

塔里木盆地北部背冲断块构造与油气聚集

汤良杰*

(地矿部西北石油地质局)

背冲断块构造是指两条或两条以上空间上相邻的相向倾斜的逆冲断裂系及其间所夹的块体。塔北区有六条主要背冲断块构造带,由于其基底构造特征、岩石学性质及应力场演化等因素的差异,在各种背冲断块构造不同部位发育着不同类型的油气藏,故该构造带具有广阔的找油前景。

众所周知,圈闭样式的选择对油气勘探具有重要意义。在塔里木盆地北部诸多圈闭类型中,背冲断块构造有着举足轻重的地位。本文试图在地震反射剖面解释工作的基础上,结合有关地质、钻井和油气资料,讨论塔里木盆地北部背冲断块构造的几何学、运动学演化、形成机制及其与油气聚集的关系。

本文的研究范围所涉及的构造单元包括沙雅隆起、库车拗陷、阿瓦提—满加尔拗陷、巴楚隆起和柯坪隆起(图1)。

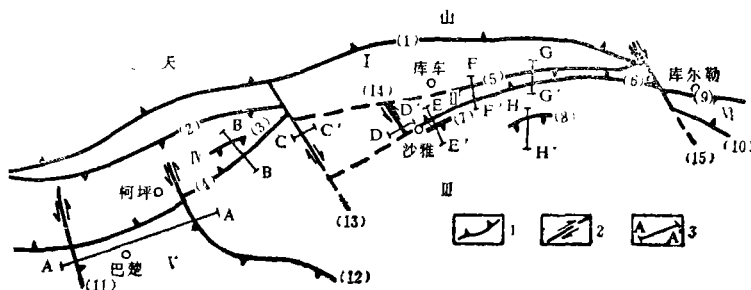


图1 塔里木盆地北部构造分区及剖面位置图

1.逆冲断裂 2.走滑断裂 3.剖面位置

I.库车拗陷 II.沙雅隆起 III.阿瓦提—满加尔拗陷 IV.柯坪隆起 V.巴楚隆起 VI.库鲁克塔格隆起。

(1)南天山山前断裂带 (2)索格当他乌断裂带 (3)库鲁克乌居木断裂带 (4)沙井子—柯坪塔格断裂带
(5)亚南断裂带 (6)轮台—沙雅断裂带 (7)波斯坦断裂带 (8)阿克库木断裂带 (9)辛格勒断裂带
(10)兴地断裂带 (11)皮羌—色力布亚断裂带 (12)阿恰—吐木休克断裂带 (13)喀拉玉尔滚断裂带
(14)沙雅西断裂带 (15)库尔勒断裂带

一、塔北地区背冲断块构造的基本特征

所谓背冲断块构造,其主要构造要素包括:两条或两条以上空间上相邻的相向倾斜的逆冲断裂系及其间所夹的断块^①。在塔里木盆地北部,背冲断块构造往往成带出现,规模

*参加工作的还有黄太柱,林忠民,万文章和周靖远。

①汤良杰,张大权,林忠民,1987,塔里木盆地构造特征与大型油气聚集带的形成,“国际大陆岩石圈的构造演化与动力学讨论会——第三届全国构造地质学术会议”论文。

巨大, 是极为有利的油气聚集带。

1. 沙雅背冲断块隆起带

北界为亚南逆冲断裂带, 断面南倾; 南界为轮台—沙雅逆冲断裂带, 断面北倾。西以喀拉玉尔滚北西向走滑断裂带与阿瓦提断陷分界, 东以库尔勒北西向走滑断裂带与库鲁克塔格隆起分界。呈北东东向延伸400km以上, 南北宽10~60km, 面积约15,000km² (图1)。

如图2(1)所示, 亚南断裂和轮台断裂表现为相向倾斜的逆断层, 二者共用一个上升盘, 控制着轮台背冲断块构造的发育。轮台构造上的沙3井在T₀⁰不整合面之下钻遇前震旦系千枚岩, 而在轮台和亚南断裂的下盘可能都有震旦系和古生界分布。轮台断裂和亚南断裂断面倾角上陡下缓, 具铲状形态, 最大垂直断距可达2,000m。隆起顶部构造平缓, 次级断块不发育。

