

王遵娅,周兵,王艳姣,等. 2013. 2013 年春季我国气候异常特征及其可能原因. 气象, 39(10):1374-1378.

# 2013 年春季我国气候异常特征及其可能原因<sup>\* 1</sup>

王遵娅 周 兵 王艳姣 龚志强 王启祎

国家气候中心中国气象局气候研究开放实验室, 北京 100081

**提 要:** 2013 年春季, 全国平均气温较常年同期偏高 1.0℃, 平均降水量较常年同期偏多 8.3%, 但气温和降水空间分布不均, 东北气温持续偏低, 华北出现区域性气象干旱。分析表明: 2013 年冬春季北极涛动(Arctic Oscillation, AO)持续强的负位相; 3 和 4 月东北冷涡活跃, 不仅频次偏多且强度偏强; 同时, 从 2013 年秋季开始东北地区积雪面积持续偏大, 这些因子共同作用造成东北出现强的持续性低温。而 2012 年冬季以来西伯利亚高压持续偏弱, 同时异常高脊控制我国北方大部地区, 加之水汽输送不足, 造成华北地区出现区域性气象干旱。

**关键词:** 气候特征, 东北低温, 华北干旱, 北极涛动, 可能原因

**中图分类号:** P461

**文献标志码:** A

**doi:** 10.7519/j.issn.1000-0526.2013.10.017

## Climatic Features and Possible Causes for Spring 2013

WANG Zunya ZHOU Bing WANG Yanjiao GONG Zhiqiang WANG Qiyi

Laboratory for Climate Studies, National Climate Centre, China Meteorological Administration, Beijing 100081

**Abstract:** During the spring of 2013, the surface air temperature was 1℃ higher than normal and the average precipitation was 8.3% more than normal in China. However, obvious spatial and temporal inhomogeneity was observed in both temperature and precipitation with severe cold weathers persisting in Northeast China and regional drought occurring in North China. Long persistent negative phase of Arctic Oscillation (AO), active cold vortexes and more extensive than normal snow cover over the Northeast China caused the sustained low temperature in this region. And, weaker than normal Siberian high, anomalous high ridge and inadequate water vapor transport may be the primary causes for the drought in North China.

**Key words:** climatic feature, low temperature in Northeast China, drought in North China, Arctic Oscillation, possible cause

## 引 言

大气环流异常是气候异常的直接原因, 而其又在很大程度上受到海洋、雪盖和极冰等外强迫的影响。对造成气候异常的大气环流特征及其更深入的内部和外强迫因子等进行分析不仅有利于寻找造成气候异常的可能原因, 而且为未来的预测提供了可能的思路和因子(高辉等, 2008; 张培群等, 2009; 艾

婉秀等, 2010; 贾小龙等, 2011; 王朋岭等, 2012; 王遵娅等, 2013)。

2013 年春季, 我国大部地区气温偏高但东北出现了持续低温; 内蒙古至华北一带持续温高雨少, 出现了区域性气象干旱。东北低温和华北干旱非常常见, 多位学者对其产生的原因进行了多方面的分析(陆日宇, 2001; 周连童, 2009; 朱占云等, 2010; 胡开喜等, 2011; 刘刚等, 2012; 李尚锋等, 2012)。本文结合 2013 年春季出现的大气和积雪等异常特征, 分析

\* 国家重点基础研究发展计划项目(2012CB955901)、中国气象局气候研究开放实验室 2012/2013 年度开放青年基金及中山大学“985 工程”第三期共同资助

2013 年 7 月 23 日收稿; 2013 年 8 月 7 日收修定稿

第一作者: 王遵娅, 主要从事气候学和短期气候变化研究. Email: wangzy@cma.gov.cn

了影响上述气候异常的可能原因,以期增加对春季气候异常成因的理解,并对气候预测等提供一定的理论依据。

### 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,及美国气象环境预报中心(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。

