

文章编号: 1672-8785(2018)02-0028-06

基于红外探测技术的航空气象报文 综合监控告警系统

宋豫晓

(中国民用航空汕头空中交通管理站, 广东 汕头 515041)

摘 要: 为满足需要全天候定时定点发布航空气象报文的民用航空气象从业人员的特殊应用需求, 开发出了一种结合人体感应状态探测、报文发布状态监控以及声光语音告警的综合监控系统。该系统基于红外探测技术、单片机技术以及计算机编程技术, 可通过探测人员工作状态和解码航空气象报文内容信息来判断报文发送状态。由于可以自动调用后台告警模块进行告警, 本文系统是一种可监控整个报文发送过程的综合监控告警系统。

关键词: 航空气象报文; 红外探测技术; 单片机技术; 综合监控告警系统

中图分类号: TP277 **文献标志码:** A **DOI:** 10.3969/j.issn.1672-8785.2018.02.005

Comprehensive Monitoring and Alarming System for Aeronautical Meteorological Information Based on Infrared Detection Technology

SONG Yu-xiao

(Shantou Air Traffic Management Station of Civil Aviation of China, Shantou 515041, China)

Abstract: To meet the special application demands of civil aviation meteorologists who need to send aeronautical meteorological information periodically at all-weather time, a comprehensive monitoring and alarming system which has the functions of human body state detection, meteorological information release status monitoring and sound-light and voice alarming is developed. The system is based on infrared detection technology, microcontroller technology and computer programming technology. It can judge information sending state by detecting the working status of related personnel and decoding the contents of aeronautical information. Because the system can automatically call its backstage alarming molecule to alarm, it is a comprehensive monitoring and alarming system which can monitor the whole information sending process.

Key words: aeronautical meteorological information; infrared detection technology; microcontroller technology; comprehensive monitoring and alarming system

0 引言

保障飞行安全是民航工作中的永恒主题,

也是航空运输业保持高速发展的坚实基础。天气状况是影响飞行安全的重要因素之一。据统

收稿日期: 2017-12-08

作者简介: 宋豫晓(1983-), 男, 广东汕头人, 硕士, 工程师, 主要从事航空气象设备研究。

E-mail: arsuila@aliyun.com

计, 由于天气原因造成的航空事故占总航空事故的 25% 左右, 其中 33% 的机毁人亡重大飞行事故均与天气状况有关。随着社会科技的进步, 飞机的稳定性明显提高, 由飞机机械故障造成的事故明显减少。但由天气原因造成的事故比例则相对增加, 这就给航空气象“通过提供及时、准确的气象情报和服务, 以实现减少、直至避免因复杂天气造成的飞行事故, 为飞行安全、正常和效率做贡献”的服务目标提出了严峻挑战。在全球航空飞行保障服务中, 航空气象报文是最为重要的气象资料之一。如果此类资料无法及时有效地发送和接收, 那么飞行安全将会受到严重影响。因此, 如何准确高效地对其进行梳理, 是航空气象人员面临的重要课题。

新的航空气象报文差错标准出台后, 各地为了严防“错迟漏”现象并切实提高气象工作质量和气象服务水平, 或多或少都制订了一些针对气象报文监控的措施。但它们普遍比较单一, 要么只在报文发报时进行监控, 要么只在漏发迟发后进行提醒, 并没有采用系统的解决方案来加以应对。目前, 就相关资料的查询结果和国外的实际工作情况来看, 国外还没有专门针对报文发布情况的综合性告警提醒系统^[1]。

本文开发的综合监控告警系统涵盖了整个航空气象报文发布的准备、进行和结束的全过程。该系统将对人的检测与对报文的检测结合起来, 可提供电话、警铃、语音提示等多种告警方式。同时, 该系统还实现了数据资料的图像化, 便于用户查看和分析。本文系统具有经济性和实用性强的特点, 并将会对航空气象报文的及时准确发布起到很好的辅助作用^[2-4]。

