

近 56 年我国暖冬气候事件变化*

陈 峪 任国玉 王 凌 邹旭恺 张 强

(国家气候中心 中国气象局气候研究开放实验室,北京 100081)

摘 要

对冬季平均气温序列采用三分位方法确定单站暖冬阈值,并将单站暖冬分为弱和强两个等级。以此为基础,确定区域暖冬和全国暖冬的界定方法和等级划分标准。区域暖冬采用站点相对比例确定,全国暖冬采用暖冬面积相对比例界定。对我国 1952—2007 年的暖冬事件变化特征的分析结果表明:南方暖冬频率高于北方,强暖冬多发区出现在我国中西部地区;北方单站暖冬指数上升幅度大于南方,表明北方暖冬事件上升趋势更加明显;以 1986 年为界,前期(1952—1985 年)南、北方各区域均很少出现暖冬,南方各区暖冬频率略高于北方各区,后期(1986—2007 年)各区暖冬年大为增加,北方各区增加最明显且超过了南方;56 年中,全国性暖冬共发生 15 次(年),其中强暖冬共有 5 次(年);全国暖冬指数呈显著上升趋势,在有效面积不变的情况下,暖冬面积每 10 年增加 10%。

关键词:暖冬指标;等级划分;地面气温

引 言

在全球气候变暖的背景下,我国气候也出现了明显的变暖趋势,其中以北方冬季增暖最为突出^[1-10]。暖冬带来的影响是全方位的,不仅影响人类健康和日常生活,而且对经济活动、农业生产和生态环境也造成直接或间接的影响。冬季平均气温偏高是暖冬的总体特征。

有关研究和现有的气象业务对于暖冬没有恰当定义和统一标准,习惯上认为冬季平均地面气温距平值不低于 0 或 0.5 即为暖冬。缪启龙等^[11]采用冬季 3 个月中有两个月达到暖冬月(月平均气温距平不低于 1.5)标准或冬季 3 个月中或虽只有 1 个月达到暖冬月标准,但其他月份距平值均为正,则定义该年为暖冬年。王凌等^[12]采用三分位方法,将冬季平均气温序列划分为等概率的偏高、正常和偏低 3 类气候事件,相应得到偏冷、偏暖的气候边界阈值,以偏暖阈值 0.43 (为标准差)定义为单站暖冬的阈值。对于异常暖冬,研究者采用了多种标准,如周自江等^[13]对全国冬季平均气温序列采用距平值不低于 1.0 来判断异常暖冬,龚道溢等^[14]以

全国冬季平均气温距平达到 1.3 判断异常暖冬,国家气候中心业务中则采用 WMO 的标准,以距平达到 2 倍标准差(2)为异常偏暖标准。

气候平均值的更新(原为 1961—1990 年 30 年平均值,2001 年后改为 1971—2000 年 30 年平均值)和暖冬判别标准的不统一,使得统计分析结果有较大差异。此外,气温的年际和季节内的波动以及人们直观感觉的差异等,引发了学术界争议和公众疑义。为此,制定统一的、适用于全国的暖冬定义及其等级划分方法,并采用这些方法分析我国过去半个多世纪暖冬气候事件频率和强度的变化规律,具有一定实用价值。

本文依据中华人民共和国国家标准《暖冬等级》^[15],给出单站、区域和全国暖冬的定义及其等级划分方法。在此基础上,分析我国 1952—2007 年暖冬事件的时间变化趋势。

1 资料、区域划分和统计方法

资料采用国家气象信息中心整编的全国 630 站 1951—2007 年月平均气温数据,该资料经过质量控制和均一化订正。选取 574 个序列长度在 30 年以

* 国家“十一五”科技支撑计划课题(2007BAC03A01)、国家科技支撑计划课题(2007BAC29B06)和国家自然科学基金项目(40575039)共同资助。

2008-10-14 收到,2009-04-29 收到再改稿。

上的站点,按气候特征和地理位置将全国划分为8个区域,分别为东北、华北、西北东部、西北西部、长江中下游、华南、西南和青藏高原。

以上年12月至当年2月为冬季(如2007年冬季为2006年12月—2007年2月),计算各站1952—2007年冬季平均气温及其距平。气候平均值统一取1971—2000年30年平均。在此基础上,计算单站、区域和全国逐年暖冬指数,并计算这些指数的线性趋势以及指数与时间序列号的相关系数,后者也称为趋势系数。采用 t 检验方法检验趋势的显著性水平^[16]。

