

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

塔里木盆地北部北西向断裂的特征 及地球动力学机制

严俊君

(石油大学, 北京)



塔里木盆地北部(简称塔北)区域构造上最显著的特征是受走向 ENE 和 NW 两组区域性大断裂的控制,形成了南北分带、东西分块的基本构造格局^[1]。本区 NW 向断裂以基底卷入型压性逆冲为基本特点。构造发育受中新世塔里木板块西南缘大地构造演化控制。这一时期的主要地质事件有早二叠纪末期塔里木板块与西昆仑地体的碰撞;侏罗纪西昆仑地体与喀喇昆仑地体的碰撞;第三纪印度板块与欧亚板块的碰撞。

关键词 塔里木盆地北部 北西向断裂 压性逆冲 西昆仑 喀喇昆仑

1 北西向断裂带的发育特征

塔北地区地震资料揭示的 NW 向断裂带主要有喀拉玉尔滚-柯吐尔断裂带、阿恰-土木休克断裂带、牙桑地断裂等。前者是阿瓦提陷陷与沙雅隆起带的分界断裂,后两条断裂带向倾斜,控制了巴楚断隆的发育(图 1)。牙桑地断裂向北与露头区柯坪隆起上的皮羌断裂相接,合称为皮羌-牙桑地断裂带。皮羌断裂具有最典型的走滑特征,但它与盆内断裂活动性质、发育时间显然不相同。

1.1 喀拉玉尔滚-柯吐尔断裂带

这是塔北一条重要的 NW 向区域性断裂带,总长 150m 左右,主要有两条断裂组成:北为喀拉玉尔滚断裂,南为柯吐尔断裂(图 1)。该断裂带被解释成走滑构造的主要依据是喀拉玉尔滚断裂旁侧发育了三个斜列背斜(图 2,背斜 a、b、c)。但是,地震及地面露头资料表明,喀拉玉尔滚断裂主要发育于海西晚期—印支燕山期,斜列背斜则主要由第三系构成,具滑脱性,形成于喜马拉雅期。与断裂真正具有伴生关系的是拱踏克背斜(图 2,背斜 d),该背斜与断裂有大致平行的走向,反映了断裂的挤压特征。图 3 是过该构造的地震显示,剖面上白垩系不整合覆盖于下二叠统之上,中间缺失三叠系、侏罗系、上二叠统。断裂断穿古生界向上截止到白垩系底,说明古生代末期,可能包括三叠、侏罗纪,是断裂的主要活动期,断裂向东倾斜,略呈铲形。断裂带内的地层变形深浅层明显不协调,浅层中新生界宽缓背斜为南喀拉玉系滚背斜,下伏与断裂伴生的古生代背斜构造即为拱踏克背斜(图 2,图 3)。

柯吐尔断裂与北段喀拉玉尔滚断裂特征上又显然不一样。如图所示,该断裂面向西倾斜,断面呈铲形,上盘地层褶皱,形成与断裂平行的背斜构造(图 4,图 2),说明了断层压性逆冲的性质,也可以划分出两期变形:第一期是海西晚期,主要依据是断裂上盘古生界削截的存在,三叠系不整合覆盖在下二叠统之上。该断裂向上断入中生界,根据中新生界褶皱卷入的地层、变形

强度及地层厚度等分析,晚期变形可能主要发生在中生代晚期,并持续到第三纪。柯吐尔断裂与喀拉玉尔滚断裂的主要不同在于:①倾向相反;②柯吐尔断裂深浅层地层褶皱走向均与断裂平行,喀拉玉尔滚断裂晚期(晚喜山期)则受到过平移的叠加影响,上覆层形成斜列背斜。

此外,钻井揭示该断裂带普遍存在海西晚期(早二叠世)的岩浆活动,早期为基性玄武岩,晚期为中性安山岩和凝灰岩,岩石化学特征分析是属于板内稳定区发育的、具大陆裂谷背景环境的火山活动产物,是北缘中天山弧向塔里木板块“A”型俯冲和南缘特提斯洋板块向塔里木板块“B”型俯冲在板内造成的引张的区域构造背景造成的^[2]。也就是说,喀拉玉尔滚断裂,柯吐尔断裂的发育均利用了先存的拉张薄弱带,但它们并不构成区域性走滑断裂带或简单的调节断裂,而是主要活动于古生代晚期(P_2)到中生代的压性逆冲构造。喀拉玉尔滚断裂上覆浅层平移特征是北缘喜马拉雅晚期自北向南逆冲推覆的结果,并不能作为喀拉玉尔滚基底断裂平移的依据。

