

全球地震灾害发展趋势综述¹

贾哈曦 林均岐 刘金龙

(中国地震局工程力学研究所, 中国地震局地震工程与工程振动重点实验室, 哈尔滨 150080)

摘要 基于 EM-DAT (OFDA/CRED) 国际灾害数据库及美国地质勘探局 (USGS) 给出的数据, 提取全球 1970—2018 年干旱、地震、极端温度、极端气候、洪水、滑坡、火山活动、火灾和块体运动 9 种自然灾害的相关数据, 并进行综合分析, 着重分析死亡人数和经济损失。分析结果表明, 21 世纪以来地震灾害造成的损失最大。此外, 2000—2017 年全球重大地震尤其是 9 次特大地震的分析结果显示, 可有效减轻地震灾害损失的措施至少包括建立地震预警机制、建设韧性城乡、建立完善的风险排查机制。

关键词: EM-DAT 数据库 死亡人数 经济损失 地震 自然灾害

引言

突发事件对经济和社会的影响较大。由于自然灾害具有难预测、破坏性较大、波及范围广等特点, 即使其发生次数仅占突发事件总数的 38.34%, 但所致死亡人数却占 80.29% (张霞, 2015)。而地震是造成人员伤亡最多的自然灾害 (冯蔚等, 2016), 如 1976 年唐山大地震造成近 25 万人死亡 (马宝民, 2009)。自然灾害会导致巨大的经济损失和人员伤亡。出现频次较高的自然灾害主要包括干旱、地震、极端温度、极端气候、洪水、滑坡、火山活动、火灾和块体运动 (周洪建, 2017), 本文基于 EM-DAT (OFDA/CRED) 国际灾害数据库和美国地质勘探局 (USGS) 给出的数据, 分析上述 9 种自然灾害的年度趋势及其导致的经济损失和人员伤亡情况, 并着重分析 21 世纪以来的重大地震灾害, 由此进一步分析可减轻地震灾害损失的可能方法, 为防灾减灾决策和政策措施制定提供参考。

1 资料来源

1988 年, 灾害流行病学研究中心在世界卫生组织和比利时政府的支持下创立 EM-DAT 国际灾害数据库。该数据库的主要作用是在国家和国际两级进行人道主义服务, 并在灾害准备决策、易损性评估和确定优先事项方面提供客观基础。EM-DAT 数据库包含从 1900 年至今全球 2 万多次大规模灾害发生及影响的核心数据, 数据来自联合国机构、非政府组织、保险公司、研究机构和新闻机构等。USGS 提供各种开源数据, 包括自然灾害及其他地质方面的资料。本文研究的 9 种自然灾害及重大地震灾害相关资料主要来源于 USGS 网站。

¹ 基金项目 国家重点研发计划 (2018YFC1504401)

[收稿日期] 2019-04-04

[作者简介] 贾哈曦, 女, 生于 1995 年。硕士研究生。主要从事生命线工程抗震研究。E-mail: jiahanxi1995@163.com

2 全球自然灾害发展述评

直至 1970 年人们才开始认同灾害风险是自然灾害的直接后果，此后开始逐渐重视灾害风险管理 (Ilan 等, 2018)。本文统计结果如图 1 所示, 由图 1 可知, 自然灾害的发生频次总体呈上升趋势, 其中洪水和极端气候发生的频次较高, 虽呈上升趋势, 但造成的影响却不是最大的。图 2 所示为 1900—2015 年 9 种自然灾害造成的死亡人数, 由图 2 可知, 1900—1909 年、1920—1929 年、1940—1949 年、1960—1969 年、1980—1989 年由干旱所造成的死亡人数占比最大, 而 2000 年后由地震造成的死亡人数最多, 仅 2008 年汶川地震造成 6 万多人死亡 (中国地震局震灾应急救援司, 2015)。自然灾害虽造成的死亡人数较多, 但整体呈递减趋势。尤其是 1950—1959 年, 死亡人数较 1940—1949 年下降近一半。一百多年来, 亚洲因自然灾害导致的死亡人数最多, 占 93.4%, 远远高于世界其他地区。图 3 所示为 1980—2018 年每年全球自然灾害导致的经济损失, 因年代久远的自然灾害经济损失情况差异较大, 因此只统计分析近 30 年的情况。