### 2 我国主要气候特征

2013 年春季,我国平均气温为 11.4℃,较常年同期(10.4℃)偏高 1.0℃(图 1)。从空间分布(图 2)上看,全国大部气温偏高而东北气温偏低。其中,西北大部、西南东部、内蒙古中部和西部、华北西部、黄淮西部、江南和华南西部等地偏高 1~2℃;新疆北部、内蒙古西部和甘肃大部等地偏高 2℃以上。而内蒙古北部、东北大部等地气温偏低 1~2℃,

局部偏低 2℃以上。

2013 年春季,全国平均降水量为 155.6 mm,较常年同期(143.7 mm)偏多 8.3%(图 3)。在空间分布上基本呈“南多北少”态势。华北大部、内蒙古西部和中部、甘肃西北部等地降水较常年同期偏少 2~8 成,局部偏少 8 成以上。而全国其余大部地区降水量接近常年同期或偏多,其中新疆西南部和中部、青海南部、内蒙古东北部等地偏多 5 成至 1 倍,局部 1 倍以上(图 4)。

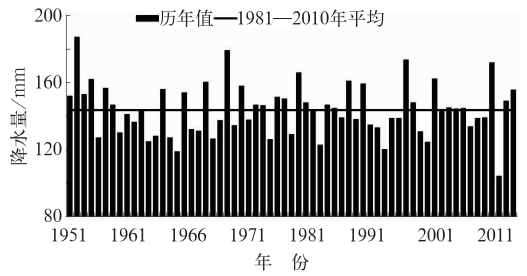


图 3 1951—2013 年春季全国平均降水量(mm)历年变化

Fig. 3 Time series of spring mean rainfall (unit: mm) over China during 1951—2013

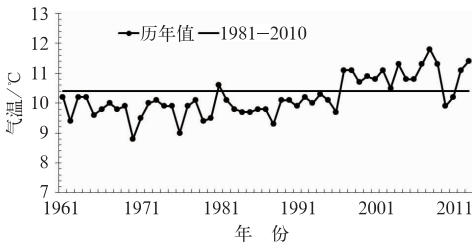


图 1 1961—2013 年春季中国平均气温(单位:℃)历年变化

Fig. 1 Time series of spring mean temperature (unit: °C) over China during 1961—2013

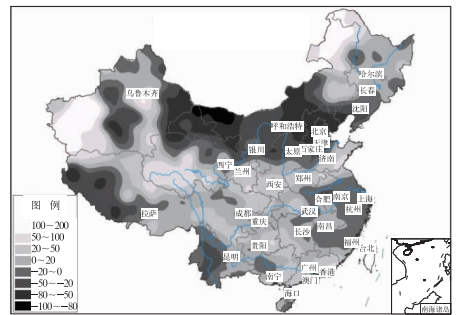


图 4 2013 年春季全国降水量距平百分率(单位:%)分布

Fig. 4 Distribution of rainfall anomaly percentage of China in spring 2013 (unit: %)

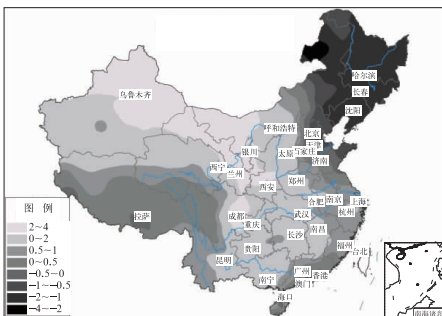


图 2 2013 年春季(3 月 1 日至 5 月 31 日)全国气温距平分布(单位:℃)

Fig. 2 Distribution of temperature anomalies of China in spring 2013 (unit: °C)

### 3 东北低温的可能成因

如前所述,2013 年春季我国气温最显著的异常特征之一就是东北出现持续低温,且低温时段从 3 月一直延续至 5 月中旬。该时段内东北平均气温仅 3.3℃,较常年平均值 5.1℃偏低 1.8℃,为 1988 年以来的次低值,仅高于 2010 年(图 5)。

