

龚志强,王艳娇,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.

2013年夏季气候异常特征及成因简析^{*}

龚志强 王艳娇 王遵娅 马丽娟 孙丞虎 张思齐

国家气候中心,北京 100081

提 要: 2013年夏季,全国平均降水量339.9 mm,较常年同期偏多4.5%;降水分布呈“北多南少”态势,东北和华北降水异常偏多,而黄淮至江南北部降水明显偏少。全国平均气温21.7℃,较常年同期偏高0.7℃,与2006和2010年并列为1961年以来同期最高;黄淮至江南北部等地区气温异常偏高,极端高温事件突出。此外,欧洲东南部至东亚北部被浅薄的低槽区控制,不利于冷空气深入影响中国南方地区;东亚夏季风偏强,西北太平洋副热带高压(以下简称副高)明显偏北,有利于低纬度暖湿气流沿着副高外围北上,冷暖空气在我国华北和东北地区交汇,形成水汽的异常辐合区,造成北方地区降水异常偏多。同时,副高持续加强西伸,副高西侧持续稳定控制我国南方大部分地区,导致该地区持续受异常下沉运动控制,对流活动受到抑制,从而造成了中国南方地区的持续高温事件。

关键词: 夏季, 极端高温, 降水, 年代际

中图分类号: P461

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2014.01.015

Briefly Analysis on Climate Anomalies and Causations in Summer 2013

GONG Zhiqiang WANG Yanjiao WANG Zunya MA Lijuan SUN Chenghu ZHANG Siqi

National Climate Centre, Beijing 100081

Abstract: In summer 2013, the mean precipitation in China is 339.9 mm, 4.5% more than normal. The precipitation is more than normal in North China and Northeast China and less than normal in the regions from Huanghuai to northern Jiangnan, which shows the North-more and south-less situation. Meanwhile, the summer average temperature in China is 21.7℃, which is 0.7℃ above normal and equal to the highest record in 2006 and 2011. Temperature in the regions from Huanghuai to Northern Jiangnan is extremely higher than normal and extreme high temperature events continually happened in these regions. In addition, possible causations for more precipitation in Northern China and extremely warmer in South China is also analyzed. The results show that the area from southeastern Europe to Northern part of East Asia is controlled by the weak East Asia trough which is not good for the cold air to move south into South China. The East Asia summer monsoon is stronger than normal and the West Pacific subtropical high (briefly subtropical high) is more northern than normal, which is good for low-latitude warm and humid water vapor to transport to North China. The warm and cold airs converge in North China and Northeast China, forming the water vapor convergence and finally causing more precipitation in these regions. Meanwhile, subtropical high frequently strengthens and west expands, making the most part of southern China is always controlled by the west part of subtropical high. This circulation anomaly causes stronger downward air movement, weaker convection and less precipitation in these regions, then finally resulting in the extreme

* 国家自然科学基金项目(41205040)、国家重大基础研究计划项目(2012CB955203)和公益性行业(气象)科研专项(GYHY201306021)共同资助

2013年10月10日收稿; 2013年11月22日收修定稿

第一作者:龚志强,主要从事短期气候预测和气候系统复杂网络及其应用研究. Email: gongzq@cma.gov.cn

high temperature event in southern China.

Key words: summer, extreme high temperature, precipitation, decadal

引 言

中国地处东亚季风区,其夏季气候异常的重要内容之一为中国东部雨带的异常分布特征。中国东部夏季雨带随着季风的发展和北推,阶段性的从低纬度向中、高纬度移动,随后季风迅速南撤,导致东部雨季消失(丁一汇,2005)。目前,对由季风活动异常和降水的距平百分率等确定雨型已经形成一定的共识,并取得了一系列重要的研究成果。如:廖荃荪等(1981)利用1951—1980年夏季中国降水资料,提出了中国夏季“三类雨型”的概念;陈菊英等(1990)、魏凤英等(1988)都指出我国东部地区夏季降水雨带的位置可以分为三种类型。黄荣辉等(2008;2011)进一步揭示了中国东部季风区夏季降水存在两个主要模态,即从南到北的经向三极子型和偶极子型分布模态。此外,中国东部雨带的分布,不仅存在准两年周期振荡(丁一汇,2005),也存在年代际尺度的变迁(黄荣辉等,2008;2011;张庆云等,2007;邓伟涛等,2009)。顾薇等(2005)也指出了近几年中国东部雨带可能出现“南涝北旱”向“南旱北涝”的转型,龚志强等(2013)则通过对比分析海温、大气等指数,讨论了2012年具有中国东部夏季降水转型的可能信号。因此,加强对中国夏季雨带可能具有的年代际特征分析是气候变化研究的重要内容之一。

