

地面气象观测站自动检测系统研究

吕文华 边泽强

(中国气象局气象探测中心, 北京 100081)

提 要: 为了解决目前的计量检定标准设备和方法不适于地面气象观测站仪器,检测的自动化水平及工作效率低等矛盾,研究设计了地面气象观测站自动检测系统,特点是将地面气象观测站的温度、湿度、大气压力、风速风向和降水等传感器和地面气象观测站的数据采集器分开进行性能的自动检测。传感器自动检测系统采用多通道设计,可同时进行多个传感器的自动检测并自动输出检测结果。数据采集器自动检测系统可以对气象台站使用的各种不同的地面气象观测站数据采集器系统进行性能测试。文章所设计的地面气象观测站自动检测系统提高了地面自动观测仪器的检测效率,确保了各台站的地面气象自动观测仪器观测数据的准确可靠。

关键词: 地面气象观测站 自动检测 大气监测

An Auto-test System of Meteorological Observation Station

Lv Wenhua Bian Zeqiang

(Meteorological Observation Centre, CMA, Beijing 100081)

Abstract: At present the metrological standard instrument and methods are not applicable to ground meteorological station apparatus. To solve these problems, an auto-test system of ground meteorological station are designed. The characteristic of the system is that the capability auto-test of ground meteorological station sensor and data collector is divided. Auto-test system of ground meteorological station sensors, like temperature, humidity, atmospheric pressure, wind direction, wind speed and precipitation sensors, adopt multi-channel design, so many sensors can be auto-tested at the same time and test result provided automatically. Auto-test system of data collector can make capability auto-test for different data collector system in each ground meteorological station. The designed auto-test system of ground meteorological station enhances the test efficiency of ground meteorological instruments and ensures the accurate and reliability of ground meteorological observational data.

Key Words: meteorological observation station auto-test air monitoring

引言

气象灾害是严重威胁国家安全和人民生命财产的自然灾害。一次灾害所造成的损失往往达到几十亿甚至上百亿元,对灾区的社会经济产生致命性的打击^[1]。气象业务工作水平的提高,是减灾、防灾的有效手段。有气象观测史以来,我国的地面观测一直以人工观测为主,不但效率较低,而且观测准确性和实效性均较差。为提高气象观测的现代化水平和气象要素观测的准确度及可比性,中国气象局从“九五”开始,在全国范围内逐步装备了自动观测仪器(即大气监测一期工程建设),全部装备完毕后全国将有 2600 多套自动观测仪器投入业务运行^[2-3]。

地面气象观测站传感器会随时间的变化出现准确度漂移,因此需要进行周期性的检测和校准。由于数据采集器和传输设备也是组成整个测量系统的一部分,它们的性能也会出现漂移,必须进行控制和周期性校准^[4-5]。现有国家气象计量站开展的“地面高空自动观测仪器检测技术和规范”工作主要解决地面气象观测站的现场校准问题^[6]。地面气象观测站的现场校准是将各个要素的便携式标准和设备,安装在工程车上,运到地面气象观测站所在地点进行现场校准。地面气象观测站的性能检测基本上是以现场校准为主,实验室检测只是对某些要素进行传感器的检定,仍然是按常规人工观测仪器使用的标准、设备和方法进行的。随着投入业务运行地面气象观测站的增加,计量检定的业务量比原来成倍增加,显然现有的计量检定标准、设备和方法检测的自动化水平及工作效率低,不适于地面自动观测仪器,不能满足业务要求。

为此,本文研究设计了地面气象观测站自动检测系统,将地面气象观测站的传感器

和数据采集器分开进行性能的自动检测,这样可大大提高地面自动观测仪器检测效率,保证投入业务运行的地面气象自动观测仪器能够正常工作,确保各台站的地面气象自动观测仪器观测数据的准确和可靠。

1 地面气象观测站结构及工作原理

要设计地面气象观测站自动检测系统,首先必须先了解地面气象观测站的结构及工作原理。

1.1 地面气象观测站结构

地面气象观测站是一种能自动收集、处理、存储和传输气象信息的装置^[7]。地面气象观测站由硬件和系统软件组成。硬件包括传感器、采集器、通讯接口、电源、计算机等,系统软件有采集软件和业务应用软件。为了实现组网和远程监控,还须配置远程监控软件,将地面气象观测站与中心站联接形成地面气象观测站网(见图 1)。

