

# 城市热岛效应和迁址对赤峰站温度的影响

程玉琴<sup>1</sup> 张少文<sup>1</sup> 尤 莉<sup>2</sup> 徐玉强<sup>1</sup>

(1. 内蒙古赤峰市气象局,赤峰 024000; 2. 内蒙古气候中心)

**提 要:** 选取赤峰站和周围 3 个站 1959—2007 年年平均气温资料,分析了热岛效应和迁址对赤峰站温度的影响。结果认为,迁址前赤峰站受到了城市热岛效应的影响,热岛效应使得赤峰站平均温度上升了  $0.7^{\circ}\text{C}$ 。热岛效应强度呈增强的趋势,增温率为  $0.29^{\circ}\text{C}/10$  年。迁址后热岛效应消失,升温幅度减小,使得温度变化趋势出现了不连续现象,同时导致了气候变暖突变点的变化。

**关键词:** 热岛效应 迁址 突变 观测环境

## Influence of Heat Island Effect and Station Change on Temperature at Chifeng, Inner Mongolia

Cheng Yuqin<sup>1</sup> Zhang Shaowen<sup>1</sup> You Li<sup>2</sup> Xu Yuqiang<sup>1</sup>

(1. Chifeng Meteorological Office of Inner Mongolia, Chifeng 024000; 2. Climate Center of Inner Mongolia)

**Abstract:** Based on the data of annual mean temperature at Chifeng of Inner Mongolia and surrounding 3 meteorological stations from 1959 to 2007, a contrast analysis is made concerning the influence of the heat island effect and move of Chifeng Station on temperature measurements. Results show that the Chifeng Station has been affected by heat island effect, and annual mean temperature in Chifeng increased about  $0.7^{\circ}\text{C}$  by heat island effect. The heat island intensity was also increasing, and its warming rate was  $0.29^{\circ}\text{C}/10\text{a}$ . After station moving, the heat island effect disappeared, and the increasing temperature range in Chifeng becomes smaller, thus temperature changing trend seems discontinuous, and the remarkable jump point of the abrupt climatic change is also changed.

**Key Words:** heat island effect station move abrupt climatic change observation environment

### 引 言

对于城市热岛效应人们并不陌生,很多

学者的研究结论已经证明了热岛效应的存在<sup>[1-3]</sup>,但关注的重点都是人口密集的省级城市,忽视了地区级城市热岛效应的影响。由于各城市的气候环境背景和建设规模不同,

热岛效应的影响也不相同<sup>[4]</sup>。赤峰国家基本气象站(站号:54218,以下简称赤峰站)原来位于赤峰市市区,于 1993 年 7 月迁址到郊区。因此分析赤峰站的温度在迁址前是否受到了城市热岛效应的影响以及迁址对温度序列连续性的影响,不仅能够反映出城市发展与热岛效应的关系<sup>[5-6]</sup>,而且为准确地应用该站的温度资料进行有关的气候分析提供参考,同时引起人们对保护测场环境的重视。

## 1 资料及其处理

为了分析赤峰市的城市热岛效应,选择距赤峰站最近的三个国家一般气象站(分别是位于赤峰站西南部的锦山站、东南部的天义站和东部的新惠站)的气温进行对比分析。这三个站较均匀地分布在赤峰站周围,海拔高度与赤峰站接近(见表 1),其测场周围观测环境变化不大。而位于北部的乌丹站曾于 2003 年 1 月 1 日迁址,西北部的岗子站海拔较高(960.7m),因此没有选择这两个邻近站。分析了 49 年来赤峰地区 14 个气象站逐月和逐年的平均气温的相关系数,相关系数都在 0.80~0.98 之间,通过了 1% 的显著性水平检验,且相邻台站相关更好。这说明所选择的 3 个气象站与赤峰站属于同一气候区<sup>[7]</sup>,作为参照站是合理的。

表 1 赤峰站和参照站站点分布情况  
(括号内是新站址资料)

站名	站号	经度/°E	纬度/°N	海拔高度/m	是否迁址
赤峰	54218	118.58 (118.56)	42.16 (42.16)	568.0 (571.1)	是
锦山	54313	118.42	41.56	737.4	否
天义	54320	119.21	41.36	551.3	否
新惠	54225	119.55	42.17	588.8	否

