

宋文玲,袁媛,2017. 强厄尔尼诺背景下 2015/2016 年冬季气候预测的不确定性分析[J]. 气象,43(10):1249-1258.

强厄尔尼诺背景下 2015/2016 年冬季 气候预测的不确定性分析^{*}

宋文玲 袁 媛

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: 2015/2016 年冬季的主要气候特征为:(1)全国大部地区气温接近常年,季内,气温阶段性起伏波动大,极端天气气候事件频发;(2)全国平均降水量较常年明显偏多,为 1951 年以来历史同期最多,多雨带主要位于长江以南及北方大部地区;(3)东亚冬季风阶段性变化明显,前弱后强。综合考虑年代际背景、超强厄尔尼诺事件、秋季北极海冰偏少等因素的影响以及数值模式的预测结果,预测 2015/2016 年冬季全国气温总体以偏暖为主与实况较为一致;冬季我国东北、华北北部、新疆东北部、长江以南大部降水偏多和长江黄河之间降水偏少的预测正确;主要气象灾害与衍生灾害的预测与实况基本一致,预测取得了较好的服务效果。但对冬季我国低温区域的预测较实况偏小,尤其对内蒙古中西部、西北地区东北部、西南东南部和华南南部气温偏低及 2016 年 1 月偏冷的情况估计不足。虽然均是在强厄尔尼诺背景下,1982/1983 年及 1997/1998 年和 2015/2016 年冬季气候仍存在较大差异。通过对强厄尔尼诺影响的不确定性分析,2015/2016 年冬季没有准确把握冬季风后期偏强的程度,对北极涛动季节内变化特征的预测分析能力有限,对海冰影响冬季环流的研究还需进一步加强。

关键词: 冬季预测,厄尔尼诺事件,冬季风,北极海冰,北极涛动

中图分类号: P461

文献标志码: A

DOI: 10.7519/j.issn.1000-0526.2017.10.009

Uncertainty Analysis of Climate Prediction for the 2015/2016 Winter Under the Background of Super El Niño Event

SONG Wenling YUAN Yuan

Laboratory for Climate Studies of CMA, National Climate Centre, Beijing 100081

Abstract: There are three main characteristics of the 2015/2016 winter climate. (1) Temperatures were near normal over most parts of China. However, the temperature fluctuated greatly in the season, and extreme temperature events occurred frequently. (2) The area-mean precipitation was above normal in China, which ranked the first since 1951. There were two main rainfall belts over southern China and northern China, respectively. (3) The East Asian winter monsoon varied greatly within the season, which was weak in the earlier stage but strong in the later period. Considering the influence of interdecadal warming background, super El Niño event and less Arctic sea ice in autumn, as well as prediction results of numerical models, we predicted the winter temperature of 2015/2016 was above normal in most China, which was similar to the actual situation. The prediction of more precipitation in Northeast China, northern part of North China, northeastern Xinjiang and south of the Yangtze River Valley, as well as the prediction of less precipitation in central China were correct. Prediction of the main meteorological disasters and derivative disasters was also consistent with the actual situation. However, the prediction of areas with lower temperature was smaller. We failed to predict the below-normal temperature in mid-western Inner Mongolia,

^{*} 公益性行业(气象)科研专项(GYHY201406024)资助

2017 年 1 月 9 日收稿; 2017 年 4 月 28 日收修定稿

第一作者:宋文玲,主要从事气候诊断与预测研究. Email:songwl@cma.gov.cn

northeastern part of Northwest China, southeastern part of Southwest China, and southern part of South China, especially in January 2016. Although under the same background of strong El Niño, the climate anomaly in the 2015/2016 winter was different from those of the 1982/1983 and 1997/1998 winters. We have analyzed the uncertainty of the influence of El Niño event. The predictive and analytical capabilities of winter monsoon, interseasonal variation of the Arctic oscillation, and the impact of Arctic sea ice on the winter circulation still need to be further strengthened.

Key words: prediction of winter climate, El Niño event, East Asian winter monsoon, Arctic sea ice, Arctic oscillation

引 言

在全球变暖的背景下,极端天气气候事件频发,气候预测的难度不断增大,同时政府和公众对气候预测的服务需求也在增加。为此,每年 11 月初国家气候中心都将组织来自业务单位、科研院所及高校的相关专家认真讨论分析影响当年冬季气候异常的前兆信号,并通过与各区域气候中心会商的形式,最终发布冬季气候趋势预测意见。

我国处于全球著名的东亚季风区,东亚冬季风不仅是全球最强大的冬季风,也是影响我国冬季气候的主要因子(王会军和范可,2013;陈文等,2013)。冬季风往往会给中国带来寒潮、低温、暴雪、冰冻等灾害(丁一汇,1990;陈隆勋等,1991;黄荣辉等,2008;谭本植和陈文,2014)。早期大量研究揭示了东亚冬季风与厄尔尼诺-南方涛动(ENSO)的显著反向变化关系:在厄尔尼诺年冬季,中国东部沿海为异常偏南风,东亚大槽强度比常年偏弱,从而不利于寒潮向南爆发,东亚冬季风偏弱;拉尼娜年冬季的情况刚好相反,中国东部沿海为异常偏北风,东亚大槽偏强,有利于寒潮偏强且向南爆发,冬季风偏强(李崇银,1988;Li,1990;陶诗言和张庆云,1998;Chen and Graf,1998;Chen et al,2000;陈文,2002)。此外,当 ENSO 处于暖位相时的冬季,东亚冬季风偏弱,来自孟加拉湾和南海的水汽输送在中国南方地区形成异常辐合,从而有利于该地区冬季降水偏多。当 ENSO 处于冷位相时,情况基本相反,东亚冬季风偏强,中国南方冬季降水易偏少(何溪澄等,2007;王林和冯娟,2011;Li and Ma,2012;袁媛等,2014)。

