

文章编号: 0253-9985(2005)01-0078-08

塔里木盆地巴楚-柯坪地区新生代断裂系统

肖安成¹, 杨树锋¹, 李曰俊², 王清华³, 陈汉林¹

(1. 浙江大学地球科学系, 浙江杭州 310027; 2. 中国科学院地质与地球物理研究所, 北京 100029;

3. 中国石油天然气股份有限公司塔里木油田分公司, 新疆库尔勒 841000)

摘要: 巴楚隆起是塔里木盆地的一个次级构造单元, 内部断裂系统走向以北北西向为主, 北侧与之相邻的柯坪冲断带断裂走向近东西向, 属于南天山构造体系。两个断裂系统在平面上呈近于正交的关系。巴楚隆起大面积缺失中、新生界, 其内部断裂体系起始活动时间的确定较为困难。通过对巴楚和柯坪地区新生代层序特征对比研究及其接触关系分析, 结果表明中新世巴楚隆起南北向断裂体系开始形成, 向北一直延伸到柯坪构造带之中。两个构造单元的南北向断裂有较好的对应性。柯坪东西向断裂系统的主要活动期是上新世(N_2)以后。现今柯坪构造带南北向和东西向断裂体系是不同时期构造的叠加。在此基础上, 构建了巴楚和柯坪断裂体系形成的构造地质模型。

关键词: 塔里木盆地; 巴楚断裂体系; 柯坪断裂体系; 断裂形成时间

中图分类号: TE112.322

文献标识码: A

A studying of Cenozoic fracture systems in Bachu-Kalpin area, Tarim Basin

Xiao Ancheng¹, Yang Shufeng¹, Li Yuejun², Wang Qinghua³, Chen Hanlin¹

(1. Geosciences Department of Zhejiang University, Hangzhou, Zhejiang; 2. Geology & Geophysics Institute of Chinese Academy of Sciences, Beijing; 3. Tarim Oilfield Company of PetroChina, Korla, Xinjiang)

Abstract: Strikes of fault system in Bachu uplift, a secondary structural unit in Tarim basin, are mainly NNW, while those in the neighboring Kalpin thrust belt to the north, part of South Tianshan tectonic system, are nearly EW. These two fracture systems are nearly orthogonal in the plane view. Mesozoic and Cenozoic are absent in a large area in Bachu uplift, so it is difficult to determine the exact time of activity of the fracture system. Comparing the features of Cenozoic sequences and analysing their contact relations shows that the N-S fracture system in Bachu uplift began to come into being in Miocene and extended northward into Kalpin structural belt. The corresponding relations between the N-S fracture systems in the two structural units are studied in this paper. It is pointed out that the E-W fracture system in Kalpin area was active mainly after Pliocene(N_2). The present N-S and E-W fracture systems in Kalpin structural belt are the results of superimposition of structures in different stages. Structural geologic models of Bachu and Kalpin fracture systems are also presented in this paper.

Key words: Tarim Basin; Bachu fracture system; Kalpin fracture system; time of fracture formation

地面露头区断裂活动时间研究有多种方法^[1], 但是在沉积盆地内部断裂多隐伏于地下, 形成时间的厘定常常应用断层活动时所控制的地层层序(包括同沉积层序以及被其改造的层序)的分布以及岩相特征进行判断^[2-4], 而这些分析结论多来源于反

射波地质勘探方法和钻井资料的分析。断裂活动导致的地层厚度、产状变化就成为判断构造变形时期的直接证据。在研究中多将断层发育时间限定在所缺失的地层时代间隔之中或者最早出现同沉积生长地层的时间。然而在剥蚀区, 构造变形导致

基金项目: 国家“九五”重点项目、中国石油天然气集团公司塔里木油田分公司项目资助

第一作者简介: 肖安成, 男, 48岁, 教授, 石油地质和构造地质

收稿日期: 2004-11-23

的地层缺失得越多,用这种方法判断的断层活动时间的间隔(误差)就越大。一次短暂而强烈的构造变形会导致大量的地层缺失,这给现今演化历史的研究带来较大的误差和困难。塔里木盆地巴楚隆起上的上古生代—中生代地层大部分缺失,新生代直接覆盖在褶皱的古生界之上^[5~10]。因此关于巴楚隆起的形成以及控制隆起发育的断裂系统的时间难以厘定,导致了有争议的多期活动的观点^[1,11~13]。

巴楚地区断裂系统活动的时间被放置在相当宽的时间域内,无法使人相信一个无更多资料证实的长期活动的断裂体系存在。如果对巴楚断裂系统的研究仅限于巴楚地区,是很难将它们准确厘定的。没有准确的地层记录,断裂活动时间的精度是可想而知的。但是,巴楚隆起是塔里木盆地内部的重要构造单元^[14],其形成时代的准确鉴别无论对于盆地演化历史的恢复,还是对于周缘造山带的动力学历史的研究均有重要的意义。

对巴楚隆起北缘的柯坪冲断带进行研究之后,发现控制巴楚隆起的断裂向北延伸进入到柯坪冲断带的内部,与柯坪冲断带晚期的断裂体系成大角度相交,这些断层可以进行空间上的准确对比^[15]。与断裂活动同时期沉积的地层层序的沉积相带分布及其与上覆层产状关系,表明巴楚隆起的断裂系