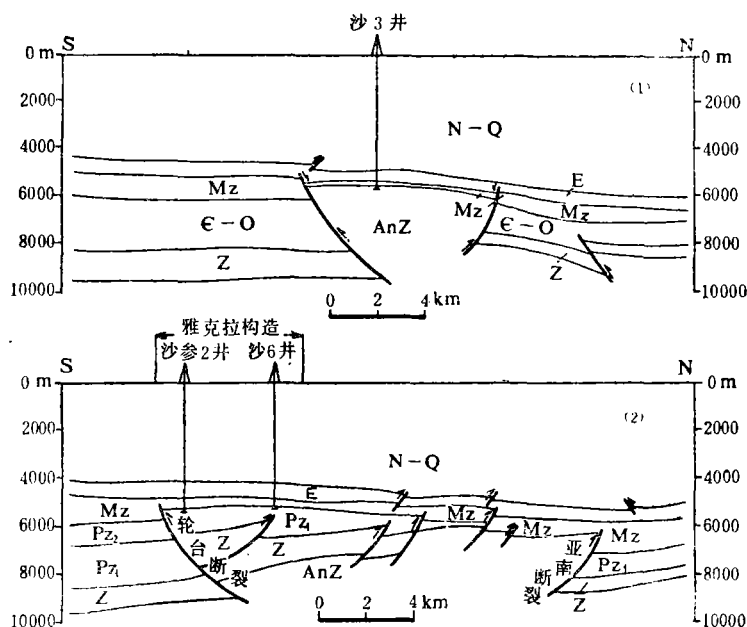


图2 沙雅背冲断块隆起构造横剖面图

(1) 过轮台构造 (2) 过雅克拉构造 (剖面位置分别见图1G—G'和F—F')

雅克拉构造位于亚南断裂和轮台断裂所控制的背冲断块隆起内 (图2(2))。轮台断裂是控制雅克拉构造发展演化的主断裂, 在轮台断裂上盘, 发育若干条在平面上与轮台断裂斜交的反向逆冲断裂, 它们在剖面上构成背冲断块构造。根据钻井资料, 沙参2井在5,363m深度钻遇下奥陶统丘里塔格群白云岩, 获得高产工业油气流, 揭示了这种构造具有广阔的油气远景。

沙雅背冲断块隆起带在加里东中期就有块断活动, 海西晚期伴随强烈的断裂活动使构造形成, 印支、燕山期表现为继承性活动。地层缺失多, 隆起幅度大, 是有利的油气聚集带。

2. 阿克库木背冲断块隆起带

阿克库木构造在平面上呈向北西方向凸出的弧形展布,在剖面上则表现为南、北两排受相向倾斜的逆断层控制的古生界背冲断块构造,中生界受同沉积隆起和差异压实作用的影响,形成顶薄翼厚褶皱(图3)。最重要的断裂是位于北部的阿克库木断裂(见

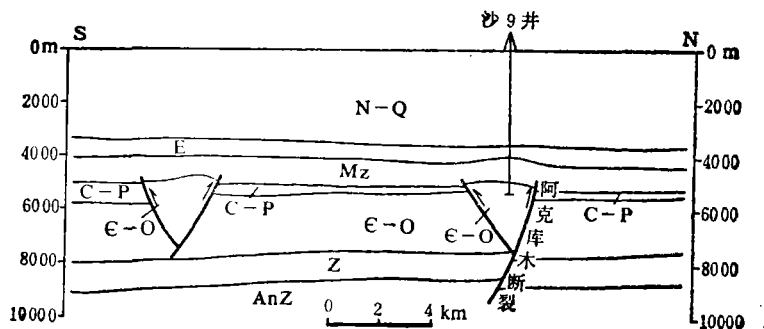


图3 阿克库木背冲断块隆起带构造横剖面图

剖面位置见图1(H-H')