2014 年 9 月赤道中东太平洋海温进入厄尔尼诺状态,2015/2016 年冬季海温发展达到盛期,出现了一次超强厄尔尼诺事件(邵懿和周兵,2016;袁媛

等,2016)。因此,超强厄尔尼诺事件对冬季气候的影响是 2015/2016 年冬季气候预测考虑的重要因素之一。然而,这次事件与 1982/1983 年及 1997/1998 年两次事件有相同之处,但也有一些不同点,给 2015/2016 年冬季的预测带来了一定的不确定性。

本文从回顾 2015/2016 年冬季气候特征入手,在认识冬季气候异常的基础上,对此次冬季气候趋势预测中的诸多成功与不足之处进行梳理和总结,为进一步提高气候预测准确率提供有价值的参考信息。

1 2015/2016 年冬季气候特征

1.1 气温季内起伏大

2015/2016 年冬季,全国平均气温为 -3.1°C ,较常年同期(-3.4°C)偏高 0.3°C 。与常年同期相比,全国大部地区气温接近常年同期或略偏高,其中新疆北部和西部局部、黑龙江北部局部和西藏西南部等地气温较常年同期偏高 $1\sim 4^{\circ}\text{C}$;仅内蒙古中东部部分地区和华南南部局部等地气温偏低 $1\sim 2^{\circ}\text{C}$ (图 1a)。但季节内变化明显,2015 年 12 月,全国平均气温为 -2.1°C ,比常年同期(-3.2°C)偏高 1.1°C ,为近 8 年来最高;除青海北部、贵州、广西等地气温较常年偏低以外,全国其余大部气温较常年明显偏高,特别是黄河以北大部地区较常年偏高 $2\sim 4^{\circ}\text{C}$ (图 1b)。但是,2016 年 1 月,全国平均气温较常年同期偏低 0.3°C ,西藏中部、内蒙古大部、东北中西部和南部、华北北部等地气温偏低明显(图 1c);2016 年 2 月,全国平均气温接近常年同期,西北地区大部、华南及西南地区东南部气温偏低,西藏、华北南部至江淮等地气温偏高;月内气温阶段性起伏波动大,东北和江南多地发生极端降温事件(图 1d)。

1.2 降水较常年偏多

2015/2016 年冬季,全国平均降水量为 62.3 mm,较常年同期(40.8 mm)偏多 52.7%,为 1951 年以来历史同期最多。从空间分布来看,东北大部、

华北大部、内蒙古大部、西北地区西部和东部大部、江南、华南、西南地区大部、西藏中部和南部等地降水偏多 5 成至 2 倍,部分地区偏多 2 倍以上;仅黄淮南部、江淮、青海大部、新疆西部及西藏西北部等地降水偏少 2~8 成(图 2a)。季节内冬季降水分布总

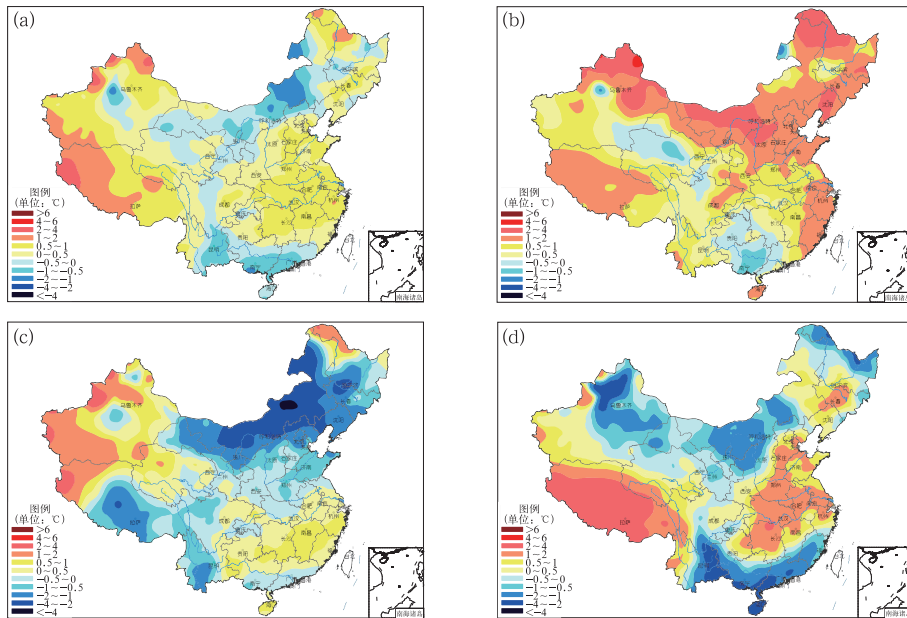


图 1 2015/2016 年冬季(a)和 2015 年 12 月(b)、2016 年 1 月(c)和 2 月(d) 全国平均气温距平(单位: °C)空间分布

Fig. 1 Spatial distribution of temperature anomaly (unit: °C) in the winter of 2015/2016 (a), December of 2015 (b), and January (c) and February (c) of 2016

