

2014 年新疆于田 M_s 7.3 地震序列特征及早期趋势判断*

宋春燕^{1,2}, 张琳琳², 聂晓红², 夏爱国², 魏芸芸²

(1. 中国地震局地质研究所, 北京 100029; 2. 新疆维吾尔自治区地震局, 新疆 乌鲁木齐 830011)

摘要: 介绍了 2014 年 2 月 12 日新疆于田 M_s 7.3 地震的基本参数、发震构造和地震序列特征, 并与 2008 年于田 M_s 7.3 地震序列特征进行对比分析。结果显示, 2014 年于田 M_s 7.3 地震有 M_s 5.4 直接前震, 序列强余震频次低、余震衰减较快, 目前最大余震震级为 M_s 5.7; 通过分析历史地震序列类型、计算于田单台序列的 h 值、 b 值、主震释放的能量与序列能量的比值等参数, 初步判断于田 M_s 7.3 地震序列为“前震—主震—余震型”。

关键词: 于田 M_s 7.3 地震; 地震序列; 强余震

中图分类号: P315.7 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-0666(2014)04-0558-07

0 引言

2008 年于田 M_s 7.3 地震之后, 于田地区地震活动增强, 在距震中 120 km 范围内, 先后发生了 2011 年 9 月 15 日 5.5 级、2012 年 8 月 12 日 6.2 级和 2014 年 2 月 12 日 7.3 级地震, 且这 3 次 5 级以上地震, 呈现出在空间分布相对集中, 震级逐渐增强的态势, 2014 年于田 7.3 级地震后, 震区是否还会有较大余震或更大的破坏性地震是我们最关心的问题。本文介绍了 2014 年于田 M_s 7.3 地震的基本参数、发震构造, 并详细分析了此次地震的序列特征, 并与 2008 年于田 7.3 级地震序列进行比较分析, 通过类比 b 值、 h 值等判定了余震区强余震水平。

1 地震基本参数与发震构造

根据新疆地震台网测定, 2014 年 2 月 11 日 10 时 14 分 53 秒、2 月 12 日 17 时 19 分 50 秒新疆于田县先后发生 M_s 5.4 和 M_s 7.3 地震, 基本参数

见表 1。地震发生在地震监测能力较弱的新疆西南部地区, 测震台相对稀疏, 地震定位时, 新疆地震台网选用了周边省份的几个地震台和流动测震仪的数据, 提高了余震的监测能力, 于田 M_s 7.3 地震及其序列定位的精度为一类精度。2014 年于田 M_s 7.3 地震的发震构造为阿尔金断裂 (图 1), 该断裂为青藏高原北部边界, 全长 1 600 km, 由多条长达数百、千米的断裂组合而成, 总体走向 NEE, 具左旋走滑特征, 为全新世活动断裂。有历史记录地震以来, 该断裂发生过 2 组 7 级以上地震, 分别为 1924 年民丰 7.2 级双震, 距本次地震 140 km; 2008 年于田 7.3 级地震, 距本次地震 110 km。

2 于田 M_s 7.3 地震序列特征

2.1 地震序列概况

2014 年于田 M_s 7.3 地震是有直接前震的地震, 震前 1 天发生了 M_s 5.4 地震, 根据新疆台网定位结果, 于田 M_s 7.3 地震序列从 2014 年 2 月 11 日 10 时 14 分的 5.4 级地震开始, 截至 2 月 20 日, 共

表 1 于田 M_s 5.4 和 M_s 7.3 地震基本参数统计
Tab. 1 Basic parameters of Yutian M_s 5.4 and M_s 7.3 earthquakes

发震时刻		震中位置		震级	深度	发震地点	资料来源
年-月-日	时:分:秒	$\varphi_N/(^\circ)$	$\lambda_E/(^\circ)$	(M_s)	/km		
2014-02-11	10:14:53.9	35.97°	82.52°	5.4	8	新疆于田县	新疆地震台网
2014-02-12	17:19:50.0	36.03°	82.55°	7.3	9	新疆于田县	新疆地震台网

* 收稿日期: 2014-02-28.

基金项目: 地震动力学国家重点实验室开放基金 (LED2014B01) 和新疆地震科学基金项目 (20120201) 联合资助.

