

陈洪滨, 范学花. 2012. 2011年极端天气和气候事件及其他相关事件的概要回顾 [J]. 气候与环境研究, 17 (3): 365-380, doi: 10.3878/j.issn.1006-9585.2012.12070. Chen Hongbin, Fan Xuehua. 2012. Some extreme events of weather, climate, and related phenomena in 2011 [J]. Climatic and Environmental Research (in Chinese), 17 (3): 365-380.

2011年极端天气和气候事件及其他 相关事件的概要回顾

陈洪滨 范学花

中国科学院大气物理研究所中层大气与全球环境探测重点实验室, 北京 100029

摘 要 2011年世界各地极端天气事件频发。1月, 朝鲜半岛经历1945年来最长的寒潮天气; 同期, 强暴风雪袭击美国, 1亿人受影响; 4月8日, 持续干旱大风导致德国北部小镇遭遇沙尘暴; 7~10月的季风强降水致使泰国遭遇自1942年以来最严重的洪灾; 高温少雨致使东非地区、南美洲地区的古巴经历严重干旱; 9月北极海冰的体积达历史最小。5~9月, 我国平均高温日数为1961年以来历史同期次多, 多地刷新高温历史极值; 2011年我国平均年降水量创60年来最低, 多地遭遇严重干旱; 而华西和黄淮经历异常严重秋汛。

关键词 2011年 极端天气和气候 全球变化

文章编号 1006-9585 (2012) 03-0365-16 **中图分类号** P429 **文献标识码** A

doi:10.3878/j.issn.1006-9585.2012.12070

Some Extreme Events of Weather, Climate, and Related Phenomena in 2011

CHEN Hongbin and FAN Xuehua

Key Laboratory for Middle Atmospheric and Global Environment Observation, Institute of Atmospheric Physics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029

Abstract Extreme events of weather and climate happened frequently over the world in 2011. The longest cold snap since 1945 impacted the Korean peninsula in January. At the same time, the strong winter storm with snowy weather impacted 100 million people across the United States. Storms and heavy monsoonal rains from July to October contributed to the worst flooding in Thailand since 1942. Crippling drought gripped East Africa and Cuba in South America. A freak sandstorm driven by extremely dry conditions and strong winds swept across the town of Rostock in the northern part of Germany on 8 April. Arctic sea-ice volume was estimated at a new lowest record in September. The number of high temperature days in China during the period of May to September in 2011 ranked the second since 1961 and the maximum temperature records were broken in many stations. The annual precipitation is the lowest in recent 60 years, which led to the extreme drought in many regions of China. Severe autumn flood happened in western China and Huanghe River - Huaihe River basins.

Key words 2011, extreme weather and climate, global change

收稿日期 2012-03-06 收到, 2012-04-19 收到修定稿

资助项目 国家自然科学基金重点项目“青藏高原平流层-对流层物质交换过程研究”(40830102)

作者简介 陈洪滨, 男, 1960年出生, 博士, 研究员, 主要从事大气遥感和大气物理方面的研究。E-mail: chb@mail.iap.ac.cn

1 引言

2011 年全球（包括海洋和陆地）平均气温比 1961~1990 年 30 年的平均气温（ 14°C ）高（ 0.40 ± 0.09 ） $^{\circ}\text{C}$ ，虽然低于 2010 年全球的平均气温，但也是 1880 年有记录以来第 11 个最热年。2002~2011 年全球 10 年平均气温比 20 世纪最热的 10 年（1991~2000 年）平均气温高 0.21°C （WMO, 2012）。

2011 年全球经历 60 年来最强的 La Niña 年，各种极端天气和气候事件在世界各地频发：非洲东部经历 60 年来最严重干旱；百年一遇暴雨袭击韩国首尔；巴基斯坦 820 万人遭受洪灾；2011 年也是美国龙卷风造成人员伤亡最惨重的一年。2011 年我国灾害性天气的特点为干旱影响区域广、长江中下游地区强降雨集中、城市暴雨影响大、华西和黄淮等地秋汛显著、南方地区高温天气明显、局地强对流天气影响较重（http://www.cma.gov.cn/2011zwxx/2011zyjgl/201203/t20120305_163510.html [2012-03-05]）。

2 极端天气和气候事件

2.1 高温热浪、干旱和火灾

2011 年我国气温总体偏高，高温天气明显。5~9 月，全国平均高温日数（ 10.3 d ）较常年同期（ 6.9 d ）偏多，为 1961 年以来历史同期次多，仅次于 2010 年。南方大部分地区高温日数偏多 5~20 d，局地偏多 20 d 以上。南方地区在 7 月 1~8 日、7 月 20 日~8 月 5 日和 8 月 8~23 日出现了 3 次大范围持续性高温天气过程，其中 8 月 8~23 日过程是 2011 年最严重的一次高温天气过程，该过程覆盖了江淮、江南、华南及四川盆地等地的 16 个省（区、市），四川和贵州有 18 个县市日最高气温突破有气象记录以来的历史极值，四川叙永连续 9 d 日最高气温超过 40°C ，贵州赤水连续 7 d 超过 40°C ，同时四川东部和重庆大部高温日数达到 10~15 d，重庆、四川东南部等地的高温持续时间为 1961 年以来历史同期最长（<http://www.cma.gov.cn/> [2012-03-05]）。

7 月末，极端热浪侵袭高加索地区和中东部

分地区。7 月 31 日，亚美尼亚的梅格里最高气温 43.7°C ，打破该国的历史最高记录。阿塞拜疆多个观测站最高气温也打破记录。7 月末至 8 月初，伊朗、科威特多地最高气温超过 50°C 。7 月 27 日，伊朗欧米蒂耶（Omidieh）最高气温达 52.6°C 。8 月 3 日，科威特米特巴哈（Mitribah）最高气温达到 53.3°C （<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-08-05]）。

2011 年欧洲中部和西部经历异常热的春季和秋季，多地 4 月的最高气温就攀升至 $25\sim 30^{\circ}\text{C}$ ；10 月，英国、丹麦和斯洛伐克更是经历了热浪天气。4 月 9 日西班牙穆尔西亚（Murcia）最高气温达 37.4°C ，10 月 12 日西班牙赫雷斯（Jerez de la Frontera）最高气温达 36.5°C ，均打破历史同期记录（WMO, 2012）。

2011 年 2 月 6 日，新西兰提马鲁（Timaru）最高气温达 41.3°C ，是 1973 年以来的最高记录。2 月 11 日，阿根廷位于 47.73°S 的德赛阿多（Puerto Deseado）最高气温达 40.1°C ，是阿根廷超过 40°C 的最南边一个城市。

2011 年 12 月 25 日，南极地区记录了历史同期的最高温 -12.3°C ，打破 1978 年 12 月 27 日 -13.6°C 的最高记录，当日南极也发生了降雪，尽管南极是地球上最干的地区之一。2011 年南极地区的平均气温为 -26°C （<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2012-01-05]）。

2011 年 6 月初，美国东部地区经历异常高温天气，6 月 7 日，威斯康星州的密尔沃基（Milwaukee）最高气温达 36°C ，打破 1933 年 35°C 的最高记录。同日，田纳西州的孟菲斯（Memphis）最高气温达 37°C ，打破 1953 年 36°C 的最高记录。明尼苏达州的明尼阿波利斯（Minneapolis）最高气温 39°C ，打破 2004 年 35°C 的最高记录。这是该州自 1988 年 7 月 31 日来最热的一天，也是 69 年来的第二高温。7 月，美国东部 2/3 的地区遭遇热浪天气，有 78 个观测站最高气温打破记录，209 个观测站最低气温打破记录。北卡罗来纳州瑞利（Raleigh），7 月 20~24 日的最高气温均达 38°C ；22 日，新泽西州的纽瓦克（Newark）最高气温达 42°C 。高温热浪天气在美国大部分地区持续到了 8 月，最热的是美国南部，多地气温打破记录。8 月 3 日，阿肯色州的福特史密

斯 (Fort Smith) 最高气温达 46.1°C , 打破 1936 年 8 月 10 日 45°C 的最高历史记录。2011 年夏季 (截至 8 月末), 俄克拉荷马城有 58 d 气温超过 37.8°C ^①, 打破 1980 年 50 d 的记录。在德克萨斯州北部, 7 月 2 日~8 月 10 日达拉斯/沃思堡连续 40 d 气温超过 37.8°C 。截至 8 月 31 日, 达拉斯/沃思堡高温日数为 65 d, 仅次于 1980 年 69 d 的记录。此外, 当地有 53 d 最低气温高于 80°F (26.7°C)。2011 年 6 月 30 日~8 月 12 日, 德克萨斯州的韦科 (Waco) 连续 44 d 气温超过 37.8°C , 截至 8 月 16 日, 韦科的高温日数也有 64 d, 打破 1980 年 63 d 的记录。9 月上旬热浪天气继续影响美国南部, 9 月 13 日, 德克萨斯州威奇托福尔斯 (Wichita Falls) 记录 2011 年的第 100 个高温日, 打破了 1980 年 79 d 的记录。2011 年德克萨斯州经历 1895 年有气象记录以来最热的夏季, 俄克拉荷马州经历第二热的夏季 (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-10-05])。

2010 年 10 月 1 日至 2011 年 2 月 9 日, 我国华北大部、黄淮及江淮北部降水量不足 50 mm, 普遍较常年同期偏少 5~8 成, 其中山东南部、河北南部、河南东北部、安徽北部、江苏北部偏少 8 成以上。河北、山西、河南、山东、安徽、江苏平均降水量为近 41 年来历史同期最少, 河南、河北、山东等省共 27 站连续无降水日数达到或突破历史极值, 为近 41 年以来历史同期最重 (<http://www.cma.gov.cn/> [2012-03-05])。山东济宁从 2010 年 9 月 10 日至 2011 年 1 月 31 日, 长达 141 d 平均降水仅有 5.6 mm, 比常年偏少 95%, 是自 1951 年济宁有水文资料记载以来同时段降水最少的年份, 气象干旱达特大干旱等级 (<http://www.weather.com.cn/> [2011-01-13])。持续高温少雨致使广东多地旱情加重, 粤北超过 100 座山塘水库干涸见底。至 4 月 28 日, 广东省第三大水库——南水水库水位下降了 12 m 多, 而北江水位大幅下降也导致大量船舶搁浅 (<http://www.xn121.com/> [2011-04-30])。2011 年 1~5 月, 长江中下游地区降水异常偏少, 大部地区降水量较常年同期偏少 3 成以上, 湖北东部、湖

