

文章编号: 2096-1618(2020)03-0323-07

中国冬季气温变化及对太平洋海温的响应

李欢欢, 巩远发

(成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都 610225)

摘要:为探讨前期(春夏秋)太平洋海温对中国冬季气温在年际和年代际时间尺度上的可能影响。利用 EOF 分析等方法,对 1951–2017 年太平洋月平均海温和中国 160 个测站的冬季月平均气温进行分析。结果发现:EOF 分析的第一模态表现出明显的年代际变化,1985 年后除云南、青藏高原和华南沿海外,全国冬季气温偏高;第二模态呈现的是从西南到东北“– + –”的以准 5 a 为周期的年际变化;第三模态反映的是从西南向东北呈现“– + –”分布的年代际变化。前期春、夏、秋季西太平洋(0°N~20°N,125°E~150°E)和东太平洋(7°N~14°N,126°W~150°W)海温能较好预测中国冬季气温,西太平洋春、夏、秋季海温与中国冬季气温的相关系数(0.77、0.80 和 0.73)比东太平洋(0.35、0.48、0.53)大,说明西太平洋海温对中国冬季气温的影响更为重要。

关键词:气象学;气候变化;冬季气温;时空分布特征;太平洋海温;相关

中图分类号:P467

文献标志码:A

doi:10.16836/j.cnki.jcuit.2020.03.013

0 引言

气候变暖是当今气候变化的一个热点问题,是人类社会目前面临的最紧迫和主要的挑战,中国气温变化和全球气候变化的大背景保持一致,呈现出明显增暖的趋势^[1]。但是在整体气温增暖的大背景下,中国也出现了年际的冷冬异常^[2]。2008 年,中国经历了一次大范围的严重低温灾害,全国 1 月的平均气温为 1986 年来的最低值,仅有 -6.6℃,江苏、湖南和江西等地区的积雪深度为近 50 a 来的极大值,冰冻日数持续半月有余^[3]。冬季异常低温,特别是冰冻暴雪天气的出现,给农业生产和人们生活带来不利影响,给社会经济带来重大损失。

海洋由于其几何和物理学的特性而对大气环流、天气气候变化的影响越来越为人们所重视,海温异常与地面气温异常有关,赤道东太平洋的海温信号对全球范围的气候异常有明显影响^[4]。李勇等^[5]在年际和年代际尺度上分析了影响中国冬季温度的气候因子得出,西太平洋遥相关型对温度有显著影响。梁苏洁等^[6]指出中国地处亚洲大陆和北太平洋的交界处,太平洋地区的海温变化与中国冬季气温有密切联系。陈少勇等^[7]发现西北太平洋海温升高,导致中国东部大部分地区冬季气温偏高。

以往的研究发现,气温异常往往能从前期海温的变化寻找到响应信号,且发现一些关键区域的海温与中国冬季气温异常有很好的相关关系,对预测冬季气温也有一定的前兆意义^[8–12]。气温变化原因很复杂,不同地区温度变化有着不一样的影响因素。在此基础

上在更大的时间长度上研究中国冬季气温的年际变化特征,并着重分析太平洋海表温度和中国冬季气温的关系,希望对两者之间的关系能有一个更加深入的认识和了解,对冬季气温预测提供思路,也为防灾减灾工作提供理论依据。

1 资料与研究方法

所采用的中国气温资料为中国气象局国家气候中心提供的 160 个测站的 1951–2018 年逐月气温,选取当年 12 月与次年 1、2 月气温的平均值作为当年的冬季平均气温,研究所选的时间段为 1951–2017 年。太平洋海温资料来自 <https://www.esrl.noaa.gov/psd/data/gridded/data.noaa.erst.v5.html>。分别选取当年 3、4、5 月的平均海温、当年 6、7、8 月的平均海温、当年 9、10、11 月的平均海温、当年 12 月与次年 1、2 月的平均海温作为当年春季、夏季、秋季和冬季海温。用 M-K 检验分析中国冬季气温的突变情况,用 EOF 方法分析冬季气温的主要模态类型以及时间变化特征,用相关分析法研究中国冬季气温和海温之间的联系。

2 中国冬季气温时空分布特征

2.1 中国冬季气温趋势分析

由图 1(a) 可见,中国冬季气温的年际变化非常明显,年代际的差异也很大。从整体线性趋势看,气温呈上升趋势,气候倾向率为 $0.30\text{ }^{\circ}\text{C} \cdot (10\text{ a})^{-1}$,显著性为 0.474,可通过 99% 的显著性检验,说明中国冬季增温的趋势显著。1986 年前冬季气温的平均值整体在

