

WMO

2016年全球气候状况声明

水
气候
天气



世界气象组织

WMO-No. 1189

WMO-No.1189
世界气象组织，2017年

以印刷、电子和任何其它形式以及以任何语言的出版版权归WMO所有。可翻印WMO出版物中的短幅摘录而无须授权，但须清晰地注明完整的出处。关于本出版物的编辑及部分或全文出版，翻印或翻译本出版物的请求应按以下地址通信联系：

世界气象组织（WMO）
出版委员会主席
7 bis, avenue de la Paix,
P.O. Box 2300
CH-1211 Geneva 2, Switzerland

电话：+41 (0) 22 730 8403
传真：+41 (0) 22 730 8117
电子邮件：publications @ wmo.int

ISBN 978-92-63-51189-8

本出版物是与以下机构合作发布的：位于英国的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；英国东安格利亚大学气候研究所（CRU）；美国国家海洋大气局（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）下属的戈达德空间科学研究所（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）海洋和大气研究部门；美国罗格斯大学全球冰雪实验室；第六区域协会位于德国的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台站信息系统（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。下列国家或地区的国家气象水文部门或相应机构也为本出版物作出了贡献：阿根廷、亚美尼亚、澳大利亚、奥地利、阿塞拜疆、巴林、白俄罗斯、比利时、玻利维亚（多民族国）、波斯尼亚和黑塞哥维那、巴西、文莱达鲁萨兰国、布基纳法索、加拿大、智利、中国、哥伦比亚、哥斯达黎加、克罗地亚、塞浦路斯、捷克共和国、朝鲜、丹麦、埃及、爱沙尼亚、斐济、芬兰、法国、冈比亚、格鲁吉亚、德国、希腊、中国香港、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、牙买加、日本、约旦、拉脱维亚、利比亚、卢森堡、马达加斯加、马拉维、马来西亚、马里、毛里求斯、墨西哥、黑山、摩洛哥、荷兰、新西兰、尼日尔、挪威、巴基斯坦、巴布亚新几内亚、巴拉圭、秘鲁、波兰、葡萄牙、韩国、摩尔多瓦共和国、罗马尼亚、俄罗斯联邦、萨摩亚、塞尔维亚、新加坡、斯洛伐克、斯洛文尼亚、所罗门群岛、南非、西班牙、斯威士兰、瑞典、瑞士、泰国、前南斯拉夫马其顿共和国、汤加、突尼斯、土耳其、乌克兰、英国、坦桑尼亚、美国、乌拉圭和瓦努阿图。

提供素材的国际组织包括：比利时天主教鲁汶大学灾害流行病学研究中心（CRED）、联合国粮食及农业组织（FAO）、国际货币基金组织（IMF）、国际移民组织（IOM）、联合国环境规划署（UNEP）和联合国难民事务高级专员公署（UNHCR）、世界粮食计划署（WFP）和世界卫生组织（WHO）。

封面插图出处：Adobe Stock

注：
WMO 出版物中使用的标识以及本出版物材料的呈现形式并不代表WMO就任何国家、领地、城市或地区、或其当局的法律地位表明任何观点，也不代表WMO对其边界或分界线的划定表明任何观点。

本出版物中提及的具体公司或产品并不表明它们得到了 WMO 的赞许或推荐，也不表明它们优于未在本出版物中提到或公布的其它同类公司或产品。

WMO出版物中署名作者的研究成果、解释和结论仅是作者的观点，并不一定反映WMO或其会员的观点。

目录

前言	3
序言	4
执行摘要	4
关键成果	5
温度	5
全球	5
陆地温度	6
海洋	7
温室气体	9
2016年的冰冻圈	9
海冰	10
冰川和冰盖	10
积雪	11
主要气候驱动力	11
降水	13
极端事件	14
重大干旱和洪水	14
厄尔尼诺相关的干旱会在一些地区缓解,但干旱会在其它地区发展	14
严重洪水	17
热带气旋	18
世界若干地区发生的破坏性野火	19
极端高温和低温	20
灾害性暴风雨、降雪和龙卷风	21
平流层臭氧	22
致力于制作全球一致的国家气候监测产品	23

2015/2016年厄尔尼诺现象期间,全球海平面大幅上升,2016年初达到新高。



400百万平方公里

全球海冰范围下降至低于平均水平400万平方公里。

大气中的二氧化碳达到新高,为 $400.0 \pm 0.1 \text{ ppm}$ 。



严重的干旱和洪水使成千上万的人流离失所。

升温继续,创历史新高,高于工业前期约 1.1°C 。

$+1.1^\circ\text{C}$

前言

世界气象组织(WMO)每年都会发布一份全球气候状况声明,声明的数据来自各气象水文部门(NMHS)和其他国家和国际组织。20多年来,这些报告一直以联合国的六种官方语言发布,向各国政府、国际机构、其他WMO伙伴和公众说明全球气候以及全球和区域水平的重大天气和气候趋势和事件。

最新的报告确认2016年是有记录以来最热的年份:因为2016年比工业化前时期温度高出1.1°C,升温明显,比有记录以来的上一次温度最高年份2015年高0.06°C。全球温度的上升与气候系统的其他变化是一致的。全球平均海平面温度也是有记录以来最高的;全球海平面持续上升;全年大部分时间北极海冰面积都远低于平均值。

2015/2016年的强厄尔尼诺现象对全年气候有重要影响,而且证明:当自然变率与人为气候变化相互作用时,将会对人类社会和自然环境产生严重的影响。2016年发生了严重的旱灾,影响了农业生产,危及非洲南部、东部和中美州民众的粮食安全。飓风马修在海地和美国造成了严重破坏,而强降雨和洪水使亚洲东部和南部受灾。许多热带水域都出现了珊瑚白化和死亡,对海洋生物链、生态系统和渔业造成了严重影响。

大气中的二氧化碳年平均浓度达到创记录的百万分之400(ppm),人类活动对气候系统的影响已经越来越明显。归因研究越来越多地证明这种影响对一些最关键的天气和气候极端事件有作用,尤其是与高温相关的极端事件。由于气候变化对社会和经济的影响已变得如此重要,WMO与联合国其他组织合作,在气候声明中纳入了气候如何影响人群、农业、卫生等部门的信息。

2016年11月4日联合国气候变化框架公约(UNFCCC)下的巴黎协定生效是一个历史性的里程碑。至关重要的是实施该协定成为现实,该协定可指导全球社会通过遏制温室气体排放、促进气候抗御力和将气候变化适应纳入国家发展政策来应对气候变化。

2016年在马拉喀什召开了UNFCCC缔约方大会(COP)年度会议,应该会议的要求,以后WMO全球气候状况声明(年度)和WMO温室气体公报(年度)都将提交COP,以为其实施巴黎协定的决策服务。全球气候状况声明将以这种方式补充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。除了提供有关科学进步的信息,WMO还致力于支持会员建立业务气候服务,从而提高气候抗御力和适应性。

我愿借此机会向做出过贡献的WMO会员的NMHS、国际和区域资料中心和机构、全世界的气候专家表达我的感激之情,我也要感谢联合国里的兄弟机构在社会和经济影响方面提供的宝贵意见。他们大力支持WMO,确保这一年度报告达到最高的科学标准和社会相关性。

WMO欢迎会员就如何进一步改进全球气候状况声明提出建议,包括如何能更好地支持围绕巴黎协定、仙台减灾框架和联合国可持续发展目标而采取的行动。



(P. Taalas)
秘书长

序言

本声明是基于由WMO会员和合作伙伴提供的资料集和信息。对这类素材尽可能地与气候平均值和记录(历史背景)作了比较。80多个NMHS在WMO征集资料后为声明提供了直接素材, 或在其网站上提供了访问资料和气候报告的链接。WMO在必要的情况下为了验证将纳入声明的信息, 与相关的国家信息来源进行了沟通。

WMO全球气候声明是对基本气候变量作出报告, 所选变量均由全球气候观测系统予以定义。声明还使用了由负责各种社会和经济领域的联合国机构提供的气候影响信息。还根据公布的和网上的报告和材料, 使用了联合国下属其他来源的资料。关于人员伤亡和经济损失的数字, 除非另有说明, 全部来自比利时鲁汶天主教大学灾害流行病学研究中心(CRED)。

执行摘要

2016年气候持续变暖, 温度创下比工业化前时期高约1.1°C的新的记录, 比2015年创下的上一个最高纪录高0.06°C。2015年底的大气二氧化碳(CO₂)达到了400.0±0.1ppm的新高点。11月全球海冰面积比平均值下降了400多万平方公里, 这是前所未有的反常现象。2015/2016年厄尔尼诺期间, 全球海平面大幅上涨, 2016年年初的海平面高度创下了新的记录。

据世界粮食计划署(WFP)、联合国粮食及农业组织(FAO)、联合国难民事务高级专员公署(UNHCR)和国际移民组织(IOM)的报告, 在长期气候变化的背景下, 2015/2016年的强厄尔尼诺事件对气候和社会都产生了很强的影响。严重干旱影响了世界许多地方的农业和收成, 特别是在非洲南部、东部和中美洲部分地区有数百万人的粮食安全受到了威胁, 几十万人在本地内流离失所。

飓风马修在北大西洋导致了最具破坏性的气象灾害, 海地持续出现最严重的人员伤亡。美国和区域内的其他地方也出现重大经济损失。洪水严重影响了亚洲东部和南部, 造成数百人死亡, 数十万人流离失所, 经济损失严重。萨赫勒有许多地区降雨较多, 作物收成较好, 马里、尼日尔和塞内加尔的产量创下了纪录。¹

IPCC第五次评估报告指出, 检测与归因研究表明人类对气候的影响是自1950年代以来观测到的全球气候系统变暖背后毫无疑问的主要驱动因素。人类的影响也导致了大陆和次大陆层面区域温度显著升高。温度分布将向更高的温度状况变化, 这预计将增加高温极端事件的频率和强度。

¹ 除非另有说明, 本声明中关于作物产量和生产的消息都来源于FAO2016年12月发布的第四号《作物前景与粮食形势》。

关键成果

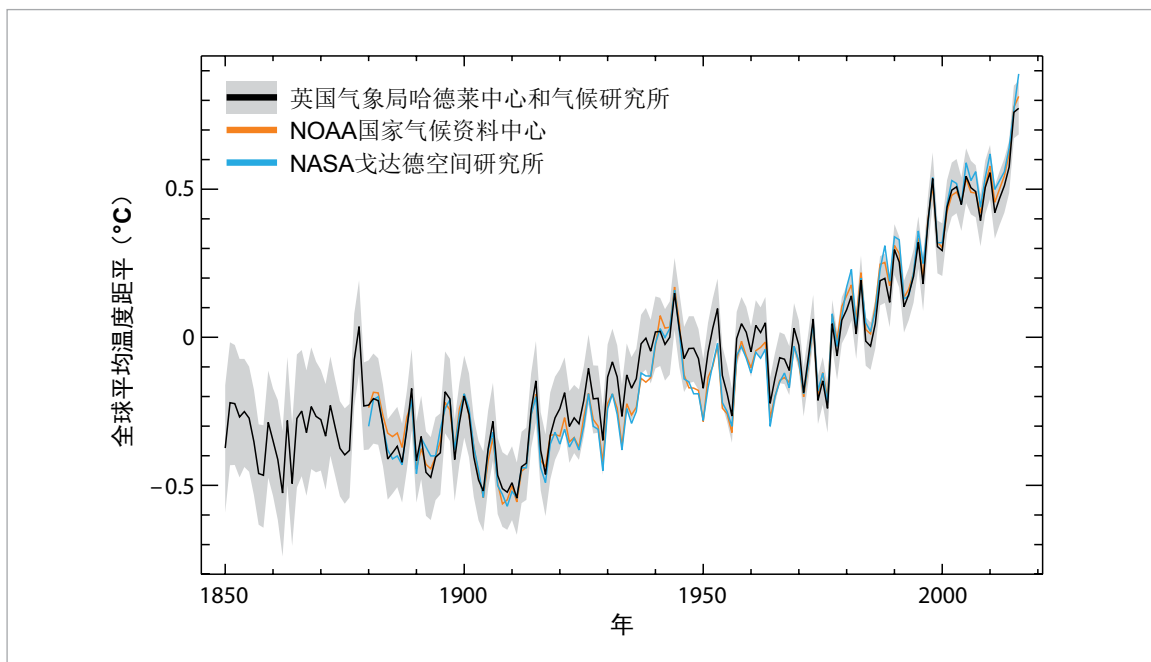


图 1.本声明使用的三个主要数据集的全球平均温度距平（1961-1990年基准期）。灰色阴影表示HadCRU数据集中的不确定性。
（资料来源：英国气象局哈德莱中心）