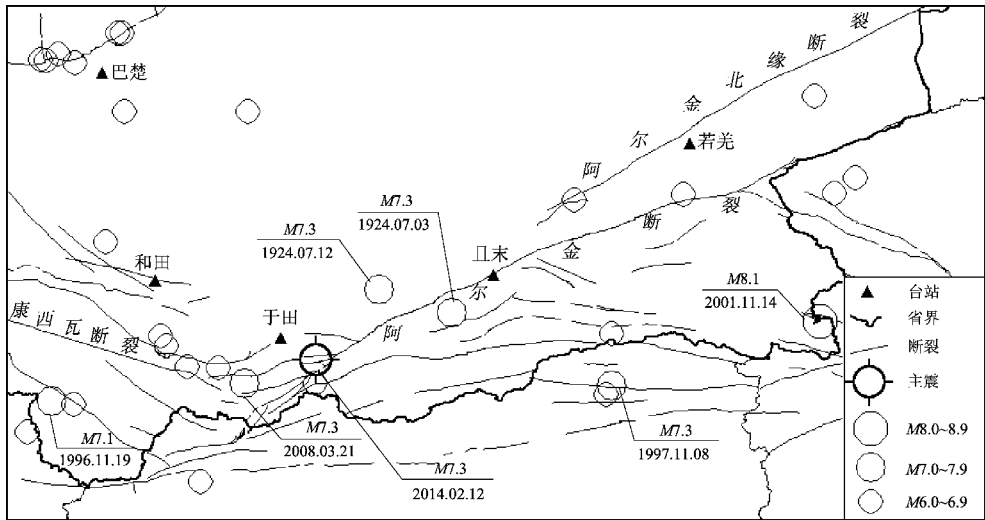


图 1 于田 7.3 级地震发震构造及历史地震分布

Fig. 1 Seismogenic structure of Yutian $M_s7.3$ earthquake and distribution of historical earthquakes

发生 $M_s \geq 3.0$ 的地震有 61 次，其中 $M_s5.0 \sim 5.9$ 地震 2 次， $M_s4.0 \sim 4.9$ 地震 16 次， $M_s3.0 \sim 3.9$ 地震 42 次。 $M_s \geq 4.0$ 地震序列目录见表 2。

2014 年于田 $M_s7.3$ 地震前震序列最大强度为 5.4 级，截至 2 月 20 日最大强余震为 5.7 级，与各震震级差为 1.6 级。震区周围的历史地震中没有

前震型地震，其中距此次地震最近的 2 组 7 级地震中，2008 年于田 7.3 级地震是主余型，最大余震为 5.8 级，也是在主震当天发生。

2.2 空间分布特征

图 2 为新疆台网定位的于田 7.3 级地震余震序列震中分布图，其发震断层为阿尔金断裂，余震

表 2 于田 $M_s7.3$ 地震序列目录 ($M_s \geq 4.0$)

Tab. 2 Catalogue of the Yutian $M_s7.3$ earthquake sequence ($M_s \geq 4.0$)

编号	发震时刻		震中位置		震级 (M_s)	深度 /km
	年-月-日	时:分:秒	$\varphi_N/(^{\circ})$	$\lambda_E/(^{\circ})$		
1	2014-02-11	10:14:53.9	36.0	82.5	5.4	8
2	2014-02-12	17:19:50.0	36.0	82.5	7.3	9
3	2014-02-12	17:22:20.7	36.1	82.5	4.3	5
4	2014-02-12	17:23:27.5	36.1	82.5	4.1	5
5	2014-02-12	17:24:43.4	36.0	82.5	5.7	5
6	2014-02-12	17:26:43.4	36.1	82.6	4.2	14
7	2014-02-12	17:36:08.0	36.0	82.5	4.2	9
8	2014-02-12	18:00:07.6	36.0	82.5	4.9	6
9	2014-02-12	19:14:20.6	36.2	82.5	4.6	8
10	2014-02-12	20:26:41.5	36.2	82.9	4.2	6
11	2014-02-13	02:00:06.1	35.9	82.4	4.5	7
12	2014-02-13	03:09:22.6	36.0	82.4	4.9	6
13	2014-02-13	04:51:24.8	36.0	82.4	4.2	7
14	2014-02-13	08:07:03.1	36.0	82.5	4.5	7
15	2014-02-13	08:08:41.2	36.0	82.5	4.7	6
16	2014-02-13	15:34:18.8	36.1	82.5	4.1	8
17	2014-02-14	05:37:17.9	36.0	82.4	4.0	7
18	2014-02-14	09:08:57.3	36.0	82.5	4.1	9
19	2014-02-15	20:32:59.1	36.0	82.3	4.6	8

