

WMO 2017年 全球气候状况声明

水
气候
天气



世界气象组织

WMO-No. 1212

WMO-No. 1212

© 世界气象组织, 2018

WMO 保留本出版物的印刷、电子和其它任何形式以及任何语言的版权。短幅摘引WMO出版物无须授权, 但要清晰标注完整出处。编辑部信函联系以及关于部分或全文出版、翻印或翻译要求请致函:

Chairperson, Publications Board
World Meteorological Organization (WMO)
7 bis, avenue de la Paix
P.O. Box 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

Tel.: +41 (0) 22 730 84 03
Fax: +41 (0) 22 730 81 17
Email: publications@wmo.int

ISBN 978-92-63-51212-3

本出版物与下列机构合作发布: 设在尼日尔的非洲气象应用发展中心 (ACMAD); 南美南部地区区域气候中心 (RCC-SSA); 英国欧洲中期天气预报中心 (ECMWF); 日本气象厅 (JMA); 英国气象局哈德莱中心; 英国东英吉利大学气候研究所 (CRU); 美国国家海洋和大气管理局 (NOAA) 气候预测中心 (CPC)、国家环境信息中心 (NCEI) 和国家飓风中心 (NHC); 美国国家航空航天局 (NASA) 戈达德空间研究所 (NASA GISS); 德国全球降水气候中心 (GPCC); 美国国家冰雪数据中心 (NSIDC); 澳大利亚联邦科学与工业研究组织 (CSIRO) 海洋和大气研究所; 美国罗格斯大学全球冰雪实验室; 德国六区协区域气候中心气候监测部门; 中国北京气候中心; 日本东京气候中心; 厄瓜多尔国际厄尔尼诺研究中心 (CIIFEN); 巴巴多斯布里奇顿加勒比气象和水文研究所; 荷兰皇家荷兰气象局 (KNMI); 俄罗斯联邦全球气候和生态研究所 (IGCE); 俄罗斯全俄水文气象信息研究所 - 世界资料中心 (ARIHMI-WDC); 瑞士气象局全球大气监视站信息系统 (GAWSIS); 日本气象厅世界温室气体资料中心 (WDCGG); 瑞士世界冰川监测服务处 (WGMS); 加拿大环境及气候变化部世界臭氧和紫外线辐射资料中心 (WOUDC); 尼日尔河流域管理局。其它贡献方包括下列国家气象和水文部门或同类机构: 阿尔及利亚、阿根廷、澳大利亚、奥地利、孟加拉、白俄罗斯、比利时、波斯尼亚和黑塞哥维那、巴西、保加利亚、加拿大、智利、中国、哥伦比亚、哥斯达黎加、克罗地亚、古巴、塞浦路斯、捷克共和国、丹麦、厄瓜多尔、爱沙尼亚、斐济、芬兰、法国、冈比亚、格鲁吉亚、德国、希腊、匈牙利、冰岛、印度、印度尼西亚、伊朗伊斯兰共和国、爱尔兰、以色列、意大利、日本、肯尼亚、拉脱维亚、立陶宛、卢森堡、马来西亚、马里、马耳他、毛里求斯、墨西哥、摩洛哥、荷兰、新西兰、尼日利亚、挪威、阿曼、巴基斯坦、巴拉圭、秘鲁、菲律宾、葡萄牙、韩国、摩尔多瓦共和国、罗马尼亚、俄罗斯联邦、塞尔维亚、新加坡、斯洛伐克、斯洛文尼亚、南非、西班牙、瑞典、瑞士、泰国、前南斯拉夫马其顿共和国、突尼斯、土耳其、土库曼斯坦、乌克兰、阿拉伯联合酋长国、英国、坦桑尼亚、美国、乌拉圭。

为本出版物提供素材的国际组织和国家机构包括: 联合国粮食及农业组织 (FAO)、联合国教科文组织政府间海洋学委员会 (IOC-UNESCO)、国际货币基金组织 (IMF)、国际移民组织 (IOM)、联合国难民事务高级专员公署 (UNHCR)、联合国减灾办公室 (UNISDR)、联合国人道主义事务协调办公室 (OCHA)、世界粮食计划署 (WFP)、世界卫生组织 (WHO)、比利时天主教鲁汶大学灾害流行病学研究中心 (CRED) 以及慕尼黑再保险公司。

封面图: Landi Bradshaw摄影

注

WMO出版物中所使用的称号和本出版物中的材料表现方式并不代表WMO对任何涉及国家、领地、城市或地区或其当局的法律地位或对任何涉及边界或分界线的划定表达任何观点。

本出版物中提及的具体商号或产品并不表明它们得到了WMO的认可或推荐, 也不表明它们优于未在本出版物中提及或宣传的其它性质类似的商号或产品。

署名作者的WMO出版物中所示的结果、解释和结论只是作者的观点, 并不一定反映WMO或其会员的观点。

目录

序言	3
执行摘要	4
关键气候指标	5
温度	5
温室气体	7
全球碳收支	10
2017年的海洋	11
2017年的冰冻圈	13
2017年年际气候变率的主要驱动因素	15
2017年的降水	16
极端事件	17
气候风险及相关的影响	29
农业和粮食安全	29
健康	32
人口流离失所	32
经济影响	33
病媒传病疾病：美洲寨卡病毒	34



序言

过去25年来，世界气象组织(WMO)每年发布《全球气候状况声明》，用以提供关于全球气候以及全球发生的重大天气及气候事件的权威科学信息。在我们纪念25周年之际以及随着《巴黎协定》的生效，WMO《全球气候状况声明》中所含信息的重要性前所未有。WMO将继续努力，通过本声明和年度《WMO温室气体公报》提高其为《联合国气候变化框架公约》缔约方所提供信息的相关性。这些出版物可对政府间气候变化专门委员会(IPCC)每六到七年发布的评估报告形成补充。

自1993年发布首份《全球气候状况声明》以来，我们对复杂气候系统的科学了解突飞猛进。我们对气候变化的人为影响以及此类变化的性质和程度的了解尤其如此。这包括我们有能力记录极端天气和气候事件的发生以及人类对气候影响的归因程度。

二氧化碳排放不断增加以及其它温室气体的排放都在推动着人为气候变化。过去25年，大气二氧化碳浓度已从360 ppm上升至超过400 ppm。它们在未来数代还将超越这一水平，使我们的星球未来变得更暖，发生更多极端天气、气候和水事件。气候变化也日益表现在海平面上升、海洋酸化以及热量、海冰融化和其它气候指标等方面。

2017年的全球平均温度大约高于工业化前时代1.1°C，是《巴黎协定》力求实现的2°C温升上限的一半多。该协定进一步争取将温度升幅限制在比工业化前水平高1.5°C。2017年是在无厄尔尼诺事件情况下有记录以来的最暖年份，并且是排在创纪录的2016年之后的三个最暖年份之一。全球九个最暖年份都是自2005年以后出现，五个最暖年份是自2010年以后出现。

2017年，极端天气在许多国家夺走生命并破坏生计。由于温暖的海面温度，北大西洋飓风季给美国造成了有史以来最大的损失，并使多米尼克等加勒比小岛屿国家数十年的发展成果毁于一旦。洪水使印度次大陆数百万人口背井离乡，干旱正在加剧非洲之角的贫困，加大迁移压力。无怪乎世界经济论坛《2018年全球风险报告》中将极端天气事件确定为人类面临的最主要风险。

由于气候变化对社会和经济的影响十分严重，WMO与联合国其它组织合作，将气候怎样影响迁移模式、粮食安全、卫生及其它行业等信息纳入《声明》。此类影响对脆弱国家尤甚，这从国际货币基金组织的最新研究中也得到印证，研究警告指出，温度升高1°C会极大降低许多低收入国家的经济增长率。

我想借此机会向WMO会员的国家气象和水文部门、国际和区域资料中心及机构以及世界各地的气候专家所做出的贡献表示感谢，同时也感谢联合国姊妹机构提供关于社会和经济影响方面的宝贵资料。它们大力协助确保本年度《声明》达到最高科学标准和社会关联度，并为《巴黎协定》、《仙台减轻灾害风险框架》和《联合国可持续发展目标》的行动提供依据。



(P. Taalas)
秘书长

执行摘要

2017年的全球平均温度高于工业化前水平 $1.1^{\circ}\text{C} \pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。虽然2017年的温度低于创纪录的2016年，但仍是自记录以来的三个最暖年份之一，而且是未受厄尔尼诺事件影响的最暖年份。2013-2017年的全球平均温度比1850-1900年的全球平均温度高出近 1°C ，同时也是有记录以来最高的五年平均值。世界仍在经历着海平面上升并有一定加速，且温室气体浓度在增加。冰冻圈在不断收缩，北极和南极海冰也在退缩。

自1980年以来，高温相关疾病或死亡的总体风险在逐步攀升，目前世界上约30%的人口生活在每年至少有20天可能造成致命温度的气候条件下。

2017年发生了许多重大天气和气候事件，包括极为活跃的北大西洋飓风季、印度次大陆主要季风洪水以及非洲东部部分地区持续的严重干旱。这使2017年成为有记录以来灾害性天气和气候事件造成经济损失最大的一年。世界经济论坛继续将极端天气事件的可能性和影响列为人类面临的最重大风险。¹

在干旱和粮食不安全的情况下，索马里持续出现大量国内流离失所现象。根据联合国难民事务高级专员公署(UNHCR)的记录，从2016年11月至2017年12月，有89.2万人因干旱流离失所。

2017年8月和9月，三大破坏性飓风在美国南部及一些加勒比岛屿先后登陆，打破了关于此类天气极端事件以及损失和损害的现代记录。

本报告所用信息源自许多国家气象和水文部门(NMHS)及相关机构以及区域气候中心、世界气候研究计划(WCRP)、全球大气监视网(GAW)和全球冰冻圈监视网(GCW)。一些其它国际组织也提供了信息，包括联合国粮食及农业组织(FAO)、世界粮食计划署(WFP)、世界卫生组织(WHO)、联合国难民事务高级专员公署(UNHCR)、国际移民组织(IOM)、国际货币基金组织(IMF)、联合国国际减灾战略(UNISDR)以及联合国教科文组织政府间海洋学委员会(IOC-UNESCO)。

关键气候指标值

指标	时间段	数值	排名
全球平均地面温度距平(1981–2010基线)	2017, 年平均	+0.46°C	有记录以来第二最高
全球海洋热含量变化, 0–700米层	2017, 年平均	1.581 x 10 ²³ J	有记录以来最高
全球平均CO ₂ 表面摩尔分数	2016, 年平均	403.3 ppm	有记录以来最高
自1993年以来全球平均海平面变化	2017年12月	8.0 cm	有记录以来最高
北极海冰范围夏季最低值	2017年9月	464 万 km ²	有记录以来第八最低

¹ 2018年世界经济论坛：《2018年全球风险报告》。

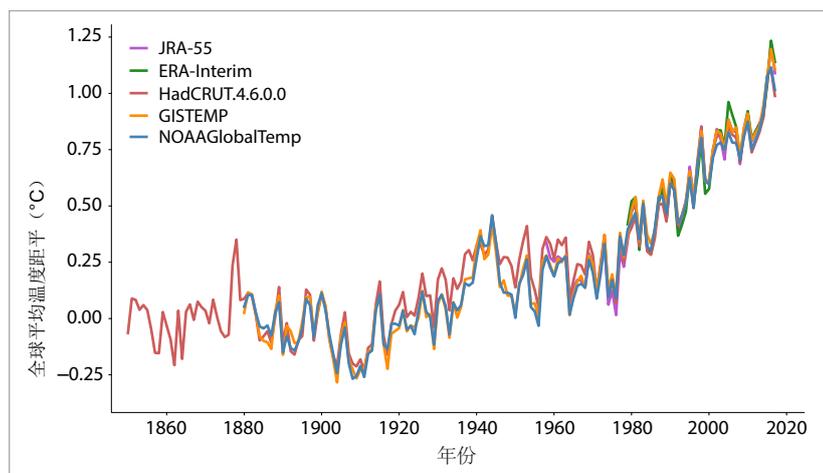
关键气候指标

温度

2017年是有记录以来全球三个最暖年份之一。三个常规地面观测资料数据集和两个再分析资料数据集²组合在一起的五个数据集表明，全球平均温度比1981-2010年平均值³高 $0.46^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ ，比工业化前水平⁴约高 $1.1^{\circ}\text{C}\pm 0.1^{\circ}\text{C}$ 。根据这一量值，在全球有记录以来的最暖年份中，2017年和2015年排名难分第二和第三，但都次于2016年，它比1981-2010年平均值高 0.56°C 。2015年、2016年和2017年温度明显高于2015年之前的任何一年，2015年以前的所有年份都比2015年、2016年或2017年的温度至少低 0.15°C 。

全球九个最暖年份都出现在2005年以后，五个最暖年份出现在2010年以后，而即使是21世纪最冷年份的2008年(其温度比1981-2010年平均值高 0.09°C)，如果放到20世纪也能位列第二最暖年份。

2013-2017年的五年平均温度也是有记录以来的最高值，比1981-2010年平均值高 0.4°C (并且比工业化前的温度高 1.0°C)。五年平均值可从长期角度了解最近的全球温度，而且受逐年波动(厄尔尼诺/南方涛动



(ENSO)相关的波动)的影响小于年度温度。

在各数据集中，2017年在两个再分析数据集(ERA-Interim和JRA-55)中以及在美国国家航空和航天局(NASA)的数据集中位列第二最暖年份，在美国国家海洋和大气管理局(NOAA)以及英国气象局哈德莱中心/气候研究所(CRU)的数据集中位列第三最暖年份。各数据集之间的差异主要是因为它们用不同的方法分析资料稀少地区，尤其是近年出现全球最强升温的北极。

2017年全年，全球温度全年远高于平均值。最强距平出现在年初，1月至3月的每个月温度都至少比1981-2010年平均值高

图1. 以1850-1900年基线的五个全球数据集全球平均温度距平
(出处: 英国气象局哈德莱中心)

全球有记录以来的最暖年份

年	与1981-2010年平均值的距平(°C)
2016	+0.56
2017	+0.46
2015	+0.45
2014	+0.30
2010	+0.28
2005	+0.27
2013	+0.24
2006	+0.22
2009	+0.21
1998	+0.21

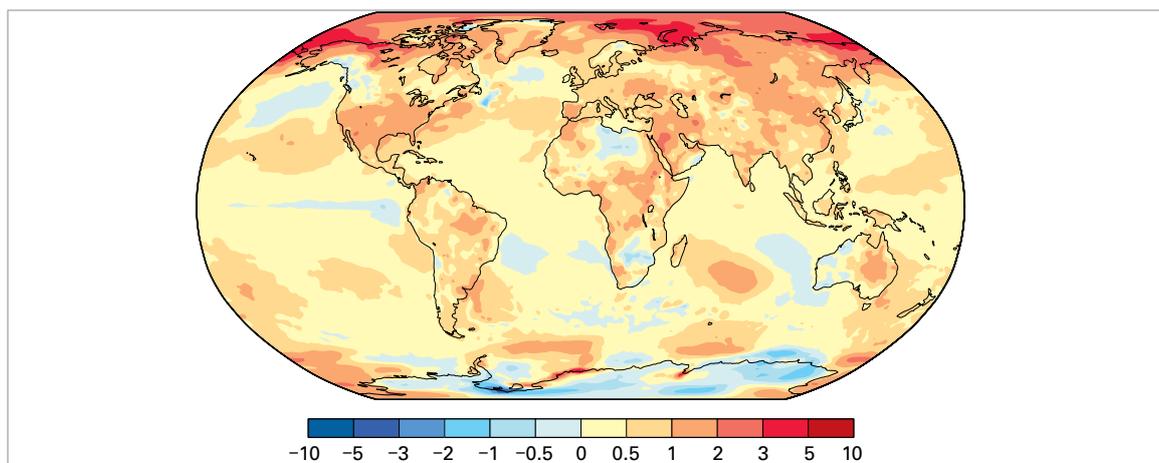
² 所用常规数据集的制作机构有：美国国家海洋和大气管理局(NOAA)；美国国家航空和航天局(NASA)；英国气象局哈德莱中心/气候研究所(CRU)、东英吉利大学(英国)。使用的两个再分析数据集分别是欧洲中期天气预报中心(ECMWF)制作的ERA-Interim数据集和日本气象厅(JAM)制作的JRA-55数据集。

³ 本报告使用1981-2010年时段并非为了与工业化前水平进行温度对比，而是作为标准基线时段，因为这个时段有大量各类数据集(特别是星基数据集)。

⁴ 出于本报告的用途，以1850-1900年作为工业化前温度的基线。根据该基线得出的温度变化与根据1880-1900年等其它历史基线得出的温度变化之间没有显著差异。

图2. 与1981-2010年平均相比的2017年地面气温距平

(出处: 欧洲中期天气预报中心 (ECMWF) 哥白尼气候变化局ERA-Interim资料)



0.5°C, 3月高出了0.64°C。该年的其余时间, 全球月温度距平在0.3°C至0.5°C之间, 6月份的月距平最小, 为0.34°C。

2017年明显是未受厄尔尼诺影响的有记录以来最暖年份。强厄尔尼诺事件, 例如2015/2016年发生的厄尔尼诺事件, 通常会使得事件结束年的全球平均温度上升0.1°C至0.2°C, 而在事件开始年, 温度升幅较小。在2015/2016年事件时, 从2015年10月至2016年4月, 全球温度强劲上升, 对2015年和2016年的年度值产生了显著影响。2017年大部分时间以中性ENSO条件为主, 在年末形成弱拉尼娜。

2017年温暖的显著特点是其空间范围。南极大陆以外, 2017年年平均温度在常规地面分析中低于1981-2010年平均值的唯一陆

地区就是以不列颠哥伦比亚内陆为中心的加拿大西部的一个地区。再分析数据也指出常规资料稀少的非洲部分地区温度低于平均值的一些区域, 包括利比亚以及非洲南部内陆部分地区。亚洲大部分较高纬度地区的温度高于平均值1°C或以上, 包括俄罗斯的亚洲部分、蒙古和中国北方。2017年温度至少高于平均值1°C的其它地区包括加拿大西北部和阿拉斯加、美国的南半部和墨西哥北部部分地区以及澳大利亚东部部分地区。高于2°C的最大距平是在北半球高纬度地区, 尤其是在俄罗斯东部和北美洲西北部。受海冰减少影响的一些沿海地区(例如斯瓦尔巴群岛), 温度高于平均值达4°C。

