

# 一种气象数据无线传输与综合显示系统

李杰<sup>1</sup> 陈钟荣<sup>1</sup> 黄鹏良<sup>1</sup> 黄建松<sup>1</sup>

## 摘要

为提高气象数据传输的灵活性,采用一种安装方便、性价比较高的无线模块来传输数据.常见气象仪器有一套独立的数据接收显示软件,但无法综合显示.开发一款软件,将 VPF-730 实时天气现象仪、WEATHERPAK-2000 自动气象站数据和串口摄像头图像进行综合对比显示,并提供数据存储及历史数据查询基本功能.经实验验证,该系统运行稳定,数据显示效果较好.

## 关键词

天气现象仪;自动气象站;串口摄像头;无线传输;综合对比显示

中图分类号 P415.1;TP312

文献标志码 A

## 0 引言

当前我国建设有大量的现代化气象监测设备,大部分气象数据采集系统通过有线传输方式将数据实时地传给气象信息处理中心.采用这种方式能很好地实现气象数据的自动采集,但对于空间环境复杂、多台 PC 机同时接收气象数据等情况,会加大布线复杂程度,且维护成本高和线路过长易遭受雷击等弊端越来越突出,从而影响工作效率.随着无线技术的日益发展,无线传输技术应用越来越被各行各业所接受.其安装方便、灵活性强、性价比高、数据通信稳定、功耗低等特性使得无线传输技术在自动气象数据采集中得到了应用<sup>[1-4]</sup>.鉴于无线传输的多种优点,本文将 VPF-730 实时天气现象仪与 WEATHERPAK-2000 自动气象站的数据通过无线发送端发送,PC 机通过无线接收端接收数据,同时在二者附近安置一红外摄像头,获取当前天气状况,然后将三者数据综合显示并相互对比,可以检验天气现象仪与自动气象站部分采集数据是否准确,仪器运转是否正常,也可以发现数据出现野值等异常情况.

## 1 系统总体设计

将 VPF-730 实时天气现象仪所采集的数据通过无线模块发送至 PC 机无线模块接收端,接收端将数据通过 RS232 串口传送至 PC 机,同理 WEATHERPAK-2000 与串口摄像头的的数据也采用无线的方式传入 PC 机.待数据传至 PC 机时,利用 VC++6.0 编写的软件进行数据存储及显示,该软件实现数据与图像的综合显示,并提供数据与图像的相互对比验证,也提供数据与图像的历史查询.系统设计如图 1 所示.

## 2 硬件部分

### 2.1 VPF-730 实时天气现象仪

VPF-730 实时天气现象仪是英国 Biral 公司生产的一款性能优良的仪器.它是世界上可以测量能见度,同时按照 WMO4680 要求测量天气现象、降水量类型和强度的仪器.它具有紧凑坚固的特点,在极端恶劣环境下也能正常运行.VPF-730 传感器以 RS232(RS422 为可选项)作为标准信号输出,数据采用 ASCII 字符形式,并提供 1 200 ~ 57 600 bps 7 种波特率.VPF-730 探测周期可根据实际情况进行设置,

收稿日期 2011-11-10

资助项目 国家自然科学基金(41075025)

