

飞机座舱压力控制系统远程检测方法研究

某型飞机座舱增压控制系统性能测试时间较长,人工操作过程繁琐。释压安全活门是飞机座舱增压控制系统核心部件,通过分析该部件的结构,设计了一套由电磁活门远程控制终端和手持式控制盒组成的远程无线控制系统。该系统基于嵌入式控制和无线通信技术,实现了对某型飞机释压安全活门的远程测试,将某型飞机释压安全活门的测试时间由10 h降低到2 h,极大地缩短了飞机的维护进度,提高了维护效率。

姚久新/吉林航空维修有限责任公司 陈建雷/中国人民解放军93108部队
杨志华/长沙航空职业技术学院

1 问题描述

飞机座舱增压控制系统的基本任务是保证在给定的飞行范围内,座舱的压力及其变化速率满足乘坐舒适性的要求,并保证飞机结构的安全。为确保飞机座舱压力处于安全范围内,飞机座舱内安装了释压安全活门。当飞机座舱内外压差超过一定值时,释压活门打开,以释放多余的座舱压力,防止座舱内外压差过大而影响飞机结构安全,释压安全活门结构如图1所示。



姚久新/工程师

关键词/Keywords

远程控制·
嵌入式系统·
无线通信·

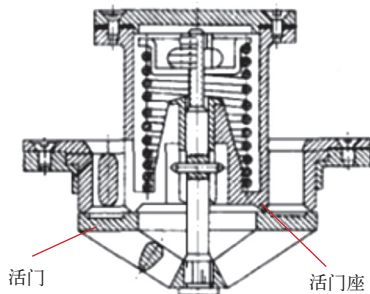


图1 释压活门结构

释压活门由活门、活门座和活门弹簧等组成。活门座固定在座舱内,活门在座舱外。当座舱增压空气压力大于

规定值时,活门克服活门弹簧力打开排气,以保证座舱内压力符合人体生理需求。某型大型飞机座舱和货仓内,共安装有4个释压活门,为保证每个释压活门工作的安全可靠,在对飞机座舱压力控制系统进行检测时,需要对每个活门轮流进行检测。目前采用的方式是通过人工接通某一个活门的管路,断开其他三个活门的管路,然后对座舱进行加压,测试结束后再释压。当测试通过时,再换另一个活门进行测试,每个活门的测试时间需要2个多小时(主要用来加压和释压)。为完成全部试验,需要对飞机座舱和货舱进行加压和释压4次,总计需要10 h左右。在这个过程中,不能做任何其他工作,严重影响了飞机的维护进度。本文提出了一种远程自动化的测试方法,使对4个释压活门的测试时间缩短到2 h左右。

2 设计原理

在4个释压活门的进气管路上安装电磁活门,每个电磁活门的通断采用无线远程控制(之所以采用无线远程控制,主要考虑到如果采用有线,会导致舱门关不严,导致机舱漏气)。在飞机座舱加压后,轮流接通每个电磁活门,依次测试释压活门的工作范围。这样就保证了一次加压,实现全部释压活门的测试,大大节约了加压和释压的时间。

整个控制系统由手持式控制盒、远程控制终端组成。飞机座舱关闭后,操作人员通过手持式控制盒在座舱外发送控制指令,远程控制终端通过无线通信

接收指令,控制每个活门的通断。远程控制终端原理框图如图2所示。

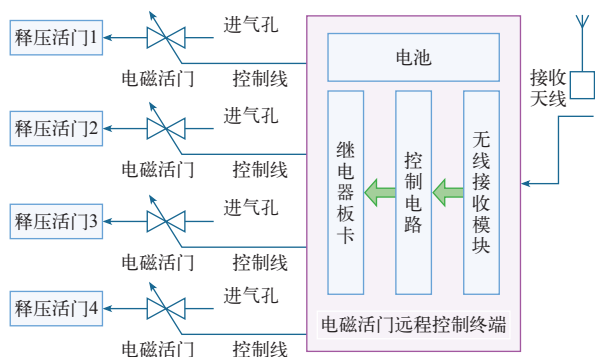


图2 电磁活门远程控制终端结构

图2是电磁活门远程控制终端,安装在飞机驾驶舱内,由4个电磁活门、接收天线和控制盒组成。电磁活门分别与4个释压活门相连,另一端与机舱大气相通,每个电磁活门的通断由控制盒输出的控制线决定。控制盒内有独立电池、控制电路、天线接收模块和继电器板卡。天线接收模块接收来自天线的信号,并将该信号输送至控制电路。控制电路决定继电器板卡的输出,从而控制相应电磁活门的通断,使相应的释压活门进入检测程序。

图3为采用手持式操作方式的电磁活门远程控制发送端,维护人员在机舱外,根据测试流程发送每个释压活门的测试指令,控制指令由无线发射模块通过天线发送。为保证传输的有效性,采

用穿透性和绕射性较强的VHF低频(170 MHz)信号,该信号在穿透力和绕射能力方面大大强于433 MHz和2.4 GHz。

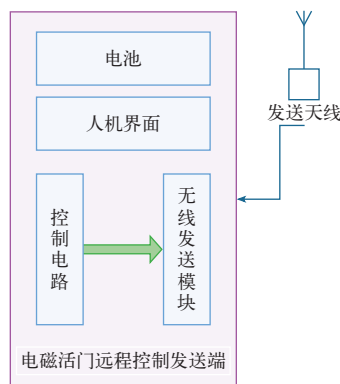


图3 手持式控制盒结构

3 软硬件设计

3.1 硬件设计

控制终端的核心芯片采用32位芯片STM32F407VET6,该芯片兼容性好,运算速度快,主频达到168 M,具有I2C/SPI/UART、USB/CAN、ADC/PWM、TIMER/WDT/RTC和DMA等资源,非常适合作为工业控制、总线控制和物联网系统芯片^[1-2]。以STM32F407VET6芯片为核心的嵌入式控制系统包含晶体振荡电路、存储芯片和起动开关等。GPIO端口PG01~PG03用于驱动光耦芯片和放大电路驱动电磁活门。具体电路如图4所示。

