

DOI:10.19651/j.cnki.emt.2105704

自动气象站无线通信技术的应用研究

田光普

(安康市气象局 安康 725000)

摘要: 为了实现自动气象站的智能控制和系统自检,设计了一种具有自检功能的象站无线通信系统。该系统使用RS232串口通信及GPRS无线通信,将多种气象信号通过总线接口接入自动气象站,地层设备根据通信协议,将气象站要素信号采集,完成各项操作后,将采集的气象数据传输到上层进行终端处理。系统通过5个自检测量点对主要气象要素的测量,结果为温度的5次测量值分别为 $-2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $12.2\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $23.3\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $28.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ 、 $33.4\text{ }^{\circ}\text{C}$,误差最大值为1.2%;湿度的5次测量值分别为10.0%、20.0%、30.0%、40.0%、50.0%,误差为0;雨量5次测量值分别为0.2、0.3、0.4、0.5、1 mm,误差为0;风速5次测量值分别为1.9、3.1、4.2、5.3、7.4 m/s,误差最大为4.5%,且以上测量误差均满足气象观测规范中的要求。结果表明该系统能够将采集的气象数据传输到上层进行终端处理实现自检功能,当自检发现设备故障时自动报警提醒,并实时推送给业务管理人员,从而缩短故障响应时间,实现了气象站的智能控制,提高了自动气象站业务数据的观测质量。

关键词: 自动气象站;无线通信技术;原理;问题;措施

中图分类号: P415 **文献标识码:** A **国家标准学科分类代码:** 510.99

Application of wireless communication technology in automatic weather station

Tian Guangpu

(Ankang Meteorological Bureau, Ankang 725000, China)

Abstract: In order to realize the intelligent control and system self-test of automatic weather station, a wireless communication system with self-test function is designed. The system uses RS232 serial port communication and GPRS wireless communication to connect a variety of meteorological signals to the automatic weather station through the bus interface. The ground equipment collects the element signals of the weather station according to the communication protocol. After completing various operations, the collected meteorological data is transmitted to the upper layer for terminal processing. The system measures the main meteorological elements through five self inspection measuring points, and the results are as follows: the five measured values of temperature are $-2.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, $12.2\text{ }^{\circ}\text{C}$, $23.3\text{ }^{\circ}\text{C}$, $28.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ and $33.4\text{ }^{\circ}\text{C}$ respectively, and the maximum error is 1.2%; the five measured values of humidity are 10.0%, 20.0%, 30.0%, 40.0% and 50.0%, and the error is 0; the five measured values of rainfall are 0.2, 0.3, 0.4, 0.5 and 1 mm respectively, and the error is 0; the five measured values of wind speed are 1.9, 3.1, 4.2, 5.3 and 7.4 m/s respectively, and the maximum error is 4.5%, and the above measurement errors meet the requirements of meteorological observation specifications. The results show that the system can transmit the collected meteorological data to the upper layer for terminal processing, and realize the self-test function. When the equipment fault is found in the self-test, it will automatically alarm and remind, and push it to the business management personnel in real time, so as to shorten the fault response time, realize the intelligent control of the weather station, and improve the observation quality of the business data of the automatic weather station.

Keywords: automatic weather station; wireless communication technology; principle; problems; measures

0 引言

自动气象站是我国综合气象观测的组成部分,我国每

个县级地区均布设国家级自动气象站,能紧密检测气候变化,形成区域气象监测网络,提供区域性时空分辨率中的灾害性天气及局部环境、区域气候等数据。能强化地区气象

收稿日期:2021-01-16

监测手段,提升气象服务能力。气象现代化进程的不断推进,为更好地向群众提供气象服务,对站点进行维护及优化较为重要。对我国某地区2018年~2020年自动气象站故障率进行分析,共计发生故障134次,通信故障74次,占据其中的1/2以上,且由于气象站数量庞大,因此如何做好气象台站维护保障工作,及时革新技术,保证自动气象站通信能力,已成为目前基层气象站人员急需解决的问题^[1]。自动气象站设备故障主要表现为系统运行不正常或死机等现象,需要维修人员到现场重启设备或更换备件等,严重影响了自动气象站的探测效率。

