

民用飞机防火试验室测控系统研究

The Research of Measurement and Control System for Civil Aircraft Fire Laboratory

王志超 / Wang Zhichao

(上海飞机设计研究院, 上海 201210)

(Shanghai Aircraft Design and Research Institute, Shanghai 201210, China)

摘要:

为满足防火试验室高精度、实时性和多任务测控的需求,设计了一种基于 Labview 的测控系统。防火试验室测控系统由采集测试、灭火剂浓度测试、航电仿真、试验室模拟电源、试验室监视和总控制台组成。提出了系统的总体设计方案,并对各个功能模块进行介绍。采用 Labview 软件编制测控软件,大大提高了测控系统的运行效率。合理配置 Labview 软件的实时引擎,使测控系统的任务循环周期达到高精度,提高了系统的实时性。该系统具有多功能、高精度、实时性、运行稳定、界面友好的特点,能够满足防火试验的测控需求,并具有很好的应用前景,可广泛应用于各种试验之中。

关键词:测控; Labview; 航电仿真; 监视; 总控制台; PXI 总线

[Abstract] To meet the high-precision, real-time, and multi-task measurement and control requirements of the fire laboratory, a kind of measurement and control system based on Labview is designed. The measurement and control system of fire laboratory is composed of acquisition testing, fire extinguishing agent concentration testing, avionics simulation, laboratory power supply simulation, laboratory surveillance, total control table. This paper puts forward the design scheme of the whole system, and each functional module is introduced. The software of measurement and control using Labview greatly improves the operating efficiency of the measurement and control system. The reasonable configuration of Labview real-time engine makes the task cycle of the measurement and control system achieve millisecond level, which improves the real-time performance of the system. This system has the features of multi-function, high precision, good real-time performance, stable operation, and friendly interface, which can be satisfy measurement and control requirements of the fire test. The system has a good application prospect, which can be widely applied in all kinds of tests.

[Key words] Measurement and Control; Labview; Avionics Simulation; Monitoring; Total Control Table; PXI Bus

0 引言

在工业控制过程以及科学研究中,经常需要对压力、温度、湿度、液位和位移等进行监测与控制,因而测控系统已成为工业系统中的重要组成部分^[1]。随着科学技术的发展,人们对数据采集的精度、监控的实时性、系统的功耗及智能化等提出了更高的要求^[2]。

传统的工业测控设备通常采用单台仪器独立工作、手工操作、人工判断的方式,每台测控设备的功能和使用范围是固定不变的,且每台测控设备的

测试信息是彼此独立的。随着工业的发展对现场测控系统的要求也越来越高,不但要求测控设备能够完成对工业现场的实时测试,而且还要求测控设备能够满足不同测试对象的需求、具备可扩展的升级换代功能,并且能够通过监测、分析、优化等手段为工业现场控制和决策提供依据。

本文利用 Labview 软件^[3]开发一套防火试验室测控系统,实现对防火系统试验模拟量和开关量的采集和控制,并将采集的现场数据进行实时动态显示、分析和计算,大大提高了测试系统的精度,减少试验次数,降低了试验成本。

1 系统方案

防火试验室测控系统主要完成民用飞机防火系统试验件供电、防火系统的控制、指示以及告警等模拟、防火系统逻辑动作所必须的外部信号模拟、防火系统试验被测参数的测量、采集、显示、处理、分析、存储以及试验数据的管理等、防火系统工

