

# 吐-哈盆地大地构造环境分析 ——兼论大陆板内盆地与造山带的成因关系

陶明信

(中国科学院兰州地质研究所, 气体地球化学国家重点实验室 兰州 730000)

**提 要** 学术界普遍认为吐-哈盆地为板块碰撞作用所形成的压(扭)性盆地。本文研究发现,吐-哈盆地在沉积演化、构造变形、盆地结构、地球物理场及其所反映的壳幔结构等方面都与中国东部张性伸展盆地具有相似的特征;盆地自晚二叠世发育起,经历了两次(P<sub>2</sub>-J, K-R)持续稳定而漫长的伸(扩)展演化,其间在侏罗纪末期和第四纪早期,盆地伸展与沉积受到两次短暂挤压作用的遏制而中断,同时改造了盆地长期形成的伸展构造。盆地伸展是由于“地幔底辟”作用,而两次挤压作用(火焰山运动和西域运动)则是由于盆地伸展,使其南、北邻区遭受挤压变形而长期积累应力,以至于在短时间内发生断裂作用并释放应力而反作用于盆地的结果。从而本文提出吐-哈盆地为张性伸展盆地这一新的观点;结合有关模拟实验结果,同时提出“地幔底辟—盆地伸展—两侧挤压变形与应力积累—应力释放—伸展与沉积中断”的大陆板内地球动力学与运动学模式。

**关键词** 伸展盆地 造山带 地幔底辟 挤压改造 构造反转

**第一作者简介** 陶明信 男 41岁 博士 研究员 构造地质与气体地球化学

## 1 研究现状与存在问题

吐-哈盆地位于东天山山脉之间,其北侧为博格达—哈尔里克造山带,南侧为觉罗塔克造山带,以近东西向延伸,长约700km,宽60~80km,面积约50000km<sup>2</sup>,为一从古生代末开始发育的中、新生代陆相盆地。

传统地质学理论将吐-哈盆地笼统地划归为“山间盆地”;其后包括板块构造理论在内的各有关大地构造学派普遍认为,包括吐-哈盆地在内的中国西北区各大沉积盆地均为压性或压扭性而完全不同于中国东部的裂谷型张性伸展盆地<sup>(1,2)</sup>。在近年伴随油气勘探工作而日益增多的各种文献资料中,仍普遍认为吐-哈盆地为压性或压扭性盆地,个别文献在此前提下简单提及在盆地形成早期曾经历过一段张性扩展阶段;绝大多数文献将其动力学原因归结为印度板块的碰撞作用,少数文献涉及到该区古生代以来的板块构造问题,认为“从盆地的构造骨架看,中生代以来,处在强烈的挤压条件下<sup>(3,4)①②</sup>。例如《新疆吐鲁番—哈密聚煤盆地形成演化及聚煤规律》注意到吐-哈盆地早期的“超覆扩展”,并提出“在以挤压为主情况下,在挤压和挤压间歇交替的应力场中,基底断块差异活动引起超覆扩展”进行解释。该文还

① 王昌桂,冷胜荣,龙道江,1993,吐鲁番—哈密盆地侏罗系油气勘探远景,石油地质,9(1):1~16。

② 吴涛,袁明生,王武和,1992,吐-哈盆地构造演化与油气聚集。石油地质,9(2):165~174。

强调指出,“(学术界)有关吐-哈盆地的形成演化机制的认识不外两种,①以挤压应力为主的前陆式挠曲盆地;②挤压、拉张双重力学性质控制的盆地。必须说明,以上两种看法是不同学者的口头认识或是在论述包括吐-哈盆地在内的大区域构造演化时笼统谈及的。截止目前,还未见有关吐-哈盆地形成演化机制和盆地类型的专题文献报导<sup>[5]</sup>。

综上所述,学术界普遍认为吐-哈盆地在中、新生代处于以挤压为主的构造环境中,即所谓的压性或压扭性盆地。

若将目光从吐-哈盆地扩展到其南、北造山带时,就会发现以紧密、强烈压扁乃至倒转的线性褶皱和密集的逆(冲)断层为主体的构造变形,清楚显示出造山带受近南北向强烈挤压的动力学特征。但是,这种南北向挤压的具体方式与细节,特别是吐-哈盆地及其南、北造山带三者 in 动力学和运动学方面的关系如何?即三者同时同处于南北向的挤压动力环境中,或南、北造山带分别受到南北向挤压?如果三者在中、新生代同处于南北向的强烈挤压作用之下,那么夹于中间的吐-哈地块为什么没有隆起成山,反而在沉降背景上沉积盆地范围持续扩展?盆内时代新而塑性强度高的沉积盖层为什么没有发生像邻区造山带那样紧闭而密集的褶皱等代表强烈塑性变形的构造形迹?而是代表变形较弱的宽缓的短轴褶皱,在构造样式及其所反映的应力场强度方面与后者截然不同;如果南、北造山带在中、新生代相同时期分别受到南北向挤压,则处于其间的吐-哈盆地显然就不一定也处于挤压环境之中,而恰恰相反,可能处于伸展状态的张性构造环境之中。

