

张红娟, 任芝花, 陈高峰, 等. 自动与人工观测的气压差异分析. 气象科学, 2010, 30(3): 402-406. Zhang Hongjuan, Ren Zhihua, Chen Gaofeng et al. Difference between automatic and manual air pressure observations. Scientia Meteorologica Sinica, 2010, 30(3): 402-406.

## 自动与人工观测的气压差异分析

张红娟<sup>1</sup> 任芝花<sup>2</sup> 陈高峰<sup>1</sup> 曾英<sup>1</sup>

(1 陕西省气象信息中心, 西安 710014) (2 国家气象信息中心, 北京 100081)

**摘要** 利用陕西省 97 个气象站 2004—2007 年间自动与人工平行观测期间的资料, 分析了陕西和陕西不同地域人工与自动观测气压的差异并对气压月、年平均值进行了显著性检验。结果表明: 人工观测比自动观测日平均气压平均偏高 0.21 hPa, 标准差为 0.30 hPa, 气压差值有明显的地域特征; 气压对比差值的日、月变化规律明显; DYYZ 和 CAWS 系列测压仪的性能没有明显差异; 自动与人工观测时间不同步对定时值有一定影响, 但对气候分析没有影响; 校准值随时间漂移是气压传感器的主要误差源之一; 自动站所测气压可与人工站气压连续使用。

**关键词** 人工观测 自动观测 气压 对比分析

**分类号** P412.12 **文献标识码** B

## Difference between automatic and manual air pressure observations

Zhang Hongjuan<sup>1</sup> Ren Zhihua<sup>2</sup> Chen Gaofeng<sup>1</sup> Zeng Ying<sup>1</sup>

(1 Shaanxi Meteorological Information Center, Xi'an 710014, China)

(2 National Meteorological Information Center, Beijing 100081, China)

**Abstract** The comparative data of air pressure at manual and automatic observation at 97 weather stations in 2004, 2005, 2007 are used to analyze the difference between the two systems in Shaanxi and different areas of Shaanxi. The result indicates that daily average air pressure of manual observation is 0.21 hPa higher than the automatic one and the standard deviation is 0.30 hPa. There is obvious difference among different areas. However, there is no obvious difference between DYYZ and CAWS instrument. Daily and monthly variety regulation is obvious. The time difference between automatic recording and manual observation has certain influence on hourly data but has no influence on climate analysis. The calibration value drifting is the main error for pressure sensor. The pressure data recorded by automatic stations can be continuously used with manual one.

**Key words** Manual observation Automatic observation Air pressure Comparative analysis

## 引言

长期以来, 我国的地面气象观测资料基本上是通过人工器测采集。随着气象业务现代化的不断推进, 我国大气监测能力不断提升, 国家地面气象监测网站的主要观测项目陆续由人工观测转为自动观测。目前, 自动站观测资料已广泛应用于中小尺度

气象研究计划中<sup>[1-5]</sup>, 自动观测与人工观测仪器原理不同、观测时间不同、采样方式和算法不同、观测时次不同, 造成了自动与人工观测数据之间的差异<sup>[6]</sup>。近年来, 国内的有关专家和学者对气温、降水等数据的差异进行了分析<sup>[7-8]</sup>, 但对较大样本的气压差异分析比较少。

收稿日期: 2009-06-01; 修改稿日期: 2009-08-17

基金项目: 中国气象局气象新技术推广项目 (CMA-TG2008Z12)

第一作者简介: 张红娟 (1966-), 女, 陕西高陵, 学士, 高级工程师, 主要从事气候资料分析及相关科研工作

### 1 资料与研究方法

利用陕西省 97 个测站 2004—2007 年自动气象站观测数据作为正式记录后与人工观测站平行观测的 1 年数据进行对比分析。选取 2004—2007 年定边、绥德、洛川、汉中和 2004—2005 年西安 (2006 年后该站迁移至西安市泾河) 5 个基准站人工观测和自动观测的逐小时气压数据, 进行人工观测与自动观测的日变化分析。本文所指“差值”, 均为人工观测值减去自动观测值。

