

1842年6月11日新疆巴里坤7.5级地震*

杨 章 丁德轩

(新疆维吾尔自治区地震局)

摘 要

1842年6月11日新疆巴里坤县发生了一次7.5级大震,造成了明显的地表形变,产生了长达23公里的地震断裂带,其垂直位移可达2米,震中烈度十度。

本文根据现场考察,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、应力降进行了计算和讨论,并对地震的构造背景进行了初步探讨。

1842年6月11日新疆巴里坤地区发生了7.5级地震,造成了重大损失。对于这次地震的震级,不同的文献记载不一致^[1-3]。1985年5—6月我们根据历史资料首次对这次地震进行了实地考察,发现了此次地震所造成的地震破裂带和其他地表破坏现象,第一次勾绘了这次地震的等震线,并求出了有关的地震参数。

一、地震的破坏情况

按照《新的中国地震烈度表》以及建筑物的破坏情况和地表破坏现象划分出三个烈度区(图1)。

1.九度区

西起巴里坤县城西的尖山子,东至拱北沟东,呈椭圆形,长51公里,宽25公里,长轴走向290°左右,面积约1134平方公里。在区内发育长23公里、最大垂直位移约2米、断续展布的地震断裂,还发育有一定数量的中、小型滑坡和个别滑坡壁高达30余米的大型滑坡,及数量较多、分布较密集的基岩崩塌。在区内的巴里坤县城倒塌房屋约五千余间。

2.八度区

西起巴里坤盆地西端,东至南山口附近,长114公里,宽65公里,面积约6291平方公里。区内分布有中小型基岩崩塌,崩塌体的体积达数百立方米。史料记载:“各乡屯俱被地震,各有伤毙人口”。

3.七度区

*参加野外考察的还有尹光华、俞旭东同志。

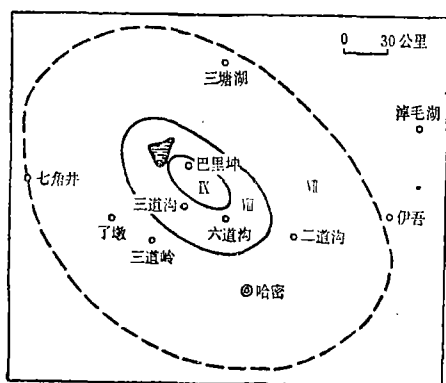


图1 1842年6月11日巴里坤地震等震线图
Fig.1 The isoseismal line of the Balikun earthquake on June, 11, 1842

长278公里, 宽198公里, 面积约4000多平方公里, 区内零星分布一些小型崩塌。

二、地震断裂带特征

地震断裂带西起巴里坤县城以南的山前地带, 东至石仁子沟, 总体走向 293° 左右, 断续延伸约23公里。单条地震断裂长30—200米, 垂直断距一般为0.5—1.0米, 最高达2.0米, 主要呈北西西走向, 少数呈北北东走向。有的地方出现多条地震断层向北依次下落而形成阶梯状。断裂带上还分布有与北西西向地震断层相平行的鼓包(图2), 一般长5—10米, 宽3—5米, 高0.3—0.6米, 北翼陡而南翼缓。据探槽及流水沟剖面揭示, 北西西向地震断层向下有一定的延伸, 为向南陡倾斜(70° — 86°)的逆冲断层(图3)。

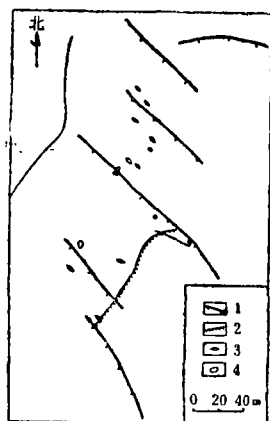


图2 巴里坤附近地震陡坎平面分布图
1. 压性地震陡坎 2. 张性地震陡坎
3. 地震鼓包 4. 花岗岩砾石
Fig.2 The plane distribution of the partial seismic fault scarp of the Balikun earthquake ($M=7.5$) in 1842

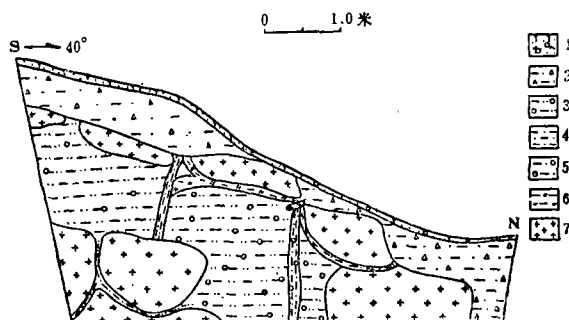


图3 巴里坤南马刘家沟口探槽素描图
1. 表土层 2. 含岩块的砂土 3. 含细砾砂土
4. 砂土充填的破碎带 5. 含定向排列砾石的砂土充填破碎带 6. 盐碱石脊层 7. 花岗岩砾石
Fig.3 Sketch of trench at Maliujia gully in south of Balikun country

