

阿尔金剪切带的新构造运动

蔡厚维

周良仁

(甘肃省地矿局酒泉地调队)

(地矿部西安地质矿产研究所)

内容提要 本文论述了晚第三纪以来青藏高原西北周边的阿尔金剪切带的新构造运动,从阿尔金带的沉积特征与形变、构造地貌特征以及火山与地震活动等方面进行了探讨。笔者认为,阿尔金剪切带的新构造运动既有左扭走滑和大幅度升降,又有强烈挤压逆冲,运动强度自东而西逐渐增强。同时阿尔金带及其附近地貌的形成,既与长期侵蚀基面有关,又与新构造运动有关,应该说是两者综合作用的结果。

素以“世界屋脊”著称的青藏高原西北周边的阿尔金剪切带(以下简称阿尔金带),是我国西北地区的一条重要的构造带,也是全球最大的走滑断裂带之一,呈北东东向展布,西起慕士山北,经于田、阿羌、茫崖,向东过肃北、玉门,越黑河,直至隐没于巴丹吉林沙漠之下,全长1800公里,宽约20—40公里不等。阿尔金带于早古生代前开始活动,晚古生代时活动性增强,其剪切平移幅度达到高潮阶段,中新生代时伴有挤压和升降,晚第三纪以来,新构造运动十分活跃,它不仅控制着带内及其两侧的地壳升降和新生代盆地的演化,而且沿带有火山喷发和地震活动。因此,研究这条剪切带的新构造特征,将有助于了解青藏高原西北边缘构造带现今活动的特点,特别是对我国西北地区的资源开发有着重要的意义(图1)。

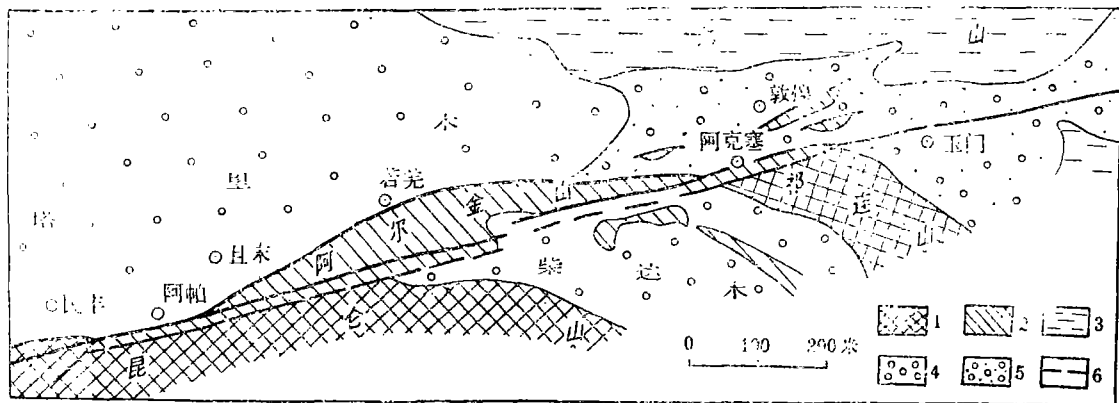


图1 阿尔金剪切带新构造运动略图

- 1—强烈上升的山地;2—中等幅度上升的山地;3—缓慢上升的山地;4—强烈下降的盆地;
5—较强烈下降的盆地;6—活动性断裂或推测的活动性断裂

本文根据笔者从野外搜集的资料和广大地学工作者的区调与科研成果,结合地球资源卫星解释,试图对这条剪切带的新构造运动期的活动性进行一些具体探讨。

一、阿尔金带的沉积特征与形变

阿尔金带北侧和田以南至阿帕,以及阿克塞至肃北一带堆积的上第三系与第四系,具有明显的岩性、岩相分带性。近山麓地带为砾岩、砂岩和砂砾石层,砾石成分随地而异,砾径大小混杂,大者可达1米以上,呈次圆状或次棱角状者居多,岩性及厚度沿走向变化大,相变剧烈,整个剖面具下细上粗和愈上愈粗的特点,形成典型的磨拉斯沉积序列。这代表着阿尔金带的强烈复活和差异升降运动中急速堆积的产物,同时也标志着磨拉斯的形成和相邻断块的上升是在统一的应力场下,即近南北向水平挤压应力场下形成的。而远离山麓地带逐渐变细,多为河湖相及湖泊相的砂泥岩及膏盐建造,具有清晰的粗细相间的沉积韵律性。其间既有较大的沉积旋回,又有区域性的沉积间断,可见断块在沉降运动的背景上,伴有多次间歇性的隆升。