再则,吐-哈地块至少在其南、北(可能也包括吐-哈盆地基底)海槽自古生代末碰撞关闭而其南北邻区焊接为一体后,共同组合形成新的板块而变为板内构造的一部分。

在大陆板内构造中,造山带(正向构造)和沉积盆地(负向构造)是两种最基本的构造单元和类型,是相辅相成、相互依存而对立发展的板内构造系统的两个方面。所以,要研究、认识盆地的构造环境,特别是其动力学与运动学特征,就不能不考察、了解其相邻造山带的构造特征、二者之间的相互作用与约束关系。反之亦然。

本文着重讨论吐-哈盆地的构造环境问题。但需强调说明:本文只讨论中、新生代板内构造环境问题,而不涉及盆地形成前的板缘构造环境问题。

## 2 盆地地质与地球物理场特征及其伸展作用分析

### 2.1 沉积演化特征:

从沉积特征看,吐-哈盆地盖层底部( $P_2$ )发育一套磨拉石建造,代表盆地开始发育的断陷或山前快速堆积。在持续扩展的背景上,盆地经过晚二叠至三叠纪间小的波动后继续发展,在中侏罗世沉积范围至少扩展到目前南、北两山体所占据的部分空间范围,形成了广泛分布的煤系地层。约从晚侏罗世起,盆地扩展作用减弱、沉积范围逐渐缩小,沉积物变粗,表明地形反差加大、搬运距离缩短;从白垩纪中前期起,盆地沉积范围又开始持续增大而进入新一轮扩展期,约到中新世达到一个较大的范围后,盆地扩展速度变慢以至第三纪末盆地沉积范围显著缩小<sup>[4,5]</sup>(图1)。

以上特征表明,吐-哈盆地的演化在中、新生代总体上以持续稳定的扩展为主,其间在侏罗纪末和第三纪末发生两次较短暂的盆地萎缩期,从而构成以两次扩展旋回为主体的盆地演化史(图1)。

## 2.2 构造变形与盆地结构特征

**断裂变形特征:**多表现为逆断层形式而具有压性特征,但多数断面上陡下缓而呈犁式断层,少数还组成花状构造,断距一般具有自上往下增大而显示长期继承性活动的特点<sup>①</sup>。犁(铲)式(正)断层是伸展构造的主要表现形式,花状构造则被认为还与剪切走滑作用有关。这两种断裂构造在中国东部裂谷型伸展盆地中最为发育<sup>(6,7)②</sup>。故可以认为,这种犁式断层之所以表现为逆断层,是由于后期挤压活动改造的结果。在造山带山前地带发育的逆断层,也并非都向盆内逆冲,还可见到自盆内向老山方向逆冲的断裂系(图2),直接反映出盆地向南、北两侧伸展而在山前受阻而形成逆断层带的运动学与动力学特征。这种构造组合及其性质已为模拟实验所证实(后述)<sup>(8)</sup>。

**盆地结构特征:**吐-哈盆地在晚二叠世到三叠纪的沉降与沉积中心偏南而为南深北浅的箕状盆地。进入侏罗纪后,逐渐演变为北深南浅、北断南超而北陡南缓的箕状盆地<sup>②</sup>(图3)。由此可知,吐-哈盆地在整个演化史上,其结构以箕状(有可能为半地堑式)为特征。而此种箕状结构正是中国东部裂谷型伸展盆地的典型结构,也是张性伸展盆地的主要标志之一<sup>(6,7,8)</sup>。

## 2.3 地球物理场与壳幔结构特征

**磁场特征:**吐-哈盆地磁场分布明显呈区域性正异常,并在鄯善南和哈密西南形成两个局部高值区,且随延拓高度的增加,升高背景愈加清楚(图4)。原平面磁场图是自地表至居里面之间物质的综合反映,随磁场向上延拓高度的增加,浅部物质的磁场特点逐渐模糊消失而主要反映深部物质的磁场特点<sup>(9)</sup>。中国东部的一系列伸展性含油气盆地的磁场一般都显示局部正异常,反映了上地幔顶部与结晶基底的局部隆起及变化的制约<sup>(10)</sup>,这已得到多方面研究与资料的证实。吐-哈盆地的这种磁场正异常也应同样反映其深部壳幔的局部隆起。

**重力场特征:**在布格重力异常图上,天山地区的布格重力值具有东高(-100毫伽)西低(-300毫伽)的分布特点,而位于东天山区内的吐-哈盆地也具有相对高的异常值,且在哈密西南形成一个-125毫伽的长轴近纬向的椭圆形重力高<sup>(11)</sup>。东部伸展盆地及其油气田如大庆、辽河盆地多位于区域重力高部位。一般