统主要形成于中新世,柯坪冲断带的断裂系统主要形成于上新世和第四纪。二者不仅可以在空间和时间上进行识别剥离,而且可以将巴楚隆起的活动时间准确地限定在一个相对小的区间内。该结果为塔里木盆地的构造发育研究和巴楚隆起上油气成藏分析都提供了地质年代学的依据。

1 空间分布及对应性

巴楚隆起和柯坪冲断褶皱带是位于新疆塔里木盆地北部的两个构造单元(图1)。巴楚隆起的断裂主要以北北西-北西向为主。这些断裂在平面上表现为与柯坪东西向逆冲断裂走向近于正交的关系^[16~19]。巴楚隆起的断裂系统大致可以分为南北两段,南段断裂走向为北西西向,主要有玛扎塔克断裂系、卡拉沙依断裂和吐木休克断裂等。北段断裂系是本文涉及的重点,断层走向为北北西向,如色力布亚、康塔库木、古董山、三岔口、一间房和阿恰断裂。从地球物理资料上发现,巴楚隆起是控制塔里木盆地沉积的重要界线,也是地球物理场的变化带^[20]。

柯坪地区大致由两种成因的断层组成了现今的构造格局:一种属于南北走向的断层系统,如皮羌断裂等;第二种为近东西走向的逆冲断层,如柯

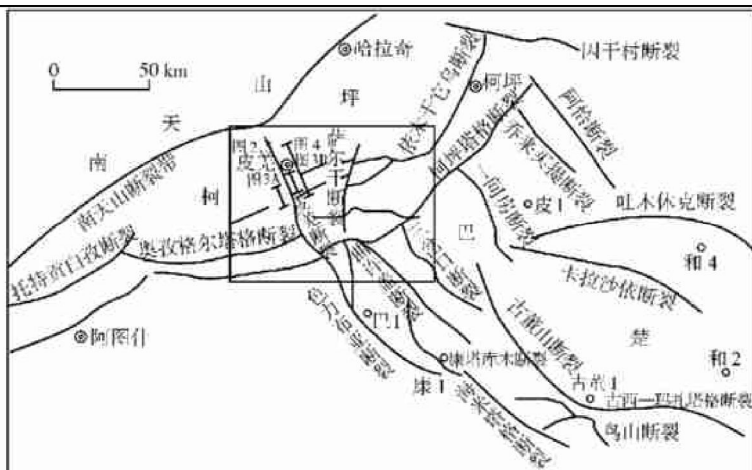


图1 巴楚-柯坪地区断裂分布图

Fig. 1 Map showing distribution of fractures in Bachur-Kalpin area

坪塔格-沙井子断裂等。这些冲断层的活动形成了一系列推覆体构成的山系,如冲断带南缘的柯坪塔格山等^[11,17,21]。

按照巴楚隆起和柯坪冲断带内部的南北向断裂系统存在着的空间对应关系^[15],可以将巴楚南

北向断层向柯坪构造带的延伸并且被其改造的情况划分成连续型、叠加改造型和隐伏型3种空间对应关系。

连续型对应关系指巴楚的一些断层向北部柯坪地区的构造带连续延伸,走向基本上不发生变

化,并且一直切过整个柯坪东西向构造带,使晚期东西走向的冲断推覆体横向上截然不连续。这种断层较为容易地进行空间对比,也易于从平面上查明巴楚和柯坪两个地区的断层亲缘关系。因此,我们称之为连续性的对应关系。这类断层以色力布亚断层向北延伸至皮羌断层的对应关系最为典型(图1)。

叠加改造型对应关系指巴楚地区形成的早期南北向断裂对于晚期构造的发育起着制约作用,因此晚期的构造叠加到早期断层之上,致使早期的断层被程度不同的改造。这种叠加改造的实例为巴楚隆起东部的边界断层——阿恰断裂向北延伸,以至于晚期控制了柯坪构造带上的萨拉姆布拉克背斜的形态,使萨拉姆布拉克背斜为倒三角的形态。类似的断层有七郎滩断裂与因干村断裂、色力布亚东断裂与萨尔干断裂等(图1)。

隐伏型对应关系指必须借助于深部的地球物理资料方能够查明的,被柯坪冲断系统的推覆体完全掩盖了的巴楚断层的北延部分。在现今柯坪推覆体内部基本没有早期南北向断层的遗迹。以一间房断裂的北延最为典型。目前所发现的这种类型的断层对应关系还包括三岔口断裂与其北延部分等。

表1是巴楚地区南北向断层进入到柯坪地区以后所发育的对应断层对照表。从表中可以发现,巴楚地区的断层系统向北可以一直延伸进入柯坪地区,在柯坪冲断带之中通过地质和地球

表1 巴楚与柯坪地区南北向断层系统对应关系表

Table 1 Corresponding relationships between N-S fracture systems in Bachu and Kalpin areas

断裂序号	巴楚地区	柯坪地区	对应关系类型
1	色力布亚断裂	皮羌断裂	连续型
2	色力布亚东断裂	萨尔干断裂	
3	阿恰断裂	萨拉姆布拉克背斜南部断裂	叠加改造型
4	七郎滩东断裂	因干村断裂	
5	一间房断裂	一间房北断裂	隐伏型
6	三岔口断裂	三岔口北断裂	

物理资料可以逐一的发现与巴楚断层的北延对应关系。这说明了早期巴楚与柯坪地区属于同一个构造体系,只是晚期柯坪冲断褶皱带的发育使这种统一性受到了破坏,但是,仍然可以在强烈变形的柯坪推覆体内部或者深部发现早期构造的遗迹。