作者简介

李杰,男,硕士生,研究方向为气象电子,雷达资料处理与应用. yangppiiijuan@163.com

陈钟荣(通信作者),男,博士,副教授,主要从事雷达系统的研究. chenzhongrong@263.net

<sup>1</sup> 南京信息工程大学 大气物理学院,南京, 210044

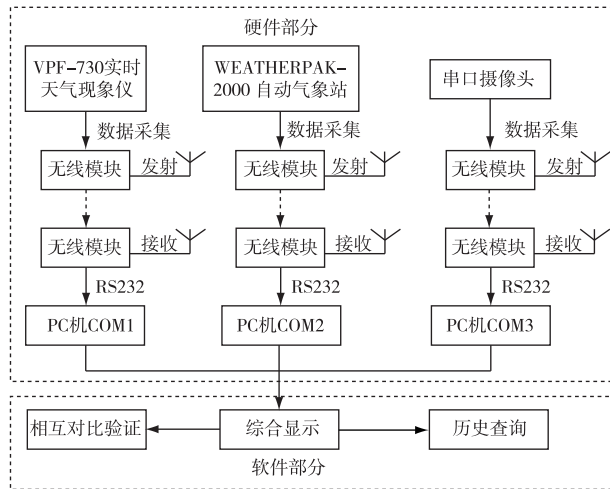


图1 系统设计框

Fig. 1 Block diagram of system design

一般为 30 s 到几分钟,典型为 60 s. 当仪器运行时,每一个周期发送一次扩展格式的数据,其数据格式<sup>[5]</sup>为:PWxx,xxxx,xxxx,xxx.xx KM,ccc,cc,xx.xx,xx.xxxx,xxxx.x C,xxxx,xxx.xx,xxx.xx,±xxx.xx,xxxx,xxx,ccc,xxx.xx < end chars >. 扩展格式字符串以逗号分隔,分别表示仪器编号、当前测量周期、测量时间、能见度、降水类型、视程障碍现象、背景亮度、当前测量周期内的降水量、温度、当前测量周期内的降水粒子数、等效透射消光系数、每千米少量降水粒子的消光系数、后向散射通道消光系数、降水信息指标、降水指标 2、自检和监控、每千米总消光系数。

## 2.2 WEATHERPAK-2000 自动气象站

WEATHERPAK-2000 自动气象站是一种所有组件完全组装在一起的便携式独立气象站. 其内置磁通门(非可动组件)罗盘,能自动调整方向指向北方(非地磁北方),无需像其他气象站一样安装定位装置. 包含一个 32 位的微处理器和高达 1 Mb 的存储器,系统时钟和硬件监视定时器,加上双 O 形密封环和抗腐蚀设计保证了在任何环境下所得数据的可靠性、及时性。

WEATHERPAK-2000 自动气象站以 RS232 作为标准信号输出,上电默认波特率为 9 600 bps,也可修改其波特率. 仪器工作时,每隔 30 s 发送一次数据,其数据格式<sup>[6]</sup>为: < start chars > ID, MW, MD, ST, AT, SI, DI, TI, BV, CKSUM1, BP, RH, CKSUM2. 分别代表仪器编号、5 min 内平均风速、5 min 内平均风向、稳定度、5 min 内平均温度、瞬时风速、瞬时风向、

瞬时温度、电池电压、首校验、气压、相对湿度和尾校验。

## 2.3 串口摄像头模块

本文使用 40 万像素串摄像头<sup>[7]</sup>,配备 850 nm 红外灯,使其具有夜视功能. 该模块采用 COMS 图像传感器,提供 640 像素 × 480 像素、320 像素 × 240 像素 2 种分辨率的 jpg 格式图像. 它以 RS232 作为标准信号输出,一幅图像以数据流的形式输出,提供 9 600、19 200、38 400、57 600 和 115 200 bps 5 种波特率. 图 2 是串口摄像头整个拍照的过程,该模块在收到拍照指令后返回相应的值. 如果返回值正确则发送读取数据长度的指令,同时,模块已经将所拍照片存储在芯片数据存储区等候发送,此时将返回相应的值及数据的长度,如果值正确则发送读数指令,待数据输出完毕发送结束指令,到此 PC 机获取照片的整个过程结束。