-0.5℃左右浮动,而1986年后冬季气温整体上升,20世纪90年代气温的变化幅度很小,进入21世纪,冬季气温变幅迅速增大,有更多的极端暖冬和冷冬出现,此时气温均值上升,基本在0.5℃左右浮动,同时9年滑动平均值也呈现出相同变化。1999年、2002年和2007年为3个冬季极端暖年,冬季平均气温分别为1.798℃、2.006℃和2.427℃。2006年后冬季气温的9年滑动平均值开始下降,2009年和2011年为两个低温年,之后冬季气温又迅速增加。同时结合中国冬季气温的M-K突变检验(图1b),可知在20世纪80年代后期和90年代前期,中国冬季气温发生突变,由冷冬向暖冬转变。

分别对160个站点冬季气温的气候倾向率进行插值,得到了冬季气温变化的空间分布趋势图(图1c)。发现除贵阳外,冬季气温均呈上升趋势,在内蒙古中部和新疆北部增温趋势达到最大,分别为 $0.6\text{℃}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 和 $0.7\text{℃}\cdot(10\text{a})^{-1}$ 。以济宁、郑州、西安和兰州为界限,在其北方增温趋势较大,普遍大于全国平均的增温水平;而在这条分界线的南方,冬季增温趋势不明显。

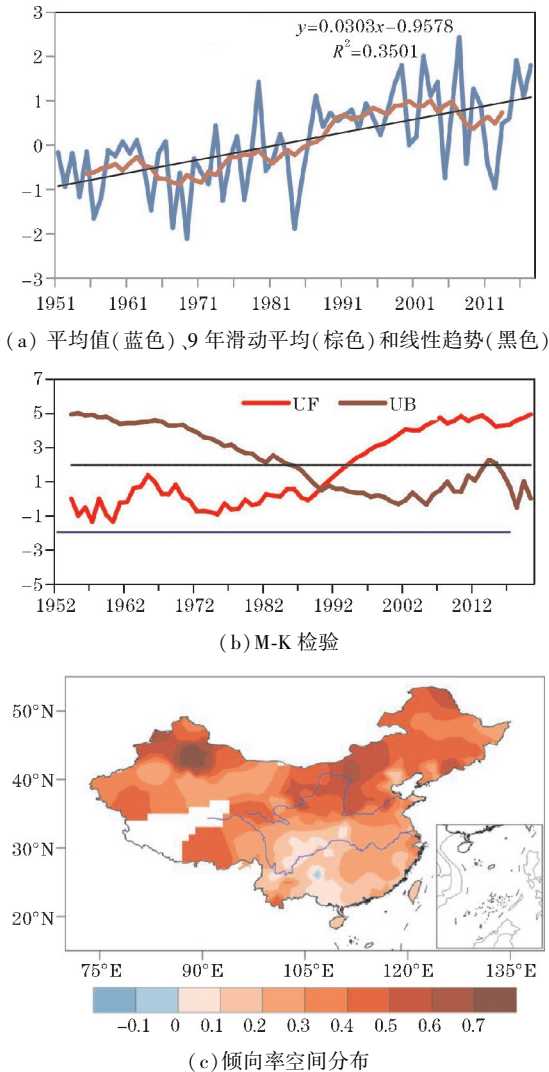


图1 1951-2017年中国冬季气温

2.2 中国冬季气温的主要模态

为了对1951年以来冬季平均气温的模态做直观分析,对冬季气温距平值做EOF分析^[4],得到了冬季气温的前3个主要分布形式,前3个模态的方差贡献率分别为58.6%、12.9%和7.9%(图2),累计方差贡献率达到79.4%,因此认为这3种气温型基本反映了冬季气温的分布形势。

第一模态(EOF1)为除云南、青藏高原和华南沿海外全国大部分地区一致型(图2a),这是冬季气温的主要分布形势,方差贡献率为58.6%,说明该信号相当突出。该型主要表现为大部分地区一致偏暖的特征,除云南、青藏高原和华南沿海外,全国冬季气温均偏高,偏暖中心主要位于新疆北部以及山西地区。当冬季气温发生变化时,全国气温要么一致偏高,要么一致偏低。由该特征向量的时间序列(PC1)变化曲线可以看出,该型表现出明显的增长趋势,同时又有阶段性的特点(图2b)。1951-1985年时间系数基本上为负位相,仅1978年和1982年为较明显的正位相,因此,在这段时间内除云南、青藏高原和华南沿海外其他大部分地区的冬季气温整体呈现偏低的特征,其中以1969年为最。这一趋势也与钟珊珊等^[13]已有研究指出的20世纪60年代初至90年代前期,冬季暖日频次偏少较为一致。1985年后时间系数由负向正值转变,冬季气温出现明显的增暖趋势。在1985-2000年大部分地区冬季气温均偏高,进入21世纪,冬季气温出现3~5a的周期变化,暖冬出现次数减少,但是暖冬程度加深,不同年份之间冷暖差异加大。综上冬季气温在年代际上云南、青藏高原和华南沿海降低,在其他地区普遍增温,且在新疆北部、华中地区增温最为显著。由下文分析可知,中国冬季气温的普遍增暖现象和太平洋海温的升高相一致。

