

<http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx>

# 中国含油气盆地构造分析主要进展与展望

汤良杰<sup>1,2)</sup> 金之钧<sup>1,2)</sup> 漆家福<sup>1,3)</sup> 卢华复<sup>4)</sup>

1) 石油大学石油天然气成藏机理教育部重点实验室,北京,102249

2) 石油大学盆地与油藏研究中心,北京,102249; 3) 石油大学地球科学系,北京,102249

4) 南京大学地球科学系,210093

**内容提要** 本文简要总结了我国含油气盆地构造分析的主要进展。中国区域大地构造理论特别是板块构造理论,对于指导盆地构造研究起了重要作用。通过各种地球物理探测方法,揭示了中国含油气盆地的上地幔结构、地壳结构、基底结构及其与盖层构造的关系。中国含油气盆地在地质历史中的演化过程十分复杂,伸展盆地、前陆盆地、走滑盆地、克拉通盆地和叠合盆地具有各自独特的地球动力学系统。构造样式分析是盆地构造分析的重要方面,直接与寻找油气圈闭有关,可以划分出伸展构造、挤压构造、走滑构造、反转构造和潜山-披覆构造等。断裂和不整合是盆地中的重要构造要素,控制着油气运聚成藏。叠合盆地多期成盆、多期改造造成的复杂构造图像,是中国含油气盆地的重要特色之一。展望21世纪中国油气盆地构造分析,需要重点关注的是:叠合盆地形成演化的地球动力学过程分析;盆-山耦合过程和深部-浅部耦合过程分析;盆地三维构造精细描述和盆地模拟技术;盐构造和天然气构造分析。

**关键词** 含油气盆地 构造分析 回顾 进展 展望

## 1 简要回顾

含油气盆地同造山带一样,是构造地质学研究的重要对象。盆地构造分析涉及盆地构造的几何学、运动学和动力学问题,特别是中国含油气盆地,处于欧亚大陆腹地,周边受太平洋板块、西伯利亚板块和印度洋板块的联合作用,经历了多旋回演化,形成叠合盆地,构造纷繁而复杂。中国的构造地质学家和石油地质学家,对盆地构造进行了长期艰苦卓绝的探索和研究,取得了举世瞩目的成就。回顾中国油气勘探史,盆地构造分析具有举足轻重的地位(吕华,1992;翟光明,1996;邱中建等,1999),大致可以分为三个阶段。

第一阶段自1922年中国地质学会成立到20世纪50年代初:以李四光、黄汲清、孙健初等为代表,对中国区域大地构造、理论大地构造作了开创性研究工作,李四光的地质力学理论、黄汲清的多旋回构造理论以及古亚洲、太平洋和特提斯-喜马拉雅构造型式,成为我国区域构造学的理论基础。孙健初在研究含油气构造中,在西北地区发现了第一批油田。当

时主要以山前拗陷和山间拗陷为研究对象,盆地构造分析范围局限,以地表背斜构造为主,通过地面地质填图进行构造分析。

第二阶段为20世纪50年代中期到70年代后期:随着1955年全国性油气勘探战略展开,对中国特定的盆地构造地质条件和油气地质条件逐渐有了新的认识,明确以中、新生代陆相沉积盆地为主要研究对象,遴选油气区和含油气盆地,同时,随着地震勘探技术等地球物理方法的发展,盆地构造研究由露头区走向隐伏区,由浅层走向深层,由简单构造走向复杂构造,由背斜长垣走向复杂断块,基本查明了中生代盆地的构造格局和构造特征,从20世纪50年代后期开始,陆续发现了中国西部的克拉玛依油田、中国东部的大庆油田和胜利油田等。

第三阶段为20世纪80年代以来:随着板块构造理论在中国含油气盆地研究中的应用,以及国民经济快速发展对油气需求的增大,“六五”以来,国家连续实施的石油天然气攻关计划,大量区域性和单个盆地构造分析的论文涌现出来,内容涉及盆地构造研究的各个方面,在盆地区域大地构造和盆地动

注:本文为国家重点基础研究发展规划973项目“中国典型叠合盆地油气形成富集与分布预测”(编号G19990433)的成果。

收稿日期:2001-04-30;改回日期:2001-11-06;责任编辑:周健。

作者简介:汤良杰,男,1957年生。1982年在长春地质学院获学士学位,1984年和1995年在中国地质大学(北京)分别获工学硕士和理学博士学位。现为石油大学(北京)教授,主要从事构造地质学和石油地质学研究。通讯地址:102249,北京昌平,石油大学盆地与油藏研究中心。

力学研究、盆地深部地质结构、盆地类型和构造样式、盆地二级构造带、断裂和区域性不整合以及盆地耦合研究方面,都取得了重大进展。

## 2 主要进展

### 2.1 中国区域大地构造理论与含油气盆地

中国油气盆地构造分析是建立在中国区域大地构造理论基础上的,这些大地构造理论在不同阶段、从不同侧面对盆地构造进行了阐述,推动了盆地构造研究。早期大地构造理论以地质力学理论和多旋回构造理论为代表,分别由李四光和黄汲清创立于20世纪40年代中期。此外,张文佑等(1982)运用地质力学与地质历史相结合的研究方法建立了断块构造说;马杏垣(1982)强调重力滑动在构造运动过程中的重要作用;张伯声等(1982)提出了镶嵌构造波浪学说;王鸿祯等以全球构造活动论和地史发展阶段论相结合分析中国区域大地构造(王鸿祯,1982;王鸿祯等,1990);陈国达(1982)在地台活化论基础上创立了地洼说。这些理论分别阐述了中国区域大地构造特征,探讨了中国油气盆地演化的大地构造背景,指出了中国油气盆地和油气区带分布与区域大地构造的关系。

20世纪70年代板块构造学说进入中国,大大推进了中国油气盆地构造特征的研究。中国大陆板块是现代欧亚板块的组成部分,由一系列次一级板块或地块拼合而成,演化历史复杂,板块重建难度大,直接影响到我国含油气盆地类型、油气生成和演化、油气圈闭类型以及油气资源潜力和远景评价。李春昱等在综合中国及邻区大量板块活动资料的基础上,提出了板块构造基本问题,重塑了亚洲古板块活动历史(李春昱,1981;李春昱等,1983)。朱夏等根据板块构造理论,阐述了全球构造与古生代含油气盆地(朱夏,1983)、中国中生代构造与含油气盆地的关系(朱夏等,1983)。郭令智等(1983)研究了西太平洋中生代活动大陆边缘和沟弧盆体系。张恺(1995)、武守诚(1988)和罗志立等(1989)也都深入探讨了中国大陆板块构造与含油气盆地的关系。中国板块构造与盆地分析研究进展主要表现在以下几个方面:①板块构造学说的引入使中国含油气盆地纳入全球构造的范畴,可以从广阔的视野来审视中国含油气盆地的沉降机制、形成演化、沉积充填、油气地质特征以及油气的时空分布规律。②将盆地内部构造运动与板块边缘的拉张裂解、俯冲消减和碰撞闭合等板块构造发展演化的威尔逊旋回结合起

来,因而可以对盆地构造运动和区域性不整合进行地球动力学成因解释,深入了解盆地中主要构造运动的时限、性质、强度和影响范围等,分析构造变动迁移轨迹、剥蚀量及其对油气成藏的影响。③20世纪盆地分析的重大进展之一就是盆地形成模式的研究,提出了很多沉积盆地分类方案,但在板块学说创立之前,盆地分类术语大都是描述性的。建立在板块学说原理上的盆地分类方案在中国得到广泛应用,形成通用的简明扼要的盆地分类术语,即按照盆地形成时的板块边界类型和力学机制划分,如伸展的(裂缝型)、挠曲的(前陆挤压型)和与走滑(转换)作用有关的(拉分)型,此外,还有一类较稳定的、至今对其沉降机制不十分清楚的所谓克拉通盆地。

中国油气盆地的特殊性在于稳定块体较小,盆地多期叠加和改造。除西南地区外,中国大陆主体于海西晚期—印支期完成了海-陆转换,中生代陆内造山和陆内成盆产生了不同于板块构造背景的盆地演化进程,大陆动力学对于分析和解释陆内造山和陆内成盆机制提出了新的思路,我国西部前陆盆地演化和造山过程及其对大陆会聚及碰撞的响应,是研究大陆动力学及相关盆地分析的最佳地域(李思田,2000)。

