

王艳姣,高蓓,周兵,等. 2014. 2013年全球重大天气气候事件及其成因. 气象, 40(6): 759-768.

2013年全球重大天气气候事件及其成因^{*1}

王艳姣 高蓓 周兵 姜彤 龚志强 司东

国家气候中心气候研究开放实验室, 北京 100081

提 要: 2013年,全球气温持续偏高,与2007年并列为第六个最暖年份,其中气温异常偏高的地区主要位于澳大利亚、北美洲北部、南美洲东北部、非洲北部以及欧亚大陆的大部地区。年内,赤道中东太平洋基本维持弱冷水状态,北极海冰范围仍处于记录中最低水平之一,而南极海冰范围则创历史新高。受大气环流异常以及海洋和海冰等外强迫因子的共同影响,世界范围内出现了显著的气候异常和极端事件,年初寒流和暴风雪席卷亚洲、欧洲部分地区和北美洲,澳大利亚出现了极端高温天气;6—9月中欧、亚洲和北美洲部分地区遭受暴雨洪涝的袭击,期间北半球大部地区则发生了极端高温天气;6月以来多个强台风袭击东亚、东南亚和北美洲东海岸。分析指出,大气环流异常是上述全球重大天气气候事件的直接原因,而太平洋海温异常通过海气相互作用对大气环流异常产生重要影响。此外,在全球升温的过程中,伴随着气温平均值和变幅增大,致使发生极端天气气候事件的概率增加,这为全球许多国家和地区出现异常天气提供了有利的气候背景条件。

关键词: 全球表面气温, 暴风雪, 洪涝, 高温, 热带气旋

中图分类号: P458

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2014.06.013

Global Significant Weather and Climate Events in 2013 and the Possible Causes

WANG Yanjiao GAO Bei ZHOU Bin JIANG Tong GONG Zhiqiang SI Dong

Laboratory for Climate Studies, National Climate Centre, Beijing 100081

Abstract: In 2013, above-average temperatures affected most of the global land surface areas. This is the sixth warmest year since records began in 1850, which is the same as 2007, and abnormal high temperatures were observed in Australia, northern North America, northeastern South America, northern Africa and most Eurasia. During the year, the weak cold water continually dominated the most of the eastern and central equatorial Pacific, and sea ice extent in the Arctic was still at one of the lowest levels in records, while the Antarctic sea ice extent has reached a new record. Affected by the anomalous atmospheric circulation combined with the external forcing factors of ocean and sea ice, notable climate anomalies and extreme events occurred worldwide in 2013. In early 2013, extreme cold waves and snowstorm attacked parts of Asia, Europe and North America while Australia experienced extreme high temperatures; from June to September, the Central Europe, parts of the Asia and North America suffered rainstorms and floods, while the hot weather hits the most of the Northern Hemisphere in same period. Since June, tropical storms and hurricanes attacked the East Asia, Southeast Asia and the east coast of America. The analysis results show that atmospheric circulation anomalies are the main causes for the above global extreme weather and climate events, and the Pacific sea surface temperature anomalies contribute to the atmospheric circulation anomalies by air-sea interaction. In addition, during the process of global warming, the aver-

* 国家重点基础研究发展计划项目(2013CB430201)、国家自然科学基金重点项目(41301458)和公益性行业(气象)科研专项(GYHY201206013)共同资助

2014年1月13日收稿; 2014年4月16日收修定稿

第一作者:王艳姣,研究方向为气候变化及遥感应用. Email: wangyj@@cma.gov.cn

age temperature and its amplitudes of variation are all increasing, resulting in the increase of the frequencies of extreme weather and climate events, which has provided the favorable conditions for the occurrence of abnormal weathers in many countries and regions of the world.

Key words: global surface air temperature, snowstorm, flood, high temperature, tropical cyclone

引言

一年一度的《世界气象组织全球气候状况声明》(WMO, 2013)中指出, 2013 年全球陆地和海洋表面气温持续偏高, 比 1961—1990 年平均值高约 0.5°C , 与 2007 年并列为 1850 年以来第六个最暖年份。2013 年既没有出现拉尼娜现象, 也没有出现厄尔尼诺现象, 赤道中东太平洋基本维持弱冷水状态, 太平洋年代际振荡 (PDO) 呈冷位相。2013 年北极海冰范围仍处于记录中最低水平之一, 而南极海冰范围创历史新高, 并且比 1981—2010 年的平均值高了 2.6% 。受大气环流异常以及海洋和海冰等外强迫因素的共同影响, 2013 年世界范围内出现了显著的气候异常和极端事件, 其中北半球部分地区多次受到天气气候极端事件的袭击(王遵娅等, 2013; 民政部国家减灾中心, 2013a; 2013b; 秦苗苗, 2013a; 2013b; 2013c; 2013d; 2013e; 龚志强等, 2014; 国家气候中心气候与气候变化服务室, 2013)。

本文重点对 2013 年全球发生的重大天气气候事件及其造成的影响进行综述, 并对一些重大气候事件的成因进行分析。使用的资料包括: NCEP/NCAR 再分析资料、国家气象信息中心、国家气候中心 GDCN1.0 数据集和美国国家气候资料中心提供的全球逐日最高气温、最低气温和降水资料。

1 全球重大天气气候事件分述

1.1 全球气温

2013 年全球陆地和海洋表面气温为 14.5°C , 比 1961—1990 年全球平均气温值 (14.0°C) 高约 0.5°C , 比 2001—2010 年全球平均气温高 0.03°C , 与 2007 年并列为 1850 年以来第六个最暖年份(图 1; WMO, 2013)。其中温度偏高最显著地区包括澳大利亚、北美洲北部、南美洲东北部、非洲北部以及欧亚大陆的多数地区。在西南太平洋, 澳大利亚报告称 2013 年 1 月是该国观测到的最热月份, 1 月 7

