

竺夏英, 宋文玲, 2017. 2016 年秋季中国气候特征及其可能成因[J]. 气象, 43(4): 495-500.

# 2016 年秋季中国气候特征及其可能成因<sup>\*1</sup>

竺夏英 宋文玲

国家气候中心, 北京 100081

**提 要:** 2016 年秋季, 全国平均气温较常年同期偏高, 降水异常偏多, 创 1961 年以来历史同期之最, 尤其是 110°E 以东地区, 近一半台站偏多 50% 以上, 这主要受秋季海温和大气环流异常的影响。在赤道中东太平洋冷海温发展的秋季, 西太平洋副热带高压往往偏强偏西偏北, 自副热带到日本海附近容易出现异常反气旋式环流, 有利于水汽向我国 30°N 以北地区输送, 再加上秋季前期东北冷涡活动及中后期贝加尔湖地区低槽维持, 冷暖空气交汇, 使得北方地区降水偏多。而赤道西太平洋及暖池区海温偏高, 对流活跃, 台风活动频繁, 给华南到江淮一带带来了异常多的降水。

**关键词:** 降水偏多, 海温异常, 西太平洋副热带高压, 台风

中图分类号: P461

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2017.04.012

## Features of Climatic Anomalies in China During the Fall of 2016 and the Possible Causes

ZHU Xiaying SONG Wenling

National Climate Centre, Beijing 100081

**Abstract:** During the autumn of 2016, accompanied by higher surface air temperature, the national average of precipitation for China was much more than normal, ranked as the first since 1961. Particularly in the region to east of 110°E, the rainfall was 50% more for near half of the weather stations. These anomalies were closely associated with the air-sea background in this season. When cold tongue developed in the equatorial middle and eastern Pacific in autumn, the western Pacific subtropical high would be stronger, stretching more westward and northward. Thus, more water vapor was transported to the north of China, coupled with the cold air activities carried by the northeast cold vortexes in early autumn and persistent trough near Baikal Lake later, giving rise to excessive rainfall. In addition, higher sea surface temperature in the equatorial western Pacific and warm pool intensified convections and increased typhoon activities, leading to more precipitation in east areas from South China to Yangtze-Huaihe River Valley.

**Key words:** excessive precipitation, anomalous sea surface temperature, the western Pacific subtropical high, typhoon

## 引 言

对中国大部分地区来说, 秋季 9—11 月是大气

环流由夏季型向冬季型转变的过渡时期。西太平洋副热带高压(简称西太副高)逐渐南撤, 而高纬度西风带槽脊活动加强, 冷暖空气不断交汇对峙, 造成“一场秋雨一场凉”的气候特征。而此时, 也正是我

\* 国家重点基础研究发展计划(973 计划)(2013CB430203)、公益性行业(气象)科研专项(GYHY201406024)、国家科技支撑计划项目(2015BAC03B04)和中国气象局核心业务发展专项(CMAHX20160503)共同资助

2017 年 2 月 1 日收稿; 2017 年 3 月 25 日收修定稿

第一作者: 竺夏英, 主要从事短期气候预测. Email: zhuxy@cma.gov.cn

国多个地区不同农作物的收割、播种期。因此,秋季的天气气候异常将对我国人民的生产和粮食生产造成严重的影响。

自 21 世纪以来,我国秋季平均气温处于偏暖的年代际背景,且波动相对稳定。而秋季全国平均降水量在 2010 年以来均表现为偏多的特征(柳艳菊等,2013;司东等,2015),并且在 2016 年秋季达 1961 年以来同期历史最高值。2016 年全国大部地区降水偏多,气温偏高,“暖湿”特征不亚于 2015 年(聂羽等,2016)。本文着眼于 2016 年秋季我国主要气候特点,通过诊断分析大气环流和海温外强迫特征,研究 2016 年秋季气候异常的可能成因,以期为今后的气候监测和预测工作提供参考。

