

2020年地震活动综述

杜方

(四川省地震局,四川成都 610041)

摘要:本文回顾总结了2020年地震活动,从全球到局部,呈现了全球、中国和四川的地震活动概况;分析了全球、中国和四川地震活动的特征;记叙了2020年四川区域内发生的突出地震事件;追踪了2008年汶川8.0级地震以来四川区域内发生的3次7级以上地震和2019年发生的长宁6.0级地震震群的余震活动。结果显示:2020年全球 $M_s \geq 7.0$ 地震活动特征呈现低频次、低强度,主体地区为环太平洋地震带;我国周边未发生 $M_s \geq 7.0$ 地震,表明影响我国地震活动的动力边界活动偏弱,我国大陆和邻区地震活动表现出频次低、强度弱的特点,地震分布总体显示强度西部强于东部,区域上显示 $M_s \geq 5.0$ 级地震分布于青藏地块、西域地块和华南地块;中国台湾及其附近海域地震活动频次和强度也明显偏低;四川区域地震活动强度继续呈现东部强于西部的特征,5级以上地震零散发生,5级以下地震活动相对集中在川东南部、龙门山断裂带和川滇菱形地块东边界三个区域;2008年汶川8.0级地震余震持续活跃;2013年芦山7.0级地震余震的强度和频次明显减弱;2017年九寨沟7.0级地震余震的强度和频次均衰减明显;2019年发生的长宁6.0级地震震群在2020年仍继续活动,强度明显减弱,小震频次依然密集。

关键词:地震活动;地震事件;余震;震群

中图分类号:P315

文献标识码:B

文章编号:1001-8115(2021)02-0001-06

DOI:10.13716/j.cnki.1001-8115.2021.02.001

对2020年全球 $M_s \geq 7.0$ 级、中国大陆 $M_s \geq 5.0$ 级以及四川区域的地震活动回顾总结,有助于分析认识全球到局部的地震活动特征;认识我国大陆动力边界的地震活动对我国大陆地震活动的影响;综述四川区域突出地震事件;追踪2008年5月12日汶川8.0级、2013年4月20日芦山7.0级、2017年8月8日九寨沟7.0级和2019年长宁6.0级地震震群的持续余震活动,可进一步分析认识四川区域的地震活动特征。

1 2020年地震活动概况

1.1 全球7级地震活动概况

据中国地震台网测定,2020年全球共发生 $M_s \geq 7.0$ 地震10次,无 $M \geq 8.0$ 地震发生。最大地震为2020年7月22日美国阿拉斯加州以南海域7.8级。全球 $M_s \geq 7.0$ 地震活动主体地区仍然为环太平洋地震带,我国周边未发生 $M_s \geq 7.0$ 地震(见图1)。1900年以来全球 $M_s \geq 7.0$ 地震震级和频次显示:2020年全球 $M_s \geq 7.0$ 地震活动频次(10次)略低于1900年以来的年频次均值18次(见图2;刘自凤等,2019)。总体来看,2020年度全球 $M_s \geq 7.0$ 地震呈现频次低、强度弱的活动特征。