日, 还创下了该国按面积加权平均的日最高温度 40.3°C 的新纪录, 在南澳大利亚的蒙巴日最高温度达 49.6°C , 异常高温导致该国出现有记录以来最热的夏季(12 月至次年 2 月)。此外, 澳大利亚全年温度持续高于平均值, 从 2012 年 11 月至 2013 年 10 月是该国有史以来最暖的 12 个月。在亚洲, 日本出现了有记录以来最热的夏季。中国则出现了有记录以来最热的 8 月(与 2006 年持平)。韩国观测到其第四最暖的 7 月和最暖的 8 月, 创下了夏季高温纪录(WMO, 2013)。

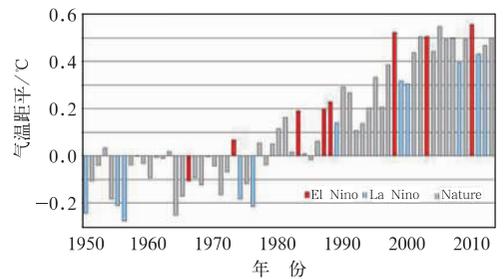


图 1 1950—2013 年全球表面气温距平序列(引自 WMO, 2013)

Fig. 1 Time series of the global combined sea surface and land temperature anomalies during 1950—2013 (from WMO, 2013)

1.2 南北极海冰

在 2012 年出现前所未有的大范围融化之后, 北极海冰范围略有恢复, 但 2013 年仍处在记录中最低水平之一。根据美国国家冰雪数据中心 (NSIDC) 的记录, 3 月 15 日北极海冰范围达到了年最高值 1513 万 hm^2 , 比 1981—2010 年平均值还低约 50 万 hm^2 。9 月 13 日北极海冰范围达到了其年周期的最低值 510 万 hm^2 , 成为记录中第六最小值, 比 1981—2010 年的平均值减少了 18% (近 110 万 hm^2), 但比 2012 年 9 月创纪录的低值增加了 341 万 hm^2 。2013 年, 南极海冰范围连续第二年于 9 月达到了创纪录的最高值 1947 万 hm^2 , 比 2012 年创下的原纪录约大了 3 万 hm^2 , 并且比 1981—2010 年的平均值高了 2.6% (WMO, 2013)。

1.3 暴风雪频繁袭击亚洲、北美和欧洲

1月上旬,亚洲西部遭遇暴风雪袭击,造成至少4人遇难,50多人受伤,交通受阻,房屋倒塌;印度北部遭严寒袭击,造成至少114人死亡;孟加拉国遭遇寒潮,造成数十人死亡。中旬,日本关东地区遭暴风雪袭击,造成2人死亡,3人失踪,近900人受伤;中下旬,英国遭大雪袭击,造成至少10人死亡;下旬,美国遭寒流袭击,造成至少4人死亡。1月,波兰遭严寒袭击,共造成31人死亡。

2月上旬,暴风雪袭击加拿大安大略省南部地区,造成至少3人死亡;同期,暴风雪袭击美国东北部,造成至少12人死亡,60人受伤;下旬,美国中南部各州遭受严重的暴风雨雪袭击,造成至少5人死亡。

3月上旬,日本北海道遭暴风雪袭击,导致8人死亡;同期,美国中东部地区也受暴风雪吹袭导致4人遇难,20万户居民断电,1900余航班停飞。中旬,欧洲大部遭受暴风雪袭击,多国进入紧急状态,大雪导致法国2人死亡,多国交通瘫痪,工厂停工,学校关闭。

4月中旬,美国中西部和南部多州遭暴风雪袭击,造成至少3人死亡,数人受伤,道路封闭,数以万计家庭断电。

5月上旬,美国科罗拉多遭遇倒春寒,降雪量超过1 ft(1 ft=0.3048 m);下旬,暴雪袭击美国新英格兰地区北部和纽约州北部高海拔山区,部分地区积雪近1 m。

11月下旬,美国西部遭暴风雪袭击,致13人死亡。12月中旬,中东地区多国遭遇强暴风雪袭击,其中以色列因灾死亡4人。12月下旬,美国及加拿大部分地区遭受暴风雨雪和冻雨袭击。受此恶劣天气影响,两国至少24人丧生(其中美国境内死亡14人),50多万户家庭或商家断电,全美超过2万个航班延误或取消。

1.4 澳大利亚、美国和亚洲多国遭受高温热浪袭击

2013年初,巴西东北部地区降水持续偏少,部分地区遭受50年来最严重的干旱。同期,新西兰北部和东部受异常高温天气影响,降雨量显著偏少,遭受了近几十年来最严重的干旱。

1月上旬,澳大利亚遭热浪袭击,6个州中有5个发生火情,其中塔斯马尼亚州山火造成100多座

房屋被烧毁,新南威尔士州高温引发火灾,上万只羊被烧死;中旬,热浪再袭澳大利亚,新南威尔士州和维多利亚州山林大火一度失控。

3月,印度西部发生40年来最严重干旱,数百万人受灾。

6月中旬,美国阿拉斯加州反常高温,18日当地最高温度破1969年最高纪录。

7月,日本遭高温热浪袭击,造成至少41人死亡;美国东北部和中西部地区遭高温热浪袭击,造成至少6人死亡;英国遭高温袭击,造成至少760人死亡;中国江南及重庆等地出现持续高温,造成至少10人死亡。

