

克拉玛依逆掩断裂带地质力学分析 与 油 气 聚 集

尤 绮 妹

(新疆石油管理局勘探开发研究院)

本文运用地质力学理论和方法,分析了克拉玛依逆掩断裂带的地球动力学环境,总结了挤压扭动断裂带形成的力学模式与油气聚集的关系,并根据逆掩断裂带的力学模式,对富集、高产油气的部位进行了预测。

对工作区进行地质力学分析,是进行构造研究的一项必不可少的基础工作。隐伏的克拉玛依逆掩断裂带及其相邻的露头区有着丰富的地质资料及大量的地球物理信息,为研究该地区地球动力学环境及其储油构造组合提供了有利条件,本文试图通过地质力学分析,揭示该断裂带独特的力学特点及其相应的断裂组合特征,并就其与油气聚集的关系进行初步探讨。

一、断裂带所处的地球动力学环境

准噶尔盆地属挤压性的扭动盆地,在东、西准噶尔褶皱带分别存在大型的右旋及左旋扭动的压扭性断裂(图1),这是由于海西期西伯利亚陆板块和塔里木陆板块的聚敛

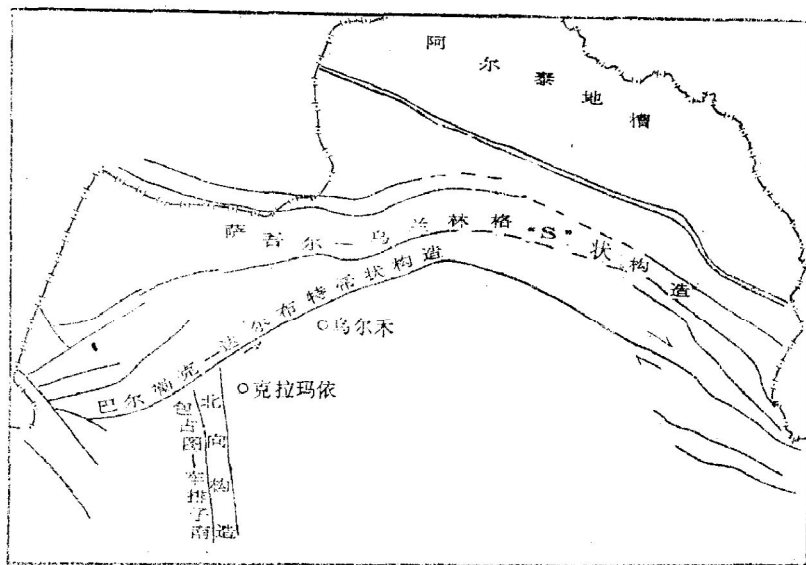


图1 东西准噶尔褶皱带三组主要构造线示意图

本文1985年10月30日收到,1986年5月3日改图。

作用,使准噶尔地块东侧发生了强烈的挤压作用,引起其间地槽回返形成褶皱,加积在原有陆壳边缘;同时,迫使准噶尔地块在海西中晚期向北西推移,在压扭应力作用下形成了围绕准噶尔地块的南北向、北东向和北西向的东、西准噶尔褶皱带。印支期与燕山期继续活动,只是强度越来越弱。可见,克拉玛依逆掩断裂带位于西准噶尔挤压扭动带的前缘,是聚敛型兼转换型的活动边界^[1]。

该断裂带由三个向盆地呈舌状凸出的次级弧形断裂带所组成^[2],由西南向东北分别为红车、克乌和乌夏断裂带,每一断裂带都是由众多不同时期、不同力学性质的断裂叠加而成,总体组成S状及反S状构造(图2)。

