

崔童,王东阡,李多,等. 2015. 2014 年夏季我国气候异常及成因简析. 气象, 41(1):121-125.

2014 年夏季我国气候异常及成因简析^{*}

崔 童 王东阡 李 多 孙丞虎 李清泉 王遵娅

国家气候中心,北京 100081

提 要: 2014 年夏季,全国平均气温为 21.1℃,较常年同期偏高 0.2℃。全国平均降水量为 320.1 mm,较常年同期偏少 1.6%,空间分布呈现北少南多的显著特征,其中黄淮地区平均降水量与 1999 年并列历史同期最少。进一步对 2014 年夏季我国降水异常成因分析表明,东亚夏季风偏弱及西北太平洋副热带高压偏强、偏南是造成我国夏季降水北少南多的直接原因;印度洋海温偏暖和厄尔尼诺状态共同作用导致副热带高压持续偏强偏南;两者是造成降水异常的重要外强迫条件。

关键词: 夏季气候,夏季风,副热带高压,厄尔尼诺状态

中图分类号: P461

文献标志码: A

doi: 10.7519/j.issn.1000-0526.2015.01.015

Analysis on Climate Anomalies in China in Summer 2014

CUI Tong WANG Dongqian LI Duo SUN Chenghu LI Qingquan WANG Zunya

National Climate Centre, Beijing 100081

Abstract: In summer 2014, the surface air temperature averaged over China was 21.1℃, which is 0.2℃ above normal. The mean precipitation over China was 320.1 mm, which was less than normal by 1.6%, and its spatial distribution shows the significant feature of less in the north but more in the south. The average rainfall over the Huanghe River and Huaihe River region was minimum in historic records tied for the same period in 1999. Further analysis on the summer rainfall anomaly shows that the summer precipitation anomaly in China is because the East Asian summer monsoon was weaker and the Northwest Pacific subtropical high was stronger and further southward than normal. Warm Indian Ocean SST and the El Nino condition jointly resulted in continued stronger and southward Northwest Pacific subtropical high. The two parts were important external forcing conditions for abnormal rainfall.

Key words: summer climate, summer monsoon, subtropical high, El Nino condition

引 言

研究表明,影响我国夏季降水的因子众多,并且形成原因非常复杂(韦志刚等,1998;金祖辉等,1999;吴国雄等,2000;孙颖等,2002;谭言科等,2003;王遵娅等,2012; Yuan et al,2012; Wu et al, 2013;龚志强等,2014;司东等,2014;侯威等,2014)。黄荣辉等(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。在这些因子中,夏季风的推进及演变对雨带分布和旱涝的发生有着重要影响(郭其蕴,1985;Tao et al,1987;陈隆勋等,1991;张庆云等,1998),在研究气候异常成因中是不可忽略的因素。

^{*} 中国气象局气象关键技术集成与应用项目(CMAGJ2013Z08)和公益性行业(气象)科研专项(GYHY201406018)共同资助
2014 年 10 月 11 日收稿; 2014 年 11 月 9 日收修定稿
第一作者:崔童,主要从事气候及气候变化研究. Email: cuitong@cma.gov.cn
通信作者:孙丞虎,主要从事短期气候监测、预测业务研究工作. Email: sunch@cma.gov.cn

2014 年夏季我国东部降水主要表现为北少南多的特征。那么这一异常分布的出现,与夏季风的活动有着怎样的联系?2014 年春季以来持续的 El Nino 状态是否影响了夏季风成员活动异常?同期,热带印度洋全区一致暖海温的持续是否也存在一定影响?本文将针对上述问题,从大尺度环流异常、季风及海温对我国夏季降水影响的角度出发,分析 2014 年夏季我国降水北少南多的成因,为我国夏季降水的气候监测、诊断和预测提供参考依据。

1 资料和方法

本文使用的主要资料包括:国家气象信息中心提供的 1951 年以来的中国 723 站温度和降水资料。1948 年以来的 NCEP 再分析资料和美国 NCEP/NCAR 的 $2.5^{\circ} \times 2.5^{\circ}$ 月平均再分析资料,包括 1961—2014 年 500 hPa 高度场、各层风场和比湿场资料。