显著性检验以人工站 1971—2000 年的历史资料为标准气候值, 其平均值、标准差能代表观测序列总体, 以其为标准, 对自动站年、月平均数据进行统计检验, 看与历史序列有无显著性差异。采用 *t* 统计量进行检验<sup>[9]</sup>,

$$t = \frac{x_0 - \bar{x}_n}{S_n} \sqrt{\frac{n-1}{n-2}} \quad (1)$$

式中  $x_0$  为待检的月或年平均,  $\bar{x}_n$ 、 $S_n$  分别为人工站 1971—2000 年的历史资料的平均值、标准差,  $n$  为人工站样本长度。在显著水平为 0.05 的前提下, 查出对应临界值  $t_\alpha$ , 若  $|t| > t_\alpha$ , 则待检要素与历史资料有显著性差异。

### 2 自动与人工观测气压差异分析

#### 2.1 年平均气压对比差值

97 站的年平均气压差值为 0.21 hPa, 81 站年平均差值为正, 54% 的站差值在 ±0.2 hPa 之间; 年平均最高气压差值为 0.09 hPa, 年极端最高气压平均差值为 0.07 hPa, 年平均最低气压差值为 0.3 hPa, 年极端最低气压平均差值为 0.37 hPa。从以上数值可看出, 人工站所测气压高于自动站所测的气压。

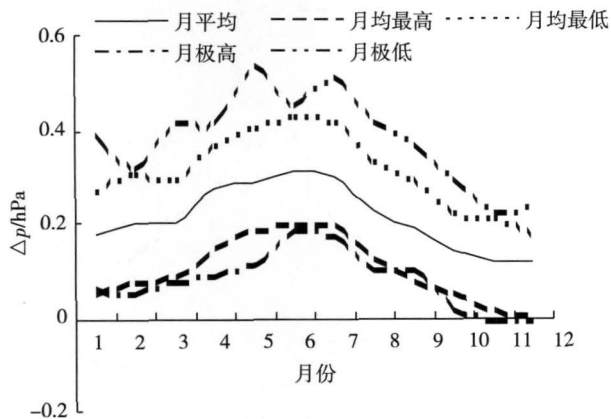


图 1 气压差值月际变化

Fig 1 Internonthly variation of differences of monthly mean pressure

#### 2.2 月平均气压对比差值

陕西省位于西北内陆, 气压年变化为大陆型, 一年中气压最高值出现在冬季, 最低值出现在夏季。从图 1 看出, 气压各差值变化呈现出明显的季节变化特征, 在月平均气压较低的 5、6、7 月份气压差值较大, 反之则差值较小; 除月极端最高气压 11、12 月和月平均最高气压 12 月差值为负外, 其余各项目各月份的差值均为正值, 说明人工站所测气压普遍高于自动站所测气压; 月极端最低气压差值最大, 月平均最低气压差值为次大值; 月平均最高气压和月极端最高气压差值大部分月份为正值, 有个别月份为负值但绝对值不大。

#### 2.3 日平均气压对比差值

对 97 个测站日平均气压进行对比, 人工观测比自动观测日平均气压平均偏高 0.21 hPa, 标准差为 0.30 hPa。图 2 为人工与自动观测日平均气压差值频率分布图, 从图中可以看出, 分布图的中心偏右, 人工观测大于等于自动观测日平均气压的占 79%, 远远高于人工小于自动观测日平均气压的比率。

气压日变化呈现出明显的两峰两谷形态 (见图 3), 最高值出现在 11 时, 次高值出现在 24 时, 最低值出现在 15、16 时, 次低值出现在 6 时; 气压差值日变化也呈现出明显的两峰两谷形态, 差值最大 0.47 hPa 出现在 14、15 时, 比气压日变化最小值出现时间提前 1 小时, 次大值出现在 4 时 0.36 hPa, 比气压日变化次小值出现时间提前 2 h, 差值最小和次小出现在 21 时和 8、9 时, 分别为 0.23 hPa 和 0.24 hPa, 比气压日变化次高值和最高值出现时间分别提前 3 h, 2~3 h。气压差值日变化规律符合前面分析结论, 即气压较低时差值较大, 气压较高时差

