

直九复合材料大部件声发射加载及变形测控系统

郑牧 薛伟松 刘大勇

(哈尔滨航空工业集团飞机设计所)

摘要:本文主要介绍了直九复合材料大部件声发射加载及变形检测控制系统的硬件及软件结构;详细阐述了该系统的设计方法。该系统主要由计算机加载控制测量系统、计算机数据处理系统、加载测量系统标定设备、电动作动筒四部分组成,配以自行编制的软件组合而成的测控系统。

1 引言

直九复合材料大部件声发射加载及变形测控系统,主要用来完成直九型机部件声发射加载及变形检测的控制及测量。直九机的复合材料大部件(涵道垂尾、前缘锥体、碳纤维管)在装机前都必须经过声发射检测。在进行声发射检测时,应对部件施加规定形式的系列载荷,同时还要精确测量试验件四个位置的位移量,各个位移测量点数值如果处于规定的范围内,则表示该部件刚度合格,然后再根据声发射的数据进一步判别。如果位移测量点的数值高于或低于规定的范围,则表示该部件不合格,必须返回车间进行修理补加工。因此,需要专用的加载控制设备、位移采集系统和试验工装。

本次系统设计,是建立在对该声发射加载测量系统多年经验及详细调研的基础上,结合企业对设备功能及性能新的需求而进行的。设计的原则是,通过本次设计,声发射加载测量系统在性能和功能两方面都得到更新换代,使其具有先进性;功能更加完善;使用更加方便灵活。

2 硬件系统组成

该系统采用工业计算机控制下的电动作动筒进行加载,通过高精度力传感器及测力电路测量所施加的载荷,并对其进行控制,同时自动测量并存储载荷及四个位置的位移量,并在试验后,可自动完成试验数据的打印。该系统主要分为计算机加载控制测量系统、计算机数据处理系统、加载测量系统标定设备、电动作动筒四部分(见图1)。

2.1 计算机加载控制测量系统

该系统由硬件系统和软件系统两大部分组成。硬件系统包括工业控制计算机一台, PCL-818 卡多功能数据采集板一块,四通道交流信号调制解调器一个,步进电机驱动器一个,力传感器一个和位移传感器四个,除传感器外,全部集装于一个控制柜中。软件系统主要包括静态标定和动态实时控制和检测等部分。下面,对硬件系统进行详述,软件系统将在以后的说明中详述。

该测控系统是由一个步进电机带动的电动动作筒来加载，并将力传感器的信号做为反馈，对加载波形进行控制。计算机发出的指令信号通过 818 板的 D/O 口输出给步进电机驱动器，驱动步进电机按照要求带动电动动作筒动作，力信号则通过力传感器反馈回来，经放大板放大后，通过 818 的 /D 口，输入计算机。该系统的位移信号是通过交流位移传感器采集，可明显地提高抗干扰能力。位移传感器信号，经由调制解调放大器调制后，变成 818 板可采集的模拟信号，由 /D 口输入。计算机还通过 818 板的 D/口与 D8000 声发射检测系统通讯。在试验完成后，试验结果自动生成数据文件，并可自动通过打印机打印出来。

2.2 系统性能指标

- (1) 工作电压： AC-220 V ；
- (2) 使用温度： -10~40 ℃ ；
- (3) 采样速率： 100KHz （单通道）；
- (4) A/ D 分辨率： 12 位；
- (5) 测量精度： 0.5% ；
- (6) 系统总精度： 0.7% 。

