

1812年3月8日新疆尼勒克8级大震

杨章 陈祥玉 尹光华 李军 张勇

(新疆维吾尔自治区地震局)

摘 要

1812年3月8日新疆尼勒克县发生的8级大震造成了极强烈的地表形变,产生了长达65公里的地震断裂带,其垂直位移可达10米,右旋水平位移在1.5米以上。极震区有多处构造塌陷、滑坡和崩塌,巨型塌陷的面积达2平方公里,滑坡体后缘最宽可达2公里,震中烈度110度强。

本文根据现场考察及对航片的研究,结合历史记载勾绘了这次地震的烈度等震线,对地震的震级、震中位置、震源深度、地震矩、应力降和震源机制解等进行了计算和讨论,并对发震的地质构造背景进行了初步的探讨。

一、前 言

1812年3月8日在新疆尼勒克县境内发生了一次大震。前人^[1]曾把这次地震震级定为7—8级,震中位置定为北纬43.7°,东经83°。1978年王树基等在喀什河流域进行地震地质考察时,也注意到了这次地震造成的滑坡现象。1983年6—7月我们在详细分析1/2万航片的基础上,对尼勒克地震进行了实地考察。我们在综合分析研究的基础上,勾划出了这次地震的烈度区,求出了有关的地震参数。

二、地震破坏情况

1812年尼勒克地震所造成的地表形变和破坏是极为严重的。极震区内不但有面积达2平方公里的巨型构造塌陷(由地震断裂所包围或半包围的地堑式下陷、同时具有重力滑动特征的地块),宽为2公里的大型滑坡,并有长65公里、垂直断距达10米、水平位移在1.5米以上的地震断裂带。其中大、中型的地震滑坡和塌陷比比皆是,呈带状分布,比史料中所描述的范围更大,破坏程度更为严重。

由于震区内当时人烟稀少,也没有固定的建筑物,因此我们是按照1812年尼勒克地震所造成的地表破坏程度来确定其震中位置和划分烈度区的。根据《新中国烈度表》以及对比我国其它历史大震各烈度区的地表破坏情况,按地震断层的规模、位移量、地震塌陷、滑坡、

崩塌的数量、规模、密集程度和分布特点等，划分出四个烈度区（图1）。

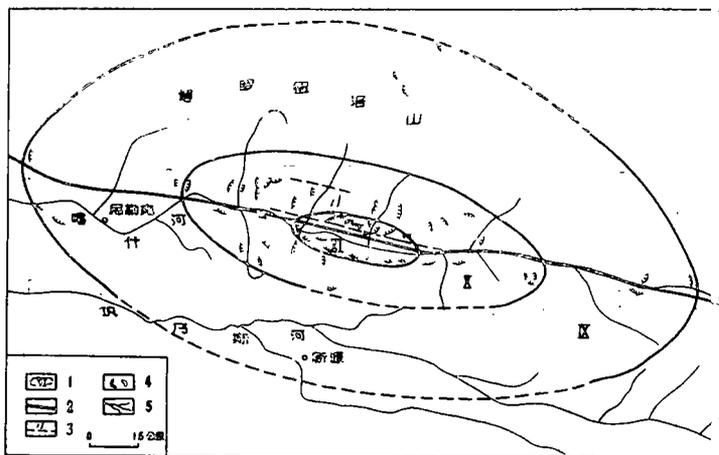


图1 1812年尼勒克8级地震等震线图及地震破坏分布示意图

1.等震线 2.喀什河断裂带 3.地震断层 4.地震塌陷、滑坡 5.水系

Fig.1 Isoseismac curves and damages of the Nilke earthquake(M=8)in 1812.

1.十一度区

从寨口沟至养鹿场西，呈长椭圆形。长轴长38公里，走向 280° ；短轴长12公里。区内地震断层发育，沿等震线长轴方向成带状展布，两端延伸至十度区。地震断层数量多、规模较大，单条断层的长度多在1公里以上，其最大垂直断距可达10米多，水平位移1.5米以上。区内并有多个由几组方向的地震断层作用而形成的构造塌陷，单个塌陷的面积最大可达2平方公里，下陷深度达50余米。如本区内的帕鲁尔萨依西侧的中山区，构造塌陷的面积可达2.1平方公里，其塌陷边缘均为断层陡崖。1平方公里左右的构造塌陷在本区的分布也较广泛。塌陷区内不仅地震断层发育，而且地震垅脊、鼓包、断塞塘等数不胜数，地貌改观异常显著。此外区内的地震滑坡数量多，规模大，分布也很集中，单个滑坡体的后缘宽度可达数百米—2公里以上，下滑距离长达一百余米。