此外,中国夏季气候具有典型的年际尺度特征,表现为各种气温、降水异常及其在时间和空间上的

持续维持而造成气象灾害或极端气候事件等(宋文玲等,2013;王遵娅等,2013)。如1998年长江流域夏季降水异常偏多而造成的长江中下游地区洪涝灾害(冯明等,2000);2006年川渝高温伏旱天气(彭京备等,2007);2003和2007年的淮河流域洪涝灾害(徐良炎,2003);2009年的东北夏季低温等(沈柏竹等,2011)。各类气候异常事件给工农业生产造成了不同程度的影响,使国家和人民群众均遭受了严重的经济损失。因此,详细分析历年夏季气候异常的年代际背景特征,加强对重大气候异常事件年际的成因诊断分析,深入理解海洋和冰雪等外部强迫,大气的内动力过程等的协同作用对中国夏季气候的可能影响等,具有重要的现实意义。

由此,围绕2013年夏季中国西部和北方地区降水异常偏多,南方地区出现持续时间长,空间范围广的高温酷暑天气等。本文尝试结合中国东部夏季降水的年代际演变的时间纬度剖面图,分析夏季降水异常可能对应的年代际背景特征。同时,分析夏季降水和温度的年际异常特征,并结合相应的大气环流异常探讨可能的成因。

1 2013年夏季天气气候特征

1.1 全国降水异常特征

夏季,全国平均降水量339.9 mm,较常年同期(325.2 mm)偏多4.5%(图1)。降水分布呈“北多

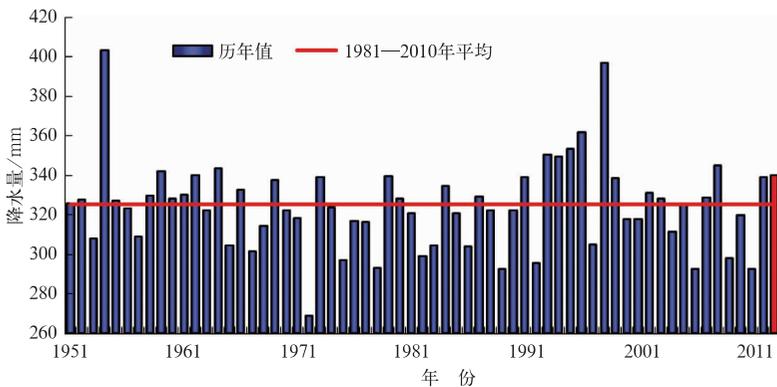


图1 1951—2013年夏季全国平均降水量(单位: mm)历年变化

Fig. 1 Time series of summer precipitation during 1951—2013 (unit: mm)

南少”态势,西北西部和东部、华北大部、东北大部、内蒙古东北部等地降水偏多 20%~100%,局部地区偏多 100%以上;黄淮南部、江淮东部、江南中部和西部、贵州和重庆等地偏少 20%~50%,局部地区偏少 50%~80%(图 2)。

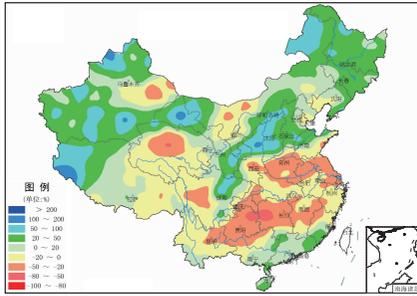


图 2 2013 夏季(2013 年 6 月 1 日至 8 月 31 日,下同)全国降水距平百分率分布(单位:%)
Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentages of China in summer (from 1 June to 31 August) 2013 (unit: %)

1.2 全国平均气温异常特征

2013 年夏季,全国平均气温 21.7℃,较常年同期(21.0℃)偏高 0.7℃,与 2006 和 2010 年并列为 1961 年以来同期最高(图 3)。从空间分布看,除新疆、内蒙古和海南的局部地区气温偏低 0.5~1℃外,全国其余大部气温偏高或接近常年同期,其中黄淮至江南北部、青海、四川、重庆、贵州大部等地偏高 1~2℃,部分地区偏高 2℃以上(图 4)。