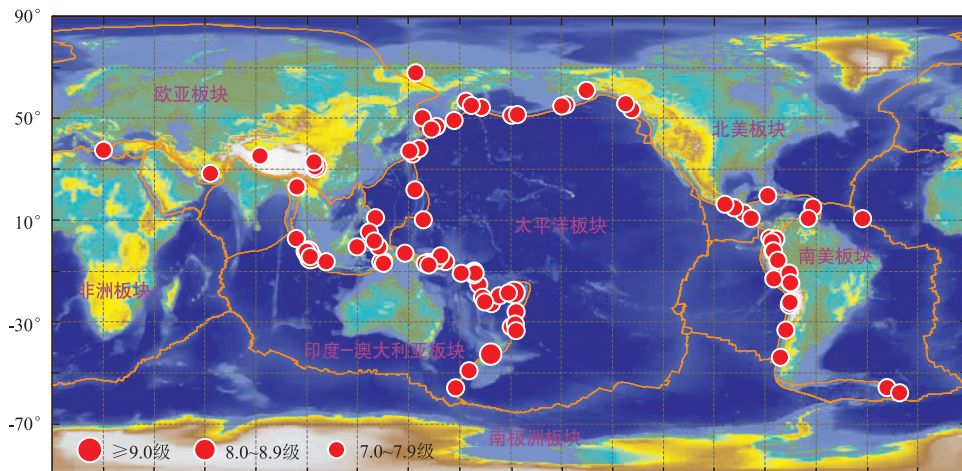
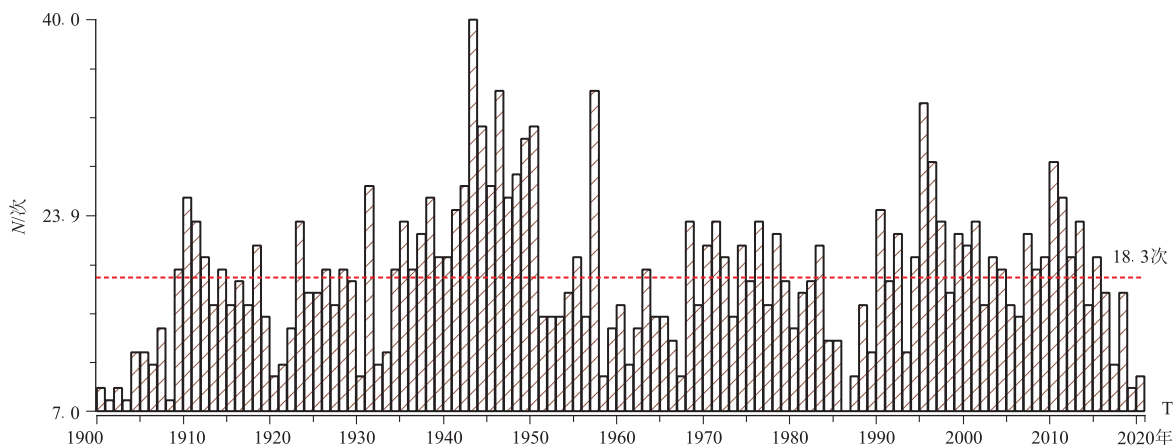
1.2 中国大陆及邻区地震活动概况

据中国地震台网测定,2020年中国大陆及邻区($18^\circ \sim 55^\circ \text{N}$, $70^\circ \sim 135^\circ \text{E}$)共发生 $M_s \geq 5$ 级地震28次(包括中国台湾及其附近海域7次)(见图3),其中:5.0~5.9级25次(含中国台湾及其附近海域7次);6.0~6.9级3次。2020年突出地震事件(见图3): $M_s \geq 6.0$ 级地震3次,分别为1月19日新疆伽师6.5级、6月26日新疆于田6.4级和7月23日西藏尼玛6.6级地震。

从空间分布来看,中国大陆 $M_s \geq 5.0$ 地震主体活动区域与2019年相比有所改变,2020年主要分布在西域、青藏和华南地块(图3)。西域地块集中发生11次(含2次6级以上),1月19日新疆伽师6.5级和6月26日新疆于田6.4级地震;青藏地块集中发生7次(含1次6级以上),即7月23日西藏尼玛县6.6级地震;

收稿日期:2021-03-16

作者简介:杜方(1959-),女,山西寿阳人,研究员,主要从事地壳形变与地震预测研究. E-mail:1289991429@qq.com.

图1 2020年全球 $M_s \geq 7.0$ 级地震分布图2 全球 $M_s \geq 7.0$ 级地震年频次(1900~2020年)

华南地块仅发生2次,即2月3日四川青白江5.1级和5月18日云南永善5.0级地震;台湾及其附近海域分布7次,没有6级以上地震,最大为12月10日台湾宜兰县海域5.8级地震。

从地震强度上看,无论是中国大陆还是中国台湾及其附近海域地震强度均不高。中国大陆最大地震为7月23日西藏尼玛县6.6级地震,中国台湾及其附近海域最大12月10日宜兰县海域5.8级地震。

