

无人机综合检测技术研究

Research on Integrated Test of UAVs

陈敬军 / 国防科技大学机电工程与自动化学院

摘要: 论述了无人机综合检测技术的重要性,提出了无人机综合检测系统的总体设计技术要求和结构模型,并具体给出了其硬件和软件的设计思路与技术实现途径,最后分析总结了无人机综合检测技术的发展趋势。

关键词: 无人机; VXI总线; 虚拟仪器; LabWindows/CVI; 综合检测

Keywords: UAVs; VXIbus; virtual instrument; LabWindows/CVI; integrated test

0 引言

随着无人机飞行用途的日益增多,其飞行控制系统变得越来越复杂。无人机飞行控制系统集飞控计算机、控制、通信、信息处理、传感器、导航等众多技术于一体,是无人机系统的核心,关系着整个无人机系统的性能。在无人机飞控系统的研制、调试及维护过程中,要求能对其进行全方位的功能检测;为确保无人机能够顺利安全地完成飞行任务,飞机起飞前也必须对飞控系统进行检测以确保设备性能的完好;还需要向飞控计算机装定各种飞行任务参数。这些构成了无人机地面综合检测系统的任务。

随着虚拟仪器技术的不断发展,检测系统已经具有标准化、通用化、系列化、模块化等特点,虚拟仪器技术在无人机地面综合检测系统中的应用,不仅提高了检测的自动化程度和精度,而且集测试与数据分析于一体,软硬件资源共享,更易于维护和升级,在无人机的调试、例行试验、总装联调与故障定位中都发挥了重要作用。

1 无人机综合检测系统总体设计

1.1 无人机地面综合检测系统功能需求

1) 检测系统的软件、硬件采用模

块化设计,使之具有最大的灵活性和扩展性,适应不同规模的使用以及其他型号使用的潜在需要,便于系统的维护和升级。

2) 检测系统工作时不影响被检测飞行控制系统的正常工作,不改变飞行控制系统的原有功能。

3) 检测系统应具有自检测功能,能适应不同的接地要求,并具备良好的电磁兼容性,不受检测现场干扰,并且不产生影响被测对象的电磁干扰。

4) 检测系统应具有良好的人机界面和汉字支持能力,可完成打印和数据库操作,并且响应快,软件装卸容易,使用方便。

1.2 检测的主要数据指标

检测系统的主要功能是检测、故障诊断和参数设定。

检测对象包括传感器系统、飞控计算机、飞控计算机自检测通道、舵回路子系统、无人机自检测子系统。需要观测的对象是A/D通道、D/A通道、串行通信通道、开关量输入通道、开关量输出通道、频率/脉冲信号通道。

通过数据采集与分析,观测各系统的工作状态,当异常出现时,能对其做出故障诊断,得出结论。

当排除故障之后还需要对飞控计算机设置参数,如控制参数、导航初始化参数、任务参数、发动机状态参数、突防/回收特征参数等,并装定航线与航向数据。

1.3 无人机地面综合检测系统总体结构

地面综合检测系统可对飞控系统的功能、各项技术参数、工作程序和各種激励响应等进行综合性检测。检测系统不仅能对被测对象的各种物理参数实施非电量到电量的转换、信号调理、数据采集、记录和显示,还能对采集的数据进行各种分析计算,自动生成测试结果报告。

检测系统的硬件设计采用基于VXI总线的虚拟仪器代替某些传统硬件,软件采用LabWindows/CVI 8.5仪器开发平台。检测系统总体框架如图1所示。

地面综合检测系统采用虚拟测试技术,主要由主控计算机、VXI通用模块、自研VXI模块及接口板组成。测试时,主控计算机根据测试程序通过VXI总线向VXI控制器发出控制指令,控制相应继电器组工作,接通所需的信号通路,并启动VXI通用模块和自研VXI模块及相应的软面板,产生相应的信号,输入至被测电路。输入信号经过变换测量,由VXI总线回送到主控计算机,主控计算

机对其进行分析和故障诊断。分析判断结果可自动存储记录,也可打印供测试人员参考。

2 无人机综合检测系统硬件设计

2.1 设计思想

无人机地面综合检测系统硬件设计,以多层次、模块化的开放式结构组合成测试系统,采用标准化检测接口和测试系统总线,其中工控机通过零槽控制器控制继电器矩阵向激励信号发生器发出指令,激励信号发生器解译指令后通过检测适配器向被测对象施加适当的激励,被测对象的响应信号在检测适配器内被信号调理,经继电器矩阵和开关模块分别切换到各测量仪器;测量仪器将测量数据经零槽控制器,送往工控机,在计算机中对测试结果合格与否进行判断并存储和在显示器上显示。串行码收发器在零槽控制器的控制下向被测对象发送串行数据并接收被测对象的响应数据,然后将响应数据经零槽控制器,送往工控机,进行判断并存储和显示。