南中北部、江西中北部、江苏中南部、安徽中南部、浙江中北部及上海市较常年偏少 5~8 成。长江中下游 5 省 (湖南、湖北、江西、江苏、安徽) 平均降水量 260.9 mm, 较常年同期 (533.3 mm) 偏少 51.1%, 为 1951 年以来历史同期最少。长江中下游有 95% 的地区遭受气象干旱, 部分地区出现严重旱情, 其范围为近 60 年来同期最广 (<http://www.xinhuanet.com/> [2011-05-05])。2011 年 6 月中旬以来, 内蒙古大兴安岭林区持续高温干旱, 连续无降雨天气达 10 d 以上, 火险等级急剧升高, 且雷暴活动频繁。7 月 4 日, 大兴安岭北部原始林区乌玛林业局的乌源林场、伟建林场、阿尼亚林场和奇乾林业局的伊利吉气林场连续发生 5 起雷击森林火灾 (<http://www.xinhuanet.com/> [2011-07-07])。2011 年 1~7 月, 贵阳市平均降水量为 387.1 mm, 是贵阳市 1961 年有气象记录以来最少年份, 较常年偏少 48.9%, 尤其是 7 月就偏少 78.8%。2011 年 5~9 月, 贵州大部、重庆西部和南部、四川南部、云南东部、广西西北部较常年同期偏少 3~5 成, 局地偏少 6~8 成。四川、重庆、贵州、云南及广西 5 省 (区、市) 平均降水量为 595 mm, 较常年同期 (797 mm) 偏少 25%。进入 2011 年盛夏, 重庆平均降水量为 152.8 mm, 较常年同期偏少 38.2%。綦江、荣昌、长寿、涪陵、渝北等地不足 80 mm; 与常年同期相比, 荣昌、长寿降水偏少 7 成以上。万盛区、荣昌县降水量为当地有气象资料以来同期最少。8 月以来, 本处于主汛期的攀枝花遭遇反常干旱, 截至 8 月底, 该市累计降雨量比常年同期减少 32%~41%, 水库蓄水量比多年均值减少 38.5%, 部分地区出现人畜饮水困难 (<http://www.sichuandaily.com.cn/> [2011-09-11])。贵州、湖南降水量为 1951 年以来历史同期最少。7 月, 湖南全省平均降雨 32 mm, 较历年同期偏少 69%。据统计, 湖南全省 253 条溪河断流, 210 座水库干涸。截至 9 月 3 日, 贵州全省有 70 个县市出现重旱以上气象等级, 这是 1951 年有气象观测资料以来同期灾害影响面、受灾程度、灾害损失最大的旱灾 (<http://www.people.com.cn/> [2011

① $37.8^{\circ}\text{C}=100^{\circ}\text{F}$; 气温 $\geq 37.8^{\circ}\text{C}$, 华氏温度数值 ≥ 100 , 因此美国将高温日的气温阈值定为 37.8°C

-08-03])。

2011 年 1~4 月, 非洲东部干旱持续, 肯尼亚、索马里重旱。2011 年 7 月, 非洲合恩岛经历严重干旱, 索马里、埃塞俄比亚、肯尼亚、厄立特里亚、吉布提都受灾严重。连续两个季节缺乏有效降水, 致使当地经历自 1950 年以来最干的年份。干旱导致食物短缺, 据联合国统计: 非洲东部干旱导致 1100 万人食物短缺, 其中索马里就有 370 万。2011 年 2 月上半月, 澳大利亚西部遭遇干旱。2 月 6~8 日, 玻斯郊外干旱引发森林火灾, 71 幢建筑被烧毁, $64 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的大风加速了火势蔓延, 烧毁 15 km^2 土地 (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-03-05])。

2011 年 3 月德国少雨干旱, 经历 18 年来最干的 3 月, 同时也是 1881 年来第 7 个最干的月份。2011 年 4~5 月上旬, 英国遭受极端干旱天气。5 月 16 日, 干旱大风在英国引发森林野火, 英国消防局称, 此次野火是英国历史上最大的火灾。8 月末, 热浪袭击欧洲部分地区, 意大利北部最高气温达 35°C , 8 月 23~24 日高温造成 10 人死亡。撒丁岛卡尔博纳拉 (Carbonara) 海角最高气温达 47°C 。8 月 25 日, 炎热天气影响了瑞士、德国、法国、希腊、匈牙利、西班牙、克罗地亚、马其顿、塞尔维亚、黑山、阿尔巴尼亚等国。2011 年 10 月 1 日, 英国肯特 (Kent) 市格雷夫森德 (Gravesend) 郡最高气温达 29.9°C , 打破了 1985 年 10 月 1 日马奇剑桥 (March Cambridge) 郡 29.4°C 的最高记录。同日, 威尔士最高气温也达 28.2°C , 打破 1985 年 10 月 1 日 26.4°C 的最高记录。12 月欧洲中部和东部经历干旱, 多瑙河塞尔维亚段水位降至历史最低, 塞尔维亚和匈牙利边境有 80 艘货船搁浅。多瑙河保加利亚段水位也降至 70 年来的最低, 多地的水运被迫停止。多瑙河上游的奥地利和德国水运因干旱也受到影响, 奥地利的水运只有正常时期的 25%。同时, 捷克也经历了自 1775 年来最严重的干旱。波斯尼亚的塞拉耶佛 (Sarajevo) 等地饮用水都开始限量供应。

2011 年持续数月的干旱少雨, 导致古巴经历严重干旱。截至 4 月中旬, 该国部分地区的水库蓄水量仅为常年平均的 20%, 经历 50 年来最严重的旱灾。3 月底到 4 月中旬, 墨西哥北部发生大范

围火灾。由闪电引发的火灾在山区蔓延, 截至 4 月 18 日, 科阿韦拉州 (Coahuila) 990 km^2 土地被烧毁。异常干旱使得墨西哥的野火持续到了 5 月, 野火范围也不断扩大。截至 5 月 19 日, 过火面积 5300 km^2 , 是 13 年来最严重的火灾。

2010 年 9 月至 2011 年 2 月, 美国佛罗里达半岛降水量不到历史同期的一半, 干旱大风天气导致佛罗里达东部沿海发生 2 起森林大火, 烧毁 72.8 km^2 土地。数月来的高温少雨致使美国南部和西南部地区遭遇干旱, 亚利桑那州 62% 的地区遭遇中重度干旱, 旱情还影响了整个新墨西哥州。德克萨斯州 71.3% 的地区遭遇重旱, 该州中部 6 月降水量为 0, 2010 年 10 月至 2011 年 6 月, 降水量也仅为 4.6 mm , 这是该州历史上最干的 9 个月 (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-07-05])。高温干旱导致美国南部和西南部发生数次大的森林火灾。亚利桑那州阿帕奇 (Apache) 国家森林公园 5 月 29 日开始的大火 6 月 13 日发展成该州历史上最严重的火灾, 大火烧毁 2170 km^2 土地, 上万居民被迫撤离。6 月 12 日, 亚利桑那州的谢拉维斯塔 (Sierra Vista) 发生火灾, 过火面积 124 km^2 , 近 7000 居民被迫转移。6 月 20 日, 德克萨斯州东部的森林野火致使 1800 名居民撤离。6 月 26 日, 新墨西哥州的拉斯康查斯 (Las Conchas) 大火很快发展成该州历史上最大的火灾, 截至 7 月 6 日过火面积达 530 km^2 。2010 年 8 月至 2011 年 7 月, 美国德克萨斯州经历有记录以来最干的一年, 至 8 月 30 日整个州都遭遇了不同程度的干旱, 重旱区占了 81.8%。2010 年 11 月至 2011 年 7 月, 德克萨斯州干旱导致农业损失 52 亿美元, 超过 2006 年 41 亿美元的最高记录 (陈洪滨和范学花, 2007)。高温干旱在德克萨斯州和俄克拉荷马州引发多起森林野火 (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-09-05])。9 月初, 受热带风暴“李 (Lee)”带来大风的影响, 德克萨斯州又发生多起零星火灾。其中, 巴斯特罗普 (Bastrop) 郡的火灾, 过火面积达 138 km^2 , 烧毁 1600 处房屋。2010 年 11 月至 2011 年 9 月, 德克萨斯州过火面积达 $1.46 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。2011 年 11 月 18 日, 美国内华达州西南部的里诺 (Reno) 发生该州历史上最严重的火灾, $113 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的强风将大火吹到 30 m 高空, 约 1

万人被迫转移, 过火面积达 7.90 km^2 。

2011 年 5 月 12~16 日, 加拿大阿尔伯特省发生 116 起森林野火, 330 km^2 土地被烧毁, 受灾最重的斯拉夫 (Slave) 湖地区, 40% 的地方被火烧毁, 1 万居民被迫撤离。火灾还影响了阿尔伯特省北部的石油和天然气生产。