### 2.2 盆地深部地质结构

盆地深部地质结构包括沉积盖层之下的基底结构、地壳结构和岩石圈上地幔结构,主要通过地球物理探测方法获取资料。早期的深部地质探测以油气勘探为目的,即通过重力、航磁和电法等手段确定盆地中生油坳陷和聚油构造带的位置和范围。20世纪90年代以来,中国大陆岩石圈构造研究取得了重大进展,实施了一系列连接造山带和盆地的地学断面计划。

中国东部大陆地球物理场及地壳—上地幔结构的探测和研究,揭示了东部中生代盆地的深部构造轮廓,对于形成中国东部新生代“伸展盆地”的概念提供了重要深部地质结构证据。各种深部地球物理探测研究表明,中国东部新生代盆地区具有地壳厚度相对较薄,莫霍面上凸并与盆地基底面大致呈镜像反映,发育有深断裂系统,广泛发育中生代火山岩等特征。裂陷作用涉及整个岩石圈的破裂,伸展构造常发生于岩石圈最薄、抗张强度最弱的地区。表壳伸展与莫霍面及上地幔软流层隆起相对应,地幔呈脉动状向上传递岩浆物质、热流和各种深部流体,导致伸展区高热流值和热泉广布,这些深部流体对于改变盆地地温场特征、催化生烃、深部和浅部流体

相互作用以及促进有机物质热成熟起着重要作用。先存的基底构造形迹、地壳构造格架、下伏地幔状态、软流圈中的热脉动、盆地边界地质条件以及变化着的应力场诸因素相互作用,控制着伸展盆地的形成演化(马杏垣等,1983,1991;马杏垣,1989)。

中国海域盆地由于其特殊的地理、地貌和构造位置而不同于中国东部大陆盆地。中国海域夹持于欧亚、太平洋和印度洋三大板块之间,其中渤海、黄海属内陆海,东海、南海为边缘海,边缘海中既有大陆架,又有沟弧盆系,刘光鼎(1992)将中国海域地球物理动力学特征规律性归结为:①中国海岩石圈厚度变化大,内部结构不均一。中国海地壳具有过渡壳性质,地壳厚度也介于大陆和大洋之间。②地震震中在岛弧地区密集分布,震源深度随着离开俯冲带的距离增大而变深,在岛弧-海沟地区地震活动频率高、强度大。③地热流趋势在陆区表现为低值,洋区为高值,岛弧-海沟区变化剧烈。④最大水平主应力方向反映出菲律宾海亚板块对欧亚大陆的俯冲,其次是印度洋板块的碰撞。中国近海大陆架地区的沉积盆地基本上具有陆壳性质,它们与西太平洋板块边缘的发育有关,或受南中国海扩张的影响,喜马拉雅运动以来经历了多次构造运动,深部和浅部地质条件非常复杂(刘光鼎,1989)。

中国西部盆地大规模深部地质结构探测始于20世纪80年代中期,自“七五”以来陆续开展了一系列深部探测计划,主要有亚东-格尔木-额济纳旗地学断面、可可托海-阿克塞深地震测深剖面、茫崖-阿尔金山-塔里木-天山-准噶尔盆地深地震测深剖面、塔里木盆地天然地震转换波剖面等,取得了许多规律性认识:①西部盆地基底形成时代、变质程度、起伏状态变异较大,基底与盖层既有统一变形过程,也有差异变形特征。②中国西部盆地地壳结构明显不同于东部盆地,东部盆地地壳厚度小,而西部盆地地壳厚度大,一般在40km以上,反映了总体挤压增厚的特征。③中国西部大型盆地地壳由强磁性、高密度物质组成,总体显示为刚性稳定块体的特征,一般存在壳内高导层和低速层,它们在力学行为上属于软弱层,控制着不同层次的构造变形。④根据上地幔高导层顶面埋深状况,推断中国西部盆地岩石圈厚度为90~120km(宋仲和等,1991;贾承造等,1992;崔作舟等,1995;高锐等,1995;邵学钟等,1996)。

### 2.3 盆地类型及其动力学研究

盆地类型受盆地动力学系统控制,不同类型的

盆地形成不同的构造样式。含油气盆地几何学分析是通过地表和地下资料获得构造二维和三维图像,将各种变形组合的应变场和应力场分析结合起来。运动学分析是将构造置于板块构造背景中,分析其位移变化。动力学分析与全球动力学系统产生的伸展构造体系、压缩构造体系和走滑构造体系有关(刘和甫,1993)。

(1) 伸展盆地:中国东部新生代盆地具有伸展盆地的构造属性(漆家福等,1995;张一伟等,1996;陆克政等,1997),也称裂谷盆地、拉张盆地或裂陷盆地(李德生,1982;田在艺,1983;刘和甫等,1985),盆地几何形态表现为地堑或半地堑,其基本结构可以归纳为5种模型(漆家福等,1995)(图1):①由非旋转平面式正断层控制的“地堑”式沉积凹陷;②由旋转平面式正断层控制的“箕状半地堑”式沉积凹陷;③由铲式正断层控制的“滚动式半地堑”;④由坡坪

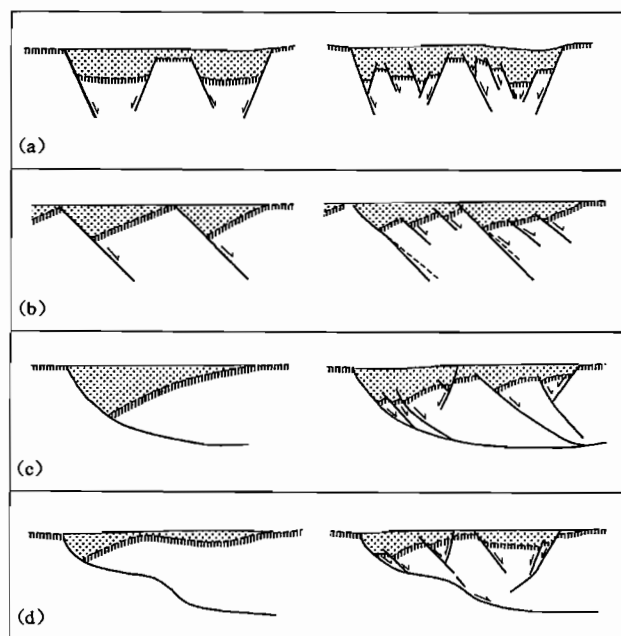


图1 不同形态的正断层控制的伸展盆地几何形态  
(据陆克政等,1997)

Fig. 1 Geometry of extensional basins controlled by different types of normal faults (after Lu et al., 1997)

(a) —由非旋转平面式正断层控制的“地堑与地垒”; (b) —由旋转平面式正断层控制的“多米诺式掀斜(箕状)半地堑系”; (c) —由铲式正断层控制的“半地堑”或“滚动式半地堑”; (d) —由坡坪式正断层控制的“复式半地堑”(断陷半地堑+断坡背斜)  
(a) —Graben and horst structures controlled by non-rotation planar normal faults; (b) —tilted domino half-graben systems controlled by rotation planar normal faults; (c) —half-grabens or rolled half-grabens controlled by listric normal faults; (d) —complex half-grabens (fault-depression half-graben + ramp anticline) controlled by ramp-flat normal faults

正式断层控制的、内部发育背斜式凸起的“复式半地堑”；⑤由走滑正断层控制的地堑或半地堑式沉积凹陷。对伸展盆地形成的动力学过程进行了分析，提出了多种不同认识，主要有弧后伸展机制(高名修, 1983)、地幔柱机制(李德生, 1980)、大陆地壳增厚机制(钱祥麟, 1994)、剪切伸展机制(胡朝元, 1982)、走滑拉分机制(夏邦栋等, 1994)以及多成因联合作用机制(漆家福等, 1995; 陈发景等, 1996)等。对伸展盆地构造应力场特征和伸展量也进行了探讨(庄培仁等, 1985; 田在艺等, 1990)。

