

1947年青海达日 $7\frac{3}{4}$ 级地震*

戴 华 光

(兰州地震研究所)

摘 要

1947年3月17日青海省达日地震发生在巴颜喀拉山北缘山区,震中烈度为10度,等震线长轴方向为北 50° 西,地震形变带长150公里,由一系列的陡坎、鼓包、四槽和裂缝组成。从形变带的性质及其组合规律分析,震区主压应力方向为北东东—南西西。

地震形变现象与晚近时期活动的北 50° 西的日查-克授滩断裂和北北西向断裂带的展布相一致。因此推断,此次地震是日查-克授滩断裂和北北西向断裂带现今继承性活动的结果。

1947年3月17日16时19分41秒,青海省达日县西南发生了 $7\frac{3}{4}$ 级地震,微观震中位于北纬 33.3° ,东经 99.5° ,这是青海省有记载以来最大的一次地震。震中区位于巴颜喀拉山区内,海拔在4200米以上,人烟稀少,自然条件恶劣,交通极为不便,地震之后无人进行过实地考察。

1980年7—9月兰州地震研究所与青海省地震局共同组队,在达日县、玛多县人民政府和当地牧民的大力支援下,对这次地震的震中区进行了宏观考察。

一、概况及震区烈度

据区内多数牧民反映,此次地震前没有有感地震发生,但主震后一直到第二天清晨,连续发生多次有感地震,有的牧民夜里睡觉时被震醒。主震前最明显的现象是突然刮起大风,卷起黄土。在莫坎西北赛尔根沟,有的帐篷被刮倒。多数牧民在震前听到闷雷似的响声,有的人听到象刮大风时灌木丛中发生的呼啸声,随即发生大震。个别牧民反映,临震前,牛、马、羊等牲畜有惊叫的现象。

据实地考察,昂苍沟口附近地表破坏最强,为极震区和整个地震形变带的中央部位,又

* 本文由戴华光执笔,参加考察的还有:孙彤彤、贾云鸿、阎凤忠,青海省地震局善者,宋瑞斌。

是北西和北北西两组构造复合部位(北纬 $33^{\circ}40'$, 东经 $99^{\circ}15'7''$),故将此处定为宏观震中,位于微观震中北西方向48公里处。

据震区66个访向点的资料和对地震形变带的实地考察,参照《新中国烈度表》和《陕甘宁青四省(区)烈度表》的标准,同时考虑地质构造、地貌、土质等因素的影响,我们圈定了八度以上等震线(图1)。

十度区东起江基贡玛,经昂苍、西止苏士贡玛,长90余公里,宽2—3公里,长轴方向北 50° 西,沿日查-克授滩断裂的中段延展,地震时当地无居民居住,亦无固定的人工建筑,其主要标志是地表破坏强烈。据实地考察,沿线地震形成的鼓包、陡坎、凹槽、裂缝等到处可见。有的陡坎长100米以上,高差可达数米,凹槽宽10—30米,深1米左右。据当年或第二年夏季放牧的牧民反映,江基贡玛南面河床和山坡上,地震形成的张裂缝有10米宽,将草皮下的基底翻出,形成的鼓包有帐篷那么大,在昂苍沟东的错儿穷处,地裂缝宽达6—7米,深不见底。据实地观察,这些形变现象的遗迹有的仍很清楚,但规模已减弱。区内的陡坎、鼓包、裂缝等地表破坏现象成一连续的条带,带宽100—200米,是整个地震形变带中破坏最重的地段。

九度区东起达日县的莫坝,西止贺陆峡贡玛,长125公里,南到马尔合沟,北至特合土以南,宽10—15公里,长轴方向北 50° 西,面积约为2000平方公里。

本区内地表破坏仍十分普遍。在江基贡玛以东和苏士贡玛以西,地震形变带与极震区的形变带相连,但规模减弱。

据住在区内的牧民反映,地震时站着的人被摇倒,坐着的人互相倒在一起,有的人抱着帐篷杆,但连人带杆被抛出1米以外。帐篷里的炉台、木箱、水壶、锅等器皿普遍倾倒,有的牛也被摇倒。所有的人均感到头昏、恶心,身有发麻之感。

