

李清泉,王安乾,周兵,等. 2015. 2014 年全球重大天气气候事件及其成因. 气象, 41(4):497-507.

2014 年全球重大天气气候事件及其成因^{*}

李清泉^{1,2} 王安乾^{2,3} 周 兵¹ 柳艳菊¹

孙丞虎¹ 王东阡¹ 王朋岭¹

1 国家气候中心,中国气象局气候研究开放实验室,北京 100081

2 南京信息工程大学气象灾害预报预警与评估协同创新中心,南京 210044

3 南京信息工程大学地理与遥感学院,南京 210044

提 要: 2014 年全球平均表面温度持续偏高,比 1961—1990 年平均值偏高 0.57 °C 左右,是自 1850 年有历史记录以来最暖的一年。年内,赤道中东太平洋基本维持暖水状态,全球平均海表面温度突破历史纪录;北极海冰范围仍处于记录中最低水平之一,而南极海冰范围再创历史新高。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。尤其是,2014 年 1—4 月美国西南大部降水偏少 20%~60%,平均降水量为 1981 年以来最少的一年,干旱发展并持续,部分地区干旱严重;6 月上、中旬,印度平均气温 31.2°C,较常年同期偏高 1.2°C,局部偏高 4°C 以上,是 1961 年以来历史同期最高值,印度首都新德里 8 日最高气温达 47.8°C,创该市 62 年来最高记录。进一步研究发现,1—4 月,美国西南部地区持续处于高空脊的控制下,来自东北太平洋和墨西哥湾的水汽输送严重不足是导致干旱发生的直接原因;而印度夏季风北推进程滞缓和高压脊的持续控制是造成 6 月印度高温的主要原因。

关键词: 暴风雪,暴雨洪涝,高温热浪,干旱,热带气旋

中图分类号: P461

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2015.04.013

Global Major Weather and Climate Events in 2014 and the Possible Causes

LI Qingquan^{1,2} WANG Anqian^{2,3} ZHOU Bing¹ LIU Yanju¹

SUN Chenghu¹ WANG Dongqian¹ WANG Pengling¹

1 Laboratory for Climate Studies, National Climate Centre, CMA, Beijing 100081

2 Collaborative Innovation Center on Forecast and Evaluation of Meteorological Disasters,
Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044

3 School of Geography and Remote Sensing, Nanjing University of Information Science and Technology, Nanjing 210044

Abstract: The global average surface temperature in 2014 was about 0.57 °C higher than the mean value of 1961—1990. The year is the warmest year on records since 1850. Sea surface temperatures (SSTs) in the eastern and central equatorial Pacific Ocean mostly maintained warm conditions. Global average SSTs in 2014 were warmer than any previous years in the historical records. During the year, sea ice extent in the Arctic was still at one of the lowest levels on records while the Antarctic sea ice extent reached a new record again. 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 2014. Especially, the precipitation in most of the southwest part of the United States of America in January—April 2014

* 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2012CB955203 和 2013CB430202)、公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306021 和 GYHY201406018)及国家自然科学基金项目(41175065)共同资助

2015 年 1 月 15 日收稿; 2015 年 3 月 24 日收修定稿

第一作者:李清泉,从事气候诊断与数值模拟研究工作.Email:liqq@cma.gov.cn

was 20%—60% less than normal, with mean rainfall amount being the least since 1981. The drought developed and persisted, and severe drought even hit some regions. During the first and second dekads of June 2014, the average air temperature in India was 31.2°C, 1.2°C higher than normal. The temperature in some locations was even above 4°C higher than normal, which is recorded as the highest temperature in the corresponding period since 1961. The maximum temperature was 47.8°C in New Delhi of India on 8 June, creating a new record in the city for the past 62 years. Further analysis results show the continual domination of the ridge in the upper troposphere and the severe shortage of water vapor transportation from the Northeast Pacific and the Gulf of Mexico were the immediate causes for the drought in the southwestern part of the United States from January to April. The slow northward advances of Indian summer monsoon and the sustainable control of high ridge were the major causes for the high temperature in India in June 2014.

Key words: snowstorm, flood, heat wave, drought, tropical cyclone

引 言

一年一度的《世界气象组织全球气候状况声明》(WMO, 2015)中指出, 2014 年全球平均近表面温度比 1961—1990 年的平均值(14.00°C)偏高 0.57°C 左右(图 1), 比过去 10 年(2005—2014 年)的平均值偏高 0.08°C。相比之下, 2010、2005 和 1998 年的气温分别比 1961—1990 年平均值偏高大约 0.55、0.54 和 0.52°C 左右。2014 年是自 1850 年有历史记录以来最暖的一年, 全球海面温度达到了创纪录的水平。北极海冰范围又一次低于其长期平均值, 并且本年年海冰最小范围是有记录以来第六低; 南极海冰范围达到历史记录新高。

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, 2014 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(司东等, 2014; 袁媛等, 2014; 崔童等, 2015; 民政部国家减灾中心, 2014a; 2014b; 2014c; 2014d; 2014e; 中国气象局国家气候委员会, 2015; WMO, 2015; 王朋岭等, 2015)。

本文重点对 2014 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, 并对一些典型重大气候事件的成因进行分析。使用的资料包括: 美国 NCEP/NCAR 再分析资料(Kalnay et al, 1996)、NOAA 卫星对外长波辐射(OLR)资料(Liebmann et al, 1996)、中国气象局国家气象信息中心和国家气候中心提供的 GDCN1.0 数据集(王小玲等, 2006)等。

1 全球重大天气气候事件概述

1.1 全球陆地平均气温较常年偏高

2014 年全球陆地平均气温比 1961—1990 年平均气温偏高 0.88°C 左右, 是自 1850 年有记录以来历史上同期第四个最暖年份(图 1)。2014 年, 除北美西北部、东北部和东南部, 以及南美西北部等地气温偏低 0.5~2°C, 局部偏低 2°C 以上外, 全球大部分地区气温偏高(图 2)。其中, 欧洲大部、亚洲大部、非洲东北部、澳洲南部、北美中北部和西南部、南美中东部等地年平均气温较常年偏高 0.5~2°C, 局部偏高 2°C 以上(图略)。特别是, 1 月南非、澳大利亚和阿根廷出现了热浪; 5 月澳大利亚出现了持续的炎热天气; 10 月, 阿根廷北部、巴拉圭、玻利维亚和巴西南部出现了创纪录的高温(WMO, 2014a; 2014b)。

