

自动观测与人工观测差异的初步分析

王 颖 刘小宁 鞠晓慧

(国家气象信息中心,北京 100081)

摘 要

利用 2001—2005 年我国 700 个地面自动气象站与人工平行观测期间的数据,对自动与人工观测的气温、气压、相对湿度、地表温度、风速风向、降水量进行了差异分析,统计了两种观测之间的对比差值、百分误差和风向相符率。对各要素观测差异在全国的分布特点进行了分析,并检验了气温自动观测对气温资料连续性的可能影响。结果表明:自动观测与人工观测各气象要素均存在一定的差异,但大部分地区各要素的差异都在自动站误差允许范围之内;造成差异的原因是多方面的,包括仪器本身存在缺陷及观测方法不一致等。各要素自动观测与人工观测差异在全国的分布特点各不相同,同一要素在不同的气候背景条件下差异大小不一致;如果要将人工观测数据与自动观测数据连续使用,还要检验自动观测与人工观测序列是否有显著性差异,并进行均一性订正。自动站的使用对年气温序列有一定影响,总体差异不显著,但当自动观测与人工观测气温合并使用时,应进行均一性检验。

关键词: 自动观测; 人工观测; 差异

引 言

我国地面自动气象站在逐步替代人工观测的观测项目。2000 年以来,全国气象部门在大气监测自动化系统项目、新一代天气雷达系统项目以及部分省(区、市)气象局自筹资金项目中每年都投入建设自动气象站。截至 2006 年,全国共有 1904 个自动气象站已经业务运行,几年后,我国所有地面台站将全部使用自动气象站观测。自动气象站的观测原理、观测方法与人工观测相比均发生了很大变化,而观测资料序列在时间上的不均一性可以由许多原因造成,观测仪器的变化是其中的重要原因之一^[1]。所以,WMO 和气候委员会会议(CCL)对各成员国开展自动站观测有明确的要求:“在进行大气探测自动化进程中,需要一定时间的平行观测,在统一的气候资料存档和管理原则下,对观测资料进行质量评估,以确保历史资料的均一性”。我国根据 WMO 和气候委员会的要求,在自动站业务运行开始的 2 年或 3 年里,也保持人工观测不变。除新建站以外,所有自动气象站都有 2 年或 3 年的平行观测,为均一性研究提供资料。

从自动站业务运行开始,自动观测的资料情况

如何、与人工观测资料之间的差异,数据是否能够连续使用等问题一直受到科学家的关注。对于自动观测与人工观测之间的差异分析,国外已经进行了大量的研究^[2-4]。结果表明,自动观测替代人工观测后,观测数据存在差异。美国自 20 世纪 80 年代末开始在全美布设自动地面气象观测系统,研究结果显示自动观测与人工观测系统所获得的资料有着明显的差异。美国 MMTS 观测系统(最高-最低温度观测系统)替代人工液体玻璃温度表观测后,大尺度区域平均的日最高气温下降了 0.4 °C,而日最低气温值升高了 0.3 °C,日平均气温下降了 0.1 °C,日较差则减少了 0.7 °C^[2]。

在我国,对观测系统发生变化而产生的影响也进行了研究^[5-18]。熊安元等^[19]研究表明,观测仪器的变化对气温测值有较明显的影响,日、月、年平均气温相差 0.2 °C 左右,太阳辐射对不同仪器的影响不同是主要原因,同时,两种仪器存在 0.1 °C 左右的系统观测误差,对环境温度变化的敏感性差异也可引起一天中不同时段存在 0.1~0.15 °C 的差异。王立等^[11]研究显示,自动观测数据与人工观测数据之间的差异是多种因素造成的,其主要原因是两种观测方法在观测时间上的不同步,观测仪器灵敏度,设置方式和存在方式不同,以及人工观测造成的误差

等。

本文对气温、降水、气压、相对湿度、风速风向、地表温度等常用气象要素自动观测与人工观测之间的差异进行了统计,并分析了各要素差异在全国的分布特点,探寻自动观测与人工观测之间产生差异的原因,期望对使用自动观测资料的广大科技人员有所帮助。

