

阿尔金断裂西南端走向及延伸的区域重力场制约

耿涛¹ 田黔宁² 杨汇群² 王凯¹ 杨怀英¹

(1. 中国地质调查局西安地质调查中心, 西安 710061; 2. 中国地质调查局发展研究中心, 北京 100083)

摘要:阿尔金断裂带作为青藏高原北部边界的重要组成部分, 长期以来受到国内外地质学界的广泛关注与研究。笔者通过对区域重力场的分析, 认为阿尔金断裂的西南端并非止于郭扎错, 而是在郭扎错北东附近分为两个分支, 一支经郭扎错继续向南西西延伸, 过龙木错后由空喀山口进入克什米尔, 另一支继续向南西延伸, 经吉普以西止于班公湖附近的班公湖—怒江结合带, 并且, 经吉普以西止于班公湖附近的这一分支形成时间要早于经郭扎错、龙木错后由空喀山口进入克什米尔的这一分支。

关键词:区域重力场; 阿尔金断裂; 走向; 延伸

中图分类号: P542+.3

文献标志码: A

文章编号: 1000-3657(2008)05-0841-08

阿尔金断裂带作为青藏高原北部边界的重要组成部分, 长期以来受到国内外地质学家的广泛关注并撰写了大量的论文^[1]。现有的研究表明, 它主要由5条近平行的北东东向断裂组成, 由南向北依次为: 阿尔金南缘走滑断裂、阿尔金北缘断裂、米兰—红柳园断裂、且末—黑尖山断裂和罗布庄—星星峡断裂, 组成断裂系的每条断裂都是由多条断裂组成的, 宽度可达数十公里。早期的研究多强调阿尔金断裂的新生代走滑运动, 近年来的研究成果表明, 阿尔金断裂带具有长期演化特征, 不同时期分别具有逆冲、右行走滑、左行走滑等不同运动性质^[2-4]。尽管目前对于阿尔金断裂带性质、形成演化的研究与认识取得了大量成果, 但对阿尔金断裂带的延伸长度、起止端点依然存在争议^[2-5]。尤其是阿尔金断裂带5条断裂中的阿尔金南缘走滑断裂, 关于它的起止端点和延伸长度, 目前一些学者^[6,7]认为其从西藏的拉竹龙附近延伸到甘肃的金塔盆地, 长1600~1700 km。也有学者认为阿尔金断裂与康西瓦断裂连为一体构成了一个巨大的剪切—推覆系统^[8-10]。鲁如魁等^[11]通过对郭扎错断裂构造的几何学、运动学特征的研究, 并结合地质、地球物理及遥感资料, 认为阿尔金断裂带并

非西止于拉竹龙, 亦非由郭扎错北侧转向北西, 而是经郭扎错继续向南西延伸, 过龙木错、羌臣摩河后, 由空喀山口进入克什米尔。上述这些分歧直接影响了阿尔金断裂形成演化的正确认识。

基于此, 笔者利用阿尔金断裂带西南端区域(甜水海—郭扎错—日土一带)最新区域重力调查资料, 探讨了阿尔金南缘断裂西南端点及延伸。

1 推断郭扎错南西方向存在两条断裂的重力场依据

断裂构造是在地球的应力场作用下, 岩层(体)失去连续性和完整性的一种破碎现象, 它必然导致正常的密度分布发生变化, 从而影响正常的重力场分布形态。通过研究这种密度的不连续变化可以研究和推断断裂构造。

甜水海—郭扎错—日土一带的布格重力异常图(图1)显示, 从郭扎错和龙木错之间附近开始, 向南西和南西西方向有两条明显的重力梯级带: 一条经松西向空喀山口方向延伸出境外。该梯级带大体呈北东东—北东向弧形展布, 等值线密集处梯度值约为 $1.5 \times 10^{-5} \text{ m} \cdot \text{s}^{-2} / \text{km}$, 境内长度约250 km; 另一条则

是在龙木错以东开始向西南方向延伸,经过吉普以西到班公湖。该梯级带呈北东向线性展布,等值线密集处梯度值约为 $1.2\times10^{-5}\text{m}\cdot\text{s}^{-2}/\text{km}$,长度约 230 km。

甜水海—郭扎错—日土一带的剩余重力异常图(图 2)显示,在沿郭扎错—龙木错—空喀山口一线,在郭扎错一带东西两侧重力异常有明显的错位,在龙木错一带北侧重力异常突然收缩,整体表现为多个重力异常的同向错动及等值线的扭曲。在郭扎错—班公湖一线,主要表现为重力异常的突然收缩和正、负异常相间的梯级带。

重力异常水平导数模量能有效地突出重力异常

沿水平方向的变化特征,其异常极值点连线常能突出断裂构造的线性特征。甜水海—郭扎错—日土一带重力异常 135° 方向的水平导数图(图 3)有效地突出了 45° 方向上断裂构造的线性特征。从该图上可以看出,在沿郭扎错—龙木错—空喀山口一线和郭扎错—班公湖一线分别有两条沿同一方向排列串珠状极值点。