2 活动时序

2.1 柯坪冲断带

柯坪冲断带作为南天山南缘冲断体系的一部分向南部的塔里木盆地推覆逆掩。其形成和演化与东部的库车冲断带,西部的喀什北缘冲断带具有明显的空间对比性^[22~31]。冲断作用开始的时间为上新世或者更晚^[32~35]。冲断带变形样式认识上有差异,如有的研究者认为南天山山前是冲断为主的褶皱冲断带^[34,36],有的则认为变形过程存在有较大的走滑分量^[37~41]。

在南缘柯坪塔格山推覆体上,可见到上盘覆盖的西域组砾岩产状随着距离主断裂(带)的远近而发生明显的变化。在一间房西部20 km处的露头上可见到西域组砾岩(Q_{1x})覆盖于石炭纪地层之上(倾角大于30°),随着与主冲断层的距离加大,上覆第四系倾角逐渐变缓(近水平),反映出柯坪塔格新的冲断构造运动强烈。同时在柯坪塔格推覆体的下盘,可以见到第四系被寒武系碳酸盐岩掩覆的构造接触关系。

对在柯坪褶皱冲断带断面上采集的断层泥进行了电子自旋共振测年,结果小于1 Ma。从年龄数据分析,断层主要活动时间为第四纪以来,一方面说明了柯坪冲断带的活动时间较晚,另外南北向的皮羌断裂可能反映了最新的一次构造变形记录(表2)。

表2 柯坪地区断层泥电子自旋共振测年年龄分析结果

Table 2 Analysis of ESR dating of fault clay in Kalpin area

序号	样品类型	取样位置	年龄/ka	说明
1	断层泥	奥孜格他乌山南缘	713±118	第二排冲断层西段
2	断层泥	皮羌山北断裂	400±144	第二排冲断层东段
3	断层泥	皮羌断裂	1 094±169	南北向断层

注:样品由作者采集,由中国科学院地质与地球物理研究所测定

因此,柯坪冲断带是喜山晚期(中新世以后)南天山向塔里木盆地冲断或者冲断走滑作用的产物^[42]。

2.2 巴楚隆起断裂系统

如前所述,巴楚隆起内部部分古生界、全部中生界和新生界早期地层的缺失导致断裂活动的开始时间无法准确厘定。尽管对于巴楚隆起古生代的隆起性质有不同的看法,如巴楚运动的存在与否^[43,44],但是关于巴楚地区断裂活动最大的争议是在中-新生代。

作者认为三叠纪末期形成的巴楚古隆起与现今的巴楚隆起在性质、分布及断裂活动方面有本质的区别。三叠纪末期,在包括巴楚地区的非常广阔的范围内形成了一个巨大古隆起,其范围包括柯坪和塔西南地区在内,张宗命等^[45]称之为塔西南古隆起;何文渊等^[16]和张一伟等^[8]认为该时期的巴楚古隆起向东与塔中隆起和塔东隆起联为一体。因此,三叠纪末期巴楚地区隆起显然是区域性的,与现今的巴楚隆起有本质的区别。这一盆地范围内的隆起和剥蚀活动是由于羌塘地块与欧亚板块碰撞拼贴,在塔里木板块的南部造成强大的挤压隆升的地球动力运动的结果。在这个古隆起之上,普遍缺失中生界,古生界也遭受了不同程度的剥蚀。现在的巴楚隆起周围被深大断裂所围限,东部与阿瓦提凹陷,西部与塔西南凹陷被吐木休克断裂、色力布亚断裂和玛扎塔格断裂分隔。显然这些断裂才是控制现今的巴楚隆起的边界断裂体系(图1),与巴楚古隆起的形成无关,也不控制古隆起的分布。

在综合构造、地层和沉积特征的基础上,作者提出了一个巴楚-柯坪地区近南北向断裂体系活动期的相对精确的时间范围。该结论是建立在更大区域内和更加充分的资料基础之上的。

2.2.1 下第三系、分布及与早期地层的接触关系

在皮羌断裂以西,下第三系喀什群(Eks)主要为一套滨海相-盐湖相砖红色-褐红色膏质粘土岩、粉砂岩夹白色石膏层。应属于滨海过渡为湖相-潮坪相的沉积。从下第三系的分布图(图2)可以看

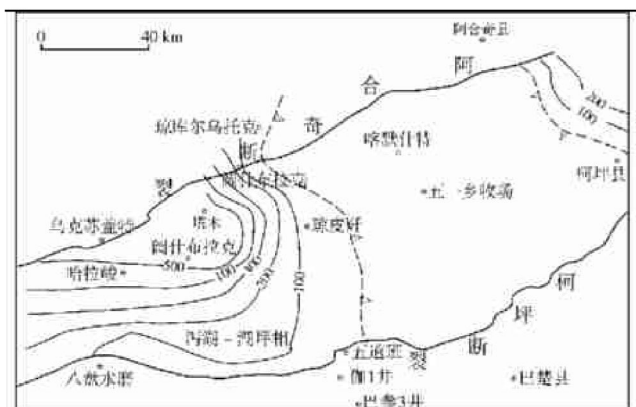


图2 柯坪地区下第三系分布及岩相图(位置见图1)