作状态的采集、处理、存储以及试验数据的管理等、试验室厂房的监视和灭火剂浓度喷射过程的实时监控等。

防火试验室测控系统由采集测试、试验模拟电源、航电仿真、试验室监视、灭火剂浓度测试和控制台组成。

防火试验室测控系统功能分配如图 1 所示。

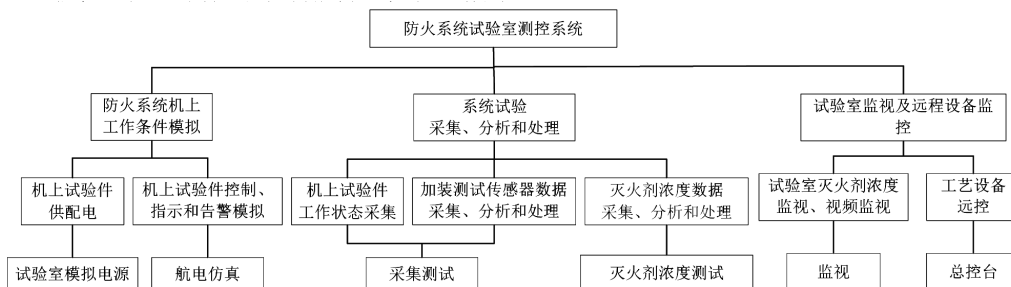


图 1 防火试验室测控系统功能框图

系统采用分布式结构和实时操作系统,直接连接传感器进行数据采集,采集到的数据通过千兆以太网上传到主控台的数据采集系统计算机进行数据分析处理和显示,这样就能解决主控台与布置传感器的地点距离较远的问题。

如图 2 所示,通过以太网方式程控电源,分布在防火试验室工业设备的周围,数据采集通道的数量及安装位置根据试验室布局情况确定,测试点和数据采集通道之间通过千兆以太网连接,实现数据传输。航电仿真和防火系统试验件及工艺设备通过通讯总线进行通讯,并在显示器上显示防火系统的状态,同时对防火控制板的电平信号进行控制实现对防火系统的控制和监测。试验室监控系统接收摄像头采集到的视频信息,在显示器上分屏显示,同时使用高速摄像机采集灭火剂喷射过程的信息。各个系统之间通过以太网与服务器连接,实现数据的存储、统一处理等。通过总控制台对采集测试、气流模拟、航电仿真、试验室监视等进行远程控制。

上位机采用 NI 公司的 PXI 平台搭建,上位机上主要安装有千兆以太网模块,并通过控制器自带的 GPIB 模块远程控制电源。数据采集系统的界面也在上位机上,用以实时显示采集到的各种传感器信号,同时也具备信号分析、数据处理等功能。上位机采用 PXIe 总线机箱,该机箱每插槽高达 1 GB/s 的专用带宽和 3 GB/s 的系统带宽,能够满足大数据量处理的系统需求。上位机软件采用模块化设计思想,按照软件模块划分如图 3 所示。

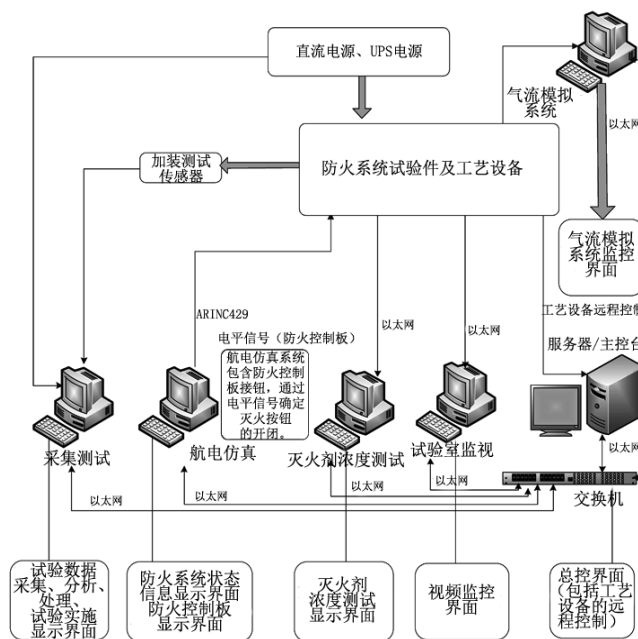


图 2 整体设计方案

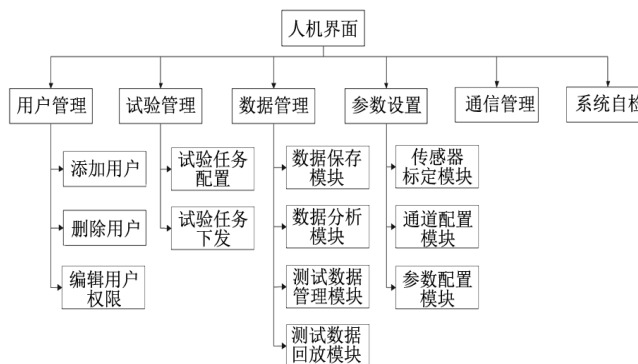


图 3 软件功能框图

1.1 采集测试

防火试验室采集测试是分布式完成民用飞机防火系统试验的测量、采集、分析、处理以及试验数据的管理等功能。采集测试由测试传感器和数据采集等组成。系统应配置足够的采集通道,能够实时采集安装在试验台上的所有传感器信号、应具有足够的采样频率,能够对每个传感器信号进行采样而不失真、配置标准电源、具有很高的抗干扰性,解决从传感器到采集设备之间的长线传输问题、系统应采用分布式模块化设计,同样类型的模块应具有相同的接口或兼容的驱动程序、为了减小系统的干扰,采用硬件滤波。