第二模态(EOF2)中,中国冬季气温呈现从西南到东北的“- + -”分布型,在西藏中南部、青海为负值区域,以及以内蒙古中部经山西河南到山东为分界线,在分界线的东北方为负值中心,另外新疆北部出现了部分负值区域;在其他地方则为明显的正值区域(图2c)。该空间型占总方差的12.9%,从对应的时间序列(PC2)可以看出,该型主要以年际变化为主,中国冬季气温呈现准5a的周期变化,“- + -”和“+ - +”空间型交替出现(图2d)。1998年后,只有2008年和2015年为较强的负位相,其他年份均为正位相占优势地位,说明21世纪以来,中国从西北到东南大部分冬季气温普遍偏高,而东北地区、西藏中南部、青海则较常年偏冷。

第三模态(EOF3)的空间分布形态为从西南到东北的“+ - +”分布型(图2e),该空间形态和EOF2相

似,差别主要体现在时间序列上,主要反映年代际的变化特征(图2f)。在西藏东部、青海南部和云南地区为气温距平最大正值中心,以内蒙古中部经山西、河南到山东一带为界限的东北地区为次大正值中心,其他地区为负值区域。EOF3 对应的时间序列(PC3)(图2f)与 EOF1 对应的时间序列(PC1)(图2b)有相似之处,

除了1954年、1959年、1972年、1974年、1983年这几个特殊年份外,20世纪90年代前几乎全为负位相,在90年代后期是该空间型发生转变的具体时期,1992年前,中国冬季气温整体从西南向东北呈现“- + -”分布,之后为“+ - +”分布型。

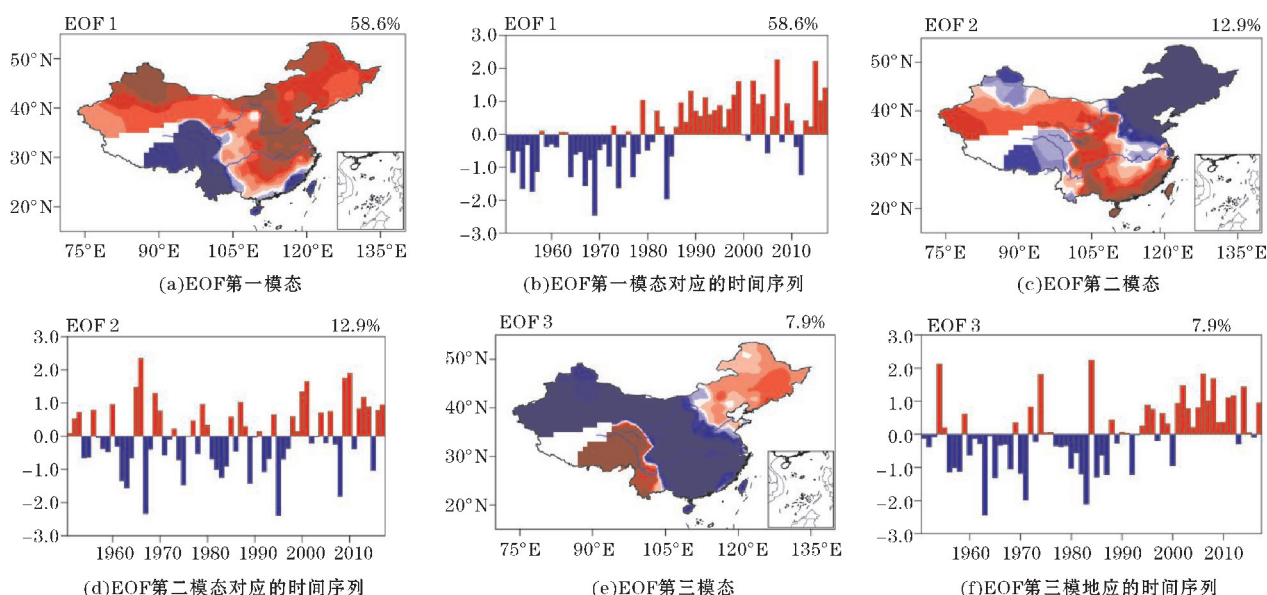


图2 1951–2017年中国冬季气温 EOF 分析

3 中国冬季气温和太平洋海温的关系

3.1 中国冬季气温和北太平洋海温的时滞及同期相关关系

大气对海温变化的反映有一定的滞后性,考虑到不同区域、不同季节的海温对中国冬季气温影响的可能性不同,为了研究中国冬季气温与北太平洋海温的时滞和同期的相关关系,将综合分析前期春季、前期夏季、前期秋季和同期冬季北太平洋海温与中国冬季气温的相关。