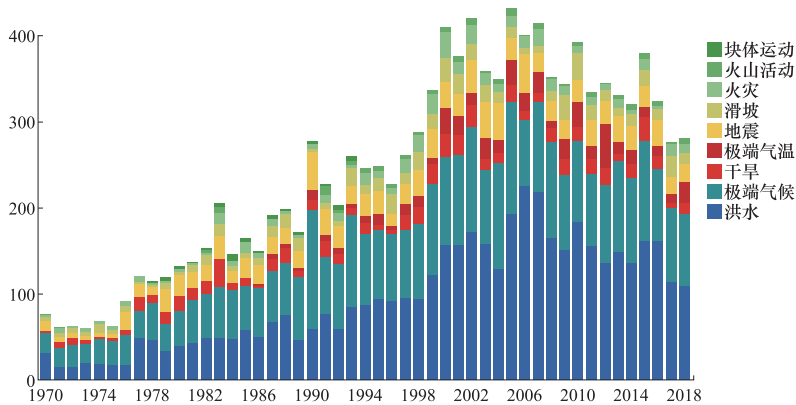


图 1 1970—2018 年全球自然灾害发生频次

Fig.1 The number of global natural disasters from 1970-2018

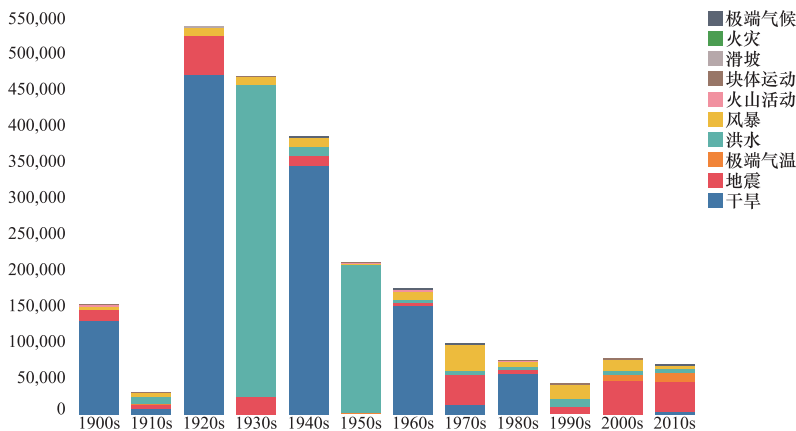


图 2 全球自然灾害年平均死亡人数 (1900—2009 年为 10 年平均死亡人数, 2010—2015 年为 6 年平均死亡人数)

Fig.2 The number of global deaths from natural disasters, per year (this is given as the annual average per decade, by decade 1990s to 2000s; and then six years from 2010-2015)

