

从对比观测资料看城镇化对气象要素的影响

——以围场国家基本气象站为例

马凤莲,刘园园,周士茹,朱环娟,董学友

(河北省承德市气象局,河北 承德 067000)

摘 要:根据2008年7月至2009年6月围场国家基本气象站新、旧站址对比观测数据,利用均值差异、显著性检验等统计分析方法,系统地分析了新、旧站址的气温、风向风速、水汽压等气象要素的差异及差异产生原因。结果表明,新站址观测记录较旧站址气温偏低、风速显著偏大、主导风向有偏差、水汽压偏小,各气象要素差异产生的原因主要是来源于城镇化影响。

关键词:气象要素;均值差异;城镇化影响

中图分类号:P463.21

文献标识码:A

引 言

地面观测记录必须具有代表性、准确性、比较性,观测记录不仅要反映测点的气象状况,而且要反映测点周围一定范围内的平均气象状况^[1]。但近年来,随着城市化进程的发展,测站周围原本裸露的地表逐渐被各种各样的建筑物所代替,城镇范围在逐渐扩大,城、郊气象要素出现一定差异^[2-7],城市热岛、城市干(湿)岛的存在已成为不争的事实^[8-12]。同时,迫于环境影响,地面气象观测站出现频繁迁址现象,迁址前后诸多气象要素出现显著性差异^[13-17]。

本文将通过对围场国家基本气象站迁址前后各气象要素的分析,以初步探讨城镇化对气象要素的影响程度,同时通过对新、旧站址同期气象资料的差异分析,为今后迁站气象资料的合理利用和气候分析研究提供有利的参考信息。

1 资料和方法

河北省围场满族蒙古族自治县国家基本气象观测站始建于1951年,站址位于围场镇三道街中间东菜园,从站址描述就可以看出,建站伊始,观测场四周是开阔的菜地,无遮挡建筑。随着城镇化的发展,从1980年代开始,旧站址周围陆续变成居民区,测

站东、西2侧为成排平房,测站西南、北面为高度不等的居民住宅楼,当年的郊区已变成县城中心。2009年站址搬迁至新址围场镇桥东北街东环路东侧,位于县城的东北方向,属于郊外,测站周围为宽阔的空地。新、旧站址直线距离2 km,具体位置变化如表1描述。

表1 围场新、旧测站地理位置及观测仪器高度

Tab. 1 The geographic position and observation instruments altitude of both the new and old observation station

	新 站	旧 站
北 纬/°N	41°58′	41°56′
东 经/°E	117°46′	117°45′
观测场海拔高度/m	892.7	842.8
气压表感应部分海拔高度/m	893.8	844.1
风速感应器距地高度/m	10.5	10.5

本文所用资料为围场气象观测站新、旧站址对比观测期间的气象观测数据,即2008年7月至2009年6月,计12个月的气温、风向风速、水汽压等要素的日数据。

所用的分析方法主要是利用统计分析软件SPSS系统做2组样本平均值差异的 T 检验,并利用

收稿日期:2011-01-10;改回日期:2011-02-15

基金项目:科技部国家科技支撑计划(2008BAJ08B09)资助

作者简介:马凤莲(1971-),女,高工,主要从事气候变化方面的研究. E-mail: mflian@126.com

SPSS 提供的箱形图做辅助分析,在对风向分析时用到风向频数玫瑰图作进一步差异性描述。

2 组样本平均值差异的 T 检验用于检验 2 组样本间是否存在显著差异^[18],其原理为:假设一组样本有 m 个,另一组样本有 n 个,某气象要素在这组样本中的平均值分别表示为 $\bar{x}^c$ 和 $\bar{x}^a$,在假设它们总体平均值无显著差异的条件下,统计量 $t =$

$$\frac{\bar{x}^c - \bar{x}^a}{s \left[\frac{1}{n} + \frac{1}{m} \right]^{\frac{1}{2}}} \text{ 遵从自由度为 } n+m-2 \text{ 的 } t \text{ 分布,式中}$$

s^2 为它们差值方差的无偏估计量,即:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i^c - \bar{x}^c)^2 + \sum_{i=1}^m (x_i^a - \bar{x}^a)^2}{n+m-2}, \text{ 其中 } x_i^c \text{ 和}$$

x_i^a 分别为 2 组样本的要素值。

在给定的显著性水平下(本文取 $\alpha=0.05$)做出对原假设的接受和拒绝的判定,即当 $|t| < t_\alpha$ 时接受原假设,表明 2 组样本间无显著性差异;当 $|t| > t_\alpha$ 时拒绝原假设,表明 2 组样本间存在显著性差异。