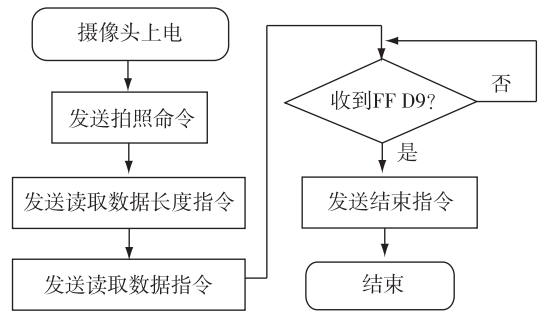


图2 拍照流程

Fig. 2 Photo process

## 2.4 基于 CC1020 射频芯片的无线传输模块

SRWF-506(V2.11) 是上海桑锐电子科技有限公司生产的一款半双工无线模块. 其价格低廉、功耗低、传输距离较远(最大可达 3.6 km). 它采用 GF-SK/FSK 调制方式,工作在 425.00 ~ 443.00 MHz 频段<sup>[8]</sup>. 接口速率有 1 200、2 400、4 800、9 600 和 19 200 bps 5 种,接口类型有 UART TLL、RS232 和 RS485 等 3 种. SRWF-506(V2.11) 的核心是采用 Chipcon 公司低功耗超高频单片无线数据收发器的 CC1020 射频芯片,CC1020 适用于低功率、低电压的场合。

由于 SRWF-506(V2.11) 为通用透明传输模块,其电源输入接口以及数据输出接口等为单排 9 插针,在连接时易接错且易松动,更不便于将连线直接焊接在无线模块上. 所以本文针对它设计了一块简单实用的 PCB 板<sup>[9]</sup>,主要采用 L7805CV 三端稳压集

成块,以提供 5 V 稳压,并在 L7805CV 的第 1 个管脚(input)上接上整流器滤波电容,在第 3 个管脚(output)上接上退耦滤波电容.同时本文选择 RS232 串行方式,将数据传输接口与电源接口集成于同一插座上,连接牢固可靠.

### 3 基于 VC++ 的软件设计

#### 3.1 VC++ 串口控件初始化

VC++ 6.0 平台提供由微软推出的 MSComm 串口控件,该控件以属性、方法、事件的形式提供通信功能,而不必在软件代码中直接与 RS232 通信接口相接触,因而使得软件编程的难度和复杂度大大降低.在 VC++ 6.0 中新建基于对话框的 MFC 工程<sup>[10]</sup>,本文在程序启动时就初始化串口,所以在初始化函数 OnInitDialog() 函数中进行如下设置,其中 m\_comm1 为 com 控件的成员变量:

```
m_comm1.SetCommPort(1); //选择 com1 口
m_comm1.SetPortOpen(TRUE); //打开串口
m_comm1.SetRThreshold(2); //收到两个字节引发
//OnComm 事件
m_comm1.SetInputMode(1); //输入模式为二进制
m_comm1.SetSettings("9600,n,8,1");/*设置串口参数,波特率 9600 bps,无奇偶校验,8 位数据位,1 位停止位*/
MessageBox("串口初始化完毕","提示"); //提示串口成功初始化
```

#### 3.2 串口数据传输起始与终止判断

MSComm 控件提供两种处理通讯的方式:事件驱动和查询方式<sup>[11]</sup>.查询方式比较便捷,在程序的每个关键功能之后,可以通过查询 CommEvent 属性的值来查询事件和错误.如果应用程序较小,并且是自保持的,最好使用这种方法.

事件驱动方式是处理串行端口交互作用的一种非常有效的方法.每当新字符到达或端口状态改变时,Mscomm 控件将触发 OnComm 事件,所以在 OnComm 事件处理函数中加入自己的处理代码即可.这种方法的优点是程序响应及时、可靠性高.由于本文使用多个串行端口,传输数据长度不一,所以采用事件驱动方式,即一旦缓冲区内有数据就触发 OnComm 事件,并将此作为接收数据的起始标志.

