

Comparative Analysis of Characteristic of Seismic Activity of Earthquakes before and after Strong Earthquakes in Bayankala Block

Nali Zhang¹, Xuemei Ren^{2*}, Fenghe Ting²

¹Earthquake Administration of Hebei Province, Baoding Hebei

²Earthquake Administration of Ningxia Hui Autonomous Region, Yinchuan Ningxia

Email: nlzhang@tom.com, *rxm1025@163.com

Received: Oct. 10th, 2018; accepted: Oct. 24th, 2018; published: Oct. 31st, 2018

Abstract

In this paper, strong earthquakes with $M_s \geq 7.0$ occurred at the boundary of the block of Bayankala 1997 are taken as the research object, and the characteristics of seismic activity of above moderate earthquakes in epicentral area are analyzed. It was found that the seismic activity of earthquakes in epicentral area before the main earthquake was mainly calm abnormal, while the aftershocks with $M_s \geq 5.0$ in epicentral area after the main earthquake were mostly inactive, while those aftershocks with $M_L \geq 4.0$ were more active. The results can be used as a reference for the prediction of earthquakes with $M_s \geq 7.0$ in the future in the region.

Keywords

Bayankala Block, Strong Earthquakes, Calmness, Active, Epicentral Area

巴颜喀拉块体强震前后地震活动特征对比分析

张纳莉¹, 任雪梅^{2*}, 丁风和²

¹河北省地震局, 河北 保定

²宁夏回族自治区地震局, 宁夏 银川

Email: nlzhang@tom.com, *rxm1025@163.com

收稿日期: 2018年10月10日; 录用日期: 2018年10月24日; 发布日期: 2018年10月31日

*通讯作者。

摘要

本文以1997年以来巴颜喀拉块体边界发生的7级强震为研究对象,分析了震中区中等以上地震活动特征,发现主震前震中区的地震活动主要表现为平静异常,主震后震中区的5级以上余震大都不活跃, $M_L \geq 4.0$ 级余震活动较活跃。其结果为今后该区域的7级以上地震预测可提供参考。

关键词

巴颜喀拉块体, 强震, 平静, 活跃, 震中区

Copyright © 2018 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

青藏地块区是我国地震活动水平最高的地区,1950年以来中国大陆共发生4次8级以上地震,都发生在该活动地块区内,前两个8级强震——1950年西藏墨脱、察隅8.6级地震和1951年西藏当雄8.0级地震分别发生在拉萨二级活动地块的东南边界和北边界,2000年以来的2个8级强震——2001年昆仑山口8.1级地震和2008年汶川8.0级地震分别发生在巴颜喀拉二级活动地块的北边界和东边界[1],这两组8级以上地震发生的位置表明了拉萨活动地块和巴颜喀拉活动地块整体的活动性。1997年以来中国大陆7级以上地震的浅源地震都发生在青藏高原的巴颜喀拉块体边界附近,表明1997年以来中国大陆7级以上地震主体活动区域是该区域。

许多学者先后对这些强震前的地震活动特征进行了研究,刘蒲雄等[2]和孙加林等[3]认为2001年昆仑山口8.1级地震前存在空区、条带、增强、平静和震群等地震活动性异常;闻学泽等[4]综合历史与现代地震资料,从南北地震带中段及其邻区的视野研究了汶川地震前1~2千年的强震活动性,以及震前20年的地震活动性背景,发现汶川地震前20年,龙门山断裂带中、南段不存在背景地震活动的平静,反而显示出比曾经发生过1879年 $M_S 5.8$ 地震的甘南文县—武都断裂带还略高的地震活动背景水平;梅世蓉等[5]研究了汶川8.0级地震与昆仑山口8.1级地震,发现两次特大地震前在不同时段、不同范围出现了多项相似的地震活动性异常,它们对预测特大地震具有一定意义;苏有锦等[6]发现2008年5月12日四川汶川8.0级地震前,川滇地区出现了显著的地震平静异常;张永久[7]指出汶川8.0级地震前龙门山断裂带存在5年多的4级以上地震空区和短期的0.1级以上小震月频度增强明显;刘蒲雄等[8]分析表明2010年青海玉树7.1级地震2小时前出现一次4.7级前震,同时存在空区、条带、增强和平静等地震活动异常;马玉虎等[9]发现2010年青海玉树7.1级地震前出现了与6级、5级和4级不同震级档配套的地震空区等中长期异常。本文拟分析1997年以来巴颜喀拉块体边界发生的7级以上地震前后震中区的5级以上地震及 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动特征,并讨论主震前后震中区的5级以上地震及 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动特征差异,总结其规律,为今后该区域的7级以上地震预测提供参考。

本文采用全国弱震目录China2和全国强震目录CH48,这两个目录为中国台网中心提供的速报资料。1997年以来巴颜喀拉块体边界及其附近共发生7.0级以上地震8次,表1给出了这8次地震的参数。本文的研究时段截止到2017年12月31日。

Table 1. Earthquakes with $M_S \geq 7.0$ and parameters occurred at the Bayakala block and its vicinity since 1997**表 1.** 1997 年以来巴颜喀拉块体及其附近发生的 7.0 级以上地震及参数

序号	年-月-日	纬度	经度	震级	地点
1	1997-11-08	35.20	87.30	7.5	西藏玛尼
2	2001-11-14	36.40	90.90	8.1	昆仑山口
3	2008-03-21	35.60	81.60	7.3	新疆于田
4	2008-05-12	31.00	103.40	8.0	四川汶川
5	2010-04-14	33.10	96.70	7.1	青海玉树
6	2013-04-20	30.30	103.00	7.0	四川芦山
7	2014-02-12	36.10	82.50	7.3	新疆于田
8	2017-08-08	33.20	103.82	7.0	四川九寨沟

2. 1997 年以来巴颜喀拉块体 7 级以上地震前后 5 级以上地震活动特征

为了更好地对比分析 1997 年以来巴颜喀拉块体 8 次 7 级以上地震前后震中区 5 级以上地震活动特征, 本文每个地震都从主震前后 10 年时间尺度进行分析, 空间范围的选择首先选取范围为 500 km, 最终确定的时空范围根据实际 5 级以上地震活动变化的时空范围为准。具体如下:

2.1. 主震前后震中区 5 级以上地震平静外围存在 5 级以上地震活跃

1997 年 11 月 8 日西藏玛尼 7.5 级地震前 10 年震中区 100 km 范围内 5 级以上地震活动平静, 6.5 年至主震前震中区震中区 100~380 km 范围内 5 级以上地震活动增强; 主震后 3 年震中区 140 km 范围内 5 级以上地震活动平静, 其外围 100~200 km 范围内 5 级以上地震活动增强, 3~10 年后震中区 200 km 范围内 5 级以上地震恢复活动平静(图 1)。

2013 年 4 月 20 日四川芦山 7.0 级地震前 10 年震中区 80 km 范围内 5 级以上地震活动平静, 5.7 年至主震前震中区 80~280 km 范围内 5 级以上地震活动增强; 主震后 2 年震中区 120 km 范围内 5 级以上地震活动平静, 其外围 120~300 km 范围内 5 级以上地震活动增强, 2~5 年后震中区 300 km 范围内 5 级以上地震活动恢复平静(图 2)。

2.2. 主震后余震活动增强

2008 年 5 月 12 日四川汶川 8.0 级地震前约 8.4 年至主震前震中区 280 km 范围内 5 级以上地震活动平静; 主震后 2 年内震中区 250 km 范围内 5 级以上地震活动显著增强, 2 年后至 2017 年底除了震中区 80 km 发生的 2013 年 4 月 20 日芦山 7.0 级地震及其余震外, 震中区 180 km 范围内 5 级以上地震活动活动平静(图 3)。

2.3. 主震前后震中区存在 5 级以上地震平静

2001 年 11 月 14 日昆仑山口 8.1 级地震、2008 年 3 月 21 日新疆于田 7.3 级地震、2010 年 4 月 14 日青海玉树 7.1 级地震和 2017 年 8 月 8 日九寨沟 7.0 级地震前 10 年内震中区 140~260 km 范围内 5 级以上地震活动平静; 主震后 10 年内(2017 年 8 月 8 日四川九寨沟 7.0 级地震后 4 个月)震中区 100~340 km 范围内 5 级以上地震活动平静(图 4~7)。

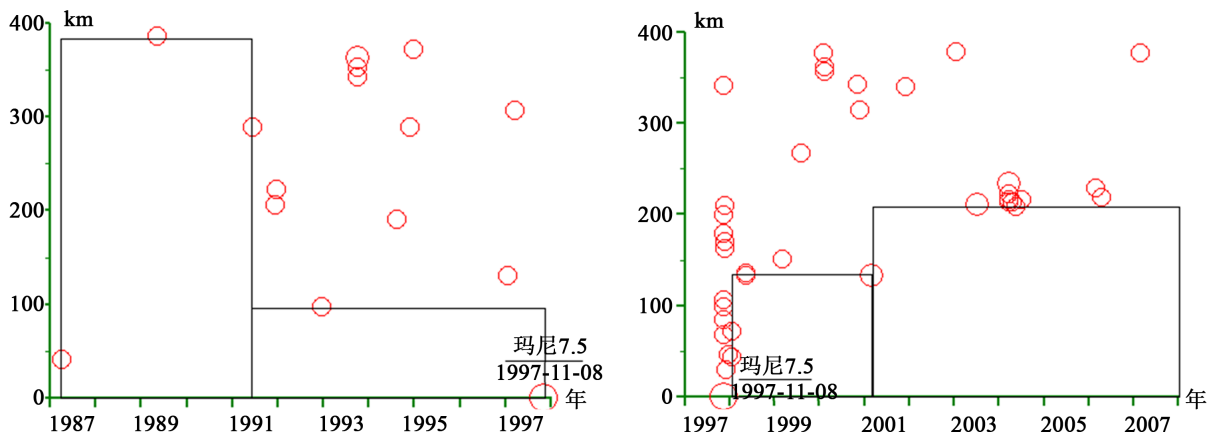


Figure 1. Δ -t figures of earthquakes with $M_S \geq 5.0$ in the epicentral area of Mani 7.5 earthquake in Tibet in 1997 before and after

图 1. 1997 年西藏玛尼 7.5 级地震前后震中区的 5 级以上地震 Δ -t 图

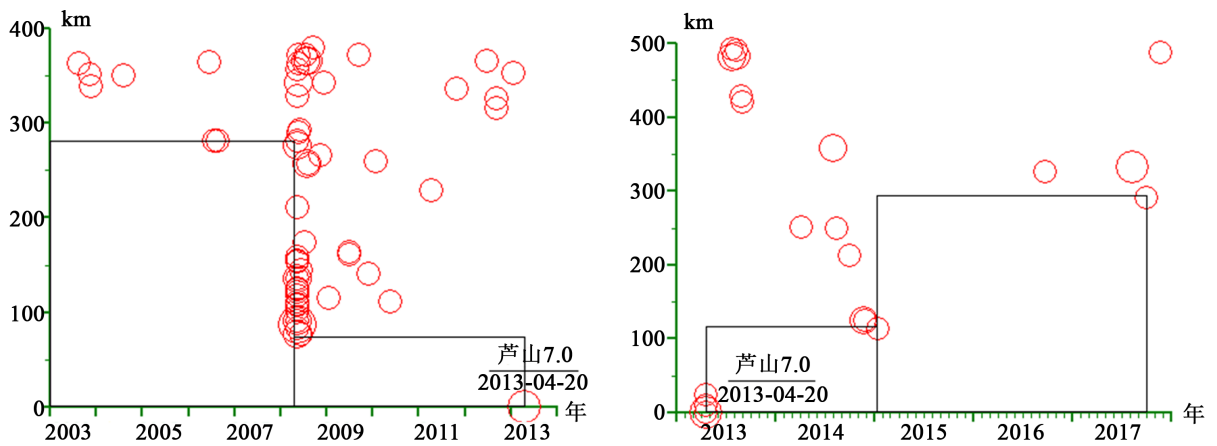


Figure 2. Δ -t figures of earthquakes with $M_S \geq 5.0$ in the epicentral area of Lushan 7.1 earthquake in Sichuan in 2013 before and after

