

以PC机作为测控核心系统的导弹 舵机CAT软件包

西北工业大学 杨新 陈佳实

航空部〇一四中心 余志峰 高新绪

摘要 本文介绍采用IBM-PC/XT型计算机测控核心系统的导弹舵机计算机辅助试验(CAT)系统软件包。有开关设置、零点校验、传感器标定、静态测试、动态测试和数据处理等六个程序文件,采用FORTRAN 77和宏汇编(MASM)语言混合编制。采用批处理方式联接程序文件,而各程序文件间的数据传递则利用数据文件实现,因此程序编写、调试和扩展比较方便。系统具有计算机自动给出测试信号,自动设置测试系统开关的功能。软件广泛采用汉字菜单和汉字人机对话的方式,并具有简单判断故障能力,故不但提高了测试自动化程度,而且使用方便,符合我国国情。软件包经过多次联试证明是可行的。

关键词 测量仪表, 导弹测试, 计算机辅助测试。

一、引言

高性能导弹舵机系统,在研制、生产及使用过程中,参数测量是很重要的。由于舵机大都是液压或气动的,通常需要测试压力、流量、温度、输入信号幅值、舵机的输出力矩和位移等多种参数。高性能舵机一般频带较宽,因此动态测试的采样频率比较高。而且,有些舵机测试时要求使用弹上一次工作的燃气气源,成本比较高,要求测试系统准确、迅速和可靠。

为满足上述要求,我们研制了以IBM-PC/XT型计算机作为测控核心系统的导弹舵机计算机辅助试验(CAT)系统及软件包。

二、选用PC机作测控核心系统

近年来,以IBM-PC机或其兼容机作为测控系统的核心机受到国内外广泛重视^[1,2]。K.Inoue^[3]指出,由于PC机的体积小,性能好,而且成本低,在工业上使用非常广泛。目

1987年6月19日收到

前主要用于：(1)分布型控制系统；(2)在线数据采集、监控系统；(3)作为OEM或系统的内装处理器；(4)作为办公用计算机。

T, Hohman⁽⁴⁾认为，由于PC机的操作系统大多是单任务单用户的，在测控系统中的应用受到一定限制。但加上智能输入/输出模块，它的实时数据采集、处理及控制的功能将大大增强。所谓智能模块是一些完成特定测控任务的接口卡。这类接口卡自带CPU，能与主机并行工作。

我们采用IBM-PC/XT机作为测控核心计算机，在5ms内完成8路信号的A/D转换；经过计算，在彩色显示器上实时显示2路信号的示波曲线；同时在D/A口输出一路测试信号。满足了设计要求。

