

2013 年我国地震灾害时空特征与灾害损失分析

徐锡蒙¹, 郑粉莉^{1,2}, 关颖慧¹, 姚亚庆¹, 覃超¹

(1. 西北农林科技大学 水土保持研究所 黄土高原土壤侵蚀与旱地农业国家重点实验室, 陕西 杨凌 712100; 2. 中国科学院 水利部 水土保持研究所, 陕西 杨凌 712100)

摘要: 基于对 2013 年我国地震发生频次及受灾情况的统计, 系统分析了地震灾害发生的时空分布特征, 并探讨了各省区地震释放能量与地震灾害损失的差异性。结果表明: 2013 年我国大陆地区中强震异常活跃, 特别是芦山地震造成了巨大的人员伤亡与经济损失。4.0 级以上地震频次年内分布主要受较强余震次数的影响, 而年内地震释放能量分布受控于强震。2013 年我国地震发生频次在空间上呈现明显的地域分异特征, 整体上呈现西密东疏的特点, 特别是南北地震带上强震活跃, 其中四川、云南及其交界地带是地震发生频次最多的区域。大多数省区的震级分布特征均为弱震数量多, 强震数量少。地震造成的经济损失不仅与地震所释放的能量有关, 也与区域经济发展水平有明显关系。四川、甘肃是受灾最严重的省区, 人员伤亡与经济损失巨大, 云南、吉林由于强震多, 经济损失也较大。

关键词: 地震灾害; 时空分布; 省区; 差异分析

中图分类号: P315.9

文献标识码: A

文章编号: 1005-3409(2015)04-0321-05

Spatiotemporal Characteristics of Earthquake Disasters and Their Damages Within 2013 in China

XU Ximeng¹, ZHENG Fenli^{1,2}, GUAN Yinghui¹, YAO Yaqing¹, QIN Chao¹

(1. State Key Laboratory of Soil Erosion and Dryland Farming on the Loess Plateau, Institute of Soil and Water Conservation, Northwest A & F University, Yangling, Shaanxi 712100, China;
2. Institute of Soil and Water Conservation, CAS&MWR, Yangling, Shaanxi 712100, China)

Abstract: Based on statistics of frequencies of earthquake disasters and their damages within 2013 in China, we analyzed the spatiotemporal distribution characteristics of earthquake disasters, and discussed the damage differences among provinces. The conclusions can be drawn as follows. Moderately strong earthquakes were abnormal active in 2013 in mainland China, especially the Lushan earthquake in Sichuan Province caused huge number of casualties and economic losses. The number of aftershock affected earthquake frequency on the time scale and the energy distribution released by earthquakes were influenced by macro earthquake. Most earthquakes happened in western China and macro earthquakes were active in Chinese North-South seismic belt, with a disciplinary spatial distribution. Most of earthquakes occurred in Sichuan, Yunnan and their border lands. Moderately strong earthquakes were also active in Jilin. In most provinces, slight earthquakes occurred more frequently while the great earthquakes were seldom. It can be found that the economic losses caused by quakes were associated with the energy liberation through earthquakes as well as the development condition of economy in different provinces. Damages in Sichuan and Gansu are the most severe in terms of casualties and property losses, followed by Yunnan and Jilin.

Keywords: earthquake disasters; spatiotemporal distribution; provinces; differential analysis

我国是大陆地震最频繁、地震灾害最严重的国家, 在占全球 7% 的国土上, 发生了全球 33% 的大陆地震^[1]。地震灾害严重是我国的一个基本国情, 因而, 积

极开展防震减灾, 最大限度地减轻地震灾害应该是我国的基本国策之一^[1]。2013 年 4 月 20 日 8 时 02 分, 四川省雅安市芦山县(30.3°N, 103.0°E)发生 7.0 级地

震,震源深度 13 km。据四川省民政厅 4 月 23 日 6 时统计,地震造成 199 万余人受灾,193 人死亡,25 人失踪,12 211 人受伤^[2]。随后 7 月 22 日 7 时 45 分,甘肃省定西市岷县、漳县交界(34.5°N,104.2°E)发生 6.6 级地震,造成 78 万人受灾,95 人死亡,1 001 人受伤,26.8 万人紧急转移安置,19.4 万间房屋倒塌或严重损坏,直接经济损失 90.3 亿元^[3]。