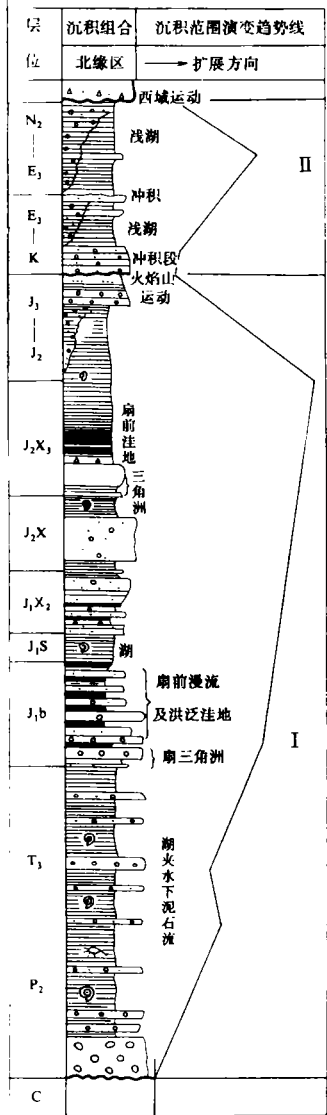


图1 吐-哈盆地沉积扩展旋回演化示意图

I. 早期扩展旋回 I. 晚期扩展旋回  
I. early spreading cycle.  
II. late spreading cycle.

Fig. 1 Schematic diagram of Sedimentary Spreading cycle of Turpan-Hami Basin

① 袁明生等,1993,吐-哈盆地成油地质条件及油气富集规律。石油地质,9(1):17~27。

② 陶明信,1992,中国含油气盆地与气田形成条件。博士学位课程论文。

古潜山造成局部重力高,而较大范围的重力高被认为是由于地幔物质上拱地壳减薄而引起的<sup>[10]</sup>。

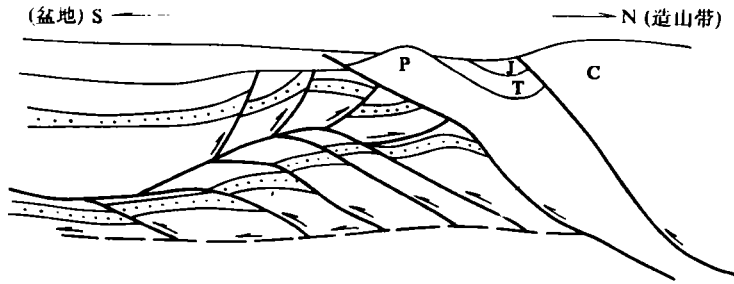


图2 吐-哈盆地与博格达造山带之间两种相反逆冲方向的断裂组合

(照壁山、红旗坎地区,据吴涛等,1993)

Fig. 2 The fault Combination between Turpan—Hami Basin and Tianshan Orogenic Belt.

地壳厚度与壳幔结构特征:整个天山地区的地壳厚度呈西厚东薄的特点,从西部 55~56km,向东渐变为 52~50km,至吐鲁番、哈密一带减至 45km,并在哈密西南一带形成一地壳等厚线为 42km 的地幔隆起区<sup>[11,12]</sup>。故吐-哈盆地地壳厚度相对邻区明显减薄而地幔凸起,莫霍面与地形呈镜像反映。

从以上磁场与重力正异常分布特点和地壳相对减薄的特征分析,吐-哈盆地深部地幔相对隆起。这应是吐-哈盆地形成的深部构造背景,而且与东部伸展盆地的壳幔结构性质相同,只是地壳的减薄程度低于东部盆地。

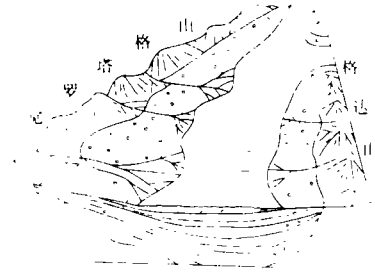


图3 吐-哈盆地箕状结构示意图

(据吴涛等,1993)

Fig. 3 Schematic dustpan—like texture of Turpan-Hami Basin

### 3 盆地伸展与南、北造山作用的时空分布

如前所述,吐-哈盆地自晚二叠世发育并进入较稳定而持续的扩(伸)展演化期,到中侏罗世盆地达最大范围后,伸展作用减弱而盆地扩展速度变慢以至盆地在晚侏罗世开始逐渐缩小乃至沉积中断,并造成了盆地上侏罗统喀拉扎组与下白垩统三十里大墩组之间的区域性角度不整合面,所代表的构造运动在盆内被称为火焰山运动<sup>[13]</sup>(图 1)。

火焰山运动之后,盆地演化又开始了新一轮扩(伸)展期,到第三纪中、后期又达到一个新的鼎盛期之后,如前一旋回,又表现为伸展作用减弱与沉积范围退缩,并在早、中更新统之间形成区域性角度不整合。这次运动波及范围极广而被称为西域运动<sup>[13]</sup>(图 1)。

纵观吐-哈盆地的整个构造演化史,主要为两次长期持续而稳定的扩(伸)展旋回。在构造上为深部地壳的拉伸减薄、近地表形成犁式伸展断层,伴随断块的掀斜与断陷;表现在沉积上则是盆地沉积范围扩大、沉积物粒度变细。而火焰山和西域构造运动则造成沉积层的褶皱、正断层的逆转以及地形抬升,伸展作用被抑制而沉积中断。显然,这两次运动的性质与伸展作用截然相反而为压性或压扭性,但其强度远低于邻区造山带的挤压强度。

