

2013年浙江夏季异常高温及环流特征分析

赵军平 刘汉华 周春雨 曾欣欣
(浙江省气象台, 杭州 310017)

摘要: 利用NCEP/NCAR再分析格点资料、NOAA海温资料、浙江省常规气象观测资料等, 对浙江省高温天气气候特点及2013年异常高温情况进行研究分析, 以期为今后的高温预报服务提供科学依据和理论基础。结果表明: 浙江省高温日数以7月最多、8月次之; 空间分布上呈西多东少、内陆多沿海少的特点; 2013年盛夏浙江省出现近60余年最严重的高温热浪少雨天气, 高温日数异常偏多(7、8月分别比常年多出7和6d), 部分市县极端最高气温屡破历史纪录; 在2013年浙江盛夏高温期间, 北半球大气环流明显异常、极地低涡受阻不能南下、西太平洋副热带高压稳定偏强、冷空气过程时间短强度弱、台风北上活动影响少、中低层有深厚的暖脊并盛行强的下沉气流。

关键词: 高温, 副热带高压, 暖脊, 下沉气流, 环流特征

DOI: 10.3969/j.issn.2095-1973.2016.01.004

Analysis on Characteristic and Cause of Abnormal High Temperature in Summer of 2013 in Zhejiang

Zhao Junping, Liu Hanhua, Zhou Chunyu, Zeng Xinxin
(Zhejiang Provincial Meteorological Observatory, Hangzhou 310017)

Abstract: Based on the datasets from the NCEP/NCAR reanalysis, NOAA-SST dataset, the Zhejiang conventional observation data, the climate characteristics high temperature weather and the high temperature physical cause of 2013 in Zhejiang were explored in this study. The results show that high temperature days of Zhejiang appeared most frequently in July, followed by August. There were more high temperature days in the west region and less ones in the east coast. In the summer of 2013, large sections of Zhejiang Province were hit by heat wave and less rain. It's the worst heat wave in recent 60 years. The high temperature days of Zhejiang in the summer of 2013 were much more than those in the summer of the perennial average. The history records of extreme maximum temperature were broken in few cities and countries frequently. Further evidence shows that the Northern Hemisphere atmospheric circulation anomaly, polar low eddy blocked in the polar region, Northwest Pacific subtropical high remained so stable and so long, the weak cold advent that those processes tended to be short duration and limited strengthness, the less influence by northward landfall typhoon, the warm-deeply ridge, the downdraft at middle and low layer during the period of the summer continuous high temperature in 2013.

Keywords: high temperature, subtropical high, the warm ridge, the downdraft, characteristics of atmospheric circulation

0 引言

近年来, 全国各地高温热浪不断涌现, 极端高温的历史纪录也屡屡被打破^[1]。高温天气会引起少雨、干旱, 特别是持续高温天气, 会造成大面积和严重的干旱天气, 给自然界带来严重缺水, 农田干枯, 庄稼绝收, 人们用水、用电困难。因此, 高温天气与其他灾害性天气一样, 是广大气象工作者研究的课题之一。2003年夏季我国南方出现了大范围的高温天气,

很多研究对于其成因进行了分析探讨, 发现西太平洋副热带高压的偏强和稳定是导致高温的直接原因。杨辉等^[2]分析了2003年夏季中国江南异常高温, 发现西太平洋副热带高压的极度持续偏强和西伸是多系统综合作用的结果。刘还珠等^[3]研究了2003年长江以南高温少雨等异常天气, 表明其与西太平洋副热带高压活动特征有关。该年副热带高压偏强、位置异常偏西, 垂直结构呈现较强的动力性特征, 即低层为辐散下沉运动、高层为辐合, 脊线随高度向北倾斜。朱红等^[4]分析了2003年浙江高温天气得出: 高温强度则与20°N以南印度洋至太平洋的辐合带呈高正相关, 与4月欧亚经向环流指数为负相关。张玛等^[5]在研究2009年夏季中国高温过程得出: 南亚高压与副热带高压有很好

