

1951—2009 年冬季北京极端低温事件变化分析

许国宇

(北京市房山区气象局,北京 102488)

摘 要: 根据 1951—2009 年冬季北京观象台逐日最高、最低气温资料,对近 59 a 冬季北京极端低温事件的发生频次、强度进行了分析。结果表明,近 59 a 冬季北京极端低温事件呈减少趋势,且在 1984 年冬季存在气候突变点,1984 年后为极端低温事件相对低发期;随着极端低温事件发生频次减少,强度也趋于减弱,20 世纪 80 年代之后极端低温温度距平以正为主。进一步分析表明,近 59 a 冬季,75.3% 的日极端低温事件出现在[-5 ℃, 0 ℃) 温度区间,74.6% 的夜极端低温事件出现在[-15 ℃, -10 ℃) 温度区间,在各温度区间 1984—2009 年冬季平均每年发生的极端低温事件均明显少于 1951—1983 年冬季平均,且在气温偏低一侧减少更明显。

关键词: 极端低温事件; 频次; 强度; 气候突变
中图分类号: P467 **文献标识码:** A **文章编号:** 1673 - 7148(2011)01 - 0023 - 04

引 言

从 1861 年开始,全球平均地面气温一直在增高,20 世纪增加了 $0.6 \pm 0.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ ^[1]。近百年来中国气候也在变暖^[2]。王遵娅等^[3]对中国近 50 a 来的温度序列进行分析认为,近 50 a 来中国增温非常明显,且北方比南方增温明显,冬季比其他季节增温明显。在全球气候变暖背景下,极端气温事件发生规律引起了众多学者的关注^[4-15]。总的来说,随着全球变暖,我国极端低温升高趋势显著^[10-14];但也有研究表明^[15],部分地区,如宁夏,极端寒冷日数也在增多。极端天气气候事件一旦出现,将对人民生活、生产等造成严重影响。如 2010 年 1 月初北京出现的极端低温事件,使得北京供热、电力、燃气供应量陡增,并对农业生产造成较大影响。本文分析了近 59 a 冬季北京极端低温事件频次、强度变化规律,并对极端低温事件发生的温度范围及其变化规律进行了分析,以期对极端低温事件的监测和预报打下基础。

1 资料和方法

本文使用 1951—2009 年冬季(12 月 1 日—次年 2 月 28 日)北京观象台逐日最低、最高气温资料(资料来

源于北京市气象局信息中心)。
目前,国际上在气候极值变化研究中最多见的是采用某个百分位值作为极端事件的阈值,超过这个阈值的值被认为是极值,该事件可以认为是极端事件^[11]。本文选取 WMO-CCCL/CLIVAR 发布的两种相对极端气温指数^[13],即冷日、冷夜,表示极端低温事件的频次(见表 1)。具体计算方法为,将 1951—2009 年冬季同日的最低(最高)气温按升序排列,得到该日最低(最高)气温第 10 个百分位值,这样分别得到冬季共 90 个最低(最高)气温的第 10 个百分位值,将之作为逐日的极端低温事件的温度阈值。如果某日的最低(最高)气温低于该日极端低温事件的阈值,则认为该日出现了夜间(白天)极端低温事件,冬季所有的夜间(白天)极端低温事件天数定义为冷夜(冷日)。其中,用百分位数方法确定阈值时,易受天气过程影响,因此在计算阈值时对原始数据进行 5 天滑动平均,滤去 5 天内的扰动影响。
同时,采用文献[14]中对极端低温的定义,表示极端低温事件强度(见表 1)。具体计算方法为,某年冬季出现的所有夜间极端低温事件的最低气温的平均值表示夜极端低温(强度),某年冬季出现的所有白天极端低温事件的最高气温的平均值称为日极端低温。

收稿日期:2010 - 08 - 27;修订日期:2010 - 11 - 17
基金项目:国家科技支撑计划项目(2006BAD04B01)资助
作者简介:许国宇(1984-),男,北京人,助理工程师,学士,从事气象服务工作. E-mail: xu_guo_yu2003@163. com