图1、3),走向由北东向往东转为近东西向,呈弧形向北西凸出,断面倾向南或东南,延伸约50km,规模大,切割深,可见断入基底,属于先存基底断裂,与次一级反向逆冲断裂一起构成背冲断块构造。阿克库木背冲断块隆起带在加里东期即有隆起显示,奥陶纪末上升遭受剥蚀。海西晚期运动构造基本定型,石炭一二叠系在高断块部位明显变薄或被剥蚀殆尽。印支、燕山期有继承性活动,形成中生界披覆构造。北部断块上的轮南1井和轮南2井在三叠系中试出工业油气流,沙9井见有良好的油气显示,南部断块上的沙14井也获工业油气流,表明这是一个极为有利的油气聚集带。

3. 沙雅西背冲断块(断褶)构造带

沙雅西背冲断块(断褶)构造带受沙雅西北西向走滑断裂带控制,主断裂带走向北西,延伸约50km,断面相向倾斜,倾角较陡,都具平移逆断层性质,构成一个宽约7—10km、走向北西的背冲断块隆起带。在剖面上,可见震旦系在构造轴部明显加厚,志留—泥盆系和石炭一二叠系在构造轴部受到强烈剥蚀(图4)。沙雅西背冲断块(断褶)

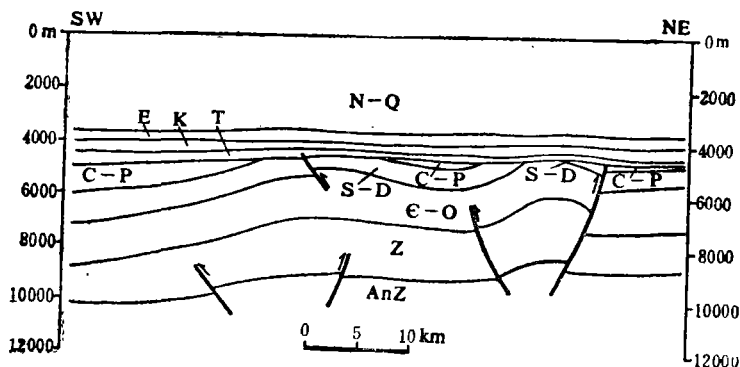


图4 沙雅西背冲断块(断褶)构造横剖面图

(剖面位置见图1(D-D'))

构造是挤压和剪切综合作用的产物, 形成于海西晚期, 此后受到强烈剥蚀, 并为中、新生界所覆盖。

4. 拱踏克背冲断块构造

拱踏克背冲断块构造的形成明显受喀拉玉尔滚北西向走滑断裂带的控制(图1、5), 可能是一个基底断块隆起带, 断层倾角较陡, 呈“蘑菇状”或“花状构造”形态, 走滑断层在这种构造的形成中起着特别重要的作用(Harding, T.P., 1985; Pratsch, J.C., 1985)。基底断块隆起之上的新生界褶皱构造, 一方面与基底走滑断裂的右行平移运动有关, 另一方面与第三系膏盐岩的塑性流动有关, 在地表可见呈右行斜列的雁列褶皱群沿喀拉玉尔滚断裂带分布。

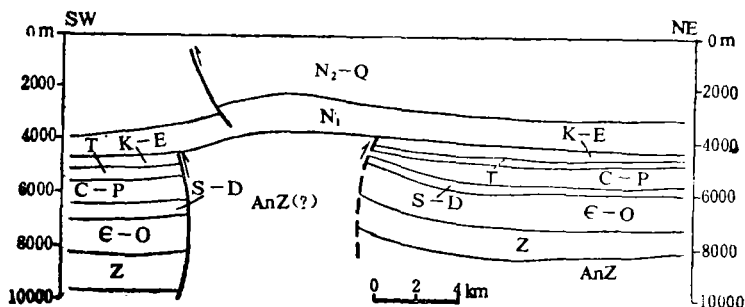


图5 拱踏克背冲断块构造横剖面图
(剖面位置见图1C—C')

