

某些大震低烈度现象的讨论

—以1974.8.11乌恰7.3级地震为例

杨 章 戈澍谟

(新疆地震局)

摘 要

本文介绍了1974年8月11日新疆乌恰7.3级地震的低烈度现象。并结合1976年龙陵等几次近期大震,对出现低烈度的原因进行分析。

在印度板块向北楔入的尖角部位,这种特殊构造条件下,碰撞力直接作用,处于弱介质环境,可能是出现低烈度的重要原因。此外,存在多组方向的断裂系统,明显的三层地壳结构;以及地震过程复杂,地震能量释放和传递可能具有多个途径。这也是出现低应力降,弱破坏地震的一个原因。

近十年来,我国发生了一些低烈度强震,笔者试图以1974年8月11日于新疆乌恰西南发生的7.3级地震为例,对某些大震出现低烈度现象,进行初步分析,供讨论。

一、一次低烈度地震

1974年8月11日乌恰7.3级地震微观测定震中位置:北纬 39.4° 、东经 73.8° ,震源深度5~18公里。

这次地震苏联学者B.K.Нозко, Т.К.Атанкулов等分别对苏联境内受震情况进行了考察⁽¹⁾,我局柏美祥等对国内部分进行了调查*。我们绘制了这次地震完整的等震线图(图1)。

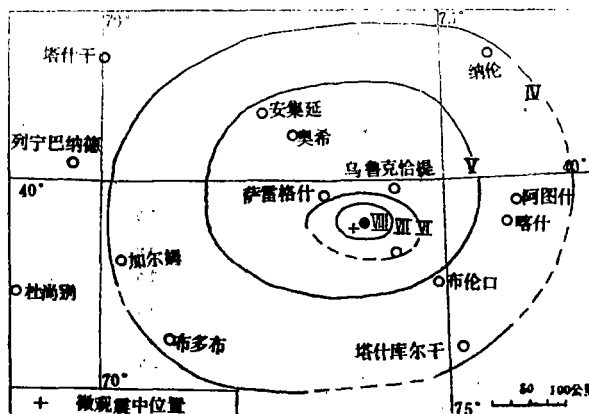


图1 1974.8.11.乌恰西南7.3级地震等震线图

* 柏美祥等 1979.5.《西昆仑地质构造与地震活动特征》油印本

等震线图呈近东西向分布的椭圆形、极震区Ⅳ—Ⅴ度，长80公里、宽50公里。宏观震中在我国新疆境内，乌恰西南克孜勒河上游的买干河谷。谷地中第四纪沉积物上有15米长、10—90厘米宽的地裂缝，呈雁行状分布；有喷砂冒水、出现新泉的现象。此外，没有Ⅲ度的严重破坏区。宏观震中在北纬 $39^{\circ}26'$ 、东经 $74^{\circ}06'$ ，按等震线衰减情况计算震源深度为 22 ± 5 公里，震中烈度为Ⅳ度。

这次地震的前震活动很不明显，1974年元月至4月，该区中小地震数量没有增加，仅在5月以后才略高于平时水平。主震后，余震较多、强度扩大，最大余震6.4级，发生在主震后15个小时。从整个地震序列看，这次地震活动属主震余震型，整个序列震级-频度曲线b值为0.7，余震活动的b值只有0.55。都低于本区区域背景值（ $b=0.8$ ）。

二、近期几次大震烈度异常的构造特征

为了更好地讨论乌恰地震出现低烈度现象的原因，这里选取了1974—1976年间发生在印度板块向北楔入的东、西两尖角部位及其相邻地区的四次7.1—7.4级地震进行对照分析（图2）。

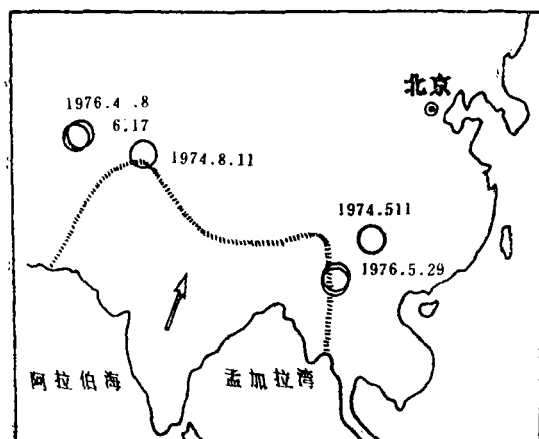


图2 近期几次大震位置

这四次地震中，乌恰地震（1974.8.11）与龙陵地震（1976.5.29）分别发生在印度板块向北楔入尖角的不同部位，其烈度均偏低。而发生在尖角以外邻近地区的永善-大关地震、加兹里地震的震中烈度明显要高（表I）。