8月上中旬,奥地利高温天气造成1人死亡;日本因高温天气造成9815人中暑入院,其中17人死亡;美国西部连日高温、干燥和强风天气造成多个州森林野火肆虐,已烧毁至少800英亩(1英亩 \approx 0.004069 km²)土地。

1.5 北半球多国遭受暴雨洪涝袭击

1.5.1 亚洲

1月,印度尼西亚多个地区发生暴雨洪水,造成至少53人死亡,18人失踪;上旬,以色列遭暴雨袭击,多个地区洪水泛滥,造成3人死亡。

3月下旬,印度尼西亚爪哇岛遭洪水袭击,并引发山体滑坡,造成至少11人死亡。

4月上旬,日本遭暴风雨袭击,造成3人死亡,至少11人受伤;下旬,阿富汗北部遭洪水袭击,造成15人死亡,数百人无家可归。

5月中旬,斯里兰卡东部和南部沿海地区遭暴风雨袭击,造成至少7人死亡,10人受伤。

6月上旬,尼泊尔东北部连降暴雨导致滑坡,导致7人死亡,4人失踪,2人重伤;中旬,印度北部遭遇暴雨袭击,暴雨引发洪水,造成至少807人死亡,近6000人失踪,超过10万人被疏散。

7月,印度北方邦遭暴雨袭击,造成至少150人死亡,50万人被迫转移;上中旬,中国四川、陕西、甘肃和山西等省发生暴雨洪涝及滑坡泥石流灾害,共造成至少100人死亡,直接经济损失超过200亿元人民币;同期,尼泊尔遭暴雨洪水袭击,导致至少60人死亡;中旬,土耳其南部哈塔伊省遭暴雨袭击,造成5人死亡,10人受伤;中下旬,韩国中部地区遭暴雨袭击,造成5人死亡,2人失踪;同期,朝鲜遭暴雨洪水袭击,造成15人死亡;下旬,日本遭暴雨袭击,

造成1人死亡,2人失踪。

8月上旬,阿富汗遭暴雨洪水袭击,造成至少84人死亡,上百栋房屋被摧毁;上中旬,巴基斯坦遭遇洪水袭击,导致多地洪水泛滥,造成至少165人丧生,66000人受灾,数百房屋倒塌。

9月上中旬,越南北部和中部遭受暴雨袭击,引发洪水和山体滑坡,造成至少23人死亡,12人失踪,许多房屋被淹没;9月中旬,泰国遭洪水袭击,截至9月27日,受灾人口达210余万;柬埔寨遭遇持续的洪灾影响,造成至少168人死亡,经济损失约5亿美元。

10月上旬,菲律宾遭遇暴雨袭击,造成11人死亡,逾9万人逃离家园;下旬,印度遭遇暴雨袭击,造成至少45人死亡。

11月中旬,沙特频遭大雨和暴雨袭击,造成至少15人死亡,8人失踪;下旬,印度因连降大雨造成房屋倒塌,导致5人死亡。11月底至12月初,印度尼西亚苏门答腊不拉士达易火山区连降暴雨,引发洪水和山体滑坡灾害,造成9人死亡。

12月中旬,中国南方多地遭遇暴雨袭击,造成3人死亡。

1.5.2 欧洲

6月上旬,中欧多国遭受洪水肆虐,导致16人死亡,各国损失严重。

7月,俄罗斯远东地区遭洪水袭击,超过10万人受灾,道路和电力系统被摧毁。

8月上旬,英国遭遇暴雨袭击,大雨导致海滩消失、道路淹没,数百房屋受损;俄罗斯遭遇严重洪灾,直接经济损失超过30亿美元。

11月中旬,意大利西南部岛屿遭洪水袭击,导致17人死亡。

12月下旬,欧洲多国遭暴风雨袭击,其中英法两国因灾死亡6人,超过10万户家庭断电。

1.5.3 美洲

3月,巴西里约热内卢遭遇暴雨袭击,并引发山体滑坡,造成至少31人死亡,1人失踪,1400多人无家可归;厄瓜多尔西南部暴雨引发洪灾,造成至少8人丧生。4月上旬,阿根廷首都布宜诺斯艾利斯市及其周边省份遭受暴雨袭击,造成35万人受到影响,58000座建筑物被摧毁,至少59人死亡,直接经济损失超过5亿美元。5月初,美国东南部多地普

降大雨,暴雨引发山洪,导致1人死亡,上千用户断电。

6月下旬,加拿大西部遭遇特大洪水,10万人被疏散,1人失踪。7月上旬,加拿大多伦多遭受暴雨袭击,造成交通大面积阻塞,30万用户停电。8月上旬,美国遭遇暴雨肆虐,导致至少3人死亡;下旬,巴西南部遭遇暴雨袭击,导致近7000人受灾,其中2000多人无家可归。

9月上旬,墨西哥维拉克鲁斯州连降大雨引发山体滑坡和洪水灾害,造成14人死亡;中旬,美国科罗拉多州连日暴雨引发洪灾,导致8人死亡,600人失踪,1.7万处房屋受损。11月底至12月初,古巴首都哈瓦那连降暴雨,造成100多栋建筑倒塌,导致2人死亡。12月中旬,巴西东南部连降暴雨引发严重洪灾,截至26日已导致至少44人死亡,超6万人无家可归。