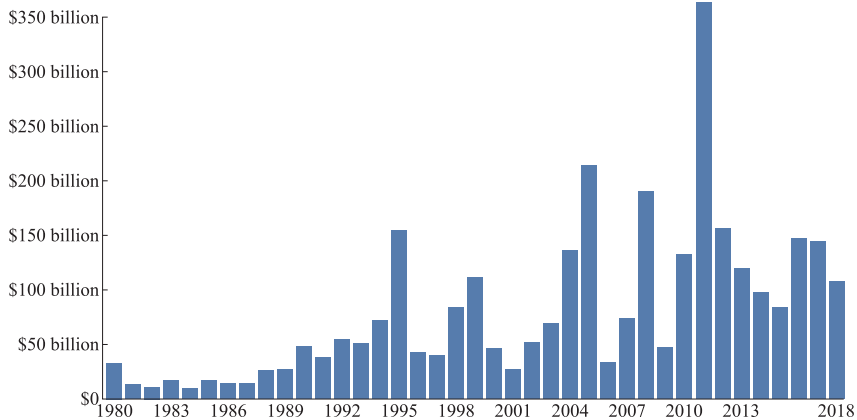


图 3 全球自然灾害经济损失

Fig.3 Global damage costs from natural disasters

1986—2002 年自然灾害影响人数较多,且发生频次较高,其中大部分年份与 20 世纪末、21 世纪初的拉尼娜现象与厄尔尼诺现象大体吻合(龚道溢等,1999)。1987 年印度发生的洪水灾害受灾人数高达 1800 万人,影响最大。1998、1991 年全球厄尔尼诺现象特别明显(龚道溢等,1999),导致自然灾害频发,造成严重的经济损失和人员伤亡。根据资料显示,全球自然灾害在 1980—1989 年造成的年均经济损失高达 200 亿美元,在 1990—1999 年间增长到 400 亿美元,2000 年后个别年份的经济损失已超过 2000 亿美元。虽然自然灾害造成的经济损失和出现频率并不稳定,但总体呈上升趋势,主要因为:经济不断发展;科技迅速发展;信息获取来源可靠度提高;EM-DAT 数据库不断完善(蒋卫国等,2006),可能导致数据动态变化。随着时间的发展,重大自然灾害造成的死亡人数和受影响人数波动幅度较大,但未呈现出明显的上升趋势,主要因为灾害防御和应急响应体系不断完善及医疗卫生水平的逐步提高。1998 年是自然灾害造成死亡人数最多的一年,其中中国洪水灾害造成的死亡人数最多,导致的受灾人数也较多(见图 2)。

3 2000—2017 年重大地震灾害

2000 年后地震导致的死亡人数最多(见图 2),因此对 2000 年后的重大地震灾害进行分析。重大地震数据来源于 USGS,USGS 定义造成巨大破坏的地震为重大地震事件,至少满足以下标准之一:死亡人数大于等于 10 人;达到中等破坏程度(经济损失 100 万美元或以上);震级大于等于 7.5 级;修正烈度值大于等于 X 度或产生海啸。图 4 所示为 2000—2017 年中国、美国、日本和全球地震死亡人数的对比,由图 4 可知,2008 年中国由于发生汶川 8.0 级大地震,造成的死亡人数与全球地震死亡人数接近;2011 年日本发生 9.0 级大地震,并引发巨大海啸,导致福岛核电站泄露,死亡人数近 30000 万,此次地震为全球史上第五大地震。美国和日本分别作为全球和亚洲发达国家的代表,都是地震多发的国家,但地震死亡人数少于中国,可见中国等发展中国家抵御地震的能力低于发达国家(Cuaresma 等,2008)。

选取 2000—2017 年典型特大地震进行分析(见表 1),包括日本及印度、中国和尼泊尔等。共列举以下 8 次特大地震:2001 年印度 7.8 级地震(孙振凯等,2001)、2003 年伊朗 6.5

级地震（陈学忠，2004；Fu 等，2012）、2004 年印度洋 9.0 级地震（林均岐，2005；柯长青，2006）、2005 年巴基斯坦 7.6 级地震（曲国胜等，2008）、2008 年中国汶川 8.0 级地震（李小军等，2008；谢礼立，2009）、2010 年海地 7.3 级地震（李亦纲，2010）、2011 年日本东海岸 9.0 级地震（冯蔚等，2012；韩雅楠，2012；邵志刚等，2016；Hayes，2011）、2015 年尼泊尔 8.1 级地震（OCHA 官方网址，2015）。