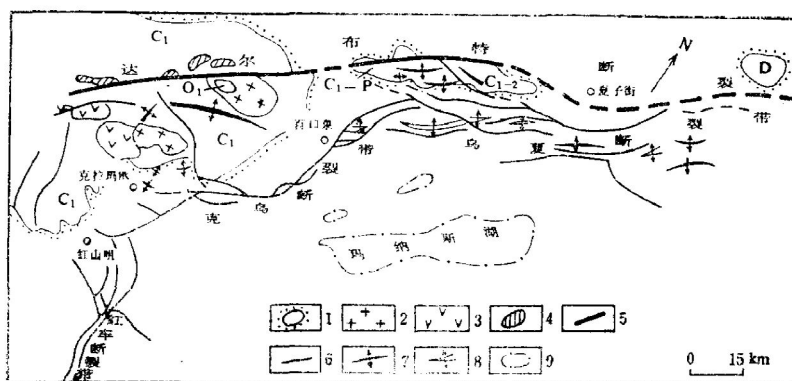


图2 准噶尔盆地西北缘断裂构造纲要图

1—古生界露头, 2—花岗岩, 3—花岗闪长岩, 4—超基性岩, 5—深大断裂, 6—一般断裂,
7—地面背斜轴, 8—覆盖区背斜轴, 9—湖泊

根据大量的实际资料分析, 克拉玛依逆掩断裂带可划分成以下几个力学性质转化阶段:

1. 海西期为强烈挤压期: 随着西准噶尔地槽褶皱回返, 造成强烈的水平挤压与推覆, 其水平推覆距离, 二叠系为 3—7.5 km, 中上石炭统为 8—16 km, 最大可达 20 km; 其水平断距明显大于垂直断距。例如, 在乌夏断裂带上, 乌兰林格断裂中上石炭统底界水平断距为 20—30 km, 垂直断距为 3.5 km; 在克乌断裂带上, 白碱滩断裂中上石炭统底界水平断距为 16 km, 而垂直断距只有 4.2 km^[3]。因此, 东北段的断距要比西南段大, 即乌夏断裂水平挤压最为强烈, 其次为克乌断裂带。

2. 印支期为挤压扭动期: 这时水平挤压力逐渐减少, 扭性加强, 如果以三叠系底界起算, 水平推覆距离在整个逆掩断裂带仅有 0.4—1.4 km, 其最大处位于乌夏断裂带上, 因此该带以挤压运动为主。根据对各个大构造旋回进行古断裂形迹恢复, 可以看到克乌断裂带和红车断裂带在三叠纪时期呈 S 状及反 S 状构造形迹 (参见图 6, 8), 表明它们以旋扭运动为主, 前者作反时针旋扭运动, 后者作顺时针旋扭运动。

3. 燕山早期为局部扭动期: 燕山期水平推覆距离更小, 在整个逆掩断裂带上, 以侏罗系底界起算为 0.08—0.32 km, 同样从恢复古断裂形迹, 可以看到断裂活动主要表现为克乌断裂带的克拉玛依地区 (参见图 7), 其上盘在九区及以西的露头区作反时针旋扭运动, 从而形成了克拉玛依—白碱滩地区断至上侏罗统底部的弧状散开的断裂及褶皱。该断裂带的其它地段燕山运动不甚明显, 而挤压运动已退至乌夏断裂带以北的

地区。

4. 喜马拉雅期为稳定上升期：主要表现在断裂带处于相对静止状态，仅在西部地槽区的达尔布特断裂表现为断面西倾的正断层，其东盘连同克拉玛依逆掩断裂带处于总体抬升状态。另外，逆掩断裂带的南北两侧，由于受到喜马拉雅运动远距离效应的影响，使第三系沉积呈东西向展布，而逆掩断裂带部位则仍处于相对的抬升状态，仅残存了极少的第三系露头。图3展示了逆掩断裂带从海西期至喜马拉雅期，各次级断裂带所承受的主应力变化。