2.2 严寒天气

2011 年 1 月 1 日开始, 我国江西、湖南、重庆、四川和贵州等地自北向南出现持续雨雪天气, 大部分地区气温骤降, 部分县市遭受寒潮冰雪灾害。截至 1 月 4 日, 灾害共造成江西、湖南、重庆、四川、贵州 5 省 383.3 万人受灾, 紧急转移安置 5.8 万人; 农作物受灾面积达 1420 km^2 ; 损坏房屋 6600 余间; 直接经济损失达 13.5 亿元人民币 ([http://www.xn121.com/\[2011-01-06\]](http://www.xn121.com/[2011-01-06]))。2011 年 1 月以来, 云南昭通受北方频繁南下冷空气与西南暖湿气流共同影响, 遭遇持续低温雨雪冰冻天气。截至 1 月 23 日, 昭阳、鲁甸、大关、威信、镇雄持续低温 (日最低气温 $\leq 0^\circ\text{C}$) 结冰日数达 15~22 d; 雪日数 12~16 d, 大雪、暴雪强度强, 鲁甸县站最大积雪深度达 31 cm ([http://www.xn121.com/\[2011-01-25\]](http://www.xn121.com/[2011-01-25]))。受北部冷空气和暖湿气流的共同影响, 西藏自治区从 3 月 18 日开始, 东部地区和沿喜马拉雅山脉出现连续性雨雪天气。其中, 20 日林芝地区东部、昌都地区北部、阿里地区南部和日喀则地区南部出现中到大雨雪、局地暴雨雪的强降水天气。林芝地区的察隅日降水量达 71.4 mm, 积雪深度达 8 cm; 波密日降水量达 24.5 mm; 昌都地区西南部洛隆日降水量达 18.7 mm, 积雪深度达 15 cm。昌都地区洛隆县 3 月 20 日夜间出现暴雪天气, 降雪量为 18.7 mm, 积雪深度达 15 cm。强降雪造成该县中学院内输电线被压垮 30 m 左右, 电力中断 ([http://www.weather.com.cn/\[2011-03-23\]](http://www.weather.com.cn/[2011-03-23]))。自 3 月 11 日, 新疆玛依塔斯风区连续多日遭受风雪袭击。11 日, 该路段遭遇暴风雪, 垭口处风力高达 9 级, 大量降雪还未落到地面, 就被狂风卷起形成强劲的风雪流, 省道 S201 线 34~68 km 的路段上积雪严重并出现冰层, 个别路段能见度几乎为 0, 许多车辆被困在风区无法通过 ([http://www.chinanews.com/\[2011-03-15\]](http://www.chinanews.com/[2011-03-15]))。2011 年 3 月 20 日以来, 四川甘孜州和阿坝州遭遇持续降

雪, 阿坝州牧区 4 县普遍积雪超过 15 cm, 个别地区达 25 cm ([http://www.sichuandaily.com.cn/\[2011-04-05\]](http://www.sichuandaily.com.cn/[2011-04-05]))。

2011 年的第一周, 印度大部分地区遭遇了寒潮天气, 印度北部的最低气温降至 -23.6°C 。德里的最高气温只有 14.6°C , 比常年平均低 6°C 。高海拔地区近 3 m 的降雪使得包括克什米尔地区的印度北部地区交通瘫痪。随后, 这股冷空气东移影响了孟加拉国, 1 月中下旬孟加拉国平均气温较常年平均低 $5\sim 10^\circ\text{C}$, 寒潮天气使该国的农业生产遭受严重损失。2011 年 1 月, 朝鲜半岛也遭遇强冷空气的袭击, 朝鲜连续 40 d 气温低于 0°C , 经历 1945 年来最长的寒潮天气, 也是该国几十年来最寒冷的冬季。2011 年 2 月 11~14 日, 朝鲜半岛东部沿海地区再次遭遇强冷风暴, 累积降雪 91 cm。韩国三陟市 (Samcheok) 在此次风暴中观测到 100 cm 的降雪, 是韩国 1911 年有记录以来最强的降雪。金海 (Gimhae) 国际机场 80 架航班被迫取消, 40 架航班延误, 釜山周围的路面交通瘫痪, 经济损失 4300 万美元。首尔虽然没有大的降雪, 但气温降低致使韩河多年来首次结冰。

2011 年 1 月 2~3 日, 一次罕见强降雪天气席卷美国西南部地区, 给拉斯维加斯、内华达州带来强降雪。1 月 9~13 日, 美国南部和东部地区遭遇强冷风暴, 风暴前期 (9~10 日) 德克萨斯州东部、阿肯色州、密西西比州、阿拉巴马州、乔治亚州降雪量达 20~28 cm。同时, 在乔治亚州和南卡罗莱纳州有冻雨发生, 积雪约 38 mm。阿拉巴马州的亨茨维尔 (Huntsville), 降雪量达 23 cm, 是当地有记录以来的第三强降雪天气。此次强冷风暴给美国 49 个州 (除佛罗里达州外) 带来降雪天气, 最大降雪发生在北卡罗莱纳州的贝克斯维尔 (Bakersville), 降雪量达 51 cm。风暴向东海岸移动, 给美国东北部大部分地区带来严寒和暴风雪天气。纽约城降雪达 23 cm, 波士顿降雪达 37 cm, 布拉德利 (Bradley) 国际机场降雪达 61 cm, 打破 2006 年 2 月 12 日 56 cm 降雪量的记录 (陈洪滨和范学花, 2007)。1 月 25~27 日, 又一个强冷风暴影响美国东部部分地区, 风暴沿着墨西哥湾沿海影响了从阿肯色州到缅因州的大部分地区。随后风暴向北移动, 影响了大西洋沿岸地区。1 月 25 日, 肯塔基州和田纳西州降雪 15

cm。热带外气旋加强了此次冷锋天气,给佛罗里达半岛也带来强风暴天气,25日就报道了5个龙卷和6次大风事件。26~27日,该风暴沿大西洋移动时迅速加强,给东北部人口密集区带来强降雪天气。华盛顿哥伦比亚特区降雪达13~20 cm,费城降雪38 cm,纽约中央公园降雪达48 cm,纽约的学校被迫关闭。暴风雪天气造成宾夕法尼亚州、新泽西州和纽约州至少18万户居民用电中断。马萨诸塞州的波士顿降雪25 cm,洛根(Logan)国际机场被迫关闭半天(<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-02-05])。2月1~3日,一个强冷风暴影响了美国中部、东北部和加拿大南部,大部分地区降雪达50 cm。风暴延伸了3200 km,22个州的降雪量超过12 cm,加拿大安大略省部分地区降雪达20 cm。风暴还在俄亥俄河谷和五大湖地区造成冻雨和冰冻天气,部分地区的积冰达2.5 cm。芝加哥阵风达 $113 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,降雪达51.3 cm,是芝加哥历史上最严重的暴风雪灾害。2月2日,严寒天气带来的冰冻雨雪和大风造成加拿大南部和美国37.5万户居民用电中断,美国6300架航班取消,密苏里州、俄克拉荷马州和伊利诺伊州多条高速公路、铁路等交通瘫痪。2月4日,一个冬季风暴横穿过德克萨斯州北部,达拉斯降雪达10~15 cm(其平均年降雪量仅为6.6 cm),造成达拉斯机场300架航班取消。2月8~9日,一个冬季风暴给美国南部和中部带来强降雪,堪萨斯州、俄克拉荷马州和阿肯色州部分地区总降雪量达50 cm。俄克拉荷马州的塔尔萨(Tulsa)降雪达14 cm,季节总降雪量为60 cm,是当地有记录以来降雪最多的冬季。除了强降雪,当地的气温也大面积降低。2月10日,俄克拉荷马州诺瓦塔(Nowata)气温降至 -35°C ,创该州历史上的最低记录。美国联邦应急管理部宣布俄克拉荷马州进入紧急状态。3月5~7日,暴风雪天气袭击美国东北部和加拿大东南部地区,纽约和佛蒙特降雪76 cm,佛蒙特州的伯灵顿(Burlington)机场降雪65 cm,是有记录以来的最大降雪量。强降雪伴随的低能见度致使佛蒙特89号州际公路关闭,5万多人用电中断。同时,加拿大一些地区也降雪50 cm(<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-04-05])。10月24日,科罗拉多州丹佛遭受冷空气袭击,多地降雪

超过30.5 cm,博尔德附近降雪50 cm,上万居民用电中断。10月29~30日,一个超强东北风暴影响了从弗吉尼亚州到缅因州的广大区域,暴雪压断树枝和电线,导致300万人用电中断,康涅狄格州政府宣称:这是有史以来最大范围的停电,80万人连续数日用电中断。费城、波士顿、纽瓦克和纽约城的机场,上千航班被迫取消或延误。新罕布什尔州贾弗里(Jaffrey)降雪80.0 cm,其他地方也有超过30.0 cm的降雪。10月29日,纽约中央公园降雪7.4 cm,打破1869年来10月单日最大降雪记录。11月中旬,美国阿拉斯加州的费尔班克斯经历严寒天气,11月17日费尔班克斯国际机场最低气温降至 -41°C ,打破1969年 -39°C 的记录。12月19~20日,一个冬季风暴给美国落基山南部地区和中央大平原地区带来暴风雪天气,从新墨西哥州到堪萨斯州的多条州际公路和高速公路被迫关闭。新墨西哥州派(Pie)镇降雪61 cm,新墨西哥州和科罗拉多州其他地方的降雪也至少有30 cm(<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2012-01-05])。

2月3~4日,罕见强冷空气袭击墨西哥北部的奇娃娃州(Chihuahua),边境城市华雷斯城(Ciudad Juarez)最低气温降至 -18°C ,创下1950年来的最低气温记录,低温严寒导致大面积停电。7月7日,冷锋天气给智利北部干旱的阿塔卡马(Atacama)沙漠地区带来暴雪天气,这是当地20多年来最强的降雪,部分地区降雪量达80 cm,首都圣地亚哥的气温降至 -8°C 。7月17~20日,智利东中部地区龙威(Longquimay)城累积降雪2.7 m,这是30年不遇的严寒暴风雪天气。7月25~26日,南非遭遇罕见强降雪天气,东部大部分地区降雪60 cm,狂风暴雪致使交通瘫痪。8月14~16日,一股极地强冷空气给新西兰部分地区带来罕见降雪。8月15日,奥克兰(Auckland)记录自1939年来的第一场雪,最高气温仅 8.2°C ,打破1996年7月的最低记录(8.7°C)。惠林顿的最高气温也降至 6.8°C ,仅比1976年的历史最低高 0.3°C 。惠林顿、基督城(Christchurch)和科罗曼德尔(Coromandel)半岛上千户居民用电中断,学校被迫关闭。大风造成沿海浪高5 m。新西兰气象局称这是该国50年不遇的强冷天气。