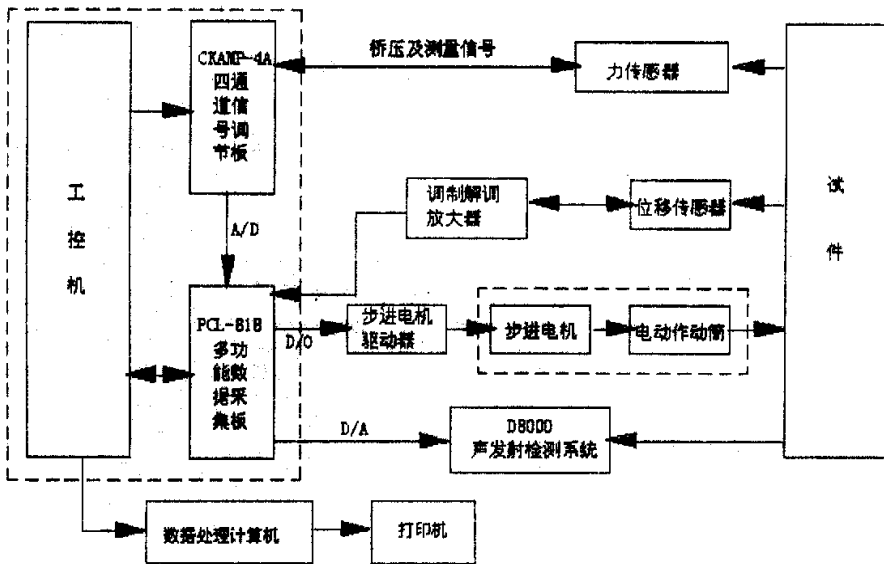


图 1 系统框图

2.3 系统硬件结构

● PCL-818HL 多功能数据采集板

PCL-818HL 多功能数据采集板是由华硕公司买进的高速多功能采集板，该板是通过计算

机提供的标准总线与其相连，并通过数据总线与其交换数据。该板具有 16 个 12 位单端 D/输入口（即 8 个双端输入口），具有 1 个 /D 输出口，并且具有 16 个 D/O 输入及 16 个 D/O 输出口，其本板的主频最高可达 10MHz，该板是计算机与外部测量元件、设备、执行机构等进行数据交换的接口，它主要功能是对信号进行模拟信号输入及输出的变换，以及多路数字输出和数字输入的功能。

在该控制系统中，PCL-818 多功能数据采集板主要是将拉压力传感器和位移传感器反馈回来的信号进行 /D 变换，当与 D8000 声发射检测系统通讯时，是通过该板的 D/一个实现的，而向步进电机驱动电源发送命令时，是通过该板 D/O 口送出的。

- CKAMP-4 型 4 通道信号调节板

CKAMP-4 型 4 通道信号调节板是我室自行研制成功的，可以直接利用计算机提供的标准电压（ $\pm 5V$ ， $\pm 12V$ ）作为该板的供电电源，该板的主要作用是给传感器提供激励电压，同时，对传感器返回的微弱信号进行放大，然后送到多功能数据采集板上。

CKAMP-4 一型 4 通道信号调节板是由高精度的仪表放大器组成，可同时对四路信号进行放大处理。其放大倍数可调节，调节范围从 1 倍到 1000 倍连续可调。该板具有高精度的稳压电源，在测量中可为传感器提供激励电压，电压范围在 4V~20V 之间连续可调。

- 步进电机、步进电机驱动器、电动动作筒

步进电机是一种作为控制用的特种电机，它的旋转是以固定的角度（称为“步距角”）一步一步运行的，其特点是没有积累误差（精度为 100%），所以广泛应用于各种开环控制。步进电机的转速与脉冲信号的频率成正比。所以，控制步进脉冲信号的频率，可以对电机精确调速；控制步进脉冲的个数，可以对电机精确定位目的。

步进电机驱动器作为步进电机的功率驱动从而实现加载控制的重要部件，它的内部采用了全功能步进电机专用控制芯片，它不同于目前广泛采用的单片机控制，而是有超大规模的硬件集成，具有高度的抗干扰性及快速的响应性，不会像单片机控制那样易产生死机及丢步现象。

电动动作筒主要由步进电机与谐波减速器、滚珠丝杠等构成的，是系统的加载机构。电动动作筒通过滚珠丝杠，可以把转动转化成直线运动，以达到运动细分的目的，从而实现精确控制。

3 软件构成

直九复合材料声发射加载及变形测控系统的控制软件是专门针对直九复合材料大部件（包括直九型机涵道大垂尾、前缘锥体、减速器支撑杆）设计的，能够对试件施加规定形式的载荷，并可通过高精度的传感器对载荷及各点变形进行全面实时测量及控制，以完

成不同试验件的不同需要。系统软件采用 borlandc++3.1 高级结构化语言编写，主控计算机软件可运行于 IBM PC286,386 系列以上微机，为全汉字用户界面。

