

# Analysis of Extreme Temperature Variation Characteristics in Beijing

Zidong Chen

School of Atmospheric Sciences, Chengdu University of Information Technology, Chengdu Sichuan  
Email: chenqidongcuit@outlook.com

Received: Dec. 3<sup>rd</sup>, 2019; accepted: Dec. 16<sup>th</sup>, 2019; published: Dec. 23<sup>rd</sup>, 2019

---

## Abstract

In this paper, the daily maximum and minimum air temperature data of 17 stations in Beijing from 1960 to 2014 were used to analyze the extreme air temperature in Beijing by means of significance test and trend coefficient calculation. The results show that the extremely high (low) temperature threshold in the south of Beijing is greater than (less than) the north, and the extremely high (low) temperature threshold in the center is greater than (less than) the periphery. The trend coefficient of Beijing extreme temperature days in the south is always lower than that in the north. The warming range of extreme minimum temperature is obviously larger than that of extreme maximum temperature. The extreme temperature shows a weak warming trend, and the warming trend of the extreme average high temperature is less than that of the extreme average low temperature. And the interdecadal variation of extremely high temperature is more stable than that of extremely low temperature.

## Keywords

Beijing, Extreme Temperatures, Spatiotemporal Variation Characteristics

---

# 北京市极端气温变化特征分析

陈子东

成都信息工程大学大气科学学院, 四川 成都  
Email: chenqidongcuit@outlook.com

收稿日期: 2019年12月3日; 录用日期: 2019年12月16日; 发布日期: 2019年12月23日

---

## 摘要

本文利用1960~2014年北京市17个站点的逐日最高、最低气温资料, 采用了显著性检验和计算趋势系数

等方法,对北京市极端气温进行了分析。结果表明:北京市南部极端高(低)温阈值大于(小于)北部,中心的极端高(低)温阈值大于(小于)周边;南部的北京极端气温天数趋势系数总是低于北部极端气温天数趋势系数;极端最低气温的增暖范围要明显大于极端最高气温的增暖范围;极端气温均呈一个弱的增温趋势,并且极端平均高温的增暖趋势小于极端平均低温的增暖趋势。且极端高温的年代际变化比极端低温的更稳定。

## 关键词

北京, 极端气温, 时空变化特征

Copyright © 2019 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

近年来,北京极端气温事件频发,且以暖化为主,已有研究学者发现1960~2014年北京气温增温趋势显著,最高温和最低温均呈明显上升趋势,修订后数据增温幅度有所下降,但是增温趋势依然明显[1]。张宁[2]等发现极端低温在四季和全年中表现出稳定的增暖趋势。周雅清等[3]研究发现:最高(低)气温的极小值是在20世纪80年代中后期以后开始明显增加,而极大值则是在20世纪90年代中期后迅速升高。

在全球变暖的大背景下,对北京极端气温变化的研究显得尤为重要,受到国内外众多学者广泛的关注[4] [5] [6] [7] [8] [9],郑祚芳[10]等研究发现,过去50a北京极端最高气温以 $0.23^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的线性倾向率显著增加,极端最低气温以 $1.02^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ 的线性倾向率显著地增加[11] [12] [13] [14] [15]。

本文将通过北京近几十年来的气温资料,计算并分析北京市极端高温和极端低温的变化特征,并充实和完善极端气温方面的研究。同时研究极端天气事件的发生频率以及长期变率特征,对于风险检测或预警、防灾减灾和经济建设等都有重大的现实意义和实际价值。

## 2. 资料与方法

### 2.1. 资料

本文采用中国国家气象信息中心整编的北京17个站1960~2004年的逐日最高温度、最低温度资料。考虑到某些站点有缺测的情况:本文选取了1960~2014年总缺测日数小于10天的14个站点资料,对年以及冬夏两季极端气温的时空演变特征进行分析。

