

电接风向风速仪自记记录数字化处理精度分析

胡文超^{1,2}, 孔令旺^{1,2}, 祝小妮^{1,2}, 薛万孝^{1,2}

(1. 甘肃省气象信息与技术装备保障中心, 甘肃 兰州 730020; 2. 甘肃省气象局数据实验室, 甘肃 兰州 730020)

摘要:电接风向风速仪自记记录的数字化工作是实施珍贵气象资料拯救工程的一项重要内容。由甘肃省气象局和兰州大学联合承担的中国气象局新技术推广项目——“电接风向风速仪自记记录数字化处理系统开发”实现了对电接风向风速仪自记记录的计算机自动数字化处理。选取逐日电接风向风速仪自记记录,通过对人工挑取的定时和日最大风向、风速值与计算机自动数字化处理值进行比较,分析数字化处理系统的精度。分析结果表明,数字化处理系统对风向风速自记记录识别精度基本符合观测规范要求,同时对人工挑取值的时间订正方法做了一定的改进,系统也极大地提高了数字化的效率。

关键词:风向风速仪;记录;处理;精度

中图分类号:P413.2⁺¹

文献标识码:A

引言

电接风向风速仪自 20 世纪 60 年代初在全国布点以来,积累了近 40 a 的自记记录资料。在以往的大气科学研究和气象业务中,由于自记记录资料的存储介质主要是自记纸,受技术条件的制约,电接风向风速仪自记记录资料的应用以人工挑取的正点定时和日最大风向、风速记录为主。大量连续的历史资料沉淀在气象档案馆内,不能有效的开发利用。如果以人工方式提取、记录、整理信息,工作量非常巨大,不可能形成自动化的管理和应用。因此,必须利用现代信息技术,高效、系统地提取、存储电接风向风速仪自记记录,以便于广大科研、业务人员使用。

中国气象局《全国气象事业发展第十个五年计划》把实施珍贵气象资料拯救工程,作为发展与建设的重要内容之一。“十五”期间,中国气象局预测减灾司已安排了降水自记纸数字化处理建设项目,组织开展国家基本(准)站降水自记纸数字化处理工作^[1]。但对风向风速自记记录的数字化处理技术研究和系统开发还未见文献报道。2005 年初,以甘肃省气象信息网络中心为主,兰州大学信息科学与工程学院协助,联合承担了中国气象局新技术推广项目——“电接风向风速仪自记记录数字化处理

系统开发”。设计开发完成了一套具有自主知识产权的电接风向风速仪自记记录数字化处理系统。

本文简要介绍了电接风向风速仪自记记录数字化处理系统所采用的技术和实现的功能,重点通过对人工挑取的定时和日最大风向、风速值与计算机自动数字化处理值进行比较,分析数字化处理系统的精度,从而验证系统数字化处理的精确度、准确性和可靠性等各项指标能否满足业务要求。

1 数字化处理系统简介

电接风向风速仪自记记录数字化处理系统是将风向风速自记纸通过扫描仪输入到计算机,然后利用图像处理 and 识别技术对输入的自记纸图像中风向、风速自记曲线进行跟踪和识别,并且提取出曲线所表征的数据,最后将提取到的风向风速数据保存到数据库服务器中(图 1)^[2]。

风向风速自记纸图像的扫描输入、自记曲线与背景的剥离、自记曲线的跟踪和数据的提取是数字化处理系统的技术关键。本系统通过调用 TWAIN 扫描仪驱动程序接口规范设计了专用的自记纸扫描系统;自记曲线与背景的剥离采用了在颜色空间下的目标图像分离技术;自记曲线的跟踪和识别,本系统提出了一种基于灰度投影的分段线性插值算法^[3]。