从地震频次看,中国大陆21次 $M_s \geq 5.0$ 地震活动频次明显低于1970年以来的年频次均值34.6次(陈学忠等,2013;图4),也低于2018年的31次和2019年的29次。

1.3 四川区域地震活动概况

据四川地震台网测定(包括汶川余震),2020年四川及邻区($25^{\circ} \sim 35^{\circ}N, 96^{\circ} \sim 110^{\circ}E$)共记录 $M_L 2.0$ 以上地震3945次(包括汶川、芦山、九寨沟和长宁等余震序列),其中: $M_L 2.0 \sim 2.9$ 地震3568次(邻省436次); $M_L 3.0 \sim 3.9$ 地震336次(邻省46次); $M_L 4.0 \sim 4.9$ 地震36次(邻省5次); $M_L 5.0 \sim 5.9$ 地震4次(邻省2次); $M_L 6.0$ ($M_S 5.6$)地震1次(邻省0次)。四川及邻区 $M_L 4.0$ 以上地震主要集中分布于川东南区域、龙门山断裂带、川滇菱形块体东边界。邻省 $M_L 5.0$ 以上地震为5月18日云南巧家 $M_L 5.4$ ($M_S 5.0$)和12月24日青海玛多 $M_L 5.0$ ($M_S 4.2$)地震。四川境内5级以上地震集中在巴颜喀拉块体的川西北区域和华南块体的川东南部区域。四川省内发生突出的地震为:2月3日青白江5.1级($M_L 5.3$)、4月1日石渠5.6级($M_L 6.0$)和10月22日北川4.7级($M_L 5.1$)。省内最大为4月1日石渠5.6级($M_L 6.0$)地震。

四川区域地震活动特点:四川2020年地震频次和强度均低于2019年。地震空间分布图像显示(见图5),一是5级以上地震分散发生:2月3日青白江5.1级($M_L 5.3$)、4月1日石渠5.6级($M_L 6.0$)和10月22