表 1 冬季冷夜、冷日与极端低温的定义

气温指数	定义
冷夜	冬季日最低气温小于 10% 分位数的天数
冷日	冬季日最高气温小于 10% 分位数的天数
极端低温(强度)	冬季小于极端低温阈值的日最低(最高)气温的平均值

2 北京冬季极端低温事件频次变化

以 2009 年冬季为例,对该冬季极端低温事件进行检测。由极端低温阈值及 2009/2010 年冬季日最高、最低气温变化曲线(图 1)可见,本文极端低温事件定义方法能较好检测出 2010 年 1 月初北京的极端低温事件:1 月 4—9 日,日最高气温和最低气温均明显低于白天和夜间极端低温事件温度阈值。

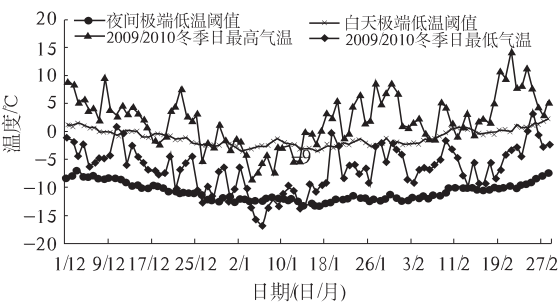


图 1 冬季极端低温阈值以及 2009/2010 年冬季日最高气温和最低气温变化曲线

根据极端低温事件定义,近 59 a 冬季北京共发生冷日 725 天,冷夜 763 天。统计结果表明,冬季极端低温事件频次(冷日和冷夜)呈下降趋势:冷日 20 世纪 50 年代最多,达 167 天;90 年代最少,为 76 天;2001 年以来略有增加。冷夜则 60 年代最多,达 248 天;90 年代最少,为 35 天;2001 年以来也略有增加(见图 2)。根据线性趋势分析,近 59 a 冬季冷夜减少趋势更明显,达 -0.42 天/a,冷日线性趋势为 -0.17 天/a。

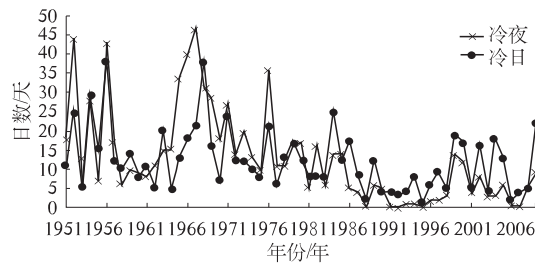


图 2 1951—2009 年冬季(12 月—次年 2 月)北京观象台极端低温事件频次变化

采用 Mann-Kendall 方法^[16]对冷日、冷夜序列进

行气候突变检验,结果发现,冷日在 1982、1984 年冬季存在突变点,冷夜在 1984 年冬季存在突变点(图 3)。80 年代中期之前,为极端低温事件(冷日、冷夜)相对高发期,其中在 50 年代冬季呈波动减少,60 年代冬季平稳增加,70 年代到 80 年代中期又呈减少趋势;80 年代中期之后,为极端低温事件相对低发期,极端低温事件显著减少,但 90 年代后期开始,冬季极端低温事件(特别是冷日)略呈波动增加。计算突变点前后极端低温事件频次可得,1951—1983 年平均每个冬季出现冷夜(冷日)为 19.4 天(14.5 天),而 1984—2009 年平均每个冬季出现冷夜(冷日)为 4.7 天(9.4 天)。进一步分析表明,近 59 a 冬季北京极端低温事件频次突变时间与冬季北京平均气温气候突变时间接近,北京冬季平均气温在 1985 年存在气候突变点(图略),1985 年冬季开始北京升温明显。1951—1984 年冬季北京气温距平为 -1.1 °C,而 1985—2009 年冬季温度距平达 0.8 °C。这说明,随着气候变暖,总的来说北京冬季极端低温事件发生频次趋于减少。