八度区东起达日县吉迈以东,西止玛多县克授滩,长170公里,南到桑日玛,北至特合土以北,宽20公里,长轴方向北 50° 西,面积约为3400平方公里。在吉迈南、才日沟、侧尔瓦沟等地均可见到地裂缝,它们多平行于主形变带,但分布零星,规模较小,排列组合规律性不强。

据当地牧民、喇嘛反映,本区内地震时多数人被摇倒,有的人正在上马,被摇得从马上摔下来。帐篷里锅台上的水壶、锅等被摇掉在地上,少数炉台被摇塌。年毛寺经堂是区内仅有的一个

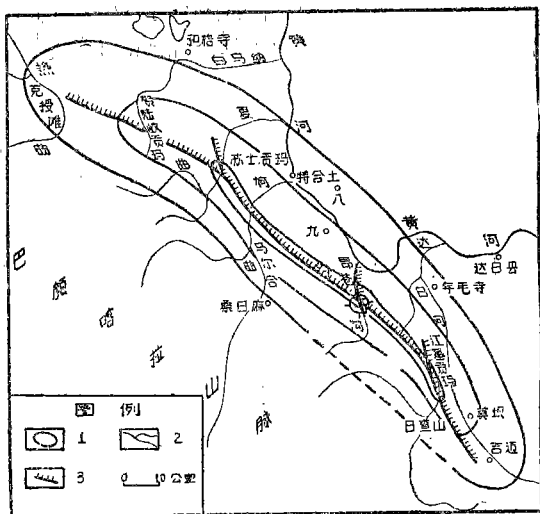
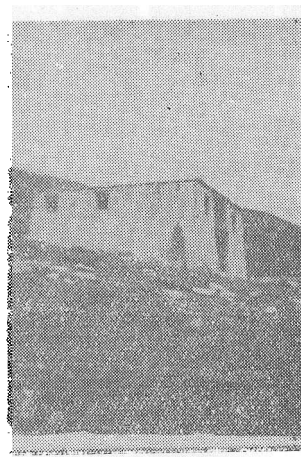


图1 1947年1月17日达日地震等震线

1.等震线 2.河流 3.地震形变带

Fig. 1 The equiseismic line of the Dali earthquake of 1974.

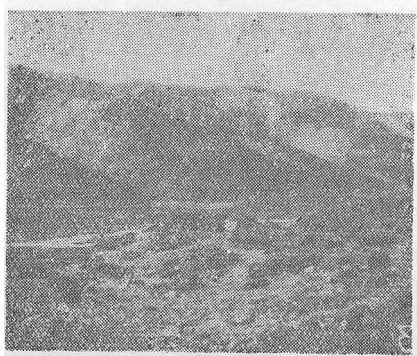


照片 I

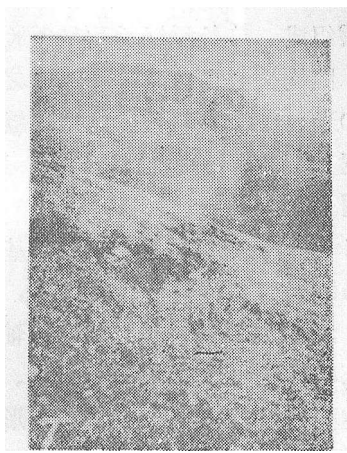
大型建筑，土木石结构，高8米，东西宽12米，南北长15米，土坯墙厚0.9米，地震时东、西墙南缘被震裂，裂缝上宽下窄纵穿墙面，现仍可见到10厘米宽的裂缝(照片1)。距年毛寺1公里的查郎寺内，念经的石垒平台被震塌。

二、地震形变带特征

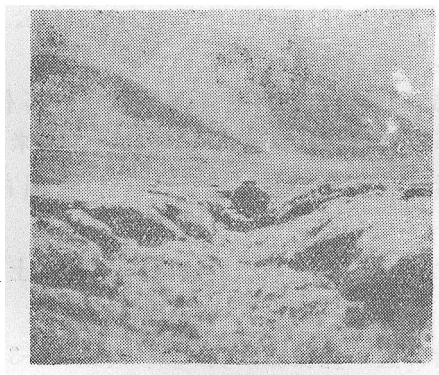
1947年达日地震造成的地面破坏比较强烈，主要由地震鼓包、陡坎、凹槽、张裂缝等组成，形成一连续的条带。东起达日县的吉迈南，西止于玛多县的克授滩，长150余公里，总体走向为北50°西。