从中国冬季气温与前期春季太平洋海温的相关分析可以看出(图3a),赤道西太平洋、赤道东太平洋、北美大陆西侧以及东亚东南侧的太平洋春季海温和中国冬季气温的正相关性均通过99%的显著性检验,即当这些区域海温偏高时,中国冬季气温也将偏高。而在北太平洋的中心地区为较大区域的负相关,相关性可通过95%的显著性检验。在中国冬季气温与前期夏季太平洋海温的相关中可以发现(图3b),西太平洋的显著相关区域与春季的相关相比有较为明显的南退东伸,原本位于170°W~150°W通过95%显著性检验的海区相关性加强,但是东太平洋以及北太平洋的正相

关区域显著减小,中太平洋通过显著性检验的负相关区域完全消失。中国冬季气温与前期秋季太平洋海温的相关中(图3b),西太平洋的相关区域北伸到40°N,而赤道中太平洋的相关性减弱,相关区域减小,中太平洋的负相关区域几乎全部消失,秋季太平洋海温和中国冬季气温呈现一致的正相关。在中国冬季气温与同期冬季太平洋海温的相关分析中(图3d),北太平洋出现大范围显著相关区域,赤道西太平洋以及赤道东太平洋原本显著正相关区域范围变小,中太平洋的负相关区域则重新出现。由此可见,前期海温的变化对中国冬季气温存在明显的影响作用,并且由于同期冬季海温不能作为中国冬季气温的预报因子,因此将前期春季、前期夏季和前期秋季太平洋海温与中国冬季气温的相关关系作为重点研究的对象。

根据前文分析,中国冬季气温与北太平洋海温的相关关系主要以正相关为主。从前期春季到前期夏季,赤道太平洋通过99%显著性检验的正相关区域扩大;从前期夏季到前期秋季,赤道太平洋通过99%显著性检验的正相关区域迅速减小。这与陈佩燕等^[4]指出的不同的海区与中国温度存在不同的相关性,中国冬季气温与赤道中东太平洋海温有正的相关关系相一致。

综上所述,分别选择前期春季、前期夏季、前期秋季作为研究的关键季节。为了综合考虑以上3个关键

季节的海温对中国冬季气温的影响,选取 3 个季节均通过显著性检验的海区作为关键区域,将 ($0^{\circ}\text{N} \sim 20^{\circ}\text{N}, 125^{\circ}\text{E} \sim 150^{\circ}\text{E}$) 作为西太平洋海温关键区,将 ($7^{\circ}\text{N} \sim 14^{\circ}\text{N}, 126^{\circ}\text{W} \sim 150^{\circ}\text{W}$) 作为东太平洋海温关键区。

3.2 关键区海温与中国冬季气温的相关关系

为更好地了解关键海区不同季节的海温对中国冬

季气温空间分布上的可能影响,分别对两个关键海区的海温进行区域平均,然后将其作为各自的海温指数。为进一步分析关键海区海温指数与中国冬季气温的时滞相关关系,利用关键海区各自的前期春季、前期夏季及前期秋季的海温指数与中国冬季气温计算相关系数,研究关键海区海温指数与中国冬季气温的时滞相关性。