该控制软件系统主要分试验调试程序及试验加载程序两部分。

3.1 调试程序

调试程序界面见图 2。

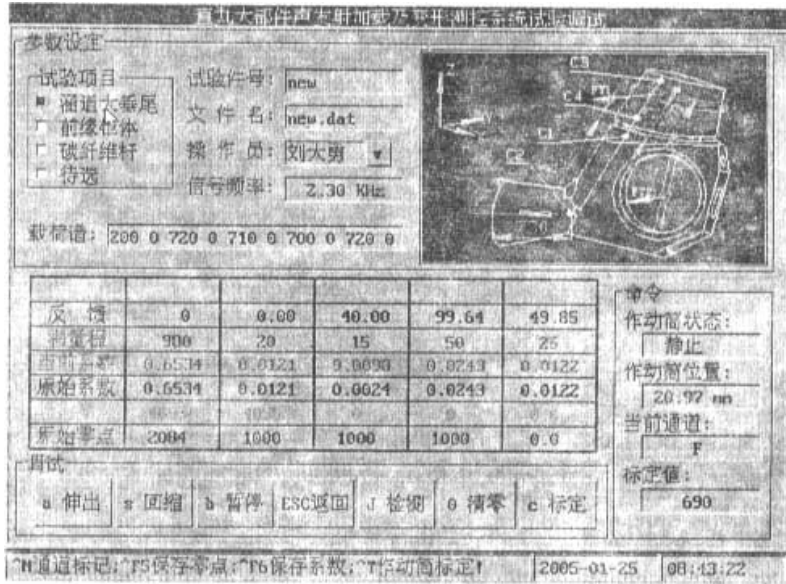


图 2 试验调试界面

该界面主要功能分参数设定及试验调试两大块。在试验前，可在该界面内选择“试验项目”，对“试验件号”、“文件名”、“操作员”进行设置，并可对作动筒位置、力传感器、位移传感器状态等进行调试及标定，为试验正式进行做好准备。

试验前，必须先对试验项目进行设定。当“试验项目”中的某一项目被选定后，相应的载荷谱将出现在“载荷谱”对话框中，文件名中，也将体现与该项目相应的标记。在输入试验件号后，与试验项目结合，将自动生成一个文件名，也就是将来试验后推荐使用的试验数据存盘文件名。

另外，该界面的安装图区将显示相应试验件的测量及加载位置信息。此外，该程序还设有过载保护及过位保护功能，以防止意外情况损坏试验件；同时在屏幕下方设有状态条，显示当前日期、时钟，并对当前状态及操作进行实时提示。在该界面内的各控件都可以分别用鼠标或者键盘来激活。

该程序为试验件安全设置了三重保护：过变形保护、过载保护、作动筒超限保护。此三项保护在试验件载荷超出规定的最大载荷一定范围时、各点变形超出合格范围的一定范

围时、或者是作动筒位置超出运动行程时，自动关闭加载程序并给予声间报警以及文字提示，以防止因意外情况或因操作失误对试验件带来损害。

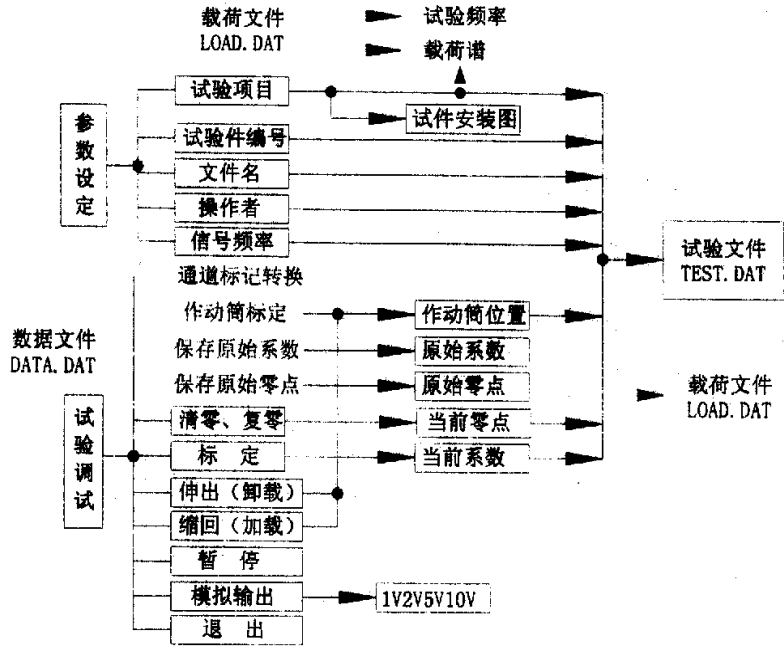


图 3 试验调试流程图

3.2 试验加载程序

试验界面见图 4，试验界面流程图见图 5。

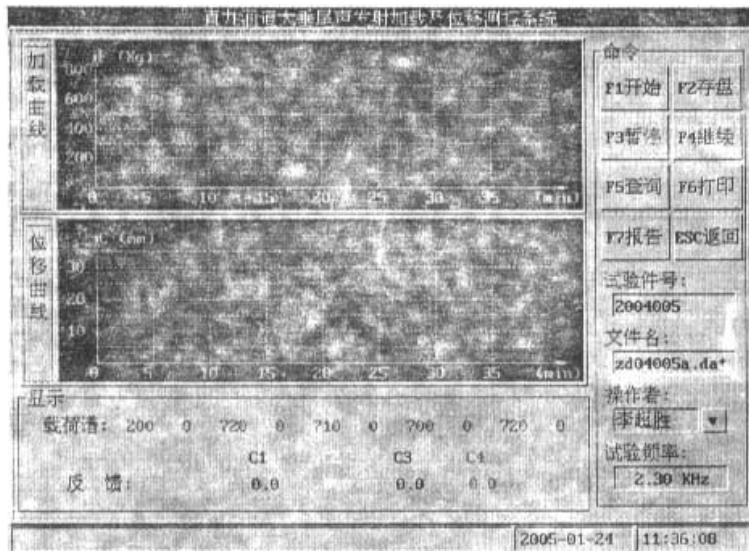


图 4 试验界面

试验界面同时进行曲线显示及各通道数据显示，并具有部分的参数设置功能。该界面的主要功能是依据参数设置界面进行的设置进行试验，并且在试验后保存试验数据、打印试验结果，还可以在试验后查询试验曲线。