民政部国家减灾办指出,2013 年我国大陆地区中强震异常活跃,共发生 5.0 级以上(含 5.0 级)地震 43 次(其中含黄海 2 次),远超常年年均 20 次的水平。地震灾害造成的倒损房屋数量占全年各类自然灾害造成倒损房屋数量的 4 成左右。其中,四川芦山 7.0 级地震和甘肃岷县漳县交界 6.6 级地震震级高、破坏性强,两次地震造成死亡和失踪人口、倒塌房屋间数和直接经济损失占全年地震总损失的 9 成以上^[4]。2013 年中国十大自然灾害事件中,地震灾害占据了三个,芦山地震更是位居榜首^[5]。

那么,2013 年我国地震的时空分布呈现什么特征?各省区地震受灾程度有何差异?探究这些问题有利于对我国 2013 年地震灾害形成系统的认识,为我国地震灾害预警提供基础资料和科学支持。因此,本研究在收集整理 2013 年我国地震发生频次和受灾情况的基础上,分析了地震发生频次的时空特征,探讨了各省区地震所释放能量以及灾害损失的差异性,并分析了地震所释放能量与地震灾害损失之间的关系。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本研究所用的地震灾情数据收集自中华人民共和国民政部救灾司网站(详情请见 <http://preview.jzs.mca.gov.cn/article/zqkb/>),地震信息收集自中国地震台网中心(详情请见 <http://www.cenc.ac.cn/>)。2013 年我国地震灾害主要是由 4.0 级以上地震所引起的,且 4.0 级以下地震对人们的生产生活破坏较小,因而本研究统计了 2013 年我国大陆地区 4.0 级以上地震信息、地震灾害的发生频次以及各省区受灾情况。数据以县级市为基本单元进行统计,主要统计内容包括地震发生的时间、受灾人口、死亡人口(含失踪人口)、房屋倒塌、房屋损坏、直接经济损失及发生频次。统计时间范围为 2013 年 1 月 1 日至 2013 年 12 月 31 日。

需要说明的一是由于我国地震灾害预警、响应与灾后重建等工作均是以省区为单位,故而我们以县级市为基本单元,统计分析了各个省区的地震频次、地震能量和灾害损失;二是由于台湾省、香港和澳门两

个特别行政区的地震灾害损失数据缺失,故未进行统计分析。

1.2 研究方法

在时间尺度上,对我国 2013 年各月地震频次和总能量进行了统计分析。在空间尺度上,根据从测绘科学数据共享网站下载的分县区地理底图和从中国地震台网中心获取的震中信息,在 ArcGIS 10.0 软件中生成了地震频次的空间分布图;根据分省区地理底图和各省区地震频次统计信息生成了各省区地震频次和震级组成分布图。

地震能量的释放是地震受灾的重要因素之一。震级常被应用于评估地震的大小,但地震震级与所释放的能量并非线性关系,震级增加 1 级,地震所释放的能量则会多出 30 多倍,因而可以通过震级来估算地震所释放的能量^[6]:

$$\lg E = 12.24 + 1.44M \quad (1)$$

式中: E ——地震释放的能量(10^7 J); M ——相应地震震级。

2 2013 年我国地震($M_s \geq 4.0$)时空分布特征

2.1 2013 年我国地震($M_s \geq 4.0$)年内分布特征

为分析 2013 年我国 4.0 级以上地震释放能量的时间分布特征,根据式(1)计算年内各月地震释放的总能量值 E_i ,并计算我国各月 4.0 级以上地震总能量(图 1)。