由于断块差异运动的结果,使带南山地持续抬升,而带北盆地则以下降为主。从表1可以看出塔里木盆地自上新世以来,下降最大幅度为6.41米,地壳的年平均下降率为1.28毫米,而安敦盆地的下降幅度仅相当于它的1/3。沉积物厚度的差异反映了阿尔金带北侧断块不同地段新构造活动的不均一性,说明在新构造活动期间,上新世—中新世更新世是本区构造活

表1 各盆地的沉积物厚度

地点 厚度(米) 时代	塔里木盆地			安(西)—敦 (煌)盆地
	和田	民丰—且末	且末以东	
Q ₄	5	3—10	30	5—11
Q ₃	30	4—24	>22	210
Q ₂	80	60—100	78	200
Q ₁	3022	1113—1450	>166	318
N ₂	3404	915—1161	1000	1500

动最剧烈和沉降幅度最大的时期。但总的规律是阿尔金带活动强度由西往东逐渐递减,且随时间延续渐趋减弱,而带南的柴达木盆地亦以大幅度下降为其主要特色,据现有资料:它自中新世以来下降了8794米,显然南北断块的断裂分异活动是不均衡的。就同一盆地而言,其厚度变化也有显著差异,往往近断裂一侧厚度偏大,其沉降幅度亦大;而远离断裂一侧厚

度递减,其沉降幅度亦小,这说明阿尔金带严格控制着断块沉积厚度、岩相和沉降幅度的变化。

处于带内的且末河上游谷地、喀拉米兰河谷地、尤素普阿拉格盆地和库尔库里盆地,均系嵌套式的构造盆地。它们的延展方向皆与剪切带走向线一致,说明它们严格地受剪切带所制约。其间沉积了厚度不等的第三系和第四系,构造盆地的淤填过程也就是相邻断块不断夷平的过程,这标志着阿尔金带内在总的抬升过程中有相对的下降,但这种下降幅度与带两侧的塔里木盆地、柴达木盆地的沉降幅度相对比,显然要小的多。如尤素普阿拉格盆地内的始新世—中新世沉积物与南邻柴达木盆地的同期同相沉积物所处的海拔高度相对比,至少被抬高了1000—1500米。

阿尔金山主峰山根前的第三系,现今出露的海拔高程大体是在3800米处,但它的岩性岩相和沉积型式与安敦盆地、柴达木盆地的同期地层相似,据此可以设想:在第三纪时,它们原属于海拔高程大体相同的同一盆地的沉积产物,之所以现今所处的位置有明显的差异(其垂直差距1800米以上),是由于沿阿尔金带差异升降运动分化的结果。

阿尔金带的活动均不同程度地使新生代地层发生形变和变位,如和田以南至阿帕一带可见寒武—奥陶系或志留—泥盆系由南向北逆冲于上新统或下、中更新统之上,在这里由新生代地层组成褶皱构造。在近剪切带一侧翼角较陡,而远离剪切带一侧则翼角较缓,这种南陡北缓的构造形态应与阿尔金带的活动密切相关。而第三系、第四系卷入褶皱之中,从区域地层接触关系分析:应视为是新构造运动的叠加作用所致。东段红柳沟至雁丹图一带的前长城系或震旦系变质岩均分别逆冲于上新统之上,断面倾向南,倾角 50° — 80° 之间,局部近直立或倒转,由于它的上盘由南向北的逆掩仰冲,致使地体翘断倾斜。肃北城南见震旦系逆冲于中新统之上,而中新统又仰冲于下更新统之上。石包城至昌马大坝一带,剪切带不仅穿切了第三系和下、中更新统,而且多处可见前长城系或下古生界变质岩逆冲于上第三系及下、中更新统之上,断面有的向南倾,有的向北倾,倾角皆在 50° 以上。向东至足狼沟见断裂南盘的下白垩统与北盘的上侏罗统及其上的上第三系呈正断裂层接触,断面倾向北,产状近陡立。阿尔金带内的喀拉米兰河和且末河谷地,出露的中新生代地层,由于遭受了近南北向的挤压应力作用,形成了一系列的轴向为东西向的背向斜构造,甚至出现尖顶褶皱,之后随着新构造运动的加剧,这些地层又被切割错位和逆冲,故形成现今的地堑式构造。索尔库里地区出露的侏罗系逆冲于中上新统之上以及那里的中更新统和全新统湖沼相沉积被断裂错移,这些均说明阿尔金带的活动方式,除了挤压和逆冲外,还伴随着剪切平移与垂直升降作用。以上新断裂的活动主要出露于阿尔金带上,它们严格地沿袭老断裂带发育,其力学性质随着时间的更替而相互转化,但扭动方向具有明显的继承性。由肃拉木宁块体西端的中新生代地层遭受的强烈挤压褶皱以及它与有关的柴达木盆地内出露的第三系所构成的“反S型”构造的扭曲现象似可进一步佐证它仍具有反扭的特点。