从两种不同性质构造作用的时空演化特征看,伸展作用历时漫长而挤压作用短暂;从伸展活动开始并经过漫长的持续发展而最终以挤压活动告终,从而组成一次盆地的构造与沉积演化旋回(图1),这是吐-哈盆地构造演化的突出特点;从盆地的伸展作用减弱而扩展速度减慢到盆地萎缩、沉积中断而最终形成区域性地层角度不整合面的演化序列分析,挤压活动的时间应略早于不整合面所代表的时间。以上两次压性或压扭性构造运动所产生的区域性角度不整合面不仅在吐-哈盆地发育,而且在北天山南北山前均广泛发育。据笔者对北天山北坡山前乌苏—乌鲁木齐以及往东到博格达山前一带中、新生界构造变形与构造应力场特征进行考察与研究,这两期构造运动表现强烈而角度不整合面发育(图5)。研究表明,在山前地带,由侏罗系和白垩系之间不整合面所代表的早期构造运动为南北向的挤压作用,而由下、中更新统之间不整合面所代表的晚期构造运动为南北向挤压兼左旋剪切作用,而这两次构造运动的动力直接来自北天山山前大断裂,其实质是北天山的(断裂)活动。海西运动所形成的天山山体大约在侏罗纪已基本夷平,而目前的天山山体主要是中、新生代构造运动所形成的<sup>[14,15]</sup>。

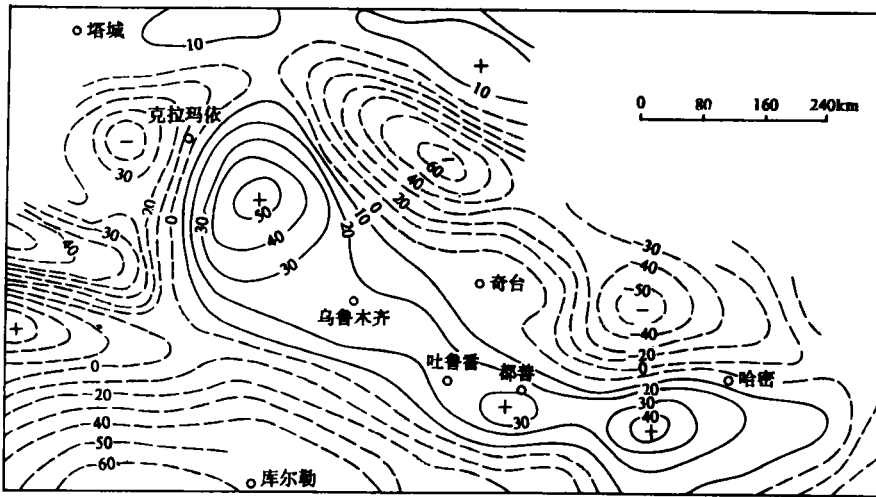


图4 吐-哈盆地及邻区航磁 $\Delta T$ 上延60km高度平面等值线图(据张用夏,1990)

Fig. 4 Aeromagnetic isogram extended 60km upward of Turpan-Hami Basin and the adjacent regions.

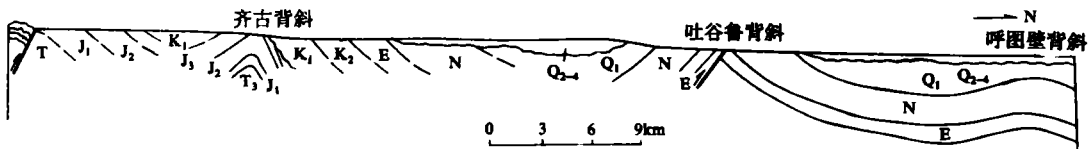


图5 北天山山前中、新生代构造运动(面)及变形特征

Fig. 5 The Mesozoic and Cenozoic tectonic unconformity and deformation in front of Northern Tianshan Orogenic Belt.

上述研究结果表明山前盆缘所发生的这两次压性和压扭性构造运动的动力源自天山的活动。因此,可认为盆地的伸展活动受源自造山带的压(扭)性构造运动的遏制(两者性质相反、方向相反)而告终。然而这两次构造运动都是在盆地经过漫长的伸展活动之后发生的,那

么这两种不同性质构造活动的内在关系是什么?

## 4 伸展作用与挤压作用的成因关系分析

伸展作用是在拉张环境中使地层产生近水平侧向伸长与减薄和正断层与断陷等地质现象的地质过程。挤压作用恰相反,其结果使地层缩短加厚,产生逆断层、褶皱与隆起等。显然,这是两种性质与结果完全相反而又是最基本的板内构造活动形式。

要分析研究二者之间的成因或动力学关系,就必须从首先是盆地持续而漫长的伸展活动,而后在邻区产生短暂而强烈的挤压性(造山?)构造活动并波及到盆内这一基本地质事实出发。如果吐-哈盆地沿一条平行盆地长轴方向的近东西向扩展轴向南北伸展,其结果则是邻区受到挤压作用。此种作用关系应和板块扩张与边缘挤压碰撞的机制与关系相似。