图 2. 2013 年四川芦山 7.1 级地震前后震中区的 5 级以上地震 Δ -t 图

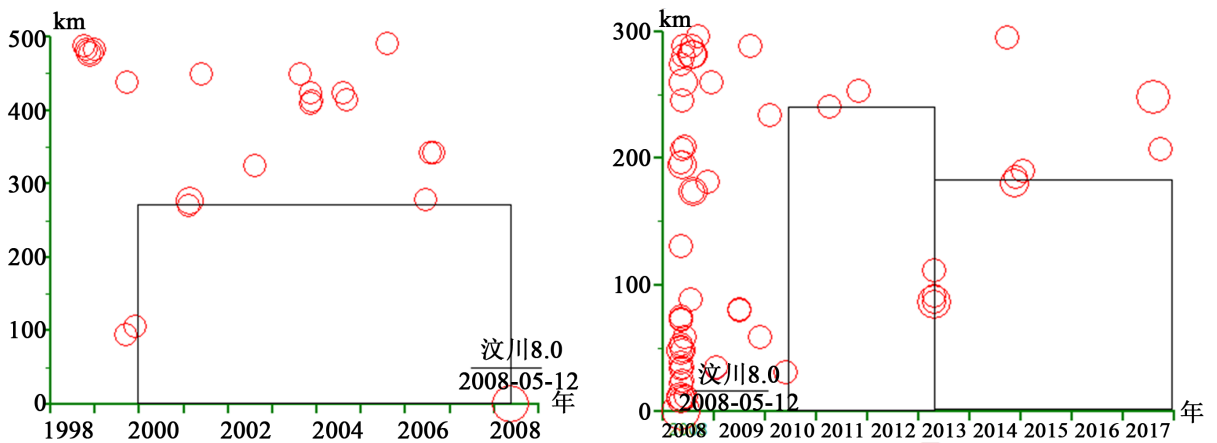


Figure 3. Δ -t figures of earthquakes with $M_S \geq 5.0$ in the epicentral area of Wenchuan 8.0 earthquake in Sichuan in 2008 before and after

图 3. 2008 年四川汶川 8.0 级地震前后震中区的 5 级以上地震 Δ -t 图

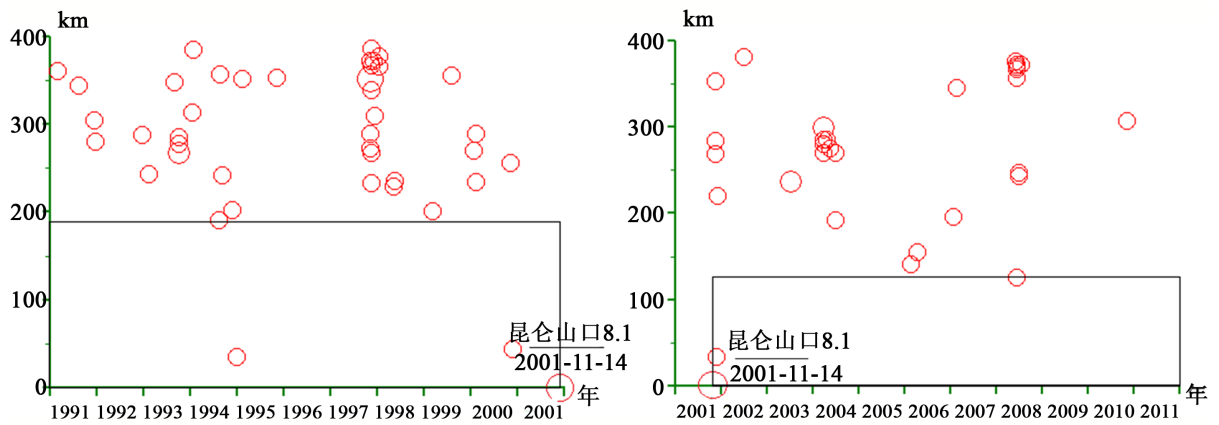


Figure 4. Δ -t figures of earthquakes with $M_S \geq 5.0$ in the epicentral area of Kunlunshan 8.1 earthquake in Qinghai in 2001 before and after

图 4. 2001 年昆仑山口 8.1 级地震前后震中区的 5 级以上地震 Δ -t 图

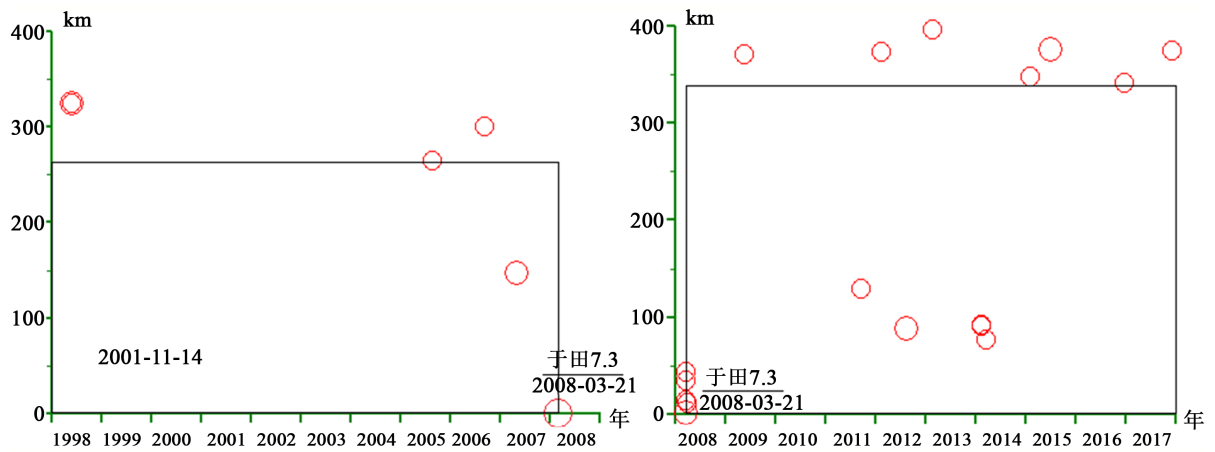


Figure 5. Δ -t figures of earthquakes with $M_S \geq 5.0$ in the epicentral area of Yutian 7.3 earthquake in Xinjiang in 2008 before and after