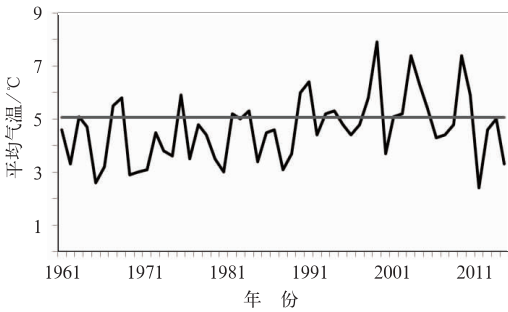


图 5 1961—2013 年 3 月 1 日至 5 月 20 日东北平均气温序列

Fig. 5 Time series of mean temperature over Northeast China during 1 March to 20 May from 1961 to 2013

自 Thompson 等 (1998) 最早提出北极涛动 (Arctic Oscillation, AO) 概念作为北半球冬季热带外行星尺度大气环流最重要的一个模态, 其气候影响受到了广泛关注。很多研究表明 AO 指数与中国冬季气温关系密切, 尤其与中国东北冬季气温呈显著的正相关, 即: 冬季 AO 负异常有利于我国东北地区气温偏低 (龚道溢等, 2003; 王晓娟等, 2004; 李春等, 2005; 沈柏竹等, 2012)。如图 6 所示, 自 2012 年秋季开始 AO 持续负位相, 尤其在 2013 年 3 月负位相显著加强。这在中高层异常环流场上表现为欧亚中高纬地区维持一宽阔的异常低压带而极地区域则为高气压所盘踞, 我国东北地区正好处于异常低槽的控制下, 冷空气频繁影响从而引发持续低温 (图 7)。我们进一步计算了春季 AO 指数与中国春季气温的相关系数, 发现东北地区为正的高相关区, 相关系数普遍在 0.36 以上, 通过了  $\alpha=0.1$  的显著性水平检验, 并且将线性趋势去除后这种关系也仍然存在 (图 8)。这很好地证实了春季 AO 与我国东北气温之间的密切关系。AO 持续负位相是造成

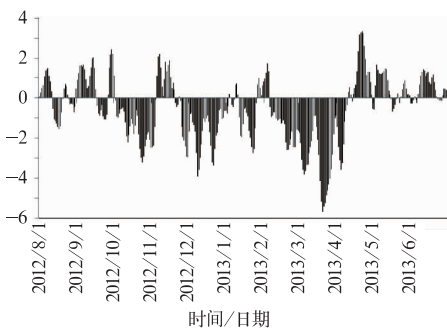


图 6 AO 指数逐日演变

Fig. 6 Time series of daily AO index

2013 年春季我国东北低温的一个重要原因。

东北冷涡是我国东北地区特有的天气系统, 对东北地区的天气气候有很大影响, 是造成东北低温的重要因子 (孙力等, 2000; 朱占云等, 2010; 胡开喜等, 2011; 李尚锋等, 2012)。统计发现, 2013 年春季东北冷涡活跃且总体偏强, 其中 3 月出现 24 次, 4 月出现 29 次, 均较常年同期明显偏多, 并且该两月冷涡的强度均较常年同期偏强, 有利于我国东北地区气温偏低。

另外, 可以注意到, 我国东北地区自 2012 年秋季以来积雪面积就持续偏大。如图 9 所示, 2012 年 10 月至 2013 年 4 月东北地区的积雪面积达 1973 年以来最大值。在反照率温度正反馈机制和长波辐射增加的共同影响下, 东北连续数月温度偏低。并且, 4 月东北气温回升至  $0^{\circ}\text{C}$  以上, 东北积雪季节性融雪消耗热量导致东北气温偏低加剧, 延缓了冬春季温度回升和环流转换。因而, 东北积雪面积偏大是东北发生持续性低温的有利条件。