温度

全球

2016年是所有主要全球地表温度资料集中有记录以来最热的年份，但在某些资料集中，2016年与第二最高温年2015年的差值处于不确定性限度以内。在WMO使用的三个资料集平均值²中，2016年比1961-1990年基准期（比1981-2010平均值高0.52°C）的均值高0.83°C +/- 0.1°C，比2015年创下的上一个温度记录高0.06°C。也比工业化前时期高约1.1°C。ERA-临时再分析资料集³算出的温度甚至更高，其全球平均温度比1981-2010年平均水平高0.62°C，比2015年平均温度高0.18°C。无论对于陆地和海洋，还是对于南半球和北半球，这都是记录以来最

热的一年。

五年和十年的平均温度也达到有记录以来的最高值，2012-2016年和2007-2016年的平均温度分别比1961-1990年平均水平高0.65°C和0.57°C（比1981-2010平均值分别高0.34°C和0.26°C）。自2001年以来的16年每年都比1961-1990年平均水平高至少0.4°C，而在2001年之前，只有一次即1998年达到过这么高的水平。全球温度继续符合每十年升温0.1°C-0.2°C的趋势。

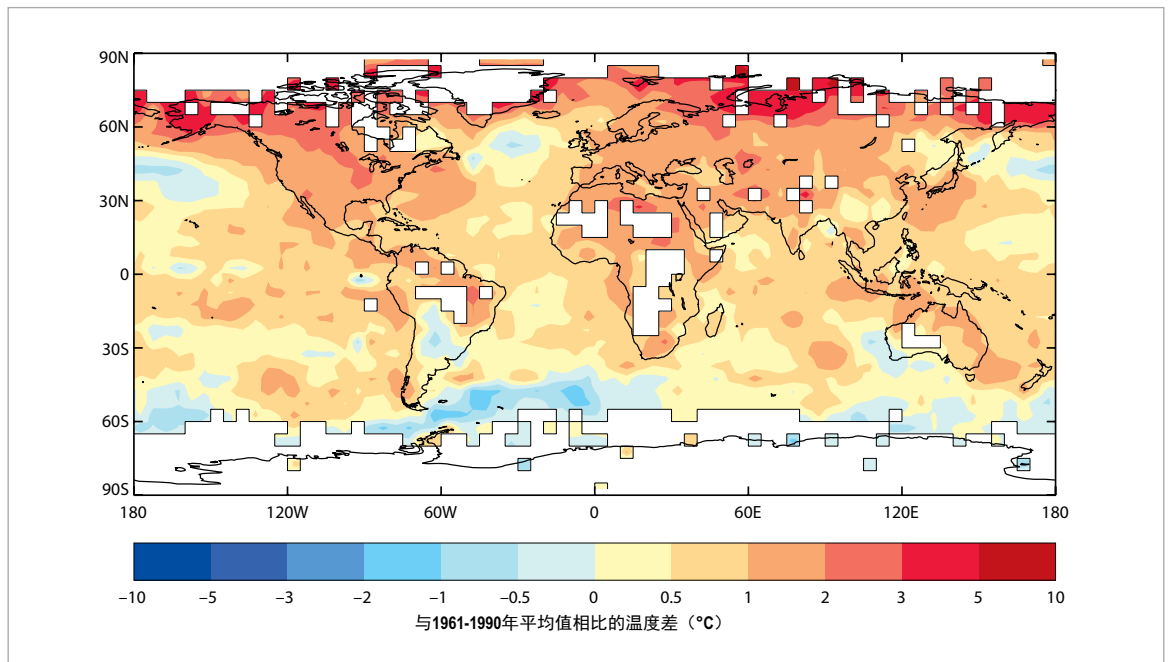
资料集之间的差异很大程度上反映在覆盖面积上。2016年高温现象尤其出现在北极资料稀少的地区，2015年和2016年之间差值最大的资料集要么是覆盖整个北极（欧洲中期天气预报中心的ERA-临时再分析），要么是远程推断站点资料（由美国国家航空航天局（NASA）戈达德太空研究所制作的GIS-TEMP资料集）。而差值最小的资料集采取了相对保守的方法来推演，因此将北极多个大片地区作为没有资料区域加以对待（由英国气象局哈德莱中心与东安格利亚大学气候研究所合作制作的HadCRUT资料集和由NOAA国家环境信息中心制作的NOAA-

² 本声明中的全球温度使用GISTEMP、NOAA-GlobalTemp和HadCRUT三个资料集最新版本的平均值，分别由NOAA、美国国家航空和航天局（NASA）和与东安格利亚大学气候研究所合作的英国气象局哈德莱中心维护。联合资料集可回溯到1880年

³ 关于在全球温度分析中利用再分析资料的进一步讨论见WMO 2010年全球气候状况声明中的专门一节（WMO- No. 1074）。

图 2.2016年全球温度距平（1961-1990年基准期）

（资料来源：英国气象局哈德莱中心）



GlobalTemp资料集)。⁴

陆地温度

2016年全球温度受2015/2016年强厄尔尼诺事件的强烈影响，尤其是在2016年早期。强厄尔尼诺事件结束年份的温度，如1973年、1983年和1998年的温度，通常比背景水平高0.1°C至0.2°C（以这些年中的每一年为中心的10年平均温度表示），2016年的温度符合这种型式。

2015年10月到2016年4月，厄尔尼诺现象对全球气候的影响是最大的，这期间温度尤其高。所有这些月份的全球温度至少要比1961-1990年平均高0.85°C，而2016年2月的差值最高，达1.13°C。随着厄尔尼诺现象退去，从5月份开始升温不再明显，除8月（+0.82°C）外，5月至12月每个月温度比平均值高0.65°C至0.75°C。除6月外，从1月至8月，每个月的全球温度都是有记录以来最高的，但是从9月起，温度比2015年相应月份低。

2016年几乎全球都经历了高温。世界绝大多数陆地区域的温度均高于1961-1990年的平均值，仅有的明显例外是阿根廷南部和中部的区域和澳大利亚西南部部分地区。大多数北半球中高纬度区域至少要比1961-1990年平均温度高1°C（主要的例外是加拿大魁北克和俄罗斯联邦远东部分地区）。许多高纬度地区的年均温度至少比1961-1990年平均水平高3°C，特别是在沿俄罗斯联邦的北极海岸、阿拉斯加和加拿大的远西北部，以及巴伦支海和挪威海的岛屿。在高纬度北极地区，挪威斯瓦尔巴机场的年均温度均值为-0.1°C，高于1961-1990年平均水平6.5°C，比此前的记录高1.6°C。

除了北极，高温在全球范围内的一致性比在个别地方的极端性更加明显。只有较少的一些国家在报告国家温度资料中出现了创记录的年最高温度，这些国家包括印度、泰国、新加坡、新西兰和突尼斯。从更广的范围来看，2016年是所有有人居住的大陆上五个高温年份之一。2016年是北美有记录以来温度最高的一年，美国本土的温度是有记录

⁴ 关于全球温度资料集之间差异的更详细讨论已经由英国气象局出版，请见：<http://www.metoffice.gov.uk/research/news/2017/overview-global-temperature-2016>。

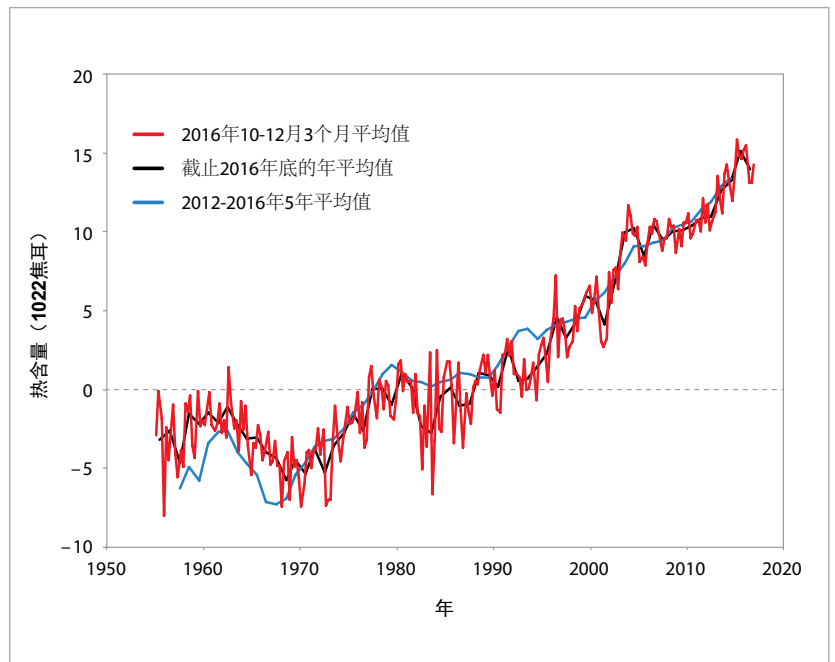
以来第二高的，阿拉斯加的温度是有记录以来最高的，加拿大的温度是有记录以来第四高的。2016年对于非洲和南美是第二高温的年份，对于欧洲是第三高温的年份。亚洲和俄罗斯1月至9月的温度是有记录以来最高的，但由于全年后三个月温度相对较低(包括自2000年以来亚洲温度最低的11月)，所以亚洲的年平均温度距平降为第三高，俄罗斯降为第五高。北美的秋季温度是有记录以来最高的，非洲6-8月的温度也是有记录以来最高的。

最明显的温度较低的陆地区域是南美洲，包括阿根廷北部和中部、巴拉圭、和玻利维亚的低地。秋季和初冬的低温距平最为明显，尤其是在5月份，阿根廷5月的全国平均最高温度是有记录以来最低的。(形成鲜明对比的是，在往南，南极埃斯佩兰萨基地5月26日的气温达到了17.2°C，这是该地一年中任何时间曾记录到的最高温度)。从4月25日至8月5日，布宜诺斯艾利斯103天内的温度不高于20°C，这是有记录以来出现这种情况的最长时间。另一个出现年低温距平的区域是澳大利亚西南部，该地区的冬天是从1990年以来温度最低的。

海洋

在气候系统中能量增加的速率 - 地球能量失衡 - 是定义全球气候变化速度的最根本度量单位。在长于约一年的时间尺度上，地球的能量失衡中的绝大部分(超过90%)是进入海洋，造成升温。因此，跟踪海洋温度和海洋热含量(OHC)的相关变化可让我们监视地球能量失衡的历时变化。随着海洋变暖，体积会扩大，可导致全球和区域海平面上升。增加的OHC约占过去60年中所观测到的全球海平面上升的40%左右。

2016年全球平均海面温度是有记录以来最高的。至于陆地的温度，距平在最初几个月



最强，但与陆地温度不同，海面温度在4月后仅略微下降，5月至10月的值总体上仍处于早期峰值0.1°C内，但之后于11月和12月出现了明显下降。

海面温度至少比平均值高1°C的地区包括北大西洋西部热带以北(在新斯科舍省外海当地温度比平均值高2°C)、日本往南和往西到中国 and 菲律宾的北太平洋西部、阿拉斯加湾、印度尼西亚周围部分海域和澳大利亚北

图3. 与1955-2006年的参考期相比，0-700米水层的全球海洋热总含量(单位为 10^{22} J)。数据为三个月(红线)、一年(黑色)和五年(蓝色)的平均值。
(资料来源: WMO使用美国NOAA国家环境信息中心的数据编制)



基里巴斯塔拉瓦

随着周边海平面的上升，预计在30-60年内基里巴斯将不适于人类居住。

David Gray (路透社)