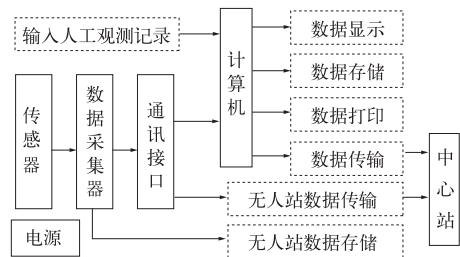


图 1 地面气象观测系统结构图

传感器分为模拟传感器、数字传感器和智能传感器三大类,常用的六要素自动气象站传感器有:

气压——振筒式气压传感器、膜盒式电容气压传感器;

温度——铂电阻温度传感器;

湿度——湿敏电容湿度传感器;

风向——单翼风向传感器;

风速——风杯风速传感器；

雨量——翻斗式雨量传感器、容栅式雨量传感器；

数据采集器是地面气象观测站的核心，其主要功能是数据采样、数据处理、数据存储及数据传输，其主要技术性能为：

a) 数据采样速率及算法符合“采样和算法”的规定；

b) 采集器的电源能保证采集器至少 7 天正常工作，数据存储器至少能存储 3 天的每分钟气压、气温、相对湿度、1 分钟平均风向和风速、降水量和每小时正点观测数据，能在计算机中形成规定的文件。

现用地面气象观测站主要采用集散式和总线式两种体系结构。集散式是通过以 CPU 为核心的采集器集中采集和处理分散配置的各个传感器信号；总线式则是通过总线挂接各种功能模块(板)来采集和处理分散配置的各个传感器信号。

1.2 地面气象观测站工作原理

随着气象要素值的变化，地面气象观测站各传感器的感应元件输出的电量产生变

化，这种变化量被 CPU 实时控制的数据采集器所采集，经过线性化和定量化处理，实现工程量到要素量的转换，再对数据进行筛选，得出各个气象要素值，并按一定的格式存储在采集器中。在配有计算机的地面气象观测站，实时将气象要素值显示在计算机屏幕上，并按规定的格式存储在计算机的硬盘上。根据业务需要实现各种气象报告的编发，形成各种气象记录报表和气象数据文件。通过对地面气象观测站运行状态数据的分析，实现地面气象观测站的远程监控。

地面气象观测站自动采集气压、温度、湿度、风向、风速、雨量、地温等部分气象要素。按业务需求编制各类气象报表。按业务需求实现通讯组网和运行状态的远程监控。地面气象观测站基本技术性能如表 1 所示。

2 地面气象观测站自动检测系统设计

地面气象观测站自动检测系统设计主要进行地面气象观测站的温度、湿度、大气压力、风速风向和降水等传感器的自动检测和地面气象观测站数据采集器的自动检测研究。

表 1 地面气象观测站基本技术性能

测量要素	测量范围	分辨力	测量误差	平均时间	采样速率
气温	-50~+50℃	0.1℃	±0.2℃	1min	6次/min
相对湿度	0~100%	1%	±4%(≤80%) ±8%(>80%)	1min	6次/min
气压	500~1100hPa	0.1hPa	±0.3hPa	1min	6次/min
风向风速	0~360° 0~60m/s	3° 0.1m/s	±5° ±(0.5+0.3V)m/s	3s, 2min, 10min	1次/s
降水	雨强 0~4mm/min	0.1mm	±0.4mm(≤100mm) ±4%(>10mm)	累计	1次/min
地温	-50~+80℃	0.1℃	±0.5℃	1min	6次/min

2.1 温度传感器自动检测

地面气象观测站的温度传感器是铂电阻，它的自动检测如图 2 所示。用二等标准

铂电阻作为标准器(准确度:0.06℃)，检测设备由温度检定箱(温度范围: -60~80℃;均匀度:水平方向≤0.01℃;垂直方向≤0.02℃;波动度:±0.01℃(15min))、低电势