收稿日期: 2014年6月4日; 修回日期: 2014年12月8日
第一作者: 赵军平(1986—), Email: zjp-1213@163.com
资助信息: 中国气象局预报员专项(CMAYBY2014-027);
浙江省青年项目(2013QN01)

的响应关系,随着南亚高压的增强(减弱)东伸(西撤),副高强度进而增强(减弱)西伸(东撤)。低层辐散、副热带西风急流轴偏北、急流中心偏西等有利于夏季高温的发生和维持。陈廷芝等^[6]分析2010年夏季内蒙古干旱高温天气得出:2010年夏季赤道中东太平洋海温已表现为拉尼娜现象,因此是造成内蒙古干旱的原因之一。董彬^[7]在研究对2011年6月8日河南省周口出现42℃以上极端高温天气指出:暖高压脊控制下的中高层辐散、近地面层弱辐合的大气下沉运动和湿度较小空气干燥的物理量场配置,引起晴空辐射增温和下沉运动增温,是极端高温天气形成的主要物理机制。严文莲等^[8]分析了2010年江苏省连续性高温成因,指出盛夏期间前期赤道辐合带不活跃,不利于副高北抬,是造成当年出梅后区域性连续高温偏晚的一个重要原因。以上研究为分析2013年浙江高温的形成机理提供了一定的参考价值。

本研究所用的资料主要为NCEP/NCAR 2.5°×2.5°再分析格点资料、美国国家海洋和大气管理局(NOAA)提供的0.25°×0.25°、2°×2°重建海温资料、浙江省常规气象观测资料、中国气象局160个地面站降水和温度资料等。

1 高温天气概况

1.1 浙江省高温天气气候特征

根据浙江省72个国家级气象台站有一站或多站出现高温即作为一个高温日的标准,统计1951—2012年高温情况发现,浙江省的高温在3—10月均有可能出现,大部分出现在6—9月份,以7月最多,占高温总日数的38.7%,其次是8月,占34.8%,6月位居第3,占11.9%。浙江省极端最高气温为43.2℃(2003年7月31日,丽水)。浙江省的高温日分布具有明显的地域性(图略),总体为西多东少、内陆多沿海少,高值区位于丽水地区、金华地区、衢州地区的常山、江山、龙游和杭州地区西南部的桐庐、建德等地,一般年平均高温日数达30~40d,丽水的年平均高温日数为最多达44.8d,其次是云和(42.2d)。浙江东部沿海地区以及地处浙南山区的泰顺等地的年平均高温日数大都在10d以下,其中嵊山、玉环、南麂最少,建站以来未出现过高温日。从逐年的高温统计情况来看,最多的为2005年,出现86d,其次是2011年,为83d;最少为1954年,只出现34d。

1.2 2013年浙江省盛夏高温特点

1.2.1 异常高温特点

2013年7—8月浙江省高温日明显偏多,其中7月高温日31d,8月27d,分别比常年多出7和6d。在7—8

月高温期间,浙江省平均气温30.1℃,比常年同期偏高2.0℃,为近60余年同期最高;极端最高气温全省平均40.5℃,比常年同期偏高2.9℃,也为近60余年同期最高。有41县(市)极端最高气温破历史同期最高纪录,其中新昌和奉化,分别出现44.1℃(8月11日)和43.5℃(8月7日),打破了浙江省的最高纪录(原纪录2003年丽水43.2℃)。高温持续时间长,≥35℃高温日数全省平均37d,比常年同期偏多20d,其中有47县(市)≥40d,最多的有东阳、永康53d,诸暨达52d,萧山、兰溪、丽水、绍兴51d,富阳、湖州、余姚50d;40℃以上高温日数新昌20d,奉化、萧山15d,富阳、杭州、丽水、余姚、嵊州14d,临安、诸暨13d,绍兴12d,为历史罕见。高温范围广,除个别岛屿外,全省陆地全部出现了≥37℃的高温天气,其中≥38℃有64个县(市)占全省89%(64/72),≥40℃有56个县(市)占全省78%(56/72)。日最高气温≥40℃的站数为8月8日最多,达48个(市),占全省67%(48/72)(图1)。