2.2 系统结构设计

系统由VXI机箱、VXI模块、IEEE1394通信接口、工控机及其外设、通用测试接口、电源和安装上述设备的机柜等组成,系统硬件组成如图2所示。

3 无人机综合检测系统软件设计

3.1 软件设计

检测系统软件设计的根本目的是构造一套通用、开放的测试程序平台,来完成检测设备的管理、检测信号的采集发送、测试结果的处理和保存等工作。本软件的总体结构如图3所示,其基本功能包括:

1) 向飞控计算机发送命令,主要有爬升、平飞、俯冲、左右盘飞、直飞、定向、返航飞行等飞行指令,大、中、小、停车

四档发动机马力切换指令,开、抛伞指令。

2) 采集飞控计算机外设各端口工作状态,接收无人机的飞行参数,驱动虚拟仪器模块,模拟无人机的飞行状态。

3) 分析和储存数据,并进行故障诊断。

除了这三个基本功能之外,还应具有打印检测报告、查询历史数据等文档处理功能。

软件的设计采用模块化结构,根据检测系统的任务可分为3个模块,即通信模块、数据采集模块、数据分析与故障诊断模块,重点是通信协议制定、故障诊断数据库设计。

综合检测系统通信模块包括上位机与下位机的通信、上位机与飞控计算机的通信、下位机与飞控计算机之间的通信。数据采集模

块通过A/D采集通道采集电压量和模拟信号量的电压值,并由上位机显示结果。数据分析与故障诊断模块分析采集所得数据,给出故障诊断结果。

3.2 软件实现

软件的开发环境采用LabWindows/CVI开发平台,设计了专家系统知识库,实现了检测系统的在线和离线故障诊断。

无人机操作模拟模块与无人机的飞行操作界面类似,根据检测人员的操作意图,向无人机飞控计算机传递命令。

检测系统检测的主要目的是查看飞控计算机各功能模块是否正常运行,整机操作逻辑是否有隐患。飞控计算机控

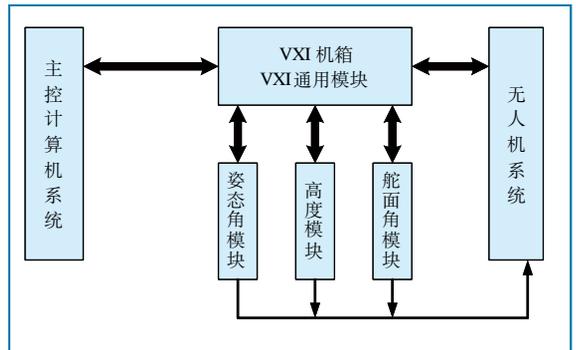


图1 地面综合检测系统总体框图

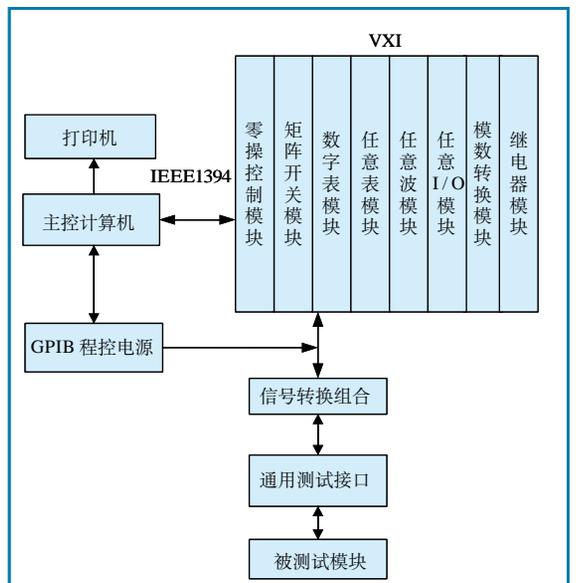


图2 系统硬件组成示意图

制模块需要向执行机构下传命令,如副翼偏角、升降舵偏角、方向舵偏角;采集模块需要实时采集飞行参数,如飞行高度、三轴姿态角、姿态角速率等,通信模块需要收发遥控信息、GPS信息和遥测信息。这些信息均通过检测系统A/D采集模块的采集端口进行数据验证,采集到的数据通过上位机界面以数字形式显示结果,若采集的电压值超过了设定范围,则出现警告,以供检测人员及时了解情况。