夏季,黄淮至江南北部 8 省(市)(山东、河南、江苏、安徽、上海、湖南、江西和湖北)平均气温 28.0℃,较常年同期(26.4℃)偏高 1.6℃,为 1961 年以来同期最高(图 5);而这一地区的平均降水量仅 398.4 mm,较常年同期(486.4 mm)偏少 18.0%,为 1993

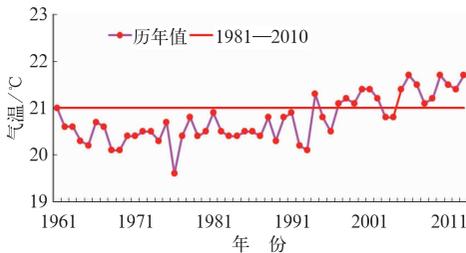


图 3 1961—2013 年夏季全国平均气温(单位:℃)历年变化

Fig. 3 Time series of summer average temperature during 1951—2013 (unit: °C)

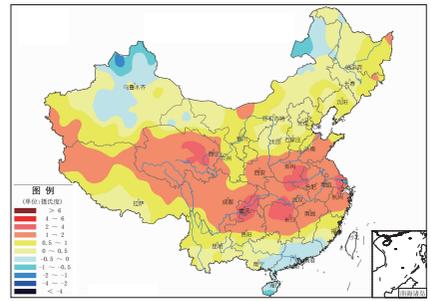


图 4 2013 夏季全国平均气温距平分布(单位:℃)

Fig. 4 Distribution of temperature anomalies of China in summer 2013 (unit: °C)

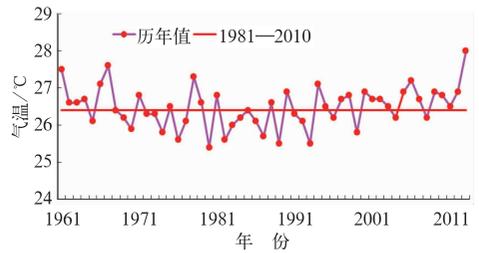


图 5 1961—2013 年山东、河南、江苏、安徽、上海、湖南、江西和湖北 8 省(市)夏季平均气温(单位:℃)历年变化

Fig. 5 Time series of summer temperature averaged over Shandong, Henan, Jiangxi, Jiangsu, Anhui, Shanghai, Hunan, Hubei during 1951—2013 (unit: °C)

年来同期最少(图 6)。

2 2013 年夏季极端气候事件特征

2013 年夏季,我国主要出现了极端日降水量、极端连续降水量、极端高温和极端连续高温事件等。广东、广西、甘肃、河北、山西、陕西和内蒙古等 27 省(区、市)有 217 个气象观测站发生极端日降水量事件,其中广东潮阳(475.1 mm)、四川都江堰(416.0 mm)、辽宁黑山(263.0 mm)等 55 站达到或超过历史极值(图 7);突破日降水量记录的站次数达 57,较气候平均值(38 站次)偏多,为 1998 年以来历史同期次高。同时,广东、四川、甘肃、山西、山东、吉林和黑龙江等 27 省(区、市)有 247 站发生极端连续降水量事件,其中四川都江堰(754.7 mm)、广东乳源(670.7 mm)及广西金秀(625.2 mm)等 59 站达到或超过历史极值(图 8)。

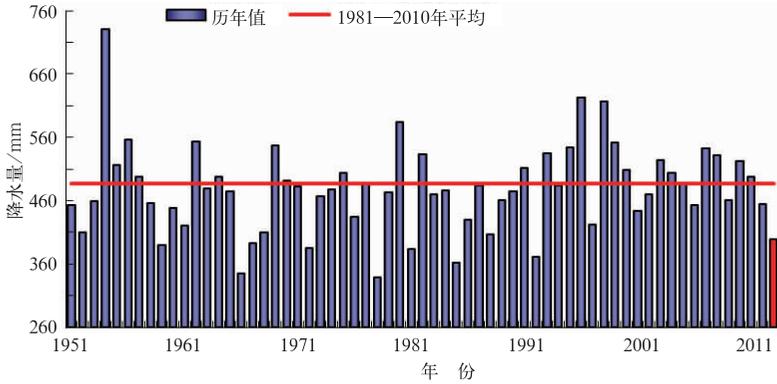


图 6 1951—2013 年鲁豫苏皖沪湘赣鄂 8 省(市)夏季平均
降水量(单位: mm)历年变化

Fig. 6 Time series of summer precipitation averaged over Shandong, Henan, Jiangxi, Jiangsu, Anhui, Shanghai, Hunan, Hubei during 1951—2013 (unit: mm)