1.2 全球陆地平均降水接近常年

2014 年全球陆地年降水量与 1961—1990 年平均值(1033 mm)基本接近(WMO, 2015)。欧洲北部和西南部、亚洲北部和东亚大部、东南亚、非洲西北部和东北部、澳洲、北美洲中北部和东北部等地年降水量较常年偏多 20%~50%, 部分地区偏多 50% 以上; 欧洲东南部、西亚、中亚和南亚、北非西南部和中部、南非西部、北美洲西北部和南部、南美大部等地年降水量较常年偏少 20%~50%, 部分地区偏少 50% 以上(图略)。

北半球冬季积雪覆盖面积大于常年平均值; 春季是自 1966 年以来历史第三低, 接近 2800 万 km²。

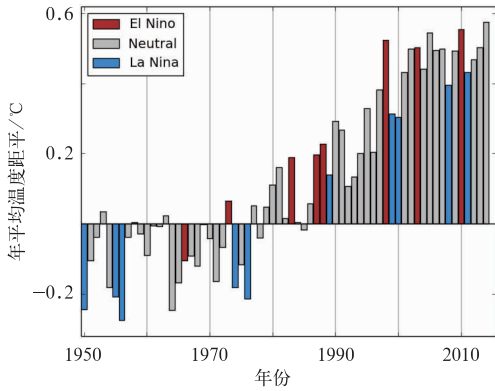


图 1 1950—2014 年全球年平均温度距平 (相对 1961—1990 年平均值) 时间序列 (单位: °C; WMO, 2015)

Fig. 1 Global annual average temperature anomalies (relative to the 1961—1990 average) for 1950—2014 (unit: °C, from WMO, 2015)

相反,秋季北半球雪盖面积为 2220 万 km², 达到历史记录最高值。其中,北美秋季雪盖范围达到 970 万 km², 欧亚雪盖范围是 1250 万 km², 为历史第三高值(WMO, 2015)。

1.3 全球平均海表面温度创历史新高

2014 年全球平均海表面温度比 1961—1990 年平均值高 0.44 °C 左右, 创历史新纪录; 其中, 6—10 月北半球海表面温度特别高(WMO, 2015)。2014 年 1—12 月, 热带西太平洋、太平洋北部和东北部、极地和副热带北大西洋、西南太平洋、南大西洋的部分地区、以及印度洋的大部分地区的海洋表面温度(SST)比平均值偏高; 而赤道以南 20°附近的东太平洋部分地区 SST 低于平均值。由图 2 可见, 2014 年 1—3 月, 赤道中东太平洋大部海温维持前期的冷水状态, 并呈现出逐渐减弱的趋势; 4 月, 赤道中东太平洋海温迅速上升, 导致 ENSO 中性状态结束并进入暖水状态; 5—10 月, 热带太平洋综合区(Niño Z 区)(李晓燕等, 2000)海表温度距平指数连续 6 个月达到或超过 0.5 °C (图 3), 6 个月指数累计值为 3.9 °C。这表明, 赤道中东太平洋 5 月进入厄尔尼诺状态, 10 月达到事件标准, 形成一次新的厄尔尼诺事件。11 和 12 月, Niño Z 区海表温度距平指数继续高于 0.5 °C, 分别为 0.9 和 0.8 °C; 5—12 月 Niño Z 区累计海表温度距平指数为 5.6 °C (国家气候中心气候监测室, 2014a; 国家气候中心, 2014)。日本采用 Niño 3 区海表温度距平指数作为 ENSO 监测指

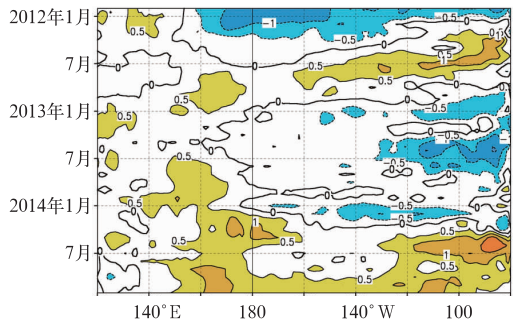


图 2 赤道太平洋(5°S~5°N)海表温度距平时间-经度剖面(单位: °C)

Fig. 2 Time-longitude cross-section of sea surface temperature anomalies averaged along equatorial Pacific Ocean (5°S—5°N) (unit: °C)

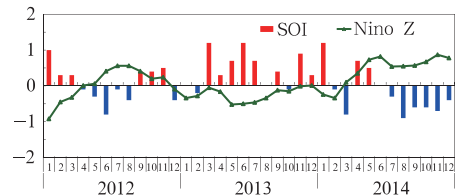


图 3 Niño Z 区海温指数(单位: °C) 和南方涛动指数(SOI)逐月演变

Fig. 3 Monthly Niño Z sea temperature anomaly indexes (unit: °C) and Southern Oscillation Indexes (SOI)

标, 也已确认一次新的厄尔尼诺事件于 2014 年夏季形成。美国等采用 Niño 3.4 区海表温度距平指数作为 ENSO 监测标准, 5—12 月 Niño 3.4 区海温指数分别为 0.5、0.5、0.2、0.2、0.4、0.5、0.9 和 0.8 °C, 未能达到厄尔尼诺事件标准(中国气象局国家气候委员会, 2015)。

2014 年, 在赤道中东太平洋暖水波动的过程中, 赤道西太平洋海温维持正常或略偏暖状态。南方涛动指数(SOI)亦呈现正、负波动, 其中 7—12 月持续为负值(图 3), 表明尽管赤道中东太平洋的暖水状态较弱, 但热带大气仍表现出了对暖水波动的响应。世界上许多地方可以观测到与厄尔尼诺/南方涛动(ENSO)相关的天气和气候现象(WMO, 2014a; 2014b)。

1.4 北极海冰范围偏小、南极海冰范围偏大

2014 年, 3 月 21 日北极海冰范围达到了年度最大值 1491 万 km²; 9 月 17 日北极海冰范围达到了年度最小值 502 万 km², 是自 1979 年有记录以来第

六个最小值。9月平均北极海冰范围也是历史第六小值,比1981—2010年平均值少124万 km^2 ,比2012年9月的历史最小值多165万 km^2 。在2014年的大部分时间里,南极逐日海冰范围保持较高的水平。9月22日南极海冰范围达到最大值2011万 km^2 ,连续第三年创下新纪录,比2013年10月1日的最高记录多56万 km^2 (WMO,2014a;2014b)。

