

文章编号：1006-4354 (2007) 06-0048-04

# 自动站与人工站常规气象要素的对比分析

曾 英

(陕西省气象信息中心，西安 710014)

**摘要：**对比分析陕西省6个基准站2003—2005年自动站和人工观测的气压、气温和相对湿度，并对自动站观测的资料进行显著性检验。结果表明：自动站的气压和相对湿度观测值普遍低于人工观测值，偏差大都超出允许范围；气温月际变化不一，偏差基本在允许范围内，多数自动站观测值高于人工观测值，且夏季比冬季明显；自动站观测的气压、气温、相对湿度的月平均值与历史序列中的气压、气温、相对湿度无显著性差异。

**关键词：**自动气象站；人工气象站；气象要素；对比分析

中图分类号：P416.2

文献标识码：B

从2000年起，我国大气探测自动化系统建设开始实施，地面资料的采集也由人工器测采集（简称人工站）转为自动气象站（简称自动站）观测。自动观测与人工观测仪器的工作原理不同，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>[1]</sup>。在实际工作中，通常认为人工观测是准确的，自动站与人工站观测的差异，作为自动站的观测误差，分析其误差的大小是否满足气象业务的要求。本文选取2003年1月—2005年12月分别代表陕北风沙滩地、黄土高原、关中平原、汉江河谷不同的地域和温带、暖温带、亚热带等气候背景下的定边、绥德、洛川、西安、汉中、安康自动站和人工站观测资料，分析自动站的误差分布特征。

## 1 分析方法

### 1.1 对比差值

对比差值月平均值的计算方法：设 $U_i$ 为第*i*次人工观测值， $A_i$ 为第*i*次自动站观测值，则第*i*次的对比差值为： $X_i=U_i-A_i$  设两种观测仪器数据的观测次数均为*n*，则对比差值的月平均值为：

$$X=\frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (U_i - A_i)$$

根据观测规范要求，观测误差对比差值取值气压±0.2 hPa、气温±0.2 °C、相对湿度±2%时为仪器符合使用要求。

### 1.2 显著性差异检验

假定1971—2000年气候累年值为能反映该站气候特征的基本数据，其平均值、标准差能代表观测序列总体，以其为标准对该月数据进行统计，检验与历史序列有无显著性差异。

计算该要素历史平均值 $\bar{x}$ 及标准差 $\sigma$ ，

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}.$$

若该要素本月平均值大于 $\bar{x}+2\sigma$ 或小于 $\bar{x}-2\sigma$ ，则该要素有95%可能是与历史序列有显著性差异。

## 2 结果分析

### 2.1 对比差值

2.1.1 气压对比差值 从气压对比差值年变化图(图1、图2)可看出，3 a来，6站气压对比差值在0.0~0.9 hPa之间，自动站气压低于人工站，西安、定边、绥德、洛川四站气压对比差值超出允许范围，汉中、安康基本在允许范围内。