为了消除可能存在的单站气温观测误差,以三个站的平均气温作为参照站的温度,同时假定参照站没有受到热岛效应的影响。

资料为 1959—2007 年逐年年平均气温,历年均值为 1971—2000 年 30 年的气候平均值。

## 2 热岛效应分析

### 2.1 热岛效应存在的事实

46 年来赤峰站与参照站气温距平演变曲线位置的关系(图 1),反映了赤峰市城市热岛效应的情况<sup>[8]</sup>。

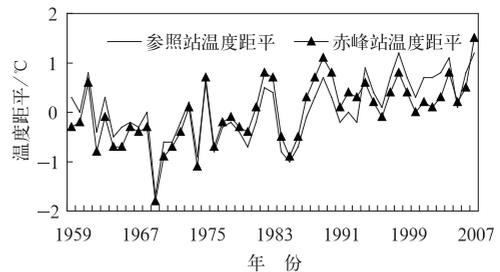


图 1 赤峰站和参照站温度距平演变曲线

(1) 赤峰站和参照站的气温自 1959 年至 1969 年呈下降趋势,之后呈波动上升趋势,变化趋势具有一致性。(2) 1959—1973 年赤峰站气温距平曲线在参照站下面,但两条曲线的距离逐渐接近,1974—1979 年基本重合,1980—1993 年,赤峰站气温距平曲线又到了参照站上面且距离逐渐增大。这说明在气候变暖的过程中,赤峰站气温上升的趋势比参照站上升的趋势快(斜率大)。由于本文所分析的气象站都处于同一气候区,气候变化在小区域内的变化应当是同步的,因此赤峰站气温上升的趋势大于周围的台站,就反映出了城市热岛效应的存在。(3) 1994—2005 年两条曲线的位置发生了转折,赤峰站气温距平曲线到了参照站下面,这是由于赤峰站于 1993 年 7 月 1 日由赤峰市市区迁至郊区,观测环境变化和热岛效应影响减弱使得温度距平减小造成的(因为新旧两个站址相距 2500m 左右,经纬度和海拔的变化对温度的影响可以忽略不计)。(4) 2005—2006

年两条曲线第二次重合,2007年赤峰站距平曲线第二次位于参照站距平曲线之上,说明从2005年开始赤峰站受到热岛效应的影响逐渐增强。这是因为城市的西移北扩,新址又一次成了市中心,且位于五岔口的交通要道旁,使得热岛效应再一次凸现出来。

赤峰站气温与参照站气温的温差,也能够较直观地反映出热岛效应的存在。它反映了滤去大尺度气候变暖背景变化后两个站的小尺度差异。如果测站环境没有变化,那么这个温差应该是近似相等的,波动很小,其温差曲线的线性趋势线就近似于与 $x$ 轴平行的一条直线。实际情况如何呢?

图2是赤峰站与参照站的温差演变曲线。可以看出,(1)1959—1993年温差呈波动上升趋势,与2.1的分析结论一致。(2)20世纪60年代平均温差 $0.5^{\circ}\text{C}$ ,70年代平均温差 $0.7^{\circ}\text{C}$ ,80年代平均温差 $1.0^{\circ}\text{C}$ ,1990—1993年平均温差 $1.2^{\circ}\text{C}$ 。说明随着城市发展,热岛效应也呈增强的趋势。(3)从1994年开始,温差不仅没有延续前面的变化趋势继续增加,而是急转直下,温差变成了 $0.5^{\circ}\text{C}$ ,与60年代的温差持平。温差的实际变化值,也说明了迁址前后热岛效应的变化。(4)2005年—2007年温差又一次逐渐加大,达 $0.8^{\circ}\text{C}$ ,与图1的分析结论一致。