1 系统硬件设计

按功能划分, 这种综合监控告警系统由红外线自动探测模块、语音及拨号模块、继电器控制模块、声光告警模块和单片机主控模块等五个模块构成。

1.1 系统总体框架的构造

图 1 所示为系统硬件的构成框架。在系统前端, 红外线自动探测模块用于实时探测人员工作状态, 并将检测到的信息送至单片机主控模块。主控模块将处理后的数据发送给运行在 PC 端的上位机软件进行处理和判断。若达到设定时限后仍未能检测到人员状态, 则给单片机主控模块发送指令, 由其控制继电器模块动作, 驱动声光告警模块进行告警。同时, 上位机软件也在实时检测由转报机转发的本场报文。若在发报时限内没有检测到本场发布的报文, 则同样会触发告警模块进行告警。如果此时仍未有工作人员进行相应处理, 那么系统软件还会给主控模块发出指令, 由其驱动语音及拨号模块通过电话的形式通知相关工作人员及时处理紧急情况。

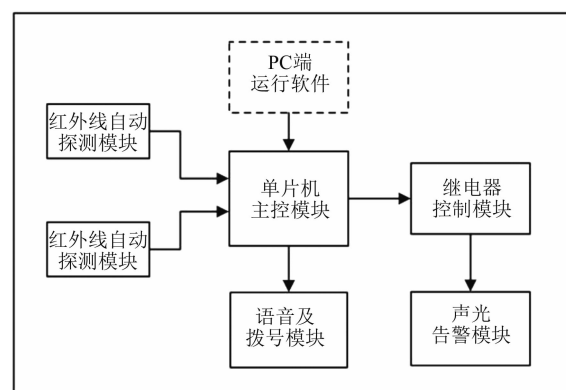


图 1 系统硬件的构成框架

1.2 主要硬件构成

1.2.1 HC-SR501 人体感应模块

作为一种基于红外探测技术的自动控制模块, HC-SR501 人体感应模块(见图 2)采用德国原装进口的 LHI778 热释电双元探头设计。该探头工作在 $7\sim 14\mu\text{m}$ 波段, 只对人体辐射的远红外线敏感。通过测定人体辐射的红外光谱到达双元的时间以及距离差值来实现对活动人体的探测。检测结果表明, 该探头具有灵敏度高、可靠性强以及可在超低电压下工作等优点, 因而广泛应用于各类自动感应电器设备, 尤其是由电池供电的自动控制产品^[5]。

1.2.2 语音及拨号模块

NV020C 是一款具有成本低、性能稳定、

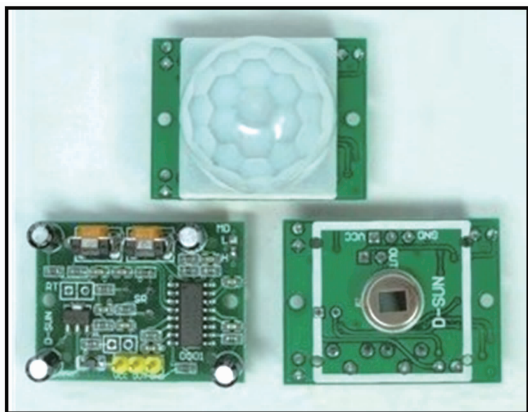


图 2 HC-SR501 人体感应模块

音质高、控制方便、电路简单等特点的语音集成芯片。它无需任何外围电路,在极其恶劣的噪声环境下都可以正常工作;具有宽泛的耐温和耐压范围,可以直推 0.5 W 的喇叭。作为本文系统的告警语音提示,该芯片可以录入长达 20 s 的录音并将其并接到电话中。

F-E56CSM-V1 是一种基于美国 Conexant CX93011 芯片的嵌入式 TTL 电平接口,可支持 V. 92、V. 90、V. 34、V. 32bis 及以下协议的调制解调器模块。该模块具有工作稳定、传输准确快速、使用方便容易、故障少、寿命长等特点,支持 33.6 kbps 上行速率、56 kbps 下行速率以及强大的数据纠错协议(V. 42MNP 2-4)和数据压缩协议(V. 42bis/MNP5),可最大限度地保证通讯数据的完整性以及传输的吞吐率(115200 bps)。另外,该模块还具备数据和传真功能,通过 AT 指令可改变工作模式,比如 DTE 速率、DCE 速率、连接方式、呼叫、应答等。图 3 所示为 Modem 模块。