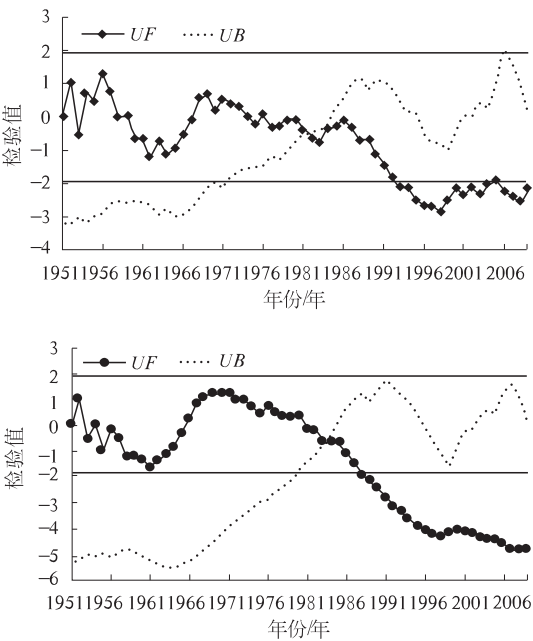


图 3 1951—2009 年冬季北京冷日(上)和冷夜(下)的 M-K 方法气候突变检验

3 北京冬季极端低温事件强度变化

1951—2009 年冬季,极端低温事件强度总体趋于减弱(图 4)。其中,夜极端低温升高情况更明显,其温度距平(相对于 1971—2000 年气候平均)每 10 年增加近 0.3 °C(日极端低温增加幅度约为 0.1 °C/10a)。

50—70 年代冬季,夜极端低温距平以偏低为主,其中 1965 年冬季最低;80 年代开始,以偏高为主,仅个别年份(1983、1986、1989、1996、1999、2000、2009 年冬季)偏低,并且 2009 年冬季夜极端低温距平为 1951 年以来第 4 低值。50—70 年代冬季,日极端低温距平变化与夜极端低温距平变化相似,但前者最低值出现在 1959 年冬季;80 年代之后,两者变化不同,日极端低温距平偏高和偏低的年份各占一半,2000 年冬季日极端低温距平为 1951 年以来第 2 低值。

由图 4 可以进一步得出,尽管 90 年代后期开始冷夜和冷日略有增加,但极端低温(强度)相较于气候平均值以偏弱为主。

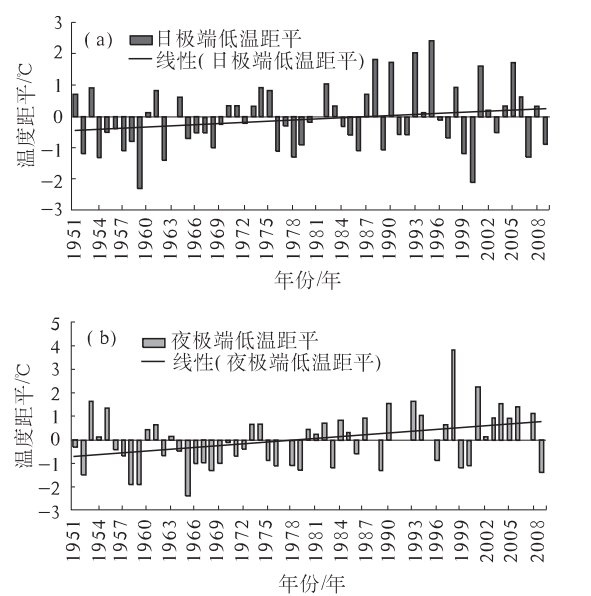


图 4 1951—2009 年冬季北京极端低温(强度)变化
(a) 为日极端低温距平,(b) 为夜极端低温距平,
距平指相对于 1971—2000 年平均值

4 北京冬季极端低温事件强度范围变化

1951—2009 年冬季,北京地区日极端低温事件出现在 $-13 \sim 2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围之间,其中 75.3% 的日极端低温事件出现在 $[-5\text{ }^{\circ}\text{C}, 0\text{ }^{\circ}\text{C})$ 区间;夜极端低温事件出现在 $-28 \sim -7\text{ }^{\circ}\text{C}$ 温度范围,其中 74.6% 的夜极端低温事件出现在 $[-15\text{ }^{\circ}\text{C}, -10\text{ }^{\circ}\text{C})$ 区间。