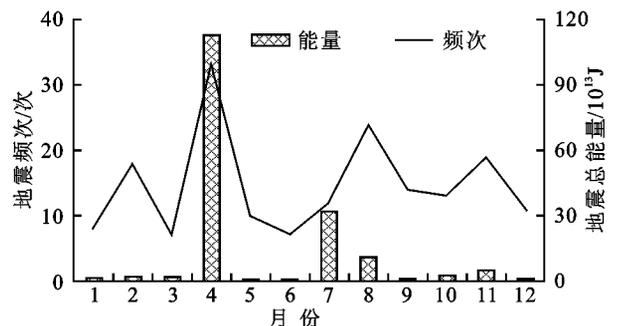


图 1 2013 年我国地震($M_s \geq 4.0$)频次与能量的年内分布

芦山地震的发生导致 2013 年 4 月份的地震能量远远大于其他月份,较强余震的频繁发生也造成了 4 月份 4.0 级以上地震频次在一年中最大。7 月份定西地震造成了 7 月份地震能量巨大,但定西地震的强余震较少,因而 7 月份 4.0 级以上地震发生总频次并没有增加太多。反而在 8 月,4.0 级以上地震频次较大,地震释放的能量也较大。除去两次强震造成的影响外,在地震频次较高的月份,总地震能量也会相应的增加。由于地震等级增加 1 级,地震能量要增加 30 多倍,其破坏程度也会明显增大,因而强震对地震

总能量的年内分布影响较大。总体来说,2013年4月和8月我国4.0级以上地震频次较多,强震所引发的余震次数对4.0级以上地震频次的分布具有较大影响,地震总能量的年内分布主要受强震的影响。

2.2 2013年我国地震($M_s \geq 4.0$)空间格局特征

2013年我国地震发生频次呈现明显的地域分异特征(图2)。年内地震主要分布在西南、西北和东北这三个区域。四川芦山县、西藏尼玛县和吉林前郭尔罗斯蒙古族自治县发生4.0级以上地震频次分别为22,14,11次,是一年之中地震最活跃的县级单位。四川与云南及川滇交界地带是地震发生最密集的地区。

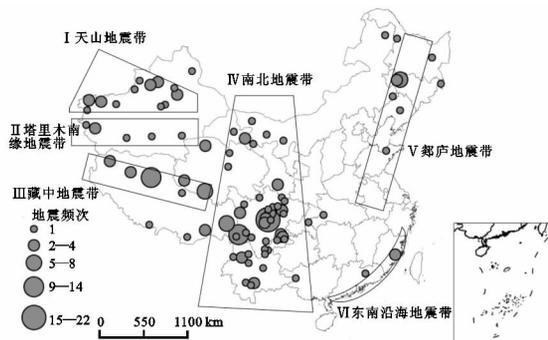


图2 2013年我国地震($M_s \geq 4.0$)发生频次的空间分布

在欧亚地震带东部的中亚地区有一个著名的地震活动密集三角区,它完整的覆盖了中国的西部,因而,中国地震活动的空间活动也表现出了明显的“西密东疏”现象^[7]。2013年我国西部地区4.0级以上地震占到了大陆地区地震总数的94.4%。已有研究表明,西部地区自2008年进入7级以上地震第6个活跃期以后,未来10a左右将继续表现为7级以上地震活跃期^[8]。此外,1949—2009年这60a内西部地区地震灾害达1547次,占全国的92.14%,是中国地震灾害高发区域^[9]。2013年我国大陆地区内共发生4.0级以上地震177次,其中,南北地震带最为活跃(IV),共发生4.0级以上地震86次,特别是4月20日的芦山7.0级、7月22日岷县漳县6.6级以及8月12日左贡芒康6.1级地震表明该地震带正处于强震活跃时期。新疆地震区4.0级以上地震24次,主要分布在天山地震带(I)和塔里木南缘地震带(II),还有1次4.0级以上地震出现在了阿尔泰山地震带上。青藏高原地震区内的4.0级以上地震主要集中在藏中地震带(III)。

2013年我国大陆东部6级地震显著平静而5级地震活跃^[10]。从1999年底开始,中国东北地区浅源地震进入第5个活动周期^[11],第五活动周期活跃幕从2008年6月10日内蒙古阿荣旗5.2级地震开始

将进入4a左右的平静时段,结束地震可能在2012年左右或以成对地震的形式发生^[12]。东北在经过较为平静的2012年后,2013年吉林松原、前郭县以及内蒙古、吉林交界地带的连续地震也印证了这一观点。大华北地区的4级地震平静被郯庐地震带(V)上山东莱州4.6级地震打破。2013年东南沿海地震带(VI)共发生4.0级以上地震4次,地震活动仍然保持活跃状态。总之,2013年我国地震分布特征具有明显的地带性,整体上呈现西密东疏的特点,特别是南北地震带上强震活跃。