优势分布为北东向,长轴为 78 km;余震空间分布有两个集中区:绝大部分地震包含前震序列密集分布在主震西南向,2 次 5 级地震均分布于此;沿断裂在主震东北方向,距主震约 40 km 处还有一个余震较为集中的区域,该区域的地震在主震后 7 min 由 4.2 级地震开始,朝东北方向扩展,其中含有 2 次 4 级地震。这两个集中区之间有长约 20 km 的空段。

这次地震的发震断裂阿尔金断裂带西段由一组斜接的分叉断裂和“帚”状断裂组合,从东到西逐组撒开,分断裂的衔接组合部位往往是活动断裂带上发生局部挤压或拉张作用的地段,也往往是构造应力集中区,即大地震发生前的孕震区、地震时的解锁区(国家地震局“阿尔金活动断裂带”课题组,1992)。这两个余震集中区刚好位于阿尔金断裂“帚”状分断裂的衔接部位,应力容易积累,因此余震也较为集中。

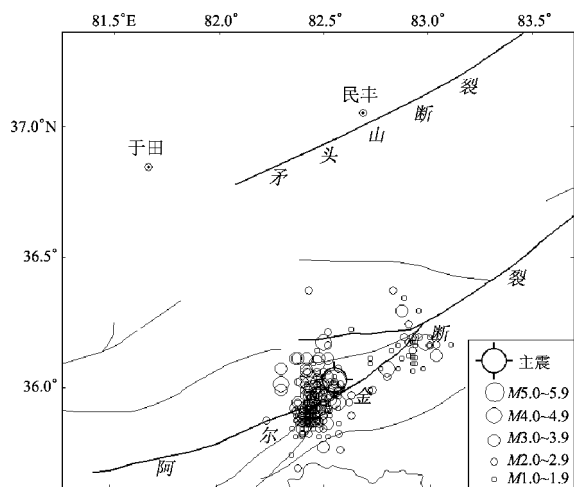


图2 于田 7.3 级地震余震序列震中分布图

Fig. 2 Epicenter distribution of aftershock sequences of Yutian $M_s7.3$ earthquake

2.3 时间分布特征

笔者采用距震中 67 km 的于田地震台记录到的 7.3 级地震序列来分析时间分布特征,计算序列地震学参数,并进行序列类型判定。从 2014 年 2 月 11 日 10 时 14 分的 $M_L5.8$ 地震开始,截至 2 月 20 日,共记到 $M_L \geq 1.0$ 地震 3 530 次,其中 $M_L1.0 \sim 1.9$ 地震 2 592 次; $M_L2.0 \sim 2.9$ 地震 762 次; $M_L3.0 \sim 3.9$ 地震 138 次; $M_L4.0 \sim 4.9$ 地震 33 次; $M_L5.0 \sim 5.9$

地震 4 次; $M_L7.0 \sim 7.9$ 地震 1 次。最大余震为 $M_L5.8$, 发生在主震后 5 分钟。基于 $N-M$ 、 $\lg N-M$ 图像确立了序列的最小完整性震级为 $M_L1.2$, 分析 $M_s7.3$ 地震序列时间分布特征(图 3)。