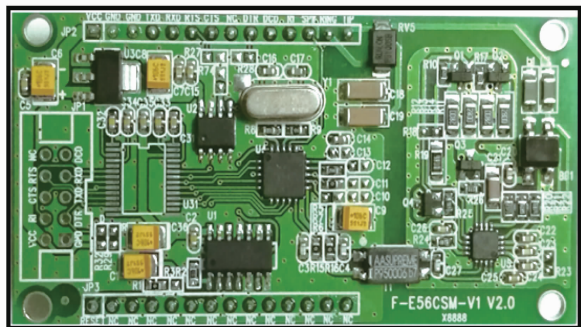


图 3 Modem 模块

1.2.3 继电器控制电路

由 HK19F-DC5V-SHG 型高灵敏度双路继电器及其外围电路构成的继电器控制电路主要用于接收来自单片机主控模块的控制信号。通过继电器的开闭达到控制告警模块电路的目的。

1.2.4 声光告警模块

声光告警模块由 12 V 电源、数字逻辑电路、高音喇叭以及 LED 发光二极管构成,主要提供声音与闪光灯告警功能。其运作受单片机主控模块控制。

1.2.5 单片机主控模块

基于 ATmega 328P AVR 芯片的主控模块具有运算速度快、运行内存大等优点。通过配合运行当今流行的 Arduino 开源电子平台,可以提供丰富的单片机 I/O 接口。该模块中还加入了 CH340 串口转 USB 芯片,可以方便地将单片机的串口信号转换成 USB 信号。这样不仅便于开发者通过修改程序进行二次开发,同时还可利用该接口读取数据和发送命令。

1.3 PCB 电路板设计

本文设计的综合监控告警系统需要连接五大功能模块,其中前端的红外线自动探测模块和声光告警模块被安装在需要监控告警的位置上并通过线缆连接,其余三大模块则被集合在一起。为了安装方便和外形美观,同时也为了使电路连接更加可靠、运行更加稳定,我们设计了图 4 和图 5 所示的 PCB 电路板。

2 系统软件设计

系统软件设计主要围绕两个处理过程展开:首先是用红外人体感应传感器探测人员工作状态的过程,由此探知人员是否在发报前做好相应准备,若没有则进行相应的提醒告警;其次是报文接收、处理与判断的过程,由此及时判断报文是否有错漏迟现象出现,若有则进行相应的告警提示^[6]。