2 结果分析

2.1 气温差异

表 2 是新、旧站址 2008 年 7 月至 2009 年 6 月逐月日平均气温、平均最高气温、平均最低气温差值,从表中可见,除 8 月、9 月平均最高气温外,其他各月均是新站址的观测记录低于旧站址的观测记录。新站址的平均气温较旧站址偏低 $0.4 \sim 0.9^\circ\text{C}$,平均最高气温低 $0.2 \sim 0.9^\circ\text{C}$,平均最低气温低 $0.6 \sim 1.1^\circ\text{C}$,新、旧 2 站的平均最低气温差异较大。

表 2 围场新、旧站址逐月气温差值(单位: $^\circ\text{C}$)

Tab.2 Difference of the monthly mean temperature between the new and old observation station in Weichang(Unit: $^\circ\text{C}$)

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
平均气温差	-0.4	-0.5	-0.4	-0.4	-0.8	-0.8	-0.9	-0.8	-0.9	-0.7	-0.7	-0.8
平均最高气温差	-0.6	0.1	0.0	-0.2	-0.6	-0.8	-0.9	-0.5	-0.6	-0.4	-0.4	-0.5
平均最低气温差	-0.5	-0.6	-0.7	-0.6	-1.1	-0.7	-0.9	-0.8	-1.3	-0.9	-1.0	-0.9

进一步对新、旧站址的各项气象要素做均值差异显著性检验,结果如表 3 所示。在 $\alpha=0.05$ 的显著水平下,平均气温、最高气温、最低

气温均接受原假设,也就是说新、旧站址观测的逐月的平均气温、最高气温及最低气温没有显著性差异。

表 3 围场新、旧站址各气象要素均值差异显著性检验的统计量 t 值

(▲通过信度为 0.05 的显著性检验)

Tab.3 Statistic of the mean differences of the meteorological factors significance test between the new and old observation station in Weichang(▲represents through 0.05 significance test)

	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月
平均气温	0.141	0.611	0.519	0.362	0.731	0.721	1.021	0.732	0.801	0.782	1.065	1.090
最高气温	0.794	0.100	0.080	0.183	0.458	0.632	0.738	0.350	0.388	0.339	0.375	0.461
最低气温	0.611	0.619	0.672	0.727	1.139	0.604	1.294	0.833	1.228	0.790	1.215	1.175
平均风速	4.889▲	3.240▲	5.281▲	3.714▲	3.122▲	2.934▲	3.195▲	2.669▲	2.275▲	4.075▲	6.610▲	5.885▲
水汽压	0.150	0.722	0.448	0.432	0.501	0.410	0.371	0.444	0.527	0.479	0.924	0.695

2.2 风速风向差异

2.2.1 风速差异

从表 3 的新、旧 2 站 2 min 平均风速的均值差

异性检验来看,在 $\alpha=0.05$ 的显著性水平下,各个月份的平均风速均拒绝原假设,也就是说新、旧站址观测的平均风速存在显著性差异。

统计分析中使用箱形图可以清晰表示数据的分布特征^[19]。图1为围场新、旧站址7月、10月、1月、4月对比观测期间日平均风速的箱形图。箱形图一般由5个部分组成:箱形上下的横线分别为样本25%和75%的分位数,即上、下4分位数;箱形中央的横线为样本中值,若该横线没有在箱形中央,则说明存在偏度;条形向上向下延伸的直线称为“触须”,若没有异常值,样本的最大值在触须上部的横线处,样本的最小值在触下部的横线处;异常值用“+”标出,大于上4分位数1.5倍4分位数差的值,或者小于下4分位数1.5倍4分位数差的值,划为异常值。

从图1可以看出,新址日平均风速的分布范围均比旧址宽,新址日平均风速的中值比旧址要大,新址与旧址日平均风速的分布偏度略有不同,7月新址日平均风速基本无偏,而旧址日平均风速则比较多地偏向比中值大的一侧,10月、1月、4月新、旧站址的日平均风速都是比较多的偏向比中值风速大的一侧,但旧址的日平均风速分布偏度更大一些。(其他月份结果类似,图略)