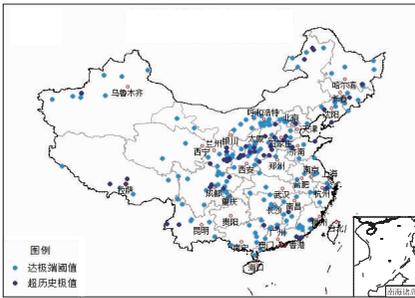


图 7 2013 年夏季全国极端日
降水量事件站点分布图

Fig. 7 Distribution of stations with
extreme daily precipitation over
of China in summer 2013

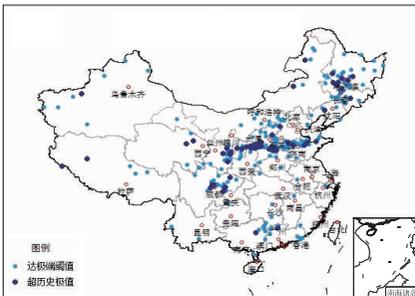


图 8 2013 年夏季全国极端连续
降水量事件站点分布图

Fig. 8 Distribution of stations with
extreme persistent precipitation
events over China in summer 2013

温事件,其中浙江新昌(44.1℃)、奉化(43.5℃)和湖南慈利(43.2℃)等 206 站达到或突破历史极值(图 9);突破日最高气温纪录的站次数达 607,远大于气候平均值(53 站次),为历史同期最高。同时,湖南、湖北、安徽、江苏、浙江、河南等 20 省(区、市)有 434 站发生极端连续高温日数事件,其中湖南长沙(48 d)、衡山(48 d)和安仁(45 d)等 144 站达到或突破历史极值;突破连续高温日数纪录的站次数达 161,远大于气候平均值(36 站次),为历史同期最高(图 10)。

3 气候异常成因分析

2013 年夏季全国范围的主要气候异常最显著的特征大致可以总结为两点:(1)华北至东北地区的

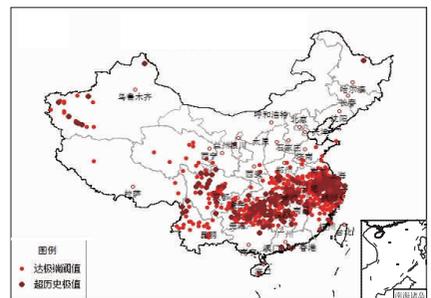


图 9 2013 年夏季全国极端高温
事件站点分布图

Fig. 9 Distribution of stations with
extreme high temperature events over
China in summer 2013

季内,贵州、云南、四川、浙江、安徽、湖南和湖北等 23 个省(区、市)有 530 个气象观测站发生极端高

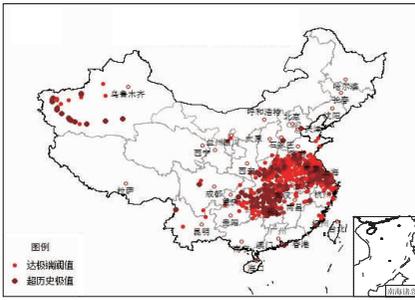


图 10 2013 年全国极端连续高温日数事件站点分布图
 Fig. 10 Distribution of stations with extreme persistent high temperature days over China in summer 2013

降水异常偏多;(2)黄淮至华南北部地区出现持续的异常高温。下文将围绕这两大气候异常特征形成的大气内部过程作简要的分析。

3.1 夏季中国北方降水异常偏多的成因

(1) 中国东部夏季降水年代际变迁

图 11 给出了我国东部地区(105°~120°E)夏季(6—8月)降水距平百分率的纬度-时间剖面图。可以看出,1961 年以来中国东部地区的夏季降水异常分布存在明显的年代际变化。大体表现为 1961—1977 年东北南部和华北降水异常偏多,长江和淮河流域降水异常偏少,华南地区降水偏多,从南到北表现为“+ - +”的经向三极子型;1978—1992 年华北