2 暖冬指标及等级划分

暖冬事件在空间上分为单站、区域、全国3个范围等级。为反映暖冬程度,在强度上划分为弱暖冬(暖冬)、强暖冬两个等级。单站暖冬指标(阈值)采用三分位方法确定,所得到的结果在空间和时间上具有可比性。单站暖冬是区域和全国暖冬划定的基础。区域暖冬采用暖冬站数百分比界定;全国暖冬采用暖冬面积百分比界定。

2.1 单站暖冬

一般认为冬季平均气温服从正态分布,将其概率密度平均划分为3等份(即三分位),发生概率均为33.3%,相应得到偏冷、偏暖的气候边界阈值分别为-0.43和0.43,将偏暖阈值(0.43)定义为单站暖冬阈值。当某站冬季平均气温距平(T)大于等于其标准差的0.43倍,即为暖冬;强暖冬属于暖冬事件中的极端(异常)气候事件,本文取发生概率为10%,其阈值界定为1.29。据此,单站弱暖冬界定标准为 $0.43 < T < 1.29$;强暖冬标准为 $T \geq 1.29$ 。

定义冬季平均气温距平与暖冬阈值之差为单站暖冬指数(I_{ws} ,单位:°C),它以温度值来反映站点的暖冬强度。

2.2 区域暖冬

区域指所选定的任意区域,如行政区、流域(如淮河流域)、气候区等。区域暖冬及其等级划分采用区域内暖冬站数百分比界定。

定义区域内暖冬站数占站点总数的百分比为区域暖冬指数(I_{wa})。区域暖冬指数通过暖冬站数反

映其暖冬强度。若 $I_{wa} \geq 50\%$,即为区域暖冬;在区域暖冬年,区域范围内强暖冬站数与暖冬站数百分比 $\geq 50\%$,即为区域强暖冬。

2.3 全国暖冬

全国暖冬采用暖冬面积百分比界定。将全国范围按 $2.0^\circ \times 2.0^\circ$ 经纬度格距划分网格。某一有效网格(落有站点的网格)面积(S_g)计算公式为:

$$S_g = x_{grid} \times y_{grid} \times S_e \times \cos \varphi \quad (1)$$

式(1)中, x_{grid} 、 y_{grid} 分别为经纬度格距, S_e 为赤道地区 $1.0^\circ \times 1.0^\circ$ 网格近似面积($110.0 \text{ km} \times 111.0 \text{ km}$), φ 为网格中心点纬度。

某一有效网格暖冬面积(S_{wg})计算公式为:

$$S_{wg} = A_D \times S_g \quad (2)$$

式(2)中, A_D 为有效网格暖冬面积权重系数,即该有效网格内暖冬站数与其内站点总数之比。

累计全部有效网格面积,得到全国有效面积(S_{En});累计全部有效网格暖冬面积,得到全国暖冬面积(S_{wn})。

将全国暖冬面积与全国有效面积之比定义为全国暖冬指数(I_{wn})。全国暖冬指数通过暖冬面积反映其暖冬强度。若 $I_{wn} \geq 50\%$,则确定为全国暖冬;在全国暖冬年,如果全国强暖冬面积超过全国暖冬面积的50%,则确定为全国强暖冬。

3 暖冬事件变化

3.1 单站暖冬指数变化

图1给出我国1952—2007年期间单站暖冬指数线性趋势等值线分布。可见,我国绝大部分站点暖冬指数(I_{ws})呈显著上升趋势,仅四川东部、重庆、贵州、云南北部和东南部、西藏北部、青海东部和西南部等局部地区 I_{ws} 上升趋势不明显,其中四川盆地东部、青海东部一些站点存在下降趋势。从 I_{ws} 升幅来看,北方大于南方,多在 $0.3 \sim 0.5$ /10 a,升幅最大的区域在黑龙江中北部、吉林南部、河北东北部、内蒙古中部、新疆北部和东部,线性趋势达到 $0.5 \sim 0.8$ /10 a;南方地区 I_{ws} 升幅小且较均一,一般在 $0.1 \sim 0.3$ /10 a之间,仅浙江东部、湖北东部、海南西部、云南南部升幅达到 0.3 /10 a以上。北方 I_{ws} 增幅大,表明近50多年暖冬程度明显趋强。