## 1 资料和方法

本文主要使用了中国气象局国家气象信息中心整编的 1961—2016 年中国逐日气温和降水观测资料,美国气象环境预报中心(National Centers for Environmental Prediction, NCEP)和美国国家大气研究中心(National Center for Atmospheric Research, NCAR)联合制作的 NCEP/NCAR 再分析数据集(Kalnay et al, 1996),美国国家海洋大气署(National Oceanic and Atmospheric Administration, NOAA)提供的逐月海温资料(Reynolds et al, 2007)。台风相关信息来自中国气象局中央气象台台风网。文中部分图形出自国家气候中心开发的“亚洲气候诊断系统”。文中的气候态为 1981—2010 年平均。

## 2 我国主要气候特征

2016 年秋季,我国平均气温为  $10.4^{\circ}\text{C}$ ,较常年同期( $9.9^{\circ}\text{C}$ )偏高  $0.5^{\circ}\text{C}$ (图 1a)。从空间分布看,全国大部分地区气温接近常年同期或偏高,其中西藏大部、西北地区中部和东部、内蒙古西部、华北西部、西南地区南部和四川西部、浙江、福建等地偏高  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ ;气温偏低区主要集中在新疆北部(天山以北)、内蒙古东部和东北大部,其中内蒙古东北部局部和黑龙江部分地区偏低  $2^{\circ}\text{C}$  以上(图 1b)。

2016 年秋季全国平均降水量  $164.4\text{ mm}$ ,较常年同期( $119.8\text{ mm}$ )偏多  $37.2\%$ ,创 1961 年以来历史同期最高值(图 2a)。从空间分布看,我国大部分地区降水接近常年同期或偏多(图 2b),全国约  $53\%$

的台站偏多两成以上,其中新疆西南部、西藏西北部、内蒙古东部、黑龙江西南部、吉林西部、江淮大部、江南地区东部大部和华南东部偏多 1 倍以上。福建、上海、浙江、江苏和安徽降水量超过  $400\text{ mm}$ ,均达 1961 年以来之最,特别是福建省,全省平均降水量达  $674.2\text{ mm}$ ,几乎为气候平均降水量的 3 倍(图 3a)。全国降水偏少 2 成以上的台站不到  $14\%$ ,主要分布在新疆东南部、青海西北部、甘肃北部、内蒙古西部、西藏西南部及  $105^{\circ}\text{E}$  附近地区。

在  $110^{\circ}\text{E}$  以东的降水偏多区,雨日均偏多,特别是福建省,全省大部分地区偏多 15 d 以上,部分地区甚至偏多 20 d 以上(图略)。从 2016 年秋季福建全省平均逐日降水量演变(图 3b)来看,多为持续性降水,中间夹杂着暴雨或大暴雨过程,如 9 月 15 日和 28 日,降水量分别达  $70.3$  和  $110.6\text{ mm}$ ,这主要受台风莫兰蒂和鲇鱼的影响。

2016 年华西秋雨整体接近常年。起讫时间分别为 9 月 5 日和 10 月 31 日,秋雨期 56 d,秋雨量  $156.0\text{ mm}$ ;与常年相比,开始时间偏晚 5 d,结束偏早 1 d,雨期长度偏短 6 d,雨量偏少  $23.1\%$  ( $46.8\text{ mm}$ ,小于一个标准差)。从南北分区来看,南区于 9 月 5 日开始,较常年偏早 4 d,于 10 月 31 日结束,与

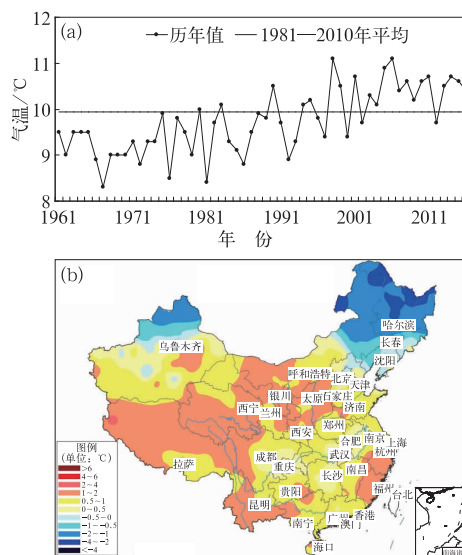


图 1 1961—2016 年秋季全国平均气温历年变化(a,单位:  $^{\circ}\text{C}$ )及 2016 年秋季全国气温距平分布(b,单位:  $^{\circ}\text{C}$ )