三、地震参数

地震发生于公元1842年6月11日当地时间7—8时(北京时间9—10时)。据史料记载: “于五月初三日卯时, 猛烈地震, 一刻之间, 满汉两城同时被震...”; “巴里坤、宜乐地方猝遭地震”; “连日仍不时震动”; “自初三卯刻起至初五日午刻, 陆续震动, 尚未停

息”。由此看来,这是一次没有明显前震的主—余震型地震。据震中区出现23公里长、垂直位移最高可达2.0米的地震断裂带及其伴随的大量滑坡、基岩崩塌现象分析,并与我国历史大地震地表破坏情况相对比,此次地震的震中烈度应为十度。

通过考察发现,九度区的几何震中与地表破坏最严重的地段大体一致,位于巴里坤县城东南盆地与山体的接合部位,其地理坐标为:北纬43.5°,东经93.1°。

根据宏观资料,采用多种公式对1842年地震的震级进行了估算,得出平均震级为7.44级(表1)。考虑到它的地表破坏情况与1914年8月5日巴里坤7.5级地震大体相似,而且各烈度区的面积也大体接近¹⁾,根据新疆地区的具体情况,将其震级定为7.5级。

表1

公 式	来 源	震 级	备 注
$M = 1.3 + 0.6I_0$	我国历史地震经验公式	7.3	取 $I_0 = 10$
$M = 1 + \frac{2}{3}I_0$	同 上	7.7	
$M = 0.58I_0 + 1.5$	李善邦(50年代末)	7.3	
$M = 0.5I_0 + 2.6$	新疆地震局(1976)	7.6	
$M = 0.68I_0 + 1.39\lg h - 1.4$	付承义—刘正荣	7.3	取 $h = 22$

这次地震的发震构造——巴里坤断裂长110公里,按郭增建、秦保燕的经验公式

$$M = 3.3 + 2.1 \log L \quad (1)$$

求得震级为7.5级,与用宏观资料求得的震级相符。

根据震级(M)、震中烈度(I_0)与震源深度(h)的经验公式对震源深度进行了计算(表2),求得平均震源深度为22公里。考虑到北天山地震带7.0级以上大震的震源深度大体上是接近的(表3),因而将1842年巴里坤地震震源深度定为20公里。

取剪切模量 $\mu = 3.3 \times 10^{11}$ 达因/厘米²,取9度区长轴长度为破裂长度, $\Delta \bar{V} = 1.47$ 米,取震源深度 $h = 20$ 公里为断层宽度,计算出此次地震的地震矩 M_0 为 0.50×10^{27} 达因·厘米。用矩型破裂计算,其应力降 $\Delta \sigma = 12$ 巴。按照震级与应力降经验公式 $M_L = 1.5 \log \Delta \sigma + 5.0$,一个7.5级地震的应力降为46巴,比用宏观资料所求得的结果大。这可能是因为震源破裂的长度和位移幅度大于地表破裂的长度和位移幅度。如用郭增建、秦保燕的公式计算,一个7.5级地震的错动幅度 $D = 10^{0.52M - 1.25} = 4.46$ 米,断层面积 $S = 110 \text{公里} \times 20 \text{公里} = 2200 \text{公里}^2$,计算得地震矩 $M_0 = 3.2 \times 10^{27}$ 达因·厘米,应力降 $\Delta \sigma = 39$ 巴,与用经验公式求得的结果是比较接近的。

表2

公 式	来 源	震 源 深 度	备 注
$M = 0.68I_0 + 1.39\lg h - 1.4$	付承义—刘正荣	32	取 $M = 7.5$
$H = 15(1.5M - I_0)$		19	$I_0 = 10^\circ$
$I_0 = 1.5M - 3.3\lg h + 3$		19	
$h = \frac{\gamma_1}{\sqrt{10 \frac{I_0 - I_1}{S} - 1}}$	我国常用	16	按量板法取 $S = 1.5$ 分别计算9°、8°、7°区取其均值