Fig. 2 Diagram showing distribution and lithofacies of Eocene in Kalpin area

出,下第三系的细粒杂色湖相碎屑岩均匀地超覆在现今皮羌断裂的两侧,早期的研究者认为下第三系仅仅分布在皮羌断裂的西部*,本次研究证实皮羌断裂的东部分布有较厚的下第三系,而且二者的岩性、岩相具有很强的可比性。这证实了皮羌断裂带并不控制下第三系的沉积。

在柯坪地区的野外调查中发现皮羌断裂两侧的观察点上早二叠世生屑灰岩与下第三系杂色砂泥岩为平行不整合接触关系(图3)。这种平行不整合关系说明了早第三纪地层沉积时,柯坪仅仅是一个均匀抬升的古隆起,同时也反映出前述的晚三叠纪形成的区域古隆起性质,此时在巴楚-柯坪地区不存在断裂所控制的断块差异。

在巴楚隆起上,地球物理资料揭示出下第三系平行不整合于上二叠统之上^[46],下第三系以较小的角度逐渐超覆于古生界之上。巴楚和柯坪地区显然具有相同的古隆起背景。此时,巴楚地区的色力布亚和玛扎塔格断裂以及与巴楚断裂系对应的柯坪地区的南北向断裂尚未开始活动。

2.2.2 对晚第三纪岩相的控制作用

皮羌-普昌断裂以西的上第三系包括乌恰群(N_{1wq})及阿图什组(N_{2a})。乌恰群主要为一套细粒的河湖相粉砂岩及粘土岩沉积,属河流-滨浅湖相沉积。但是在皮羌断裂东西两侧的中新世乌恰群(N_{1wq})底部主要为一套中粒的底砾岩,砾岩成分以石炭-二叠纪的灰岩团块为主,夹有下第三系内部的砂岩砾石,反映了近源、快速沉积的特征。与区域上的同期地层粒度有较大的差别。从接触关系上看,区域上乌恰群与下伏地层为整合关系,但是在皮羌断裂附近乌恰群与下第三系之间则为一角度不整合面,说明中新世皮羌断裂开始活动,断裂的活动性控制了两侧的地层物源、粒度和产状。乌恰群的底砾岩和与下伏层位的不整合恰是皮羌-色力布亚断裂(也就是巴楚断裂体系)开始活动的反映(图4)。

从岩相上看,沿皮羌-色力布亚一线的乌恰群的粒度逐渐变粗,以河流和冲积扇相为主,向西逐渐过渡为三角洲-滨湖相,反映了水体向西变深的过程。从图5可以看出,柯坪和巴楚地区乌恰群的相带展布为近南北向,而且粗粒的分布限于皮羌-色力布亚一线。这暗示了乌恰群沉积时沿皮

* 新疆石油管理局. 哈拉俊地区构造研究及含油气初步评价. 1998

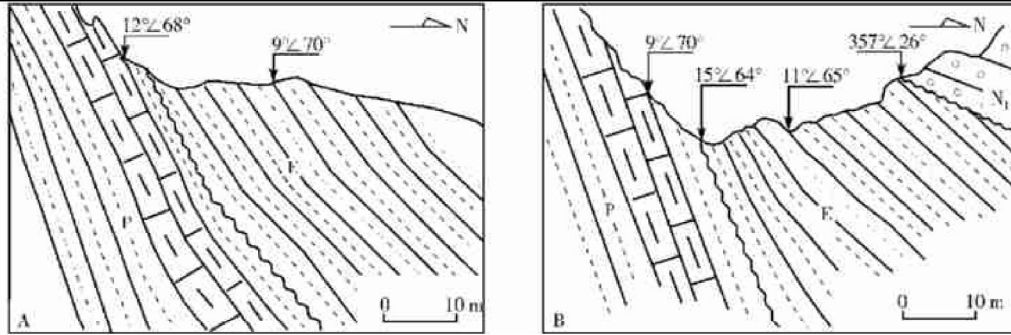


图3 柯坪地区皮羌断裂两侧下第三系与二叠系的平行不整合接触关系

Fig. 3 Accordant unconformity between Eocene and Permian on both sides of Piqiang fault in Kalpin area

A. 皮羌断裂西侧; B. 皮羌断裂东侧, 图B的右侧为中新世和渐新世之间的角度不整合接触关系(剖面位置见图1)

羌-色力布亚一线有一南北向的水下构造隆起, 控制着乌恰群相带的展布。这显然不是一种巧合,

完全可以理解成皮羌-色力布亚断裂在这一时期有活动。

从上面讨论可以得出, 皮羌-色力布亚断裂带的活动时间应该晚于早第三纪, 早于第四纪, 中新世则是其开始强烈活动的时期。这一时期应该早于整个柯坪(或南天山构造带)东西向构造带的主要活动期(上新世 N_2)。由于该断裂带在柯坪和巴楚均有重要的代表性^[47], 同时, 大量的地球物理资料证实巴楚隆起的断裂系统具有同期性。因此, 可以认为巴楚-柯坪地区的南北向断裂带是在中新世(乌恰群 N_1wq)开始发育的。

需要指出的是, 巴楚隆起南侧的玛扎塔格断裂新生代晚期有强烈的走滑冲断作用^[17, 46], 然而, 该期的变形没有扩展到巴楚隆起的北部地区, 北侧的色力布亚断裂新生代晚期基本上没有新构造作用发生。