1.2 阿恰-土木休克断裂带

该断裂带由阿恰和土木休克两条断裂组成,前者走向 NNW 或 NW,后者 WNW,它们共同构成巴楚隆起的东界(图1)。

阿恰断裂是一条西倾、陡立的基底逆冲断层,向北到露头区的延伸情况由于无确切资料尚不清楚,但地震揭示的断距并未明显减小,推测很可能延入到露头区。断裂向南终止于土木休克断裂以北,二者未直接相连(图1)。

古生界在阿恰断裂上下盘分布稳定、产状协调,反映古生代地层沉积时巴楚隆起与阿瓦提断陷没有分隔,当时阿恰断裂尚未发育。阿恰断裂控制着中生界的分布,下盘阿瓦提断陷发育较厚的三叠系及一定厚度的白垩系,特别是发育了厚达数千米的上第三系中新统,上盘则缺失这一套地层,上新统直接覆盖在古生界之上,只在紧邻断层处可能残留一定的三叠系(图5),因此,推断阿恰断裂是中生代或三叠纪晚期开始发育,中新世是断裂的主要活动期。

阿恰断裂变形特点主要是上盘地层沿断裂面拖曳强烈,而造成断裂上下盘地层层高差大

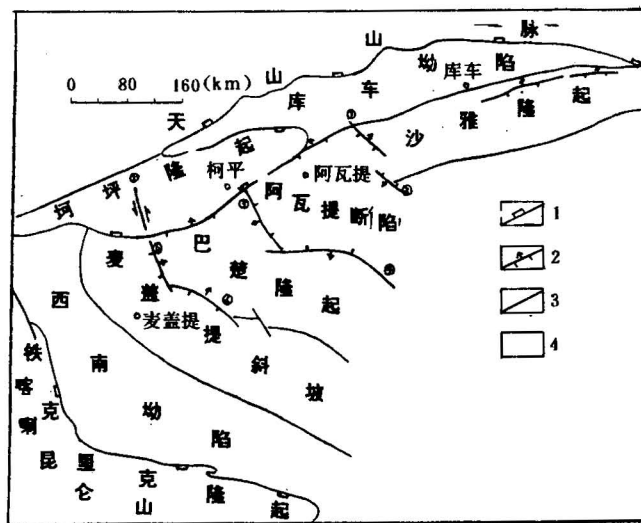


图1 塔北西部地区构造单元

划分及 NW 向断裂分布略图

Fig.1 Sketch map showing the structural units and the major faults striking NW in western area of Northern Tarim Basin

- ①喀拉玉尔滚断裂;②柯吐尔断裂;③阿恰断裂;④土木休克断裂;⑤皮羌断裂;
⑥牙桑地断裂;1. 盆地边界;2. 大断裂;3. 构造单元分界;4. 断裂编号
①Karayurgun fault;②Ketur fault;③Arqia fault;④Tumuxiuke fault;
⑤Piqiang fault;⑥Yashangdi fault; 1. Boundary of the basin;
2. major fault; 3. boundary line of strustural units in
the basin; 4. number of fault

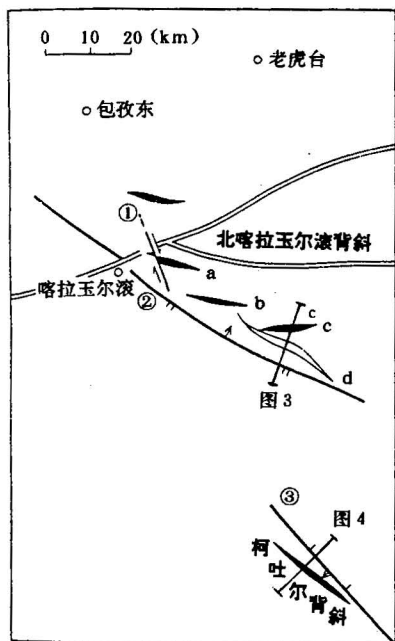


图2 喀拉玉尔滚-柯吐尔断裂带构造略图
注意第三系背斜(c)和古生界
背斜(d)走向上的差异

Fig. 2 Structural sketch map of karayurgun-ketur fault-belt. Notice the difference of striking between two anticlines of Tertiary (c) and paleozoic (d)