2.1 控制器编程

控制器编程主要是下位机 AVR 单片机的编程,主要包括两大方面的内容:控制器要定

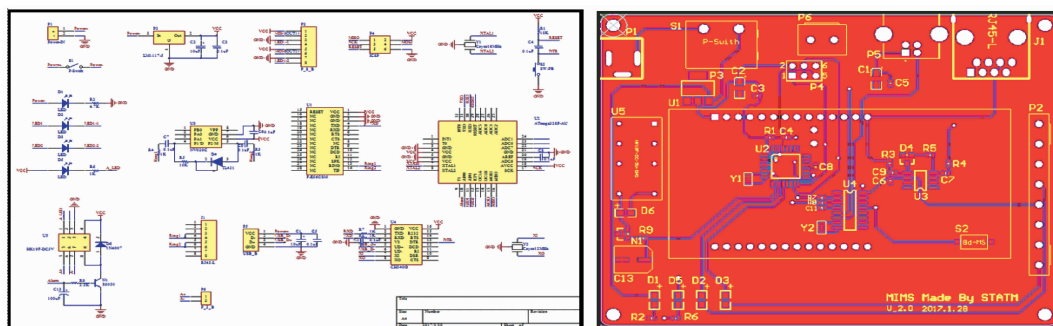


图 4 电路原理图及 PCB 图

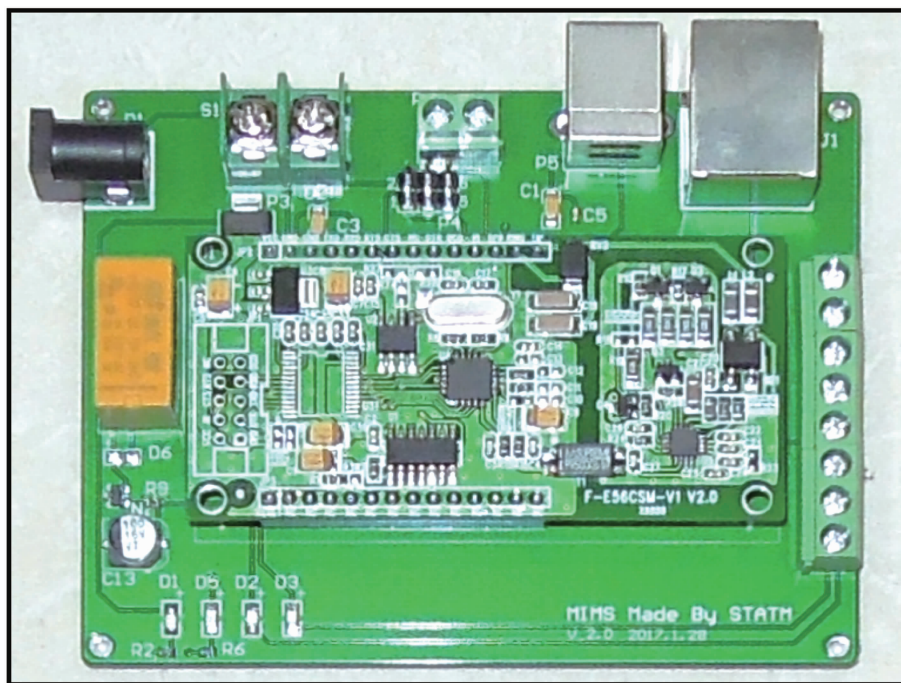


图 5 内部硬件电路

时处理由红外传感器实时采集的人员工作状态信息, 并将其发送给上位机作进一步处理; 同时控制器还要实时接收由上位机发送的控制命令, 并通过解析命令控制声光告警模块及 MODEM 语音拨号模块的运作。

2.2 系统软件的编写

系统软件包括三个部分的内容: 一个是数据采集, 主要是用串口连接控制器对红外人体感应传感器的状态、报文及监控串口的状态和告警器 MODEM 模块报文的状况进行采集, 并以图形加上颜色的形式进行区分, 以便于使用者随时查看。另一个是编码解析, 主要是报文接收的显示。软件实时接收来自端口的返回

报文, 并进行相应的解码显示, 以便于使用者随时查看最新报文的情况。第三个部分是命令发送, 主要涉及的是系统软件向控制器主机的发送。图 6 所示为系统软件的运行界面。

2.2.1 数据采集

数据采集主要包括两个方面: 一个是通过串口的由控制器发送的红外监控数据; 另一个是通过串口的由转报机返回的报文数据。数据采集过程相对比较简单。监控相应的端口控件, 有数据到达时再进行相应处理。