从上面的分析可以看到, AO 持续负位相、东北低涡的活跃和偏强以及东北地区积雪面积的持续偏大均有利于东北气温偏低, 而几种因子的共同作用更是使得 2013 年春季东北地区的低温不仅持久而且强度大。

#### 4 华北干旱的可能成因

如第 2 节的观测事实所示, 2013 年春季, 内蒙古、甘肃和华北西部一带气温普遍偏高  $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ , 且内蒙古西部和甘肃西北部偏高  $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ 。同时, 这一地区的降水量较常年同期普遍偏少  $2\sim 8$  成, 部分地区 8 成以上。持续的温高雨少导致气象干旱在内蒙古西部和甘肃西北部一带发展并东扩至华北一带。从 5 月 20 日的气象干旱监测图看, 华北普遍出现中等以上气象干旱, 局部地区甚至出现特旱 (图 10)。

深入分析华北一带温高雨少的原因, 我们可以发现: 自 2013 年 3 月以来, 西伯利亚高压持续偏弱, 不利于冷空气活跃南下影响除东北以外的我国大部地区, 因而造成我国大部气温偏高 (图 11)。从图 7 还可以看到, 春季我国大部, 尤其是西北至华北一带受异常高压脊的控制, 盛行下沉气流, 不利于降水的产生但有利于气温偏高。图 12 还显示, 我国黄河以南地区存在一较弱的气旋性异常水汽输送带, 黄海和渤海的西南暖湿气流向淮河流域一带的异常输送

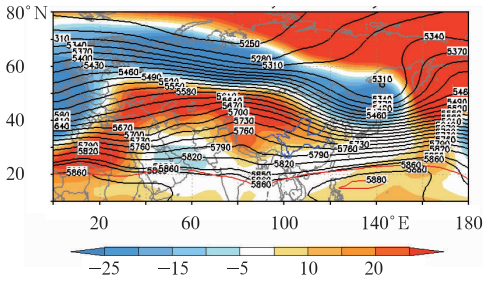


图 7 2013 年春季欧亚地区 500 hPa 位势高度 (等值线)及其距平(阴影区)分布(单位:gpm)

Fig. 7 500-hPa geopotential height (contours) and its anomalies (shaded areas) for spring 2013 (unit: gpm)

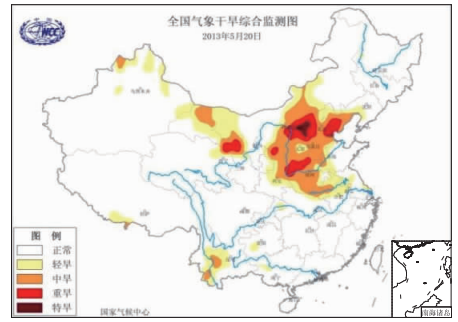


图 10 2013 年 5 月 20 日气象干旱综合监测图

Fig. 10 Distribution of meteorological drought indices on 20 May 2013

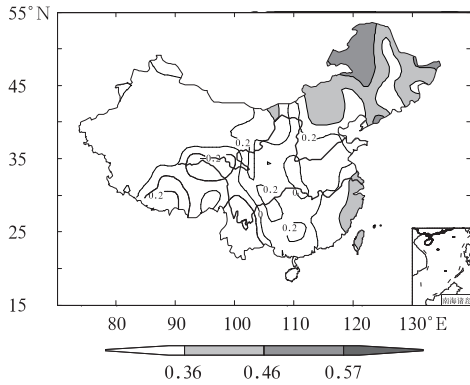


图 8 春季 AO 指数与中国春季平均气温的相关系数分布

(阴影区表示通过  $\alpha=0.1$  显著性水平检验)

Fig. 8 Distribution of correlation coefficients between AO index and mean temperature over China in spring

(shaded areas denoting exceeding the 0.1 significance test level)