2.十度区

从吉林台东北至阿拉斯坦河东，呈长椭圆形。长轴走向 280° ，长113公里，短轴长40公里。区内分布有地震断层、地裂缝，单条地震断层的长度一般为数十米，垂直位移为0.3—5米。区内还发育一些大中型构造塌陷，单个塌陷面积为0.3—1平方公里。其中大、中型的地震滑坡、滑塌的数量较多，密度也大，具有成带分布的特点。在大、中型滑坡之间还分布着许多中小型的滑塌、滑坡和崩塌。最大滑坡体的后缘可宽达2公里，下滑近百米。

3.九度区

从下乌拉斯台至婆罗科努达坂，长轴走向 280° ，长206公里，短轴长104公里，呈椭圆形。区内有少量的大、中型地震滑坡、滑塌和崩塌，其后缘宽多为数百米。此外全区还散布着一些中小型的滑坡和崩塌，后缘宽几十米—一百米。

4.八度区

大致从伊宁县城以东至木孜达坂，长轴约310公里。区内零星散布着一些中小型的地震滑坡和崩塌，滑坡体后缘宽一般为几米—几十米。

从史料记载当时驻军仓库有“墙垣崩塌”的现象分析，伊宁—霍城西部地区其地震烈度

应为七度。估计这次地震的影响范围西部可到现苏联的中亚地区。

三、地震断裂带特征

这次地震的发生虽然距今已170余年，但在长65公里、宽14公里的范围内，至今还保留着很多的地震断层、地裂缝以及大量的地震堍脊和鼓包等遗迹。它们除在面上有零星分布外，主要构成两条地震断裂带（图1）：

南带为主要的地震断裂带。沿等震线长轴展布，总体走向 280° ，长约65公里，宽0.3—3公里。由一系列地震断层、裂缝、堍脊和鼓包等组成，并有许多大型构造塌陷、滑坡和崩塌相伴生。

地震断层的连续性较差，主要由近东西向和北偏东向两组地震断层组合而成，单条断层的长度一般为0.1—2公里，最大垂直位移在10米以上，右旋水平位移可达1.5米多，在震中区的阿墨勒布拉克及姐勒布拉克沟东侧均有这两组断裂构成的大型肘状塌陷。近东西向的断层为主要的地震断层，其规模大、数量多，呈断续的条带状分布或为压剪性的右旋羽列，以正断层为主，也有逆断层，总体表现为北盘上升或南盘下降。在较大地震断层的末端有拐弯和出现雁列张裂缝的现象。在地震断层西部末端及十一度区东端均有小地震断层呈帚状形态。近东西向断层的这些组合特点表明其下部的发震断层可能是北倾的逆断层〔2〕。北偏东向的地震断层长度一般在一公里以下，为一些正断层。

此地震断裂带在平面上是沿着控制现代河谷的喀什河大断裂的主断层带展布的，其右旋错动和北盘上升的特点与喀什河大断裂带的运动特点基本一致。

北带沿本区老第三系北界断层呈近东西向断续展布，长约25公里。由许多地震断层、地裂缝、堍脊和鼓包组成，单条地震断层的长度在0.3—1公里以上。

此外，在两条地震断裂带之间及南北两侧还零星分布着一些地震断层和张裂缝，多为北西北向、北东向和近南北向，主要为正断层。

四、地震参数

1. 发震时刻

据史料记载情况分析，其发震时间应为1812年3月8日北京时间22时—3月9日2时。

2. 宏观震中

前人曾把宏观震中定在尼勒克县胡吉尔台，通过考察分析表明十一度区的几何中心与地表破坏最严重的地段基本一致，其尼勒克县种蜂场东北的中低山边缘地区，即阿尔夏提北偏西地段应为宏观震中，地理坐标为东经 $83^{\circ}28'$ ，北纬 $43^{\circ}47'$ 。而原定震中则位于十度区的西南边缘。

