

64-68



第8卷 第3期

气动实验与测量控制  
AERODYNAMIC EXPERIMENT AND  
MEASUREMENT & CONTROL

Vol. 8 No. 3

1994年9月

Sep. 1994

## 为爆轰驱动激波管配置的 巡检数据采集系统\*

谷荔华 李仲发 俞鸿儒  
(中国科学院力学研究所)

V211.751

**摘要** 用于爆轰驱动激波管的数据采集系统,采用了 IBMPC 系列微机加多通道、高速、高精度 AD 板,AD 板的工作方式及相应的包括采集、显示、处理和输出于一体的软件系统,与目前普遍采用的多通道瞬态记录仪采集方式进行比较后,表明本系统价格低廉,数据处理方式更加灵活方便。文末给出了实验曲线并指出使用中应注意的问题。

**关键词** 激波管 数据采集 瞬态记录仪 AD 板 微机应用

### 1 引言

激波管和激波风洞的实验测量系统,在70年代中期以前,其电量数据是用示波器来记录的。瞬态记录仪的出现和使用,使采集到的实验曲线由过去的模拟量变为数字量,发生了质的飞跃。由于激波管和激波风洞的试验时间一般低于10ms,瞬态记录仪的采集速度又不太高,因此每一条实验数据曲线由独立的瞬态记录仪来记录。

以我所激波风洞实验室80年代初配置的进口数据采集系统为例,它由信号分析仪和瞬态记录仪以及打印机、绘图仪等组成。每箱瞬态记录仪拥有8个各自独立的通道。通过置于面板上的一系列开关和电位器调节触发通道、触发电平、触发延时、采样速率、量程范围等参数。实验时,先将实验过程中的瞬态信号快速采集并存入瞬态记录仪,然后将波形慢速调入信号分析仪,并在其 CRT 显示器上显示波形。通过固化于机内的硬件系统进行诸如求平均量、富氏变换、自互相关等等一系列的分析和频谱分析。此外,还可利用 BASIC 语言进行所需的运算,利用机内的微处理器完成信号分析仪所没有的功能,并将整个分析过程自动完成。

显而易见,这种每一通道对应一个 AD 转换芯片及一组存贮器的配置方案,优点是各通道之间相互隔离效果好,同时对 AD 转换芯片转换速率的要求降低。在高速、高性能芯片尚未推出的时代不失为一种理想的配置方案。然而,就整套系统而言,由于配置难于灵活变化,特别是采样字长固定,使得硬件资源利用率不高。且系统价格昂贵,建成

\* 国家自然科学基金资助项目。

1993年7月15日收稿。

一套48通道的采集系统耗资大于20万美元。由于采样字长较短,只适用于平均量测量,难以满足动态分析如脉动量测量的要求。由于系统自成一體,同现今大量使用的IBMPc系列微机不兼容,限制了系统同微机间的数据交换和对数据进行的深度处理,此外,由于这类设备多为进口产品,配件无从提供,技术资料缺乏,给维修、维护带来了相当的困难。

随着微型计算机的大量涌现,AD转换芯片和内存芯片的性能不断提高,而成本却不断下降。生产厂家亦不断推出用于微机的高性能AD板,以期替代价格昂贵的瞬态记录仪。至今,一些采用一块高速、高精度AD转换芯片,循环采集多个通道的AD板较瞬态记录仪在某些方面已显示出更大的灵活性和优越性。

## 2 采集系统硬件构成

在配置用于爆轰驱动激波管的数据采集系统时,我们采用国产SC-26型多通道、高速、高精度AD板和Olivetti M386/25微机建成了一套灵活的高速数据采集系统。其性能指标与现有信号分析仪/瞬态记录仪系统比较如表1所示。为使AD板工作时不因模入电压升高而烧毁,用LM339电压比较器和二极管制成了相应的过载指示和过压保护电路,系统框图示于图1。

与瞬态记录仪相比,首先,模入通道数可从1至8根据需要任意选用,最高采样速率达1μs/字;其次,AD板上设置了256kB的高速大容量缓冲存储器,总采样点数高达128k,且不受PC总线对DMA传输速度的限制,采样速率不因微机档次不同而异。