- a 北喀拉玉尔滚背斜; b 喀拉玉尔滚背斜;
c 南喀拉玉尔滚背斜; d 拱踏克背斜; ①北喀拉玉尔滚断裂; ②喀拉玉尔滚断裂; ③柯吐尔断裂;
a North karayurgun anticline; b Karayurgun anticline; c South Karayurgun anticline; d Gongtake anticline; ① North karayurgun fault; ② Karayurgun fault; ③ Ketur fault

阿恰断裂下盘变形强度较大说明该区受喜马拉雅早期运动的影响造成本区挤压变形强烈。

有关土木休克断裂的资料较少,据现有剖面揭示其断裂性质、上下盘地层发育情况,推测此断裂活动时间、发育演化与阿恰断裂十分相似。

1.3 皮羌-牙桑地断裂带

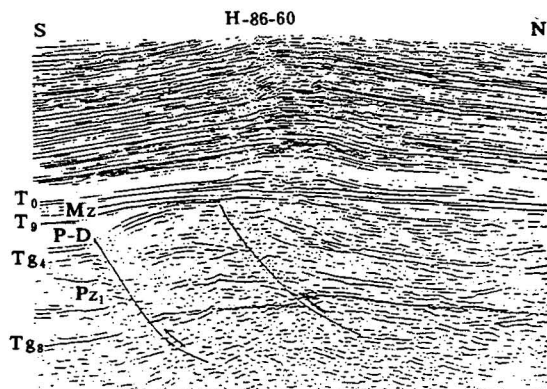


图3 南喀拉玉尔滚背斜-拱踏克背斜地震剖面
示上下构造的滑脱关系

Fig. 3 Seismic section of the anticlines c (upper) and d (lower) see Fig 2 for location

而断距相对小的特点。选志留-泥盆系作为标志层,上下盘的高差可达近6 000m,而由于地层牵引,断距不足2 000m。这种现象在整个阿恰断裂带都存在,在南面阿恰断裂已消失的部位,地层挠曲仍很清楚,据此我们分析,阿恰断裂是在巴楚隆起上隆到一定规模以后才开始活动的。

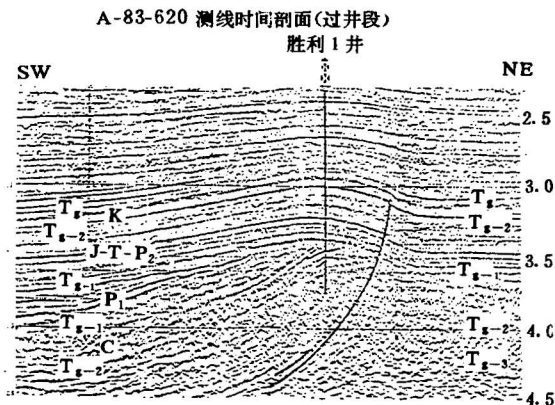


图4 柯吐尔断裂带地震剖面显示
Fig. 4 seismic expression showing ketur fault-belt. see Fig2 for location

皮羌-牙桑地断裂由覆盖区的牙桑地断裂和露头区的皮羌断裂组成。据地震资料反映的断裂延伸面情况,这两条断裂在深部很可能是相连的,但它们的演化经历和特点又不尽相同。

1.3.1 牙桑地断裂

牙桑地断裂为一条东倾的逆冲断裂,走向 NNW,延伸长度约150km,构成了巴楚隆起的西界。它与阿恰断裂相向倾斜,使所夹持的巴楚隆起具有了背冲断块的特点(图1)。

牙桑地断裂剖面特征与阿恰断裂相似,古生代地层在断裂上下盘分布稳定,显示早期没有断裂活动。由于断裂上下盘均不发育中生界,所以断裂在中生代的活动缺乏直接依据。但从区域构造特征分析,牙桑地断层与阿恰断裂走向平行、剖面特征相似,因此认为它们的形成时间、性质是相似的。牙桑地断裂也是发育于差异升降最强部位的压性断块,中新世为断裂强烈活动期(图6)。