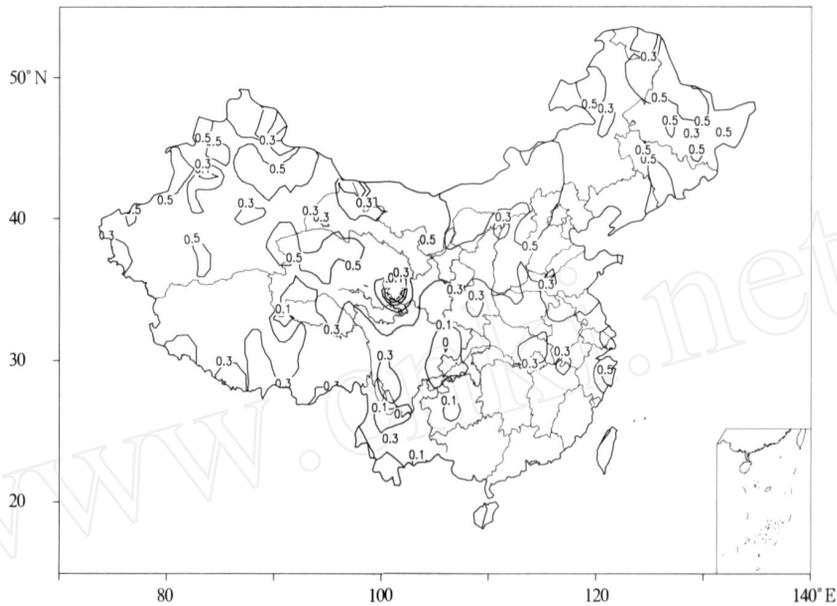


图 1 单站暖冬指数线性趋势分布(单位: /10 a)

Fig. 1 Linear trends of warm winter indices for stations (unit: /10 a)

3.2 区域暖冬事件变化

从年代际变化来看,20 世纪 50—70 年代我国暖冬主要出现在南方,北方各区很少出现(表 1)。相对而言,50 年代华南和西南区暖冬频率较高,60—70 年代暖冬主要出现在华南和长江中下游地区。80 年代青藏高原暖冬频率最高,但北方各区暖冬开始增多。90 年代除青藏高原暖冬较 80 年代减少外,其余各区域均明显增加,东北和华北区暖冬频率高达 80%,为各区中最多。2001—2007 年西南和青藏高原暖冬频率增长极快,并且连续 7 年暖冬,而东北和华北暖冬频率较 20 世纪 90 年代有所减少。总体来看,东北和华北区表现为“降-升-降”的变化特征,西北东部和西部区为持续上升,长江中下游和华南区表现为“升-降-升”的变化特征,西南区为“降-升”态势,青藏高原则为“降-升-降-升”的变化特征。

以 1986 年为界,分别统计前后两个时段各区域

暖冬频率(图 2)。前期 8 个区域较少出现暖冬,其中北方区域暖冬频率不到 10%,西北(包括东部和西部)仅出现 1 次;南方各区暖冬频率在 20%左右,华南区最大,接近 30%。后期各区域暖冬年大为增加,暖冬频率均达到 45%以上,北方各区增加尤其显著,其中东北和华北两区 22 年中出现 14 个暖冬,暖冬频率为 64%。前后两个时段对比还发现,1986 年之前南方各区暖冬频率明显高于北方,而之后北方略高于南方;华南区在前一阶段暖冬频率为各区最高,后一阶段则为各区最低。

区域暖冬的时空变化特征与我国冬季温度变化是一致的。20 世纪 80 年代中期之前全国一致偏冷,而其后普遍升温,北方地区近 20 多年冬季升温幅度最大,南方地区升幅较小,西南、华南有降温的趋势^[17-18]。对两个时段冬季平均气温距平不低于 0.5 的年份统计也可以看出(图 3),前一时段南方

表 1 各区不同年代暖冬频率比较(单位:%)

Table 1 Frequency of warm winter events for regions and decades (unit: %)

区域	1951—1960 年	1961—1970 年	1971—1980 年	1981—1990 年	1991—2000 年	2001—2007 年
东北	11	0	0	30	80	57
华北	11	0	20	20	80	57
西北东部	0	0	10	20	50	71
西北西部	0	0	10	30	60	57
长江中下游	11	20	30	10	70	71
华南	33	30	40	10	40	71
西南	33	10	20	20	40	100
青藏高原	22	10	20	40	30	100