2.3 台风和飓风

与 2010 年类似, 2011 年除北大西洋海域以外, 其他地区热带气旋活动低于常年平均水平, 全球共生成 74 个热带气旋 (包括 2 个亚热带气旋), 其中有 38 个达到飓风强度。热带气旋的总数和达到飓风强度的个数都低于 1981~2010 年的常年平均 (WMO, 2012)。北大西洋生成热带气旋 19 个, 该地区的常年平均值为 12。虽然气旋数偏高, 但多数强度偏弱, 飓风和强飓风的个数与常年持平。东北太平洋的热带气旋个数 (11 个) 比常年平均少 6 个, 但其中有 10 个达到飓风强度。2011 年西北太平洋生成热带气旋 21 个, 也低于常年平均 (26 个) (WMO, 2012)。其中, 5 月 19~29 日的超强台风“桑达 (Songda)”虽然一直未登陆菲律宾, 但其外围给菲律宾造成暴雨狂风天气, 25 万人被迫转移。“桑达 (Songda)”最大风速为 $195 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 阵风 $240 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 是 2011 年第一个达到 5 级的热带气旋。“桑达 (Songda)”向北朝日本移动, 29 日减弱为热带低压, 其剩余势力给日本的大部分地区带来暴雨天气, 降水量为 150 mm。表 1 给出 2011 年西北太平洋海域登陆的热带风暴及其影响。

2 月 3 日, 强热带气旋“雅思 (Yasi)”以 $285 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 阵风风速从澳大利亚昆士兰州登陆, 中心气压只有 929 hPa, 给密逊 (Mission) 海滩地区带来 200~300 mm 的降水量, 南密逊海滩降水 471 mm, 霍金斯克里克 (Hawkins Creek) 降水 464 mm, 左塔斯 (Zattas) 降水 407 mm。强降水引发的洪灾造成经济损失 35 亿美元, 仅次于 1974 年 12 月 25 日重创澳大利亚的热带气旋“翠西 (Tracy)” (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-03-05])。2 月 14 日热带气旋“卡洛斯 (Carlos)”在澳大利亚北部海域生成, 并维持了 3 d, 给达尔文带来强降水天气。16 日, 达尔文 24 h 降水量为 340 mm, 14~16 日 72 h 降水量 685 mm, 均打破历史记录。强降水引发洪灾, 大坝被淹, 达尔文机场被迫关闭 2 天。2 月 18~22 日, “卡洛斯 (Carlos)”向西南方向移动, 给澳大利亚西部地区带来暴雨狂风, 2 月 19 日, 卡那封 (Carnarvon) 镇的积水高达 7 m, 损坏了部分建筑物。12 月 25 日, 热带气旋“格兰特 (Grant)”给澳大利亚北部带来狂风暴雨天气, 风

速达 $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 在当地引发洪灾, 交通瘫痪。几乎同时, 澳大利亚东部受到另一个热带风暴“菲娜 (Fina)”的影响: 在昆士兰州东北沿海, “菲娜 (Fina)”造成 4 m 的浪高, 恶劣天气致使 25~28 日多个海滩关闭。东南部的墨尔本等地遭受了冰雹袭击, 费斯科维 (Fiskville) 附近还发生了一个龙卷。

2 月 14 日, 热带气旋“宾吉萨 (Bingiza)”在马达加斯加岛东北沿海登陆, 可持续风速为 $185 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 造成 6 人死亡, 1.5 万人无家可归。2 月 15 日“宾吉萨 (Bingiza)”移动到莫桑比克海峡后减弱成热带低压, 然后在暖湿条件下再次增强为热带风暴, 从马达加斯加东南沿海再次登陆, 造成人员伤亡。12 月 30 日, 热带风暴“塞恩 (Thane)”从印度东南沿海登陆, 暴雨和 $74 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的狂风毁坏了多处民居, 造成 50 人死亡。

2011 年飓风季, 第一个大西洋飓风“艾琳 (Irene)”8 月 20 日形成于小安地列斯群岛附近, 随后向西北偏西方向移动穿过波多黎各, 造成 100 万人用电中断。风暴在移动过程中加强为 3 级飓风, 最大可持续风速达 $193 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, 8 月 27 日减弱后以 1 级热带风暴的强度在北卡罗莱纳州登陆。“艾琳 (Irene)”继续移动、强度减弱为热带风暴, 影响了美国新英格兰州到加拿大东部的广大区域。造成经济损失 70 亿美元, 近万架航班被迫取消, 包括纽约城在内的几个大城市交通瘫痪, 加拿大 25 万人用电中断。9 月 4 日, 热带风暴“李 (Lee)”在路易斯安那州南部登陆, 给路易斯安那州、密西西比州、阿拉巴马州和田纳西州带来强降水天气。田纳西州查塔努加 (Chattanooga) 经历了 0.25 mm 降水的最干的 8 月后, 9 月 5 日单日降水 241 mm, 远超过 1959 年单日降水 40 mm 的最高记录 (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-10-05])。东北部地区, 多条河流冲毁堤岸, 宾夕法尼亚州萨斯克汉那 (Susquehanna) 河水位破警戒水位; 威尔克斯-巴里 (Wilkes-Barre) 河水位为 13.0 m, 打破 1972 年“爱纳斯 (Agnes)”飓风期间 12.5 m 的最高记录。飓风“卡地亚 (Katia)”9 月 12 日影响了英国北部, $129 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的阵风席卷了苏格兰、北爱尔兰、英格兰北部、威尔士部分地区和爱尔兰共和国, 如此强的阵风在当地是少见的。

表 1 2011 年西北太平洋海域登陆的热带气旋及其影响
Table 1 The landing tropical cyclones from the Northwest Pacific and their influences in 2011

编号和命名	登陆时间和地点	中心气压和最大风力	影响区域和受灾情况
01 号热带风暴 “艾利 (Aere)”	5 月 9 日 10:30 (北京时间, 下同), 菲律宾吕宋岛	65 km · h ⁻¹ , 998 hPa	菲律宾东部, 暴雨引发的山体滑坡迫使 10 万人转移。卡塔曼 (Catarrman) 镇, 24 h 降水量达 377 mm。引发的洪灾造成农业损失达 840 万美元
03 号强热带风暴 “莎莉嘉 (Sarika)”	6 月 11 日 05:45, 我国广东汕头	65 km · h ⁻¹ , 998 hPa	菲律宾和我国台湾和广东省, 是 2011 年第一个登陆我国的热带气旋
04 号热带风暴 “海马 (Haima)”	6 月 23 日 10:10, 我国广东阳江; 6 月 23 日 16:50, 我国广东吴川; 6 月 24 日 19:50, 越南太平	72 km · h ⁻¹ , 990 hPa; 72 km · h ⁻¹ , 990 hPa; 72 km · h ⁻¹ , 988 hPa	越南和我国广东等地。广东沿海地区出现 9~10 级阵风, 阳江海陵岛 6 月 23 日 08:00 最大风力达到 11 级。广东省南部沿海大到暴雨, 21 日 20 时~23 日 09 时, 全省共有 20 个站点出现超过 100 mm 以上的降水
05 号强热带风暴 “米雷 (Meari)”	6 月 26 日 21:10, 我国山东荣成; 6 月 27 日, 07:10, 朝鲜南浦	83 km · h ⁻¹ , 982 hPa; 72 km · h ⁻¹ , 990 hPa	菲律宾、朝鲜、韩国、越南和我国山东。菲律宾 12 个省的 170 万人受灾, 至少 8 人死亡。韩国 9 人死亡, 越南北部 17 人死亡。首次 6 月登陆山东
06 号超强台风 “马鞍 (Ma-on)”	7 月 19 日 20:50, 日本高知县; 7 月 20 日 08:15, 日本纪伊半岛	126 km · h ⁻¹ , 965 hPa; 126 km · h ⁻¹ , 970 hPa	日本高知县观测到 851.1 mm 的降雨, 打破日本有气象记录以来 24 h 降水量的最高记录。狂风暴雨导致当地 120 多架航班取消, 铁路运输中断
08 号强热带风暴 “洛坦 (Nock-ten)”	7 月 27 日 08:10, 菲律宾吕宋岛; 7 月 29 日 17:40, 我国海南文昌; 7 月 30 日 17:10, 越南清化	100 km · h ⁻¹ , 980 hPa; 100 km · h ⁻¹ , 980 hPa; 100 km · h ⁻¹ , 982 hPa	菲律宾、越南和我国海南、广东、广西。菲律宾洪水和山体滑坡造成 64.5 万人受灾, 经济损失 2400 万美元。狂风暴雨致我国粤海铁路停运
09 号强台风 “梅花 (Muifa)”	8 月 8 日 18:30, 朝鲜	83 km · h ⁻¹ , 980 hPa	朝鲜、韩国和我国辽宁、上海、江苏、浙江、山东。在韩国引发暴雨洪水, 造成 22 万人受灾。造成朝鲜 10 人死亡, 100 多处民居被毁。我国辽宁、上海、江苏、浙江、山东部分地区遭受大风和强降雨袭击, 致 360 余万人受灾
11 号超强台风 “南玛都 (Nanmadol)”	8 月 27 日 08:10, 菲律宾吕宋岛; 8 月 29 日 04:25, 我国台湾台东; 8 月 31 日 02:20, 我国福建晋江	198 km · h ⁻¹ , 930 hPa; 119 km · h ⁻¹ , 975 hPa; 72 km · h ⁻¹ , 992 hPa	菲律宾、我国台湾和福建。菲律宾 30 万人受灾, 农业损失 2900 万美元。我国台湾台东部分地区降水超过 508 mm, 花莲的布洛湾降水 528 mm, 屏东的横冲降水 517 mm。福建就有 56.76 万人受灾, 直接经济损失 5 亿元人民币
12 号台风 “塔拉斯 (Talas)”	9 月 3 日 09:00, 日本高知县	90 km · h ⁻¹ , 978 hPa	2004 年来日本遭遇的最强台风, 带来的强降水给和歌山 (Wakayama) 县和奈良 (Nara) 县造成洪灾, 至少 59 人死亡, 另有 50 人失踪, 上万人受灾, 经济损失 6 亿美元
15 号台风 “洛克 (Roke)”	9 月 21 日 13:00, 日本静岡県	137 km · h ⁻¹ , 955 hPa	日本滨松 (Hamamatsu) 和东京等地, 给北海道 (Hokkaido) 带来 420 mm 的降水
17 号强台风 “纳沙 (Neast)”	9 月 27 日 07:00, 菲律宾吕宋岛; 9 月 29 日 14:30, 我国海南文昌; 9 月 29 日 21:15, 我国广东徐闻; 9 月 30 日 11:30, 越南广宁	151 km · h ⁻¹ , 960 hPa; 151 km · h ⁻¹ , 960 hPa; 126 km · h ⁻¹ , 968 hPa; 108 km · h ⁻¹ , 980 hPa	菲律宾、越南和我国广东、广西和海南。TRMM 卫星观测到吕宋岛东部沿海降水 375 mm, 农业和基础设施损失达 7680 万美元。2011 年登陆我国的最强台风。越南 4000 多人被迫转移
18 号热带风暴 “海棠 (HaiTang)”	9 月 27 日 08:30, 越南广治	65 km · h ⁻¹ , 995 hPa	越南和我国北部湾、海南、广东。海南西部沿海 6~7 级大风, 海南和广东大雨
19 号强台风 “厄格 (Nalgae)”	10 月 1 日 09:00, 菲律宾吕宋岛; 10 月 4 日 12:30, 我国海南万宁	162 km · h ⁻¹ , 950 hPa; 90 km · h ⁻¹ , 985 hPa	菲律宾和我国海南、广西。强降雨致海口 37 万多人受灾, 直接经济损失 515 万元人民币
21 号强热带风暴 “天鹰 (Washi)”	12 月 16 日 16:40, 菲律宾南部棉兰老岛 (Mindanao)	72 km · h ⁻¹ , 996 hPa	比起菲律宾北部, 台风从这个区域登陆是很少见的, 此外, 西太平洋 12 月发生热带气旋也是罕见的, 1978~2010 年共 15 个。当日, 卡加严德奥罗 (Cagayan de Oro) 1 h 内河水上涨了 3.3 m, 暴雨引发山体滑坡和河流泛滥, 造成经济损失 2300 万美元