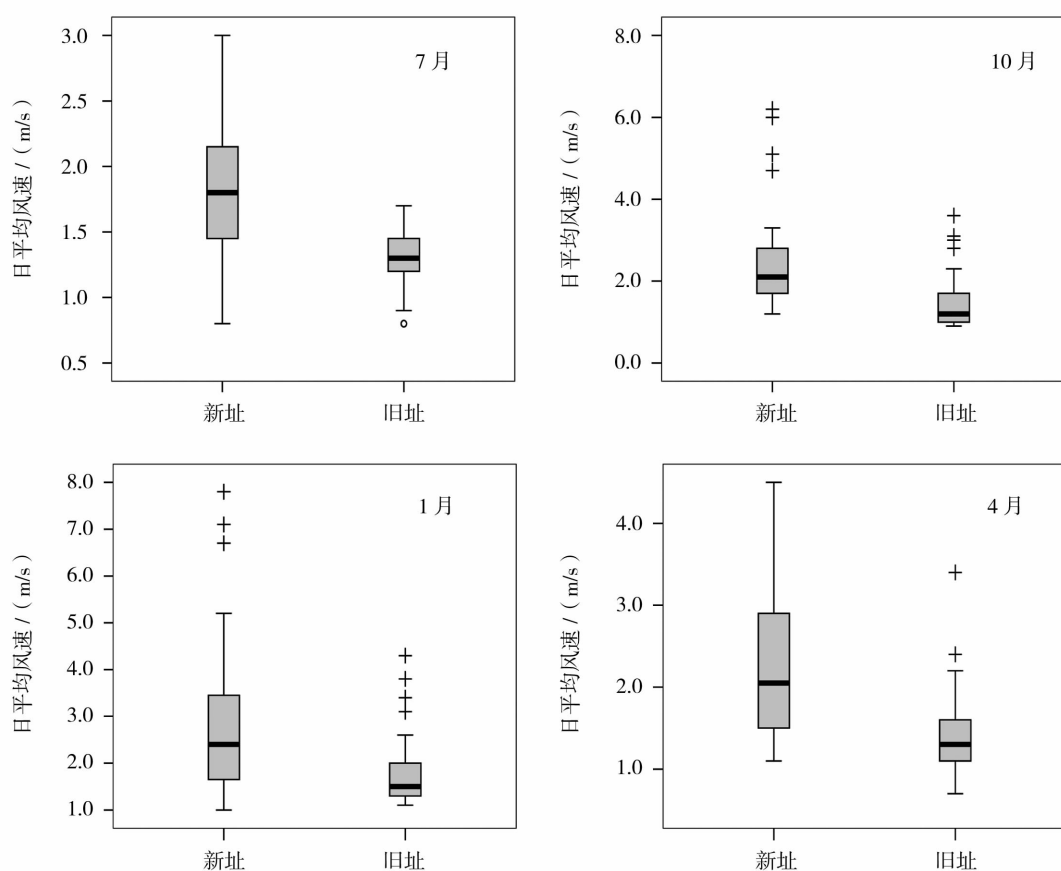


图1 围场新、旧站址日平均风速箱形图

Fig. 1 Box plots of daily mean wind speed at both of the new and old observation station in Weichang

对10月、1月出现异常值的日平均风速进一步分析,10月23~26日旧址的日平均风速分别为3.1 m/s、3.6 m/s、2.8 m/s、2.1 m/s,而对应同期新址的日平均风速分别为6.0 m/s、6.2 m/s、5.1 m/s、3.3 m/s,新、旧站址日平均风速差值达1.2~2.9 m/s。1月12日、22~25日旧站址

日平均风速为2.6~4.3 m/s,而新站址日平均风速达4.1~7.8 m/s,新、旧站址日平均风速差值达1.5~4.0 m/s。由此可见,日平均风速越大,新、旧2站日平均风速的差值越大。对各月新、旧站址平均风速进行差值计算得出,新址平均风速要比旧址偏大0.4~1.1 m/s。

