

北京自动气象站与人工观测气温的差异分析及其订正^①

方永侠 申双和
(南京信息工程大学应用气象学院 江苏南京 210044)

摘要:本文选用了北京2006年6个台站的自动站和人工站气温平行资料,对两个观测系统间平均气温、最高/最低气温进行对比差值和原因分析,并建立人工观测与自动观测气温之间的回归方程。结果表明:台站系统性偏差较明显,朝阳、观象台和海淀人工观测气温系统性偏低,丰台、石景山和延庆则系统性偏高;但两系统间气温相关系数在0.99以上,偏差稳定。研究认为,自动站型号及温度传感器的不同和天气变化对气温偏差影响较大。人工与自动观测气温之间的回归分析表明,可用自动站气温值对人工站气温值进行订正和推算。

关键词:自动气象站 人工气象站 气温对比差 回归分析
中图分类号:P41 文献标识码:A

文章编号:1674-098X(2010)06(a)-0140-03

1 引言

目前,我国地面气象观测中,自动气象站因其在自动监控、观测密度、采集速度、存储资料等多方面的优势,正在逐步取代传统的人工观测^[1]。地面自动站观测数据的质量控制和质量评估一直是国际上十分关注的问题。为此,WMO和各国已经有许多指导性文件和研究论文^[2-4]。许多国家在仪器换型过程中,均做过较详细的对比分析,尤其是气温、降水等常用要素。近年来我国也开展了关于自动站观测数据的研究^[5-9]。早在2002年王颖、刘小宁^[5-6]等人就对自动站和人工站气温观测值进行了对比分析,此后陈豫英、胡玉峰、连志鸾^[7-9]等人研究不同地区两种观测系统的差异,并分析了造成差异的原因。从气候科学的观点来看,这种差异会造成均一性数据集的开发以及极端天气事件的分析的误差甚至错误,所以将两种系统所获取的资料进行对比是非常必要的^[10]。

北京市众多气象站从1996年开始陆续进行自动气象站观测,但很少有人对自动站与人工站的观测资料进行对比分析的工作,

考虑到人工观测程序和记录处理有新的变化,本文选用了6个站的自动站和人工观测气温平行资料,时间为2006年1月到12月,对气温进行差值的对比分析,并分析产生差异的原因。为观测员更多地了解自动站性能,正确使用和维护自动站,做好资料质量控制,以及连续使用自动站与人工观测资料提供一定的参考。

2 资料选取及方法

选取北京市6个站点2006年6月1日到12月31日自动站和人工站一年的平行气温观测资料,包括逐日平均气温、最高和最低气温。分析选取的台站包括朝阳、观象台、海淀、丰台、石景山和延庆,人工与自动站高差在3.4米内,可忽略偏差是由环境状况引起。为了准确、真实地反映气温观测中的差异,对所有错误或缺测的气温观测样本进行了筛选和剔除处理。文中朝阳、观象台和海淀自动站型号为MAWS301型,丰台、石景山和延庆为CAWS600型。

在实际大气中,气温的波动相对较大,不能简单、随意地将单个数据进行比较,而要看一个较完整的资料序列的对比结果^[7]。文中对

比分析了人工与自动观测的差异,包括对比差值的月平均值、年平均值、各差值等级的频率分布。对比差值是人工观测与自动观测的数值差,直接反映了自动站和人工之间的相对偏差。

3 对比分析

3.1 年平均偏差

年平均偏差是逐日对比差值的年平均。分析各站平均气温的年平均偏差得知,朝阳、观象台和海淀三站人工比自动观测值偏低,年平均分别偏低1.0℃、0.7℃、0.9℃;而丰台、石景山和延庆三站人工比自动观测值偏高,年平均分别偏高0.6℃、0.2℃、1.0℃。各站最高气温的年平均偏差则是,朝阳、观象台和海淀三站人工比自动观测值偏低,年平均分别偏低0.5℃、1.1℃、0.7℃;而丰台、石景山和延庆三站人工比自动观测值偏高,年平均分别偏高0.3℃、0.2℃、0.2℃。各站最低气温的年平均偏差可见,朝阳、观象台和海淀三站人工比自动观测值偏低,年平均分别偏低1.2℃、0.6℃、1.4℃;而丰台、石景山和延庆三站人工比自动观测值偏高,年平均分别偏高0.7℃、0.6℃、2.4℃。可见,朝阳、观象台和海淀人工观测气温值均系统性偏低,而丰台、石景山和延庆均系统性偏高。