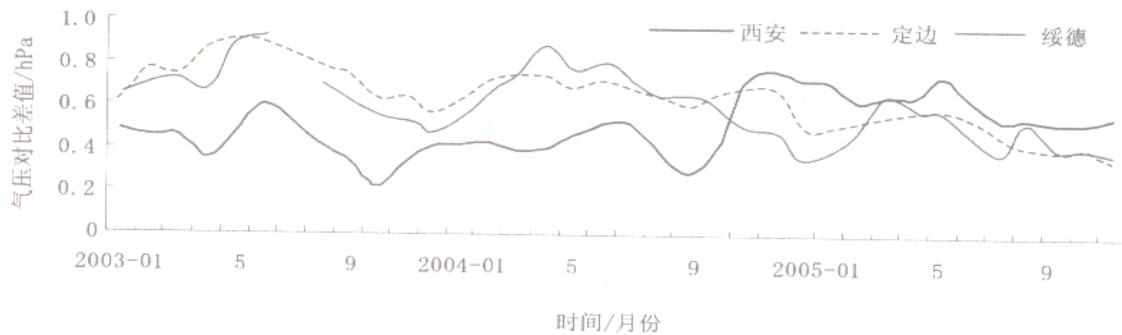


图1 西安、定边、绥德2003年1月—2005年12月人工与自动气压对比差值年变化

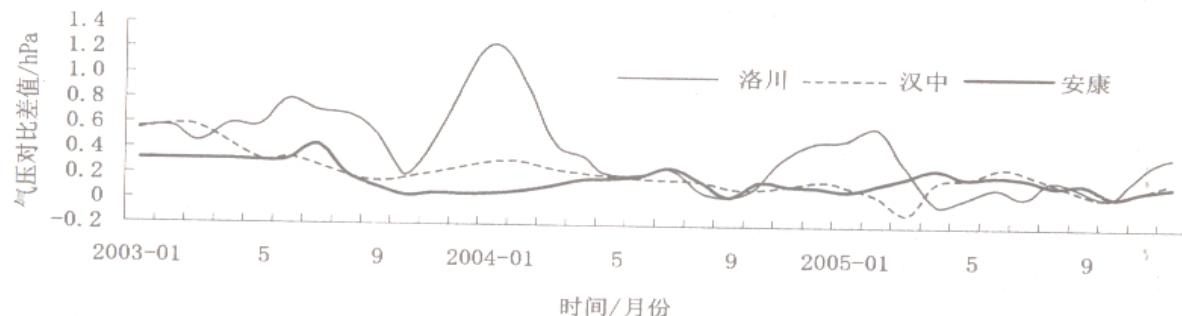


图2 洛川、汉中、安康2003年1月—2005年12月人工与自动气压对比差值年变化

西安、定边、绥德站3 a来气压对比差值0.2~0.9 hPa，超出偏差允许范围。洛川站有12个月在0~0.2 hPa，其余24个月均超出偏差允许范围。汉中、安康2003年8月—2005年12月大都保持在0~0.2 hPa，基本在偏差允许范围内。各站对比差值每年的变化并不一致，即季节性变化不明显。其中洛川站气压对比差值年变化起伏较大，观测数据稳定性较差。

2.1.2 气温对比差值 图3、图4反映了陕西不同气候背景、不同地域下使用自动站仪器的气温对比差值的年变化。可看出，3 a来，定边、洛川、西安、汉中4站气温对比差值为0~-0.3 °C，自动站气温略高于人工站；绥德大部分时段、安康对比差值为0~0.84 °C，自动站气温低于人工站。定边、洛川、西安、汉中、绥德对比差值基本在允许范围内，安康对比差值超出允许范围。