此外,本文还计算逐月 IOBW 指数,热带印度洋全区一致海温模态 (IOBW) 定义为热带印度洋 ($20^{\circ}\text{S} \sim 20^{\circ}\text{N}$ 、 $40^{\circ} \sim 110^{\circ}\text{E}$) 区域平均的海温距平。同时,文章应用 Liu 等 (2008) 的广义平衡反馈 (generalized equilibrium feedback assessment, GEFA) 方法,该方法用于系统分离不同海区对气候异常的独立贡献,它的优越性在简单模式中得到了验证,并且逐渐成为海气相互作用研究中一种新的有效统计工具 (温娜等, 2012)。

2 2014 年夏季天气气候特征

2.1 全国降水异常特征

2014 年夏季,全国平均降水量为 320.1 mm,较常年同期 (325.2 mm) 偏少 1.6% (图 1)。从空间分布 (图 2) 看,新疆北部至东南部、内蒙古东南部、东北中南部、华北东部、黄淮至江淮西部及华南中部等地降水偏少 20%~50%,局部偏少 80% 以上;新疆西部、西藏东部至青海南部、西南地区北部、江南大部以及海南等地降水偏多 20%~50%,局部地区偏多一半以上。

夏季,东北和华北共 8 省 (区、市) (北京、天津、河北、山西、内蒙古、黑龙江、吉林和辽宁) 平均降水量为 249.4 mm,较常年同期 (315.6 mm) 偏少

21.0%,是 2000 年以来最少 (图略);季内,黄淮地区平均降水量为 269.5 mm,较常年同期 (434.3 mm) 偏少 37.9%,与 1999 年并列历史同期最少 (图 3)。

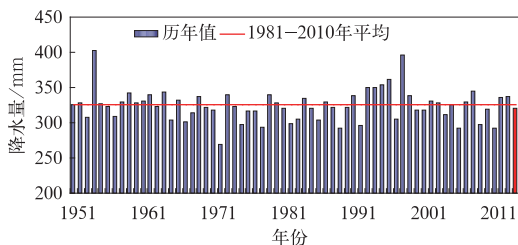


图 1 1951—2014 年夏季全国平均降水量历年变化 (单位: mm)

Fig. 1 Time series of summer precipitation during 1951—2014 (unit: mm)

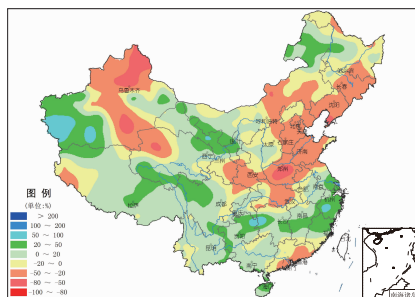


图 2 2014 年夏季 (6 月 1 日至 8 月 31 日,下同) 全国降水量距平百分率分布 (单位: %)

Fig. 2 Distribution of precipitation anomaly percentages of China in summer from 1 June to 31 August 2014 (unit: %)

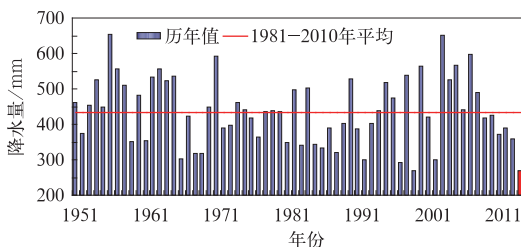


图 3 1951—2014 年夏季黄淮地区平均降水量历年变化 (单位: mm)

Fig. 3 Time series of summer precipitation of Huang-Huai during 1951—2014 (unit: mm)

2.2 全国气温异常特征

2014 年夏季,全国平均气温为 21.1°C ,较常年同期 (20.9°C) 偏高 0.2°C (图 4)。从空间分布 (图 5) 看,新疆西部、西北地区东南部至华北西部,

以及江淮、江汉至江南地区北部气温偏低 0.5℃以上。新疆东北部及黑龙江北部局部气温偏高 1~2℃。

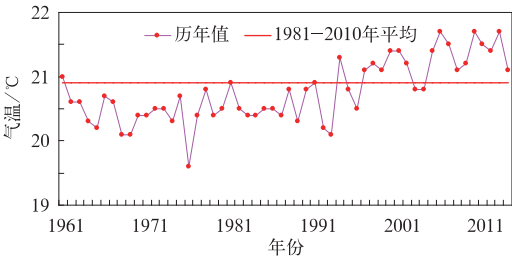


图 4 1961—2014 年夏季全国平均气温
历年变化 (单位:℃)

Fig. 4 Time series of summer average temperature
during 1961–2014 (unit:℃)