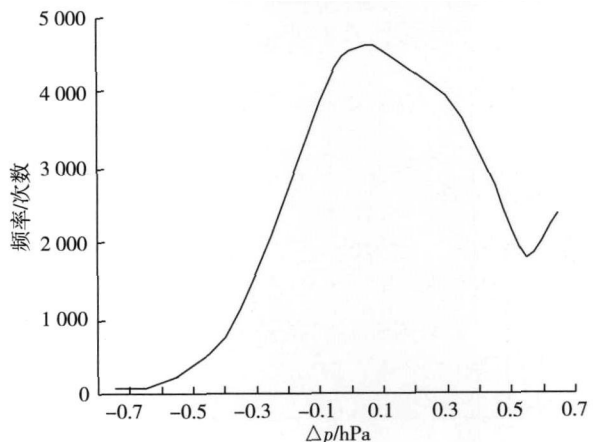


图 2 陕西省人工与自动观测日平均气压差值频率分布图

Fig 2 The frequency distribution of differences in mean daily pressure by automatic recording and manual measurement

值较小。

### 2.4 不同地域自动与人工观测气压差异分析

陕西省南北跨度较大,从气象台站所处位置来看,纬度范围 31.54~39.02°N,各地地形地貌、气候不尽相同。本文将陕西省划分为三个区域:陕北 28 站(包括榆林、延安、铜川三个地区)、关中 41 站(西安、渭南、咸阳、宝鸡四个地区)、陕南 28 站(汉中、安康、商洛三个地区),分析人工站与自动站气压差值在不同地域的分布情况。陕北位于黄土高原,28 个站平均海拔高度 1 015.2 m,关中盆地 41 个站平均海拔高度 672.6 m,陕南丘陵地带平均海拔高度 612.5 m。

陕北气压年平均差值 0.29 hPa,差值范围 -0.27~0.76 hPa,10 站差值在 ±0.2 hPa,关中西压年平均差值 0.17 hPa,差值范围 -0.19~0.51 hPa,26 站差值在 ±0.2 hPa,陕南气压年平均差值 0.17 hPa,差值范围 -0.28~0.63 hPa,16 站差值在 ±0.2 hPa。表 1 列举了年平均各项气压差值在三个地域的分布状况。从以上数据看出,陕北各项差值均为最大值。

表 1 年平均各项气压差值在三个地域的分布状况(单位: hPa)

Table 1 Differences of annual mean pressure in different areas

地域名	平均最高气压	平均最低气压	年平均气压	平均极端最高气压	平均极端最低气压
陕北	0.18	0.35	0.29	0.16	0.45
关中	0.06	0.25	0.17	0.03	0.32
陕南	0.04	0.30	0.17	0.02	0.35

陕北、关中、陕南气压差值 1—12 月均为正值(图 4),三个地域的月际变化趋势基本一致,差值最

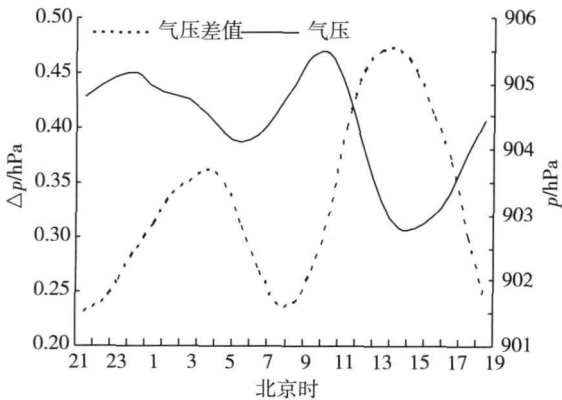


图 3 气压差值日变化与气压日变化

Fig 3 Differences and pressure daily variation

大值都出现在 6 月份,分别为 0.40、0.26、0.27 hPa,差值最小都出现在 12 月,分别为 0.17、0.11、0.05 hPa。陕北气压差值明显高于关中和陕南,关中、陕南各月差值基本相同。