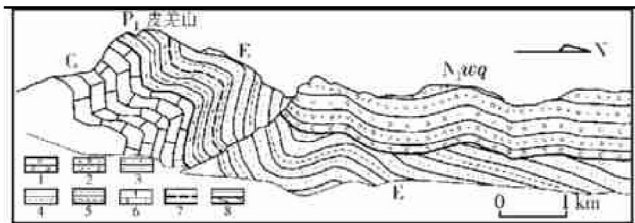


图4 皮羌断裂东侧中新统与下第三系之间的角度不整合关系(剖面位置见图1)

Fig. 4 Angular unconformity between Miocene and Eocene on the eastern side of Piqiang fault (see Fig. 1 for profile location)

N_1wq 砾岩是与皮羌断裂同活动期的沉积物,

代表着皮羌断裂开始活动的时期

1—砾岩; 2—含砂砾岩; 3—粉砂岩; 4—砂岩; 5—泥岩;

6—石灰岩; 7—平行不整合; 8—角度不整合



图5 柯坪地区上第三系(中新统)等厚图及沉积相图

Fig. 5 Isopach and sedimentary facies map of Neogene (Miocene) in Kalpin area

沿皮羌断裂向西水体逐渐变深, 巴楚-柯坪的河流冲积扇相带沿着皮羌断裂分布, 表现出断裂对于沉积的强烈控制作用(位置见图1)

3 地质模型

一旦对柯坪和巴楚隆起上的断裂系统有了一个完整和相对活动顺序的概念以后,要理解柯坪目前的交叉状断裂系统也就容易了。

中新世(乌恰群 N_{1wq}),巴楚隆起上的近南北向的断裂系统开始发育,色力布亚、曲许盖和三岔口等断裂表现为挤压扭动的变形特征。断裂向北一直延伸到柯坪地区,皮羌、萨尔干和因干村断裂都是巴楚断裂体系北延的结果。

柯坪地区也因此形成了几个被南北向断裂切割的区段,即:皮羌断裂西部,皮羌断裂-萨尔干断裂之间和萨尔干断裂以东地区(三岔口断裂向北

延伸有限,不足以达到构成隔离不同区段的长度)。这期断裂存在的另外一个意义在于,它们会在以后柯坪构造的主活动期(上新世—第四纪)成为几个区段的新的边界条件,所以后期的变形一方面为南天山由北向南冲断形成多排推覆体;另一方面,这些推覆体的活动又受到早期南北向断裂的制约,形成了柯坪地区一种变形样式(推覆)多个有差异区域的格局。

所以,作者认为柯坪的南北向断裂带既不是冲断过程中的撕裂断层(tear faults),又不是冲断层(EW)被走滑断层(NS)所切割,而是一种不同时期构造带的叠加,南北向构造带形成在前,东西向推覆产生于后,并受到制约的叠加构造体系(图6)。

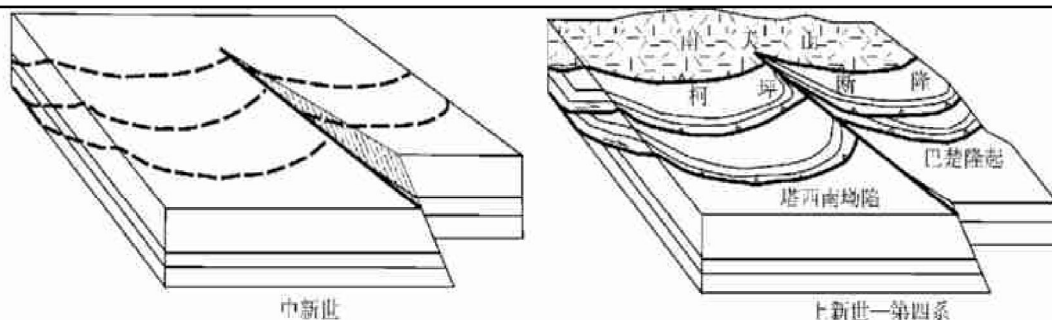


图6 柯坪-巴楚地区断裂系统形成的模型图

Fig. 6 Diagram showing generating patterns of fracture systems in Kalpir Bachu area

左图:代表中新世巴楚南北向的断裂系统开始活动;

右图:代表上新世以来南天山向塔里木盆地冲断推覆,东西向的柯坪冲断带形成,并改造早期的断裂

4 结论

(1) 研究发现,控制巴楚隆起现今系统的北西西向断裂体系向北延伸进入了柯坪冲断带内部,该断裂体系与柯坪冲断带之中的北西西向断裂体系在空间上具有明显的对应性,是同一构造带的延伸。这为因地层层序的缺失而造成较大困难的巴楚隆起断裂形成时间的准确厘定提供了线索。