### 2.2. 方法

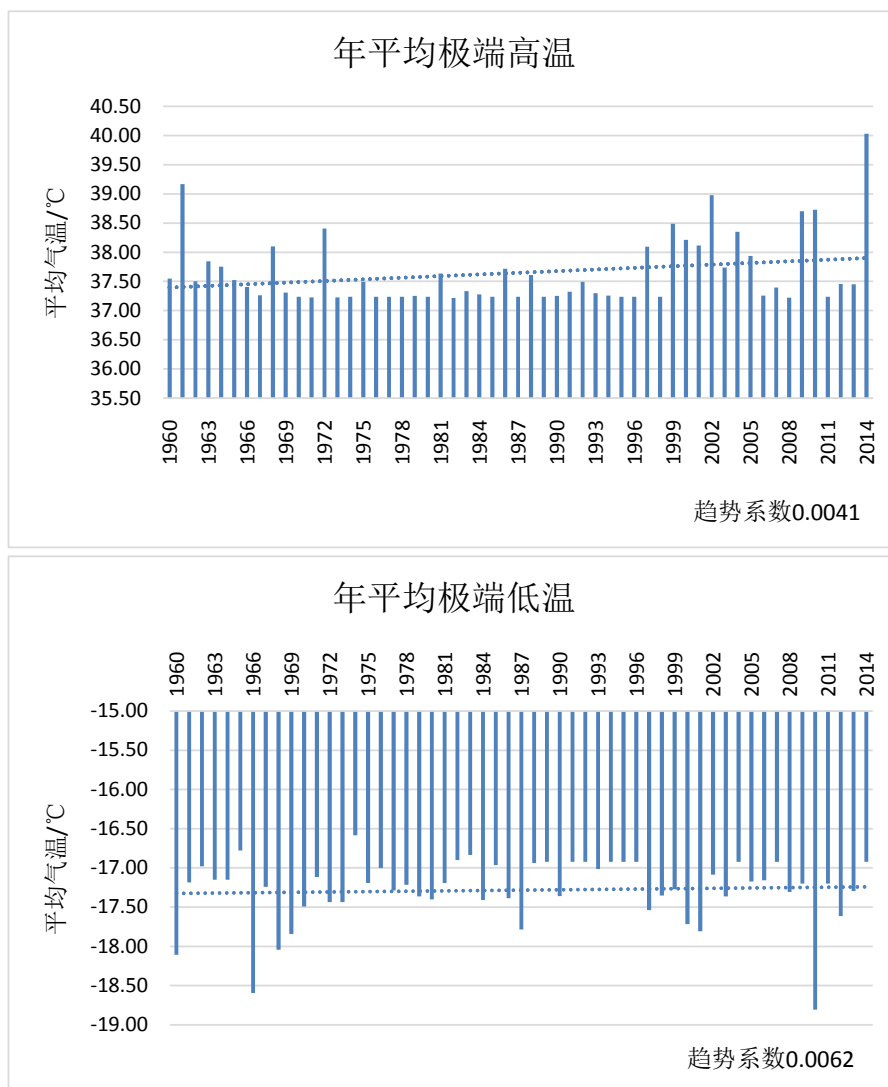
为了研究北京市极端温度的趋势变化,本文采用了显著性检验和计算趋势系数等方法,对北京市极端气温进行了分析。

## 3. 研究结果

### 3.1. 极端气温的年际变化

图1为1960~2014年年平均极端高(低)温的柱形图,从图1中显示:年平均极端高温的趋势系数为0.0041。年极端高温在1975年之前有微弱的增温趋势,并且年平均极端高温每三年左右又一次温度的陡

升。直到 1993 年，年平均极端高温没有显著变化，但是每隔一段时间就会出现  $0.5^{\circ}\text{C}$  左右的增幅并在第二年回降。年平均极端高温在 1999 年到 2014 年间呈现一高一低的波动，年平均极端高温有所升高，依然存在弱的增温趋势。虽然五十年来年平均极端高温有所波动，但是始终保持着一个弱的增温趋势。