### 3 DYYZ 与 CAWS 系列测压仪器比较

陕西省各气象台站安装的自动站仪器型号有 DYYZ 和 CAWS 两个系列,所使用的气压感应器均为芬兰 VISA LA 公司的产品, DYYZ 系列气压传感器和人工站一样,安装在室内,与人工站的观测环境完全相同,而 CAWS 系列气压传感器安装在观测场,与大气场的自然状态相吻合,但与人工站测压环境不同,为此对这两个系列的测压仪器分别分析,看观测环境对气压的测量有无影响。

整体状况,全省 56 个 DYYZ 站,41 个 CAWS 站,年平均差值均为 0.21 hPa,月平均差值的分布状况见图 5,各月变化趋势基本一致,1、2、3、10 月的差值完全相同,4—7 月、11—12 月 CAWS 站差值大于 DYYZ 站,8—9 月 DYYZ 站差值大于 CAWS 站。总的来看, DYYZ 和 CAWS 系列测压仪的性能没有明显差异。

### 4 人工站与自动站观测时间差异对气压差值的影响

按照《地面气象观测规范》观测流程,人工站气压观测时间大约在正点前 5 min,利用自动站分钟文件资料每时次 55 分的气压值与人工站观测值进行对比,差值为人工减去自动值,称为同步观测差值;人工站气压减去自动站正点观测值的差值为不同步观测值。将同步和不同步差值比较就可以分析出现

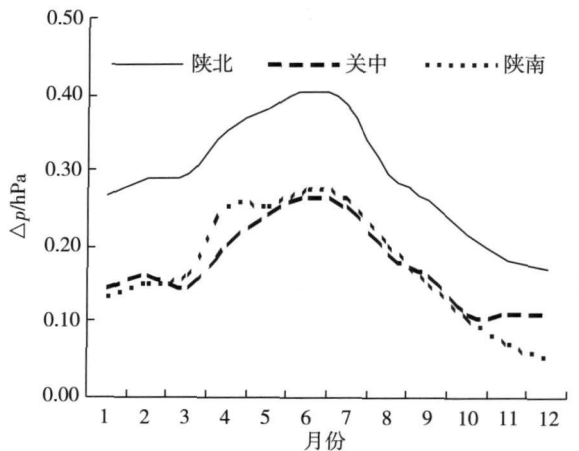


图 4 陕北、关中、陕南人工与自动站气压差值月际变化

Fig 4 Intermonthly variation of differences of monthly mean pressure in different areas

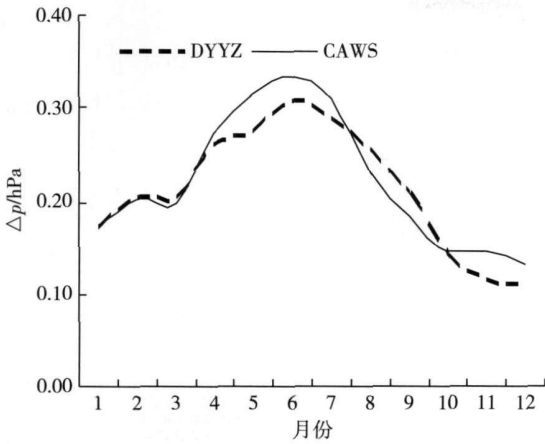


图 5 CAWS 与 DYYZ 测压仪与人工站气压差值月际分布  
Fig. 5 Inter monthly variation of differences of monthly mean pressure of instrument DYYZ and CAWS