尽管普遍出现高温, 但2017年只有有限地区是其有记录以来的最暖年份。在报告全国

大陆温度距平

区域	与1981-2010平均值的距平 (°C)	2017 排名	现存记录
北美洲	+0.84	6	+1.32 (2016)
南美洲	+0.54	2	+0.69 (2015)
欧洲	+0.73	5	+1.18 (2014)
非洲	+0.54	4	+0.83 (2010)
亚洲	+0.88	3	+0.92 (2015)
大洋洲	+0.51	6	+0.73 (2013)

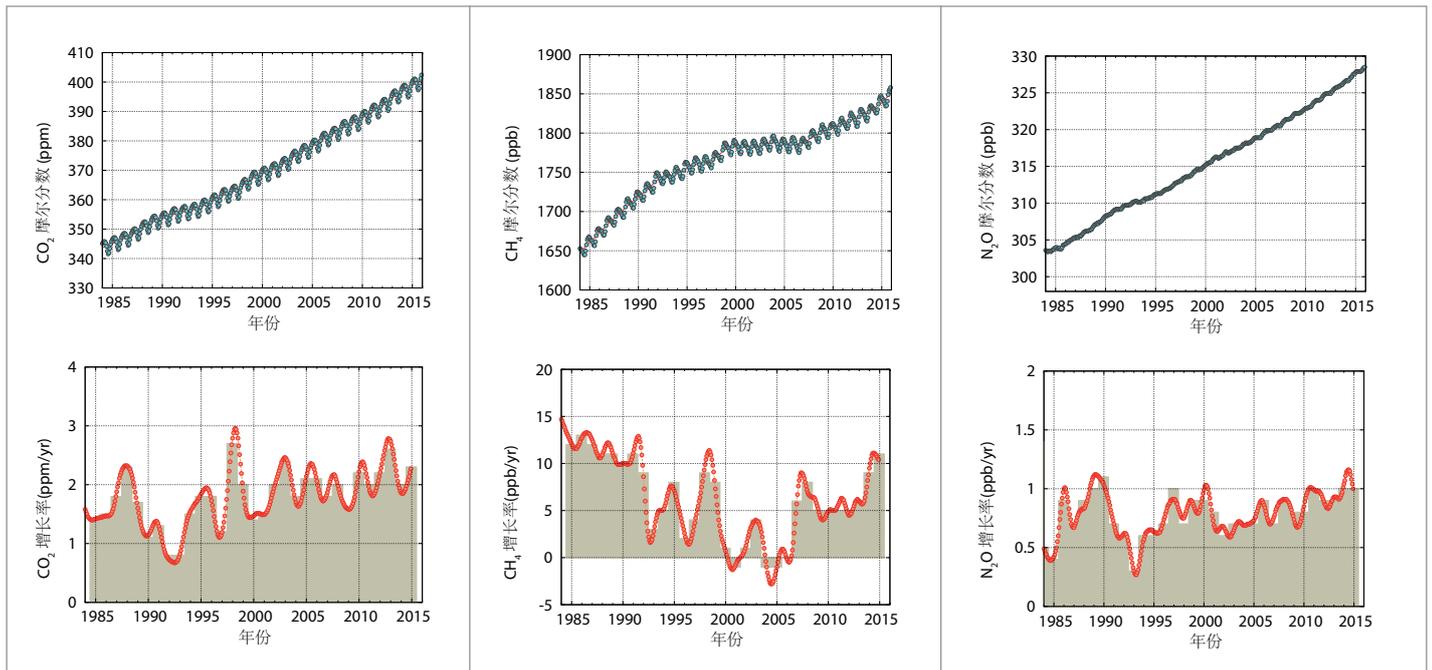


图3. 顶行: 1984-2016年全球平均CO₂摩尔分数(浓度量值), 单位ppm(左), CH₄摩尔分数, 单位ppb(中)和N₂O摩尔分数, 单位ppb(右)。红线是去除季节变化的月平均摩尔分数, 蓝点和蓝线表示月平均值。底行: 表示摩尔分数连续年均值上升的增长率, 每年CO₂增长率, 单位ppm(左)、每年CH₄增长率, 单位ppb(中)和每年N₂O增长率, 单位ppb(右) (出处: WMO全球大气监视网)

平均温度的47个国家中, 仅阿根廷、毛里求斯、墨西哥、西班牙和乌拉圭是其有记录以来的最暖年份。俄罗斯的亚洲部分同样是其有记录以来的最暖年份(整个俄罗斯联邦是第四最暖年), 美国南半部的五个州以及澳大利亚东部的的新南威尔士州和昆士兰州也是如此。

所有大陆2017年是有记录以来其六个最暖年份之一, 其中南美洲是其第二最暖年、亚洲是其第三、非洲是其第四、欧洲是其第五、北美洲和大洋洲是其第六最暖年⁵。非洲的温度到2017年中期都处于创记录水平, 而在5月、6月、7月和9月创下月度记录, 但从10月起显著降温。南美洲出现其有记录以来第二最暖夏季和第二最暖冬季, 而大洋洲出现其最暖的七月。

温室气体

大气温室气体(GHG)水平上升是气候变化的

关键驱动因素。大气浓度成为人类活动排放与生物圈和海洋净吸收之间的平衡。它们是以全球二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)和氧化亚氮(N₂O)实地观测网计算的干摩尔分数来表示。

2017年的全球平均数值到2018年末方可提供。冒纳罗亚火山(夏威夷)以及格里姆角(塔斯马尼亚)等一些具体地点的实时资料表明, CO₂、CH₄和N₂O的水平在2017年持续上升, 但尚不清楚该年增长率如何与2016年或往年增长率相比。

2016年, GHG浓度达到新高, CO₂为403.3±0.1 ppm、CH₄为1853±2 ppb、N₂O为328.9±0.1 ppb。这些数值分别是工业化前(1750年之前)水平的145%、257%和122%。

2015-2016年的CO₂升幅高于2014-2015年观测到的升幅, 也高于过去十年的平均值, 这是1984年后时期观测到的最大年升幅。厄尔尼诺事件促使2016年增长率上升, 这是由于陆地源排放增加(例如森林大火)以

⁵ 大陆温度与NOAA报告的相同, 可登录<https://www.ncdc.noaa.gov/sotc/global-regions/201801>。

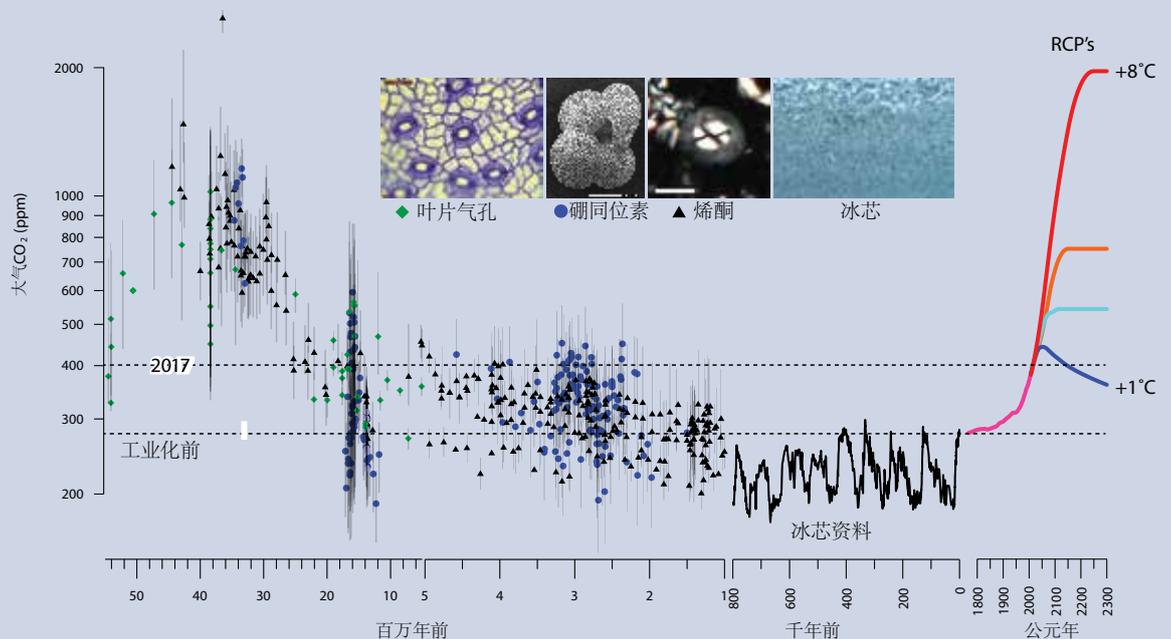
古-今CO₂浓度

对过去气候的重建可以有机会了解地球系统如何响应高浓度大气二氧化碳(CO₂)。要获取仪器记录之前的大气状况信息,可使用各种代用资料组合,里面留存有过去环境条件的物理特征。当顶部新积雪凝结成冰时,冰芯中会有捕获到的古代空气小气泡,因而可以对其直接测量并对过去的大气成分进行一定的深入研究。

80万年前的大气CO₂直接测量值(见图)证明,在冰期(冰河时代)与类似于当今的暖期(间冰期)之间的过去八次旋回,大气CO₂浓度在180-280 ppm之间变化,这证明当今400 ppm的CO₂浓度超过了数十万年来的自然变率。过去十年,使用了新的高分辨率冰芯记录研究过去大气CO₂的变化速度。在大约2.3万年前的末次冰期之后,CO₂浓度

和温度开始上升。在西南极冰芯所记录的时期,CO₂的最快增幅(1.6万年前、1.5万年前和1.2万年前)为100-200年10-15 ppm。相比之下,由于化石燃料燃烧,过去150年,CO₂增加了120 ppm。

与目前CO₂浓度类似的过去历史时期可为相关的“平衡”气候提供估值。在上新世中期(300万-500万年前),最后一次地球大气CO₂达到400 ppm时,全球平均地面温度比现在高2-3°C,格陵兰和西南极洲冰盖融化,甚至东南极洲部分冰盖也有损失,造成海平面比现在高出10-20米。在中新世中期(1500万-1700万年前),大气CO₂达到400-650 ppm,全球平均地面温度比现在高3-4°C。



CE-公元

过去5500万年的大气CO₂重建是采用代用资料(包括硼同位素(蓝圆圈)、烯酮(黑三角)和叶面气孔(绿菱形)。利用现代化仪器从南极冰芯中获得了过去80万年的直接测量值(粉色)。未来估值包括代表性浓度路径(RCP) 8.5(红)、6(橙)、4.5(浅蓝)和2.6(蓝)。本图所示所有资料的参考文献可参见在线扩展版(<http://www.wmo.int/pages/prog/arep/gaw/ghg/ghg-bulletin13>)。

及早灾地区植被对CO₂的吸收减少。由于气候变化与碳循环之间的复杂双向相互作用，2015/2016年厄尔尼诺事件促使增长率上升。

臭氧

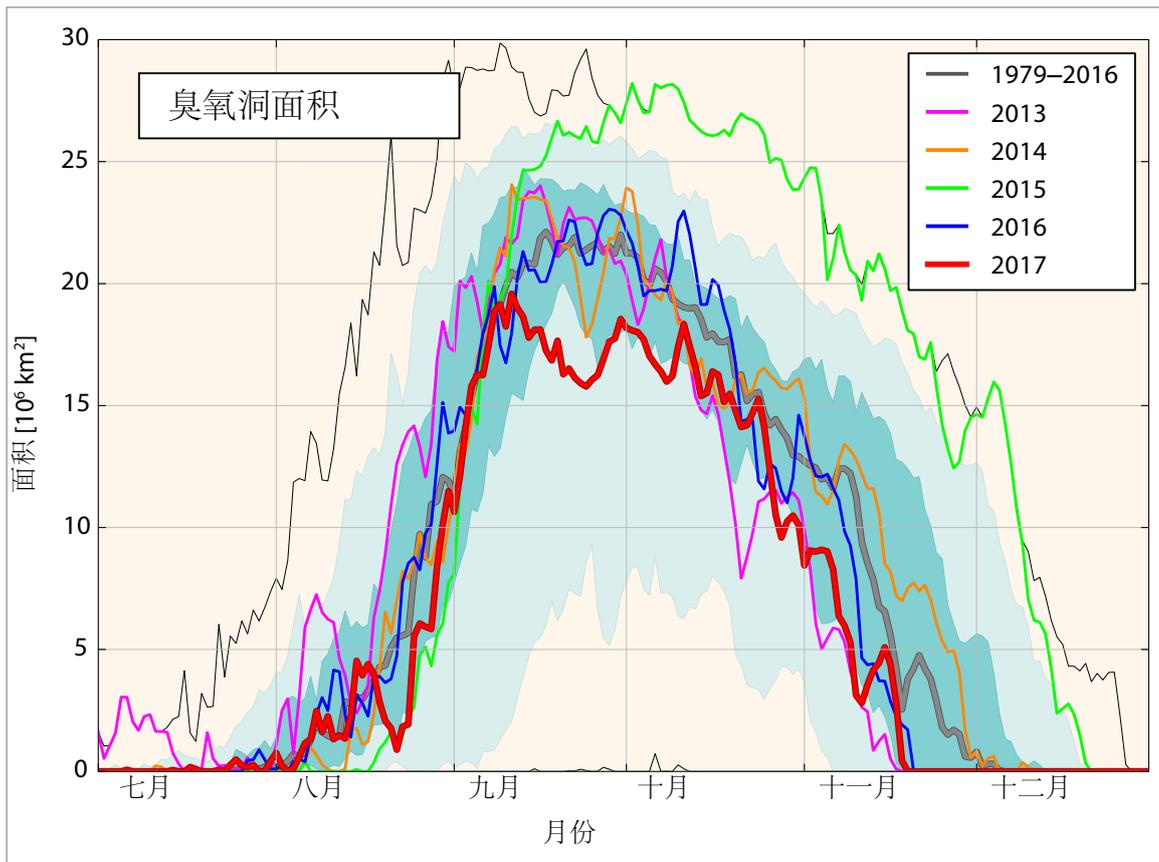
按照近几十年的标准，2017年南极臭氧洞相对较小。这主要反映出2017年的局地大气条件，但其本身并不代表更为持续的下降趋势。大部分臭氧洞指标显示出过去20年不显著的弱下降趋势。

9月11日，日臭氧洞面积达到1960万平方千米的当季最大值。该季节的前半程直至9月的第二周，南极臭氧洞的面积接近1979-

2016年平均值。然而，在9月的第三周，极地涡旋变得不稳定并形成椭圆形，极冠(60-90°S)的温升高于长期平均值5-7°C。这导致臭氧洞面积快速减小，而后大约在9月末出现小幅增加。

该季节峰值期间(从9月7日-10月13日)，臭氧洞的平均面积为1740万平方千米。这是自2002年(1200万平方千米)以来的最小值，也小于2012年的数值，2012年是2003-2016年期间的最低值(1780万平方千米)。连续最差30天的平均臭氧洞面积为1750万平方千米。这同样是自2002年(1550万平方千米)以来观测到的最低值，也略低于2012年(1890万平方千米)。

图4. 臭氧总柱低于220陶普生单位的面积(百万平方千米)。红色表示2017年。如图例所示，图中列出最近几年进行对比。平滑的粗灰线是1979-2016年平均值。深绿-蓝阴影区表示1979-2016年时间段的第30至第70百分位，浅绿-蓝阴影区表示第10和第90百分位。细黑线表示1979-2016年的每天最大值和最小值。本图是根据美国国家航空和航天局(NASA)臭氧监视网站下载的数据在WMO制作。NASA数据是基于臭氧成像和廓线仪装置(OMPS)、臭氧监测仪(OMI)和臭氧总量测绘分光仪(TOMS)的卫星观测资料。



全球碳收支

Josep G. Canadell,¹ Corinne Le Quéré,²
Glen Peters,³ Robbie Andrew,³ Pierre Friedlingstein,⁴
Robert B. Jackson,⁵ Tatiana Ilyina⁶

准确评估大气、海洋和陆地中的二氧化碳(CO₂)排放量和再分布 – “全球碳收支” – 有助于我们掌握人类改变地球气候的方式、支持气候政策的制定以及改进对未来气候变化的预估。

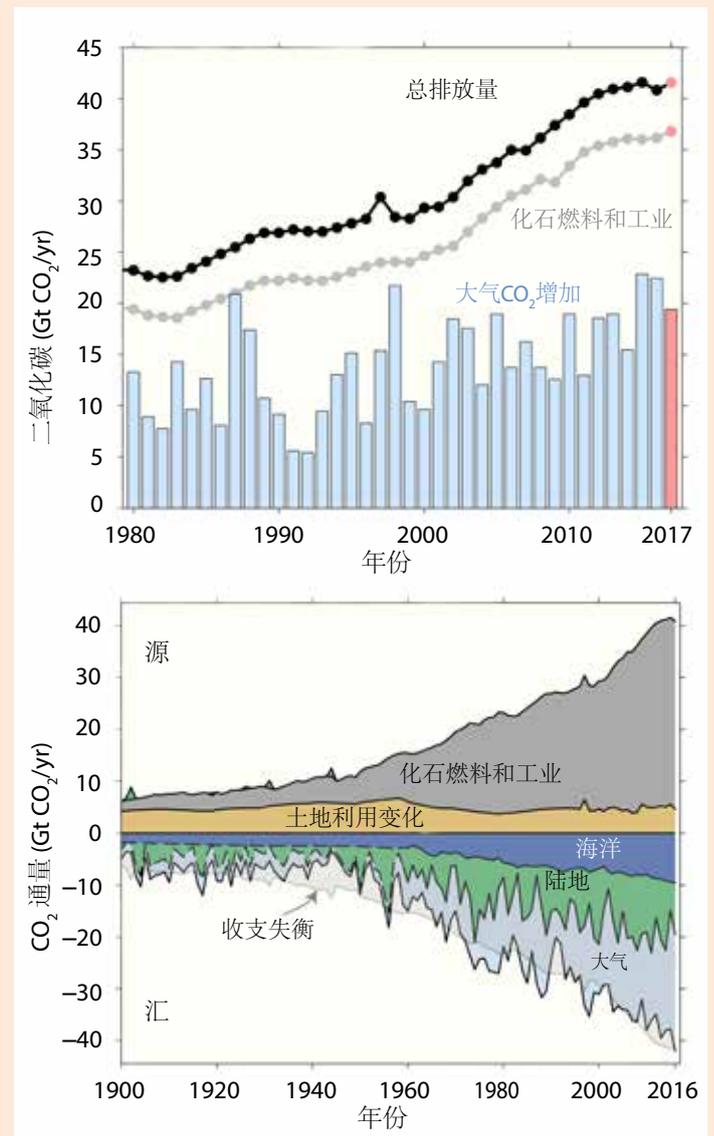
数十年来，化石燃料和工业的二氧化碳排放一直在增加，只是在全球经济衰退时期才停顿下来。2014-2016年，虽然全球经济持续发展，但排放量首次停止增长。不过，尽管化石燃料排放保持稳定(图上栏)，但2015年和2016年，CO₂在大气中以每年近3 ppm这一前所未有的速度累积。这一惊人动态的根源是2015年和2016年强厄尔尼诺造成的升温，这一期间，陆地CO₂汇不足以有效去除大气CO₂，而且火灾的排放量高于(2015年)平均值。2017年的初步数据表明，化石燃料排放和工业排放以约1.5% (0.7%-2.4%，闰年调整)的速率再次增长，从2016年的362±20亿吨CO₂增长到2017年366±20亿吨的创记录高点 – 比1990年高65%。

