

柳艳菊,王艳姣,司东,等. 2012 年秋季我国气候异常及成因分析. 气象,39(4):526-530.

2012 年秋季我国气候异常及成因分析^{*}

柳艳菊 王艳姣 司 东 王东阡 王遵娅

国家气候中心,北京 100081

提 要: 2012 年秋季我国气候异常特征总体表现为:气温偏低,降水明显偏多,其中东北、华北以及江南地区降水异常偏多。分析我国气候异常成因表明,我国东北、华北降水偏多主要与西北太平洋中高纬度地区异常的东南风水汽输送有关;而我国江南及华南地区的降水偏多则主要与西太平洋副热带高压西侧的西南暖湿水汽输送密切相关。进一步研究表明,海温异常是影响 2012 年秋季我国气候异常的最主要的外强迫因子,其中西北太平洋中高纬度地区海温异常偏暖主要影响东北和华北地区的降水,而热带印度洋海温偶极子的正位相分布及赤道中东太平洋地区较弱的暖海温异常分布则主要影响江南及华南地区的降水。

关键词: 气候异常, 低温, 降水异常, 成因分析

中图分类号: P461 **文献标识码:** A **doi:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2013.04.016

Features and Possible Causes for the Climatic Anomaly
in China in Autumn 2012

LIU Yanju WANG Yanjiao SI Dong WANG Dongqian WANG Zunya

National Climate Centre, Beijing 100081

Abstract: During the autumn of 2012, the surface air temperatures were below normal and the precipitation was above normal in most China, especially in the Northeast, North China, Jiangnan and South China. By analyzing the causes for the climatic anomaly, it is found that more precipitation in the Northeast and North China was closely related with the anomalous southeasterly moisture transport from the western North Pacific Ocean while precipitation anomalies in Jiangnan and South China were mainly influenced by the southwesterly warm and moist water vapor along the western boundary of the western North Pacific tropical high.

Further analysis indicates that the sea surface temperature anomaly (SSTA) was the major external forcing factor for the climatic anomalies in the autumn of 2012. The significantly warm SSTA in the middle and high latitudes of the western North Pacific Ocean caused more precipitation in the Northeast and North China, whereas the positive tropical Indian Ocean dipole and weaker warm SSTA in the middle and eastern tropical Pacific Ocean were possibly conducive to more precipitation in Jiangnan and South China.

Key words: climatic feature, low temperature, precipitation anomalies, possible cause

引 言

2012 年秋季,我国气候异常特征总体表现为气

温偏低,降水明显偏多,特别是在东北、华北以及江南地区降水异常偏多,其中东北、华北以及江南部分地区降水量创历史极值。东北、华北作为我国重要的商品粮生产基地,秋季这种持续低温多雨的异常

^{*} 国家重点基础研究发展计划(2012CB417205 和 2013CB430202)、国家自然科学基金重点项目(41130960)和国家科技支撑计划(2009BAC51B02)共同资助

2013 年 1 月 15 日收稿; 2013 年 1 月 31 日收修定稿

第一作者:柳艳菊,主要从事气候变化及东亚季风的研究. Email:liuyanji@cma.gov.cn

气候条件将严重影响一些大田农作物的收晒和播种。对于东北和华北地区,这种降水异常是在秋季降水持续偏少的年代背景下出现的(吉奇等,2006;蔡福等,2008;Han et al,2010),将在一定程度上对农业生产产生严重的影响。

旱涝灾害实际上都是由降水偏离常态引起的,在影响气候异常的诸多因子中,大气环流异常是最直接和最主要的原因,而外强迫因子(譬如海温、积雪等)则是间接因子。本文主要针对 2012 年秋季中国气候特点和气候异常的可能成因进行分析,以期为进一步做好气候监测和预测工作提供参考和依据。

1 资料和方法

本文主要使用了国家气候中心的“气候系统监测—诊断—预测—评估系统”提供的资料和产品以及美国国家环境预报中心(NCEP)和美国国家大气研究中心(NCAR)联合制作的 NCEP/NCAR 再分析数据集。本文使用的气候平均值为 1981—2010 年的平均。