2.2.2 风向差异

图 2 为围场新、旧站址 2 min 平均风向频数玫瑰图。从图中可以看出,7 月、10 月、4 月新、旧站址的主导风向均是 N 到 NNE,并且在各月中出现的频数也相差不多,但其他风向新址出

现频数要多于旧址,从而也可以看出新址风向范围较旧址大。从 1 月份的风向频数玫瑰图中清楚地看到,新址的主导风向是 NW,而旧址的主导风向仍是 N 到 NNE,新、旧站址的风向偏度较大。

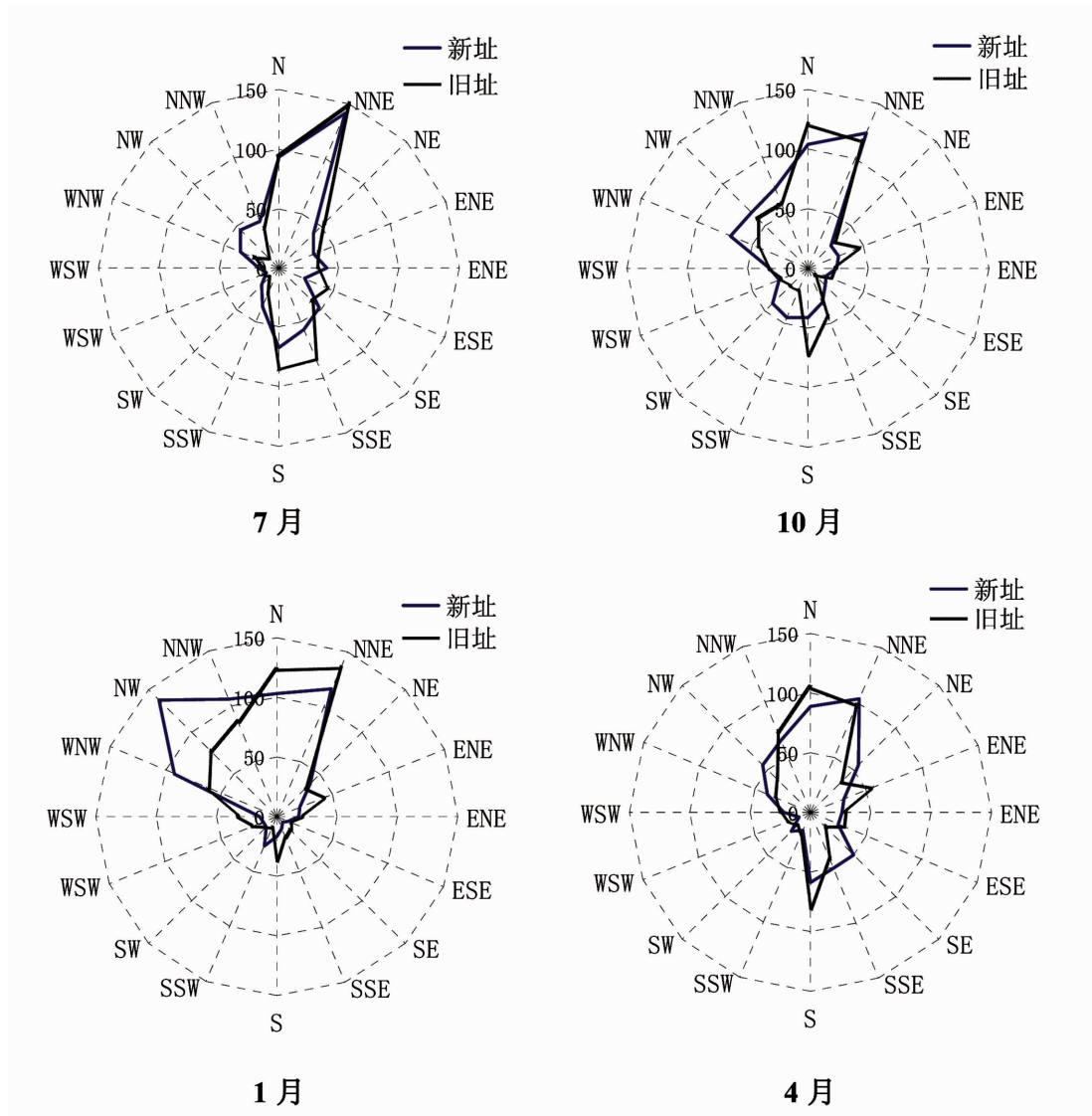


图 2 围场新、旧站址风向频数玫瑰图

Fig.2 Rose diagram of the wind direction's frequency of both the new and old observation station in Weichang