2016年，土地利用变化造成的二氧化碳排放为48±26亿吨，占所有人为CO₂排放量的12%，根据利用卫星数据进行的初步分析，预计2017年会保持稳定或略有下降。总之，2017年，土地利用变化和化石燃料造成的CO₂排放量估计达415±44亿吨。

在过去十年的所有人为CO₂排放中，每年平均仅有约45%滞留在大气中：海洋去除了25%，陆地生物圈去除了30%(图下栏)。然而，由于强厄尔尼诺条件，2015-2016年，大气CO₂浓度的升幅为221±7亿吨

(占总排放量的54%；2.85 ppm)，高于2007-2016年平均值。海洋和陆地生态系统分别去除了95±18亿吨CO₂(23%)和99±37亿吨CO₂(24%)。

量化亚年代和年代时间尺度陆地碳汇和海洋碳汇以及重建数个世纪工业化时代累积排放量都存在着显著不确定性，尤其是土地利用变化造成的历史排放。



1980-2017年人为CO₂排放趋势和大气CO₂增长。总排放减去化石燃料排放等于土地利用变化的排放(图上栏)。1900-2016年的历史全球碳收支(图下栏)(来源: 全球碳项目, <http://www.globalcarbonproject.org/carbonbudget>; Le Quéré, C.等, 2018: 2017年全球碳收支。地球系统科学数据, 10, 405-448); 2018年3月更新)。

¹ 澳大利亚堪培拉联邦科学和工业研究组织(CSIRO)海洋与大气研究所全球碳项目
² 英国诺维奇东英吉利大学廷德尔气候变化研究中心
³ 挪威奥斯陆国际气候和环境研究中心(CICERO)- 奥斯陆(CICERO)
⁴ 英国埃克塞特大学工程、数学与物理科学学院
⁵ 美国斯坦福大学伍兹环境研究所地球系统科学系和普雷科特能源研究院
⁶ 德国汉堡马普气象研究所

2017年的海洋

温度

2017年全球海面温度略低于2015年和2016年的水平，但仍位列有记录以来的第三最暖年份。最显著的海面温度距平是在热带太平洋西部和副热带南印度洋西部及中部。在这两个海域，海面温度普遍比1981-2010年平均值高0.5°C至1.0°C，印度洋局部超过平均值1.0°C，通常处于记录的高位。相反，在印度洋东部大部分海域以及赤道太平洋中部和东部，温度略低于平均值，后者与年末形成的弱拉尼娜条件相一致。在大西洋南端部分海域，温度也略低于平均值。在大西洋东北冰岛以南的冷水海域与最近几年相比没有那么显著。

澳大利亚东海岸近海海面温度连续第二年高于平均值，导致大堡礁出现严重珊瑚白化，这次主要是在大堡礁的中部区域，而不是在2016年受到影响的北部区域。⁶热带太平洋西部的部分海域也出现了严重的白化现象，⁷包括密克罗尼西亚和关岛，不过全球白化现象的范围不及2016年。2017年晚些时候，塔斯曼海南部海域出现异常温暖的海面温度(通常高于平均值2°C或以上，比以前的年同期记录高0.5°C或以上)，同时新西兰(尤其是南岛)和塔斯马尼亚也出现创记录的月度高温。在该事件对海洋的影响日益明显时，鱼类的分布已发生了变化，在峡湾(新西兰西南端)的近海首次捕获到了真鲷。

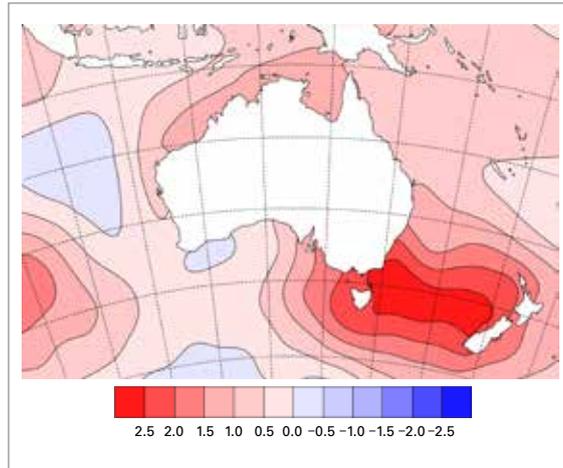


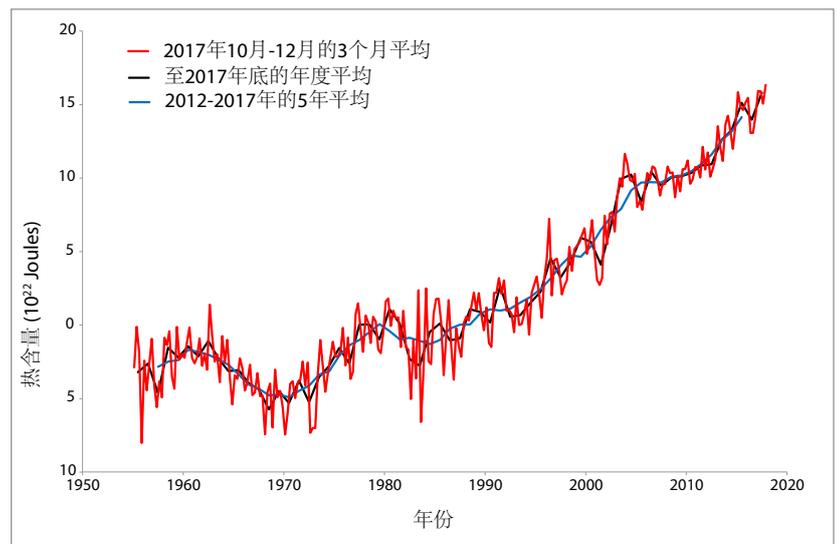
图5. 2017年12月5日的月海面温度距平(°C)，表明塔斯曼海南部的温度高于平均值2.5°C或以上。

(出处：澳大利亚气象局)

海洋热含量是测量海洋上层的热量，其值在2017年屡创新高。2017年0-700米深度层的平均海洋热含量为158.1 ZJ，⁸比2015年创下的年均记录高6.9 ZJ。2017年10月-12月这个季度的平均值为163.4 ZJ，这也是有记录以来的最高季度值。0-2000米深度层的海洋热含量(233.5 ZJ)也是有记录以来的最高值，而这一深度层的记录仅可回溯至2005年。北半球以及大西洋和太平洋0-700米深度层也创下了年度记录，不过印度洋出现自2009年以来的最低值。

图6. 0-700米深度层的全球海洋热含量变化(x 10²² J): 3个月平均值(红色)、年度(黑色)和5年(蓝色)滑动平均值，数据来自美国国家海洋和大气管理局(NOAA)数据集。

(出处：WMO利用NOAA国家环境信息中心提供的数据编制)。



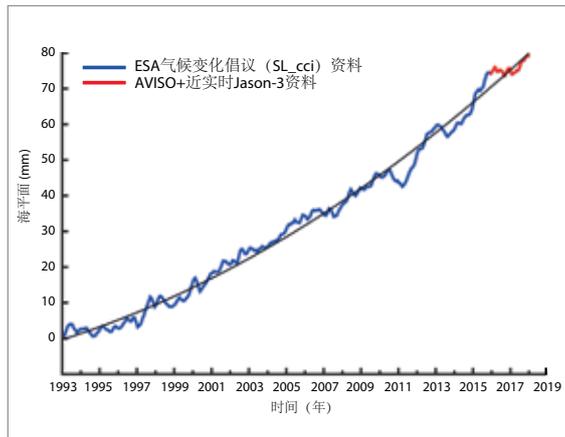
⁶ 澳大利亚研究委员会(ARC)珊瑚礁研究中心，<https://www.coralcoe.org.au/>。

⁷ NOAA珊瑚礁监视，coralreefwatch.noaa.gov。

⁸ 资料源自NOAA: 1 ZJ (zetajoule) = 1021 J, 能量标准单位

图7. 卫星测高多任务提供的全球平均海平面时间序列(去除了季节循环), 1993年1月-2018年1月。数据来自AVISO

(出处: 采集定位卫星(CLS) - 空间地球物理学和海洋学研究实验室(LEGOS))。



海平面

2016年和2017年初, 全球平均海平面(GMSL)相对稳定。这是由于2015/2016年厄尔尼诺(期间, GMSL在2016年初达到峰

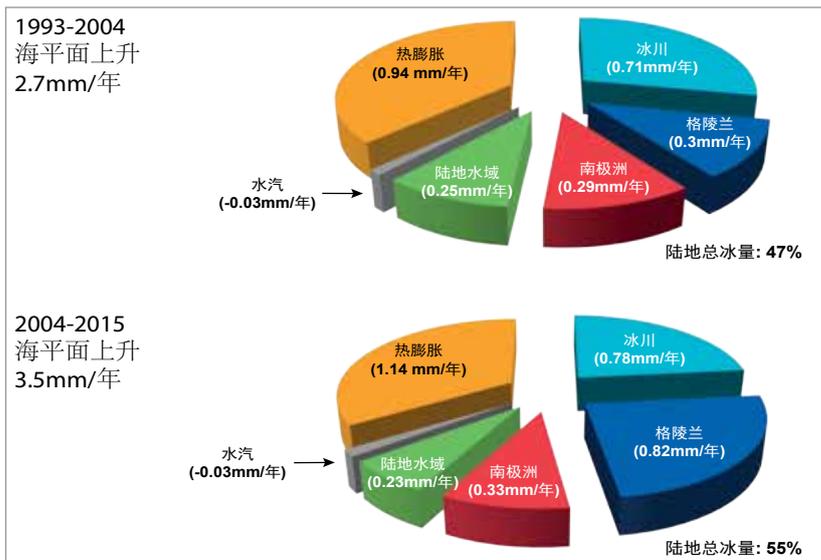
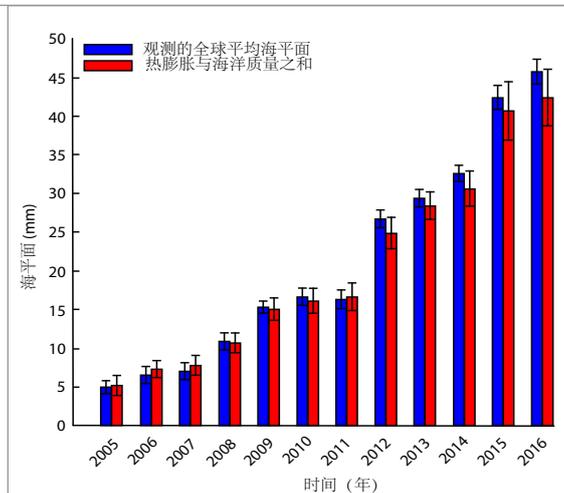


图8. 1993-2004年和2004-2015年全球平均海平面上升各项促因的百分比(图上栏); 年度海平面收支(2005-2016年)(图下栏)

(出处: Dieng, H.等, 2017: *New estimate of the current rate of sea level rise from a sea level budget approach*. 地球物理通讯, 44)



值, 比2004-2015年趋势约高10毫米)的暂时影响持续减弱, 而GMSL则恢复至更接近长期趋势的数值。然而, 最新海平面资料显示, 自2017年中期以来, GMSL再次上升。

饼状图为1993-2004年以及2004-2015年两个时期各海平面收支分量的贡献(以观测的全球平均海平面百分比表示)。图中清晰表明, 近年来几乎所有分量值均有上升, 尤其是极地冰盖的融化, 主要是在格陵兰以及较小程度的南极洲。如卫星测高所示, 冰盖冰量加速损失主要是由于全球平均海平面加速上升。如果去除厄尔尼诺和拉尼娜现象造成的逐年波动以及1991年皮纳图博火山喷发导致的暂时变冷, 则此类情况会更为明显。¹⁰

柱形图(图下栏)为2005-2016年基于测高的年平均海平面(蓝柱)以及热膨胀与海洋质量分量之和(红柱)。黑竖线是相关不确定性。热膨胀是基于Argo资料¹¹, 而海洋质量是根据重力恢复和气候实验(GRACE)(Johnson和Chambers, 2013年, ¹²Lutcke

⁹ Dieng, H. et al., 2017: New estimate of the current rate of sea level rise from a sea level budget approach. *Geophysical Research Letters*, 44, doi:10.1002/2017GL073308.

¹⁰ Nerem, R.S. et al., 2018: Climate-change-driven accelerated sea-level rise detected in the altimeter era. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, published on line on 13 February 2018.

¹¹ Ibid.

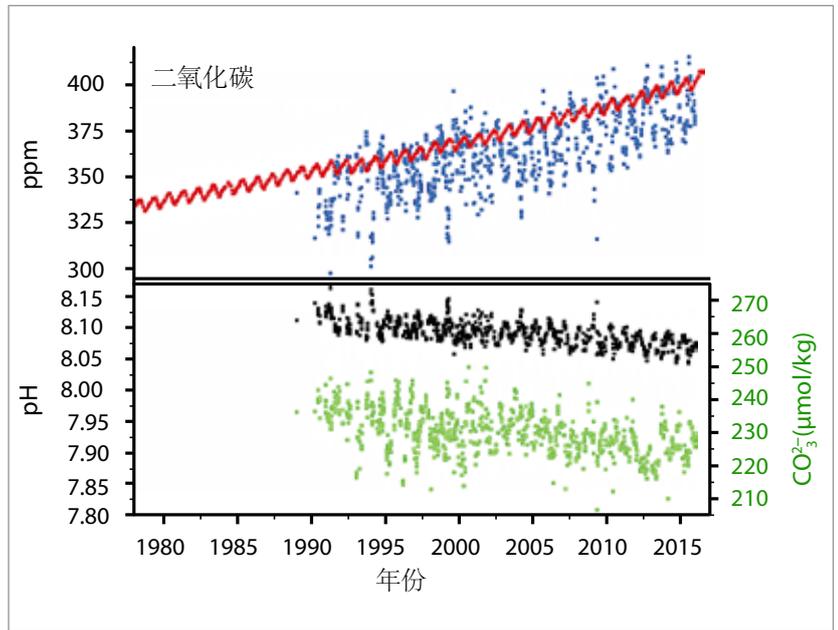
¹² Johnson, G. C. and D. P. Chambers, 2013: Ocean bottom pressure seasonal cycles and decadal trends from GRACE Release-05: Ocean circulation implications. *Journal of Geophysical Research, Oceans*, Vol.118, 9:4228-4240, doi: 10.1002/jgrc.20307.

等，2013年，¹³Watkins等，2015年¹⁴更新)。海平面收支几乎都在各自的误差线内(即通过各贡献分量的已知变化几乎可完全说明观测到的变化)，不过自2012年以来，热膨胀贡献与海洋质量变化之和总体略低于观测到的年海平面变化。图中还显示出逐年平均海平面的明显上升。

海洋酸化

海洋每年最多可吸收大气中人为CO₂排放量的30%，帮助减轻气候变化对地球的影响。然而，这是有高昂生态代价的，因为吸收的CO₂会在海水中产生反应，改变海洋的酸度水平。更准确地说，这包括海水pH值下降以及密切相关海水碳酸盐化学的变化，包括霰石饱和状态，它是关键物种生成外壳以及骨骼物质(例如造礁珊瑚和有壳软体动物)所使用的主要碳酸钙形式。公海和沿海地区海洋酸度观测资料表明，目前的状况通常超出工业化前的范围。在有些地区，这种变化被自然过程放大，比如涌升(富含CO₂和养分的冷水从深层上升到海面)，产生超出生物相关阈值范围的条件。

未来海洋条件的预估表明，海洋酸化会影响海洋的所有区域，而对海洋物种、生态系统及其功能的影响各异。过去10年来，各类研究已经确认，海洋酸化直接影响着珊瑚礁的健康；水产养殖鱼类和海鲜的成功、质量以及口感；以及一些关键生物的存活和钙化。



这些变化通常会影响到营养水平较低的物种，并在食物网中产生级联效应，预计这会对沿海经济产生越来越大的影响。

此外，海洋酸化不会孤立地影响海洋生态系统。多重其它环境压力源会与海洋酸化相互作用，例如海洋变暖和层结、脱氧和极端事件以及其它人为扰动，例如过度捕捞和污染。

海洋酸化逐渐呈现一致的趋势。自20世纪80年代末阿罗哈站(夏威夷以北)开始记录以来，海水pH值逐渐下降，从20世纪80年代初的大于8.10下降到过去五年的8.04至8.09之间。

2017年的冰冻圈

2017年全年，北极和南极的海冰范围远低于1981-2010年的平均值。3月7日北极海冰达到1442万平方千米的冬季最大值，这是卫星记录中的最低冬季最大值，比2015年创下的记录低点还少10万平方千米。然而，春季和夏季的融化速度低于最近几年。9月

图9. 根据北太平洋夏威夷海洋时间序列(HOT)计划1988-2015年观测资料计算的表层(< 50米)海洋碳酸盐化学趋势。图上栏为大气CO₂浓度(红点)和海水CO₂浓度(蓝点)联动上升。下栏为海水pH值(黑点, 主y轴)和碳酸盐浓度(绿点, 次y轴)下降。海洋化学资料来自夏威夷海洋时间序列资料组织和图形系统(HOT-DOGS)。(出处: 美国国家海洋和大气管理局(NOAA), Jewett和Romanou, 2017)

¹³ Luthcke, S. B. et al., 2013: Antarctica, Greenland and Gulf of Alaska land-ice evolution from an iterated GRACE global mascon solution. *Journal of Glaciology*, 59:613-631, doi: 10.3189/2013JoG12J147.
¹⁴ Watkins, M. et al., 2015: Improved methods for observing Earth's time variable mass distribution with GRACE using spherical cap mascons. *Journal of Geophysical Research, Solid Earth*, 120:2648-2671, doi: 10.1002/2014JB011547.