2 我国主要气候特征

2012 年秋季,我国平均气温为 9.6℃,较常年同期(9.9℃)偏低 0.3℃(图 1a)。与常年同期相比,除云南局部地区气温偏高 1~2℃外,全国其余大部地区气温接近常年同期或略偏低,其中新疆中部、内蒙古中部和华北北部部分地区气温偏低 1~2℃(图 1b)。季内,由于冷空气活动频繁,华北及内蒙古东部、吉林西部、辽宁南部、山东北部、山西南部、陕西、青海东北部、新疆中部以及江苏等地共有 93 站发生极端日降温事件,日降温幅度普遍有 10~17℃,其中辽宁兴城(14.1℃),青海贵南(13.5℃),新疆若羌(13.3℃),河北秦皇岛(13.0℃)4 站的日降温幅度突破历史极值;黑龙江和内蒙古东北部等地共 20 站发生极端连续降温事件,其中黑龙江新林(27.1℃)和五大连池(25.4℃)的连续降温幅度突破历史极值(图略)。

全国秋季平均降水量 135.1 mm,较常年同期(119.7 mm)偏多 12.9%(图 2a)。从空间分布看,总体呈“东多西少”异常分布。降水偏多区出现在内蒙古中东部、东北地区、华北东北部、江南大部及华南中部等地,其中内蒙古东部和东北北部偏多 1~2 倍,局部地区偏多 2 倍以上;西北地区中西部、西藏

中北部和西部、云南西部和黄淮等地降水偏少 20%~50%,其中新疆西南部等地偏少 5 成以上(图 2b)。

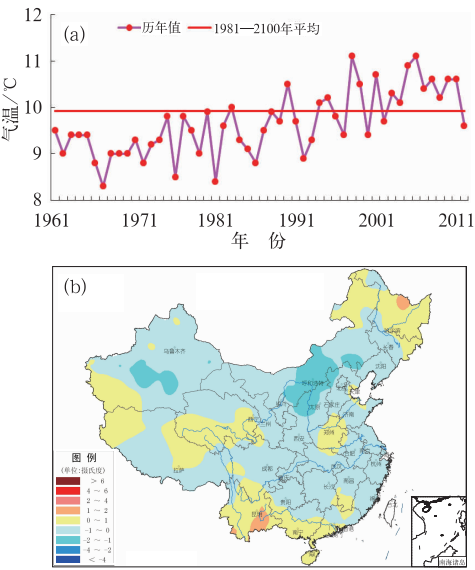


图 1 1961—2012 年秋季全国平均气温历年变化(a, 单位:℃)及 2012 年秋季全国气温距平分布(b, 单位:℃)

Fig. 1 Time series of autumn mean temperature over China during 1961—2012 (a, unit: °C) and distribution of temperature anomalies of China in autumn of 2012 (b, unit: °C)

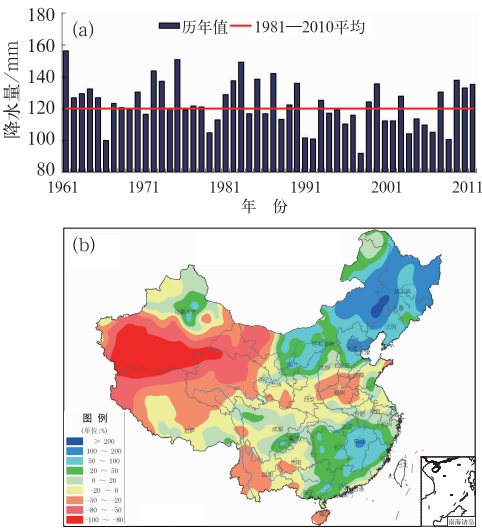


图 2 1961—2012 年中国秋季平均降水量历年变化(a, 单位:mm)及 2012 年秋季中国降水量距平百分率分布(b, 单位:%)

Fig. 2 Time series of autumn mean rainfall over China during 1961—2012 (a, unit: mm) and the distribution of temperature anomalies of China in autumn 2012 (b, unit: %)