芬兰的自动气象观测系统(MILOS)、美国的自动地面观测系统(ASOS)、和法国的基本站网自动化观测系统(MISTRAL)等都是在发展自动化高速数字传输的气象通信系统方面有明显进展,而我国在自动气象站自动化和数字化方面的发展较慢。杨维发等^[2]研制了一种便携式故障检测仪,能够对气象站的常见异常进行快速诊断与定位;李成伟^[3]设计的自动站检测仪通过模拟静态信号的输入,实现了温度、湿度、风速、雨量等要素测量通道的测试;以上检测方式均需要维护人员通过人工操作进行设备运行状态的测试和分析,其结果可能受到人为因素的影响。

为了实现自动气象站观察业务的自动化和数字化,本系统基于单片机控制单元,通过无线通信模块实现了自动气象站供电系统开关的远程控制功能,同时采用无线通信协议架构,通过移动APP和网页实时对设备信号强度和供电电压的实时在线远程监控,具有实时查看运行反馈信息与历史记录,掌握设备运行情况的优点^[4]。本文通过设计实验验证了自动气象站自检系统的性能,实验结果表明,该系统可以实现智能控制、数据实时传输、故障预警与排除,且可以达到较高的测量精度。

1 自动气象站发展现状

目前我国在每个县级地区均布设了国家级自动气象站,各个自动气象站每分钟采集一次观测数据,每5分钟向省级气象中心发送一次观测数据,自动气象站的稳定运行关系到观测数据的完整性,各级气象部门负责自动气象站的稳定运行和故障维修。对自动气象站发展史进行研究,此类气象站在1940年便开始投入研究,发达国家率先探索自动气象站,在1950年末期,第一代自动气象站具备雏形,部分发达国家拥有属于自己的自动气象站。比如,前苏联研制出M36型自动气象站,美国研究出AMOS-III自动气象站,此类自动气象站受到技术条件限制,功能较为单一及结构简单,无法准确观察天气要素,气象数据传输距离较短,观察的数据准确性不足,单纯满足气象预报的最低要求。1960年以后,第二代自动气象站开始产生,此阶段的电子技术高速发展,自动气象站测量精度及观察气象要素数量不断攀升。相比国外,国内自动气象站研究时间短暂,在1965年开发出电子管式无人自动气象站,能监测气压及

温度、湿度、风向,随着科学技术发展,2013年气象部门已经在我国2435个县级地区建立自动气象站,2020年自动气象站建立数量已经超过10000个,这些国家级自动气象站均能实现温度及湿度及气压、信息采集功能,气象数据精度达到国家气象组织要求^[5]。国内气象部门对自动气象站高度重视,但技术上依旧存在缺陷,与世界先进水平存在差距,为缩减差距,国内需要对自动气象站进行改造。

2 自动气象站的工作原理

2.1 系统组成

自动气象站由主采集器、分采集器、传感器、通信模块等部分组成,各部分通过电缆连接。各个传感器采集的数据由采集器收集、存储处理,再由通信模块传输到分析显示终端。在自动气象站中,主要构成部分是业务硬件及软件,自动气象站来讲,硬件包括计算机、传感器、系统电源、采集器、通信接口。软件部分包括采集软件及地面测报业务软件、数据传输软件等。整个自动气象站中主体系统含有两个部分,包括总线式及分散式等,总线式将各种模块功能衔接在总线上,在总线功能下,完成数据采集及处理^[6]。分散式则是对数据核心进行定位,采集及处理数据过程中配置传感器信号。