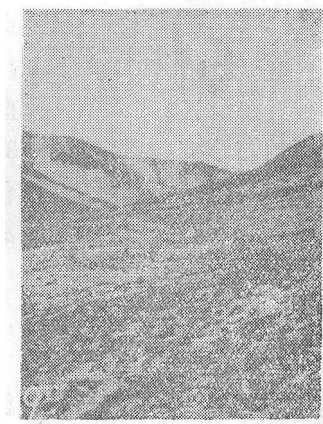
照片Ⅰ 昂苍沟口地震形成的鼓包
(镜向东北)



照片Ⅲ 日查西刹马地勒山坡上地震裂缝
(镜向南30°东)



照片Ⅳ 昂苍沟口东地震裂缝(镜向北北东)



照片Ⅴ 昂苍沟地震鼓包裂缝带

主形变带的不同地段，地表显示各有特点。在苏土贡玛至昂苍段，形变带宽达100—200米，主要以陡坎和凹槽的形式出现。在依龙沟和沙莫日洼隆沟北山南坡上，地震陡坎连成一线，在依龙沟东口，形成5—6级台阶。在吉朗西，有的陡坎长达300米，北高南低，高差4—5米。在昂苍沟口东侧，陡坎高差可达数米。在陡坎的南西侧，多形成与陡坎同长度的凹槽，宽10—30米，深1米左右。

由苏士贡玛向西到贺陆峡贡玛和昂苍沟向东至江基贡玛,形变带宽50—100米,主要由地震陡坎、鼓包、凹槽和裂缝组成,裂缝十分发育。苏士贡玛以西,形变带表现为串珠状的鼓包和裂缝首尾相连。单个鼓包长2—3米,高1米。单条裂缝长20—40米,宽1—2米,深0.5—1米,呈雁行排列。贺陆峡贡玛的南坡上,地震陡坎长700—800米,北高南低,高差2—3米。在昂苍—江基贡玛,形变带由数条近于平行的张裂缝和串珠状的凹槽组成,单条裂缝长达100米,深1米左右。陡坎长度多在100—200米之间,高差5—10米。在昂苍沟东,单条裂缝长20—40米,宽1—2米,深0.5—1米,呈雁行排列(图2)。

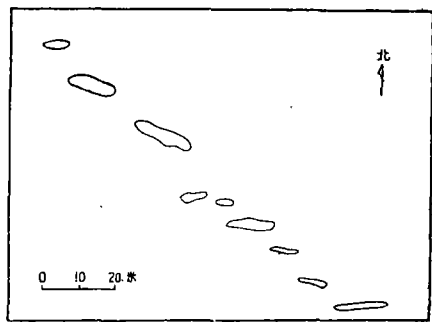


图2 昂苍沟东地震裂缝及排列型式

Fig. 2 Earthquake fissures and form of its range.

贺陆峡贡玛以西至克授滩,江基贡玛以东至吉迈,形变带规模明显减弱并逐渐消失。贺陆峡贡玛以西,形变带宽10—20米,主要由凹槽、雁行排列的鼓包组成。有的凹槽长60米,宽10米,深不到1米。单个鼓包长轴方向北 40° — 50° 西,长不到5米,高20—30厘米。江基贡玛以东,形变带主要表现为陡坎、裂缝等断续相连。在吉迈南、才日沟、侧尔瓦沟等地均可见到地面裂缝,它们多平行于主形变带,但分布零星,规模较小,排裂组合规律不强。单条裂缝长几十米,宽10厘米,深0.3—0.5米,凹槽宽不过10米,深0.5米左右。