从区域特征看,2012 年秋季东北地区(黑龙江、吉林、辽宁)平均降水量(187.6 mm)较常年同期(98.2 mm)偏多 91.0%,是 1961 年以来最多年(图 3a)。华北地区(北京、天津、河北、山西和内蒙古)平均降水量(124.8 mm)较常年同期(82.2 mm)偏多 51.8%,仅次于 2003 年(169.9 mm)为 1971 年以来第二多年(图 3b)。对于南方地区,江南地区降水偏多 20%至 1 倍,局部地区偏多 1 倍以上,其中江西省平均降水量(401.4 mm)较常年同期(225.3 mm)偏多 78.2%,是 1961 年以来最多年(图 3c)。季内,黑龙江、山东和河南等地还出现了极端日降水量事件,其中河南邓州为 204.2 mm,山东胶南为 393.0 mm。

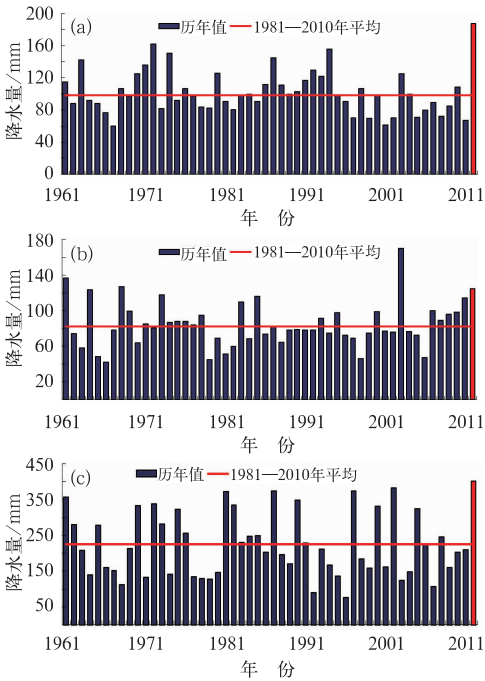


图 3 1961—2012 年东北(a)、华北(b)以及江西(c)秋季平均降水量历年变化

Fig. 3 Time series of autumn mean rainfall (unit: mm) in Northeast (a), North China (b) and Jiangxi Province (c) of China during 1961–2012

3 气候异常的可能成因

以上分析可鉴,2012 年秋季我国的主要气候异常突出表现为:全国大部分地区气温偏低;降水“东多西少”,其中东北、华北、江南及华南地区异常偏多。2012 年秋季我国气候异常的主要原因包括两个方面:(1)大气环流异常是影响气候异常的直接原因,(2)海温异常则是气候异常的重要外强迫因子。

3.1 大气环流

大气环流异常是造成我国气候异常的直接原因。从 500 hPa 高度场及距平场上可以看出(图 4),欧亚大陆基本为“西高东低和北高南低型”的异常分布特征,欧洲—乌拉尔山一带维持正高度距平,巴尔喀什湖—贝加尔湖—东亚大部为低槽控制,我国大部分地区处于负距平控制区,从而有利于来自极地和中高纬度地区的冷空气向南及东南方向扩散,导致我国大部分地区气温偏低。同时,在西北太平洋北部(阿留申地区)有一明显的阻塞高压脊,这对其上游冷空气的东移入海起到了一定的抑制作用,非常有利于冷空气在我国北方地区停滞,造成这些地区的气温明显偏低。从图 5 也可以看出,整个秋季共发生了 12 次明显的冷空气过程,这较常年同期偏多 4.1 次(图 5)。特别是进入 11 月,东北冷涡活动频繁,先后有 3 次显著的冷涡过程。伴随冷涡的活动,仅 11 月我国就经历了 5 次明显的冷空气过