3.2.1 东太平洋关键海区

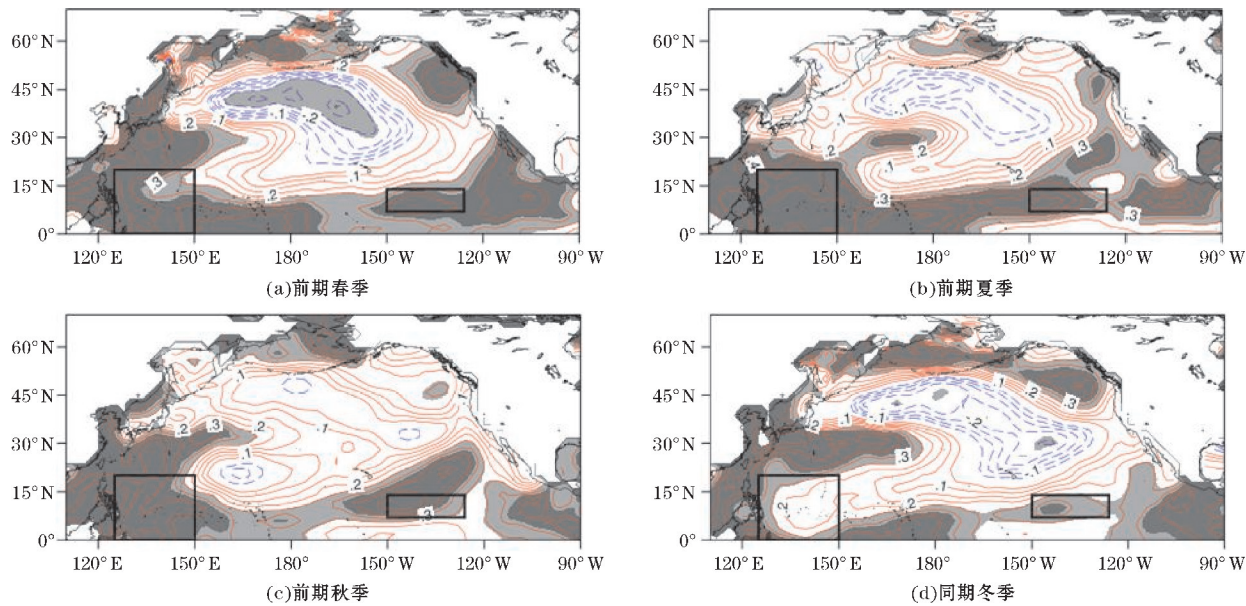


图 3 中国冬季气温与北太平洋四季海温的相关系数分布 (阴影表示通过信度为 0.01 和 0.05 的显著性检验,黑色方框为显著正相关区)

从东太平洋关键海区前期春季、前期夏季及前期秋季海温指数与中国冬季气温的相关系数分布 (图 4) 中可以看出,除青海、西藏、四川和东北部分地区外,中国冬季气温与东太平洋关键海区各关键季节均呈显著的正相关性,即东太平洋海区海温偏高 (低) 时,中

国冬季气温普遍偏高 (低)。其中中国冬季气温与前期夏季海温的相关性最为显著,除西藏、云南和黑龙江外,大部分地区的相关性均通过 95% 的显著性检验;前期春季的相关性略为次之,前期秋季华中的相关性消失。

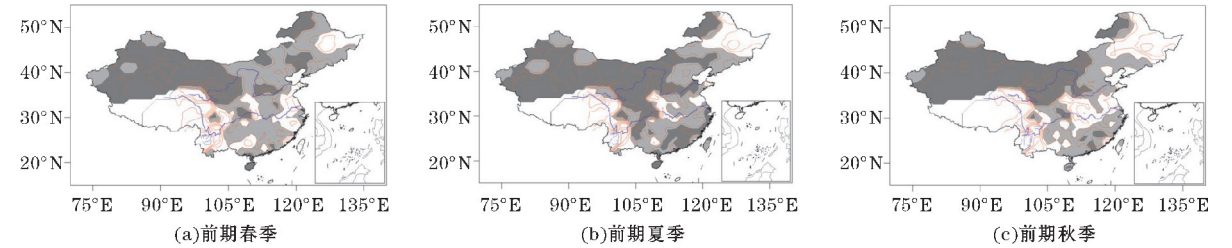


图 4 中国冬季气温与东太平洋关键海区前期海温的相关分布 (阴影表示通过信度为 0.01 和 0.05 显著性检验的区域)

3.2.2 西太平洋关键海区

从西太平洋关键海区前期春季、前期夏季及前期秋季海温指数与中国冬季气温的相关系数分布 (图 5) 中可以看出,东北、华北、华东、青海、四川和云南一带冬季气温与西太平洋关键海区各关键季节均呈显著的正相关性,即西太平洋海区海温偏高 (低) 时,以上地区冬季气温偏高 (低)。其中中国冬季气温与前期夏季海温

(图 5b) 的相关性最为显著,相关性最大的区域出现在黄河一带,这部分地区冬季气温和夏季西太海温的相关性均通过 99% 的显著性检验,此外在西北、东北部分地区以及云南也出现相关性通过 95% 的显著性水平的情况;前期秋季 (图 5c) 的相关性略为次之,新疆、安徽和江西的相关区域减少;前期春季 (图 5a) 的相关性更弱,东北地区的显著相关区域几乎全部消失。

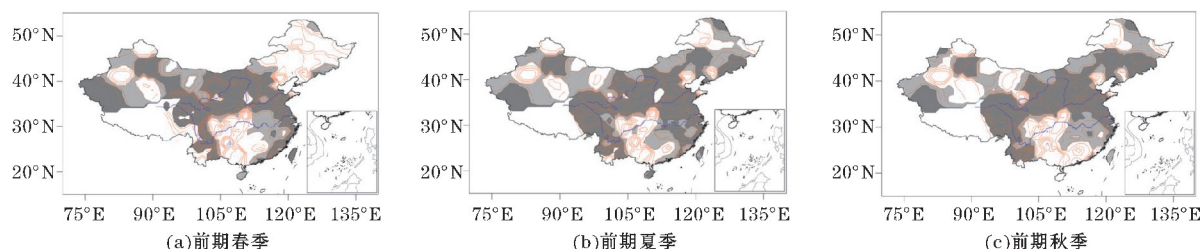


图5 中国冬季气温与西太平洋关键海区前期海温的相关分布(阴影表示通过信度为0.01和0.05显著性检验的区域)