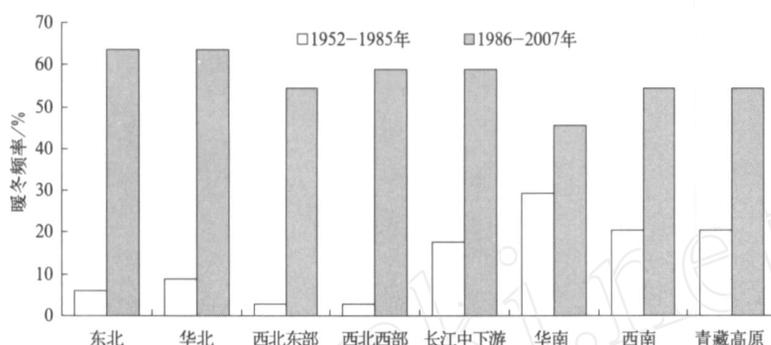


图2 1952—1985年和1986—2007年各区域暖冬频率比较

Fig. 2 Comparison of regional warm winter frequencies between 1952—1985 and 1986—2007 for the eight regions

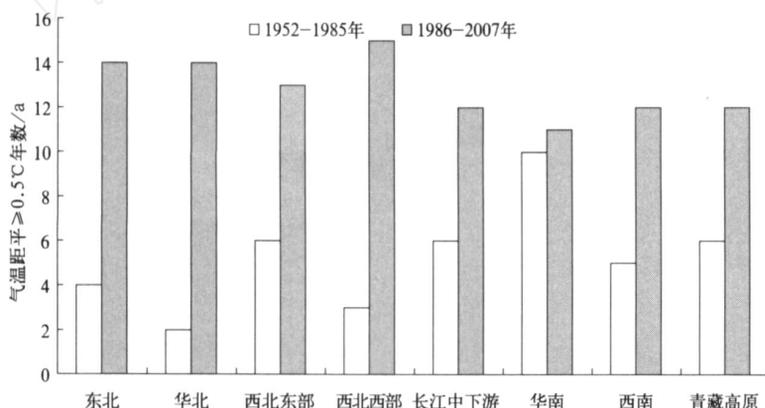


图3 1952—1985年和1986—2007年冬季平均气温距平不低于0.5℃年数比较

Fig. 3 Comparison of years with region-averaged winter mean temperature anomalies above 0.5℃ between 1952—1985 and 1986—2007 for the eight regions

各区明显偏暖的年份多于北方,相应暖冬几率较北方高,以华南区最为突出;而后一时段则相反。近20年各区域普遍明显升温,这使得暖冬几率大为提高,北方各区增温幅度远高于南方,因而暖冬几率也大于南方区。

近56年,8个区域的 I_{wa} 均呈上升趋势,都通过95%信度水平检验(表2)。北方各区及青藏高原

I_{wa} 的线性趋势在 10%/10 a 以上,其中西北东部 I_{wa} 增加最为显著,线性趋势达到 12.9%/10 a,这意味着在区域内总站数不变的情况下,暖冬站数大致以每10年13%的速率增加;东北地区 I_{wa} 增加也较大,达到 12.2%/10 a。南方各区 I_{wa} 增幅小于北方,西南地区 I_{wa} 线性趋势在8个区中最小,仅为 6.6%/10 a。

表2 区域暖冬指数趋势系数及线性趋势

Table 2 Trends of regional warm winter indices for the eight regions

	东北	华北	西北东部	西北西部	长江中下游	华南	西南	青藏高原
趋势系数	0.539 **	0.548 **	0.583 **	0.538 **	0.419 **	0.328 *	0.335 *	0.56 **
线性趋势/(%/10 a)	12.2	11.8	12.9	10.1	9.9	8	6.6	11