表I

几次大震特征对比

时 间	地 点	震级	震源深度	震中烈度	地 震 矩	应力降	前震	b 值
1974.5.11	永善—大关	7.1	14	9	5.4×10^{26} 达因厘米	51巴		0.68
1976.5.29	龙 陵	7.3 7.4	8—10	9	9.2×10^{26} 达因厘米 6.7×10^{26} 达因厘米	18—37巴	有	0.76
1974.8.11	乌 恰	7.3	5—18	8	4.3×10^{26} 达因厘米	15—34巴	不明显	0.70
1976.4.8 5.17	加 兹 里	7.0 7.3	17—20	9—10	2.1×10^{26} 达因厘米	~100巴	有	0.50

永善—大关地震、龙陵地震已为国内地震界熟悉。加兹里地震发生在苏联南天山阿姆河凹陷中，地震不是位于第四纪活动断裂带上。据震中区台站观测员报告，地震时产生的垂直柱状尖块高达15—20米，具有强大的高频（ $f > 15-20$ 赫兹）压缩波和膨胀波，地面垂直运动的加速度值达1300厘

米/秒²，水平振动加速度值达700厘米/秒²。震源激发出强大的高频辐射，可能意味着在基底出现并引起地震的断裂是新生成的，发震断裂的几何形态和两盘位移说明这是一条在近南北向水平挤压条件下形成的逆断层，根据它的结构和形成环境，是标准的天山系^[2]。

从破裂特征和类型来看，加兹里地震和龙陵地震有着某种相似之处，它们都具有两个7级以上主震；它们都不是发生在某一条明显的活动断裂带上，而是一种新破裂；在地表没有地震断裂带，而是出现多种方向的次生地裂缝。加里兹地震的震源深度亦相对稍大，但由于不是位于印度板块向北楔入尖角，而与永善——大关地震一样，是具有高应力降、高烈度的地震。而龙陵地震则同乌恰地震一样，位于不同的楔入尖角板块缝合线部位，由于直接受力作用，块体破碎、储能性差，表现在这种地区地震频度高，所发生的地震具有相对低的应力降和烈度。

三、出现低烈度现象的介质特征

乌恰地震和龙陵地震烈度偏低的主要原因是位于板块缝合线附近这样一种特殊的构造条件。从乌恰地震来看，震区直接受到印度板块向北碰撞力的作用，地下深部的热量沿断裂上升到浅部，有的并溢出地表面出现温泉、气泉，形成地热异常区。这些热流有可能改变地壳中——上部岩层的物理特性，使它们的强度降低，造成弱介质环境。

依据茂木的岩石破裂实验，不同介质的破裂特征不一样：弱而均匀的介质条件下，岩层在低应力作用下就发生主破裂，主破裂之前基本上没有小破裂事件；极不均匀的弱介质条件下，主破裂亦在不高的应力作用下发生，但在主破裂之前，小破裂事件愈接近主破裂时愈剧烈。对照图3表明：乌恰地震可能发生在均匀的弱介质条件下，而龙陵地震则可能发生在极不均匀的弱介质环境。

S.T.Gibowicz指出，主震应力降与正常数值的偏离确定余震系列特征，在弱介质条件下主震的低应力降导致余震序列b值低，主震与余震震级相差小^[3]。乌恰和龙陵地震的b值均低于0.8~0.9这样一个平均值，而且余震的b值更低，乌恰地震余震系列b值为0.55。b值低也证明了它们是应力降较低的地震。

