

沈阳市城市效应对气温的影响 及气温预报方法^①

孙凤华 班显秀

张文兴

(沈阳区域气象中心研究所,110015) (沈阳市气象局)

提 要

根据沈阳市城区与观象台(郊区)的同步观测资料,分析了两地日最高最低温差的变化规律,并与前期的气象要素进行相关分析,揭示出由于气象条件的变化所造成的城郊温差的不规则变化,采用逐步回归方法建立了沈阳市日最高最低温度的预报方程,取得了较好的预报效果。

关键词: 城市温度 气象因子 统计预报

引 言

由于气象观测站一般设在郊区,受城市效应的影响,在考虑当地的市区温度时,必须进行一些必要的修正。沈阳市是我国北方的一个重工业大城市,具有城市范围大、工厂多、冬季采暖期长等特点,城市效应十分明显。随着城市环境气象服务的深入开展,市区温度的订正预报变得越来越重要。因为,几乎所有的城市专业气象服务再加工产品都要以此为基础。根据城市环境气象服务的需要,我们着重分析了沈阳市日最高温度和日最低温度的订正预报方法。

1 资料

研究城市温度的订正问题,即是研究市区温度与本市气象站温度之间的关系问题。

城市温度研究属小气候尺度,在研究过程中需要使用一些非常规的气象观测资料,在充分考虑大气环流的影响下,以这些数据为基础来确定预报方法。

沈阳市气象观测站原处于沈河区文化路,于1989年1月1日正式迁址到浑河南浑河堡观测场至今,1989年有一年的两站并行观测资料,观测方法和项目完全按国家常规

气象站观测规范进行,观测要素丰富,资料准确度高,测值间隔时段短,解决了进行城市温度研究做短期气象观测时获取资料缺项和观测周期短等问题。当时观测站原址所在地已完全具备城市化特征,而现址四周环境开阔良好,处于郊外,运用这些资料,我们可充分研究沈阳市市区温度与沈阳市观测站温度的温差(以下简称为温差)的日、季等周期性变化和受天气气象条件影响的非周期性变化,也为我们进行统计方法分析提供了足够的样本。

2 温差的基本变化规律及成因

2.1 变化规律

运用沈阳1989年的城、郊逐日最高温度和最低温度资料分析城郊温差分布的基本规律(见图1)。日最低温度温差(ΔT_d)要远远大于日最高温度温差(ΔT_g),年平均 ΔT_d 是 ΔT_g 的6倍多。两者年变化呈反位相分布趋势。 ΔT_d 在一年内为两峰—谷分布,第一峰值出现在2月,月平均值达 3.48°C ,第二峰值出现在10月,月平均值为 2.41°C ,谷值出现于6月份左右,月平均值也达到 1.28°C 。 ΔT_g 年平均只有 0.33°C ,远远小于 ΔT_d ,即

^① 本文得到辽宁省自然科学基金资助

城市效应对日最低温度的影响要远远大于对日最高温度的影响。 ΔT_g 年变幅较小,也有两个峰值,出现于6月和9月,分别为 0.75°C 和 0.68°C ,值较低;最低值出现在4月份,接近 0 ,即此月城市和郊区的最高温度基本持平。日最低温度温差最大值达 6.3°C ,最小值为 -0.3°C ,日最高温度温差最大值为 3.0°C ,最小值为 -1.4°C ,出现较大负值,即市区最高温度有时会低于郊区很多。因此,在不同条件下,造成的城郊温差有很大的变化。找出其影响因素,做较为合理准确的订正是十分必要的。