1.5.4 非洲

1月中旬,莫桑比克大部分地区连降暴雨,导致洪水泛滥,造成12人死亡。4月中下旬,肯尼亚遭洪水袭击,造成63人死亡,超过3.4万人无家可归。

8月上旬,苏丹多个州普降暴雨,酿成洪涝灾害,已夺去了数十人的生命,8万栋房屋倒塌,10多万人受灾。

11月中旬,南非连遭暴雨袭击,造成至少8人死亡。

12月中旬,肯尼亚东南部遭遇洪水侵袭,导致至少12人死亡。

1.6 全球热带气旋活动接近常年同期

1.6.1 太平洋

8月中旬,菲律宾遭超强台风尤特和热带风暴潭美袭击,多地普降大到暴雨,导致许多地方发生洪水和山体滑坡,造成至少18人死亡,5人失踪,41人受伤。

9月初,日本埼玉县和千叶县遭龙卷风袭击,导致67人受伤,547幢建筑受损;中旬,日本遭强热带风暴万宜袭击,造成2人死亡,4人失踪,交通受到严重影响;下旬,强台风天兔登陆中国华南,造成至少34人死亡,直接经济损失超过220亿元人民币。

10月上旬,强台风菲特登陆中国,造成至少10人死亡,直接经济损失623.3亿元;中旬,台风百合

登陆菲律宾,造成至少 12 人死亡,210 万人断电;热带气旋费林袭击印度,造成 14 人死亡;强台风韦帕袭击日本,造成至少 18 人死亡,47 人失踪。

11 月上中旬,超强台风海燕横扫菲律宾中部地区,造成严重灾害,菲律宾全国至少有 5598 人死亡,1759 人失踪,近 3 万人受伤;中国广西、广东和海南遭“海燕”袭击,造成 9 人死亡,4 人失踪,直接经济损失超过 40 亿元人民币;越南北部遭“海燕”袭击,导致至少 10 人死亡,4 人失踪,84 人受伤;15 日,越南中部遭台风杨柳袭击,导致 36 人死亡,9 人失踪,8 万人无家可归。

1.6.2 大西洋

1 月下旬,美国南部部分地区遭龙卷风袭击,导致至少 2 人死亡。

2 月中旬,强龙卷风侵袭美国密西西比、阿拉巴马等南部多州,造成 60 余人受伤。5 月中旬,美国德州遭受至少 10 场龙卷风吹袭,造成 6 人死亡,超过 100 人受伤;20 日,多场龙卷风吹袭俄克拉荷马及其周边城镇,造成至少 24 人死亡;22 日,龙卷风袭击了俄罗斯中部地区,导致 15 人受伤,大量房屋倒塌。

6 月上旬,热带风暴安德莉亚登陆美国佛罗里达州,并北上影响美国东部沿海地区,给当地带来强风暴雨。

8 月中旬,德国遭遇龙卷风袭击,导致 27 人受

伤,其中包括 16 名儿童。

9 月中旬,墨西哥遭双风暴夹击,并引发暴雨、洪灾和泥石流,造成至少 139 人死亡,35 人受伤,53 人失踪,近 24 万人遭受重大财产和住房损失,受灾总人数约达 120 万人,经济损失超过 60 亿美元。

10 月下旬,欧洲多国遭遇强风暴袭击,造成至少 16 人遇难。11 月中旬,美国中西部遭到龙卷风及强风暴袭击,导致 8 人死亡,约 1 万人受到影响,经济损失超过 10 亿美元。

1.6.3 印度洋

3 月下旬,孟加拉东部地区遭龙卷风袭击,造成 20 人死亡,200 多人受伤,数百座房屋倒塌,上千棵树木折断。5 月中旬,气旋风暴马哈森在孟加拉南部沿海登陆下,导致 10 人死亡,百万民众被迫转移。

综合以上分析可见,受大气环流异常以及海洋和海冰等外强迫因子的共同影响,2013 年世界范围内出现了显著的气候异常和极端事件。年初寒流和暴风雪席卷亚洲、北美洲和欧洲部分地区,造成至少 200 多人死亡,而澳大利亚则出现了极端高温天气;6—9 月亚洲、欧洲和北美洲部分地区遭受暴雨洪涝的袭击,造成至少 1700 多人死亡,期间北半球大部地区则发生了极端高温天气;2013 年全球热带气旋活动接近常年同期,其中多个强台风袭击东亚、东南亚和北美洲东海岸,造成至少 5000 多人死亡。图 2 为 2013 年全球重大天气气候事件示意图。



图 2 2013 年全球重大天气气候事件示意图

Fig. 2 Diagram of global significant weather and climate events in 2013

2 全球极端天气气候事件指标监测

全球极端天气气候事件监测指标采用世界气象组织(WMO)世界气候研究计划(WCRP)项目中专家组(ETCCDMI)推荐使用的极端天气气候事件监测指标,包括暖昼、暖夜、冷昼、冷夜、降水强度、极端降水量和极端强降水日数等指标(Peterson, 2005)。各指标的详细定义参见文献(王东阡等, 2013)。

2013年,全球极端温度事件监测显示,亚洲、欧洲、非洲和南美洲等地出现极端偏暖事件的站点数多于极端偏冷事件的站点数;而北美洲地区则呈现极端偏冷事件相对较多的特征。极端偏暖事件主要出现在欧亚大陆大部,北美洲西部、南部和东部,南美洲南部,非洲南部和西部等地;极端偏冷事件主要出现在北美洲中部和南部、欧洲西部、东亚大部、南亚局部和南美洲中南部等地。极端强降水事件则主要集中在东亚东部、南亚、澳大利亚北部、欧洲南部、非洲西部和东部、北美洲东南部、南美洲西部和中南部等地区。