1.5 暴风雪频繁袭击亚洲、北美和欧洲

1月上旬,美国东北部和中西部地区遭遇寒潮和暴风雪袭击,共造成至少21人死亡。1月7日,至少有50个城市的最低气温破纪录。其中,纽约市最低气温 -15°C ,打破了1896年 -14.4°C 的低温纪录,成为118年来最冷的一天。下旬,美国多地遭到暴风雪袭击,造成至少9人死亡,另有104人受伤;泰国有63人由于寒冷天气引发的疾病死亡;罗马尼亚南部、东部以及中部地区遭遇暴风雪袭击,造成6人死亡;罕见的暴风雪袭击美国南部,导致至少13人死亡,数百万人的工作和生活大受影响,6个州宣布进入紧急状态。

2月上旬,韩国江原道地区连遭大雪袭击,导致166所学校停课;日本出现大范围降雪天气,造成13人死亡,1700多人受伤。中旬,韩国庆尚北道连降大雪,庆州市一个度假村礼堂顶棚被积雪压垮,造成10人死亡,100多人受伤;日本东北地区遭遇大雪袭击,导致19人死亡,365人受伤;美国遭遇暴风雪袭击,全美至少17人死亡,超过70万户断电,6400余架次航班被迫取消,2900多架次航班延误。

3月初,美国中西部和东部遭暴风雪袭击,造成至少13人死亡;下旬,美国东北部地区又遭暴风雪袭击,导致多地电力系统陷入瘫痪;日本遭受大雪袭击,宫城县和岩手县内导致上万户居民家中持续停电,南三陆町等广大地区,共有8300户居民家中持续停电。

4月中旬,塞尔维亚西南部地区突降暴雪,大面积果树被冻,上万人断电。下旬,珠穆朗玛峰南侧尼泊尔境内发生雪崩,造成15人死亡;中国新疆地区遭遇大雪袭击,造成2人死亡,3人失踪,直接经济损失11.9亿元。

5月上旬,罗马尼亚首都布加勒斯特遭遇大风、雷电、暴雨和冰雹,一些地段堆积的冰雹近半米高;5月中旬,美国科罗拉多州出现大雪,科罗拉多州落基山脉降下了深达3 ft (1 ft = 0.3048 m)的雪,蒸汽

船泉(Steamboat Springs)东北地区的山区降下了36 in (1 in = 25.4 mm)的积雪。

10月中旬,尼泊尔境内喜马拉雅山区遭遇暴风雪袭击,并引发雪崩,造成至少43人死亡,这是20世纪50年代人类首次登顶珠峰以来,“世界屋脊”发生的死亡人数最多的一次事件;尼泊尔北部藏族聚居区木斯塘县遭遇暴风雪天气,至少导致20人遇难。

1.6 全球多国遭受暴雨洪涝袭击

1.6.1 亚 洲

1月中旬,菲律宾南部大雨袭击引发洪灾及山体滑坡,造成23人死亡;印度尼西亚北苏拉威西省因连日暴雨造成洪水和山体滑坡,导致至少18人死亡,逾4万人被疏散。1月下旬,印尼再遭山洪袭击,导致至少3人死亡,26人失踪。

3月下旬,中国南方多地遭受暴雨、雷雨大风和冰雹袭击,至少造成22人死亡,3人失踪(董全等,2014);哈萨克斯坦卡拉干达州连降暴雨,一座水库漫坝,洪水淹没了水库下游近100栋房屋,造成5人死亡,9人受伤。

4月下旬,阿富汗北部地区遭遇洪水袭击,截至26日,已导致107人死亡。

5月中旬以来,中国南方多地遭受暴雨、冰雹等袭击,发生入汛以来最大洪水(蔡雪薇等,2014)。

6月上旬,斯里兰卡西部及南部地区遭受暴风雨袭击,暴雨引发的洪涝及山体滑坡造成23人死亡;阿富汗北部暴雨引发洪水,造成近百人死亡,另有近百人受伤。6月,中国南方多地发生暴雨洪涝及泥石流滑坡灾害,造成至少80人死亡、25人失踪,直接经济损失超过120亿元人民币(关月等,2014)。

7月中旬,印度中央邦建筑物因暴雨倒塌,造成7名儿童遇难,另有9人受伤。

8月初,印度东部奥里萨邦连日强降水引发洪灾,造成至少23人死亡,数万人受灾。8月上中旬,柬埔寨各地普降大雨,12个省出现洪水灾害,累计造成45人死亡,9.5万户家庭受灾;8月中旬,越南暴雨引发山洪,导致至少6人死亡;尼泊尔与印度两国部分地区连续多日遭到强降雨袭击并引发洪水和泥石流灾害,共造成至少184人死亡;日本出现大范围暴雨天气,造成5人死亡。8月20日,日本广岛突降有史以来最强暴雨,最高雨强达 $100\text{ mm}\cdot\text{h}^{-1}$,

广岛市安佐南区、安佐北区发生至少170处山体滑坡和泥石流,导致290处道路和桥梁遭损毁,山谷内的多处住宅被冲走,累计73人因灾死亡。8月下旬,韩国南部地区遭受暴雨袭击,导致5人遇难,5人失踪。8月下旬至9月上旬,泰国28个府普降大雨并引发洪涝灾害,造成10人死亡。8月,日本西部靠近太平洋一侧的月降水量达到正常水平的301%,达到自1946年有记录以来的最高水平。

9月上旬,日本北海道和东北局地遭暴雨袭击,造成1人死亡,4人受伤。9月上中旬,克什米尔地区遭受暴雨和洪水袭击,导致巴基斯坦至少346人死亡,印控克什米尔地区至少200人死亡。9月中下旬,中国西部部分地区发生暴雨洪涝及滑坡、泥石流灾害,造成46人死亡,10人失踪,直接经济损失达130.5亿元人民币。9月下旬,印度东北部地区暴雨引发洪水和山体滑坡,导致至少28人死亡。8和9月,孟加拉国北部、巴基斯坦北部和印度的暴雨造成了严重的洪水,导致数百万人受难。