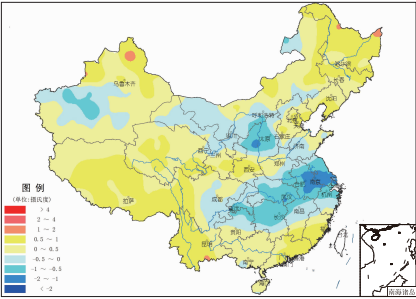


图 5 2014 年夏季全国平均气温分布距平 (单位:℃)

Fig. 5 Distribution of temperature anomalies
of China in summer 2014 (unit:℃)

2.3 2014 年夏季极端气候事件特征

2014 年夏季,我国主要出现了极端日降水量和极端高温事件。全国共有 138 站发生极端日降水量事件(图 6),主要分布于西南地区、江南地区、广西、

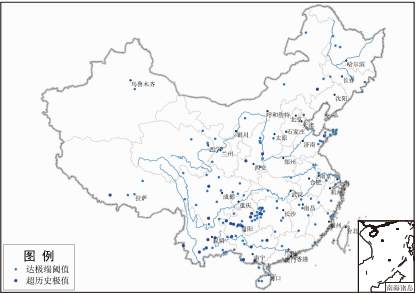


图 6 2014 年夏季全国极端日
降水量事件站点分布

Fig. 6 Station distribution for extreme
daily precipitation in summer 2014

山东和陕西等地,其中广西钦州(380.5 mm)、贵州石阡(294.6 mm)等 28 站日降水量突破历史极值。季内,西南地区南部、东南沿海、西北地区东南部及黄淮西部等地共有 211 站发生极端高温事件(图 7),其中云南巧家(44.4℃)、河南孟州(42.9℃)、陕西镇安(41.2℃)等 53 站日最高气温突破历史极值。

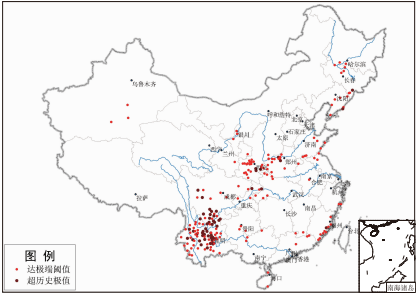


图 7 2014 年夏季全国极端
高温事件站点分布

Fig. 7 Station distribution for extreme
high temperature in summer 2014

3 2014 年夏季我国东部降水北少南多的可能原因

3.1 大尺度环流及季风异常特征

2014 年夏季,由 500 hPa 位势高度及距平场看(图 8),贝加尔湖以北至鄂霍次克海一带受较强的正高度距平控制,而日本海附近为中纬度低槽,表明东亚地区中高纬以经向环流为主。西北太平洋副热带高压(简称副高,下同)强度整体偏强,西伸脊点偏西,脊线位置偏南,还计算了逐日副高强度和平均脊线位置指数(图略),整个夏季,副高仅在 6 月及 8 月初经历短暂的偏弱,而脊线位置基本维持偏南状态。东北南部经华北至黄淮一带地区上空处在中纬度高空槽后,槽后冷平流输送有利于冷空气南下与偏强偏南的副高西侧向北输送的暖湿气流交汇于长江以南一带形成降水。另一方面,日本海附近低压槽也不利于副高北抬,同时长江以南一带均为高压带,夏季风两次北进均偏弱,仅在 7 月 4 候和 6 候北进到华北南部,短暂停留之后便迅速南撤(图 9),这不利于西南季风水汽与副高西侧偏南气流汇合后的暖湿气流进一步向长江以北地区输送,我国北方地区水汽条件偏差(图 10),东北南部经华北至黄淮地区为

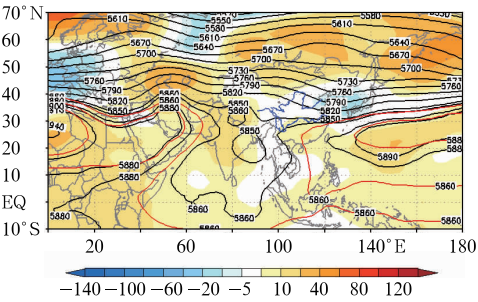


图 8 2014 年 6 月 1 日至 8 月 31 日平均 500 hPa 位势高度场(等值线)及其距平(阴影)分布(单位:gpm)

Fig. 8 The 500 hPa geopotential height and anomalies from 1 June to 31 August 2014 (unit:gpm; black lines: 500 hPa geopotential height; red lines: 5860 and 5880 gpm of climatology; shaded area: 500 hPa height anomalies)