二、阿尔金带的构造地貌特征

(一)在阿尔金带西段由北而南可以见到海拔高程依次递增的塔里木南缘(2000—2200米)→高原中低山丘陵区(2500—3000米)→高原中高山基岩裸露区(4000米)→高山、极高山现代冰川发育区(5000—6000米)→极原区的低山丘陵湖盆区(5000米),东段海拔高程也呈现由盆地平原区(1500—1600米)→山前低山丘陵区(2100—2200米)→中高山基岩裸露区(3000—4500米)→现代冰川区(4500米以上)依次增高的规律,单用戴维斯(W. M. Davis)和彭克(W. Penck)的多循环论及山前梯度论来解译这种层状地形似乎欠妥。据初步研究:这种大范围的多层阶梯状坡折线的出现,应是地壳间歇性抬升和阿尔金带复活所导致的断块差异升降运动的结果。

(二)本区主要河流普遍发育Ⅲ—Ⅵ级阶地,均为侵蚀、侵蚀—基座和镶嵌阶地系,说明断块在垂直升降运动中,曾伴有多次波动性。从表2可大致看出各级阶地形成的时间,以及第四纪以来垂直升降运动强度在各区段的差别,说明新构造运动的发展是不均衡的。但总的还是随着时间更新,幅度不断减小,但频度在加快,速度在递增。而阶地是在区域性间歇上升过程中由河流塑造形成的。

(三)由高原流出的水系,流势缓慢,过断裂带时则出现峡谷、陡崖、跌水和瀑布,过

表 2 各 河 谷 阶 地

名称	级别	时代	相对高度	类型	组 成 物 质
若羌河(带北)	I	Q ₄	3	堆积型	冲洪积疏松砂砾石及粘土
	II	Q ₄	7		冲洪积疏松砂砾石及亚粘土
	III	Q ₃	22		冰水沉积的灰色砂砾石
	V	Q ₂	58		冰水沉积的半胶结砂砾石层
蘑菇台西侧榆林河 (带北)	I	Q ₄	4	堆积型	冲洪积疏松砂砾石亚砂土亚粘土
	II	Q ₄	10		冰积砂砾石
	III	Q ₃	16		
	IV	Q ₃	26		冰积半胶结砂砾石层
	V	Q ₂	40		
	VI	Q ₂	50		
榆林河(带内)	I	Q ₂	10	侵蚀型	冰积半胶结砂砾石层
	II	Q ₂	15		
	III	Q ₂	22		
	VI	Q ₃	28	侵蚀基座	上部冰积砂砾石；下部半胶结砂砾石层

断裂带后出山口扇形地以下，河床坡降锐减，堆积作用很强，这是由于断裂构造横切或斜切河床纵剖面 and 地壳间歇性抬升作用所形成的，同时也反映了带内断裂沿断块差异升降作用的结果。而河流的分段特征又反映了断裂对河谷纵剖面的严格控制作用。

(四) 带北的和田至于田、阿克塞至雁丹图一带，沿山麓地带发育的新第三系红色碎屑岩，普遍被切割呈长条状或不规则状冲沟，红色碎屑岩的沉积显示着北侧断块的相对下降，而后期的切割和形成垅岗状丘陵地貌，则标志着地壳的相对抬升。