10月上旬,马来西亚东马沙巴州遭受暴雨袭击,发生严重水灾,造成1人死亡,逾万居民受到影响。10月下旬,中国海南遭受暴雨袭击,直接经济损失超过2亿元人民币。

1.6.2 欧洲

1月上旬,英国遭暴风雨袭击,导致7人死亡。1月底,意大利连日降雨引发洪水,罗马、比萨等城市遭遇洪水围城。

2月初,暴雨洪水导致英国泰晤士河决堤,大量房屋土地被淹,多人因灾死亡。法国、葡萄牙和爱尔兰等国也受到波及,交通、供电、企业生产受到严重影响。2月上中旬,英国遭遇暴雨洪水袭击,造成2人死亡,多地农田房屋被淹,泰晤士河决堤,迫使沿岸数千户家庭紧急疏散。1和2月,英国遭受了12次严重的大西洋风暴,也经历了有记录以来最潮湿的冬季,降水量高达气候平均降水的177%。

5月中旬,巴尔干半岛西部连遭大雨,波黑、塞尔维亚、黑山和阿尔巴尼亚遭遇洪水,波黑出现100多年来最严重的洪灾,造成至少47人死亡,50万人被迫转移;塞尔维亚遭遇特大洪水,已造成至少有51人死亡。5月,塞尔维亚、波黑和克罗地亚200多万人遭到毁灭性洪水的侵袭。

5月底和6月初,俄罗斯西伯利亚南部的阿尔泰、哈卡斯和图瓦共和国的月平均降水量增加到两倍多。6月上旬,德国西部地区遭遇暴雨天气,导致

至少5人死亡,多趟航班和列车停运。6月中旬,保加利亚东部和中部连日暴雨引发洪灾,造成10人死亡,3人失踪。

7和8月,法国非常潮湿,这两个月的总降水量达到自1959年以来的历史最高纪录。8月初,保加利亚西北部遭暴雨袭击,强降雨引发洪水,共造成2人溺亡,10人失踪,900名居民从家中撤离。

9月上旬,保加利亚西南部暴雨引发洪水,造成3人死亡。9月,巴尔干半岛南部地区的月平均降雨量增加到250%以上;而土耳其的部分地区达到常年值的500%以上。9月16和20日期间,法国南部的部分地区降雨量超过400mm,达到常年月平均降雨量的3~4倍。摩洛哥中部和南部11月的大雨造成严重的洪水。

10月中旬,意大利热那亚等部分地区暴发山洪,造成1人死亡,财产损失估计至少3亿欧元。

1.6.3 美洲

1月中旬,巴西圣保罗州暴雨引发洪灾,造成23人死亡,4人失踪。

2月上旬,阿根廷布宜诺斯艾利斯遭受暴雨侵袭,1人死亡至少2000人被疏散;中玻利维亚遭遇洪水袭击,导致59人死亡,约6000个家庭生活受影响。2月,阿根廷北部和中部许多气象站的总降雨量创该月历史纪录。

4月上旬,美国南方遭遇暴雨袭击引发洪灾,造成1人死亡,1人失踪。4月29和30日,美国东南部、中部大西洋地区以及东北部的暴雨导致严重的暴洪;这两天佛罗里达州局地总降水量达到519.9mm,创2日连续累计雨量历史纪录。

5和6月,巴拉圭、玻利维亚南部和巴西东南部的部分地区的总降水量超过了长期平均值的250%。暴雨导致巴拉那河发生洪水,尤其对巴拉圭造成了灾害,20多万人受到洪水侵袭。

6月中旬,巴拉圭首都亚森松遭受洪水侵袭,15万居民紧急撤离。6月底,连日强降雨在南美洲引发洪水,巴西南部圣卡塔琳娜州河流水位上涨9m多,巴拉圭河水位上涨达7m,巴拉圭、巴西、阿根廷三国共计36万多名受灾居民被迫离开家园。其中仅巴拉圭一国灾民就达30多万,受灾最严重的亚松森市郊区的土地和住房被洪水完全淹没,7万多名居民被迫迁移。

7月上旬,美国东部地区遭遇严重的暴风雨袭击,导致大量房屋被破坏或摧毁,至少造成5人死

亡,30 万人电力供应中断。中旬,巴西南部地区遭遇特大暴雨引发洪水灾害,100 多个城市受灾,1 万 8 千人被迫离开家园。

9 月上旬,美国西南部遭暴雨洪水袭击,导致亚利桑那州 2 人死亡。

10 月上旬,美国德克萨斯州休斯敦市遭受暴雨袭击,造成 1 人死亡,3.7 万多户居民用电受到严重影响。10 月中旬,狂风、暴雨、冰雹等袭击美国南部和中西部地区,造成至少 2 人死亡。

1.6.4 大洋洲

10 月中旬,澳大利亚悉尼遭强风和暴雨袭击,造成 3 万户家庭停电,部分地区树木损毁,多地还出现了洪涝灾害。

1.6.5 非洲

3 月以来,南非东北部和东部多个地区连遭暴雨袭击,截至 13 日,至少有 11 人死于洪水。

8 月初,苏丹境内暴雨引发洪水,共造成 39 人遇难,数千房屋被摧毁。

1.7 全球多国遭受热带气旋活动影响

1 月下旬,菲律宾遭热带风暴玲玲袭击,导致 40 人死亡。

4 月上旬,美国北卡罗来纳州遭龙卷风吹袭,数幢房屋被毁,5 人受伤。下旬,美国中西部和南方暴发龙卷风、强风以及冰雹等恶劣天气,造成 17 人死亡;飓风伊塔袭击所罗门群岛,引发暴雨导致河水上涨决堤,造成 23 人死亡。

7 月上旬,日本遭台风浣熊肆虐,造成至少 5 人死亡,50 多人受伤。7 月中旬,台风威马逊在菲律宾登陆,造成至少 77 人死亡。下旬,越南多地受台风威马逊影响,引发山洪和泥石流,造成至少 27 人死亡。

8 月上旬,12 号台风娜基莉袭击韩国,造成韩国南部地区 10 人死亡,2 人受伤。8 月中旬,11 号台风夏浪登陆日本,日本北部地区普降暴雨,造成 10 人死亡,179 万民众紧急采取避难措施;巴基斯坦西北部城市白沙瓦遭遇风暴袭击,造成至少 13 人死亡,55 人受伤。

9 月下旬,台风海鸥两次登陆中国,造成广东、广西、海南、贵州和云南 5 省(区)共计 948.5 万人受灾,9 人死亡,2 人失踪,直接经济损失达 176.5 亿元人民币;台风凤凰登陆菲律宾,造成 10 人死亡,经济损失达 1.44 亿菲律宾比索(约 1990 余万元人民