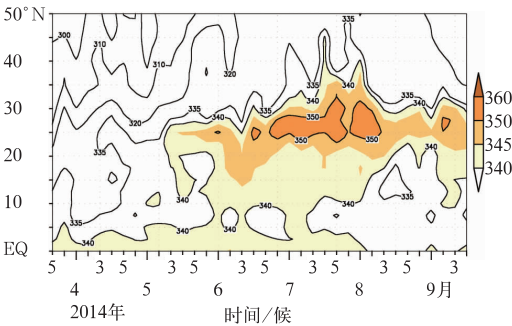


图 9 110°~120°E 平均假相当位温 时间-纬度剖面(单位:K)

Fig. 9 Time-latitude section (110°–120°E) of potential pseudo-temperature profile (unit: K)

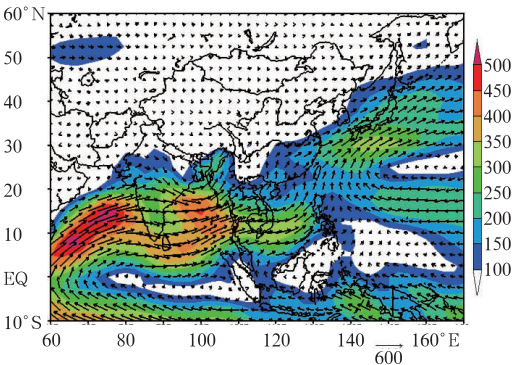


图 10 2014 年夏季对流层整层积分水汽输送场(矢量,单位:kg · s⁻¹ · m⁻¹)

Fig. 10 Water vapor flux (vector) and water vapor vertically integrated from surface to 300 hPa in summer 2014 (unit: kg · s⁻¹ · m⁻¹)

水汽异常辐散区,特别是黄淮地区(图略),这就造成华北降水偏少,雨带未能在该地区维持,出现空汛。河南、山东和辽宁等地出现气象干旱,我国东部主雨带维持在长江以南地区。

郭其蕴等(1988)和梁平德(1988)都曾指出,印度夏季风降水与中国华北降水多寡有显著的正相关关系,随后不少研究证实了这一种正相关关系存在。2014 年,印度夏季风在整个夏季表现为异常偏弱,印度大部地区降水偏少,这种局地异常可能通过遥相关波列影响我国华北地区,因此这种遥相关关系可能也是导致北方降水偏少的原因之一,将在后续研究中进一步分析。

3.2 海温的影响

2014 年春季以来(3—7 月),热带印度洋海温持续偏暖,IOBW 指数持续 5 个月为正值,分别为 0.05、0.24、0.34、0.3 和 0.14。因此,受前期热带印

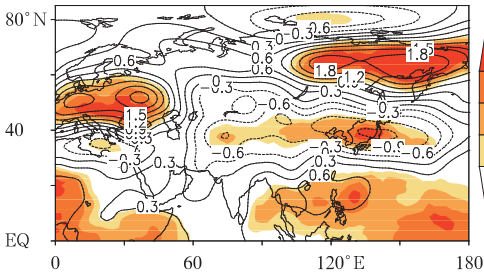


图 11 500 hPa 高度场对热带印度洋海温一致偏暖模态的响应(等值线)及 Monte Carlo 检验结果(阴影)

Fig. 11 The response of 500 hPa geopotential height to warm tropical Indian Ocean SST contour and inspection results for Monte Carlo (shaded)

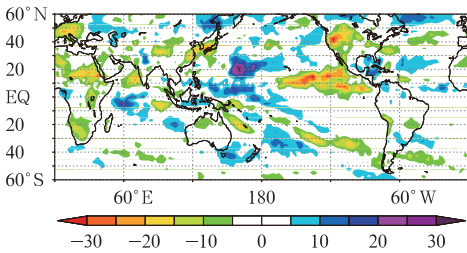


图 12 2014 年 7 月 21 日至 8 月 31 日平均的向外长波辐射(OLR)异常分布(单位:W · m⁻²)

Fig. 12 Average outgoing long radiation (OLR) anomaly from 21 July to 31 August 2014 (unit: W · m⁻²)