(2) 通过对于柯坪冲断带内部南北向断裂形成时的同沉积层序及岩相分析,认为巴楚隆起主要的断裂形成于中新世,而柯坪冲断带内部的东向西断裂系统形成于上新世。

(3) 巴楚隆起上的南北向断裂体系与柯坪冲断带之中的东西向冲断层之间的近于正交的空间断层关系是不同时代断层的叠加,而不是掀断层或者撕裂断层。

参 考 文 献

- 1 庄培人,常志忠. 断裂构造研究[M]. 北京:地震出版社,1996
- 2 Hardy S. Mathematical modeling of growth strata associated with fault related ructures[A]. In: Buchanan P G, Nieuwland D A. Modern developments in structural interpretation, validation and modeling[C]. London: Geological Society Special Publication, 1996. 265-282
- 3 Show J H, Suppe J. Active faulting and growth folding in the eastern Santa Barbara Channel, California[J]. Geological Society of American Bulletin, 1994, 106: 607-626
- 4 Suppe J, Chou G T, Hook S C. Rates of folding and faulting determined from growth strata[A]. In: McClay K R. Thrust tectonics[C]. London: Chapman & Hall, 1991. 105-121
- 5 李新民,丁勇,张旭,等. 巴楚-麦盖提地区不整合面特征与油气分布关系[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(6): 475-477
Li Xinmin, Ding Yong, Zhang Xu, et al. The relationship between the oil-gas distribution and unconformity character in Bachu-Magati area[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2001, 22(6): 475-477
- 6 左龙凭,李铁,曹杨. 塔里木盆地巴楚凸起构造特征及含油气远景[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(5): 411-413
Zuo Longping, Li Tie, Cao Yang. The character of Tarim Basin protrur

- dent structure and the future of oil-gas[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2001, 22(5): 411-413
- 7 赵靖舟, 李启明. 塔里木盆地含油气系统特征与划分[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(5): 393-396
Zhao Jingzhou, Li Qiming. The character of Tarim Basin oil-gas system and the partition[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2001, 22(5): 393-396
 - 8 张一伟, 金之钧. 塔里木盆地环满加尔地区主要不整合形成过程及剥蚀量研究[J]. 地质前缘, 2000, 7(4): 449-457
Zhang Yiwei, Jin Zhijun. Study on the formation of unconformities and the amount of eroded Sedimentation in Tarim Basin[J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(4): 449-457
 - 9 伍致中, 陈文利. 塔里木盆地西南地区地震地质层序的再认识[J]. 新疆石油地质, 2000, 21(3): 197-200
Wu Zhizhong, Chen Wenli. The recognition of earthquake geology layers in southwest Tarim Basin, China[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2000, 21(3): 197-200
 - 10 郑显华. 塔里木盆地西部巴楚-麦盖提地区石油地质特征及勘探建议[J]. 石油实验地质, 1995, 17(2): 114-120
Zheng Xianhua. The reconnaissance advisement and the character of petroleum geology of west Tarim Basin, Bachu-Magadi area [J]. Petroleum Geology & Experiment, 1995, 17(2): 114-120
 - 11 吕修祥, 严俊君. 塔里木盆地西北缘柯坪地区油气前景[J]. 沉积学报, 1996, 14(3): 30-37
Lu Xiuxiang, Yan Junjun. Hydrocarbon prospects of Kalpin area on the northwestern margin of Tarim Basin[J]. Acta Sedimentary Sinica, 1996, 14(3): 30-37
 - 12 刘志宏, 林东成, 王文革, 等. 塔里木盆地吐木休克断裂带的研究[J]. 长春科技大学学报, 2001, 31(3): 219-223
Liu Zhihong, Lin Dongcheng, Wang Wenge, et al. Geochemistry and Deneisi of Cenozoic volcanic rock series in northern Tibet[J]. Journal of Changchun University of Science and Technology, 2001, 31(3): 219-223
 - 13 刘志宏, 卢华复, 贾承造, 等. 库车再生前陆盆地的构造与油气[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(4): 297-303
Liu Zhihong, Lu Huaifu, Jia Chengzao, et al. Structures and hydrocarbon accumulation in Kuqa rejuvenated foreland basin[J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(4): 297-303