3.2 月平均偏差

月平均偏差表示逐日气温对比差值的月平均值。分析各站气温逐月平均偏差可知,两个观测系统所测气温数据序列之间存在明显的差异。

对平均气温月平均偏差来说,各站除朝阳在夏秋季偏差较大,其余台站在秋冬季偏差较大,夏季偏差较小。其中,朝阳、观象台和海淀人工观测值偏低,月偏差幅度分别为-0.7~-1.4℃、-0.3~-1.2℃、-0.6~-1.3℃;丰台、石景山和延庆人工观测值偏高,月偏差幅度分别为0.2~1.1℃、0.1~0.4℃、0.6~1.6℃。

对最高气温月平均偏差来说,各站在夏季偏差较大,冬季偏差较小。其中,朝阳、观象台和海

表1 2006年北京各站人工与自动站气温回归方程

气温	站点	一元线性回归方程	R ²
平均气温	朝阳	$T_{\text{人}} = -0.796 + 0.987 T_{\text{自}}$	0.996
	观象台	$T_{\text{人}} = -0.984 + 1.019 T_{\text{自}}$	0.998
	海淀	$T_{\text{人}} = -0.86 + 0.999 T_{\text{自}}$	0.996
	丰台	$T_{\text{人}} = 0.628 + 0.997 T_{\text{自}}$	0.993
	石景山	$T_{\text{人}} = 0.177 + 1.001 T_{\text{自}}$	0.998
	延庆	$T_{\text{人}} = 1.024 + 0.979 T_{\text{自}}$	0.995
最高气温	朝阳	$T_{\text{人}} = 0.153 + 0.966 T_{\text{自}}$	0.995
	观象台	$T_{\text{人}} = -0.497 + 0.972 T_{\text{自}}$	0.992
	海淀	$T_{\text{人}} = 0.042 + 0.961 T_{\text{自}}$	0.993
	丰台	$T_{\text{人}} = 0.205 + 1.008 T_{\text{自}}$	0.993
	石景山	$T_{\text{人}} = 0.392 + 0.991 T_{\text{自}}$	0.996
	延庆	$T_{\text{人}} = -0.21 + 1.011 T_{\text{自}}$	0.993
最低气温	朝阳	$T_{\text{人}} = -1.237 + 1.008 T_{\text{自}}$	0.990
	观象台	$T_{\text{人}} = -1.038 + 1.044 T_{\text{自}}$	0.992
	海淀	$T_{\text{人}} = -1.513 + 1.011 T_{\text{自}}$	0.982
	丰台	$T_{\text{人}} = 0.864 + 0.973 T_{\text{自}}$	0.992
	石景山	$T_{\text{人}} = 0.724 + 0.987 T_{\text{自}}$	0.995
	延庆	$T_{\text{人}} = 2.534 + 0.932 T_{\text{自}}$	0.986

