

# 塔里木盆地东北地区断裂 类型与油气远景

汤良杰

(地质矿产部西北石油地质局)

该区发育有叠瓦逆冲断裂带、褶皱和逆冲断裂带、背冲断裂带、反向逆冲断裂、推覆构造和走滑断裂带等断裂样式，它们的形成受控于侧向挤压作用、重力作用、基底控制作用和不均匀推覆作用，在控制油气运移、聚集和油气藏形成方面起着重要作用。

区域地质调查已经揭示出塔里木盆地北缘的一些断裂构造特征。本文试图在前人工作的基础上，结合近期开展的地面地质调查和地震反射剖面的解释工作<sup>1)</sup>，对塔里木盆地东北地区的断裂样式、形成机制以及与油气聚集的关系作一初步探讨。

## 一、断裂类型

本文的研究范围为东经77—87°，北纬39—42°，所涉及的构造单元包括沙雅隆起、库车坳陷、阿瓦提-满加尔坳陷以及柯坪隆起、巴楚隆起和库鲁克塔格隆起的部分地区(图1)。

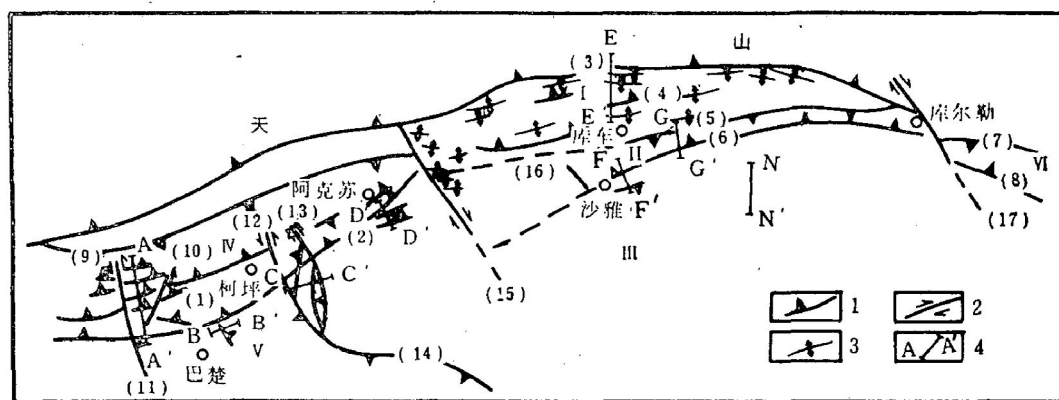


图1 塔东北地区构造纲要图

1—逆冲断裂，2—走滑断裂，3—局部构造，4—剖面位置；

构造区划：I—库车坳陷，II—沙雅隆起，III—阿瓦提-满加尔坳陷，IV—柯坪隆起，

V—巴楚隆起，VI—库鲁克塔格隆起；

主要断裂带：(1)—柯坪隆起叠瓦逆冲断裂带，(2)—沙井子-柯坪塔格断裂带，(3)—南天山前缘逆冲断裂带，(4)—库车坳陷褶皱和逆冲断裂带，(5)—亚南断裂带，(6)—轮台断裂带，(7)—辛格尔断裂带，(8)—兴地断裂带，(9)—皮羌断裂带，(10)—满古特断裂带，(11)—牙桑地断裂带，(12)—阿恰断裂带，(13)—因干断裂带，(14)—吐木休克断裂带，(15)—喀拉玉尔滚断裂带，(16)—沙雅西断裂带，(17)—尉犁断裂带

本文1988年3月11日收到。

1) 参加工作的还有黄太柱、林忠民、周靖远和万文章同志。

研究区北侧为天山海西褶皱山系,受自北而南的挤压作用力的影响,在天山山前发育了一系列与褶皱山系平行的近东西向展布的冲断裂带。由于不均匀逆冲推覆,产生了另一组北北西—北西向的走滑断层。上述两组断裂使得该区具有南北分带、东西分块的构造特征(见图1)。