2.3 2013年我国各省区地震($M_s \geq 4.0$)空间分布特征

2.3.1 2013年我国各省区地震频次与震级组成差异

为了解各省区4.0级以上地震频次与地震震级组成的情况,按照地震震级大于等于6.0级为I级,地震震级大于等于5.0级且小于6.0级为II级,地震震级大于等于4.0级且小于5.0级为III级的标准将各省区的地震分为3个等级进行分析(图3)。结果表明,2013年地震发生频次较大的省区依次为四川、西藏、新疆、云南、青海、吉林、甘肃。四川省共发生4.0级以上地震46次,是年内地震数量最多的省区,其中超过一半都是芦山大地震的余震,且造成的损失巨大。而甘肃定西地震的较大余震较少,甘肃省4.0级以上地震次数并不突出。

全国大多数省区,以III级(4.0级至5.0级)区间内的地震最多,其次是II级(5.0级至6.0级)区间内的地震。2013年甘肃、四川和西藏3省都发生过大于6.0级的地震,其中芦山地震与定西地震都造成了巨大的损失,西藏昌都地震震级较小,且该地区地广人稀,经济发展水平落后,所造成的危害较小。

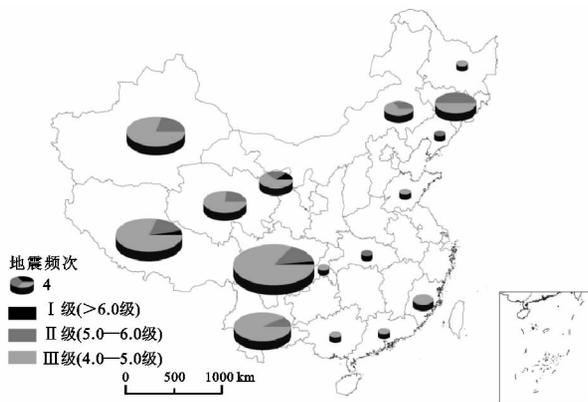


图3 2013年我国各省区地震($M_s \geq 4.0$)频次与地震等级分布

2.3.2 2013年我国各省区地震释放能量的差异

地震释放的能量可以用来判断一段时间内地震对该区域的影响程度,根据式(1)计算各省区的2013年总地震能量值 E_p 并绘制各省区地震年度总能量分

布图(图4)。四川省与甘肃省是地震释放能量最多的省区,这也与两次特大地震的发生有关。其次是西藏、新疆、吉林、云南,这些省区地震频次大,中强震数量也较多,因而所释放的总能量也较大。地震能量的差异可以反映地震对各省区造成影响的差异。