2.2 主要功能

1)气象数据采集的功能是观察数据气象值,一般情况下,数据均是由传感器完成,针对气象值要素,包括气压在传感器感应下,转换管能成为一种电信号,数据采集器根据一定的频率进行处理,5min采集1次,最终能获得气象要素指标。2)气象数据处理则是采集气象要素后,经过运算处理,将数据转变为观测的气象值。比如,气温观测值、气温采样值。采取的处理运算方法是叠加、公式运算、计数等,现阶段,采集器完成此类运算。自动气象站获得数据后,将数据传输给计算机终端,进一步对业务处理后,在数据显示及编制气象报表,根据气象部门要求及形式进行编制,最终完成数据分发及储存。3)自动气象站数据储存作为基本功能,也是其中的重要功能,将数据处理后,得到各类观测值,根据规定对数据进行储存。储存器一般能分为两个部分,包括大容量外接储存卡及容量内存器,这种储存卡外接自动气象站采集器。安装计算机终端后,将观测的数据传输给计算机终端,以此完成数据储存观测^[6]。

2.3 通信模块

硬件系统通信模块能分为有限数据传输及无线数据传输,有限数据传输根据RS-232串口通信方式,无线数据传输则是根据GPRS/DTU终端设备通信。串口通信接口标准是RS-232及RS-485,RS-232串口应用较为广泛,由美国EIA制定串口标准。计算机中的RS-232接口与相关设备连接,接口传输距离在15m,传输线路少及可靠性较高。我国多数县级地区使用有线通信传输模式,RS-232包括3种连接器,分别为9针连接器、15针连接器、25针连接

器^[7]。在 RS-232 串口通信电路设计过程中,可使用 RS-232 中的 3 个引脚,包括 RXD、TXD、GND,能完成下位机与上位机通信,每个引脚定义如表 1 所示。

表 1 RS-232 引脚定义

引脚	符号	定义
1	DCD	载波检测
2	EXD	接收数据
3	TXD	发送数据
4	DTR	准备终端数据
5	GND	信号地
6	DSR	准备数据
7	RTS	请求发送
8	CTS	清除发送
9	RI	振铃提示

3 自动气象站通信系统运行存在的问题

3.1 网络故障

雷击、电压波动及外界因素对通信设备造成严重影响,对硬件元器件造成破坏。若是交换机发生故障,可以将计算机及路由器端口连接;若交换机发生个别端口故障,将计算机端口插头拔出交换到其他端口即可。若是光纤收发器发生故障,应当及时与设备维护人员联系,让维护人员对故障进行检测。台站业务计算机发生故障后,对自动气象站信息采集产生影响,计算机系统设置不正确及不稳定对数据准确性产生影响。自动气象站系统遭受病毒及木马攻击后,导致数据破坏及泄露。地面气象业务工作人员在值班过程中,除遵循气象报告工作制度外,应当做好计算机维护管理,并安装杀毒软件。严格遵循规定对数据采集情况及通信网络运行情况进行检查,强化培训学习,提升观测人员的电脑操作水平,降低计算机故障率。通信故障作为保证自动气象站稳定性的前提,通信系统发生故障后,维修人员应当检查计算机通信模块及电缆是否正常。处于正常状态下,需观察串口隔离是否正常,业务软件通信接口是否正常,一旦发生异常维修人员应当去除两个串口隔离器,将两个隔离器对接,若能够正常传输,还需及时上报上级部门,专业人员进行维修。

3.2 外界因素故障

随着观测自动化程度越来越高,采用自动观测的数据种类越来越多,在观测场布设的采集器越来越多,采集器和传感器之间的线缆也越来越多,各种线缆错综复杂,鼠患等问题也日益严重,装备保障人员维护维修越来越复杂,故障判断和处理也越来越繁琐。主要是我国县级地区对自动气象站管理不够严格,加之自动气象站一般建立在田野郊区,整体维护管理难度较大,自动气象站含有大多的电缆结构,老鼠在活动过程中会对线缆造成破坏,导致自动气象站通