测时间差异对气压差值的影响程度。所用资料为定边站 2006 年全年的平行对比资料, 自动站资料包含分钟资料 J 文件。

选取定边站 2006 年 1、7 月的人工与自动站的逐时气压数据进行对比, 从图 6 可以看出, 同步观测差值与不同步观测差值对时值有影响, 二者之间绝对偏差最大为 0.67 hPa, 两条曲线变化趋势基本一致。

同样选取定边站 1、7 月的人工与自动站的逐日气压数据进行对比, 发现观测时间差异对日值基本没有影响, 就是在天气变化剧烈的个别日期二者之间的绝对差值也只有 0.07 hPa。在做气候分析时关注的是月、年平均值的变化情况, 用定边站全年资料作月、年值对比, 同步与不同步观测气压对月、年值没有影响, 二者之间月、年的绝对差值最大仅为 0.01 hPa。

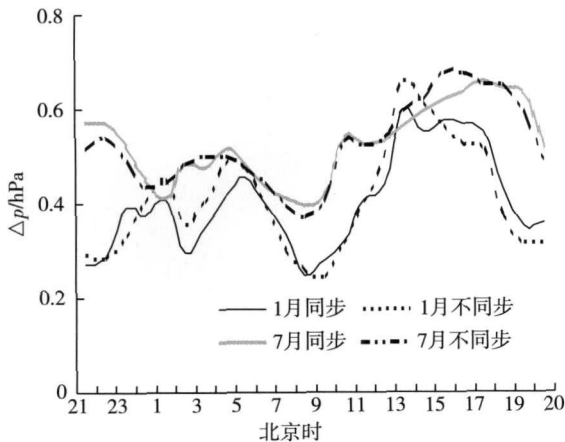


图 6 定边站 2006 年 1 月和 7 月气压同步与不同步时对比差值  
Fig. 6 Differences of hourly pressure recorded simultaneously and unsimultaneously

### 5 校准值漂移

校准值漂移是气压传感器的主要误差源之一。新仪器漂移较大, 随着时间的推移, 漂移逐渐减小。有时校准值会发生步进式的跃变。为了保持气压表合适的性能, 必须经常的、短时间间隔的检查电子气压传感器的修正值, 以便及时发现和更换有缺陷的传感器<sup>[10]</sup>。

陕西省 5 个基准站 2003 年自动站开始试运行, 2004 年以自动站资料为主。从表 2 可看出, 除汉中站 2004—2007 年年际变化相对平稳外, 其余 4 站年平均差值波动较大, 定边站气压年平均差值逐年减小, 从 2004 年的 0.68 hPa 降到 2007 年的 -0.02 hPa。2006 年 10、11 月月平均气压差值分别跃变为 0.23 hPa、-0.03 hPa。西安站 2005 年差值大于 2004 年差值, 其余 4 站差值呈波动状起伏。这 5 个基准站气压传感器 4 年中从未更换过, 气压差值的波动就是气压校准值随时间的漂移, 从图 7 可看出, 漂移值随时间的变化没有规律可循, 气压差值不稳定对气压订正造成一定困难。为保证观测质量和精度要求, 观测人员应对自动站仪器认真维护并密

表 2 定边等 5 基准站年平均气压差值 (单位: hPa)

Table 2 Differences of annual mean pressure (unit: hPa) of 5 base stations

	定边	绥德	洛川	西安	汉中
2004 年	0.68	0.66	0.40	0.48	0.19
2005 年	0.48	0.46	0.21	0.62	0.12
2006 年	0.37	0.56	0.12		0.17
2007 年	-0.02	0.20	0.17		0.10

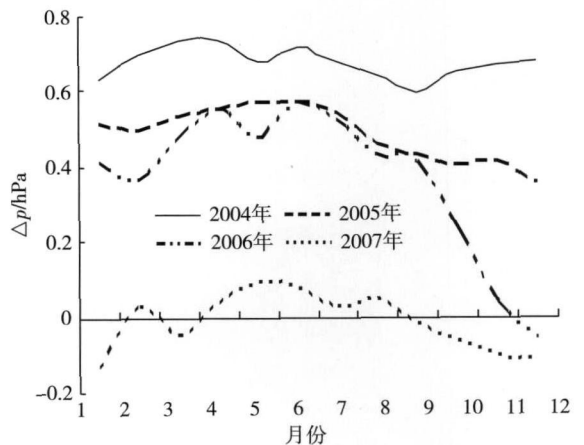


图 7 定边站 2004—2007 年气压差值月际变化  
Fig. 7 Inter monthly variation of differences of monthly mean pressure at station Dingbian during 2004—2007