**Figure 1.** Average extreme high (low) temperature from 1960 to 2014

**图 1.** 1960~2014 年年平均极端高(低)温

年平均极端低温的趋势系数为 0.0062。在 1960~1990 年之间，年平均极端低温一直存在一个弱的增温趋势，同时气温呈现着一高一低的波动状态。1990 年之后，年极端低温就基本稳定在了  $-17.0^{\circ}\text{C}$  左右。1997 到 2014 年极端低温又开始出现波动状态，但是幅度较上次偏小。总体来说年平均极端低温波动大，同时有一个弱的增温趋势。此外，年极端气温均通过了 0.05 显著性检验。

图 2 为 1960~2014 年年平均极端高温(低)温天数的柱形图，从图 2 中显示：年极端高温天数的趋势系数为 0.0194。年极端高温天数呈现出高一低一高的波动状态，总趋势是上升的，但从 2000 年开始天数出现明显的波动。年平均极端低温天数的趋势系数为  $-0.0255$ 。年极端低温天数有明显的负趋势，并且在 1992 年左右到达低谷时出现回升，在波动的同时稳定减少。

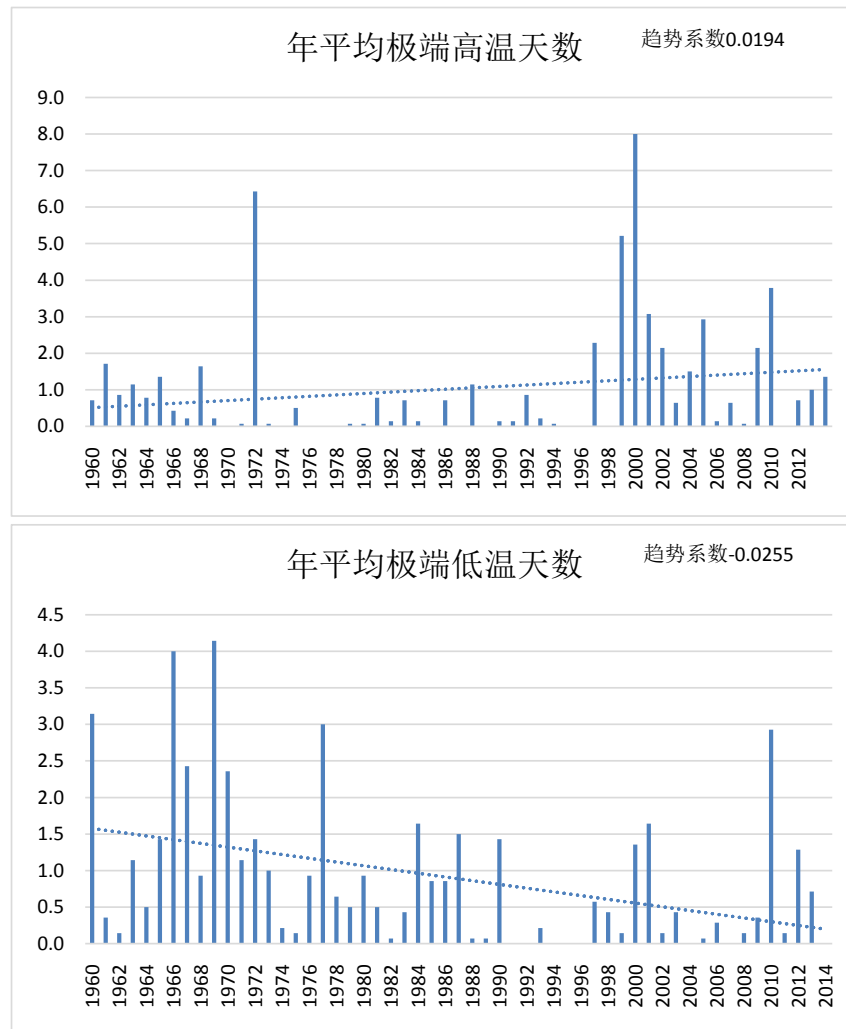


Figure 2. Average number of extreme high (low) temperature days per year from 1960 to 2014  
图 2. 1960~2014 年年平均极端高(低)温天数