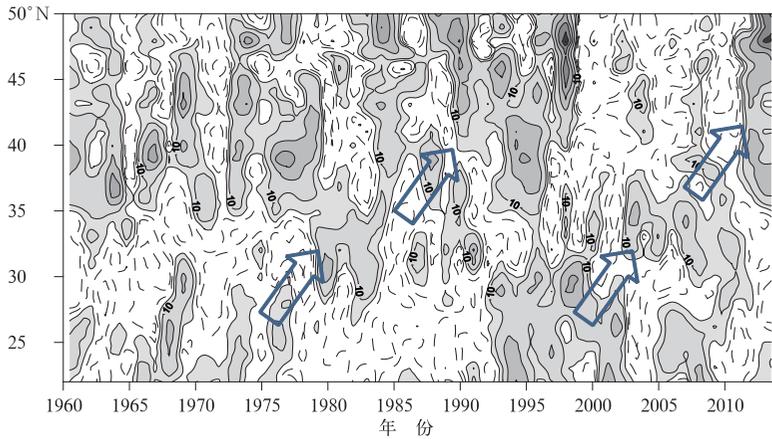


图 11 我国东部地区(105°~120°E)夏季(6—8月)降水距平百分率的纬度-时间剖面图

(实线和虚线分别代表正负距平,阴影:正距平)

Fig. 11 Latitude-time cross section of summer (June—August) precipitation anomaly percentage in eastern China (105°—120°E)

(Solid and dashed lines indicate positive and negative anomalies, respectively, and positive anomalies are shaded)

地区降水偏少,长江和淮河流域降水偏多,华南地区降水偏少,从南到北表现为“+ - +”的经向三极子型;1993—1998 年具有与 1961—1977 年类似的模态,但长江和淮河流域偏少的特征不如前一时期显著;1999—2009 年则表现为东北南部和华北偏少,江淮和黄淮地区偏多,江南北部偏少,华南偏多的“+ - +”的特征。这与黄荣辉等(2008;2011)和张庆云等(2007)关于我国东部季风区夏季降水的年代际变化特征的研究结果基本一致。此外,从图 11 也可以看出,从 20 世纪 60—90 年代,降水异常偏多的区域存在一个由华南向华北和东北地区推进的过

程,并且在 90 年代至 21 世纪前 10 年初,也存在类似雨带由南向北推进的特征,主要表现为华南、长江和淮河、华北和东北南部的三级跳过程(如图 11 中箭头所示)。2011 年以来,北方降水偏多,南方降水偏少的特征初现端倪。这可能对应了 2013 年夏季中国北方降水异常偏多的年代际变化的背景特征。

(2) 夏季中国北方降水异常偏多的年际成因

2013 年夏季,在 500 hPa 高度及距平场上,欧洲大部至西伯利亚西北部被正高度距平控制,而欧洲东南部至东亚北部为宽广的低槽区(图 12),这种环流型有利于高纬冷空气南下影响中国北方地区。

季内,副热带高压(以下简称副高)脊线位置以偏北为主,西伸脊点明显偏西,副高强度总体偏强(图 12),从而有利于南方地区的水汽沿着副高外围北上,影响中国东部的北方地区。

东亚夏季风指数与东亚夏季降水有很显著的相关性(施能等,1996;Ding,2007;封国林等,2011)。同时,2013 年东亚夏季风指数以偏强为主,根据祝从文等(2000)定义的夏季风指数,2013 年东亚夏季风指数为 1.30,较常年同期(0.02)显著偏强,也有利于低纬度的水汽向中国北方地区输送。此外,副高西侧偏南气流与来自南方偏强的季风水汽汇合后,向我国北方地区输送异常偏多的暖湿水汽(图 13),