提供一个 Windows 图形环境下稳定可靠的、功能强大、智能、易于使用、全汉化界面操作的测试工具。

软件包括准备模块,该模块实现试验前的各种准备工作;

实施模块,该模块完成试验过程中对数据的采集、分析、显示和处理;

试验分析处理及评估模块,该模块完成对数据分析以及试验报告的生成;

数据中心模块,该模块完成对试验全生命周期资料的管理。

1.2 试验室模拟电源

试验室模拟电源给防火系统试验件等提供电源,相应电缆敷设至各试验件安装位置。试验模拟电源由 28V 直流电源、UPS 电源、电缆等组成。其中,UPS 电源用于停电情况下,计算机保存试验数据的应急用电。

1.3 航电仿真

航电仿真主要完成飞机防火系统的控制、指示和告警。航电仿真通过通讯总线信号、离散信号及模拟量信号等与防火控制器进行信息交互,提供防火系统逻辑必需的外部信号,并得到防火系统反馈的状态信号,进行显示。航电仿真功能如图 4 所示。

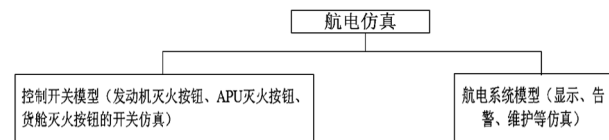


图 4 航电仿真功能框图

1.4 试验室监视

试验室监视配置普通监视和高速摄像机。普通监视主要是对试验厂房门厅、试验舱、低温试验

箱、高温试验箱、气流模拟间等主要部位设置摄像头进行安全监视和工作状态监视,主要由摄像头、解码器、显示器等组成;高速摄像机主要对灭火剂喷射过程进行拍摄记录,包括高速摄像机及其图像处理。监视采用局域网连接。

1.5 灭火剂浓度测试

灭火剂浓度测试应符合美国联邦航空局《测量动力装置舱内灭火剂浓度通用指南》推荐的 12 点灭火剂浓度测试方法。灭火剂浓度测试是基于压差传感原理的气体灭火剂浓度测试。测试能同时对 12 个点的气体灭火剂浓度进行实时测试。测试由三台测试仪器和一台便携式计算机组成,每台测试仪器具有独立的四个测试通道,可同时对 3 个剖面 4 个点的灭火剂浓度进行测试,便携式计算机与四台测试仪器的通讯接口连接,获取 12 个点的灭火剂浓度数据,并进行数据处理,显示 12 个点的灭火剂浓度曲线,储存 12 个点的灭火剂浓度数据。

1.6 控制台

测试控制间设置四组琴式控制台,分别用于监视、采集测试、航电仿真和气流模拟。控制台上设置显示器、仪表、开关、按钮等,符合人机环境要求。监视控制台对试验室厂房和灭火剂浓度喷射过程进行监视及存储。采集测试控制台对试验参数进行采集、存储及灭火剂浓度试验数据的采集。航电仿真控制台实现防火系统的告警、指示及控制。气流模拟控制台对气流模拟系统的流量进行控制和显示,设置风机启、停按钮和应急停止按钮。控制台功能布置如图 5 所示。

