

天山地区7级以上大震的复现期

郑福婉 胡方秋

(新疆维吾尔自治区地震局)

东西向绵延达数千公里的天山山脉,其活动历史悠久,新构造运动强烈,地震活动频繁,是板内地震活动最强烈的地区之一。笔者综合地震的空间分布、地表和深部构造、岩石圈特征等认为,天山(包括苏联天山,下同)是一个构造整体,其总方向为东西向,被几条巨大的北西向断裂所切割。在东西和北西向断裂的复合部位附近,大地震的发生呈现出明显的周期性。

一、天山地震带

天山山脉能否作为一个地震带,用以研究大震危险性,对于烈度区划十分重要。许多地震工作者也曾将天山看作一个地震带进行研究,但多数仅考虑在我国境内部分。笔者从下列方面进一步探讨整个天山地震带及其大震韵律性。

1. 大地震的空间分布

天山地区地震活动十分强烈,从1716年开始,在有限的二百多年中,7级以上地震就发生了24次之多。由图1可以看出,这些地震主要沿天山南、北麓,集中在北纬 $39^{\circ}-40^{\circ}$ 和 $43.5^{\circ}-44^{\circ}$ 范围内呈两条线状分布,其延伸方向近东西向,与天山的总走向一致。

2. 由地壳厚度等值线(图1)看,天山地壳厚度为40—55公里,西厚东薄。地壳等厚线的总方向近于东西向。大地震皆分布于地壳厚度的斜坡带上。

V.N.Krestniv用工业爆破资料获得天山下莫霍面构造形态的优势走向为近东西向,帕米尔地区地壳厚度等值线显示出一个近南北向的构造平面。天山与帕米尔两地区深部构造有很大差异。

3. 深断裂

天山地区壳断裂和超壳断裂分布广泛,多属沿天山的纵向逆断层。这些深断裂从地表到深部皆由新疆境内向西延伸入苏联的天山,如那拉提超壳断裂、阿尔帕雷克—托特拱拜夜超壳断裂、塔拉斯—费尔干超壳断裂。此外还有博罗霍洛断裂、科古琴断裂和西昆仑山一些近东西向壳断裂,皆延入苏联天山。由此看出,天山的深断裂是相通的。

4. 天山的布格重力值东高西低,异常等值线走向与山体一致。重力梯度带走向东西。在重力梯度带附近时有大地震发生(图1)。

5. 据近代卫星重力资料获得西北地区深部地幔流为会聚流,其会聚的中心是天山地区(图2)。

天山强震震源主压应力轴分布优势方位为近南北向,与天山主要构造线延伸方向正交,压应力轴倾角为 $10^{\circ}-30^{\circ}$,震源断层运动以逆冲型为主,说明天山地区应力场具有近南北向的特征,构造应力来自印度板块向北和西伯利亚块体向南的作用力(图3)。

1. 地壳
6. $M \geq 8.0$

向东

造
有
时

8

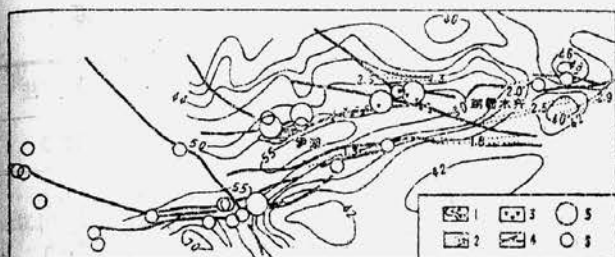


图 1

1.地壳等厚线 2.重力梯度带 3.地热带 4.断裂
5. $M \geq 8.0$ 6. $M \geq 7.0$

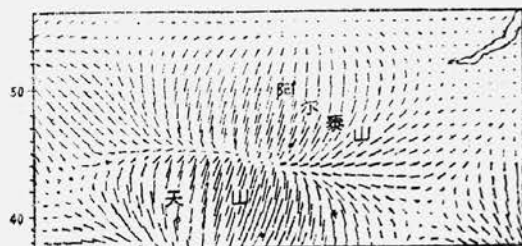


图 2 卫星重力资料反应的应力分布
(Liu Hanshou, 1981)