将甜水海—郭扎错—日土一带的布格重力异常向上延拓 20 km(图 4),从郭扎错和龙木错之间附近开始,向南西和南西西方向的两条重力梯级带依然存在,由龙木错以东开始向西南方向延伸,经过吉

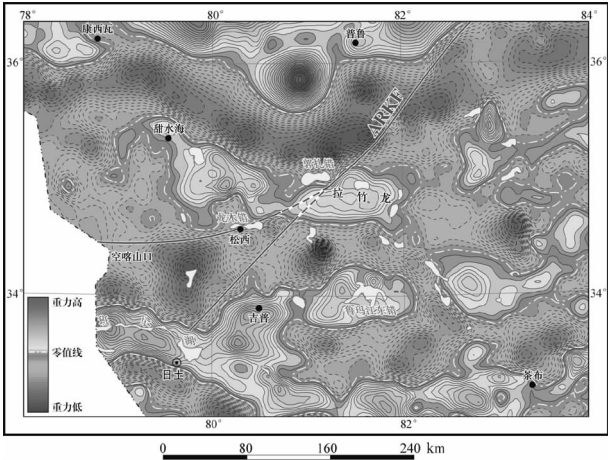
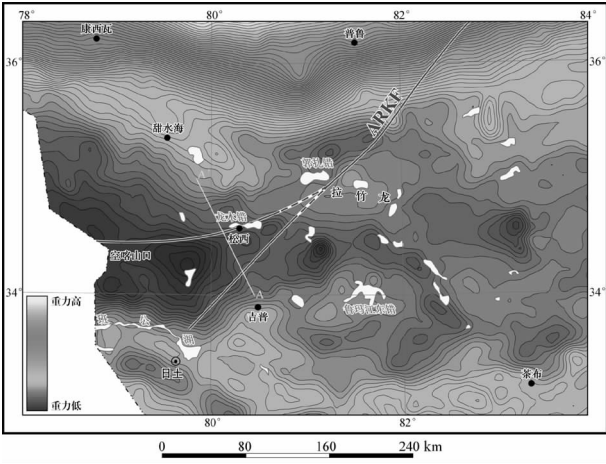


图 1 甜水海—郭扎错—日土一带的布格重力异常图
Fig.1 Bouguer gravity anomaly map of the Tianshuihai-Gozha Co-Rutog area

图 2 甜水海—郭扎错—日土一带的剩余重力异常图
Fig.2 Residual gravity anomaly map of the Tianshuihai-Gozha Co-Rutog area

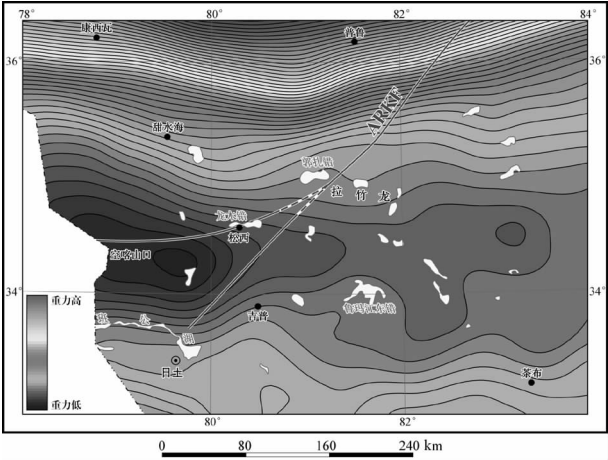
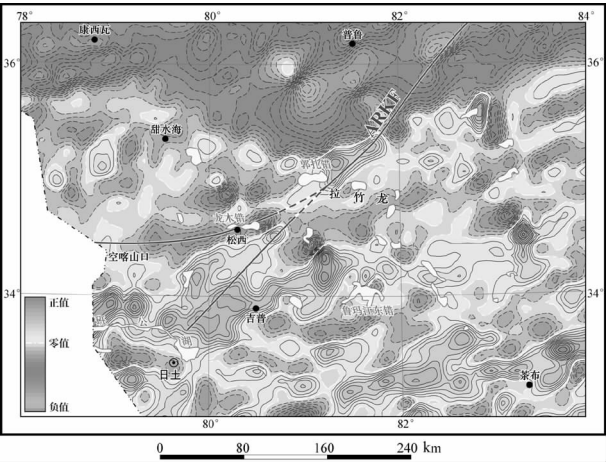


图 3 甜水海—郭扎错—日土一带重力异常 135° 方向的水平导数图

图 4 甜水海—郭扎错—日土一带的向上延拓 20 km 布格重力异常图

Fig.3 Gravity anomaly 135° -directed horizontal derivative map of the Tianshuihai-Gozha Co-Rutog area