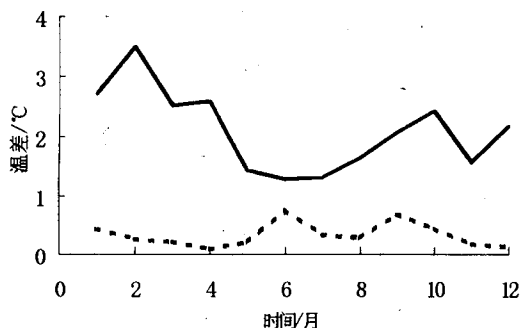


图1 沈阳地区城郊日最高温度、最低温度温差年变化

实线:最低温度温差 虚线:最高温度温差

2.2 成因分析

城郊温差的高低是由于城市化的人为因素和局地天气气象条件共同作用所决定^[1]。

ΔT_d 远远大于 ΔT_g 在理论上可以得到解释:城市下垫面的导热率 K 和热容量 C 及由此两者计算出的热导纳 $\mu(\mu = \sqrt{KC})$ 都比郊区大,这些热性质的城郊差异,导致城市下垫面的储热量 ΔQ_s 显著高于郊区。在日落以后,郊区因白天下垫面储热量 ΔQ_s 小,通过长波净辐射,下垫面温度和近地面层气温的下降速度很快。城区因白天储积的热量较多,其热导纳高,下垫面温度和近地面气温下降的速度都比郊区慢,城郊在日落后降温率的不同造成夜晚两者之间的温差较高。而日出后,郊区气温增温率大于城区,到了中午的时

候一般风速比夜间大,湍流增强,城郊间的水平和垂直方向的混合增强,城郊气温差别更小到以至消失,由于城市高大建筑物的遮蔽作用,有时在某些地区反而会出现郊区气温高于城区的现象。总之,城郊下垫面热性质的差异是产生温差日夜变化的根本原因。

在人为因素中,下垫面性质改变的影响是毫无疑问的,但在某一时期内可认为它是不变的。沈阳市城郊温差有明显的日变化和年变化。冬季日最低温差保持明显高值,这应与沈阳市的采暖期造成的人为热和过量温室气排放有密切的关系,也有季节性稳定性。因此,局地天气气象条件造成的温差不规则变化是我们的主要研究目标。

3 统计预报方程的建立及效果检验

3.1 因子选取

在一年之中,城郊日最高最低温差都存在很大的变幅。这种变化与太阳辐射、风、降水等要素的关系十分密切。一般认为在天空晴朗,风速偏小时,温差值较大。我们首先分别计算出日最高温度和日最低温度与当日、前一日、前两日所有可能有关的气象要素之间的相关系数,结果表明,两温差与前两日的要素值基本无相关,与前一日要素值相关效果一般,与当日的一些要素值相关程度最为显著。对计算出的相关系数做了的显著性检验($\alpha=0.05$)。相关系数的临界值由式 $r_c =$

$$\sqrt{\frac{t_\alpha^2}{n-2+t_\alpha^2}}$$

计算^[2]。以此为标准,我们选出

当日和前一日的日平均风速、日照时数、总云量、相对湿度、降水量等10个因子,与日最高温度温差和日最低温度温差分别做了逐步回归分析。

3.2 预报方程

我们采用双重检验的逐步回归方案。因子样本长度 $n=365$,待选因子数 $p=10$,显著水平 α 取 0.05 ,为方便计算,方程中引入变量的 F 检验值取 4 ,剔除变量的 F 检验值取 3 。

分别以日最高温度差(ΔT_g)和日最低

温度差(ΔT_d)为因变量,选取的气象因子为自变量,建立的回归预报方程为:

$$\Delta T_g = 0.5075 + 0.0322T_d - 0.0313T_g - 0.0749V_s + 0.0199S_1 + 0.0458R_h \quad (1)$$

$$\Delta T_d = 1.5883 + 0.4444T - 0.4068T_d - 0.0692T_g - 0.2615V_s - 0.0344S - 0.0292R \quad (2)$$

ΔT_g 的预报方程有5个因子入选,分别为当日最低气温(T_d),当日最高气温(T_g),当日日平均风速(V_s),前一日日照时数(S_1)和当日日平均相对湿度(R_h)。 ΔT_d 的预报方程有6个因子入选,有当日日平均气温(T),当日最低气温(T_d),当日最高气温(T_g),当日日平均风速(V_s),当日日照时数(S)和当日降水量(R)。由此可见 ΔT_g 和 ΔT_d 的大小主要受当日的气象条件影响。