①基金项目:2007年城市气象科学研究基金(UMRF200703)。

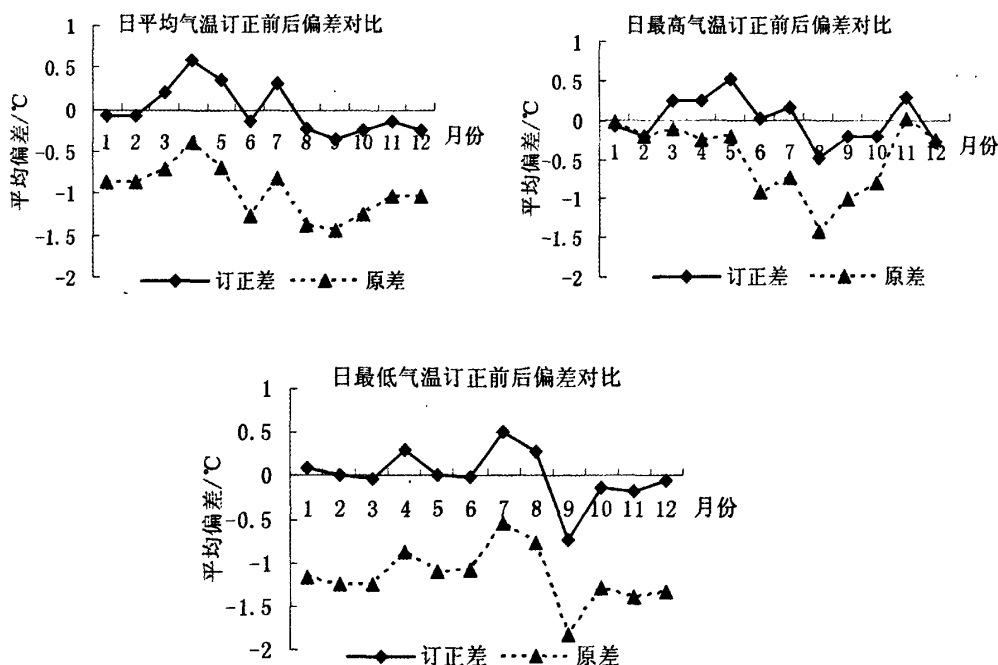


图1 朝阳自动站订正前后与人工站偏差对比

淀人工观测值逐月偏低,月偏差幅度分别为 $-0.1\sim-1.4^{\circ}\text{C}$ 、 $-0.7\sim-1.5^{\circ}\text{C}$ 、 $-0.2\sim-1.3^{\circ}\text{C}$,而丰台、石景山和延庆除个别月份偏低外,大多数月份偏高,月偏差幅度分别为 $-0.2\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 、 $0.0\sim 0.4^{\circ}\text{C}$ 、 $-0.3\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 。

对最低气温月平均偏差来说,各站在秋、冬季偏差较大,夏季偏差较小。其中,朝阳、观象台和海淀人工观测值月偏低,月偏差幅度分别为 $-1.8\sim-0.6^{\circ}\text{C}$ 、 $-1.5\sim 0.3^{\circ}\text{C}$ 、 $-2.4\sim-0.4^{\circ}\text{C}$;丰台、石景山和延庆均逐月偏高,月偏差幅度分别为 $0.2\sim 1.4^{\circ}\text{C}$ 、 $0.3\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 、 $0.9\sim 3.6^{\circ}\text{C}$ 。

3.3 对比差值等级频率分布

将气温对比差值分为13个等级,计算一年中各等级频率分布。13个等级为: $<-2.0^{\circ}\text{C}$ 、 $-2.0\sim-1.0^{\circ}\text{C}$ 、 $-1.0\sim-0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $-0.5\sim-0.2^{\circ}\text{C}$ 、 $-0.2\sim 0.2^{\circ}\text{C}$ 、 $0.2\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 、 $0.5\sim 1.0^{\circ}\text{C}$ 、 $1.0\sim 2.0^{\circ}\text{C}$ 、 $>2.0^{\circ}\text{C}$ 。经过统计可以看出:六个站只有17%~21%的气温年对比差值在 $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ 之间,有31%~49%的年对比差值在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 之间,有52%~70%的年对比差值在 $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ 之间,有77%~95%的年对比差值在 $\pm 2.0^{\circ}\text{C}$ 之间。这说明人工观测与自动观测气温间差异显著,不能用自动观测值来代替人工观测。

4 气温偏差的原因分析

从以上的分析中可以看出人工与自动观测值之间仍存在误差,其原因包括这几个方面:(1)人工与自动站观测仪器的感应元件和测温原理不同,存在系统性偏差^[7]。

另外,自动站型号及温度传感器不同也能引起系统性偏差。如朝阳、观象台和海淀的自动站型号为芬兰的MAWS301,温度传感器为QMH102,这三站人工气温系统性偏低;而丰台、石景山和延庆自动站型号为国产CAWS600,温度传感器为HMP45D,这三站人工气温系统性偏高。(2)天气变化的影响。气温有明显的日变化,观测正点前天气形势的变化快慢也影响到人工与自动站气温的差异,如遇雷阵雨、飑线、强冷空气、台风等影响,则差值较大^[10]。另外,经细查两个气温观测序列的逐日偏差可知,各月日最大偏差往往与晴雨、大风、冰雪等天气演变过程有关,冬季、夏季和初春尤为明显。(3)观测时间和方式差异,观测仪器的下垫面及周围环境不同也会产生偏差。