收稿日期:2009-05-12;改回日期:2009-06-04

作者简介:胡文超(1968-),男,主要从事天气预报、气象信息技术开发、气象信息网络系统规划、设计与管理工作。

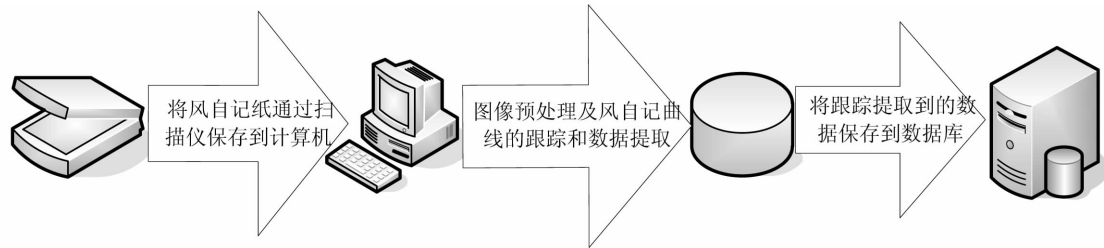


图1 电接风向风速仪自记记录数字化处理系统总体结构及流程

Fig.1 The working flow of the system

2 数字化处理精度要求

根据《地面气象观测规范》(2003年版)^[4],对电接风向风速仪自记记录数字化处理提出以下精度要求。

2.1 风向

电接风向风速仪自记纸的风向测量以角度($^{\circ}$)为单位,将风向分为16个方位,最小刻度范围为 22.5° ,风向按照方位记录,静风时,风向记为C。因此,人工挑取的方位值与计算机自动数字化处理方位值比较,为检验计算机自动数字化处理正确与否的标准。当方位一致,表示满足精度要求;当相差1个方位($\geq 22.5^{\circ}$, $< 45.0^{\circ}$),表示基本满足精度要求;当相差2个方位以上($\geq 45.0^{\circ}$),表示不满足精度要求。

2.2 风速

电接风向风速仪自记纸的风速测量以 m/s 为单位,最小刻度范围为 $1 m/s$;静风时,风速记为 $0.0 m/s$ 。在自记纸整理时,要求保留1位小数。根据测量原理,风速自记部分是按空气行程 $200 m$ 电接1次,风速自记笔相应跳动1次来记录的。如 $10 min$ 内跳动1次,风速便是 $0.3 m/s$ (即 $200 m/600 s$);如 $10 min$ 内笔尖跳动2次,风速便是 $0.7 m/s$ (即 $400 m/600 s$)。因此,风速的小数位只能是0.3、0.7。但是,由于自记纸上迹线的粗细有差异,不同自记纸整编人员的视力亦有个体差异,在人工挑取风速值,特别是较大风速值时,很难断定人工挑取风速的小数位是否正确。因此,人工挑取的风速值与计算机自动数字化处理风速值比较,以差值 $< \pm 1.0 m/s$ 为检验计算机自动数字化处理正确与否的标准。

3 资料样本及处理分析方法

3.1 资料样本

由于在不同的风速值下,风自记曲线特征差异

很大,数字化处理系统对风自记曲线跟踪的准确率和数据的精度也不同。为了获得有代表性的检验结果,自记纸应选取时间连续、风速尽可能包含从最小到最大的不同变化特征的资料样本。本文选取了甘肃省定西、华家岭、西峰3个站的不同时段的自记纸资料(表1),样本总数达13 104个。

表1 电接风向风速仪自记纸资料样本

Tab.1 The samples of contact anemometer self-recording records

| 站点 | 时段 | 样本最大风速/ $m \cdot s^{-1}$ | 样本数 |
|-----|----------|--------------------------|-------|
| 定西 | 1982年7月 | 5.3 | 4 320 |
| 华家岭 | 1995年10月 | 16.3 | 4 320 |
| 西峰 | 1998年12月 | 8.7 | 4 464 |

3.2 处理分析方法

数字化处理系统每 $10 min$ 提取1个风向、风速值,因此在分析之前,首先根据《地面气象观测规范》(2003年版)^[4],对电接风向风速仪自记纸进行了进一步的人工整理,逐日依次挑取每 $10 min$ 的定时风向、风速值,以便逐时次进行比较分析。

电接风向风速仪在实际测量风速、风向中,由于仪器故障或人为因素,会造成风向及风速迹线模糊、中断、污染的异常现象。为了提高数字化处理系统对自记纸处理的精度,系统在实现迹线自动跟踪功能的基础上,还设计了人工干预手动跟踪功能,以排除异常情况对处理精度的影响。因此,在比较、检验分析时,对自动跟踪质量和人工干预手动跟踪后的质量分别与人工挑取值进行对比分析,以此来检验数字化处理系统的精度和效率。