Fig. 1 Time series of autumn mean temperature over China during 1961—2016 (a, unit:  $^{\circ}\text{C}$ ) and distribution of temperature anomalies of China in autumn 2016 (b, unit:  $^{\circ}\text{C}$ )

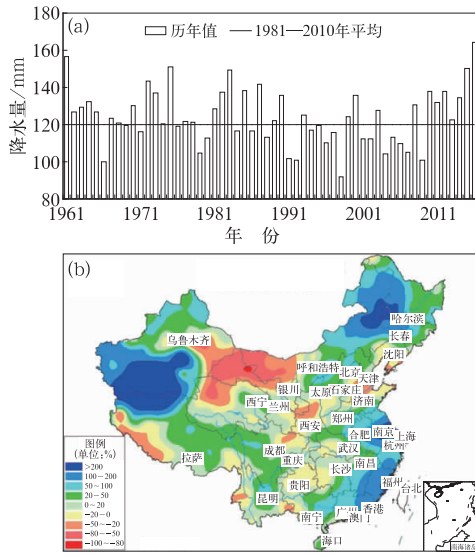


图 2 1961—2016 年秋季全国平均降水量历年变化(a,单位:mm)及 2016 年秋季降水量距平百分率分布(b,单位:%)  
Fig. 2 Time series of autumn rainfall over China during 1961—2016 (a, unit: mm) and distribution of precipitation anomaly percentage of China in autumn 2016 (b, unit: %)

常年相同,故雨期长度偏长 4 d,但雨量偏少 14 mm,接近常年;2016 年北区秋雨集中在 10 月,于 5 日开始,28 日结束,开始时间偏晚了近一个月,而结束时间偏早了半个月,故雨期长度异常偏短,雨量偏少一半。

整体来看,2016 年秋季我国延续了 2010 年以来“暖湿”的气候特点,并且“湿”的程度更加明显,创

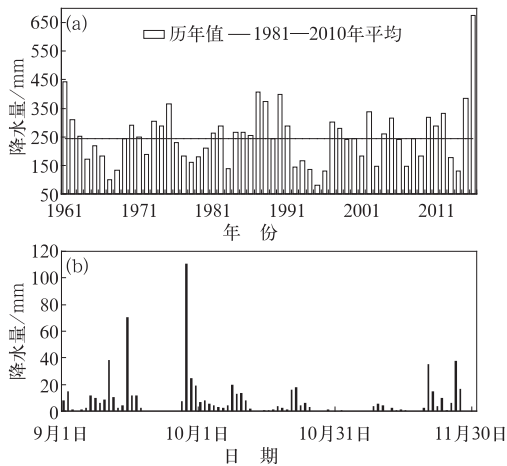


图 3 福建省 1961—2016 年秋季(a)和 2016 年秋季逐日(b)降水量  
Fig. 3 Time series of autumn accumulated precipitation amount during 1961—2016 (a) and daily precipitation amount in Fujian Province in autumn 2016 (b)

1961 年以来历史同期之最。尤其在 110°E 以东地区,除山东西北部及河北东部局部降水偏少 2~5 成外,其余大部接近常年同期或偏多,其中偏多一半以上的台站占 44%,偏多 1 倍以上的占 22%。从季节内尺度来看,今年秋季我国东北部地区(42°~54°N、115°~135°E)气温和降水的匹配具有明显的季节内变化(图 4),虽然三个月降水均明显偏多,特别是 9 月偏多一倍左右,但 9 月气温偏高 1.2℃,而 10—11 月气温异常偏低。下面就主要针对以上特征的可能成因进行具体分析。

