

王艳姣,周兵,司东,等. 2012 年夏季我国降水异常及成因分析. 气象, 39(1):118-122.

2012 年夏季我国降水异常及成因分析^{*}

王艳姣 周 兵 司 东 孙丞虎 王启祎

国家气候中心,北京 100081

提 要: 2012 年夏季我国降水呈现雨带位置偏北,雨量偏多的异常特征。进一步对 2012 年夏季我国北方地区降水异常偏多成因分析表明,2012 年夏季东亚夏季风显著偏强,副热带高压脊线位置偏北,将大量的暖湿水汽持续向我国北方地区输送,而欧亚中高纬大气多短波槽活动,短波槽带来的冷空气和来自南方的暖湿空气频繁在我国北方地区汇合,造成我国北方地区降水异常偏多。此外,前期拉尼娜事件和太平洋 PDO 冷位相是造成我国北方降水异常偏多的重要外强迫条件。

关键词: 降水异常,拉尼娜,季风, PDO

中图分类号: P434

文献标识码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2013.01.015

Analysis of Rainfall Anomalies in China in Summer 2012

WANG Yanjiao ZHOU Bing SI Dong SUN Chenghu WANG Qiyi

National Climate Centre, Beijing 100081

Abstract: The average precipitations were more than normal in northern China in summer 2012. The causes of precipitation anomalies were analyzed. Results showed that more warm and humid water vapor was transported continuously to northern China due to the stronger East Asian summer monsoon and the northward West Pacific subtropical high ridge. While shortwave troughs were in activities in the mid-high latitudes over the Eurasia in summer 2012, they brought about more cold airs, and the latter converged with the warm and humid airs from the South China Sea and the East China Sea in northern China, which contributed to the more precipitation above normal in northern China. In addition, early La Niña event and the PDO cold phase were the external forcing conditions to the precipitation anomalies in northern China.

Key words: rainfall anomalies, La Nina, monsoon, PDO (Pacific Decadal Oscillation)

引 言

2012 年夏季,我国北方地区降水量显著偏多,且过程雨量大、局地极端降水强,其中华北地区平均降水量是 1999 年以来最多年,而西北地区平均降水量仅次于 1958 年为 1951 年以来第二多年。

大量的研究表明,影响我国夏季降水的因子众多,且形成原因非常复杂(赵平等,2001;陈际龙等,2008;邓伟涛等,2009;赵俊虎等,2010;胡景高等,2010;陶亦为等,2011;蔡榕硕等,2012;王遵娅等,

2012)。黄荣辉等(2003;2006)研究指出我国夏季旱涝变化受众多因子控制,既与包括海-陆-气各子系统的东亚季风气候系统的年际变化有关,又与热带中、东太平洋海温的年际和年代际变化有密切关系。这些因子的变化引起了大气环流的异常,从而导致我国夏季旱涝具有明显的年际和年代际变化。2012 年夏季东亚夏季风异常偏强,而赤道中东太平洋海温升高,导致 2011 年 9 月开始的拉尼娜事件于 2012 年 3 月份结束,之后赤道中东太平洋进入正常略偏暖的状态。2012 年夏季季风的异常和海温的变化必然对我国夏季降水产生影响。本文重点从大

* 公益性行业(气象)科研专项(GYHY200906041 和 GYHY201206013)及中国气象局农业气象保障与应用技术重点开放实验室开放基金(AMF201107 和 AMF201204)共同资助

2012 年 10 月 16 日收稿; 2012 年 11 月 12 日收修定稿

第一作者:王艳姣,主要从事气候及气候变化研究. Email:wangyj@cma.gov.cn

尺度环流异常及海温和季风对我国夏季降水影响的角度,分析 2012 年夏季我国北方地区降水异常偏多的成因,为我国夏季降水的气候监测、诊断和预测提供参考依据。

1 资料

本文所用资料有 NCEP/NCAR 的 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 月平均再分析资料,包括 1961—2012 年 500 hPa 高度场、各层风场和比湿场资料。此外,还有国家信息中心提供中国地区 723 台站 1961—2012 年月降水量资料。本文使用的各要素气候平均值为 1981—2010 年平均值。