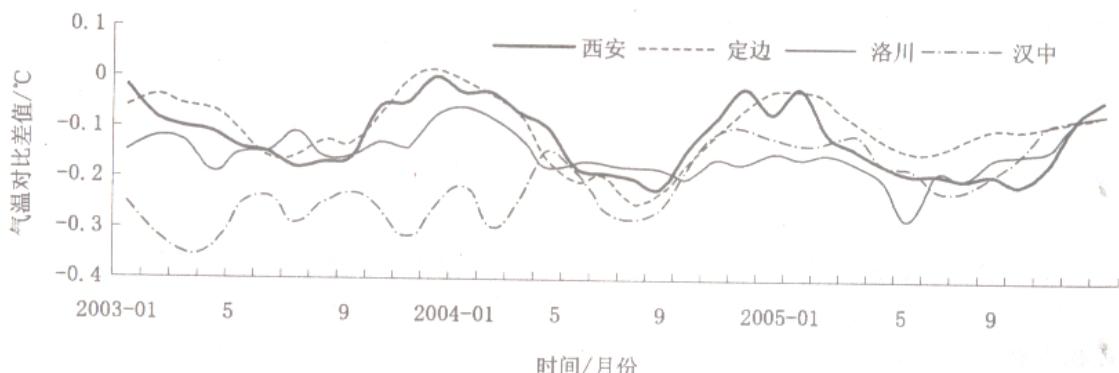


图3 定边、洛川、西安、汉中2003年1月—2005年12月人工与自动气温对比差值年变化

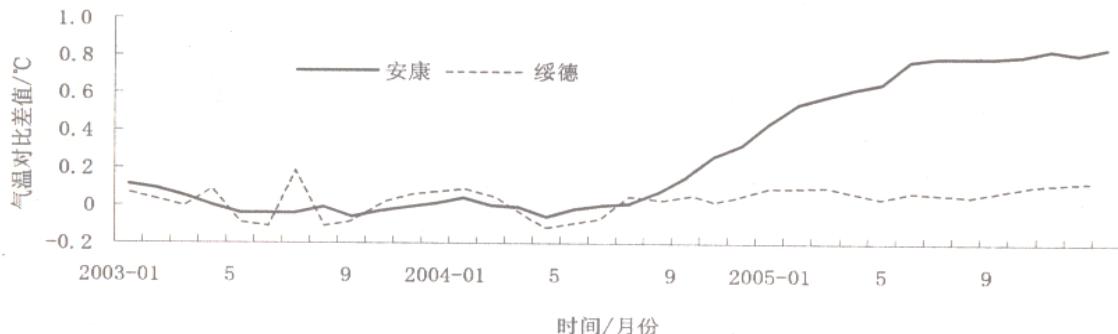


图 4 绥德、安康 2003 年 1 月—2005 年 12 月人工与自动气温对比差值年变化

定边、洛川、西安、汉中 4 站 3 a 内气温对比差值  $0 \sim -0.3^{\circ}\text{C}$ , 大都在偏差允许范围内, 差值年变化基本保持一致, 即每年的 4—10 月差值较大, 其余月份差值较小。显然, 气温差值随季节的变化规律与熊安元<sup>[2]</sup>的研究结果基本一致, 即太阳辐射对由于仪器变化导致的观测差值的影响最明显。绥德站 3 a 来对比差值基本在允许偏差  $0 \sim 0.2^{\circ}\text{C}$  的范围内, 其误差的季节性变化不明显。

安康站 2003 年 1 月—2004 年 9 月对比差值  $\pm 0.2^{\circ}\text{C}$ , 在偏差允许范围内; 2004 年 10 月—2005 年 12 月对比差值超出  $0.2^{\circ}\text{C}$ , 最大值达  $0.84^{\circ}\text{C}$ , 远远超出偏差允许范围, 其原因可能与该站 2004-05-23 更换温湿传感器有关。2004 年 6—9 月即仪器更换后的前 4 个月对比差值为  $0 \sim 0.15^{\circ}\text{C}$ , 在允许范围内, 仪器性能良好, 此后, 气

温对比差值发生较大变化, 2004 年 10 月达  $0.26^{\circ}\text{C}$ , 逐月递增, 到 2005 年 12 月增至  $0.84^{\circ}\text{C}$ , 远远超出偏差允许的范围。定边、绥德、洛川、西安、汉中 5 站 3 a 来气温对比差值起伏小, 观测数据稳定, 温度传感器性能较好。安康站气温对比差值起伏大, 表明该站 2004-05-23 更换的温度传感器性能较差, 仪器出现漂移现象。

### 2.1.3 相对湿度对比差值

从图 5、图 6 可看出, 2003 年 1 月—2004 年 5 月相对湿度对比差值定边、绥德、洛川部分月份为负, 其余均为正, 即 3 a 来, 自动站相对湿度基本低于人工站。经统计, 相对湿度偏差主要在  $2.08\% \sim 8.09\%$  之间, 超出允许范围的月份为 14~34 月, 表明大部分站相对湿度的偏差较明显, 湿度传感器的性能相对较差。