目前隆起成山而当时还处于地表之下的吐-哈盆地南、北造山带的沉积层受到侧向挤压时,相当于加大了围压,其结果是提高了岩石弹性极限和压缩强度(即岩石在断裂前所能经受的塑性变形大大增加)<sup>[16]</sup>,从而使地层产生大规模的缩短与强烈的褶皱等塑性变形。在这种应力应变条件下,一方面是地层的褶皱变形必然伴随着隆升,而另一方面则是地层在变形过程中逐步积累应力并不断增强。当弹、塑性变形、应力积累和隆升近于同步进行的下部地层上升到近地表甚至地表时,由于在所受围压降至最低而温度也显著降低的条件下,岩石的弹性极限与压缩强度也相应的显著降低,而脆性程度显著提高;当地层中所积累起的应力强度超过岩石的破坏强度时,则在相对短暂的时期内,岩层发生一系列的断裂(脆性破坏),同时伴随着所积累的强大应力的释放,地震则是岩层断裂释放应力的具体表现。从受力岩块所处的构造空间位置与受力状态分析,由于山体边部处于“自由边界”状态,破坏(断裂)了的岩块则只能从山内向山外(盆内)方向逆冲或滑覆。所释放出的应力则以地震波的形式向四周传递,特别是断块向盆内的逆冲与滑覆,必然使盆内上部地层受到近南北向的挤压作用而变形。即造山带长期积累起的应力通过断裂作用而快速释放,断块向盆内运动,从而使山前及盆内地层产生挤压变形,导致地形起伏加大、沉积范围缩小乃至中断。

通过以上对地质构造现象及其力学机制的分析,可认为就吐-哈盆地自身的形成演化来说,应为伸展性盆地。只是由于邻区造山带的构造活动与应力释放,使盆内地层受到两次挤压作用并产生相应的变形构造,但这只能说是对盆地伸展演化的干扰和对伸展构造的改造,而不是压性盆地的证据,因之也不能据此认为盆地性质为压性或压扭性。由于伸展构造变形简单,以至于不引人注目,而压性构造形迹复杂多样,特征清楚而显著,故吐-哈盆地的伸展构造受挤压活动的改造而为压性构造形迹所掩盖,压性构造变形却显得突出而引人注目。

此处需要说明的是:本文并非认为南、北两造山带的形成仅仅是由于吐-哈盆地的伸展作用,而可能至少还有分别来自塔里木和准噶尔地块的某种作用,但这已超过本文的范围。

## 5 盆地形成演化的动力学模拟实验结果与模式分析

根据以上有关对比分析,吐-哈盆地下部的壳幔结构与中国东部盆地相似,呈地幔隆起而壳层减薄的总特征,即表现出具有“地幔底辟”的特征。现就地幔底辟作用在浅部引起构造

变形及其与邻区的相互作用关系的模拟实验结果叙述如下:

### 5.1 关于地幔底辟作用的模拟实验结果

在层状模型层底部用椭圆形木塞向上缓慢加力楔入,以模拟地幔底辟作用所引起的上部地层的构造变形特征。其演化过程与变形特征如下:

随底部木塞的缓慢楔入,模型层发生:

- ①向上横弯曲呈开阔背形;②背形顶部逐渐发育成张裂并形成一系列“断块”,同时伴有模型层侧向塑性伸展及“滑脱”,而中、下部各层产生“顶薄”,致使背形顶部塌陷,“断块”掀斜下沉,形成地堑式(盆地)构造;
- ③顶部“地堑”两侧产生一系列低角度逆断层向外仰冲而组成叠瓦状构造。在“阶梯状地堑”与“叠瓦状推覆构造”之间存在一变形不明显的过渡区(图6)<sup>[6]</sup>。

将上述模拟实验结果和吐-哈盆地的实际地质构造特征结合起来分析,盆地深

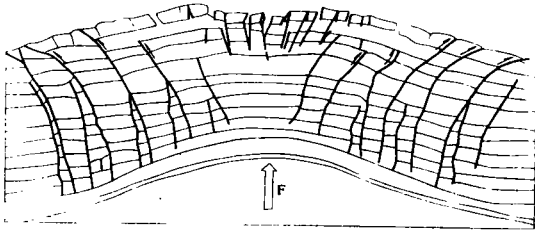


图6 “地幔底辟”作用产生的构造变形模拟实验结果素描图

Fig. 6 A sketch map showing the deformation by imitating mantle diapirism.