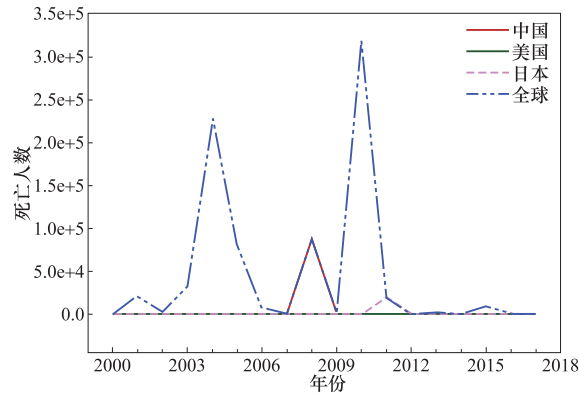


图 4 中国、美国、日本及全球 2000—2017 年地震死亡人数对比

Fig. 4 Comparison of earthquake deaths between China and the United States, Japan and the world from 2000-2017

表 1 2000—2017 年全球典型特大地震

Table 1 Typical global earthquake of 2000—2017

日期	国家	震级	经济损失	死亡人数	特点（包括人口密集情况、震区经济状况、次生灾害、建筑物情况、民众抗灾防灾意识情况、国家应急救援能力等）
2001 年 1 月 26 日	印度	M_w 7.8	约 133.3 亿美元	约 2 万人	震中地区最大的城市仅有 15 万人，人口密度 245 人/km ² ，不属于人口密集地区；印度第 2 个经济发达地区；无次生灾害；建造质量不达标且大部分未设置相应的抗震设防措施；无家可归人口 100 万，受影响人口 1698 万；印度政府在应急响应方面的准备不够充分，对灾情的实时评估不准确；缺乏应急反应预案和救灾防灾体系；缺乏受过专业训练的应急救援队伍
2003 年 12 月 26 日	伊朗	M_w 6.5	约 10 亿美元	约 4 万人	极震区为旅游城市，人口密度高；经济落后；滑塌 6000 多处，土体滑坡 70 多处；建筑物抗震性能差，大多无法抵御地震，地基条件差，震中巴姆城约有 90% 的建筑被毁；当年伊朗地震不断，人民抗震意识差，政府抗震宣传不够；政府缺乏相应的救援能力；缺乏完整的应急救援队伍和机制
2004 年 12 月 26 日	印尼 苏门 答腊	M_w 9.0	约 42 亿美元 (印尼)	约 20 万人	受灾地区人员密集，很多地区为旅游城市；地震产生近 10m 的海啸；受灾人口近 30 万；受灾最严重的印度尼西亚约 13 万间房屋被损毁，约 60 万人无家可归；印度洋沿岸国家不具备海啸预警系统；涉及国家众多，如印度尼西亚、马来西亚、斯里兰卡和泰国等
2005 年 10 月 8 日	巴基 斯坦	M_w 7.6	超过 100 亿美元	约 8 万人	国家相对落后，政治因素导致应急救援水平不高；克什米尔首府接近 70% 的房屋倒塌，大多数建筑物无抗震措施；大量土体、边坡、山体及几万个滑坡体分散在灾区各处；从未进行防灾抗灾演习，居民缺乏危机防范意识

续表

日期	国家	震级	经济损失	死亡人数	特点（包括人口密集情况、震区经济状况、次生灾害、建筑物情况、民众抗灾防灾意识情况、国家应急救援能力等）
2008 年 5 月 12 日	中国	M_w 8.0	约 1200 亿美元	约 7 万人	震中区域属于人口密集地区；震区经济状况相差较大，导致灾情不同；次生灾害特别是伴生的地质灾害严重，如崩塌、滑坡、泥石流等地质灾害及其隐患点 13000 余处，较大的堰塞湖 35 处；796.7 万间房屋倒塌，大部分建筑物受过抗震设计；受灾人口接近 5 千万人，其中一半以上人口在地震发生后没有房屋可居住；地震危险性评估能力仍处于较低水平
2010 年 1 月 12 日	海地	M_w 7.3	数亿美元	约 22 万人	震中位于人口较密集的城市地区；经济落后；建筑物质量较差，以框架填充墙和未加固的砌体房屋为主，造成大量建筑物倒塌和人员伤亡；极度贫困地区人民以温饱为本，防灾意识薄弱；政府没有相应的应急救援体系
2011 年 3 月 11 日	日本	M_w 9.0	约 3000 亿美元	约 1 万人	经济发达；次生灾害包括海啸、滑坡和核电站泄漏等；震后 3 分钟启动海啸预警；长期对民众进行深刻、持久的防灾教育，民众防灾意识强；拥有较完善的应急救援体系
2015 年 4 月 25 日	尼泊尔	M_w 8.1	约 70 亿美元	约 0.8 万人	灾区人口密度较稀疏；经济落后；次生灾害包括滑坡和崩塌等；约 50 万间房屋毁坏，建筑施工质量差，几乎未采取抗震设防措施；地震造成 800 万人受灾；民众应急意识薄弱；专业救援人员和物资缺乏，首都机场的停机位不足 10 个，严重延缓国际救援的速度