三、测试系统简介

测试系统方块图如图1。其中LabMaster

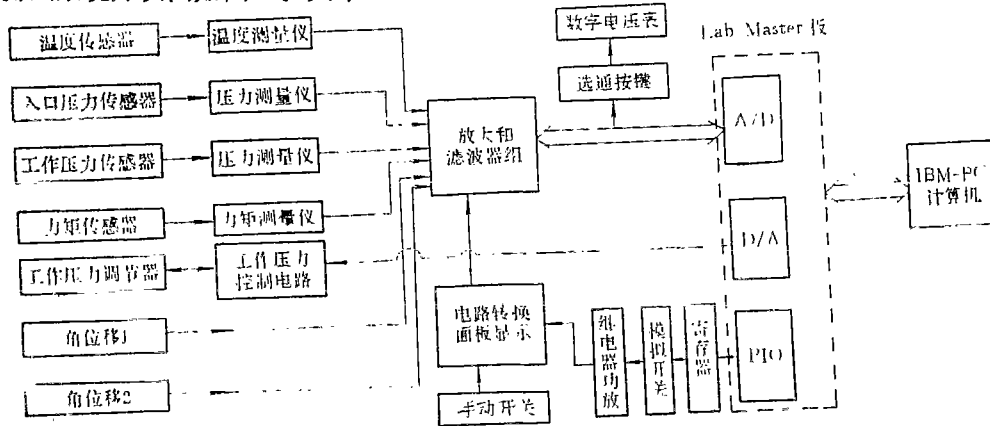


图1 舵机计算机辅助试验系统方块图

板是美国Tecmar公司生产的与PC机配套的产品，能直接插在PC机主机内的扩展槽中，进行数据采集、处理和实时控制⁽⁵⁾。它的主要功能有：

(1) A/D转换。可接收单端16路或差端8路模拟输入信号，分辨率为2进制12位，最大转换速度为30kHz。

(2) D/A转换。2路，分辨率为12位，最大输出电压为±5V。

(3) 计时/计数。5个16位计数器(AM9513)自带一个晶体振荡器。可以用来计数、计时或作为信号源产生特定波形。

(4) 并行输入/输出。采用8255A芯片，共有24根输入/输出线。

四、舵机测试软件包

舵机测试软件包目前有开关设置，零点校验，传感器标定，静态测试，动态测试和数据处理等六个程序文件。各程序功能如下：

(1) 开关设置程序(SWIT.EXE)是检查并设置测试系统的开关位置。首先通过并行口输入并在显示器屏幕上显示各开关位置(如图2)。然后询问是否要改变开关位置？如果要，按数字键(代表第几个开关)，计算机则从并行口输出控制信号，驱动相应的触发电

路, 以改变开关位置; 否则, 按第9号数字键退出开关设置程序。

开关设置程序

(2) 零点校验程序 (ZERO·EXE) 的流程图如图 3。进行舵机动态测试或静态测试前, 运行该程序, 计算机自动将各通道放大器的输入端接地, 然后测试其输出的零点值。与常规仪表不同, 该程序对每个通道采集50个数据作为一组零点值, 然后计算各组数据的均值和方差。这样可提高零位精度, 而方差的大小还可判断出零位信号混入干扰

1	试验气源	外部	2	输入转换1	常规
3	输入转换2	外接	4	放大器转换	工作
5	输出转换1	电阻	6	输出转换2	通道1
7	启动开关	断	8	保险开关	断

你要设置哪个开关(1-7)?
退出--9

图 2 开关设置程序的屏幕显示

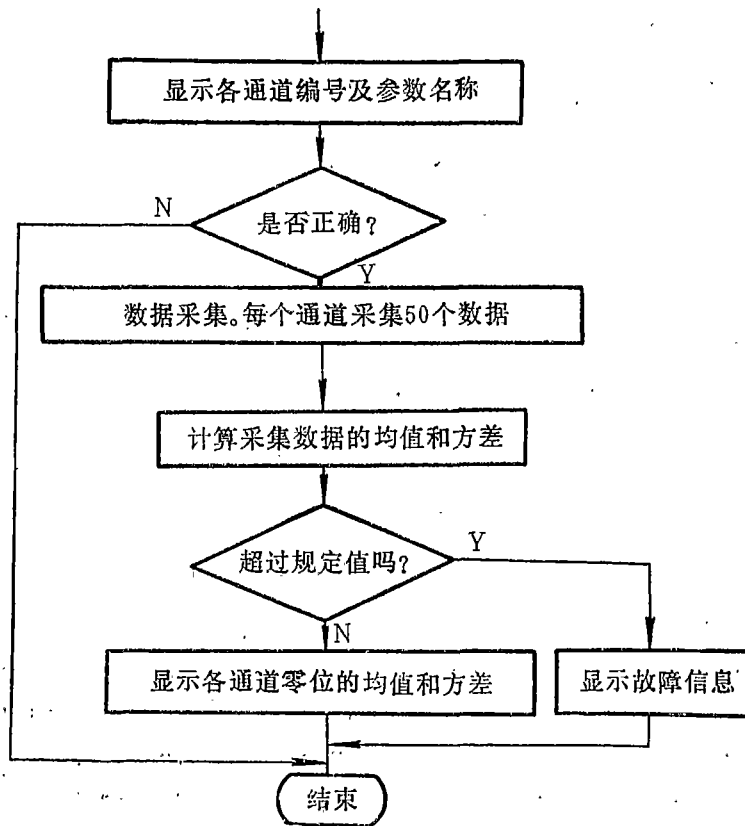


图 3 零点校验程序流程图

的大小。如果零位值超过规定值, 显示器屏幕上显示故障信息。

(3) 传感器标定程序(CALI, EXE)测试系统中, 传感器必须定期进行标定。常规标定方法是很繁琐的。为此, 编制了传感器标定程序, 采用计算机辅助的方式标定传感器, 以提高测试自动化程度。标定程序的流程图如图 4。