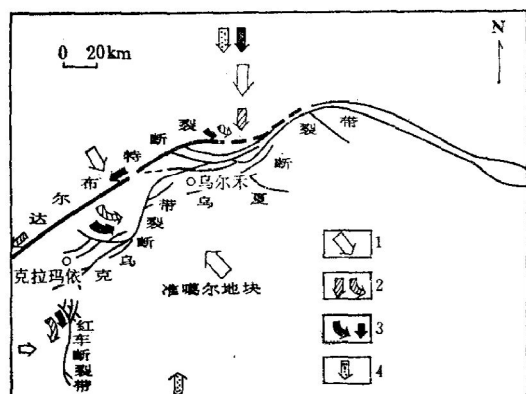


图3 克拉玛依逆掩断裂带各地质时期主应力变化示意图

1—海西期主应力方向，2—印支期主应力方向，3—燕山早期主应力方向，4—喜马拉雅期主应力方向

总体抬升状态。另外，逆掩断裂带的南北两侧，由于受到喜马拉雅运动远距离效应的影响，使第三系沉积呈东西向展布，而逆掩断裂带部位则仍处于相对的抬升状态，仅残存了极少的第三系露头。图3展示了逆掩断裂带从海西期至喜马拉雅期，各次级断裂带所承受的主应力变化。

二、典型的挤压扭动构造环境及其与油气聚集的关系

1. 压性及扭性破裂结构面在隐伏地区的鉴定标志

在地应力作用下，岩层和岩体发生褶皱和断裂。这些构造形迹的力学性质一般可以分为压性、张性、扭性及同时兼具两种性质的结构面^[4]。本研究区主要与压性、扭性及压扭性结构面有关，表1归纳了压性及扭性破裂结构面在隐伏地区的主要鉴定标志^[4]。

表1 隐伏地区压性及扭性破裂结构面鉴定标志

	压性	扭性
对应的构造类型	逆冲、逆掩、辗掩构造、劈理、片理、褶皱轴面	平移断裂、X节理
平面上组合特征	地壳缩短，各种构造形迹呈平行的线型排列，或成群、成对出现，具分支再合现象	地层相对位错，各种构造形迹呈雁行排列，弧形分布，断裂弯头甩尾或共轭交叉成网格状
断裂面形态	沿走向和倾向，断面波状起伏，断面倾角较缓，连续性好，产状不稳定	断面光滑平直，可切穿砾石，断面倾角较陡，连续性好，产状稳定
断面擦痕	常见方向不稳定的擦痕，断面上发育阶步、镜面、动力薄膜、层理化现象	水平擦痕发育，断面上发育阶步、镜面、动力薄膜等
断裂带内特征	有一定宽度的挤压破碎带，发育应力矿物如硬绿泥石、绿泥石、蓝闪石	断裂带一般较闭合，断裂带内的片岩一般与断面斜交，应力矿物为多硅白云母等
旁侧派生构造特征	旁侧构造表现在剖面上，指示上盘逆冲。派生构造与主干断面交线近水平	旁侧派生构造主要表现在平面内，如入字型构造。派生构造与主干断面近直立

克拉玛依逆掩断裂带具有压扭性特征，具体表现在三个方面：有波状起伏的缓断面（图4）；总体形态呈弧形；断裂呈雁行排列。在构造发展上，前期（海西期）表现以压性为主，兼具扭性；后期（印支—燕山早期）扭性越来越强，并且控制着油气的分布，

2. 扭动构造与油气聚集的关系

勘探证明, 大量油气田是与扭断裂有关, 扭断层所派生的雁行褶皱可以形成良好的构造圈闭, 扭动断层派生的分支断层也可形成良好的断层圈闭。在准噶尔盆地西北缘, 由于扭应力作用, 主断裂往往呈雁行排列, 而断裂的重叠部位组成的断块更是有利的油气聚集带。究竟是什么原因使扭动断裂成为找油的重要领域之一呢?