在江基贡玛、昂苍和苏士贡玛处,有三条规模较小的走向北 15° — 30° 西的形变带与主形变带相交(图1)。在这三条北北西向的形变带中,地震陡坎、凹槽十分发育,如苏士贡玛和江基贡玛处,陡坎似刀切一样笔直,长达1000多米。陡坎东高西低或相反,高差1—2米。在昂苍沟口至刚巴寺间的东坡上,地震形成一笔直的宽20—30米的凹槽,长达10余公里,凹槽外缘高隆,靠山内侧低凹。这些陡坎和凹槽看来是强烈挤压所致。

北 50° 西的主形变带和北 15° — 30° 西的形变带的交汇部位,其形变强度明显大于其他地区。如昂苍沟口处,地震陡坎、鼓包、凹槽、裂缝等纵横交错,形变带宽度大于200米,横切了沟南侧的山脊,沟北侧的陡坎高差可达5—6米,是整个地震形变带中破坏最强的部位。

沿形变带,尤其是陡坎的底部,有一系列的泉水流出,形成很多的沼泽地。在苏士贡玛至江基贡玛间表现更为明显。

形变带的展布严格受基底断裂控制。主形变带沿日查—克授滩断裂展布,北 15° — 30° 西的形变带分别沿三条北北西向的断裂展布。它们的形成无疑与基底断裂的活动有关。

这次地震所形成的多种形变现象,有其各自的成因和性质:

陡坎走向与形变带的走向一致,北东侧上升,南西侧下落。凹槽与陡坎相伴生,呈椭圆形,其形态类似短轴向斜,长轴方向多与形变带的走向一致。它们共同显示了形变带的强烈挤压特征。

鼓包是地面的一种局部拱起,长轴方向多为南北或北北西向,与主形变带的走向有一定的夹角,或呈雁行排列,或与裂缝相伴生或呈多字型(图3)。这显然是地面受到挤压兼水

平扭动形成的。

这些不同形态、不同方向、不同性质的地震形变现象按一定的规律组合在一起,反映了形变带两侧的水平运动方向为反扭。

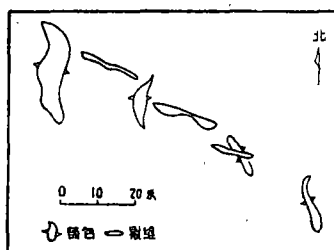


图3 昂苍沟地震鼓包裂缝及排列型式
Fig.3 Little earthquake upheavals and fissures and form of their range.

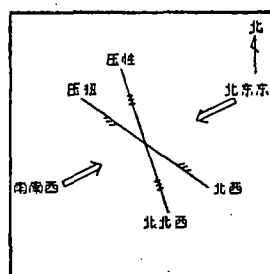


图4 1947年达日地震形变带应力作用方式示意图
Fig.4 Way of stress action of earthquake deformation band.

综上所述,北西西向的地震形变带显示了挤压兼水平扭动特征,扭动方向为反扭。北北西向形变带主要显示挤压特征,扭动迹象不明显。根据形变带的组合特征分析,它们无疑是在统一的应力方式作用下形成的。其主压应力方向大约为北东东—南西西(图4)。

三、地质构造特征

1. 区域构造轮廓

1947年达日地震发生在巴颜喀拉山褶断带与鄂拉山隆起带南延部分的复合部位。巴颜喀拉山褶断带由一系列平行的逆断层和复式褶皱组成,呈舒缓波状,长达数百公里,走向北50°—70°,卷入的岩层主要是三迭系砂岩、板岩夹灰岩和灰岩透镜体,侵入岩有印支期、燕山期花岗岩和花岗闪长岩。鄂拉山隆起带的走向为北10°—30°西,主要以隆起的形式出现,特别是南端,断裂不十分发育,控制了第三系红层的沉积。