这种AD板使用也非常方便,通过软件可设置触发方式为程序触发,外部TTL电平触发(外触发)及被测模拟信号触发(内触发)。通过跨线开关及软件设置,可选择模拟信号触发通道和设定触发电平及被测信号触发前、后的数据长度。此外,由于AD板工作时采用巡检方式依次将各通道模拟量转换为数字量并存于同一缓存区中。因此,可根据需要选择模入通道数、采样速率和采样字长。当要求高的采样速

表 1 信号分析仪/瞬态记录仪与SC-26 /Olivetti M386/25 性能比较

项 目	信号分析仪/ 瞬态记录仪		SC-26/Olivetti M386	
	±5.0v		±2.5v	
模入量程范围				
模入通道数	1~8	1~8	1	8
采样分辨率	8bit	12bit	12bit	12bit
最高采样速率	1μs	5μs	1μs	8μs
最大采样字长	1k	1k	128k	16k
记忆全程时间	1ms	5ms	131ms	131ms
触发方式种类	外/内触发		程序/外/内触发	
触发延迟功能	有		有	
分析计算速度	快		慢	
数据交换能力	弱		强	
系统扩展能力	弱		强	
组维修护保养	难		易	
整套系统价格	昂贵		低廉	

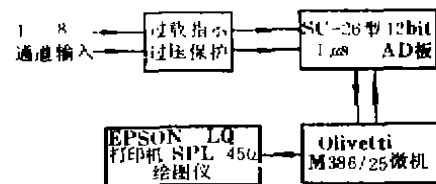


图 1 爆轰激波管采集系统框图

率时,可通过减少通道数的使用得以实现;当采样速率要求降低时,可选择更多的通道数,显示出极大的灵活性。前者,由于采样字长较长,分析频率的上限大大提高;后者,模入通道数多,采样速率与采样字长又可满足激波风洞的平均量测量要求。

系统使用时,由于仅通过微机键盘即可设置AD板的全部控制参数,不需烦多的开关和电位器,整机可靠性大幅度提高。且系统价格低廉,一块SC-26型AD板仅需人民币1.3万元(随着新型芯片的出现,价格将进一步降低);而我所管风洞实验室1990年配置的采用国产瞬态记录仪加微机的数据采集系统,其瞬态记录仪(12bit,5 $\mu$ s,字长4k)每台16通道价格为3.5万元;若采用进口数字存储示波器,如美国HP54600A(8bit,0.05 $\mu$ s,字长4k),每台4通道至少需2.7万元。此外,名牌386微机的一般售价为3万元左右,而进口信号分析仪的价格则数倍甚至10倍于微机。因此,即使建成一套包括微机在内的48通道巡检数据采集系统,亦仅需人民币11万元。较瞬态记录仪和数字存储示波器以及相应的信号分析仪的方法便宜得多。

由于IBMPC系列微机在国内属主流机,拥有大量的用户,设备的维修保养、升级换代都很方便。而其众多的计算机软件又为数据分析提供了强有力的支持,从而免除了使用信号分析仪处理实验数据时难于利用丰富的通用软件的苦恼。

### 3 采集系统软件构成

鉴于目前使用的信号分析仪其数据显示、判读系统已为实验工作者所熟悉,为满足采集后快速显示实验曲线的需要,参照信号分析仪系统和当今流行软件的设计风格,用编译语言在微机上编制了一套程序,实现了数据采集、存盘、显示、判读及分析、处理、打印输出的功能。

本程序运行于西文DOS状态,用于高分辨率显示器。采用直读汉字库的方法,实现全汉字显示。用下拉式菜单表示全部功能,对程序运行时的每一步操作均给出提示和帮助,因而具有良好的人机界面,易学易用。利用微机本身提供的大容量内存,可将多条实验曲线一次调入微机,同时或分别显示、比较。除提供常用的通过移动光标判读数据和X、Y方向分别放大、缩小,曲线平均、平滑、倒相、拟合功能外,在分析处理数据时,还可进行曲线同曲线或曲线同数据间的运算,并提供微积分变换、富氏变换、相关分析等一系列频谱分析功能。用户亦可根据各自的需要,用编译语言开发数据分析、处理程序,并随时调用。此外,可通过绘图仪、打印机得到屏幕图形的硬拷贝,还可生成屏幕图形的\*.SPT图像文件,用于流行的汉字编辑软件WPS,做到图文输出。