根据地质力学观点, 在良好的生油条件下, 断层扭动作用产生的扭应力可能是油气聚集的驱动力之一, 使得油气从压力大的主干断裂地带运移到压力相对较低的分支构造中储存起来。如分枝断裂与主干断裂交汇形成的入字型构造, 油气往往比较富集; 在帚状构造总长的 $1/3$ 处, 即弧形断裂收敛处, 帚状构造的内旋层、撇开端和弧形断裂的内侧, 也是油气富集的场所^[5]; 主断裂分支再合及雁行排列的断裂重叠处造成的断块, 也是压力相对较低的部位, 是油气富集的地带。

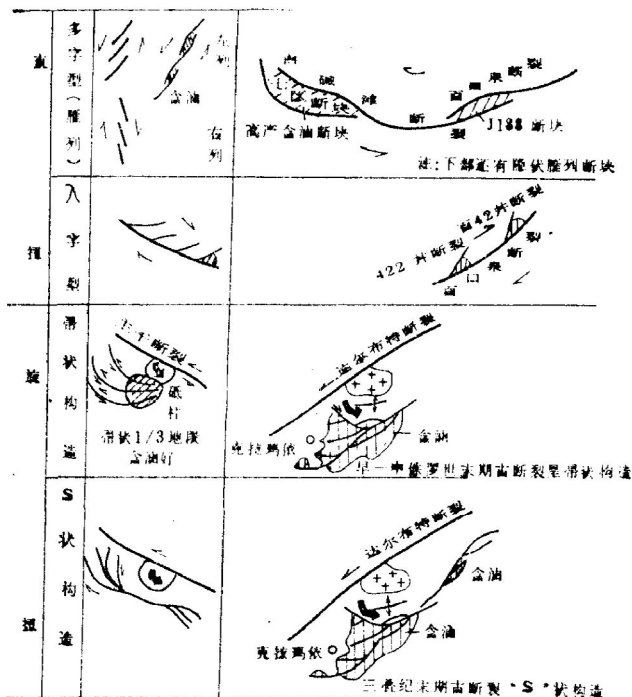


图5 扭动构造与油气聚集关系

带上主力油藏的赋存场所。本区主要扭动构造形式与油气聚集关系见图5,

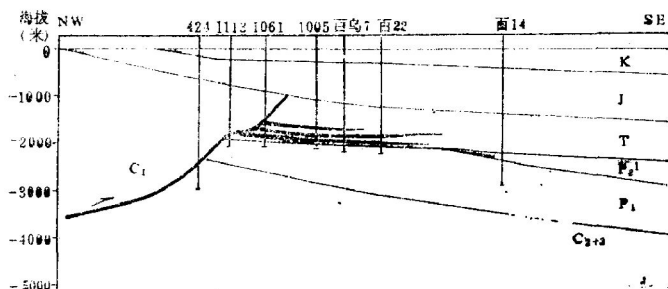


图4 百口泉地区波状起伏的变断面

由于压扭作用, 使沉积物除遭受静岩压力外, 还承受水平压力, 促使其中的有机质转化为油气并发生运移; 同时, 因水平压缩而使沉积物厚度增大。但另一方面在强大的压扭作用下, 可以使有机物热变质破坏, 或使储集层遭受破坏而导致油气散失^[5]。克拉玛依逆掩断裂带早期构造活动以压性为主, 强大的水平推覆促使生油岩早期压实有利于有机质转化为油气; 后期以扭动为主, 有利于油气的运移和聚集。但乌夏断裂带挤压作用太强, 油藏遭受了一定程度的破坏; 而克乌断裂带和红车断裂带以扭动作用为主, 挤压作用较为和缓, 适合于油气保存, 尤其是克乌断裂带后期为典型的扭动构造, 成为逆掩断裂

三、断裂带形成的力学模式与油气聚集

1. 逆掩断裂带上三个次一级断裂带都是以推覆体为主体, 向两端发育两个向相反方向撒开的帚状构造, 总体形态组成S状及反S状构造

推覆构造的平面延伸长度有一定的限度, 其规模决定于水平挤压力的强度。在中部, 推覆体主体向盆地成舌状凸出部分水平断距最大, 断面倾角最缓; 在推覆体两端逐渐与原地系统连接, 断距相应变小, 断面倾角变陡。其弧状撒开部分的方向及弧形构造的曲率, 则与扭应力的方向和大小有关。若扭应力是反时针方向扭动, 则形成S状构造; 若扭应力是顺时针方向, 则形成反S状构造。例如, 乌夏断裂带在海西期及印支期都以水平挤压为主, 但略带反时针扭动, 形成了狭长的S状构造, 弧形断裂曲率不大, 说明扭应力较小。推覆体西端在乌尔禾地区, 断裂向北撒开; 东端在乌伦古地区, 吐丝托依拉断裂带向南撒开。要说明的是吐丝托依拉断裂由于受燕山晚期构造运动影响, 因此活动延续较晚(图6)。