Fig.4 Bouguer gravity anomaly map of the Tianshuihai-Gozha Co-Rutog area

普以西到班公湖的重力梯级带形态基本保持不变,而向南西西方向延伸经空喀山口的重力梯级带则显示弱的等值线扭曲。说明这两条梯级带向下是有一定深度的延伸。

为了更进一步了解深部特征,笔者采用多种方法计算了这一地区的莫霍面深度,几种方法求得的结果基本相同^[12]。从甜水海—郭扎错—日土一带的莫霍面等深度图(图 5)上可以看出,沿郭扎错—龙木错—空喀山口一线和郭扎错—班公湖一线两侧莫霍面深度发生了明显变化,变化幅度达到 4 km。两条线所夹持的区域出现了明显的莫霍面下凹。

由于密度的不连续变化并不一定都是由断裂引起,因此,为了提高断裂推断的可靠性,笔者综合以上重力场信息,同时参考了航磁^[9]、遥感、地质^[13,14]资料。经过综合研究分析,推断在郭扎错以南沿郭扎错—龙木错—空喀山口一线和郭扎错—班公湖一线分别存在一条断裂。将沿郭扎错—龙木错—空喀山口一线发育的断裂命名为“郭扎错—龙木错断裂(GLF)”,将沿郭扎错—班公湖一线发育的断裂命名为“郭扎错—班公湖断裂(GBF)”。

为了进一步加深对这两条断裂性质的认识,在吉普至甜水海附近的布格重力异常上截取了一条剖面,并对其进行了拟合(图 6,剖面位置见图 1)。剖面拟合的初始模型及各层的密度选取崔作舟等^[15]提供的地壳结构初始模型及其他地震层析资料^[16,17]得出:下地壳(48~76 km)的密度不小于 2.98g/cm³,中地壳(25~48 km)密度范围在 2.91~2.93g/cm³ 间;上地壳(0~18 km)分为 2 层,其密度都不大于 2.79 g/cm³,莫霍面下的上地幔密度为 3.35 g/cm³。

从剖面拟合结果看,郭扎错—龙木错断裂

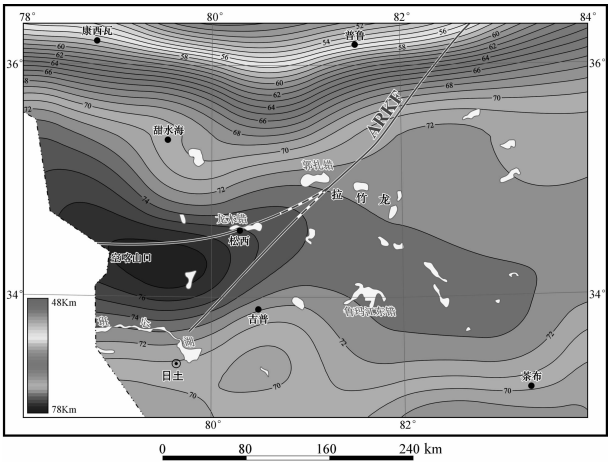


图 5 甜水海—郭扎错—日土一带的莫霍面等深度图
Fig.5 Moho depth map of the Tianshuihai-Gozha Co-Rutog area

(GLF)和郭扎错—班公湖断裂(GBF)均为产状陡直的高角度断层,并且具有较大的下延深度(切穿莫霍面)。郭扎错—班公湖断裂(GBF)的断距较大,且具逆冲运动性质,而郭扎错—龙木错断裂(GLF)的断距较小,应以走滑运动为主,具一定的逆冲运动性质。两条断裂之间,上地壳明显褶曲加厚,中、下和莫霍面相对下凹。

2 对两条断裂(GLF 和 GBF)的认识

从利用重力场特征结合航磁、遥感、地质、地震等资料综合解释推断的甜水海—郭扎错—日土一带的断裂体系图(图 7)上可以看出,这一地区内断裂构造十分发育,受板块构造运动制约,具有较明显的展布规律。区内断裂主要发育为两组:北西西—近东

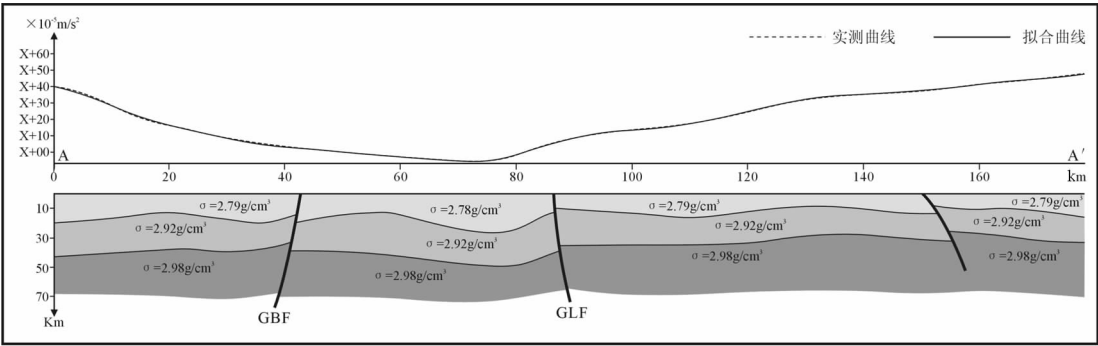


图 6 吉普—甜水海布格重力异常拟合剖面图
Fig.6 fit profile of Bouguer gravity anomaly map of Jipu-Tianshuihai