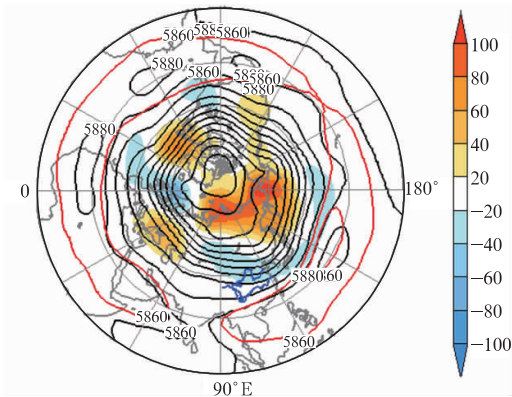


图 4 2012 年秋季 500 hPa 高度场(等值线)及距平场(彩色阴影区)分布(单位:gpm)

Fig. 4 The distribution of geopotential height (contours) and its anomalies (colored area) at 500 hPa in autumn 2012 (The red line denotes the 5860 and 5880 contours of climatic means) (unit: gpm)

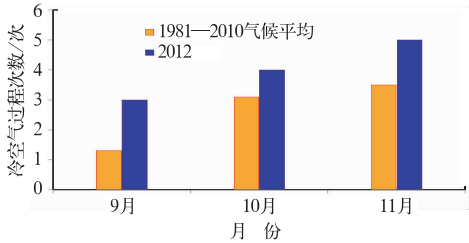


图 5 2012 年秋季冷空气过程次数的逐月变化
Fig. 5 Monthly variations of cold air processes in autumn 2012

程,这对东北地区秋季降水异常偏多提供了有利的动力条件。

对于低纬度地区,虽然西太平洋副热带高压(以下简称副高)的主体较气候态偏弱、偏东,但环绕副高主体的反气旋环流范围较大,且外缘位置明显偏西,其西边界一直西伸到孟加拉湾地区,从而有利于来自低纬度的西南暖湿水汽向我国东南沿海输送,并与北方南下的冷空气交汇,在这些地区形成明显的水汽通量辐合,有利于降水的发生(图 2b)。

3.2 海温

国家气候中心的监测显示,2011 年 9 月开始的拉尼娜(La Nina)事件于 2012 年 4 月结束后,赤道中东太平洋于 7—8 月出现明显暖水波动,之后进入正常状态。9 和 10 月,日界线以东赤道中东太平洋区域的海表温度正异常明显减弱且连续两个月低于 0.5℃的阈值标准,这表明暖水波动已经结束、海温进入正常状态。从 Nino 3.4 和太平洋 Nino Z 区指数看,截止到 2012 年 11 月,赤道太平洋地区最终没有能形成一次厄尔尼诺(El Nino)事件(图略)。对历史上于 1—4 月结束的 La Nina 事件(共 9 个个例)分析表明,La Nina 事件结束后热带太平洋变化趋势主要分为两类:第一类是暖海温事件发展,其中 4 个个例于当年夏秋季形成一次厄尔尼诺事件,分别为 1957、1965、1972 和 1986 年,1 个个例(1976 年)暖水波动维持 5 个月;第二类是弱的海温负距平维持(2 个个例,分别为 2001 和 2008 年)或发展成一次新的 La Nina 事件(2 个个例,分别为 1962 和 2011 年)。因此从统计特征看,与 2012 年类似的赤道中太平洋海温演变特征在历史上较为少见(王遵娅等,2013)。

从整个秋季的海温距平分布看(图 6),赤道中东太平洋大部维持弱的正海温距平,距平中心位于赤道中太平洋日界线附近,西北太平洋中高纬地区偏暖明显,热带印度洋为东冷西暖的海温分布,即印度洋偶极子(IOD)分布的正位相。图 7 为热带印度洋偶极子指数逐月演变,可以看出从 2012 年 5 月偶极子指数转变为正位相以来,该指数一直在不断增强,并于 8 月达到最强,偶极子指数为 1.07,9—11 月偶极子指数虽然较 8 月有所减弱,但还是表现出很强的正位相,这说明 2012 年热带印度洋偶极子发展具有经典的季节锁相特征,夏季是其发展时期,秋季是最强盛时期(Saji et al,1999;Webster et al,1999)。