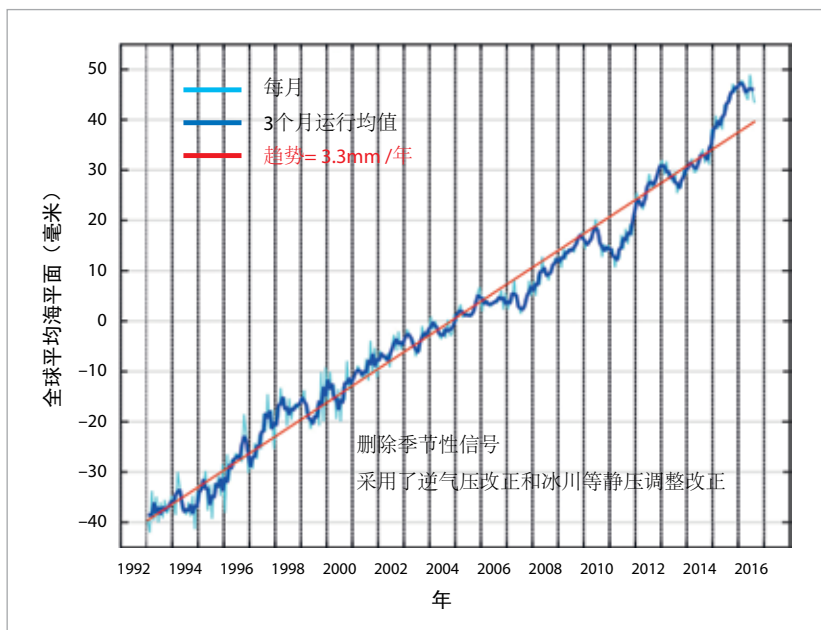


图4. 1993年至2016年8月全球平均海平面变化，资料中删除了年周期：每月值用淡蓝色表示，三个月平均值用深蓝色表示，简单的线性趋势用红色表示。

(资料来源：澳大利亚联邦科学与工业研究组织)

部部分海域、塔斯曼海。大部分海洋大陆(包括印度尼西亚海域、澳大利亚北部海域、菲律宾海域及该地区其他岛屿)和北太平洋西部、塔斯曼海、加勒比海的邻近地区和北大西洋西部的部分地区出现了有记录以来最高的年平均海面温度。45°S以南的南大洋多个区域出现了低于平均值的海面温度，最为明显的是南美洲和南极半岛之间的德雷克海峡周围和以东区域、格陵兰岛以南的北大西洋(但该区域的低温距平没有2015年明显)、北太平洋中部部分区域和澳大利亚西南部周围区域。

非常高的海洋温度造成一些热带水域显著出现珊瑚白化。其中受到显著影响的区域有澳大利亚东海岸外的大堡礁，当地3月份发生了有记录以来最高的海面温度。蜥蜴岛以北的海礁部分靠北地方出现了高达50%的珊瑚死亡率。⁵2016年年末，日本冲绳地区也出现了严重的珊瑚白化，政府于11月和12月所作的调查显示石西礁泻湖的珊瑚死亡率高达

⁵ 澳大利亚气象和海洋学会，珊瑚漂白信息声明，2016年9月20日，请见：www.amos.org.au

70%。⁶

珊瑚白化也发生在太平洋岛国，如斐济和基里巴斯，斐济出现了相关的鱼类死亡。⁷海面温度显著升高，部分地区高出平均温度达3°C，这说明海洋环境的物理、化学和生物状态发生了巨大变化，对于食物链和海洋生态系统以及对于有重要社会经济意义的渔业有了极大的影响。⁸

与2015年创记录的高值相比，全球OHC⁹略有下降，但年平均值仍是有记录以来第二高的。2016年北半球的OHC创下了新高记录，但南半球出现了大幅下降，所以全球平均值下降。根据NOAA的资料，2016年的总全球OHC距平(与1955年至2006年基准期相比)在0-700米层为140ZJ¹⁰(10²¹J)，在0-2000米层为208ZJ，2015年这两个值分别为151ZJ和224ZJ。

全球范围内，海平面自二十世纪初以来上升了20厘米，主要是因为海洋热膨胀和冰川和冰帽的融化。一些地区比其他地区正在经历更大的海平面上升。根据观测结果，热带西太平洋海平面于1993-2015期间的上升速度有一些是最高的，这是台风海燕于2013年11月引发大规模风暴潮并使菲律宾部分地区遭受巨大破坏的一个显著因素。

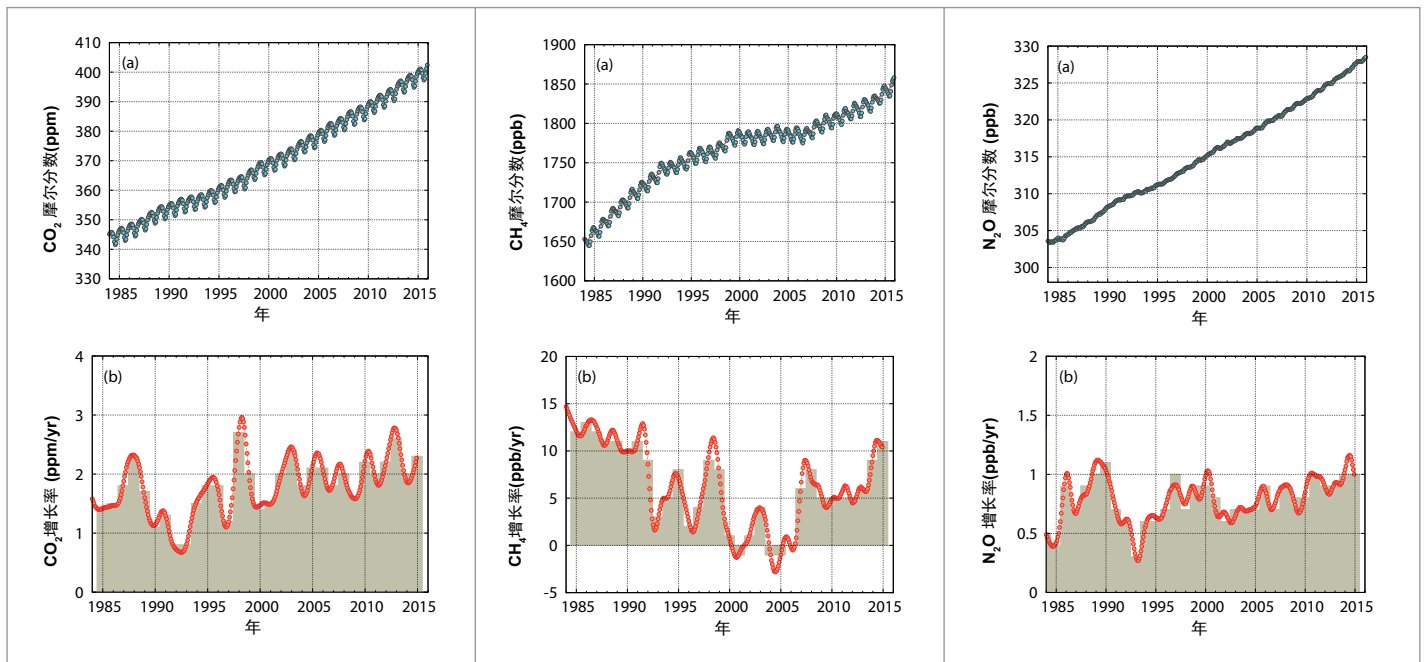
⁶ 日本环境省资料，日本时报2017年1月11日报道：<http://www.japantimes.co.jp/news/2017/01/11/national/science-health/70-coral-okinawas-sekiseishoko-area-dead-survey-shows/#.WK2vdUZLUmc>

⁷ 澳大利亚气象局太平洋气候和海洋支持计划(COSPPac)提供的资料。

⁸ 联合国环境规划署。

⁹ 关于海洋热含量及其重要性更详细的信息请见WMO 2015年全球气候状况声明(WMO-No. 1167)。

¹⁰ 1ZJ(zetajoule)等于10²¹J。



在2015/2016年厄尔尼诺期间，全球海平面显著上升，2014年11月至2016年2月期间约上升15毫米，远高于1993后每年3毫米-3.5毫米的趋势，而2016年初的数值达到了创纪录的新高。从2月至8月，随着厄尔尼诺影响的减弱，海平面保持相当的稳定。截至写稿时，尚未得出2016年海平面的最终数据。¹¹

温室气体

对WMO全球大气监视网计划的观测资料进行的最新分析表明，二氧化碳(CO₂)、甲烷(CH₄)和氧化亚氮(N₂O)的全球平均表面摩尔分数在2015年达到新高，CO₂达到400.0±0.1ppm、CH₄为1845±2ppb、N₂O为328.0±0.1ppb。这些数值分别是工业化前(1750年前)水平的144%、256%和121%。2016年全面的全球温室资料需待2017年下半年方可提供。

2014年至2015年CO₂的升幅大于2013年至

2014年观测的升幅，也大于过去10年的平均升幅，尽管化石燃料源的排放量没有显著变化¹²。由于陆地源(森林火灾)排放增加以及干旱受灾地区植被CO₂吸收下降，厄尔尼诺事件促使2015年增长率上升。2014年至2015年CH₄的升幅也大于2013年至2014年观测的升幅以及过去十年的平均升幅。2014年至2015年N₂O的升幅与2013年至2014年观测的升幅相当，但大于过去十年的平均增长率。NOAA年度温室气体指数表明，从1990年至2015，长寿命温室气体辐射强迫上升了37%，CO₂约占这一升幅的80%。

2016年的冰冻圈

地球系统的冰冻圈部分包括固态降水、积雪、海冰、湖冰及河冰、冰川、冰冠、冰盖、多年冻土以及季节性冻土。冰冻圈可提供关于气候变化的某些最有效的指标，但它却是地球系统中采样最为不足的领域之一。最好是至少测量冰冻圈的30种特性。冰冻圈

图 5. 上面一排显示的是 1984 至 2014 年 CO₂ (ppm) (左)、CH₄ (ppb) (中间)、N₂O (ppb) 的全球平均摩尔分数 (浓度单位)，下面一排是其增长率；图底部一排的条柱显示的是年平均增长率。

(资料来源: WMO 全球大气监视网)

¹¹ 海平面测量正在向新型卫星过渡，而合并数据集的2016年完整资料将在2017年下半年提供。

¹² 《全球碳收支2016》，全球碳项目：www.globalcarbonproject.org

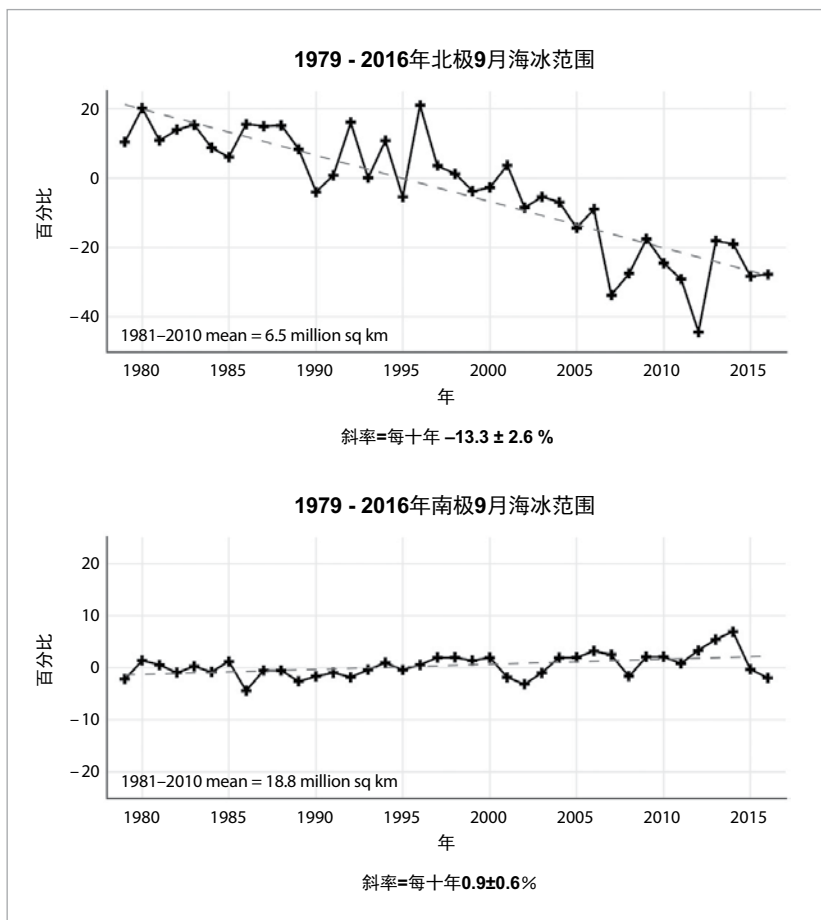


图 6. (a) 北极9月海冰范围和 (b) 南极9月海冰范围：参考时期1981-2010年长期平均值的百分比
(资料来源：WMO 使用美国国家冰雪数据中心的数据编制)