5 人工与自动观测气温值的拟合

从上述人工与自动观测气温的对比差值分析可见,二者的平均气温、最高气温和最低气温之间都存在显著的差异。另外,计算人工与自动观测平均、最高、最低气温的相关系数分别为0.998、0.997、0.995,说明两个序列相关性显著,同步性强,偏差幅度较稳定,说明可以利用自动站观测资料推算人工站气候资料。这里以自动站观测气温值作为自变量,人工站观测值作因变量,对各个台站日平均气温、最高气温和最低气温分别建立一元线性回归方程(见表1),方程均通过0.001极显著水平。

表1各方程中 T_a 、 T_x 、 T_m 分别表示人工站日平均气温、日最高气温和日最低气温的拟合值; T_a 、 T_x 、 T_m 分别表示自动站日平均气温、日最高气温和日最低气温。各站日平均气温、日最高气温和日最低气温的拟合方程的 R^2 均在0.982以上,拟合效果较好,可用自动站气温观测值对人工站气温值进行订正和推算。

下图给出朝阳人工站与自动站各月气温观测平均偏差和人工观测值与自动站拟合值平均偏差的时序变化(其他站点图略)。从图1可见,订正前,朝阳自动站日平均气温、日最高气温和日最低气温均比人工站观测值偏低,订正后,自动站与人工站的日平均气温、日最高气温和日最低气温的平均偏差大多均稳定在 $-0.5\sim 0.5^{\circ}\text{C}$ 之间;可见,拟合后平均偏差均显著减小,效果良好。

6 结语

通过对北京6台站自动与人工观测平均气温、最高/最低气温进行对比分析,从仪器差异、人为影响和天气等方面分析产生差异的原因。主要得出了以下结论:

朝阳、观象台和海淀人工观测气温值偏低,而丰台、石景山和延庆则偏高。最高/最低气温偏差幅度较平均气温大,各站平均气温和最低气温冬季偏差较大,在 $1.0\sim 1.4^{\circ}\text{C}$ 之间,最高气温夏季偏差较大在 0.8°C 左右。

(下转198页)

个课程的核心教学材料,是培养学生的媒介。建筑材料的教材往往具有一定的滞后性。就木材来讲,一般课本中最多也就十几种,但实际上我国仅乔木品种就有2000多种。一般教材中的知识都落后于市场的实际情况,但教材的滞后是普遍存在的,也是正常的。为了克服教材的滞后性,真正符合学生未来发展的需要,应编写具有特色的教材。

针对滞后性问题,可以就目前市场上比较流行的建筑材料如节能建材、环保建材和绿色建材等等对书本中的知识进行一些补充和介绍。例如:植物纤维水泥复合板、无害化的保健型装饰建材(常温远红外线陶瓷墙地砖、防辐射的内墙涂料)、可调试式透明玻璃、自净玻璃等,在教学中结合书上相关知识的章节,介绍给同学们,拓宽学生的视野,增加同学的知识结构^[6]。

2 运用现代教育思想应注意的问题

在运用现代教育思想改革课程时,并不是现代的都是好的,传统的都是不好的,各有利弊,因此,在应用时应注意以下问题。

多媒体教学手段虽然加大了课堂信息量,但学生接受的信息量不一定与老师讲授的成正比,因为学生接受信息量的多少取决于课堂老师讲课效率的高低^[5]。教师在教学中可能会利用多媒体的优势,大量的融入与课堂知识相关的信息,拓宽书本上的知识,虽然老师的讲课意图是拓展知识,但学生不一定能够全面的接受,学生在上课的过程中也需要理解、吸收和消化的时间,正因为多媒体的方便,可能恰恰把学生需要思考的时间给无形中抹去了。因此,如何能够既加大信息量又让学生消化理解是教师在教学过程中需要深入思考的。