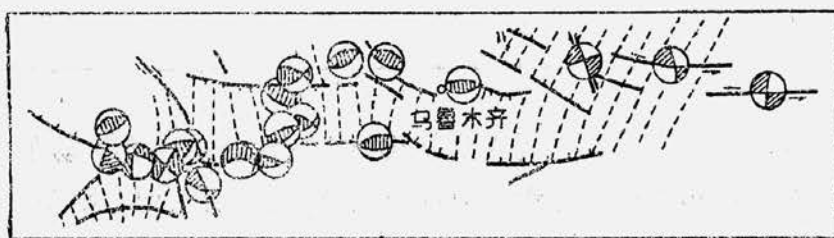


图 3 天山地区震源应力场

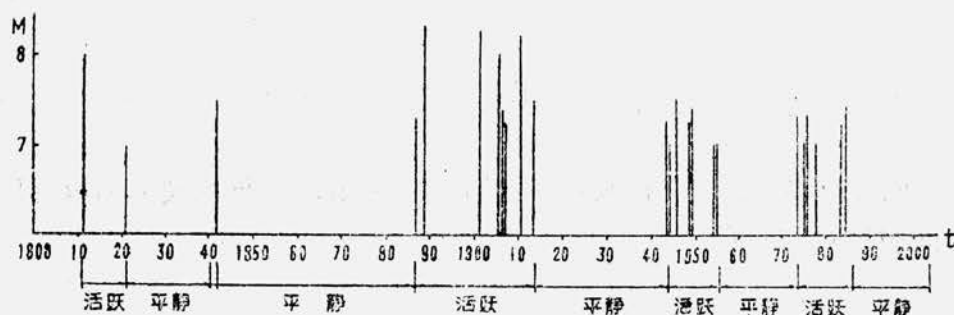


图 4 天山地震带7级以上地震M—T图

6. 天山地震带震源深度在7—56公里范围内,多数在10—30公里。乌恰地区深度略大,向东、西变浅。震源多分布在花岗岩层中。

综上所述,从地表构造到深部构造,我国的天山和苏联的天山都是相连的,在统一的构造应力场作用下其总体方向为东西向,被两组北西向的巨大断裂切割成几段,各段的发育均有差异,在两组方向断裂的汇合部位常有大地震发生。因此,笔者在研究天山大地震复现期时,不能不考虑苏联天山的地震活动,而将天山作为一构造整体进行研究。

二、大震复现期

由于天山历史地震记载短暂,研究大地震的复现期存在一定困难。目前已经获得了7—8级古地震研究结果和断层活动速率,为研究大震重复间隔提供了可借鉴的资料。

1. 八级大震周期

我国南北带以西,青藏高原以北的板内广大地区,从1889年以来至1931年止,在短短43年中共发生8级以上地震10次。除天山地区的5次外,尚有1905年蒙古二次8.3级、1920年海原8.5级、1927年古浪8级、1931年富蕴8级地震,此外还发生一些7级地震。这是8级地震在一个区域成丛活动,集中在一段时间相继释放的特点。与这一时期相对应的前一个8级地震集中活动的时期,可由古地震资料相应得到(表1)。

表1

断裂名称	最近一次地震	古地震事件时间(年)				备注
富蕴地震断裂	1931.8.10, M=8		B.P.3000	B.P.6000—7000前		[2]
喀什河断裂	1812.3.8, M=8		B.P.2760—2930	B.P.6000前		[5]
海原断裂	1920.12.16, M=8.5		B.P.3680±60	B.P.6300±70	B.P.(内插)7830±103	[6]
宁夏贺兰山前断裂	1739.1.8, M=8			B.P.5745±90	B.P.9360±5	[1]
中卫—同心断裂	1709.10.14, M=7 $\frac{1}{2}$		B.P.2690±6	B.P.4840±60		[8]
阿尔金断裂	1924.7.8, M=7 $\frac{1}{4}$	B.P.1200	3300			阿尔金断裂阶段报告

表1反映出8级地震具有大致相同的重复间隔。这说明古地震活动在一个区域内也具有成丛活动的特点。若以1900年前后为距今最近一次8级地震活动期,则距今2700—3500年、6000—7000年和9360年左右都分别有8级地震集中活动,同时还发生一些7级地震。古地震资料说明该区8级地震高潮的重复周期约2700—3000年左右。