的许多特性都是在地面测量，但空间覆盖率通常不足。多年来，已在空中对冰冻圈的一些特性进行了测量；目前正在开发用卫星测量其它一些特性的能力。2016年用于评估的主要冰冻圈要素包括海冰、冰川、冰盖和积雪。

海冰

整个2016年北极海冰范围¹³远低于平均值，而且这年的大部分时间是处于创记录的低点。3月24日的1452万平方公里季节最大范围是1979-2016年卫星记录中的最低季节最大范围，刚低于2015年的季节最大值。5月和6月，海冰范围再次降至每年同期创记录的低点，但夏季融化相对缓慢，因而季节最小范围是414万平方公里，远高于2012年创

记录的低点。2016年的年最小范围相当于2007年有记录以来的第二最低值。2016年秋季封冻异常缓慢，11月中旬，海冰范围有几天甚至出现收缩。11月的平均范围是908万平方公里，比前次创记录的低点小80万平方公里。12月的距平不那么极端。

2016年的前8个月，南极海冰范围接近1979-2015年的平均值，而在8月31日，季节最大范围达到1844万平方公里。这是有记录以来出现最早的季节最大范围。而春季的融化速度则异常快速，导致11月的平均范围为1454万平方公里，目前是有记录以来的最低值(比以前的最低值小100万平方公里)，比平均值低5.7个标准差：无疑是卫星记录中最大的月距平。目前尚不完全了解2016年末南极海冰快速崩塌的原因，不过，局地风有可能是一个显著的推动因素。

由于北极和南极海冰范围同时处于创记录的低水平，因而11月的全球海冰范围也远低于平均值。全年大部分时间海冰范围比1979-2015年平均值低100万至200万平方公里，此后在11月海冰范围比平均值低400多万平方公里，这是前所未有的距平值，而后在12月略有回升。

冰川和冰盖

世界冰川监测局的初始数据表明，2016年高山冰川在继续融化。得出2015/2016年数据的这些基准冰川显示出平均质量平衡为-858毫米，而26个冰川中，仅有一个冰川为正质量平衡。平均质量平衡的这一亏缺值没有2014/2015年那么极端，但略高于2003-2015年的平均值。

至2016年8月的12个月中，格陵兰冰盖损失速率类似于最近的平均损失速率。这一时期的表面质量平衡接近1990-2013年的平均值，而在寒冷月份高于平均值的累积被高于平均值的融化所抵消，尤其是在7月。由于格陵兰许多地方4月出现创纪录的高温，因

¹³ 本节的资料引自美国国家冰雪数据中心(海冰)、世界冰川监测局(高山冰川)、丹麦气象局(格陵兰冰盖)、罗格斯大学(全球积雪)、Snowy Hydro公司(澳大利亚积雪)以及相关的NMHS。

而融化季节也开始的异常早。冰川面积的损失是自2012年以来最大的。2016年第四季度，特别是在10月，冰盖累积远高于平均值，这主要是由于格陵兰东南出现异常强降雨。

积雪

2016年北半球年平均积雪范围达2460万平方公里，比1967–2015年的平均值低50万平方公里，是有记录以来的第12个最低值。这与2015年极为相似。

在1月出现高于平均值的积雪之后，从2月至6月的积雪则远低于平均值，积雪范围比平均值低240万平方公里至330万平方公里。4月的平均积雪范围是有记录以来的最低值，3月为第二最低，2月和6月列第三，而5月列第四。然而，秋季积雪高于平均值，与前三年一样。从9月开始出现正距平，而从10月至12月的每个月均位列有记录以来的10个最高年份中：10月(高于平均值470

万平方公里)为第三最高，部分是由于加拿大10月出现创纪录的高积雪范围。

南半球没有可比的积雪记录，除南极洲外，南半球高山地区以外通常罕有积雪。南美洲南部出现了长达69天的异常干燥和温暖的条件，而从4月21日至6月30日，乌斯怀亚（阿根廷）未出现降雪：创每年同期的纪录。在澳大利亚，大雪山的斯潘塞溪峰值雪深略低于平均值，但9月和10月的高降水量及低于平均值的温度导致季节结束晚，10月的第一周出现了异常晚的季节峰值。

主要气候驱动力

世界的气候有一些大尺度的变率模态，它可在季节到年际时间尺度上对全球大部分地区的气候条件产生影响。厄尔尼诺南方涛动(ENSO)或许是众所周知的年际气候变率的主要驱动力。赤道印度洋同样易受海平面温度波动的影响，不过其规律性不及太平洋。印度洋偶极子(IOD)可描绘影响印度洋西部

北冰洋

本年大部分时间北极海冰范围都处于创纪录的低水平



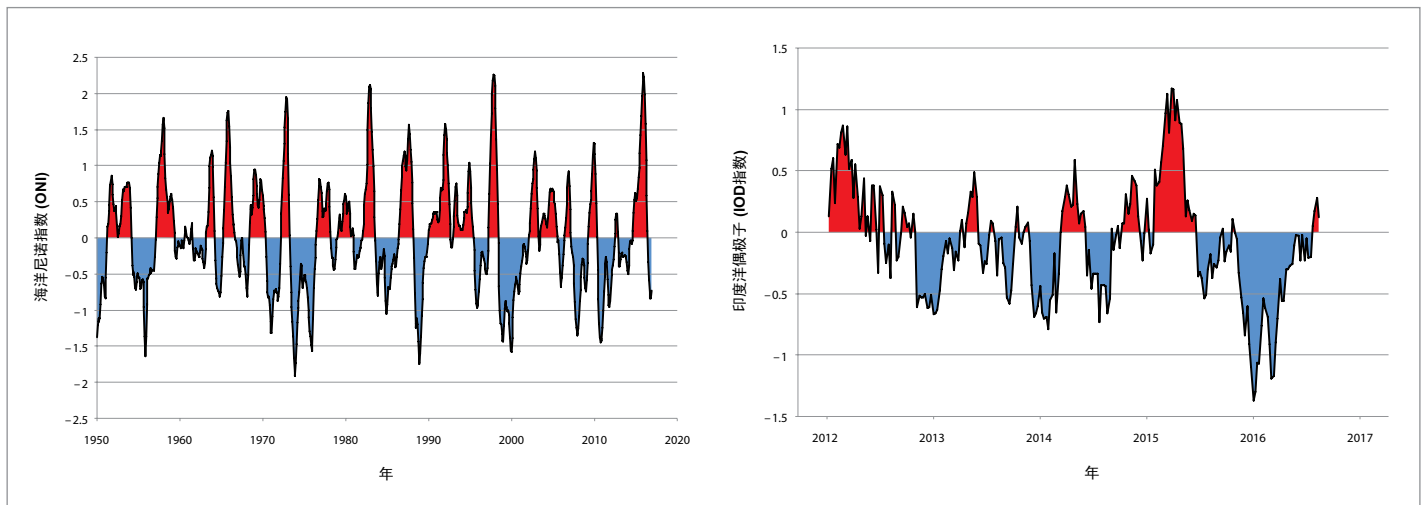


图 7.海洋尼诺指数 (ONI) (左) 和印度洋偶极子 (IOD) 指数 (右) (WMO 使用 NOAA 气候预测中心 (ONI) 和澳大利亚气象局 (IOD) 的数据编制)

和东部区域的变率模态。北极涛动(AO)和北大西洋涛动(NAO)是北半球中-高纬度大气环流的两个密切相关的变率模态。在正模态中,副热带高压脊偏强,正如高纬度地区的低压区,例如“冰岛”低压和“阿留申群岛”低压,导致穿过中纬度地区的增强偏西环流。在负模态中,情况正好相反,减弱的副热带脊、减弱的高纬度、低压区和反常的偏东气流穿过中纬度地区。南环模态(SAM)也称之为南极涛动(AAO),是发生在南半球与AO类似的现象。

2016年开年在热带太平洋出现了接近峰值的强厄尔尼诺事件,在1月,中东部赤道太平洋地区的海面温度仍比平均温度高 2°C 多。在2016年最初几个月,天气条件逐渐变冷,这与典型的厄尔尼诺衰减形势相一致,而到5月,海温已降至低于厄尔尼诺阈值。对于2015年11月至2016年1月的这三个月时间,2015/2016年厄尔尼诺事件达到了 $+2.3^{\circ}\text{C}$ 的海洋尼诺指数(ONI)¹⁴峰值,使之成为自1950年以来与1997/1998年和1982/1983年厄尔尼诺事件并称为三大最强事件之一。

¹⁴ 海洋尼诺指数定义为尼诺3.4区(5°N – 5°S 、 120° – 170°W)海面距平三个月滑动平均。见: http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml

2016年下半年的大部分时间,赤道太平洋的温度低于平均值。9月、10月和11月的最低ONI值为 -0.8°C ,这足以让一些机构宣布是临界拉尼娜事件,而其它机构则认为中性条件。

6月至10月,IOD处于强负相位,在印度尼西亚与澳大利亚西北部之间的热带印度洋东部,海面温度异常温暖,而非非洲东海岸的海面则是相对寒凉条件。在7月和9月,印度洋偶极子指数值降至低于 -1°C ,使其成为有记录以来最强的负面事件之一。IOD负相位与澳大利亚和印度尼西亚许多地区的高于平均值降雨以及赤道东非的干燥条件有关。

2016年1月至3月AO接近平均值(每年同期它会对北半球气候产生最强烈的影响),在1月为负值,而后在2月和3月则略偏正值。而在2016/2017年北半球冬季的早期阶段,AO指数为正值。在2016年1月至3月整个时期,NAO指数为正值(虽然仅在1月较弱),而在12月再次为正值,虽然弱于2015年。

2016年的多数时间,AAO(或SAM)处于强正相位,而标准化的三个月指数值在年初达到其有记录以来最高水平。从2014年11月至2016年10月的近两年时间,三个月AAO指数值始终为正值,这是有记录以来最长

的时间周期。然而，在2016年的最后三个月，其值变为负值，并一直延续至2017年初。AAO的负(正)相位与增强的(抑制的)副热带脊向极侧的西风带有关，通常在35°S至45°S之间。在AAO为正相位期间，南美洲扇区异常东风气流尤为明显，而在下半年，澳大利亚和新西兰经线地区的异常西风带则最为显著。

降水

2016年初期的厄尔尼诺条件转变为下半年的中性或弱拉尼娜条件，这对2016年的全球降水产生了强烈影响。这导致了强烈的季节反差，但在全球许多地区，年度降水总量相对接近平均值。

在后厄尔尼诺时期，有些地区出现了强降雨，使年度降雨总量远高于平均值。印度尼西亚和澳大利亚在5月之后也都受到了IOD负相位的强烈影响，其广大区域的降雨量高于第90百分位(所有年份最多雨的10%)，中国东南部的部分地区也是如此。

这是北半球许多高纬度地区的多雨年。降水量超过第90百分位的广大地区从哈萨克斯坦向西，穿过俄罗斯西部延伸至芬兰、瑞典北部和挪威。然而，俄罗斯中北部的广大地区为干燥条件，而在乌拉尔和贝加尔湖之间55°N以北的大部分地区，降水量低于第10百分位。