故障诊断主要是根据采集到的信息经过算法分析,做出是否出现故障的判断,如果出现故障,尽可能分析故障原因并进行故障定位,或提供与故障相

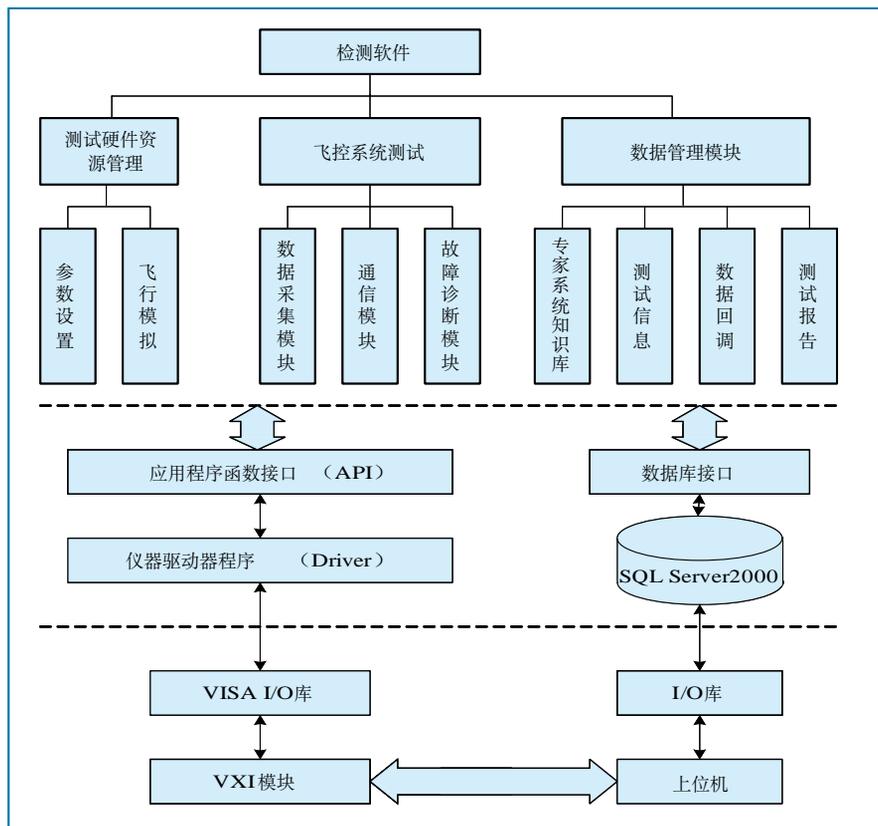


图3 软件结构框图

关的诊断信息。

在保障地面综合检测系统基本功能实现的同时,检测系统上位机软件还需记录每一次有效的测试信息,能够回调、查询历史信息,打印检测报告等。

综合检测系统上位机软件流程图如图4所示。

4 结束语

无人机的检测系统已经随着无人机飞控系统的发展越来越复杂,测试工作也越来越繁琐,通常完成一次无人机地面实验要消耗大量的人力物力。而在地面飞行实验验证过程中,如何获取飞控计算机完整的数据,保证数据处理与分析的精度,同时能够模拟并传递各种飞控信号,完成对飞控计算机的故障注入功能都是亟待解决的问题,为了高效地分析处理地面综合检测过程产生的大量

数据,必须实现试验数据采集、记录、分析的自动化处理。

AST

参考文献

- [1] 陈国顺,宋新民,马峻,等. 网络化测控技术[M]. 电子工业出版社, 2006-9.
- [2] Richter J. Windows高级编程指南(第三版)[M]. 清华大学出版社,1999-6.
- [3] Fahlstrom PG. Gleason TJ. 无人机系统导论[M]. 北京:电子工业出版社, 2003-9.
- [4] 康凤举. 现代仿真技术与应用[M]. 北京:国防工业出版社,2001-9.
- [5] 宋宇峰. Lab Windows/CVI 逐步深入与开发实例[M]. 北京:机械工业出版社,2003-4.
- [6] 雷震甲. 计算机网络[M]. 西安:西安电子科技大学出版社,1999-2.

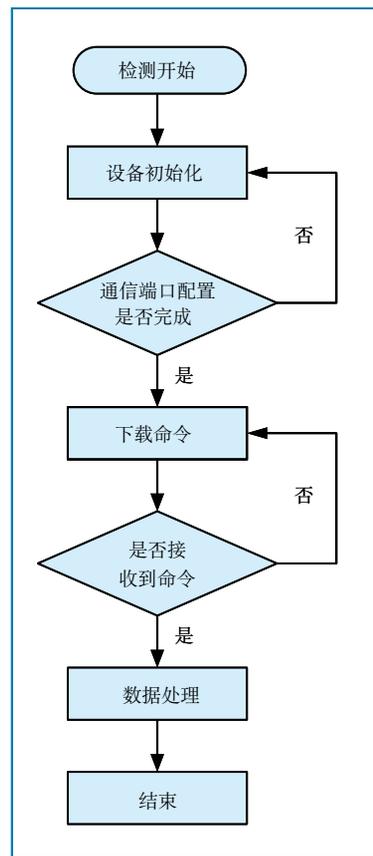


图4 上位机软件流程图

[7] 张明廉. 飞行控制系统[M]. 北京:国防工业出版社,1984.

[8] Tao Cheng. Hardware in the loop simulation and testing of digital engine control system[C]. Proceedings of the 2005 American Control Conference (IEEE Cat. No.05CH37668), 2005(7).

[9] Sivashankar N, Kaminer I, et al. Design analysis and hardware-in-the-loop simulation of a MIMO controller for a VTOL unmanned aerial vehicle using H-infinity synthesis[C]. In: Proceedings 13th of American Control Conference, Baltimore, MD, 1994.

[10] Fidge C J. Real-time scheduling theory[R]. SVRC Services(UniQuest Pty Ltd) Consultancy Report 0036-2, 2002.