币);台风凤凰先后 4 次登陆中国,造成浙江省 125.4 万人受灾,直接经济损失 9.5 亿元人民币。

10 月上旬,台风巴蓬登陆日本,造成 200 多万人紧急疏散,6 人死亡,4 人失踪。10 月中旬,热带气旋胡德胡德在印度东南部沿海地区登陆,造成至少 24 人死亡;台风黄蜂登陆日本,造成 2 人死亡,1 人下落不明,94 人受伤。下旬,强热带风暴特鲁迪袭击墨西哥格雷罗州和瓦哈卡州,造成 6 人死亡,2000 多人被迫转移;飓风贡萨洛袭击英国,造成至少 3 人死亡,5 人受伤。

1.8 美洲、亚洲、非洲多地遭受雷电袭击

1 月中旬,阿根廷遭雷电袭击,导致至少 3 人死亡,22 人受伤;印度尼西亚一架小型飞机在飞行途中遭雷电袭击,导致 4 人死亡。下旬,非洲国家布隆迪一所高中遭到闪电袭击,造成 7 名学生死亡,另有 51 人受伤。

4 月上旬,智利南部小镇遭雷电袭击,导致 66 头奶牛死亡。

6 月上旬,印度比哈尔邦遭遇雷电袭击,造成至少 10 人死亡,6 人受伤。

7 月下旬,美国洛杉矶遭罕见雷电袭击,1 人死亡,另有 13 人受伤。

9 月上旬,加拿大安大略省 1 人遭到雷击身亡。

1.9 北半球多国遭受滑坡泥石流袭击

1 月中旬,意大利中北部因连日阴雨造成河水泛滥和泥石流,导致至少 1 人死亡,1 人失踪。下旬,印尼爪哇岛因强降雨引发两次山体滑坡,共造成至少 19 人死亡,10 人失踪。

2 月上旬,玻利维亚暴雨引发泥石流,造成至少 4 人死亡,9 人失踪;下旬,印尼东部巴布亚省首府查亚普拉因暴雨引发山体滑坡,造成 11 人死亡,2 人失踪。

3 月下旬,美国华盛顿州西雅图北部地区暴雨引发特大泥石流,造成至少 25 人死亡,40 人失踪。

4 月上旬,印度尼西亚北苏门答腊省和西爪哇省因暴雨引发两起山体滑坡事件共致 11 人死亡。

5 月上旬,阿富汗东北部巴达赫尚省发生特大山体滑坡灾难,造成至少 2700 人死亡,大量人员失踪。中旬,欧洲巴尔干半岛连降暴雨,引发洪水和山

体滑坡,造成至少25人死亡,数万人撤离家园。波黑地区四天内发生两千多起山体滑坡,三分之一的面积、近百万人的住所被洪水淹没。洪灾导致道路、桥梁、供水和下水道系统均严重受损,重建需要耗资数十亿欧元。下旬,美国科罗拉多州梅萨郡遭泥石流侵袭,导致3人失踪。

6月中旬,印度尼西亚西爪哇省发生山体滑坡事件,导致6人死亡,3人失踪。

7月下旬,尼泊尔多地发生洪涝和泥石流,造成至少10人死亡。大量房屋受损,部分地区道路受阻;印度西部马哈拉施特拉邦暴雨引发大型泥石流,造成109人死亡、150多人被埋。

8月上旬,美国南加州遭暴雨袭击引发泥石流,导致1人死亡,2000余人被困。下旬,日本广岛市暴雨引发泥石流灾害,造成72人死亡,2人失踪。

10月下旬,斯里兰卡发生山体滑坡,造成至少28人死亡,大约300人失踪。

1.10 高温热浪袭击澳大利亚、日本和印度

1月,澳大利亚遭受高温热浪袭击,超过150项气候纪录被打破。1月4日,塔斯马尼亚州首府霍巴特气温高达41.8℃,是自1883年有气象记录以来最高气温。7日,全澳平均最高气温达40.3℃,超过历史记录(40.2℃)。8日,多地平均气温超过40℃,南澳大利亚州最高气温飚升至48.2℃。1月下旬,维多利亚省一周内有203人因酷热天气而死亡。

2月,澳大利亚阿德莱德市连续12d气温超过40℃,创下117年来连续高温日数纪录。

6月上旬,日本列岛各地遭受高温袭击,因中暑被送往医院的人数多达491人,其中1人死亡。

6月,印度首都新德里遭遇连日罕见高温天气,8日最高气温达到47.8℃,创62年来最高纪录。

1.11 全球多地遭遇严重干旱

年初,澳大利亚新南威尔士州的东北部和昆士兰州的东南部长期降雨不足。

1—4月加拿大西部和北部的许多地区的降水量只有多年平均值的50%~70%,发生了较为严重的旱情。

美国加利福尼亚州近3年持续干旱。据3月中

旬统计,干旱造成3万多 hm^2 农田无收,经济损失约数十亿美元。

夏季,中美洲的部分地区降水偏少。巴西遇50年来最严重干旱,境内最长河流圣方济河源头干涸,东北部干旱面积达100万 km^2 ,许多城市供水吃紧。巴西东部的部分地区和巴西中部的一些地区也处于严重干旱状态,严重的缺水现象自两年多前延续至今。圣保罗地区降雨量低至常年40%,41个行政区、数千万人面临断水危机,圣保罗市的储存水严重短缺,干旱程度达到84年来最严重。

夏季,中国东北的南部地区以及黄河流域和淮河流域部分地区的降水量不及常年夏季平均值的一半,造成了严重的干旱。

朝鲜西海岸地区遭到几十年来最严重的干旱,粮食生产受挫。

美国西部遭遇了百年难遇的大旱,干旱给当地农业造成了15亿美元的损失。截至2014年11月中旬,美国西部的广大地区仍处于干旱状态,加利福尼亚、内华达和德克萨斯州地区的降水量不到1961—1990年平均值的40%。

综合分析可见,受大气环流异常以及海洋、海冰等外强迫因子的共同影响,2014年世界范围内出现了显著的气候异常和极端事件,年初的寒流和暴风雪席卷北美洲、亚洲和欧洲部分地区,造成201人死亡,而澳大利亚则出现了极端高温天气,造成203人死亡;6—10月亚洲、欧洲和北美洲部分地区遭受暴雨洪涝的袭击,并引发泥石流灾害,共造成接近1400人死亡。2014年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272人死亡。图4为2014年全球重大天气气候事件示意图。