### 1. 叠瓦逆冲断裂带

根据区域填图及野外地质考察,柯坪隆起以叠瓦逆冲断裂带为特征(图2)。在平面上,一系列逆冲岩席呈近东西向或北东向展布,并呈弧形向南凸出(见图1)。逆冲断裂断面北倾,在地表倾角较陡,往深部可能变缓。在逆冲带前缘或逆冲断层顶部可伴生褶皱。

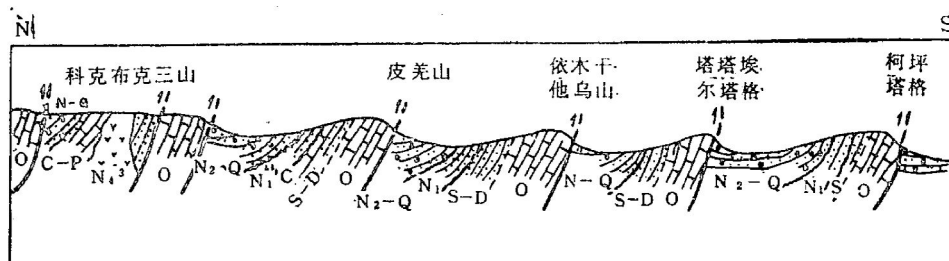


图2 柯坪隆起叠瓦逆冲断裂带横剖面示意图

(剖面位置见图1之A—A')

### 2. 褶皱和逆冲断裂带

由空间上紧密相邻的一系列褶皱和逆冲断裂组成,它们总体发育在塑性较强的地层中。库车坳陷是发育褶皱和逆冲断裂带的典型地区,平面上近东西向展布,呈弧形向南凸出。如图3所示,沿库车河中、新生界碎屑岩系中共发育10个褶皱构造,向斜和背斜相间排列,一般表现为宽缓褶皱,两翼不对称,大多北缓南陡,褶皱轴面北倾。沿该剖面还发育一系列逆冲断裂,断面一般北倾。在逆冲断裂发育的地方,地层倾角往往变陡、直立甚至倒转,构成地层陡立带。

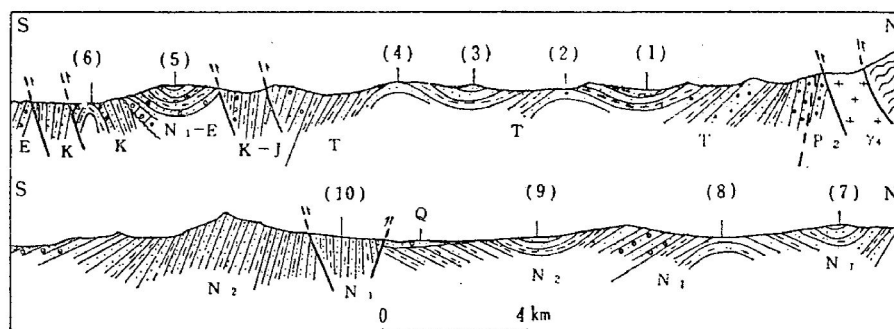


图3 沿库车河褶皱和逆冲断裂带横剖面图

(剖面位置见图1之E—E')

(1)一库如力向斜, (2)一捷斯德里克背斜, (3)一库孜文向斜, (4)一巴什库坦背斜, (5)一依西开齐克向斜, (6)一巴什基奇克背斜, (7)一推虚克艾依向斜, (8)一伊德克羌格里背斜, (9)一吐尔克贝西向斜, (10)一东秋立塔克背斜

库车坳陷以薄皮变形为主,水平位移占据主导地位,地层缩短量较大。地震反射剖

面和钻井资料证实,库车坳陷深层和浅层构造不符合现象十分明显,造成这种现象的原因除地层牵引和滑脱作用的影响外,很可能在表层褶皱和逆冲断层的下面,具有更复杂的褶皱和断裂体系。

### 3. 背冲断裂带

背冲断裂带由两条或两条以上空间上相邻的相向倾斜的逆冲断裂所组成,它们共用一个上升盘,限定了一个背冲断块隆起。如沙雅隆起东段即为受相向倾斜的轮台逆冲断裂和亚南逆冲断裂控制的背冲断块隆起构造(图4-(1))。