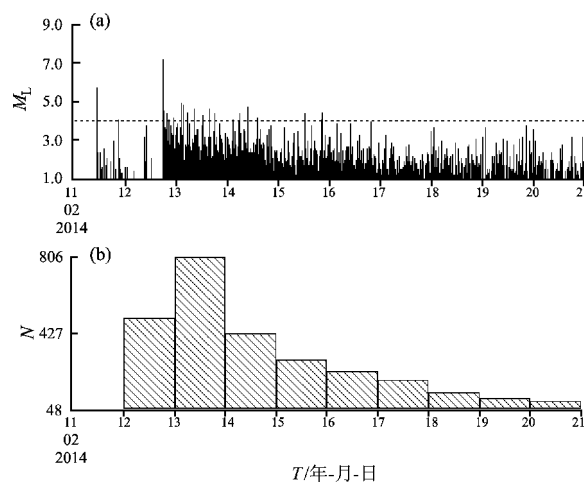


图3 于田 7.3 级地震序列的 $M-T$ (a)

和日频度图 (b)

Fig. 3 $M-T$ chart (a) and daily frequency (b) of Yutian $M_s7.3$ earthquake

由图 3 可见,主震后 8 天余震强度和频度衰减快。 $M_L \geq 5.0$ 较强余震全都发生在震后 10 小时内;截至 2 月 20 日共发生 $M_L \geq 4.0$ 余震 33 次,震后第 1 天发生 24 次,震后第 2 天发生 5 次,震后第 2 ~ 5 天即 17 ~ 20 日没有发生 $M_L \geq 4.0$ 地震。

2.4 b 值、 h 值、应力降和应变释放

图 4 为于田地震台记录的 5.4 级、7.3 级地震序列的 $\lg N-M$ 图。由图可见,如果把 5.4 级和 7.3 级地震分别作为 2 个地震序列计算, b 值分别为 0.47、0.71, 5.4 级前震序列的 b 值比 7.3 级主震序列的低。由图 4a 可以看出,前震序列的 b 值线性拟合的较好,由于前震在主震前一天发生,前震序列样本量比较少,因此前震序列的 b 值只能作为参考;7.3 级地震序列的 b 值与该地区的背景 b 值相同。

根据余震频度衰减呈指数函数分布的公式来计算衰减系数 h 值,按刘正荣和孔昭麟(1986)的研究结果, $h \leq 1$ 为异常,所发生的序列是前震序列; $h > 1$,所发生的序列一般为余震序列。实际工作中我们都把 h 值的大小作为一次强震后快速判断该地震序列发展趋势的重要定量指标之一,

它在序列性质判定及后续强余震预测方面发挥着重要作用(蒋海昆等, 2006)。于田地震台序列最小完整性震级为 $M_L1.2$, 以 $M_L1.2$ 为序列的震级下限, 计算 7.3 级地震后序列的 h 值, 截至 2 月 20 日, 序列 $h = 1.2$, 初步判断地震序列属于余震序列。

应力降是指地震瞬间, 震源位错面上的应力变化。图 5 是 7.3 级地震序列中 $3.5 \leq M_L \leq 5.5$ 地震应力降时序变化曲线, 图中标注出了计算采用的 $M_L \geq 4.0$ 的地震。从图中可以看出, 前震序列的应力降值相对较高, 7.3 级地震发生后, 应力降

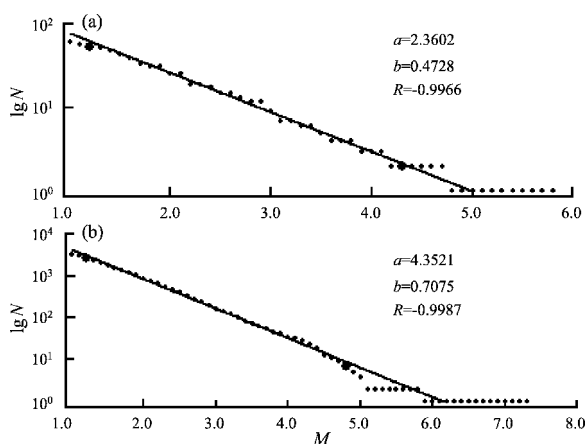


图 4 于田 5.4 级(2014-02-11~2014-02-12) (a)、7.3 级(2014-02-12~2014-02-20) (b) 地震序列的 $\lg N-M$ 图

Fig. 4 $\lg N-M$ chart of Yutian $M_s5.4$ (a) and $M_s7.3$ (b) earthquake sequence