图 5. 2008 年新疆于田 7.3 级地震前后震中区的 5 级以上地震 Δ -t 图

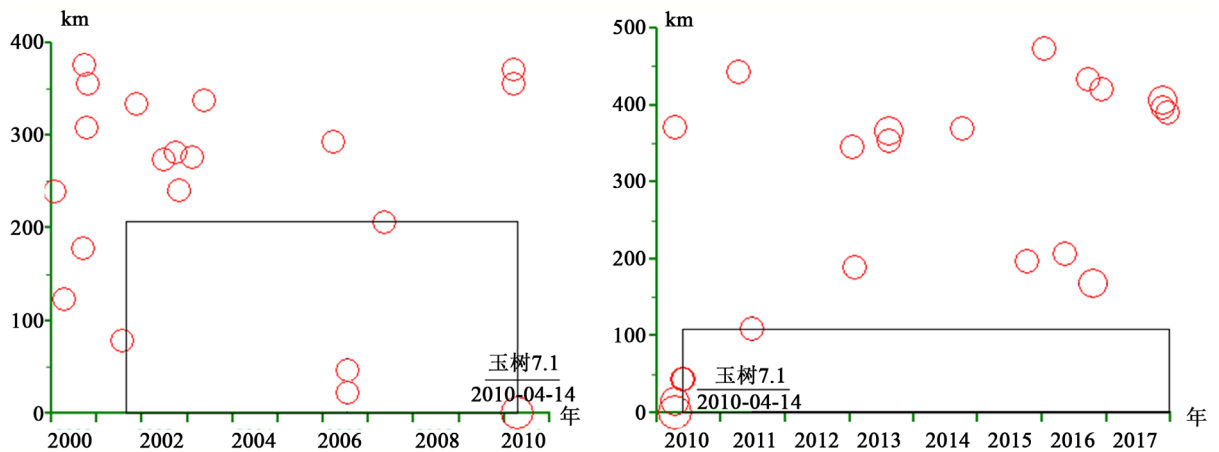


Figure 6. Δ -t figures of earthquakes with $M_S \geq 5.0$ in the epicentral area of Yushu 7.1 earthquake in Qinghai in 2010 before and after

图 6. 2010 年青海玉树 7.1 级地震前后震中区的 5 级以上地震 Δ -t 图

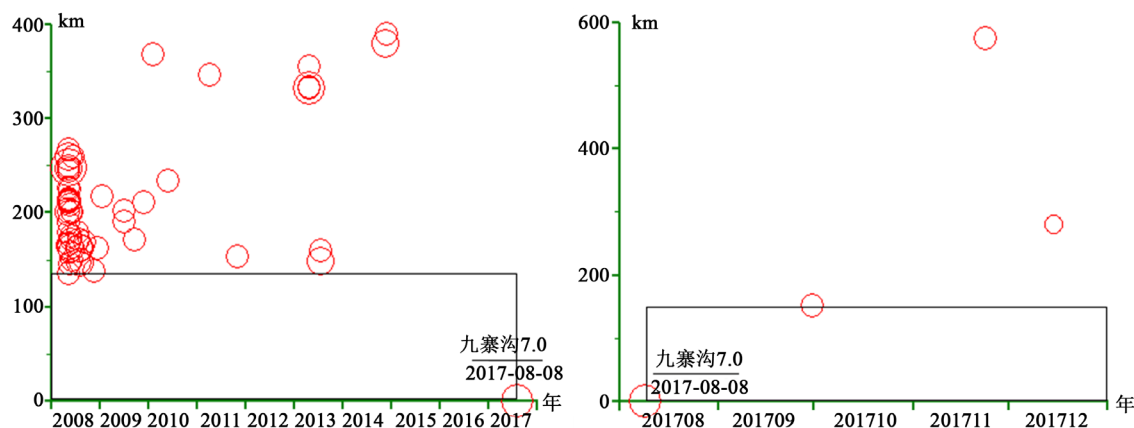


Figure 7. Δ -t figures of earthquakes with $M_S \geq 5.0$ in the epicentral area of Jiuzhaigou 7.0 earthquake in Sichuan in 2017 before and after

图 7. 2017 年四川九寨沟 7.0 级地震前震中区的 5 级以上地震 Δ -t 图

2.4. 主震前震中区存在 5 级以上地震活跃

2014 年 2 月 12 日新疆于田 7.3 级地震前 9 年内震中区 200 km 范围内 5 级以上地震活动出现 2 次活跃时段：2007 年 3 月至 2008 年 3 月和 2011 年 9 月至主震前 1 天，震后 4 年震中区 240 km 范围内 5 级以上地震活动平静(图 8)。

3. 1990 年以来巴颜喀拉块体 7 级以上地震前后 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动特征

焦远碧[10]等分析表明,1989 年以后我国西部东经 90° 以东地区,地震监测能力已达到 $M_L 4.0$ 级地震;近年随着数字台网的建立,地震监测能力进一步提高, $M_L 4.0$ 级地震的监测范围已有较明显的扩大,因此考虑到资料的完整性, $M_L 4.0$ 级地震的研究时段从 1990 年开始。由于 1997 年西藏 7.5 级地震震中为 35.20°N , 87.30°E , 位于我国西部东经 90° 以西地区,因此该地震前震中区的 $M_L 4.0$ 级地震资料不完整,因此本文分析该地震前震中区的 $M_L 4.0$ 级地震活动性结果仅供参考。

为了更好地对比分析 1997 年以来巴颜喀拉块体 8 次 7 级以上地震前后震中区 5 级以上地震活动特征,本文每个地震都从主震前后 10 年时间尺度进行分析,空间范围的选择首先选取范围为 500 km,最终确定的时空范围根据实际 5 级以上地震活动变化的时空范围为准。具体如下:

3.1. 主震前后震中区 $M_L \geq 4.0$ 级地震平静

1997 年 11 月 8 日西藏玛尼 7.5 级地震、2010 年 4 月 14 日青海玉树 7.1 级地震和 2017 年 8 月 8 日九寨沟 7.0 级地震前 10 年震中区 100 km 范围内 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动平静,仅 2010 年 4 月 14 日青海玉树 7.1 级地震前有 5 次 $M_L \geq 4.0$ 级地震发生,震后 $M_L \geq 4.0$ 级余震活动持续时间都不到半年,其后活动都恢复了平静(图 9~11)。