1951—1983 年、1984—2009 年冬季极端低温事件温度范围分布曲线,与 1951—2009 年冬季极端低温事件温度范围分布基本一致(图 5)。1951—1983 年冬季,1951—2009 年冬季日极端低温事件峰值均集中在 $[-4\text{ }^{\circ}\text{C}, -3\text{ }^{\circ}\text{C})$,1984—2009 年冬季日极端低温事件峰值出现在 $[-3\text{ }^{\circ}\text{C}, -2\text{ }^{\circ}\text{C})$,略偏向暖侧;夜极端低温事件峰值则均出现在 $[-13\text{ }^{\circ}\text{C}, -12\text{ }^{\circ}\text{C})$

区间。分析 1984 年冬季前后差值图(图 5)可见,在各温度区间,1984—2009 年冬季平均每年发生的极端低温事件明显少于 1951—1983 年冬季平均值。分析 80、90 年代及 2001 年以来极端低温事件温度分布曲线(图略)可知,2001 年以来在 $[-3\text{ }^{\circ}\text{C}, -1\text{ }^{\circ}\text{C})$ 、 $[0\text{ }^{\circ}\text{C}, 2\text{ }^{\circ}\text{C})$ 区间上的日极端低温事件相比于 80、90 年代均有所增加,在 $[-11\text{ }^{\circ}\text{C}, -7\text{ }^{\circ}\text{C})$ 区间上的夜极端低温事件相比 90 年代明显增加。

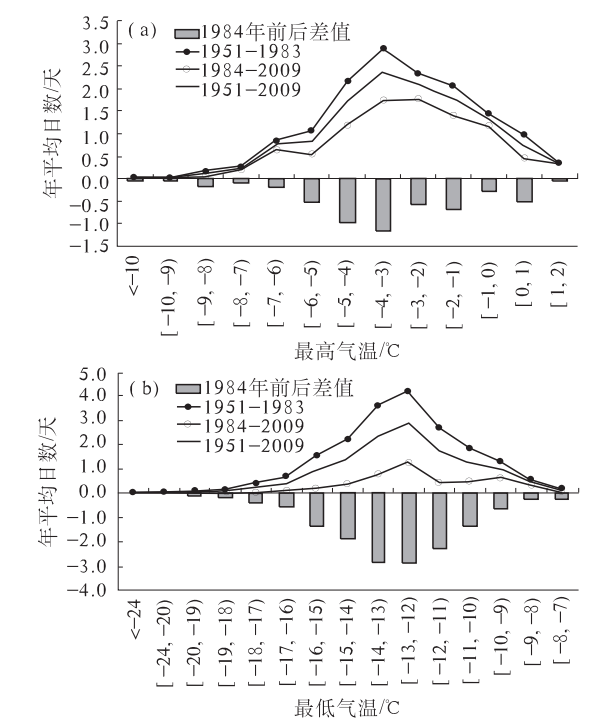


图 5 1951—2009 年冬季北京极端低温事件温度范围分布
(a) 为日极端低温事件,(b) 为夜极端低温事件

5 结 论

(1)随着气候变暖,近 59 a 冬季北京冷日和冷夜减少趋势明显,其中冷夜减少趋势达 -0.42 天/a 。根据 Mann-Kendall 方法分析得出,极端低温事件在 1984 年存在气候突变点(接近于北京冬季平均气温的突变年份),20 世纪 80 年代中期之前为极端低温事件相对高发期,80 年代中期之后极端低温事件显著减少。

(2)随着极端低温事件发生频次减少,近 59 a 冬季北京极端低温事件强度也趋于减弱,其中夜极端低温每 10 年增加近 $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 。50—70 年代,冬季极端低温以偏强为主,80 年代开始以偏弱为主。

(3)进一步分析表明,近 59 a 冬季,75.3% 的日极端低温事件出现在 $[-5\text{ }^{\circ}\text{C}, 0\text{ }^{\circ}\text{C})$ 温度区间,74.6% 的夜极端低温事件出现在 $[-15\text{ }^{\circ}\text{C}, -10\text{ }^{\circ}\text{C})$

℃)温度区间,且在各温度区间1984—2009年冬季平均每年发生的极端低温事件明显少于1951—1983年冬季平均值。由于2001年以来在[−3℃,−1℃)、[0℃,2℃)区间上的日极端低温事件相比于80、90年代均有所增加,在[−11℃,−7℃)区间上的夜极端低温事件相比90年代明显增加,因此1984年前后极端低温事件发生频次差值在温度偏低一侧减少更明显。

参考文献

[1] Robert T W, Daniel L A, Terry B, et al. Climate change 2001: Synthesis Report [M]. Cambridge: Cambridge University Press. 2001: 1–46.