中国冬季气温和西太平洋关键区海温的相关区域主要集中在东北、华北、华东、青海、四川和云南一带,和东太平洋关键区海温的相关区域主要集中在西北、华南沿海和华北。整体而言,太平洋海温对中国冬季气温增暖有明显驱动作用。

3.3 关键区海温与中国冬季气温的演变趋势

3.3.1 东太平洋海温与中国冬季气温的演变趋势

前期东太平洋海温与中国冬季气温的关系还可以从图6更加清楚地得到说明。在标准化序列中(图6a)可以看出,中国冬季气温与春、夏、秋季海温演变趋势基本相同。在20世纪80年代中期之前,中国冬季气温偏低,同时,东太平洋海温基本也以负距平为主。在20世纪80年代后期至今冬季气温绝大多数年份都偏高。近几年冬季气温又显著上升,对应的东太平洋海温也由显著的负位相转为显著的正位相。冬季高温对应着亚洲中高纬地区为“西低东高”的高度距平场,纬向环流主导,中国为异常高压脊控制,大部分

地区处在高度场的正距平控制下,不利于冷空气爆发南下,所以这一时段中国冬季气温普遍偏高^[14]。标准化序列中,春、夏、秋季关键区海温与中国冬季气温的相关系数分别为0.37、0.40和0.36,均通过95%的显著性检验,东太平洋关键区的海温对中国冬季气温变化均有良好的指示意义。

为了明确中国冬季气温与前期东太平洋关键区海温在不同时间尺度上的关系,对原始序列进行滤波分析,分别提取年际分量和年代际分量。年际尺度上关键区海温与中国冬季气温也有同相变化的特征(图6b),春、夏、秋季关键区海温与中国冬季气温的相关系数分别为0.27、0.20、0.08,只有春夏季节的相关性通过95%显著性检验。在年代际尺度上(图6c),关键区海温与中国冬季气温同相变化的特征更清楚,在20世纪80年代后期二者均由负位相向正位相转变。年代际尺度上春、夏、秋季关键区海温与中国冬季气温的相关系数分别为0.35、0.48、0.53,均通过95%的显著性检验。

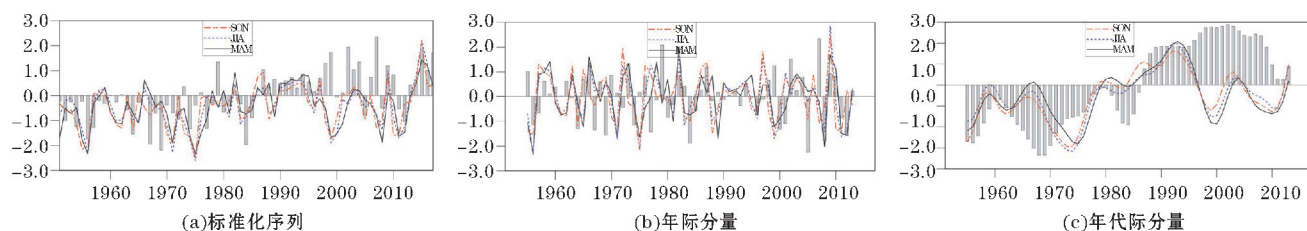


图6 中国冬季气温与东太平洋关键海区海温

总体而言,东太平洋关键区海温与中国冬季气温的相关系数在年代际尺度上达到最大,说明东太平洋对中国冬季气温的影响主要是年代际分量的贡献,这和PC1的反映的年代际增暖一致。另外,东太平洋海温和中国冬季气温的相关的空间分布特征和EOF1除东北少部分地区外也基本吻合。这也侧面证实了太平洋海温的变化会对中国冬季气温的变化产生一定的影响的结论^[6]。

3.3.2 西太平洋海温与中国冬季气温的演变趋势

在西太平洋海温与中国冬季气温的标准化序列中(图7a)可以看出,中国冬季气温与春、夏、秋季海温演变趋势基本同相,均有明显的增暖趋势。在20世纪

80年代中期之前,中国冬季气温偏低,同时,西太平洋海温基本也以负距平为主。在20世纪80年代后期至今冬季气温绝大多数年份都偏高,同时西太海温也有较大幅度的增暖(图7a)。春、夏、秋季关键区海温与中国冬季气温的相关系数分别为0.42、0.47和0.44,均通过95%显著性检验,也即当前期西太平洋海温偏高时中国有较大概率出现暖冬。

年际尺度上关键区海温与气温也有同相变化的特征(图7b),中国冬季气温偏高(低)时,西太平洋海温也均有偏高(低)的特征出现。此时春、夏、秋季关键区海温与中国冬季气温的相关系数分别为-0.14、0.02和-0.02,均未通过95%显著性检验。在年代际

尺度上(图7c),在20世纪80年代后期关键区海温与中国冬季气温均由负位相向正位相转变,在2000年中国冬季气温达到最大值,此时的海温也有一个极大值出现。年代际尺度上春、夏、秋季关键区海温与气温的