1.2.2 降水量偏少

2013年高温期间,浙江省降水偏少、干旱严重,没能缓解持续的高温天气。7—8月全省平均降水203.4mm,比常年同期偏少近40%,从单站来看仅有上虞、仙居、龙泉比常年同期偏多,其余站点均偏少。降水量最少的为7月1—8月18日,全省平均降水55.7mm,比常年同期偏少近80%,嵊泗最少仅1.8mm、泰顺最多为209.8mm。全省有30个县(市、区)降水量为当地历史同期最少,共有淳安、海盐、常山、江山等4站降水量破历史同期最少纪录。与常年同期相比,有64站偏少,偏少幅度在10%~90%(图2)。

1.2.3 干旱严重

由于高温强度高、持续时间长、范围广、降水少,气象干旱严重。据浙江省气候中心气象干旱监测,进入7月下旬气象干旱发展迅速,到8月18日浙江省气象干旱达到最严重。全省中度以上气象干旱面积积达8.09万km²,其中特旱面积1.29万km²,重旱面积2.42万km²。对人民生活健康、供电供水和工农业生产及国民经济造成严重影响。

2 2013年浙江省异常高温期间环流特征

2.1 北半球大气环流明显异常

从500hPa7月1—8月31日30年的平均高度场(图3)看出,北半球中高纬度主要槽脊位于北美洲,欧亚地区为平直环流。太平洋的低纬度10°—35°N为副热带高压控制,但588hPa闭合线明显分开两环,一环

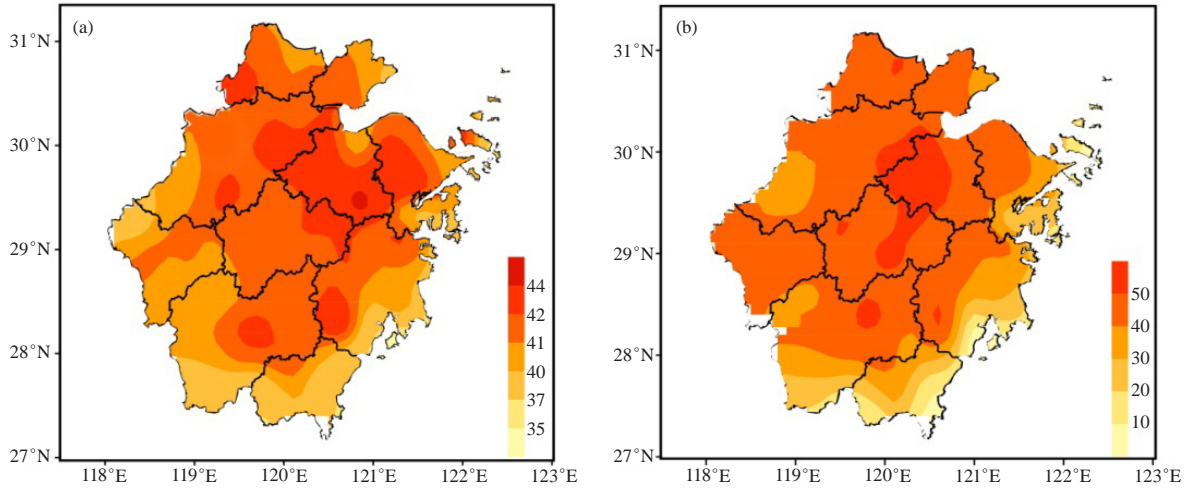


图1 2013年7月1—8月31日浙江省各县(市)最高温度(a, 单位: °C)和高温日数(b, 单位: d)分布图
Fig.1 The maximum temperature(unit: °C) and the number of high temperature days (unit: d) in counties of Zhejiang Province from 1 July to 31 August of 2013

