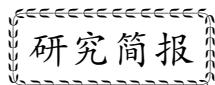


王琼, 王海涛, 刘建明, 聂晓红, 曲延军. 2014. 2014年于田 $M_s 7.3$ 地震前的地震活动异常图像初步研究. 地震学报, 36(4): 750–752. doi:10.3969/j.issn.0253-3782.2014.04.020.

Wang Q. Wang H T, Liu J M, Nie X H, Qu Y J. 2014. A preliminary study on anomalous seismicity pattern before the 2014 Yutian $M_s 7.3$ earthquake. *Acta Seismologica Sinica*, 36(4): 750–752. doi:10.3969/j.issn.0253-3782.2014.04.020.



2014年于田 $M_s 7.3$ 地震前的地震活动异常图像初步研究^{*}

王 琼^{*} 王海涛 刘建明 聂晓红 曲延军

(中国乌鲁木齐 830011 新疆维吾尔自治区地震局)

doi:10.3969/j.issn.0253-3782.2014.04.020 中图分类号: P315.5 文献标志码: A

A preliminary study on anomalous seismicity pattern before the 2014 Yutian $M_s 7.3$ earthquake

Wang Qiong^{*} Wang Haitao Liu Jianming Nie Xiaohong Qu Yanjun

(Earthquake Administration of Xinjiang Uygur Autonomous Region, Ürümqi 830011, China)

据中国地震台网测定, 2014年2月12日17时19分在新疆维吾尔自治区和田地区于田县(36.1°N , 82.5°E)发生 $M_s 7.3$ 地震, 震源深度12 km。于田 $M_s 7.3$ 地震前, 新疆地区5、6级地震异常活跃。2011年6月—2014年1月连续发生了23次5级以上地震, 这些地震在时间上呈连发态势、在空间上呈多带分布。2011年年底发现了这组地震活动异常现象, 讨论了其对新疆地区未来发生7级地震的地震前兆预测意义。在跟踪研究的基础上, 对新疆强震发生趋势提出了前瞻性的动态预测意见, 较为准确地把握了2012—2013年新疆中强地震活动趋势和预测了2014年新疆发生7级地震的危险性。

历史震例分析表明, 新疆地区多数7级地震发生前, 中强地震均处于弱活动状态, 例如2008年于田 $M_s 7.3$ 地震前2—3年, 新疆地区6级地震平静期长达37个月, 5级地震处于弱活动状态, 即2006—2007年两年时间仅发生5级地震3次, 远低于该地区5级地震4—5次年平均活动水平。而2014年于田 $M_s 7.3$ 地震前11—32个月, 新疆地区5、6级地震呈现连发活动态势(图1a), 2011年6月—2013年3月这22个月内发生了20次5级以上地震, 其中包含4次6级地震, 平均每个月发生1次5级以上地震, 远高于5级地震的年平均活动水平(表1)。2014年于田 $M_s 7.3$ 地震发生前10个月, 5级地震活动状态出现转折变化, 即2013年4月—2014年1月该地区内仅发生了3次5级地震, 5级地震活动水平基本回落至本底状态, 期间出现的5级地震活动最长时间间隔为152天。总体来说, 2014年2月12日于田 $M_s 7.3$ 地震发生在2011年6月以来5、6级地震由高频率活动转为相对弱活动的状态之下。于田 $M_s 7.3$ 地震前, 阿尔金山地震带中强地震较为活跃, 2011年6月—2014年2月11日发生了7次5级以上地震(图1a), 远高于该带中强地震每3年发生1次的平均活动水平。

历史上类似的地震活动异常仅在1931年富蕴 $M_s 8.0$ 地震和1955年乌恰 $M_s 7.0$ 双震前出现过。1955年乌恰 $M_s 7.0$ 双震前的中强地震连发活动态势与2011年以来的中强地震连发活动状态较为相似

* 基金项目 国家自然基金(41074042)和地震科技星火计划项目(XH13027)联合资助。

收稿日期 2014-03-17 收到初稿, 2014-06-23 决定采用修改稿。

† 通讯作者 e-mail: wangqio8715@sina.com

(图 1b). 1953 年 1 月—1954 年 4 月中强震连发活动持续了 16 个月, 发生 20 次 5 级地震和 1 次 6 级地震, 远高于背景活动水平(表 1); 1954 年 5 月—1955 年 3 月 5 级地震进入了弱活动状态, 11 个月内发生了 3 次 5 级地震, 且出现了 119 天的 5 级地震活动最长时间间隔。1955 年 4 月 15 日乌恰 $M_s 7.0$ 双震发生在 5、6 级地震活动恢复至背景活动状态下。从空间上看, 1953—1954 年发生的这组 5、6 级地震主体活动区主要为南、北天山地震带和喀什—乌恰交汇区, 乌恰 $M_s 7.0$ 双震发生在相对活跃的喀什—乌恰交汇区。