南美洲最南部持续的高压以及全年大部分时间盛行的AAO正相位对南美洲南部的降水产生了强烈影响。对于从智利圣地亚哥地区向南的大部分地区以及阿根廷的最南部地区，这是异常干燥的年份。相比之下，在阿根廷安第斯山脉东侧，从巴塔哥尼亚北部向北的许多地区，降水量远高于平均值。

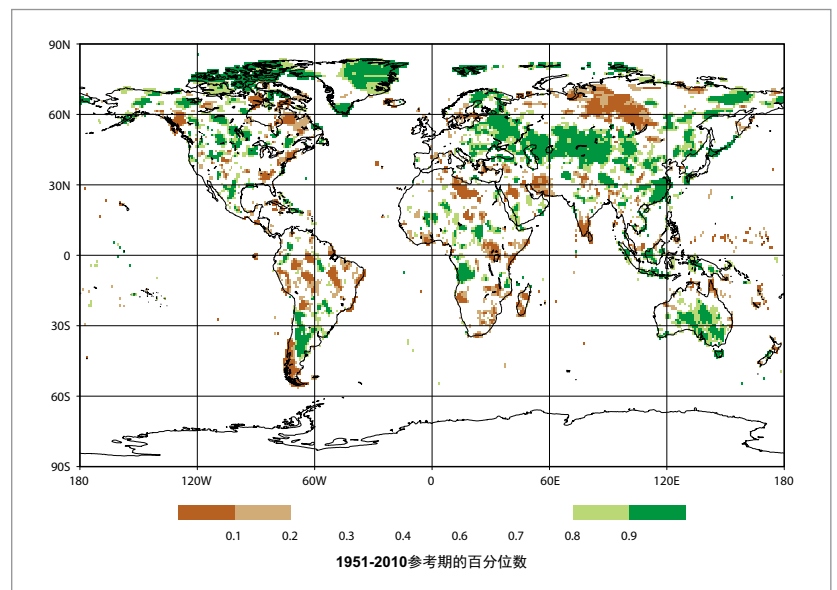
南美洲的热带西海岸在强厄尔尼诺年通常会

仅出现了稀疏的降水，而在秘鲁西部和厄瓜多尔，季节性降雨量普遍接近平均值。错过典型厄尔尼诺降雨的另一个地区是加利福尼亚州，(在连续四个极干燥年份后)其2015/2016年的季节性降雨量接近平均值，对长期干旱仅造成了有限的影响，不过2016年末期的高于平均值降雨量缓解了这一状况，尤其是北部地区。

欧洲中部和西部大部分地区的降水量接近平均值，上半年极为湿润，与干燥的下半年形成了反差。2015/2016年冬季，整个欧洲西部边缘极为湿润，苏格兰、威尔士和北爱尔兰出现了有记录以来最为湿润的冬季(整个英国出现第二最湿润冬季)。在欧洲中西部的许多地区，5月和6月也极为多雨，发生了严重洪水，尤其是在法国和德国。7月至9月，欧洲西部和中部的部分地区很干燥，法国出现了其有记录以来最干燥的7月和8月。12月同样极端干燥，许多地区的降水量不及正常降水量的20%。瑞士低地出现了其有记录以来最干燥的12月及第三干燥月份。位于瑞士西部和法国邻近地区的一些台站在该月份无任何降水。上半年与下半年之间对比的一个指标是于克勒(比利时)出现其有记录以来最多雨的1月至6月(高于平均值62%)

图 8. 在基准期一些区域出现降水量最少的年份20% (棕色) 和降水量最多的年份20% (绿色)，这些区域的年降水总量表示为1951-2010基准期的百分位，其中棕色和绿色的阴影区域分别表示的是降水量最少的10%和降水量最多的10%。

(资料来源：德国气象局全球降水气候中心)



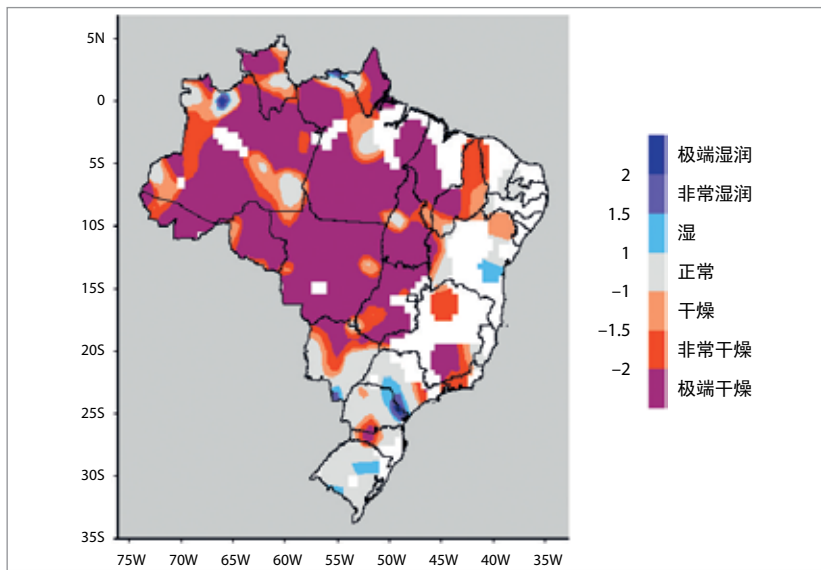


图9.2015年1月至2016年12月期间，巴西24个月标准化降水指数(SPI)，随后出现其第三最干燥的7月至12月(低于平均值36%)。

(资料来源：巴西国家气象局(INMET))

极端事件

极端事件在伤亡和经济影响方面都会造成许多重大影响。国际货币基金组织(IMF)认为¹⁵，自然灾害对小型发展中国家的影响更大，其年均成本大大高于大型国家。

重大干旱和洪水

厄尔尼诺相关的干旱会在一些地区缓解，但干旱会在其它地区发展

2016年开年在全球一些地区出现了与厄尔尼诺有关的干旱。这些地区除巴西以外，大部分在2016年均出现总体回归到接近或高于平均降水量，不过，在有些情况下，干旱的影响经久不消。世界粮食计划署的预估表明，由于厄尔尼诺相关的干旱，需要援助的人口数量将在2017年2月达到峰值。

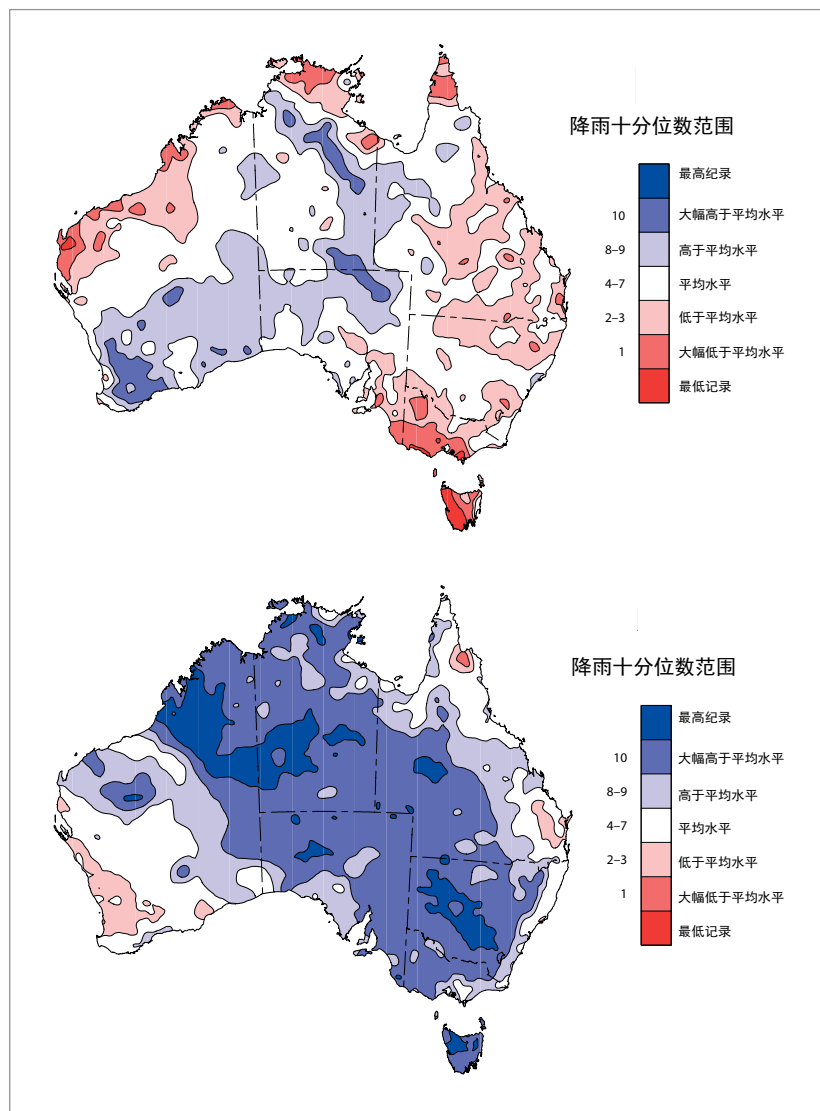
¹⁵ Cabezon, E., L. Hunter, P. Tumbarello, K. Washimi and Y. Wu, 2015: Enhancing macroeconomic resilience to natural disasters and climate change in the small states of the Pacific. IMF Working Paper WP/15/125.

南部非洲大部分地区在2016年伊始便出现大旱。2015/2016年夏季雨季(10月-4月)降雨量连续第二年普遍比平均值低20%-60%。该地区的许多地方作物歉收。南非各省除一个省之外，其它均宣布了进入干旱紧急状态，而再往北，农业产量低导致了粮食短缺：WFP估计，到2017年初，有1820万人需要紧急援助。2015/2016年南部非洲谷物总产量比2014/2015年下降13%，比2013/2014年下降31%。2016/2017年的雨季有了一个良好开端，该地区大部分地方10月至12月的降雨量普遍接近或高于平均值。一些干旱地带(例如马拉维中部和北部地区)仍然存在，但预期到2017年3月和4月的收获季节，人道状况会得到显著改善。

严重干旱影响了巴西亚马逊流域以及该国东北部地区：这两个地区在厄尔尼诺事件后期历来都趋于干旱。在2015年中期整个干燥月份出现极干燥条件之后，亚马逊降雨不足的状况延续到1-3月的最大降雨月份，尤其是在亚马逊流域的西部和南部，并在随后若干个月，降雨持续处于接近或低于平均水平。到7月底，几乎整个亚马逊流域24个月降雨量处于极端干燥等级(标准化降水指数低于-2)。2016年下半年的降雨稀疏，仅使旱情得到适度及局部的改善。一些临时数字表明，2016年为亚马逊流域平均有记录以来最干燥的自然年。作物出现减产，河水处于异常低水位：耕地屡创新低。巴西东北部地区持续干旱，1月的大雨后并未出现进一步的降雨，而且到年底时，该地区60%以上被归类为异常干旱。巴西的谷物产量比五年平均值低22%。从4月起，南美洲北部其它地方的旱情(尤其是哥伦比亚和委内瑞拉)得到缓解，不过，低蓄水位致使委内瑞拉在上半年出现电力短缺。2016年初，中美洲也经历了持续的干旱，FAO估计，在萨尔瓦多、危地马拉、洪都拉斯和尼加拉瓜，有350万人正面临着粮食不安全。这些地区的情况直到下半年才出现显著改观。

澳大利亚发生了从干旱到高于平均降雨量的最剧烈的转变。年初在两个分离的地区明确确定出现了旱情，这两个地区是内陆的昆士兰以及东南部的一个地区，包括塔斯马尼亚、维多利亚西部和南澳大利亚东南部，上述两个地区的部分地方低于平均值的降雨量可追溯到2012年。由于重大火灾和水电蓄能水平低造成的电力短缺，塔斯马尼亚尤其受到严重影响（与本土的交通中断而加剧了影响）。随着厄尔尼诺减弱以及IOD处于负相位，从5月起，显著转为高于平均值的降雨量，最终在9月，澳大利亚东部许多地区出现创纪录的高月降雨量。内陆河流随后发生的大范围洪水导致从墨尔本到布里斯班的主要公路被封闭长达一个多月。6月初，东海岸以及塔斯马尼亚北部发生了破坏性洪水。在从2015年9月至2016年4月出现有记录以来最干燥的八个月之后，塔斯马尼亚迎来了其有记录以来最多雨的5月至12月。高降雨量以及温和的春季条件导致了创纪录的谷物产量，而冬季作物产量预计将比2015年高49%。¹⁶