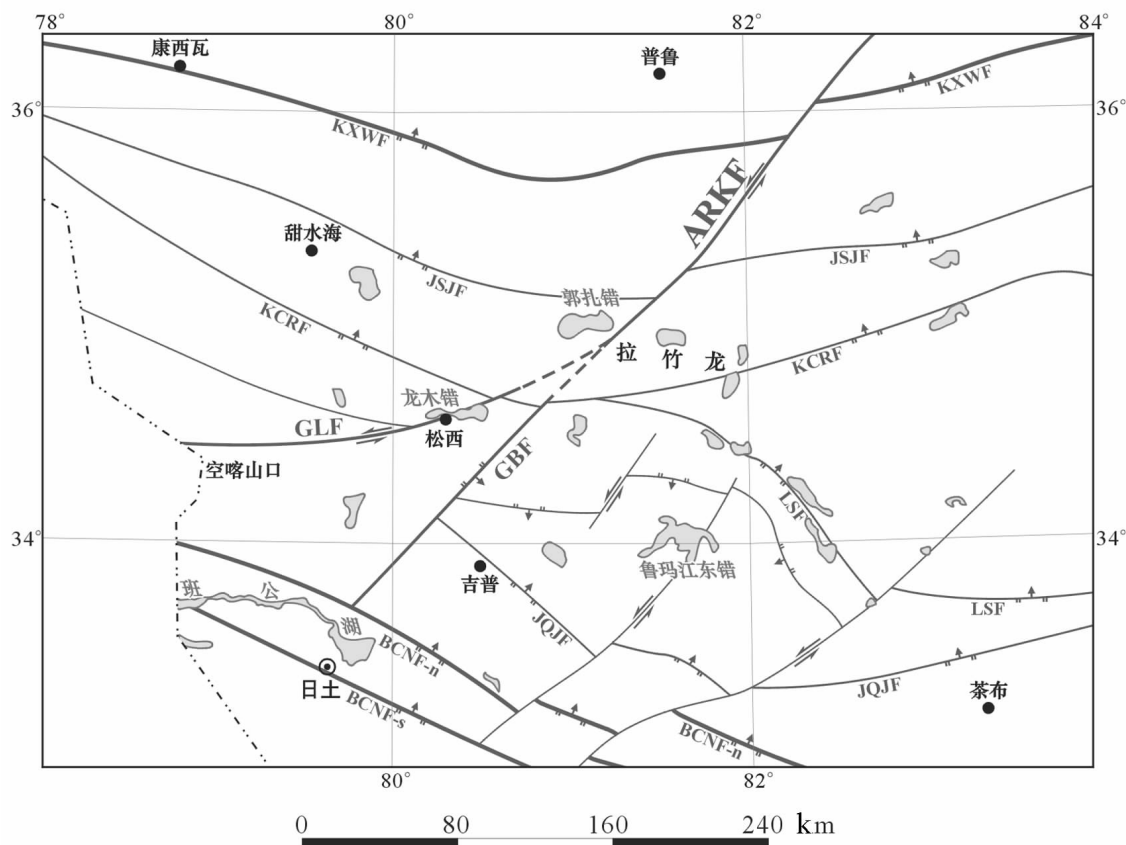


图 7 甜水海—郭扎错—日土一带断裂体系

ARKF—阿尔金断裂;GLF—郭扎错—龙木错断裂—班公湖断裂;GBF—郭扎错—班公湖断裂;BCNF-s—班公湖—怒江结合带南缘断裂;BCNF-N—班公湖—怒江结合带南缘断裂;JQJF—吉普—羌多—加错断裂;LSF—龙木错—双湖断裂;KCRF—克什尔村—楚沙尔—阿里坦廊断裂;JSJF—金沙江断裂;KXWF—康西瓦断裂

Fig.7 Fault system in the Tianshuihai-Gozha Co-Rutog area

ARKF—Altyn Tagh fault;GLF—Gozha Co-Lungmu fault-Bangong Co fault;GBF—Gozha Co-Bangong Co fault;BCNF-S—Fault on the southern margin of the Bangong Co-Nujiang junction;BCNF-N—Fault on the northern margin of the Bangong Co-Nujiang junction;JQJF—Gyipug-Qangdoi-Gyaco fault;

LSF—Lungmu Co-Shuanghu fault;KCRF—Keshen'er Village-Chusha'er-Alitanlang fault;

JSJF—Jinshajiang fault;KXWF—Kangxiwar fault

西向的逆冲断裂和北东向的走滑断裂。北西西—近东西向的逆冲断裂为主断裂，其主构造线走向与山脉、水系延伸方向大致平行，均呈近东西向展布，一般是一些规模较大的深大断裂构造，往往是板块结合带或是边界断裂。以走滑为主的北东向断裂是后期由于印度板块向东北方向的挤压与塔里木陆块向南的抵挡、顶托共同作用产生的，其规模比近东西向断裂相对要小，错断了近东西向断裂，与近东西向主断裂形成共轭关系，但一般不对构造演化起主导作用。