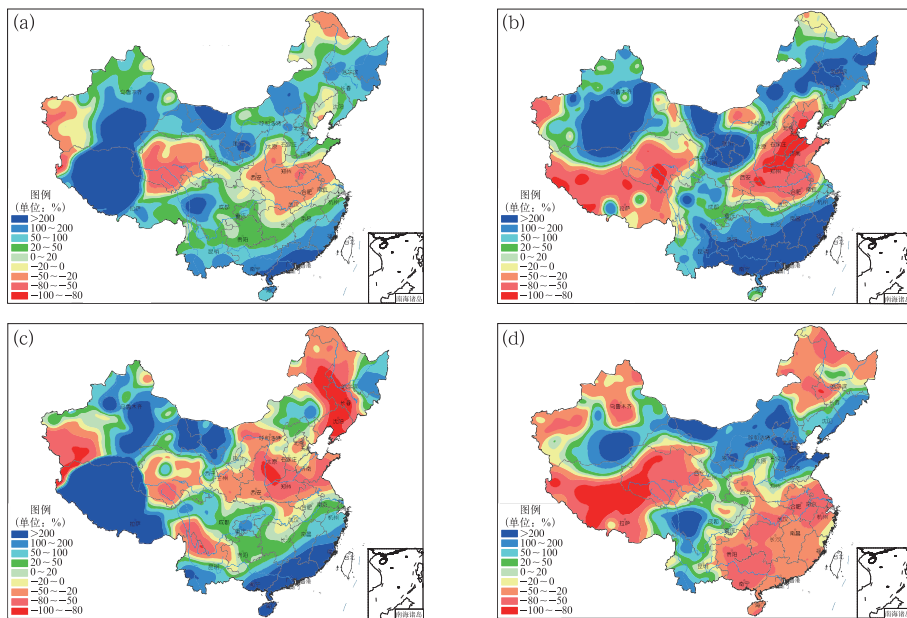


图 2 同图 1,但为降水距平百分率(单位: %)

Fig. 2 Same as Fig. 1, but for rainfall anomaly percentages (unit: %)

体表现为南北多中间少的特征(图 2b,2c,2d)。

1.3 东亚冬季风前弱后强

2015/2016 年冬季 500 hPa 平均环流特征表现为(图略):极涡中心分裂为两个,一个在鄂霍次克海,一个在格陵兰海,强度偏强。北半球欧亚中高纬地区,总体为两槽一脊分布。距平场上(图 3a),贝加尔湖西北部高压脊发展,东亚大槽略偏强。总体来看,不是典型的纬向型分布,由于季节内变化大(图 3b,3c,3d),根据国家气候中心东亚冬季风强度指数的监测结果,2015/2016 年冬季,东亚冬季风指数为 1.3(标准化值)(朱艳峰,2008),较常年偏强。图 4 给出了 2015 年 12 月 1 日至 2016 年 2 月 28 日冬季逐日季风指数演变图,从图中可以看出,在 12 月季风指数偏弱,以负距平为主,但是进入 1 月之后,季风强度突然发生了转折,1、2 月季风指数总体

偏强,尤其是 1 月异常偏强。表明季风阶段性变化明显,前弱后强的特征。

2 2015/2016 年冬季实况与预测评估

图 5 为 2015 年 11 月初国家气候中心正式发布的 2015/2016 年冬季气候趋势预报图,预测结果为:2015/2016 年冬季全国平均气温较常年同期偏高,呈南方温暖、西北地区东部和华北地区干暖、东北地区北部湿冷分布。前冬接近常年同期或略偏冷,后冬偏暖。新疆北部、内蒙古东部、东北地区东部、青藏高原东部等地可能出现阶段性强降温、降雪过程,南方地区发生大范围、持续性低温雨雪冰冻灾害的可能性小,但华南等地可能出现阶段性强降水过程。华北、黄淮、江淮等地雾霾日数较常年同期明显偏多(国家气候中心,2015)。其中,气温预测重点考虑的