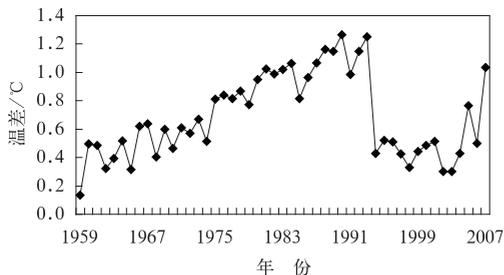


图2 赤峰站与参照站温差变化曲线

## 2.2 热岛效应的强度计算

应用城市站与参照站气温距平差<sup>[9]</sup>的方法计算热岛效应强度存在一个问题,那就是在计算城市站温度变化趋势时用到的历

年均值已经有了热岛效应的影响,导致可比性差。林学椿等<sup>[7]</sup>应用各站与北京地区气温的偏差计算热岛强度,计算过程中,为了消除由于海拔高度差异造成的计算误差,把各站气温都订正到海平面高度;田武文等<sup>[8]</sup>利用城市站与参照站平均气温差的变化来分析热岛效应的强度。本文参考以上方法,把赤峰站与参照站平均温度差随时间的变化定义为热岛效应强度。具体计算方法如下:20世纪60年代赤峰站与参照站的平均温差(忽略建站之初的20世纪60年代热岛效应对赤峰站温度的影响)反映了主要由于两站的纬度和海拔高度不同造成的温差,暂称作“标准温差”,用以区别“局地温差”<sup>[7]</sup>,该标准温差为 $0.5^{\circ}\text{C}$ 。自1970年开始,计算逐年的赤峰站与参照站温差再减去 $0.5^{\circ}\text{C}$ 就得到了历年赤峰站的热岛效应强度。该方法思路清晰,可比性强。结果表明,热岛效应强度随时间的变化呈上升趋势(图略)。以年代为例,20世纪70年代平均温差 $0.7^{\circ}\text{C}$ ,那么20世纪70年代的热岛效应强度等于 $0.2^{\circ}\text{C}$ 。同理,20世纪80年代的热岛效应强度等于 $0.5^{\circ}\text{C}$ ,1990—1993年的热岛效应强度等于 $0.7^{\circ}\text{C}$ 。截止到1990—1993年,热岛效应已经造成了赤峰站年平均气温升温 $0.7^{\circ}\text{C}$ ,按1970—1993年24年计算,平均增温率为 $0.29^{\circ}\text{C}/10$ 年。

另外,热岛强度的变化趋势也能够反映出热岛强度与城市发展及测站周围环境变化的关系。例如,20世纪70年代的热岛效应强度等于 $0.2^{\circ}\text{C}$ ,20世纪80年代的热岛效应强度等于 $0.5^{\circ}\text{C}$ ,那么20世纪80年代热岛效应强度比20世纪70年代升高了 $0.3^{\circ}\text{C}$ 。同理,1990—1993年比20世纪80年代升高了 $0.2^{\circ}\text{C}$ 。由此得出,热岛强度的增温率20世纪80年代最强,这与实际情况相符合。20世纪80年代正是经济高速发展,人口增多,城市建设快速发展时期,尤其是20世纪80

年代测场周围建筑物增多。进入 20 世纪 90 年代后,测站周围未再增加建筑<sup>[10]</sup>。

### 3 城市热岛效应和迁址对赤峰站温度的影响

#### 3.1 对温度变化趋势的影响

2.1 和 2.2 的分析结果不仅说明了热岛效应的存在,同时也反映出了因迁址造成的赤峰站温度变化趋势的不连续性。

根据迁址时间和上述分析结论把时间序列分成了 4 个时段,分析热岛效应对温度的影响,见表 2。可以看出,1970—1979 年赤峰站的升温幅度(与前一个时间段相比,下同)  $0.1^{\circ}\text{C}$ ,比参照站升温幅度( $-0.2^{\circ}\text{C}$ )高出  $0.3^{\circ}\text{C}$ ;1980—1993 年赤峰站的升温幅度为  $0.6^{\circ}\text{C}$ ,比参照站升温幅度( $0.2^{\circ}\text{C}$ )高出  $0.4^{\circ}\text{C}$ ;迁址后的 1994—2004 年,赤峰站的升温幅度为  $0.1^{\circ}\text{C}$ ,比参照站升温趋势( $0.8^{\circ}\text{C}$ )低了  $0.7^{\circ}\text{C}$ 。那么从迁址后温度的变化趋势与迁址前相反这一点来说,迁址后热岛效应的变化导致了赤峰站升温趋势出现了不连续现象。图 2 上的曲线在 2004 年既没有延续前面的增加趋势,也没有呈缓慢的减小趋势,而是直接大幅度下降,更直观地反映出了迁址后温度变化趋势的不连续现象。

表 2 赤峰站和各站 4 个时间段平均温度/ $^{\circ}\text{C}$

站名	赤峰	锦山	天义	新惠	参照站
1959—1969 年	7.0	6.2	6.8	6.5	6.6
1970—1979 年	7.1	6.2	6.7	6.6	6.4
1980—1993 年	7.7	6.4	6.9	6.7	6.6
1994—2004 年	7.8	7.1	7.8	7.3	7.4