多路扫描开关(接触电势: $\leq 0.4\mu\text{V}$)和数据采集器(6 位半数字多用表)等组成,编制温度传感器的检测软件,利用计算机进行数据处理,可同时进行多个温度传感器的自动检测,并自动输出检测结果。

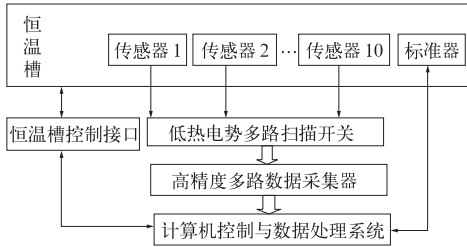


图 2 温度传感器自动检测系统框图

2.2 湿度传感器自动检测

湿度传感器的自动检测如图 3 所示。用标准通风干湿表作为标准器(准确度 $\leq 1.5\%RH$),检测设备由自动湿度检定箱(湿度范围 $20\% \sim 98\%$;均匀度: $\leq 1.0\%RH$;稳定度: $\leq 1.5\%RH$)和多通道数据采集器(6 位半数字多用表)等组成^[8]。计算机控制自动湿度检定箱组成,能自动升湿、降湿,在某一湿度点稳定的条件下,同时进行标准湿度仪和多个待测湿度传感器的数据采集和处理,计算出检测结果。

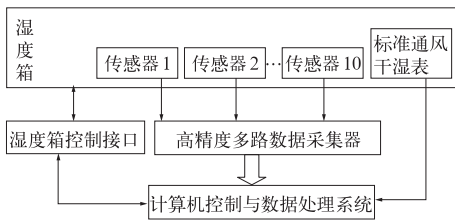


图 3 湿度传感器自动检测系统框图

2.3 大气压力传感器自动检测

选配美国 MENSOR 公司的自动压力校验设备(压力范围 $0 \sim 1100\text{hPa}$, 准确度为 $0.01\%FS$),它的自动检测系统见图 4。配置多路压力转换器,系统利用计算机进行数据

采集与处理,能同时进行 10 个大气压力传感器的自动检测,并自动输出检测结果。

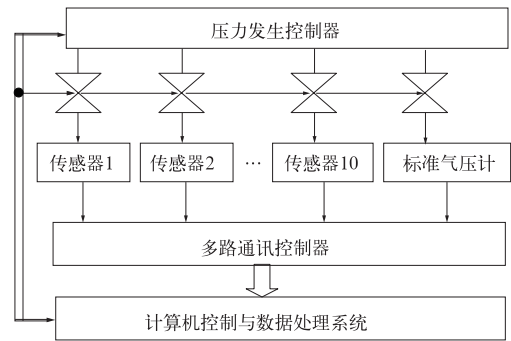


图 4 大气压力传感器自动检测系统框图

2.4 风向风速传感器自动检测

风速仪器的检测一般在风洞里进行,但设备大,工作效率低。根据风速传感器的频率信号和风速关系方程,研制风速风向校准装置,与风洞检测风速风向仪器进行比较分析研究,利用风速风向仪校准装置进行风速风向传感器的自动检测,使得检测设备简化,降低了投入成本,但可满足要求,并提高了工作效率(见图 5)。风速测量范围 $2 \sim 60\text{m/s}$ 的准确度为 $(0.2 \pm 0.02V)\text{m/s}$, $0 \sim 2\text{m/s}$ 的准确度为 0.05m/s 。风向测量范围为 $0 \sim 360^\circ$,分辨率为 1° 。

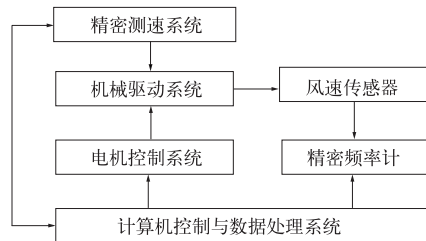


图 5 风速传感器自动检测系统框图

2.5 雨量传感器自动检测

选配标准玻璃容器作为标准器,配置由开关和胶管等组成的支架,研制多通道的雨量计数器,能同时进行 10 个以上翻斗雨量计的自动检测,并自动输出检测结果,如图 6 所示。