(2)前陆盆地:中国西部盆地在新生代以挤压作用为特征,总体具有前陆盆地构造属性(刘和甫等, 1994; 康竹林等, 1995; 贾承造等, 2000)。在几何形态上,盆地具不对称楔形,毗邻造山带一侧沉积厚度大,往克拉通方向沉积厚度减薄。盆地一般与相邻造山带近平行延伸,呈狭长条带状,盆地内部发育褶皱-冲断带。中国西部前陆盆地有简单的受逆冲断层控制的箕状拗陷,同时伴随前缘隆起,也有复杂的背驮式分隔前陆盆地(陈发景等, 1996)(图 2)。中国西部前陆盆地形成的地球动力学背景与大陆岩石圈挤压挠曲作用有关,其动力学过程可以归因于造山带侧翼构造楔、盆地沉积负荷和造山带水平挤压作用的叠加效应<sup>①</sup>。中国西部前陆盆地一般都不是紧随碰撞造山期后形成,而是与后造山阶段造山带的多次复活作用有关,前陆盆地下伏的海相被动大陆边缘盆地多遭受改造或面貌不清,因而属于非典型前陆盆地,或称之为类前陆盆地(陈发景等, 1996)、再生前陆盆地(刘和甫, 1993; 卢华复等, 2000)等。

(3)走滑盆地:对走滑盆地的研究也取得了较大进展。走滑盆地的发育与大型走滑断裂带有关,往往形成两类盆地(陈发景等, 1996),一类是与走滑断层有关的裂陷盆地,可进一步分为雁列张性盆地、纵向松弛盆地和拉分盆地(徐嘉炜, 1995),常出现在雁行式断片间、释压弯曲断

层旁、断层终端和分支断层间(图 3),如阿尔金盆地群的形成和演化(郭召杰等, 1998)。另一类是与走滑断层有关的压陷盆地,常分布在压紧弯曲断层旁、雁列隆起间、雁列断层和分支断层处,又称为走滑挤压盆地(李培军等, 1995; 刘善印等, 1998)。

(4)克拉通盆地:克拉通一般指具有厚层大陆壳、长期保持相对稳定的广大地区。克拉通盆地可以位于前寒武系结晶基底、古生代褶皱基底或其他前中生代增生大陆岩石圈之上。克拉通盆地包括克拉通边缘盆地(如克拉通边缘裂陷槽和前陆盆地)和克拉通内盆地(如克拉通内裂谷和拗陷盆地)。在我国,克拉通盆地一般泛指古生代以海相为主的大型含油气盆地,如塔里木、四川、鄂尔多斯古生代盆地等(陈发景等, 1996)。克拉通盆地成因机制复杂,国外提出的克拉通盆地地壳减薄和盆地沉降的主要控制因素包括(张光亚等, 1995; 陈发景等, 1996; 何登发等, 1996):①地壳伸展;②热衰减;③辉长岩相变为榴辉

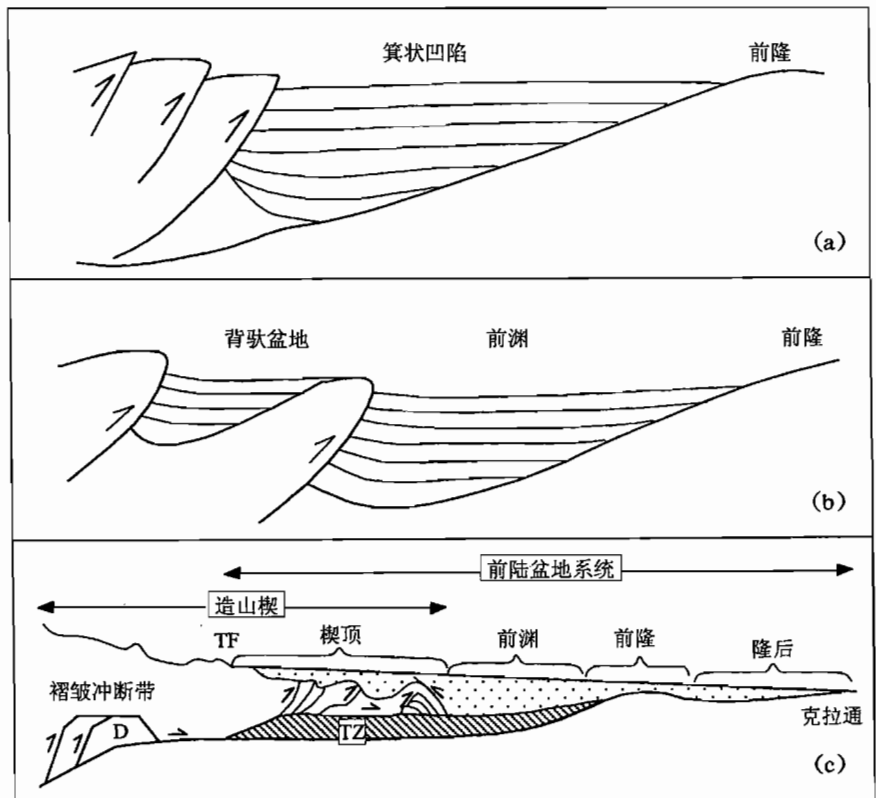


图 2 中国西部不同形态前陆盆地剖面示意图

Fig. 2 Sketch map of different types of foreland basins in western China

(a) 受逆冲断层控制的简单前陆箕状拗陷; (b) 复杂的背驮式分隔前陆盆地;

(c) 前陆盆地系统; D—双重构造; TF—冲断前缘; TZ—三角带

(a)—A simple asymmetrical foreland depression controlled by thrust faults; (b)—complex separated piggy-back foreland basins; (c)—foreland basin systems; D—duplex structure;

TF—thrust front; TZ—triangle zone

岩;④克拉通边缘构造负荷;⑤板内应力。对中国古生代克拉通盆地成因机制的解释则归因于多旋回陆内伸展、洋-陆俯冲、大洋闭合、陆-陆或弧-陆碰撞等(陈发景等,1996)。

(5)叠合盆地:叠合盆地不是一种独立的盆地类型,而是指经历了多期构造变革、由多个单型盆地经多方位叠加复合形成的具有复杂结构的盆地。从构造演化角度分析,中国内陆大型含油气盆地基本上都属于叠合盆地,经历过多期构造运动的改造,其原型盆地性质往往发生变化,又称之为残留盆地(刘光鼎,1997)、改造型盆地(刘池阳等,1999)或叠合-复合盆地(贾承造等,1996)。叠合盆地是我国含油气盆地重要特色,演化历史复杂,在不同阶段叠合不同类型的盆地,受不同地球动力学体制影响,导致油气生运聚过程复杂化。我国古生代克拉通盆地被多期次小洋盆和缝合带穿插包围,克拉通范围小,基底不稳定,活动性强,经历的构造运动期次多,沉积厚度巨大,是世界上唯一经受古生代变形—特提斯变形—喜马拉雅变形—环太平洋变形叠置的地区,“集群活动”的十余个小块体不断裂解和拼合,水平运动和垂直运动都很强烈(马宗晋等,1995)。叠合在古生代海相克拉通盆地之上的中生代盆地大都属于陆相盆地,这种由海向陆的转换主要形成于海西晚期—印支期。中生代盆地分隔性更明显,构造活动性进一步增强,导致不同盆地类型叠置、沉积组合交织、边界条件错位以及复杂的盆-山转换和盆-山耦合,使叠合盆地具有多期成盆、多期成烃、多期成藏以及复杂的油气成藏模式和油气分布规律。

#### 2.4 盆地构造样式

构造样式指盆地中具有相同或相近成因类型和形态特征的地质构造组合,其目的是预测油气圈闭类型。我国含油气盆地构造样式研究进展主要体现在两个方面(汤良杰,1996;陆克政等,1997;冯建辉

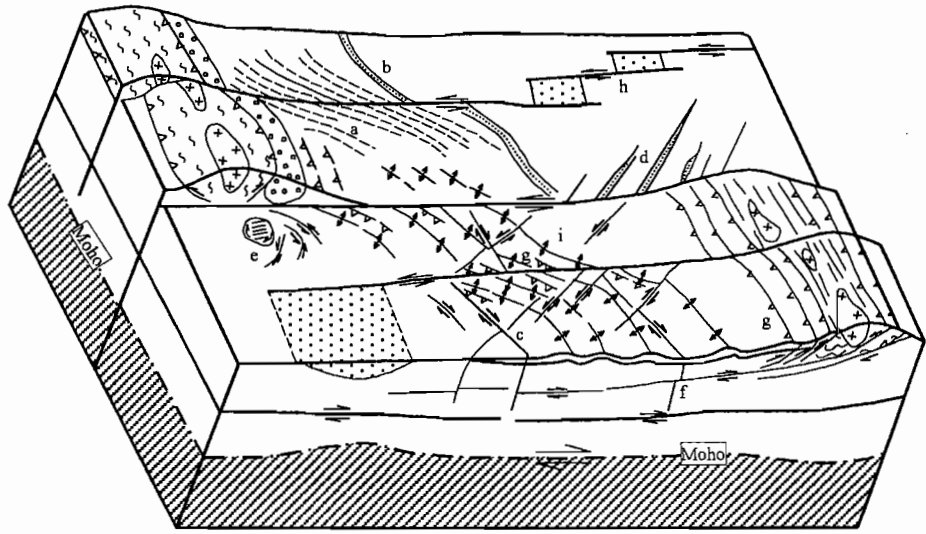


图3 走滑断裂带旁侧有关的裂陷盆地和平移构造(据徐嘉炜,1995)