注: **表示通过99%信度检验, *表示通过95%信度检验。

3.3 全国暖冬事件变化

图4给出1952—2007年全国暖冬指数及其线

性变化趋势。56年中,全国性暖冬共发生15次(年),分别是1973,1979,1987,1990,1991,1993,

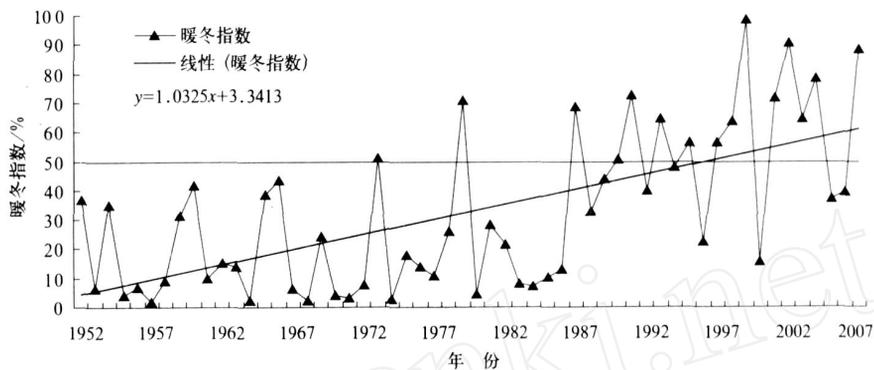


图 4 1952—2007 年全国暖冬指数变化

Fig. 4 Change in national warm winter indices during period of 1952 - 2007

1995, 1997, 1998, 1999, 2001, 2002, 2003, 2004, 2007 年的冬季。全国性暖冬基本出现在 20 世纪 80 年代中期以后,其中,1990 年以后有 11 个暖冬;1997—1999 年和 2001—2004 年为两个连续的全国暖冬时段。1952—2007 年间,全国强暖冬事件共出现 5 次(年),分别是 1979 年、1999 年、2001 年、2002 年和 2007 年。

1952—2007 年,全国暖冬指数呈显著上升趋势,线性趋势为 $10.3\%/10\text{a}$,通过了 99% 的信度检验。这表明,在全国有效面积不变的情况下,全国暖冬面积以每 10 年 10% 的速率增加。在 15 个暖冬中,1990 年 I_{wn} 仅为 50.6%,是暖冬年中范围最小、强度最弱的一年; I_{wn} 大于 80% 的有 1999 年(98.9%)、2002 年(90.7%)和 2007 年(88.5%),这 3 个冬季全国暖冬范围广、强度大。从全国暖冬站数占参与统计的总站数比例也可以看出,这 3 年暖冬站比例分别达到 99.0%,93.7%和 93.5%。1999 年冬季是 56 年中范围最广、强度最大的暖冬,全国几乎所有的台站均达到单站暖冬标准,其中强暖冬站数在暖冬站数的比例高达 83%。

全国暖冬指数与全国冬季平均气温距平有很好的相关性,相关系数达到 0.88(通过 99% 信度检验)。分析表明:1986 年之前为相对冷阶段,其后为明显的暖期;虽然全国冬季增暖的趋势非常明显,但存在较大的年际变化。在冷期中有很暖的冬天,如 1979 年冬季(暖冬指数达到 71.1%);而暖期也会出现很冷的冬天,如 1996 冬季(暖冬指数 22.3%)、2000 年冬季(暖冬指数仅 15.6%)、2005 年冬季(暖冬指数 37.4%)等。2000 年的冬季,我国不少地区出现持续严寒天气,南方一些地区出现了此前近 20 年来的最低气温,农业遭受严重低温冻害;2008 年

冬季我国经历了一场历史罕见的低温雨雪冰冻灾害,给各行业造成严重损失。因此,这种在暖背景下的异常冷冬天更应引起关注。对于“暖”中的“冷”以及“冷”中的“暖”的变化特征,还有待于进一步深入研究。

4 结论与讨论

1) 近 56 年,我国绝大部分站点暖冬指数呈显著上升趋势,北方暖冬指数上升幅度大于南方,表明 50 多年来北方冬季气候增暖趋势更加明显。1952—1985 年各区域很少出现暖冬,1986—2007 年暖冬年数大为增加,增加最明显的是北方各区。全国暖冬指数呈显著上升趋势,其上升速率达到 $10.3\%/10\text{a}$ 。

2) 本文将 $I_{wa} 50\%$, $I_{wn} 50\%$ 分别定义为区域暖冬和全国暖冬,若此指标提高,则暖冬事件将会减少,但暖冬的区域特征及暖冬指数变化趋势不会发生变化。值得注意的是,冬季冷暖存在较大的年际变化,在显著趋暖的背景下,也会出现异常冷冬,其影响不容忽视。

3) 全国暖冬指数以暖冬面积的相对比例来界定,可以有效消除因我国台站分布不均所造成的影响。采用一定格距的经纬度网格面积加权获得的全国平均气温距平序列与全国暖冬指数序列具有较好的一致性,说明全国暖冬指数能够较客观地反映出我国总体的冬季平均气温变化状况,可以满足当前气候和气候变化科研、业务的需要。