1.3.2 皮羌断裂

皮羌断裂发育在柯坪隆起区,走向 NNW,延伸长度约80km(图1)。皮羌断裂的平移性质是确切的,属典型掀断层。从柯坪隆起地质图上可以看出,该区发育了数排 ENE 向逆冲推覆构造。每套重复地层的最老层位为上寒武统,自南向北地层逐渐变新,其前缘均以断层为界,显示了典型的自北向南的滑脱型逆冲推覆。从卷入的地层看,逆冲推覆发生的时间很晚(上第三系甚至第四系均卷入变形),皮羌断裂与这一组 ENE 向构造线近于直交,并左行错断了它们。皮羌断裂的平移距离一般在3—4km,而沿断裂地层的拖曳显示的不均匀推覆距可达15km(图7)。皮羌断裂为典型掀断层,其依据如下:

(1)断裂两侧推覆不均匀是十分显著的,断裂东盘出现六次地层重复,形成六排滑脱逆冲

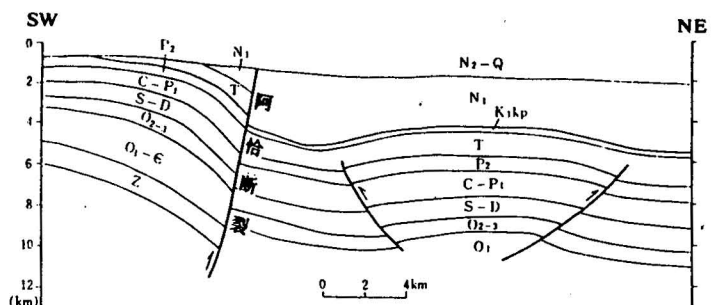


图5 阿恰断裂深度剖面示断裂巨大的垂向逆冲

Fig. 5 A depth section of Arqia fault, showing the great thrust of this fault

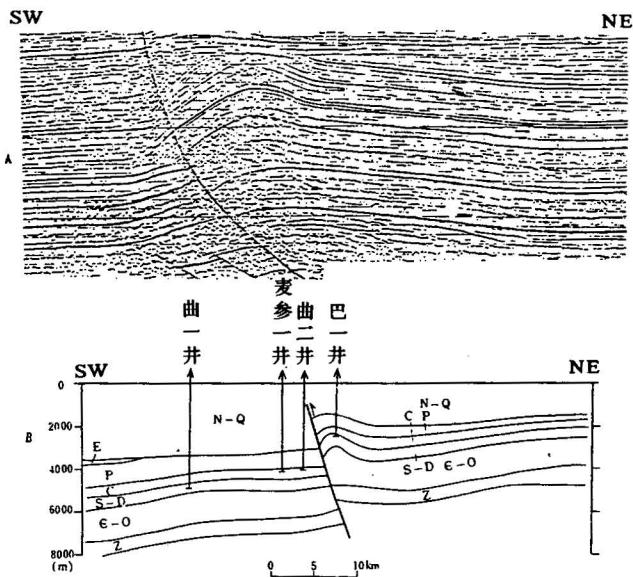


图6 牙桑地断裂地震显示(A)及深度剖面(B)

Fig. 6 Seismic expression of Yasangdi fault (A) as well as its depth section (B)