 - 14 贾承造. 中国塔里木盆地构造特征与油气[M]. 北京: 石油工业出版社, 1997
 - 15 肖安成, 杨树锋, 王清华, 等. 塔里木盆地巴楚-柯坪地区南北向断裂系统的空间对应性研究[J]. 地质科学, 2002, 37(增刊): 64-72
Xiao Ancheng, Yang Shufeng, Wang Qinghua. Corresponding relation of S-N-Striking fault systems in the Bachu-Kalpin area, Tarim Basin [J]. Chinese Journal of Geology, 2002, 37(Sup): 64-72
 - 16 何文渊, 李江海, 钱祥麟, 等. 塔里木盆地巴楚断隆中新生代的构造演化[J]. 北京大学学报(自然科学版), 2000, 36(7): 539-546
He Wenyuan, Li Jianghai, Qian Xiangqi. The Mesozoic evolution of Bachu fault-uplift in Tarim Basin[J]. Acta Scientiarum Naturalium Universitatis Pekinensis, 2000, 36(7): 539-546
 - 17 何文渊, 李江海, 钱祥麟, 等. 塔里木盆地柯坪断隆断裂构造分析[J]. 中国地质, 2002, 29(1): 37-43
He Wenyuan, Li Jianghai, Qian Xianglin, et al. Analysis of fault structure in the Keping fault uplift, Tarim Basin[J]. Geology in China, 2002, 29(1): 37-43
 - 18 张臣, 郑多明, 李江海. 柯坪断隆古生代的构造属性及其演化特征[J]. 石油与天然气地质, 2001, 22(4): 314-318
Zhang Chen, Zheng Guoming, Li Jianghai. Attribute of Paleozoic structures and its evolution characteristics in Kalpin fault-uplift[J]. Oil & Gas Geology, 2001, 22(4): 314-318
 - 19 谢晓安, 胡素云, 卢华复. 探讨塔里木盆地巴楚的正反转构造[J]. 地质论评, 1998, 44(1): 1-6
Xie Xiaolan, Hu Suyun, Lu Huaifu. Positive inversion structure in the Bachu fault-uplift in the Tarim Basin[J]. Geological Review, 1998, 44(1): 1-6
 - 20 邵学钟, 张家茹, 范会吉, 等. 天山造山带地壳结构与构造——乌鲁木齐-库尔勒地震转换波测深剖面[J]. 地球物理学报, 1996, 39(3): 336-346
Shao Xuezhong, Zhang Jiaru, Fan Huiji. The crust structures of Tianshan orogenic belt: a deep sounding work by converted waves of earthquakes along Urumqi-Korla profile[J]. Acta Geophysica Sinica, 1996, 39(3): 336-346
 - 21 曲国胜, 陈杰, 陈新发, 等. 塔里木盆地阿图什-八盘水磨反冲构造系统研究[J]. 地震地质, 2001, 23(1): 1-14
Qu Guosheng, Chen Jie, Chen Xinfu, et al. A study on the back-thrusting system at Atush-Bapanshuimo in Tarim Basin[J]. Seismology and Geology, 2001, 23(1): 1-14
 - 22 李建华, 张家声, 单新建. 西昆仑-西南天山地区断裂活动性研究[J]. 地质学报, 2002, 76(3): 347-353
Li Jianhua, Zhang Jiaosheng, Shen Xinjian. Faulting in the western Kunlun-southwestern Tianshan area[J]. Acta Geologica Sinica, 2002, 76(3): 347-353
 - 23 林畅松, 刘景彦. 库车坳陷第三系构造层序的构成特征及其对前陆构造作用的响应[J]. 中国科学(D辑), 2002, 32(3): 177-183
Lin Changyang, Liu Jingyan. Depositional architecture of the Tertiary tectonic sequences and their response to foreland tectonism in the Kuqa depression, the Tarim Basin[J]. Science of China(series D), 2002, 32(3): 177-183
 - 24 李曰俊, 宋文杰, 买光荣, 等. 库车和北塔里木前陆盆地与南天山造山带的耦合关系[J]. 新疆石油地质, 2001, 22(5): 376-381
Li Yuejun, Song Wenjie, Mai Gongron, et al. Kuqa, northern Tarim foreland basins and the doubling between them and south Tianshan orogeny[J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2001, 22(5): 376-381
 - 25 陈杰, 卢演传, 丁国瑜. 塔里木西缘晚新生代造山过程的记录——磨拉石建造及生长地层和生长不整合[J]. 第四纪研究, 2001, 21(6): 528-539
Chen Jie, Lu Yanchou, Ding Guoyu. Records of Late Cenozoic mountain building in western Tarim Basin: molasses, growth strata and growth unconformity[J]. Quaternary Sciences, 2001, 21(6): 528-539
 - 26 陈杰, 丁国瑜, Burbank D W, 等. 中国西南天山山前的晚新生代构造与地震活动[J]. 中国地震, 2001, 17(2): 134-155
Chen Jie, Ding Guoyu, Burbank D K. Late Cenozoic tectonics and