1 资料和方法

1.1 资料

本文使用 2001—2005 年我国 700 个自动站与人工平行观测资料。

由于在自动站与人工观测 2 年或 3 年的平行观测期内,第 1 年是以人工观测数据作为正式记录,第 2 年和第 3 年是以自动站观测数据作为正式记录,在自动观测数据作为正式记录后,才对自动观测数据进行实时监测和质量控制,所以,对于各台站本文只对自动站观测数据作为正式记录后的 1 年平行观测数据进行统计分析。

1.2 统计项目及差值允许范围

为了比较全面地揭示自动观测与人工观测之间的差异,分析了主要气象要素(气温、极端最高和最低气温、气压、相对湿度、地表温度、10 min 平均风速)的人工观测和自动观测数据的对比差值月平均值。本文所指“差值”,均为人工观测值减去自动观测值。其中气压对比差值月平均值的差值允许范围为 ± 0.2 hPa,气温差值允许范围为 ± 0.2 $^{\circ}\text{C}$,相对湿度差值允许范围为 $\pm 2\%$,10 min 平均风速差值允许范围为 ± 0.2 m/s,地表温度差值允许范围为 ± 0.5 $^{\circ}\text{C}$ 。对于 10 min 平均风速的风向,统计分析

了各站自动观测与人工观测风向的月风向相符率,即月风向相符次数占有效总次数的百分率,允许范围为大于 70%。对于降水,统计分析了各自动气象站测值与人工观测值的月百分误差,即月人工观测值与自动观测值的差值占人工观测值的百分率,允许范围为小于 8%。

2 自动观测与人工观测差异分析

2.1 气温

对于气温,分别统计了年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温的差值。

自动观测与人工观测气温有一定差异,对比差值年平均值超出 ± 0.2 $^{\circ}\text{C}$ 的台站主要集中在青海、四川、江西、新疆、湖南,陕西省超出 ± 0.2 $^{\circ}\text{C}$ 的台站也比较多,其他部分省市都是个别台站年平均对比差值比较大。青海省年平均对比差值为负偏差,自动观测气温比人工观测气温普遍偏高 0.2~0.6 $^{\circ}\text{C}$ 。

图 1 为年平均、年平均最高、年平均最低气温差值频率分布图。由图 1 可见,有 76.5% 的台站年平均气温差值在 ± 0.1 $^{\circ}\text{C}$ 之间,其中有 32% 的台站差值为 0,这说明全国大部分台站自动观测气温与人工观测气温的差异比较小,仅在 0.1 $^{\circ}\text{C}$ 以内。年平均最高气温和年平均最低气温差值在 ± 0.1 $^{\circ}\text{C}$ 之间的台站有所减少,分别为 55.7% 和 60.6%;对于极端气温,自动观测与人工观测的差异明显大于平均气温。年平均气温、年平均最高气温、年平均最低气温差值在 ± 0.2 $^{\circ}\text{C}$ 之间的台站占总台站数的百分率分别为 92.9%,76.8% 和 81.0%,因此无论平均值还是极端值的观测,全国大部分地区自动观测与人工观测气温的差异都在自动观测差值允许范围之内。

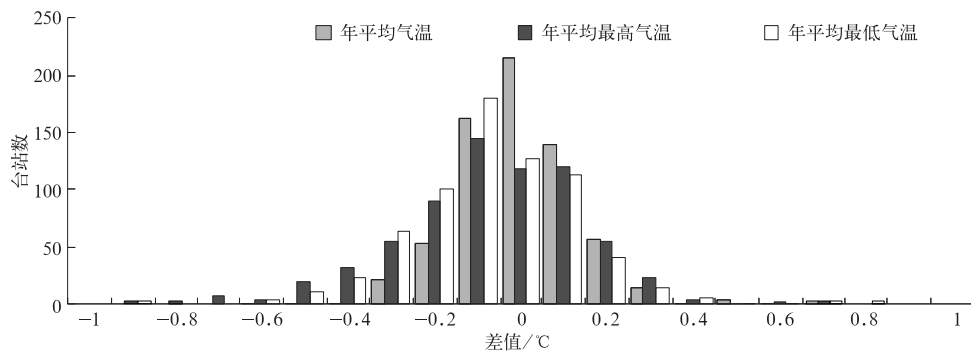


图 1 年平均、年平均最高、年平均最低气温差值频率分布图

Fig. 1 Frequency distribution of the difference of annual mean, annual mean maximum and annual mean minimum temperature