本程序用于标定具有良好线性输出特性的传感器, 对于非线性传感器, 可以用插值法代替最小二乘法线性拟合。

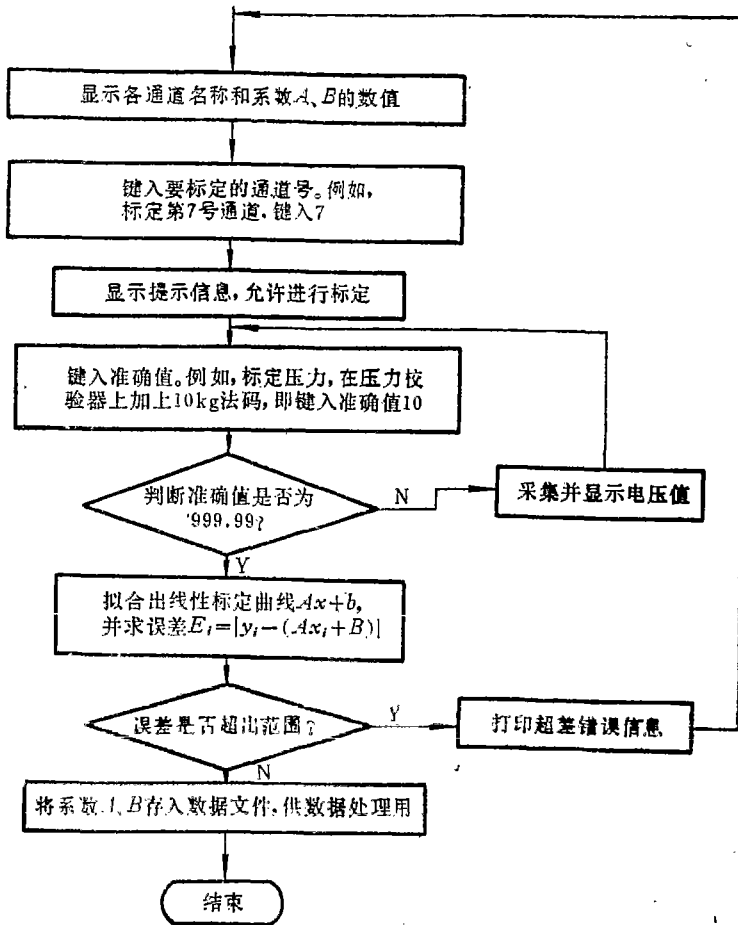


图4 参数标定程序流程图

(4) 静态试验程序 (ACQS.EXE) 用于测定舵机的迥环特性及耗气量特性。该程序输出一个高精度的三角波信号 (线性度高于0.1%)。这个信号经4000次D/A转换形成, 周期为20s。在计算机发出测试信号后, 进行数据采集, 每一路信号的采样频率为200Hz/s。并将其两路信号经过处理后, 在彩色图象显示器上实时显示波形。数据采集完成后, 将内存中采集的数据存入硬磁盘中的DST.DAT数据文件中。

(5) 动态试验程序 (ACQD.EXE) 用来测定舵机系统对不同副值阶跃信号的响应。稍加修改, 可用来测定系统的频率响应及对伪随机信号的响应。

(6) 数据处理程序 (PROC.EXE) 读入数据文件中的标定曲线系数A和B以及动、静态测试数据, 经过校验后, 用示波曲线和数据表格二种方式在显示器屏幕上显示出来, 并可在图形打印机上打印出来 (如图5, 图6)。同时计算和打印系统的零位偏移, 迥环宽度、饱和电压、最大位移、零位耗气量、最大耗气量、阶跃响应的时间常数和调节时间等动、静态品质参数。