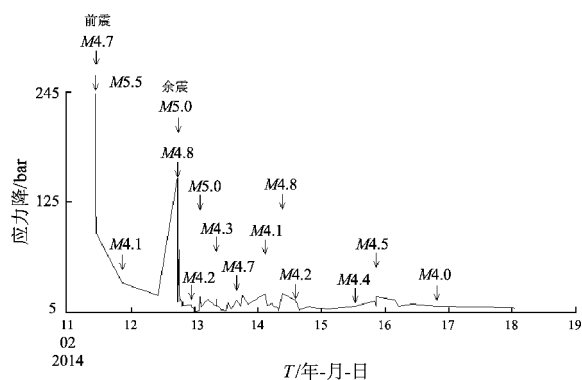


图 5 于田 7.3 级地震序列应力降时序变化图 (2014-02-11~2014-02-18)

Fig. 5 Sequence Diagram of stress drop of Yutian $M_s7.3$ earthquake from Feb. 11 to Feb. 18, 2014

值回落到较低水平。

根据吴开统和焦远碧(1990)对大量震例的研究, 主震与整个序列能量比小于 0.9 时为震群型序列, 主震与整个序列能量比在 0.9~0.999 之间时为主震型序列, 主震与整个序列能量比大于等于 0.999 时为孤立型序列。图 6 为应变释放曲线, 从目前序列看 7.3 级主震释放的能量与整个序列能量的比为 0.993 4。由此认为, 序列为前震—主震—余震型序列。

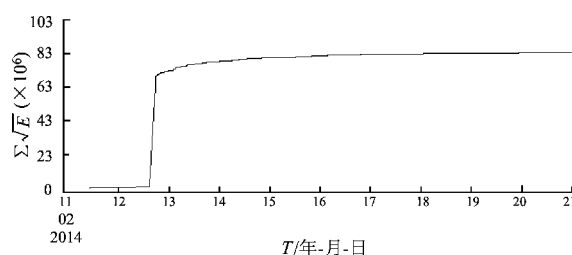


图 6 于田 7.3 级地震序列应变释放曲线 (2014-02-11~2014-02-18)

Fig. 6 Strain release curve of Yutian $M_s7.3$ earthquake from Feb. 11 to Feb. 18, 2014

2.5 P 波初动方向

初动符号(初动方向)反映了一个地区的小震应力场特征, 一个地区的小震应力场一般无明显规律, 随着大震前应力的集中, 显示出小震应力场有规律的分布。大震过后, 小震应力场的规律性消失, 又呈现紊乱状态(陈颢, 1978; 陆远忠等, 1985; 啜永清等, 2000)。啜永清等(2000)根据 20 世纪 80 年代以来山西遥测地震台网所记录到的 11 次 3 级以上地震序列的初动资料, 研究了各个地震序列的初动特征认为, 不同类型的地震序列其震源机制的一致性特征不同。初动矛盾符号一致性, 可以作为判定序列后面是否还有较大地震的指标。

图 7 为于田地震台记录到的 7.3 级地震序列中, 部分 $M_L \geq 2.0$ 地震的 P 波初动符号时间进程图, 5.4 级地震后至 7.3 级地震前, 波形清楚的可用数据少, 7.3 级地震后至 2 月 19 日, 初动符号呈现出比较紊乱的状态, 没有很好的一致性。2 月 20 日后初动基本向上, 由于时间较短, 还要关注序列后续发展情况。

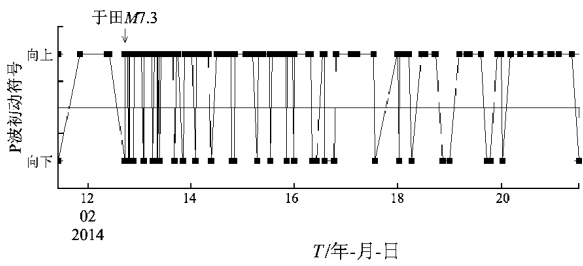


图7 于田地震台 7.3 级地震序列 P 波初动方向 ($M_L \geq 2.0$)

Fig. 7 Direction of P wave first motion signs for Yutian $M_s7.3$ earthquake sequence recorded by Yutian Station ($M_L \geq 2.0$)