这种断裂类型在研究区广泛存在<sup>1)</sup>。小规模背冲断裂带可以组成“y”型构造,形成小型的背冲断块隆起(图4-(2))。在沙井子断裂前缘(图4-(3))和阿恰断裂前缘(图4-(4))都有这种背冲断裂带形成,它们在剖面上具有正花状构造(positive flower structure)形态,其成因除挤压作用外,可能还和走滑运动有关<sup>[1]</sup>。

### 4. 反向逆冲断裂

反向逆冲断裂是指逆冲方向与区域主逆冲方向相反的断裂。如图5所示,剖面最南部的波斯坦断裂由南往北逆冲,而区域主逆冲方向则是由北往南。在波斯坦逆冲断裂的上盘,发育与该逆冲断裂活动密切相关的波斯坦断褶构造。

### 5. 推覆构造

巴楚隆起勒牙依里塔格发育逆冲推覆构造(图6),推覆体主体为下奥陶统丘里塔格群灰岩,推覆在中奥陶统萨尔干群泥灰岩之上。断面倾向北东,倾角在根部稍陡,中部接近水平,往前缘又稍变陡,倾角变化在0—20°之间,由北东往南西方向推覆。

逆冲断裂上盘下奥陶统推覆体形变微弱,而下盘中奥陶统形变强烈,小褶皱十分发育,小褶皱轴面与逆冲断面的锐夹角方向指示推覆体的运移方向(见图6)。逆冲断裂下盘辉绿岩揉皱现象明显,构成该推覆构造的滑脱带为中奥陶统灰黑色泥灰岩和泥页岩。

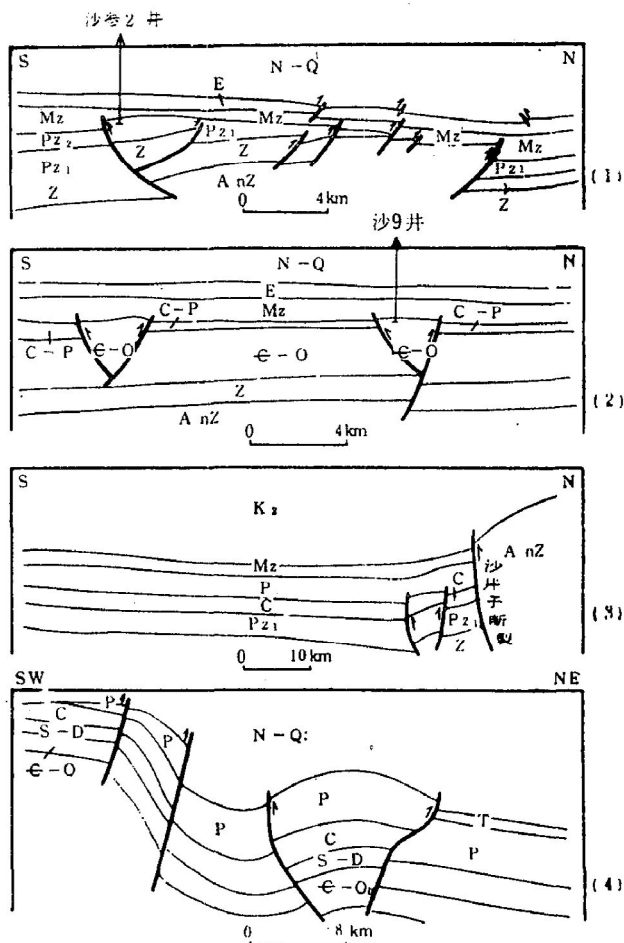


图4 背冲断裂带横剖面图

(据地震反射剖面绘制,剖面位置见图1之G—G'、H—H'、D—D'和C—C')