部的壳幔隆起必然要引起上部壳层的侧向伸展与减薄,进而产生表层断陷下沉而发育沉积盆地;而在伸展盆地边缘受相邻非伸展区的约束作用则形成一系列逆断层。显然,一个完整的伸展盆地构造系统不单纯由张性构造形迹组成,还包括压性乃至剪性构造形迹。因为在上述动力学条件下,上部穹起地层的应力状态为顶部拉伸、上部两侧挤压而中、下部为垂向剪切<sup>[6]</sup>。此种成因的逆断层(断面向盆内倾斜)是伴随伸展作用而产生的早期构造,而造山带“弹性回跳”所产生的逆断层(断面倾向山内)则是相对于伸展活动的后期构造。后者不仅破坏了前者,而且在空间上应叠加在前者之上,致使后者表现清楚而醒目,前者则可能多遭破坏。图2中可能恰是这两种不同成因的逆断层组合,剖面中部倾向盆内的逆断层应是盆地第二伸展旋回的产物,该剖面逆断层的三层结构是此种构造的动力学与运动学特征的典型记实。

其实,在中国东部的一系列伸展盆地中,逆断层也相当发育,王同和将其划分为:走滑断层诱导型、重力滑动型、先张后压转化型和流体推挤型等4种不同成因类型<sup>[17]</sup>。可见,发育逆断层和褶皱构造,并非就一定是压性盆地。

### 5.2 引起博格达山构造活动的外动力方式之模拟计算结果:

在构造变形研究并利用共轭剪节理及褶皱产状恢复北天山山前乌苏至乌鲁木齐以东地区构造应力场的基础上,分析确定该区构造变形的边界条件后,通过电子计算机运用有限单元法模拟反演形成该区两期构造应力场的外动力方式。模拟结果表明,在博格达山地区,前述早、晚两期构造运动的外动力性质与方式均为自南向北的推挤作用,在构造变形上则以向北凸出的“博格达弧”为表征(图7)<sup>[15]</sup>。

其实,在博格达山以东,以巴里坤山为主体,形成规模更大的向北凸出(推挤)的弧形构造,这在卫星影像镶嵌图上尤为清晰。这种形成弧形构造的自南向北的推挤作用显然与吐-哈盆地的南北向伸展作用直接相关,而且显示出盆地伸展强度在空间上具有不均匀性。伸展作用最强的地区似应在七角井—了敦以南的盆地中部,那里上层减薄与下层隆起程度相对

较高而盆地基底石炭系露于地表,其北则正对着向北凸出的巴里坤弧的弧顶部位<sup>①</sup>。

### 5.3 盆地形成的动力学分析

综合以上各方面的资料与认识,对吐-哈盆地形成的动力来源、作用方式及其与相邻造山带的关系可做如下分析:

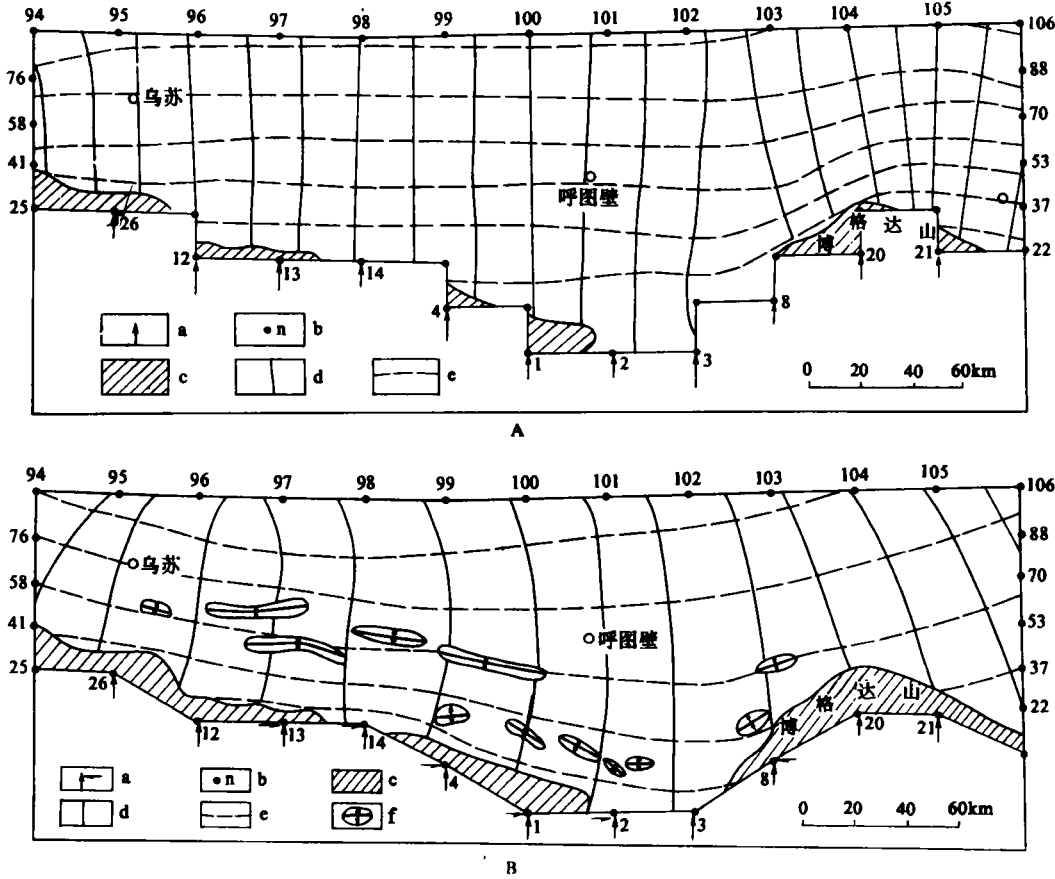


图7 平面有限元计算模拟北天山(包括博格达山)山前应力分布与外动力作用方式图

A. 早期; B. 晚期

a. 集中载荷; b. 结点号; c. 界山; d. 最小主(压)应力轨迹线; e. 最大主(张)应力轨迹线; f. 背斜

Fig. 7 Map of the stress distribution and dynamic pattern calculated from plane finite element in front of Northern Tianshan (including Bogda Orogenic Belt)