4 预报方程效果检验

4.1 统计检验

为检验回归方程的统计显著性程度,我们计算出一些重要的统计量(见表1)。方程(1)统计量 F 遵从分子自由度为5,分母自由度为360的 F 分布。方程(2)统计量 F 遵从分子自由度为6,分母自由度为359的 F 分布。 F 值计算公式为:

$$F = \frac{R^2/P}{(1-R^2)/(N-P-1)}$$

由此可见,两个回归方程的 F 值均大于信度为0.05的置信限 F_{α} ,两方程的回归效果是显著的。尤其是方程(2),复相关系数为0.778, F 值达到91.50,远远大于 F_{α} ,回归效果非常显著。

表1 回归方程效果检验有关统计量

	分子自由度(P)	分母自由度(N-P-1)	复相关系数(R)	F	$F_{\alpha=0.05}$
方程(ΔT_g)	5	359	0.305	7.36	2.25
方程(ΔT_d)	6	358	0.778	91.50	2.13

4.2 拟合验证

我们对 ΔT_d 和 ΔT_g 的预报方程也进行了趋势拟合验证。估计值和实测值同时高于

或同时低于平均值认为趋势拟合正确,反之则为不正确,则 ΔT_d 和 ΔT_g 的拟合准确率分别为79%和61%,拟合的平均绝对误差分别为0.69℃和0.41℃。图2给出了 ΔT_d 一年的实测值和拟合值。

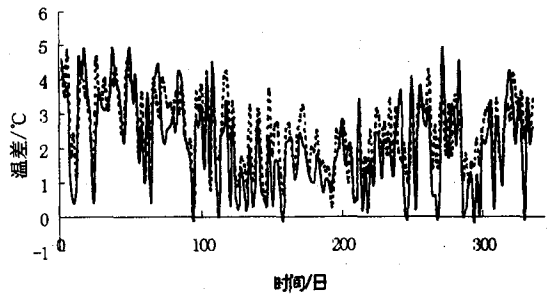


图2 沈阳市城郊日最低温度温差拟合及实测曲线图
实线:实测值 虚线:拟合值

4.3 预报检验

我们于2000年10月在沈阳市区建立了自动气象观测站,为我们的预报提供了检验数据。应用本预报方程对沈阳市区2000年10月逐日的最高温度和最低温度进行31次试报,对预报值与实测值做了对比分析,其预报日最高温度的绝对误差为0.89℃,相对误差为0.06;预报日最低温度绝对误差为0.57℃,相对误差为0.10,达到了较好的预报效果。

5 结论

(1)沈阳地区城区与本市气象观测站最高和最低温度存在较大的差值,尤其以最低温度差值的变幅更大,且均存在明显的季节变化。

(2)统计回归结果表明,最高最低温差与当日的气象要素状况存在密切的关系。

(3)回归方程经统计检验、拟合检验和预报检验均有显著效果,方程有一定的预报能力。随着市区观测数据的积累,其预报效果将

得到进一步检验。

244~334.

参考文献

- 2 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法. 北京: 气象出版社, 1990: 37~105.

- 1 周淑贞, 束炯. 城市气候学. 北京: 气象出版社, 1994:

Effects of Urban Heat Island on Daily Maximum and Minimum Temperature and Research of Statistical Forecast Models in Shenyang

Sun Fenghua Ban Xianxiu

(The Institute of Shenyang Regional Meteorological Center, 110015)

Zhang Wenxing

(Shenyang Weather Bureau, 110015)

Abstract

By the synchronization observation data of the urban area and meteorological observation station (outskirts) in Shenyang, the changing law of temperature difference of daily maximum and minimum temperature and the correlation with meteorological factor were analyzed. The abnormal change of temperature difference between urban area and outskirts was shown. The regression forecast equations of daily maximum and minimum temperature were given. The verification proved that it has a better predictive effect.

Key Words: urban temperature meteorological factor statistical forecast regression equation