已有研究表明,热带印度洋及热带太平洋海温

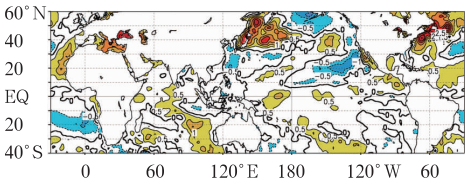


图 6 2012 年秋季平均海表温度距平(单位:℃)
Fig. 6 SST anomalies (unit:℃) in autumn 2012

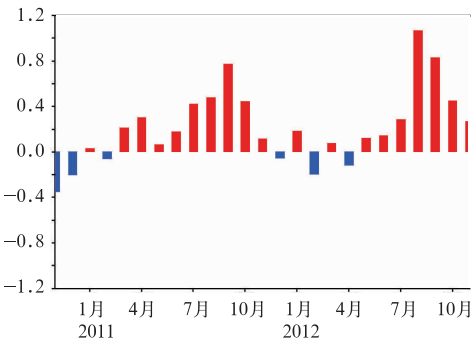


图 7 热带印度洋偶极子指数逐月变化
Fig. 7 Variation of the monthly tropical Indian Ocean dipole index

异常都是影响我国秋季降水的重要外强迫因子(刘宣飞等,2006a;2006b;Sun et al,1999;应明等,2008;贾小龙等,2008;柳艳菊等,2012)。通常在 El Nino 年,我国秋季降水容易出现“南多北少”的异常分布特征;而 IOD 正位相时期,中国西南部地区降水增加;当 IOD 正位相年和 El Nino 伴随出现时,副高位置偏南,我国北方为西北气流,南方为西南气流,通常使得中国西南地区秋季降水正异常区域向东扩展,还使得黄河流域秋季降水转为负异常(刘宣飞等,2006a;2006b)。从上述秋季海温异常的分布特征看,尽管赤道太平洋地区最终没有能形成一次 El Nino 事件,但赤道中东太平洋海温仍然表现出与 El Nino 年类似的弱的正异常特征,而热带印度洋地区则是典型的 IOD 正位相海温分布特征。从大气对海温异常的响应来看,对流层低层 850 hPa 风场主要是反映对热带印度洋偶极子正位相及发展中 El Nino 事件的响应(刘宣飞等,2006b;Sun et al,1999;应明等,2008)。从图 8 可以看到,受热带印度洋和太平洋海温异常的影响,在孟加拉湾—南海—菲律宾以东的洋面上激发出一个异常的反气旋性环流(图 8b),从而有利于副高的加强西伸(图 8a)以及该反气旋西侧的西南暖湿水汽向我国东南部地区输送。由于副高位置明显偏南,因而我国降水异常偏多的地区主要出现在江南及华南地区(图 2)。与典型的 IOD 正位相和 El Nino 伴随年出现不同的

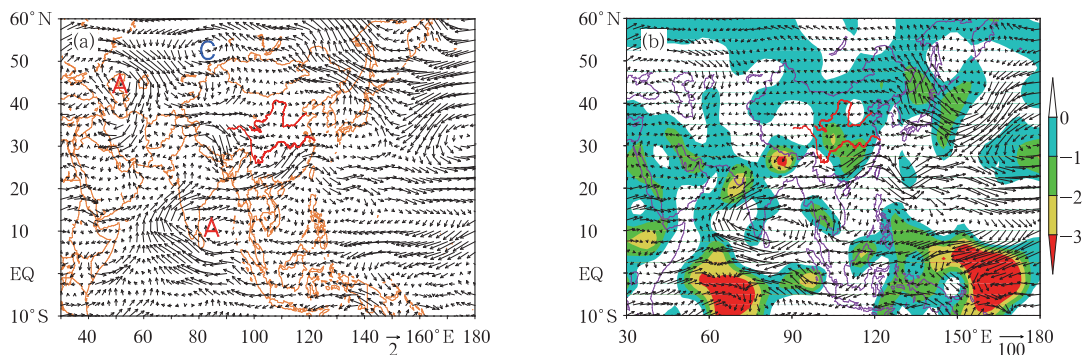


图 8 2012 年秋季 850 hPa 风场距平(a, 单位: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$)及整层积分的水汽输送距平(b, 单位: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$)和水汽通量散度距平(b, 单位: $10^5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, 阴影区表示水汽通量辐合)