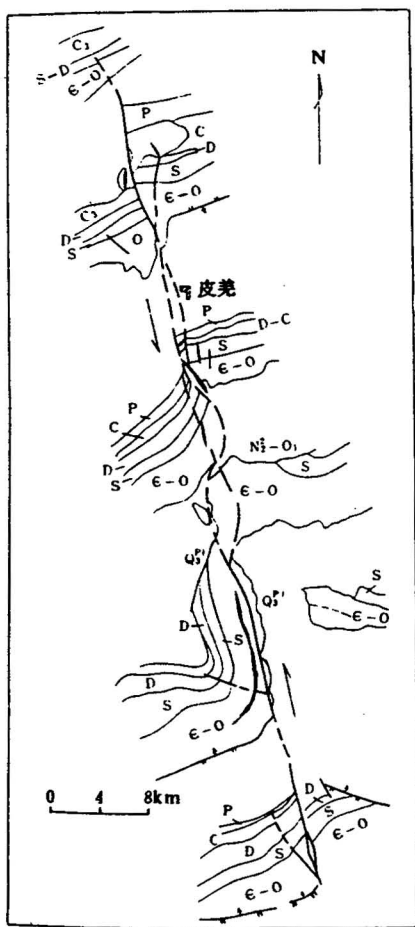


图7 皮羌擦断层地质略图, 示断层的线性辫状构造、地层水平牵引、平移错位
Fig. 7 Geological sketch map of piquang tear fault, showing its pattern of braid-like and strata drag along it

推覆构造带, 西盘则只形成五排滑脱推覆构造带。因此, 断裂两盘地层的对应关系有的很明确, 有的却不能够对比, 这正是擦断层的典型特征, 即地层的平移错断是伴随着地层推覆大体同步进行的, 两盘地层变形既相互联系又相对独立。

(2) 断裂平移距中段大, 向南、北迅速减小、以至消失。最北面一排逆冲推覆构造并未明显错开, 向南平移距增大, 而到推覆的前缘终止, 甚至表现出微弱的右行特点。断裂的发育长度严格受推覆范围控制。

皮羌断裂的平移走滑特征曾经是盆内 NW 向断裂为走滑性质的有力佐证之一。但是, 皮羌断裂作为滑脱型擦断层, 它的走滑显然并不能够说明盆内基底卷入型构造的平移性质。据地震显示, 牙桑地断裂距露头区 15km 处, 断距仍未减小, 说明此断裂向北肯定还有延伸。因此推断, 当牙桑地断裂中生代时伴随着盆地西部强烈挤压而发育的时候, 它向北进入了柯坪隆起。此外, 皮羌断裂带内普遍有海西晚期的玄武岩岩脉, 并且在后期构造变动中, 此岩脉也伴随着地层变形而变形。因此认为, 柯坪隆起滑脱推覆的不均匀受先存断裂的控制, 擦断裂的发育利用了老的断裂线, 但擦断本身只在柯坪推覆区出现, 不改变先期断裂的压性逆冲特征。

综上所述, 对阿恰-土木休克断裂带和皮羌-牙桑地断裂的发育特征可作如下概括:

(1) 阿恰-土木休克断裂是中新生代发育的, 控制了三叠系、白垩系、下第三系和中新统的分布。尤其中新世, 是断裂的主要活动阶段。牙桑地断裂则相当于其反向断裂, 主要控制了中新统的分布。显然, 断裂具有同沉积发育的特点。

(2) 断裂发育在差异升降最强的挠折部位, 基本力学性质属基底逆冲断块。

(3) 喜马拉雅晚期, 北缘的挤压推覆控制了皮羌擦断层的发育, 也是造成喀拉玉尔滚断裂浅层斜列褶皱的根本原因, 但这些断裂具有滑脱特点, 且形成较晚, 与盆内的基底逆冲不同。

(4) 断裂的发育利用了早期(海西晚期)张性破裂带。

2 北西向构造带发育的地球动力学

塔北 NW 向断裂的强烈逆冲性质, 反映构造发育的基本应力状态是与断裂带走向垂直的挤压作用(SW-NE 向挤压)。此外, 纵观塔里木盆地地质图, 可见巴楚断隆带及其内部次级构造岩浆活动带的延伸方向均与盆地西南缘造山带平行、协调, 揭示了两成因上的联系。这些都促使我们从盆地西南缘的构造演化寻求控制断裂发育的力学机制。