3. 震中烈度

根据宏观震中区地表破坏程度与我国历史大震地表破坏的烈度情况对比，从区内具有长65公里，垂直位移达10米多，水平位移在1.5米以上的地震断裂带，多个面积为0.5—2平方公里的大型构造塌陷和巨型滑坡等现象来分析，其震中烈度应在十一度以上。

4. 震源深度

按照一般常用宏观资料计算震源深度的公式

$$h = \frac{r_i}{\sqrt{10^{\frac{I_0 - I_i}{S}} - 1}}$$

进行概算,取 $I_0 = 11.3$ 度,根据量板测得 S 曲线趋近于2.5,取 $S = 2.0$ 和 $S = 2.5$,所得结果如表1所示。考虑到北天山强震的震源深度多在25公里范围内,而计算的平均震源深度也为25公里,因此取尼勒克地震的震源深度为25公里。

5.关于震级的讨论

考察表明,1812年尼勒克地震的地表破坏程度比史料记载的更为严重,震中烈度高达十一度强,将它与新疆几次8级地震相对比(表2),其宏观破坏也是较严重的。对比同处天山、同属倾滑型的阿图什和玛纳斯地震,无论是从地震断层的规模和位移量,还是从其它地表破坏的严重程度都是以尼勒克地震居首,因而可以认为其震级在8.0级以上。

表2 新疆8级大震地表破坏情况对比表

时间	地震	震级	地震的构造类型	震中烈度	地震断层			其它地表破坏
					长度	垂直位移	水平位移	
1902年	阿图什	8 ¹ / ₄	倾滑型	>十度	507 (km)			以塌方为主,最大可达20~30万立方米
1906年	玛纳斯	8.0	倾滑型	十度	只有地表呈面状散布的裂缝带			以崩塌、滑坡为主,最宽0.8公里
1931年	富蕴	8.0	走滑型	>十一度	176 (km)	1.4 (m)	14 (m)	长2公里,下落63米的大型滑塌构造
1812年	尼勒克	8	倾滑型	>十一度	65 (km)	>10 (m)	>1.5 (m)	>1平方公里的构造塌陷及后续宽2公里的大滑坡

根据多种用宏观资料计算震级的经验公式对尼勒克地震的震级进行估算,其结果如表3所示。从表中可看出所得震级在8.05—8.28之间,比较接近,而平均震级为8.14,考虑到用宏观资料计算只是一个粗略的估算,故取尼勒克地震的震级为8.1级。

6.震源错动情况

由于这次地震造成的地表破坏现象十分显著,地震主断裂带就可看作是震源错动面在地表的反映。地震断裂带总体走向为280°,而其中多数地震断层走向在280°左右,结合断裂的垂直和水平位移的统计资料按双力偶模型,初步求出这次地震的震源机制解是:节面I走向88°,南倾,倾角22°;节面II走向100°,北倾,倾角68°(发震断层);P轴方位角

表1

I_i (度)	十一	十	九	平均深度 (公里)
r_i (公里)	13	38	77	25
h (公里) ($S=2.0$)	21	21	22	
h (公里) ($S=2.5$)	23	25	29	

表3 尼勒克地震震级计算对比表

公 式	来 源	震级	备 注
$M = 3.6 \left(\frac{I_0 - 1.5}{6} \right) + 2.2$	S·Singh 1975	8.08	取 $I_0 = 11.3$
$M = 1.3 + 0.6I_0$	我国常用	8.08	同 上
$M = 0.58I_0 + 1.5$	我国常用	8.05	同 上
$M = 0.68I_0 + 1.39 \log h - 1.40$	我国常用	8.22	取 $I_0 = 11.3$ $h = 25$ (km)
$\log A(x) = 1.3M - 7.42$	卢崇俭 1978	8.28	$A(x) = 3356$ (km^2)

188°, 仰角 23°, T 轴方位角 20°, 仰角 67°; N 轴方位角 219°, 仰角 5° (图 2)。

由地震矩定义: $m_0 = M \cdot \Delta \bar{V} \cdot S$, $S = L \cdot a$; 取拉梅常数 $M = \lambda = 3.3 \times 10^{11}$ 达因/厘米², 取十度区长轴为破裂长度 $L = 113$ 公里, 震源深度 (h) 25 公里为断层宽度, 按最大位错 $V_{D_{max}} = 10$ 米, 取 $\Delta \bar{V}$ (平均位错) = 7 米, 计算得此次地震的地震矩 $m_0 = 6.25 \times 10^{27}$ 达因·厘米。