虽然多媒体教学能够把大量的最新建筑材料的信息传递给学生,但不一定能够保证教学水平的提高。教学水平的提高是教学综合素质的提高,多媒体虽然把最新知识,最新思想带给学生,但是在某些方面,仍然无法取代传统教学模式,传统教学模式可以一边讲课一边带领着学生一步一步思考,但多媒体教学知识的过渡性非常快,学生的思维不一定跟得上老师的讲课速度。

教师在运用现代教育手段讲课过程中,应注重与学生的互动,若老师一味的讲,把知识单调的灌输给学生,学生被动的接受,那么必会影响教学效果。教师在教学过程中可以不定时的向学生提出一些问题,听听学生的反馈程度、接受程度。也可以与学生做一些互动游戏,让学生加深对某一方面知识的理解等等各种手段。

3 结语

国家对各大高校教学质量的要求越来越高,努力把学生培养成全方位的综合素质人才。因此,学校在教学理念、教学思想、教学文化等方面都应有所创新。本文重点针对以往传统教学思想的弊端提出现代教育思想,运用现代化教育手段提高教学质量。现代教育手段有很多种,就本文来讲仅提出最常用的多媒体教学和网络教学。未来教育的发展趋势必然是现代化慢慢取代传统,但在实际教学过程中,必然会遇到这样那样的问题,教师应多与学生互动、沟通,努力实现良好的教学效果。

参考文献

- [1] 尹健,李益进.《建筑材料》教学改革实践[J].株洲师范高等专科学校学报,2004(10):

48.

- [2] 杨晓林.绿色环保建筑材料及其应用[J].重庆建筑工程职业学院学报,2009(1):7.
- [3] 成雷.运用示意图优化《建筑材料》课程教学[J].山东水利职业学院,2006(1):39~40.
- [4] 劲松.关于高职建筑材料教学改革的几点思考[J].山西建筑,2008(12):200.
- [5] 付小凤.高职院校《建筑材料》课程教学方法改进[J].陕西教育(高教版),2009(7):184.
- [6] 谈永奎,沈越负.通过建筑材料的教学改革提高学生的综合能力[J].上海理工大学学报(社会科学版),2002(4):60.

(上接 141 页)

通过分析气温偏差产生原因,认为由仪器测量原理和自动站型号的差异、天气变化影响、观测时间和方式、观测环境等差异共同造成。其中,自动站型号及温度传感器的不同和天气变化对人工与自动测温影响较大。

各站人工与自动站气温间的相关系数均在0.99以上,相关性显著,偏差幅度较稳定。通过建立人工观测气温与自动观测气温之间的一元线性回归方程,效果显著,表明可用自动站气温观测值对人工站气温值进行订正和推算。

参考文献

- [1] 石登科,崔学祯.甘肃临夏人工与自动气象站气温观测差异对比及均一性研究[J].干旱气象,2008,26(4):71~74.
- [2] WMO.Guidelines on Quality Control Procedures for Data from Automatic Weather Stations.CBS/OPAG~IOS/2004,Geneva:WMO,2004.

- [3] WMO.Report and Review about Data Processing and Quality Control Procedures Involved in the Conversion of Manually Operated Stations to Automatically Operated Station.WMO~TD No.833,Geneva:WMO,1997.

- [4] WMO.Guidelines on Climate Observation Networks and Systems.WMO~TD No.1185,Geneva:WMO,2003.
- [5] 王颖,刘小宁.自动站与人工观测气温的对比分析[J].应用气象报,2002,13(6):741~748.
- [6] 刘小宁,任芝花,王颖.自动观测与人工观测地面温度的差异及其分析[J].应用气象学报,2008,19(5):554~563.
- [7] 陈俊英,陈晓光,张智,等.宁夏自动站与人工观测气温的差异对比分析[J].应用气象学报,2006,17(增刊):118~124.
- [8] 胡玉峰.自动与人工观测数据的差异[J].应用气象学报,2004,15(6):719~726.
- [9] 连志鸾.自动站与人工站观测记录的差异

分析[J].气象,2005,31(3):48~60.

- [10] 余君,胡玉峰,刘均.我国中部地区自动站与人工站气温的差异及原因分析[J].气象,2007,33(5):94~98.