相关系数分别为0.77、0.80和0.73,均通过95%的显著性检验,说明西太平洋海温对中国冬季气温的影响主要是年代际分量的贡献,这和PC1中反映的年代际增暖一致。

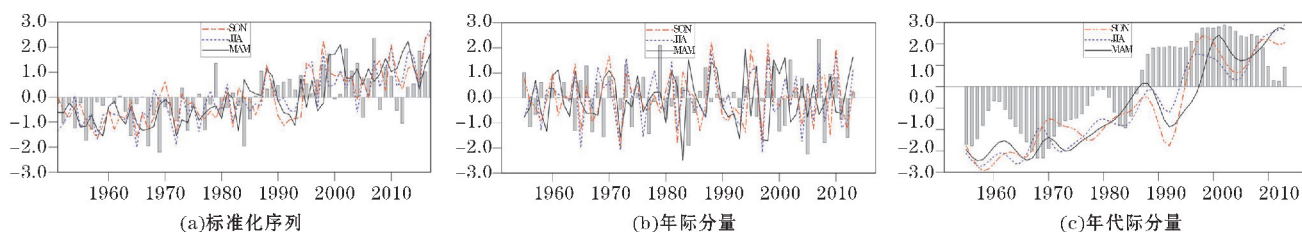


图7 中国冬季气温与西太平洋关键海区海温

西太平洋关键区海温与中国冬季气温的相关系数在年代际尺度上比东太平洋大得多,说明中国冬季气温主要是受西太平洋海温变化的影响。

4 结论与讨论

通过利用160测站气温资料对近年来中国冬季气温的时空变化分析以及和太平洋海温的相关分析,得到以下结论:

(1)除贵州外,总体上中国冬季增温的趋势是显著的;结合M-K突变检验发现,年代际尺度上冬季增温突变的时间在1980年代后期到1990年代前期;冬季气温的上升趋势以济宁、郑州、西安和兰州为界限,在其北方增温趋势较大,普遍大于全国平均的增温水平;而在这条分界线的南方,冬季增温趋势不明显。

(2)中国冬季气温时空变化有3个主要分布形式,前3个模态的方差贡献率分别为58.6%、12.9%和7.9%。第一模态(EOF1)中除云南、青藏高原和华南沿海外,全国冬季气温均偏高,偏暖中心主要位于新疆北部以及山西地区。由时间序列(PC1)变化曲线可以看出,该型表现出明显的年代际变化,1985年以后时间系数由负向正值转变,中国冬季气温出现明显的增暖趋势。进入21世纪之后,冬季气温出现3~5 a的周期变化,暖冬出现次数减少,但是暖冬程度加深,不同年份之间冷暖差异加大。第二模态(EOF2)中,中国冬季气温呈现的是从西南到东北的“- + -”分布型,在西藏中南部、青海为负值区域,以及以内蒙古

中部经山西河南到山东为分界线,在分界线的东北方为负值中心,另外新疆北部出现了部分负值区域;在其他地方则为明显的正值区域。该型主要以年际变化为主,中国冬季气温呈现准5 a的周期变化。第三模态(EOF3)的空间分布为从西南到东北的“- + -”分布型,该型主要反映年代际的变化特征。在20世纪90年代后期是该空间型发生转变的具体时期,在1992

年之前,中国冬季气温整体从西南向东北呈现“- + -”分布,之后为“- + -”分布型。

(3)综合考虑前期春季、前期夏季、前期秋季3个关键季节的海温对中国冬季气温的影响,确定(0°N~20°N, 125°E~150°E)为西太平洋海温关键区,(7°N~14°N, 126°W~150°W)为东太平洋海温关键区。

东太平洋关键区海温与中国冬季气温的相关区域主要集中在西北、华南沿海和华北。其中中国冬季气温与前期夏季海温的相关性最为显著,除西藏、云南和黑龙江外,大部分地区的相关性均通过95%的显著性检验;前期春季的相关性略为次之,前期秋季华中的相关性消失。中国冬季气温和西太平洋关键区海温的相关区域主要集中在东北、华北、华东、青海、四川和云南一带,与前期夏季海温的相关性最为显著,相关性最大的区域出现在黄河一带,均通过99%的显著性检验,此外在中国西北、东北部分地区以及云南也出现相关性通过95%的显著性水平的情况;前期秋季的相关性略为次之,新疆、安徽和江西的相关区域减少;前期春季的相关性最弱。整体而言,太平洋海温对中国冬季气温增暖有明显驱动作用。

(4)在标准序列、年际尺度以及年代际尺度上都可以看出,中国冬季气温与东、西太平洋春、夏、秋季海温演变趋势基本相同。在20世纪80年代中期之前,中国冬季气温偏低,同时,东、西太平洋海温基本也以负距平为主,在80年代后关键区海温与中国冬季气温均由负位相向正位相转变。