2001 年印度地震时，救援人员在空中观察受灾地区的村庄和城镇破坏情况，并通过使用航空照片协助救援（孙振凯等，2001），可整体把控实时灾情，且有利于做出应急决策，迅速确定需投入的救援人力、物力。但印度对震级的测定不准确，对死亡人数的估计不到 1000 人，远小于实际死亡人数，导致应急救援工作迟缓，大大增加了伤亡人数和经济损失。将 2003 年伊朗地震与美国加利福尼亚州发生的 3 次大地震（1989 年洛马普列塔 6.9 级地震、1994 年北岭 6.7 级地震和 2003 年帕索罗夫莱斯 6.3 级地震）进行对比，美国地震震级比伊朗地震高，但死亡人数仅有 125 人。自 1950 年以来，经济滞后国家的地震平均死亡率几乎未发生变化，而经济发达国家的地震平均死亡率下降 90%。2004 年印度洋地震时，美国某官员曾想发布海啸警告，但受灾地区未建立官方海啸预警系统，最终无法提醒当地民众迅速离开危险地带，从而酿成重灾。故需尽快建立全球海啸预警系统（Schiermeier 等，2005），完善灾害预警机制，以有效防止悲剧的发生。在受灾民众中，有些人已看到巨浪越来越近，但并未意识到即将到来海啸或意识到之后逃离速度缓慢，以致被海浪卷走丧生（梁凯利，2005）。说明人们在平时缺乏对海啸等其他灾害预防的认识，如何使民众普及抗灾防灾的知识是国际性的重要任务。地震导致道路和桥梁大量破坏，严重影响应急救援工作，可见灾后紧急救援期间生命线系统的重要性（林均岐，2005）。政府应加强在救灾工作中的作用，防止灾后政府工作停滞，增加生命财产损失（林均岐，2005）。在 2005 年巴基斯坦地震、2010 海地大地震和 2015 年尼泊尔地震中，居民严重缺乏防灾抗灾意识，从未进行过地震演练，且建筑的抗震性能极差，大大增加了人员伤亡数量（曲国胜等，2008）。2008 汶川地震后谢礼立（2009）指出：“预防为主”的宗旨是要将一切可以减轻灾害的有效措施做在灾害发生之前，一旦发生易导致灾害的自然现象时能尽量减少、甚至杜绝损失，特别是人民的生命和健康的损失。防灾措施一般有灾前的措施和灾后的措施两类，前者如进行有效抗震设防、加固抗震能力薄弱的建筑、普及大众的科学知识，做好应急预案和应急准备等，后者则有震后的生命救援，安置和援助受灾民众以及各种救灾和恢复重建等工作。要防止、减轻和杜绝灾害损失就是要强调做好灾前的

措施,灾前的措施做好了,自然灾害的损失就会大大的降低,甚至可以不用或少用灾后的措施。灾后的减灾措施无疑是十分必要的,但灾后的措施应该只是一种补充的措施”。2011 日本大地震中,民众受过长期深入持久的防灾抗灾教育,使得地震、海啸和核电站泄漏三重灾害加在一起的人员伤亡数量远少于落后国家发生同等或更小的灾害造成的死亡人数。日本等发达国家认识到造成地震灾害和损失的根本原因是建筑物抗震能力的不足,因此普遍重视提高和增强建筑物的抗震能力(谢礼立,2009)。

