

# 基于 PC/104 总线的电传操纵系统检查仪设计

王小平, 董新民, 朱凡, 薛建平  
(空军工程大学 工程学院, 陕西 西安 710038)

**摘要:**主要阐述了基于 PC/104 总线的电传操纵系统检查仪的软、硬件设计,提出了使用数据库技术编写测试库,简化测试软件编程的方法。经实际使用表明:该检查仪具有自动化高、测试速度快、精度高、操作简单、可维护性好等特点。

**关键词:**电传操纵系统;多余度;测试库;PC/104 总线

**中图分类号:**V242   **文献标识码:**A   **文章编号:**1009-3516(2003)02-0028-03

飞机电传操纵系统是三代以上飞机的神经中枢,用于将驾驶员的操纵指令以及各种传感器得到的飞机姿态、运动速度、角速度、动静压等信号,变换为电信号送到电传计算机,电传计算机根据当前的飞行状态计算后产生控制信号,驱动飞机操纵面,以改变或保持飞机的飞行状态。电传操纵系统的完好性直接影响飞机的战斗性能,危及飞行安全。因此,电传操纵系统通常被设计成多余度系统<sup>[1-2]</sup>。需要测试的某型飞机电传操纵系统是六通道四余度模拟式电传操纵系统,其余度配置、控制规律及信号的交联关系极其复杂。因此为保证测试的准确性和可靠性,对测试设备同样提出了很高的要求。原进口测试设备采用的是二十世纪六十年代技术生产的手动检测设备,测试手段落后,测试精度底。而 PC/104 总线测试系统是一种新型的计算机测控平台,具有体积小,功能强,通用性好,是目前航空自动测试设备的理想测试平台之一<sup>[3]</sup>。为此研制了基于 PC/104 总线的便携式全自动检查仪,取代了原进口测试设备,实现了内外场条件下对该型飞机电传操纵系统的测试和参数检查。

## 1 系统硬件设计

### 1.1 系统总体结构

电传操纵系统检查仪硬件主要由基于 PC104 总线的 CPU 模板, A/D、D/A 模板, DIO 模板, 各种模拟器, 适配器(信号调理模块)以及显示器、电源等部件组成。其基本工作原理为,系统测试程序根据用户选择的测试内容,通过 D/A 模板、DIO 模板,控制各种传感器模拟装置输出激励信号,再经信号调理模块转换后,施加到电传操纵系统,电传操纵系统的被测信号则同样经过信号调理模块变换后,在程序控制下,传递到 A/D 采样模板进行数据采集,程序得到采集数据后与标准数据比较完成测试。

### 1.2 主机系统设计

该检查仪主机系统采用基于 PC104 总线的模块组成,CPU 模板为 MSM486SV,此模块集成有 80486CPU、4 M 内存、RS-232 和 RS-485 接口、可以直接驱动 EL 显示屏和普通 VGA 显示器,还可以接硬盘或使用单片型 DOC(Disk On Chip)存储器,另外其 BIOS 支持通过 COM 口连接外部计算机,直接使用外部计算机的显示器和软驱,调试方便;DIO 模块为 Onyx-MM-DIO-AT,其提供了 48 路数字量输入输出接口;A/D、D/A 模块为 Diamond-MM-AT,该模板具有 16 路双端输入或 8 路单端输入,12bit 采样精度,2 路 D/A 转换以及 16 路数字 DIO;主机系统采用 JMM-512-512 电源模块供电;显示屏为 EL640X480 的单色显示屏;键盘

收稿日期:2002-07-11

基金项目:军队科研基金资助项目(KJ98338)

作者简介:王小平(1972-),男,江苏武进人,讲师,硕士,主要从事飞行控制研究;  
董新民(1963-),男,山东临沂人,教授,博士,主要从事飞行控制研究。

采用的是 4 × 4 的矩阵键盘。

### 1.3 模拟器设计

我们对电传操纵系统的测试是在地面进行的,为了使飞机能够模拟各种空中飞行状态,在检查仪中还分别设计了角速度传感器模拟器、过载传感器模拟器、迎角传感器模拟器、动静压传感器模拟器,用于“替代”实际飞机上的传感器,产生“虚假”的各种传感器输出电压信号,从而实现空中状态的模拟,保证对电传操纵系统的全面检测。

### 1.4 余度测量一致性设计

由于所检测电传操纵系统是多余度的模拟式电传操纵系统,其安全性是通过各通道余度表决来保证的。所以,如何保证余度测量的一致性问题多余度电传操纵系统检测结果可信的前提。为此,我们将适配器模块与电传操纵系统对应分为四个通道,分别负责对应通道的输入输出信号的调理和转换工作,此四个适配器模块采用相同的电路设计,首先保证硬件电路的一致性,同时在软件设计中采用最小二乘法<sup>[4]</sup>对各测试通道的每个激励和测量信号进行校准,从而有效地解决了余度测量一致性的问题。

### 1.5 手持式通话、显示装置设计

在对电传操纵系统检测时,需要用到油泵车、电源车、空调车、动静压给定器等辅助机车,加之机场环境因素,噪声很大,机上和机下操作人员交流困难。为此,设计了两个手持式通话、显示装置,它是一个采用 8031CPU 的单片机最小系统,采用 MAXIM 公司的 MAX487 扩展了一个 RS-485 接口,通过电缆与主检查仪 CPU 的 COM1 口相连。在测试过程中,需要手动操作的提示信息通过串行电缆送到手持式显示器,8031CPU 接收到信息后将其显示在点阵式液晶显示器上,供操作人员浏览。同时操作人员还可以通过耳机话筒进行语音交流,协调测试工作。

