硼含量高达1000 ppm,铈、钡比大于1,属于海陆过渡相的滨海边缘泻湖或海湾沉积,有机碳平均1.29%,氯仿沥青A为1400 ppm,有机质为腐泥—混合型,镜煤反射率(R_o)1.17%,属好的、成熟度高的生油岩。而二叠系根据凹陷中的艾参一井资料,有机碳为0.67%,氯仿沥青A为159 ppm,镜煤反射率1.17—1.78%,为较差的过成熟的生油岩。在原油和生油岩对比中,应用了甾烷、萜烷参数、群分析方法和其它有机地球化学指标,选择几个有代表性的油样,同从侏罗系至石炭系可能的生油岩样品进行对比,结果表明海相石炭系生油岩与克拉玛依原油有较好的相似性。现在越来越多的资料表明,克拉玛依油源可能主要来自石炭系¹⁾,该系沉积凹陷就在克拉玛依油田之下,这凹陷“里超外断”(即向盆地中心超覆,在盆地边缘断裂发育),生成的石油沿断裂与裂缝垂向运移到二叠、三叠、侏罗及上盘石炭系中去,到储层后再进行侧向运移,聚集于各类圈闭中,经历了多次构造变动,形成现在的油、气、水分布状况。这对于寻找上盘推覆体和下盘石炭、二叠系油藏,提供了理论依据,增强了进一步勘探的信心。

(三) 断裂带油气分布特征

对克乌油区油气分布规律,过去认为主要受沉积因素控制,与三叠、二叠系冲积锥体的发育有关,即冲积锥体理论。根据此理论,冲积锥体的中部粗碎屑相带是有利含油气区,介于两个冲积锥体之间,构造低、岩性细的相带被认为是不含油气区;在总结断层含油与断层高产规律研究成果时,也认为断层切割锥体之后,造成断层附近的多层含油,断层带高产是断层改善了储层物性。因此,把找油只局限于找好的冲积锥体。

从1978年八一十区八道湾组(J_1^8)油藏勘探,特别从寻找克乌断裂掩覆油藏以来,已经越来越清楚地表明,克乌断裂带本身就是一个不受冲积锥体限制的油气富集带,这断裂带有四个有利的找油领域²⁾(图8)。

1. 推覆体前缘断块带

指沿主断裂上盘附近发育一些被断层圈闭的断块,这些断块有明的有暗的(即隐

1) 蒋助生、范光华, 1983, 风成城地区石炭系生油岩研究。

2) 张国俊、杨文孝等, 1983, 克拉玛依大逆掩断裂带构造特征及找油领域。新疆石油地质, 第1期。

蔽状),有的在上,有的在下,呈叠合状。实际上它是推覆体和超覆尖灭带的一部分,如六区、七区、J188断块、246断块、夏红北断块、夏23井断块等等。这些断块多数属于多层含油,大致是断裂断开那层,油就储到那层,油气富集不仅与断裂活动期的长短有关,还与断距的大小有关,隐蔽性高产断块,往往出现在断距比较大的地方。油藏主要类型为断块油藏、地层不整合油藏。此带是断裂带找油领域中含油层组最多、单位面积储量最富、勘探成功率最高的油气聚集带。最近在红山咀、乌尔禾、风成城、夏子街等地发现新的出油点,圈出一块块含油面积,都沿着该带。沿断裂带勘探已实现克拉玛依油田与百口泉油田不同层系的含油面积连片;今后目标,要实现百口泉与乌尔禾、夏子街以及克拉玛依与红山咀、前山涝坝的含油面积连片。

2. 推覆体主体部分

指达尔布特断裂与夏红北断裂之间,扎依尔山边界与克乌断裂、红车断裂之间的狭长地带。这里,过去仅仅视为中新世沉积盆地的基底,不作为勘探目的层;现在,湖湾区、九区已有多口井获得工业性油流,很有勘探前景。它以稀油为主,重油次之。而油区的两侧,风成城和前山涝坝可能以稠油为主,油气富集程度与离主断裂的远近有关,一般是近处比远处好。储油岩性主要是玄武安山岩,其次是凝灰质碎屑岩。属于岩性、地层不整合油藏,是今后进一步勘探的主要领域。