全球暖昼(TX90p)和暖夜(TN90p)指标监测表明,2013年,欧洲大部、东亚大部、南亚南部、西亚北部、非洲北部和南部的局部、北美洲西北和南部、南美洲南部以及澳大利亚局部等地极端偏高的暖昼日数一般在10 d以上,其中中国中东部、南亚南部、东南亚局部、澳大利亚局部和南美洲南部的局部等地区暖昼日数超过20 d(图3);欧洲大部、东亚大部、中亚北部、南亚南部、西亚北部、非洲北部的局部、北美洲西部和东部及南美洲南部的局部等地区夜间温度极端偏高的暖夜日数在10 d以上,其中中国中东部、东北亚局部、东南亚局部和北美洲东北部局部等地超过20 d(图4)。

全球冷昼(TX10p)和冷夜(TN10p)指标监测显示,2013年,白天温度极端偏冷的冷昼日数在欧洲中西部、东亚东北部和南部、北美洲中西部和东部、南美洲中东部等地区为10 d以上,其中北美洲中西部和东部局部等地区超过20 d(图5)。夜间温度极端偏冷的冷夜日数在欧洲西部、东亚东部、南亚、非洲北部和南部局部、北美洲中部、东南部和西北部、南美洲南部以及环澳大利亚的局部等地区达10 d以上,其中东亚东北部局部、南亚西部局部和北美洲中部的局部等地区达20 d以上(图6)。

全球极端强降水量(R95p)和极端强降水日数

(R95d)指标监测显示,2013年,欧洲西部、东亚东南部和东北部的局部、南亚大部、东南亚北部和南部、北美洲东部、南美洲西部和南部的局部等地区极端降水量在300 mm以上,其中东亚东南部的局部、印度大部和东南亚局部等地区极端降水量达1000 mm以上(图7)。同时,欧洲西部和北部的局部、东亚东南部和东北部局部、南亚南部、东南亚局部、北美洲东部局部、南美洲西部和东南部局部等地区极端强降水日数达10 d以上,其中部分地区达20 d以上(图8)。上述大部地区的降水强度指数(SDII)均超过了 $10 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$,其中东亚的东南部局部、南亚的西部和北部局部、非洲西部局部及北美洲南部局部等地区超过 $20 \text{ mm} \cdot \text{d}^{-1}$ (图9)。

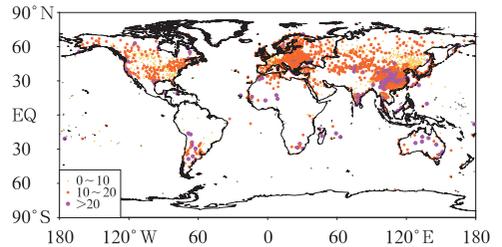


图3 2013年全球暖昼日数分布图(单位:d)

Fig. 3 Global distribution of warm days (TX90p) in 2013 (unit: d)

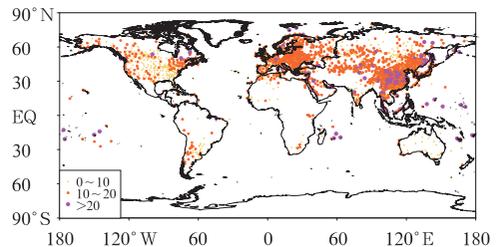


图4 2013年全球暖夜日数分布图(单位:d)

Fig. 4 Global distribution of warm nights (TN90p) in 2013 (unit: d)

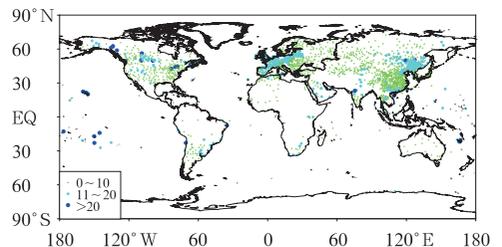


图5 2013年全球冷昼日数分布图(单位:d)

Fig. 5 Global distribution of cool days (TX10p) in 2013 (unit: d)

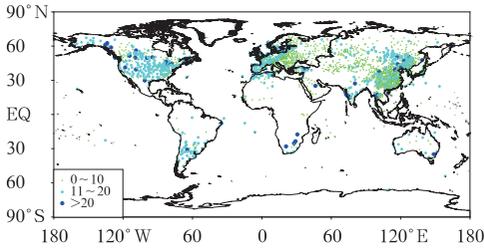


图 6 2013 年全球冷夜日数分布图(单位:d)
Fig. 6 Global distribution of cool nights (TN10p) in 2013 (unit: d)

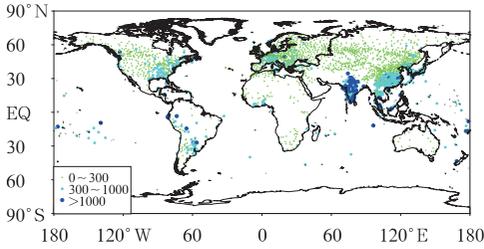


图 7 2013 年全球极端强降水量分布图(单位:mm)
Fig. 7 Global distribution of heavy precipitation amounts (R95p) in 2013 (unit: mm)

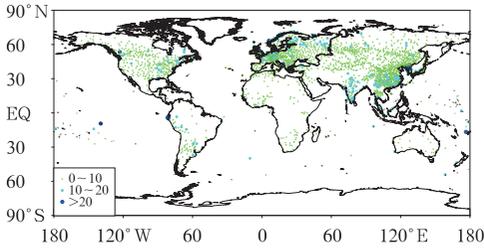


图 8 2013 年全球极端强降水日数分布图(单位:d)
Fig. 8 Global distribution of heavy precipitation days (R95d) in 2013 (unit: d)

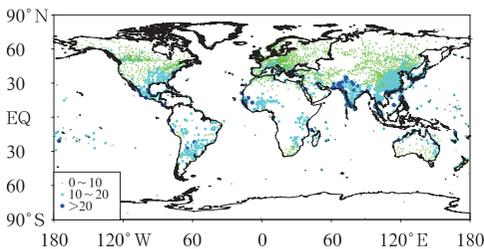


图 9 2013 年全球降水强度指数分布图(单位:mm·d⁻¹)
Fig. 9 Global distribution of simple daily intensity index (SDII) in 2013 (unit: mm·d⁻¹)