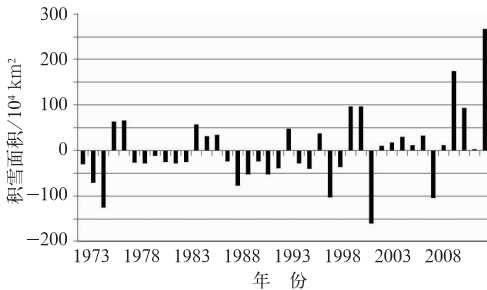


图 9 1973—2012 年当年 10 月至次年 4 月东北积雪面积距平的逐年演变

Fig. 9 Time series of snow cover anomalies in October to the next April during 1973—2012

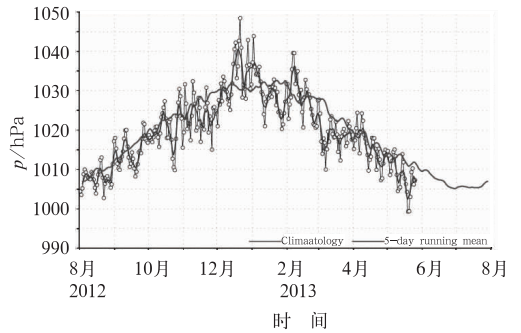


图 11 2012 年 8 月以来西伯利亚高压强度逐日演变

Fig. 11 Time series of daily intensity of Siberian high since August 2012

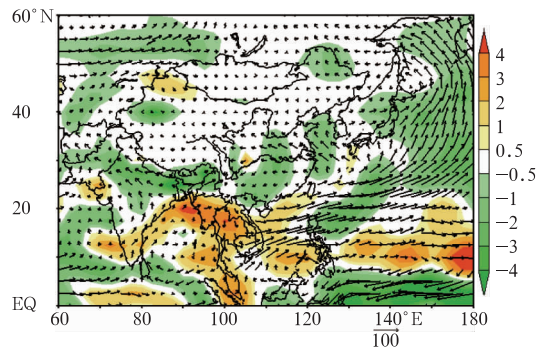


图 12 2013 年 3—5 月中旬整层积分的水汽输送通量(箭头,单位:  $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ )及其散度(阴影区,单位:  $10^{-6} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ )距平

Fig. 12 Anomalies of water vapor transport (vector, unit:  $\text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-1}$ ) and its divergence (shaded areas, unit:  $10^{-6} \text{kg} \cdot \text{s}^{-1} \cdot \text{m}^{-2}$ ) vertically integrated from surface to 300 hPa during March to the first 20 days of May in 2013

较明显。受其影响,我国东部在黄河以南的大部地区出现了弱的异常水汽辐合带,这也是该地 2013 年春季降水量较常年略多的重要原因。而在我国西北至华北一带,水汽输送通量及其散度均无明显异常,表明水汽条件是不利于这一地区出现降水的,加之气温持续偏高,使得气象干旱露头并发展。由此也可以看到,水汽输送整体偏弱,而仅在我国南方地区略有偏强,是造成我国 2013 年春季降水整体“北少南多”的一个主要原因。

在异常高脊、弱西伯利亚高压和弱水汽输送的共同影响下,我国西北东部至华北一带持续温度偏高而降水偏少,导致气象干旱发展。而 5 月下旬受一次西南涡东移的影响,黄淮至华北南部出现明显降水,华北南部的干旱得到缓解。

## 5 主要结论

2013 年春季,我国平均气温为  $11.4^{\circ}\text{C}$ ,较常年同期( $10.4^{\circ}\text{C}$ )偏高  $1.0^{\circ}\text{C}$ 。全国大部地区气温偏高,但东北的气温持续偏低,其 3—5 月中旬的平均气温为 1988 年以来的次低值,仅高于 2010 年。季内,全国平均降水量为 155.6 mm,较常年同期(143.7 mm)偏多 8.3%,在空间分布上基本呈“南多北少”态势,内蒙古至华北一带温高雨少出现区域性气象干旱。