2.随着活断层工作的深入开展,取得了许多活断层活动速率和地震位错量的数据,利用公式:

$$T = \frac{D}{V}$$

(D为一次地震位移量, V为活动速率)可计算大地震在该断裂上的重现周期。就西北地区有资料的断裂计算结果列于表2。

表2

断裂名称	最近一次地震	位移量(米)	活动速率(mm/年)	大震复现期	备注
二台断裂	1931.8.10, M=8	14(最大)	21.6	648	[2]
喀什河断裂	1812.3.8, M=8	8(平均)	3.0(平均)	2660	[5]
准噶尔南缘断裂	1906.12.23, M=8	2—8	0.56(平均)	3575—5375	[*1]
海原断裂	1920.12.16, M=8.5	14—17(最大)	5(平均)	2850—3400	[8]
中卫断裂	1709.10.14, M=7.5	5—7	2.5(平均)	2100—2299	[8]
昌马断裂	1932.12.29, M=7.5	6.6(最大)	6.5	1500—2620	[7]
洛包泉断裂	1914.8.5, M=7.5	2	1	2000	[*2]

*1活动速率由形变测量、水系断错、阶地测量平均

*21914年巴里坤地震考察报告。

由表2可见,多数8级地震的重复周期为2660—3500年左右。这一数据与断裂上古地震的重复间隔十分吻合,这说明8级地震活动在一个区域的丛集性。天山地区正处于这一大区域之中,且天山8级地震高潮略早于阿尔泰、祁连山等地,即8级地震在天山活动之后,才转移到其它地区。7级地震也同样有此现象。因此,笔者认为天山地区8级地震高潮的重复期约2700—3500年。

3,7级地震重现间隔及地震幕的划分

在两次 8 级地震活动的高潮期之间，天山地震活动并非就此平静，按照古登堡大小地震成比例的经验关系式

$$\lg N = a - bM$$

8 级地震之后尚有许多 7 级地震要发生。图 3 是天山地区有记载以来 7 级以上地震的时序图。由图可以看出，7 级以上地震仍以活跃—平静的形式相间发生。我们以此来划分活动幕和安静幕。

在 8 级大震集中活跃时段 1889 年—1911 年之前，经历过最后二次 7 级地震活动幕，即 1812 年—1822 年发生了二次地震，活动期为 12 年，在平静 19 年后于 1842 年又一次进入活动幕，由于难以弄清的原因，这一活动幕只发生了一次 7 $\frac{1}{2}$ 级地震，平静 48 年后进入了 8 级地震高潮，接连发生 5 次 8 级以上地震。震后平静 35 年，从 1944 年开始进入 8 级地震高潮后的第一活动幕，到 1955 年结束，活动 12 年之久，发生了 7 次 7 级以上地震，平静 18 年后，以 1974 年中苏边境 7.4 级地震开始进入第二活动幕，分别于 1976 年、1978 年、1984 年到 1985 年乌恰地震止，相继发生了 6 次 7 级以上地震。这一活动幕已经活动了 12 年。笔者认为，第二活动幕已趋近尾声，最多再有 1—2 年就完全结束而进入 7 级以上地震的安静幕。每一个活动幕都以连续发生几次 7 级以上地震开始，中间几年较平静，活动幕趋近尾声时又连续发生 7 级地震而告结束。安静幕中无 7 级地震发生。但因天山地震活动强烈，安静幕中 6 级地震仍很频繁。

由图 3 看出，天山地震带 7 级地震活动的重复间隔约 20 年，每一活动幕大约活动 12 年左右。远离 8 级地震高潮期，7 级地震重现间隔时间可能会增长，地震频度也可能减低，还可能偶有 8 级地震发生。但天山地震带在短期内将不会有 8 级地震发生，主要是 7 级地震周期性的重现。估计公元 2003 年以后将进入另一活动幕。

7 级地震的第一活动幕，地震主要在天山中、东段发生（苏联加尔姆以东至我国境内），第二活动幕地震集中在中西段发生（伊塞克湖和乌恰以西），下一个活动幕天山中东段将存在较大危险性。

天山地区 7 级地震活动结束后，其它地区，如阿尔泰、昆仑山、祁连山将有活动的可能。

参 考 文 献 （略）

（上接第 58 页）

由于发震构造活动时，牵动了复合构造，有时，较大面积的烈度异常区，都可能造成极震区与外围方向的不一致。

在地震区划中，有许多问题需要解决。如地震带的划分，地震在时间和空间上的活动特征，对地震带上未来最强地震的确定，地震活动的概率统计，烈度的衰减规律和地震影响场，地震区划的原则与方法等。所有这些，都是以历史地震做为研究的基础。因此，在今后的工作中，应加强对历史地震的研究。