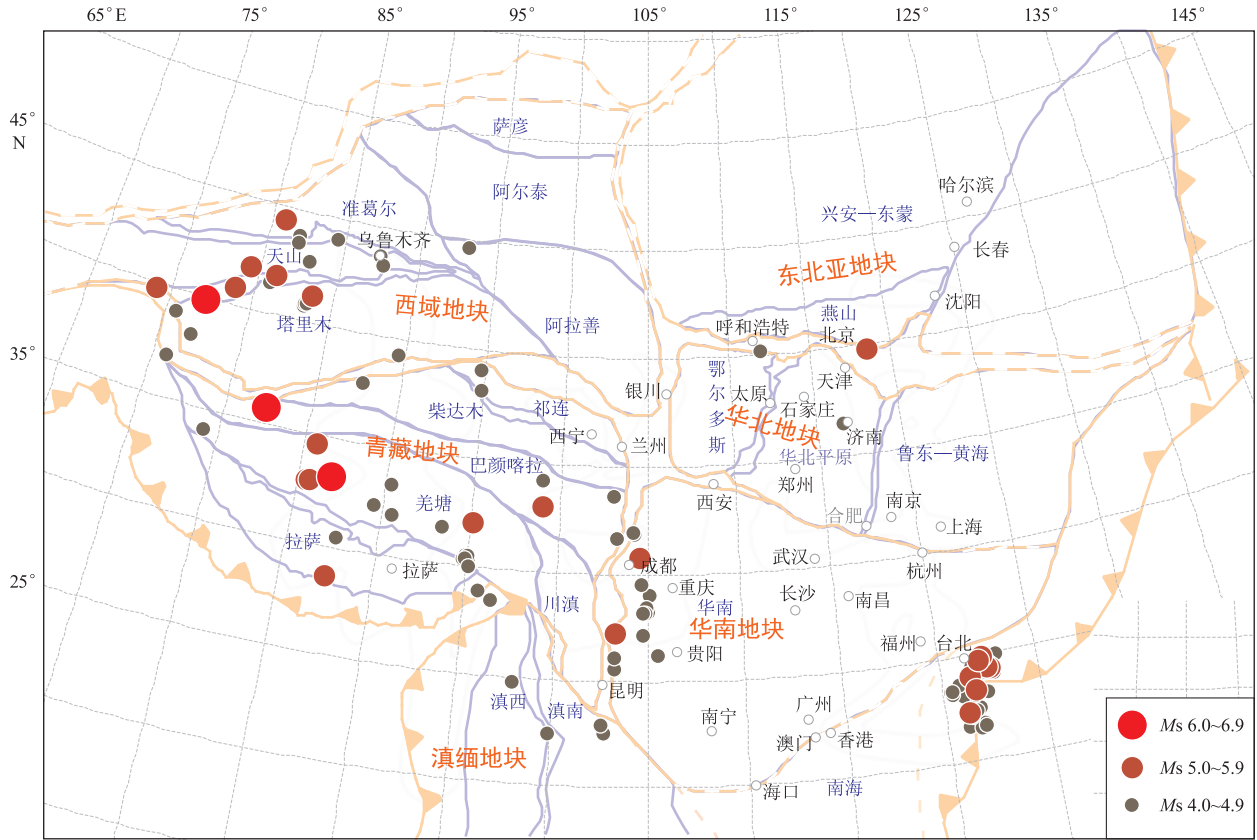


图3 2020年中国大陆及邻区 $M_s \geq 4.0$ 级地震分布

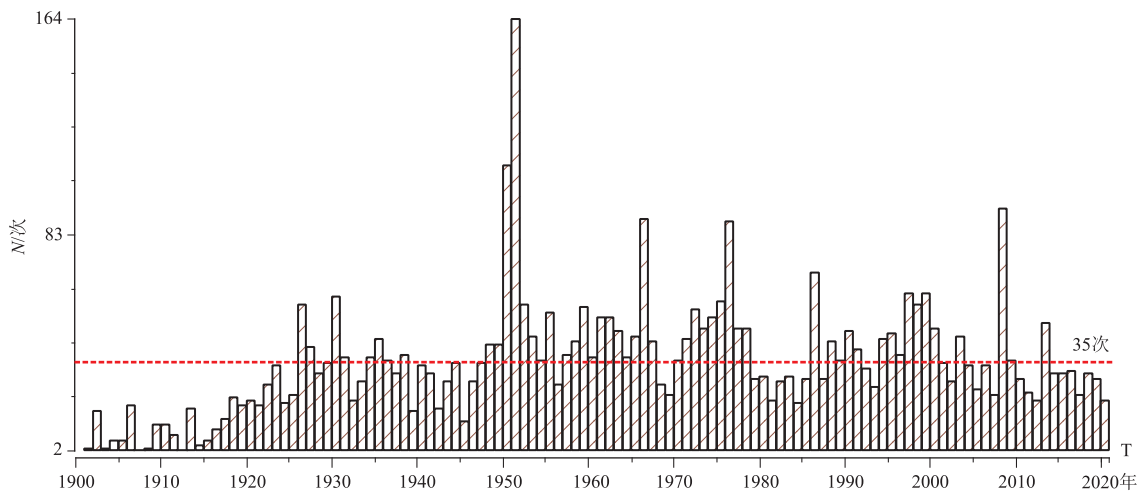


图4 中国大陆 $M_s \geq 5.0$ 级地震年频次

日北川4.7级($M_L 5.1$);二是4级地震活动主要集中在三个区域(带):(1)川东南部地震集中活跃区。主要在长宁—兴文—珙县和荣县—威远—资中两个区域,例如:长宁—兴文—珙县区:1月8日~11月13日相继发生 $M_L 4.0$ 级以上地震14次,最大震级4.1($M_L 4.5$);荣县—威远—资中区:2月16日荣县相继发生两次4.4级($M_L 4.7$)。 (2)龙门山断裂带沿带地震活跃。主要分布在汶川8.0级地震的余震区,例如:3月6日青川3.9级($M_L 4.5$),9月26日都江堰3.4级($M_L 4.0$),10月21日北川4.6级($M_L 4.9$),10月22日北川4.7级($M_L 5.1$),10月25日北川3.6级($M_L 4.4$),10月31日江油3.6级($M_L 4.0$)和12月8日绵竹3.4级($M_L 4.0$)。 (3)川滇菱形地块东边界地震持续活跃。例如:6月3日炉霍3.6级($M_L 4.2$),3月18日云南巧家3.6级($M_L 4.1$),5月18日云南巧家5.0级($M_L 5.4$)和9月8日云南巧家3.8级($M_L 4.1$)。