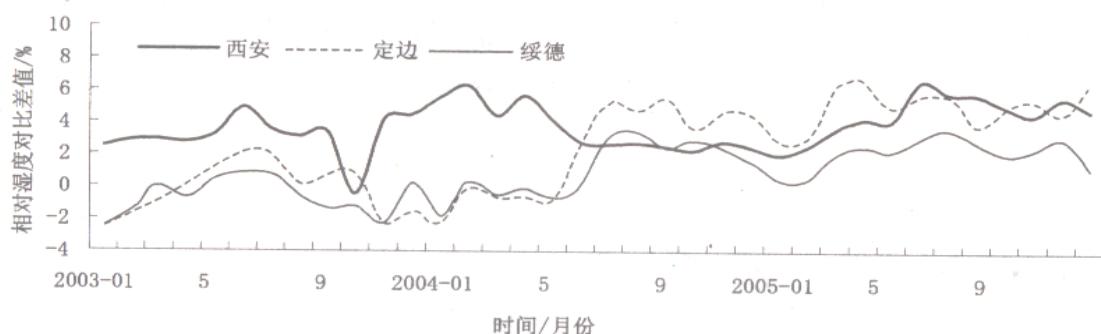


图 5 西安、定边、绥德 2003 年 1 月—2005 年 12 月人工与自动相对湿度对比差值年变化

## 2.2 显著性分析

显著性检验反映自动站资料与历史资料的差异。对西安站 2004—2005 年人工与自动站气压资

料进行显著性分析, 发现除 2005 年 5 月、6 月以外, 其它月份的自动站气压与历史资料之间没有显著性差异。2005 年 5 月、6 月虽然有显著性差

异，但人工观测气压与历史资料之间也出现显著性差异，说明自动站出现显著性差异不是仪器的问题，而是这几个月的气压的确发生了显著性变化，即西安2004—2005年自动站气压与历史资料

未出现显著性差异。对其余5站人工与自动站气压资料进行显著性分析，仅安康2005年6月自动站气压与该站的历史资料出现显著性差异。

同理，对6个基准站人工与自动站气温、相

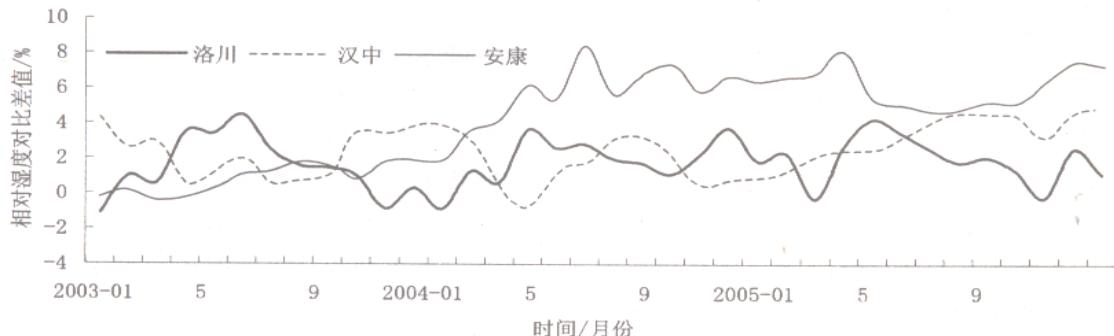


图6 洛川、汉中、安康2003年1月—2005年12月人工与自动相对湿度对比差值年变化

对湿度资料进行显著性分析，仅安康2005年8月、汉中2004年4月和2005年6月自动站气温与该站的历史资料出现显著性差异；西安2004年2月和5月及洛川2004年4月、定边2005年4月、绥德2005年4月、安康2004年7月、2005年4月和12月自动站相对湿度与历史资料有显著性差异。通过对陕西6个基准站连续2 a的并行观测资料分析，结果表明，各自动站观测的气压、气温与历史资料没有显著性差异，仅相对湿度略有差异。

### 3 结论

3.1 自动站的气压观测值普遍小于人工观测值。两种仪器之间存在系统偏差，偏差大都超出了允许范围。

3.2 气温对比差值正负不一，除安康站外，其余5站偏差均在允许范围内。两种仪器之间也存在系统性偏差，但偏差因站和季节变化而异，一般情况下自动站气温观测值高于人工观测值，且夏季比冬季明显。

3.3 自动站相对湿度观测值普遍小于人工观测值。两种仪器之间存在系统偏差，偏差大都超出允许范围。

3.4 没有一个站能满足气压、气温、相对湿度偏差同时均在允许范围内的条件。绥德站温度、湿度观测数据稳定，汉中气压、气温观测数据稳定，绥德、西安、定边站气温观测数据稳定，安康站气压观测数据稳定。

3.5 自动站观测的气压、气温、相对湿度的月平均值与历史序列中的气压、气温、相对湿度基本无显著性差异。

### 参考文献：

- [1] 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.
- [2] 熊安元. 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 [J]. 气象学报, 2006, 64 (3): 377-384.