按园盘型破裂, 计算应力降 $\Delta \sigma = 38$ 巴。

对富蕴地震的研究表明, 利用地表破裂的宏观资料是能够对地震矩和应力降进行计算的〔8〕, 在缺乏仪器记录的尼勒克地震中, 我们利用宏观资料进行计算, 虽然只是一个概略的数据, 也能在一定程度上反映出尼勒克地震是一次低应力降、低地震矩的地震。

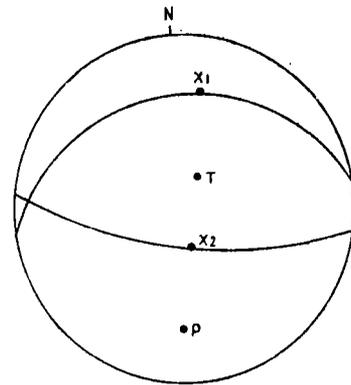


图 2 尼勒克 8 级地震震源机制解
Fig.2 The mechanism of the Nilke earthquake (N = 8).

五、地震发生的地震地质背景

1812 年尼勒克 8 级地震发生在我国新疆北天山强震活动带的西段。震区的东北至东南有斜截天山的北西向大型构造带, 自西向东有穿过震区的喀什河断裂, 向东与北西带交汇, 南部为伊犁盆地南缘的特克敏断裂, 向西伸入苏联境内可能与发生强震的东西向基底深断裂连成一体, 向东可能为隐伏的基底断裂从阿吾拉勒山下通过; 西南为一组北北东向断裂带, 此带曾发现有兰晶石片岩带, 推测可能是古板块的缝合线。这些断裂带向东均在震区东部与北西向构造带相交汇, 而将北天山西段分割成几个块体。1812 年尼勒克地震正是位于博乐地块与伊犁地块的边界断裂—喀什河断裂带上, 并且又处在几个块体相距最近的汇聚部位 (图 3)。

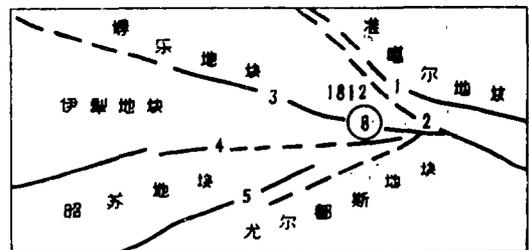


图 3 北天山西段大地构造图
1. 准噶尔南缘断裂 2. 乔尔马断裂 3. 喀什河断裂
4. 伊犁盆地南缘断裂 5. 中天山深断裂
Fig.3 Ground tectonics of the west of the North Tianshan mountain.

震区新构造运动比较显著, 不仅夷平面的破坏变形和多级河流阶地的强烈升降运动造成了地貌的鲜明对照, 而且分布着多组方向、大小不等的活断层。特别是震区东部的北西向构造与横穿震区的喀什河断裂表现了异常明显的活动构造特征, 如一些北西向断层形成了高达 100 多米的新鲜断层崖, 并将年轻的小冲沟错断而发生明显的右旋位移; 喀什河断裂错断尼勒克沟古河道, 形成高 10 多米的陡坎。1812 年尼勒克地震就是发生在这样两组活动构造的交汇部位。

在北天山西段, 强震活动主要是沿着上述几个构造块体的边界分布, 特别是在这些块体

汇聚部位更是强震集中分布的地方(图4)。从现有资料来看,在尼勒克地震发生前的几十年内伊宁—精河地区只记录了两次6级地震,而这两次地震分别发生在北西向的乔尔马断裂带和近东西向的喀什河断裂带上,它们向东南方向迁移正好汇聚在1812年尼勒克8级地震的极震区内(图5),显示了博乐块体的右旋运动特征。

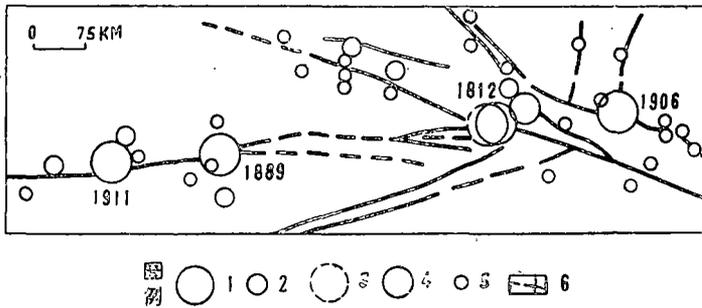


图4 北天山西段历史强震震中分布图

1. $M \geq 8.0$ 2. $M = 6.5 - 7.4$ 3. 古地震 4. $M = 7.5 - 7.9$ 5. $M = 5.5 - 6.4$ 6. 断层
 Fig.4 Distribution of epicentre of historical strong earthquakes in west of the North Tianshan Mountain.