2 我国降水异常特征

2012 年夏季,全国平均降水量为 332.9 mm,较常年同期(324.9 mm)偏多 2.5%。从空间分布看,我国北方地区降水异常偏多,其中西北地区中西大部、内蒙古大部、东北南部和北部局部、华北东南部等地降水偏多 3~5 成,部分地区偏多 5 成以上(图 1)。区

域降水分析表明,华北地区(北京、天津、河北、山西和内蒙古)平均降水量(275.4 mm)较常年同期(235.9 mm)偏多 16.7%,是 1999 年以来最多年。西北地区(甘肃、宁夏、青海、陕西和新疆)平均降水量(155.8 mm)较常年同期(120.8 mm)偏多 29.0%,仅次于 1958 年为 1951 年以来第二多年。此外,北方地区过程雨量大,局地极端降水强,西北和华北等地共有 97 站出现极端连续降水量事件,其中 34 站连续降水量达到或突破历史极值;共有 115 站发生极端日降水量事件,其中 35 站日降水量超历史极值。可见,2012 年夏季我国降水呈现雨带位置偏北,雨量偏多的异常特征。

3 降水异常偏多成因分析

3.1 大尺度环流的异常

实况监测表明,2012 年夏季北方地区降水异常偏多时段主要集中在 6—7 月(图 2a),而 8 月我国大部地区降水偏少(图 2b)。大气环流异常是影响降水的最直接原因,分析 2012 年 6—7 月 500 hPa 高度场可以看出(图 3a),欧亚中高纬地区无明显的阻塞形势,多短波槽活动;距平场上,在欧洲东部至西西伯利亚以及东西西伯利亚等地上空为异常正高度距平区,而贝加尔湖附近和巴尔喀什湖地区为低槽区,槽后的偏西北气流有利于北方冷空气影响我国北方地区;另一方面,2012 年夏季东亚夏季风较常年明显偏强,同时副热带高压(以下简称副高)脊线位置偏北,这均有利于将南方暖湿水汽向我国北方地区输送。由 6—7 月 850 hPa 风场(图 4a)和整层积分的水汽输送(图 4b)可以看出,在南海洋面有一异常气旋性环流,其东侧的偏南气流与副高西南侧偏南气流汇合后,不断将南海和东海的暖湿水汽

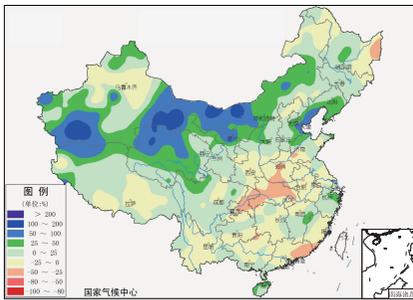


图 1 2012 年夏季全国降水距平百分率分布(单位:%)

Fig. 1 Distribution of precipitation anomaly percentage over China in summer 2012 (unit:%)

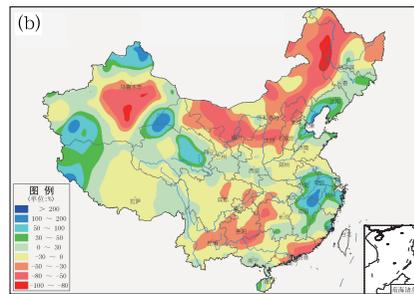
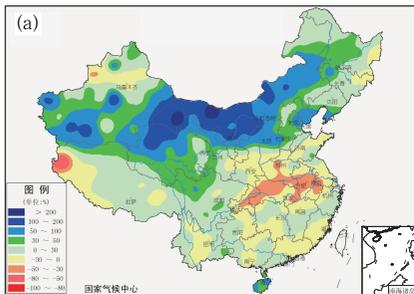


图 2 2012 年夏季 6—7 月(a)和 8 月(b)全国降水距平百分率分布(单位:%)

Fig. 2 Distributions of precipitation anomaly percentage over China during June to July (a) and August (b) in summer 2012 (unit:%)