信模块发生故障。此类故障往往无法在短时间处理,还需更换线路,操作过程较为复杂,对自动气象站接收信息及传输信息造成影响。

4 自动气象站无线通信技术的应用策略

4.1 无线通信组网

基于 RS-232 串口的数据传输方式具有距离短及成本高、维护困难及故障率高的缺陷,难以满足人们对气象观测的需求^[8]。为将以上问题解决,在硬件设计过程中,在 RS-232 串口扩展 GPRS DTU 无线数据传输中断,从而实现数据无线传输功能。GPRS DTU 将共用运营网络实现无线距离信息传输。GPRS 网络层次能分为 3 种,第 1 种是专有 APN,第 2 种是固定 IP,第 3 种是动态 IP,选择动态 IP 接入互联网^[9]。该终端设备嵌入 TCP/IP 协议栈及 PPP 拨号协议,通过嵌入操作的方式为系统软件提供支撑平台,设备需要插入 SIM 卡,将 GPRS 业务开通^[10]。能实现远程无线气象数据采集。此类终端设备提供 RS232 串口,不改变原有数据的情况下,可以将 RS-232 串口原始数据转变为 TCP/IP 数据包^[11]。

对此,GPRS DTU 能在部队任何串口通信设备改变的情况下,与设备进行连接。GPRS DTU 通信网络支持设备永久在线,使 DTU 设备具有上电自动拨号及短线自动连接功能。自动气象站无线通信的工作原理是 GPRS DTU 上电后,气象站特率、GPRS 拨号参数等。登录 GPRS 网络后发出 PPP 拨号请求,获得动态 IP 地址后,向服务器发出 GPRS 网络拨号,获得动态 IP 地址及端口号,发出 IP 通信请求。服务器响应后,GPRS DTU 与服务器成功连接,能保持稳定的通信状态。GPRS DTU 设备将采集的数据封存在 TCP/IP 包中,通过 GPRS 网络传输数据,达到远程数据采集及通信功能如图 1 所示。

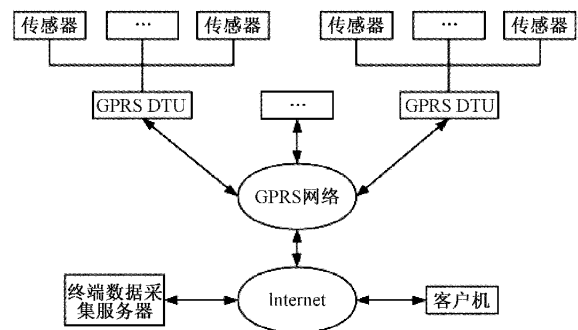


图 1 无线通信流程

4.2 系统需求及结构设计

系统能分为 3 个层次,包括硬件采集层及终端处理层、远程访问层。硬件采集层使用 RS232 串口通信及 GPRS 无线通信,多种气象信号通过总线接口接入自动气象站,地层设备根据通信协议,将气象站要素信号采集,完成各项操作后,将采集的气象数据传输到上层。终端处理层在硬件

采集层上,通过接收、分析及处理等方式完成数据采集,计算机对硬件系统传输的数据收纳后,利用计算机串口及无线传输方式与硬件系统对话,计算机运行终端上完成数据采集及处理、储存,也能实现数据动态波形显示及历史数据查询。终端处理层基于 Web 远程通信数据采集处理软件,在信息交互上,对工作性能产生影响。远程访问层则是在终端系统上,对整个采集系统窗口进行处理。该层构建安全远程访问系统,能保证无线通信技术的有效使用^[12]。

4.3 系统自检流程及实验数据分析

自检系统采用整点定时器启动,当到达设定时间且无传感器信号输入时,启动程序,自检流程如图 2 所示。自检流程以轮巡的方式进行,并通过自检变量值确定相应测量通道的顺序检查。

图 2 判定故障流程:将相应的故障标志位置 1,并向上位机发送告警信息,故障标志在系统恢复正常后清零。当某通道自检完成之后,自检变量加 1,当变量值大于 5 时自动清零,本次自检流程结束^[13]。该系统的测量误差进行实验分析如表 2 所示。自检测量点为 5 个,当系统完成一次自检后,将 5 次测量的平均误差值发送至上位机。其中,湿度和雨量测量误差为 0,温度为 1.2%,风速误差最大为 4.5%,上述结果均满足气象观测规范中的测量误差要求。