2.2.2 编码解析

本文系统涉及的编码主要有民航电报编码 IAT2、ITA5 以及 ASCII 码。民航电报编码需

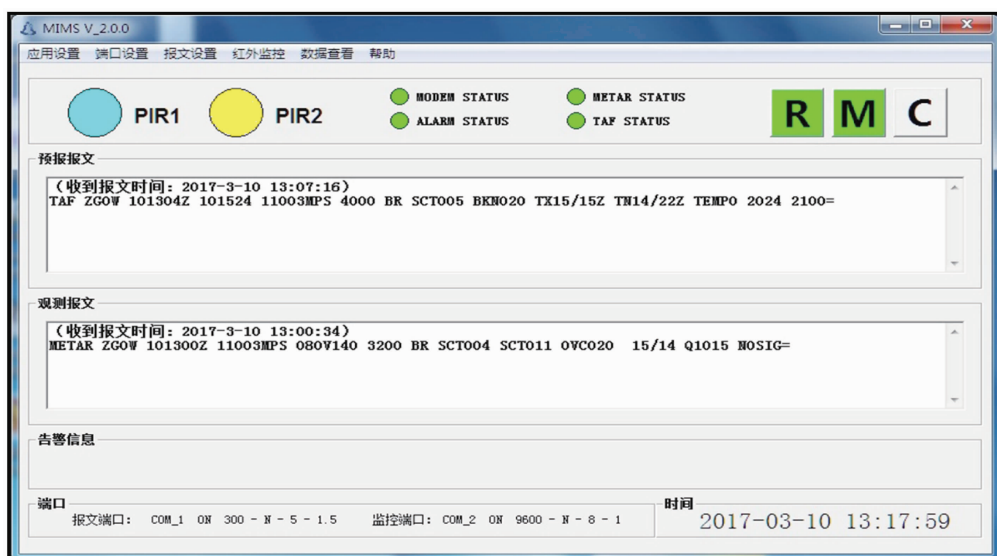


图 6 MIMS 系统的运行界面

要进行相应转换才能够解出报文内容。本场电码采用 IAT2 编码, 即博多码, 需要被特定的转码程序转换后才能在软件上正常显示出来^[7-8]。

2.2.3 命令发送

命令发送一方面涉及系统软件与控制器之间的命令约定, 即约定何种字符代表控制器要进行怎样的动作; 另一方面是特定模块约定的命令, 比如 Modem 模块的命令是已经预设好的, 所以系统软件只能按照其格式操作相应动作。

2.3 相关辅助软件的编写

2.3.1 硬件测试软件

本文系统集成了语音提醒、警铃、MODEM 电话拨号等多种告警功能。在报文接收正常的情况下, 这些硬件设置会在很长的时间内处于闲置状态。如果有意外情况, 那么在需要它们动作的时候可能会发生无法正常工作的情况。若能定时对硬件进行模拟测试, 则可很好地避免这种情况出现。图 7 所示为功能测试界面。

2.3.2 辅助显示软件

本文系统不仅可以给全过程人员发送气象报文和实现报文监控, 同时还可以在后台实时记录相关数据, 为后续的数据研判和问题研究

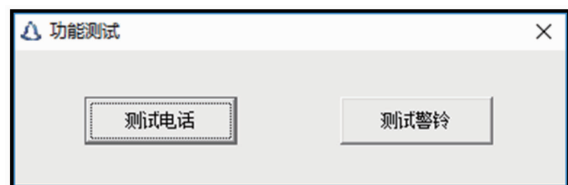


图 7 功能测试界面

等提供相应资料。该系统提供的数据包括红外监控数据、TAF 报文日志、METAR 报文日志、软件测试日志等四个方面的记录。图 8 所示为红外监控数据辅助显示软件界面。其中, 有颜色的部分表示监测到了人员活动, 白色部分则表示未监测到人员活动。

3 试验分析

目前, 本文设计的航空气象报文综合监控系统已在中国民用航空汕头空中交通管理站气象台观测值班室和预报值班室投入运行了 8 个月的时间。表 1 列出了该系统记录下的各种数据情况。

从表 1 中可以看出, 在本文系统投入运行期间, 硬件工作正常, 各指示灯提示准确, 红外传感器的检测灵敏度高, 声光告警能够达到相应效果; 软件解码正常, 未发现有报文解析错误的现象发生, 数据及测试记录正常。结果表明, 针对 52 次人工模拟监控告警, 该系统均能正常响应, 且用户反映良好。