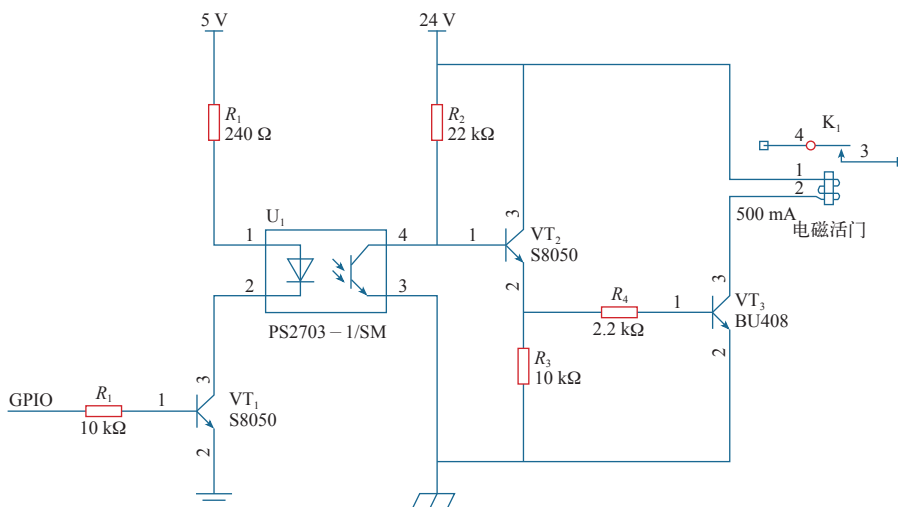


图4 电磁活门驱动电路图

图4中, U_1 是光耦, 光耦隔离了5 V电源和24 V电源, 使控制芯片的工作电源稳定; $VT_1 \sim VT_3$ 是三极管, 起功率放大作用; K_1 是电磁活门控制继电器, 控制电磁活门的工作状态。当GPIO口信号为低电平时, VT_1 截止, 光耦 U_1 不工作, VT_2 和 VT_3 导通, 电磁活门打开; 当程序控制GPIO口信号为高电平时, VT_1 导通, 光耦 U_1 工作, VT_2 和 VT_3 截止, 电磁活门关闭。

无线通信模块采用SI4463芯片, 该芯片功耗低, 最大功率为100 MW, 工作频段170 MHz, 通信距离达到2 500 m, 该频段信号穿透力和绕射力强。控制芯片通过串口通信驱动无线模块发送控制指令, 整个系统性能稳定, 可靠性高。

3.2 软件设计

该测试软件是一套嵌入式人机交互软件, 手持式控制盒和远程控制终端各安装一套软件, 为了保证软件开发的速度和可靠性, 采用了UCOS II嵌入式操作系统, 编译环境为KEIL UVISIONS。UCOS II操作系统性能稳定可靠, 内核简洁^[3-4]。各应用程序在此操作系统的平台上运行, 控制盒和远程控制终端软件设计流程图如图5、图6所示。

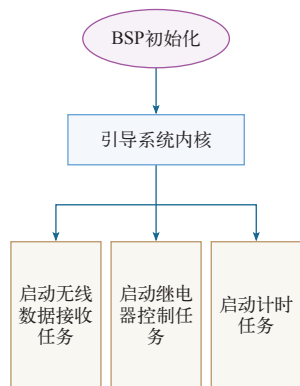


图5 控制终端软件流程图

BSP初始化的功能是初始化系统板, 并引导操作系统内核, 操作系统启动后, 进一步生成各子任务。每个任务独立运行, 保证了系统的实时

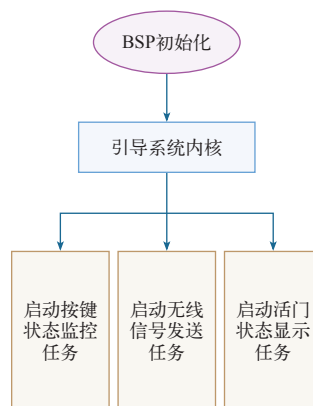


图6 手持式控制盒软件流程图

性, 也简化了开发的难度。

4 结束语

设计了一款无线电磁活门远程控制系统, 该系统采用了嵌入式无线信号处理技术, 实现了电磁活门通断的远程控制, 在飞机座舱释压活门的测试过程中, 该系统大大缩短了测试时间, 将传统的试验时间由10 h缩短到2 h左右, 极大地提高了飞机的维护效率, 具有较大的推广和应用前景。

参考文献

- [1] 肖林京, 于鹏杰, 于志豪, 等. 基于STM32和emWin图形库的液晶显示系统设计 [J]. 电视技术, 2015, 39 (1): 39-42.
- [2] 赵书民, 刘国争. 基于STM32智能无功补偿控制器的研究与设计 [J]. 电气应用, 2013 (S1): 51-53.
- [3] 李昌. 基于 $\mu C/OS-III$ 的多功能控制器 [J]. 单片机与嵌入式系统应用, 2014 (3): 33-34.
- [4] 谌进, 马尚昌, 张素娟, 等. 基于UCOS-II和LwIP的串口设备联网技术研究 [J]. 电子设计工程, 2015, 23 (10): 75-78.

(收稿日期: 2018-02-15) EA

欢迎订阅 欢迎投稿 欢迎刊登广告