4 结论与讨论

本文基于 EM-DAT 国际灾害数据库和 USGS 给出的数据,对近百年全球 9 种自然灾害进行统计分析。2000 年前地震造成的损失并不是最大,但 2000 年后地震造成的经济损失和人员伤亡在 9 种自然灾害中均为最多,因此重点分析 2000—2017 年 8 次重大地震灾害。对于个人,应提升防灾抗灾意识;对于政府,应不断完善发展应急机制和防灾工程。综上,得出以下有利于减轻地震灾害损失的措施:

(1) 建立地震预警机制。有针对性和有预见性地采取措施,降低破坏程度,从而实现防患于未然的目的。如地震波传播需要一定时间,在地震发生的第一时间通知邻近地区,可有效降低各类损失。当地震次生灾害到来之前,若有完善的预警措施将大大降低人员伤亡。

(2) 建设韧性城市。由于建筑物倒塌是导致人员伤亡和经济损失的主要原因(贾晗曦等,2019),因此传统地震工程主要关注增强建筑物的抗震能力。而现在,地震韧性城市已成为国内外防震减灾工作的共识(陆新征等,2017)。建设韧性城市首先需充分开展学科交叉,利用社会学、经济学和工程学的专业知识进行规划;其次完善信息公开共享机制;最后建立综合考虑功能需求和动态成本管理的基于韧性的抗震设计方法,研发能保障震后功能、减少地震损失的新型建筑工程体系(陆新征等,2017)。

(3) 建立完善的风险排查机制。开展地震工程灾害风险排查工作可综合评估灾害风险隐患和防御能力,主要包括如下内容:基于工程建设标准和设计资料进行核查;进行工程结构检测和危险山体排查等工作;建立完善应急处置预案及相关法律法规,完善应急监测手段,建立应急信息网等。

参考文献

- Fu B. H., Ninomiya Y., Lei X. L., et al., 2012. 用 ASTER 三维影像观测引发 2003 年 6.6 级伊朗巴姆地震的活
动断裂. 地壳构造与地壳应力, **28** (2): 1—7.
- 曹继平, 2014. 全球巨灾趋势及其对世界保险业的影响. 成都: 西南民族大学.
- 陈学忠, 许建东, 2004. 2003 年 12 月 26 日伊朗巴姆地震. 国际地震动态, (2): 21—23.
- 冯蔚, 李卫平, 赵荣国, 2012. 2011 年全球地震活动性和地震灾害概要. 国际地震动态, (8): 9—12.
- 冯蔚, 朱林, 侯建盛等, 2016. 2014 年全球地震灾害概要. 震灾防御技术, **11** (2): 420—426.
- 龚道溢, 王绍武, 1999. 近百年 ENSO 对全球陆地及中国降水的影响. 科学通报, **44** (3): 315—320.
- 高孟潭, 周本刚, 潘华, 2008. “5·12”汶川特大地震灾害特点及其防灾启示. 震灾防御技术, **3** (3): 209—
215.
- 韩雅楠, 2012. 浅析日本民族的防灾教育——以 2011 年日本大地震为视点. 吉林广播电视大学学报, **127**
(7): 106—107.