2 典型重大天气气候事件可能成因分析

2.1 美国西南部严重干旱成因

2014年1—4月,美国中东部偏冷而西部偏暖,中东部气温普遍偏低 2°C 以上,而西南大部偏高 2°C 以上,局部地区偏高 $4\sim 6^{\circ}\text{C}$ 。与此同时,美国降水呈现北多南少分布,西南大部降水偏少20%~60%。

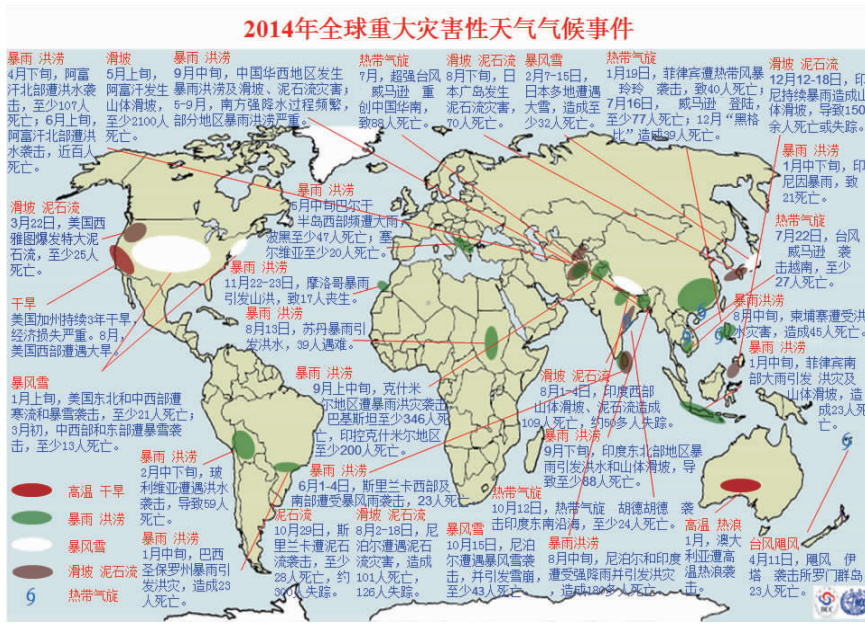


图 4 2014 年全球重大天气气候事件示意图

Fig. 4 Diagram of global major weather and climate events in 2014

1—4 月美国西南部地区平均降水量为 1981 年以来最少的一年(国家气候中心气候监测室, 2014b)。由于气温偏高而降水又偏少, 导致美国西南部干旱发展并持续, 部分地区干旱严重。

分析历史上 1—4 月美国西南部地区降水量与同期 500 hPa 高度场的相关关系(图 5)发现, 当美国西南部地区降水偏多时, 东北太平洋至北美西海岸上空一般为负高度距平, 反映了此时美国西南部处于高空槽的控制, 槽区内对流抬升运动的发展有利

于降水发生。而当美国西南部地区降水偏少时, 东北太平洋至北美西海岸上空一般为正高度距平, 反映了此时美国西南部处于高空脊的控制, 脊区内的下沉运动抑制降水发生。从 2014 年 1—4 月 500 hPa 高度及距平场分布(图 6)来看, 北美的中高纬地区环流经向性较大, 并且东北太平洋至北美西海岸上空处于高空脊控制, 受到脊区内下沉气流的影响, 不利于对流发展形成降水, 这是造成美国西南部等地区出现干旱的重要环流特征。

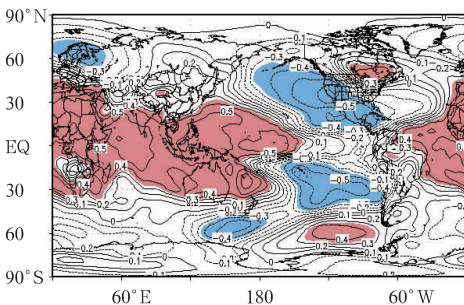


图 5 1951—2013 年 1—4 月美国西南部地区降水量与同期 500 hPa 高度场的相关分布 (阴影为通过 0.05 显著性水平检验的区域)
Fig. 5 Correlation coefficients between rainfall amounts in the southwestern part of the United States and 500 hPa geopotential heights from January to April of 1951—2013 (Shadows denote the areas having passed the 0.05 significance level test)

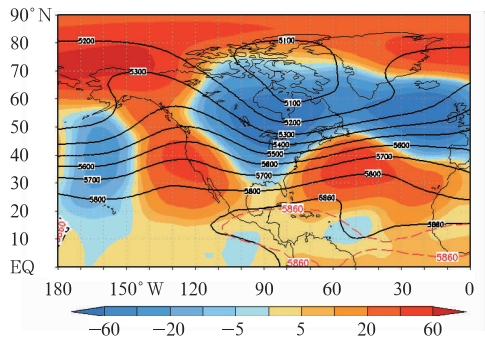


图 6 2014 年 1—4 月 500 hPa 位势高度场 (等值线) 及其距平 (阴影) 分布 (单位: gpm)
Fig. 6 500 hPa geopotential heights (contour) and anomalies (shadow) from January to April 2014 (unit: gpm)

进一步分析历史上影响美国西南部地区降水的水汽输送路径(图 7), 可以看出该地区的降水主要

受到两支水汽输送通道的影响:一支是来自东北太平洋地区的西南风水汽输送,它与活跃在东北太平洋地区的气旋性异常环流有关;一支来自墨西哥湾一带,这支东南风水汽输送将大量的水汽从热带大西洋输送到美国西南部地区。从 2014 年 1—4 月北美地区水汽输送形势来看(图 8),东北太平洋地区受到反气旋环流控制,无法产生西南风异常水汽输送至美国西南部地区,同时在墨西哥湾附近也盛行反气旋异常环流,大量的水汽被输送到美国东南部

地区,因此两者共同作用导致美国西南部降水偏少,出现了干旱。

此外,热带中东太平洋海温变化也是影响北美地区降水年际异常的主要因素之一,它主要通过“太平洋—北美型(PNA)”遥相关波列影响北美气候(Seager et al, 2014; Leathers et al, 1991)。从历史上热带中东太平洋海温与 500 hPa 高度场的相关分布(图 9)可以看出,当热带中东太平洋海温偏暖时,一支呈“+ - +”分布的遥相关波列自热带中东太平洋向北美传播,受其影响东北太平洋—北美西海岸地区处于高空槽的控制下;反之亦然。2014 年 1—4 月,热带中东太平洋海面温度明显偏低(图 10),这样的海温分布型容易出现“- + -”遥相关波列,导致东北太平洋—北美西海岸一带正高度异常的发展,进而导致高空脊持续控制美国西南部地区,使得该地区降水偏少,出现干旱。