对于年平均气温差值,有 12 个台站差值绝对值大于 $0.3\text{ }^{\circ}\text{C}$,其中有 6 个台站全年各月差值都比较大,自动观测存在着比较大的系统偏差,虽然全国大部分台站气温差异都比较小,但还是有个别台站存在问题。这些存在系统偏差大的自动站,有可能是仪器没有经过严格的标定,或者仪器发生了漂移。12 个站中的 6 个站是在自动站仪器出现故障时出现了较大的偏差,如果自动站经过严格的实时监测和质量控制,这种情况是可以被检测出来并加以处理的。

从图 1 可以看出,年平均气温差值频率的中心点基本居中,只是负值略有偏移,这说明对于平均气温,自动观测与人工观测的差异分布是合理的。年平均最高气温和年平均最低气温差值频率的中心点均位于负值区,尤其是年平均最低气温,差值为负值的台站明显多于差值为正值的台站,说明多数自动观测的日最高气温和最低气温高于人工观测值。

2.2 降水量

对于降水量,统计了月百分误差,即月自动观测降水量与人工观测降水量的差值占人工观测降水量的百分率,并对月百分误差取绝对值,最后计算出每个台站在平行观测期间百分误差的平均值。

分析结果表明,全国 7 成地区降水百分误差小于 8%,主要分布在我国东部和沿海地区。有 3 成地区降水百分误差超出 8%,主要分布在新疆和青藏高原地区,这种分布说明了降水百分误差有湿润地区小于干旱地区的特点。625 个有可比记录的台站中,有 447 个台站降水百分误差小于 8%,占台站总数的 71.5%;174 个台站百分误差在 8%~40% 之间,占 27.8%,其中有 27 个台站百分误差大于 20%。

在 27 个年平均百分误差大于 20% 的台站中,只有 3 个台站年降水量大于 1000 mm,其余 24 个台站年降水量都小于 1000 mm,其中 10 个站年降水量在 500~1000 mm 之间,8 个站在 100~500 mm 之间,6 个站小于 100 mm,如果降水量比较少,则自动观测与人工观测差值也比较小,但百分误差有可能比较大。这与统计方法有关,对于降水量少的月份,只统计两种仪器的降水量差值会更能反映问题。

另外,自动站在无降水时还有误观测的情况,如青海玛多 2003 年 12 月降水百分误差为 350%,这是由于该月 15 日自动站观测到 11.2 mm 的降水量,而该日并没有降水现象。

自动站观测降水出现错误资料的几率相对比较大,根据自动与人工平行观测期间的数据统计,在台站没有经过严格的质量控制,降水少的地区或季节,随机误差比较大。这是由于自动雨量站的翻斗雨量计存在干扰信号的影响,只要有 1 次测量错误,造成日、月降水量连带出现异常。进一步计算分析表明,在自动站正式投入业务运行后,由于台站、省级和国家级都进行了严格的质量控制,消除了大部分随机误差,降水数据质量比平行观测期间有很大提高,年降水量的百分误差在 5% 以内的台站占总站数的 80%,只有近 4% 的站年降水量百分误差在 10% 以上。

2.3 气压

气压对比差值的分布与我国地形特点基本一致。气压对比差值在 $-0.2\sim 0.2\text{ hPa}$ 之间的区域主要分布在我国东部海拔高度低的地区;对比差值在 $0.2\sim 0.6\text{ hPa}$ 之间的区域主要分布在海拔高度偏高的西部地区;对比差值小于 -0.2 hPa 的是个别台站,分布在我国东部地区;对比差值大于 0.6 hPa 的地区也是个别台站,主要分布在西部地区。所以,自动观测气压的精度有可能受台站海拔高度影响。海拔高度低,自动观测气压比人工观测偏高,但偏高不明显,到了海拔高度高的地区恰恰相反,自动观测气压比人工观测气压明显偏低。但西藏地区没有上述特点,其原因有待于进一步分析。