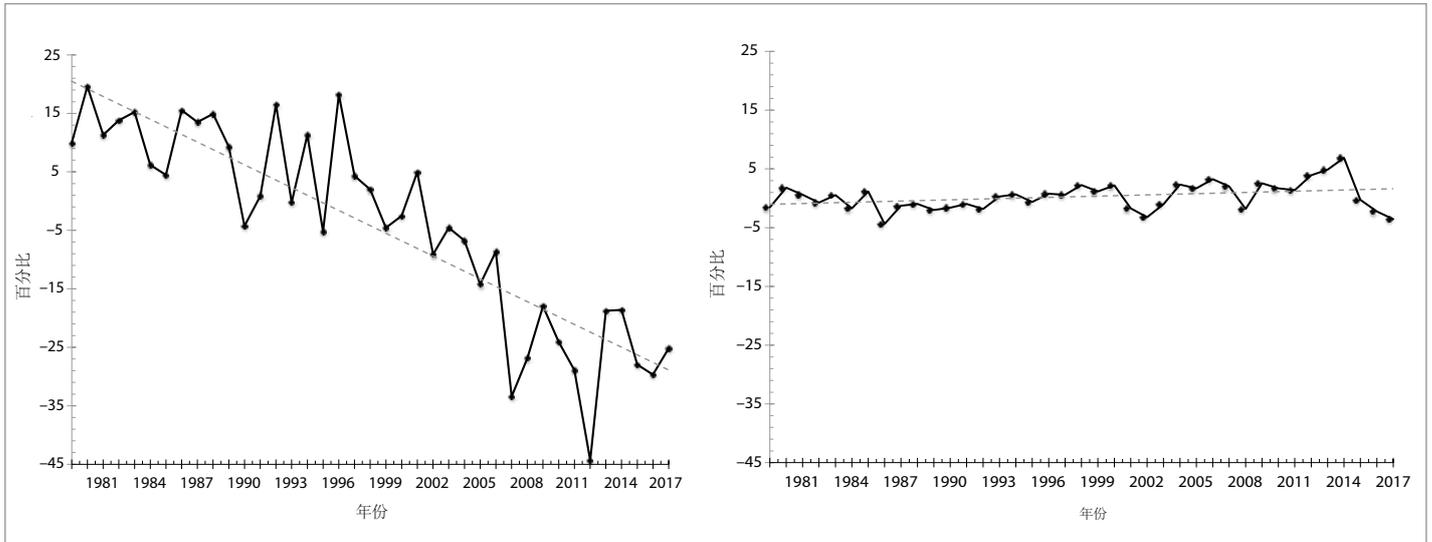


图 10. (左)9月北极海冰范围和(右)9月南极海冰范围。1981-2010年基准期的长期平均值百分比。
(出处: WMO利用美国国家冰雪资料中心的数据编制)

13日出现的464万平方千米夏季最低值是有记录以来的第八最低值,比2012年的创记录低值多125万平方千米。到12月底,秋季缓慢封冻使北极海冰范围再次处于接近同期记录的低位。

南极海冰范围全年处于或接近记录的低位。3月3日出现211万平方千米的夏季最小值,比1997年创下的历史记录还低18万平方千米,而10月12日出现1803万平方千米的冬季最大值(有记录以来相同最新最大值日期),位居第二,排在1986年之后。

从2016年9月至2017年8月的一年期,格陵兰冰盖的冰量平衡变化(估算的逐年冰量变化)远高于1981-2010年平均值,这主要是由于2016年秋季的异常强降水。2017年9月至12月的冰量平衡变化接近平均值。尽管总体冰量增加,但这只是略微偏离过去二十年的趋势,而自2002年以来,格陵兰冰盖的冰量损失约为3.6亿吨。

目前还没有2017年主要大陆冰盖以外的冰川冰量平衡变化资料。关于2016年,用撰稿时有可用数据的26个参考冰川计算的冰量平衡变化平均值约为-900毫米水当量。这

比2015年略有减少,但接近2011-2016年平均值。自1988年以来,每年的冰川冰量平衡变化均为负值。

2017年大部分时间,北半球积雪范围接近或略高于1981-2010年平均值,以5月份最为显著(高于平均值9%,是有记录以来的第12最高值)。5月份的积雪范围是自1996年以来的最高值,也是欧亚大陆自1985年以来的最高值,俄罗斯西北部和斯堪的纳维亚北部地区出现了尤为强烈的距平,这些地区5月的温度远低于平均值。夏季积雪范围一直处于强劲的下行趋势,2017年是其十多年来首次接近长期平均值,而且6月、7月和8月是分别自2004年、2006年和1998年以来的最高值。与近些年一样,秋季积雪范围高于平均值,不过与2016年的程度不同,10月和11月均为第9最高值。12月的积雪范围重又略低于平均值。2016/2017年冬季迥异的降水距平造成欧洲阿尔卑斯山大部分地区的高山积雪远低于平均值,但科西嘉处于或接近记录的高位。

在南半球,6月14-21日南美洲南部发生大范围降雪事件,大陆积雪范围达到75万平方千

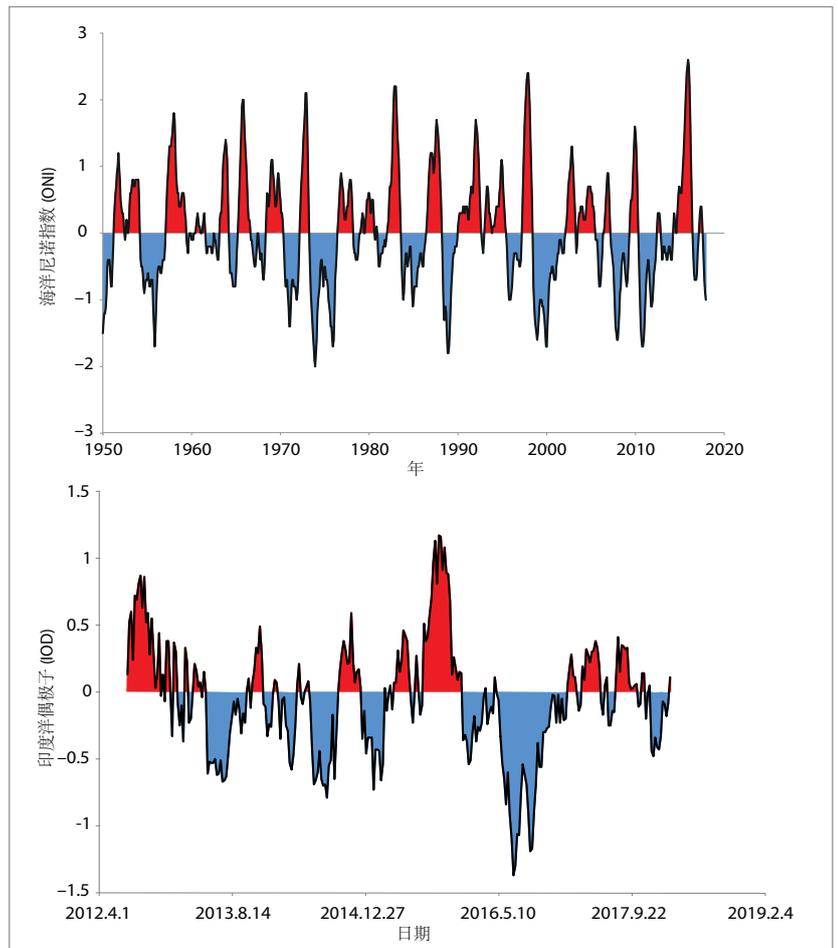
米，是自2005年开始卫星监测以来的最高值，而澳大利亚东南部高海拔的高山积雪则是自2000年以来最深的。

2017年年际气候变率的主要驱动因素

全球气候中有几种大尺度变率模式影响着全球大部分地区季节到年际时间尺度的气候状况。厄尔尼诺/南方涛动(ENSO)可能是最为人们熟知的年际气候变率的主要驱动因素。赤道印度洋也受海面温度波动的影响，不过规律性不及太平洋。印度洋偶极子(IOD)描述了影响印度洋西部和东部的变率模式。北极涛动(AO)和北大西洋涛动(NAO)是北半球中纬度和较高纬度大气环流两种密切相关的变率模式。在正模式中，副热带高压脊强度大于正常值，高纬度地区低压区(如“冰岛”低压和“阿留申”低压)也一样，导致中纬度地区西风环流增强。在负模式中则正相反，副热带高压脊减弱，高纬度低压区减弱，且中纬度地区有异常偏东气流。南半球环状模式(SAM)也称为南极涛动(AAO)，是AO的南半球对应模式。

2016年经历了过去50年来最强厄尔尼诺事件之一的后半程，与之相比，2017年大部分时间主要是ENSO的中性阶段。2017年一开始，赤道太平洋中部和东部的温度略低于平均值，与2016年下半年临界寒冷的中性/弱拉尼娜条件一致。这些冷距平到2月份减弱，而后在2017年早些时候重新出现。到11月，温度下降到一定程度，因而大多数机构在同一周宣布弱拉尼娜事件到来。

虽然2017年没有流域范围的厄尔尼诺现象，但年初南美洲海岸附近出现急剧升温，这种情况在厄尔尼诺事件期间更为常见。2月和3月，厄瓜多尔和秘鲁海岸附近的温度



比平均值高 2°C 以上，并在之后几个月下降。这些温暖的沿海温度伴随着大洪水，尤其是在秘鲁(这在上一年厄尔尼诺期间基本不存在)，而在加利福尼亚州还出现了大雨和洪涝，程度远超2015 /2016年厄尔尼诺导致的降雨和洪水。

在2017年大部分时间内，印度洋偶极子通常处于中性偏正相位，不过，不同数据集的信号强度差异显著(印度洋东部最强冷信号也是在用于定义IOD指数的该地区 10°S 南部边界以南)。5月至9月澳大利亚大部分地区，IOD状态伴随着干燥条件，而在年末，持续干旱期之后，非洲之角重又出现平均值至高于平均值的降雨量。

北极涛动和北大西洋涛动在其1月至3月的峰

图 11. 海洋尼诺指数(ONI)(上)和印度洋偶极子(IOD)指数(下)。(出处: WMO利用美国国家海洋和大气管理局(NOAA)气候预测中心(ONI)和澳大利亚气象局(IOD)提供的数据编制)

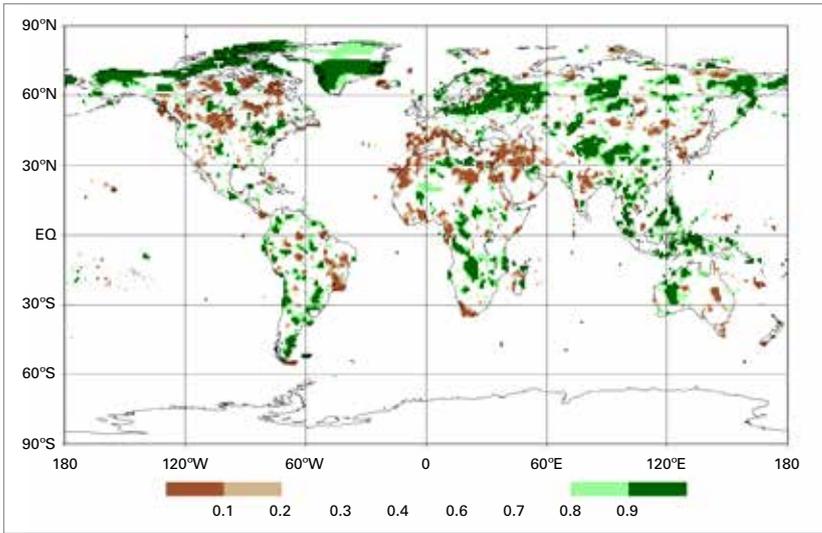


图 12. 1951-2010年基准期内20%最干年份(棕)和20%最湿年份(绿)各地区年降水总量,以基准期百分位数表示,较深的棕色和绿色阴影分别表示最干和最湿的10%

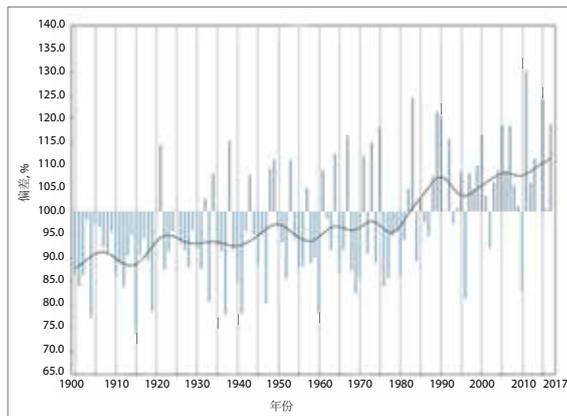
(出处: 德国气象局全球降水气候中心)

值影响季节通常均为正值,其指数值分别为+0.88和+0.74,不过在这两种情况下,这些正值强度不及2016年同期。这些正指数值伴随着2016/2017年冬季欧洲大部分地区(尽管1月寒冷)以及北美洲东部地区普遍高于平均值的温度,以及伴随着地中海冬季的干燥条件。2017/2018年冬季开始时,北极涛动指数值接近零。

2016年末和2017年初,南半球环状模态出现了两年多持续负值的首个时期,2016年11月到2017年1月的三个月SAM指数达到-1.07,是自2013年末以来最强的负值。而后在2017年其余大部分时间则恢复为正值,不过没有2015年大部分时间和2016年普遍那么强。

图 13. 正常值百分比的挪威年降水量

(出处: 挪威气象局 (Met.no))



2017年的降水

随着2015/2016年强厄尔尼诺事件影响的结束,2017年降水距平大的地区少于2015年或2016年。

2017年年降雨量超过第90百分位的最广大地区是欧洲东北部,从俄罗斯欧洲部分北部向西到德国北部和挪威南部。俄罗斯欧洲部分出现其有记录以来第二最潮湿年份(整个俄罗斯也是如此),挪威出现其第六最潮湿年份。波罗的海地区秋季尤其潮湿,而爱沙尼亚和立陶宛都出现了其有记录以来最潮湿的秋季,拉脱维亚则是其第二最潮湿的秋季。

泰国出现其有记录以来的最潮湿年份,全国降雨量高于平均值27%。南部地区尤其潮湿,东海岸地区高于平均值56%。然而,全年高降雨量的分布比上个创记录潮湿的2011年更加均匀。尽管2017年没有反复发生极端洪水,但时常发生局地大洪水,尤其是年初在该国南部。菲律宾、印度尼西亚东部部分地区以及西澳大利亚内陆也出现了高于第90百分位的降雨量。

年降雨量超过第90百分位的其它地区包括非洲南部内陆部分地区、南美洲南半部分安第斯山以东的零星地区以及北美五大湖地区周边。密歇根州出现其有记录以来的最潮湿年份,而五大湖和加拿大圣劳伦斯地区也出现极潮湿条件。中美洲的许多地区和加勒比诸岛也经历了显著高于平均值的降雨,加勒比东部受飓风影响最大的地区出现最大降雨距平。

降雨量低于第10百分位的干燥条件最广泛分布在地中海周边,向东延伸至伊朗。在欧洲南部从意大利向西到葡萄牙,在非洲西北部

以及在亚洲西南部从土耳其东部和伊朗西部向南到以色列，这种情况尤其突出。降雨量低于第10百分位的一个小而重要地区影响了南非西南端。2017年降雨量低于第10百分位的其它主要地区包括印度中部和巴西东部等地部分地区以及美国-加拿大边境两侧的北美大草原。

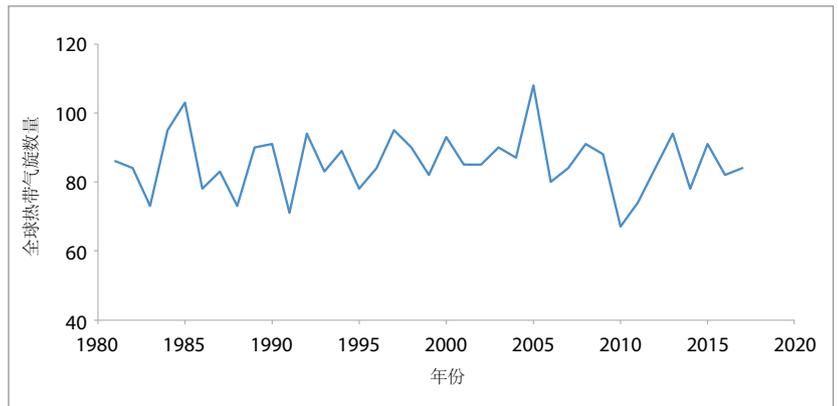
印度次大陆季风季的降雨量普遍相当接近平均值(6月至9月全印度降雨量低于平均值5%)，不过存在局地差异，包括孟加拉大部分地区以及印度东端部分地区显著高于平均总量。非洲西部和中部的萨赫勒地区季风季降雨量也相当接近平均值，但8月末的局地大雨引发的洪涝给尼日尔造成重大损失。印度尼西亚西部和中部的大部分人口更为稠密地区、新加坡、日本大部分地区(异常潮湿的10月抵消了上半年的干燥)以及南美洲西北部，2017年的降雨量也接近平均值。

极端事件

极端事件在人员伤亡、其它健康影响、经济损失及百姓流离失所等方面有诸多显著影响¹⁵。它们还是农业产量年际变率的主要驱动因素。

北大西洋破坏性飓风季，但接近全球平均值

2017年全球有84个热带气旋¹⁶，极为接近长期平均值。其它地区接近或低于平均值的飓风季抵消了极为活跃的北大西洋飓风季。北大西洋有17个命名风暴，是有记录以来累积



气旋能量(ACE)第7最高值，包括9月份创纪录的月度值。东北和西北太平洋洋盆的气旋数量都接近平均值，但强气旋相对较少，因而这两个洋盆的ACE值都低于平均值。

图 14. 按年度统计的全球热带气旋总数量 (出处: WMO)

2016/2017年南半球飓风季的所有测量值都低于平均值，尤其是飓风季的前半段。澳大利亚海域的气旋数量接近平均值，而西南印度洋和西南太平洋(160°E以东)都远低于平均值。总半球ACE是自1970年开始常规卫星覆盖以来记录的最低值。

8月末和9月，北大西洋陆续出现三个具有异常破坏力的飓风。四级飓风“哈维”在得克萨斯南部登陆，然后在休斯顿地区盘桓数日，带来了异常持续的极端降雨和严重洪涝。8月25日至9月1日，得克萨斯州尼德兰附近的测量站特大降雨量达到1539 mm – 美国热带气旋带来的有史以来最大降雨量 – 而大都会休斯顿大部分地区的风暴总降雨量是在900-1200 mm之间。¹⁷ 一项研究¹⁸发现，飓风“哈维”期间，三天最大降雨量可能是人为气候变化的三倍多。

¹⁵ 世界银行，2017：360度环视飓风“玛利亚”后的多米尼克，11月28日，www.worldbank.org/en/news/feature/2017/11/28/a-360-degree-look-at-dominica-post-hurricane-maria

¹⁶ 根据标准做法，此处引用的2017年数值是北半球洋盆2017年1月至12月以及南半球洋盆2016年7月至2017年6月的数值之和。

¹⁷ 国家飓风中心，2018：国家飓风中心热带气旋报告-飓风“哈维”，https://www.nhc.noaa.gov/data/tcr/AL092017_Harvey.pdf.