## 2 系统软件设计

### 2.1 总体软件介绍

仪器的测试软件采用了 Borland C++3.1、Turbo Assembler 编程语言及数据库技术,操作系统为 DOS6.22。整个测试软件由 20 个分级模块、23 个库代码解释模块和 40 个彼此独立的测试库等构成。20 个分级模块分别是系统初始化、自检、测试项目、主菜单、系统维护、系统校验、系统查询、系统调试、电传系统测试、系统电源检查、五字工艺卡片、六字工艺卡片、八字工艺卡片、数据维护、数据查询、数据删除、系统帮助、使用帮助等。它们是测试程序的管理级,同时又是对测试库解释运行的主程序。

### 2.2 基于数据库的测试软件

电传操纵系统是一个复杂的控制系统,需检测的余度信号有模拟信号 185 个、离散信号 51 个、供电信号 56 个、脉冲信号 45 个,测试项目由近 40 个工艺卡组成,测试步骤有几千条。如果采用传统的测试程序编写方式,工作量无疑是巨大的,同时给软件维护工作带来了困难。我们在实际软件编制中,引入了数据库技术,提出了测试步骤数据库描述的测试软件设计思想(见图 1),有效地解决了这个问题。

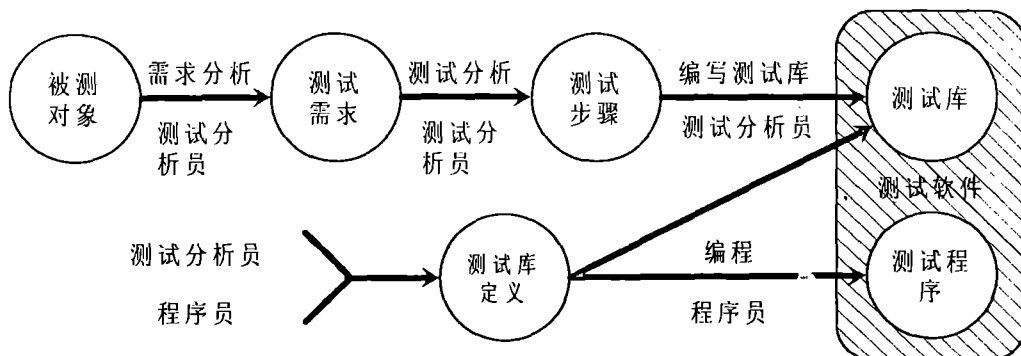


图 1 测试库描述的测试软件设计流程图

首先测试分析人员通过对被测对象进行分析,得到测试需求,然后根据测试需求,总结归纳出测试步骤

和测试方法;然后测试分析员与程序员根据测试步骤和方法提出测试库描述定义规则;最后,测试分析员根据测试库定义和测试步骤用数据库形式编写出测试库,而程序员则根据测试库定义编写测试程序。测试库与测试程序两者结合到一起便是一个完整的测试系统软件。采用该方法进行测试软件设计有以下几个优点:

1)使测试系统开发人员脱离具体的程序语句,把精力集中在对具体测试对象的了解和测试动作的编排组合上。这样不仅缩短了测试程序的开发周期,降低了出错的可能性,而且便于系统调试,软件运行可靠性高。

2)测试程序易于维护和扩展。变更测试程序只需修改测试库中的内容而不必涉及具体的程序语句,如果需要增加新的测试动作,只需编写与该测试动作相应的子程序即可。

3)编制出的程序代码紧凑高效,具有很强的通用性,不但能适用于某一特定的测试系统,通过简单的修改还能应用于其它自动测试系统。

### 3 结束语

该检查仪硬件设计中采用 PC/104 总线结构以及余度设计。软件设计采用了测试步骤数据库描述的编程方法,具有便携式、智能化、高可靠性、可维护性以及全自动测试等特点,与原进口设备相比,测试时间缩短了约 50%,测试精度提高了 3 个数量级,同时增加了参数随机测试,故障自动定位功能。该检查仪已成功应用于某型飞机电传操纵系统的内、外场性能测试与参数调整,完全取代了原进口设备。

#### 参考文献:

- [1] 张明廉. 飞行控制系统[M]. 北京:航空工业出版社,1994.
- [2] 文传源. 现代飞行控制系统[M]. 北京:北京航空航天大学出版社,1992.
- [3] 吕永健,谢文俊,王 瑾. 基于 PC/104 总线的飞机综合告警系统自动测试设备[J]. 空军工程大学学报(自然科学版), 2002,3(2):24-26.
- [4] 张贤达. 现代信号处理[M]. 北京:清华大学出版社. 2001.
- [5] 王幸之,王 雷,翟 成,王 闪. 单片机及应用系统抗干扰技术[M]. 北京:北京航空航天大学出版社. 1999.

(编辑:姚树峰)

## The ATE Based on PC/104 Bus of Fly - By - Wire Control System

WANG Xiao - ping, DONG Xin - min, ZHU Fan, XUE Jian - ping

(The Engineering Institute, Air Force Engineering University, Xi'an 710038, China)

**Abstract:** This paper mainly introduces the hardware and software design methods of the testing equipment of fly - by - wire control system based on PC/104 bus, it also brings forward the method of using database technology to program testing database and to simplify the testing software programming. The result of practical use shows that the testing equipment has characteristics of high automation, quick testing speed, high precision, simple operation and good maintainability, etc.

**Key words:** fly - by - wire control system; multi - channel; testing equipment; PC/104 bus