分析表明:春季 AO 指数与中国东北地区的春季气温呈显著的正相关关系。从 2013 年秋季开始 AO 持续负位相,尤其在 2013 年 3 月负位相显著加强,这使得欧亚中高纬地区维持一宽阔的异常低压带,我国东北地区正好处于异常低槽的控制下,冷空气活跃有利于出现持续低温。同时,2013 年 3 和 4 月的东北冷涡不仅频次偏多且强度偏强,有利于我国东北气温偏低。并且,我国东北地区自 2012 年秋季以来积雪面积持续偏大,反照率温度正反馈机制和长波辐射增加的共同影响有利于东北出现持续低温。在上述几个因子的共同作用下,2013 年春季东北地区出现持久且强的低温。

自 2013 年 3 月以来,西伯利亚高压持续偏弱,

不利于冷空气活跃南下影响我国北方地区;并且,3—5 月中旬,我国北方地区受异常高压脊的控制,盛行下沉气流;同时,南方暖湿水汽的北输偏弱,这些因子共同影响我国内蒙古至华北一带出现了气象干旱。

## 参考文献

- 艾婉秀,孙林海,宋文玲. 2010. 2009 年海温和大气环流异常及对中国气候的影响. 气象,36(4):101-105.
- 高辉,王永光. 2008. 2007 年海温和大气环流异常对我国气候的影响. 气象,34(4):107-112.
- 龚道溢,王绍武. 2003. 近百年北极涛动对中国冬季气候的影响. 地理学报,58(4):559-568.
- 胡开喜,陆日宇,王东海. 2011. 东北冷涡及其气候影响. 大气科学,35(1):179-191.
- 贾小龙,陈丽娟,龚振淞,等. 2011. 2010 年海温和大气环流异常及对中国气候的影响. 气象,37(4):446-453.
- 李春,方之芳. 2005. 北极涛动与东北冬季温度的联系. 高原气象,24(6):927-934.
- 李尚锋,廉毅,陈圣波,等. 2012. 东北初夏极端低温事件的空间分布特征及其成因机理分析. 地理科学,32(6):752-758.
- 刘刚,沈柏竹,廉毅,等. 2012. 亚洲阻塞高压分类及其与东北冷涡活动和东北夏季低温的联系. 地理科学,32(1):1269-1274.
- 陆日宇. 2001. 与华北地区春季降水量异常关联的大气环流异常. 气候与环境研究,6(4):400-408.
- 沈柏竹,廉毅,张世轩,等. 2012. 北极涛动、极涡活动异常对北半球欧亚大陆冬季气温的影响. 气候变化研究进展,8(6):434-439.
- 孙力,安刚,廉毅,等. 2000. 夏季东北冷涡持续性活动及其大气环流异常特征的分析. 气象学报,58(6):704-714.
- 王朋岭,周兵,韩荣青,等. 2012. 2011 年海洋和大气环流异常及对中国气候的影响. 气象,38(4):472-479.
- 王晓娟,方之芳. 2004. 中国地面气温年际和年代际变化及其与北冰洋涛动指数的关系. 高原气象,23(增刊):80-88.
- 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.
- 张培群,贾小龙,王永光. 2009. 2008 年海洋和大气环流异常对中国气候的影响. 气象,35(4):112-117.
- 周连童. 2009. 引起华北地区夏季出现持续干旱的环流异常型. 气候与环境研究,14(2):120-130.
- 朱占云,何金海. 2010. 东北冷涡的特征、影响及其可能机制的研究. 气象与减灾研究,33(4):1-8.
- Thompson D W J, Wallace J M. 1998. The Arctic Oscillation signature in the wintertime geopotential height and temperature fields. Geophys Res Lett,25(9):1297-1300.