Fig. 8 Distributions of 850 hPa wind anomalies (a, unit: $\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$) and moisture transport anomalies (b, unit: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$) and divergence of moisture transport flux (b, unit: $10^5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$, the shaded areas stand for the convergence of moisture transport flux) in autumn 2012

是,虽然黄河流域降水表现出明显偏少的特征,但在低层风场上我国西北地区并没有明显的西北气流出现,这可能与赤道中东太平洋海温正异常不显著有关。

对于东北地区,受西北太平洋中高纬度地区海温异常偏高和阿留申高空阻塞的共同影响,850 hPa 近极地一侧为异常反气旋性环流,在其南侧的中高纬度太平洋上空为异常气旋性环流,两者之间在 50°N 附近为一致的偏东风异常(图 8a),从而利于海洋上暖湿水汽向西偏北方向输送到我国东北及华西北部地区,为这些地区的降水提供充足的水汽供应(图 8b)。

4 结 论

(1) 2012 年秋季,我国总体上气温偏低,降水明显偏多,特别是在东北、华北以及江南地区降水异常偏多,其中东北、华北以及江南部分地区降水量创历史极值。

(2) 大气环流异常是造成我国气候异常的直接原因。2012 年秋季,欧亚大陆为“西高东低和北高南低型”的异常分布特征,从而有利于来自极地和中高纬度地区的冷空气向南及东南方向扩散影响我国。此外,阿留申地区的阻塞高压脊对其上游冷空气的东移入海起到了一定的阻挡作用,从而有利于冷空气在我国北方地区停滞,造成这些地区的气温明显偏低。

(3) 2012 年秋季,我国东北、华北降水偏多主要受西北太平洋地区中高纬度地区的异常东南风水汽输送影响,其中西北太平洋中高纬度地区的海温异常

可能与该地异常反气旋的产生和发展密切相关;我国江南及华南地区的降水偏多则主要与副高西侧的西南暖湿水汽输送密切相关,热带印度洋海温 IOD 正位相分布及赤道中东太平洋地区的弱的暖海温则是影响低纬度大气环流异常的主要外强迫因子。

参考文献

- 蔡福,明惠青,陈朋狮,等. 2008. 1961—2004 年东北地区四季降水的时空演变特征. 资源科学, 30(10): 1456-1462.
- 吉奇,宋冀风,刘辉. 2006. 近 50 年东北地区温度降水变化特征分析. 气象与环境学报, 22(5): 1-5.
- 贾小龙,张培群,陈丽娟,等. 2008. 2007 年我国秋季降水异常的成因分析. 气象, 34(4): 86-94.
- 刘宣飞,袁慧珍. 2006a. ENSO 对印度洋偶极子与中国秋季降水关系的影响. 南京气象学院学报, 29(6): 762-768.
- 刘宣飞,袁慧珍. 2006b. 印度洋偶极子与中国秋季降水的关系. 南京气象学院学报, 29(5): 644-649.
- 柳艳菊,孙玲,孙丞虎,等. 2012. 2011 年秋季华西秋雨异常及其成因分析. 气象, 38(4): 456-463.
- 王遵娅,任福民,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, 2013.
- 应明,孙淑清. 2000. 西太平洋副热带高压对热带海温异常响应的研究. 大气科学, 24(2): 193-206.
- Han Juncai, Zhou Shunwu, Wang Chuanhui, et al. 2010. Analysis on the variation characteristics of precipitation in North China during recent 30 Years. Meteorological and Environment Research, 1(10): 16-19.
- Saji N H, Goswami B N, Vinayachandran P N, et al. 1999. A dipole mode in the tropical Indian Ocean. Nature, 401: 360-363.
- Sun S Q, Ying M. 1999. Subtropical high anomalies over the western Pacific and its relations to the Asian monsoon and SST anomaly. Adv Atmos Sci, 16(4): 559-568.
- Webster P J, Moore M, Loschnigg J P, et al. Coupled ocean-atmosphere dynamics in the Indian Ocean during 1997—1998. Nature, 401: 356-360.