2. 断裂带特征

日查-克授滩断裂是巴颜喀拉山北缘断裂中的一段,长达150多公里,呈舒缓波状,总体走向北50°西,倾向北东,倾角40°—50°。断裂顺江基贡玛—胡勒安玛之间的分水岭上通过时,岭上出现宽近百米的凹谷,在卫星照片上显示非常清楚。在昂苍、吉郎等地,断裂横切近南北向的山脊,形成明显的马鞍形。断裂两盘的岩层均为中、上三迭统的灰色砂岩和板岩,由此判断,断裂在中生代早期就已形成。该断裂第四纪以来活动强烈,沿断裂谷发育有第四系山包和断层陡坎。区内几条大的河流如达日根曲、柯曲、夏曲、热曲等在流经断面处都发生明显的转弯(图5)。河流的弯转方向显示了断裂的反扭特征。从断裂具有压性兼反扭特征分析,所受主压应力方向应为北东东—南西西。

区内有近于等间距排列的三条北北西向断裂,即江基贡玛、昂苍和苏士贡玛断裂。它们以反接、斜接的复合形式与日查-克授滩断裂相交,走向分别为北30°西、北10°西和北20°西,断面均向北东倾,挤压特征明显,延伸长度分别为26、10、46公里,倾角分别为70°、

50°、70°。从苏士贡玛断裂控制第三系沉积和切断北西向断裂及三迭系岩层分析, 这些北北西向断裂应是中生代晚期及新生代早期形成的, 它们均显示了顺扭特征。从Ⅱ、Ⅲ级夷平面长轴呈北北西向的分布分析(图6), 晚近时期以来, 北北西向构造活动强烈, 主要表现为隆起的形式横跨在北西、北西西向构造带之上。以其具有以压性为主的特征分析, 其主压应力方向大约为北东东—南西西。

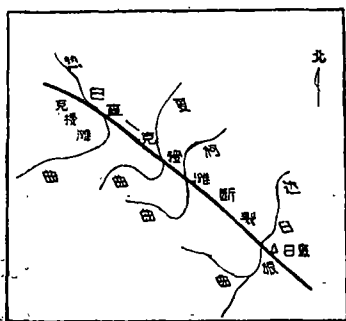


图5 水系流向与断裂活动示意图

Fig. 5 Flowing direction of river system and activity of the Richa-keshoutan fracture.

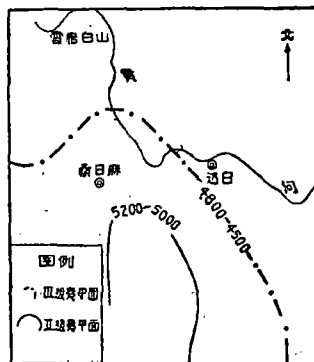


图6 Ⅰ、Ⅱ级夷平面分布图

Fig. 6 Distribution of I, II, III level terraced surfaces.

四、地震构造背景的探讨

在分析了地震形变带的展布以及两组断裂带的特征后, 不难得出以下认识:

1. 地震形变带严格受断裂带的控制, 沿断裂带走向伸展, 主要展布在断裂带的北东侧, 即断裂带的上盘。
2. 断裂带与地震形变带的力学性质一致。
3. 断裂带的主压应力方向和地震形变带的主压应力方向一致。
4. 在北北西向断裂与北西向断裂反接复合地段, 地表破坏强烈, 震中也位于两组断裂交汇部位。

综上所述, 我们认为, 日查-克授滩断裂和北西向断裂带的最新活动是1947年达日地震的构造成因。

(本文1982年6月4日收到)

ON THE DARI EARTHQUAKE OF 1947 IN QINGHAI PROVINCE

Dai Hua-guang
(Lanzhou Seismological Institute)

Abstract

On March 17, 1947, an earthquake of magnitude $7\frac{3}{4}$ occurred in the Dari area of Qinghai province. The epicentre was in the North border district of the Bayankalashan Mountain range. The intensity of the epicentre area is X. The direction of the long axis of the equiseismic line was N 50°W. The deformation band of the Dari earthquake was 150 km long. It consisted of a series of fault scarps, little upheavals, little segs and fissures and fractures. Having analysed characteristics of deformation band and composite laws of various deformation phenomena, the author judged that the direction of major compressional stress of earthquake province is NEE-SWW.

The trend and distribution of deformation band of this earthquake was in conformity with the Richa-keshoutan fractures of N50°W and fractures of NNW. Therefore, the cause of occurrence of this earthquake was the result of movement of the Richa-keshoutan fractures and NNW fracture, which still continues at present.