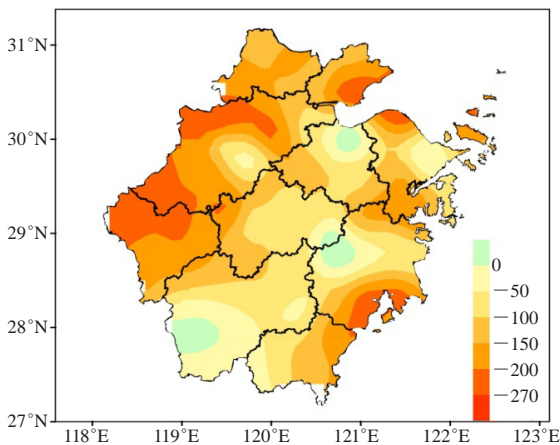


图2 2013年7月1—8月31日浙江省各县(市)降水量距平图(单位: mm)
Fig. 2 The precipitation anomaly in counties of Zhejiang Province from 1 July to 31 August of 2013 (unit: mm)

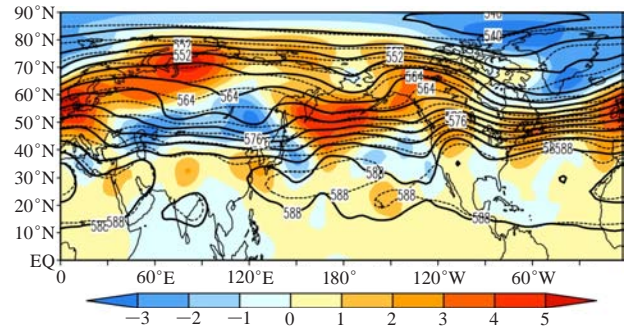


图3 7月1—8月31日500hPa平均高度场(虚线: 7月1—8月31日30年平均高度场, 实线: 2013年7月1—8月31日平均高度场, 填色: 2013年7月1—8月31日高度距平图)(单位: dagpm)
Fig. 3 The average height field at 500hPa from 1 July to 31 August (dotted line: the average height field at 500hPa from 1 July to 31 August of 1981—2010; solid line: the average height field at 500hPa from 1 July to 31 August of 2013; shaded: height anomaly at 500hPa from 1 July to 31 August of 2013) (unit: dagpm)

在西北太平洋的128°E至夏威夷群岛,脊线西段位于28°N,东段位于32°N;另一环在东北太平洋的东部。而2013年7月1—8月31日的平均高度场和距平看,北半球平均高度场有明显的变化,北半球中高纬度大气环流经向度加大,出现三槽三脊,特别是欧亚地区中高纬度环流经向度加大明显,欧洲西北部和亚洲东北部高压脊加强,分别伴有6和7dagpm的位势高度正距平中心。俄罗斯南部和蒙古国出现宽阔的低槽区,并有闭合低压中心,伴有-4~-2dagpm的位势高度负距平,从低槽区中不断有短波槽和弱冷空气东移南下影响亚洲东北部,造成俄罗斯东部和我国东北地区连续大到暴雨。西北和东北太平洋副热带高压明

显加强,由常年平均两环588hPa等高线闭合高压打通,588hPa等高线西进至118°E,我国25°—40°N出现1~3dagpm的正距平。由此可知,2013年盛夏北半球大气环流相对常年出现了明显的异常。

2.2 冷空气异常偏弱

近年来,夏季北极涛动与我国天气的关系也引起了广泛的关注^[9-10]。北极通常受低气压系统支配,当北极涛动处于正位相时,系统的气压差较正常强,限制极区冷空气向南扩展;当北极涛动处于负位相时,系统的气压差较正常弱,冷空气较易向南侵袭。从NOAA公布的2013年7月1—8月31日逐日北极涛动指数来看,呈负位相的日数共26d,比常年同期少10d,冷