气象业务规范中关于温度测量的最大允许误差为 0.2℃,温度信号源的误差可以通过测试误差的目的。系统在温度信号源中加入 10 mA 恒电位器的实际阻值作为标准信号实现减小系统流源作为激励信号,通过采样信号源两端电压值测定温度信号。由温度和信号源阻值的变换关系可知测量模块中 A/D 转换精度能够满足 0.008 V 的精度要求^[14]。雨量和风速的测量对于微控制单元的性能要求不是很高。风速信号为高速脉冲,系统采用微控制单

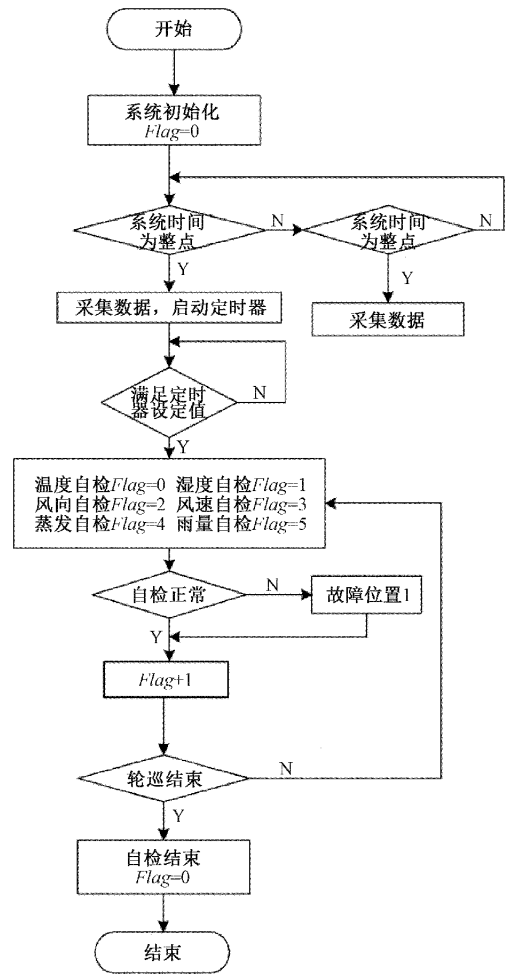


图 2 系统自检流程

元提供的外中断联合定时器计算脉冲频率,误差能够满足风速信号的测量精度需求^[15]。

表 2 各要素单次自检过程测量误差

测量要素		测量点				
		1	2	3	4	5
温度	标准值/℃	-2.6	12.4	23.6	28.9	33.9
	测量值/℃	-2.5	12.2	23.3	28.6	33.4
	误差/%	-0.4	-1.4	-1.2	-0.9	-1.3
湿度	标准值/%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0
	测量值/%	10.0	20.0	30.0	40.0	50.0
	误差/%	0	0	0	0	0
雨量	标准值/mm	0.2	0.3	0.4	0.5	1
	测量值/mm	0.2	0.3	0.4	0.5	1
	误差/%	0	0	0	0	0
风速	标准值/(m·s ⁻¹)	2.0	3.0	4.0	5.0	7.0
	测量值/(m·s ⁻¹)	1.9	3.1	4.2	5.3	7.4
	误差/%	-3.4	3.6	4.5	5.1	5.0