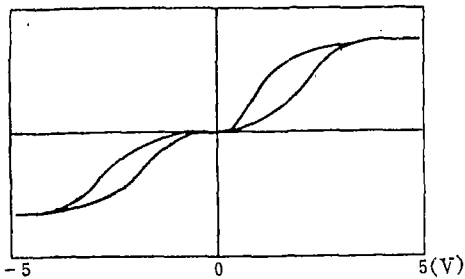


图 5 某舵机迴环特性曲线

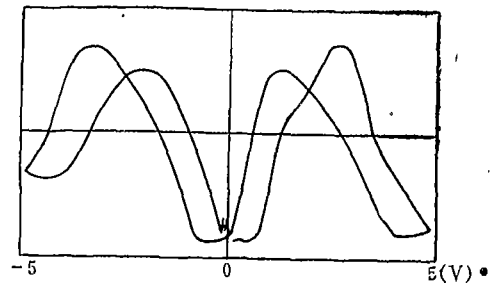


图 6 某舵机静态耗气量特性曲线

五、软件编制的一些方法

1. 主菜单和批处理方式 上节介绍的程序都是独立的可执行文件。由主菜单导引。软件包运行后,显示主菜单:

舵 机 测 试 软 件 包

使用环境: IBM-PC系列计算机及其兼容机带彩色显示器

Lab Master接口板

- | | |
|--------------|---------------|
| 1. ZERO 零点校验 | 2. CALI 传感器标定 |
| 3. ACQS 静态测试 | 4. ACQD 动态测试 |
| 5. PROC 数据处理 | 6. SWIT 开关设置 |

请 指 定 要 运 行 的 程 序 (1-6)

此时,如果按数字键1,就自动调用零点校验程序,执行完零点校验程序后,仍回到主菜单。这是利用DOS中的批处理方式完成的。

利用批处理方式,可以很方便地将多个可执行文件联起来依次执行。例如,某次试验要求依次进行零点校验,开关设置,静态测试,动态测试和数据处理等五个过程,可以利用行编辑^[7]编制一个TEST.BAT文件:

```
ZERO          SWIT
ACQS          ACQD
PROC
```

以后只要键入TEST指令,计算机就能自动依次完成上述五个过程。

2. 数据文件 用批处理方式在运行过程中,常需要各程序文件之间传递数据。例如,执行数据处理程序,就需要读入传感器标定程序中的校正公式系数A和B值以及动静态试验程序采集的数据。这可以用建立数据文件的方法解决。例如,数组DA中存有A/D转换的数据,则可用下列语句建立数据文件

```
INTEGER*2 DA (20000)
:
OPEN (2, FILE='DATA.TXT', STATUS='NEW', FORAM=
='UNFORMATTED')
```

```
WRITE (2) DA
```

这样就可以将存有DA数据的数据文件DATA.TXT写在磁盘上。其中, DATA.TXT采用无格式数据文件, 以提高读写速度。以后其它程序只要用下列语句

```
INTEGER*2 DA (20000)
```

```
⋮
```

```
OPEN (2, FILE='DATA.TXT', FORM='UNFORMATTED')
```

```
READ (2) DA
```

就可将磁盘上的数据读入程序中。

3 FORTRAN语言和宏汇编语言混合使用 本软件包采用MS-FORTRAN 77语言的3.3版本编译^[8]。该编译程序具有处理双精度数、复型数和双精度复型数的能力, 并能运行Intel 8087浮点运算器, 使运算速度提高20~100倍。但FORTRAN语言没有任意访问输入/输出端口或内存的语句, 不能调用接口板或图形显示语句。为此, 用FORTRAN语言和宏汇编语言 (MASM) ^[7]混合编程的方法解决。