#### 3.2 对气候变暖的影响

##### 3.2.1 对气候变暖趋势的影响

累积距平曲线是一种常用的由曲线直接判断变化趋势的方法<sup>[11-13]</sup>,见图 3。

赤峰站和参照站年平均气温累积距平曲

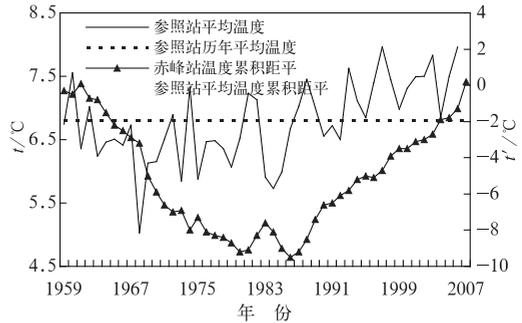


图 3 赤峰站与参照站平均温度  $t$ 、累积距平  $t'$  和赤峰站累积距平随时间的变化曲线

线都呈“V”型。赤峰站 1986 年累积距平最小,1987 年开始呈变暖趋势。参照站 1987 年累积距平最小,1988 年开始呈变暖趋势。两组样本平均值都通过了信度为 1% 的显著性差异检验。有关研究结果<sup>[14-15]</sup>也说明,近 50 年来我国北方气候变暖趋势主要在 20 世纪 80 年代中后期。虽然赤峰站和参照站变暖的时间相差一年,但气候变暖的总趋势还是具有一致性,反映出迁址后热岛效应影响减弱对赤峰站气候变暖的大趋势影响较小。

##### 3.2.2 对气候变暖幅度的影响

迁址前,赤峰站变暖后(1988—1993 年)比变暖前(1959—1987 年)温度升高了  $0.8^{\circ}\text{C}$ ;参照站变暖后(1987—1993 年)比变暖前(1959—1986 年)温度升高了  $0.5^{\circ}\text{C}$ 。这是因为热岛效应使得赤峰站的升温幅度大于参照站。迁址后,1994—2007 年赤峰站的温度比变暖前升高了  $0.8^{\circ}\text{C}$ ,参照站的升温幅度是  $0.9^{\circ}\text{C}$ ,也就是迁址后热岛效应影响减弱,赤峰站的升温幅度减小,变成了小于参照站的升温幅度,这与实际情况相符。

#### 3.3 对气候变暖突变点的影响

在天气过程变化中存在着某种不连续现象,这种不连续性称为突变。根据突变原因可划分为两类,一类常发生在天气系统内部,另一类为由于外力的突变使天气过程发生突

变。比如在台站的迁址之后的气象要素资料中,有的可检测到突变现象<sup>[16]</sup>。本文分别利用 Mann-Kendall 法和滑动  $t$  检验法<sup>[17-18]</sup>对赤峰站和参照站温度进行突变检验,分析迁址对赤峰站气候变暖的影响。

Mann-Kendall 法和 10 年滑动  $t$  检验法对参照站温度突变检验结果(见图 4、图 5)显示,参照站气候由冷向暖变化的突变点在 1993 年。其中 5 年滑动  $t$  检验没有检测到突变点,15 年滑动  $t$  检验分别在 1987 年和 1993 年检测到突变点(图略)。说明参照站温度在 1993 年发生了转暖突变,这与中国 20 世纪 90 年代是近百年来最暖时期之一<sup>[19]</sup>基本一致。为了验证该结果具有一定的代表性,而与参照站的选取无关,还检验了赤峰地区所属其余的 10 个气象站的年平均气温序列,检验结果与参照站一致。

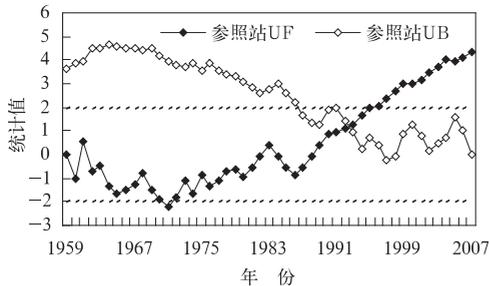


图 4 参照站年平均温度 M-K 统计量曲线  
(虚线为  $\alpha=0.05$  显著性水平临界值)

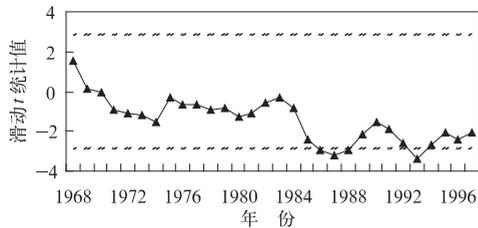


图 5 参照站年平均温度滑动  $t$  统计量曲线  
(虚线为  $\alpha=0.01$  显著性水平临界值)

同样的方法对赤峰站温度的突变检测结果却与参照站不同。Mann-Kendall 法检测

到由冷向暖变化的突变点在 1981 年;5 年和 10 年滑动  $t$  检验没有检测到突变点,15 年滑动  $t$  检验分别在 1981 年和 1985—1988 年期间检测到突变(图略)。两种方法均在 1981 年检测到了突变,那么 1981 年可以定为赤峰站气候变暖的突变点。