3 重大天气气候事件可能成因分析

3.1 俄罗斯远东地区最大洪灾

2013 年 7—9 月,俄罗斯远东地区的出现持续性降水,该区累积降水量较常年同期普遍偏多 5 成至 2 倍,局部偏多 2~4 倍,且降水极端性突出。异常偏多的降水导致俄罗斯远东地区出现 120 年来最大洪灾,造成 10 万多人受灾,3.2 万当地居民被疏散,经济损失高达数十亿美元(国家气候中心气候监测室,2013)。

2013 年 7—9 月,持续性环流异常是导致俄罗斯远东地区洪灾的最直接原因。7—9 月 500 hPa 高度及距平场上,受欧亚中高纬度切断性低压的影响,欧亚大陆西北部上空为异常正高度距平区,而欧洲东南部至俄罗斯东南部和东亚北部为宽广的低槽区,这种环流型有利于高纬冷空气南下影响俄罗斯远东地区;同时,鄂霍次克海地区阻塞异常发展有利于这种环流型的持续稳定维持(图 10)。与高度场相匹配,850 hPa 距平风场上,在贝加尔湖以东地区为一异常气旋性环流,西北太平洋地区存在一异常反气旋性环流,气旋性环流东侧偏南气流与反气旋环流西侧的偏南气流将西北太平洋和低纬度的暖湿空气向异常偏北的地区输送。在低纬度地区,西太平洋副热带高压(以下简称副高)持续控制中国东南部地区,且副高脊线位置异常偏北,副高西侧偏西南气流将低纬度地区的水汽持续向中高纬度地区输送。异常偏多的暖湿水汽与来自极地的冷空气在俄罗斯远东地区交汇,造成该区降水异常偏多(图 11)。

另一方面,2013 年东亚季风指数的逐日监测表明,6—9 月东亚夏季风总体偏强(图略)。东亚夏季风的持续偏强也有利于低纬度水汽向北方地区输送,加之受贝加尔湖以东地区异常气旋性环流和西北太平洋异常反气旋以及副高持续偏北的影响,来自西北太平洋的水汽与来自低纬度地区的水汽持续不断的向俄罗斯远东地区输送,有利于该区降水的异常偏多。

综合以上分析可见,在低纬度系统和 中高纬度系统的共同调制作用下,7—9 月俄罗斯远东地区出现持续异常偏多的降水,造成该区出现 120 年来最大洪灾。

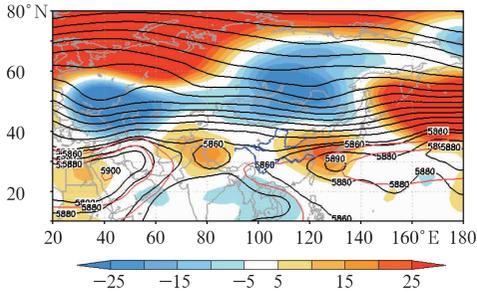


图10 2013年7—9月500 hPa位势高度(等值线)及距平场(阴影区)分布(单位:gpm,红色等值线为气候态下5860和5880线)

Fig. 10 500 hPa geopotential height (contours) and anomalies (shaded) from July to September in 2013 (unit: gpm, red lines: 5860 and 5880 gpm of climatology)

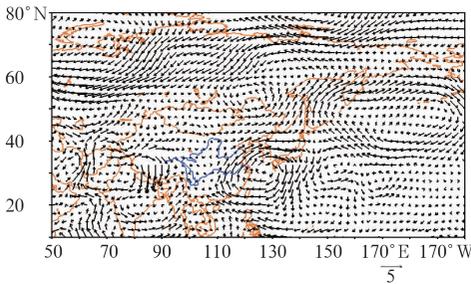


图11 2013年7—9月850 hPa风场距平(单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 11 850 hPa wind anomalies from July to September in 2013 (unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

3.2 夏季北半球极端高温

2013年夏季,北半球许多国家和地区出现持续高温天气。在亚洲,日本出现了有记录以来最热的夏季;中国出现了有气象记录以来最热的八月;韩国则创下了夏季高温纪录。此外,在欧洲和北美洲的多地也遭受了异常高温天气的袭击。2013年夏季,北半球许多国家和地区出现持续高温天气的主要原因包括以下几方面:

(1) 全球气候变暖是大背景。IPCC第五次评估报告指出,1880—2012年,全球地表平均温度大约上升了 0.85°C 。在北半球,1983—2012年可能是过去1400年中最暖的30年(IPCC, 2013)。全球温度变化是人类活动引起的温室气体增暖效应和气候系统内部变率耦合作用的结果,自然气候变化驱动因子(如太阳活动、火山活动和大洋环流等)同样对温度变化产生影响,且其主要表现为年际或年代际尺度的变化。在全球升温的过程中,伴随着气温的