5. 沙井子背冲断块隆起带

夹持于沙井子逆冲断裂和库鲁克乌居木逆冲断裂之间。沙井子断裂为隐伏断裂, 地震资料揭示该断裂走向北东, 延伸约130km, 断面倾向北西, 是控制阿瓦提断陷西北界的一条边缘逆冲断裂带[●], 往西南与柯坪塔格逆冲断裂带相接。库鲁克乌居木逆冲断裂出露地表, 呈近东西向延伸约80km, 断面南倾, 倾角约50°, 发育宽10—20m的碎裂岩和糜棱岩带。这两条逆冲断裂具长期多次活动的特点, 主要活动期为海西晚期和喜马拉雅期, 控制着沙井子背冲断块隆起的发育, 断块体发生掀斜作用, 可见油气往上运移成为地表油苗。在沙井子断裂前缘, 还发育次一级背冲断块构造(图6)。

6. 巴楚背冲断块隆起带

夹持于色力布亚断裂和阿恰断裂之间(见图1), 规模巨大, 宽达150km。色力布亚断裂是地表皮羌走滑断裂带往盆内延伸部分, 具平移逆冲断裂性质, 走向北北西, 倾向北东东, 在断裂上盘发育大型牵引背斜(图7)。阿恰断裂也具平移逆冲断裂性质, 走向北北西, 倾向南西西, 往东南与吐木休克断裂相连。该隆起带形成于海西晚期, 印

●张大权、汤良杰, 1986, 塔东北地区大型逆冲断层带初探, 西北石油普查, 1—2期合刊。

支、燕山期表现为隆起状态, 缺失中生界, 喜马拉雅期色力布亚和阿恰断裂强烈活动, 在阿恰断裂前缘, 有次一级背冲断块(断褶)构造形成(图7)。

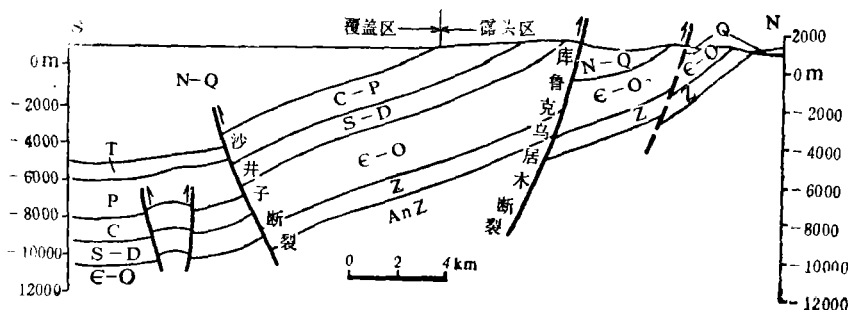


图6 沙井子背冲断块隆起构造横剖面图
(剖面位置见图1B—B')

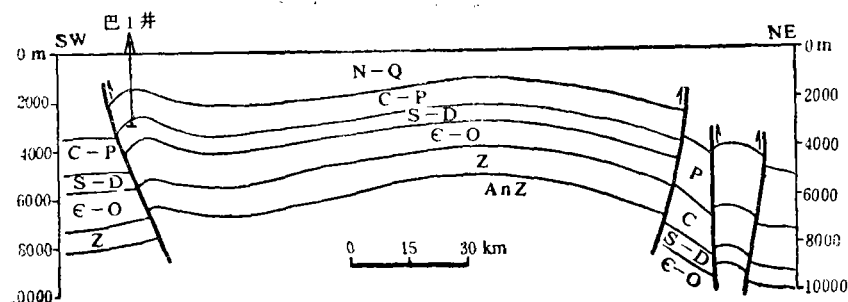


图7 巴楚背冲断块隆起构造横剖面图
(剖面位置见图1A—A')