空气南下时长明显较短。从2013年7月1—8月31日北半球850hPa温度场来看(图4),在我国25°—40°N存在大范围的正距平区,其中华北和华东地区达到2℃以上。在东北地区存在浅的温度槽,槽底位于38°N附近,跟常年同期的35°N相比,冷空气势力明显偏弱,影响不到我国南方地区,造成我国东北连续大到暴雨。2013年高温期间大气环流与常年平均环流比较有明显的异常(图3),极涡中心偏向西半球,在65°—85°N的暖性高压带恰好将极地的冷性低压包围住,造成冷空气被封闭在极地,不能影响副热带高压的势力,使得副高能够持续稳定的维持^[11]。

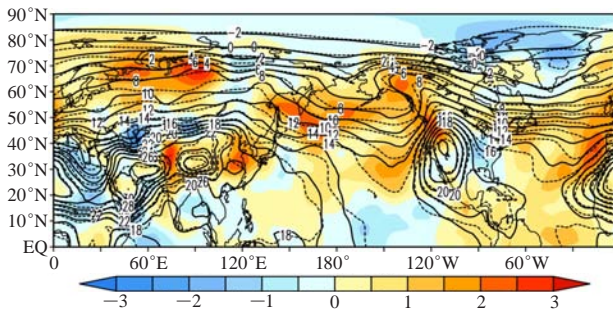


图4 7月1—8月31日850hPa平均温度场(虚线:7月1—8月31日30年平均温度场,实线:2013年7月1—8月31日平均温度场,填色:2013年7月1—8月31日温度距平图)(单位:℃)
Fig. 4 The average temperature field at 850hPa from 1 July to 31 August (dotted line: the average temperature field at 850hPa from 1 July to 31 August of 1981—2010; solid line: the average temperature field at 850hPa from 1 July to 31 August of 2013; shaded: temperature anomaly at 850hPa from 1 July to 31 August of 2013) (unit: °C)

2.3 高温与副热带高压的关系

从2013年7月1—8月31日杭州站和新昌站的日最高温度曲线图(图5)可以看出,2013年夏季35℃以上的高温天气出现6个阶段:第一阶段为7月1—5日,第二阶段为7月8—12日,第三阶段为7月14—19日,第四阶段为7月23—8月1日,第五阶段为8月5—8月17日,第六阶段为8月24—8月29日。38℃以上的高温天气出现在第二、四、五阶段。高温最强的出现在第四和第五阶段,分别达39~42℃和39~44℃。500hPa高度曲线的变化与地面日最高温度曲线变化基本一致,相关系数达到了0.5,远远超过0.01的信度检验。500hPa高度上升,地面日最高温度上升;500hPa高度下降,地面日最高温度下降。特别是:7月2日、7月11日、7月23—28日、8月6—8日500hPa出现阶段性的高点,地面日最高气温也出现阶段性高点,高点越高,地面日最高气温越高。值得注意的是,2013年7—8月杭州站500hPa高度出现586dagpm或以上,地面气温出现35℃或以上;出现588dagpm或以上,地面气

温出现38℃或以上。因此,夏季副热带高压的强弱与高温天气的强弱有直接的关系^[8]。

2013年7—8月高温期间,出现了5次阶段性的降温。杭州站500hPa高度时序图(图5)也可以看出,7月7日、7月13日、7月21日、8月2日、8月22日500hPa高度出现5个阶段性的低点,地面日最高气温也出现阶段性低点。分析发现,第一、三、四个降温时段有高空槽东移,但其较弱偏北,促使副高被迫东退减弱,588hPa等高线退至浙江沿海海面;而第二、五个降温时段分别有台风“苏力”、“潭美”北上,但其位置偏南,副高北抬,浙江东南沿海为东南风。每次降温过程时间短,降幅有限,副高都能够快速恢复增强,使得高温得以持续维持。