### 3.2. 极端气温的趋势变化

图 3 为 1960~2014 年北京市年极端高温天数和平均极端高温趋势变化的空间分布图。其中房山、大兴和北京城区年极端高温天数均呈一个负趋势，并且大兴地区的负趋势最大，年极端高温天数有明显的减少趋势；除此之外的地区均呈一个或大或小的正趋势，年极端高温天数有不同程度的增加，同时在延庆的极端高温天数存在明显的增加趋势。

北京市年平均极端高温主要呈现北高南低的分布趋势，年极端高温都有不同程度的正趋势，但房山地区仍然为负趋势，并且在怀柔、昌平为中心的地区有明显增幅，通过 0.05 显著性水平检验，有明显的增温趋势。年平均极端高温和年极端高温天数在北京大部分地区都呈一个不同程度的正趋势，但北京南部变化趋势总是偏低甚至出现负趋势。

图 4 为 1960~2014 年北京市年极端低温天数和平均极端低温趋势系数的空间分布图，其中在怀柔和霞云岭地区分别存在一个较大的正趋势，年极端低温天数有明显增加；在怀柔、延庆和霞云岭以外的地区，基本上都呈一个或大或小的负趋势，并且在北京南部即北京城区和有一个较大的负趋势，有明显的降温趋势。

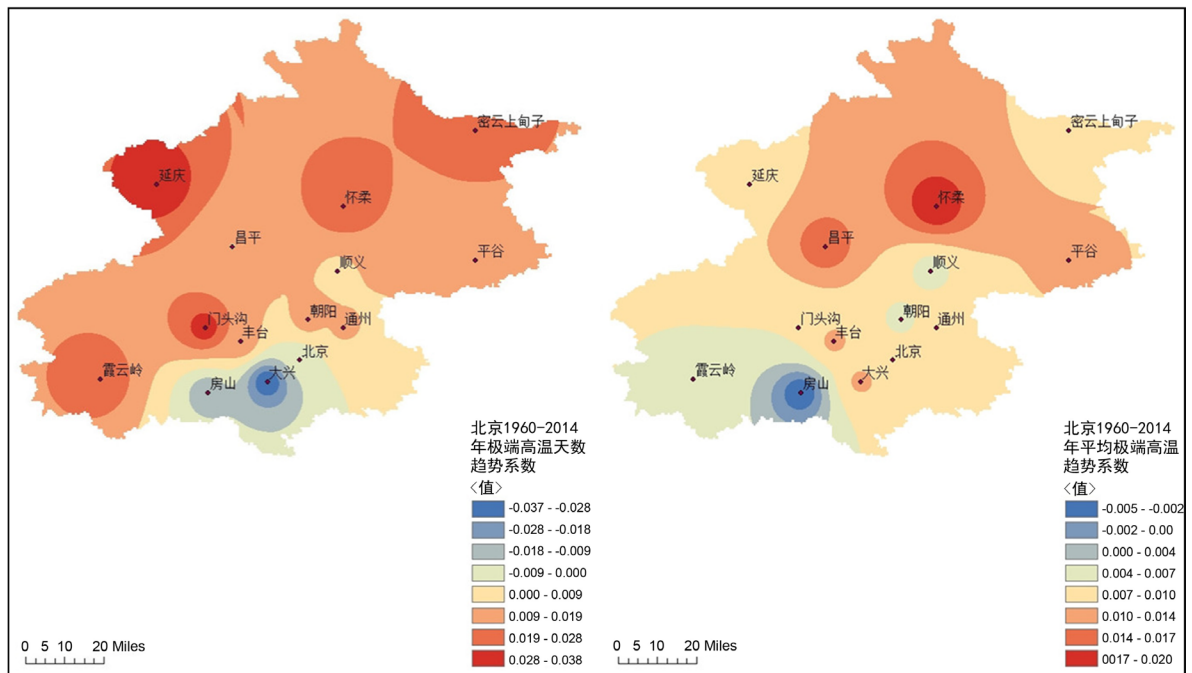


Figure 3. Beijing's annual extreme high temperature days and average extreme high temperature trend coefficient from 1960-2014