### 3 气候异常成因分析

#### 3.1 大气环流

大气环流异常是造成气候异常的直接原因。从秋季平均的 500 hPa 位势高度及其距平场(图 5)上可以看出,欧亚中高纬为“西高东低和北高南低”的经向型环流,欧洲西部和北部为偏强的高压脊所控制,自乌拉尔山—贝加尔湖—西北太平洋为宽广的低槽区,我国黄河以北地区处于负距平控制区,从而有利于来自高纬度地区的冷空气入侵我国北方地区,使得新疆北部、内蒙古东部和东北地区气温偏低。而黄河以南的大部分地区为异常正高度距平所控制,冷空气难以大幅南侵,从而我国大部分地区气温接近常年同期或偏高。西太副高面积偏大、强度偏强、西伸脊点偏西、脊线偏北,同时索马里和孟加

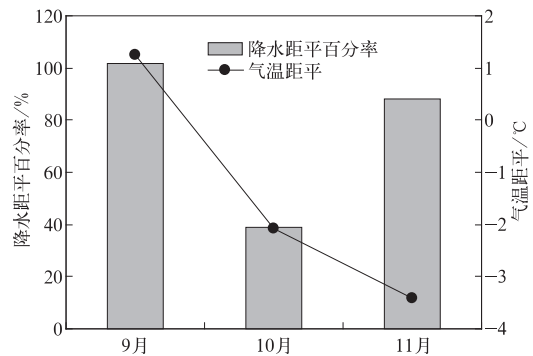


图 4 2016 年 9、10、11 月我国东北部区域(42°~54°N、115°~135°E)平均气温距平和降水量距平百分率  
Fig. 4 The average temperature anomalies and precipitation anomaly percentages over the northeastern part of China (42°—54°N, 115°—135°E) in September, October and November 2016

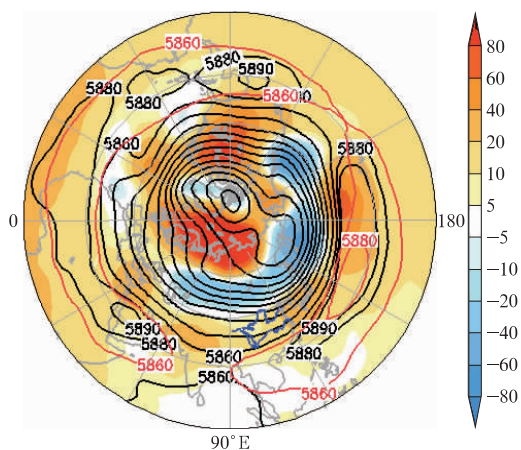


图 5 2016 年秋季 500 hPa 位势高度 (等值线)及其距平场(阴影)分布 (红色线为气候平均的 5860 和 5880 等值线,单位:gpm)

Fig. 5 Distribution of geopotential height (contours) and its anomalies (colored areas) at 500 hPa in autumn 2016 (The red lines denote the 5860 and 5880 contours of climatic mean, unit: gpm)

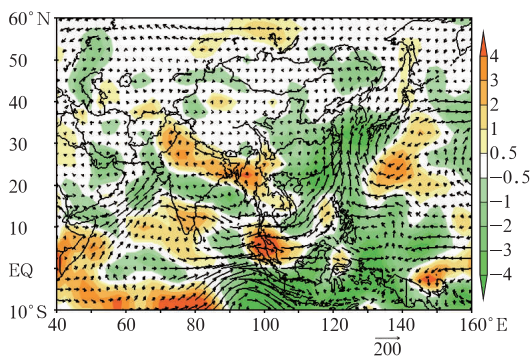


图 6 2016 年秋季整层水汽通量 (箭头,单位: $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ )及其散度的距平场(阴影,单位: $10^5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )