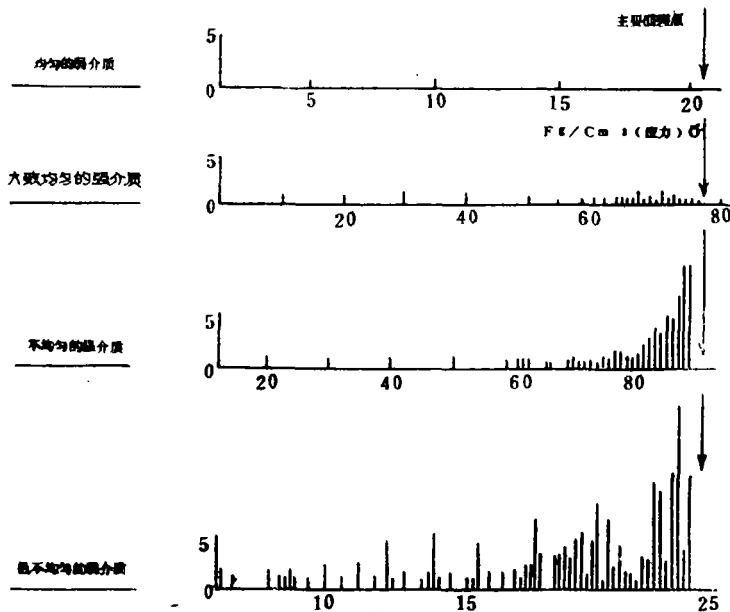


图3 对不同物质施加应力发生弹性振动次数的试验

可见,弱介质、低应力降是低烈度现象的一个原因。

四、复杂的震源破裂过程

从现有的资料看,由某一特定的活动断层运动而发生地震,震源破裂程简单,能量释放较集中地沿断裂带进行,破坏性强,震中烈度偏高。相反,地震过程复杂,应变能量可以沿着多种途径释放和传递,就可能减弱地表破坏程度。

乌恰地震发生在帕米尔北部,这里地壳具三层结构,层间边界非常明显。第一层厚度为15公里、纵波波度为5.8公里/秒;第二层厚度亦为15公里、纵波速度为6.6公里/秒;第三层厚度为30公里,纵波速度为7.4公里/秒;下伏地幔纵波速度为8.15公里/秒。乌恰地震的主要余震分别集中在两个层间界面上,即15和30公里的深度。主震释放的能量一部分可能沿着这些界面向四周传递,通过这些界面和其它构造使应变能获得调整,并在一些断裂切割这些界面的地方发生余震。这样,往上传播地表的能量就会减少。

乌恰地震区是个多组大型构造交汇区,断裂复杂(图4)余震区呈北北西向伸长的椭圆形,与地表主要构造线方向及等震线长轴方向都不一致。震源机制的研究表明^[4],主震时震源内不仅沿北北东向(22° — 32°)断裂发生北西西向垂直错动,而且沿南东东向(110° — 120°)断裂也发生南南西向垂直错动;值得注意的是分布有 $\Delta = 30$ — 40 度范围内的台站记录以压缩波占优势。这些说明不能用简单的剪切模式来描述震源过程。这个过程可能是很复杂的,由几种错动方式组成,深部机制与浅部可能不同。余震序列的震源机制也具多种类型:一部分沿着断裂面作剪切错动;另一部分则沿断裂面作

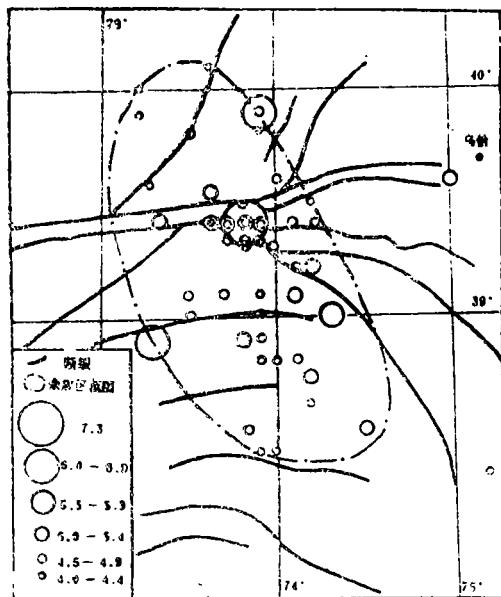


图4 1974.8.11.7.3级地震及余震分布与地质构造的关系

逆冲——逆掩错动;还有少量沿着近南北或近东西向节面发生平推正断。在这不大的地区至少存在着四种不同走向的破裂,多组走向的破裂和不同运动方式,使地震释放的能量沿着不同方向和途径传播和分散。近圆形的等震线也可能表明地震能量并不集中在某条断裂带释放,而是向四周作近乎等量的释放和传递,这就会使地震的破坏程度减弱。这也是造成低烈度现象的原因之一。

综上所述,造成区域性的低烈度现象,与所处的特殊构造条件、弱介质环境和复杂的地震过程等

因素有关，并不是浅层和地表介质条件所决定。

参 考 文 献

〔1〕Землетрясения в СССР. в 1974

Госиздательство Наука. Москва 1977. 49—98.

〔2〕В.Н.Крестников, Т.П.Белоусов, Д.В.Штанте, 1980, Сейсмоструктурные условия возникновения Газлийских землетрясений 1976г. Физика земли № 9. 1980, 12—28.

〔3〕S.T.Gibowicz. 1973.

应力降和余震 《国外地震》 1974. 3. 22—28.

〔4〕Е.Н.Широкова 1981

Механизм Марканусийского землетрясения 1974г. и его афтершоков. Физика земли № 1, 1981, 72—80.