A. early; B. late

a. Concentrated load; b. knot number; c. boundary mountains; d. minimum (Compression) principal stress trajectory; e. maximum (tensile) principal stress trajectory; f. anticline

盆地形成的直接动力来自地幔底辟作用,由此引起上部壳层的侧向伸展、减薄和断陷沉降,即盆地的形成与持续伸展演化;由于盆地的侧向伸展作用使邻区受到挤压而首先发生以褶皱为主的塑性变形并持续积累应力。当邻区地表以下的塑性变形地层隆起到地表附近,由于围压降低和应力强度超过岩石破坏强度时则发生断裂外冲并释放应力而反作用于盆地,

① 参见 1:200 万新疆维吾尔自治区地质图,1985,地质出版社。



其结果是遏制了盆地的伸展演化,形成以压性为主的构造形迹,同时改造了前期的伸展构造,即盆地发生了构造(环境与变形)反转。对于造山带的形成(主要是隆升)来说,盆地的伸展作用肯定是其动力来源之一,但除造山带另一侧的阻抗或侧向挤压作用之外,推测还应有深部动力作用。造山带大幅度隆起(博格达山尤为典型),其下部须有物质的补偿供给而不能形成空间。用壳层侧向伸展位移或深部(地幔)物质侧向塑性流动进入造山带下部来补偿并由其加剧造山带的隆升来解释上述问题,似较为合理。盆地形成及其与造山带相互作用关系的动力学模式归纳如图8所示。

吐-哈盆地虽与东部伸展盆地性质相似,但后者处于太平洋俯冲带的弧后部位而构造活动远强于前者。例如,后者岩浆活动强烈,而吐-哈盆地基本无岩浆活动,可能与其地幔隆起幅度相对较小而又缺乏深大断裂有关。这应是二者之间的主要区别。

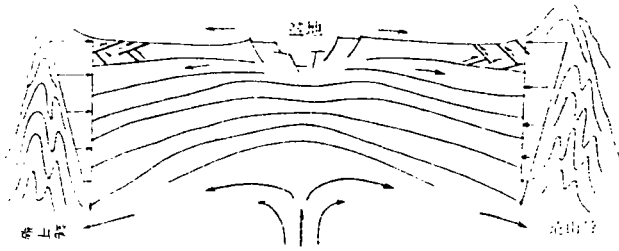


图8 吐-哈盆地形成及其与相邻造山带相互作用动力学与运动学模式图

Fig. 8 Dynamic and kinematic model of the formation and evolution of Turpan—Hami Basin and adjacent orogenic belts.

## 6 结语

通过以上各方面的研究与分析,对于吐-哈盆地的大地构造环境与演化、动力来源及其与相邻造山带在运动学和动力学方面的相互关系等问题可提出如下认识:

1)吐-哈盆地形成演化史的主体为自晚二叠世(开始发育)到侏罗纪后期和从白垩纪到第三纪晚期的两次漫长而持续的扩(伸)展旋回。

2)吐-哈盆地在沉积演化、同沉积构造、盆地结构、地球物理(重力与地磁)场及其所反映的壳幔结构等方面均与中国东部伸展盆地具有相似的特征与性质。因此,吐-哈盆地是在张性构造环境中形成的伸展盆地。

3)盆地演化期间所发生的火焰山和西域运动是两次短暂的挤压性活动,不仅遏制了盆地的伸展与沉积作用,同时还改造乃至破坏了同沉积伸展构造。

4)吐-哈盆地形成与伸展的动力直接源于其下部的地幔底辟作用。

5)盆地伸展使邻区遭受挤压而发生塑性变形与应力积累并导致断裂作用与应力释放,反作用于盆地而产生挤压活动。即盆地长期持续的伸展与沉积作用最终被邻区的应力释放(挤压)作用所终止。

6)从中可总结出盆地与造山带形成演化的动力学与运动学模式:地幔底辟→盆地伸展→邻区褶皱与应力积累→应力释放→盆地伸展与沉积终止。这可能是除板缘碰撞造山模式外,大陆板内盆地与造山带形成机制的一种重要方式。就天山而言,海西期的“碰撞

山”在侏罗纪基本被夷平,而现在高耸的山体是中、新生代以来的板内构造活动所造成的。

7)通常认为,区域性角度不整合面代表的构造运动所发生的时间和其间缺失地层的时间相当,但吐-哈盆地构造演化的时空特征表明,构造运动发生的时间应早于此。即盆地伸展作用停止而开始萎缩时应代表(挤压)构造运动的开始,而角度不整合面则是其最终结果。

8)伸展与挤压是盆地形成的两种基本作用方式。伸展构造简单而挤压构造复杂多样。后期的挤压活动对盆地演化起了终止作用,而且破坏伸展构造乃至掩盖了盆地的伸展特征。

9)吐-哈盆地及其相邻的天山造山带在新生代的构造活动至少与印度板块的碰撞作用无直接的成因关系。

本文提出的认识尚处于初步研究阶段。本文旨在能起到抛砖引玉、活跃学术思想、听取同行学者意见的作用。同时,文中对各方面资料的运用与解释也可能存在许多不妥之处,请读者能一并指正。

我所傅碧宏助理研究员与作者就文内有关问题进行了有益的讨论,特此致谢!