二、背冲断块构造类型

塔里木盆地属于压扭性盆地, 挤压构造环境是背冲断块构造发展演化的背景条件。由于相邻的天山海西褶皱山系不断复活产生的推挤作用, 造成了塔北地区由北向南侧向挤压的区域构造应力场。然而, 除了库车拗陷褶皱和逆冲断层带以外, 塔北广大地区的变形样式却以背冲断块构造为主。笔者认为, 这与研究区的基底构造特征、岩石力学性质、应力场演变等因素密切相关。塔北地区背冲断块构造主要表现为以下几种类型:

1. 挤压背冲型

对含油气盆地构造组合的力学性质进行分析表明, 在引张环境中一般产生一对相向

倾斜的正断层, 其间夹持一个地堑块体; 在挤压环境中产生一对相向倾斜的逆断层, 其间夹持一个背冲断块隆起; 在剪切环境中则产生直立的走滑断层, 夹持一个水平的楔形断块 (图8)。在挤压作用下, 背冲断块构造形成的应力状态为: 最大主应力 (σ_1) 和中间主应力 (σ_2) 水平, 和最小应力 (σ_3) 垂直 (图8(2))。沙井子背冲断块构造可能就是在挤压作用下形成的。

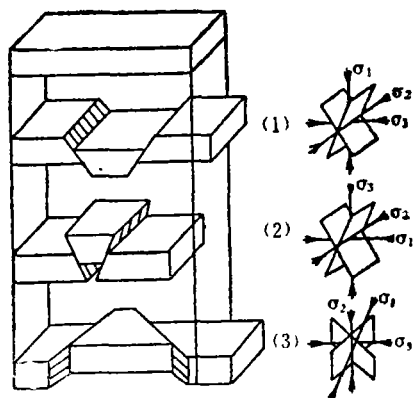


图8 断层形成的三种应力状态及其相应的断块构造图

(据Anderson, 1951; Mattauer, 1980; $\sigma_1 > \sigma_2 > \sigma_3$)。

- (1) 正断层与地堑 (2) 逆断层与背冲断块
(3) 走滑断层与楔形断块

4. 断褶型

在主逆冲断裂的上盘, 地层受牵引作用而形成牵引背斜, 进一步遭受挤压, 就会在背斜的另一翼形成与主断裂呈“y”型组合的背冲断裂系, 从而控制着背冲断块 (断褶) 构造的发育。

2. 基底控制型

受先存基底断裂带的控制, 在后期发生挤压作用时, 沿先存的断裂面作背向逆冲, 从而可以调节盖层的缩短 (Winslow M.A., 1981)。沙雅、阿克库木背冲断块隆起带就属于这种类型 (见图2、3)。

3. 走滑断裂控制型

塔里木盆地走滑断裂一般具有收缩分量, 表现为压扭性特征, 经常伴随地层的缩短和褶皱, 在剖面上显示为逆断层性质和花状构造形态, 或者早期的走滑断裂带到后期转化为背冲断裂带, 控制背冲断块构造的发育。沙雅西、拱踏克和巴楚背冲断块隆起构造属于这种类型 (见图4、5、7)。

三、背冲与对冲

引张与挤压构造环境含油气盆地中的构造样式有明显不同, 前者以垒-堑构造、掀斜断块为特征, 受正断层体系控制; 后者则受扇形逆断层体系控制, 背冲断裂系夹持着山系和隆起带, 对冲断裂系夹持着盆地和拗陷区 (费琪等, 1986), 如塔里木盆地南、北边缘分别受昆仑山和南天山对冲式断裂系控制, 盆地内部大型隆起和拗陷受不同规模的背冲和对冲式断裂系控制 (图9)。