东太平洋关键区海温与中国冬季气温的相关系数在年代际尺度上达到最大,春、夏、秋季关键区海温与中国冬季气温的相关系数分别为0.35、0.48、0.53,均通过95%的显著性检验。说明东太平洋对中国冬季气温的影响主要是年代际分量的贡献,这和PC1反映的年代际增暖一致。年代际尺度上,西太平洋关键区海温与中国冬季气温的相关系数也为最大,分别为

0.77、0.80和0.73。西太平洋关键区海温与中国冬季气温的相关系数在年代际尺度上比东太平洋大得多,说明西太平洋海温对中国冬季气温的变化起到更为重要的作用。

参考文献:

- [1] 王绍武, 龚道溢. 对气候变暖问题争议的分析[J]. 地理研究, 2001, 20(2): 153–160.
- [2] 王绍武. 中国冷冬的气候特征[J]. 气候变化研究进展, 2008, 4(2): 68–72.
- [3] Ding Yihui, Wang Zunya, Song Yafang, et al. The Unprecedented Freezing Disaster in January 2008 in Southern China and Its Possible Association with the Global Warming[J]. Acta Meteorologica Sinica, 2008, 22(4): 538–558.
- [4] 陈佩燕, 倪允琪, 殷永红. 近50年来全球海温异常对中国东部地区冬季温度异常影响的诊断研究[J]. 热带气象学报, 2001, 17(4).
- [5] 李勇, 陆日宇, 何金海. 影响中国冬季温度的若干气候因子[J]. 大气科学, 2007, 31(3): 505–514.
- [6] 梁苏洁, 丁一汇, 赵南, 等. 近50年中国大陆冬季气温和区域环流的年代际变化研究[J]. 大气科学, 2014, 38(5): 974–992.
- [7] 陈少勇, 张燕霞. 2009. 中国东部冬季气温异常与海表温度异常的关系分析[J]. 高原气象, 28(5): 1181–1188.
- [8] 康丽华, 陈文, 王林, 等. 中国冬季气温的年际变化及其与大气环流和海温异常的关系[J]. 气候与环境研究, 2009, 14(1): 45–53.
- [9] 李春晖, 管兆勇, 何金海, 等. 西太平洋海温和南方涛动与中国冬季气候异常关系年代际变化的对比分析[J]. 应用气象学报, 2005, 16(1): 105–113.
- [10] 唐卫亚, 孙照渤. 印度洋海温异常与中国气温异常的可能联系[J]. 南京气象学院学报, 2007, 30(5): 667–673.
- [11] 陈少勇, 夏权, 白登元, 等. 中国东部冬季气温异常的主模态与大气环流的关系[J]. 气象科学, 2010(1): 27–33.
- [12] 朱益民, 杨修群. 太平洋年代际振荡与中国气候变率的联系[J]. 气象学报, 2013, 61(6): 641–653.
- [13] 钟珊珊, 李渊, 张新厂. 1951–2014年中国冬季暖日频次时空分布特征及其成因分析[J]. 高原气象, 2018, 37(6): 1725–1736.
- [14] 丁婷, 王永光, 柯宗建, 等. 2016/2017年冬季北半球大气环流及对中国冬季气温的影响[J]. 气象, 2017(7): 121–127.

Change of Winter Temperature in China and its Response to SST in the Pacific Ocean

LI Huanhuan, GONG Yuanfa

(College of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu 610225, China)

Abstract: In order to explore the possible effects of the Pacific Ocean temperature in the early period (spring, summer and autumn) on the interannual and interdecadal time scales of winter temperatures in China. This paper uses EOF analysis and other methods to analyze the average monthly sea temperature in the Pacific Ocean and the monthly average temperature in winter at 160 stations in China from 1951 to 2017. It found that the first mode of EOF analysis shows obvious interdecadal changes. After 1985, except for Yunnan, Qinghai-Tibet Plateau and South China Coast, the China winter temperature is high; the second mode presents the interannual variation of the quasi-5-year cycle of "– + –" from southwest to northeast; the third mode reflects the interdecadal variation of the "– + –" distribution from the southwest to the northeast. In the early spring, summer and autumn, the western Pacific (0°N–20°N, 125°E–150°E) and the eastern Pacific (7°N–14°N, 126°W–150°W) temperature can better predict winter temperature in China, the correlation coefficient between winter temperature in China and sea temperature in spring, summer and autumn in the western Pacific (0.77, 0.80 and 0.73) is larger than that in the eastern Pacific (0.35, 0.48, 0.53). It shows that the impact of the western Pacific sea temperature on winter temperature in China is more important.

Keywords: meteorology; climate change; winter temperature; temporal variation characteristics; The Pacific Ocean temperature; correlation