10 月 12 日飓风“乔瓦 (Jova)”以 $160 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的风速袭击了墨西哥西海岸, 造成至少 6 人死亡。“乔瓦 (Jova)”是 2011 年东太平洋第 10 个命名的风暴、第 9 个飓风。

2.4 暴雨洪水

2011 年 3 月以来, 我国新疆大部气温快速回升, 昌吉州玛纳斯县最高气温一度攀升到 12°C , 加上去冬今春降雪量明显高于往年, 积雪快速融化, 形成融雪性洪水径流, 防洪堤被冲开了 5 m 的决口, 部分洪水进入到杨庄村, 600 余人被迫撤离 ([http://www.cri.cn/\[2011-04-02\]](http://www.cri.cn/[2011-04-02]))。2011 年 5 月 10~11 日, 贵州 16 县市出现暴雨天气, 另有 20 县市为大雨天气。其中, 有 212 个乡镇出现暴雨, 23 个乡镇出现 100 mm 以上的大暴雨, 强降雨天气致 21 个县 (市、区) 31 万多人受灾, 因灾造成直接经济损失 4000 余万元人民币 ([http://www.chinanews.com/\[2011-05-13\]](http://www.chinanews.com/[2011-05-13]))。5 月 12 日, 广西桂林、柳州、贺州、来宾、梧州、玉林等市大部地区出现大到暴雨, 其中降水量超过 100 mm 的乡镇有 7 个, 日降雨量最大出现在梧州市蒙山西河镇, 达到了 127.1 mm ([http://www.weather.com.cn/\[2011-05-14\]](http://www.weather.com.cn/[2011-05-14]))。7 月中旬, 我国江苏、安徽、江西、湖南、广东、四川、云南和西藏等地的暴雨洪灾造成的经济损失达 3.2 亿元人民币。7 月 24~25 日, 河北保定、承德、邢台、秦皇岛、沧州地区普降暴雨。秦皇岛市昌黎、抚宁、卢龙、青龙、海港、北戴河等 6 个县 (区) 降水量超过 110 mm, 造成大部分农田被淹, 全市 15 万人受灾 ([http://www.xinhuanet.com/\[2011-07-27\]](http://www.xinhuanet.com/[2011-07-27]))。7 月 28 日 21:00 至 29 日 02:00, 陕西省洋县境内普降大到暴雨, 华阳镇 2 h 降雨量达 106 mm, 暴雨引发山洪, 导致华阳镇东河水暴涨, 最大流量达 $1500 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, 河水漫过河堤涌入古镇, 通往古镇的唯一大桥——东河大桥被河水冲毁, 与外界交通中断, 成为“孤岛”; 千年古镇主街道山洪成河, 浪高超过 2 m; 电力、通讯中断 ([http://www.chinanews.com/\[2011-07-31\]](http://www.chinanews.com/[2011-07-31]))。8 月 14~22 日, 山东省普遍出现持续强降雨天气, 山东北部、中部和南部、半岛部分地区降暴雨, 山东西北部降大暴雨, 局部地区伴有 8 级大风。聊城市冠县、泰安市泰山区等地平均降雨量超过 150 mm。山东全省 19 个县 (区、

市) 遭受暴雨洪涝灾害, 107 万人受灾, 直接经济损失 7.34 亿元人民币 ([http://www.chinanews.com/\[2011-08-25\]](http://www.chinanews.com/[2011-08-25]))。从 8 月 22 日 03:00 开始, 湖北省宜昌市兴山县普降大暴雨, 局部地区特大暴雨致使山洪暴发 ([http://www.xinhuanet.com/\[2011-08-24\]](http://www.xinhuanet.com/[2011-08-24]))。截至 23 日, 兴山县共 3.12 万人受灾, 因灾死亡 2 人。9 月中旬, 我国四川、河南省和陕西省一周多的强降水引发洪灾。其中, 四川经历 1847 年有气象记录以来最严重的洪灾。9 月上半月的连阴雨, 造成陕西地区 44 个站次出现暴雨, 这是继 1961 年以来 50 年最强的一次“秋淋”天气过程。西安地区的年平均降雨量为 575.0 mm, 而 2011 年 15 d (9 月 4~18 日) 内, 西安市累计降雨量达 284.5 mm, 相当于半年的降雨量, 成为 1961 年以来的最大降雨量, 多个水文站水流量超警戒线, 且暴雨日数也刷新历史记录。9 月 1~13 日, 河南省大范围的持续降雨给河南省造成直接经济损失 4500 多万元人民币, 受灾人口 4.8 万。9 月 16~18 日, 四川盆地出现区域性暴雨天气过程, 巴中市降大暴雨或特大暴雨、绵阳、遂宁、广元、南充、达州等市的大部地方及成都、德阳、资阳、广安等市的部分地方降暴雨或大暴雨, 此次降雨过程共有 30 个县 (市) 出现暴雨, 其中 11 个县市降大暴雨, 南江降了特大暴雨, 24 h 降雨量达 275.8 mm ([http://www.weather.com.cn/\[2011-09-20\]](http://www.weather.com.cn/[2011-09-20]))。9 月 17~18 日嘉陵江上游强降雨, 导致重庆嘉陵江段 20~21 日发生当年最大的洪水, 造成沿江 8 个区县 35.64 万人受灾 ([http://www.xinhuanet.com/\[2011-09-22\]](http://www.xinhuanet.com/[2011-09-22]))。

澳大利亚的强降水天气从春季持续到了初夏, 导致昆士兰州发生严重洪灾, 因此澳大利亚也经历有记录以来最湿润的春季和第三个最湿的年份。1 月上半月, 昆士兰州许多城镇被淹没, 受灾最重的罗克汉普顿 (Rockhampton) 镇, 近 8 万人无家可归, 通讯中断数日。澳大利亚第三大城市布里斯班 (Brisbane) 受灾也很严重, 1 月 10 日图文巴 (Toowoomba) 半小时降水 152 mm, 布里斯班河水位涨到 5 m。洪水导致昆士兰州 75% 的煤矿停产, 据估计煤炭生产损失 23 亿澳元。2 月 4~6 日, 热带气旋“雅思 (Yasi)”的剩余力量给澳大利亚昆士兰州、维多利亚州带来暴雨天

气,加重了1月开始的洪灾。第二大城市墨尔本24 h降水量达175 mm,风速为 $130 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$,恶劣天气迫使政府宣布进入紧急状态。3月第二周季风降水影响了澳大利亚的昆士兰州,加重了当地的洪灾。昆士兰州沿海的卡德维尔(Cardwell)镇,降水量达254 mm,高速公路被淹(<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-04-05])。

巴西1月6日开始的暴雨在东南部引发洪水和山体滑坡,电力和通讯中断,公路和桥梁被毁,灾害导致830人死亡,另有540人失踪,成为巴西历史上最严重的自然灾害。受灾最重的是里约热内卢北部60 km处的山区,1月11~12日,该地区数小时的降水量达305 mm,相当于历史同期的月降水量(WMO, 2012)。2月最后一周,暴雨天气在玻利维亚引发泥石流灾害,至少45人死亡,1万多人无家可归。受灾最重的拉巴斯(La Paz),2月25~26日降水达51 mm,相当于同期月总降水量的一半,玻利维亚政府称此次洪灾是该国有史以来经历的最严重的灾害。通常,加勒比沿海岛国的4月是干旱少雨的,但4月12日发生在格林纳达的极端强降水引发当地泥石流灾害,24 h降水量达152 mm。哥伦比亚北部异常湿润的雨季一直持续到2011年5月,降水量是常年平均的5倍,卫星监测显示:5月1~14日,哥伦比亚北部的降水量达810 mm。暴雨造成300万人受灾,425人死亡,另有482人失踪,导致数十亿美元的损失。4月22日,暴雨在巴西南部引发洪水和山体滑坡,10万人用电中断。6月第一周,暴雨在海地引发洪水和泥石流灾害。6月7日,海地和多米尼加边境6 h降水量达100~150 mm。洪水还影响了波多黎各、牙买加等国(<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-07-05])。10月11~20日,受两个风暴系统的影响,中美洲部分地区降水1520 mm,在洪都拉斯、哥斯达黎加、危地马拉、萨尔瓦多和尼加拉瓜引发洪灾,约100万人受灾。哥伦比亚经历几十年来最严重的雨季,引发的洪水导致25万人受灾。11月5日,西部城市马尼萨莱斯(Manizales)发生泥石流灾害,38人死亡。12月8日,暴雨在哥伦比亚波哥大(Bogota)南部引发洪灾,3500处房屋被1.5 m的洪水淹没。