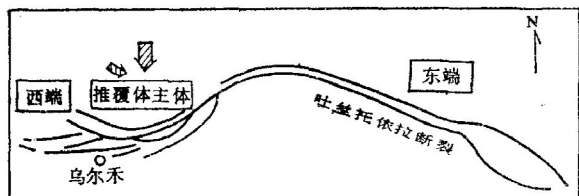


图6 乌夏断裂带海西—印支期形成的S状构造示意图

克乌断裂带在海西期以挤压为主, 印支期及燕山早期, 经受了反时针扭动, 分别形成了S状构造(图7)和帚状构造(图8)。推覆体主体在九区; 其西南端在克拉玛依地区; 断裂向西撒开; 东北端在百口泉地区, 断裂向北东撒开。

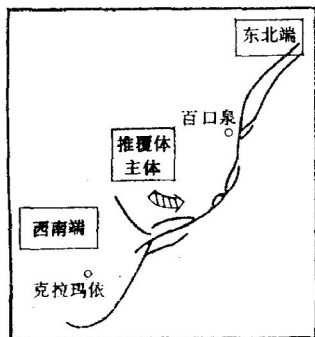


图7 克乌断裂带在印支期呈S状构造

红车断裂带在海西期经受了一定的水平挤压, 而印支期构造形迹却表现为反S状构造。推覆体主体在车排子高块上, 其北端在红山咀地区, 断裂向北西撒开, 南端在六十户附近, 断裂向南东撒开(图9)。

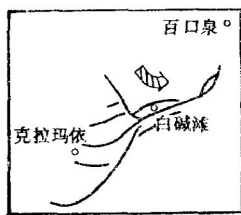


图8 克乌断裂带在燕山早期呈帚状构造

上述三个断裂带经多次构造运动叠加, 互相衔接起来形成一系列弧形断裂带, 组成了克拉玛依逆掩断裂带, 但无论是S状或反S状构造, 它们在构造形成与油气聚集上都具有共同特点, 即每一个次级断裂带都由推覆体主体及其两端组成, 但两端发育程度不一样, 扭应力起始的一端构造发育强度大, 可称为“强头”, 另一端则可称为“弱尾”。“强头”一端的断裂往往向老山方向撒开, “弱尾”一端的断裂往往向盆地方向撒开。

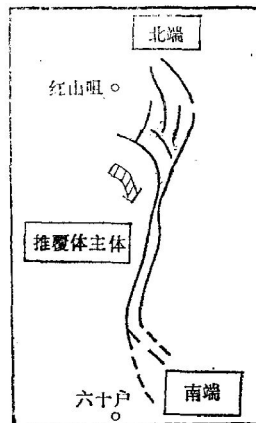


图9 红车断裂带在印支期呈反S状构造

因此，这三个断裂带的克拉玛依-白碱滩地区、乌尔禾地区和红山咀地区为“强头”，而百口泉地区、乌伦古地区和六十户地区为“弱尾”。其油气聚集规律为：推覆体向盆地突出部分，油气分布范围较窄，主要分布在前缘断块带，往往不易在下盘形成断裂遮挡油藏；而推覆体向两端撒开处，在上下盘容易形成面积性油藏，但“强头”一端要比“弱尾”一端更易富集油气。

2. 逆掩断裂带上的断块按力学性质可分为雁列断块、侧翼断块、分支再合断块和入字型断块

上述这几种断块，在生产应用中为了方便起见都统称为前缘断块。虽然它们在剖面上表现形式相似，但在断裂平面组合形态和所处的构造位置上有明显的差异，各自的力学性质也不相同。现以克乌断裂带为例说明这四种断块的分布（图10）。