Fig. 6 Distribution of anomalies of integrated moisture flux (arrows, unit:  $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ) and its divergence (colored areas, unit:  $10^5 \text{ kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) in autumn 2016

拉湾越赤道气流偏强,印缅槽活跃。如此,来自副高外围的异常东南水汽和来自西南的偏强水汽共同输送到我国东部地区,水汽辐合偏强(图 6),有利于这些地区的降水偏多。

从季节内变化来看,9 月 500 hPa 上(图 7),欧亚中高纬为西低东高的纬向型环流,乌拉尔山地区低槽偏强,而贝加尔湖地区为强高压脊,这与季节平

均(图 5)几乎相反。我国东北部地区为异常正高度距平所控制,冷空气不活跃,气温偏高,但 9 月上半月有两次明显的东北冷涡活动(图略),带来了大量降水,使得内蒙古东部和东北降水异常偏多。10—11 月 AO 为明显的负位相,乌拉尔山—贝加尔湖—西北太平洋低槽维持,与秋季平均状况类似,冷空气不断西行影响我国东北部地区,加上南方水汽输送偏强,使得该地区降水偏多,气温偏低。

### 3.2 海温

国家气候中心的监测显示,2014 年 10 月开始的超强 El Niño 事件于 2016 年 4 月结束后,赤道中东太平洋在 5—6 月进入正常状态,自 7 月开始,冷海温持续稳定发展,8—11 月,连续 4 个月 Niño 3.4 指数均达到 -0.5 的阈值标准,12 月开始到 2017 年 2 月冷水持续减弱,处于中性状态(图 8)。虽然根据中国气象局预报与网络司印发的《厄尔尼诺/拉尼娜事件监测业务规定》(气预函(2016)22 号),2016 年下半年最终未能形成一次 La Niña 事件,但秋季大气环流对冷海温已经做出了一定的响应。

从 2016 年秋季平均的海温距平分布看(图 9),赤道中东太平洋大部为冷海温距平,距平中心位于 160°W 附近,赤道西太平洋及暖池区为暖海温距平。西暖东冷,西太平洋上空对流活跃,而中太平洋下沉运动明显增强,沃克环流偏强(图略)。秋季中东太平洋偏冷,有利于在 110°~130°E 范围内经向上出现两个连续的异常环流圈,其中北部(15°~40°N)的异常环流圈会通过低层经向风异常及异常辐合辐散,在日本岛附近形成反气旋式环流距平,从而导致降水偏多区出现在 30°N 以北(顾薇等,2012)。另外,统计表明,1951 年以来中等以上强度 El Niño 事件共 11 次,春季以来暖海温持续减弱并在夏、秋季进入冷海温年(1973,1983,1988,1995,1998,2010,

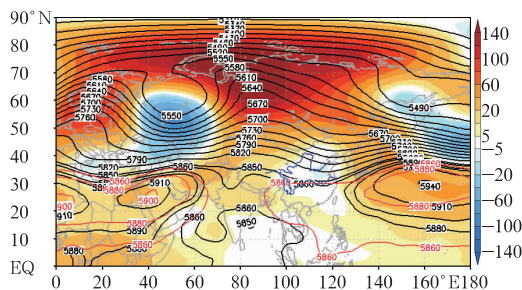


图 7 同图 5,但为 2016 年 9 月

Fig. 7 Same as Fig. 5, but for September 2016

2016 年), 秋季副高往往偏强, 西伸脊点略偏西。秋季副高偏强偏西偏北, 有利于水汽向我国北方地区输送, 从而造成北方地区降水偏多, 特别是 10 月, 表现尤为突出(图略)。