例如, 要将显示器屏幕上的字符和图形清除掉, 可以用宏汇编语言编写一个CLS.ASM程序:

```
DATA SEGMENT PUBLIC 'DATA'; 定义段名DATA
DATA ENDS
DGROUP GROUP DATA; 定义组名 DGROUP
CODE SEGMENT 'CODE'; 定义段名CODE
    ASSUME CS:CODE, DS:DGROUP, SS:DGROUP; 设置段名
    PUBLIC CLS; 定义过程名CLS
CLS PROC FAR
    PUSH BP; 保护堆栈中框架指针
    MOV BP, SP
    MOV AL, 06; 清屏幕标志
    MOV AH, 00
    INT 10H; 请求DOS的屏幕服务
    MOV SP, BP; 恢复框架指针
    POP BP
    RET
CLS ENDP
CODE ENDS
END
```

将这个程序编译成一个目标程序CLS.OBJ。则FORTRAN程序中只要用

```
CALL CLS
```

语句, 并将FORTRAN程序的目标程序与CLS.OBJ连接 (LINK), 就可以生成一个完整的可执行程序。

用这种方法编写数据采集程序比单纯用汇编语言编写要方便得多, 但运算速度要慢一些。

4. 图形和汉字显示 PC机如果配有彩色显示器和彩色图形接口板, 就可以显示图形。例如, 象大屏幕示波器一样实时显示被测参数变化曲线。这在测控系统中具有重要意义。

带彩色显示器的PC机, 可以运行汉字操作系统 (CCDOS)。由于磁盘操作系统(DOS)支持下的FORTRAN编译程序和BASIC编译程序与CCDOS是兼容的, 因此可以用FORTRAN语言或BASIC语言显示或打印出汉字提示、汉字菜单和汉字图表。有利于我国操作人员使用。

六、结 论

本文介绍的测试系统及其软件包经过试验证明是可行的。进行一次完整的舵机动、静态试验, 脱机处理完所有数据并打印出各种曲线和数据的时间不超过30分钟。比原先用常规测试仪表和XY记录仪测试, 提高了测试精度, 缩短了测试和数据处理时间。

采用PC机作为测控核心计算机比采用专用数据采集计算机要便宜得多。进一步推广的关键是要研制多种功能的测控I/O模块及软件包。

本软件包研制过程中得到航空部〇一四中心领导和科技人员大力支持, 特此致谢。

参 考 文 献

- 1 Bullock T B, Trends in Control-the PC moves up Prod.Eng., 1985; 32 : (4)
- 2 Convery A D, PCs, State-of-Art Plus a Novel Application. Electr. Equip(Great Britain), July 1985
- 3 Inoue K, Application of Personal Computer to Process Control and Monitoring. Instrumentation, 1984, 27 : 10
- 4 Hohman T, West J, I/O Modules Modules add Power to PC. Prod Eng. 1985; 32 : (4)
- 5 杨新, 一种PC机接口板的原理及使用。航空学会测试专业委员会年会, 北戴河, 1986
- 6 余志峰, 高新绪。舵机微机自动化测试方案。航空部〇一四中心技术报告, 1986
- 7 周明德。微型计算机IBM-PC(0520)系统原理及应用。清华大学出版社, 北京, 1985
- 8 Microsoft Corporation, MS-FORTRAN Reference Manual, Microsoft Corporation, 1985

A SOFTWARE PACKAGE FOR MISSILE STEERING SYSTEM COMPUTER AIDED TEST USING PC AS CORE INSTRUMENT

Yang Xin and Chen Jiashi

(Northwestern Polytechnical University)

Yu Zifong and Gao Xinxu

(No.014 Centre of Aviation Ministry)

Abstract A software package for missile steering system computer aided test using IBM-PC/XT micro-computer as core instrument is presented. The software package includes 6 files. They are switch setting, zero checking, transducer calibration, static state test, dynamic state test and data processing. The program files are written in FORTRAN 77 merged in macro assembly language. It uses batch processing to connect the program files and the data transfer among the program files is realized by data files, so it is easy to program, debug and augment. The test system is able to generate test signals, set the switches automatically. The software package uses Chinese character menu and Chinese character interactive way and has simple error detection ability. So it is easy to use by Chinese operators. The software package has passed on line test with satisfactory result.

Key words measuring instruments, missile test, computer aided test,