RS232 串口以单字节的方式传输数据,而 VC 下不易判断串口通信的结束.本文基本思想是 PC 机串口每收到一个字符则将其赋给一个临时字符串变量,通过判断最后一个字节或最后几个字节来确定数据是否传输完毕.VPF-730 在正常运行时每个周

期发送固定长度(105 个字节)的数据并以换行符作为结束标志,开机与出错时则发送长度较短的数据且同样以换行符作为结束标志.所以本文通过设定数据长度阈值和检测换行符两个条件来判定 VPF-730 数据传输是否结束.WEATHERPAK-2000 在正常运行时每个周期发送数据的长度(一般在 55 个字节左右)略微有几个字节的变化,由于其每项数据采用逗号分隔,所以每次传输数据中逗号的个数是固定的(12 个),且数据的最后一项为校验码,长度固定为 4 个字节.因此根据每次传输数据时逗号出现的个数及检测最后一个逗号出现后尾校验的长度是否为 4 个字节来判定 WEATHERPAK-2000 数据传输是否结束.串口摄像头所拍图片以 jpg 格式存入缓冲区,通常 jpg 图像数据格式以十六进制数 FFD8 开始,以 FFD9 结束,所以只需检测数据出现 FFD9 则判定数据传输完毕.

#### 3.3 数据实时显示及监测

基于对话框的 MFC 能提供友好的显示界面,本文将软件处理后的实时气象数据反映在界面上以展示当前天气状况.基本思想是划定一块气象信息显示区,将 VPF-730 所获得降雨类型以及雾霾现象的文字信息转换成更直观的图片信息展示在界面上,同时将 VPF-730 和 WEATHERPAK-2000 所获得的能见度、温度、1 min 降水量、平均风速、平均风向、湿度和气压也显示在该界面上,并提供时钟显示等功能.本文所用天气图标采用中国天气网标准图标,由于 VPF-730 能探测到毛毛雨,而中国天气网并没有毛毛雨的图标,所以使用小雨图标以替之,并且中国天气网也没有霾的图标,所以本文使用浮尘的图标以替之.VPF-730 只能分辨降水与非降水,所以对于无降水现象的晴、多云等一律使用多云图标.在气象信息界面右侧开辟一视频显示区域,以显示串口摄像头所拍画面.根据当前显示的文字及图像信息,可通过人工肉眼方式判断仪器数据与图像是否一致,也可以此检测仪器运行是否正常.

#### 3.4 数据的存储及历史查询

为方便历史查询,本文将 VPF-730 每天采集的数据单独保存在一个文件中,该文件除记录仪器采集的基本数据外,还增加采集时间(精确到秒),单次数据中的每项使用逗号隔开并在末尾增加一个换行符,数据长度固定,文件命名为“V+当天时间(年月日)”,如 V20111010;WEATHERPAK-2000 数据也同理保存,文件名为“W+当天时间(年月日)”,如

W20111010. 由于串口摄像头为被动式采集,所以本系统将其采集周期设置为 10 min,默认情况下为自动采集,也可手动采集(软件提供一拍照按钮,以获取当前天气现象照片). 本文将串口摄像头每天采集的图像单独保存在一个文件夹下,文件夹命名为“P + 当天时间(年月日)”,如 P20111010;将每次采集的数据保存为一个 jpg 格式的图像,文件名为“采集时间(时分秒)”,如 143000.

本软件采用最短距离法,通过计算 3 种仪器的数据采集时间,获取三者数据记录最短时间,以提供自动关联功能,即在打开任意一种仪器的文件时能将余下二者相应最临近时间的文件同时打开并显示到用户界面上. 因此可以查看任何感兴趣时段的文本数据和图像数据,同时系统也可查看由其他软件采集的气象数据. 为了直观显示气象要素动态变化情况,本软件用曲线图来显示温度、湿度、气压、能见度、风速、降水量的日变化情况,并可扩展提供月变化情况.