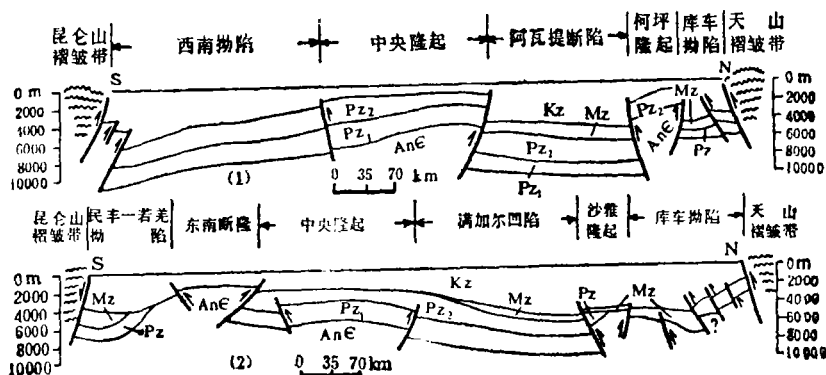


图9 塔里木盆地横剖面示意图

(1)和田—乌什横剖面 (2)民丰—库车横剖面

1. 对冲断裂系与生油拗陷

塔北地区受对冲式断裂系控制的大型生油拗陷包括库车拗陷和阿瓦提—满加尔拗陷。

库车拗陷位于塔里木盆地北缘,受南天山山前断裂和亚南断裂对冲断裂系控制,呈近东西向延伸600km以上,宽10—70km,面积约30000km²,是一个大型生油拗陷。源岩主要为三叠—侏罗系和白垩—第三系浅湖—湖沼相暗色泥岩、页岩、炭质页岩和泥灰岩,厚度较大,有机物质丰富。储层主要为三叠—侏罗系和第三系碎屑岩,区域性盖层是侏罗系页岩和第三系蒸发岩。库车拗陷以褶皱和逆冲断裂带为特征,局部构造发育,拗陷本身就是寻找中生界原生油藏和新生界次生油藏有利的油气远景区,已经找到了依奇克里克油田。此外,拗陷中的油气还可以沿断裂和不整合面发生侧向运移,进入相邻的沙雅隆起。

阿瓦提—满加尔拗陷受沙井子、沙雅—轮台断裂和阿恰—吐木休克断裂对冲断裂系控制,总体呈近东西方向延伸,长约800km,宽160—200km,面积约130000km²。前震旦系基岩埋深最大可达15000m。这是一个从震旦纪至中生代长期继承发育的大型生油拗陷,有利于油源岩的生成以及向烃类转化、运移和聚集(田在艺等,1985),源岩主要为上震旦统、寒武—奥陶系和石炭系碳酸盐岩和泥质岩以及中生界泥、页岩。该拗陷沉积环境稳定,具有封闭条件,生油岩体积大,富含有机质,保存条件好,是沙雅背冲断块隆起带和中央隆起带的主要供油区。

2. 背冲断块隆起带是有利的油气聚集带

背冲断块隆起带一般具有如下特征:(1)受背冲断裂系控制,隆起上次一级断裂发育,可以构成不同类型的断层或断块圈闭;(2)断裂活动期间,断裂带可以成为良好的油气运移通道,而在断裂静止时期,又可以起遮挡作用,形成断层遮挡圈闭;(3)靠近断裂带构造裂隙发育,可以提高储层的孔隙度,特别是渗透率,从而提高储层的质

量; (4) 由于长期处于相对隆起状态, 目的层埋藏较浅, 接受风化淋滤剥蚀时间长, 不整合面发育, 可以形成较厚的风化带, 其中具大量次生孔洞、裂缝; (5) 背冲断块隆起带往往被夹持于大型生油拗陷之间, 成为油气运移的指向地带; (6) 圈闭类型多, 为油气聚集提供了大量的储集空间; (7) 在背冲断块隆起构造之上, 往往因同沉积隆起或差异压实作用形成顶薄翼厚褶皱, 可以构成多层次的油气圈闭。