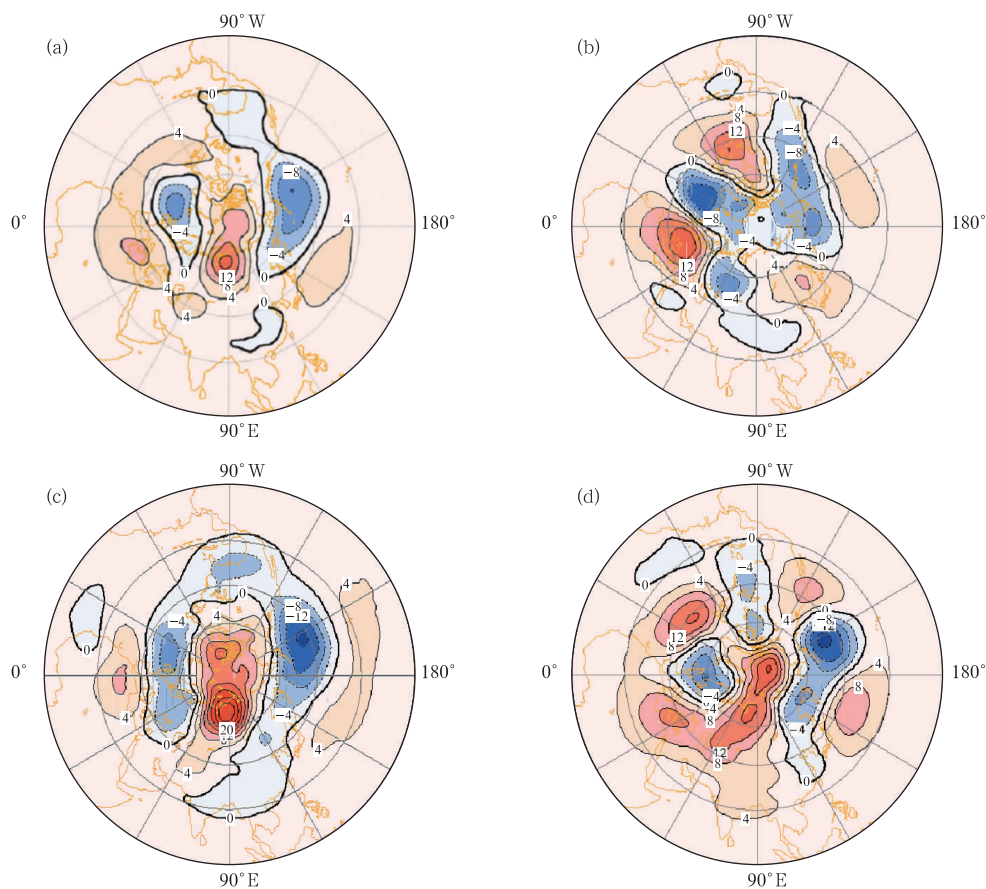


图 3 2015/2016 年冬季(a)和 2015 年 12 月(b)、2016 年 1 月(c)和 2 月(d)北半球 500 hPa 高度距平场

Fig. 3 Anomaly of 500 hPa geopotential height in Northern Hemisphere in the winter of 2015/2016 (a), December of 2015 (b), and January (c) and February (d) of 2016

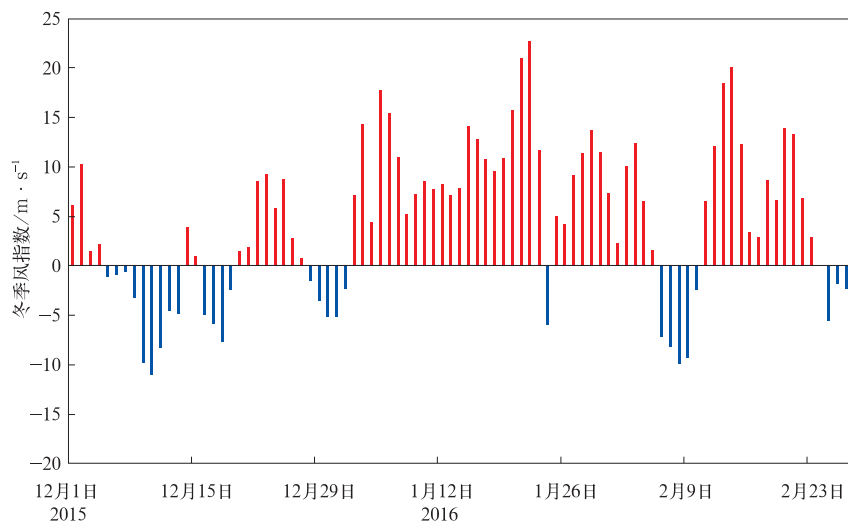
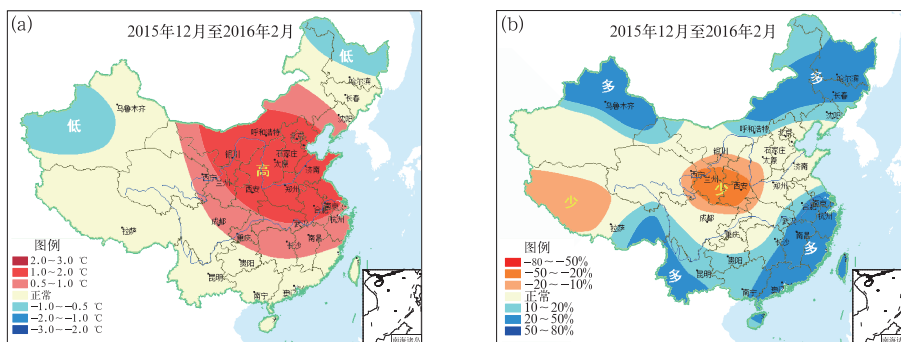


图 4 2015 年 12 月至 2016 年 2 月逐日东亚冬季风指数时间序列

Fig. 4 Time series of East Asian winter monsoon index
from December 2015 to February 2016图 5 2015/2016 年冬季气温距平(a)和降水距平百分率(b)预报图
(源自国家气候中心)Fig. 5 Prediction maps of temperature anomaly (a) and precipitation
anomaly percentage (b) in the 2015/2016 winter
(from National Climate Centre)

是全球变暖的背景,厄尔尼诺年全国大部以暖为主,前期秋季北极海冰偏少不显著,西伯利亚高压可能略偏弱等因素。降水预测重点考虑的是超强厄尔尼诺盛期的冬季南方降水会异常偏多,同时高原东部降水也易偏多,而北方多雨带考虑的是欧亚中高纬以纬向型环流为主的可能影响。

2015/2016 年冬季气温距平预测得分为 82.2 分(2000—2014 年同期平均为 73.9 分),降水距平百分率预测得分为 72.6 分(2000—2014 年同期平均为 68.4 分),均高于近 15 年平均。从冬季气温距平和降水距平百分率预报正确的站点分布图(图略)上可以看出,预测 2015/2016 年冬季全国大部地区气温偏高和阶段性强降温过程均与实况基本一致,

在全国 2286 站中共有 1564 站的气温距平符号预报正确,符号一致率达到 68.4%;对于我国冬季降水同样也是预测与实况基本符合,共有 1505 站的降水距平符号预报正确,符号一致率达到 66%。此外,预计“南方地区发生大范围、持续性低温雨雪冰冻灾害的可能性小,但华南等地可能出现阶段性强降水过程。华北、黄淮、江淮等地雾霾日数较常年同期明显偏多”,这也与实况吻合,主要气象灾害与衍生灾害的预测与实况基本一致,预测取得了较好的服务效果。但是,2015/2016 年冬季气候预测也有不足的地方,对于气温的季节内变化预测效果不好,未能预测出阶段性强寒潮过程及带来的不利影响;对南方降水异常偏多的程度仍然估计不足。