2010年12月开始的暴雨天气在非洲南部持续到2011年1月,南非、莫桑比克、津巴布韦、赞比亚和马拉维都受到暴雨天气的影响。津巴布韦气象部门称此次暴雨天气是该国30年来的最强降水(WMO, 2012)。南非9个省里有7个省宣布为洪灾区,造成经济损失2.8亿美元。非洲西南部,1月末开始的强降水持续到5月初,在安哥拉和纳米比亚引发洪灾,3.76万人被迫转移,纳米比亚至少62人死亡。5月洪水向南蔓延到了南非,部分地区5月5日的降水量达71 mm,相当于当地的年降水量。此外,2011年1~5月,坦桑尼亚南部、喀麦隆、刚果、马达加斯加等地的降水量也超过常年平均。8月26~29日,暴雨在尼日利亚西南部城市伊巴丹(Ibadan)引发12年来最严重的洪灾,造成至少25人死亡,3000人被迫转移。8月29日,非洲东部强降水引发洪灾,乌干达发生山体滑坡,至少23人死亡。10月初,数日的强降水在阿尔及利亚引发洪灾,近千处房屋被冲毁。11月9~15日,非洲东部的乌干达和肯尼亚暴雨引发洪灾,肯尼亚1万人被迫转移,乌干达1.5万人被迫转移。

3月1日,一个低压系统和冷锋天气给美国中西部地区带来强降水和风暴天气。暖湿空气和降水加速了冬天的积雪融化,导致伊利诺伊州、印第安纳州和俄亥俄州发生严重洪灾,上述地区降水达127 mm,加上融雪致使多条河流泛滥,俄亥俄州北部近700人被迫转移(<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-04-05])。2010/2011年冬季,美国中西部和北部地区降雪量高于常年平均,融雪在春季造成大范围洪灾。流经北达科他州和明尼苏达州的红河,春季洪灾最严重。3月18~26日,一连串的强风暴天气给美国加州沿岸带来强降水天气,圣费尔南多(San Fernando)和圣华金河谷(San Joaquin)降水量达254 mm。伯班克(Burbank)24 h降水量达97.8 mm,打破38年来的最高记录。3月20日,洛杉矶城区降水量也打破历史记录,达61 mm。内华达山区降雪152 cm。4月1~10日,高温和降水加速了红河水位的上涨,48 h水位上升了2.1 m。4月11日,河水冲毁堤坝。北达科他州的法戈(Fargo),水位上升到11.8 m,仅次于2009年大洪水时的12.4 m(陈洪滨和范学花, 2010)。4月

下旬,洪水蔓延到密西西比河谷,4月22~26日,多地的降水量超过300 mm。由于当地的堤坝年久失修,导致密苏里州南部的黑河水冲毁堤坝,影响了1.7万人。4月末至5月,大量融雪和强降水天气致使美国洪灾从俄亥俄河与密西西比河交汇处一直延伸到墨西哥湾的广大地区。为了挽救伊利诺伊州人口密集的卡罗(Cairo)镇,政府被迫开闸放水,淹没了密苏里州近4000 km²的农田。洪水继续向南蔓延,5月15日,为了保护人口密集的新奥尔良和巴吞鲁日(Baton Rouge, 路易斯安那州首府)地区,政府被迫打开路易斯安那州东部的莫甘扎(Morganza)泄洪道和邦卡莱(Bonnet Carre)泄洪道。这是美国继1973年以来第二次打开泄洪道泄洪。密西西比河和俄亥俄河的洪涝灾害造成经济损失几十亿美元。暴雨和融雪在尚普兰(Champlain)湖区引发洪灾,尚普兰湖从纽约州、佛蒙特州和魁北克边境流过,是美国的第六大淡水湖。5月7日,尚普兰湖水位升至31.4 m,打破1896年5月洪水期间的最高水位(31.3 m)。佛蒙特州宣布进入紧急状态,数条公路被淹。尚普兰湖向北的出口黎塞留(Richelieu)河发生150年来最严重的洪灾,1000人被迫转移到蒙特利尔南部。5月18~27日,暴雨和融雪导致蒙大拿州中部地区多条河流泛滥。5月26日,马瑟尔谢尔(Musselshell)河水位达4.5 m,打破1975年的最高记录;黄石河水位亦达到历史第三高。蒙大拿州中部偏南地区累积降水量304.8 mm,许多公路和桥梁被淹。5月最后一周,暴雨和融雪也导致达科他州部分地区和怀俄明州西北部地区的多条河流超过警戒水位。詹姆斯(James)河和密苏里河都发生洪灾,上万居民被迫转移。密苏里河沿岸的洪灾持续到了6月,美国海岸警卫队被迫关闭苏(Sioux)城293 km的河道。6月26日,绍里(Sauri)河上11个水位观测站中的10个站记录了历史最高水位(<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-07-05])。7月27日,美国爱荷华州的迪比克(Dubuque)降雨达190 mm,打破当地1896年79 mm的最高记录,此次强降水使7月总降水量达407 mm,打破1965年9月的最高记录(393 mm),成为该城有史以来最湿润的月份。伊利诺伊州的芝加哥也经历了有气象记录以来最湿的7月,总降水量283

mm,打破1889年243 mm的最高记录。2011年8月14日,美国东北部部分地区遭遇暴雨和洪水。纽约城肯尼迪国际机场24 h降水量达198 mm,打破1984年6月30日159 mm的最高记录。拉瓜迪亚(La Guardia)国际机场降水量为168 mm,仅次于2007年4月15日170 mm的降水量。8月19日,宾夕法尼亚州匹兹堡(Pittsburgh)1 h降雨量达53 mm,暴雨导致城市部分地区积水达2.7 m,4人死亡。8月28~29日,飓风“艾琳(Irene)”给美国新英格兰部分地区带来强降水,佛蒙特州(内陆州)因此也遭遇了有记录以来最强的暴雨,导致该州发生洪涝灾害,几个城镇被淹。8月30日,纽约州的帕塞伊克(Passaic)河水位升至7.4 m,打破历史记录。洪水导致东部沿海几个城镇的道路中断。28日,纽瓦克24 h降雨量达227 mm,打破历史记录。飓风带来的降雨和8月丰沛的降水导致纽约城、费城、纽瓦克经历有记录以来最湿的一个月(<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-09-05])。

5月,加拿大马尼托巴湖融雪和强降水致使艾辛尼波因尼(Assiniboine)河沿岸发生300年来最严重的洪灾。同样,为了保护人口密集地区,加拿大政府也打开泄洪道将洪水引入马尼托巴湖,洪水淹没了225 km²农田,冲毁了150处房屋,经济损失10亿多美元。

1月24~30日,暴雨天气影响马来西亚,婆罗洲(Borneo)北部地区降水800 mm,4.6万人被迫转移,是该国2006年以来最严重的洪灾。1月26~28日,暴雨洪水袭击了沙特阿拉伯西部,吉达(Jeddah)3 h降水量为111 mm,2000人被迫转移。2月前半月,暖空气加速融化了阿富汗高海拔地区的雪,给该国西部地区造成洪灾,近千座房屋被毁。菲律宾2010年12月31日开始的暴雨持续到2011年1月初,27万人无家可归,45.3万人被迫转移,造成直接经济损失2029万美元。2010年12月1日~2011年1月12日,斯里兰卡的拜蒂克洛(Batticaloa)累积降水量为1.6 m。全国有100多万人受灾,东部重灾区多条铁路被淹没。2月1~6日,斯里兰卡北部再次连续6 d遭遇强降水天气,加重了1月就开始的洪灾,受灾人口增加到125万,洪水使该国90%的稻田被淹(<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards>

[2011-03-05])。3月26~31日,罕见的春季强降水在泰国南部引发洪灾,素叻府(Surat Thani)6 d降水量达1270 mm,而该省的3月平均降水量仅为51 mm。全国8个省100万人受灾,60多条公路和铁路被淹。4月4~5日,一个强气旋袭击孟加拉国,带来的强降水和冰雹天气损坏了玉米、小麦、芒果等农作物,还造成13人死亡,121人受伤。4月9~15日,高温和暴雨导致哈萨克斯坦融雪加速,河水泛滥,近9000人受灾。4月末,洪水影响了叙利亚东北部地区,26个乡村被淹。6月开始的季风降水引发洪灾,导致印度东北部和尼泊尔2万人被迫转移,80人死亡。孟加拉国7月18~22日的连续强降水引发洪灾,致使6人死亡,1万多人被迫转移。7月8~10日,韩国全罗道(South Jeolla and North Jeolla)和庆尚南道(South Gyeongsang)遭遇强降水,庆尚南道降水量超过400 mm,洪水造成300多人被迫转移。7月27日,首尔遭遇自1907年来最强的降水,24 h降雨量为300 mm,引发的洪灾造成67人死亡,另有10人失踪。7月16日,西阿塞拜疆遭遇洪水,50多个村庄受灾,造成经济损失1880万美元。8月10日至9月中旬,巴基斯坦洪水造成347人死亡,100多处房屋被淹,750万人受灾,4.2×10⁴ km²农田被淹。9月中旬,印度的暴雨也引发洪灾,东部奥里萨邦(Orissa)有2600个村庄受灾,6.1万人被迫转移。7月末至10月的风暴天气和强季风雨降水给泰国造成自1942年以来最严重的洪灾,受灾人口900万,部分地区积水达2 m。10月中旬,曼谷昭披耶河(Chao Phraya)泛滥,致使泰国古都大城(Ayutthaya)受严重洪灾。截至10月底,泰国77个省中有27个省的1.6×10⁴ km²土地被淹,经济损失达60亿美元。同期,柬埔寨、越南和缅甸也遭遇了洪灾(WMO, 2012)。

10月24日,爱尔兰东部和北部遭遇暴雨,都柏林24 h降雨量为82 mm,其中4 h降水量就达66 mm(据统计,这是80年一遇的情形),使得都柏林经历自1954年来10月单日降雨量最大的一天。影响了爱尔兰的这个风暴也给意大利部分地区带来暴雨,10月25日,意大利部分地区24 h降水量为500 mm,暴雨引发洪水和山体滑坡,几个城镇与外界联系的道路被冲断。暴雨和洪水在

意大利西北部持续到了11月初,波河(River Po)水位升至4 m,上万居民被迫撤离(<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-12-05])。