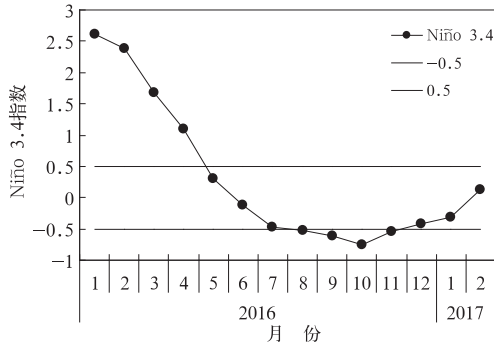


图 8 2016 年 1 月至 2017 年 2 月 Niño 3.4 指数演变图

Fig. 8 Evolution of Niño 3.4 index from January 2016 to February 2017

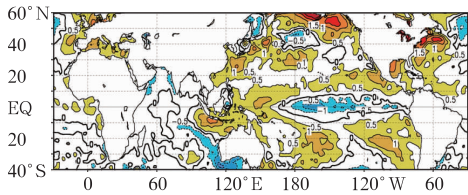


图 9 2016 年秋季平均海表温度距平(单位: °C)分布图

Fig. 9 Distribution of mean sea surface temperature anomalies (unit: °C) in autumn 2016

### 3.3 台风

西太平洋暖池区海温偏高, 其上空大气对流活动增强, 有利于热带气旋的生成和发展(林惠娟和张耀存, 2004), 而西太副高位置偏北, 有利于台风在我国登陆(张庆云和彭京备, 2003)。今年秋季西太平洋共有 14 个台风生成, 较常年同期(11.5 个)偏多, 其中 4 个登陆我国, 较常年同期(2.5 个)偏多, 台风频繁活动给我国秋季气候造成了重要影响。

9 月 15 日 03 时左右强台风莫兰蒂在福建厦门市翔安区沿海登陆, 之后北上纵贯江西、安徽、江苏, 16 日以热带低压的形式入黄海, 福建部分地区、浙江大部、上海、江苏南部两天累计降水量超过 100 mm, 其中福建柘荣、浙江奉化、宁海、北仑达 300 mm 及以上(图 10a)。这种先西北移后转向东北移动的台风路径和当时的西太副高中心在 130°E 以东, 西段脊线南落有关(朱乾根等, 2000)。

9 月 27 日强台风鲑鱼横穿台湾岛后减弱为台风于 28 日凌晨在福建省泉州市惠安县沿海登陆, 然后向偏西方向移动, 29 日在江西南部减弱为热带低压, 在西太副高和台风的共同作用下, 大量暖湿水汽被输送到华南—江淮地区, 造成了极端降水(图 10b), 其中福建省福州、福鼎、长乐, 浙江省泰顺两天累计降