3 地震序列类型、震后趋势判断讨论

2008 年于田 7.3 级地震也发生在阿尔金断裂带西段,距本次 7.3 级地震 110 km,是有历史记录以来在空间和时间上都离本次地震最近的 7 级以上地震。这两次于田地震震级相同、发震地点接近,因此序列参数具有可比性,为了得出更为准确的震后判定意见,本文将 2008 年于田 7.3 级地震序列作为参考,与本次于田 7.3 级地震序列进行比较分析。

3.1 2008 年于田 7.3 级地震序列概况

距震中 200 km 的和田地震台记录到 2008 年 7.3 级余震序列。截至 2008 年 12 月 31 日共记录到 $M_L \geq 3.0$ 余震 3 589 次,其中 $M_L3.0 \sim 3.9$ 地震 1 133 次; $M_L4.0 \sim 4.9$ 地震 196 次; $M_L5.0 \sim 5.9$ 地

震 23 次; $M_L6.0 \sim 6.9$ 地震 2 次。最大余震为发生在主震后 1 小时 57 分的 $M_s5.8$ (单台记录为 $M_L6.4$)。7.3 级主震释放的能量与整个序列能量的比为 0.942 8,序列 b 值为 0.85, h 值为 1.1,此次地震序列为主余型(聂晓红,李莹甄,2010)。23 次 $M_L5.0$ 余震中有 17 次在主震后 8 天内发生。

3.2 2008、2014 年于田 7.3 级地震序列对比分析

截至 2008 年 3 月 29 日,和田地震台共记到 2008 年于田 7.3 级地震 $M_L \geq 3.0$ 余震 659 次,其中 $M_L3.0 \sim 3.9$ 地震 432 次; $M_L4.0 \sim 4.9$ 地震 107 次; $M_L5.0 \sim 5.9$ 地震 17 次; $M_L6.0 \sim 6.9$ 地震 2 次, $M_L7.0 \sim 7.9$ 地震 1 次。最大余震为 $M_L6.4$ (定位结果 $M_s5.8$)。 $M_L \geq 5.0$ 余震主要发生在主震后 8 天内,其中 2 次 $M_L \geq 6.0$ 余震都发生在主震当天。

2008 年于田 7.3 级地震最大余震 $M_s5.8$,与主震震级差 $\Delta M = 1.5$,在主震当天发生;主震后 8 天,序列 b 值 0.74, h 值 1.2,主震释放的能量与序列能量的比为 0.946 7,为主余型序列。2014 年于田 7.3 级地震最大余震震级 $M_s5.7$,与主震震级差 $\Delta M = 1.6$,在主震当天发生;主震后 8 天序列 b 值 0.71, h 值 1.2,主震释放的能量与序列能量的比为 0.993 4。从表 3 可以看出,2014 年与 2008 年于田 7.3 级地震的最大余震震级基本相当;两个序列主震后 8 天的 b 值、 h 值基本一致,但 2014 年 7.3 级地震强余震数目明显偏低,2014 年 7.3 级地震 $M_L \geq 5.0$ 余震有 4 次,2008 年 7.3 级地震 $M_L \geq 5.0$ 余震有 19 次。

表 3 2008、2014 年于田 7.3 级地震序列对比 (震后 8 天)

Tab. 3 Comparision of Yutian $M_s7.3$ earthquake sequence between 2008 and 2014 (8 days after the earthquake)

主震	前震	最大余震 (定位结果)	余震频次 (单台)			h 值	b 值	主震与序列 能量比
			$M_L4.0 \sim 4.9$	$M_L5.0 \sim 5.9$	$M_L6.0 \sim 6.9$			
2008 年于田 7.3 级地震	无	$M_s5.8$	107	17	2	1.2	0.74	0.946 7
2014 年于田 7.3 级地震	$M_s5.4$	$M_s5.7$	33	4	0	1.2	0.71	0.993 4

3.3 地震序列类型、震后趋势判断

2014 年于田 7.3 级地震后序列的应力降维持在较低水平, P 波初动在 20 日呈现出较好的一致性,但时间较短,结合目前最大余震震级、序列的 b 值、 h 值、主震释放的能量与序列能量的比值,初步判定此次 7.3 级地震序列为前震—主震—