3.2. 主震余震活动持续时间较长

2001 年 11 月 14 日昆仑山口 8.1 级地震、2008 年 3 月 21 日新疆于田 7.3 级地震、2008 年 5 月 12 日四川汶川 8.0 级地震和 2013 年 4 月 20 日芦山 7.0 级地震前 10 年震中区 50~180 km 范围内 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动平静,仅有零星 $M_L \geq 4.0$ 级地震发生;但主震后震中区 50~200 km 范围内 $M_L \geq 4.0$ 级余震活动活跃,持续时间为 1.5~5.0 年,其后 60~100 km 范围内 $M_L \geq 4.0$ 级余震活动恢复平静。其中 2008 年 5 月 12 日四川汶川 8.0 级地震的余震活动最活跃,活动范围最大(为 200 km 范围),持续时间最长(5 年)(图 12~15)。

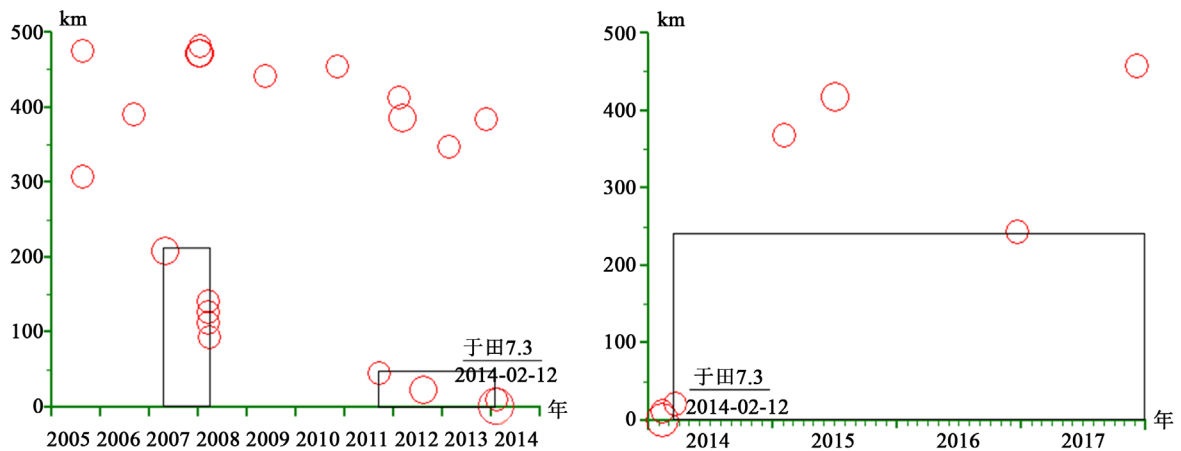


Figure 8. Δ -t figures of earthquakes with $M_S \geq 5.0$ in the epicentral area of Yutian 7.3 earthquake in Xinjiang in 2014 before and after

图 8. 2014 年新疆于田 7.3 级地震前后震中区的 5 级以上地震 Δ -t 图

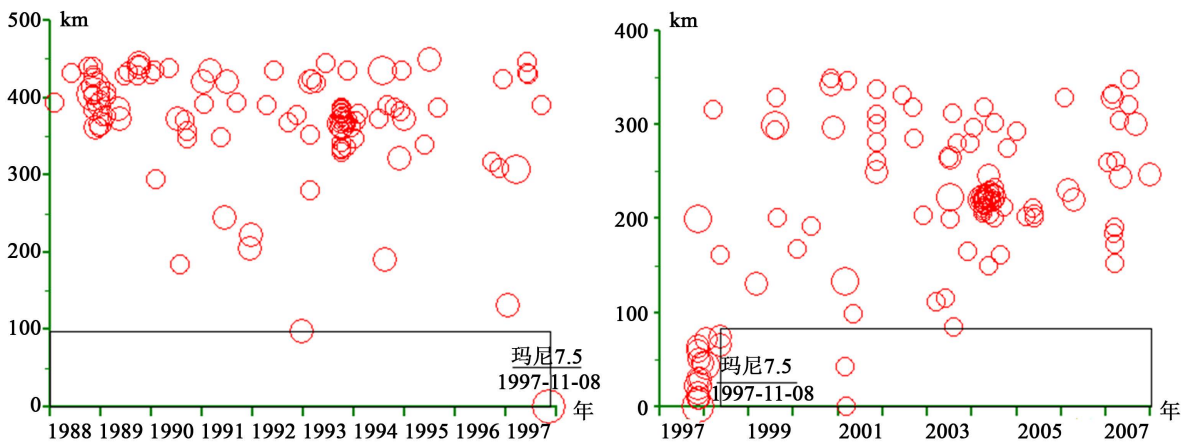


Figure 9. Δ -t figures of earthquakes with $M_L \geq 4.0$ in the epicentral area of Mani 7.5 earthquake in Tibet in 1997 before and after

图 9. 1997 年西藏玛尼 7.5 级地震前后震中区的 $M_L \geq 4.0$ 级地震 Δ -t 图

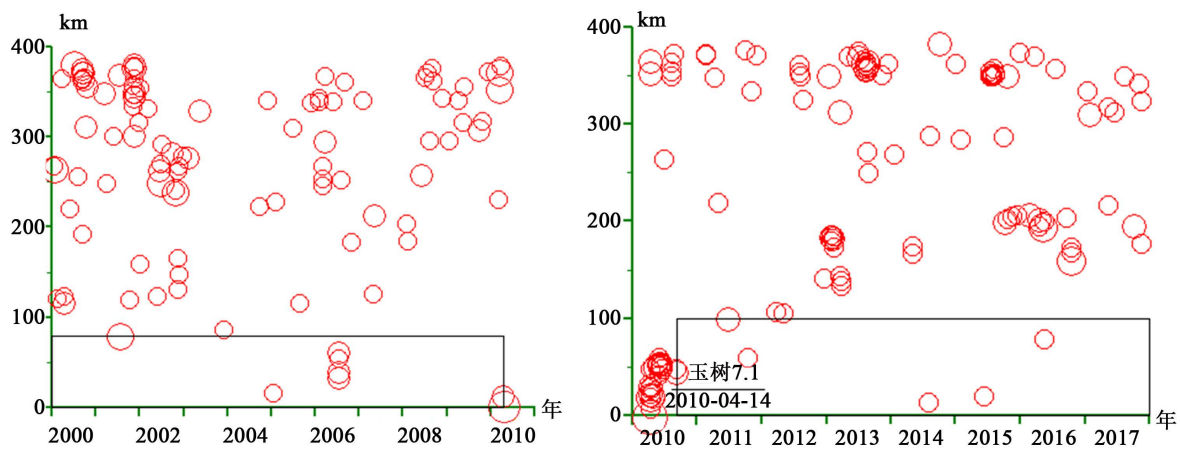


Figure 10. Δ -t figures of earthquakes with $M_L \geq 4.0$ in the epicentral area of Yushu 7.1 earthquake in Qinghai in 2010 before and after