开年出现严重干旱的其它地区（主要体现在2015年中期缺少降雨的雨季）包括印度大部分地区、越南部分地区（尤其是湄公河三角洲）、埃塞俄比亚北部以及印度尼西亚的大部分地区。越南出现了重大农业损失，有83%的国土被评定为受到干旱或海水侵袭的影响，印度出现了缺水情况，而埃塞俄比亚有1000万人需要人道主义援助。¹⁷IOM的报告表明，与前三年（2013年、2014年和2015年）的同期相比，厄尔尼诺引发的干旱是导致2016年第一季度埃塞俄比亚新近最多流离失所人数的主要因素。¹⁸在2016年中期，印度、越南和埃塞俄比亚均出现了等于到高



于平均值的雨季，显著缓解了旱情，而在印度尼西亚，IOD负相位导致从5月起出现大雨，主要集中在爪哇和苏门答腊岛，而这个时期通常是较干燥的季节。（这种情况在爪哇以南的圣诞岛更为明显，该岛4月-11月的降雨量达3900毫米，几乎是平均值的四倍）。在南太平洋，随着南太平洋辐合带向东北移动（厄尔尼诺年的特点），2015年末及2016年最初几个月的异常干燥条件影响了从巴布亚新几内亚南部穿过所罗门群岛和瓦努阿图延伸至斐济、汤加、萨摩亚及库克群岛南部的广大地区，而后在下半年有所恢复。维拉港（瓦努阿图）出现了其有记录以来最干燥的年份。

图 10. 2015年9月至2016年4月期间（左）以及2016年5月至12月8个月（右）澳大利亚8个月的降雨十分位数
（资料来源：澳大利亚气象局）

¹⁶ 澳大利亚作物报告 – 2017年2月。澳大利亚农业与资源经济局。可浏览：<http://www.agriculture.gov.au/abares>

¹⁷ FAO和WFP

¹⁸ 国际流离失所监测报告-2016年1-3月，国际移民组织（IOM）2016年

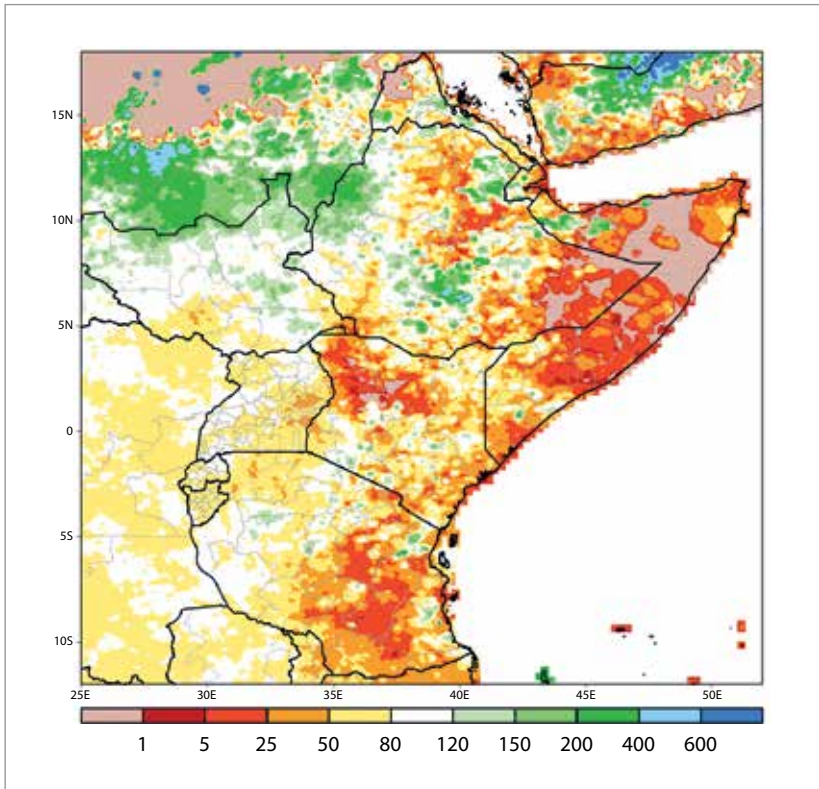


图 11.2016年10月至12月东非的降雨量，表示为平均值的百分比（资料来源：美国NOAA气候预测中心）

干燥条件影响了非洲东部的部分地区，而且到年底，情况一直在恶化。在“长雨”季（3月至5月），索马里、肯尼亚和坦桑尼亚的降雨量普遍略低于平均值，而后在“短雨”季（10月至12月），尤其缺乏降雨。虽然到季节末有一些有效的降雨，但特别是在坦桑尼亚东部、肯尼亚东部以及索马里，10月至12月

的降雨仍然普遍比平均值低50%或以上，在肯尼亚海岸带以及坦桑尼亚降雨量比平均值低70%至90%。干旱对这个区域的人道方面历来有着重要影响，而且截至写稿时，各机构正在密切监视旱情，而UNHCR报告，截至2017年2月，索马里国内有13.5万人无家可归。肯尼亚也报告了大量的作物损失以及恶劣的牧场条件造成的畜牧困境。摩洛哥和阿尔及利亚西北部在2015/2016年冬季也很干燥，而在摩洛哥多数地方2015年9月至2016年4月这一时期的降雨都比平均值低15%–40%。摩洛哥的小麦收成也比2015年低65%。

极干燥条件影响了智利南部和中部大部分地区以及阿根廷的南端。这个区域的大部分地区的降雨量普遍比平均值低30%–60%。在智利，这是科伊艾克和巴尔马塞达有记录以来最干燥的年份，是蒙特港、奥索尔诺和蓬塔阿雷纳斯有记录以来第二最干燥年份。这会延续智利中部长时期低于平均值的降雨量，而圣地亚哥六年（2011–2016年）的平均降雨量比长期平均值低40%。干燥的条件促使在2016年末发生了重大森林火灾，而后在2017年1月，干燥情况在恶化。2016年末还出现了极端高温，在12月14日，圣地亚哥的温度达到37.3°C，创下新纪录¹⁹。玻利维亚的部分地区也是旱情肆虐。



Philimon Bulawayo (路透社)

津巴布韦马斯温戈村民从干涸的河床收集水。

美国东部许多地区以及加拿大东部的一些毗邻地区出现了干燥的夏季和秋季。10月和11月，美国东南内陆尤其干燥，其中有些地方在这两个月份鲜有或完全没有降雨，促发了重大森林火灾。在2016年中期印度大部分地区出现良好季风雨之后，在10月至12月东北季风期间，印度南部出现峰值降雨的那些地区，天气条件变得极为干燥。这是该地区有记录以来最干燥的10月至12月，其季节降雨量比平均值低65%（与2015年末该地区遭受严重洪灾形成鲜明对比）。干燥条件

¹⁹ 2017年1月再次打破纪录

也影响了斯里兰卡。

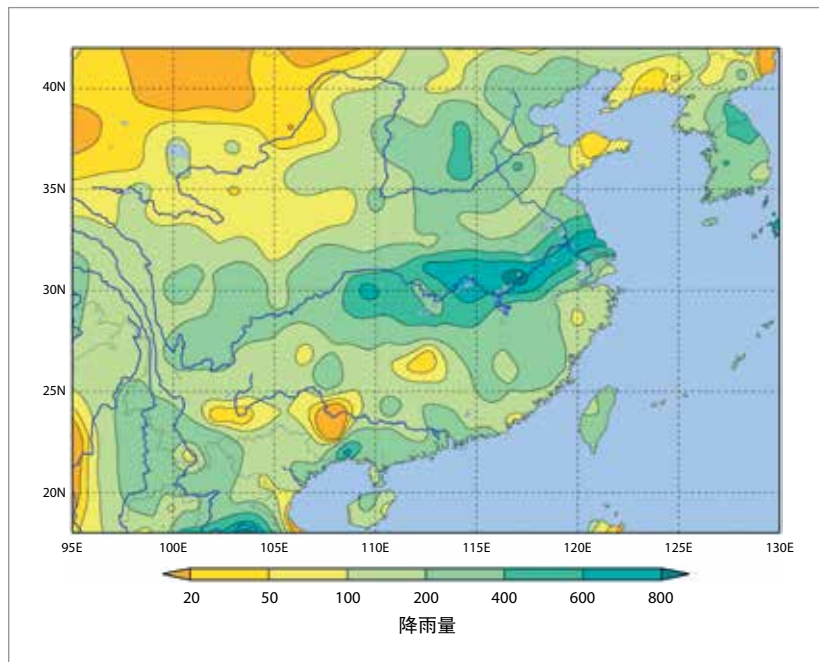
严重洪水

中国长江流域出现了自1999年以来最严重的汛期，一些支流出现创纪录的洪水水位。4月至7月，长江中下游地区出现了持续的高降雨量，该地区4月-7月总降雨量约高于平均值30%，且等于或略高于1998年和1999年同期的降雨量。7月18-20日，北京地区短时间内的极强降雨也造成了破坏性的洪水。共有310人死亡，损失达140亿美元²⁰归因于长江地区和北京地区的洪涝。中国总体平均而言是有记录以来最多雨的年份，全国平均降雨量为730毫米，比长期平均值高16%。

5月中旬，斯里兰卡的洪水和滑坡造成200多人死亡或失踪²¹，数十万人无家可归。在季风季节，印度多地发生严重洪水，尤其是在恒河流域，恒河在有些地方以及在尼泊尔和孟加拉的水位达到了创纪录的高度。

5月和6月初，西欧部分地区出现持续高于平均值的降雨。在法国北部，降雨量达到月平均值的两倍，最终在巴黎地区5月28-31日的四天降雨总量达到80毫米-120毫米，导致该地区在6月伊始发生大洪水。在巴黎，塞纳河达到了其有记录以来第五个最高的水位（和冬季月份之外的最高水位），造成重大财产损失。

8月9-15日，极端洪水影响了美国南部的部分地区，特别是路易斯安那。在受灾最严重的地区，7天降雨总量在500毫米至800毫米



之间，而在8月12日，利文斯顿在15小时内记录的降雨量为432毫米。有些河流峰值水位比以前的记录高1.5米。有13人死亡，5万多所房屋和2万家企业受损或被毁。总损失估计为100亿美元。²²

萨赫勒地区总体高于正常的季节降雨导致尼日尔河流域洪水泛滥。在尼日尔河上游，9月6日该河流位于莫普提(马里)的河段水位达到了1964以来的最高水平，11月和12月在马里的内尼日尔三角洲发生洪水，其水位达到了过去50年来的最高水平。河流下游也发生了洪水，特别是尼日尔和尼日利亚北部，而尼日尔河流域以外的西非其他地区，包括冈比亚、塞内加尔和加纳等地区也发生了洪水。苏丹南部也发生了严重洪水。湿润的条件使得萨赫勒许多地区的作物获得丰收，马里、尼日尔和塞内加尔等国的产量创历史新高。

图12.根据APHRODITE数据集，2016年6月21日至7月20日亚洲东部地区30天的降雨量
(资料来源：日本气象厅)

热带气旋

全球热带气旋活动接近正常水平，共形成82

²⁰ 信息由中国气象局提供

²¹ 除非另有说明，否则本出版物中的伤亡数字和经济损失数字均引自D. Guha-Sapir, R. Below, Ph. Hoyois – EM-DAT: The CRED/OFDA International Disaster Database, Université Catholique de Louvain, Brussels, Belgium: <http://www.emdat.be/>.