2.3 水汽压差异

表 4 是围场新、旧站址逐月平均水汽压及其差值情况。从统计数据中发现,11~3 月新、旧站址水汽压差值为 $-0.1 \sim 0.0$ hPa,新、旧站址水汽压数值相当;8~9 月及 4~6 月,新、旧站址平均水汽压差别较其它月份明显,新址较旧址平均水汽压偏小 $0.2 \sim 0.7$ hPa。

进一步对新、旧站址的逐月平均水汽压进行均值差异的显著性检验,如表 3 的检验结果表明,在 $\alpha = 0.05$ 的显著性水平下,各个月份的水汽压要素均接受原假设,也就是说,虽然新站址大多数月份观测的平均水汽压数值较旧址偏小,但 2 站的水汽压均值不存在显著性差异。

表4 围场新、旧站址逐月平均水汽压及差值(单位:hPa)

Tab.4 Mean vapor pressure of both the new and old observation station in Weichang and their differences

	7月	8月	9月	10月	11月	12月	1月	2月	3月	4月	5月	6月
新址	17.7	15.9	10.4	5.5	2.6	1.5	1.2	1.6	2.2	4.9	7.0	10.0
旧址	17.6	16.6	10.8	5.8	2.7	1.5	1.3	1.6	2.3	5.1	7.6	10.6
差值	0.1	-0.7	-0.4	-0.3	-0.1	0.0	-0.1	0.0	-0.1	-0.2	-0.6	-0.6

3 城镇化对气象要素的影响

从表3数据分析表明,新站址观测的风速较旧址显著偏大,平均气温、最高气温及最低气温均比旧址观测的数据值偏低,水汽压略偏小。从观测仪器上看,新、旧站址均使用天津生产的CAWS600-B型自动站采集器,各要素的传感器型号相同,所以新、旧站址间各要素的差异原因排除仪器误差,仅从城镇化的影响角度来探讨差异产生的原因。

3.1 对风速风向的影响

围场国家基本站新站址位于县城及旧址址的上风方,周围开阔,没有建筑物的阻挡。而旧址址位于县城中心地带,由于城区发展速度快,建筑群增多、增密、增高,导致下垫面粗糙度增大,其阻碍效应消耗了空气水平运动的动能,从而导致城区也就是旧址址观测的风速较新站址明显偏小,可见,建筑物对风速有明显的阻挡效应。这一结论与许多专家的研究结果是一致的^[20]。

不规则的建筑物高度形成了粗糙的下垫面,使得空气流动受阻的同时,也会破坏水平流场分布,风向则多沿着街道而吹。围场县属大陆性季风型、冀北山地气候,冬半年受偏西北气流控制,地面主导风向应为NW。而通过前面分析,冬季(1月)围场新站址主导风向为NW,而位于县城中心的旧址址的主导风向为N到NNE,新、旧站址其它各月份的风向也存在不同程度的偏差。所以城镇化的影响是导致新、旧站址风速、风向明显差异的主要原因。

3.2 对气温的影响

气温随海拔高度的升高而降低,因海拔高度变化造成的温度差异可按平均温度垂直递减率 $0.65^{\circ}\text{C}/100\text{ m}$ 来估算,围场国家基本气象站新址观测场海拔高度比旧址高 49.9 m ,会导致气温下降 0.32°C 。而这一数值与所统计的差值仍有一定的差异,说明2站气温的差异不仅仅是由于海拔高度变化引起,还有一个主要原因就是由于城镇化的发展导致城区存在热岛效应。

3.3 对水汽压的影响

新站址水汽压较旧址偏小的原因:一是旧址址位于县城中心,污染重,空气中灰尘颗粒较多,容易聚集水分;而新站址位于县城的上风方,空气质量相对较好,故同样气象条件下,新站址水汽压偏小。二是因气压随高度升高而减小,新站址海拔高度较高。三是新站址风速偏大,由于通风干湿数随风速增大而增大,故造成水汽压较旧址偏小。