2.1 气温

对冬季气温预测总体还是比较成功的,气温总体偏暖的趋势正确。对 2015/2016 年冬季的中高纬环流形势及副热带关键影响因子预测较好,成功地预测出了“冬季欧亚中高纬地区的以纬向环流为主,东亚冬季风阶段性偏强,西太平洋副热带高压强和高原高度场较常年偏高,印缅槽较常年略活跃”的环流异常特征。2015/2016 年冬季气温趋势预测主要从年代际、年际和强厄尔尼诺背景等方面进行考虑。从 1986 年冬季以来,我国冬季进入偏暖的时期,在强厄尔尼诺背景下,年代际背景不同,气温趋势有较大的差异,尽管强厄尔尼诺年冬季气温易偏暖,但阶段性强降温过程不容忽视,尤其是秋季海冰的影响与偏暖的形势不一致的时候。因此重点分析了(1)热带中东太平洋海温,(2)秋季北极海冰,(3)东亚冬季风和西伯利亚高压,(4)高原高度场,这些因子对冬季气温的影响。

2014 年 9 月至 2016 年 5 月热带中东太平洋出现了一次超强厄尔尼诺事件,2015 年 11 月热带中东太平洋海温达到盛期(邵懿和周兵,2016),当时预计将持续到 2016 年春季,监测实况也正是如此(图 6)。厄尔尼诺事件对我国气候,尤其是冬季有非常显著的影响(何溪澄等,2007;陈海山等,2002;穆明权,2001;李崇银和穆明权,2000)。通常在厄尔尼诺事件发生年的冬季,北半球不同纬度大气环流的演变特征将受到不同程度的影响(Li,1990;1996;Chen et al,2000;陈文,2002),欧亚中高纬地区容易表现为纬向环流形势,西伯利亚高压偏弱,东亚冬季风偏弱,不利于冷空气频繁南下,我国大范围地区气温易偏高。但另一方面,2015 年 9 月,北极海冰密集度略偏低(图 7)。Wu et al(2011)的最新研究表明,秋季的北极海冰异常偏少往往有利于冬季西伯利亚高压偏强,从而使得源自中高纬的偏北风异常强盛,其中以 9 月的北极海冰面积指数与冬季风关系最为显著。因此,9 月北极海冰偏少也成为冬季我国大部气温易偏低的一个显著先兆信号。但是由于 2015 年 9 月北极海冰在去除线性趋势后并不是异常偏少,所以综合海冰和热带海温的可能影响后,我们仍预测 2015/2016 年冬季,影响我国的冷空气较弱,冬季我国大部地区气温可能较常年同期偏高。国内外多个动力模式也比较一致地预测中国区域冬季气温较常年同期偏高的趋势(图略)。结合动力模

式的预报和诊断分析结果,预计冬季气温年际变化的信号与年代际背景一致,全国大部地区气温可能较常年同期偏高。

2.2 降水

对比冬季降水预测与实况,可以看出,预报与实况非常接近,预测效果很好。首先对于南方的多雨,主要考虑的是,自 20 世纪 80 年代以来,厄尔尼诺盛期的冬季西太平洋副热带高压往往偏强,西伸脊点偏西(表 1;刘芸芸等,2012),我国南方大部地区降

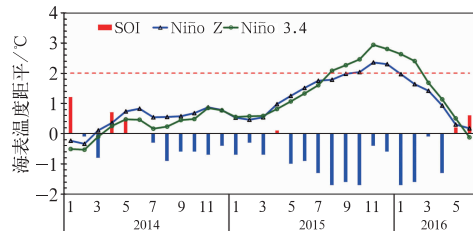


图 6 Niño Z 指数、Niño3.4 指数及南方涛动(SOI)指数的逐月演变
Fig. 6 Monthly Niño Z index, Niño3.4 index and southern oscillation index (SOI)

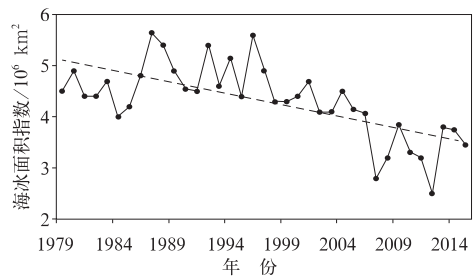


图 7 1979—2015 年 9 月北极海冰面积指数的历史时间序列
Fig. 7 Time series of the area index of Arctic sea ice in September from 1979 to 2015

表 1 20 世纪 80 年代以来厄尔尼诺盛期冬季西太平洋副热带高压指数距平值

Table 1 Western Pacific subtropical high index during winters with El Niño events since 1980

El Niño 冬季	面积距平 / 10^5 km^2	强度距平 / $10^6 \text{ dagpm} \cdot \text{km}^2$	脊线距平 / $^{\circ}\text{N}$	西伸脊点距平 / $^{\circ}\text{E}$
1982	21	79	-2	-36
1987	17	60	1	-1
1994	24	89	4	-46
1997	25	95	-1	-46
2002	21	46	-2	-11
2006	22	75	2	-26
2009	13	21	-2	-21

水容易偏多,尤其在江南华南等地偏多的概率大(王林和冯娟,2011;Gao and Yang,2009)。从前期赤道中东太平洋暖海温迅速发展以及大气环流系统对海温的响应特征来看,预计冬季西太平洋副热带高压较常年同期偏强、位置偏西,菲律宾附近为异常反气旋环流,我国南方的水汽输送条件整体偏好,南方降水易偏多。另一方面,近 10 年冬季降水的气候背景还显示,长江中下游地区降水容易偏多,而在 20 世纪 80 年代以来的全球变暖背景下的厄尔尼诺发生年,长江以南大部分地区降水也容易偏多,因此预计 2015/2016 年冬季长江以南大部地区降水偏多,这与实况基本相符。对于北方地区,在厄尔尼诺盛期,多数年份东北大部地区表现为少雨的特征。但是,由于我国黄河流域以北的大部地区自 2000 年以来,特别是近 10 年以来冬季降水表现出偏多的年代际背景。国内外多个动力海气耦合模式也比较一致地预计我国北方冬季降水偏多的分布特征(图略)。因此,综合考虑年代际背景、前期海洋状况及大气环流的响应,预计冬季我国北方地区降水也偏多,其中在东北南部、华北至西北北部地区降水偏多 2~5 成。