图 10. 2010 年青海玉树 7.1 级地震前后震中区的 $M_L \geq 4.0$ 级地震 Δ -t 图

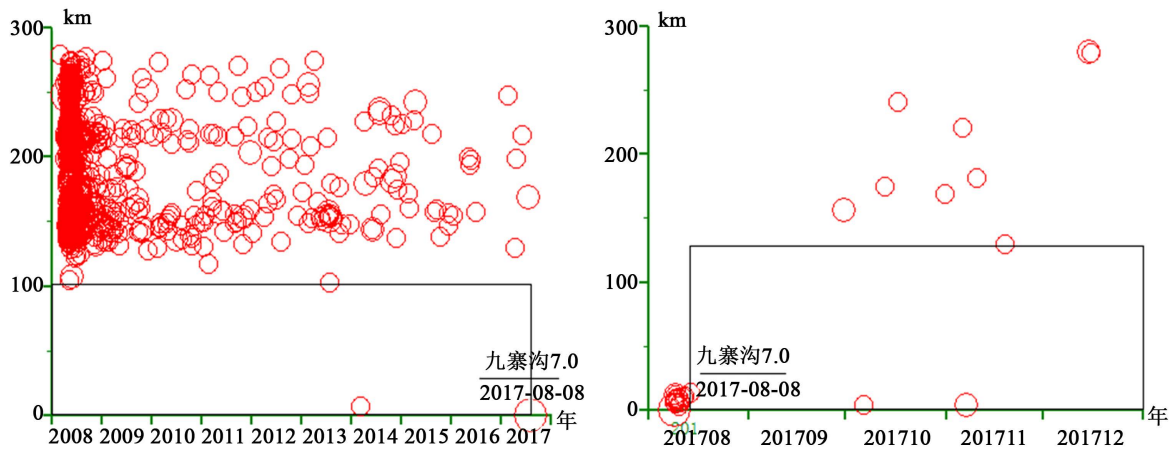


Figure 11. Δ -t figures of earthquakes with $M_L \geq 4.0$ in the epicentral area of Jiuzhaigou 7.0 earthquake in Sichuan in 2017 before and after

图 11. 2017 年四川九寨沟 7.0 级地震前震中区的 $M_L \geq 4.0$ 级地震 Δ -t 图

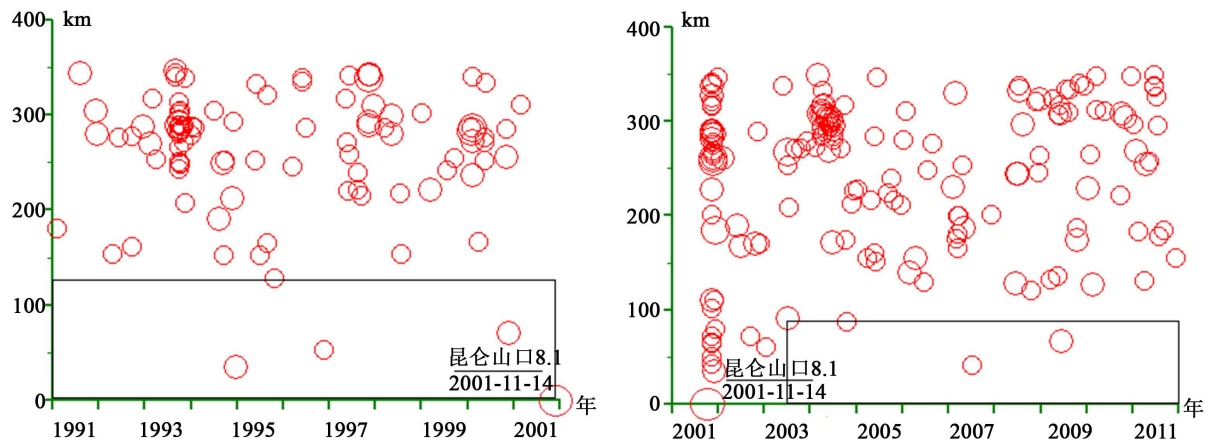


Figure 12. Δ -t figures of earthquakes with $M_L \geq 4.0$ in the epicentral area of Kunlunshan 8.1 earthquake in Qinghai in 2001 before and after

图 12. 2001 年昆仑山口 8.1 级地震前后震中区的 $M_L \geq 4.0$ 级地震 Δ -t 图

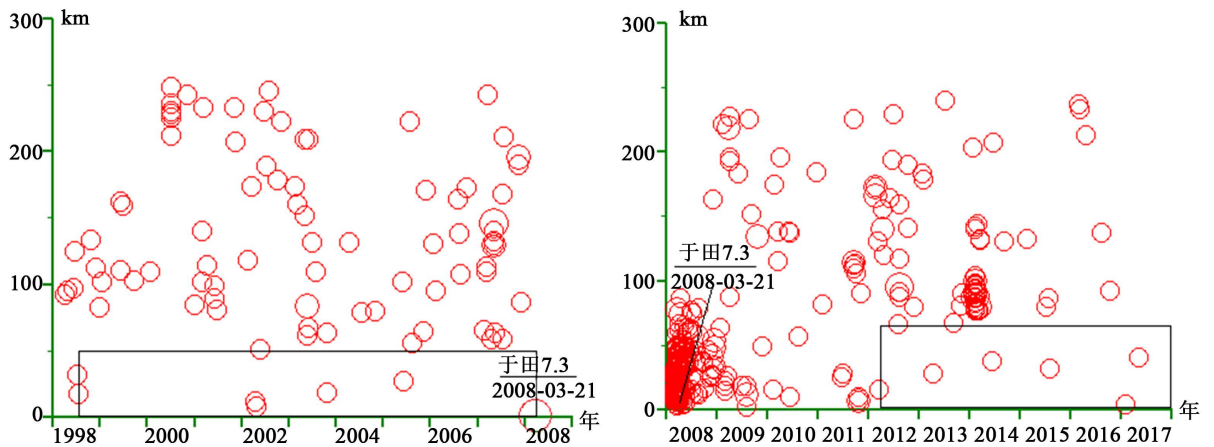


Figure 13. Δ -t figures of earthquakes with $M_L \geq 4.0$ in the epicentral area of Yutian 7.3 earthquake in Xinjiang in 2008 before and after