Fig. 3 Extensional basins and wrench tectonics near the strike-slip fault zone (after Xu, 1995)

- a—韧性剪切带; b—剪曲构造; c—次级平移断层; d—斜向张裂; e—旋卷构造; f—滑脱构造;  
g—前缘及旁侧逆冲及推覆构造; h—拉分盆地  
a—Ductile shear zone; b—shear drag structure; c—secondary strike-slip fault;  
d—oblique extensional fracture; e—vortex structure; f—detachment structure;  
g—frontier and lateral thrust-nappe tectonics; h—pull-apart basin

等,2000):一是认识到构造样式具有多样性,基底卷入程度并非唯一因素,因而不能简单地划分为基底卷入型构造和盖层滑脱型构造;二是认识到中国东部不只是存在引张构造,中国西部也不只是存在挤压构造,而是在多旋回演化盆地叠合过程中,多种构造样式发生时间和空间上的叠置、继承、改造和转化。进行过深入研究的主要构造样式包括:

(1)伸展构造样式:指在区域或局部引张作用下形成的使地壳或岩石圈伸展减薄的构造变形组合,它们几乎无一例外与正断层活动有关,根据正断层的几何学和运动学特征,可以划分出4种基本类型(图1):①非旋转平面式正断层;②旋转平面式正断层;③铲式正断层;④坡坪式正断层。这些正断层控制着不同形态和规模的垒堑构造、滚动背斜和掀斜断块的形成和发展演化(阎敦实等,1980;李德生,1985;漆家福等,1995),它们构成了伸展盆地中主体油气圈闭样式。研究表明,伸展构造样式集中发育在中国东部伸展盆地中,但在中国西部挤压环境盆地中也有发育,如在塔里木盆地北部(汤良杰,1996)。

(2)挤压构造样式:指在挤压构造环境下形成的地质构造组合,已经对中国西部主要前陆褶皱-冲断

带的几何结构、变形样式、变形期次、构造叠置和分带性等进行了详细研究(刘和甫等,1994;汪泽成等,1996;赵文智等,1998;曲国胜等,1998;贾承造等,2000),褶皱-冲断带主要发育在前陆盆地或再生前陆盆地中(刘和甫,1995),构造成排成带展布,建立了坪坡式逆冲断层及其相关褶皱(断弯褶皱、断展褶皱和断滑褶皱)构造模式(卢华复等,2000),利用同冲断构造的“生长地层”,可以确定褶皱-冲断带形成时期和主要构造变革期(吴庆福,1985;卢华复等,1999)。在前陆地区,逆冲断层、反冲断层、双重构造、三角带构造、断层相关褶皱、叠瓦冲断带、挤压断块和大型逆冲推覆构造等都有发育,褶皱-冲断带和逆冲推覆构造的油气勘探取得重大进展(吴庆福,1987;贾承造等,2000)。值得指出的是,在相对稳定的克拉通盆地内部,发现存在大型逆冲断裂带和推覆构造(贾承造等,1996;汤良杰,1996),并对油气运移和聚集起重要控制作用。

(3)走滑构造样式:主要包括 3 种类型,即走滑断裂带、雁列褶皱和转换带。大型走滑断裂带控制盆地或隆起的发育,如郯庐断裂带(徐嘉炜,1995)、阿尔金断裂带(郭召杰等,1998)、阿合奇断裂带(Lu et al., 1994)等。断裂带规模巨大,总体呈线性特征,具多期活动特点,压扭和张扭并存,走滑位移不均一,可以成为流体运移上升的通道,在地震剖面上表现为正花状构造或负花状构造(汤良杰,1996;陆克政等,1997)。雁列褶皱一般位于走滑断裂带旁侧或横跨其上,在柴达木、塔里木和渤海湾盆地广泛发育,是重要的油气圈闭类型之一。变换带(transfer zone)是指分隔或横切主构造带的横向构造带(图 4),其两侧主构造带变形样式和位移方式发生很大变化,变换带可以表现为一条或一组(横向)断裂,也可以表现为一个横向隆起或凹陷,一般具有一定的走滑运动(陆克政等,1997)。

(4)潜山-披覆构造样式:主要与大型不整合有关,由紧邻不整合下面的潜山和不整合上面的披盖构造两部分组成,形成一个上下叠置、密不可分而其成因和形态特征又迥然不同的构造组合(王燮培等,1990),是叠合盆地中的重要构造样式。潜山-披覆构造组合可以形成于各种大地构造背景条件下,潜山可以表现为断块、背斜或其他古地形高,披覆构造以顶薄翼厚褶皱为主(图 5)。研究表明,在潜山-披覆构造组合中,不整合的作用是无可替代的:不整合代表的长期风化剥蚀使储层孔渗性得到改善,它是油气侧向运移的主要通道,可以作为不同时代、不同

部位和不同类型生储油岩系相互联系的桥梁,不整合上下分布类型众多的圈闭构造,导致古生代克拉通盆地油气主要沿不整合分布。同时,也认识到不整合可能产生的巨大破坏作用(汤良杰,1996)。

(5)反转构造样式:反转构造研究近年来取得很大进展,在中国主要含油气盆地都存在反转构造(陈昭年等,1995;汤良杰,1996;谢晓安等,1998)。反转构造的形成与地球动力学背景的转变或区域构造应力场的变化有关,因此也属于叠合盆地中的重要变形样式之一,不同类型盆地的叠加导致盆地构造样式的多样化和构造组合复杂化,可以形成重要的油气圈闭样式。

### 3 展望

20 世纪中国含油气盆地构造研究从零开始,从

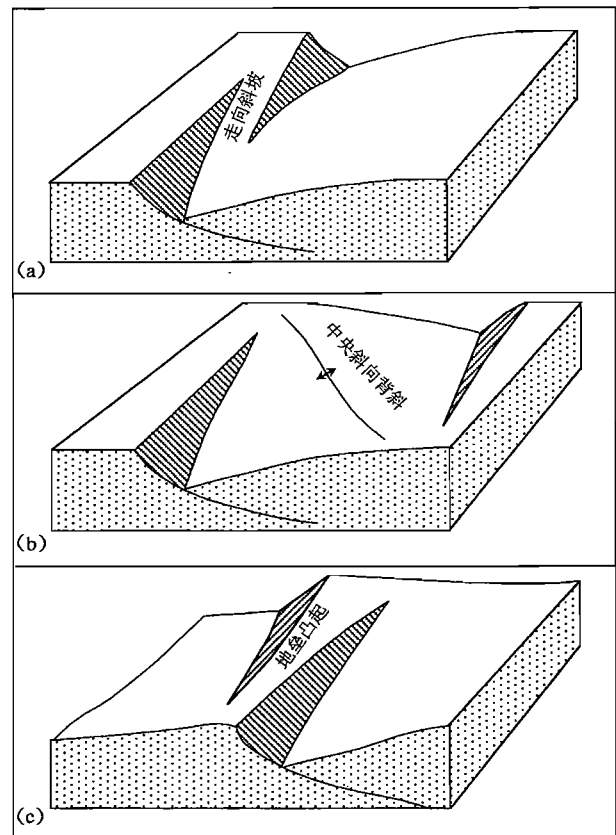


图 4 伸展区变换带构造示意图(据陆克政等,1997)

Fig. 4 Sketch map of the transfer zone in the extensional region (after Lu et al., 1997)

(a)—变换带为走向斜坡;(b)—变换带为中央斜向背斜;  
(c)—变换带为地垒凸起

(a)—Strike slop of the transfer zone; (b)—central oblique anticline of the teansfer zone;  
(c)—horse uplift of the transfer zone