²² 美国国家环境信息中心

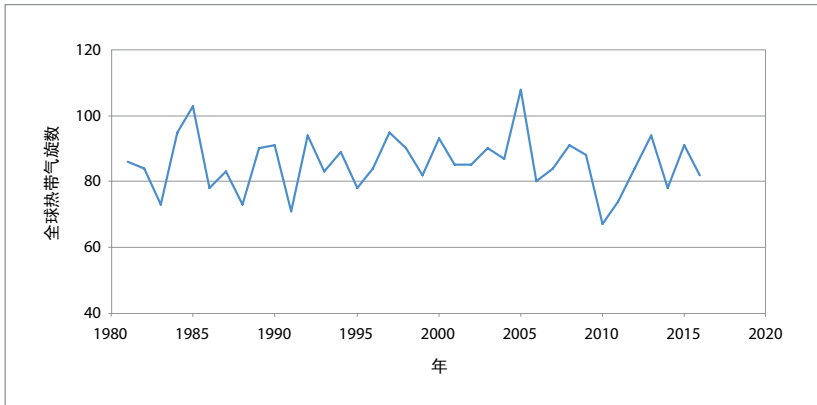


图 13. 1981年至2016年每年的热带气旋总数。年度总计结合了北半球地区到12月份的12个月内加上南半球地区截至6月份的12个月内的总数（例如，2016年的总数是2016年内半球季节加2015/2016南半球季节）。

个气旋，略低于长期平均的85个。北大西洋（15个气旋，平均为12个）和东太平洋（21个气旋，平均为16个）地区的气旋活动高于平均水平，但南半球特别是澳大利亚区域低于平均水平，澳大利亚区域只有三个气旋（平均为10个），这是自卫星记录开始以来气旋活动最少的季节。直到7月3日西北太平洋才形成第一个命名气旋（尼伯特），这是气旋形成第二晚的记录，在那之后西北太平洋季节接近平均值，有26个气旋，尽管它们的地理分布具有一些不寻常的特征，例如有三个气旋登陆日本北海道岛：这是自1951年有记录以来的第一次。

本年中最具破坏性的热带气旋（也是最具破坏性的气象灾害类型）是飓风马修，它于9月下旬和10月初影响了北大西洋的各个地区。在海地南部该气旋强度达到了5级——这是自2007年以来首个达到该强度的大西洋飓风——其于10月4日横穿海地西南部时达到4级强度。在穿越古巴东部和巴哈马之后，飓风马修向北移动靠近美国东海岸，沿着与海岸几近平行的路线移动，并在南卡罗来纳州短暂登陆，然后回到海上。飓风马修造成伤亡最多的地区是在海地，据报告死亡人数至少达到546人²³。它还造成该国粮食短缺和疾病等现有问题不断恶化，受灾最严重省份的

²³ 资料来源：民防局。区域和地方当局的估计值要高得多。

霍乱病例比飓风前水平增加了50%。²⁴美国（主要是北卡罗来纳州、南卡罗来纳州、乔治亚州和佛罗里达州发生洪水）、古巴、巴哈马和海地等国还遭受了重大的经济损失，总额超过150亿美元。

另一个导致重大灾难的事件是8月下旬的台风狮子山。台风狮子山主要影响区域是在朝鲜（DPRK）的东北地区，在四天内降雨量高达320毫米，引发了灾难性洪水。政府的报告中将此次事件描述为朝鲜建国以来最重大的自然灾害，据此报告，死亡人数达133人、失踪人数395，毁坏房屋11600座。²⁵

2月下旬，气旋温斯顿横穿整个斐济岛，达到5级强度，使之成为斐济有记录以来最强的气旋。它还造成了重大损害，特别是在维提岛主岛的北岸。据报告，死亡人数达44人，损失估计达14亿美元。气旋温斯顿还导致汤加遭受重大损失。

其他较强的热带气旋包括：台风尼伯特，它造成中国台湾省86人死亡，其观测到的气压达到911 hPa；台风莫兰蒂，据报道是有记录以来登陆中国福建的最强台风，它首先横穿菲律宾的北部海岛，其观测到的中央气压达890 hPa，比2016年的任何热带气旋都低；气旋凡塔拉4月17日在塞舌尔南部生成250公里/小时的10分钟平均风速，使其成为有记录以来西南印度洋最强烈的气旋之一。

异于往常的是，北半球1月出现了两个飓风：太平洋中部的飓风帕利，除了形成的时间异常，而且还到达了最低的纬度（2°N），比任何西半球飓风到达的纬度都低，而飓风亚历克斯是自1938年以来1月在北大西洋形成的首个飓风。该飓风给亚速尔群岛造成了

²⁴ 飓风马修—情况报告No. 27，2016年11月23日，泛美卫生组织/世界卫生组织

²⁵ 朝鲜中央通讯社声明（www.kcna.kp），2016年9月14日

破坏。11月下旬，飓风奥托创造了若干项纪录，包括其晚季形成和强度，而且它横穿了尼加拉瓜南部海岸，是有记录以来登陆中美洲最南端的气旋。这也是穿越哥斯达黎加的第一个热带气旋，也是穿越中美洲然后重新登陆太平洋一侧并仍然保持热带气旋特征的少数几个热带气旋之一。

世界若干地区发生的破坏性野火

5月加拿大发生了历史上最具破坏性的野火——也是造成该国损失最严重的自然灾害。经历了异常干燥和温和的开端，又经历了有记录以来最干燥的冬季和春季，这一年5月初加拿大亚伯达省麦克默里堡附近突发大火，5月4日大火蔓延至城市，当时温度达到33°C——这是有记录以来年初出现的最高温度——同时伴随着强风和低湿度。火灾来袭，全城居民全部撤离，最终摧毁了2400栋建筑，保险损失为30亿美元，其他损失也达数十亿美元²⁶。火灾没有直接造成人员死亡，但有两人在撤离期间死于道路交通事故

²⁶ 由加拿大环境部提供的信息

故。大火最终过火面积约59万公顷，于7月初得到控制。

本年早些时候，美国东南部异常干燥的环境引发了现代历史上最具破坏性的野火。据报告，11月28日，已造成田纳西州加特林堡及周边地区死亡14人，约2400座建筑物受损或被毁。²⁷

在2015/2016年夏季，持续的火灾影响了塔斯马尼亚中部和西部的大部分地区，当时主要是因为干旱的强烈作用。火灾主要发生在1月中旬，并蔓延至中部高原地区，而该地区发生火灾的情况极其罕见。火灾给塔斯马尼亚荒野世界遗产地区的一些敏感性高山植被造成严重损坏。大火持续了几个星期，有些地区的火灾直到3月中旬才得到控制。²⁸

葡萄牙报告称出现了自2006年以来被夏季

²⁷ 由美国国家环境信息中心提供的信息

²⁸ 2016年1月塔斯马尼亚大火管理情况总结，澳大利亚消防和应急服务委员会。可查询：https://www.fire.tas.gov.au/userfiles/tym/file/misc/1604_tasfirereport_final1.pdf



加拿大麦克默里堡

野火喷发出的烟雾和火焰吞噬了高速公路上的一辆汽车。

Mark Blinch (路透社)

野火烧毁的最大面积。8月初，马德拉出现了自1976年以来最高的温度，高温引发了丰沙尔机场(38.2°C)发生大火，造成3人死亡，估计损失达6000万欧元。²⁹

极端高温和低温

这一年发生了若干次严重的热浪事件。首先在非洲南部发生了极端热浪，持续的干旱使其进一步加剧。在1月的第一个星期许多台站都创下了历史新纪录；2015年11月和12月又发生了几次热浪，随后在某些情况下，几个星期前创下的新记录又被更新的记录打破。1月7日，比勒陀利亚的气温达到42.7°C，约翰内斯堡的气温达到38.9°C，两地的气温均比2015年11月之前的历史记录高出3°C或以上。

在夏季季风开始前的4月和5月，极端高温影响了南亚和东南亚；4月东南亚受到严重影响。极端高温主要集中在泰国，4月28日，湄宏颂以44.6°C的高温创下了全国记录，而许多个别地点也创下了历史记录。3月和4月在马来西亚创下了一些月度记录。几个星期后，5月19日在帕洛迪观测到了51.0°C的高

²⁹ 由葡萄牙NMHS (IPMA) 提供的信息



黎巴嫩贝鲁特

一名男子在洗马时往自己身上倒水。

温，这是印度有记录以来出现的最高温度。

在7月下旬至9月初期间，中东和非洲北部部分地区数度出现了创纪录或接近创记录的温度。7月21日，米特巴哈(科威特)观测到的最高温度为54.0°C，这也是有记录以来亚洲的最高温度(待批准)。其他极端高温包括7月22日出现在巴士拉(伊拉克)的53.9°C、德尔霍兰的53.0°C(伊朗 - 全国记录)，而摩洛哥、突尼斯、利比亚和阿拉伯联合酋长国也出现了高温。

9月上半月，一次严重的晚季热浪影响了西欧和中欧的许多地区。最高温度出现在西班牙南部，9月6日在科尔多瓦记录到45.4°C的高温；西班牙和葡萄牙的许多其他台站也创下了9月的新纪录。高温蔓延至非洲西北部，摩洛哥创下了9月高温历史新纪录。高温延伸至欧洲北部：9月13日格雷夫森德(英格兰)出现34.4°C，这是英国自1911年以来的晚季新高，幅度达2°C多，而德国、瑞典和挪威也创下了很多月度或晚季新记录。

1月下旬东亚发生了最严重的寒潮，极端低温从中国东部向南延伸至泰国。在中国南方，广州自1967年以来首次出现降雪，南宁也出现自1983年以来的第一次降雪，而香港天文台的气温则下降至3.1°C，这是有记录以来第六低的温度。发生在4月下旬的晚季霜冻导致中欧和东欧部分地区农业严重损失，克罗地亚报告的作物和果树损失达1.05亿欧元。³⁰

灾害性风暴、降雪和龙卷风

严重的雷暴和龙卷风给世界许多地方造成了巨大的损失。最严重的一次事件发生于6月23日中国江苏省盐城，龙卷风造成了99人死亡。这是中国历史上最具破坏性的龙卷风

³⁰ 由克罗地亚NMHS (DHMZ) 提供的信息



美国德克萨斯州

德克萨斯卫兵在洪水后前来援救，一名妇女抱着婴儿坐在独木舟里。

路透社

之一，当时该地区也遭遇了严重洪水。

美国的龙卷风活动连续第五年低于长期平均水平，初步计数为**985**次龙卷风，比**1990**年后的平均水平低约**10%**。龙卷风造成的**17**例死亡也远远低于平均水平。然而，还有许多其他严重的破坏性雷暴。德克萨斯州发生了两次雹暴，一个是**3**月发生在达拉斯-沃思堡附近，第二次是**4**月发生在圣安东尼奥，造成的损失共计**50**多亿美元³¹；圣安东尼奥的冰雹直径达到了**11**厘米。在美国以外，**6**月**23**日在荷兰布拉班特省北部发生了一场严重的雹暴，冰雹直径为**5**厘米至**10**厘米，损失估计为**5**亿欧元。³²

世界许多地方都发生了由严重雷暴引发的山洪。重要的事件包括**4**月发生在美国德克萨斯州休斯顿周围的事件；**9**月发生在突尼斯的事件（**9**月**29**日伊布恩-莫纳斯提尔**24**小时

内的降雨量达到了**232**毫米)；**11**月发生在南非约翰内斯堡的事件。

1月**22-24**日，一场大暴雪影响了美国东北部，从西弗吉尼亚州延伸到纽约市地区，总积雪量超过**50**厘米。纽约地区的一些站点创造了单次积雪量的历史记录(例如，肯尼迪国际机场的积雪量为**77**厘米，纽瓦克为**71**厘米)，巴尔的摩也是如此(**74**厘米)。根据**NOAA**的统计，在自**1950**年以来对该区域造成影响最大的暴雪排名中，这场风暴名列第四。