图 13. 2008 年新疆于田 7.3 级地震前后震中区的 $M_L \geq 4.0$ 级地震 Δ -t 图

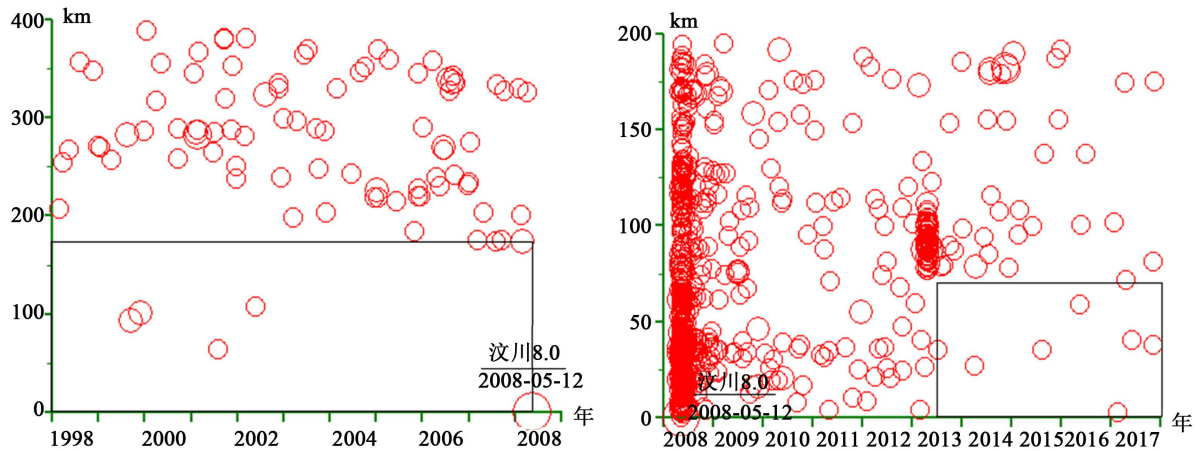


Figure 14. Δ -t figures of earthquakes with $M_L \geq 4.0$ in the epicentral area of Wenchuan 8.0 earthquake in Sichuan in 2008 before and after

图 14. 2008 年四川汶川 8.0 级地震前后震中区的 $M_L \geq 4.0$ 级地震 Δ -t 图

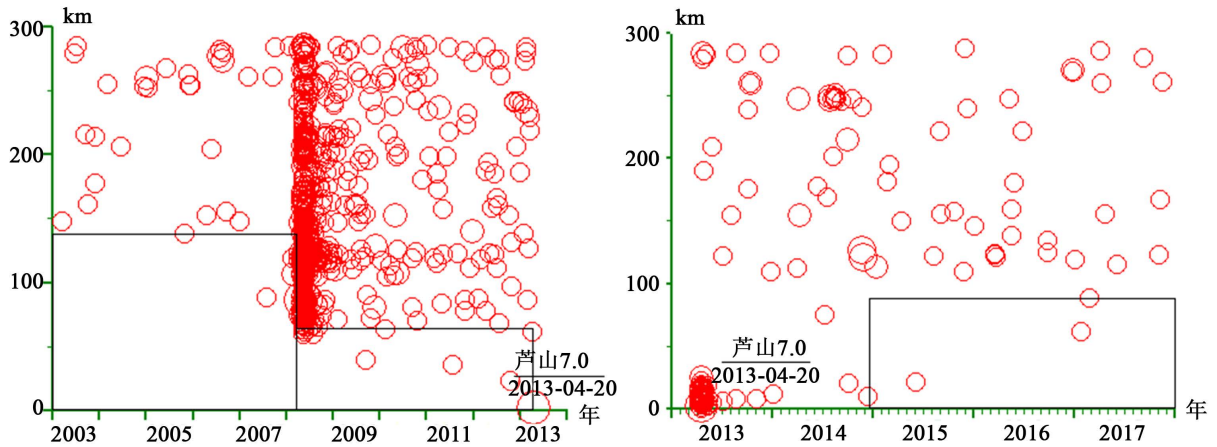


Figure 15. Δ -t figures of earthquakes with $M_L \geq 4.0$ in the epicentral area of Lushan 7.1 earthquake in Sichuan in 2013 before and after

图 15. 2013 年四川芦山 7.1 级地震前后震中区的 $M_L \geq 4.0$ 级地震 Δ -t 图

3.3. 主震前震中区 $M_L \geq 4.0$ 级地震增强

2014 年 2 月 12 日新疆于田 7.3 级地震前 4 年震中区 50 km 范围内 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动开始活跃,震后余震 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动持续近 2 年,其后震中区 90 km 范围内 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动恢复平静(图 16)。

4. 结论与讨论

本文通过对 1997 年以来巴颜喀拉块体边界及其附近发生的 8 次 7 级以上地震前后的 5 级以上地震和 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动特征进行分析,发现主震前震中区地震活动主要表现为平静异常,具体如下:

1) 8 次地震中有 7 次地震前震中区的 5 级以上地震和 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动出现较长时间平静异常,平静异常时间为 8~10 年,平静的空间范围为 50~280 km;仅有 1 次 2014 年 2 月 12 日新疆于田 7.3 级主震前震中区 5 级以上地震和 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动都出现了活跃。

2) 8 次地震后仅 2008 年汶川 8.0 级地震的 5 级以上余震持续活动时间较长,持续 2 年,其它 6 次地震的 5 级以上余震都不发育,持续不到 3 个月时间,其后几年震中区的 5 级以上地震活动都恢复了平静。