(1)—雅克拉断块构造,(2)—阿克库木构造,(3)—沙井子断裂前缘,(4)—阿恰断裂前缘

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—第三届全国构造会议论文。

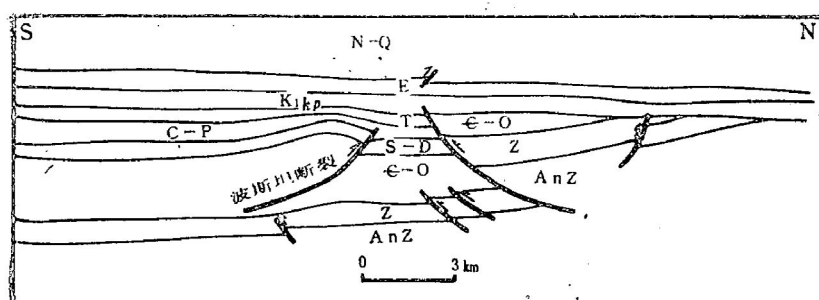


图5 反向逆冲断裂横剖面图  
(剖面位置见图1之F—F')

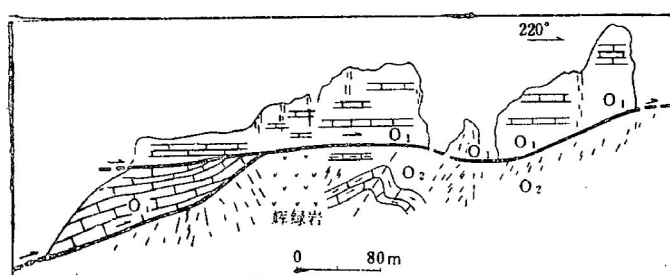


图6 勒牙依里塔格推覆构造剖面素描  
(剖面位置见图1之B—B')

### 6. 走滑断裂带

十分发育, 构成区内总体构造格架的重要断裂型式之一, 以北北西-北西向为主。大型走滑断裂带包括皮羌断裂带、阿恰断裂带、因干断裂带、喀拉玉尔滚断裂带、沙雅西断裂带和尉犁断裂带(见图1), 它们具有以下主要特征:

(1) 规模大, 如皮羌断裂带出露长约70 km, 往盆内与巴楚隆起西南界色力布亚断裂带相接, 最大走滑断距达7000 m, 在卫星照片上有明显显示。

(2) 断裂带总体呈线性特征, 断面平直光滑, 其上发育擦痕、阶步和断层镜面, 擦痕的侧伏角很小, 显示断层的平移活动。

(3) 发育糜棱岩、碎裂岩和构造透镜体。如皮羌断裂带发育宽达30—50 m的断层破碎带。因干断裂带地层破碎强烈, 构造透镜体的长轴与断面呈锐角相交, 夹角指示上盘的逆冲方向, 表明该断裂具压扭性特征。

(4) 受断层牵引影响, 原来与断裂带走向近垂直展布的地层, 在靠近断裂带时产状发生畸变, 其走向逐渐与断裂带走向接近一致, 在平面上成弧形展布, 地层倾角变陡甚至直立或倒转, 有的地层可以全部被拖曳到断裂带中。

(5) 在一个断裂带中, 虽然若干走滑断裂面的展布方向相同, 但走滑方式不同, 有的左行平移, 有的右行平移, 属于简单剪切作用的产物。

(6) 断裂带具多期活动特征, 在不同的活动时期可能伴随断层力学性质的转化, 如因干断裂带加里东期可能属正断层性质, 海西期主要表现为走滑运动, 喜马拉雅期则发生强烈逆冲推覆, 在断层上盘形成倒转-平卧褶皱, 断层下盘的地层因受挤压而倒转。

(7) 一些圈闭构造的形成与走滑断裂带活动有关, 如喀拉玉尔滚走滑断裂带控制着拱塔格克构造和地表雁列褶皱群的形成, 沙雅西构造的形成与沙雅西走滑断裂带的活动有关(图7)。