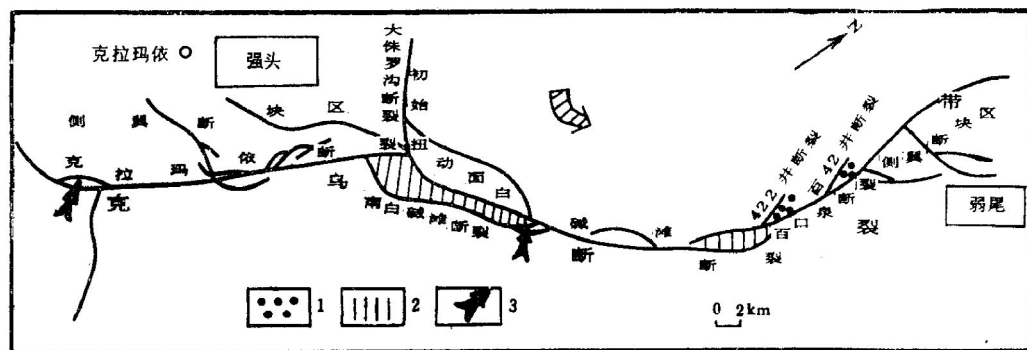


图10 克乌断裂带断块分布图

1—入字型断块区，2—雁列断块区，3—分支再合断块区

(1) 雁列断块 当断块顺着初始滑动面滑动，而形成的断面是该断裂带上受扭力最强的地区，其范围从起始端到推覆体弧形凸出部分，在这一部位的主断裂往往呈雁行排列，雁列断裂的重叠部位称雁列断块，例如七区、检188、417、416等断块，可能

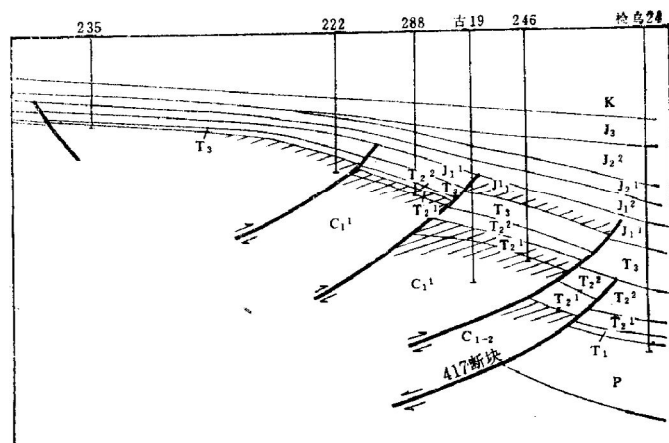


图11 深层雁列断块——417断块剖面特征

属于上部雁列断块之下的深层雁列断块，并富含油气。

雁列断块是断裂带上含油最好的断块，产量高，而且多层系含油，成为中深层高产

还存在411、8101等断块。所谓初始滑动面，即在扭应力作用下，断块开始滑动的滑动面，它位于“强头”一端，最易产生雁列断块，如大侏罗沟、白碱滩和南白碱滩等断裂组成的初始滑动面所夹持的断块。在“弱尾”一端的百口泉地区，扭应力相对变小，不易产生雁列断块。扭应力形成的雁列断块在平面上呈窄条状，沿走向及倾向分布，因此，417断块（图11）和416断块是

油流带, 石炭系高产带主要分布其中。

(2) 侧翼断块 在推覆体两端断裂呈弧状撒开处, 形成侧翼断块, 如百1井、208、百19井、一区、二区、三区、四区、六区、夏红北、夏23井等断块。侧翼断块含油不如雁列断块, 主要以中层三叠系油藏和浅层稠油为主。另外, 在弧状(帚状)断裂收敛部分, 约占整个弧状断裂的 $1/3$ 地段, 含油最好, 如克乌断裂带一区、六区、七区及百口泉地区百21井区。