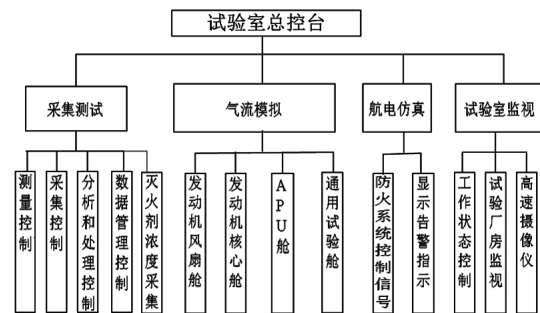


图 5 防火试验室控制台

2 测控系统设计要求

2.1 容错性要求

系统必须具备良好的容错性,避免造成数据采集的错误。当系统出现故障时,应按照相应的故障处理原则进行处理,给出故障报告并提示解决方

案,采取隔离此故障的措施,避免整个测试系统的故障。系统容错性设计主要包括操作界面的容错性、软硬件的容错性要求。

2.2 通用性要求

本系统通用性要求主要目标为软件和硬件模块的通用性、模块化要求。

通用性是测控系统的一种属性,这种属性可使测试程序集在另一种测试系统上运行,并顺利完成被测设备测试及故障诊断。通用化设计注重于采用公共的测试资源去适应不同的测试需要,可以大大提高测试覆盖范围,提高系统的兼容能力。通用性设计还可以将测试资源充分利用,降低维修成本。

2.3 可靠性要求

为了保证测控系统的可靠性,满足技术要求,保证设备的可靠,提高应用系统的成功率,减少维修人员和保障要求,降低寿命周期费用,确保产品达到可靠性指标的要求,有必要在系统设计过程中始终贯彻可靠性保证要求。

3 软件配置

3.1 开发环境

系统软件开发平台选择 NI 公司的 Labview 图形化开发环境,它集成信号采集、测量分析与数据显示等一系列功能,摒弃了传统开发工具的复杂性,在提供强大测控功能的同时,保证了系统灵活性。Labview 广泛地将数据采集、分析与显示功能集中在了同一个环境中,使得测试人员可以使用其方便快捷地集成一套完整的测控应用系统。

3.2 软件框架

系统软件基于成熟的模块设计,具有系统自检、试验参数配置、测量控制、实时数据显示等功能。软件架构如图 6 所示。

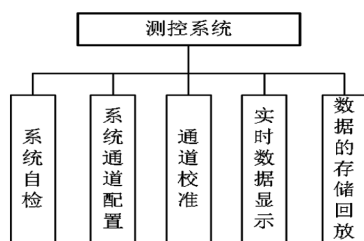


图 6 软件架构

3.3 软件功能

3.3.1 系统自检

系统启动后,会自动运行自检程序,系统自检主要是对系统的硬件进行自检,如果自检通过,则

进行下一步操作。如果自检不通过,则弹出提示界面提示用户故障源并停止系统运行。

3.3.2 参数配置

系统可以通过参数配置界面灵活的配置,采集相关参数,为实现采样率的配置、采集增益的调节、测量信号类型的配置、系统修正系数的配置、自动识别可用通道,并提供相应通道的选择,使用方便、数据存储形式配置、数据处理算法的配置。

3.3.3 系统主界面和数据实时显示

系统主界面由通道选择、实时数据显示、实时波形显示、操作提示、系统操作按钮以及系统状态等组成。在测试过程中,用户可以通过选择界面左侧通道名称来实时查看系统中任意通道采集到的数据,实时数据以波形和数值两种方式显示在主界面上,方便用户查看。

软件操作按钮部分考虑到用户误操作的情况,在运行过程中程序会自动对相关的操作按钮进行禁用或者使能。系统主界面上实时显示各子系统的状态,并在测试过程中对系统中各设备的状态进行监测。

3.3.4 数据存储及回放

系统软件可对采集的数据进行实时存储,并且可以回放以前采集到的原始数据,用户可以根据需要选择相应的通道进行回放,以便查看。用户也可以将保存的数据做相关分析处理后再进行回放。

3.3.5 扩展功能

系统软件为升级扩展预留了接口,方便用户根据实际需求灵活的升级系统。

4 结论

该系统遵循通用化、系列化、模块化、标准化的测控系统要求。系统具有可靠性高、实用性强、操作简单、维护方便等优点,能满足防火试验数据高精度的测量需求,在民用飞机防火系统试验中具有很好的应用前景。

参考文献:

- [1] 杨升,余善恩,尚群立,黄存坚. 多功能测控系统的开发[J]. 杭州电子科技大学学报,2010,30(4): 121-126.
- [2] 卿树友. 小型多功能数据采集器研究[D]. 重庆大学,2005:59-64.
- [3] 陈锡辉,张银鸿. Labview 8.20 程序设计从入门到精通[M]. 北京:清华大学出版社,2007.