2.4 相对湿度

全国有一半地区年平均相对湿度差值在 $-0.2\%\sim 2\%$ 之间。相对湿度自动观测与人工观测差异小的区域主要分布在我国长江以北相对于干燥的地区。自动观测偏高超过 2% 的属于个别台站,主要分布在长江中下游流域;自动观测偏低超过 2% 的地区也占全国的一半地区,长江以南相对湿润地区、青藏高原、东北地区东北部最明显。

图 2 为相对湿度差值频率分布图,从图中可见,频率中心点不在差值为 0 的数据段,相对湿度差值为 2% 的台站最多,差值明显向正值区偏斜,在长江以南地区、青藏高原和东北地区东北部,自动观测相对湿度偏低低于人工观测。

人工观测中,气温在 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以上时,用干湿球温度表观测湿度,当气温降低到 $-10\text{ }^{\circ}\text{C}$ 以下,改用毛发湿度表观测。在自动气象站中,全年使用湿敏电容湿度传感器观测相对湿度,观测原理与人工观测差别很大^[20]。在南方地区夏季,自动站的湿敏电

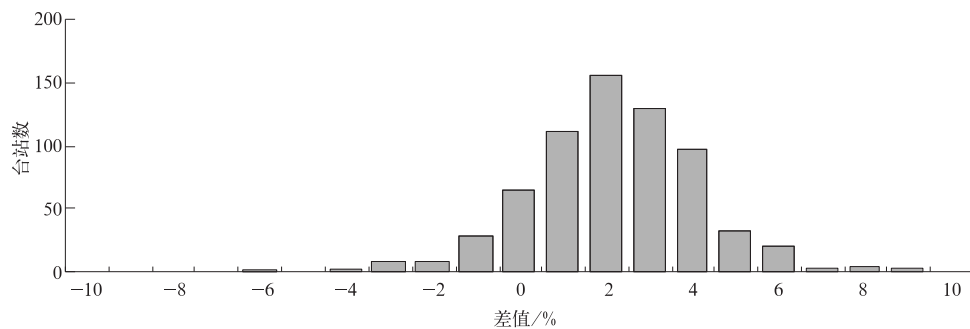


图2 相对湿度差值频率分布图

Fig.2 Frequency distribution of the difference for relative humidity

容在高温高湿情况下,尤其在相对湿度接近 100% 时,有明显失真现象^[21]。在青藏高原和东北地区东北部,人工观测在冬季使用毛发湿度表,而毛发湿度表观测的相对湿度比自动观测偏高。在高山站,自动站湿敏电容观测误差较大,并且使用寿命短。

2.5 地表温度

除个别省份外,地表温度年平均对比差值有明显的南北差异。全国有一半区域自动观测地表温度与人工观测差值在 $-0.5 \sim 0.5$ °C 之间,主要分布在我国气温相对高的地区;北方地区,气温越低,自动观测比人工观测地表温度偏高越严重,在东北和新疆的北部,自动观测地表温度比人工观测年平均偏高 5 °C。

造成自动观测地表温度与人工观测差异随纬度增加的原因是观测仪器和方法不同,当冬季地面有积雪时如果温度表被雪埋住,人工观测应按照《地面气象观测规范》规定^[20],将温度表从雪中取出,水平安装在未被破坏的雪面上,感应部分和表身埋入雪中一半,再进行读数,所以人工观测的地表温度实际上就是雪面温度。对于自动气象站,由于铂电阻地面温度传感器被积雪埋住时仍按正常观测,所以自动观测的地表温度是雪下温度,这两个观测数据之间存在差异,造成了有积雪时,自动观测地表温度比人工观测的记录偏高。纬度越高,地面积雪的时间越长,自动观测与人工观测差异就越大。对于冬季有积雪的台站地表温度时间序列,如果不经过订正,自动观测与人工观测数据之间会存在非均一性。

为了剔除冬季积雪对自动观测偏高的影响,统计了地表温度 5—9 月平均对比差值。原东北和新疆北部地表温度年平均对比差值小于 -3 °C 的区域已经消失,只有青海自动观测地表温度明显高于人工观测。全国范围自动观测比人工观测偏小超过