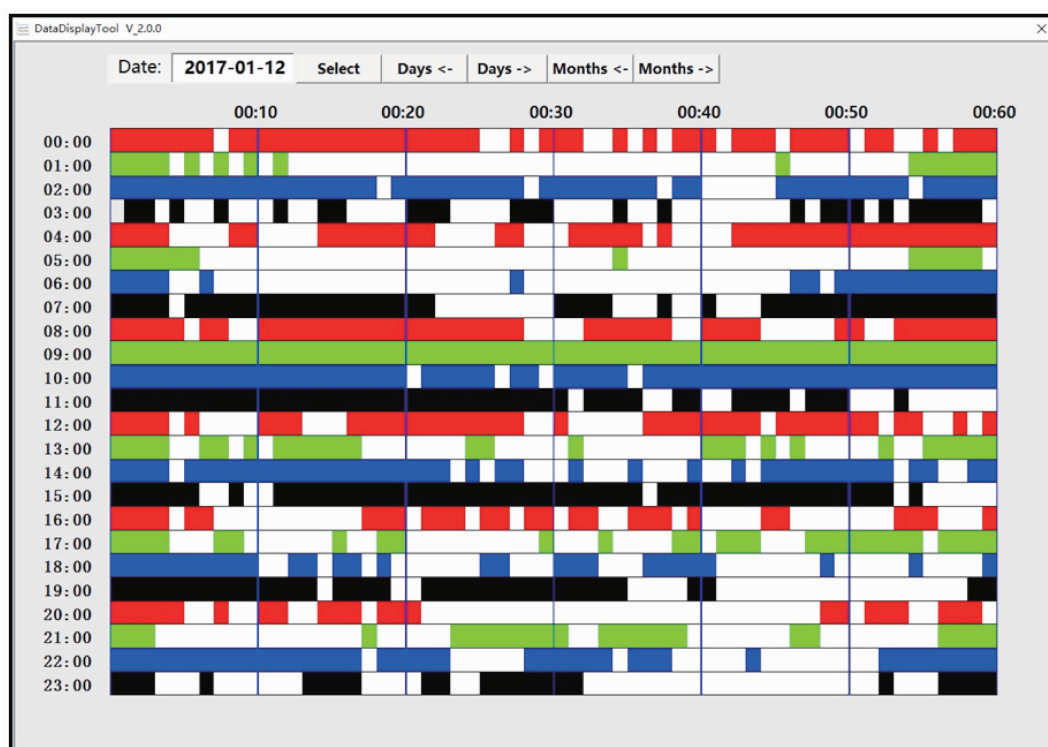


图 8 红外监控数据显示软件界面

表 1 数据记录统计表

序号	项目	数量	序号	项目	数量
1	METAR 报文	5868 份	5	电话测试	355 次
2	SPECI 报文	35 份	6	警铃测试	355 次
3	TAF 报文	2940 份	7	模拟监控告警	52 次
4	红外监控记录	244 份	8	系统告警	2 次

4 不足与改进

本文系统具有明显的优点,但也存在以下几点不足之处。首先,在外观上,限于开发条件,传感器与主控机的外壳均采用普通 3D 打印技术制成,在硬度和手感上存在一定缺陷,以后将会考虑改进工艺。其次,由于采用其他公司的专利产品,系统中 MODEM 模块的成本占了整个系统成本的很大一部分,未来系统升级将会考虑改进。再次,限于开发者对气象知识的了解程度,未能在系统中加入报文内容校验功能,对此后续将会增加。最后,系统软件还未引入数据库存储功能,所以对于相关信息的查询来说相对比较麻烦。这方面也是未来

改进的方向^[9-10]。

5 结束语

本文系统是一套集合多要素监控且实现多手段告警的航空气象报文专用综合监控系统。该系统创新性地同时对航空气象报文发布的人员与报文进行监控,其过程涵盖了报文发布前、中、后所有环节。同时,系统自带的测试工具可以减少自身故障的发生,而且自带的查询工具也可以为后续的分析研究提供有效的数据支持。这种监控系统的投入使用可以有效减少由于人为因素导致报文迟发漏发情况的出现,从而为航空气象报文的可靠发布提供强有力的技术支持。

(下转第 43 页)