1) 杨章等, 1914年巴里坤7.5级地震(待刊)。

北天山大震震源深度对比表

表 3

地 点	时 间	震 级	震 源 深 度	备 注
尼 勒 克	1812年	8	25(公里)	用宏观方法求得
克 兵	1887年	7.3	20	
契 利 克	1889年	8.3	40	
玛 纳 斯	1906年	8.0	23	
克 兵	1911年	8.2	25	
新疆东北	1944年	$7\frac{1}{4}$	27	
巴 里 坤	1842年	7.5	20	
巴 里 坤	1914年	7.5	22	

四、地震地质背景

1842年巴里坤7.5级地震发生在我国新疆北天山强震活动带的东段、巴里坤盆地南缘,处于北天山东西向构造与阿尔泰北西向构造交汇部位的西侧(图4),也是两个升降运动差异较大的块体的结合部位。

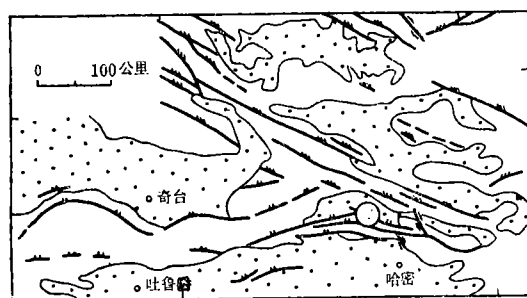


图4 北天山东段地质构造图

- 1.东西向构造 2.北西向构造 3.北东向构造
4.北北西向构造 5.新生代盆地 6.1842年地震

Fig. 4 The geological structure of the east part of North Tianshan mountain

区内的新构造运动虽然不及北天山西段那样强烈,但仍有明显的表现。穿过震区的那里新构造运动虽然不及北天山西段那样强烈,但仍有明显的表现。穿过震区的巴里坤断裂带错动河流阶地,表现了明显的活动特征。巴里坤断裂是一条总体走向 293° ,向南倾,倾角为 70° — 80° 的逆冲断层。它的东端可能与近东西向的巴里坤塔格断裂相交汇,西端插入巴里坤盆地,终止于巴里坤湖南端,全长110公里。该断裂可能形成于华里西早期,在华里西中期,花岗岩浆沿断裂呈长条状侵入,从而使部分地段一度弥合。在新生代以来沿着花岗岩体边缘又重新破裂。

考察表明,1842年地震断裂带及九度区长轴均沿巴里坤断裂带展布,其断裂带南盘(上盘)的地表破坏比北盘重,这与巴里坤

断裂为一向南倾斜的逆冲断裂一致。经槽探揭示的地震断层的活动方式与巴里坤断裂也一致,因此,可以认为巴里坤断裂即为1842年地震的发震断裂。

自有历史记录以来,沿巴里坤断裂带基本上没有3级以上的地震活动,甚至微小地震也很少,因此,巴里坤断裂可能为一条以粘滑破裂为主的活断层。在断裂附近河床变陡,河流二级阶地在断裂两侧高差达10—20米,可能在晚更新世晚期形成,粗略估计在晚更新世末以来断层活动速率约为1毫米/年。取震中位移 $D=2.0$ 米,估算大震的复现期约为2000年左右。

秦保燕同志审阅了全文并提出宝贵意见,郭恒足、徐道遵同志给予了热情帮助,特此致谢。

(本文1986年4月26日收到)

参 考 文 献

- [1]新疆维吾尔自治区地震局, 新疆维吾尔自治区地震资料汇编, 地震出版社, 1985.
[2]中央地震工作小组办公室, 中国地震目录, 科学出版社, 1971.
[3]顾功叙, 中国地震目录, 科学出版社, 1983.
[4]R·C·Bucknam等, 根据断崖高度—坡角关系计算断层年龄(程绍平, 孙中译), 活断层研究, 地震出版社, 1983.
[5]新疆维吾尔自治区地震局, 富蕴地震断裂带, 地震出版社, 1985.

THE BALIKUN EARTHQUAKE (M=7.5) ON JUNE
11, 1842 IN XINJIANG

Yang Zhang Ding Dexuan

(*Seismological Bureau of Xinjiang Uyger Autonomous Region*)

Abstract

A violent earthquake of 7.5 magnitude occurred in Xinjiang Balikun county on June 11, 1842. It created visible surface deformation and seismic fracture zone about 23 kilometers and 2 m. of vertical displacement. The intensity of seismic center was ten degrees.

This article is written according to the investigation in 1985 and the history records. Writers of this paper have represented the contours of seismic intensities, counting seismic magnitude, placement of the seismic center, depth of the seismic focus, seismic moment and stress drop and researching characteristics of the seismogenetic tectonics.