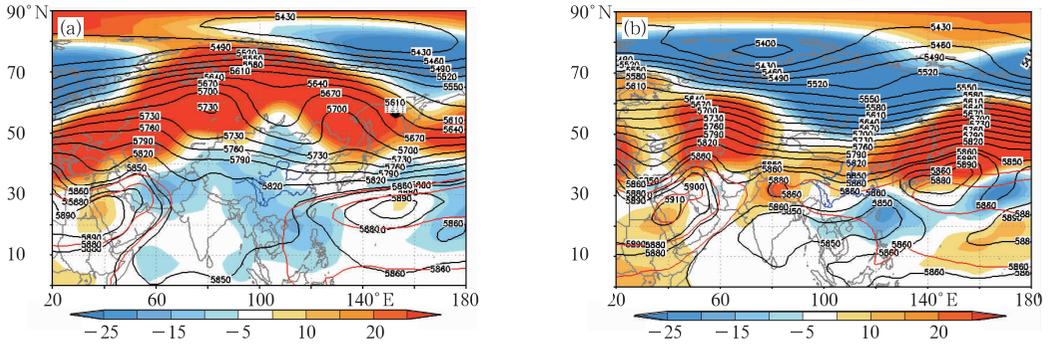


图 3 2012 年夏季 6—7 月 (a) 和 8 月 (b) 500 hPa 高度场及距平
(单位: gpm, 黑线为 500 hPa 等高线, 红线为气候态下 5860 和 5880 线, 阴影为 500 hPa 高度场距平)

Fig. 3 The 500 hPa geopotential height and anomalies during June to July (a) and August (b) in summer 2012

(unit: gpm, black lines: 500 hPa geopotential height, light color lines: 5860 and 5880 gpm of climatology, shaded: 500 hPa height anomalies)

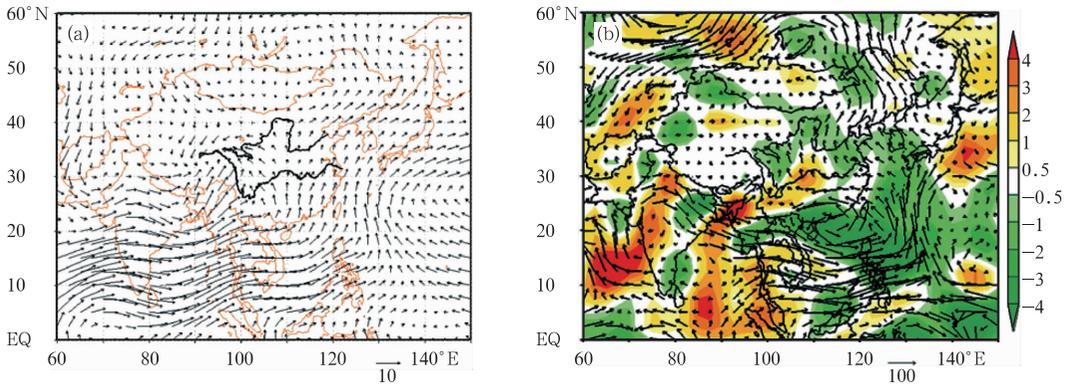


图 4 2012 年 6—7 月 850 hPa 风场 (a, 单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) 及整层积分的水汽输送距平 (b, 单位: $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$) 和水汽通量散度距平

(单位: $10^{-6} \text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, 阴影区表示水汽通量散度辐合)

Fig. 4 The 850 hPa wind pattern (a, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$), moisture transport anomalies (b, unit: $\text{kg} \cdot \text{m}^{-1} \cdot \text{s}^{-1}$) and divergence anomalies of moisture flux (unit: $10^{-6} \text{kg} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$, the shaded areas stand for moisture flux convergence) vertically integrated from surface to 300 hPa during the periods of June to July 2012

向我国北方地区输送,与来自高纬度的冷空气在北方地区汇合,造成我国北方地区降水异常偏多。而 8 月份,由于环流形势调整,欧亚中高纬度以纬向环流为主(图 3b),冷空气不活跃,造成我国大部地区降水异常偏少。

3.2 海温的影响

中国夏季降水量和位置与副高的强度、位置等变化密切相关,而副高对海温的演变具有明显的响应关系。已有的研究表明(张礼平等,2012),绝大多数 El Nino 年夏季副高偏强,西伸脊点偏西,多数脊

线位置偏南,有利于中国东部黄河至长江流域间夏季出现明显多雨带;而绝大多数 La Nina 年夏季副高偏弱,西伸脊点偏东,脊线位置偏北,有利于中国夏季雨带位置偏北。2011 年 9 月开始的拉尼娜事件于 2012 年 3 月结束,受其影响(陈兴芳等,2000),2012 年夏季西太平洋副高脊线位置显著偏北(图 5),有利于将西太平洋暖湿水汽向中国北方地区输送,这是造成我国夏季雨带偏北的原因之一。