平均值和变幅增大,致使发生极端温度天气的概率增加,这为夏季北半球许多国家和地区出现持续高温天气提供有利的气候背景条件。

(2) 海温异常是重要的外强迫因子。已有的研究指出,海温异常将通过海气相互作用对全球气候产生重要的影响(朱益民,2003;黄荣辉等,2006;张庆云等,2007;邓伟涛等,2009)。2013年夏季(主要在7—8月),赤道西太平洋和海洋性大陆区的海温明显偏暖,尤其是海洋性大陆区南部海温增暖更为显著(图12)。受异常暖海温影响,海洋性大陆区的对流活动也显著偏强。而在赤道中东太平洋大部,弱的冷海温持续发展也使得日界线附近对流活动明显偏弱(图13)。由此,热带地区的Walker环流较常年同期显著偏强,赤道西太平洋为异常上升运动控制,而赤道中太平洋日界线附近为异常下沉运动控制。通过经向垂直运动,赤道西太平洋的异常上升运动激发异常下沉运动控制在东亚东部上空(图14),从而使得副高不断增强并持续控制东亚东部地区,造成中国、日本和韩国等亚洲国家出现持续异常高温天气。

(3) 北半球中高纬异常大气环流影响。北极涛

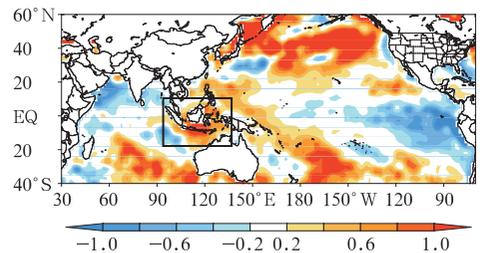


图12 2013年7—8月全球海温异常分布(单位: $^\circ\text{C}$)

Fig. 12 Distribution of global sea surface temperature anomalies from July to August 2013 (unit: $^\circ\text{C}$)

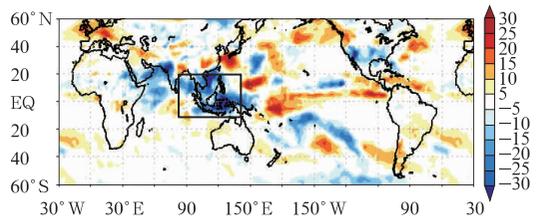


图13 2013年7—8月热带射出长波辐射异常分布(单位: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

Fig. 13 Distribution of tropic Outgoing Longwave Radiation (OLR) anomalies from July to August 2013 (unit: $\text{W} \cdot \text{m}^{-2}$)

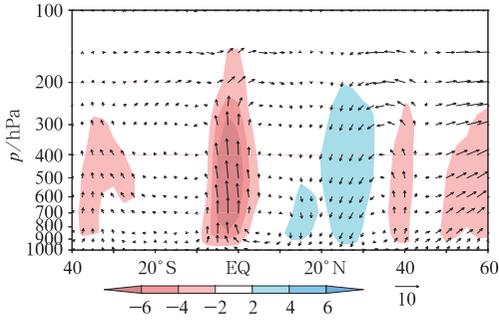


图 14 东亚东部(120°~140°E)平均经向垂直速度剖面图

(阴影区表示垂直速度异常,单位: $10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$)

Fig. 14 The average meridional vertical velocity section (shaded is the vertical velocity anomalies, unit: $10^{-2} \text{ Pa} \cdot \text{s}^{-1}$) in the eastern part of East Asia ($120^{\circ}-140^{\circ}\text{E}$)

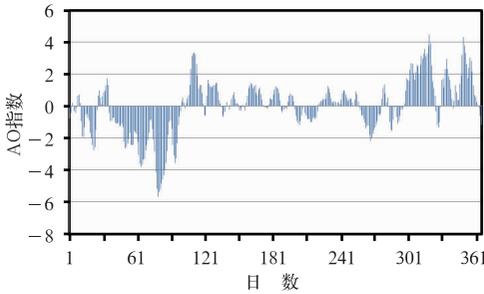


图 15 2013 年 AO 指数日变化

Fig. 15 Variations of daily AO index in 2013

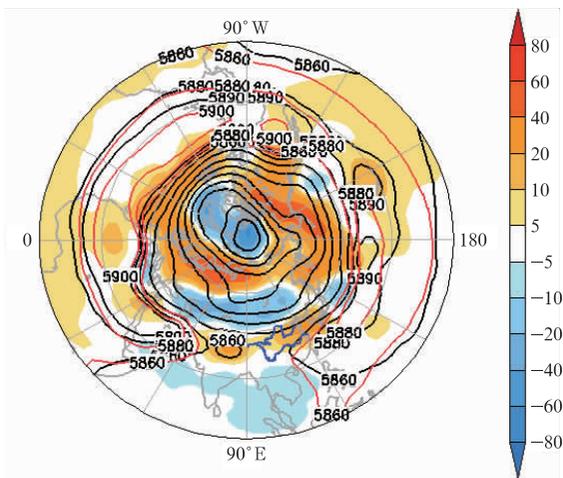


图 16 2013 年 6—8 月 500 hPa 高度场(等值线)及距平场(阴影)分布

(单位:gpm,浅色等值线为气候态下的 5860 和 5880 线)

Fig. 16 500 hPa geopotential height (contours) and anomalies (shaded) from June to August in 2013 (unit: gpm, light lines: 5860 and 5880 gpm of climatology)

动(AO)作为半球尺度的气候系统,对北半球气候有重要的影响(武炳义等,2004; 琚建华等,2004; 2006; 龚道溢等,2003)。2013 年 4—8 月 AO 持续以正位相为主(图 15),由于北极地区通常受低气压系统支配,当北极涛动持续处于正位相时,极地的冷空气不断堆积,冷低压不断增强,同时中纬度地区暖高压也不断增强,限制了极地冷空气向南扩展。这一方面使得北半球中纬度地区冷空气活动较弱,不容易促使北半球副热带地区高压减弱和东退;另一方面使得北半球中高纬度地区持续受异常高压控制(图 16),这是导致今年夏季北半球中高纬度地区出现大范围高温异常天气的另一重要原因。