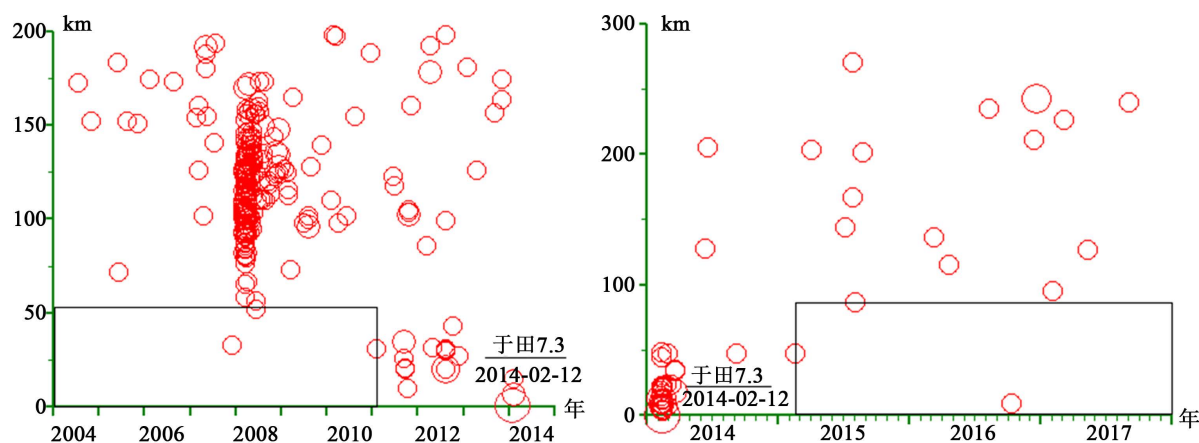


Figure 16. Δ -t figures of earthquakes with $M_L \geq 4.0$ in the epicentral area of Yutian 7.3 earthquake in Xinjiang in 2014 before and after

图 16. 2014 年新疆于田 7.3 级地震前后震中区的 $M_L \geq 4.0$ 级地震 Δ -t 图

8 次地震后有 5 次 7 级以上地震(2001 年 11 月 14 日昆仑山口 8.1 级地震、2008 年 3 月 21 日新疆于田 7.3 级地震、2008 年 5 月 12 日四川汶川 8.0 级地震、2013 年 4 月 20 日芦山 7.0 级地震和 2014 年 2 月 12 日新疆于田 7.3 级地震)后震中区 50~200 km 范围内 $M_L \geq 4.0$ 级余震活动活跃,持续时间为 1.5~5.0 年,其后 60~100 km 范围内 $M_L \geq 4.0$ 级余震活动恢复平静,其它 3 次 7 级以上地震的 $M_L \geq 4.0$ 级余震活动持续时间较短。

3) 7 次主震前震中区的 5 级以上地震活动出现较长时间平静的特征也有所差别: 2 次主震(1997 年 11 月 8 日西藏玛尼 7.5 级地震和 2013 年 4 月 20 日四川芦山 7.0 级地震)前几年震中区 80~100 km 范围内 5 级以上地震活动平静,其外围 80~280 km 范围内 5 级以上地震活动增强;其它 5 次地震前没有出现该特征。

4) 在前人的研究中仅对 2001 年昆仑山口 8.1 级地震、2008 年汶川 8.0 级地震和 2010 年玉树 7.1 级地震前的地震活动特征进行了研究,对 1997 年以来巴颜喀拉块体边界及其附近发生的其他 5 次 7 级以上地震鲜有涉及;本文还研究了 1997 年以来巴颜喀拉块体边界及其附近发生的 8 次 7 级以上地震后的 5 级以上地震和 $M_L \geq 4.0$ 级地震活动特征,这些研究填补了以上方面的空白,且对于今后巴颜喀拉块体边界及其附近发生强震的预测提供了一定的参考作用。

基金项目

宁夏回族自治区重点研发计划(科技惠民)“内蒙古阿拉善左旗 5.8 级地震后宁夏北部及邻区地震危险性分析”(项目编号: 2016KJHM135)资助。

参考文献

- [1] 张国民, 邵志刚, 刘桂萍, 等. 汶川 8.0 级地震构造动力成因分析[J]. 地震, 2009, 29(1): 164 -173.
- [2] 刘蒲雄, 郑大林, 刘桂萍, 等. 2001 年 11 月 14 日昆仑山口西 8.1 级地震前地震活动性异常及其思考[J]. 地震学报, 2003, 25(2): 205-210.
- [3] 孙加林, 曹井泉. 2001 年昆仑山口西 8.1 级特大地震孕育过程及中强地震活动图像演化[J]. 西北地震学报, 2003, 25(1): 28-34.
- [4] 闻学泽, 张培震, 杜方, 等. 2008 年汶川 8.0 级地震发生的历史与现今地震活动背景[J]. 地球物理学报, 2009, 52(2): 444-454.
- [5] 梅世蓉, 薛艳, 宋治平. 汶川 8.0 级与昆仑山口西 8.1 级地震前地震活动异常特征与启示地震[J]. 地震, 2009,

29(1): 1-14.

- [6] 苏有锦, 刘杰. 2008 年汶川 8.0 级地震前川滇地区 6 级以上地震平静异常[J]. 地震研究, 2010, 33(2): 119-124.
- [7] 张永久. 2008 年汶川 8.0 级地震前川青块体及邻区地震活动性分析[J]. 四川地震, 2012, 142(1): 17-23.
- [8] 刘蒲雄, 吕晓健. 2010 年青海玉树 7.1 级地震的前震识别及短临预报可能性研究[J]. 地震, 2012, 32(3): 47-51.
- [9] 马玉虎, 陈玉华. 2010 年 4 月 14 日玉树 7.1 级地震前异常特征及强震动力学关系探讨[J]. 中国地震, 2011, 27(2): 136-146.
- [10] 焦远碧, 吴开统, 杨满栋. 中国地震台网监测能力及台网观测条件质量评定[J]. 中国地震, 1990, 6(4): 1-7.

知网检索的两种方式:

1. 打开知网页面 <http://kns.cnki.net/kns/brief/result.aspx?dbPrefix=WWJD>
下拉列表框选择: [ISSN], 输入期刊 ISSN: 2163-3967, 即可查询
2. 打开知网首页 <http://cnki.net/>
左侧“国际文献总库”进入, 输入文章标题, 即可查询

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: ag@hanspub.org