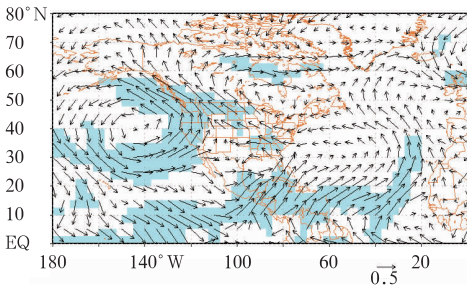


图 7 1951—2013 年 1—4 月美国西南部地区降水量与同期整层积分水汽输送场的相关分布

(阴影为通过 0.05 显著性水平检验的区域)

Fig. 7 Correlation coefficients between rainfall amounts in the southwestern part of the United States and the water vapour transpotations integrated in the whole atmospheric layer from January to April of 1951—2013

(Shadows denote the areas having passed the 0.05 significance level test)

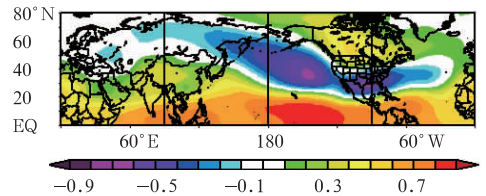


图 9 1948—2013 年 1—4 月 Nino3.4 区海面温度与同期 500 hPa 高度场的相关分布(阴影为通过 0.05 的显著性水平检验的区域)

Fig. 9 Correlation coefficients between sea surface temperature anomalies of Nino 3.4 region and 500 hPa geopotential height anomalies from January to April of 1948—2013

(Shadows denote the areas having passed the 0.05 significance level test)

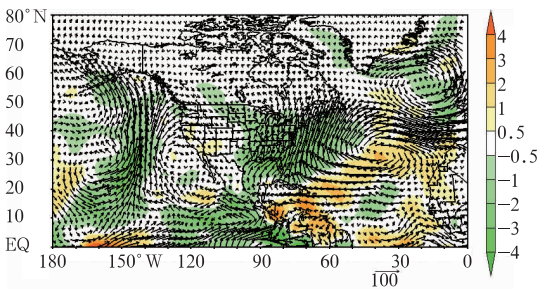


图 8 2014 年 1—4 月整层积分水汽输送距平分布(矢量为水汽输送距平,单位: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$;阴影区为水汽通量散度的距平场,单位: $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

Fig. 8 Distribution of integrated water vapour transpotation anomalies in the whole layer from January to April 2014

(Vectors denote water vapour transportation anomalies, unit: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$; shadows denote water vapour flux divergence anomalies, unit: $10^{-5} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$)

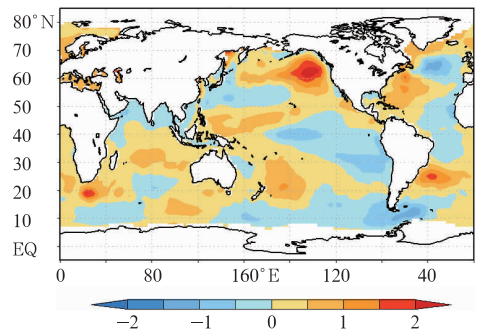


图 10 2014 年 1—4 月全球海面温度距平分布(单位: $^{\circ}\text{C}$)

Fig. 10 Distribution of global sea surface temperature anomalies from January to April 2014 (unit: $^{\circ}\text{C}$)

2.2 印度持续高温成因

2014 年 6 月上、中旬,南亚大部、中亚大部、我国西南地区、江淮至华南中部等地气温较常年同期偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$,其中印度东北部局部偏高 4°C 以上。6 月 1—18 日,印度区域平均气温 31.2°C ,较常年同期偏高 1.2°C ,是 1961 年以来历史同期最高值。印度首都新德里 8 日最高气温达 47.8°C ,创该市 62 年来最高记录。与此同时,在印度夏季风爆发以后,6 月 6—18 日,印度大部降水量偏少 60% 以上(国家气候中心气候监测室,2014c)。

2014 年印度夏季风于 6 月 6 日暴发,较常年偏晚 5 d。季风爆发后向北推进缓慢,除印度西南部外,季风前沿到达印度中部和北部的时间普遍较常年偏晚 $10\sim 15$ d(图略),使这些地区迟迟不能进入雨季,降水持续偏少。因此,印度夏季风北推进程滞缓和高压脊的持续控制是造成印度高温的主要原因。

印度季风异常直接影响着印度温度和降水的变化(Singh et al, 1985; Wang et al, 2009)。从 500 hPa 高度及其距平场上可以看到,北非高压加强东伸明显,副热带地区的经向度加大,并导致对流层中层在印度上空持续为偏强的高压脊控制(图 11);同时,低层 850 hPa 为异常反气旋环流(图 12),印度季风槽减弱,使得印度大部分区域盛行下沉气流,抑制对流活动的发展。因此,这期间高压脊的控制、印度夏季风北推进程滞缓等的共同作用导致印度中部和北部高温持续发展。

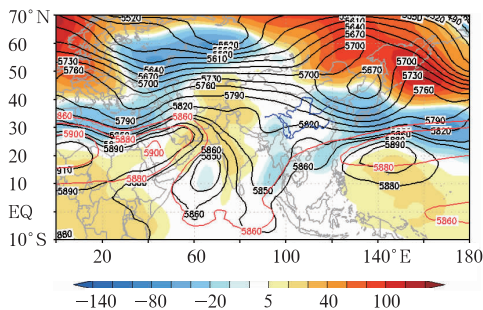


图 11 2014 年 6 月 6—18 日 500 hPa 高度(等值线)及距平(阴影)分布图(单位: gpm)
Fig. 11 Distribution of 500 hPa geopotential heights (contours) and anomalies (shadows) from 6 to 18 June 2014 (unit: gpm)

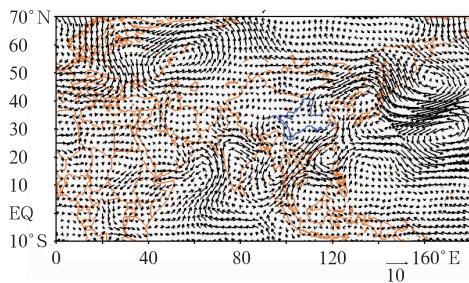


图 12 2014 年 6 月 6—18 日 850 hPa 风矢量距平(单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)
Fig. 12 850 hPa anomalous wind vectors averaged from 6 to 18 June 2014 (unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)