3 强厄尔尼诺背景下冬季气候预测的不确定性分析

对 2015/2016 年冬季气候趋势预测虽然取得了一定的成功,但是也应该看到还存在一些不足之处:例如预报东亚冬季风偏弱,实况是偏强;预报冬季气温前冷后暖,实况是 1 月偏冷,尤其内蒙古中西部、云南东部、华南南部气温异常偏低的实况与之前预测差别较大。下面针对这些不足之处给出具体分析。

首先,看一下 1982/1983 年和 1997/1998 年冬季降水和温度情况。图 8 给出了 1982 和 1997 年冬季降水距平百分率和温度距平实况图,从图上可以看出,这二年无论是降水还是温度均存在明显的差异。1982 年冬季温度偏低、降水北少南多;1997 年冬季温度大部偏高,降水除东北大部、西藏西部偏少外,其余大部地区偏多。这些特征和冬季风指数及 9 月海冰指数是相对应的,即 1982 年 9 月北极海冰偏少,冬季风偏强,冬季温度偏低;而 1997 年 9 月海冰偏多,冬季风偏弱,温度偏高;而在考虑 2016 年冬

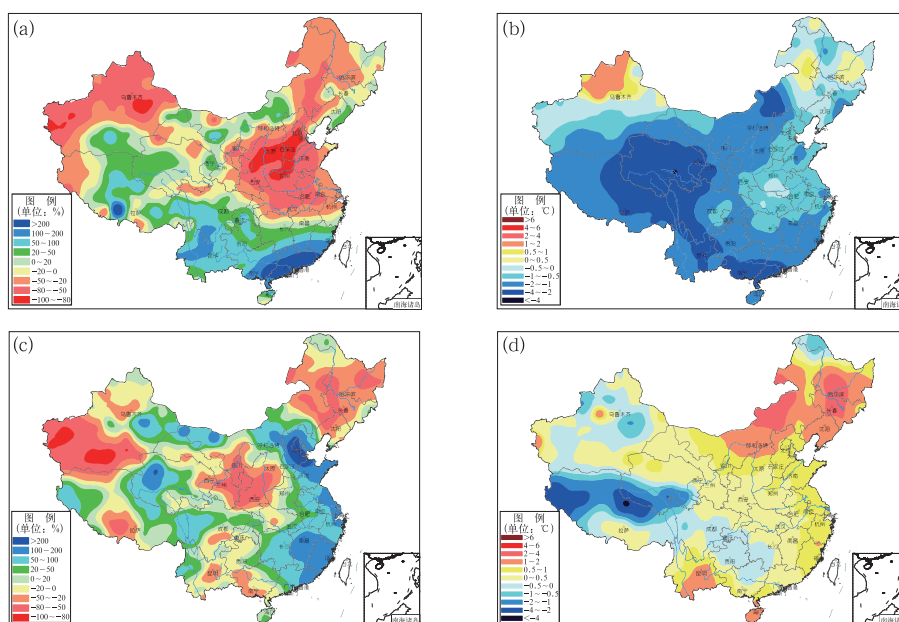


图 8 1982/1983 年(a, b)和 1997/1998 年(c, d)冬季降水距平百分率(a, c;单位:%)
和温度距平(b, d;单位:℃)实况图

Fig. 8 Spatial distribution of the anomaly percentage of precipitation (a, c;
unit: %) and temperature anomaly (b, d; unit: °C) in winters of
1982/1983 (a, b) and 1997/1998 (c, d)

季时,前期海冰并不是异常偏少,而是略少,因此没有预测出冬季风偏强的特征,预报温度总体偏高。实况是,冬季风偏强,但温度总体还是偏高的,只是出现了较明显的降温过程,季节内变率较大。而降水除了南方偏多这三年较为一致外,北方大部地区和这二年也有较大差异,主要表现为东北地区以明显偏多为主要特征。因此,在强的厄尔尼诺背景下,我国冬季的温度及降水趋势仍存在一定的不确定性,与年代际背景、海冰等其他影响冬季气候的因子有关。这在今后还要做更细致的研究。

3.1 冬季风

对 2015/2016 年冬季风强弱的预测,主要考虑了:西伯利亚高压指数年代际变化特征,El Niño 的影响,西印度洋和黑潮区海温影响,巴伦支海—喀拉海区海冰的影响,统计预测模型及模式预测。通过对上述因子的分析,统计结果认为西伯利亚高压偏弱,冬季风正常到略偏弱。实况是西伯利亚高压偏强,冬季风偏强。预测与实况不符。现在来分析一下造成西伯利亚高压和冬季风偏强的原因。2015 年 12 月,大气环流的各种特征均与预测相符,西伯利亚高压和冬季风均较常年异常偏弱,与前期预测分析一致(图 4)。但是进入 2016 年 1 月以后,气温阶段性与区域性变化显著,很多地区经历了暖—冷急转,上半月我国大部地区以偏暖为主,而下半月迅速转为以偏冷为主。分析其主要原因是,受 12 月底大西洋上空的强气旋风暴向北极移动,将暖湿气流带向北极,导致极地冷涡分裂南下至欧美和东亚,北极涛动(AO)由正位相转为强负位相,中高纬大气环流出现明显调整,经向度增加,冷空气大举南下,我国大部地区暖—冷急转,多地发生极端强降温等天气气候事件。同样,2016 年 2 月的冬季风指数也呈现出强—弱—强—弱的月内变化。期间,乌拉尔山地区阻塞形势发展,其东侧高空槽加强南伸,引导高纬度地区冷空气南下,首先影响我国西北地区,之后随着高空槽的东移,引导冷空气南下逐渐影响我国中东部地区,导致我国发生了一次全国型寒潮过程,我国大部气温由前期偏高转为偏低。因此,在全球变暖的年代际背景下,阶段性的极端天气气候事件是短期气候预测中的难点,在后期的预测中还应考虑低频信号的影响。同时,北极海冰异常对冬季风的影响还需进一步深入研究(何溪澄等,2007;王凌等,2008;高辉等,2008)。