- 贾哈曦, 林均岐, 刘金龙, 2019. 建筑结构地震易损性分析研究综述. 震灾防御技术, **14** (1): 42—51.
- 蒋卫国, 李京, 王琳, 2006. 全球 1950—2004 年重大洪水灾害综合分析. 北京师范大学学报(自然科学版), **42** (5): 530—533.
- 柯长青, 2006. 印度洋地震海啸 (2004-12-26) 及其对中国的警示. 中国地质灾害与防治学报, **17** (4): 91—96.
- 李小军, 于爱勤, 甘朋霞等, 2008. 汶川 8.0 级地震北川县城城区灾害调查与分析. 震灾防御技术, **3** (4): 352—362.
- 李亦纲, 2010. 海地地震国际救援. 国际地震动态, (11): 27—30, 7.
- 梁凯利, 2005. 2004 年 12 月 26 日印尼 8.7 级地震综述. 国际地震动态, (1): 1—5.
- 林均岐, 2005. 2004 年 12 月 26 日印度尼西亚地震海啸灾害考察. 地震工程与工程振动, **25** (2): 30—33.
- 陆新征, 曾翔, 许镇等, 2017. 建设地震韧性城市所面临的挑战. 城市与减灾, **115** (4): 29—34.
- 马宝民, 2009. 分析汶川“5·12”震害 探求房屋“大震不倒”途径. 震灾防御技术, **4** (1): 1—11.
- 曲国胜, 黄建发, 李小军等, 2008. 南亚 (巴基斯坦)地震灾害分布及成因分析. 震灾防御技术, **3** (1): 85—94.
- 邵志刚, 王芑, 李海艳, 2016. 2011 年日本 M_w 9.0 地震相关研究综述. 地震, **36** (4): 1—21.
- 孙振凯, 张洪由, 梁凯利, 2001. 2001 年 1 月 26 日印度古吉拉特邦 7.8 级地震综述. 国际地震动态, (3): 18—24.
- 谢礼立, 2009. 2008 年汶川特大地震的教训. 中国工程科学, **11** (6): 28—35, 88.
- 张霞, 2015. 全球重大突发事件发生规律及对中国的启示. 太原: 太原科技大学.
- 中国地震局震灾应急救援司, 2015. 2006~2010 年中国大陆地震灾害损失评估汇编. 北京: 地震出版社.
- 周洪建, 2017. 当前全球减轻灾害风险平台的前沿话题与展望——基于 2017 年全球减灾平台大会的综述与思考. 地球科学进展, **32** (7): 688—695.
- Col J. M., 2007. Managing disasters: The role of local government. *Public Administration Review*, 67(S1):114—124.
- Cuaresma J. C., Hlouskova J., Obersteiner M., 2008. Natural disasters as creative destruction? Evidence from developing countries. *Economic Inquiry*, **46**(2): 214—226.
- Hayes G. P., 2011. Rapid source characterization of the 2011 M_w 9.0 off the Pacific coast of Tohoku Earthquake. *Earth Planets & Space*, **63**(7):529—534.
- Ilan N., Rio Y., 2018. Economic vulnerability and resilience to natural hazards: A survey of concepts and measurements. *Sustainability*, **10**(8):2850.
- COHA 官方网址, 2015. Nepal earthquake. (2015-05-15). [http:// www.unocha.org/ Nepal](http://www.unocha.org/Nepal).
- Schiermeier Q., 2005. Tsunamis: A long-term threat . *Nature*, **433**(7021):4.

The Review of Serious Earthquake Across the Globe

Jia Hanxi, Lin Junqi and Liu Jinlong

(Institute of Engineering Mechanics, China Earthquake Administration, Key Laboratory of Earthquake Engineering and Engineering Vibration, Harbin 150080, China)

Abstract Based on data from the EM-DAT (OFDA / CRED) International Disaster Database and the United States Geological Survey (USGS), this study extracts nine kinds of natural disasters from drought, earthquake, extreme temperature, extreme climate, flood, landslide, volcanic activity, fire and block movement in the world from 1970 to 2018, and conducts a comprehensive analysis of all data, focusing on the death toll and economic loss. The analysis results show that the earthquake disasters have caused the greatest losses since the 21st century. In addition, the results of major global earthquakes in 2000-2017, especially the nine major earthquakes, exhibit that measures that can effectively reduce the loss of earthquake disasters include at least the establishment of earthquake early warning mechanisms, the construction of resilient urban and rural areas, and the establishment of comprehensive risk screening mechanisms.

Key words: EM-DAT database; Fatalities; Economic losses; Earthquakes; Natural disasters