#### 4 实验及结果

为了测试本系统的有效性,选择南京信息工程大学气象楼楼顶作为临时观测场. 无线传输距离在 10 m 内,信号质量优,无线模块发送端通过 RS232 串口与仪器相连,无线模块接收端通过 RS232 串口与 PC 机相连,以实现数据的发送和接收. 测试时 3 组无线模块工作频率分别选择 430. 844 4、435. 759 6 和 440. 674 8 MHz,串口设置分别选择 COM1 口、COM2 口和 COM3 口,波特率都设置为 9 600 bps,无奇偶校验位,8 位数据位,1 位停止位. 所以单幅图像(320 像素×240 像素)传输时间理论上为 10 s 左右. 无线模块发送端和摄像头配有防风防雨等装置,无线模块接收端在室内,无线模块自身有数据校验的功能,且其他仪器稳定性良好,所以在任何天气条件能保证数据的可靠性. 图 3 为 2011 年 10 月 29 日 14:39:26 临时观测场的实时天气状况. 图 4 为 2011 年 1 月 20 日全天气温、湿度、气压、风速、能见度和降雨量的变化曲线.

#### 5 结束语

本文从有效节省布线和提高工作效率 2 个方面出发,采用无线传输数据方案,所用无线模块、摄像头等硬件设备价格十分低廉. 设计了一套简洁实用的数据接收软件,以图文并茂的方式供用户观看实



图3 综合对比显示

Fig. 3 Comprehensive and comparative display

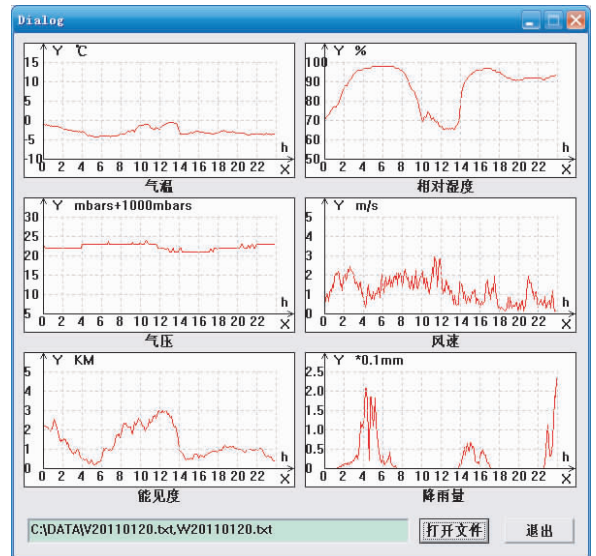


图4 全天气温、湿度、气压、风速、能见度和降雨量随时间变化统计

Fig. 4 The statistics result of air temperature, humidity, barometric pressure, wind speed, visibility and rainfall changes with time in all day

时和过往的天气现象. 与近期文献<sup>[1-4]</sup>相比,本文除提供数据自动保存和历史数据查询等基本功能外,借助硬件和软件 2 大平台来构造整个系统,并加入实况图像,然后将 3 种仪器数据进行综合对比显示,这对气象数据的形象化显示有一定参考价值. 实验中整个系统运行良好,但为使其成为一个综合性、功能强大的系统,在今后的工作中需要改进几点:1)为减少 PC 机串口使用资源,选用一款内存较大的单片机或者功能更为强大的 ARM 芯片,将 3 种仪器数据整合到一起发送给 PC 机;2)为降低数据无线传输的误码率,提高数据的可靠性,在无线模块中引入纠

错编码技术;3)为使数据具有统一性,方便他人使用,根据中国气象局气象探测中心《自动气候站观测业务规范(试行)》<sup>[12]</sup>文件制定数据存储格式,并建立数据库以便历史查询。