可见,在全球变暖的背景下,AO 持续正位向和赤道太平洋海温异常是造成北半球夏季大部地区出现异常高温天气的主要原因。

4 结 论

2013 年的全球陆地和海洋表面温度持续偏高,比 1961—1990 年平均值高约 0.5°C ,与 2007 年并列第六个最暖年份。在全球持续变暖的背景下,2013 年世界范围内出现了显著的气候异常和极端事件,其中北半球部分地区受到多重天气气候极端事件的袭击。年初,寒流和暴风雪席卷亚洲、欧洲部分地区和北美洲,而澳大利亚则出现了极端高温天气;6—9 月中欧、亚洲和北美洲部分地区遭受暴雨洪涝的袭击,期间北半球大部地区则发生了高温热浪天气;6 月以来多个强台风袭击东亚、东南亚和北美洲东海岸,其中超强台风海燕菲律宾全国有 5598 人死亡,1759 人失踪,近 3 万人受伤。

2013 年 7—9 月,中高纬度地区受欧亚中高纬度切断性低压的影响,欧亚大陆西北部上空为异常正高度距平区,而欧洲东南部至俄罗斯东南部和东亚北部为宽广的低槽区,这种环流型有利于高纬冷空气南下影响俄罗斯远东地区;同时,鄂霍次克海地区阻塞的异常发展有利于这种环流型的持续稳定维持。低纬度地区,西太平洋副热带高压持续控制中国东南部地区,且副高脊线位置异常偏北;另一方面,7—9 月东亚夏季风持续偏强,东亚夏季风的持续偏强有利于低纬度水汽向北方地区输送,加之受西北太平洋异常反气旋以及副高持续偏北的影响,来自西北太平洋与来自低纬度地区的水汽不断向俄罗斯远东地区输送。暖湿气流与来自高纬度地区冷

空气在俄罗斯远东地区汇合,使得7—9月俄罗斯远东地区出现持续异常偏多的降水,造成该区出现120年来最大洪灾。

在全球持续增暖的背景下,受北极涛动持续正位相和赤道太平洋海温异常的共同影响,2013年夏季,东亚东部、北美洲和欧洲等地持续受高压系统的控制,大气以下沉气流为主,天气晴好,地面容易接收更多的太阳辐射。太阳辐射的强烈加热作用,导致大气温度持续偏高,使得北半球大部地区出现异常高温天气。

参考文献

- 邓伟涛,孙照渤,曾刚,等. 2009. 中国东部夏季降水型的年代际变化及其与北太平洋海温的关系. *大气科学*, 33(4): 835-846.
- 龚道溢,王绍武. 2003. 近百年北极涛动对中国冬季气候的影响. *地理学报*, 58(4): 559-568.
- 龚志强,王艳姣,王遵娅,等. 2014. 2013年夏季气候异常特征及成因简析. *气象*, 40(1): 119-125.
- 国家气候中心气候监测室. 2013. 2013年7月以来俄罗斯东南部降水异常特征及成因简析. *气候监测快报*, 18: 1-2.
- 国家气候中心气候与气候变化服务室. 2013. 中国气候公报.
- 黄荣辉,蔡榕硕,陈际龙,等. 2006. 我国旱涝气候灾害的年代际变化及其与东亚气候系统变化的关系. *大气科学*, 30(5): 730-743.
- 琚建华,吕俊梅,任菊章. 2006. 北极涛动年代际变化对华北地区干旱化的影响. *高原气象*, 25(1): 74-81.
- 琚建华,任菊章,吕俊梅. 2004. 北极涛动年代际变化对东亚北部冬季气温增暖的影响. *高原气象*, 23(4): 492-434.
- 民政部国家减灾中心. 2013a. 全国自然灾害基本情况分析_2013年一季度. *中国减灾*, 5: 64.
- 民政部国家减灾中心. 2013b. 全国自然灾害基本情况分析_2013年5月. *中国减灾*, 7: 64.
- 秦苗苗. 2013a. 2013年1月国内外主要灾害统计. *生命与灾害*, 2: 44-46.
- 秦苗苗. 2013b. 2013年2月国内外主要灾害统计. *生命与灾害*, 3: 43-46.
- 秦苗苗. 2013c. 2013年6月国内外主要灾害统计. *生命与灾害*, 7: 43-46.
- 秦苗苗. 2013d. 2013年7月国内外主要灾害统计. *生命与灾害*, 8: 44-46.
- 秦苗苗. 2013e. 2013年8月国内外主要灾害统计. *生命与灾害*, 9: 44-46.
- 王东阡,王腾飞,任福民,等. 2013. 2012年全球重大天气气候事件及其成因. *气象*, 39(4): 516-525.
- 王遵娅,周兵,王艳姣,等. 2013. 2013年春季我国气候异常特征及其可能原因. *气象*, 39(10): 1374-1378.
- 武炳义,卞林根,张人禾. 2004. 冬季北极涛动和北极海冰变化对东亚气候变化的影响. *极地研究*, 16(3): 211-220.
- 张庆云,吕俊梅,杨莲梅,等. 2007. 夏季中国降水型的年代际变化与大气内部动力过程及外强迫因子关系. *大气科学*, 30(6): 1290-1300.
- 朱益民,杨修群. 2003. 太平洋年代际振荡与中国气候变率的联系. *气象学报*, 61(6): 641-654.
- IPCC. 2013. *Climate Change 2013: The Physical Science Basis: Fifth Assessment Report*.
- Peterson T C. 2005. *Climate Change Indices*. *WMO Bulletin*, 54(2): 83-86.
- WMO. 2013. *WMO Provisional Statement on the State of Global Climate in 2013*. http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/documents/981_zh.pdf.
- http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/pr_983_en.html.