(3) 分支再合断块 主断裂或次一级断裂经常会发生分叉, 然后再合并的现象, 这样造成的断块称分支再合断块, 如123、5137等断块, 这类断块的含油性不如上述两类断块。

(4) 入字型断块 在大型的扭动断裂的旁侧, 往往发育着一些由于主断裂两盘相对错动而形成的次级派生断裂, 这些断裂与主断裂相接而不相切, 形如“入”字, 如百口泉地区的422井断块和百42井断块, 它们是小而肥的油气聚集区。入字型断裂与主干断裂所交锐角指向对盘移动方向, 因此只要恢复了主干断裂扭动方向, 就可以预测这类断块的存在。

3. 逆掩断裂带是多次构造运动形成断裂的叠加而成, 叠加次数最多的部位, 裂缝多期发育, 造成油气富集

图12是克乌断裂带经过多次构造运动产生的古断裂的叠加图, 从图中可以看到克乌断裂带的西南端, 克拉玛依至白碱滩地区, 古断裂叠加次数最多, 因此该地区裂缝最为发育, 而且每次活动都断至石炭系, 造成新老地层多层系含油。

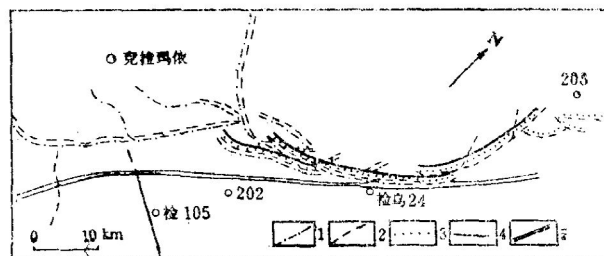


图12 克乌断裂带断裂发展叠加图

1—侏罗纪活动断裂, 2—三叠纪活动断裂, 3—二叠纪活动断裂,
4—中晚石炭世活动断裂, 5—早中石炭世活动断裂

结 束 语

逆掩断裂带的油气富集与多种因素有关, 本文仅从地球动力学角度探讨它与高产规律的关系, 可以归纳出以下几点新认识:

1. 构成克拉玛依逆掩断裂带的每一个次级断裂均以推覆体为主体, 然后向两边撒开, 但两端撒开方向总是相反。挤压力越强, 撒开部分的弧形断裂曲率越小; 扭动越强, 撒开部分的弧形断裂曲率越大。对着老山方向撒开的一端如克拉玛依地区, 构造活动较强, 是扭应力引起初始滑动的地段; 而向盆地方向撒开的一端如百口泉地区, 是应力减小的地段。据此, 可以进行地质预测, 如根据红车断裂带在红山咀地区, 断裂向老山撒开, 预测在南端六十户附近, 断裂必然向盆地撒开。

2. 扭应力引起初始滑动的地段, 造成构造运动强烈的一端——“强头”, 是雁列断块发育的地段, 最易形成高产、多层系含油, 如克拉玛依—白碱滩地区, 而另一端——“弱尾”含油规模要小得多, 如百口泉地区。依此类推, 可以预测在红车断裂带上, 红山咀地区的红2井东侧断裂和小拐断裂弧形转折处易形成高产的雁列断块, 而它的南端含油远景要差些。乌夏断裂带只有微弱的扭动, 因此, 处于“强头”一端的乌尔禾地区雁列断块不发育; 东端吐丝托依拉断裂为“弱尾”部分, 含油远景可能不如乌尔禾地区。

3. 雁列断块高产机率 > 侧翼断块高产机率 > 入字型断块高产机率 > 分支再合断块高产机率。

4. 扭动构造是寻找高产的有利地区, 在旋扭应力作用下形成的上述各种断块及各地质时期古断裂叠加次数最多的部位, 是寻找高产油气流的场所。

参 考 文 献

- [1] 刘和甫, 1982, 石油构造分析. 构造地质学进展, 科学出版社。
- [2] 尤绮妹, 1983, 准噶尔盆地西北缘推覆构造研究. 新疆石油地质, 第4卷, 第1期。
- [3] 谢宏、赵白、林隆栋、尤绮妹, 1984, 准噶尔盆地西北缘逆掩断裂区带的含油特点. 新疆石油地质, 第5卷, 第3期。
- [4] 北京大学地质系, 1978, 地质力学教程. 地质出版社。
- [5] 李四光, 1962, 地质力学概论. 科学出版社, 1973版。