2.1 塔里木板块西南缘的构造演化

塔里木板块西南地区存在多条缝合带,它们把这一地区分隔成若干地体,自西南向东北依次为喀喇昆仑地体、康西瓦缝合带、西昆仑地体、库地缝合带及塔里木地体(图8)。

(1) 西昆仑地体和塔里木板块的碰撞

作为西昆仑地体和塔里木地体分界的库地缝合带,主要由蛇绿岩和分布于西昆仑地体北侧的奥陶系、志留系、泥盆系和石炭系盖层推覆体组成。蛇绿岩呈零星块体分布,见于乌依塔克、柯冈、库地和慕士塔格等地。蛇绿岩层序出露不全,其原生层序多已遭破坏,常为超镁铁岩、辉长岩、块状和枕状熔岩、火山喷发岩夹放射虫硅质岩以及外来岩块构成的蛇绿混杂岩。蛇绿岩的年代是一个有争议的问题,这里采用姜春发等的研究成果,认为应属石炭纪^[2]。根据缝合带两侧地体的岩石构造组合分析,库地缝合带形成于早二叠世晚期以后。

(2) 喀喇昆仑地体和西昆仑地体的碰撞

康西瓦断裂带是喀喇昆仑地体和西昆仑地体的碰撞缝合带。沿断裂带可见超基性岩出露,断裂带南侧分布着下志留统温泉沟群增生俯冲杂岩和上三叠统克勒青河群混杂堆积带,克勒青河群陆源碎屑浊积岩的基质中,混有许多无根的石炭系和二叠系的灰岩块体,其东延部分还常见超基性岩和放射虫硅质岩岩块。康西瓦断裂带也是欧亚生物地理区和冈瓦那生物地理区的分界。

从喀喇昆仑和西昆仑地区岩石构造组合分析,喀喇昆仑地体和西昆仑地体在泥盆纪曾发生一次碰撞。但石炭纪时,由于喀喇昆仑南侧的洋壳俯冲产生的弧后扩张作用,使一度关闭的康西瓦洋重新打开,两者最终缝合的时间在侏罗纪。

正是早二叠世晚期库地洋的关闭及侏罗纪康西瓦缝合带的形成,使得中生代以来塔里木盆地受到来自西南缘的巨大挤压,是盆地 NW 向构造带发育的主导控制条件。巴楚断隆及其西侧斜坡大面积缺失中生界正是西南缘挤压、抬升的结果,而巴楚隆起剥蚀、超覆的特征也说明了构造发育自西南向东北的迁移。

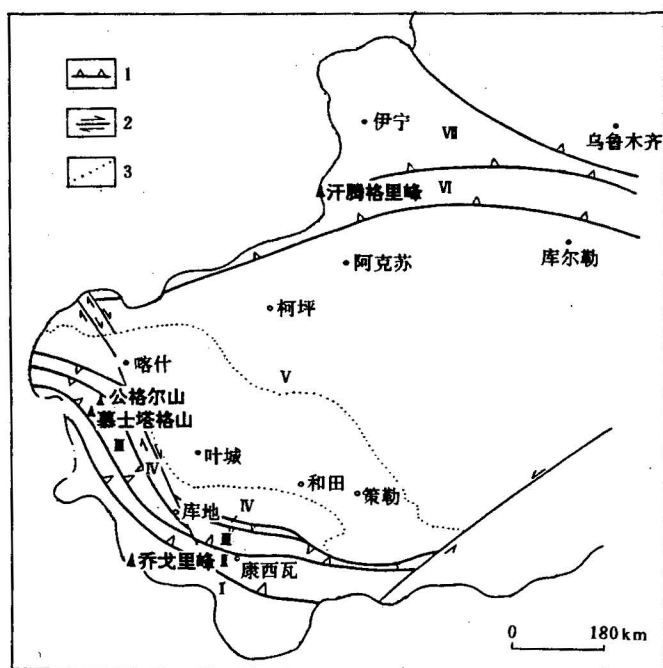


图8 新疆西部构造分区略图

Fig. 8 Schematic map showing geotectonical setting of Western Xinjiang

- I 喀喇昆仑地体; II 康西瓦缝合带; III 西昆仑地体; IV 库地缝合带;
V 塔里木地体; VI 南天山缝合带; VII 中天山地体; 1. 地体界线;
2. 走滑断层; 3. 塔西南拗陷界线
- I Kala-Kunlun massif; II Kangxiwa Suture zone; III West Kunlun massif;
IV Kudi suture zone; V Tarim massif; VI South Tianshan Suture zone;
VII Central Tianshan massif; 1. boundary line of geotectonic units;
2. wrench fault; 3. boundary of southwest depression of Tarim basin