另一方面,从太平洋海温年代际变化来看,许多研究指出(Gershunov et al,1998;朱益民等,2003;朱益民等,2007;高辉等,2007)太平洋海温年代际振

荡(PDO)与东亚大气环流及中国夏季降水的年代际变化密切相关,分析 1900—2010 年太平洋 PDO 和中国夏季主要雨带纬度位置的年代际变化表明,对应于 PDO 暖位相时期(1900—1947 年和 1978—1998 年),受海陆温差小影响,东亚夏季风易偏弱,我国季风雨带位置会由北向南撤退,相对应于 PDO 冷位相期(1948—1977 年和 1999 年至今),受海陆温差大影响,东亚夏季风易偏强,我国季风雨带位置会由南向北推,目前太平洋正处于 PDO 的冷位相时期,在这种 PDO 冷位相背景下易造成我国雨带位置偏北。

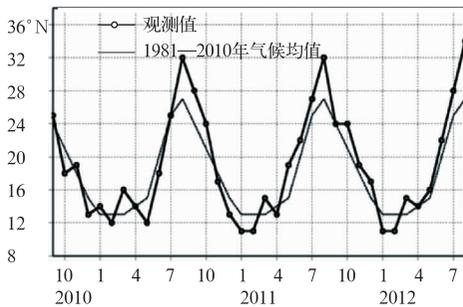


图 5 月平均西太平洋副高脊线位置

Fig. 5 The monthly mean of West Pacific subtropical high ridge line position

3.3 季风的影响

在影响中国夏季降水的诸多因子中,夏季风活动对中国夏季雨带的发展及分布有着非常重要的作用。许多研究指出(孙颖等,2002;张庆云等,1998;蔡学湛等,2009;申乐琳等,2010),东亚夏季季风的南北推进与强弱变化对中国夏季降水及其雨带的位置变化起到重要作用。2012 年夏季东亚夏季风明显偏强(图 6),其在南海面形成一异常气旋性环流(图 4b),其东侧的偏南气流向我国北方地区输送大量的暖湿水汽,为我国北方地区产生持续降水提供了有利的水汽条件。此外,李崇银等(1999)研究也指出,对于南海强夏季风年,从南海经东亚和太平洋到北美的 EPA 遥相关型(波列)可伸展至 60°N 以北地区,造成中国东部夏季降水量呈江淮少雨,华北到东北一带多雨;2012 年南海夏季风虽然总体略偏弱,但在 6 月、7 月下旬至 8 月上旬南海夏季风阶段性偏强,加之 2012 年夏季东亚夏季风异常偏强(为 1951—2012 年 62 年来第四强),造成 2012 年夏季 500 hPa 距平场上从南海经东亚和西伯利亚到北

冰洋上空出现负—正—负的遥相关波列分布,说明东亚夏季风偏强对东亚大气环流产生影响,通过波列传播造成我国北方地区降水偏多。

此外,从东亚季风的年代际变化来看,目前东亚季风经圈指数($10^{\circ}\sim 40^{\circ}\text{N}$ 、 $100^{\circ}\sim 150^{\circ}\text{E}$ 区域内平均 850 和 100 hPa 标准化经向风的风速差)具有显著增强趋势,东亚季风经圈指数偏强有利于我国雨带偏北。

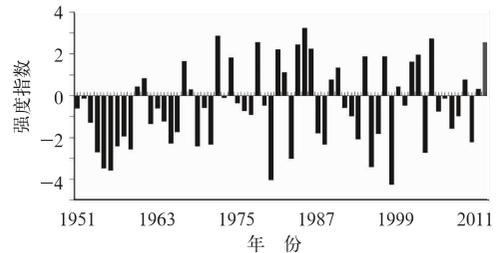


图 6 1951—2012 年东亚副热带季风强度指数的逐年变化

Fig. 6 Annual Yearly variations of the East Asian subtropical summer monsoon intensity from 1951 to 2012

4 小 结

本文利用我国 723 个台站月降水量资料,结合 NCEP 再分析等资料,对 2012 年夏季我国降水异常特征及其成因进行了分析,取得如下结论:

(1)2012 年夏季我国降水呈现雨带位置偏北,雨量偏多的异常特征。降水偏多的地区主要位于我国西北地区中西部、内蒙古大部、东北南部和北部局部、华北东南部等地,其中华北地区平均降水量是 1999 年以来最多年,西北地区平均降水量仅次于 1958 年为 1951 年以来第二多年。

(2)大气环流异常是导致我国夏季北方地区降水异常偏多的直接原因。2012 年夏季东亚夏季风明显偏强,副高脊线位置偏北,将大量的暖湿水汽持续向我国北方地区输送,而欧亚中高纬大气多短波槽活动,短波槽带来的冷空气和来自南方的暖湿空气频繁在我国北方地区汇合,造成我国北方地区降水异常偏多。

(3)海温变化是我国北方降水异常的一个重要外强迫条件。受前期拉尼娜事件和太平洋年代际振荡(PDO)冷位相背景影响,2012 年东亚夏季风显著偏强,副高脊线位置偏北,异常偏强和偏北的水汽输

送,为我国北方降水提供较好的水汽和动力条件。

致谢:本文成文过程中参考了气候监测室 2012 年 9 月值班班组的多份决策服务材料和产品,在此表示感谢!

参考文献

- 蔡榕硕,谭红建,黄荣辉. 2012. 中国东部夏季降水年际变化与东中国海及邻近海域海温异常的关系. *大气科学*, 36(1):35-46.
- 蔡学湛,温珍洽,扬义文. 2009. 东亚夏季风异常大气环流遥相关及其对我国降水的影响. *气象科学*, 29(1):46-51.
- 陈际龙,黄荣辉. 2008. 亚洲夏季风水汽输送的年际年代际变化与中国旱涝的关系. *地球物理学报*, 51(2):352-359.
- 陈兴芳,赵振国. 2000. 中国汛期降水预测研究及应用. 北京:气象出版社,54-60.
- 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.
- 高辉,王永光. 2007. ENSO 对中国夏季降水可预测性变化的研究. *气象学报*, 65(1):131-137.
- 胡景高,周兵,陶丽. 2010. 南亚高压特征参数与我国夏季降水的关系分析. *气象*, 36(4):51-56.
- 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.
- 黄荣辉,陈际龙,周连童,等. 2003. 关于中国重大气候灾害与东亚气候系统之间关系的研究. *大气科学*, 27(4):770-787.
- 李崇银,张利平. 1999. 南海夏季风活动及其影响. *大气科学*, 23(3):257-266.
- 申乐琳,何金海,周秀骥,等. 2010. 近 50 年来中国夏季降水及水汽输送特征研究. *气象学报*, 68(6):918-931.
- 孙颖,丁一汇. 2002. 1997 年东亚夏季风异常活动在汛期降水中的作用. *应用气象学报*, 13(3):277-287.
- 陶亦为,孙照渤,李维京,等. 2011. ENSO 与青藏高原积雪的关系及其对我国夏季降水异常的影响. *气象*, 37(8):919-928.
- 王遵娅,任福民,孙冷,等. 2012. 2011 年夏季气候异常及主要异常事件成因分析. *气象*, 38(4):448-455.
- 张礼平,张乐飞,曾凡平. 2012. ENSO 与中国东部夏季降水的关联. *热带气象学报*, 28(2):177-186.
- 张庆云,陶诗言. 1998. 夏季东亚热带和副热带季风与中国东部汛期降水. *应用气象学报*, 9(增刊):17-23.
- 赵俊虎,封国林,王启光,等. 2011. 2010 年我国夏季降水异常气候成因分析及预测. *大气科学*, 35(6):1069-1078.
- 赵平,陈隆勋. 2001. 35 年来青藏高原大气热源气候特征及其与中国降水的关系. *中国科学(D 辑)*, 31(4):327-332.
- 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.
- 朱益民,杨修群,陈晓颖,等. 2007. ENSO 与中国夏季年际气候异常关系的年代际变化. *热带气象学报*, 23(2):105-116.
- Gershunov A, Barnett T P. 1998. Interdecadal modulation of ENSO teleconnection. *B Am Meteorol Soc*, 79(12):2715-2725.