(五) 出露于带东段的早更新世玉门组(古地磁测定绝对年龄 300—69 万年，相当松山反极性世)，在阿尔金山主峰北麓往往构成冰阜阶地，高出现代河床约 80 米。向东至昌马大坝，可见残存的高台地，崖壁陡峭，相对比高为 70 米，在带内的石包城北被切割深达 40 米。与玉门组相伴随的中更新世酒泉组(古地磁测定绝对年龄 69—10 万年，相当布容赫斯正极性下段)，在带北蘑菇台附近的榆林河，由于地形抬升，河水下切使它高出现代河床 16 米，在榆林窟的榆林河，流水切穿了中上更新统，甚至直达下更新统玉门组冰水砾岩。西段早更新世西域组和中更新世乌苏群，在米兰河至阿甫拉斯布拉克一带高出现代河床 10—100 米，再向西至克里地区构成的河谷高阶地相对高差为 40—80 米之间。

出露于带北断块下降区的晚更新世戈壁组，上部沉积物经 ¹⁴C 测定为 30100 a.b.)。在党河和西水沟等地构成 VI 级阶地，高出现代河床 60—80 米。在布隆吉的疏勒河可见由全新统组成的两级阶地，其中 I 级阶地(¹⁴C 年龄为 5600 a.b.p)，高出现代河床 4.1 米，II 级阶地(¹⁴C 年龄为 10990—8680 a.b.p)，高出现代河床 11 米，这两级阶地年抬升率依次为 0.73、1.27 毫米。

(六) 源于高原地带的主要河流，出山口过剪切带时均同步向西呈弧形弯曲，复又转向北流，其中和田河与车尔臣河均沿剪切带流经一段距离后，便急骤拐弯转向北流，它们显示的第四纪左旋平移幅度为 60—70 公里，平均年滑动率为 3—3.5 毫米，其他如克里雅河、喀

拉米兰河和若羌河等，沿剪切带亦发生近直角拐弯和不同程度的位移。东段的一些冲沟，如肃北以东的好不拉沟、大黑沟、一碗泉、芦苇沟和红柳沟等，出山口过剪切带时均发生类似的弧形弯曲和近直角拐弯，唯它的平移幅度较小，其最大扭距不足6公里。以上用河流移位的长短来衡量剪切带的滑动幅度似乎证据不够确切，但从它的布局以及本区叠锥式冲洪积扇向西偏转、山脊线被切截错位等迹象可以反映出剪切带活动的方式仍然是沿袭原有的北侧向西，南侧向东反扭的特点。

(七)在阿尔金带上断层崖、梯形面和断层三角面呈线形分布，它们基本上反映了剪切面的位置，如阿克塞至昌马大坝一带，山麓呈线形展布，遥感图像上笔直如刀截，山坡陡峭，地貌反差明显，这一系列长达300余公里的陡崖地形，实际是经受了一定程度破坏的断层崖。昌马大坝附近由志留系组成的三角面以及索尔库里由第四系组成的断层崖，保存完好，形态典型。类似的情况在肃拉木宁山南坡、阿帕与和田以南一带到处可见，断层三角面，陡坎面新鲜，有的显有擦痕，崖线挺直，崖面向外倾，断层崖为一道巍峨的山势或陡峻的山坡，相对高约数百米。

三、阿尔金带的火山和地震活动

沿剪切带有碱性火山岩活动，带西段的火山岩群，以玄武岩为主，其次有安山岩、英安岩和流纹岩，火山地貌类型复杂多样，有火山锥、熔岩平原、方山岩穹和堰塞湖等，这里的火山锥多保存完好，形态典型，规模较大和较集中的地区出现于田以南阿奇克库勒—乌鲁格勒一带。最近一次火山喷发于1951年5月21日。这是中国大陆最新的一次火山喷发。喷出物组成的火山锥呈截头圆锥形，锥高145米，坡度 32° ，锥体底座直径642米，顶座直径175米，火山口为闭合式的筒形，内部负地形，深达56米，火山垣上陡下缓。克里雅河的支流阿克苏河裸露的上更新统砾石层夹有厚0.5米的玄武岩，卡尔达西附近的方山熔岩覆盖在下更新统砾岩层之上，这些均可说明火山群形成时代为晚更新世至全新世，反映出火山活动具多期次喷发的特点，上述以玄武岩流为主体的火山岩来源于硅镁层，应是剪切带活动熔融上升的产物。板块学说认为印度板块向北俯冲并与欧亚板块碰撞产生的巨大压力，通过较刚硬的青藏地块向北传递，使青藏高原北缘阿尔金带南侧断块向北仰冲，北侧塔里木断块向南作被动式俯冲，这里的火山活动就是阿尔金带南北断块相对活动的产物。