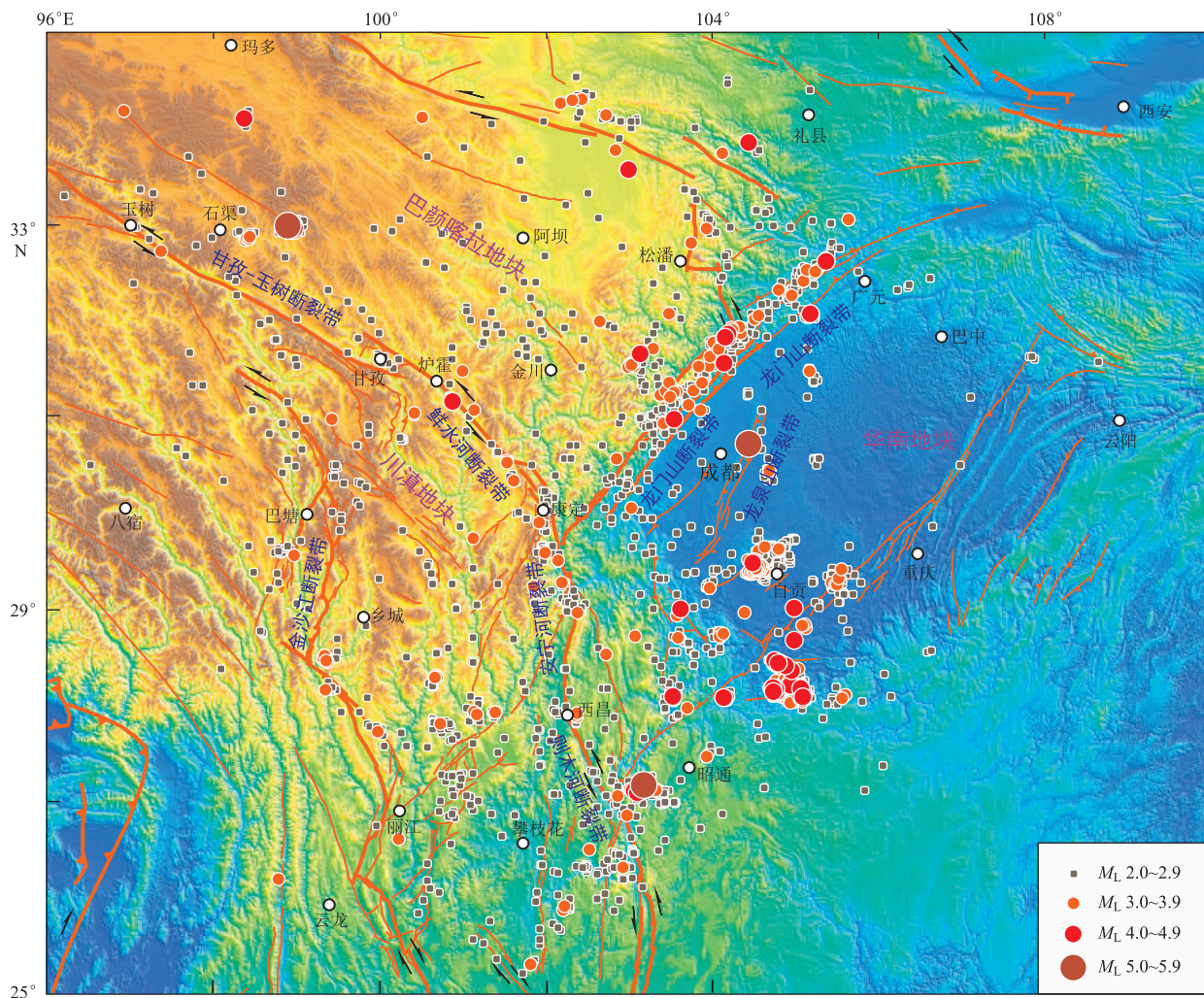


图5 2020年四川及邻区 $M_L \geq 2.0$ 级以上地震分布

2 四川突出地震事件

2.1 青白江 5.1 级地震

2020年2月3日00时05分,四川省成都市青白江区发生 $M_S 5.1$ 地震,微观震中为(30.74°N,104.46°E),震源深度21 km,属于浅源型地震。根据四川地震台网记录,截至到2020年12月31日24时,青白江5.1级地震序列共记录 $M_L \geq 0.0$ 地震78次(含主震),其中, $M_L 0.0 \sim 0.9$ 地震37次, $M_L 1.0 \sim 1.9$ 地震32次, $M_L 2.0 \sim 2.9$ 地震7次, $M_L 3.0 \sim 3.9$ 地震1次, $M_L 5.0 \sim 5.9$ 地震1次,最大余震为3月23日青白江 $M_L 3.0$ ($M_S 2.3$) 地震。整个序列余震稀少,以 $M_L < 2.0$ 地震为主, $M_L \geq 2.0$ 余震8次。

2.2 石渠 5.6 级地震

2020年4月1日20时23分,四川省甘孜藏族自治州石渠县发生5.6级地震,微观震中为(33.04°N,98.92°E),震源深度10 km,属于浅源型地震,宏观震中位于石渠县长须贡马乡(32.92°N,98.92°E)。

石渠5.6级地震前区域小震活跃。2020年1月23日至1月31日,石渠地区出现小震活动丛集,共发生28次 $M_L 1.0$ 以上地震,包括1月23日 $M_S 4.3$ 和 $M_S 3.8$ 地震,与石渠5.6级地震分别相距约6 km和3 km。