如沙雅背冲断块隆起带, 夹持于库车和阿瓦提—满加尔大型生油拗陷之间, 是塔北地区油气运移的主要集中地。隆起上断裂发育, 对油气运移、聚集和油气藏的形成起着十分重要的作用, 既可作为油气运移的通道, 又能形成遮挡圈闭 (康玉柱等, 1985)。该隆起带经受了长期强烈的上升和风化淋滤剥蚀, 如轮台构造古生界剥蚀殆尽, 中、新生界直接覆盖在前震旦系基底之上 (见图2(1))。雅克拉构造缺失志留—泥盆系、石炭—二叠系和三叠系, 侏罗系直接不整合于残留的震旦系及寒武—奥陶系之上 (见图2(2)), 下古生界储层发育极好的孔洞缝, 钻井资料揭示, 在钻遇这些碳盐岩风化带时, 出现钻速加快、钻具放空及泥浆漏失现象, 表明储层具有大孔隙、高渗透的性能 (康玉柱等, 1985)。沙雅背冲断块隆起带上局部构造发育, 圈闭类型多, 雅克拉油气藏的发现向人们展示了这种构造的油气潜力。

最新的钻井资料已经证实, 阿克库木和沙雅西背冲断块构造带具有良好的油气远景。沙井子背冲断块构造带及其南侧前缘、巴楚背冲断块隆起带及其两侧前缘都见有良好的油气显示, 应该加强地质和物探工作, 选择有利的构造部位和圈闭样式进行重点解剖。

四、背冲断块的聚油模式

塔里木盆地是在古生代地台上发育起来的叠加盆地, 在震旦系、古生界和中、新生界中分布有多套良好的生储盖组合, 具有多层系多油气藏类型的特点。在长期构造运动中形成的背冲断块隆起构造, 提供了广泛的找油领域, 可能存在以下各种油气藏 (圈闭) 类型 (图10):

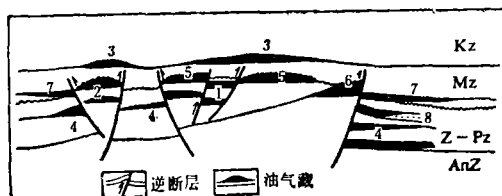


图10 背冲断块构造油气藏 (圈闭) 类型模式图。

- (1) 断块型油气藏 (2) 牵引褶皱 (断褶) 型油气藏 (3) 披覆背斜油气藏 (4) 断层遮挡油气藏
(5) 潜山油气藏 (6) 基岩油气藏 (7) 不整合油气藏 (8) 地层尖灭油气藏

1. 断块型圈闭

位于背冲断块隆起内部, 被次级断裂系统所复杂化, 由断层及所夹持的单斜块体构

成,不同断块之间的含油层位、油柱高度可以有很大不同。

2. 牵引褶皱(断褶)型圈闭

位于逆冲断裂的上盘,由于地层牵引而形成背斜,有时褶皱和断裂共同构成圈闭条件,油气藏受背斜高点控制,由深层往浅层背斜高点向逆断层的上倾方向偏移。

3. 披覆构造圈闭

位于背冲断块隆起上部的较新层位中,主要由于同沉积隆起或差异压实作用形成,闭合高度相对较小,但圈闭面积往往较大。油气藏在构造顶部厚,翼部薄,往往有统一的油水界面。

4. 断层遮挡型圈闭

位于背冲断块隆起两侧大型逆冲断裂的下盘,在储集层的上倾部位受逆冲断裂的遮挡而形成。沙井子—柯坪断裂前缘和轮台—沙雅断裂前缘是寻找这种油气藏的有利场所。

5. 潜山型圈闭

位于背冲断块隆起内部,受不整合界面和风化淋滤剥蚀带控制,储集条件主要为裂缝溶洞型,可以形成断块潜山(如雅克拉构造)或褶皱潜山(如沙雅西构造),主要有上震旦统和寒武—奥陶系白云岩和灰岩油气藏,孔洞缝极为发育,风化淋滤带中的硅质岩、硅质交代白云岩、残积层以及不整合面之上的泥质岩为良好的盖层,因此可以形成高产条件,如沙参2井。