采用计算逐时次人工挑取的定时和日最大风向、风速值与数字化处理值之间的绝对差值,以及统计分析差值的概率分布的方法,检验数字化处理系统能否满足处理精度的要求。

4 分析结果

4.1 风向

数字化处理系统自动跟踪提取值与人工挑取值的差值在 $0^{\circ} \sim 90^{\circ}$ 范围内(表2);从差值的概率分布来看,满足数字化处理精度要求(方位一致)的占66.1%,基本满足(相差1个方位)的占26.2%,不满足(相差2个方位以上)的占7.7%。差值较大的主要集中在风速 $< 8 \text{ m/s}$ 范围内的数据(图2)。说明系统自动跟踪风向的精度基本满足要求。数字化系统经过手动跟踪后,满足数字化处理精度要求的提高到68.4%,基本满足的降低为25.0%。不满足的降低为6.6%。说明提取风向的精度有了进一步的改进。

表2 风向相符率统计

Tab.2 Consistent statistic in wind direction

| | 相符 | 方位差 | 方位差 | 方位差 | 总量 |
|---------|-------|-------|-----|-----|--------|
| | | 1个 | 2个 | >2个 | |
| 自动跟踪样本数 | 8 401 | 3 334 | 510 | 458 | 12 703 |
| 所占比率/% | 66.1 | 26.2 | 4.1 | 3.6 | 100 |
| 手动跟踪样本数 | 8 687 | 3 182 | 481 | 353 | 12 703 |
| 所占比率/% | 68.4 | 25.0 | 4.0 | 2.6 | 100 |

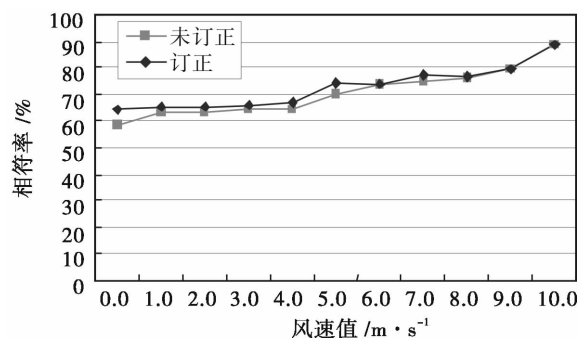


图2 风向相符率与风速的关系

Fig.1 The relationship between the consistent statistic in wind direction and the wind speed

4.2 风速

数字化处理系统自动跟踪提取值与人工挑取值的差值平均在 $0 \sim 4.5 \text{ m/s}$ 范围内(图3);从差值的概率分布来看(图4),基本呈正态分布,满足数字化处理精度要求($< \pm 1.0 \text{ m/s}$)的占97.0%,不满足($\geq \pm 1.0 \text{ m/s}$)的仅占3.0%,差值较大的主要是 $\geq 10 \text{ m/s}$ 的数据。说明系统自动跟踪风速的精度基本满足要求。数字化系统经过手动跟踪后(图4),满足数字化处理精度要求的提高到98.0%,不

满足的降低为2.0%。说明提取风向的精度有了进一步的改进。

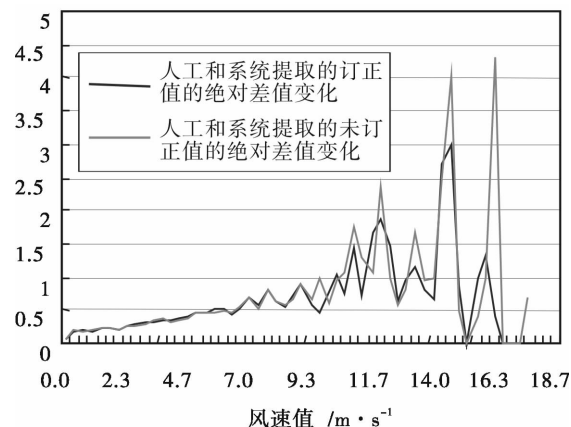


图3 在每个风速值下人工与系统提取的绝对差值变化

Fig.3 The change of absolute difference value between manual and system work in every wind speed