- seismic activity in Chinese Southwest Tianshan [J]. *Earthquake Research in China*, 2001, 17 (2): 134-155
- 27 李向东, 王克卓. 中国西天山南缘盆山构造转换解释[J]. *新疆地质*, 2000, 18(3): 211-219
Li Xiangdong, Wang Keshuo. On orogenic to basinal tectonic transfer along the southern margin of west Tianshan mountains, China [J]. *Xinjiang Geology*, 2000, 18(3): 211-219
 - 28 贾东, 卢华复, 蔡东升, 等. 塔里木盆地北缘库车前陆褶皱-冲断带构造分析[J]. *大地构造与成矿*, 1997, 21(1): 1-8
Jia Dong, Lu Huaifu, Cai Dongsheng, et al. Structural analyses of Kuqa foreland fold-thrust belt along the northern margin of Tarim basin [J]. *Geotectonica et Metallogenia*, 1997, 21(1): 1-8
 - 29 高俊, 何国琦. 西天山造山带的古生代造山过程[J]. *地球科学——中国地质大学学报*, 1997, 22(1): 27-32
Gao Jun, He Guoqi. The Palaeozoic era orogenic procession of Western Tianshan Mountain orogeny [J]. *Earth Geoscience: Journal of China University of Geosciences (Wuhan)*, 1997, 22(1): 27-32
 - 30 吴世敏, 卢华复, 马瑞士, 等. 西天山一带大地构造相划分及其构造演化特征[J]. *中国区域地质*, 1995, 2: 149-188
Wu Shimin, Lu Huaifu, Ma Ruishi, et al. Classification of tectonic facies and their evolutionary features in the west Tianshan Mountains [J]. *Regional Geology in China*, 1995, 2: 149-188
 - 31 刘和甫, 梁慧社, 蔡立国, 等. 天山两侧前陆盆地冲断系构造样式与前陆盆地演化[J]. *地球科学——中国地质大学学报*, 1994, 19(6): 727-741
Liu Hepu, Liang Huishe, Cai Ligu. Evolution and structural style of Tianshan and adjacent basins, northern China [J]. *Earth Science: Journal of China University of Geosciences (Wuhan)*, 1994, 19(6): 727-741
 - 32 汪新, 贾承造, 杨树锋. 南天山库车褶皱冲断带构造几何学和运动学[J]. *地质科学*, 2002, 37(3): 372-384
Wang Xin, Jia Chengzao, Yang Shufeng. Geometry and kinematics of the Kuqa fold-thrust belt in the southern Tianshan [J]. *Chinese Journal of Geology*, 2002, 37(3): 372-384
 - 33 汪新, 贾承造, 杨树锋, 等. 南天山库车冲断褶皱带构造变形时间——以库车河地区为例[J]. *地质学报*, 2002, 76(1): 55-63
Wang Xin, Jia Chengzao, Yang Shufeng, et al. The deformation time of Kuqa fold-thrust belt in the southern Tianshan [J]. *Acta Geologica Sinica*, 2002, 76(1): 55-63
 - 34 肖安成, 贾承造. 中国南天山西部冲断褶皱系前缘区的运动学特征[J]. *沉积学报*, 2000, 18(3): 439-444
Xiao Ancheng, Jia Chengzao. The kinematics characters of the thrust-western frontregions in Southern Tianshan, China [J]. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2000, 18(3): 439-444
 - 35 卢华复, 贾东, 陈楚铭, 等. 库车新生代构造性质和变形时间[J]. *地学前缘*, 1999, 6(4): 215-220
Lu Huaifu, Jiadong, Chen Chuming, et al. Nature and timing of the Kuqa Cenozoic structures [J]. *Earth Science Frontiers*, 1999, 6(4): 215-220
 - 36 Allen M B, Viocent S J. Late Cenozoic tectonics of Kalpin stage thrust zone: interaction of Tianshan and Tarim Basin, northwest China [J]. *Tectonics*, 1999, 18(4): 639-654
 - 37 范湘涛, 卢华复, 石火生, 等. 柯坪地区构造弱信息提取及左旋走滑断层证据[J]. *高校地质学报*, 2000, 6(1): 23-28
Fan Xiangtao, Lu Huaifu, Shi Huosheng, et al. Extraction of weak structural information and evidences of sinistral strike-slip in Kalpin area, Xinjiang, Northwest China [J]. *Geological Journal of China Universities*, 2000, 6(1): 23-28
 - 38 Jia D, Lu H, Cai D. Structural features of northern Tarim basin: implication for regional tectonic and petroleum traps [J]. *AAPG Bull*, 1998, 82(1): 147-159
 - 39 卢华复, 贾东, 蔡东升, 等. 塔西北柯坪剪切挤压构造[J]. *高校地质学报*, 1998, 4(1): 50-58
Lu Huaifu, Jia Dong, Cai Dongsheng, et al. On the Kalpin transpression tectonics of northwest Tarim basin [J]. *Geological Journal of China Universities*. 1998, 4(1): 50-58
 - 40 Lu H, Howell D G, Jia D. Rejuvenation of the Kuqa foreland basin, northern flank of the Tarim basin, northwest China [J]. *International Geology Review*, 1994, 36: 1151-1158
 - 41 Lu H, Howell D G, Jia D. Kalpin transpression tectonics, northwest Tarim basin, western China [J]. *International Geology Review*, 1994, 36: 975-981
 - 42 贾承造, 何登发, 陆洁民. 中国喜马拉雅运动的期次及其动力学背景[J]. *石油与天然气地质*, 2004, 25(2): 121-125
Jia Chengzao, He Dengfa, Lu Jieming. Episodes and geodynamic setting of Himalayan movement in China [J]. *Oil & Gas Geology*, 2004, 25(2): 121-125
 - 43 李艺斌, 李罗照. 关于巴楚运动的几点认识[J]. *新疆石油地质*, 1995, 16(2): 173-176
Li Yibin, Li Luozhao. The recognize of Bachu activity [J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 1995, 16(2): 173-176
 - 45 熊剑飞. 新疆巴楚岩关期牙形类化石的发现及泥盆系炭系界线[J]. *新疆石油地质*, 1991, 12(2): 118-127
Xiong Jianfei. Discovery of conodonts of Yanguan Period and boundary between Devonian and Carboniferous in Bachu, Xinjiang [J]. *Xinjiang Petroleum Geology*, 1991, 12(2): 118-127
 - 46 张宗命, 贾承造. 塔里木克拉通盆地内古隆起及其找油气方向[J]. *西安石油学院学报*, 1997, 12(3): 8-13
Zhang Zongming, Jia Chengzao. Palaeohighs in craton basin of Tarim and the exploration objectives [J]. *Journal of Xi'an Petroleum University*, 1997, 12(3): 8-13
 - 47 肖安成, 李景义. 塔里木盆地色力布亚断裂系的走滑双重构造特征[J]. *江汉石油学院学报*, 1998, 20(2): 6-12
Xiao Ancheng, Li Jingyi. Structure and kinematic genesis of the Selibuy strike-slip duplex in the Tarim Basin [J]. *Journal of Jianghan Petroleum Institute*, 1998, 20(2): 6-12
 - 48 龚铭, 邵鸿良, 伍泓, 等. 塔里木盆地断裂构造样式与油气关系探讨[J]. *石油与天然气地质*, 1995, 16(1): 11-21
Gong Ming, Shao Hongliang, Wu Hong, et al. Fault structural styles in Tarim basin and their relation with hydrocarbon [J]. *Oil & Gas Geology*, 1995, 16(1): 11-21