4 结论与讨论

(1)新站址观测记录较旧址气温偏低、风速显著性偏大、主导风向有偏差、水汽压偏小,各气象要素的差异原因主要是来源于城镇化影响。

(2)新、旧站址的平均气温、最高气温、最低气温及水汽压虽存在差异,但其差异并不显著,今后在对上述几项气象要素的研究与应用,可认为其时间序列是连续的。而对风速、风向的精细化应用时需考虑到新、旧站址的差异,必要时应作资料的均一化处理。

参考文献:

- [1] 中国气象局. 地面气象观测[M]. 北京:气象出版社,2003.
- [2] 韩通,陈少勇,乔立. 祖厉河流域近50年降水变化及典型人类活动对降水的影响[J]. 干旱气象,2009,27(3):220-226.
- [3] 王文,张薇,蔡晓军. 近50a来北京市气温和降水的变化[J]. 干旱气象,2009,27(4):350-353.
- [4] 裴欢,房世峰. 南京市夏季热岛特征及其与土地利用覆盖关系的研究[J]. 干旱气象,2008,26(1):23-27.
- [5] 马凤莲,黄嘉佑,李庆祥,等. 承德市的城市化对气温影响的研究[J]. 北京大学学报(自然科学版),2009,45(4):701-706.
- [6] 张良,李耀辉,王胜,等. 张掖国家气候观象台常规气象资料检验分析[J]. 干旱气象,2010,28(1):49-53.
- [7] 马凤莲,孙庆川,蔡丽娜,等. 承德市城市化对降水变化的可能性影响分析[J]. 四川师范大学学报(自然科学版),2010,33(2):251-256.
- [8] 刘学锋,于长文,任国玉. 河北省城市热岛强度变化对区域地表平均气温序列的影响[J]. 气候与环境研究,2005,10(4):763-770.

- [9] 初子莹,任国玉. 北京地区城市热岛变化对区域温度序列的影响[J]. 气象学报,2005,863(4):534-540.
- [10] 马凤莲,丁力,王宏. 承德市干湿岛效应及其城市化影响分析[J]. 气象与环境学报,2009,25(3):14-18.
- [11] 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.
- [12] 何萍,李宏波,束炯,等. 楚雄市城市气候特征分析[J]. 地理学报,2003,58(5):712-719.
- [13] 吴利红,康丽莉,陈海燕,等. 地面气象站环境变化对气温序列均一性影响[J]. 气象科技,2007,35(1):152-156.
- [14] 李年,曹明会,彭端. 站址迁移对高要站气候资料序列的影响分析[J]. 气象研究与应用,2007,28(3):81-82.
- [15] 申培鲁,高安春. 临沂市市区与郊区气象要素变化的对比分析[J]. 山东气象,2005,25(102):20-21.
- [16] 袁云贵,宋彦棠. 都匀市气象局迁站对比观测各气象要素差异分析[J]. 贵州气象,2008,32(2):31-33.
- [17] 丘振中,张才喜. 南海气象站迁站前后气象数据特征[J]. 广东气象,2008,30(增刊II):31-33.
- [18] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法(第三版)[M]. 北京:气象出版社,2004. 18-20.
- [19] 三味工作室. SPSS V10.0 for Windows 使用基础教程[M]. 北京:希望电子出版社,2001. 339-401.
- [20] 高绍凤,陈万隆,朱超群,等. 应用气候学[M]. 北京:气象出版社,2004. 186-187.

Impact of Urbanization on Meteorological Factors Based on Comparison of Observation Data from Weichang National Basic Station

MA Fenglian, LIU Yuanyuan, ZHOU Shiru, ZHU Huanjuan, DONG Xueyou

(Chengde Meteorological Bureau of Hebei Province, Chengde 067000, China)

Abstract: By comparing observation data of Weichang national meteorological basic station from July 2008 to June 2009, the differences of meteorological factors such as air temperature, wind speed, wind direction and vapor pressure between the new and the old station were analyzed. The results show that the air temperature at the new station is lower than that at the old station, and the wind speed is obviously bigger, the dominant wind direction changes and the vapor pressure is lower at the new station. All the differences come from urbanization impact.

Key words: meteorological factors; mean value differences; urbanization impact