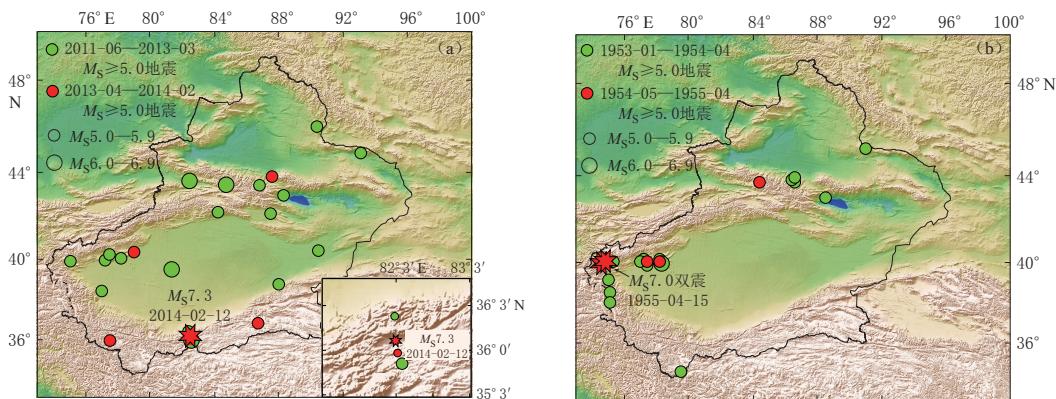


图 1 2014 年于田 $M_s 7.3$ (a) 和 1955 年乌恰 $M_s 7.0$ 双震(b) 前新疆地区 5、6 级地震的震中分布图

Fig. 1 Epicentral distributions of magnitude 5 and 6 in Xinjiang before the 2014 $M_s 7.3$ earthquake of Yutian (a) and the 1955 $M_s 7.0$ double-earthquake of Wuqia (b)

表 1 新疆地区 5、6 级地震连发活动与后续强震统计表

Table 1 Statistics on the continuous occurrence of earthquakes with the magnitude of 5 and 6 in Xinjiang and following strong earthquakes

序号	5、6 级地震连发活动状态				连发结束后强震及间隔时间	
	时段	持续时间/月	频次	M_{max}	$M_s \geq 7.0$ 地震	间隔时间/月
1	2011-06—2013-03	22	20	6.6	2014-02-12 于田 $M_s 7.3$	9
2	1953-01—1954-04	16	21	6.0	1955-04-15 乌恰 $M_s 7.0$ 双震	12
3	1928-01—1931-04	40	43	5.5	1931-08-11 富蕴 $M_s 8.0$	3.4

1931 年富蕴 $M_s 8.0$ 地震前 3 年即 1928 年 1 月—1931 年 4 月共计 40 个月的时间内新疆地区共发生 5 级地震 43 次, 平均活动水平为 12 次/年, 远高于背景活动水平(表 1)。其中富蕴 $M_s 8.0$ 地震前的 3—19 个月中强地震活动更加密集。1929 年 10 月—1931 年 4 月连续发生 5 级地震 26 次, 平均活动水平为 16 次/年; 1931 年 5 月这种连发活动状态结束后 3.4 个月, 即 1931 年 8 月 11 日发生了富蕴 $M_s 8.0$ 地震。从空间上看, 这组连发活动的主体区域位于天山地震带, 尤其是南天山断裂带西段至喀什—乌恰交汇区, 而富蕴 $M_s 8.0$ 地震则发生在地震活动相对平静的阿尔泰地震带。新疆地区自 1950 年以来 $M_s \geq 5.0$ 地震目录较为完备(王海涛等, 2006), 1931 年富蕴 $M_s 8.0$ 地震前 5 级地震目录可能存在一定程度的完备性问题。

2011 年 6—11 月, 新疆地区连续发生 6 次 5 级地震。针对这组 5、6 级地震连发活动图像, 中国地震局和新疆地震局组织专家进行了研究分析与跟踪研判, 提出预测意见, 即“这组连发活动与 1931 年富蕴 $M_s 8.0$ 、1955 年乌恰 $M_s 7.0$ 双震发生前 2—3 年的新疆地区 5、6 级地震活动状态较为相似, 这组连发活动结束后数月至 1 年左右, 新疆地区存在发生 7 级地震的危险”^{①②}。同时, 在 2012—2014 年度新疆地震趋势研究报告中分析了 2011 年 6 月以来出现的这组 5、6 级地震活动的震兆预测意义, 并提出了较为明确的预测意见, 且预测意见与年度地震活动实况较为一致。具体研判意见如下:

① 新疆地震局. 2012. 2012 年新疆天山强震形势研讨会纪要.

② 新疆地震局. 2013. 2013 年新疆天山强震形势研讨会纪要.