切注意所采集数据的变化,当差值平均值的绝对值  $> 0.5 \text{ hPa}$ 时<sup>[11]</sup>,应另换经法定计量单位检定合格的气压传感器。

## 6 显著性检验

自动站气压年平均值与人工站历史长序列年平均值相比有 5.2% 的站有显著性差异。具体站点:榨水、南郑、眉县、兴平和商南站;气压 97 个自动站 1 164 个月中有 12 个月与人工站历史长序列月平均值相比有显著性差异,占比为 1%。在有显著性差异的月份中,83% 出现在 5—6 月份,这种现象与本文分析结果气压差值在 5—6 月份差值大相呼应。

## 7 小结

(1) 人工观测比自动观测日平均气压平均偏高  $0.21 \text{ hPa}$  标准差为  $0.30 \text{ hPa}$

(2) 气压差值变化呈现出明显的季节变化特征,在月平均气压较低的 5 6 7 月份气压差值较大且均为正值;气压差值日变化呈现出明显的两峰两谷形态,差值最大  $0.47 \text{ hPa}$  出现在 14、15 时,次大值  $0.36 \text{ hPa}$  出现在 4 时,差值最小  $0.23 \text{ hPa}$  和次小  $0.24 \text{ hPa}$  出现在 21 时和 8、9 时。

(3) 人工站与自动站气压差异有明显的地域特征,在海拔较高的陕北地区年平均气压差值为  $0.29 \text{ hPa}$  关中和陕南地区年平均气压差值均为  $0.17 \text{ hPa}$  CAWS、DYYS 两个系列测压仪测压结果基本一致。

(4) 观测时间不一致对气压定时值有影响,但对日、月、年平均值基本无影响,因此对气候分析无

影响。

(5) 气压传感器的性能是自动站与人工站气压差异的主要原因。校准值随时间漂移是气压传感器的主要误差源之一,对气压订正造成一定困难。

(6) 显著性检验结果表明,自动站气压可与人工站气压连续使用。

## 参 考 文 献

- [1] 李欣,龚佃利,盛日锋. 自动气象站观测资料的中尺度分析及业务应用. 气象科学, 2009, 29(1): 121-125
- [2] 孙田文,吴君,朱时良. 鲁东南地区“2004.07”大暴雨中尺度分析与数值模拟. 气象科学, 2007, 27(增刊): 77-84
- [3] 李春虎,赵宇,龚佃利,等. “04.8”山东远距离台风暴雨成因的数值模拟. 南京气象学院学报, 2007, 30(4): 503-511
- [4] 刘宁微. “2003.3”辽宁暴雪及其中尺度系统发展和演变. 南京气象学院学报, 2006, 29(1): 129-135.
- [5] 钟敏,吕达仁,杜秉玉. 9914号台风降水云系雨强的三维结构初探. 南京气象学院学报, 2006, 29(1): 41-47.
- [6] 于清平,黄文杰,李崇志,等. 南京自动气象站与人工观测风速差异分析. 气象科学, 2008, 28(5): 577-580
- [7] 任芝花. 自动与人工观测降雨量的差异及相关性. 应用气象学报, 2007, 18(3): 358-363.
- [8] 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
- [9] 黄嘉佑. 气象统计分析与预报方法. 北京: 气象出版社, 2004 19.
- [10] 胡玉峰. 自动气象站原理与测量方法. 北京: 气象出版社, 2004 16
- [11] 中国气象局. 地面有线综合遥测气象仪(II型)观测规范(修订本). 北京: 气象出版社, 1999: 41.