度洋海温持续偏暖影响,热带印度洋至西太平洋激发出“西升东降”的局地纬向异常环流,下沉气流在西北太平洋地区,造成西太平洋副高偏强、偏南。同时,基于 GEFA 方法(Liu et al,2008)的诊断分析也表明(图 11),在印度洋海温一致偏暖模态强迫下,西北太平洋地区 500 hPa 高度场在 30°N 以南地区表现为正反馈,30°N 以北地区表现为负反馈,即在这一海温模态强迫下,有利于副高偏强、偏南,这与吴国雄等(2000)和谭言科等(2003)的研究结论相符。另外,7月下旬以来(7月21日至8月31日),受前期赤道中东太平洋海温持续偏暖影响,热带中东太平洋对流活跃,而西北太平洋地区对流活动受到抑制(图 12),使得副高继续维持偏强、偏南形势。

由此,在印度洋偏暖和厄尔尼诺状态共同作用下,入夏以来副高持续维持偏强、偏南的特征。值得注意的是:副高的这一持续异常对中国东部主雨带位置有直接影响,同时也与夏季风的活动密切相关。副高位置总体偏南且偏西,与中高纬一带的高压相结合,阻碍了季风前沿的向北扩展,而同期印度季风持续偏弱,从而使我国东部的西南季风未能到达长江以北。另外,在7月下旬至8月上旬,副高经历了短暂的东退,季风前沿得以北进,梅雨季结束,华北经历了一次微弱的降水过程,尔后副高再度西伸控制华南地区。

4 结 论

2014年夏季,全国平均气温为 21.1℃,较常年同期偏高 0.2℃,但江淮地区明显偏低。季内,全国平均气温阶段性变化特征明显,除8月中旬气温较常年同期偏低外,其余各旬气温均接近常年同期或偏高。全国平均降水量为 320.1 mm,较常年同期偏少 1.6%,总体呈现北少南多分布,其中黄淮地区平均降水量为 269.5 mm,较常年同期偏少 37.9%,与 1999 年并列历史同期最少。进一步利用 1951—2014 年的中国 723 个台站降水资料及 NCEP 再分析资对我国夏季降水异常的原因分析表明:西北太平洋副高偏强、偏南及东亚夏季风偏弱是造成我国夏季降水北少南多的直接原因;印度洋海温偏暖和厄尔尼诺状态共同作用导致副高持续偏强偏南,夏季风向北推进很弱,夏季雨带长时间维持在南方,黄

淮及辽宁出现干旱,华北雨季降水十分微弱。

参考文献

- 陈隆勋,朱乾根,罗会邦. 1991. 东亚季风. 北京:气象出版社,176-182.
- 郭其蕴. 1985. 东亚夏季风的变化与中国降水. 热带气象,1:1-12.
- 郭其蕴,王继琴. 1988. 中国与印度夏季风降水的比较研究. 热带气象,4(1):53-60.
- 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.
- 侯威,陈峪,李莹,等. 2014. 2013 年中国气候概况. 气象,40(4):482-493.
- 黄荣辉,蔡裕硕,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.
- 金祖辉,陶诗言. 1999. ENSO 循环与中国东部地区夏季和冬季降水关系的研究. 大气科学,23(6):663-672.
- 梁平德. 1988. 印度夏季风与我国华北夏季降水量. 气象学报,46(2):75-81.
- 司东,袁媛,崔童,等. 2014. 2013 年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响. 气象,40(4):494-501.
- 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.
- 谭言科,张人禾,何金海. 2003. 热带印度洋海温的年际异常及其海气耦合特征. 大气科学,27(1):53-66.
- 韦志刚,罗四维,董文杰,等. 1998. 青藏高原积雪资料分析及其与我国夏季降水的关系. 应用气象学报,9(增刊):39-46.
- 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.
- 温娜,刘征宇,江志红. 2012. GEFA 海气相互作用估计方法研究进展. 气象科技进展,2(1):19-24.
- 吴国雄,刘平,刘屹岷,等. 2000. 印度洋海温异常对西太平洋副热带高压的影响——大气中的两级热力适应. 气象学报,58(5):513-522.
- 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.
- Liu Z, Wen N, Liu Y. 2008. On the assessment of non-local climate feedback, Part I: The generalized equilibrium feedback assessment. J Climate,21(1):134-148.
- Tao Shiyan, Longxun Chen. 1987. A review of recent research on the East Asian summer monsoon in China. Monsoon Meteorology, Oxford:Oxford Press,60-92.
- Wu Bingyi, Zhang Renhe, Rosanne D'Arrigo, et al. 2013. The relationship between winter sea ice and summer atmospheric circulation over Eurasia. J Climate,26(15):5523-5536.
- Yuan Y, Yang S. 2012. Impacts of different types of El Nino on the East Asian climate: Focus on ENSO cycles. J Climate, 25(21):7702-7722.