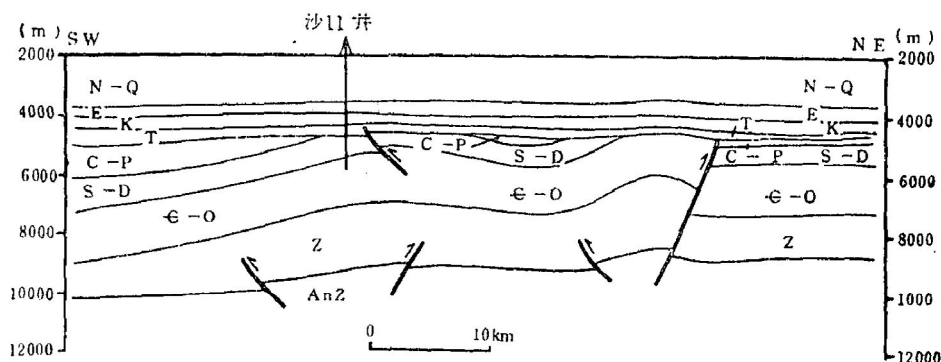


图7 沙雅西构造横剖面示意图  
(据TBA-NE196地震剖面解释)

## 二、断裂形成机制

塔东北地区不同类型断裂带的几何学及运动学特征有很大差别,因此有必要对其形成机制进行具体分析。

### 1. 侧向挤压作用

由于天山山系不断复活产生的推挤作用,造成了由北向南侧向挤压的区域构造应力场,这是该区各类逆冲断裂形成的主因。海西期断裂有过强烈活动,喜马拉雅运动则使原有的断裂更加复杂。

根据平衡剖面法计算,柯坪隆起叠瓦逆冲断裂带和库车坳陷褶皱和逆冲断裂带的地层缩短量分别达 28 km 和 35 km。这种地层在南北方向上的大量缩短以及逆冲断裂带在平面上呈弧形向南凸出的特征(见图1),正是侧向挤压作用的结果。在逆冲断裂带前缘,往往存在由南向北的反作用力,可以导致反向逆冲断裂的形成,如波斯断裂(见图5)。

### 2. 重力作用

逆冲断裂带形成的动力来源除侧向挤压外,重力作用也是控制因素之一,主要表现为重力扩展作用和重力滑动作用<sup>[2]</sup>。由于天山海西褶皱山系的不断抬升和向南推挤,产生了一种重力势能,它们与挤压力一起,使得逆冲断裂不断地向盆内扩展。例如在库车坳陷褶皱和逆冲断裂带中,逆冲岩席由北向南层位逐渐变新,逆冲作用的强度也由北向南减弱(见图3)。

### 3. 基底控制作用

所谓基底控制作用,实质上就是先存构造形迹控制作用。这种先存构造形迹表现为区域上的基底软弱带;如先存的断裂带、岩浆岩带和变质岩相带等,它们构成了事实上的边界条件。基底软弱带往往控制着后期断裂带的发育,如皮羌断裂带、因干断裂带和轮台断裂带等,都是受基底构造的控制而发展起来的。此外,基底构造的活动还可以调节盖层的缩短<sup>[3]</sup>。

### 4. 不均匀推覆作用

皮羌、因干和喀拉玉尔滚走滑断裂带等(见图1),又称横向调节性平移断层(陈发景等,1987),其成因可能与不均匀推覆作用有关,即由北向南推挤的逆冲岩席,在垂直于纵向逆断层或褶皱枢纽方向上不等程度的推进而形成。这种机制可以解释以下构造现象:(1)走滑断裂的走向与纵向逆冲断裂或褶皱枢纽近于垂直,与挤压作用下产生的两组共轭剪裂面的方位都不吻合;(2)在一个断裂带中的剪裂面,其平移方向没有规律,可以左行平移,也可以右行平移;(3)靠近走滑断裂带时,地层走向往往呈弧形转弯,并且倾角变陡,甚至直立或倒转;(4)走滑断裂带附近的地层往往经受强烈挤压,有时形成倒转—平卧褶皱或推覆构造。