3.2 气温

2015/2016 年冬季气温预测的主要不足之处是对低温区域的估计较实况偏小,尤其对内蒙古中西部、西北地区东部和西南地区东南部、华南南部气温偏低估计不足;另外对季节内气温变化,特别是 1 月冷的趋势没有很好的预测出来。分析主要有以下两方面原因:(1)从北极涛动的年际变化和前期演变特征预计 2015/2016 年冬季北极涛动较常年同期正常略偏弱。实况表明,北极涛动季节内变化大,正—负位相转换明显。2015 年 12 月,全月北极涛动指数都为正位相,但 2016 年 1 月上中旬则转为显著负位相,2 月又是正负位相交替。对北极涛动季节内变化特征估计不足导致我们低估了部分区域出现明显低温的可能性。(2)从热带海温背景和北极海冰特征预计冬季西伯利亚高压和冬季风偏弱,前冬冷后冬暖。并且,通过统计 1990 年以来厄尔尼诺年冬季各月冷暖情况,2000 年以来冷月多出现在 12 月,即前冬(表 2)。但实况是 12 月暖,1 月冷,2 月正常,这与 1994/1995 年和 1997/1998 年冬季最为相似,而不是 2000 年以来的特征。从表 3 可以看出,厄尔尼诺年冬季亚洲西风环流指数逐候演变特征表现为,12 月下半月至 2 月上旬多数候的经向环流占优的概率 $\geq 50\%$,而在 1 月的第 2 和第 3 候,则可达到 83%。另外,1982/1983 年冬季和 1997/1998 年冬季 AO 的季节内变化也很明显。1982/1983 年冬季平均北极为高度场负距平控制,AO 整体呈正位相,但 1982 年 12 月至 1983 年 1 月上旬持续正位相,而后期转为较强的负位相,由此导致 1982/1983 年冬季我国大部气温偏低。1997/1998 年冬季平均极涡分裂为两个中心,一个偏向北美东北部,另一个偏向西伯利亚。AO 在 1997 年 12 月以正位相为主,但 1998 年 1 月开始转为较强负位相,并持续到 2 月中

表 2 1990 年以来厄尔尼诺年冬季
12 月至次年 2 月各月气温异常特征

Table 2 Area-averaged temperature anomaly in China for each month of the winter in El Niño years since 1990

冬季年份	12 月	1 月	2 月
1994/1995	暖	冷	冷
1997/1998	暖	冷	暖
2002/2003	冷	暖	暖
2006/2007	暖	暖	暖
2009/2010	冷	暖	暖
2014/2015	冷	暖	暖

表 3 1990 年以来厄尔尼诺年冬季亚洲西风环流指数的逐候经向占优的概率
Table 3 The dominant probability of pentad variation of Asian westerly circulation index during the winter of El Niño years since 1990

候	12 月						1 月						2 月					
	67	68	69	70	71	72	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
厄尔尼诺年经向占优的概率 %	50	33	33	50	50	50	33	83	83	33	50	33	50	67	17	33	17	17

旬,导致 1998 年 1 月全国气温较低。因此,中高纬大气环流的季节内变化更值得进一步关注和深入分析(赵振国,1999)。

4 结论与讨论

本文从回顾 2015/2016 年冬季气候特征入手,在分析冬季气候异常的基础上,对此次冬季气候趋势预测中的诸多成功与不足之处进行了梳理和总结。

2015/2016 年冬季的基本气候特征可以归纳为:(1)全国大部地区气温接近常年略偏高;(2)降水量较常年异常偏多,呈南北两条多雨带;(3)东亚冬季风偏强。

综合考虑厄尔尼诺海温背景和秋季北极海冰偏少的影响,预计冬季全国气温大部地区接近常年略偏高和阶段性强降温过程均与实况基本一致;冬季我国黄河以北及长江以南降水偏多的预测正确。主要气象灾害与衍生灾害的预测与实况基本一致,预测取得了较好的服务效果。

但是,对冬季我国低温区域的预测较实况偏小,尤其对内蒙古中西部和西北地区东部、西南东南部、华南南部气温偏低及 1 月偏冷的实况估计不足,这主要是因为没有准确把握冬季风阶段性异常偏强的程度,对中高纬经向环流的阶段性发展以及北极涛动季节内变化的特征分析能力有限。

综上所述,2015/2016 年冬季气温的预测重点主要是在气候变暖背景下,强厄尔尼诺事件的影响,以及出现阶段性强低温的可能性。在综合分析我国冬季气候主要影响因子的基础上,预计前期强年际变化信号将起主要作用,冬季气温较常年同期偏高,降水较常年同期偏多,在隆冬期间可能出现的阶段性低温,但出现类似 2007/2008 年冬季持续性低温雨雪冰冻灾害的可能性小。这个预测意见与冬季气温和降水的实况基本一致,取得较好的服务效果。但是,北极涛动季节内变化特征及预测分析能力有

限,对厄尔尼诺海温背景下,中高纬环流异常造成的影响认识不全面,这给冬季气候趋势预测带来了很大的不确定性。并且,影响我国冬季气候的因子众多,不同因子相互作用下,冬季气温和降水的分布特征存在差异(孙晓娟等,2015;孙淑清等,2014),这些问题都需要在以后的工作中进一步深入研究。

参考文献

陈海山,孙照渤,倪东鸿,2002. Niño C 区秋季海温异常对东亚冬季大气环流的影响[J]. 热带气象学报,18(2):148-156.