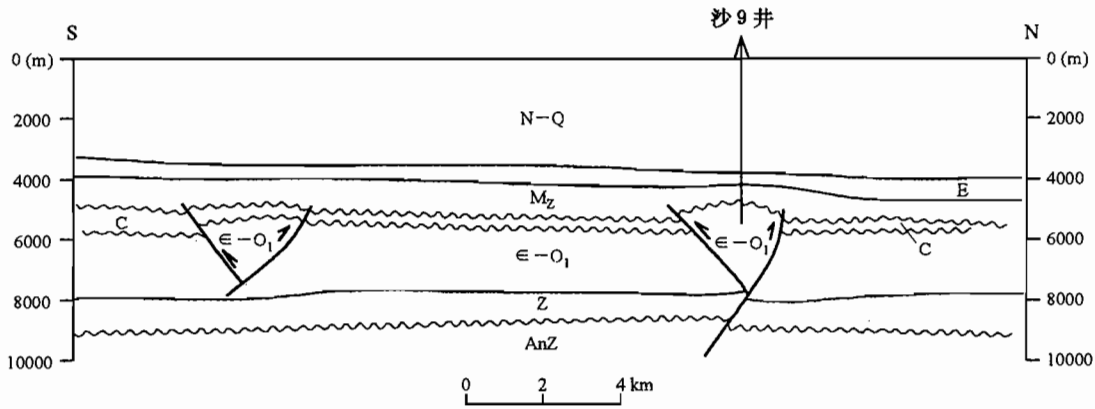


图5 挤压断块潜山和顶薄翼厚披覆背斜横剖面示意图(据汤良杰,1996)

Fig. 5 Sketch map of compressional fault-block buried-hills and drape anticlines (after Tang, 1995)

无到有,取得了一系列重大进展,这些进展主要取决于以下三方面因素:一是与社会需求密切相关,在我国能源结构中,石油天然气所占比重远远小于煤炭,油气需求缺口逐年增大,随着社会发展对油气需求的增大,需要不断促进油气工业的发展,增加对油气勘探的投入,也促进了盆地构造的研究;二是盆地构造基础理论研究取得进展,如从简单的盆地形态描述性分类发展到地球动力学过程分析,大地构造理论有效地解释了盆地形成和分布规律,构造样式分析有效地预测圈闭和油气藏类型;三是油气勘探技术的发展,经历了由地表到地下,由浅层到深层勘探的过程,对盆地地质构造的研究已从单纯的地面地质调查发展到完全依赖于有效的各种勘探技术,在广袤的沙漠、山地、黄土塬和无际的海洋进行石油勘探更是如此。

在盆地构造分析中,还必须看到不足和局限性(吴正文,1992),一是创新不够,在中国独特的地域和独特的构造环境中,还缺乏我国独创、同时又得到国内外普遍认同的盆地构造理论、概念和模式;二是缺乏总体研究计划和必要的经费保证,低水平重复性研究多,目标繁杂,难以开展全球性或大区域对比研究;三是技术方法和实验手段薄弱,描述性分析多,提出的假说、模式和概念得不到实验和探测数据的支持,限制了理论和方法的创新;四是思维定式,在强调与国际接轨过程中,盲从国外所谓的经典模式和概念。

针对存在的不足和中国油气盆地的独特特征,21世纪初叶盆地构造研究将会进一步发展,重点研究领域将主要集中在以下几个方面:

(1)叠合盆地形成演化的地球动力学过程和原型盆地恢复的方法技术:新的世纪叠合盆地研究将越来越受到重视,叠合盆地油气勘探理论也将逐渐形成,重点研究内容包括叠合盆地在不同演化阶段盆地原型及沉积相带的恢复,叠合盆地关键构造变革期的确定及其对盆地转型的影响,叠合盆地多层次变形的叠加和改造以及叠合盆地古构造应力场分析等。

(2)盆-山耦合和深-浅部耦合研究:根据盆地和造山带构造、层序、石油地质基础研究和大陆岩石圈结构构造探测,揭示盆山耦合过程和动力学特征对成盆、成烃和成藏的影响。对盆地和造山带大陆岩石圈结构和动力学特征进行综合解释,获得深部岩石圈结构的展布状态,最后建立盆山耦合的地球动力学模型。

(3)盆地中各级各类构造的三维精细描述和盆地构造模拟技术:地质、地球物理和计算机技术的发展,将进一步拓展油气勘探领域,在现今地球物理技术探测的盲区将会得到清晰的三维构造图像,盆地三维定量模拟技术水平的提高将会大大提高勘探成功率和勘探效益。

(4)随着国家对天然气这一洁净能源需求的增加,对天然气圈闭的构造特征特别是与盐(膏)有关的构造特征将会引起重视和深入研究,并将建立含气盆地构造模式,从而促进天然气勘探的快速发展。

任纪舜院士、刘和甫教授、钱祥麟教授、吴正文教授、石宝珩教授、孙肇才教授、陆克政教授和葛肖虹教授等提出宝贵修改意见,一并致以深切谢意。

## 注 释

- ① 孙肇才. 2000. 中国中西部中生代前陆类盆地及其含油性. 中国构造地质学发展的回顾与展望学术讨论会.