石渠5.6级地震发生后,根据四川地震台网记录,截至到2020年12月31日24时,因该区域的地震台站稀疏,本次石渠地震序列仅记录到 $M_L 1.0$ 以下地震1次,共记录到 $M_L \geq 1.0$ 地震222次,其中, $M_L 1.0 \sim 1.9$ 地震125次, $M_L 2.0 \sim 2.9$ 地震86次, $M_L 3.0 \sim 3.9$ 地震8次, $M_L 4.0 \sim 4.9$ 地震1次, $M_L 6.0 \sim 6.9$ 地震1次,即:石渠 $M_L 6.0$ ($M_S 5.6$ 级) 地震,最大余震为2020年4月1日石渠 $M_L 4.1$ ($M_S 3.6$) 地震。

3 四川的主要余震活动

3.1 汶川 8.0 级地震的余震活动

汶川 8.0 级地震的余震区地震活动仍持续活跃,继续呈现起伏性平稳衰减态势。从 2008 年 5 月 12 日汶川 8.0 级地震至 2020 年 12 月 31 日,四川台网共记录到 $M_L \geq 0.0$ 级汶川余震 145 961 次,其中: $M_S 5.0 \sim 5.9$ 余震 43 次; $M_S 6.0 \sim 6.9$ 余震 8 次;2020 年新增 $M_L 4.0$ 以上余震 8 次,10 月 22 日北川 $M_S 4.7(M_L 5.1)$ 较强余震;最大余震仍为 2008 年 5 月 25 日青川 $M_S 6.4$ 级地震(杜方等,2018)。

汶川余震继续沿整个余震区分布,表明仍处于余震调整期。2020 年记录 $M_L \geq 0.0$ 级余震 3 367 次,其中: $M_L 2.0 \sim 2.9$ 余震 374 次; $M_L 3.0 \sim 3.9$ 余震 61 次; $M_L 4.0 \sim 4.9$ 余震 7 次; $M_L 5.1(M_S 4.7)$ 余震 1 次。余震仍然沿整个余震区南段、中段和北段较均衡展布,表明汶川余震区仍处于余震调整期。