¹⁸ Van Oldenborgh, G.J. et al., 2017: Attribution of extreme rainfall from Hurricane Harvey, August 2017. *Environmental Research Letters*, 12, 124009.

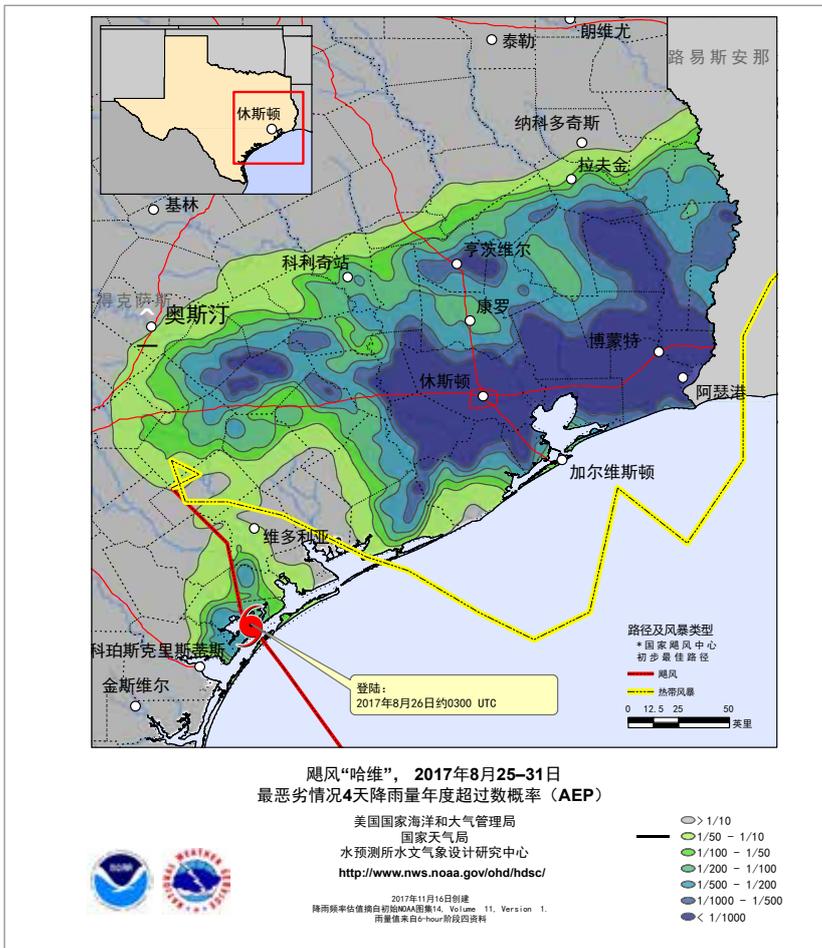


图15. 飓风“哈维”期间4天峰值降雨量年度超过数概率, 图中标示出从休斯顿东部至得克萨斯-路易斯安那边界这一区域的大部分地区出现年超过数概率小于1/1000的4天降雨量。
(出处: 美国国家海洋和大气管理局 (NOAA))

飓风“哈维”之后, 9月初飓风“厄玛”和9月中飓风“玛利亚”紧随而至。这两个飓风都达到了5级强度, 飓风“厄玛”达到5级强度的时间长达60小时, 这是卫星时代以来北大西洋飓风强度保持最长的飓风。飓风“厄玛”最初登陆时, 其强度接近峰值, 这导致加勒比海众多岛屿遭受极度破坏, 其中巴布达最为严重, 该岛几乎被全面破坏, 仅有少数居民在2018年初返回。其他受到重大破坏的岛屿包括圣马丁岛/荷属圣马丁、安圭拉岛、圣基茨和尼维斯岛、特克斯和凯科斯群岛、维尔京群岛和巴哈马南部等。飓风“厄玛”继续沿着古巴北部海岸前行, 导致该地区广泛受损, 之后以4级强度在佛罗里达州西南部登陆。

飓风“玛利亚”最初在多米尼克登陆时其强

度接近峰值, 成为登陆该岛的第一个5级飓风, 并导致该地区遭受重大破坏。据世界银行估算, 飓风给多米尼克带来的损失总额高达13亿美元, 占其国内生产总值(GDP)的224%。该风暴在到达波多黎各时略微减弱, 但仍可达到4级飓风。“玛利亚”带来的大风、洪水和山体滑坡给波多黎各造成了广泛而严重的破坏。全岛电力中断, 在飓风三个月后才恢复供电的人口才达到一半, 同时供水和通讯也受到严重影响。

美国国家环境信息中心(NCEI)将这三个飓风评为造成美国相关经济损失的飓风前五名之列(其他两个分别为2005年的飓风“卡特里娜”和2012年的飓风“桑迪”), 估计飓风“哈维”造成的损失为1250亿美元, 飓风“玛利亚”为900亿美元, 而飓风“厄玛”为500亿美元。¹⁹

飓风“厄玛”和飓风“玛利亚”也在美国以外导致大量损失。这三个飓风至少造成美国(包括波多黎各和美属维尔京群岛)251人死亡, 其他地区也有73人死亡。²⁰

2017年北大西洋季节期间的其他一些重大飓风包括10月发生的飓风“奈特”和飓风“奥菲莉娅”。飓风“奈特”导致中美洲(特别是哥斯达黎加和尼加拉瓜)发生严重洪水。飓风“奥菲莉娅”先是一个过渡性的温带风暴穿越爱尔兰并导致广泛的破坏, 随后则成为有记录以来达到重大(3级)强度的最东部飓风。飓风“奥菲莉娅”带来的大风则导致葡萄牙发生

¹⁹ NCEI报告的这三次飓风造成的总损失(中间估值为2650亿美元)高于慕尼黑再保险公司的估值(2150亿美元, 包括美国之外的损失), 但这一差异在不确定性的范围之内。它也可能反映了核算间接经济损失的差异。

²⁰ 除非另有说明, 否则本声明中报告的伤亡和经济损失数据来自比利时鲁汶大学天主教大学灾害流行病学研究中心EM-DAT数据库, www.emdat.be。对于2017年北大西洋飓风季节, 美国及其领土的人员伤亡和经济损失与NCEI报道的一样。

2017年北大西洋飓风季节：诱发的损失和损害

当飓风“厄玛”登陆时，它给巴布达带来了风暴潮，高度近三米，其最大持续风速达到295公里/小时，降雨量也创下了记录。死亡人数仅为一人，但估计有90%的房屋遭到破坏。当飓风“何塞”靠近时，总理立即命令完全疏散所有居民。三个星期后，居民被允许返回，但三个月后只有大约20%的人返回。长期影响仍有待观察，破坏和损失估计为1.55亿美元，恢复和重建成本估计为2.222亿美元¹ – 合计约占安提瓜和巴布达国内生产总值的9%。

飓风“玛利亚”对多米尼克的破坏性更强。据估计，破坏和损失总额为13亿美元，占GDP的224%，该岛大部分的热带雨林都遭到破坏和毁灭。这对整个社会都有影响：仅旅游部门的损失估计就高达

19%，38%的住房遭到破坏。² 飓风“玛利亚”造成波多黎各发生停电，

这是美国历史上最长的一次，至少影响该岛35%的人口长达三个月 - 继飓风后持续出现的问题可能会导致波多黎各电力局 (PREPA) 私有化，而这是美国最大的公有公司。³ 这场灾难促使联邦紧急事务管理局批准向个人和家庭计划提供10.2亿美元的援助，并承诺提供5.55亿美元的公共援助赠款。⁴

¹ 灾后需求评估 (PDNA) 是在欧盟 (EU)、联合国开发计划署 (UNDP)、世界银行和加勒比灾害应急管理机构 (CDEMA) 的支持下开展的。

² 多米尼克国政府，2017年：灾后需求评估 - 2017年9月18日飓风“玛利亚”，<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/dominica-pdna-maria.pdf>

³ 波多黎各总督的原因。

⁴ 美利坚合众国政府、国土安全部、联邦紧急事务管理局

毁灭性的野火。

而2017年西北太平洋的强气旋数量不多，但一些气旋系统仍然造成了大范围的破坏和严重的人员伤亡，主要是洪水造成的。2017年热带气旋造成的最大人员伤亡出现在12月下旬，此时台风“天秤”穿越棉兰老岛，其峰值10分钟风速达到 36ms^{-1} (70 kt)，导致至少129人死亡，²¹ 主要是洪水造成的。

越南发生两起不同的事件，一个是发生在10月的未命名热带低气压以及11月初的台风“达维”(拉米尔)导致洪水而造成超过100人死

亡。造成经济损失最严重的是8月的台风“天鸽”(Isang)，8月23日台风“天鸽”袭击了中国的香港、澳门和邻近地区，估计损失达60亿美元，并至少造成32人死亡。²² 这是50多年来澳门经历的最强台风。

今年，北印度洋的两个最强气旋分别是5月末的气旋“莫拉”和12月初的气旋“奥克希”，都造成了大量人员伤亡。这两个气旋的主要影响是其各自的前体低气压造成的严重洪水和山体滑坡。斯里兰卡受到两个旋风的严重影响，而台风“奥克希”也对印度南部造成重大影响，其中包括大量渔民在海上失踪。2017年东北太平洋系统的最大影响是

²¹ 菲律宾民防局，情况报告25，2018年2月7日。

²² 中国气象局和澳门特别行政区政府的报告。



Chris B. Pye

美属维尔京群岛圣托马斯
飓风“厄玛”破坏后的景象

洪水，8月热带风暴“利迪亚”导致墨西哥发生重大洪水，而热带风暴“塞尔玛”(有记录以来首个登陆萨尔瓦多的热带气旋)也给萨尔瓦多、尼加拉瓜和洪都拉斯带来了洪水。

尽管印度洋西南部的热带气旋数量低于平均水平，但有两个是影响较严重的。热带气旋“迪内欧”是自2008年以来第一个在2月初登陆莫桑比克的气旋，其最大10分钟风速为 39ms^{-1} (75kt)。除了气旋对莫桑比克造成的影响之外，随后发生的陆上低气压导致津巴布韦和南非北部发生严重水灾，这也是造成2016/2017年雨季期间津巴布韦报告的与洪水有关的246起人员死亡的主要原因。²³3月初，气旋“爱娜沃”以接近其最高强度(10分钟风速达 57ms^{-1} (110kt))的速度袭击了马达加斯加东海岸。气旋“爱娜沃”对马达加斯加²⁴造成重大影响，至少报告了81起相关死亡事

²³ 联合国人道主义事务协调办公室(OCHA)，2017年：津巴布韦洪水快照，https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/zimbabwe_food_snapshot_3march2017.pdf。

²⁴ 世界银行，2017年：热带气旋“爱娜沃”的经济损失估算，<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MG-Report-on-the-Estimation-of-Economic-Losses.pdf>。

件，并对房屋、基础设施和农作物造成广泛破坏。据世界银行估算，农业损失约为2.07亿美元，主要是因为香草种植园遭到毁灭性破坏。

在西南太平洋，3月下旬气旋“黛比”袭击了澳大利亚东海岸，其在圣灵地区登陆，最大10分钟风速达到 43ms^{-1} (80kt)，就在稍早时间其达到峰值为 49ms^{-1} (95kt)，此次飓风带来了大范围的大风和洪水灾害。之后，该系统向南部和东南部移动，成为热带低气压，并带来了大范围的洪涝灾害，特别是在昆士兰州-新南威尔士州边界附近的东海岸。4月初，剩余系统继而给新西兰北岛大部分地区带来了严重洪灾。“黛比”给澳大利亚造成的保险损失约为13亿美元，²⁵这是澳大利亚热带气旋记录中的第二高。气旋“唐娜”是西南太平洋地区有史以来最强的五月气旋，其在5月8日达到10分钟峰值风速 57ms^{-1} (111kt)，据报告其带来了一些破坏，特别是在瓦努阿图。

²⁵ 澳大利亚保险理事会，2017年11月6日媒体发布。

强风和局地强风暴

2017年发生了不少破坏性的强雷暴，尤其是中欧和东欧在春季和初夏时受到影响。5月29日，莫斯科发生了雷暴，其速度超过100公里/小时，造成了大范围的破坏，至少11人死亡。其他值得注意的风暴包括7月10日影响维也纳南郊的严重冰雹和龙卷风、7月30日因斯布鲁克发生的时速高达165公里/小时的阵风、7月27日伊斯坦布尔降下直径达9厘米的冰雹、以及8月12日在芬兰南部发生的大范围雷暴，造成5万户家庭停电。9月11日，克罗地亚海岸部分地区遭受了严重的山洪事件，扎达尔在12小时内的雨量达到了283毫米。

自2011年以来，美国首次出现龙卷风高于平均水平的季节，初步统计全年共计发生1406次龙卷风，比1991-2010年的平均水平高出12%。然而，本季的死亡人数(34人)低于长期平均值。本季最具破坏力的风暴是5月8日袭击丹佛的冰雹，冰雹直径超过5厘米。这一事件的保险损失超过22亿美元。

3月6日至7日，一场强风暴(当地称为宙斯)袭击了法国。在布列塔尼的卡马雷，峰值阵风达到193公里/小时，此次风暴被法国气象局评为自2010年以来法国最强风暴。在下半年，10月下旬一场风暴袭击了奥地利和捷克，在高海拔地区的阵风超过170公里/小时，在低地为140公里/小时，共造成11人死亡。

洪水(非热带气旋)和相关现象

从伤亡人数来看，2017年最严重的一起与天气相关的灾害是8月14日发生在塞拉利昂

弗里敦的山体滑坡，至少有500人死亡。²⁶

特大暴雨是造成这场灾难的主要原因。8月1日至14日期间，弗里敦的降雨量达到1459.2毫米，约为该时期平均降雨量的四倍。4月1日，哥伦比亚南部的莫科发生了另一场与降雨有关的重大山体滑坡，至少有273人死亡。

在6月至9月的季风季节期间，印度次大陆的许多地区受到洪水的影响，尽管该地区季节性降雨量接近平均水平。8月中旬，在尼泊尔东部、孟加拉国北部以及印度北部和东北部邻近地区集中出现极端强降水后，引发了最严重的洪水。在8月9日至12日四天内，孟加拉国边界附近的毛辛拉姆(印度)降雨量高度1479毫米。印度-尼泊尔边界附近也出现了超过400毫米的日降雨总量，而8月11日至12日孟加拉北部的朗布尔地区的降雨量为360毫米，大约达到了平均月降雨总量。在整个时期内，印度、孟加拉国和尼泊尔报告的死亡人数超过1200人，²⁷同时受影响的人数超过4000万人。世界卫生组织(WHO)指出，仅在孟加拉国，8月3个星期内就报告了超过1.3万例水传播疾病和呼吸道感染病例²⁸，而尼泊尔的公共卫生机构则遭遇了严重破坏。²⁹

²⁶ 国际移民组织(IOM)，2017年：塞拉利昂洪灾响应。状况报告，2017年8月28日，<https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/SL%20Floods%20Sitrep%201.pdf>。

²⁷ 世界气象组织，2017年：极端降雨造成广泛的社会经济影响，<https://public.wmo.int/en/media/news/rainfall-extremes-cause-widespread-socio-economic-impacts>。

²⁸ 国际红十字会与红新月会联合会(IFRC)，2017年：南亚洪水危机：疾病爆发、资金短缺加重洪水灾民的苦难，<https://media.ifrc.org/ifrc/press-release/south-asia-flood-crisis-disease-outbreaks-funding-shortages-compound-suffering-ood-survivors/>。

²⁹ 世界卫生组织(WHO)，2017年：尼泊尔。情况报告#5，https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/who_sitrep-06sept2017.pdf。

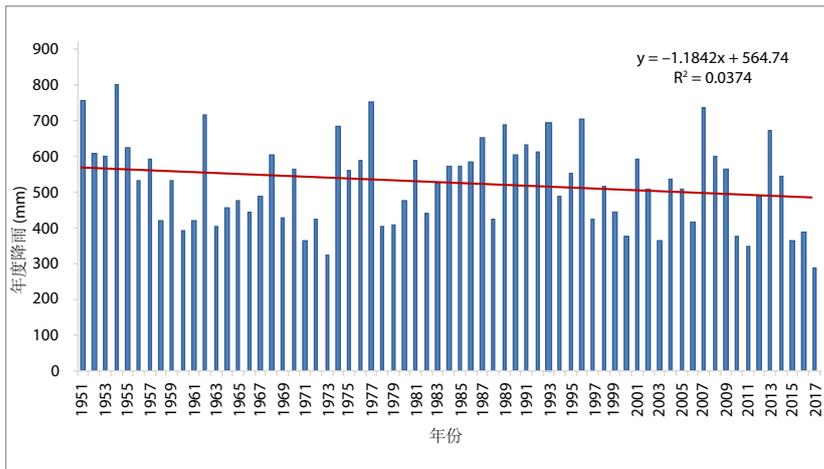


图 16. 1951-2017年南非开普敦的年降雨量。
(出处: 南非气象局)

在本季早些时候，5月下旬斯里兰卡报告了292例死亡，主要发生在该国南部和西部地区，主要原因是气旋“莫拉”前体低气压带来的强降雨。

5月25/26日，斯里兰卡拉特纳普拉在24小时内的降雨量达到384毫米。大约65万人受到洪水影响，但降雨并没有缓解斯里兰卡北部和东部地区的严重干旱。³⁰气旋“莫拉”也对孟加拉国和缅甸造成重大影响。³¹大雨淹没了数千公顷的作物并破坏了家禽棚、渔网和船只，严重影响了受灾农村地区依赖农业和渔业的社区的生计。

3月，暴雨持续几天后，引发的洪水影响了秘鲁的许多地区。据报至少有75人死亡³²，超过62.5万人受到影响，其中包括7万多人失去家园。联合国粮食及农业组织报告说，兰巴耶克、皮乌拉和伊卡等粮食主产区的作物产量损失严重，³³特别是玉米。在厄尔尼

³⁰ 联合国粮食及农业组织 (FAO) 和世界粮食计划署 (WFP)，2017年：特别报告。FAO/WFP作物和粮食安全评估团前往斯里兰卡，<http://www.fao.org/3/a-i7450e.pdf>。