余震型序列。

距此次地震震中 500 km 范围内,1950 年以来发生过 5 次 7 级以上地震,这 5 次地震都发生在巴彦喀拉块体,其中只有一次最大强余震为 $M_s6.0$,其余 4 次最大强余震均没达到 6 级,初步判定近期震区强余震水平为 5 ~ 6 级,还要密切关注序列发

展情况。

4 结论与讨论

(1) 2014年于田7.3级地震的发震构造为阿尔金断裂, 该断裂为青藏高原北部边界, 全长达1600 km, 总体走向NEE, 具左旋走滑特征。历史上该断裂发生过1924年民丰7.2级双震和2008年于田7.3级地震。

(2) 2014年于田7.3级地震有 $M_s5.4$ 直接前震, 序列强余震频次低、余震衰减较快, 目前序列最大余震震级 $M_s5.7$ 。采用区域历史地震类比、于田单台序列 h 值、 b 值、主震释放的能量与序列能量的比值等参数均支持于田地震序列为前震—主震—余震型的判定结论, 初步判定近期震区强余震水平为5~6级。

(3) 主震后8天, 2008年于田7.3级地震强余震的频次远高于本次地震, 分析认为, 两次地震发震构造位置、震源断错类型、应力环境对其有一定影响。

2008年于田7.3级地震发生在阿尔金断裂带与西昆仑构造带的交汇部位, 地质构造和地震破裂方式较为复杂, 地震发生区域由北部的康西瓦左旋走滑断裂、西南部的喀喇昆仑右旋断裂、东部的阿尔金左旋走滑断裂、以及东南部的龙木错—郭扎错断裂所围。这里为阿尔金断裂的西南尾端的张性区构造, 众多学者通过对该地区构造研究结果, 分析认为郭扎错断裂是2008年于田地震的发震断裂(李海兵等, 2008; 李杰等, 2012)。

从最新的地质学研究上得知, 龙木错—郭扎错断裂与阿尔金断裂同属同一断裂系统, 是阿尔金断裂向西南延伸的部位(陈应涛等, 2010)。GPS测定的龙木错—郭扎错滑动速率在阿尔金与康西瓦断裂相交处, 由7~8 mm/a递减至1~2 mm/a, 大量的能量在此处积累, 被上地壳所吸收, 造成了潜在地震的危险。GPS在该地区的拉张应变方向与断层走向垂直, 接近NW方向, 随着能量的积累, 该地区应力也在不断增大, 因此容易在走滑断裂的两侧发生破裂, 产生正断拉张型的地震(李杰等, 2012)。2008年于田7.3级地震震源断错为左旋正断层, 属于拉张型(聂晓红, 2008)。地震破裂是以拉张为主兼有走滑运动的倾

滑破裂, 是阿尔金深断裂左旋扭错的结果, 和震源机制解的结果相一致(尹光华等, 2008)。

2014年于田7.3级地震位于2008年于田地震东北方向110 km的阿尔金左旋走滑断裂上, 发震构造为阿尔金断裂带西段, 该段由一组斜接的分叉断裂和“帚”状断裂组合, 从东到西逐组撒开, 断裂性质以张扭性左旋走滑—正断层为主, 该地区断裂以5 mm/a的走滑速率呈左旋运动。本次地震位于阿尔金断裂“帚”状分断裂的衔接组合部位, 这种部位往往是活动断裂带上发生局部挤压或拉张作用的地段, 应力容易积累, 是构造应力集中区。本次地震震源断错为左旋走滑为主, 并具有正倾滑分量的地震(新疆地震局、USGS震源机制解结果), 符合阿尔金断裂的性质。断裂带的构造活动一定程度上影响着区域应变场分布, 这两次7级地震发震构造位置和孕震环境的差异性可能会导致序列强余震频次的不同。