郭扎错—龙木错断裂(GLF)和郭扎错—班公湖断裂(GBF)虽然也是北东—北东东向断裂，但其性质与其他北东向断裂明显不同。以下就这两条断裂

的性质分别予以探讨。

2.1 郭扎错—龙木错断裂(GLF)

从郭扎错—龙木错断裂(GLF)通过区的布格重力异常图上等值线同向扭曲和剩余重力异常图上剩余异常水平错位可以明显看出，该断裂主要表现为左行走滑性质。

很多学者研究认为阿尔金断裂的强烈走滑运动开始于新特提斯洋的关闭和印度板块沿雅鲁藏布江缝合带与欧亚大陆的碰撞后^[2]。我们知道，印度板块与欧亚大陆的碰撞后，沿雅鲁藏布江缝合带有两个构造结，东构造结(南迦巴瓦构造结)在西藏墨脱一带的雅鲁藏布江大拐弯处，它向欧亚板块施加着北

东方向的挤压力;西构造结(吉尔吉特构造结)在克什米尔一带,它向欧亚板块施加的是近北方向的挤压力。其他研究已经证明,沿雅鲁藏布江缝合带的西构造结(吉尔吉特构造结)发生时间要早于东构造结(南迦巴瓦构造结)。而塔里木地块向南的缓慢推挤及顶托力与印度板块碰撞形成的西构造结(吉尔吉特构造结)不在一个轴线上,这就造成了康西瓦—甜水海地体发生顺时针旋转,这一运动过程使郭扎错—龙木错断裂(GLF)发生强烈的左行走滑运动。因此,笔者认为,郭扎错—龙木错断裂(GLF)的走滑运动开始时间大致应为印度板块与欧亚大陆碰撞形成西构造结后,这也可能就是该断裂形成的时间。

2.2 郭扎错—班公湖断裂(GBF)

郭扎错—班公湖断裂(GBF)相对于这一地区其他北东向延伸的走滑断裂来说是个特例。郭扎错—班公湖断裂(GBF)与它们的性质不同,主要表现在以下几方面:第一,郭扎错—班公湖断裂(GBF)没有错断班公湖—怒江结合带,这一点从图 1~4 可以明显地看出。这一特征说明,其发生的时代早于班公湖—怒江结合带形成的时间,而且在班公湖—怒江结合带形成后走滑的特征不明显。第二,郭扎错—班公湖断裂(GBF)控制了其东侧数条次级断裂的发育和展布,这一点从前面几张重力图件上也可以明显地看出。这一特征说明它对这一地区的构造演化具有控制作用,也间接说明它是一条较早发生的断裂。第三,在郭扎错—班公湖断裂(GBF)的西侧松西西南地区,经重力反演其莫霍面深度达到了 77 km^[12](其他一些地震研究也得出相近的结论^[18]),是这一地区地壳最厚的区域,说明这一地区的地壳物质是以增厚为主、逃逸为辅。因此,郭扎错—班公湖断裂(GBF)在班公湖—怒江结合带闭合后更多地是表现为逆冲性质,而走滑作用不强。

3 GLF 和 GBF 断裂与阿尔金断裂的关系

从前面的重力图件上可以看出,阿尔金断裂在郭扎错北东方向上表现为不很明显的等值线同向扭曲,在郭扎错—拉竹龙一带约数十千米内布格重力异常和剩余重力异常特征也不是很明显,仅为弱的等值线扭曲。这里就是很多学者认为的阿尔金断裂带的西南端点。

很多学者的研究结果都认为,阿尔金断裂自形

成以来其运动方式是非常复杂多变的,其间经历了逆冲、正滑、左行走滑等多种运动方式。崔军文等^[3]认为:“阿尔金断裂是一条同时具有逆冲、左行走滑和正滑复杂力学性质的巨型断裂系。走滑作用和正滑作用的主要时期分别为白垩纪—新生代和上新世—第四纪,逆冲作用则是晚古生代以来一直起主导作用的变形事件。”

从这一研究结论来看,郭扎错—班公湖断裂(GBF)具有与早期阿尔金断裂相同的运动形式,而郭扎错—龙木错断裂(GLF)具有与阿尔金断裂后期相同的运动形式。

一些学者^[19,20]认为:印度板块和欧亚板块陆—陆碰撞过程中,区域上地壳物质的运动主要表现为两种形式:向东蠕散和区域隆升。这两种作用过程中,阿尔金断裂及相关断裂构造的出现与巨大的位移调节具有重要意义。阿尔金断裂东部以走滑运动为主,中、西部走滑运动和逆冲运动共存。从这一研究结论来看,如果郭扎错一带是阿尔金断裂西南端的终点,那么就无法解释在松西西南部形成了整个区域最厚地壳这一现象。还有观点认为,印度板块向北推进了 1400 km 以上才形成了现今的青藏高原,阿尔金断裂的走滑运动是主要的应力释放形式。如果是这样,那么郭扎错一带做为阿尔金断裂西南端的终点就更令人难以理解,印度板块的挤压力(尤其是西构造结的挤压力)是如何穿越克什米尔至郭扎错—拉竹龙这一带而使其不被破坏的?如果解释为转换为康西瓦断裂,又无法解释康西瓦断裂位置不在郭扎错一带、康西瓦断裂本身被阿尔金断裂错断这一现象。