## 参 考 文 献

- 陈发景, 汪新文. 1996. 含油气盆地地球动力学模式. 地质论评, 42(4): 304~310.
- 陈国达. 1982. 中生代构造研究现状. 构造地质学进展. 北京: 科学出版社, 104~112.
- 陈昭年, 陈发景. 1995. 反转构造与油气圈闭. 地学前缘, 2(3~4): 96~102.
- 崔作舟, 李秋生, 吴朝东, 等. 1995. 格尔木—额济纳旗地质断面的地壳结构与深部构造. 地球物理学报, 38(增刊): 15~28.
- 冯建辉, 吕延仓, 谭试典. 2000. 中国石油构造样式. 北京: 石油工业出版社, 1~168.
- 高名修. 1983. 中国东部盆地系与美国西部盆地山脉构造对比及其成因机制探讨. 见: 朱夏主编. 中国中生代盆地构造和演化. 北京: 科学出版社, 65~77.
- 高锐, 成湘洲, 丁谦. 1995. 格尔木—额济纳旗地球动力学模型初探. 地球物理学报, 38(增刊): 3~14.
- 郭令智, 施央申, 马瑞士. 1983. 西太平洋中生代活动大陆边缘和岛弧构造的形成及演化. 地质学报, 57(1): 11~21.
- 郭石杰, 张志诚. 1998. 阿尔金盆地群构造类型与演化. 地质论评, 44(4): 357~364.
- 何登发, 董大忠, 吕修祥. 1996. 克拉通盆地分析. 北京: 石油工业出版社, 1~178.
- 胡朝元. 1982. 渤海湾盆地的形成机理与分布特点新议. 石油实验地质, 4(3): 161~167.
- 贾承造, 姚慧君, 魏国齐, 等. 1992. 塔里木盆地板块构造演化和主要构造单元地质构造特征. 见: 童晓光, 梁狄刚主编. 塔里木盆地油气勘探论文集. 乌鲁木齐: 新疆科技卫生出版社, 207~225.
- 贾承造, 魏国齐, 姚慧君, 等. 1996. 塔里木盆地构造演化与区域构造地质. 北京: 石油工业出版社, 1~174.
- 贾承造, 何登发, 雷振宇, 等. 2000. 前陆冲断带油气勘探. 北京: 石油工业出版社, 1~351.
- 康竹林, 翟光明. 1995. 中国的前陆盆地与油气聚集. 石油学报, 16(4): 1~8.
- 李春昱. 1981. 对亚洲地质构造发展的新认识. 中国及其邻区大地构造论文集. 北京: 地质出版社, 1~21.
- 李春昱, 汤耀庆. 1983. 亚洲古板块划分以及有关问题. 地质学报, 57(1): 1~10.
- 李德生. 1980. 渤海湾盆地构造特征. 石油学报, 1(1): 7~20.
- 李德生. 1982. 中国含油气盆地的构造类型. 石油学报, 3(3): 1~12.
- 李德生. 1985. 倾斜断块—潜山油气藏—拉张型断陷盆地内新的油气圈闭类型. 石油与天然气地质, 6(4): 386~401.
- 李培军, 夏邦栋. 1995. 走滑挤压盆地——以中晚三叠世下扬子沿江盆地为例. 地质科学, 30(2): 130~138.
- 李思田. 2000. 盆地动力学与能源资源——世纪之交的回顾与展望. 地学前缘, 7(3): 1~9.
- 刘池阳, 孙海山. 1999. 改造型盆地类型划分. 新疆石油地质, 20(2): 79~82.
- 刘光鼎. 1989. 中国海油气勘探的成就及其在理论上的发展. 石油与天然气地质, 10(3): 199~202.
- 刘光鼎. 1992. 中国海地球物理场和地球动力学特征. 地质学报, 66(4): 300~314.
- 刘光鼎. 1997. 试论残留盆地. 勘探家, 2(3): 1~4.
- 刘和甫, 吴振明, 汤良杰, 等. 1985. 亚洲大陆中、新生代裂谷系演化及构造分析. 国际交流地质学论文集. 北京: 地质出版社, 57~67.
- 刘和甫. 1993. 沉积盆地地球动力学分类及构造样式分析. 地球科学, 18(6): 694~724.
- 刘和甫, 梁慧社, 蔡立国, 等. 1994. 川西龙门山冲断系构造样式与前陆盆地演化. 地质学报, 68(2): 101~118.
- 刘和甫. 1995. 前陆盆地类型及褶皱—冲断层样式. 地学前缘, 2(3): 59~68.
- 刘善印, 钟大赉, 吴根耀. 1998. 滇西南景谷—镇沅地区早第三纪陆—陆碰撞期走滑挤压盆地. 地质科学, 33(1): 1~8.
- 卢华复, 贾东, 陈楚铭, 等. 1999. 库车新生代构造性质和变形时间. 地学前缘, 6(4): 215~221.
- 卢华复, 陈楚铭, 刘志宏, 等. 2000. 库车再生前陆逆冲带的构造特征与成因. 石油学报, 21(3): 18~24.
- 陆克政, 漆家福, 戴俊生, 等. 1997. 渤海湾新生代含油气盆地构造模式. 北京: 地质出版社, 1~251.
- 吕华. 1992. 中国石油天然气的勘查与发现. 北京: 地质出版社, 1~427.
- 罗志立, 童崇光. 1989. 板块构造与中国含油气盆地. 武汉: 中国地质大学出版社, 1~112.
- 马杏垣. 1982. 重力构造概述. 构造地质学进展. 北京: 科学出版社, 61~68.
- 马杏垣, 刘和甫, 王维襄, 等. 1983. 中国东部中生代裂陷作用和伸展构造. 地质学报, 57(1): 22~32.
- 马杏垣. 1989. 中国岩石圈动力学地图集. 北京: 中国地图出版社.
- 马杏垣, 刘昌铨, 刘国栋. 1991. 江苏响水至内蒙古满都拉地质断面. 地质学报, 65(3): 199~215.
- 马宗晋, 杜品仁. 1995. 现今地壳运动问题. 北京: 地质出版社, 1~151.
- 漆家福, 张一伟, 陆克政, 等. 1995. 渤海湾新生代裂陷盆地的伸展模式及其动力学过程. 石油实验地质, 17(4): 316~323.
- 钱祥麟. 1994. 大陆岩石圈板内地壳增厚的构造演化基本模式. 见: 钱祥麟主编. 伸展构造研究. 北京: 地质出版社, 32~35.
- 邱中建, 龚再升. 1999. 中国油气勘探(第一卷): 总论. 北京: 石油工业出版社, 地质出版社, 1~194.
- 曲国胜, 陈杰, 陈新安, 等. 1998. 西昆仑—帕米尔造山带及其北缘前陆盆地内变形构造. 地质论评, 44(4): 419~429.
- 邵学钟, 张家茹, 范会吉. 1996. 塔里木盆地地壳演化深部构造的地震转换波探测和研究. 见: 童晓光, 梁狄刚, 贾承造主编. 塔里木盆地石油地质研究新进展. 北京: 科学出版社, 139~149.
- 宋仲和, 安昌强, 陈国英, 等. 1991. 中国西部三维速度结构及其各向异性. 地球物理学报, 34(6): 694~707.
- 汤良杰. 1996. 塔里木盆地演化和构造样式. 北京: 地质出版社, 1~136.
- 田在艺. 1983. 中国石油地质构造特征及油气远景评价. 石油学报, 4(1): 1~10.
- 田在艺, 韩屏. 1990. 渤海湾断陷盆地拉张量分析与油气潜力. 石油学报, 11(2): 1~12.
- 王鸿祯. 1982. 历史大地构造学及其研究方法. 构造地质学进展. 北京: 科学出版社, 42~50.
- 王鸿祯, 刘本培, 李思田. 1990. 中国及邻区大地构造划分和构造发展阶段. 见: 王鸿祯, 杨森楠, 刘本培主编. 中国及邻区构造古地理和生物古地理. 武汉: 中国地质大学出版社, 3~34.
- 王燮培, 费琪, 张家骅. 1990. 石油勘探构造分析. 武汉: 中国地质大学出版社, 1~274.
- 吴庆福. 1985. 论克—夏推覆体的形成机制. 石油学报, 6(3): 29~34.



- 吴庆福. 1987. 试论生长逆断层带的活动及其油气勘探问题. 石油与天然气地质, 8(2): 119~125.
- 吴正文. 1992. 中国构造地质学研究在过去十年中的主要进展和对今后的展望. 八十年代中国地质科学. 北京: 北京科技出版社, 18~25.
- 武守诚. 1988. 中国板块演化与油气盆地. 石油实验地质, 10(3): 197~212; 10(4): 325~333.
- 夏邦栋, 李培军, 尚彦军, 等. 1994. 下扬子区中生代走滑活动带初析. 石油与天然气地质, 15(3): 193~200.
- 谢晓安, 胡素云, 卢华夏. 1998. 探讨塔里木盆地巴楚隆起的正反转构造. 地质论评, 44(1): 1~6.
- 徐嘉炜. 1995. 论走滑断层作用的几个问题. 地学前缘, 2(1~2): 125~136.
- 阎敦实, 王尚文, 唐智. 1980. 渤海湾含油气盆地断块活动与古潜山油气田的形成. 石油学报, 1(2): 1~10.
- 翟光明. 1996. 中国石油地质志(卷一): 总论. 北京: 石油工业出版社.
- 张伯声, 王战. 1982. 镶嵌构造波浪运动说. 构造地质学进展. 北京: 科学出版社, 26~33.
- 张光亚, 高世霞. 1995. 克拉通内盆地研究中的几个重要问题. 地学前缘, 2(3~4): 89~95.
- 张恺. 1995. 中国大陆板块构造与含油气盆地评价. 北京: 石油工业出版社, 1~307.
- 张文佑, 钟嘉猷. 1982. 介绍断裂与断块大地构造学说的理论发展与实际意义. 构造地质学进展. 北京: 科学出版社, 12~25.
- 张一伟, 陈发景, 陆克政, 等. 1996. 中国含气(油)盆地的构造格架和成因类型. 中国科学(D辑), 26(6): 493~498.
- 赵文智, 许大中, 张朝军, 等. 1998. 库车坳陷构造变形层序划分及在油气勘探中的意义. 石油学报, 19(3): 1~5.
- 庄培仁, 徐成彦, 吕新媛, 等. 1985. 华北盆地(北部)中、新生代构造应力场及盆地形成发展机制分析. 石油实验地质, 7(3): 200~211.
- 朱夏. 1983. 试论古全球构造与古生代油气盆地. 石油与天然气地质, 4(1): 1~33.
- 朱夏, 陈焕疆, 孙肇才, 等. 1983. 中国中、新生代构造与含油气盆地. 地质学报, 57(3): 235~242.
- Sinica, 38(Sup.): 3~14 (in Chinese with English abstract).
- Guo Lingzhi, Shi Yangshen, Ma Ruishi. 1983. On the formation and evolution of the Meso-Cenozoic active continental margin and island-arc tectonics of the western Pacific Ocean. Acta Geologica Sinica, 57(1): 11~21 (in Chinese with English abstract).
- Guo Zhaojie, Zhang Zhicheng. 1998. Structural style and tectonic evolution of the basins in the Alana region. Geological Review, 44(4): 357~364 (in Chinese with English abstract).
- He Dengfa, Dong Dazhong, Lu Xiuxiang. 1996. Cratonic basin analysis. Beijing: Petroleum Industry Press, 1~178 (in Chinese).
- Hu Zhaoyuan. 1982. Geodynamic environment of Bohai Bay Basin and its oil occurrence. Experimental Petroleum Geology, 4(3): 161~167 (in Chinese with English abstract).
- Jia Chengzao, Yao Huijun, Wei Guoqi, et al. 1992. Plate tectonic evolution and geological-structural features of the main tectonic units of Tarim basin. In: Tong Xiaoguang, Liang Digang, eds. Collected Works of Petroleum Exploration of Tarim Basin. Urumqi: Xinjiang Science Technology and Hygiene Publishing House, 207~225 (in Chinese).
- Jia Chengzao, Wei Gouqi, Yao Huijun, et al. 1996. Tectonic evolution and regional structural geology of Tarim basin. Beijing: Petroleum Industry Press, 1~174 (in Chinese).
- Jia Chengzao, He Dengfa, Lei Zhenyu, et al. 2000. Hydrocarbon exploration of foreland thrust belts. Beijing: Petroleum Industry Press, 1~351 (in Chinese).
- Kang Zhulin, Zhai Guangming. 1995. Foreland basins and their hydrocarbon potential in China. Acta Petrolei Sinica, 16(4): 1~8 (in Chinese with English abstract).
- Li Chunyu. 1981. A new understanding of the tectonic evolution of Asia. In: Huang T K, Lee C Y, eds. Contributions to the Tectonic of China and Adjacent Regions. Binjing: Geological Publishing House, 1~21 (in Chinese).
- Li Chunyu, Tang Yaoqing. 1983. Some problems on subdivision of palaeo-plates in Asia. Acta Geologica Sinica, 57(1): 1~10 (in Chinese with English abstract).
- Li Desheng. 1980. Geology and structural characteristics of Bohai Bay, China. Acta Petrolei Sinica, 1(1): 7~20 (in Chinese with English abstract).
- Li Desheng. 1982. Tectonic types of oil and gas basins in China. Acta Petrolei Sinica, 3(3): 1~12 (in Chinese with English abstract).
- Li Desheng. 1985. Tilted fault block-buried hill traps—A new type of oil/gas traps in rift-related tensional basins. Oil and Gas Geology, 6(4): 386~401 (in Chinese with English abstract).
- Li Peijun, Xia Bangdong. 1995. Transpressional basin—a case study of Mid-Late Triassic basin around Yangtze River, Lower Yangtze. Scientia Geologica Sinica, 30(2): 130~138 (in Chinese with English abstract).
- Li Sitian. 2000. The dynamics of sedimentary basins and every resources—retrospective and prospects at the turn of the century. Earth Science Frontiers, 7(3): 1~9 (in Chinese with English abstract).
- Liu Chiyang, Sun Haishan. 1999. Classification of reformed basin. Xinjiang Petroleum Geology, 20(2): 79~82 (in Chinese with English abstract).
- Liu Guangding. 1989. Achievements of hydrocarbon exploration in China's Sea area and its development in theory. Oil and Gas Geology, 10(3): 199~202 (in Chinese with English abstract).