³¹ 国际红十字会与红新月会联合会 (IFRC)，2017年：紧急呼吁修订。孟加拉国：气旋“莫拉”，http://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/MDRBD019_RevEA.pdf。

³² 信息由联合国减灾办公室 (UNISDR) 提供。

³³ 联合国粮食及农业组织 (FAO)，2017年：全球信息及预警系统。国家简介：秘鲁，<http://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=PER>。

诺事件的后期阶段，这类洪水通常会影响到秘鲁。

虽然2017年期间在太平洋地区没有厄尔尼诺现象，但3月秘鲁海岸附近的海面温度比平均水平高出2°C以上，而这个值在厄尔尼诺年比例如2017年这样的中性年更为典型。年中，中国南方部分地区特别是长江流域发生了重大洪水。湖南、江西、贵州、广西等省的降雨量最大。6月29日至7月2日期间，峰值总量超过250毫米。据报告，死亡人数为56人，经济损失估计超过50亿美元。³⁴

干旱

2016年影响东非重要地区的干旱持续到2017年。在3月至5月的雨季，索马里、肯尼亚和埃塞俄比亚南部大部分地区的季节降雨量至少低于平均水平20%，在肯尼亚北部大部分地区和索马里部分地区平均降雨量低于平均水平50%多。下半年的情况有所缓解，10月至12月该区域大部分地区的降雨量接近或高于平均水平。索马里的报告显示，截至10月有670万人遭遇粮食不安全状况，由于作物和牧草条件有所改善，截至12月底这一数字下降至540万。³⁵

2017年，南非开普省的干旱情况严重恶化。继2015年和2016年降雨量低于平均水平之后，2017年是开普敦有记录以来最干旱的年份，降雨量总计285毫米(比1981-2010年平均水平低47%)。2015-2017这三年也是有史以来最干旱的时期(比平均水平低36%)。干燥的条件导致当地供水严重枯竭，截至2018年初没有明显的改善。然

³⁴ 信息由中国气象局提供。

³⁵ 联合国粮食及农业组织 (FAO)，2018年：FSNAU-FEWS NET技术发布，2018年1月29日，<http://www.fsnau.org/in-focus/fsnau-fews-net-technical-release-january-29-2018>。

而，2016/2017年雨季期间，非洲南部更北地区的降雨量普遍达到平均水平或高于平均水平，这使得当地的情况有所改善。2014-2016年干旱峰值时期，遭受粮食不安全状况的人口总数为4000万人口，到2017年底这一数字下降至2600万。³⁶

2017年，地中海地区的许多地区都经历了重大干旱，中欧部分地区也出现了干旱。2017年上半年，意大利出现了最严重的异常事件，其经历了有记录以来最干旱的1月至8月(接着是最干旱的一年，年平均降雨量低于1961-1990年平均水平26%)。再往北，布拉迪斯拉发(斯洛伐克)经历了有记录以来最干旱的12月至8月时期，而摩拉维亚南部(捷克)则经历其历史上第二个最干燥的1月至8月。当年晚些时候，干旱主要集中在欧洲西南部。西班牙经历了有记录以来最干燥的秋季，法国东南部的普罗旺斯-上阿尔卑斯-蓝色海岸大区经历了最干旱的5月至11月，而葡萄牙则经历了最干旱的4月至12月以及第三个最干燥的年份(是自2004年以来所有四个最干旱年份中的)。摩洛哥的秋天也很干燥。东地中海地区也受到干旱的严重影响，包括土耳其东部、塞浦路斯和以色列大部分地区。以色列沿海平原经历了有记录以来最干旱的一年。

美国和加拿大边境两侧的北美中部地区也受到了干旱的影响。受灾特别严重的地区包括北达科他州和蒙大拿州和加拿大的大草原省，而且边界两侧都有干旱较为严重的地区。³⁷经过一段长时间的干旱后，2016/2017年冬季雨季给加利福尼亚州的大部分地区带来大雨，而内华达山脉的积

雪高出平均水平66%，这是自1998年以来最严重的一次。由于奥罗维尔大坝有溃坝的风险，2月份该州北部被要求进行大规模的撤离。然而，下半年干燥条件又回头了，造成了许多重大野火事件。

虽然2017年的降雨量不是特别少，但接近平均水平至低于平均水平的降雨量却导致巴西许多地区(南纬20°以北)以及智利中部(2017年是自2008年以来降水量最多的一年，但仍低于长期平均水平)的多年干旱持续发生。在亚太地区，2017年上半年朝鲜半岛异常干燥，而新喀里多尼亚则出现了明显的干旱，尤其是在当年晚些时候。

热浪，2017年的常规特征

2017年的夏季，全球包括南半球和南半球都出现了多次重大热浪。

2016/2017年夏季，南美洲南部地区多次出现极端高温。1月下旬高温达到峰值，许多智利站都出现了有记录以来最热的日子，包括25日的圣地亚哥(37.4°C)和库里科(37.3°C)，26日的奇廉(41.5°C)和康塞普西翁(34.1°C)。高温向东延伸到阿根廷巴塔哥尼亚，1月27日马德林港的温度达到43.4°C，这是迄今为止南部的最高温度记录。澳大利亚东部大部分地区都经历了异常炎热的夏季，2016年12月28日至2017年2月19日，莫里的温度连续54天达到35°C或以上，这是有记录以来新南威尔士州温度达到如此高的最长连续时期。2月11日至12日，很多地区都出现了有记录以来最高的温度，包括莫里(47.3°C)、达博(46.1°C)、斯昆(46.5°C)、巴瑟斯特(41.5°C)和威廉镇(45.5°C)。

5月底极端高温影响了亚洲西南部。5月28日，巴基斯坦最西南部的图尔伯德温度高达

³⁶ 世界粮食计划署(WFP)，2018年：雨水偏少和农作物虫害威胁着非洲南部加深的饥荒。媒体发布，2018年2月9日。

³⁷ 国家海洋和大气管理局(NOAA)，2017年：北美干旱监测，2017年12月。



阿尔及利亚撒哈拉的雪景(艾因塞弗拉地区)

NASA

54.0°C, 这是巴基斯坦的全国记录并持平亚洲记录(待确认)³⁸。在这次事件期间, 伊朗伊斯兰共和国、阿曼和阿拉伯联合酋长国的若干站点也都超过了50°C。

欧洲夏季发生了多次热浪, 特别是地中海地区。6月下旬和7月上旬, 土耳其和塞浦路斯受影响最严重, 7月中旬是地中海西部(特别是西班牙和摩洛哥), 而8月初则是意大利和巴尔干地区。以下三次事件都创造了空前记录, 包括土耳其的安塔利亚(7月1日45.4°C); 西班牙的科尔多瓦(7月13日46.9°C)、格拉纳达(7月12日45.7°C)和巴达霍斯(7月13日45.4°C)和意大利的佩斯卡拉(8月4日摄氏41.0°C)、坎波巴索(8月5日38.4°C)和的里雅斯特(8月5日38.0°C)。

美国西南部经历了非常炎热的夏天。7月, 死亡谷出现了有记录以来美国台站最高的月平均温度(41.9°C)。本季末, 加州沿海地区在9月初出现了创记录的高温, 其中包括旧金山(9月1日41.1°C)。中国东部地区也经历极端炎热的夏季, 上海(7月21日40.9°C)和香港天文台(8月22日, 36.6°C, 主要原因是

台风“天鸽”期间的海上气流)创下了记录。

2017年的极寒

虽然2017年几乎所有人居地区的平均温度都高于平均水平, 但是这一年仍然出现了一些值得注意的寒冷事件。

1月, 欧洲中部和东南部许多地区都很寒冷。一些国家经历了自1987年以来最寒冷的1月, 一些地区月平均温度比平均水平低5°C以上。寒冷也延伸到非洲北部部分地区, 阿尔及利亚撒哈拉的一些高海拔地区出现降雪。

4月20日至21日, 一场晚季重大风暴袭击了该地区。摩尔多瓦受灾最严重, 当地出现了强降雪和冻雨, 这种情况在这个时间非常不常见, 此次事件造成了广泛的森林和农业损失。风暴过后, 严重的晚季霜冻导致多国(瑞士、奥地利、乌克兰、罗马尼亚和斯洛文尼亚等)出现重大农业损失, 慕尼黑再保险公司估计损失高达33亿欧元。³⁹由于3月份异常温暖, 农作物的过早生长, 这加剧了许

³⁸ Mitribah (科威特) 也观测到了54.0°C, 目前WMO评审委员会正在对此进行审查。

³⁹ 慕尼黑再保险, 2018年: 春季霜冻损失和气候变化-不矛盾, 2018年1月29日, <https://www.munichre.com/topics-online/en/2018/01/spring-frost?ref=social&ref=Facebook&tid=NatCat2017%20Review>.

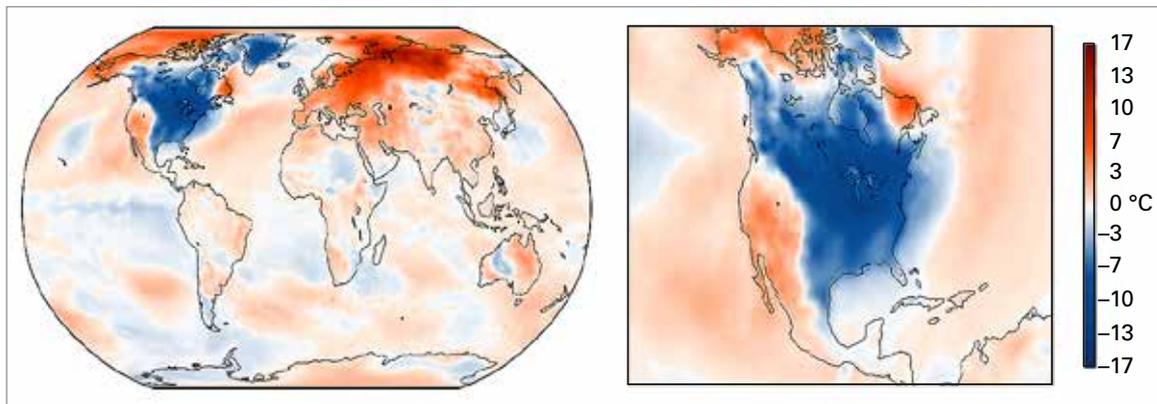


图 17. 2017年12月26日至2018年1月5日期间的温度异常（相对于1981-2010年）显示了北美东部的强寒潮。（出处：欧洲中期天气预报中心（ECMWF）哥白尼气候变化局）

多地区的损失。

7月份阿根廷部分地区受到极度寒冷的影响。7月16日，巴里洛切的温度降至 -25.4°C ，比之前的记录低 4.3°C 。7月的头几天，澳大利亚东南部的部分地区也出现了极低的隔夜温度，塞尔、德尼利昆和西怀厄朗等地的温度创下了新低。

年底时，美国东北部和加拿大东部受到严重寒流影响，有两周或更长时间内温度明显低于平均水平。相比其强度，寒潮的持续时间更为显著，许多地点创下或接近低于特定阈值的最长持续时间记录：波士顿就是一个例子，从12月27日至1月2日，波士顿创下低温记录，其连续七天的最高温度为 $20^{\circ}\text{F}(-6.7^{\circ}\text{C})$ 或更低。

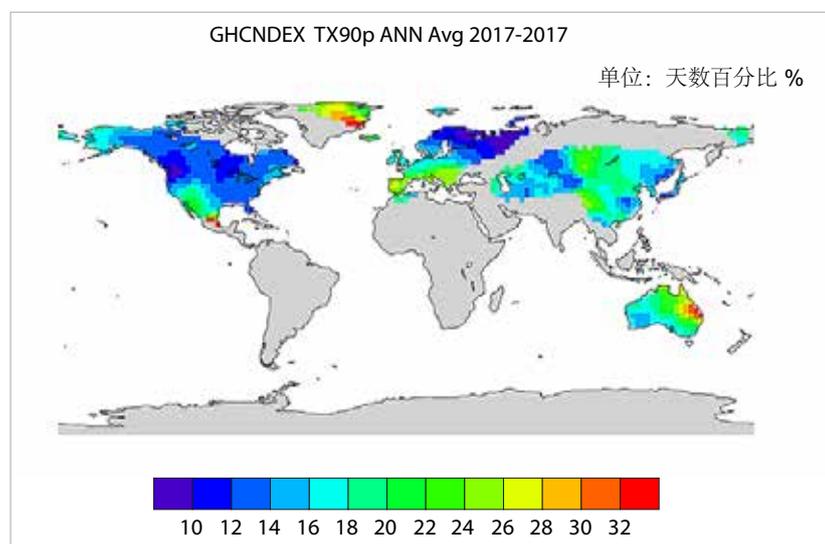
温度极值的全球评估

虽然现在还不能对全球温度极值进行全面的评估，但GHCNDEX极端温度指数数据集⁴⁰可用于评估已被覆盖的世界各地的数值。对于最低气温，主要覆盖范围是欧洲、北美、澳大利亚和俄罗斯部分地区；对于最高温度而言，覆盖范围也延伸到亚洲大部分地区（南部和西南部除外）和南非。南美或中美洲或南非以外的非洲几乎没有覆盖。

在已被覆盖的区域，平均而言16.7%的时间里最高温度高于第90百分位，这仅次于2015年(18.5%)和2016年(17.8%)，成为第三高值。就地方层面而言，昆士兰州南部(澳大利亚)和伊比利亚半岛出现的天数为25%或更多，而澳大利亚东部、中亚和南欧许多地区则为20%或更多。只有加拿大西部和俄罗斯西北部分地区的数值低于10%。温暖的夜晚不像温暖的白天那样普遍，全球平均频率(15.7%)低于过去10年的平均水平。

出现最高温度低于第10百分位数的寒冷白天的百分比为6.2%，这是有记录以来的第三低值，而最低温度低于第10百分位数的寒冷夜晚的百分比是第五低值(5.7%)。2017年，欧洲西北部的昼夜寒冷极端情况特别罕见，从英国到德国的寒冷天数少于3%，寒

图18. 根据GHCNDEX数据集，2017年日最高温度高于第90百分位的天数百分比（出处：澳大利亚新南威尔士大学气候变化研究中心）



⁴⁰ Donat, M.G. et al., 2013: Global Land-Based Datasets for Monitoring Climatic Extremes. Bulletin of the American Meteorological Society, 94:997-1006. 此数据集使用1961-1990年基线来计算百分位阈值。

冷夜晚少于4%。尽管美国和加拿大南部许多地区的寒冷白天频率在8%到10%之间，但仅有澳大利亚部分地区出现寒冷夜晚的数值高于10%。

高温和干旱导致发生大量破坏性野火

2017年，极端高温和干旱导致世界各地发生许多破坏性野火。尽管多个热带地区由于降雨量接近或高于平均水平，使得火灾活动有所减少(与近几年相比)，但许多中纬度地区都出现了严重的火灾季节。

2016年极其干燥，随后12月和1月又出现了极端高温，这导致2016/2017年夏季智利发生了历史上最严重的森林火灾。死亡人数达11人，共有61.4万公顷的森林被烧毁 - 这是有记录以来最高的季节总量，是长期平均值的8倍。⁴¹在2016/2017南半球夏季期间，澳大利亚东部各地区(特别是新南威尔士州东部)和新西兰基督城地区也出现了重大火灾，而6月南非南部城镇克尼斯纳也发生了严重火灾。

地中海地区这个火灾季节非常活跃。最严重的一起事件发生在6月份的葡萄牙中部，大佩德罗冈附近的火灾造成64人丧生。10月中旬葡萄牙和西班牙西北部又发生了重大火灾(飓风“奥菲利亚”环流带来的强风加剧了火灾)，报告死亡人数达45人。1月至10月期间⁴²，葡萄牙的过火面积是2007-2016年中间值的5倍多。据报道，克罗地亚、法国和意大利也发生了严重的火灾。

对北美西部这也是一个活跃的火灾季节，美

国和加拿大都是如此。

潮湿的冬季让地面燃料大量增加，接下来是干燥炎热的夏季，为高强度火灾提供了理想的条件，其中最严重的火灾发生在十月初的旧金山北部。至少有44人死亡，这是自1918年以来美国一场野火中死亡人数最多的一次。火灾的保险损失评估至少为94亿美元⁴³，是全球火灾损失最严重的，甚至超过了2016年加拿大麦克默里堡的大火。2017年加利福尼亚州火灾季节的经济损失总额为180亿美元。12月，洛杉矶西北部也发生了火灾，是加利福尼亚州现代史上最严重的火灾，并间接导致21人死于山洪和泥石流，因为1月初着火地区降下暴雨。⁴⁴

2017年，美国相邻的总过火面积比2007-2016年的平均水平高出53%，⁴⁵仅略低于2015年创下的记录，而加拿大西部省份的过火面积也远高于平均水平，不列颠哥伦比亚省的过火面积超过120万公顷，约为2006-2015年季节平均水平的八倍。⁴⁶不列颠哥伦比亚省和美国西北部的火灾持续时间长，也导致该地区出现严重的烟尘污染。