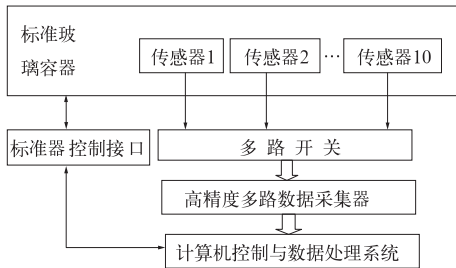


图 6 雨量传感器自动检测系统框图

2.6 数据采集器自动检测

数据采集器是地面气象观测站的核心,其主要功能是将传感器所测得的各种电信号进行获取、处理,并计算出相应的工程量,按一定的格式存储^[9-10]。数据采集器自动检测系统对气象台站使用的各种不同的地面气象观测站数据采集器系统进行性能测试,如输入电阻、采样速率、线性度、误差限、时间漂移、通道间串扰、可靠性、安全性和抗干扰性等等。

数据采集器自动检测系统硬件主要资源包括(见图 7):

① 多路数据采集卡:20 路模拟电压差分输入(分辨率 $1\mu\text{V}$);20 路模拟电压输出;10 路计数器输入、输出,作为定时器输出或计数器输入;10 路 TTL 电平输入、10 路 TTL 电平输出;

② 扩展接口卡:包含 10 路光电隔离输入,扩展总线有 5 个地址线、10 个数据线,用于专用扩展板选通与控制。

③ 标准电压信号发生器:多路电压信号输出 $0\sim 100\text{VDC}$ 、 250VAC ,分辨率 $1\mu\text{V}$;

④ 标准脉冲信号发生器:频率、脉宽、占空比可调方波输出($1\text{Hz}\sim 250\text{kHz}$)。

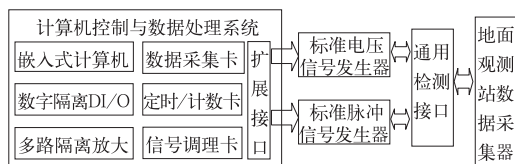


图 7 数据采集器检测系统框图

3 结语

地面气象观测站自动检测系统由计算机系统及其附属设备组成,分为温度传感器自动检测系统、湿度传感器自动检测系统、气压传感器自动检测系统、风速传感器自动检测系统、雨量自动检测系统、自动站数据采集器自动检测系统等几部分,系统主要完成检测流程的自动控制、数据采集、处理以及管理等功能。

本系统的主要创新点是将地面气象观测站的传感器和数据采集器分开进行性能的自动检测,这样可大大提高工作效率,可使地面气象自动观测站获得可靠的观测质量和有力保障。

参考文献

- [1] WMO. Guide to Meteorological Instruments and Methods of Observation (sixth edition) [R]. Geneva: WMO, 1996.
- [2] 李黄. 自动气象站实用手册[M]. 北京:气象出版社, 2007.
- [3] 吕文华,朱乐坤,王经业,等. 自动气象站现场校准方法(试行)[M]. 中国气象局监测网络司,2004.
- [4] 孙嫣,高民,杨茂水,等. 自动气象站各气象要素现场校准时段的选择[J]. 气象,2007,33(4):97-101.
- [5] 罗淇,任芝花,邹树峰,等. 自动气象站现场校准方法探讨[J]. 气象,2007,33(12):93-97.
- [6] 吕文华,朱乐坤,王经业,等. 气象地面高空自动观测仪器检测技术和规范(国家科技基础性工作专项项目验收材料)[R]. 中国气象科学研究院,2006.
- [7] 胡玉峰. 自动气象站原理与测量方法[M]. 北京:气象出版社,2004.
- [8] 冯占岭. 数字电压表及数字多用表检测技术[M]. 北京:中国计量出版社,2003.
- [9] 李源鸿,敖振浪. 自动气象站网实时监控系统设计方法[J]. 气象,2003,29(1):44-47.
- [10] 王海军,杨志彪,杨代才,等. 自动气象站实时资料自动质量控制方法及其应用[J]. 气象,2007,33(10):20-23.