本文使用经过均一化的国家级台站地面气温资料计算暖冬指数。该资料集较过去有很大改进^[19],但仍然存在城市化对地面气温趋势的暖偏差。最近

的研究表明,一些国家级台站的观测地面气温明显受到城镇热岛效应加强因素的影响^[1,20]。目前,还不清楚这种城市化偏差对本文计算的暖冬指数序列具有多大影响,需要今后开展深入研究。

致谢:感谢中国气象局翟盘茂研究员对本工作的指导与建议。

参考文献

- [1] IPCC. Climate Change 2007—The Physical Science Basis, Contribution of Working Group I to the Third Assessment Report of the IPCC. Cambridge: Cambridge University Press, 2007: 1-996.
- [2] 任国玉,初子莹,周雅清,等. 中国气温变化研究最新进展. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 702-716.
- [3] 唐红玉,翟盘茂,王振宇. 1951~2002年中国平均最高、最低气温及日较差变化. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 728-735.
- [4] 黄嘉佑,胡永云. 中国冬季气温变化的趋向性研究. 气象学报, 2006, 64(5): 614-621.
- [5] 翟盘茂,潘晓华. 中国北方近50年温度和降水极端事件变化. 地理学报, 2003, 58(9): 1-10.
- [6] 陈隆勋,邵永宁,张清芬,等. 近四十年我国气候变化的初步分析. 应用气象学报, 1991, 2(2): 164-173.
- [7] 马柱国,符淙斌,任小波,等. 中国北方年极端温度的变化趋势与区域增暖的联系. 地理学报, 2003, 58(9): 11-19.
- [8] 屠其璞,邓自旺,周晓兰. 中国气温的区域特征研究. 气象学报, 2000, 58(3): 289-296.
- [9] 李栋梁,彭素琴,姚辉. 我国西北地区冬季平均产气温的气候特征. 大气科学, 1995, 19(3): 192-199.
- [10] 魏凤英,曹鸿兴,王丽萍. 20世纪80~90年代我国气候增暖进程的统计事实. 应用气象学报, 2003, 14(1): 79-86.
- [11] 缪启龙,许遐祯,潘文卓. 南京56年来冬季气温变化特征. 应用气象学报, 2008, 19(5): 620-626.
- [12] 王凌,张强,陈峪,等. 1956—2005年中国暖冬和冬季温度变化. 气候变化研究进展, 2007, 3(1): 26-30.
- [13] 周自江,王颖. 中国近46年冬季气温序列变化的研究. 南京气象学院学报, 2000, 23(1): 106-112.
- [14] 龚道溢,王绍武. 近百年我国的异常暖冬与冷冬. 灾害学, 1999, 14(2): 63-68.
- [15] 陈峪,王凌,邹旭恺,等. GB/T 21983—2008 暖冬等级. 中华人民共和国国家标准. 北京: 中国标准出版社, 2008.
- [16] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法. 北京: 气象出版社, 2000.
- [17] 朱艳峰,谭桂容,王永光. 中国冬季气温变化的空间模态及其与大尺度环流异常的联系. 气候变化研究进展, 2007, 3(5): 266-270.
- [18] 康丽华,陈文,魏科. 我国冬季气温年代际变化及其与大气环流异常变化的关系. 气候与环境研究, 2006, 11(3): 330-339.
- [19] Li Q X, Dong W J. Detecting and adjusting temporal inhomogeneity in Chinese mean surface air temperature data. *Adv Atmos Sci*, 2004, 21(2): 260-268.
- [20] 周雅清,任国玉. 华北地区地表气温观测中城镇化影响的检测和订正. 气候与环境研究, 2005, 10(4): 743-753.