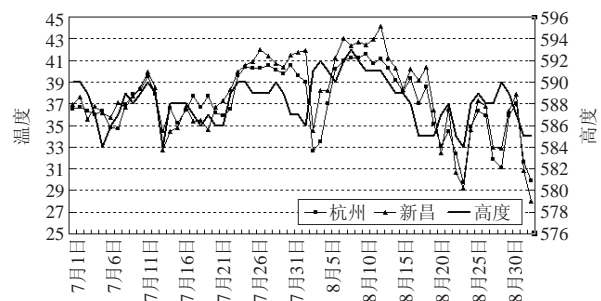


图5 2013年7月1—8月31日杭州、新昌逐日最高气温(单位:℃)以及杭州站500hPa高度时序图(单位:dagpm)
Fig. 5 The daily maximum temperature (unit: °C) at Hangzhou Station and Xinchang Station and the daily height (unit: dagpm) at Hangzhou Station from 1 July to 31 August of 2013

2.4 高温与中低层温度、下沉气流的关系

从中低层的温度及温度平流的变化(图6)可发现,在2013年7—8月高温期间,中低层出现6个阶段的暖脊,分别出现在7月1—5日、7月8—12日、7月

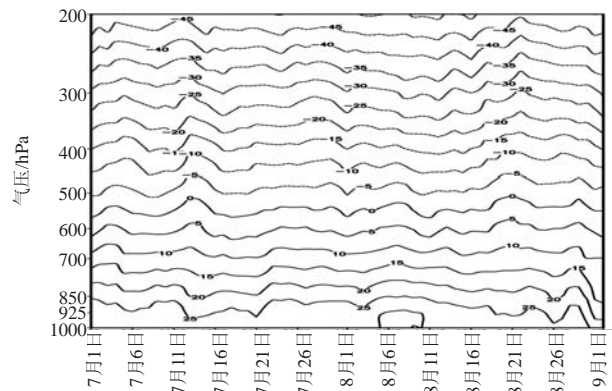


图6 2013年7月1—8月31日杭州站的温度垂直时序图(单位:℃)

Fig. 6 The sequence diagram of vertical temperature structure from 1 July to 31 August of 2013 at Hangzhou Station (unit: °C)

14—19日、7月23—8月1日、8月5—17日、8月24—29日，与6个阶段的高温天气相对应。暖脊发展深厚，除第三阶段以外，其余5个阶段暖脊均发展到500hPa以上，其中第四和第五阶段暖脊发展更高，到400hPa以上，对应的是高温最强的2个阶段，特别是第五阶段25℃等温线发展到850hPa，浙江省出现大面积40℃以上的高温天气。与此形势相配合，杭州和新昌等站也出现了5次高温低值，这正与5个阶段性降温相对应。2013年7—8月，长江流域以南至华南北部地区中低层（500hPa以下）盛行下沉气流。最强的下沉气流出现在850和925hPa，与常年比较，2013年夏季长江流域以南至华南北部地区低层下沉气流明显强于常年，925hPa垂直速度正距平达0~0.09Pa/s，最强的出现在浙江、江西、湖南北部、湖北南部、安徽南部，垂直速度正距平达0.06~0.09Pa/s（图7）。因此，中底层深厚的暖脊以及长江流域以南至华南北部地区的强下沉气流与2013年夏季高温有着密切的关系。

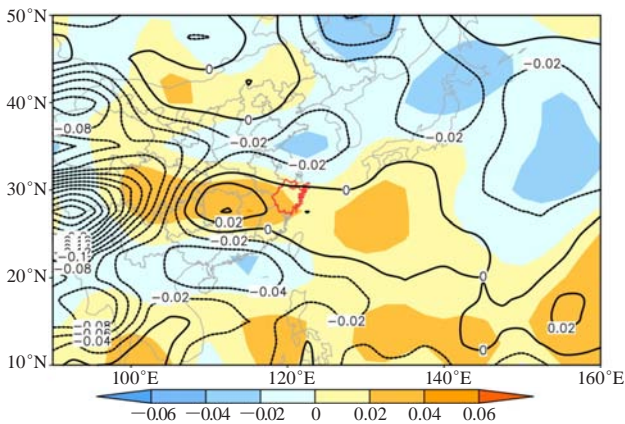


图7 2013年7月1—8月31日850hPa平均垂直速度和距平图
(单位: Pa/s)

Fig. 7 The mean and anomaly of vertical velocity at 850hPa from 1 July to 31 August of 2013 (unit: Pa/s)