### 三、断裂构造与油气聚集

塔东北地区断裂构造发育,它们在控制油气运移、聚集和油气藏形成方面起着重要作用。

首先,大型断裂带(如轮台断裂带、亚南断裂带和沙井子断裂带等)控制着该区大型生油坳陷(如阿瓦提-满加尔坳陷和库车坳陷)和主要油气聚集带(如沙雅隆起)的展布。这些边界断裂带是在先存的基底软弱带基础上发展起来的,活动历史长,目前表现为压性或压扭性,但在不同的地史时期中,曾有过张性或张扭性活动。它们控制着该区生储盖地层相带的展布,决定了油源岩的埋藏史和演化程度。

其次,断裂是该区主要的油气运移通道。如雅克拉油气藏的形成,与断裂关系十分密切。雅克拉构造位于轮台断裂上盘,并被一系列次级断裂复杂化。轮台断裂是一条大型逆冲断裂,断面北倾,北盘往南逆冲,呈北东东向延伸100 km以上(见图1,4-(1)),断层从基底切割至中生界,最大断距达2000 m以上,沟通了不同时代、不同层位和不同类型的生储油层,成为良好的油气运移通道。分析表明,雅克拉构造上的沙参2井 $\text{CO}_2$ 的 $\delta^{13}\text{C}$ 特别重,氮气和氦气含量偏高,可能有深源非烃类气体混入<sup>1)</sup>,这些气体可能就是通过轮台断裂由深部运移上来的。此外,依奇克里克油田及库车坳陷中广泛分布的地表油苗和其它油气显示,都与断裂有关。当然,油气藏形成后由于断裂的性质和活动性发生变化,在晚期往往起遮挡作用,可以形成断层遮挡圈闭。

第三,断裂带中裂隙发育,可以改善储集性能。断裂裂隙在两个方面控制着圈闭构造的含油气程度:(1)裂隙可以提高储层的孔隙度特别是渗透率,从而影响储层的质量。(2)断裂裂隙的性质决定了断裂是起通道作用还是起遮挡作用。紧邻轮台断裂的雅克拉断块构造,寒武奥陶系碳酸盐岩储层发育良好的裂缝和溶洞,并已钻获高产工业油气流,就是一个例证。

第四,断裂构造控制圈闭样式。圈闭样式的选择对油气勘探具有重要意义,研究区构造圈闭大多与断裂有关,表现为以下几种类型:

#### 1. 断块型圈闭

两条或多条逆冲断裂与单斜岩层结合,可以构成断块型圈闭,大多表现为背冲断块圈闭和叠瓦断块圈闭,前者如雅克拉构造、轮台构造和阿克库木构造,后者如库车坳陷

1) 陈正辅,曹兴等,1985,沙参2井油气成因类型及油气源研究,西北石油普查,第1期。

中的叠瓦断块。

## 2. 断褶型圈闭

由于逆冲断裂的牵引作用, 形成牵引褶皱圈闭, 褶皱、断裂共同组成闭合条件, 如波斯坦构造 (见图5) 和库车坳陷中的牵引褶皱。

另一类断褶型圈闭是与走滑断裂活动有关的雁列褶皱群, 如受喀拉玉尔滚走滑断裂带控制的拱塔克构造及地表雁列褶皱群 (见图1)。

## 3. 大型逆冲断层圈闭

沙井子和轮台等大型逆冲断裂, 断面呈铲状形态, 上陡下缓, 往深部可能合并到某一近水平的滑脱面上。在这些大型逆冲断裂带的下盘, 普遍存在震旦系、寒武奥陶系和石炭系的生油层和储集层, 可以形成逆冲断层遮挡型圈闭。构造条件与准噶尔盆地西北缘克-乌断裂带类似, 是寻找大型油气藏的有利场所。

综上所述, 沙雅隆起和阿克库木背冲断裂带、沙井子和轮台等大型逆冲断裂的前缘、波斯坦反向逆冲断裂、喀拉玉尔滚和沙雅西走滑断裂带以及库车坳陷褶皱和逆冲断裂带具有良好的油气远景。

致谢: 刘鹏生总工程师审阅了全文, 葛志田和张大权工程师给予了帮助, 康艳丽清绘了图件, 一并致以深切的谢意。

## 参 考 文 献

- [1] Harding, T. P., 1985, AAPG Bull., V. 69, No. 4, P. 582—600.
- [2] Cooper, M. A., 1981, Thrust and Nappe Tectonics, P. 225—234.
- [3] Winslow, M. A., 1981, Thrust and Nappe Tectonics, P. 513—528.