8月，位于格陵兰岛中西海岸的迪斯科湾地区发生了严重的苔原火灾。

人为气候变化对极端事件的影响

确定人为气候变化影响极端事件发生的程度

⁴¹ 根据智利气象局提供的信息。

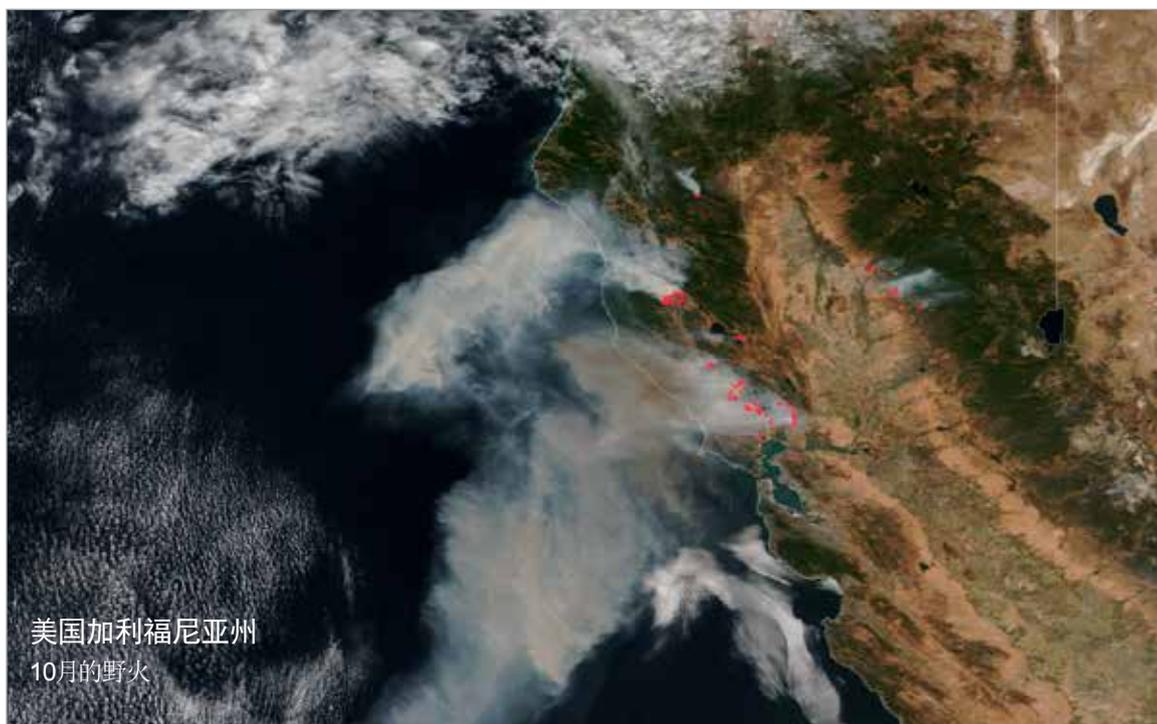
⁴² 葡萄牙自然保护与森林研究所，<http://www.icnf.pt/portal/florestas/dfci/Resource/doc/rel/2017/8-rel-prov-1jan-30set-2017.pdf>。

⁴³ 加利福尼亚保险局，媒体发布，2017年12月6日 <http://www.insurance.ca.gov/0400-news/0100-press-releases/2017/release135-17.cfm>。

⁴⁴ 国家环境信息中心(NCEI)，2017年12月和2018年1月国家气候报告。

⁴⁵ 国家机构间协调中心，荒地火灾汇总和统计 - 2017年年报 https://www.predictiveservices.nifc.gov/intelligence/2017_statsumm/intro_summary17.pdf。

⁴⁶ 不列颠哥伦比亚省野火消防队，<http://bcfireinfo.for.gov.bc.ca/hprScripts/WildfireNews/Statistics.asp>。



NASA

美国加利福尼亚州
10月的野火

(如果有的话)近年来一直是一个活跃的研究领域。

此类分析现在经常在同行评议的文献中发表，其中许多是年度报告的一部分，是《美国气象学会(BAMS)公报》的补编。

最近发表的BAMS报告包括对2016年发生的极端事件的27份分析(其中一些是对同一事件的多次分析)，27份分析中有21份指出人为气候变化是事件发生频率的重要推动因素。特别是，其中的15份分析评估了极端温度事件(或是陆上或海上)，13份发现在“预期的”方向上受人为气候变化的可能性很大(也就是说，温暖事件的可能性更大，或寒冷事件的可能性更小)。一个值得注意的反例是2016年9月在澳大利亚西南部发生的霜冻事件，其中发现人为气候变化显著增加了环流异常这一主要事件驱动因素的概率(尽管有背景变暖信号)。与往年一样，在极端降水事件中发现人为信号的情况并不一致，2016年夏季期间中国东部地区极端高

降雨量事件中发现了这种信号(三种不同分析)，但在世界其他地区的极端降水事件中并未发现这种信号。

鉴于涉及的时间框架，有关2017年活动的研究尚未在同行评审的文献中发表。一个例外是与飓风“哈维”有关的对极高降雨量的评估。WMO气候对热带气旋影响专家组也发现⁴⁷，虽然没有明确的证据表明气候变化正在导致移动缓慢的登陆飓风的发生率或多或少地波动起来，但人为气候变化有可能使得降雨率增强，而海平面的持续上升也加剧了风暴潮的影响。对近期事件的评估，大多数都使用已在同行评审文献中记载的方法，但评估本身并未都记录在同行评审文献中，这类评估通过各种渠道在事件发生后不久定期发布，而且很可能其中很多事件将在适当的时候记录在同行评审的文献中。

⁴⁷ WMO飓风“哈维”专家组声明，[https:// public.wmo.int/en/media/news/wmo-expert-team-state-ment-hurricane-harvey](https://public.wmo.int/en/media/news/wmo-expert-team-state-ment-hurricane-harvey).

极端气候事件的归因

发生极端气候事件时，人们常问的一个问题是“这个事件是气候变化引起的么？”。但科学家却从不同的角度提问：“这个事件的发生概率是否因人类对气候的影响而受到影响，如果是，影响程度有多少？”。

回答这个问题在过去几年已经成为一个非常活跃的研究领域。虽然使用了一系列方法，但最常见的是使用气候模式。该方法是使用所有已知的人为和自然气候强迫以及仅使用自然强迫来运行这些模式。利用两组模式来比较所说事件的概率可以将该事件归因于人为因素与自然因素。这通常用归因风险分数(FAR)来表示，该分数是该事件是由人为气候影响而非自然变率引发的概率。

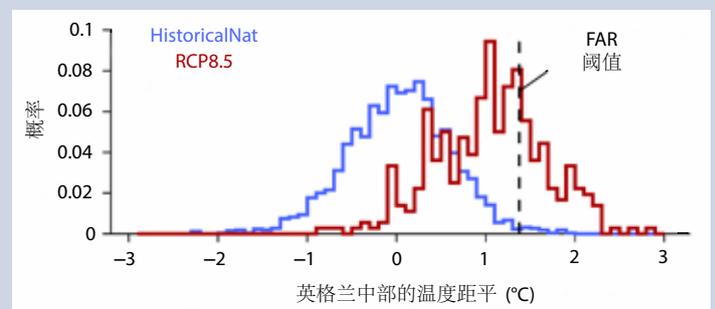
其中许多研究发现极端事件的概率已受人类活动的影响，直接或间接的，例如通过影响异常环流距平的发生概率可引发极端事件；有时是与厄尔尼诺/南方涛动(ENSO)等其他影响相结合。2011年至2016年在《美国气象学会公报》中发表的131项研究中，其中65%发现事件的概率是受到人为活动的显著影响。

最强的人为影响是对温度极端事件的影响：温暖极端事件的可能性增加而寒冷极端事件的可能性减小。大范围 and 长时期事件尤其如此，例如季节或年份。例如，结果表明如果没有人类活动，2016年破记录的全球平均温度几乎不可能出现。¹由于个别地点和较短时间尺度上存在较高水平的“自然”变率，因此在特定地点发生短期极值情况下更难发现显著的人类信号，但也已经开始出现这类研究。

要确定人为因素对极端降水归因的影响更加困难。虽然一些研究发现一些极端降水事件的可能性增加了，通常是间接的，是气候变化的原因，但其他许多研究认为这一结果并不确定。这是因为极端降水中深层的长期气候信号不如温度极端事件中的明确，也是因为极端降水事件通常发生在比极端温度事件更小的空间尺度上。

目前，归因研究大多是在研究模式下进行的，通常是通过传统的同行评审文献平台来发表这些研究。这主要是作为每年在《美国气象学会公报》上公布的气候状况报告的补充。这类研究通常会在所论事件发生后几个月出现。

对于某些类型的极端事件，特别是使用标准指数(如全国平均月温度)定义的极端事件，已经有了可以近实时地评估事件FAR的方法。目前，大多数此类报告是通过国家气象水文部门(NMHS)之外的其他渠道发布的，例如博客、大学或非政府组织的网站、或媒体。在NMHS或区域气候中心的主持下开展业务归因服务仍处于初步阶段，但是很多NMHS科学家为目前正在发表的研究做出了贡献。尽管如此，由于政府、公众和媒体对这些服务的准实时需求增加，预计未来几年这一领域将取得实质性进展。



在自然(蓝色)和RCP 8.5(棕色)模式模拟下，截止2006年英国中部年平均温度的概率分布，2006年的数值(记录中最高)显示为黑色虚线(出处：澳大利亚墨尔本大学Andrew King)

¹ Knutson, T.R. et al., 2017 : CMIP5 model-based assessment of anthropogenic influence on record global warmth during 2016. Bulletin of the American Meteorological Society, 99:S11-S15.

气候风险及相关的影 响

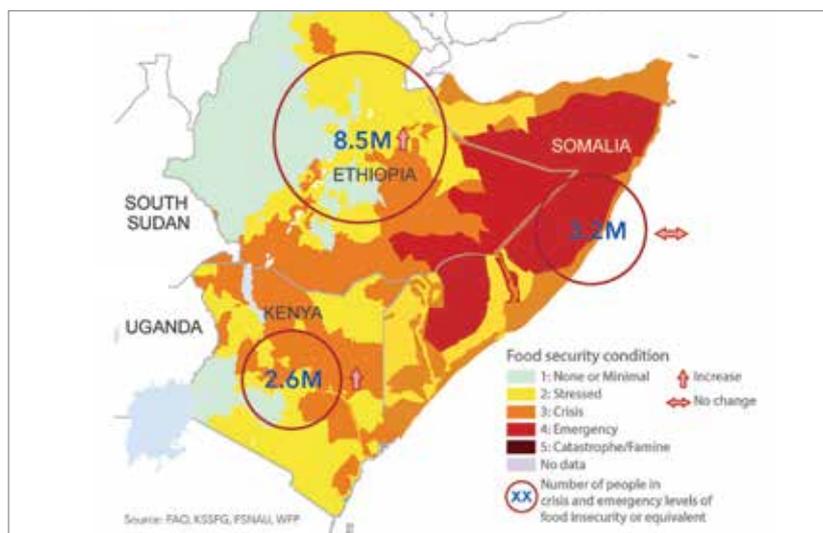
与气候相关的极端事件和灾害给人类福祉和国民经济的各个部门带来沉重打击。2017年灾害对经济的影响尤为严重。慕尼黑再保险公司评估2017年天气和气候相关事件的总灾害损失为3200亿美元，⁴⁸创历史最高纪录(经过通货膨胀调整后)。

农业和粮食安全

对极端事件的暴露度和脆弱性可能会破坏农业资产和基础设施，对数百万人的生计和粮食安全造成严重破坏。世界粮食计划署(WFP)的一个担忧是世界上80%以上的粮食不安全人口生活在易受自然灾害影响且环境恶化的国家。当发生与气候有关的事件时，脆弱人群的状况很快就会恶化为食物和营养危机。在诸如干旱和洪水等自然灾害加剧冲突后果的情况下，严重的粮食不安全和营养不良问题往往会恶化。⁴⁹

发展中国家农村地区的农业生产受到破坏后会影 响最贫穷和最脆弱的人群已经脆弱 的生计。粮农组织进行的审查发现，农业(作物、牲畜、渔业、水产养殖和林业)占中大型气候灾害造成的全部损失的26%。⁵⁰

在非洲之角地区，降雨不足导致2016年雨季无雨，接下来是2017年1月至2月的严寒季节，以及3月至5月雨季少雨。这导致的结果的是，东部非洲粮食不安全人口大量增



加。⁵¹受影响最严重的地区包括埃塞俄比亚南部和东南部、肯尼亚北部和沿海、几乎索马里全境、南苏丹东南部地区和乌干达东部地区。截至2017年6月，索马里超过一半的农田受到干旱影响，自2016年12月以来由于死亡率增长和亏本销售等原因，畜群已减产40%至60%。

在埃塞俄比亚，长期干旱危及作物生产，导致牧场供应减少，严重限制了牧民的购买力。根据植被状况指数(VCI)，截至2017年5月，在肯尼亚受旱灾影响的地区，干旱导致主要作物价格大幅上涨以及牲畜价格下降，从而造成生计受到破坏并威胁到粮食安全。⁵²

在菲律宾，过去二十年间，台风后24个月内婴儿死亡人数是台风期间数量的15倍。其中80%的婴儿是女婴。⁵³在埃塞俄比亚，受灾

图 19. 肯尼亚、索马里和埃塞俄比亚严重缺乏粮食的人数。

(出处: 非洲之角: 干旱的人道主义影响 - 第9期, 2017年8月20日 (OCHA))

⁴⁸ 慕尼黑再保险, 2018年: 2017年飓风造成创纪录的损失 - 以年计。2018年1月4日发布。慕尼黑再保险报价的损失包括保险和非保险损失, 但可能以不同于其他一些来源的方式计算间接经济损失(如业务中断)。

⁴⁹ 联合国粮食及农业组织 (FAO), 国际农业发展基金 (IFAD), 联合国儿童基金会 (UNICEF), 世界粮食计划署 (WFP) 和世界卫生组织 (WHO), 2017年: 2017年世界粮食安全和营养状况-建立抗御能力以推进和平与粮食安全。FAO, 罗马, <http://www.fao.org/3/a-i7695e.pdf>。

⁵⁰ 联合国粮食及农业组织 (FAO), 2017年: 灾害对农业的影响-评估信息差距, <http://www.fao.org/3/a-i7279e.pdf>。

⁵¹ 联合国人道主义事务协调办公室(OCHA), 2017年: 非洲之角: 干旱的人道主义影响, 9 (2017年8月10日), <https://reliefweb.int/report/somalia/horn-africa-humanitarian-impacts-drought-issue-9-10-aug-2017>。

⁵² 联合国粮食及农业组织 (FAO), 2017年: 全球粮食和农业信息及早期预警系统 (GIEWS)。特别警报No.339。地区: 东非, <http://www.fao.org/3/a-i7537e.pdf>。

⁵³ Ant tila-Hughes, J. and S. Hsiang, 2013: 破坏, 收回投资和死亡: 环境灾难后的经济和人员损失。可通过SSRN查询: <http://ssrn.com/abstract=2220501>。

监测气候相关极端事件和灾害影响的资料

在第71届联合国大会¹和联合国统计委员会第48次届会上²，通过了用于测量实现《2015-2030年仙台减轻灾害风险框架》和2030年可持续发展议程进展的资料和指标。这使得各国能够通过利用多用途数据集和通用指标，综合监测和报告灾害和气候风险管理及其必然影响方面的进展情况。

目前大多数国家都可提供资料，这有利于在一定程度上衡量与气候相关极端事件和灾害的影响-包括通过越来越多的灾害损失核算系统-详见2017年仙台框架资料就绪审查。³然而，如果各国能够按照两个政府间工作组，即减少灾害风险的指标和术语不限成员名额政府间专家工作组(OIEWG)和机构间可持续发展目标指标专家组(IAEG-SDG)预期的方式监测商定的指标，则还需做大量工作。很多国家都面临着与数据可用性、可访问性和质量相关的挑战，这些问题需要加以应对，因为如果资料具备一定的一致性和可比性就可以有意义地衡量进展情况和影响。

国际统计界正在努力应对其中的一些挑战。将在亚洲及太平洋经济社会委员会第七十四次届会上提交灾害相关统计专家组的成果。其中包括制定灾害相关统计框架(DRSF)，以监测仙台框架和可持续发展目标的全球目标的完成情况。

联合国欧洲经济委员会欧洲统计学家大会建立了衡量极端事件和灾害任务组，该任务组正在明确统计资料在提供极端事件和灾害相关资料方面的官方作用，以及为国家统计部门提供可能的支持以实施仙台框架和2030年议程。

仙台框架监测系统是一个在线监测设备，可为各国提供系统性资料录入和报告方面的支持，该系统将于2018年3月正式上线，并得到了有关元数据和计算方法方面的详细指导。将在联合国气候变化框架公约(UNFCCC)适应委员会第十三次会议上讨论监测和报告系统与《巴黎协定》的整合问题。

¹ 决议(A/RES/71/276)批准了减少灾害风险的指标和术语不限成员名额政府间专家工作组的报告(A/71/64.4)。

² 机构间可持续发展目标指标专家组的报告 - 秘书长的说明(E/CN.3/2017/2)。

³ 联合国减灾办公室(UNISDR): 2017年仙台框架资料就绪审查 - 全球摘要报告, <https://www.preventionweb.net/publications/view/53080>。

地区出生的儿童出现营养不良的可能性高达35.5%，发育迟缓的可能性高达41%。⁵⁴

在过去的三年中，许多国家的农业生产和相关生计受到复发性和灾害性洪水的严重影响。在马拉维，2015年的洪水导致作物、牲畜、渔业和林业资产以及生产流程方面的损失超过6000万美元。2015年，缅甸洪灾造成的农业部门损失占总经济损失的37%以上。⁵⁵

2017年，一些洪水事件影响了农业部门，尤其是亚洲国家。2017年5月的暴雨引发了斯里兰卡西南部地区的严重洪水和山体滑坡。该国已受到干旱的影响，洪水对作物生产的不利影响进一步加剧了该国的粮食安全状况。⁵⁶ 2017年7月，缅甸南部和中部地区的局部洪水导致水稻作物、贮藏粮食和牲畜损失，马圭省、实皆、勃固和伊洛瓦底省等地区以及孟邦至少有20万人受到影响。这是连续三年缅甸受到季风季节期间严重洪水的影响。

2017年3月下旬和4月上旬，降水过多引发了孟加拉国东北部农业地区的洪涝灾害，尤其影响了锡尔赫特、达卡和迈门辛等省的农作物产量。⁵⁷ 南亚的季风季节给该地区带来了多年来最严重的洪水。2017年6月至8月

截至2017年8月24日，孟加拉国、印度和尼泊尔受洪灾影响的人口（百万）

国家	受灾总人数
孟加拉国	6.9 万
印度	32.1 万
尼泊尔	1.7 万

来源：联合国人道主义事务协调办公室（OCHA）

期间，尼泊尔、孟加拉国和印度北部地区的洪水影响了数百万人，并造成三国的人员死亡和人口流离失所。

与2015/2016年度厄尔尼诺有关的陆地和海洋气候异常的结束有利于一些地区的农业和渔业生产有所改善。⁵⁸ 更多正常的降雨形势促成了自2015年以来连续两次破纪录的全球谷物收成。2016年世界小麦产量创历史新高，预计2017年将保持接近历史最高水平，这主要是因为印度和俄罗斯联邦的作物产量增加。自2016年年中以来，印度、泰国和菲律宾等国丰沛的雨水使得这些国家的大米产量增长，基本恢复到了正常水平。因此，2016年世界大米产量达到新高峰，预计2017年将进一步增加。至于年度油料作物，全球产量在2016/2017年迅速恢复，实际上创下新纪录，预计2017/18年度将适度增长。