陈隆勋,朱乾根,罗汇邦,等,1991. 东亚季风[M]. 北京:气象出版社:362.

陈文,2002. El Niño 和 La Niña 事件对东亚冬、夏季风循环的影响[J]. 大气科学,26(5):595-610.

陈文,魏科,王林,等,2013. 东亚冬季风气候变异和机理以及平流层过程的影响[J]. 大气科学,37(2):425-438.

丁一汇,1990. 东亚冬季风的统计研究[J]. 热带气象学报,6(2):119-128.

高辉,陈丽娟,贾小龙,等,2008. 2008 年 1 月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析 II. 成因分析[J]. 气象,34(4):101-106.

国家气候中心,2015. 2015/2016 年年度气候预测[R].

何溪澄,李巧萍,丁一汇,等,2007. ENSO 暖冷事件下东亚冬季风的区域气候模拟[J]. 气象学报,65(1):18-28.

黄荣辉,顾雷,陈际龙,等,2008. 东亚季风系统的时空变化及其对我国气候异常影响的最近研究进展[J]. 大气科学,32(4):691-719.

李崇银,1988. 频繁的强东亚大槽活动与 El Niño 的发生[J]. 中国科学(B辑),18(6):667-674.

李崇银,穆明权,2000. 东亚冬季风-暖池状况-ENSO 循环的关系[J]. 科学通报,45(7):678-685.

刘芸芸,李维京,艾锐秀,等,2012. 月尺度西太平洋副热带高压指数的重建与应用[J]. 应用气象学报,23(4):414-423.

穆明权,2001. 东亚冬季风异常与 ENSO 循环关系的进一步研究[J]. 气候与环境研究,6(3):273-285.

邵颢,周兵,2016. 2015/2016 年超强厄尔尼诺事件气候监测及诊断分析[J]. 气象,42(5):540-547.

孙淑清,刘舸,宋文玲,等,2014. 中国东部冬季温度异常偶极型模态的一个前兆信号[J]. 大气科学,38(4):727-741.

孙晓娟,王盘兴,汪学良,2015. 冬季北半球大气活动中心的环流指数及其应用[J]. 大气科学学报,38(6):785-795.

谭本旭,陈文,2014. 中高纬度大气遥相关动力学及其对东亚冬季气

- 候影响的研究进展[J]. 气象学报, 72(5):908-925.
- 陶诗言, 张庆云, 1998. 亚洲冬夏季风对 ENSO 事件的响应[J]. 大气科学, 22(4):399-407.
- 王会军, 范可, 2013. 东亚季风近几十年来的主要变化特征[J]. 大气科学, 37(2):313-318.
- 王凌, 高歌, 张强, 等, 2008. 2008 年 1 月我国大范围低温雨雪冰冻灾害分析 I. 气候特征与影响评估[J]. 气象, 34(4):95-100.
- 王林, 冯娟, 2011. 我国冬季降水年际变化的主模态分析[J]. 大气科学, 35(6):1105-1116.
- 袁媛, 高辉, 贾小龙, 等, 2016. 2014—2016 年超强厄尔尼诺事件的气候影响[J]. 气象, 42(5):532-539.
- 袁媛, 李崇银, 杨崧, 2014. 与厄尔尼诺和拉尼娜相联系的中国南方冬季降水的年代际异常特征[J]. 气象学报, 72(2):237-255.
- 赵振国, 1999. 中国夏季旱涝及环境场[M]. 北京: 气象出版社: 79-85.
- 朱艳峰, 2008. 一个适用于描述中国大陆冬季气温变化的东亚冬季风指数[J]. 气象学报, 66(5):781-788.
- Chen Wen, Graf H F, 1998. The interannual variability of East Asian winter monsoon and its relationship to global circulation[R]. Max-Planck-Institute Fur Meteorologic Report No. 250.
- Chen Wen, Graf H F, Huang Ronghui, 2000. The interannual variability of East Asian winter monsoon and its relation to the summer monsoon[J]. Adv Atmos Sci, 17(1):48-60, DOI:10.1007/s00376-000-0042-5.
- Gao Hui, Yang Song, 2009. A severe drought event in northern China in winter 2008—2009 and the possible influences of La Niña and Tibetan Plateau[J]. J Geophys Res, 114(D24):D24104, DOI:10.1029/2009JD012430.
- Li Chongyin, 1990. Interaction between anomalous winter monsoon in East Asia and El Niño events[J]. Adv Atmos Sci, 7(1):36-46, DOI:10.1007/BF02919166.
- Li Chongyin, 1996. A further study on interaction between anomalous winter monsoon in East Asia and El Niño[J]. Acta Meteor Sin, 10(3):309-320.
- Li Chun, Ma Hao, 2012. Relationship between ENSO and winter rainfall over Southeast China and its decadal variability[J]. Adv Atmos Sci, 29(6):1129-1141.
- Wu Bingyi, Su Jingzhi, Zhang Renhe, 2011. Effects of autumn-winter Arctic sea ice on winter Siberian high[J]. Chin Sci Bull, 56(30):3220-3228.