综合以上认识,笔者认为,郭扎错—班公湖断裂(GBF)应该在早期(中晚侏罗世班公湖—怒江结合带闭合前)就是阿尔金断裂的一部分,而郭扎错—龙木错断裂(GLF)应该是后期(晚白垩世新特提斯洋的关闭和即墨里陆块与中亚大陆的先期碰撞形成西构造结后)与阿尔金断裂贯通成为其一部分,阿尔金断裂后期的走滑运动主要是沿郭扎错—龙木错断裂(GLF)进行的。

4 对阿尔金断裂运动方式的探讨

许多学者^[1,3]研究认为,阿尔金断裂具有分段破裂和逐段连接的几何学特征,延伸规模可能与断裂的活动频次密切相关。葛肖虹等^[21]认为,伴随着青藏高原每次挤压隆升事件,阿尔金断裂都有一次脉冲

式的走滑错移。

笔者认为,郭扎错—班公湖断裂(GBF)与古阿尔金断裂在班公湖—怒江结合带形成前就已经连接为一个完整的断裂了,随着中特提斯洋在白垩纪早期的关闭与班公湖—怒江结合带的形成,来自冈瓦纳大陆的冈底斯微陆块沿班公湖—怒江一线俯冲到北部原始高原的下面,古阿尔金断裂再次以强烈的逆冲形式运动,使松西西南地区地壳增厚。在新特提斯洋关闭和即墨里陆块与中亚大陆的先期碰撞形成西构造结后,由于印度板块的挤压力与塔里木陆块的抵挡、顶托力不在一个轴线上,康西瓦—甜水海地体发生顺时针旋转,这一运动使古阿尔金断裂在拉竹龙北东段开始进行走滑运动的同时也在郭扎错—龙木错一线产生强大的剪切力,这一应力使郭扎错—龙木错一线开始裂解并发生强烈的左行走滑运动,形成了郭扎错—龙木错断裂(GLF),在其后青藏高原的多次挤压隆升事件最终使郭扎错—龙木错断裂(GLF)在郭扎错—拉竹龙一带与古阿尔金断裂完成了连接。

在新特提斯洋完全关闭和印度板块沿雅鲁藏布江缝合带与欧亚大陆全面碰撞(两个构造结都形成)后,印度板块向北东方向的挤压力(东构造结部位)被阿尔金断裂东边的一系列左行走滑断裂所吸收,而向北方向的挤压力(西构造结部位)一部分被阿尔金断裂沿郭扎错—龙木错方向以及喀喇昆仑—准噶尔右行走滑断裂吸收,另一部分受郭扎错—班公湖断裂(GBF)控制使松西西南地区地壳继续增厚,最终形成现今这一地区的构造格架。根据均衡重力异常^[12]分析,松西西南地区的地壳加厚过程还在继续,阿尔金断裂沿郭扎错—龙木错方向的走滑运动也还在继续。

5 结 语

阿尔金断裂是一条对中国西部构造划分具有重要意义的重要构造边界,因此,在讨论中亚与中国西部大陆构造格架的形成时,必须考虑阿尔金断裂的影响。对阿尔金断裂西南端位置、走向及延伸的探讨,有助于正确认识这一地区的构造格架,对康西瓦—甜水海地体的沉积特征及松西盆地与羌塘盆地关系的研究也具有重要意义。

笔者只是利用区域重力资料对阿尔金断裂西南端的走向及延伸情况从其几何特征上提出了一些认识,可以说只给出了一个现象,对其形成机理、构造

性质等并没有深入地探讨。从现有的研究结果看,对阿尔金断裂的认识是多种多样的,光是其形成时代就有多种认识。由于重力场特征只是现时地壳密度分布情况的反映,它不能直接解决构造形成时代的问题,因此,只能是从阿尔金断裂与其他构造的空间关系方面分析,认为郭扎错—班公错断裂(GBF)与古阿尔金断裂完成连接的时间不晚于白垩纪早期班公湖—怒江结合带闭合的时间,郭扎错—龙木错断裂(GLF)与古阿尔金断裂完成连接的时间不晚于新特提斯洋的关闭和印度板块沿雅鲁藏布江结合带与欧亚大陆的碰撞后,至于在此之前具体是什么时间完成连接的,或者是它们在阿尔金断裂生成时就是阿尔金断裂的一部分,有待进一步研究。

致谢:本文在成文以后,承蒙西北大学地质系董云鹏教授、中国地质调查局西安地质调查中心冯益民研究员、刘宽厚教授级高级工程师认真批改并提出了宝贵的意见,在此表示衷心的感谢!