2.5 台风活动北上影响少

2013年1—8月，赤道中东太平洋Niño3.4区的海表温度距平均显示为负值（图略），冷海温由东向西伸展，相对常年同期持续异常偏低。在赤道中东太平洋海温负距平的年份，热带气旋在西北太平洋的西北象限的生成频率增加^[12-13]，靠近我国的东南、华南沿海。在持续偏强、脊线位置较高、东西带状的副高偏东气流影响下，不利于热带气旋北上，登陆地点较为偏南。2013年7—8月，有4个热带气旋在我国广东省、海南省以及越南登陆，只有3个在福建中南部沿海登陆。在受到福建登陆的三个热带气旋外围环流影

响，浙江南部出现强降水和大风过程，中北部以阵雨天气为主，高温天气没有得到很大的缓解。

3 小结

1) 浙江省的高温3—10月均有可能出现，大部分出现在6—9月，以7月最多，占高温总日数的38.7%，其次是8月，占34.8%。浙江省的高温日分布具有明显的地域性，总体为西多东少、内陆多沿海少。

2) 2013年盛夏浙江省出现了近60余年最严重的高温热浪少雨天气，高温持续时间之长、强度之强、范围之广、降水之少、蒸发之大，均为历史同期最严重。7—8月高温日数比常年异常偏多，部分市县极端最高气温屡破历史纪录。

3) 2013年浙江盛夏高温期间，北半球大气环流明显异常，极地冷涡受阻不能南下，西北太平洋副热带高压异常偏强并控制浙江。中低层有深厚的暖脊、下沉气流较强，暖层发展越高，下沉气流越强，高温越强。

4) 2013年7—8月，台风影响位置偏南、强度偏弱；冷空气过程位置北、强度偏弱、时间偏短；阶段性的降温、降水并没能缓解高温，使得持续性高温过程频繁且间隔时间短。

参考文献

- [1] 谈建国, 郑有飞. 我国主要城市高温热浪时空分布特征. 气象科技, 2013, 41(2): 347-351.
- [2] 杨辉, 李崇银. 2003年夏季中国长江以南异常高温的分析研究. 气候与环境研究, 2005, 10(1): 80-85.
- [3] 刘还珠, 赵声蓉, 赵翠光. 2003年夏季异常天气与西太副高和南亚高压演变特征的分析. 高原气象, 2006, 25(2): 169-178.
- [4] 朱红, 俞科爱. 2003年浙北高温分析及预报. 气象, 2005, 31(7): 42-44.
- [5] 张玛, 高庆九, 蒋薇. 2009年夏季中国高温分析. 气象科学, 2011, 31(5): 582-590.
- [6] 陈廷芝, 刘克利. 2010年夏季内蒙古干旱高温分析. 第28届中国气象学会年会, 2011.
- [7] 董彬. 2011年6月河南周口极端高温分析. 农业灾害研究, 2012, 2(4): 89-91, 94.
- [8] 严文莲, 韩桂荣, 魏建芬, 等. 2010年江苏省连续性高温特点及成因分析. 气象科学, 2012, 32(3): 293-297.
- [9] 邓伟涛. 夏季北极涛动(AO)、东亚夏季风与中国东部降水的年代际变化关系. 南京: 南京信息工程大学, 2005.
- [10] 郭国龙, 李力, 晏利斌. 夏季北极涛动与亚洲中部干湿状况关系研究. 干旱区研究, 2009, 26(6): 901-908.
- [11] Zhang L S, Xue J J, Wang W G, et al. Comparative analysis of extreme high temperature weather in the summers of 2013 and 2003. Atmospheric and Oceanic Science Letters, 2014, 7(2): 132-136.
- [12] Wang B, Chan J C L. How strong ENSO events affect tropical storm activity over the western North Pacific. J Climate, 2002, 15(13): 1643-1658.
- [13] 赵军平, 吴立广, 赵海坤. 西北太平洋热带气旋潜在生成指数的改进. 气象科学, 2012, 32(6): 591-599.