3 2013年我国地震灾害损失及其在各省的差异分析

3.1 2013年我国地震灾害损失基本情况

据不完全统计,2013年我国大陆地区内共发生4.0级以上地震177次,民政部救灾司发布的造成严重破坏的地震灾害事件共20次,导致死亡人口约347人,

受灾人口约351万人次,房屋损坏240.5万间,造成直接经济损失约977.57亿元(表1)。

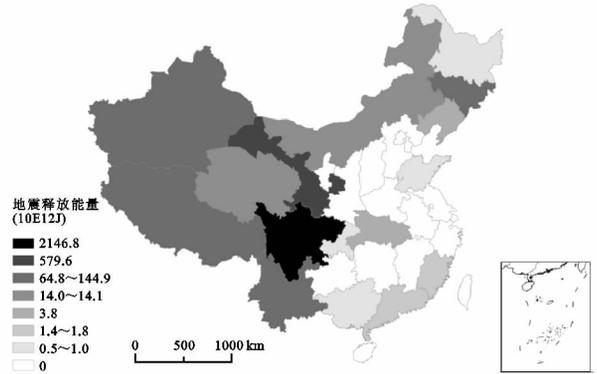


图4 2013年我国各省区地震($M_s \geq 4.0$)释放能量

表1 2013年我国地震灾害受灾情况统计

日期 (月-日)	震中位置	震级	震源 深度/ km	受灾 人数/ 万人	受伤 人数/ 人	死亡 人数/ 人	房屋 受损/ 万间	房屋倒 塌、严重 受损/间	经济 损失/ 百万元
01-15	新疆维吾尔自治区伊犁哈萨克自治州察布查尔锡伯自治县、昭苏县交界	4.1	9	0.12					0.57
02-19	四川省绵阳市三台县、盐亭县交界	4.7	19	0.52			0.27		18
02-19	云南省昭通市巧家县、四川凉山彝族自治州宁南县交界	4.9	6	3	7		0.08	156	2
02-20	广西壮族自治区百色市平果县、田东县交界	4.5	7	0.17			0.06		2
02-20	云南省普洱市墨江哈尼族自治县	4.8	5	0.73			0.44	60	20
03-03	云南省大理白族自治州洱源县	5.5	9	16		30		2100	530
04-20	四川省雅安市芦山县	7.0	13	199	12211	218	117.33	368000	85171
04-25	四川省宜宾市长宁县、珙县、兴文县交界	4.8	4	4.3		1	2.5		280
07-22	甘肃省定西市岷县、漳县交界	6.6	14	78	1001	95	26.9	194000	9030
08-28	甘孜州得荣县和云南迪庆州德钦县、香格里拉县交界	5.1	9	1.6	14		3.8	7000	560
08-31	迪庆藏族自治州德钦县、香格里拉县和四川甘孜藏族自治州得荣县交界地区	5.9	10	11.2	36	3	6.2	6900	390
10-31	前郭尔罗斯蒙古族自治县	5.5	8	3.5	12		1.5	178	190
11-03	前郭尔罗斯蒙古族自治县	4.5	10		13				
11-16	昆明市东川区、曲靖市会泽县、四川省凉山彝族自治州会东县交界	4.5	13	1.13			0.79	6	3.96
11-20	佳木斯市桦南县、七台河市勃利县交界	4.7	9				0.001		
11-23	松原市乾安县、前郭尔罗斯蒙古族自治县	5.3 5.8 5.0	8	15.1			11.8	40000	1250
11-24	新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州且末县	5.6	10	0.3			0.12	10	25
11-28	云南省大理白族自治州祥云县	4.6	10	12.1	12		5	100	220
12-01	新疆维吾尔自治区阿克苏地区柯坪县	5.3	9	1.4			0.12		27
12-16	湖北省恩施土家族苗族自治州巴东县	5.1	5	3	6		1.8	100	37

注:表中统计数据未包括香港特别行政区、澳门特别行政区和台湾省。

3.2 2013年各省区地震灾害损失的差异分析

由于自然地理特征、人口集中程度、城镇布局、社会经济发展水平以及对灾害的抵抗能力在区域之间

的差异性,地震灾害损失的区域性差异十分显著^[13]。2013年我国地震灾害造成的直接经济损失的地域差异非常明显(图5)。

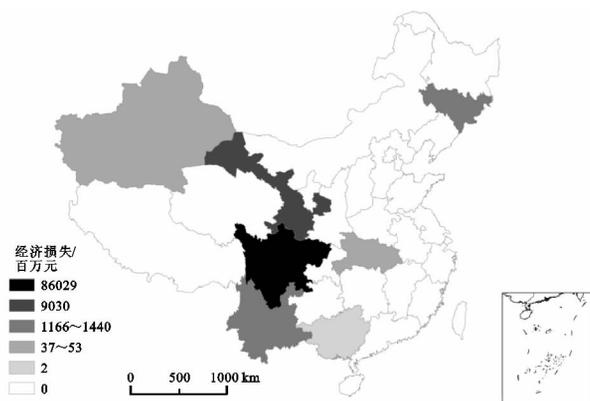


图5 2013年各省区地震造成的直接经济损失

由于芦山地震和定西地震所释放的巨大能量,四川、甘肃两省的经济损失非常严重,两省的人员伤亡也超过了年内由地震引起人员伤亡的90%,均远远超过其它省份。吉林与云南中强震不断,因而经济损失也较为严重。湖北省由于受到巴东县地震的影响,经济损失也相对严重,接近于地震频发的新疆维吾尔自治区。虽然西藏与青海的地震频次较高、释放能量大,但该地区地广人稀,社会经济发展落后,因而造成的人员伤亡与经济损失都很少。