[2] 丁一汇, 戴晓苏. 中国近百年来的温度变化[J]. 气象, 1994, 20(12): 19–26.

[3] 王遵娅, 丁一汇, 何金海, 等. 近 50 年来中国气候变化特征的分析[J]. 气象学报, 2004, 62(2): 228–236.

[4] 侯淑梅, 孙忠欣, 李林清. 我国月平均气温升高时极端气温的变化[J]. 气象与环境科学, 1998 (1): 16–17.

[5] King'uyu S M, Ogallo L A, Anyamba E K. Recent trends of minimum and maximum surface temperatures over Eastern Africa [J]. Journal of Climate, 2000, 13(16): 2876–2886.

[6] 刘军臣, 程炳岩, 王君. 黄淮地区月极端气温概率模型研究[J].

气象与环境科学, 2000 (2): 15–16.

[7] 丁一汇, 张锦, 宋亚芳. 天气和气候极端事件的变化及其与全球变暖的联系[J]. 气象, 2002, 28(3): 1–7.

[8] Griffiths M L, Bradley R S. Variations of twentieth – century temperature and precipitation extreme indicators in the Northeast United States[J]. Journal of Climate, 2007, 20(21): 5401–5417.

[9] 刘桂芳, 卢鹤立. 全球变暖背景下的中国西部地区气候变化研究进展[J]. 气象与环境科学, 2009, 32(4): 69–73.

[10] 潘晓华. 近五十年中国极端温度和降水事件变化规律的研究[D]. 北京: 中国气象科学研究院, 2002.

[11] 翟盘茂, 潘晓华. 中国北方近 50 年温度和降水极端事件变化[J]. 地理学报, 2003, 58(9): 1–10.

[12] 连志鸾. 石家庄极端冷暖天气气候事件及其与气候变暖[J]. 气象科技, 2004, 32(2): 76–80; 85.

[13] 王冀, 江志红, 张海东, 等. 1957–2000 年东北地区春季极端气温变化及其与北极涛动的关系[J]. 气候变化研究进展, 2007, 3(1): 41–45.

[14] 张宁, 孙照渤, 曾刚. 1955–2005 年中国极端气温的变化[J]. 南京气象学院学报, 2008, 31(1): 123–128.

[15] 陈晓光, Declan C, 郑广芬, 等. 1961–2004 年宁夏极端气候变化趋势分析[J]. 气候变化研究进展, 2008, 4(2): 73–77.

[16] 朱业玉. 近 40 年郑州冬夏气温突变的诊断分析[J]. 气象与环境科学, 2004 (1): 15–16.

Variation of Extreme Cold Events in Beijing During the Winter from 1951 to 2009

Xu Guoyu

(Fangshan Meteorological Bureau, Beijing 102488, China)

Abstract: Using Beijing meteorological station daily surface maximum and minimum temperature data from 1951 to 2009, variation of the frequency and extent for extreme cold events for the last 59 winters are analyzed. It is found that extreme cold events decrease obviously for the last 59 winters, and abrupt climate change occurred during the winter of 1984, after which the frequency of extreme cold events was relatively lower. With frequency decreasing, extent of extreme cold events also tended to weaken, and temperature anomalies of extreme cold events after 1980s were mainly positive. Further analysis indicates that almost 75.3% of cold days and 74.6% of cold nights broke up at the maximum temperature ranges from −5℃ to 0℃ and minimum temperature ranges from −15℃ to −10℃ separately. Average frequency of extreme cold events during the winter from 1984 to 2009 were significantly less than that from 1951 to 1983 over all the temperature ranges and reduced obviously over the lower side of the temperature ranges.

Key words: extreme cold event; frequency; intensity; abrupt change of climate