6. 基岩圈闭

位于背冲断块隆起内部的前震旦系基底岩系中,受断层和不整合面双重控制,在沙雅背冲断块隆起带上可能存在这种类型的油气藏。

7. 不整合圈闭

位于背冲断块隆起两侧,大型不整合界面下剥上超,可以在不整合界面上下形成不整合油气藏。

8. 地层尖灭型圈闭

分布于背冲断块隆起两侧,储集层向隆起带方向上倾尖灭,可以形成地层尖灭油气藏。

以上不同类型的油气藏在一个背冲断块隆起带及其两侧具有特定产出部位和组合配置关系,往往形成复式油气藏,勘探领域十分广阔。

小 结

1. 背冲断块构造的几何学要素包括: 两条或两条以上空间上相邻的相向倾斜的逆冲断裂系及其间所夹的块体。这种构造在塔北地区广泛分布。

2. 塔北地区背冲断块隆起构造主要表现为以下几种类型: (1) 挤压背冲型; (2) 基底控制型; (3) 走滑断裂控制型; (4) 断褶型。

3. 背冲断块隆起构造带是有利的油气聚集带, 具有广阔的找油领域, 可能存在的油气藏类型包括: 断块油气藏、牵引背斜油气藏、披覆构造油气藏、断层遮挡油气藏、潜山油气藏、基岩油气藏、不整合油气藏和地层尖灭油气藏。

4. 我们初次将塔里木盆地北部背冲断块构造作为一种构造组合加以讨论, 显而易见, 我们的认识还是肤浅的, 对于背冲断块构造的几何学特征、运动学演化及动力学背景, 我们还了解得很少, 有待于进一步探索。

康玉柱、陈飞鹏同志审阅了全文并提出宝贵意见, 在此表示衷心感谢。

(收稿日期: 1988年4月27日)

参 考 文 献

- [1] Harding, T.P., 1985, Seismic characteristics and identification of negative flower structure, positive flower structure, and positive structural inversion, AAPG. Bull, V.69, No.4, P.582—600.
- [2] Pratsch, J.C., 1985, Oil and gas accumulations in overthrust belts-I, Journal of Petroleum Geology, V.8, No.2, P.129—148.
- [3] Winslow, M.A., 1981, Mechanisms for basement shortening in the Andean foreland foldbelt of southern South America, Thrust and Nappe Tectonics, P.513—528.
- [4] 费琪、王燮培、曾晓明, 1986, 北祁连逆掩断裂带的缓倾角断层, 地球科学, 11卷3期。
- [5] 田在艺、柴桂林、林梁, 1985, 塔里木盆地地质构造演化与含油气展望, 石油与天然气地质, 6卷3期。
- [6] 康玉柱、贾润胥、蒋炳南、黄有元, 1985, 塔北沙雅隆起地质构造特征及找油前景, 石油与天然气地质, 6卷1期。

STRUCTURE OF BACK THRUST BLOCK ON THE NORTH PART OF TARIM BASIN AND HYDROCARBON ACCUMULATION

TANG LIANGJIE

(North West Bureau of Petroleum Geology, Ministry
of Geology and Mineral Resources)

Abstract

Back thrust block structures referred to two or more serieses of back thrust faults with opposite inclination in space and in-between blocks, which were dominant in the deformational forms in the vast area of northern part of Tarim basin. Six major structural belts of back thrust blocks were determined in the area, which, according to the structural features of the basement, properties of petrology and the evolution of stress field, can be divided into four types, i.e, compressed back, basal control, strike-slip fracture control and faulted fold thrusts. Compressional environment used to dominate over the tectonics of the area, resulted in back thrust to anti-thrust, with mountain range and rising belt being held between the former, while basin and depressing area being placed in the latter. Major sourced depressions were controlled by anti-thrust, and the rises of back thrust block were favourable for hydrocarbon accumulation. With the basis of tectonic and sedimentary evolutions of Tarim basin, the author considered that eight types of hydrocarbon pools may exist, thus the area is of petroleum prospects.