4.4 无线通信系统应用后的维护管理

自动气象站硬件系统在维护过程中,应当做好采集器清理,工作人员定期检查采集器及计算机连接情况,一旦发现气象数据异常,需及时处理,若异常没有解决,应当及时复位。传感器作为新型自动气象站的重要部件,工作人员应当定期去除灰尘及杂物,观察传感器内部温度及湿度。做好计算机日常管理工作的同时,避免病毒侵入,对资料的完整性造成破坏,定期更新杀毒软件,保证计算机系统运行稳定性。强化自动气象站周围环境管理,避免老鼠对周围电缆造成破坏。升级无线通信系统后,无线通信功能改善,但自动气象站依旧有管线在地下,还需做到相关防范工作。新型自动气象站防雷工作中,应当保证金属设备安装接地装置,在气象站周围布置避雷针,并将装置安装到供电系统及网线、计算机上,预防雷电的同时,保证通信网络正常运行。在宽带业务管理过程中,若网络管理人员无法有效管理,还需全体成员共同努力,保证网络的良好运行状态,避免引发无线通信故障问题。

5 结 论

自动气象站设施及通信网络作为保证气象站稳定运行重点,气象站中的设施对各种气象进行预测,并通过通信网络完成信息传输。本文通过对自动气象站的现状、工作原理和故障因素做了分析,将无线通信技术应用于自动气象站,实现气象站的智能化控制,自检、自动报警和排除故障。结果表明,系统自检时,对各类气象要素的检测误差小,实用性强,可靠性高,从而能够有效保证自动气象站正常运行。与现有自动设备相比,本系统虽然误差在实际要求范围内,但无法达到零误差的预期,精度还有待提升。

参考文献

- [1] 符文雄,张凯涛,陈晓维. 区域自动气象站 4G 通信系统升级过程故障分析[J]. 气象水文海洋仪器, 2020, 37(4):118-120.
- [2] 杨维发,张冰松,秦运龙,等. 便携式自动气象站故障检测仪的设计与研发[J]. 气象科技, 2017, 45(6): 1106-1111.
- [3] 李成伟. 自动气象观测站数据采集器检测仪设计与实现[D]. 西安:西安电子科技大学, 2010.
- [4] 刘兴丽. 基于 GPRS 的多要素自动气象站的设计与实现[D]. 哈尔滨:哈尔滨工程大学, 2010.
- [5] 阿润. 新型自动气象站观测数据异常问题分析与处理[J]. 科技经济导刊, 2020, 28(29):81,85.
- [6] 姜小云,吴俞,张永莉. 基于 SMS 的气象灾害短时临近自动预警系统设计与实现[J]. 计算机测量与控制, 2020, 28(9):173-176,181.
- [7] 朱斌,钟鸣. DZZ3 区域自动气象站常见故障排查[J]. 气象水文海洋仪器, 2020, 37(3):116-118.
- [8] 陈城,陈宁,彭军,等. 自动气象站常见故障分析及系统方案设计[J]. 气象水文海洋仪器, 2020, 37(3):112-115.
- [9] 行鸿彦,武向娟,吕文华,等. 自动气象站数据采集器温度通道的环境温度补偿[J]. 仪器仪表学报, 2012, 33(8):1868-1875.
- [10] 张朝昌,高艳伦,景安华. CAWS600 型自动气象站 RS232 通讯改造为光纤通讯的效率比较[J]. 安徽农业科学, 2016, 44(6):319-321,329.
- [11] 白玉玲. 探析新型自动气象站的日常管理 & 维修维护[J]. 农村实用技术, 2020, (9):187-188.
- [12] 边泽强,刘昕,邵乐骥,等. 自动气象站传感器抗风能力测试风洞设计与实现[J]. 电子测量技术, 2020, 43(21):15-18.
- [13] 黄剑钊,徐明芳,王玮,等. 基于 Zigbee 技术的新型国家自动站无线通讯系统设计[J]. 气象研究与应用, 2019, 40(4):89-91.
- [14] 曾杨计,博严. 具有自检功能的自动气象站系统设计[J]. 国外电子测量术, 2020, 39(10):88-93.
- [15] 吕文华,薛鸣方. 自动气象站技术与应用[M]. 北京:中国计量出版社, 2013.

作者简介

田光普, 学士, 工程师, 主要从事气象信息技术保障工作。
E-mail: a15596833120@163.com