## References

- Chen Fajing, Wang Xinwen. 1996. The geodynamic models of petroleum-bearing basins. Geological Review, 42(4): 304~310 (in Chinese with English abstract).
- Chen Guoda. 1982. Current Situation of the Meso-Cenozoic tectonic research. Development of Structural Geology. Beijing: Science Press, 104~112 (in Chinese).
- Chen Zhaonian, Chen Fajing. 1995. Inversion structures and relationship to traps of oil and gas. Earth Science Frontiers, 2(3~4): 96~102 (in Chinese with English abstract).
- Cui Zuozhou, Li Qiusheng, Wu Chaodong, et al. 1995. The crest structure and deep tectonic of geology fault-section from Germu to Ejinaqi. Acta Geophysica Sinica, 38(sup.): 15~28 (in Chinese with English abstract).
- Feng Jianhui, Lu Yancang, Tan Shidian. 2000. Petroleum Structural Styles. Beijing: Petroleum Industry Press, 1~168 (in Chinese).
- Gao Mingxiu. 1983. A correlation and origin between basins in eastern China and basin-range structures in western U. S. A. In: Zhu Xia, ed. Tectonics and Evolution of Meso-Cenozoic Basins in China. Beijing: Science Press, 65~77 (in Chinese).
- Gao Rui, Cheng Xiangzhou, Ding Qian. 1995. The pilot study of the Earth dynamic models in Germu-Erginaqi. Acta Geophysica

- Liu Guangding. 1992. Features of geophysical fields and geodynamics of the sea areas of China. *Acta Geologica Sinica*, 66(4): 300~314 (in Chinese with English abstract).
- Liu Guangding. 1997. Discussion of the remnant basin. *Petroleum Explorationist*, 2(3): 1~4 (in Chinese with English abstract).
- Liu Hefu, Wu Zhenming, Tang Liangjie, et al. 1985. Evolution and structural analysis of Mesozoic and Cenozoic continental rift systems in Asia. *Scientific Papers on Geology for International Exchange*. Beijing: Geological Publishing House, 57~67 (in Chinese).
- Liu Hefu. 1993. Dynamic classification of sedimentary basins and their structural styles. *Earth Science*, 18(6): 694~724 (in Chinese with English abstract).
- Liu Hefu, Liang Huishe, Cai Liguang, et al. 1994. Structural styles of the Longmenshan thrust belt and evolution of the foreland basin in western Sichuan Province, China. *Acta Geologica Sinica*, 68(2): 101~118 (in Chinese with English abstract).
- Liu Hefu. 1995. Classification of foreland basins and fold thrust style. *Earth Science Frontiers*, 2(3): 59~68 (in Chinese with English abstract).
- Liu Shanyin, Zhong Dalai, Wu Genyao. 1998. Jinggu - Zhenyuan transpressional basin during continent-continent collision of Early Tertiary in southeast Yunnan, China. *Scientia Geologica Sinica*, 33(1): 1~8 (in Chinese with English abstract).
- Lu Huaifu, Howell D G, Jia Dong, et al. 1994. Kulpin transpression tectonics, northwestern Tarim basin, western China. *International Geology Review*, 36: 975~981.
- Lu Huaifu, Jia Dong, Chen Chuming, et al. 1999. Nature and timing of the KUQA Cenozoic structures. *Earth Science Frontiers*, 6(4): 215~221 (in Chinese with English abstract).
- Lu Huaifu, Chen Chuming, Liu Zhihong, et al. 2000. The structural features and origin of the KUQA rejuvenation foreland thrust belt. *Acta Petroli Sinica*, 21(3): 18~24 (in Chinese).
- Lu Kezheng, Qi Jiafu, Dai Junsheng, et al. 1997. Tectonic model of Cenozoic petroliferous basin of Bohai Bay province. Beijing: Geological Publishing House, 1~251 (in Chinese).
- Lu Hua. 1992. Oil-gas exploration and discovery in China. Beijing: Geological Publishing House, 1~427 (in Chinese).
- Luo Zhili, Tong Chongguang. 1989. Plate tectonics and petroliferous basins of China. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1~112 (in Chinese).
- Ma Xingyuan. 1982. An outline on gravity tectonics. *Development of Structural Geology*. Beijing: Science Press, 61~68 (in Chinese).
- Ma Xingyuan, Liu Hefu, Wang Weixiang, et al. 1983. Meso - Cenozoic taphrogeny and extensional tectonics in eastern China. *Acta Geologica Sinica*, 57(1): 22~32 (in Chinese with English abstract).
- Ma Xingyuan. 1989. Lithospheric dynamics atlas of China. Beijing: China Cartographic Publishing House (in Chinese).
- Ma Xingyuan, Liu Changquan, Liu Guodong. 1991. Xiangshui (Jiangsu Province), to Mandal (Nei Monggol) geosciences transect. *Acta Geologica Sinica*, 65(3): 199~215 (in Chinese with English abstract).
- Ma Zongjin, Du Pinren. 1995. The problems on recent crustal movement. Beijing: Geological Publishing House, 1~151 (in Chinese).
- Qi Jiafu, Zhang Yiwei, Lu Kezheng, et al. 1995. Extensional pattern and dynamic process of the Cenozoic rifting basin in the Bohai Bay. *Experimental Petroleum Geology*, 17(4): 316~323 (in Chinese with English abstract).
- Qian Xianglin. 1994. Fundamental model of tectonic evolution of intra-plate crust thickening in continental lithosphere. In: Qian Xianglin, ed. *A study on extensional tectonics*. Beijing: Geological Publishing House, 32~35 (in Chinese).
- Qiu Zhongjian, Gong Zaisheng. 1999. *Petroleum exploration in China, Vol. 1, General*. Beijing: Petroleum Industry Press, Geological Publishing House, 1~194 (in Chinese).
- Qu Guosheng, Chen Jie, Chen Xin'an, et al. 1998. Intra-plate deformation in the front of the west Kunlun - Pamir arcuate orogenic belt and the southwest Tarim foreland basin. *Geological Review*, 44(4): 419~429 (in Chinese with English abstract).
- Shao Xuezhong, Zhang Jiaru, Fan Huiji. 1996. Investigation of deep structures of Earth's crust in Tarim basin by method of converted waves of earthquakes. In: Tong Xiaoguang, Liang Digang, Jia Chengzao, eds. *The new development of the petroleum geology research in Tarim basin*. Beijing: Science Press, 139~149 (in Chinese).
- Song Zhonghe, An Changqiang, Chen Guoying, et al. 1991. Study on 3D velocity structure and anisotropy beneath the west China from the love wave dispersion. *Acta Geophysica Sinica*, 34(6): 694~707 (in Chinese with English abstract).
- Tang Liangjie. 1996. Tectonic evolution and structural styles of Tarim basin, northwest China. Beijing: Geological Publishing House, 1~136 (in Chinese).
- Tian Zaiyi. 1983. Characteristics of petroleum geological structures in China and evolution of their oil prospects. *Acta Petroli Sinica*, 4(1): 1~10 (in Chinese with English abstract).
- Tian Zaiyi, Han Ping. 1990. Extension analysis on the Bohai faulted basin and its hydrocarbon potentiality. *Acta Petroli Sinica*, 11(2): 1~12 (in Chinese with English abstract).
- Wang Hongzhen. 1982. *Historical geotectonics and research method. Development of Structural Geology*. Beijing: Science Press, 42~50 (in Chinese).
- Wang Hongzhen, Liu Benpei, Li Sitian. 1990. Geotectonic units and tectonic development of China and adjacent regions. In: Wang Hongzhen, Yang Sennan, Liu Benpei, eds. *Tectonopaleogeography and Palaeobiogeography of China and Adjacent Regions*. Wuhan: China University of Geosciences Press, 3~34 (in Chinese).
- Wang Xiepei, Fei Qi, Zhang Jiahua. 1990. Structural analysis of hydrocarbon exploration. Wuhan: China University of Geosciences Press, 1~274 (in Chinese).
- Wu Qingfu. 1985. On the mechanism of formation of the Klamayi - Xiazijie nappe. *Acta Petroli Sinica*, 6(3): 29~34 (in Chinese with English abstract).
- Wu Qingfu. 1987. A preliminary approach on growth thrust fault belts and their oil and gas exploration. *Oil and Gas Geology*, 8(2): 119~125 (in Chinese with English abstract).
- Wu Zhengwen. 1992. The main development of structural geology in the past 10 years in China and the future prospects. *Geological Science of China in the 1980s*. Beijing: Beijing Science Technology Publishing House, 18~25 (in Chinese).
- Wu Shoucheng. 1988. The evolution of Chinese plate and its petroliferous basin. *Experimental Petroleum Geology*, 10(3): 197~212; 10(4): 325~333 (in Chinese with English abstract).
- Xia Bangdong, Li Peijun, Shang Yanjun, et al. 1994. An approach to