3 结 论

2014 年全球陆地和海洋表面温度持续偏高,比 1961—1990 年平均值高 0.57°C 左右,是有历史记录以来最暖的一年。在全球持续偏暖的背景下,2014 年世界上许多地方出现了显著的气候异常和极端天气气候事件。全球平均海表面温度也创历史新高。较高的海温加上其他因素导致许多国家出现异常暴雨和洪水,而另一些国家出现极端干旱和高温。北美西部、欧洲、亚洲东部、非洲许多地区、南美的大部分地区、澳洲南部和西部特别炎热。其中,1 月,南非、澳大利亚和阿根廷出现了热浪;5 月,澳大利亚出现了持续的炎热天气;6 月,印度遭遇罕见高温,新德里 8 日最高气温创 62 年来新高;10 月,阿根廷北部、巴拉圭、玻利维亚和巴西南部出现了创纪录的高温。另一方面,年初的寒流和暴风雪席卷北美洲、亚洲和欧洲部分地区,造成 201 人死亡;6—10 月亚洲、欧洲和北美洲部分地区遭受暴雨洪涝的袭击,并引发泥石流灾害,共造成接近 1400 人死亡。2014 年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 272 人死亡。

对大气环流、水汽输送和海温的进一步分析表明,2014 年 1—4 月,美国西南部地区持续处于高空脊的控制下,来自东北太平洋和墨西哥湾附近的水汽输送严重不足是导致干旱发生的直接原因。热带中东太平洋海温变化是影响北美地区降水年际异常的主要因素之一。2014 年前期,热带中东太平洋海温偏冷,通过激发遥相关波列,使得美国西南部处于高空脊的控制,从而导致降水偏少,干旱发生。

此外,印度夏季风北推进程滞缓和高压脊的持续控制是造成6月印度高温的主要原因。2014年印度夏季风暴发偏晚,季风暴发后向北推进缓慢,使印度中部和北部地区迟迟不能进入雨季,降水持续偏少。同时,在印度上空对流层中层为持续偏强的高压脊控制,低层为异常反气旋环流控制,印度大部分区域盛行下沉气流,抑制对流活动的发展。因此,受高压脊的控制、印度夏季风北推进程滞缓等的共同作用导致印度中部和北部高温持续发展。

参考文献

- 蔡雪薇,张芳华. 2014. 2014年5月大气环流和天气分析. *天气*, 40(8):1026-1032.
- 崔童,孙丞虎,王东阡,等. 2015. 2014年夏季气候异常特征及成因简析. *气象*, 41(1):119-125.
- 董全,张涛. 2014. 2014年3月大气环流和天气分析. *气象*, 40(6):769-776.
- 关月,何立富. 2014. 2014年6月大气环流和天气分析. *气象*, 40(9):1159-1164.
- 国家气候中心. 2014. 一次新的厄尔尼诺事件已形成未来3个月将持续发展. *ENSO监测简报*, 53:1-4.
- 国家气候中心气候监测室. 2014a. 一次新的厄尔尼诺事件已形. *气候监测快报*, 49:1-5.
- 国家气候中心气候监测室. 2014b. 美国西南部严重干旱及其可能成因分析. *气候监测快报*, 13:1-7.
- 国家气候中心气候监测室. 2014c. 印度夏季风北进滞缓 高温热浪持续. *气候监测快报*, 23:1-3.
- 李晓燕,翟盘茂. 2000. ENSO事件指数与指标研究. *气象学报*, 58(1):102-109.
- 民政部国家减灾中心. 2014a. 全国自然灾害基本情况分析_2014年1月. *中国减灾*, 5:61-62.
- 民政部国家减灾中心. 2014b. 全国自然灾害基本情况分析_2014年2月. *中国减灾*, 7:60-61.
- 民政部国家减灾中心. 2014c. 全国自然灾害基本情况分析_2014年5月. *中国减灾*, 13:62-63.
- 民政部国家减灾中心. 2014d. 全国自然灾害基本情况分析_2014年一季度. *中国减灾*, 9:61-62.
- 民政部国家减灾中心. 2014e. 全国自然灾害基本情况分析_2014年上半年. *中国减灾*, 15:62-63.
- 司东,李清泉,柳艳菊,等. 2014. 2013/2014年东亚冬季风异常偏弱的可能成因. *气象*, 40(7):913-919.
- 王朋岭,周兵,柳艳菊,等. 2015. 2014年海洋和大气环流异常及对对中国气候的影响. *气象*, 41(4):489-496.
- 王小玲,任福民,李威,等. 2006. 气候业务中全球台站逐日气候资料集的建立. *气象*, 32(3):39-43.
- 袁媛,柳艳菊,王艳姣,等. 2014. 2014年春季我国主要气候特征及成因简析. *气象*, 40(10):1279-1285.
- 中国气象局国家气候委员会. 2015. 2014年中国气候公报, 1-50.
- Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al. 1996. The NCEP/NCAR 40-year reanalysis project. *Bull Amer Meteor Soc*, 77:437-471.
- Leathers D, Yarnal B, Palecki M A. 1991. The Pacific/North American teleconnection pattern and the United States climate. Part I: Regional temperature and precipitation associations. *J Clim*, 4:517-528.
- Liebmann B, Smith C A. 1996. Description of a complete (interpolated) outgoing longwave radiation dataset. *Bull Amer Meteor Soc*, 77:1275-1277.
- Seager R, Hoerling M. 2014. Atmosphere and ocean origins of North American droughts. *J Clim*, 27:4581-4606.
- Singh S V, Kripalan R H. 1985. The south to north progressions of rainfall anomalies across India during the summer monsoon season. *Pure Appl Geophys*, 123:624-637.
- Wang B, Ding Q. 2009. Objective definition of the Indian summer monsoon onset. *J Clim*, 22:3303-3314.
- WMO. 2014a. WMO Provisional statement on the state of global climate in 2014. http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/documnets/1009_zh.pdf.
- WMO. 2014b. WMO Provisional statement on the state of global climate in 2014. http://www.wmo.int/pages/mediacentre/press_releases/documnets/1009-Draft_Statement_2014.pdf.
- WMO. 2015. WMO statement on the status of global climate in 2014. WMO-No. 1152:1-24.