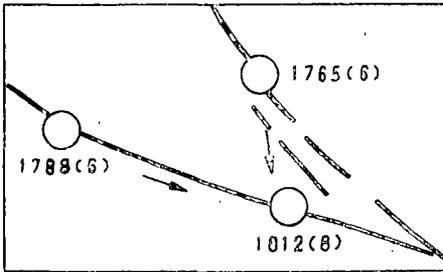


图5 大震前的地震活动

Fig.5 The foreshock activities before the Nilke earthquake. ($M = 8$)

考察表明,1812年尼勒克地震的十一度区长短轴之比为3:1,其等震线长轴和65公里长的主要地震断裂带基本上沿着喀什河断裂带展布(图1),且地震断层的运动方式与喀什河断裂带的运动方式相一致。模拟实验也证明,在南北向加力的情况下,喀什河断裂呈明显的右旋逆冲,其北盘上升位移量之大也是居于我国天山之首。表明了喀什河断裂带是1812年尼勒克8级大震的发震构造。

在震区我们还发现了早于1812年的大量的地震断层、构造塌陷、滑坡等古地震遗迹,其规模和展布与1812年尼勒克8级地震相近。在没有得出本地区古地震断层坡度与发震时间的关系式的情况下,根据Wallace[4、5]、Anderson[6]、Bucknam等[7]对古地震断层的陡坎坡度与其形成年龄关系的研究,估计在1812年以前的1000年左右,在极震区里还有一次十一度的古地震发生。从而说明喀什河断裂是一条孕育和发生大震的构造,并表明大震是可以重复发生在某一地段上的。

在编写本文的过程中得到王六桥、李善因以及张晓东、魏若萍等同志的热情帮助,特致谢。

(本文1983年10月12日收到)

参 考 文 献

- [1] 中央地震工作小组办公室, 中国地震目录, 科学出版社, 1971.
- [2] 李四光, 地质力学概论, 科学出版社, 1972.
- [3] 新疆地震局综合队, 1931年8月11日新疆富蕴大地震, 西北地震学报, Vol. 2, No 2, 1980.
- [4] Wauace, R.E., Profiles and ages of young fault scarps, north-central Nevada, Geol.Soc.Amer.Bull., Vol.88, 1977.
- [5] Wallace, R. E. , Degradation of Hebgen lahe fault scarps of 1959, Geology, Vol. 8, No5, 1977.
- [6] Andeison, R.E., Quaternary Tectonis Along The Intermountain Seismic Belt South of Prouo Utah., Geology studies, Vol.25, part.1, 1979.
- [7] Bucknam, R. C., Anderson, R.E., Estimation of fault scarp ages from a scarp-height-slope-angle relationship, Geology Vol.7, 1979

THE NILKE GREAT EARTHQUAKE (M=8.0, MARCH 8, 1812, XINJIANG)

Yang Zhang, Cheng Xiangyu, Yin Guanghua,
Li Jun and Zhang Yong

(*The Seismological Bureau, Xinjiang Uigur Autonomous Region*)

Abstract

The earthquake of M=8.0 in the Nilke county, Xinjiang, on March 8, 1812, caused the violent deformation of the earth surface and produced a zone of the seismic fault about 65 km long. Within the zone, the maximum vertical offset measured is 10 m and the right-lateral offset more 1.5m. There are also many structural collapses, landslips eboulements in the magtoseismic area where the largest collapse is about 2 km², the widest back margin of landslip about 2 km long, and the epicenter intensity over 11.

In this paper, based on the field investigation, the data from the historical records and the interpretation of aerial photographs, we not only have plotted the isoseismic map, but had a discussion and calculation about the magnitude of the earthquake, the epicentral location, the source depth, the seismic moment, the stress drop and the solution of focal mechanism of the Nilke earthquake. Furthermore we have made preliminary research on the seismological background of the Nilke earthquake.