0.5 °C 的地区有所增加。

总之,北方积雪期间自动观测地表温度与人工观测数据差异大。由于观测仪器和方法的不同,在北方积雪期间,自动观测的地表温度不能真实反映地表状况,其与人工观测数据存在比较大的差异。将自动观测和人工观测的地表温度数据合并使用时,特别要注意北方冬季各台站的地表温度观测数据,自动观测比人工观测数据偏高的问题。

2.6 风速及风向

10 min 平均风速对比差值,自动观测与人工观测差异比较小的地区在全国分布很广,对比差值绝对值超过 0.2 m/s 的地区只是个别区域,并且主要集中在个别省份。自动观测风速比人工观测偏高超过 0.2 m/s 的地区主要分布在内蒙古西部、新疆东北部、甘肃、四川、云南、吉林、河北、江苏等地;自动观测风速偏低超过 0.2 m/s 的地区主要分布在黑龙江、宁夏、山东、安徽、广东等地。这种系统误差可能与各省选择自动气象站的厂家和型号不同有关。

对于 10 min 平均风速的风向,统计了风向相符率。全国绝大多数地区自动观测风向与人工观测风向相符率都超过了 70%,有近一半地区相符率达到了 90% 以上,风向相符率小于 70% 的地区主要是青海东部、西藏、东北北部、新疆西部地区 and 个别台站。

3 气温差异对资料连续性的可能影响

国家基准(基本)气象站自动观测作为正式记录的数量逐年增加,最早从 2002 年开始有 46 个自动站作为正式记录。这 46 个站 2002 年前为人工观测资料,2002 年后为自动观测资料。为了检验自动站对气温资料连续性的可能影响,使用 Cramer's 方法检验人工观测和自动站资料的差异,即检验

2002—2004 年的均值与原序列均值是否有显著性差异。对 1990—2004 年共 618 个站的年平均气温资料进行了检验。在 $\alpha = 0.05$ 显著性水平时,共有 62 个站在 20 世纪 90 年代或 2002 年前后有变化(迁站或开始自动观测)。其中有 5 个站(去除台站迁移影响)包括在自 2002 年开始的 45 个自动站中。进一步核查这 5 个站周围是否也有邻近站的间断,发现 54339 站和 54342 站均间断,但是,其相互为邻近站,因此,认为这两个站是由于年平均气温升高引起的间断。其余 3 个站年平均气温并没有间断,说明这些站有显著差异的原因也不是由于气候变化引起的。即这 3 个站 2002—2004 年平均气温资料和长时间序列的明显差异,是由于自动观测替代人工观测引起的,占从 2002 年开始的 45 个自动站的 6.7%。

表 1 与长序列年平均气温有显著差异的自动站
观测数据(单位:℃)

Table 1 AWS observations with significant difference to long time series in annual mean temperature(unit: °C)

省份	区站号	与长序列的差值	平行期间对比差值
辽宁	54337	0.48	0.15
湖北	57545	0.44	-0.03
江苏	58259	0.62	-0.08

$\alpha = 0.05$ 显著性水平检验结果(从 2002 年开始的自动站有 6.7% 在 2002 年出现间断)说明自动观测替代人工观测对年平均气温有一定影响。由于从 2002 年开始的自动站资料年代很短,所涉及的省份也少(辽宁 6 站、安徽 14 站、湖北 15 站、上海 1 站、江苏 10 站),所以检验只是很初步的。但是,从初步检验也可以看出,自动站的使用对年气温序列的连续性有一定影响,总体差异不显著。在某些省,其影响可能比较大,对未来分析气温和气候变化有影响。当这些资料合并使用时,序列需要做均一性检验与订正,这个问题值得引起高度注意。

4 初步结论

1) 自动观测与人工观测各气象要素均存在一定的差异,但全国大部分地区气温、降水、气压、相对湿度、风向风速、地表温度的差异都在自动站差值允许范围之内。

2) 全国范围内,有 76.5% 的台站年平均气温差值在 $-0.1 \sim 0.1^\circ\text{C}$ 之间,即全国大部分台站自动

观测气温与人工观测气温的差异比较小,年平均最高、年平均最低气温差值略大于年平均气温,并且自动站观测最高、最低气温比人工观测偏高。全国有个别台站气温自动观测存在比较大的系统偏差,在使用气温自动观测数据时应应对仪器系统偏差进行订正。