3.2 芦山 7.0 级地震的余震活动

芦山 7.0 级地震的余震丰富。2013 年 4 月 20 日芦山 $M_S 7.0$ 级地震,截至到 2020 年 12 月 31 日共记录到 $M_L \geq 0.0$ 余震 16 612 次,其中: $M_L 3.0 \sim 3.9$ 余震 327 次; $M_L 4.0 \sim 4.9$ 余震 55 次; $M_L 5.0 \sim 5.9$ 余震 7 次($M_S 5$ 以上余震 4 次)。 $M_S 5.0$ 以上余震均发生在主震后的 2 天内,余震序列强度衰减明显。最大余震为 2013 年 21 日 17 时 05 分芦山、邛崃交界 $M_S 5.4$ 地震(杜方等,2019)。

芦山 7.0 级地震的余震继续活动,强度和频次明显减弱。2020 年记录 $M_L \geq 0.0$ 余震 104 次,其中: $M_L 1.0 \sim 1.9$ 余震 57 次, $M_L 2.0 \sim 2.9$ 余震 12 次,没有 $M_L 3.0$ 以上余震。2020 年 3 月 26 日芦山发生 $M_L 2.9$ 级。

3.3 九寨沟 7.0 级地震的余震活动

2017 年 8 月 8 日九寨沟 7.0 级主震至 2020 年 12 月 31 日,四川地震台网共记录到九寨沟余震区域 $M_L 0.0$ 级以上余震 11 073 次,其中 $M_L 3.0 \sim 3.9$ 余震 103 次, $M_L 4.0 \sim 4.9$ 余震 15 次, $M_L 5.0 \sim 5.9$ 余震 1 次,最大余震仍为 2017 年 8 月 9 日 10 时 17 分九寨沟 $M_S 4.8(M_L 5.2)$ (四川省地震局,2018)。2020 年仅发生的 1 次 $M_L \geq 3.0$ 余震,即 10 月 12 日九寨沟 $M_L 3.1$ 。

九寨沟余震显示:余震已持续 3 年多,强度和频次均衰减明显,发震时间间隔逐渐变长。

3.4 长宁 6.0 级地震震群的余震活动

2019 年 6 月 17 日至 7 月 4 日在四川宜宾市长宁和珙县交界发生 6.0 级地震震群。主要包括 5 次 5 级以上地震(表 1;宫悦等,2020):

表 1 长宁 6.0 级地震震群

序号	发震时间		发震位置		震级 M_S	震源深度 h/km	参考地名
	日期	时刻	$\lambda/^\circ\text{E}$	$\phi/^\circ\text{N}$			
1	2019-06-17	22:55:43	104.90	28.34	6.0	16	长宁
2	2019-06-17	23:36:01	104.77	28.43	5.1	16	珙县
3	2019-06-18	07:34:33	104.89	28.37	5.3	17	长宁
4	2019-06-22	22:29:56	104.77	28.43	5.4	10	珙县
5	2019-07-04	10:17:57	104.74	28.41	5.6	8	珙县

2019 年 6 月 17 日至 2020 年 12 月 31 日 24 时,长宁地震序列共记录到 $M_L \geq 0.0$ 地震 12 320 次,其中, $M_L 0.0 \sim 0.9$ 余震 5 988 次, $M_L 1.0 \sim 1.9$ 余震 5 298 次, $M_L 2.0 \sim 2.9$ 余震 835 次, $M_L 3.0 \sim 3.9$ 余震 161 次, $M_L 4.0 \sim 4.9$ 余震 31 次, $M_L 5.0 \sim 5.9$ 余震 6 次, $M_S 6.0 \sim 6.9$ 余震 1 次,序列最大地震为 2019 年 6 月 17 日长宁 $M_S 6.0$ 地震,次大地震为 7 月 4 日珙县 $M_S 5.6$ 地震。

2020 年,长宁 6.0 级地震震群继续活动,强度明显减弱,小震频次依然密集。记录 $M_L \geq 0.0$ 余震 3 346 次,其中: $M_L 1.0 \sim 1.9$ 余震 1 356 次, $M_L 2.0 \sim 2.9$ 余震 142 次, $M_L 3.0 \sim 3.9$ 余震 33 次, $M_L 4.0 \sim 4.9$ 余震 5 次,2020 年最大余震为 4 月 23 日长宁 $M_L 4.5(M_S 4.1)$ 。