图 3. 1960~2014 年北京市年极端高温天数和平均极端高温趋势系数

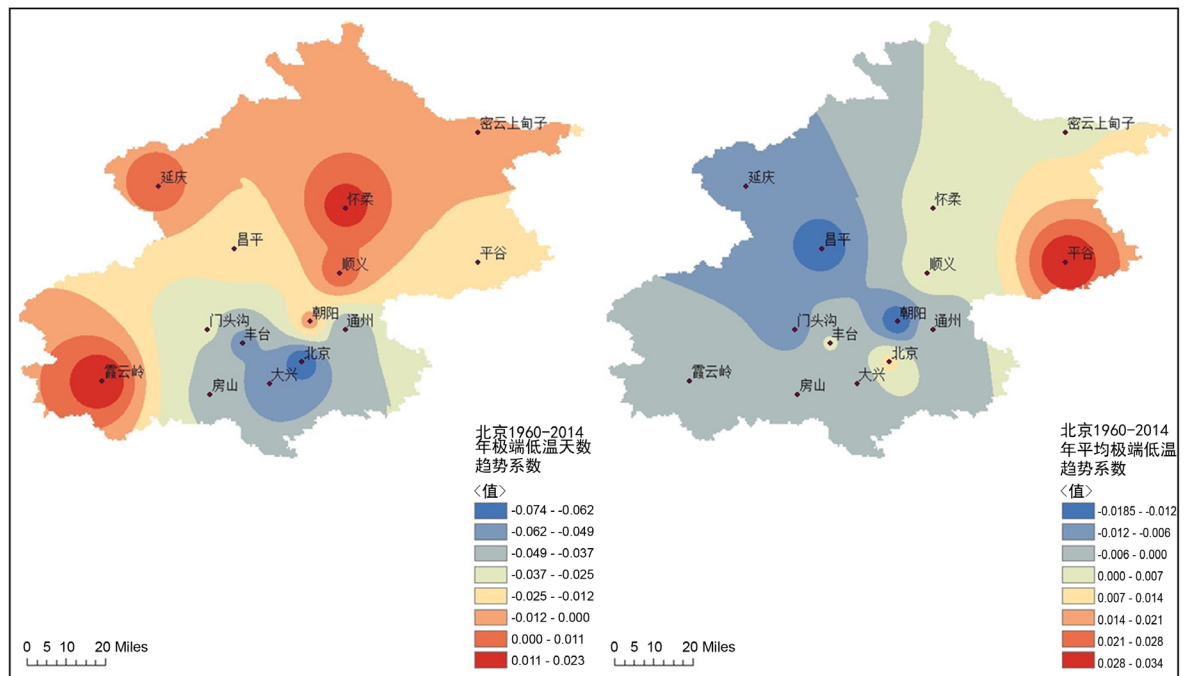


Figure 4. Beijing's annual extreme low temperature days and average extreme low temperature trend coefficient from 1960-2014

图 4. 1960~2014 年北京市年极端低温天数和平均极端低温趋势系数

北京市平均极端低温主要呈现西低东高的分布特征。怀柔、顺义以东大部分地区的平均极端低温有大小不一的降温趋势，其中平谷的降温趋势最大在 0.028~0.034 之间。虽然降温大值区范围较小，但是由

中心向外部发散直到怀柔、顺义；在怀柔、顺义以西大部分地区均呈增温趋势，极端最低气温的负趋势在昌平、朝阳达到最大，但北京城区部分不受周边情况影响，依然保持一定程度的正趋势，与周边情况相悖，可能是因为人口密集并保持高度的城市发展度。