Temporal Change of Warm Winter Events over the Last 56 Years in China

Chen Yu Ren Guoyu Wang Ling Zou Xukai Zhang Qiang

(Laboratory for Climate Studies, National Climate Center, CMA, Beijing 100081)

Abstract

The climate of China is now clearly in the global warming up trend, in which the winter warming of the northern China is the most obvious. The influence of the warm winter upon the human society is omnibearing, including the direct or indirect impact on human health, daily life, economy activity, agriculture product and ecological environment. Generally, the warm winter means that the air temperature of winter is higher than the climate normal values (the winter air temperature climatology value from 1971 to 2000). According to the China national standard, the warm winter is classified into two groups by space and intensity grades. In the space group the warm winter is divided into three spatial grads as single station warm winter, regional warm winter, and national warm winter. In the intensity group, there are two grades as weak warm winter (warm winter) and strong warm winter. Average winter air temperature is divided into 3 probability categories to define the threshold of warm winter for single station and its warm winter intensity. Then the division criterions for regional and national winter warm intensity are calculated according to percentile rank of warm winter stations and areas respectively. On the basis of

the new division method for warm winter, the characteristics of warm winter since 1952 in China are analyzed too. The analysis reveals that the southern China has a higher frequency of warm winter than northern China, while in mid-west China region strong warm winter occurs more frequently. The rising amplitude of warm winter index is larger in northern China than that in southern part, indicating that the warming trend in northern China is more obvious. During 1952 to 1985, the occurrence of warm winter is rare in the nation-wide of China, when the frequency of warm winter in southern part of China is slightly higher than that happens in the northern part of China. The incidence of warm winter changes from the year of 1986. The number of warm winter year increases since 1986 both in southern and northern China with that of northern part increasing significantly. The results also show that there are 15 national warm winter years over 56 years with 5 strong warm winters. National warm winter index has an obvious rising trend at a warm winter area rate of 10% per 10 years. However, the air temperature has great year-to-year variations, the possible abnormal cold winter should be properly considered even in the obvious global warming trend, and hence impacts of the cold winter shouldn't be neglected.

Key words: warm winter; division method; surface air temperature

《应用气象学报》征稿简则

《应用气象学报》(双月刊)是大气科学理论与应用研究的综合性学术期刊,主要刊登反映新理论与新技术在大气科学中的应用,以及大气科学理论与实践相结合,应用于各个有关领域的研究论文、业务系统和研究简报;国内外大气科学与应用气象科学发展中的新动态与新问题的探讨与评论;国内外重要学术会议或研究、业务活动的报道;气象书刊评介。

投稿要求和注意事项:

1. 论点明确、文字精炼。摘要请按文摘四要素(目的、方法、结果、结论)撰写,列出 3~8 个关键词,作者姓名请附汉语拼音,所在单位请附中、英文全名、地名、邮编。要求中文摘要为 200~400 字,英文摘要为 500 个单词左右(并请附对应的中文译文)。
2. 插图请插入文中,要求准确、清晰、美观。图中坐标、单位请勿遗漏,中、英文图题及说明写在插图下面。表格请采用三线表形式,并列出中、英文表题,文字须端正和清晰。
3. 参考文献请择主要的列入,并请按文中引用顺序标号。期刊书写格式:作者. 文章题目. 刊名,年,卷(期):起止页. 专著书写格式:作者. 书名. 译编者. 出版地:出版社,出版年:起止页。
4. 计量单位请按《中华人民共和国法定计量单位》列出,已废止的单位请换算成法定计量单位。
5. 科技术语和名词请使用全国自然科学名词审定委员会公布的名词。外国人名和地名,除常用者外请注原文。
6. 网上投稿(<http://qk.cams.cma.gov.cn>)请同时寄送全体作者签名的《承诺书》(请网上自行下载)。稿件自收到之日起,将在 6 个月内决定刊用与否,来稿一经刊登,酌情收取版面费,并酌付稿酬,请自留底稿,不登者恕不退还。
7. 寄交最后审定稿时,请在 A4 幅面的纸上用 5 号字隔行单面打印稿件,连同电子版一并交编辑部。稿件中的数字及符号必须清楚无误,易混淆的外文字母、符号,用铅笔标注文种,大、小写,正、斜体,黑、白体,公式中的上、下标。
8. 本刊已加入“中国学术期刊(光盘版)”、“万方数据——数字化期刊群”和“中文科技期刊数据库”。本刊所付稿酬包含光盘稿酬和刊物内容上网服务报酬。凡向本刊投稿的作者(除事先声明外),本刊视为同意将其稿件纳入此两种版本进行交流。

欢迎投稿。投稿请登录 qk.cams.cma.gov.cn。

地址:中国气象科学研究院《应用气象学报》编辑部,邮政编码:100081;电话:(010) 68407086,68408638;网址:qk.cams.cma.gov.cn; E-mail: yyqxxb@cams.cma.gov.cn, yyqxxb@163.com。