相反，棕榈油产量的恢复更为缓慢，预计在2018年才会恢复到平常的增长速度。随着南美洲太平洋沿岸的温度恢复到接近平均水平，该地区秘鲁鳀的渔业也出现强劲的复苏势头。

⁵⁴ 政府间气候变化专门委员会（IPCC），2007年：第四次评估报告 <https://www.ipcc.ch/report/ar4/>。

⁵⁵ 缅甸政府（2015年）。缅甸。2015年7月至9月洪水和山体滑坡灾后需求评估，<http://documents.worldbank.org/curated/en/646661467990966084/Myanmar-Post-disaster-needs-assessment-of-floods-and-landslides-July-September-2015>。

⁵⁶ 联合国粮食及农业组织（FAO）和世界粮食计划署（WFP），2017年：特别报告。FAO/WFP作物和粮食安全评估团前往斯里兰卡，<http://www.fao.org/3/a-i7450e.pdf>。

⁵⁷ 联合国粮食及农业组织（FAO），2007年：GIEWS—全球信息和早期预警系统。国家简介：孟加拉国，<http://www.fao.org/giews/countrybrief/country.jsp?code=BGD>。

⁵⁸ 2017年11月<http://www.fao.org/3/a-l8080e.pdf>。

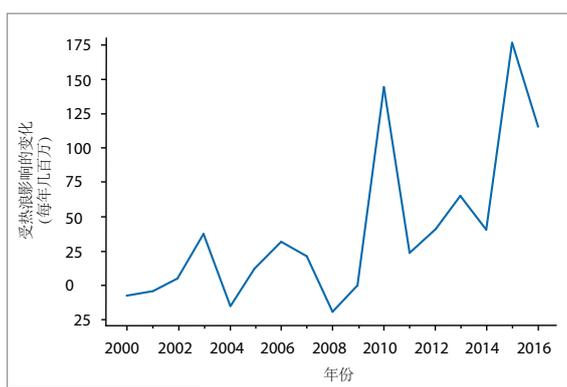
健康

热浪对全球健康的影响不仅取决于总体变暖趋势，还取决于人们居住地区的热浪分布情况。近期的研究表明，自1980年以来，与热相关的疾病或死亡的整体风险稳步攀升，目前全球约30%的人口生活在每年至少有20天可能出现致命高温的气候条件下。⁵⁹在2000年至2016年期间，易受热浪事件影响的弱势群体的数量增加了大约1.25亿。⁶⁰

在霍乱流行国家，估计有13亿人面临危险，仅非洲就有4000万人生活在霍乱“热点地区”。⁶¹经常面临可预测的霍乱爆发的大多数国家已经确定了这些霍乱“热点地区”，而霍乱爆发通常是伴随着雨季的发生。世界卫生组织已经认识到，厄尔尼诺驱动的天气条件可能进一步促使非洲东部和中部以及后来的南部爆发大型霍乱疫情，并加速了2015年中期开始的疫情在该区域进一步蔓延，2017年一些国家仍在开展疫情控制工作。洪水事件还经常与水传播疾病爆发或与

图20. 相对于1986年至2008年的热浪暴露度平均值，2000年至2016年热浪暴露度的变化（针对65岁以上人群）

（出处：世界卫生组织（WHO））



⁵⁹ Mora C. et al., 2017: Global risk of deadly heat. *Nature Climate Change*, 7. DOI:10.1038/nclimate3322.

⁶⁰ Watts N. et al., 2017: The Lancet Countdown on Health and climate change: From 25 years of inaction to a global transformation for public health. *Lancet*, 30 October 2017.

⁶¹ 世界卫生组织 (WHO), 2017年: 每周流行病学记录, 2017年6月2日第22期, <http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/255611/1/WER9222.pdf?ua=1>.

卫生条件恶劣相关的疾病有关，2017年8月孟加拉国发生洪水事件期间正是这样。

人口流离失所

气候变率和变化的不利后果之一是人口流离失所。出现这种流离失所的情况多数是内部的，并且与突发的极端天气事件有关。然而，缓慢发生的现象，如干旱、荒漠化、海岸侵蚀和海平面上升等，也可能导致内部和跨界流离失所。这些缓慢发生的事件可能使威胁成倍的增加，例如通过加剧冲突，进而导致人口流离失所。

2016年，与天气有关的灾难造成2350万人流离失所。⁶²与往年一样，在国家内的流离失所主要是由于洪水或风暴造成的，主要发生在亚太地区。重大气候事件造成的流离失所最引人注目的例子是索马里，据报道，其国内有89.2万人流离失所，主要发生在2017年上半年。⁶³在接受调查的流离失所者中，大约90%表示干旱是流离失所的首要原因，而其余的10%则表示各种原因均与干旱有着密切关系，或指出干旱是促成因素，因他们所列的首要原因是诸如粮食或生计不安全等因素。⁶⁴

⁶² 内部流离失所监测中心 (IDMC), 2017年: 2017年全球内部流离失所问题报告, <http://www.internal-displacement.org/global-report/grid2017/pdfs/2017-GRID.pdf>.

⁶³ 联合国难民事务高级专员办事处 (UNHCR), 2018年: 索马里。2017年12月31日UNHCR应急响应, <https://reliefweb.int/report/somalia/somalia-unhcr-emergency-response-31-december-2017>.

⁶⁴ 截至6月23日，UNHCR牵头的保护和返回监测网络 (PRMN) 访问了687906名索马里IDP，他们表示干旱是造成他们流离失所的首要原因，而72688名IDP则表示干旱是一个促成因素, <https://data2.unhcr.org/en/documents/download/58290>.

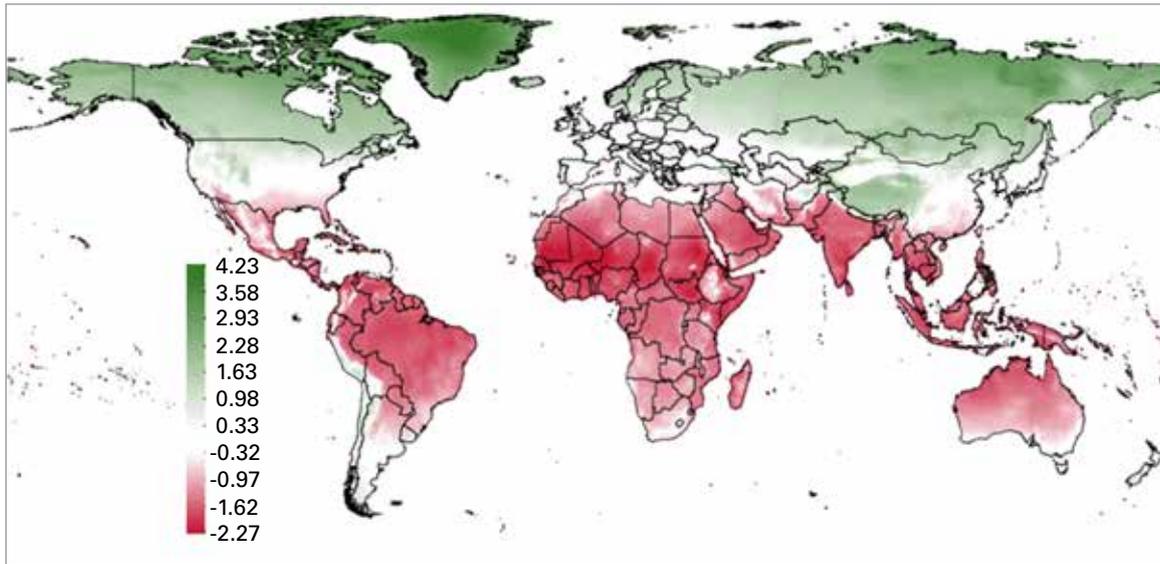


图 21. 温度上升1°C在对网格层面上实际人均产出的影响。

(出处：自然地球; *Scape Toad*; 联合国世界人口展望数据库; 2015年修订版; 世界银行集团制图部门; IMF工作人员计算结果)

经济影响

2017年10月出版的国际货币基金组织(IMF)世界经济展望⁶⁵指出温度上升可产生不均衡的宏观经济影响。不利影响主要集中在气候相对炎热的地区，而大多数低收入国家主要都分布在这些地区。在这些国家，温度上升会降低中短期的人均产量，主要是通过使农业减产、降低承受高温工作人员的生产力、减缓投资并损害健康等。

分析证实从统计角度来看，温度可对人均经济增长产生显著的非线性效应。

在平均温度较高的国家，温度上升会抑制经

济活动，但在较冷得多的气候条件下则会产生相反的影响。

对于中位数新兴市场经济体而言，年平均温度从22°C上升1°C可使同年的增长降低0.9%。对于中位数低收入发展中国家而言，当年平均温度为25°C，温度上升1°C的影响更大：增长下降1.2%。2016年，预计经济将受到温度升高重大不利影响的国家仅占全球GDP的20%左右；然而，它们则养育着近60%的全球人口，预计到本世纪末将养育超过75%的全球人口。

⁶⁵ 国际货币基金组织，2017年：世界经济展望，2017年。努力实现可持续发展：短期复苏、长期挑战，<https://www.imf.org/en/Publications/WEO/Issues/2017/09/19/world-economic-outlook-october-2017>.

病媒传播疾病： 美洲寨卡病毒

Ángel G. Muñoz,¹ Rachel Lowe,²
Anna M Stewart-Ibarra,³ Joy Shumake-
Guillemot,⁴ Madeleine Thomson¹

病媒传播疾病对气候非常敏感，有利气候条件可引发和加剧疾病传播。较高的温度可增加病毒的复制率，并有利于幼年蚊虫的发育、成年喂养和产卵行为等。降雨过量和不足对蚊虫繁殖的影响类似，因为诸如家庭花盆、轮胎、圆筒和水箱等容器在这两种情况下都可成为合适的繁殖地点。

2014-2016年期间拉丁美洲和加勒比地区爆发寨卡病毒(ZIKV)疫情，这种病毒主要是由伊蚊携带，病毒爆发期间正值至少2013年以来出现的严重干旱以及异常高温(见顶部和中间图)。证据表明这些条件与2015/2016年厄尔尼诺事件、年代际变率和气候变化在内的各种跨时间尺度信号的组合有关(Muñoz等, 2016a, b)。

评估伊蚊传播传染病潜在风险的常用方法是通过估算基本繁殖数 R_0 ，这通常是环境变量的函数，如空气温度和内部流行病学参数(Mordecai等, 2017年)。 R_0 模式考虑了拉丁美洲和加勒比地区两种最常见的伊蚊，近期的一项研究(Muñoz等, 2007年)利用了 R_0 模式，其结果显示2014-2016年ZIKV流行期间高温加强了传播风险，而单论厄尔尼诺或气候变化都不是这个事件的主因。虽然传输信号的潜在风险(下图中的黑色曲线)与全球变暖导致的长期升温以及年际气候变化

变率模式一致(诸如厄尔尼诺现象)(下图中的红色/蓝色填充曲线)，但其他一些非气候因素也是2014-2016年EIKV疫情爆发的原因。

事实上，除了适合的气候条件，多种因素结合在一起似乎促进了巴西爆发初期发生的快速传播，包括大规模易感人群、替代性非矢量传播、以及快速流动人口(Lowe等, 2018年)。此外，自然灾害等冲击的发生也可能加剧人口脆弱性。2016年4月厄瓜多尔沿海发生大地震后观测到了这一点，地震似乎加速了ZIKV在该地区的传播，因此地区已经存在了适合的炎热和干燥的局地气候条件(Sorensen等, 2017年)。

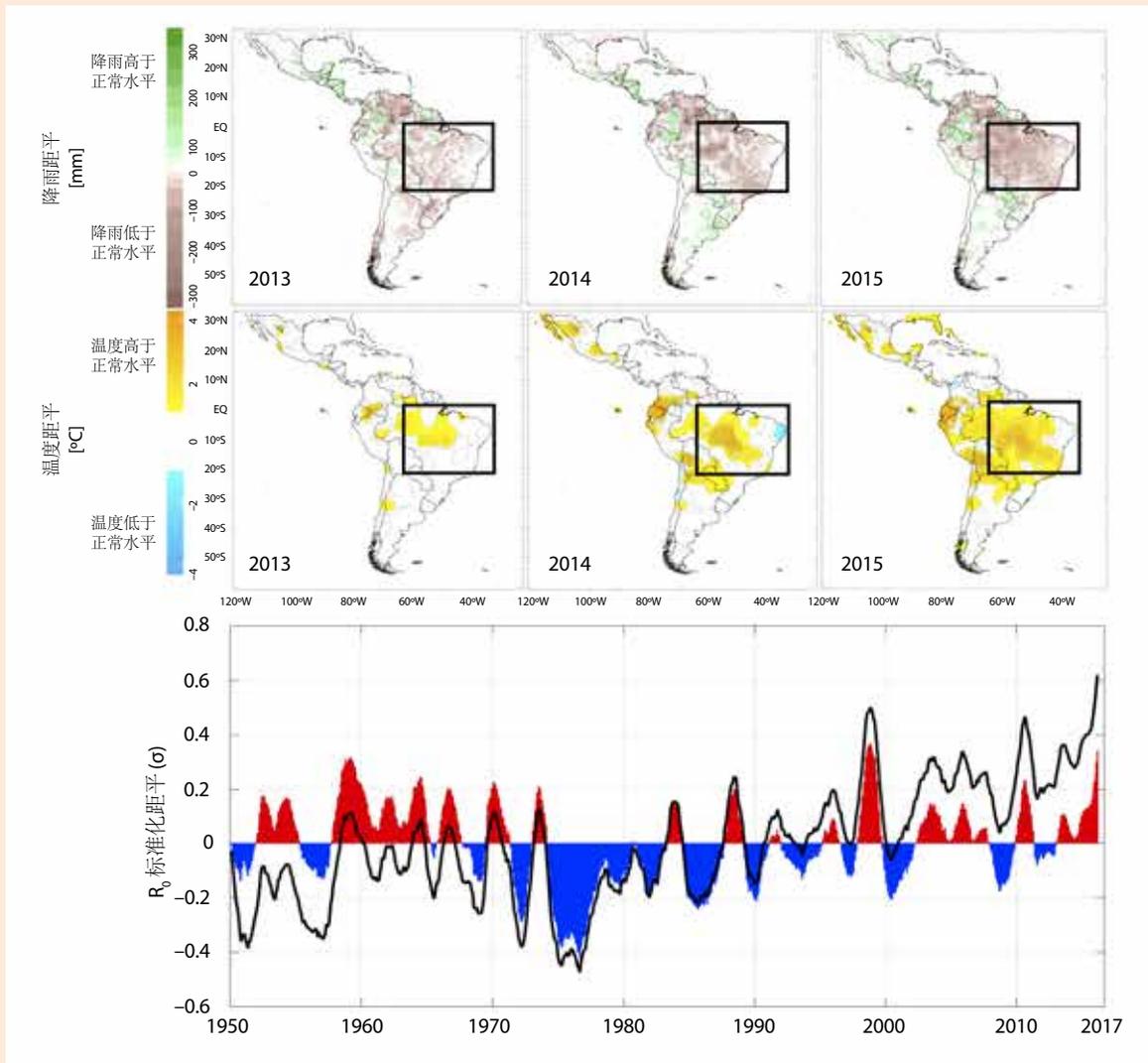
目前，仍在继续监测和记录该地区 and 全世界范围内的局地ZIKV传播及相关的胎儿畸形和神经系统疾病。可以通过结合使用气候预报和血清阳性率调查资料，来改进对包括ZIKV在内的多种虫媒病毒爆发时间和规模的预测(Lowe等, 2017年)。例如，实时季节气候预报已被用于为巴西制作登革热预警(Lowe等, 2014年, 2016年)，使用上述介绍的 R_0 模式和北美多模式集合(NMME)项目作出的最先进气候预报可成功地多个ZIKV高风险地区(包括集中爆发地区，巴西东北部)提供提前1-3个月的疫情爆发预测(Muñoz等, 2017年, Epstein等, 2017年)。

¹ 纽约哥伦比亚大学地球研究所，国际气候与社会研究所。

² 伦敦卫生与热带医学学院，传染病数学模式中心和传染病流行病学系。

³ 纽约州锡拉丘兹上州医科大学公共卫生与预防医学系。

⁴ WHO-WMO气候与健康联合办公室，WMO，日内瓦。



2013年、2014年和2015年年降水距平(上图)和温度距平(中间图);根据1981-2010年的气候期计算的距平。R₀的标准化距平(下图;标准偏差单位)。传播的总潜在风险(黑色曲线)表现出与气候变暖一致的上升趋势,并且不能仅由厄尔尼诺和其他逐年气候模式的贡献来解释(实曲线):气候信号的组合是该地区船舶风险的主因。黑框表示的是被分析的部门(Muñoz等, 2016b, 2017年)。

参考文献

- Epstein, H. et al., 2017: A Menace Wrapped in a Protein: Zika and the Global Health Security Agenda. New York, Columbia University, doi: 10.13140/RG.2.2.25050.85443.
- Lowe, R. et al., 2018: The Zika virus epidemic in Brazil: From discovery to future implications. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(1): 96
- Lowe, R. et al., 2014: Dengue outlook for the World Cup in Brazil: An early warning model framework driven by real-time seasonal climate forecasts. *The Lancet Infectious Diseases*, 14 (7): 619–626.
- Lowe, R. et al., 2016: Evaluating probabilistic dengue risk forecasts from a prototype early warning system for Brazil. *eLIFE* 5:e11285.
- Lowe, R. et al., 2017: Climate services for health: Predicting the evolution of the 2016 dengue season in Machala, Ecuador. *The Lancet Planetary Health* 1 (4):e142–e151.
- Mordecai, E. A. et al., 2017: Detecting the impact of temperature on transmission of Zika, dengue, and chikungunya using mechanistic models. *PLOS Neglected Tropical Diseases*, 11(4):e0005568. doi: 10.1371/journal.pntd.0005568.
- Muñoz, Á.G. et al., 2016a: The Latin American and Caribbean Climate Landscape for ZIKV Transmission. IRI Technical Report 2016-001. New York. doi: 10.7916/D8X34XHV.
- Muñoz, Á. G. et al., 2016b: Analyzing climate variations at multiple timescales can guide Zika virus response measures. *Gigascience*, 5(1), 41.
- Muñoz, Á. G. et al., 2017: Could the recent Zika epidemic have been predicted? *Frontiers in Microbiology*, 8: 1291, <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fmicb.2017.01291/full>.
- Sorensen, C. J. et al., 2017: Climate variability, vulnerability, and natural disasters: A case study of Zika virus

欲了解更多信息, 请联系:

世界气象组织

7 bis, avenue de la Paix – P.O. Box 2300 – CH 1211 Geneva 2 – Switzerland

沟通和公共事务办公室

电话: +41 (0) 22 730 83 14/15 – 传真: +41 (0) 22 730 80 27

E-mail: cpa@wmo.int

www.wmo.int