(4) 余震的空间分布有长约20 km的空段, 分析其原因是由于发生这次地震的断裂带西段由一组斜接的分叉断裂和“帚”状断裂组合, 余震集中在分支断裂的衔接组合部位, 这些部位是活动断裂带上发生局部挤压或拉张作用的地段, 往往是构造应力集中区, 即大地震发生前的孕震区、地震时的解锁区(国家地震局“阿尔金活动断裂带”课题组, 1992)。这两个余震集中区刚好位于阿尔金断裂“帚”状分断裂的衔接部位, 应力容易积累, 因此余震也较为集中。该空段也有可能是断层上的应力积累区, 能量没有充分释放, 不排除空段发生强余震的可能。

震后蒋海昆、赵翠萍研究员赶赴新疆, 为震情判定进行现场指导, 新疆地震局监测中心及时提供了于田序列相关信息, 本工作高国英、曲延军、王琼研究员给了很好的建议, 在此一并致谢。

参考文献:

- 陈应涛, 张国伟, 鲁如魁, 等. 2010. 青藏高原西北缘郭扎错断裂40Ar/39Ar年代学研究—阿尔金断裂西延的新证据[J]. 地质通报, 29(8): 1129–1137.
- 陈颙. 1978. 用震源机制一致性作为描述地震活动性的新参数[J]. 地球物理学报, 21(2): 142–159.
- 啜永清, 王赵丽, 孟雁英, 等. 2000. 用初动符号的变化识别前震和震

- 群的研究[J]. 中国地震, 16(3): 242–255.
- 国家地震局“阿尔金活动断裂带”课题组. 1992. 阿尔金活动断裂带[M]. 北京: 地震出版社.
- 蒋海昆, 代磊, 侯海峰, 等. 2006. 余震序列性质判定单参数判据的统计研究[J]. 地震, 26(3): 17–25.
- 李海兵, Van der Woerd J., 孙知明, 等. 2008. 阿尔金断裂带康西瓦段晚第四纪以来的左旋滑移速率及其达地震复发周期探讨[J]. 第四纪研究, 28(2): 197–213.
- 李杰, 王晓强, 王琪, 等. 2012. 2008 年于田 7.3 级地震前西昆仑地形变的 GPS 初步研究[J]. 西北地震学报, 34(3): 256–262.
- 刘正荣, 孔昭麟. 1986. 地震频度衰减与地震预报[J]. 地震研究, 9(1): 1–12.
- 陆远忠, 陈章立, 王碧泉, 等. 1985. 地震预报的地震学方法[M]. 北京: 地震出版社, 199–206.
- 聂晓红, 李莹甄. 2010. 2008 年 3 月 21 日新疆于田 7.4 级地震序列特征及震前部分地震学异常特征[J]. 内陆地震, 24(4): 330–338.
- 聂晓红. 2008. 新疆于田 7.4 级地震震源机制结果[J]. 内陆地震, 22(21): 114.
- 吴开统, 焦远碧. 1990. 地震序列概论[M]. 北京: 北京大学出版社.
- 尹光华, 蒋靖祥, 吴国栋. 2008. 2008 年 3 月 21 日于田 7.3 级地震的构造背景[J]. 干旱区地理, 31(4): 343–349.

Characteristics of Seismic Sequence and Early Tendency Judgment for Yutian $M_s7.3$ Earthquake in 2014

SONG Chun-yan^{1,2}, ZHANG Lin-lin², NIE Xiao-hong², XIA Ai-guo², WEI Yun-yun²

(1. Institute of Geology, CEA, Beijing 100029, China)

(2. Earthquake Administration of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Urumqi 830011, Xinjiang, China)

Abstract

The basic parameters, seismogenic structure and seismic sequences characteristic of Yutian $M_s7.3$ earthquake on Feb. 12, 2014 are introduced, and are compared with Yutian $M_s7.3$ earthquake in 2008. The results show that the $M_s5.4$ earthquake is regarded as an immediate foreshock of Yutian $M_s7.3$ main shock. The frequency of strong aftershock sequences was low and the number of them declined quickly, the maximum aftershock is $M_s5.7$ earthquake. According to analyzing the historical earthquake sequence type, and parameter of h -value, b -value and energy release ratio between main shock and sequence etc., we got the preliminary conclusion which is the type of Yutian $M_s7.3$ earthquake sequence in 2014 belongs to foreshock-main shock-aftershock type.

Key words: Yutian $M_s7.3$ earthquake; seismic sequences; strong aftershock