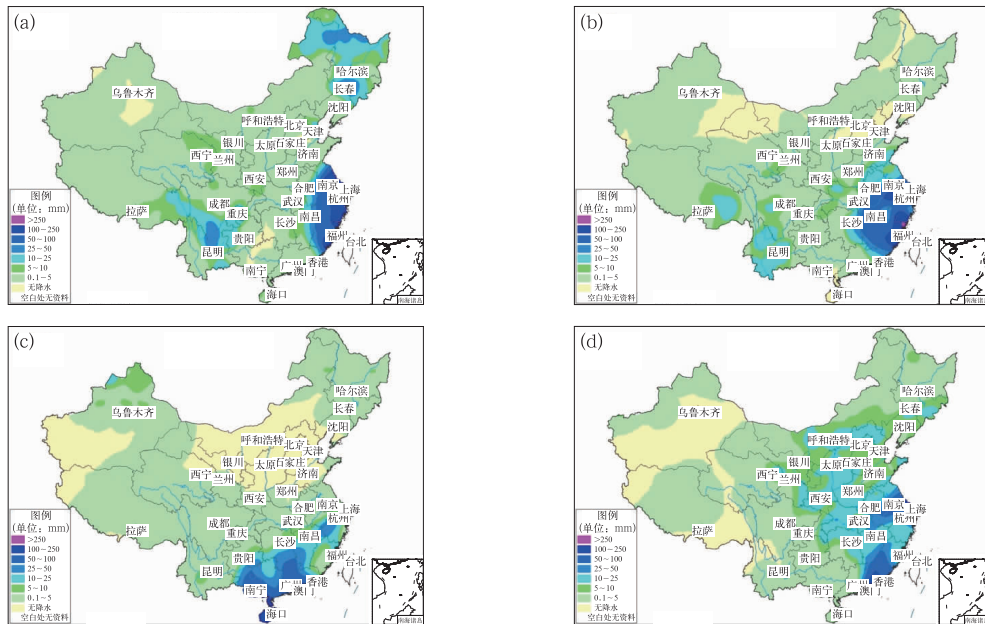


图 10 2016 年秋季“莫兰蒂”(a)、“鲑鱼”(b)、“莎莉嘉”(c)和“海马”(d)四个台风不同影响时期我国降水分布

Fig. 10 Distributions of precipitation during the different periods affected by the Typhoons Meranti (a), Megi (b), Sarika (c) and Haima (d) in autumn 2016

水量达 300 mm 以上,而福建省柘荣达 489.9 mm,浙江省文成站多达 529.2 mm。

“莎莉嘉”和“海马”于 10 月中下旬连续在我国华南沿海登陆,主要影响了我国华南、江南、江淮南部地区(图 10c,10d)。研究表明,当秋季赤道中东太平洋海表降温时,华南中低层风场偏东风距平增大,从而容易引起台风西行,影响华南而使降水增多(贾子冰等,2015)。

## 4 结 论

(1)2016 年秋季,全国大部地区气温偏高,降水普遍偏多。全国平均降水量 164 mm,较常年同期偏多 37%,创 1961 年以来历史同期最高值。尤其是我国东部地区,约一半的台站偏多 50%以上,福建省降水量几乎为气候平均值的 3 倍。

(2)在赤道中东太平洋冷海温发展的秋季,西太副高往往偏强偏西偏北,自副热带到日本海附近容易出现异常反气旋式环流,有利于水汽向我国北方地区输送,再加上前期东北冷涡活动及中后期贝加尔湖地区低槽维持,冷暖空气交汇,使得北方地区降水偏多。

(3)赤道西太平洋及暖池区海温偏高,对流活跃,有利于 2016 年秋季西太平洋生成台风偏多,而西太副高偏强偏西偏北有利于台风登陆我国,给我

国东部沿海带来了大量降水,使得华南到江淮一带降水异常偏多。

## 参考文献

- 顾薇,李维京,陈丽娟,等,2012.我国秋季降水的年际变化及与热带太平洋海温异常分布的关系[J].气候与环境研究,17(4):467-480.
- 贾子冰,武亮,王同美,等,2015.华南秋季降水异常年的台风活动差异及其与海温的关系[J].海洋学报,37(1):53-62.
- 林惠娟,张耀存,2004.影响我国热带气旋活动的气候特征及其与太平洋海温的关系[J].热带气象学报,20(2):218-226.
- 柳艳菊,王艳蛟,司东,等,2013.2012年秋季我国气候异常及成因分析[J].气象,39(4):526-530.
- 聂羽,孙冷,李清泉,等,2016.2015年秋季我国气候异常及暖湿成因分析[J].气象,42(4):507-513.
- 司东,邵懿,孙冷,等,2015.2014年秋季我国华西地区降水异常的成因分析[J].气象,41(4):508-513.
- 张庆云,彭京备,2003.夏季东亚环流年际和年代际变化对登陆中国台风的影响[J].大气科学,27(1):97-106.
- 朱乾根,林锦瑞,寿绍文,等,2000.天气学原理与方法(第三版)[M].北京:气象出版社:532-533.
- Kalnay E, Kanamitsu M, Kistler R, et al, 1996. The NCEP/NCAR 40-Year Reanalysis Project[J]. Bull Amer Meteor Soc, 77(3): 437-470.
- Reynolds R W, Smith T M, Liu C, et al, 2007. Daily high-resolution-blended analyses for sea surface temperature[J]. J Climate, 20(22):5473-5496.