4 总结

综上所述:2020年全球 $M_s \geq 7.0$ 地震活动呈现低频次、低强度的特征,主体地区为环太平洋地震带;我国周边未发生 $M_s \geq 7.0$ 地震,表明影响我国地震活动的动力边界活动偏弱,我国大陆和邻区地震活动表现出频次低、强度弱的特点,我国大陆地震强度分布总体显示西强东弱,区域上显示 $M_s \geq 5.0$ 地震分布于青藏地块、西域地块和华南地块;中国台湾及其附近海域地震活动频次和强度明显偏低;四川区域地震活动强度呈现东强西弱特征,5级以上地震零散发生,5级以下地震活动相对集中在川东南部、龙门山断裂带和川滇菱形地块东边界三个区域;2008年汶川8.0级地震的余震持续活跃,2013年芦山7.0级地震的余震的强度和频次明显减弱,2017年九寨沟7.0级地震的余震的强度和频次均衰减明显,2019年长宁6.0级地震震群继续活动,强度明显减弱,小震频次依然密集。

参考文献

- 陈学忠,李艳娥. 2013. 中国大陆 $M_s \geq 5.0$ 地震年频次与 $M_s \geq 7.0$ 地震发生之间的关系及显著性检验[J]. 地震,33(1):40-46.
- 杜方,蒋海昆,杨马陵等. 2018. 2008年5月12日四川汶川8.0级地震[M]. 北京:地震出版社,104-134.
- 杜方,龙锋,赵敏等. 2019. 2013年4月20日四川省芦山7.0级地震[M]. 《中国震例(2013)》. 北京:地震出版社,177-318.
- 宫悦,王宇玺,梁明剑,等. 2020. 2019年四川长宁6.0级地震序列时空演化特征及其地震构造环境研究[J]. 地震,40(4):90-102.
- 刘自凤,苏有锦,付虹,等. 2019. 2017年全球 $M \geq 7.0$ 地震低频活动特征初步分析[J]. 国际地震动态,(8):19.
- 四川省地震局 编著. 2018. 2017年8月8日四川九寨沟7.0级地震[M]. 成都:成都地图出版社,1-222.

Summary of Earthquake Activities in 2020

DU Fang

(Sichuan Earthquake Agency, Sichuan Chengdu 610041, China)

Abstract: This paper reviews and summarizes the earthquake activities in 2020 from global to local, and presents an overview of the seismicity in the world, China and Sichuan. It is analyzed that the characteristics of earthquake activities in the world, China and Sichuan. They are recorded that the significant events occurred in Sichuan in 2020. The aftershock activities of three $M_s \geq 7$ events in Sichuan since the 2008 $M_s 8.0$ Wenchuan earthquake are tracked and analyzed. The results show that the characteristics of global $M_s \geq 7.0$ seismicity in 2020 are low frequency and low intensity. The Pacific Seismic Belt is the main distribution area. No $M_s \geq 7.0$ earthquake occurred in the periphery of China. It indicates that the dynamic boundary activity that affects our continental seismic activity is very weak. Seismic activity on the mainland and adjacent areas shows low frequency and weak intensity. The intensity of seismic activity in Sichuan continues to be stronger in the eastern region than in the western region. The $M_s \geq 5.0$ earthquakes occur sporadically in Sichuan. Seismic activities below $M_s 5.0$ are relatively concentrated in three regions: the southeast of Sichuan, the Longmenshan fault zone and the eastern boundary of the Sichuan - Yunnan block. The aftershocks of the 2008 $M_s 8.0$ Wenchuan earthquake continue to be active. The intensity and frequency of aftershocks of the 2013 $M_s 7.0$ Lushan earthquake were significantly weakened. The intensity and frequency of the aftershocks of the 2017 $M_s 7.0$ Jiuzhaigou earthquake attenuated significantly. The $M_s 6.0$ Changning earthquake swarm that occurred in 2019 continued to be active in 2020, and the intensity is significantly weakened, and the frequency of small earthquakes is still dense.

Keywords: seismicity; earthquake event; aftershock; earthquake swarm