3) 各要素自动观测与人工观测的差异在全国的分布特点各不相同,同一要素在不同的气候背景条件下差异大小不同。在干旱地区或降水少的季节,自动观测与人工观测降水量差异较大;气压对比差值超过 0.2 hPa,达到 0.2 ~ 0.6 hPa 之间的区域主要分布在海拔高度偏高的西部地区;在我国长江以南相对湿润的地区、青藏高原、东北地区北部和高山站,自动观测与人工观测相对湿度差异较大;北方积雪期间自动观测地表温度与人工观测数据差异明显。

4) 自动站正式投入业务运行后,由于台站、省级和国家级都进行了严格的质量控制,使降水数据质量比平行观测期间有很大提高,年降水量的百分误差在 5% 以内的台站占总站数的 80%,近 4% 的站年降水量的百分误差在 10% 以上。

5) 使用自动站后,对年平均气温连续性有一定影响。因此,如果要将人工观测数据与自动观测数据连续使用,还要检验自动观测与人工观测序列是否有显著性差异,如果有显著性差异则要进行均一性订正。

自动观测与人工观测之间的差异是不可避免的,历史上任何观测仪器的变化都会产生数据差异,尤其是人工观测向自动观测转变,两种观测仪器的测量原理差别很大,这种差异很难说主要是人工观测仪器造成的,还是自动观测仪器造成的,它只是一种相对比较的结果。

在自动气象站正式投入业务运行后,台站、省级和国家级都对自动观测资料进行了严格的质量控制,使得正式运行后的自动观测数据质量比平行观测期间有了很大的提高,自动观测中产生的奇异值,在质量控制后均已消除。如气温,对于由于奇异值造成自动观测与人工观测差值偏大的台站,在经过质量控制后,差值明显减小,而对于自动观测有系统偏差的台站,差值仍然存在,所以,质量控制和评估对于保证自动观测资料的质量起到了重要的作用。

由于我国自动站观测资料序列比较短,全国大范围的由自动观测替代人工观测还刚刚开始,本文

仅是对这方面的初步分析,随着观测序列的延长和自动站数目的增多,还需要进行更加深入的分析,探讨自动观测与人工观测产生差异的原因,研究订正方法。如自动观测小时值、日平均值方面与人工观测的差异及其日变化、季节变化和区域差异,自动观测对极值的影响等。同时,引起差异的原因也是多方面的,如仪器变化、仪器漂移、百叶箱变化对气温和湿度的影响,需要仔细分析各种要素差值的原因。

参考文献

- [1] Jutta H, Cerhard M W. Homogenization of Various Climatological Parameters in the German Weather Service // Proceedings of the First Seminar for Homogenization of Surface Climatological Data, Budapest, Hungary, 1996: 101-111.
- [2] Wendland W M, Armstrong W. Comparison of maximum-minimum resistance and liquid-in-glass thermometer records. *J Atmos Ocean Tech*, 1993(10): 233-237.
- [3] Quayle G, Easterling D R, Karl T R, et al. Effects of recent thermometer changes in the cooperative station network. *Bull Amer Meteor Soc*, 1991, 72: 1718-1723.
- [4] Guttman R N B, Baker C B. Exploratory analysis of the difference between temperature observations recorded by ASOS and conventional methods. *Bull Amer Meteor Soc*, 1996, 77: 2865-2873.
- [5] 胡玉峰. 自动与人工观测数据的差异. *应用气象学报*, 2004, 15(6): 719-726.
- [6] 王颖, 刘小宁. 自动站与人工观测气温的对比分析. *应用气象学报*, 2002, 13(6): 741-748.
- [7] 连志鸾. 自动站与人工站观测记录的差异分析. *气象*, 2005, 31(3): 48-52.
- [8] 顾品强, 王美华. II型自动站与常规站温湿度观测记录的比较. *气象*, 2003, 29(1): 35-38.
- [9] 任芝花, 涂满红, 陈永清, 等. 玻璃钢百叶箱与木制百叶箱内温湿度测量的对比分析. *气象*, 2006, 32(5): 35-40.
- [10] 尹宪志, 郭爱民, 卢会云. CAWS型自动站与人工观测风速记录的对比分析. *干旱气象*, 2006, 24(1): 57-59.
- [11] 王立, 冯海霞, 胡宪林, 等. 自动气象站与人工观测数据差异的原因分析. *成都信息工程学院学报*, 2006, 21(4): 567-570.
- [12] 王新华, 罗四维, 刘小宁, 等. 国家级地面自动站A文件质量控制方法及软件开发. *气象*, 2006, 32(3): 107-112.
- [13] 吴乃军, 胡玉峰, 李佳. 新一代中尺度自动气象站网络监测系统. *气象科技*, 2005, 33(5): 460-468.
- [14] 刘小宁, 任芝花. 地面气象资料质量控制方法研究概述. *气象科技*, 2006, 33(3): 199-203.
- [15] 罗树如, 胡玉峰, 刘钧, 王柏林. 自动气象站综合探测网的构建. *气象科技*, 2006, 34(2): 184-187.
- [16] 龙先菊, 马芳. 自动与人工观测数据的差异分析. *河南气象*, 2006, (2): 89-90.
- [17] 吴凌志, 李芸, 宋莹华. 自动气象站观测数据与人工观测数据的比较分析. *山东气象*, 2004, 24(4): 31-32.
- [18] 刘多娇, 王秀娟, 庞松江. 绥化市自动观测与人工观测数据的差异分析. *黑龙江气象*, 2006, (2): 27-29.
- [19] 熊安元, 朱燕君, 任芝花, 等. 观测仪器和百叶箱的变化对地面气温观测值的影响及其原因分析. *气象学报*, 2006, 64(3): 377-384.
- [20] 中国气象局. 地面气象观测规范. 北京: 气象出版社, 2003.
- [21] 胡玉峰. 自动气象站原理与测量方法. 北京: 气象出版社, 2004.