计算结果表明,参照站与赤峰站气候变暖的突变点是不一致的。其主要原因是赤峰站正好于 1993 年迁址,迁址后热岛效应影响减弱,使得增温幅度减小,导致了由冷向暖变化的突变点没有和参照站一样发生在 1993 年,而是发生在 20 世纪 80 年代初。

另一方面,有些台站因为迁址,气象资料发生变化,在迁址时间检测到了突变现象;而赤峰站在迁址时间没有检测到气候变暖的突变点。就这一点而言,赤峰站迁址后气候变暖突变点的变化是一个相反的个例,值得在以后工作中进一步深入分析、研究。

#### 4 小结

(1)迁址前,赤峰站的温度受到了城市热岛效应的影响,进入 20 世纪 90 年代,热岛效应强度为  $0.7^{\circ}\text{C}$ 。(2)热岛效应呈增强的趋势,其中 1980 年代最强,平均增温率为  $0.29^{\circ}\text{C}/10$  年。(3)迁址后热岛效应对观测的温度数据影响减弱,造成了温度变化趋势的不连续,使得气候变暖幅度减小,气候变暖的突变点发生了改变。(4)在应用赤峰站温度资料进行有关气候分析时要考虑到上面的因素,否则会影响到分析结论的准确性。(5)赤峰站迁址十多年后由于城市扩建再一次成了中心地带,城市热岛效应影响也随之增强。因此在今后建站或者迁址时应充分考虑城市发展因素,避免观测数据受到城市热岛效应的影响和频繁迁址。

#### 参考文献

- [1] 周淑贞. 上海城市热岛效应[J]. 地理学报, 1983, 38

- (4):397-405.
- [2] 吴艳标. 广州城区热岛特征及其对空气污染的影响[J]. 热带气象, 1986, 2(3): 212-230.
- [3] 邓莲堂, 束炯, 李朝颐. 上海城市热岛的变化特征分析[J]. 热带气象学报, 2001, 17(3): 273-280.
- [4] 程炳岩, 朱业玉, 王记芳. 郑州城市气候环境的观测研究[J]. 气象, 2004, 30(2): 50-54.
- [5] 丁金才, 周红妹, 叶其欣. 从上海市热带演变看城市绿化的重要意义[J]. 气象, 2002, 28(2): 22-24.
- [6] 李兴荣, 胡非, 舒文军. 近 15 年北京夏季城市热岛特征及其演变[J]. 气象, 2006, 32(8): 42-46.
- [7] 林学椿, 于淑秋. 北京地区气温的年代际变化和热岛效应[J]. 地球物理学报, 2005, 48(1): 39-45.
- [8] 田武文, 黄祖英, 胡春娟. 西安市气候变暖与城市热岛效应问题研究[J]. 应用气象学报, 2006, 17(4): 438-443.
- [9] 曾侠, 钱光明, 陈特固, 等. 广东省沿海城市热岛特征分析[J]. 气象, 2006, 32(11): 94-97.
- [10] 曾侠, 钱光明, 潘蔚娟. 珠江三角洲城市群城市热岛效应初步研究[J]. 气象, 2004, (10): 12-16.
- [11] 王绍武. 近百年气候变化与变率的诊断研究[J]. 气象学报, 1994, 52(3): 261-273.
- [12] 魏凤英. 现代气候统计诊断预测技术[M]. 北京: 气象出版社, 1999.
- [13] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法(第二版)[M]. 气象出版社, 2000. 3. 19-21.
- [14] 王绍武, 蔡静宁, 朱锦红, 等. 中国气候变化的研究[J]. 气候与环境研究, 2002, 2: 137-145.
- [15] 《气候变化国家评估报告》编写委员会. 气候变化国家评估报告[M]. 北京: 科学出版社, 2007.
- [16] 黄嘉佑. 第三讲气候状态变化趋势与突变分析[J]. 气象, 2001, 27(7): 54-57.
- [17] 符淙斌, 王强. 气象突变的定义和检测方法[J]. 大气科学, 1992, 16(4): 486-493.
- [18] 李建平, 史久恩. 一百年来全球气候突变的检测与分析[J]. 大气科学(增刊), 1993, 17: 132-140.
- [19] 尤卫红, 段旭, 邓自旺, 等. 全球、中国及云南近百年气温变化的层次结构和突变特征[J]. 热带气象学报, 1998, 14(2): 173-180.