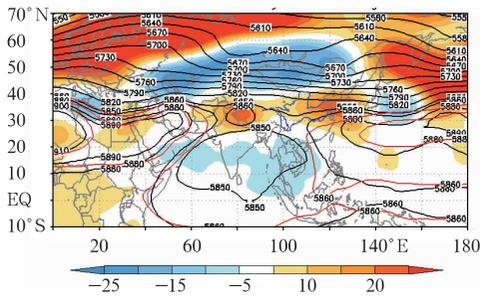


图 12 2013 年夏季 500 hPa 位势高度(等值线)及其距平(阴影区)分布(单位:gpm)
(红色等值线为同期气候平均 5880 和 5860 gpm 等值线)

Fig. 12 Mean geopotential heights (contour) and anomalies (shaded) at 500 hPa for summer 2013 (unit: gpm)
(5880 and 5860 of climatology is shown by red lines)

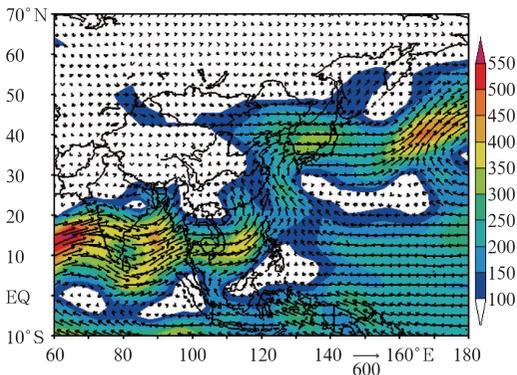


图 13 2013 年夏季对流层整层积分水汽输送场(单位:kg·s⁻¹·m⁻¹)

Fig. 13 Water vapor flux (vector) and water vapor vertically integrated from surface to 300 hPa in summer 2013 (unit: kg·s⁻¹·m⁻¹)

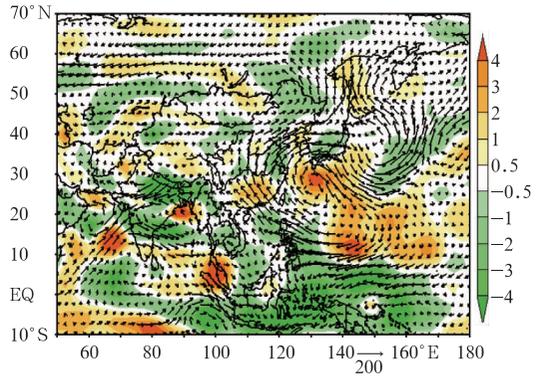


图 14 2013 年夏季对流层整层积分水汽输送距平场(矢量,单位:kg·s⁻¹·m⁻¹)及辐合辐散异常场(阴影区,单位:10⁵ kg·s⁻¹·m⁻²)
[黄色(绿色)阴影表示异常辐散(辐合)]

Fig. 14 Water vapor flux anomalies (vector: kg·s⁻¹·m⁻¹) and divergence of water vapor flux (shaded areas, unit: 10⁵ kg·s⁻¹·m⁻²) vertically integrated from surface to 300 hPa in summer 2013
(Yellow and blue denote divergence and convergence anomalies, respectively)

冷空气和暖湿气流在我国北方地区交汇,形成异常的辐合区(图 14),造成我国北方地区降水持续偏多。

3.2 夏季中国南方地区持续高温成因

季内,欧亚中高纬度地区的低压槽相对较浅薄,不利于北方地区冷空气深入南下影响我国南方地区(图 12);副高阶段性加强西伸,副高脊点西伸至 120°E 附近,较常年同期明显偏西(图 12);同时,副高脊线位置明显偏北、面积偏大,副高西侧(5860 等值线)持续稳定控制我国南方大部分地区(图 12),导致该地区持续受异常下沉运动控制,对流活动受到抑制,降水偏少,高温持续发展。

4 结 论

2013 年夏季,全国平均降水量较常年同期偏多,降水异常分布呈“北多南少”态势,即东北和华北降水异常偏多,黄淮至江南北部降水明显偏少。全国平均气温较常年同期偏高,黄淮至江南北部等地区气温异常偏高,极端高温事件突出。

21 世纪前 10 年后期以来,PDO 由暖位相向冷位相转变,东亚夏季风由弱变强,2011 年以来北方降水偏多,南方降水偏少的特征初现端倪,从而为

2013年夏季中国东部降水“北多南少”的异常特征提供了年代际背景。此外,同期的500 hPa高度场中,欧洲大部至西伯利亚西北部为正高度距平控制,而欧洲东南部至东亚北部为宽广的低槽区控制,不利于北方冷空气深入南下。同时,东亚夏季风偏强,副高明显偏北,有利于北方的暖湿气流沿着副高外围北上,冷暖空气在我国华北和东北地区交汇,形成水汽的异常辐合区,造成北方地区降水异常偏多。