新增功能有编辑板块、数据查询、数据打印以及加载过程中的过载保护、过位移保护、作动筒位置超限保护和变速启动功能。

过载、过变形保护及作动筒位置超限保护：在载荷超过最大标准值的 1%、变形超过最大标准值的 10% 时，或者作动筒位置超出设定范围时，立即暂停试验，并给出声音及文字提示报警信息。

变速启动：在每次重新启动步进电机时，都进行变加速启动，以保护机械系统及电机，使其正常运转。

另外，该程序设定了保载区误差带，对载荷稳定及作动筒保护起到了很好的作用。对于该类控制，由于步进电机控制向要求严格的时钟顺序，编制该程序时，要特别注意换向信号发出的时间点的掌握，以避免发生误动作，损坏试验件。过载及过位移保护，是为了避免此种情况发生所采取的三保险。

4 结束语

直九复合材料大部件声发射加载及位移测控系统改造成功，不仅解决了长期以来存在的系统安全隐患，也大大提高了该系统的现代化程度、测控的精度、使用的方便灵活性。该系统日前已经通过了我集团公司计量及设备部门的评审，并顺利投入使用。

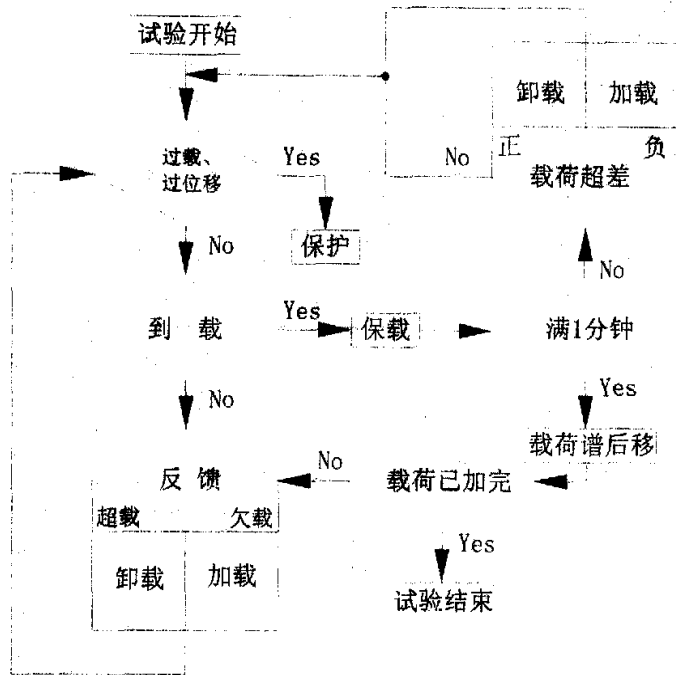


图 5 试验界面流程图

参 考 文 献

- [1]. 个人计算机- LabCard 使用手册 · 在台湾 · 九月印刷 1994
- [2]. 徐泽善 · 传感器与压电器件 · 国防工业出版社 · 2001 年 9 月
- [3]. 成大先 · 机械设计手册 · 化学工业出版社 · 2004 年 1 月
- [4]. Borlandc++使用手册 Borland 公司

Load Control and Deformation Measure System for The Big Compounding Material Parts of the Helicopter Z9 Sound Explore

Zheng Mu Xue Wei-song Liu Da-yong

(Airplane Design of Harbin Aviation Industry Group)

Abstract: This paper mainly introduces the structure of the hardware and the software of the load control and deformation measure system for the big compounding material parts of helicopter Z9 for sound explore. It describes the design method for this system in detail. This system mainly includes four parts: the load control and measure system controlling by a computer, the computer data treating system, demarcating equipment for load control and measure system, electric motor. The software of this system is designed by ourselves.

直九复合材料大部件声发射加载及变形测控系统

作者: [郑牧](#), [薛伟松](#), [刘大勇](#)
作者单位: [哈尔滨航空工业集团飞机设计所](#)

相似文献(0条)

本文链接: http://d.g.wanfangdata.com.cn/Conference_6094116.aspx

下载时间: 2010年5月27日