地震是现今地壳运动的一种表现，是现代构造运动急剧地带发生的破坏活动，因此地震活动与活动构造带以及新构造运动的关系十分密切。据史载自1785年以来，沿阿尔金带及其两侧，曾发生4级以上地震至少有26次，其中7级以上3次，6—7级8次，5—6级11次，如1924年7月3日民丰7.25级地震，1933年9月24日若羌西南6.75级地震，1922年10月17日罗布泊东南6.5级地震和1978年12月2日阿尔金山5.7级地震等，这些地震严格受该剪切带所控制，说明它们之间有成因上的联系。但地震并非沿整个带均匀地分布，而是西段（民丰以西）震级强，发震率高；东段（民丰以东）震级弱，发震率低。据有人研究：大断裂垂直差异运动的活动性新，幅度大，地震活动也最集中，特别是强破坏性地震大多发生在褶皱带盆地边缘的前缘坳陷之间差异性运动极其强烈的大断裂带上，或者在山间断陷盆地中，阿

尔金带西段的地质情况与上相似,正具备孕育强震的有利部位,今后应对这一区段加以密切注视。

四、几点主要结论和看法

(一)阿尔金带的新构造运动表现明显,类型复杂多样,既有左扭走滑和大幅度升降,又有强烈挤压逆冲。从新构造运动期间它的总体运动方式看:断块的差异升降运动和左扭走滑活动具有重要的地位。根据以上资料,并结合高原地区的岩溶地貌现今所处的海拔高程与它形成时的海拔高程相对比等分析可知道,南侧断块山地的抬升幅度约在3000—5000米之间,北侧断块盆地(塔里木)的下降幅度约在3000—6000米,而它的剪切平移幅度据粗略估算为60—70公里,比强祖基等人计算的要大些^[7]。

(二)阿尔金带新构造运动的强度是自东而西逐渐增强,在它的西段不仅表现了强烈地断块差异升降运动,而且还局限了第四纪的火山活动和伴随的中源地震发生,而东段活动相对较弱,说明新构造运动在阿尔金带的各区段是不均衡的,可能是各区段的地质构造不同所致。

(三)阿尔金带的新构造运动随时间进展,有的区段在逐渐增强,有的地段却在逐渐减弱,但总的活动规律是上新世前高原处于剥蚀夷平阶段,带南北两侧海拔高程相差不大。上新世后开始抬升。上新世末—中更新世时为差异性垂直升降幅度最大阶段(如西段垂直位移近万米,东段垂直位移约5000米以上。上新世末、中更新世和晚更新世末为新生代地层主要形变和变位阶段,由于近南北向的挤压应力作用,形成了一系列褶皱和断裂构造。中更新世至全新世,地壳振荡运动频繁,表现为多级河谷阶地和台地的形成。

(四)阿尔金带及其附近多级地貌的形成,并非完全如经典地貌学说所论述的是由于侵蚀基面变化的结果,而是活动构造形成的,特别与该带的强烈复活有关,应该说是这两者综合作用的产物。

(五)阿尔金带的地震活动,据历史记载,总的表现为西强东弱,且不同地段,地震的频度、强度及时空迁移情况等均有着明显的差别,显示了区段分异的特点。

参 考 文 献

- [1] 李四光, 1973, 地壳构造与地壳运动。中国科学, 第4期。
- [2] 李志义等, 1974, 对我国地震地质特点的一些初步认识。地质科学, 第4期。
- [3] 李荫槐, 1984, 青藏高原的形成和演化机制。地质科学, 第2期。
- [4] 张文佑等, 1975, 初论断裂的形成和发展及其与地震的关系。地质学报, 第1期。
- [5] 周玖等, 1983, 青藏高原重力构造。地质科学, 第4期。
- [6] 黄汲清等, 1977, 中国大地构造基本轮廓。地质学报, 第2期。
- [7] 强祖基等, 1983, 中国第四纪活动断裂分区与地震活动性。地质学报, 第4期。
- [8] 郇家全等, 1983, 试论中南亚地区板块碰撞带的现代构造特征。地质学报, 第1期。