Differences Between Automatic and Manual Observation

Wang Ying Liu Xiaoning Ju Xiaohui

(*National Meteorological Information Center, Beijing 100081*)

Abstract

Manual observation is being replaced by automatic observation in China gradually. Till 2006, there are altogether 1904 automatic weather stations (AWS) in the country. Great changes have taken place in the observational rules and methods of AWS comparing with manual observations. Inhomogeneity of observational time series may be caused by many reasons and the change of observational instrument is an important one. The records of AWS and manual parallel observation in a certain period of time may be used in analyzing the observational differences between AWS and manual.

Based on the data of automatic and manual parallel observations in 700 stations during 2001—2005, the differences of temperature, precipitation, pressure, relative humidity, wind speed, wind direction and ground surface temperature are calculated and the characteristic differences between automatic and manual observation in different areas are analyzed. Results show that certain differences exist in all the meteorological elements between automatic and manual observation, but in most areas the differences in temperature, precipitation, pressure, relative humidity, wind velocity and direction and ground surface temperature fall in the accepted error rang of AWS. In most stations in China the difference is of ± 0.1 °C in the annual mean temperature. To be exact, the difference of annual mean maximum and minimum temperature is a little larger than annual mean temperature. More significant system error appears in the automatic observation of a few stations, and when the automatic observational data of temperature are used the instrument systematic error should be corrected. The difference of all elements between automatic and manual observation has different distribution features in China, and the same element may vary greatly in different climatic situations. In dry areas or in the seasons with little precipitation, there is a great differences between auto and manual precipitation observation. The areas with difference of 0.2—0.6 hPa in pressure are mainly distributed in the western areas with high sea level elevation. In the wet areas in the south of the Yangtze River, Tibetan Plateau, northeastern area and mountain stations of the northeast, big difference appears in the auto and manual observation of relative humidity. In the north during snowing period there is a significant difference between auto and manual observation of ground surface temperature. The use of automatic stations exerts certain influence on the continuity of annual mean temperature, so it is necessary to test whether the significant difference exists in the auto and manual observation time series if manual and auto observation data are used. Homogeneity correction is needed if the significant difference appears.

The difference between auto and manual observation is unavoidable. Any instrument change in history will bring the data difference, especially the change from manual observation to automatic observation with quite different observational instrument and method. The time series of automatic observation are short in China and the replacement by automatic observation just starts, so with longer observational time series and more automatic stations further analysis is needed to know the causes for the difference between automatic and manual observation as well as correcting methods.

Key words: automatic observation; manual observation; difference