## 参考文献

### References

- [ 1 ] 唐慧强,周静艳. 物联网自动气象站远程数据采集处理系统[J]. 南京信息工程大学学报:自然科学版, 2011,3(5):436-438  
TANG Huiqiang, ZHOU Jingyan. The data acquisition and processing system of automatic weather station based on Internet of Thing[J]. Journal of Nanjing University of Information Science and Technology: Natural Science Edition, 2011, 3(5):436-438
- [ 2 ] 张照龙,包容刚,王小飞,等. 基于无线传感器网络的气象数据采集系统设计[J]. 陕西气象, 2010(6):6-8  
ZHANG Zhaolong, BAO Ronggang, WANG Xiaofei, et al. Design of meteorological data collection system based on wireless sensor network[J]. Journal of Shaanxi Meteorology, 2010(6):6-8
- [ 3 ] 谭鉴荣,伍光胜,林金田. 基于 GPRS 网络的远程气象数据采集系统设计和实现[J]. 气象科技, 2009, 37(5):587-592  
TAN Jianrong, WU Guangsheng, LIN Jintian. Design and implementation of remote meteorological data acquisition system based on GPRS network[J]. Meteorological Science and Technology, 2009, 37(5):587-592
- [ 4 ] 吴华维,赵明生,罗康生,等. 无线远程气象数据采集系统设计[J]. 电子技术应用, 2006, 32(5):85-88  
WU Huawei, ZHAO Mingsheng, LUO Kangsheng, et al. Design of wireless remote meteorological data collection system[J]. Application of Electronic Technique, 2006,

- 32(5):85-88
- [ 5 ] BIRAL. Operation and maintenance manual for the VPF-730 present weather sensor & VPF-710 visibility sensor [Z]. Bristol Industrial & Research Associates, 2007
- [ 6 ] Coastal Environmental Systems, Inc. WEATHERPAK-2000 user manual[Z]. 2007
- [ 7 ] 杭州晶控电子有限公司. RS232 串口摄像头使用说明书[Z]. 2009  
Hangzhou KinCony Electronics Co., Ltd. RS232 serial camera user manual[Z]. 2009
- [ 8 ] 上海桑锐电子科技有限公司. SRWF-506—508(V3.1)无线模块使用说明书[Z]. 2007  
Shanghai Sunray Technology Co., Ltd. SRWF-506—508 (V3.1) wireless module user manual[Z]. 2007
- [ 9 ] 刘刚,彭荣群. Protel DXP 2004 SP2 原理图与 PCB 设计[M]. 北京:电子工业出版社, 2007  
LIU Gang, PENG Rongqun. Protel DXP 2004 SP2 schematic diagram and PCB design[M]. Beijing: Publishing House of Electronics Industry, 2007
- [ 10 ] 曾凡锋,苗雨. MFC 编程技巧与范例详解[M]. 北京:清华大学出版社, 2008  
ZENG Fanfeng, MIAO Yu. Programming skills and detailed examples of MFC[M]. Beijing: Tsinghua University Press, 2008
- [ 11 ] 金卫民. VC 下利用串口进行数据通讯的研究[J]. 计算机工程与设计, 2003, 24(12):120-122  
JIN Weimin. Research of data communication by using RS232 in VC [J]. Computer Engineering and Design, 2003, 24(12):120-122
- [ 12 ] 中国气象局. 自动气候站观测业务规范(试行) [Z]. 2007  
China Meteorological Administration. Observation service specification of automatic weather station(On trial)[Z]. 2007

## Design of wireless transmission and integrated display system for meteorological data

LI Jie<sup>1</sup> CHEN Zhongrong<sup>1</sup> HUANG Pengliang<sup>1</sup> HUANG Jiansong<sup>1</sup>

<sup>1</sup> School of Atmospheric Physics, Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

**Abstract** To improve the flexibility of meteorological data transmission, a wireless module with easy installation and reasonable cost is adopted to transmit data. Common meteorological instruments have independent software to receive and display data, yet without integrated display. This paper develops a software to display the VPF-730 present weather sensor data, the WEATHERPAK-2000 automatic weather station data and the serial camera image synthetically and comparatively, and supplies a basic function for data storage and historical data inquiry. Experiments show that the system is stable and the data display quality is ideal.

**Key words** present weather sensor; automatic weather station; serial camera; wireless transmission; comprehensive and comparative display