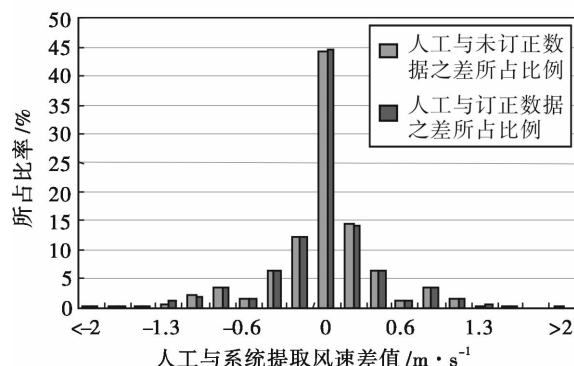


图4 人工与系统提取数据差值所占比例

Fig.4 The percentage of the wind speed difference obtained from manual and system work

此外,从统计不同风速(以人工挑取值为准)下绝对差值的平均值(图3)可以看出,人工挑取与数字化处理系统提取风速差异较大、不满足数字化精度要求的,主要集中在自记记录中风速 $\geq 10 \text{ m/s}$ 的数据;从统计日最大风速值对比分析(图5)也可以看出,系统对自记记录大风速的提取质量低于对小风速的提取质量。说明数字化处理系统对风速较大自记记录的提取质量有待进一步提高。

5 差异产生的原因

5.1 自记纸图面质量影响

在人工挑取和数字化处理系统提取自记纸记录时,均容易受到自记纸面质量的影响。自记纸迹线模糊、粗细不均、断线、污染等因素,都会影响到记录

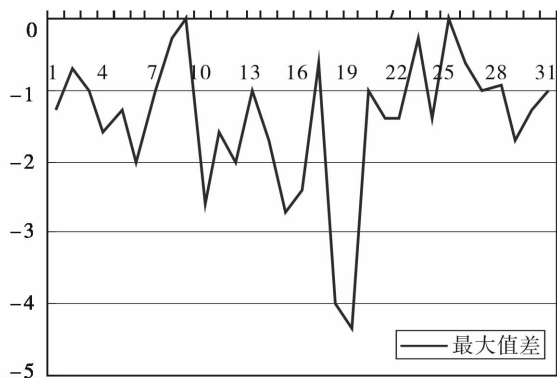


图5 人工与系统提取的风速
最大值差值变化情况

Fig. 5 The change of the difference between the maximum wind speed obtained from manual and system work

挑取或提取的质量,这是产生差异的主要原因。此外,自记纸长时间存放于档案馆室中,受存放环境的影响,会出现变色、缺损等情况,这是影响数字化系统提取精度的又一原因。

5.2 人工挑取个性差异影响

人工挑取自记纸记录,由于不同的自记纸整理人员在视力、素质、情绪、习惯等方面存在个体差异,容易从主观上造成处理相同记录时不同人员之间的差异,产生随机误差,使得人工挑取的自记纸记录并不能保证完全满足准确度要求。与此相反,计算机数字化处理采用统一的技术标准,且计算精度高,系统稳定性好,不易产生随机误差。从主客观影响程度上考虑,计算机数字化处理能力要优于人工处理,整体的准确度和可靠性要高于人工。

5.3 时间订正对风速值的影响

电接风向风速仪的时间是由钟桶来控制的,钟桶的时间与实际时间并不完全一致,但是由于过去没有有效的订正手段,所以《地面气象观测规范》(2003年版)规定时间偏差 $<20\text{ min}$ 时不需要订正。而风向、风速值与时间的精度有直接关系。以风速为例:

$$V(i) = Y_i/t_i \quad (i = 1, 2, \dots, N) \quad (1)$$

式(1)列出了每一风速值与时间间隔的关系。式中, $V(i)$ 表示每 10 min 的风速值, Y_i 表示每 10 min 风的行程, t_i 表示每 10 min 间隔,从式(1)可以看出,当时间间隔 t_i 产生偏差时,风速值也产生相应的偏差。数字化处理系统提取自记记录提供了时间订正手段,使用了自记纸换纸的实际时间,提高了风向、风速数据提取的准确度。

6 结 论

(1)电接风向风速仪自记记录数字化处理系统能够基本满足精度要求。与自动跟踪提取数据精度相比较,系统通过手动跟踪订正后,精度有了进一步的提高。风向提取精度满足和基本满足要求的达到 93.4% ;风速提取精度满足要求的达到 98.0% 。

(2)系统对于小风速下($<8\text{ m/s}$)风向提取的精度和大风速下($\geq 10\text{ m/s}$)风速提取的精度与人工挑取值还有一定的差距,需要进一步分析原因,并加以改进。