### 4 实测结果与讨论

在新研制的爆轰激波管上,使用这套微机采集系统进行了数轮爆轰波实验研究,测试项目包括驱动段、被驱动段和卸爆段上的管壁和端盖压力以及点火电压、电流的测量。实验装置及测点分布如图2。驱动段与被驱动段内径均为100mm,长度相同,为5.65m。

卸爆段内径190mm,长2m。

使用AD板最高转换速率 $1\mu\text{s}/\text{字}$ ,按8个通道采样,则每通道实际采样速率为 $8\mu\text{s}/\text{字}$ 。因实验时间有限,采样字长无须取满,此次实验仅取4k,故全程时间为32.8ms。取预触发长度为采样字长的20%,并用模拟信号触发方式触发。

图3为驱动段初始压力1.0MPa、氢氧混合比3:1,卸爆段初始压力0.3MPa,充氮气时的点火点电流(上)、点火点压力(中)、卸爆段端盖压力(下)曲线。

实测结果表明,采用微机加AD板的数据采集方式,在采样通道、采样速率、采样字长、采样精度特别在整套系统价格上显示出明显的灵活性与优越性,可圆满完成爆轰激波管的实验研究需要。

在使用高速AD板测量时,应注意的问题是,被测信号幅度应通过前置放大器(或衰减器)尽量调节到与AD板输入量程范围相当,以免某些AD板由于通道高速开关不佳,对弱信号通道产生泄漏,使这些通道的精度下降;另外,正在使用中的信号分析仪系统因将频谱分析过程通过硬件固化于机内,计算速度较快,进行采样点1k的FFT运算仅需300ms。而在微机上,由于通过软件计算,即使在有数学协处理器的386上亦相对慢得多,但可通过安装用于微机的信号处理板,调用其上的固化程序加以弥补;本采集系统仅使用了一块插于微机扩展槽中且量程固定的AD板,实现1~8个通道的采集。若要求通道数更多,可将多块不同基地址的AD板置于一个或数个微机扩展箱中,并对各通道选用1~16或1~128倍的程控放大器,则可进一步满足对弱小信号的实验测量。

## 5 结 论

综上所述,采用微机加高速AD板的采集方式,不仅在参数选择上表现出极大的灵活性,而且在其他许多方面性能指标亦明显优于或至少不低于瞬态记录仪,且价格大大降低,具有良好的性能价格比。可满足爆轰驱动激波管的实验需要。本文提供的方法,亦可用于一般激波管、激波风洞以及其他瞬态测量系统中。

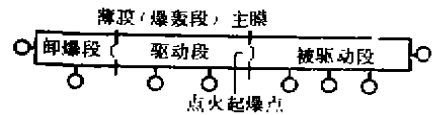


图2 爆轰激波管简图(○为起爆点)

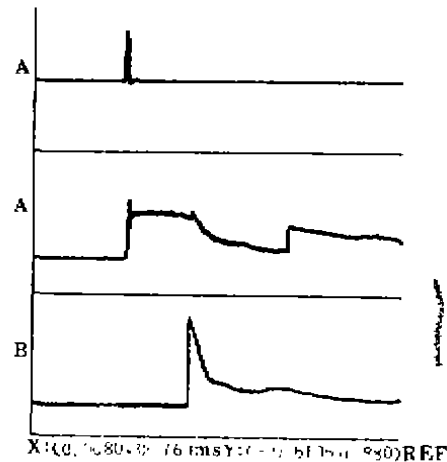


图3 爆轰激波管点火电流、点火压力、卸爆段端盖压力曲线

## THE CYCLE DATA ACQUISITION SYSTEM FOR DETONATION DRIVEN SHOCK TUBE

Gu Jiahua Li Zhongfa Yu Hongru  
(*Institute of Mechanics, Chinese Academy of Sciences*)

**Abstract** This paper describes the data acquisition system for detonation driven shock tube, which realizes the acquisition of experimental data by using IBM PC microcomputer together with multi-channels, high-speed and high-accuracy AD board. It introduces the operating method of AD board and its coordinate software system consisting of measurement, display, processing and exportation as a whole. In the paper, this method is compared with transient recorder acquisition method, which is commonly used nowadays, and at the end of it, we give the experimental curves and point out some problems we should pay attention to in its use.

**Key words** shock tube data acquisition transient recorder  
AD board microcomputer applications