2.5 冰雹、龙卷风、雷电等局地强对流天气

2011年4月17日,我国广东省广州、佛山、肇庆和东莞等地发生冰雹和狂风暴雨,27万人受灾,10 km²农田被毁,城市设施被毁,经济损失达9000万元人民币。7月8~10日,我国吉林省舒兰市、延边朝鲜族自治州和龙市、白山市江源区,内蒙古赤峰、呼伦贝尔、兴安盟先后遭受风雹灾害。7月10日,河北省保定、张家口和山东省东营、潍坊、滨州、莱芜遭受风雹灾害。截至7月12日,共造成上述地区5.5万人受灾,直接经济损失6000余万元人民币(<http://www.chinanews.com/> [2011-07-13])。7月13~16日,陕西省宝鸡、延安、渭南、榆林、铜川先后遭受风雹灾害。截至7月18日,24.2万人受灾,农作物受灾面积445 km²,直接经济损失2.8亿元人民币。7月12~17日,甘肃省兰州、定西、白银、平凉、陇南先后遭受风雹灾害。截至7月18日,造成16.4万人受灾,农作物受灾面积91 km²,直接经济损失7300余万元人民币。7月21~23日,黑龙江省绥化、齐齐哈尔、哈尔滨、黑河4市5个县(市、区)先后遭受风雹灾害。截至7月27日,1.6万人受灾,农作物受灾面积105 km²,直接经济损失2200余万元人民币。7月25~26日,江苏省扬州、泰州、宿迁、盐城、徐州和安徽省蚌埠、六安、滁州、合肥、淮北遭受风雹灾害。截至7月27日,66万人受灾,农作物受灾面积300 km²,直接经济损失3.3亿元人民币。7月24~26日,山东省聊城、临沂、青岛、烟台、泰安先后遭受风雹灾害,15.5万人受灾,农作物受灾面积100 km²,直接经济损失5400余万元人民币。7月26日,湖北省宜昌、十堰、襄阳遭受风雹灾害,58.1万人受灾,直接经济损失9700余万元人民币(<http://www.weather.com.cn/> [2011-07-28])。8月10日15:00,安徽省临泉县的5个乡镇遭受风雹袭击,造成部分民房损坏倒塌,通讯、电力等基础设施被毁。10月13日06:30~07:00,重庆市万州区出现雷雨天大风天气,长滩镇、孙家镇瞬时极大风速分别达21.7 m·s⁻¹、

$17.1 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (<http://www.zgqxb.com.cn/>[2011-10-16])。

2011 年美国龙卷风造成 537 人死亡, 是自 1950 年来龙卷风造成人员伤亡最惨重的一年。4 月 4 日, 强风暴天气横穿过美国东南部地区, 从德克萨斯州到宾夕法尼亚州的广大地区都发生了冰雹、狂风和龙卷风天气。风暴以 $50 \sim 65 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的速度快速移动了 1290 km, 据统计, 共发生龙卷 68 个, 造成至少 9 人死亡。乔治亚州和田纳西州 27 万多人用电中断。6 月 1 日, 美国马萨诸塞州发生 3 个龙卷风, 造成 3 人死亡, 72 人受伤。其中一个龙卷达到 EF-3 级, 从汉普登 (Hampden) 至伍斯特 (Worcester) 延伸了 63 km, 长度仅次于 1953 年的伍斯特龙卷 (64 km), 造成经济损失 1.75 亿美元。8 月 13 日, 一系列强雷暴天气横穿印第安纳州中部。100 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的阵风致使一个音乐厅坍塌, 造成 7 人死亡, 40 人受伤。9 月 3 ~ 7 日, 热带风暴“李 (Lee)”在美国南部引发了 54 个龙卷风, 龙卷风毁坏了上千处房屋, 上万居民用电中断。11 月 8 ~ 9 日, 1974 年来最强的风暴影响了阿拉斯加半岛西部, 阵风 143 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。11 月 16 日, 一个从墨西哥湾延伸到美国东北部的冷锋系统与一股暖空气相遇, 给美国阿拉巴马州、乔治亚州、南卡罗来纳州、北卡罗来纳州和弗吉尼亚州造成强风暴天气, 美国大气海洋局强风暴中心记录了 22 个龙卷。11 月 30 日至 12 月 2 日, 美国加利福尼亚州、犹他州、内华达州、亚利桑那州、新墨西哥州、科罗拉多州和怀俄明州经历强风暴带来的灾害天气。加利福尼亚州和犹他州狂风 (阵风风速 225 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$) 将上万棵树连根拔起, 狂风还刮断电线, 导致 10 多万人的用电中断, 包括洛杉矶在内的几个城市宣布进入紧急状态 (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2012-01-05])。

2011 年 3 月 7 ~ 8 日, 一个风暴系统横穿希腊, 地中海地区阵风达 128 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$, 强风暴和降雪天气导致多地停电、高速公路和港口关闭。3 月 8 日, 雅典最低气温跌至 0°C , 比历史同期最低温度还低 7°C 。7 月 31 日, 龙卷风袭击了俄罗斯远东城市布拉戈维申斯克 (Blagoveshchensk), 龙卷风持续了 13 min, 致使 1 人死亡, 数十人受伤, 造成经济损失 290 万美元, 俄罗斯气象学家

称: 龙卷风在俄罗斯是罕见的天气灾害。8 月 19 日, 比利时的强雷暴天气导致音乐节的一个舞台倒塌, 5 人死亡, 40 人受伤。8 月 21 日, 加拿大安大略省的哥德里奇 (Goderich) 镇遭遇 10 年来最强的 EF-3 级龙卷风, 最大可持续风速 280 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$, 造成 1 人死亡, 37 人受伤 (WMO, 2012)。12 月 15 ~ 17 日, 强热带外气旋“乔阿奎因 (Joachim)”袭击欧洲西部, 暴风雨雪天气 (阵风 150 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$, 中心气压 964 hPa) 造成法国西部和北部、德国、瑞士等地交通瘫痪, 10 万多居民用电中断。12 月 25 日, 风暴“达格马尔 (Dagmar)”影响北欧各国及俄罗斯的加里宁格勒和圣彼得堡, 挪威、芬兰和瑞典超过 26 万人用电中断。这个风暴是自 2001 年“詹妮卡 (Janika)”以来袭击北欧最强的风暴。挪威观测的阵风达 233 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$, 可持续风速 161 $\text{km} \cdot \text{h}^{-1}$ 。瑞典中部和北部的铁路和公路都临时关闭了。

2.6 沙尘天气和大雾

2011 年 2 月 20 ~ 24 日, 我国中东部出现大范围雾、霾天气, 辽宁、江苏、河北、天津、浙江、山东、重庆、四川等地多条高速公路因低能见度通行受阻, 长江下游全线实行临时交通管制、汽渡停航; 受大雾影响, 2 月 21 日北京出现五级重度污染。10 月, 我国中东部地区多次出现大雾天气。其中, 华北、黄淮、东北南部等地的部分地区雾日有 3 ~ 7 d, 较常年同期偏多 1 ~ 3 d。10 月 7 日, 我国甘肃东部、四川盆地、重庆、陕西南部、湖北西部、湖南西北部、河南东北部、山东南部、安徽南部、江苏局部、辽宁东北部、吉林西南部等地出现了大雾天气。经估算, 上述地区卫星可视大雾覆盖面积合计约为 $44 \times 10^4 \text{ km}^2$ (<http://www.weather.com.cn/>[2011-10-07])。10 月 28 日至 11 月 3 日, 北京、天津、河北、山西、山东、辽宁遭遇大雾天气, 能见度低, 致民航、公路交通严重受阻。12 月 3 ~ 6 日, 华北平原、黄淮、江淮中东部、江南中东部、西南地区东部及华南北部再次出现轻雾或大雾天气。其中, 京津地区、河北中南部、山东西部、山西东南部、浙江北部和西南部、福建西北部、江西中南部、湖南西南部等地有能见度不足 1 km 的雾, 部分地区能见度不足 200 m。12 月 15 日 03:00 起新疆乌鲁木齐出现大雾天气, 乌鲁木齐国际机场能见度一直维持在

100 m 左右,致使 46 架航班延误,千余人滞留 (<http://www.xinhuanet.com/>[2011-12-18])。12 月 24 日凌晨开始,大雾影响四川,导致川内 10 条高速公路因能见度过低而被迫封闭。这是今年入冬以来,川内高速公路因大雾封闭波及面最大的一次 (<http://www.wccdaily.com.cn/>[2011-12-25])。

2011 年我国共发生 8 次沙尘天气过程,其中强沙尘暴过程 2 次、沙尘暴过程 2 次、扬沙 4 次。2011 年是 2000 年以来沙尘天气过程最少的一年,明显少于 2000~2010 年平均值 (15.5 次)。首发时间偏晚,首次沙尘天气过程出现在 3 月 12~14 日,是 2000 年以来最晚的一年,较 2000 年以来平均首次沙尘过程出现时间 (2 月 4 日) 偏晚 1 个多月 (http://www.cma.gov.cn/2011zwxx/2011zyjgl/201203/t20120305_163510.html [2012-03-05])。3 月 17 日凌晨,地处柴达木盆地的格尔木市出现了强沙尘暴天气,强沙尘暴天气持续近 1 h,最小能见度仅为 10 m,最大风速达到 $26.3 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$,是近 30 年来的历史极值。柴达木盆地南部的诺木洪农场和东南部的都兰县也出现了沙尘暴天气。诺木洪的沙尘暴天气持续近 3 h,最小能见度 700 m,最大风速 $20 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ 。袭击都兰的沙尘暴,最大风速达到 $20.5 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ (<http://society.people.com.cn/> [2011-03-19])。4 月 28~30 日,自 2011 年入春以来,我国北方地区强度最大、影响范围最广的一次沙尘暴影响了南疆盆地、西北地区东部、内蒙古中西部、华北大部、东北地区西部。其中,南疆盆地、甘肃西部、内蒙古西部的局地发生沙尘暴或强沙尘暴。4 月 28 日下午,新疆东部哈密、吐鲁番出现沙尘天气,甘肃河西走廊酒泉、张掖等地发生强沙尘暴,能见度低于 500 m; 29 日,南疆盆地、甘肃河西走廊、内蒙古中西部、宁夏北部、陕西北部部分地区出现扬沙或沙尘暴天气,南疆盆地局地发生强沙尘暴; 30 日清晨,内蒙古中东部、山西北部、河北北部、东北地区西部部分地区出现沙尘天气; 30 日上午,北京风力逐渐加大,局地出现扬沙浮尘天气,市区能见度不足 5 km。8 月 3 日,新疆乌鲁木齐及周边城市昌吉市区遭遇沙尘暴袭击,滚滚而来的漫天沙尘,瞬间让整个城市昏天暗地,空气中弥漫着呛人的沙土味道,一些路段的能见度不足 500 m。