- Mesozoic strike-slip active zone in Lower Yangzi region. *Experimental Petroleum Geology*, 15(3): 193~200 (in Chinese with English abstract).
- Xie Xiao'an, Hu Suyun, Lu Huafu. 1998. Positive inversion structure in the Bachu fault-uplift in the Tarim basin. *Geological Review*, 44(1): 1~6 (in Chinese with English abstract).
- Xu Jiawei. 1995. Some major problems on strike-slip faulting. *Earth Science Frontiers*, 2(1~2): 125~136 (in Chinese with English abstract).
- Yan Dunshi, Wang Shangwen, Tang Zhi. 1980. Bloch fault and formation of oil and gas fields associated with buried hills in Bohai Bay basin. *Acta Petrolei Sinica*, 1(2): 1~10 (in Chinese with English abstract).
- Zhai Guangming. 1996. *Petroleum Geology of China, Vol. 1, General*. Beijing: Petroleum Industry Press (in Chinese).
- Zhang Bosheng, Wang Zhan. 1982. Wavy mosaic structure hypothesis. *Development of Structural Geology*. Beijing: Science Press, 26~33 (in Chinese).
- Zhang Guangya, Gao Shixia. 1995. Some important problems on intra-cratonic basin study. *Earth Science Frontiers*, 2(3~4): 89~95 (in Chinese with English abstract).
- Zhang Kai. 1995. Plate tectonics and evaluation of petroliferous basins in China. Beijing: Petroleum Industry Press, 1~307 (in Chinese).
- Zhang Wenyong, Zhong Jiayou. 1982. An introduction on the theory development and practical significance of faults and fault-block geotectonics. *Development of Structural Geology*. Beijing: Science Press, 12~25 (in Chinese).
- Zhang Yiwei, Chen Fajing, Lu Kezheng, et al. 1996. Structural pattern and cause of deformation of petroleum-bearing basin. *Chinese Science (D)*, 26(6): 493~498 (in Chinese).
- Zhao Wenzhi, Xu Dazhong, Zhang Chaojun, et al. 1998. Division of structural deformed sequence in Kuqa depression and significance for oil and gas exploration. *Acta Petrolei Sinica*, 19(3): 1~5 (in Chinese with English abstract).
- Zhong Peiren, Xu Chengyan, Lu Xinyuan, et al. 1985. Cenozoic tectonic stress field of north China basin and mechanism of formation and development of basin. *Experimental Petroleum Geology*, 7(3): 200~211 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Xia. 1983. Notes on ancient global tectonics and Paleozoic petroliferous basins. *Oil and Gas Geology*, 4(1): 1~33 (in Chinese with English abstract).
- Zhu Xia, Chen Huanjiang, Sun Zhuocai, et al. 1983. The Mesozoic-Cenozoic tectonics and petroliferous basins of China. *Acta Geologica Sinica*, 57(3): 235~242 (in Chinese with English abstract).

## Main Progress and Prospects of the Structural Analysis of Petroliferous Basins in China

TANG Liangjie<sup>1,2)</sup>, JIN Zhijun<sup>1,2)</sup>, QI Jiafu<sup>1,3)</sup>, LU Huafu<sup>4)</sup>

1) *Key Laboratory of Hydrocarbon Accumulation, Ministry of Education, Beijing, 102249*

2) *Basin and Reservoir Research Center, Petroleum University, Beijing, 102249*

3) *Department of Earth Sciences, Petroleum University, Beijing, 102249*

4) *Department of Earth Sciences, Nanjing University, Nanjing, 210093*

### Abstract

Main progress in basin structural analysis in China is briefly summarized in this paper. The regional tectonic theory, especially plate tectonics, plays an important role in the study of basin structure. The relationship of upper mantle, earth's crust, basement and cover is revealed by various geophysical methods. Different basin types are formed by different geodynamic systems. Cenozoic extensional basins are dominant in eastern China. Meso-Cenozoic foreland basins mainly occurred in western China. Strike-slip basins have a bearing upon large-scale wrench fault belts, such as the Tan-Lu and Altun faults. The evolution of the Paleozoic intra-cratonic marine basins is attributed to polycyclic extension, subduction and collision. Superimposed basins are characterized by the complex evolution process in the geological history. The analysis of structural styles is related to the discovery of oil-gas traps. It is indicated that the main structural styles include extensional, compressional, strike-slip, inversion tectonics and buried hills-drape anticline assemblage. Fault belts and unconformities are important elements controlling hydrocarbon migration and accumulation. As looking into the basin structural analysis of the 21st century in China, attention should be paid to the following aspects: (1) analysis on geodynamic process of formation and evolution of superimposed basins. (2) basin-mountain coupling and depth-shallow (upper mantle-crust-cover) coupling; (3) 3-D basin structural description and basin modeling techniques; and (4) analysis of salt tectonics and gas traps.

**Key words:** petroliferous basin; structural analysis; retrospect; development; prospect