2013年夏季,副高持续加强西伸,副高脊线位置明显偏北、面积偏大,副高西侧持续稳定控制我国南方大部分地区,导致该地区持续受异常下沉运动控制,对流活动受到抑制,降水偏少,高温持续发展,从而造成了中国南方地区的持续高温事件。

此外,21世纪10年代中后期以来,PDO由暖位相向冷位相转变,2012年北太平洋海温异常偏暖,同时西太平洋海温由异常偏暖状态转变异常偏冷的状态,具有类似1961—1978年时段的特征。根据于乐江等(2011)的研究,中国夏季降水的年代际变化与西太平洋的海温有重要联系,尤其是20世纪70年代之后,可能西太平洋的海温起到更主要的作用。因此,2012年的西太平洋海温有正转负,也可能是21世纪10年代以来中国东部降水雨型调整的一个可能的重要外部强迫证据。同时,21世纪10年代后期以来,东亚夏季风由弱变强,副高则由强变弱,北方冷系统活动变弱,这在一定程度支持了2012年作为中国东部夏季降水发生年代际调整初现端倪是完全有可能的。

参考文献

陈菊英,罗勇.1990.中国夏季的雨带和旱涝的分类及超长波预测//中国科学技术协会工作部.全国减轻自然灾害研讨会论文集(1990).北京:中国科学技术出版社,178-185.

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.

丁一汇.2005.高等天气学.北京:气象出版社,236-250.

封国林,侯威,支蓉,等.2011.极端气候事件的检测、诊断和可预测性研究.北京:科学出版社,350-365.

冯明,王家宝,熊守全.2000.1998年长江大洪水与大气环流和海温异常分析.长江流域资源与环境,9(1):112-117.

龚志强,赵俊虎,封国林.2013.中国东部2012年夏季降水及年代际转型的可能信号分析.物理学报,62(9):099205.

顾薇,李崇银,杨辉.2005.中国东部夏季主要降水型的年代际变化及趋势分析.气象学报,63(5):728-739.

黄荣辉,陈际龙,刘永.2011.我国东部夏季降水异常主模态的年代际变化及其与东亚水汽输送的关系.大气科学,35(4):589-606.

黄荣辉,顾雷,陈际龙,等.2008.东亚季风系统的时空变化特征及其对我国气候异常影响的最近研究进展.大气科学,32(4):691-719.

廖笙荪,陈桂英,陈国珍.1981.北半球西风带环流和中国夏季降水//全国中长期预报经验交流会编辑组.长期天气预报文集.北京:气象出版社,103-114.

彭京备,张庆云,布和朝.2007.2006年川渝地区高温干旱特征及其成因分析.气候与环境研究,12(3):464-474.

沈柏竹,廉毅,刘实,等.2011.2009年中国东北夏季低温及其与前期海气系统变化的联系.气象学报,69(2):320-333.

施能,朱乾根,吴彬贵.1996.近40年东亚夏季风及我国夏季大尺度天气气候异常.大气科学,20(5):575-583.

宋文玲,顾薇,柳艳菊,等.2013.黄河中游夏季降水异常的先兆特征和预测方法.气象,39(9):1204-1209.

王遵娅,任福民,王东阡,等.2013.2012年海洋和大气环流异常及其对中国气候的影响.气象,39(4):508-515.

魏凤英,张先恭.1988.我国东部夏季雨带类型的划分及预报.气象,14(8):15-19.

徐良炎.2003.淮河流域暴雨频繁洪涝严重:江南华南酷热少雨伏旱发展.气象,29(10):62-63.

于乐江,胡墩欣,冯俊乔.2011.太平洋和印度洋在南海夏季风爆发年代际变化中的作用.大气科学,35(6):1091-1112.

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,31(6):1290-1300.

祝从文,何金海,吴国雄.2000.东亚季风指数及其与大尺度热力环流年际变化关系.气象学报,58(4):391-402.

Ding Y H. 2007. The variability of the Asian summer monsoon. J Meteor Soc Japan, 85B: 21-54.