GEOMECHANICAL ANALYSIS AND HYDROCARBON ACCUMULATION OF THE KARAMAY OVERTHRUST BELT

You Qimei

(Research Institute of Petroleum Exploration and Development,
Xinjian Petroleum Administration)

Abstract

Karamay overthrust belt is located at the front of the compresso-shear belt in west Junggar. It is on the active boundary of the convergent transformation type and has special mechanical model.

1. With a nappe as the main part, the three subbelts of the overthrust belt developed into two divergent brush structures in reverse directions on both sides of each nappe. The whole form of the overthrust belt looks like three S-shaped or reversed S-shaped structures.

2. The stronger the compressed stress that each subbelt underwent, the smaller the curvature of arc faults in divergence parts was. The stronger the shear, the larger the curvature.

3. On the starting end of the shear stress of each subbelt, the structure

developed stronger, and it is known as "strong head"; the other end may be called "weak tail". The fracture of the "strong head" divergens towards mountain, and that of the "weak tail" divergens towards the basin.

4. The fault blocks on the overthrust belt can be divided into four kinds according to their mechanical properties; echelon fault block; flank fault block; λ -type fault block and branch reclosing fault block.

5. The fault belt consists of many faults stacked by different mechanical properties during different geological times. The more the number of paleofaults stacked, the better the fractures developed.

The relationship between mechanical model and hydrocarbon accumulation on the fault belt are shown in following:

1. In planar and vertical hydrocarbon distribution, the "strong head" has an advantage over "weak tail",

2. The high production rate of echelon fault block is greater than that of flank fault block, that of the flank fault block is greater than that of λ -type fault block, the one of λ -type fault block is greater than that of fault block.

3. All the fault blocks mentioned above which formed under rotation stress and the places where most paleofaults stacked are favourable for the exploration of high production hydrocarbon.

国际化工和石油化工设备展览会将在京举行

一个为配合中国化工业在七五计划中发展所需而举办的展览会将于明年4月3日至9日在北京举行。这个名为《国际化工和石油化工设备展览》由中国国际贸易促进委员会总会接待,并得到中国化学工业部、中国国家化学建设公司、中国石油化工公司及中国石油设备协会等单位全力支持,并由香港雅式展览服务有限公司主办。

中国化学工业部部长秦仲达在全国化工工作会议曾表示,在“七五”期间化学工业被列为重点发展项目。于未来五年内,中国将投资200多亿元人民币,用以提高及加快化学工业的基本建设和技术改造。而其发展重点将放在复合化肥、化学矿山、石油化工、基本化工原料和精细加工上。

为了加速中国化学工业的发展,秦仲达还强调中国必须扩大利用外资引进技术的规模,通过利用国际金融组织贷款,举办合资企业和合作企业,运用补偿贸易,引进有助于提高出口产品质量和替代进口产品的技术、设备。

这次展览会展品范围包括各类先进化学工程设备、化工用机械装置、实验室测试仪器、精细石油化工和化学品及其生产技术、工程塑料、污染控制及废液处理系统、各种节约能源设备及技术等。主办机构希望通过这次展览会,将此等所需的项目介绍给中国,加快化工业在技术改造上的步伐。

展览会主办机构香港雅式展览服务公司,是香港最具规模的展览服务公司,其母公司雅式集团成立于1977年,现已成为香港最大的对华贸易促进机构。雅式展览服务公司曾先后于中国举办多个大型的国际性展览会,包括“国际纺织工业展览会”、“国际塑料与橡胶工业展览会”和“国际汽车工业展览会”等等。