参考文献(References):

- [1] 任收麦, 葛肖虹, 刘永江. 阿尔金断裂带研究进展[J]. 地球科学进展, 2006, 6(3):386-391.
Ren Shoumai, Ge Xiaohong, Liu Yongjiang. Progress in Altyn Fault Belts Research [J]. Advance Earth Sciences, 2006, 6 (3):386-391(in Chinese with English abstract).
- [2] 李海兵, 杨经绥, 许志琴, 等. 阿尔金断裂带对青藏高原北部生长、隆升的制约[J]. 地学前缘, 2006, 12(4):59-79.
Li Haibing, Yang Jingsui, Xu Zhiqin, et al. The constraint of the Altyn Tagh fault system to the growth and rise of the northern Tibetan plateau [J]. Earth Science Frontiers, 2006, 13 (4):59-79(in Chinese with English abstract).
- [3] 崔军文, 张晓卫, 李朋武. 阿尔金断裂:几何学、性质和生长方式[J]. 地球学报, 2002, 23(6):509-516.
Cui Junwen, Zhang Xiaowei, Li Penwu. The Altun fault:Its geometry,nature and mode of growth [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2002, 23(6):509-516(in Chinese with English abstract).
- [4] 周勇, 潘裕生. 阿尔金断裂早期走滑运动方向及其活动时间探讨[J]. 地质论评, 1999, 45(1):1-7.
Zhou Yong, Pan Yusheng. The initial shear sense of the Altun fault and its timing[J]. Geological Review. 1999, 45(1):1-7(in Chinese with English abstract).
- [5] 葛肖虹, 张梅生, 刘永江, 等. 阿尔金断裂研究的科学问题与研究思路[J]. 现代地质, 1998, 12(3):295-301.
Ge Xiaohong, Zhang Meisheng, Liu Yongjiang, et al. Scientific problems and thought for research of the Altun fault.Geoscience. 1998, 12(3):295-301(in Chinese with English abstract).
- [6] 国家地震局《阿尔金活动断裂带》课题组. 阿尔金活动断裂带[M].