#### 4. 结论

本文利用 1960~2014 年缺测日数小于 10 天的 14 个站点资料，对北京市极端气温的时空演变特征和趋势变化进行分析，得出以下结论：

1) 在时间演变上，在全球变暖的大背景下，北京市年平均极端高(低)温阈值分别为  $37.2^{\circ}\text{C}$  ( $-16.9^{\circ}\text{C}$ )，极端气温均呈一个弱的增温趋势，并且极端平均低温的增暖趋势大于极端平均高温的增暖趋势。平均极端气温不稳定，时常出现微弱波动，但不影响气温的稳定增长。极端高温天数在 55 年间存在着稳定的正趋势，而极端低温天数总是存在着稳定的负趋势。

2) 南部极端气温天数趋势系数总是低于北部的北京极端气温天数趋势系数；极端最低气温的增暖范围要明显大于极端最高气温的增暖范围；怀柔、平谷地区表现出了稳定的较大幅度的增温趋势；北京城区的极端最低气温表现出了明显的增温趋势，极端低温的天数也有一定程度的减少。

#### 基金项目

成都信息工程大学本科教学工程项目(BKJX2019007, BKJX2019013, BKJX2019042, BKJX2019056, BKJX2019062, BKJX2019081, BKJX2019089, BKJX2019120 和 JY2018012)支持。

#### 参考文献

- [1] 李双双, 杨赛霓. 1960-2014 年北京极端气温事件变化特征[J]. 地理科学, 2015, 35(12): 1640-1647.
- [2] 张宁. 1955-2005 年中国极端气温的变化[J]. 大气科学学报, 2008, 31(1): 123-128.
- [3] 严中伟, 杨赤. 近几十年中国极端气候变化格局[J]. 气候与环境研究, 2000, 5(3): 267-272.
- [4] 任福民, 翟盘茂. 1951-1990 年中国极端气温变化分析[J]. 大气科学, 1998, 22(2): 217-227.
- [5] 赵军, 师银芳, 王大为, 等. 1961-2008 年中国大陆极端气温时空变化分析[J]. 干旱区资源与环境, 2012, 26(3): 52-56.
- [6] 周雅清, 任国玉. 中国大陆 1956-2008 年极端气温事件变化特征分析[J]. 气候与环境研究, 2010, 15(4): 405-417.
- [7] 司鹏, 李庆祥, 轩春怡, 等. 城市化对北京气温变化的贡献分析[J]. 自然灾害学报, 2009, 18(4): 138-144.
- [8] 郑祚芳. 北京极端气温变化特征及其对城市化的响应[J]. 地理科学, 2011, 31(4): 459-463.
- [9] 郑祚芳, 张秀丽, 高华. 北京气候变暖与主要极端气温指数的归因分析[J]. 热带气象学报, 2012, 28(2): 277-282.
- [10] 丁海燕, 郑祚芳, 刘伟东. 北京 1951-2008 年升温趋势和季节变化[J]. 气候变化研究进展, 2010, 6(3): 187-191.
- [11] 施能, 黄先香, 杨扬. 1948-2000 年全球陆地年降水量场趋势变化的时、空特征[J]. 大气科学, 2003, 27(6): 971-982.
- [12] 王颖, 施能, 顾骏强, 等. 中国雨日的气候变化[J]. 大气科学, 2006, 30(1): 162-170.
- [13] 施能, 魏风英, 封国林, 等. 气象场相关分析及合成分析中蒙特卡洛检验方法及应用[J]. 南京气象学院学报, 1997(3): 355-359.
- [14] 郭丽娜, 施能, 朱兴明, 等. 东南亚地区年际降水变化及其与 ENSO 的关系[J]. 大气科学学报, 2006, 29(1): 88-93.
- [15] 施能, 陈家其, 屠其璞. 中国近 100 年来 4 个年代际的气候变化特征[J]. 气象学报, 1995(4): 431-439.