(3)与人工挑取数据相比较,计算机能够更加客观地识别自记纸图像,并且采用了精度更高的时间订正方法,使得提取的数据整体具有更高准确度和可靠性。

(4)由于项目经费有限,而西北地区缺乏如台风过境等更大风速的数据,因此需要对大风速值的数据进行进一步的测试分析。2006年4月,系统在青海和宁夏2地进行了试用,用户反映较好,试用效果基本满意。但系统仍需要在更大范围内使用的过程中及时发现问题,并做进一步的完善。

参考文献:

- [1] 王伯民,吕勇平,张强.降水自记纸彩色扫描数字化处理系统[J].应用气象学报,2004,6:737-744.
- [2] 屈志毅.电接风向风速自记纸数字化处理系统的设计与实现[J].应用气象学报,2008,19(2):227-232.
- [3] 朗锐.数字图像处理学[M].北京:希望电子出版社,2003.519.
- [4] 中国气象局.地面气象观测规范[M].北京:气象出版社,2003.49-55.

(下转第176页)

后开展更科学的气象服务效益评估工作打下了良好的基础。

参考文献:

- [1] 中国气象局. 公众气象服务效用定量评估实施方案[G]. 北京, 2006.
 [2] 北京市统计局. 2006 年北京市国民经济和社会发展统计公报[G]. 北京, 2006.
 [3] 北京市信息化工作办公室. 北京市数字鸿沟研究报告(2005)

- [M]. 北京: 中国发展出版社, 2005. 11.
 [4] 林建煌. 消费者行为[M]. 北京: 北京大学出版社, 2004. 110 - 114.
 [5] 贾小明, 赵曙明. 对马斯洛需求理论的科学再反思[J]. 现代管理科学, 2004(6): 1 - 5.
 [6] 章国材. 关于气象灾害应急管理的思考[R]. 中国气象报(科技版). 2004. 07. 22.
 [7] 韩佳芮, 叶谦, 田青. 公众对气象信息需求的规律与公共气象服务[J]. 干旱气象, 2007, 25(2): 82 - 89.

Analysis on Public Needs for Weather Service in Beijing

DUAN Yuxiao¹, PAN Jinjun¹, LI Qingchun²

(1. Beijing Meteorological Bureau, Beijing 100089, China; 2. Institute of Urban Meteorology, CMA, Beijing 100089, China)

Abstract: Based on the data obtained from “Beijing 2006 Weather Services Public Survey”, the qualitative and quantitative statistical analysis were carried out from three aspects: the general public’s willing to pay for the yearly weather services, the general public’s attention to the meteorological products and the issues for the further improvement of weather services. The general public needs were analyzed. It’s necessary to give publicity about the weather service for the general public to realize the value of the weather service. It is found that the general public needs of meteorological information have shown certain characteristics, which can be well explained by the Maslow’s Hierarchy of Need Theory and the Availability Theory in behavioral economics. Based on the results obtained from this study, some suggestions were given for improving the meteorological services in the future.

Key words: weather services; social - economic impact; public needs; survey and analysis

(上接第 171 页)

Accuracy Analysis on Contact Anemometer Self - Recording Records Digitization Processing System

HU Wenchao^{1,2}, KONG Lingwang^{1,2}, ZHU Xiaoni^{1,2}, XUE Wanxiao^{1,2}

(1. Gansu Provincial Meteorological Information and Technic Support and Equipment Center, Lanzhou 730020, China;
 2. Gansu Provincial Meteorological Bureau Data Laboratory, Lanzhou 730020, China)

Abstract: The contact anemometer self - recording records digitization is an important task in the implementation of valuable meteorological information saving work. The contact anemometer self - recording records digitization processing system developed by Gansu Provincial Meteorological Bureau and Lanzhou University is one of the new technology promotion projects of China Meteorological Administration, which realized automatic digital processing of the contact anemometer self - recording records. Based on the day - to - day contact anemometer self - recording records, the automatic digital processing values were compared with the artificial picks from the timing and the maximum wind direction, wind speed in order to analyze the accuracy of the digital processing system. The results show that the identifying precision of the contact anemometer self - recording records digitization processing system is consistent with the specifications of the observation manual, and the time revise method of the artificial picks is to make a certain improvement. The system can greatly improve the efficiency of the digitization.

Key words: wind direction; wind speed; records; digitization; accuracy