3. 推覆体下盘的掩覆带及其前缘

该带包括推覆体下靠主断裂前缘的侏罗、三叠系层段和深部的二叠、石炭系层段,以及掩覆带的前缘外围带等三部分。

断裂掩覆带中,二叠、三叠系断裂掩覆油藏的发育,往往与主断裂下盘深部的油气藏紧密相依,多处构造位置高、断面倾角较小、断距大的地方。

掩覆带深部及其前缘外围带,是目前正勘探的新领域,五、八区已找到的石炭、二叠系油藏,风3井石炭系中高产油流的发现,属于掩覆带的前缘外围带,预示着掩覆带仍有很好的勘探前景,特别注意寻找该带中构造圈闭、断裂圈闭油藏,以及裂缝发育带。本区东部的风成城背斜、哈山背斜、夏子街背斜以及湖湾区下的掩覆带,都是很有希望的勘探领域,评价较高,惟储层物性差,多属裂缝性油藏,勘探难度大。

4. 超覆尖灭带

这带共同的沉积特征,是逐层超覆,储层物性好、埋藏浅,以大面积储存着丰富的稠油资源著称,在底部三叠系和个别地区也含有稀油。稠油靠北、靠上,稀油靠南、靠下。油气分布与古生界不整合面往往有依存关系,即含油层一般与古生界不整合面直接接触,随着沉积盖层的逐层超覆,含油层位也就越来越新。油藏主要类型为沥青封闭油藏。

从上述可知,克乌断裂从高角度的逆断层到缓断面的逆掩断层,发展到现在认识的大逆掩推覆带,反映了对断层认识的三个阶段。勘探目的层也从过去的三叠、侏罗、二叠系发展到现在石炭系和白垩系。整个断裂带从上而下四个领域,都是勘探的有利场所,在这四个领域中,过去仅勘探了超覆尖灭带和前缘断块带,而推覆体及其下的掩覆带都是新开拓的勘探领域。这条断裂带过去主要勘探了中段,对东北段和西南段的工作刚开始。显然,在克夏大逆掩断裂带找油还有很大的潜力,虽然勘探的风险和难度都会

比过去大的多,但前景是乐观的。准噶尔盆地西北缘断裂模式、构造特征、油气分布规律,对盆地的北部、东部、南部地区勘探,无疑将起借鉴作用。

(收稿日期 1983年7月11日)

THE DISCOVERY OF NAPPE-SCREENED OIL POOL AND THE PROSPECTS OF KARAMAY OILFIELD

Lin Longdong

(*Xinjiang Petroleum Administration*)

Abstract

28 years has passed since the discovery of Karamay Oilfield in 1955, however, the right understanding of its tectonic feature is obtained only in recent few years.

The cognition process of the Ke-Wu fault belt, by which the enriched zone of petroleum are essentially controlled, has gone through three stages, i.e. firstly it was considered as a reverse fault, then as a overthrust, and now it is recognized as a huge nappe. Its forming process started in the middle-late stage of Hercynian movement, took shape in Indo-China movement and ended in Yenshanian movement. Therefore, it is mostly covered by Jurassic and Cretaceous systems. This conceptual progress has thus promoted the exploration to a completely new level of development and brought about enormous economic effect.

Four key targets have been suggested for petroleum prospecting within the nappe belt: 1), the front fault-block zone of the nappe, 2), the main body of the nappe, 3), the footwall of the nappe as well as its front, 4), the pinch out zone of the overlying strata (J-K) above the nappe. The author believes that huge reserve of petroleum will be exploited in the future within these targets.

Explorers have also recognized that the source rock of this oilfield should be essentially related to Carboniferous marine sediments, not Permian as supposed before.