# FAULT TYPES AND HYDROCARBON POTENTIAL OF NORTHEASTERN TARIM BASIN

Tang Liangjie

(Northwest Bureau of Petroleum Geology, Ministry of Geology and Mineral Resources)

## Abstract

Field survey and seismic reflection profiles indicate that the following main fault types exist in northeastern Tarim Basin: 1. imbricate thrust belt; 2. fold and thrust belt; 3. recoil thrust belt; 4. antithetic thrust fault; 5. nappe tectonics; 6. strike-slip faults. The formation of the thrusts were mainly controlled by regional stress field resulted from lateral compression. Other factors are gravitation, basement control and disequilibrium thrusting.



Fault structures in this area play an important role in controlling hydrocarbon accumulation. Recoil thrust belt in Shaya Uplift and Akum, fronts of Shajinzi and Luntai major thrusts, antithetic thrust in Bostan, strike-slip fault belt in Karayergun and western Shaya and the fold, thrust belt in Kuche Depression are favourable zones for oil accumulation.

## 全国含油气盆地学术讨论会在杭州举行

由中国石油学会石油地质委员会主办的全国含油气盆地学术讨论会,于1988年12月16日至21日在杭州召开。石油勘探部门、科研单位、高等院校及出版界等28个单位的58名代表出席。共收到论文24篇,大会宣读23篇,题材广泛、内容丰富,集中反映出我国盆地研究的新成果、新认识。

许多论文专门论述了某一盆地的形成、演化与油气的时、空分布规律,涉及我国陆地与海域的主要含油气盆地。有几位老资格的专家对我国陆相盆地提出分类方案。其中有代表性的是强调了盆地发育演化过程和沉积作用的内在联系,从而控制着盆地内部油气的生成、聚集与分布规律。有的专家则强调,我国大陆地处太平洋、印度洋和西伯利亚等板块交接的关联部位,因此,我国的盆地,特别是中、新生代盆地的形成、分布与发展完全受这些板块在不同时期的不同作用方式所控制,从而造成中国东、西部盆地在构造体制、运动方式、沉积与构造演化特点和油气藏类型及其分布规律等方面,具有显著的差异。有几篇论文从形成与形变、建造与改造的统一辨证关系入手,结合地球化学等方面,专门论述了华北地台、扬子地台区古生代盆地海相碳酸盐岩的油气形成条件和油气资源前景。还有的年青代表,在分析盆地地质构造特征的基础上,计算并分析了盆地的拉张量与油气潜力的关系。有的学者提出了盆地地质学的新概念,认为盆地是油气生成、运移、聚集并形成油气藏的独立构造单元,因而盆地地质学是一门基础科学和应用科学的综合性学科,应把它列为一门新型的学科。应代表的要求,翁世功研究员系统介绍了国外盆地研究的新理论、新进展和新动向。他以大量的实例论述了断层性状、盆地类型及其形成机制,尤其张性盆地的深部地质作用,认为所有的张性盆地并不完全是引张造成的,而控制盆地发育的深大断裂,随地壳测深和深部勘探等资料的丰富,发现其产状多随深度增加而变缓甚至接近水平,真正的垂直断层极少。总的看来,国外盆地研究当前的新动向是:由二维空间向三维的立体化方向发展;由浅层次盆地结构向深层次的地壳结构发展;由定性研究向定量方向发展;由单一的学科研究向多学科的相互渗透方向发展;由单纯的、静态的几何形态描述向动态的运动学和动力学方向发展。

通过这次会议的交流与学习,代表们清醒地认识到,尽管我国盆地研究取得了长足进步和可喜的成果,但在研究深度与广度上与国外相比还存在着一定差距,能否在短时间内赶上国际先进水平,还有待石油地质工作者的协作和共同努力,以及科学的发展与石油勘探技术的改进。

(王同和)