2.2 第三纪以来塔里木盆地的构造背景

塔里木盆地第三纪以来的构造变形主要是两个前陆盆地,即西南坳陷和库车坳陷的大规模逆冲推覆,形成一系列走向与坳陷延伸方向一致的滑脱型逆冲褶皱构造。控制构造发育的主要地质事件是印度板块和欧亚板块的碰撞,其推挤作用力可远程传递到中国西部等地区^[3,4],引起中国西部一系列山系的强烈隆升,并产生自山系向盆地内的强烈挤压。昆仑造山带的再次崛起使中生代一直处于活跃状况的盆内NW向断裂强烈逆冲,中新世成为断裂最主要的发育期。中新世以后,盆地西南缘的变形表现为强烈的滑脱性,对NW向基底断裂已无明显影响。而中生代一直处于相对宁静的天山地区,在上述远距离挤压传递影响下,天山造山带也再次隆起并向相邻前陆盆地逆冲。皮羌焕断层及喀拉玉尔滚断裂上覆层的雁列褶皱正是在这种应力条件下形成的。但这种北缘推挤造成的平移只影响浅层构造,且以靠近北缘最明显,具典型滑脱特征。

综上所述,对塔北NW向断裂带的基本构造特征可作如下总结:

(1)构造主要活动时间是中、新生代,性质上均具有基底卷入型压性逆冲的特点,控制了隆起带和沉降带高达6000m的升降差。

(2)构造发育受盆地西南缘板块演化控制,最重要的地质事件是早二叠世晚期西昆仑地体和塔里木板块的碰撞、侏罗纪喀喇昆仑地体和西昆仑地体的碰撞,以及始新世末期印度板块和欧亚板块碰撞的远距离挤压传递。

(3)断裂带的发育利用了早期的张性薄弱带。

(4)露头区(柯坪及喀拉玉尔滚地区)的平移现象具浅层滑脱特征,是晚第三纪以来北缘推覆的结果,不改变盆内断裂的性质。

本文属“八五”国家科技攻关项目“塔里木盆地北部构造圈闭类型及成藏模式研究”成果的一部分,在写作过程中得到课题负责人王燮培教授、张家骅教授的支持和帮助,在此一并表示感谢。

参 考 文 献

- 1 王燮培,严俊君. 塔里木盆地北部断裂格架分析. 地球科学, 1995, 20(3).
- 2 姜春发等. 昆仑开合构造. 北京:地质出版社, 1992.
- 3 Tapponnier p, Molnar P. Active faulting and Cenozoic tectonics of the Tien Shan, Mongolia and Baykal regions. Journal of Geophysical Research, 1979, 84(87): 3425-3459.
- 4 Graham S A, Xiao X, Carrol A, Mckniyht C. Mesozoic -Cenozoic basins of western China and an example of partitioned retro-arc foreland basin system. AAPG. Bull. 1988, 72: 191.

THE CHARACTERISTICS OF NW-TRENDING FAULTS AND THEIR GEODYNAMIC MECHANISM IN THE NORTHERN TARIM BASIN

Yan Junjun

(*Petroleum University, Beijing*)

Abstract

The most striking tectonic feature of the northern part of the Tarim basin is that it is cut by the ENE-trending regional faults, forming a tectonic framework of north-south zoning and east-west regionalization. Based on the analysis of geometry and kinematics, the author think that the main faults striking NW in Northern Tarim Basin are characterized by deformation of basement-involved compressional thrust, which were controlled by plate tectonics evolution of north-western margin of Tarim plate during Mezo-Cenozoic time period. The most important events happened in this period were collision between western Kunlun terrane and Tarim plate in the ending of early Permian, collision between Kalakunlun terrane and western Kunlun in Jurassic, and collision of Indian plate and south Asian continental margin in Tertiary.

Key Words: Northern Tarim Basin, striking NW faults, compressional thrust, Western Kunlun, Kalakunlun

作者简介

严俊君, 1960年生。1988年毕业于中国地质大学(武汉)石油系, 获硕士学位。毕业后主要从事含油气盆地构造分析方面的研究, 现任石油大学副教授。通讯处: 北京市昌平石油大学盆地与油藏研究中心, 邮政编码: 102200。