对比2013年地震灾害在各省区的释放能量和所造成的经济损失可知,地震释放能量的大小是经济损失的重要影响因素,区域的经济水平也是造成震灾经济损失差异的主要原因^[14],即在空间上,由于各灾区的经济发展水平不同,地震在相同的震源深度释放相同能量所造成的灾害损失存在着地区差异性^[15]。

由此可见,2013年地震灾害最严重的省区为四川省与甘肃省,云南省、吉林省和新疆维吾尔自治区也应该加大防范力度,做好长期防御地震的准备工作,最大程度实现防震减灾。

4 结论

本文基于对2013年我国地震发生频次及受灾情况的统计,系统分析了地震发生的时空分布特征,并探讨了各省地震释放能量与地震灾害损失的差异性。主要结论如下:

(1) 2013年我国大陆地区中强震异常活跃,4.0级以上地震共计177次,造成严重破坏的地震灾害事件共20次,导致死亡人口约347人,受灾人口约351万人次,房屋损坏240.5万间,造成直接经济损失约977.57亿元。

(2) 强震的余震次数对4.0级以上地震频次的年内分布具有较大影响,地震能量年内分布受控于强震。地震频次在空间上呈现明显的地域分异特征,具

有西密东疏的特点,特别是南北地震带上强震活跃。四川、云南及其交界地带是地震发生频次最多的区域。大多数省区的震级分布特征均为弱震数量多,强震数量少。

(3) 地震在我国各省区所释放能量有明显差异,因而成的直接经济损失的地域差异非常明显,但经济损失也与区域经济发展水平有关。四川、甘肃是受灾最严重的省区,云南、吉林中强震多,经济损失也较大。

参考文献:

- [1] 张培震,邓起东,张竹琪,等. 中国大陆的活动断裂、地震灾害及其动力过程[J]. 中国科学:地球科学,2013,43(10):1607-1620.
- [2] 中华人民共和国民政部. 四川省芦山“4·20”7.0级强烈地震造成193人死亡25人失踪12211人受伤[EB/OL]. <http://jzs.mca.gov.cn/article/zhjz/gzdt/201304/20130400447622.shtml>, 2013-04-23/2014-03-20.
- [3] 中华人民共和国民政部. 甘肃岷县漳县6.6级地震造成95人死亡26.8万人紧急转移安置[EB/OL]. <http://jzs.mca.gov.cn/article/zqkb/zqhz/201307/20130700492299.shtml>, 2013-07-24/2014-03-20.
- [4] 中华人民共和国民政部. 民政部国家减灾办发布2013年全国自然灾害基本情况[EB/OL]. <http://preview.jzs.mca.gov.cn/article/zjz/gzdt/201312/20131200571067.shtml>, 2014-01-04/2014-03-20.
- [5] 中华人民共和国民政部. 国家减灾办发布2013年中国十大自然灾害事件[EB/OL]. <http://preview.jzs.mca.gov.cn/article/zjz/gzdt/201312/20131200571067.shtml>, 2014-12-31/2014-03-20.
- [6] Bath M. Introduction to Seismology [M]. Boston; Stuttgart; Birkhauser Verlag Basel, 1979.
- [7] 潘懋,李铁峰. 灾害地质学[M]. 北京:北京大学出版社,2012.
- [8] 李奋生,李勇,颜照坤,等. 中国西部地区7级以上地震时空分布特征[J]. 科技创业月刊,2012(4):144-146.
- [9] 杨格格,杨艳昭,游珍,等. 中国陆域地震灾害的时空分布格局[J]. 地球科学进展,2011,26(5):548-555.
- [10] 黎明晓,薛艳,李纲,等. 2013年震情述评[J]. 中国地震,2014,30(1):132-141.
- [11] 高立新. 中国松辽盆地构造环境及东北地区地震活动特征分析[J]. 地震,2008,4(28):59-67.
- [12] 高立新. 中国东北地区地震活动的动力背景及其时空特征分析[J]. 地震,2011,31(1):41-51.
- [13] 赵洪声,和宏伟,张立等. 云南地震灾害特征分析[J]. 内陆地震,2001,15(1):11-22.
- [14] 汤泉. 我国近期地震灾害经济损失特征研究[J]. 灾害学,1994,9(4):35-39.
- [15] 周光全,施卫华,毛燕. 云南地区地震灾害损失的基本特征[J]. 自然灾害学报,2003,12(3):81-86.