收修改稿日期:1993-12-2

### 参 考 文 献

- [1] 朱夏,陈焕疆,1980,论中国油气盆地的构造演化。国际交流地质学术论文集(一),构造地质 地质力学,263~267,北京:地质出版社。
- [2] 李学慧,黄福林,刘厚仁,1992,西北地区主要盆地天然气赋存条件及远景评价。石油与天然气地质,13(1):78~84。
- [3] 姚慧君,1988,吐鲁番—哈密盆地板块构造演化及其含油气远景评价。石油勘探与开发,(6):12~18。
- [4] 俞仁连,傅恒,1993,吐鲁番—哈密盆地形成演化与含油气远景评价。新疆石油地质,14(3):217~226。
- [5] 新疆地质矿产局第一地质大队,1992,新疆吐鲁番—哈密聚煤盆地形成演化及聚煤规律,76~79,乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社(K) 烘
- [6] 桂混长,1993,伸展地区铲式正断层作用及其大地测量观测。地质论评,39(3):196~204。
- [7] 漆家福,陈发景,1992,辽东湾—下辽河裂陷盆地的构造样式。石油与天然气地质,13(3):272~282。
- [8] 陶明信,黄华芳,陈效玉,1989,裂谷模拟实验及其地质意义。地质论评,35(4):359~365。
- [9] 张德润,1990,新疆东部地区大地构造问题探讨。新疆地质,8(2):99~106。
- [10] 滕吉文,王谦身等,1983,中国东部地区的地球物理场特征与含油气盆地的分布和形成。地球物理学报,26(4):319~329。
- [11] 宋仲和,陈国英,安昌强等,1993,中国大陆及其海域地壳—上地幔三维速度结构。中国科学(B辑),23(2):180~188。
- [12] 胡 军,丁德轩,胡方秋,1985,天山地区岩石圈动力学特征初探。新疆地质,3(2):85~92。
- [13] 新疆维吾尔自治区地质矿产局,1985,中国新疆维吾尔自治区地质图说明书(1:2000000),64~71,北京:地质出版社。
- [14] 陶明信,1990,北天山山前乌鲁木齐—乌苏地区的构造变形特征。新疆地质,8(4):351~361。
- [15] 陶明信,1992,新疆乌鲁木齐—乌苏地区中、新生代构造应力场特征。地质学报,66(3):206~218。
- [16] 王 仁,丁中一,殷有泉,1979,固体力学基础,北京:地质出版社。
- [17] 王同和,1988,中国东部油气区逆断层成因类型。地球科学,13(6):627~634。

# Tectonic Environmental Analysis of Turpan—Hami Basin

## On the Genetic Relationship Between Basin and Orogenic Belt of Continental Inner Plate

Tao Ming Xin

(State Key Laboratory of Gas—geochemistry, Lanzhou Institute of  
Geology, Chinese Academy of Sciences, Lanzhou, 730000)

### Abstract

The academic circles have considered Turpan—Hami Basin is a compressional one by plate collision, but the research of this paper shows Turpan—Hami Basin is similar to the extensional basins of East China in many ways, such as sedimental evolution, structural deformation, basin texture and crust—mantle texture reflected by the similar geophysic fields and so on.

From the Late Permian Period, Turpan—Hami Basin began developing and kept up a steady spreading two cycles for a very long time ( $P_2-J_2, K_2-N_2$ ).

Two compressional tectogenesis (Huoyanshan and Xiyu) took place and the two spreading and sedimentary cycles were checked by the two movements in the Late Jurassic and the end of the Tertiary Period, respectively, and the extensional structure of the basin was reformed at the same times.

The basin extension is a result of the mantle diapirism. Due to the basin extension, the adjacent regions (Tianshan Orogenic Belt) north and south to the basin had been compressed and deformed plastically (folding and upwarping). The stress accumulated with the plastic deformation in the rocks was so stronger that faulting took place, releasing the stress. The compressional movements occurred when the faulting reacted on the basin, and the sedimentation discontinued.

Combining the geological features with experimental results, we propose a new viewpoint that Turpan-Hami Basin is a extensional basin. Thus a new theory or model about the dynamics and kinematics of continental inner plate is described as follows:

mantal diapirism- basin extension- folding and accumulating stress in adjacent regions (orogenic belts) -releasing the stress-basin lifting and sedimentation discontinuance.

**key words** extensional basin, orogenic belt, mantle diapirism, compressive reformation, tectonic inversion.