- 北京:地震出版社, 1992.
- “Altun Active Fault Zone”Team of State Seismological Bureau. Altun Active Fault Zone[M]. Beijing: Seismological Press, 1992(in Chinese).
- [7] 郑剑东. 阿尔金断裂带的几何学研究 [J]. 中国区域地质, 1991, (1):54–59.
- Zheng Jiandong. Geometry of the Altun fracture zone [J]. Regional Geology of China, 1991, (1):54–59(in Chinese with English abstract).
- [8] 刘刚, 李述靖, 赵福岳, 等. 阿尔金—康西瓦剪切—推覆系统和帕米尔推覆构造的遥感解析[J]. 地球学报, 2006, 27(1):25–29.
- Liu Gang, Li Shujing, Zhao Fuyue, et al. A Remote Sensing Analysis of Altun –Kangxiwa Shear –Thrust System and Pamir Nappe Structure [J]. Acta Geoscientia Sinica 2006, 27 (1):25–29(in Chinese with English abstract).
- [9] 熊盛青, 周伏洪, 姚正煦, 等. 青藏高原中西部航磁调查 [M]. 北京:地质出版社, 2001.
- Xiong Shengqing, Zhou Fuhong, Yao ZhengXu, et al. Aeromagnetic Survey in Central and Western Qinhai–Tibet Plateau [M]. Beijing: Geological Publishing House, 2001 (in Chinese with English abstract).
- [10] 付碧宏, 张松林, 谢小平, 等. 阿尔金断裂系西段—康西瓦断裂的晚第四纪构造地貌特征研究 [J]. 第四纪研究, 2006, 26(2): 228–235.
- Fu Bihong, Zhang Songlin, Xie Xiaoping, et al. Late quaternary tectono –geomorphic features along the Kangxiwar fault, Altyn Tagh fault system, northern Tibet[J]. Quaternary Sciences, 2006, 26 (2):228–235(in Chinese with English abstract).
- [11] 鲁如魁, 张国伟, 钟华明, 等. 从郭扎错断裂构造特征探讨阿尔金断裂带西延问题[J]. 中国地质, 2007, 34(2):229–239.
- Lu Rukui, Zhang Guowei, Zhong Huaming, et al. Problem of westward extension of the Altyn Tagh fault belt discussed from the structural characteristics of the GozhaCo fault[J]. Geology in China, 2007, 34(2):229–239(in Chinese with English abstract).
- [12] 耿涛. 青藏高原狮泉河—康西瓦地区 1:100 万区域重力调查成果[J]. 物探与化探, 2007, 31(5):391–398.
- Geng tao. The achievements of 1:1 000 000 regional gravity survey in Shiquanhe –Kangxiwa area of Qinghai –Tibet plateau [J]. Geophysical & Geochemical Exploration. 2007, 31 (5):391–398(in Chinese with English abstract).
- [13] 潘桂棠, 丁俊. 1:150 万青藏高原及邻区地质图说明书[M]. 成都: 成都地图出版社, 2004.
- Pan Guitang, Ding Jun. 1:1 500 000 Geological Atlas manual in the Qinghai –Tibet Plateau and its adjacent regions [M]. Chengdu: Chengdu Map Publishing House, 2004 (in Chinese with English abstract).
- [14] 潘桂棠, 丁俊. 1:150 万青藏高原及邻区地质图 [M]. 成都: 成都地图出版社, 2004.
- Pan Guitang, Ding Jun. 1:1 500 000 Geological Atlas in the Qinghai–Tibet Plateau and its adjacent regions [M]. Chengdu: Chengdu Map Publishing House, 2004(in Chinese with English abstract).
- [15] 崔作舟, 李秋生, 吴朝东, 等. 格尔木—额济纳旗地质断面的地壳结构与深部构造[J]. 地球物理学报, 1995, 38(增刊 II):15–28.
- Cui Zuoahou, Li Qiusheng, Wu Chaodong, et al. The crustal and deep Structures in Golmud–Ejin Qi GGT [J]. Chinese Journal of Geophysics, 1995, 38 (supp. II):15–28 (in Chinese with English abstract).
- [16] 李朋武, 卢德源, 李秋生, 等. 新疆地质断面深地震反射剖面揭示的西昆仑—塔里木结合带岩石圈细结构 [J]. 地球学报, 2001, 22(6):547–552.
- Li Pengwu, Lu Deyuan, Li Qiusheng, et al. Detail Lithospheric Structure of the Contact Zone of West Kunlun and Tarim Revealed by Deep Seismic Reflection Profile along the Xinjiang Geotranssect. Acta Geoscientia Sinica, 2001, 22 (6):547–552 (in Chinese with English abstract).
- [17] 李秋生, 卢德源, 高锐, 等. 新疆地质断面(泉水沟—独山子)深地震测深成果综合研究[J]. 地球学报, 2001, 22(6):534–540.
- Li Qiusheng, Lu Deyuan, Gao Rui, et al. An integrated study of deep seismic sounding profiling along Xinjiang global geosciences transect (Quanshuigou—Dushanzi) [J]. Acta Geoscientia Sinica, 2001, 22(6):534–540(in Chinese with English abstract).
- [18] 朱介寿, 蔡学林, 曹家敏, 等. 中国及相邻区域岩石圈结构及动力学意义[J]. 中国地质, 2006, 33(4):793–803.
- Zhu Jieshou, Cai Xuelin, Cao Jiamin, et al. Lithospheric structure and geodynamics in China and its adjacent areas. Geology in China, 2006, 33(4):793–803(in Chinese with English abstract).
- [19] 刘俊来, 潘宏勋, 任收麦, 等. 阿尔金断裂双层花状构造的厘定 [J]. 地质科学, 2003, 38(1):52–59.
- Liu Junlai, Pan Hongxun, Ren Shoumai, et al. Flower–Structures formed in two levels along the Altun fault. Chinese Journal of Geology. 2003, 38(1):52–59(in Chinese with English abstract).
- [20] 任收麦, 葛肖虹, 刘永江, 等. 晚白垩世以来沿阿尔金断裂带的阶段性走滑隆升[J]. 地质通报, 2004, 23(9):926–932.
- Ren Shoumai, Ge Xiaohong, Liu Yongjiang, et al. Multi–stage strike–slip motion and uplift along the Altyn Tagh fault since the Late Cretaceous[J]. Geological Bulletin of China, 2004, 23(9):926–932(in Chinese with English abstract).
- [21] 葛肖虹, 刘永江, 任收麦. 青藏高原隆升动力学与阿尔金断裂[J]. 中国地质, 2002, 29(4):346–350.
- Ge Xiaohong, Liu Yongjiang, Ren Shoumai. Uplift dynamics of the Qinghai–Tibet Plateau and Altun fault [J]. Geology in China, 2002, 29(4):346–350 (in Chinese with English abstract).

Constraints of the regional gravitational field on the trend and extension of the southwestern part of the Altyn Tagh fault

GENG Tao¹, TIAN Qian-ning², YANG Hui-qun²,
WANG Kai¹, YANG Huai-ying¹

(1. Xi'an Center of Geological Survey, China Geological Survey, Xi'an 710054, Shaanxi, China;

2. Development and Research Center, China Geological Survey, Beijing 100083, China)

Abstract: The Altyn Tagh fault as an important component part of the northern boundary of the Qinghai-Tibet Plateau has long attracted attention of the geoscience communities both at home and abroad. Based on an analysis of the regional gravitational field, the authors think that the southwestern part of the Altyn Tagh fault does not end at Gozha Co but is divided into two branches near the northeast of Gozha Co. One branch passes through Gozha Co and continues to extend in a WSW direction, and after passing Lungmu Co the branch enters Kashmir via the Kongka Pass. The other branch continues to extend toward the SW and ends in the Bangong Co-Nujiang junction near Bangong Co via west of Gyipug. The latter branch formed earlier than the former branch.

Key words: regional gravitational field; Altyn Tagh fault; trend; extension

About the first author: GENG Tao, male, born in 1969, senior engineer, mainly engages in the study of physical geography; E-mail: gengtao926@163.com.