2011 年 12 月提出“2011 年出现的 5、6 级地震连发，从发震时间和频度上均弱于 1931 年富蕴 8.0 级和 1955 年乌恰 7.0 级双震前 1928—1930 年、1953—1954 年的 5 级地震连发状态。分析认为，2012 年新疆地区地震活动水平可能仍为 6 级”^①。地震活动实况是，2012 年新疆地区发生的最大地震为新源和静交界的 $M_s 6.6$ 地震。

2012 年 12 月提出“2013 年新疆地区 5 级以上地震活动的频次可能会有所下降，连发状态结束后，新疆有发生 7 级以上地震的可能”^②。地震活动实况是，2013 年新疆地区发生了 5 次 5 级地震，与 2012 年发生 11 次 5 级以上地震相比，2013 年 5 级地震活动明显减弱。

2013 年 12 月提出“2013 年 3 月 29 日乌鲁木齐、昌吉交界 $M_s 5.6$ 地震后，新疆 5 级以上地震进入了弱活动状态。类比分析认为，2013 年 4 月以来新疆 5 级地震连发活动状态趋于结束，2014 年新疆地区存在发生 7 级地震的可能性”^③。地震活动实况是，2014 年 2 月 12 日发生了于田 $M_s 7.3$ 地震。总体来说，对这组 5 级地震连发前兆性地震活动异常的及时识别和跟踪，在 2012—2014 年新疆地震趋势研判中发挥了积极作用。

尽管于田 $M_s 7.3$ 地震前，我们已认识到 2011 年以来出现的 5、6 级地震连发活动对未来 7 级地震具有前兆性意义，但在实际震情跟踪和短临研判过程中，还是存在困扰和问题。例如通过震例类比分析，认识到连发活动状态结束进入弱活动状态具有中短期预测意义，并且判断“2013 年 3 月 29 日乌鲁木齐、昌吉交界 $M_s 5.6$ 地震后，5 级地震连发活动状态趋于结束，2014 年新疆地区存在发生 7 级地震的可能性”^③，但这组连发活动转为弱活动状态后何时结束却难以确定。同时，在对这组地震活动异常跟踪至 2013 年底时，仅有 1955 年乌恰 $M_s 7.0$ 双震可以类比，由于震例太少，该地震活动图像是否具有重复性还有待更多的震例积累和检验。

此外，对 2014 年 $M_s 7.3$ 地震的发生地点也未能作出准确预测，一方面是阿尔金构造带属监测能力较弱的地区，而且 2008 年于田 $M_s 7.3$ 地震前新疆地区中强地震处于弱活动状态，与 2014 年于田 $M_s 7.3$ 地震前连发活动状态差异较大；另一方面，结合 1955 年乌恰 $M_s 7.0$ 双震震例和天山地震带地震活动、形变观测等多项资料分析，认为未来发生 7 级地震的可能危险区域是中强地震相对活跃的天山中、西段。通过震后回顾分析得到如下认识：① 这 3 组中强地震连发活动过程中，地震活动背景水平较高的南天山断裂带西段至喀什—乌恰交汇区均有中强地震发生，但仅 1 组地震活动区附近有 7 级地震发生，因此不能简单地将该区中强地震活跃作为未来发生 7 级地震的地点预测判据；② 对比分析 1955 年乌恰 $M_s 7.0$ 双震和 2014 年于田 $M_s 7.3$ 地震前震区附近中强地震活动时空特征发现，这两组 7 级地震发生前 1 年左右，即中强地震连发活动由密集转为相对弱活动状态后，发生的中强地震（图 1a 和图 1b 中红色圈）存在相对集中于某个构造区的现象，即 1954 年 5 月连发活动结束后发生的 3 次 5 级地震中两次位于南天山断裂带西段至喀什—乌恰交汇区，2013 年 4 月以来新疆及邻区发生的 6 次 5 级地震中 4 次位于西昆仑—阿尔金地震带。结合上述区域中强地震连发活动以来的特征，认为这类区域对未来 7 级地震具有一定的地点指示意义。基于上述分析，得到了关于中强地震连发活动异常图像对后续 7 级地震预测意义的新认识，但认识还比较有限，有待研究工作的进一步开展。

感谢审稿专家对本文提出的建设性意见和建议。

参 考 文 献

- 王海涛, 李莹甄, 屠泓为. 2006. 新疆历史地震目录完整性分析. 内陆地震, 20(1): 10–17.
 Wang H T, Li Y Z, Tu H W. 2006. Analysis on integrity of Xinjiang historical earthquake catalogue[J]. *Inland Earthquake*, 20(1): 10–17 (in Chinese).

^① 新疆地震局. 2011. 2012 年度新疆维吾尔自治区地震趋势研究报告.

^② 新疆地震局. 2012. 2013 年度新疆维吾尔自治区地震趋势研究报告.

^③ 新疆地震局. 2013. 2014 年度新疆维吾尔自治区地震趋势研究报告.