2011 年 4 月 8 日,持续干旱和大风导致德国

北部的罗斯托克 (Rostock) 镇遭遇沙尘暴,低能见度造成波罗的海附近的高速公路 80 辆汽车连环相撞。4 月 13 日,强沙尘暴天气席卷了中东,影响了沙特阿拉伯、科威特和伊拉克。其中,伊拉克的巴士拉能见度只有 50 m。科威特部分地区能见度也只有 200 m,该国所有的石油出口中断。7 月 5 日,一次强沙尘暴席卷了美国亚利桑纳州的菲尼克斯 (Phoenix)、斯科茨代尔 (Scottsdale)、坦普 (Tempe) 和埃文戴尔 (Avondale); 雷达数据显示,沙尘蔓延至 $1.5 \sim 1.8 \text{ km}$ 高空,地面能见度几乎为 0,多架航班延误; $80 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的阵风导致 1 万居民用电中断。7 月 18 日,一个相对较弱的沙尘暴 ($40 \sim 55 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的阵风) 再次袭击菲尼克斯,沙尘蔓延到 900 m 高空,能见度也非常低。10 月 17 日,干旱和 $121 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$ 的大风导致德克萨斯州卢伯克 (Lubbock) 形成一个 2400 m 的沙尘墙,能见度降至 0。沙尘暴天气在卢伯克是少见的,这种强度和尺度的沙尘暴更是罕见。强沙尘暴损坏了建筑物和树木,也引发了 3 起森林野火 (<http://www.ncdc.noaa.gov/sotc/hazards> [2011-08-05])。

3 与全球气候变化相关的其他事件

3.1 太阳活动

2011 年每个月都观测到 X 射线耀斑,射线等级包括 C、M、X 级。2011 年每个月都观测到日冕物质抛射,除 2 月以外,其他月份观测到的日冕物质抛射的天数都大于 15。5 月 29 日和 6 月 7 日分别观测到 1 次射电大爆发; 7 月 30 日、8 月 9 日、9 月 9 日、10 月 21 日分别观测到 1 次射电小爆发。10 月 23 日观测到一次太阳质子事件。此外,2011 年每个月都有数天微扰或弱的地磁活动,全年共有 9 d 地磁活动达到强或很强等级,9 月 9 日还观测到极强等级的地磁活动 (<http://rwcc.bao.ac.cn/history/> [2012-01-11])。

3.2 ENSO

2010 年 7 月赤道中东太平洋 La Niña 事件爆发 [赤道中、东太平洋综合区海温指数 (Niño Z) $\leq -0.5^\circ\text{C}$], 该事件在 2010 年 12 月至 2011 年 1 月达到最强, Niño Z 达 $-1.5 \sim -2.0^\circ\text{C}$ 。2010/2011 年的 La Niña 事件是过去 60 年来最强的一次

(WMO, 2012), 它被认为直接导致了东非、赤道太平洋中部岛屿和美国干旱以及非洲南部、澳大利亚东部和南亚的严重洪涝灾害。这次强 La Niña 事件于 2011 年 4 月结束, 2011 年 5~7 月赤道中、东太平洋海表温度整体上呈现接近正常的状态。8 月, 赤道中、东太平洋海表温度负距平又开始逐步加强, 并逐步扩大, Niño Z 指数为 -0.3°C ; 9 月赤道中、东太平洋大范围偏低 0.5°C , Niño Z 达到 -0.6°C , 又进入 La Niña 状态, 10 月进一步加强 (<http://ncc.cma.gov.cn/Monitoring/en-so.php?WCHID=21&ChannelID=26> [2011-11-07])。

3.3 极地冰川和海冰

2011 年 9 月 9 日, 北极海冰达 2011 年的最低值 $433 \times 10^4 \text{ km}^2$, 这是 1979 年有卫星观测以来北极海冰的第 3 个最低值, 仅比 2007 年夏季的北极海冰面积大 $16 \times 10^4 \text{ km}^2$ (陈洪滨和范学花, 2011), 比 1979~2000 年的平均值少了 35%。同时考虑了海冰面积和厚度的情况下, 2011 年 9 月北极海冰的体积达历史最小, 仅为 4200 km^3 (WMO, 2012)。

2011 年 2 月南极海冰面积降到最小值, 到 5 月时海冰面积增加到常年平均水平并一直持续到 11 月, 总体看来 2011 年南极海冰的面积与常年平均值持平 (WMO, 2012)。

3.4 南极 O₃ 洞

2011 年 10 月 8 日, 南极 O₃ 洞面积达全年的最大值 $2.44 \times 10^7 \text{ km}^2$, 比 1979~2000 年的平均值大 $0.58 \times 10^7 \text{ km}^2$, 但比 2000 年的最大记录小 $0.6 \times 10^7 \text{ km}^2$ 。10 月 8 日, O₃ 总量降至全年最低: 99 DU, 是 2006 年来的最低值 (WMO, 2012)。

3.5 火山喷发

全球各地约有 1500 座活火山, 其中每年有 50 多座都会处于活跃期。它们会喷发出大量的水汽、尘埃、火山灰和有毒气体。2011 年, 活跃的火山包括智利和阿根廷边境的普耶韦 (Puyehue - Cordón Caulle) 火山, 日本的新燃岳 (Shinmoedake) 火山, 印度尼西亚的罗肯 (Lokon) 火山, 冰岛的格里姆 (Grimsvotn) 火山, 意大利的埃特纳 (Etna) 火山和刚果境内的尼亚穆拉吉拉 (Nyamulagira) 火山 (<http://www.theatlantic.com/info-cus/2011/12/the-year-in-volcanic-activity> [2011-

12-17])。

日本新燃岳火山位于日本九州岛宫崎县与鹿儿岛县交界处的雾岛山中部, 火山口直径约 750 m, 深约 180 m。2011 年 1 月 19 日和 22 日两次喷发后, 1 月 26 日 07:00 许再度喷发, 27 日、28 日及 30 日, 连续发生 3 次大规模爆炸性喷发, 烟尘高达 3 km。3 月 13 日发生剧烈喷发, 喷烟高度达 4 km。4 月 9 日和 18 日, 新燃岳火山发生两次小规模喷发, 山顶惊现“火山雷”。

2011 年 3 月 7 日, 夏威夷群岛的基拉韦厄 (Kilauea) 火山喷出的岩浆不断流入大海中, 而加纳利群岛附近的海床也因火山喷发而逐渐升高。4 月 25 日、11 月 29 日南美洲厄瓜多尔的通古拉瓦 (Tungurahua) 火山喷发。5 月 12 日、8 月 6 日意大利西西里岛东岸的“埃特纳”火山喷发。“埃特纳”火山位于意大利西西里岛东岸, 是欧洲最高的活火山, 当前约 3329 m 高。5 月 21 日冰岛格里姆火山开始喷发, 格里姆火山位于冰岛东南方向一座冰河下方。6 月 4 日, 智利和阿根廷边境的普耶韦火山开始喷发, 5 日喷发持续, 并出现火山闪电现象。大量火热的火山灰及石块冲上云霄达 10 km, 导致多趟航班取消, 附近 3500 多人撤离。7 月 14 日, 印度尼西亚的罗肯火山喷发出了大量的灰尘和熔浆, 最高达到了 1500 m, 受火山活动影响, 许多居民逃离到偏远的农村地区。11 月 11 日, 刚果的尼亚穆拉吉拉火山喷发。

4 小结

2011 年各种类型的极端天气和气候事件在世界各地频发。虽然该年灾害性天气导致我国的灾害损失总体偏轻, 但造成的社会影响越来越明显, 主要表现在冰冻、雨雪、雾霾天气对交通运输, 局地突发暴雨对城市运行, 持续高温干旱对农业生产、群众生活等方面 (http://www.cma.gov.cn/2011zwxx/2011zyjgl/201203/t20120305_163510.html [2012-03-05])。

为了减少极端天气和气候事件给工农业生产和人民生活带来的影响, 2011 年 12 月 8 日, 国务院办公厅提出“十二五”期间, 我国将加强自然灾害监测预警、风险调查、工程防御、宣传教育等预防工作, 坚持防灾、抗灾和救灾相结合, 强

化各级政府在防灾减灾工作中的主导作用, 加强部门间的协同配合, 组织动员社会各方力量参与防灾减灾, 综合推进灾害管理工作。

参考文献 (References)

- 陈洪滨, 范学花. 2007. 2006 年极端天气和气候事件及其他相关事件 [J]. 气候与环境研究, 12 (1): 100 - 112. Chen Hongbin, Fan Xuehua. 2007. Some extreme events of weather, climate and related phenomena in 2006 [J]. Climatic and Environmental Research (in Chinese), 12 (1): 100 - 112.
- 陈洪滨, 范学花. 2010. 2009 年极端天气和气候事件及其他相关事件 [J]. 气候与环境研究, 15 (3): 322 - 336. Chen Hongbin, Fan Xuehua. 2010. Some extreme events of weather, climate and related phenomena in 2009 [J]. Climatic and Environmental Research (in Chinese), 15 (3): 322 - 336.
- 陈洪滨, 范学花. 2011. 2010 年极端天气和气候事件及其他相关事件 [J]. 气候与环境研究, 16 (6): 789 - 804. Chen Hongbin, Fan Xuehua. 2011. Some extreme events of weather, climate and related phenomena in 2010 [J]. Climatic and Environmental Research (in Chinese), 16 (6): 789 - 804.
- WMO. 2012. WMO No. 1085, WMO Statement on the Status of the Global Climate in 2011 [R]. Geneva, March 2012.