³¹ 由美国国家环境信息中心提供的信息

³² 由荷兰NMHS (KNMI) 提供的信息

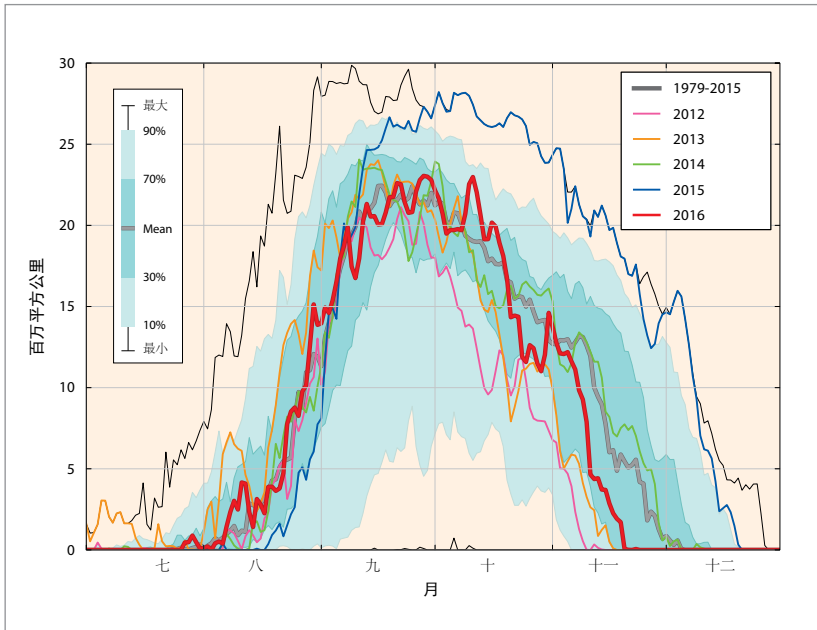


图 14. 臭氧总量低于 220 多布森单位的面积 (百万平方公里)。2016 年的情况用红色表示, 2015 年为蓝色, 2014 年为绿色, 2013 年为橙色, 2012 年为洋红色。平滑的灰线是 1979-2015 年的平均值。深色绿蓝阴影区域代表 1979-2015 年期间第 30 到第 70 百分位数, 浅色绿蓝阴影区域代表同期第 10 和第 90 百分位数。2016 年 9 月 28 日臭氧洞面积达到最大值, 为 2310 万平方公里。

(资料来源: WMO 使用从 NASA 臭氧监视网站 (<http://ozonewatch.gsfc.nasa.gov>) 下载的数据编制)

11 月初当寒冷的东风刮过相对温暖的沿海水域后, 一场来得异常早的大雪影响了斯堪的纳维亚的部分地区。11 月 10 日, 斯德哥尔摩一场连续两天的强降雪后, 雪深达到 39 厘米, 创下 11 月降雪的记录。瑞典东部的其他地区 (包括戈特兰岛) 以及挪威奥斯陆峡湾的西侧也发生了强降雪。给日本造成影响的大雪也来得特别早, 自 1875 年记录开始以来, 东京首次在 11 月迎来可测降雪。

平流层臭氧

在成功实施《蒙特利尔议定书》后, 已停止使用哈龙和氯氟烃, 南极臭氧洞的面积已经稳定, 自 1998 年以来没有明显趋势。然而, 由于这些化合物都是长寿命物质, 它们可在大气中保持几十年。大气中仍然有大量的氯和溴, 在 8 月至 12 月期间可完全破坏南极某些高度上的臭氧, 因此每年臭氧洞的面积主要由气象条件决定。

2016 年南极平流层气温接近长期 (1979-2015 年) 平均值, 涡流有些扰动。这与 2015 年的情况形成鲜明对比, 2015 年的气温相对较低, 涡流稳定, 并主要以南极为中心。

由于涡流向阳光照射区域偏移, 使得臭氧消耗开始得相对较早。根据美国国家航空航天局的分析结果, 2016 年的臭氧空洞面积在 9 月 28 日达到最大值, 为 2310 万平方公里, 而 2015 年则于 10 月 2 日达到 2820 万平方公里 (见图 14)。荷兰皇家气象局的第二次分析结果表明, 2016 年的臭氧空洞面积在 9 月 28 日达到最大值为 2230 万平方公里, 而 2015 年的臭氧空洞面积在 10 月 9 日达到最大值, 为 2710 万平方公里。在这两种情况下, 峰值接近过去 10 年的平均值, 略低于 2015 年观测到的创纪录或接近创纪录的高值。

在北极, 在极地涡流上空的平流层柱层臭氧损失的平均程度在 2016 年 3 月初达到 27%。这超过了 1994-2016 年期间的平均值 (18%), 但低于在北极观测到的最严重的臭氧损失 (2011 年为 38%, 1996 年为 30%)。2015/2016 年冬季在开始时异常寒冷, 但 2 月初突然有一股平流层暖流避免了进一步的臭氧损失。

致力于制作全球一致的国家气候监测产品

John Kennedy¹, Lucie Vincent²,
Jessica Blunden³, Karl Braganza⁴,
Ladislav Chang'a⁵, Kenji Kamiguchi⁶,
Andrea Ramos⁷

虽然气候系统没有国界，但人、政府和企业却有。在地方和国家层面上监测和了解气候系统对于各国建设抗御能力应对气候变化是至关重要的。

今天，许多国家已可日常业务化地监测和报告国家的天气和气候状况。事实上，《WMO全球气候状况声明》是以WMO会员制作的广泛气候监测产品为基础。这些产品简要总结了世界各地近期的气候条件，包括每月、季节、年度和多年时间尺度上的降雨和温度变化。

完善的观测基础设施、资料管理做法和气候分析是NMHS开展可靠气候监测的基本能力。WMO继续与NMHS开展合作，制定和使用标准及应用程序，以便对世界各地的气候系统进行统一监测，并为各部门提供高质量和及时的服务。

基于一套可进行各区域同类间比较的标准化气候指标，开发标准的国家气候监测产品（NCMP）可有助于了解全球气候变率的真实情况，可更好地了解气候变化及其对人们、社会和环境的影响。这种产品还有助于

WMO会员为全球气候情况综合和报告做出更大的贡献，例如《WMO全球气候状况声明》和《美国气象学会公报》的气候状况年度报告。

为此，最近WMO已编写了一份标准NCMP的简短清单。还开发了计算机软件，以帮助建立业务化及时制作NCMP的能力，总结国家尺度上近期的温度和降水条件，并展示与过去情况的比较。

例如，加拿大的年平均温度比1981-2010年的平均值高0.51°C，使得2015年成为自1950年开始的系列中第11个最热年份。降水距平比长期平均值高+0.09%，使得2015年成为有记录以来第22个降水量最高的年份（参见图表）。通过这种方式显示资料，很容易看出相对于长期趋势的年度变化。

国家气候监测产品旨在由多数国家定期制作，包括那些专门用于气候监测活动的资源相对较少的国家。选择一套初始的产品是因为它们具有直接的、实用的和科学的效益。如下：

1. **平均温度距平：**国家月和年平均温度与长期平均值（1981-2010年）的偏差；
2. **降水距平：**全年月和年降水总量的平均值，以长期平均值的百分比表示；
3. **标准化降水指数：**国家平均标准化降水距平的度量；
4. **暖昼：**全国每个月中日最高温度超过第90百分位数的平均天数；

¹ 英国，英国气象局

² 加拿大，加拿大环境部

³ 美国，NOAA国家环境信息中心

⁴ 澳大利亚，澳大利亚气象局国家气候中心

⁵ 坦桑尼亚，坦桑尼亚气象局

⁶ 日本，日本气象厅全球环境和海洋司气候预测处

⁷ 巴西，国家气象局（INMET）

5. **冷夜**：全国每个月中日最低温度低于第10百分位数的平均天数；
6. **温度和降水台站记录**：报告创纪录日最高温度、最低温度和降水的台站数。

前两个NCMP广泛用于描述总体温度和降雨偏差。标准化降水指数用于干旱监测。第4项和第5项—暖昼和冷夜—代表了较为温和的极端温度。第6项NCMP表明何时发生持续时间短但可能具有高影响的事件。

利益相关方包括直接受气候变化影响的公民以及政府部门和工业部门（例如农业、能源和人类健康等部门），可使用此类信息来帮助做出有依据的决定。国家气候监测产品可通过提高对气候变率和变化影响的认识和理

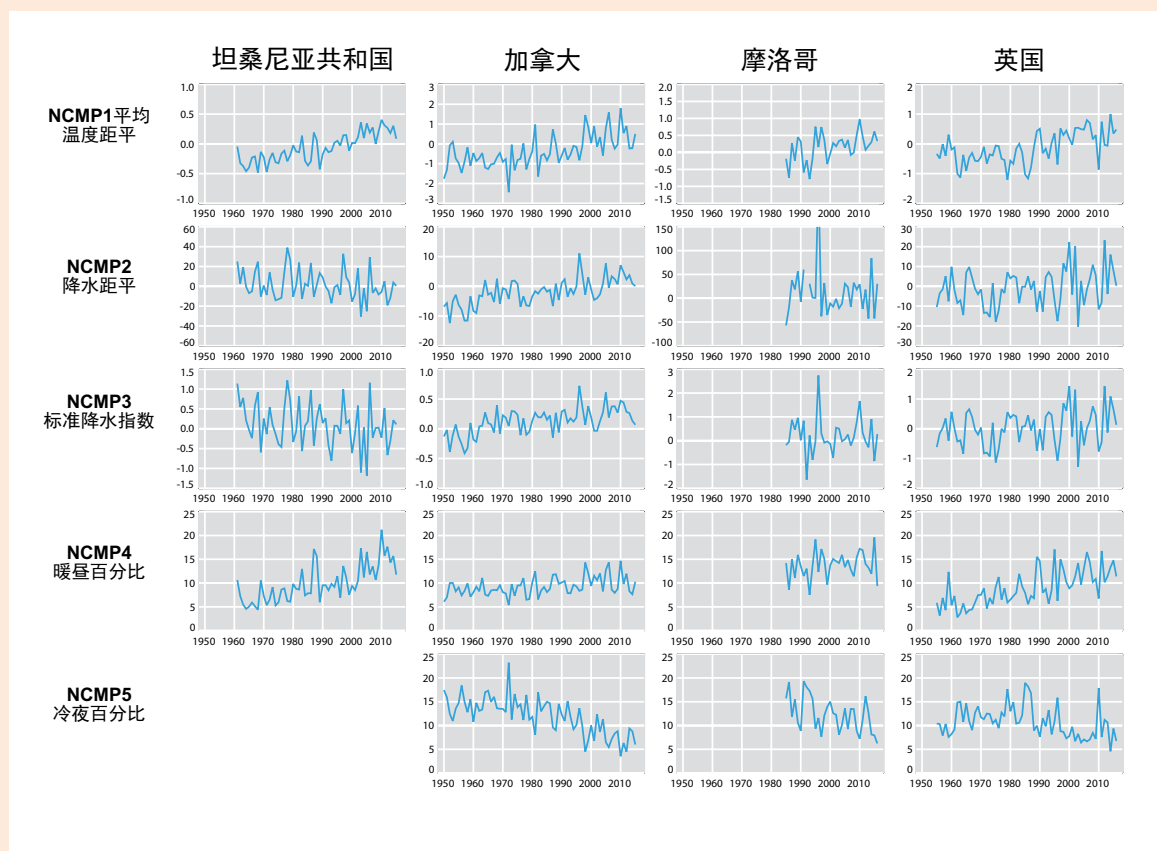
解，进一步为国内提供效益。监测还可以是一种手段，可以确定长期性问题的的发展，例如干旱。此外，NCMP对于了解季节性预报很有价值，因其可给出下个季节将开始的起点。

目前正在制定联络人的网络 - 当地的专家将制作和分发NCMP，同时也正在规划能力发展研讨会，培训联络人以制作NCMP。

欲了解更多关于NCMP和NCMP专家组工作的信息，请联系John Kennedy: john.kennedy@metoffice.gov.uk 或 Lucie Vincent: lucie.vincent@canada.ca或是访问我们的网站：http://www.metoffice.gov.uk/hadobs/opace2_tt_ncmp/.

图 15.加拿大、摩洛哥、坦桑尼亚和英国等四个国家的时间序列国家气候监测产品NCMP1到NCMP5

(资料来源: WMO 气候学委员会国家气候监测产品专家组 (CCI/ET-NCMP))



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