

# 实验三 设备的振动参数测量

## 一、实验目的

- 1、掌握压电加速度传感器和电荷放大器的性能与使用方法。
- 2、掌握基于虚拟仪器技术的振动测量方法。
- 3、掌握测试信号的频率域分析方法。

## 二、实验设备

Labview8.2 软件、NI USB-6009 多功能数据采集卡、普通计算机、加速度压电式传感器、电荷放大仪、等强度悬臂实验梁、振动电机，电机调速装置和导线若干。

## 三、实验原理

### 3.1 振动测试简介

机械振动是各种机器工作过程中经常发生的现象，振动问题是机械工程领域一个十分重要的研究课题。但工程实践中复杂的振动现象并非都能通过理论分析得出可靠结果，此时往往需要求助于实验手段。而且理论分析结果的正确性也需要通过实践来验证，这就使振动测试在振动研究中占有重要地位。

一般振动测试分为两类：一类是测量存在振动的对象某些点的位移、速度和加速度，在时域中得出振动的强度。通过频谱分析估计振动的根源，用于故障诊断与分析。这类测试本身相对并不复杂，但后续的处理涉及到更多的理论问题，不属于本次实验的内容；另一类是对结构施加激励使其振动，通过振动测试研究结构的力学动态特性。本次实验进行这一类测试。

### 3.2 振动测试系统硬件结构

振动测试实验系统硬件结构如图 3-1 所示。

我们用可调速的振动电机使被测悬臂梁产生受迫振动。被测

梁的振动信号经压电晶体加速度传感器拾振、电荷放大器将电荷转变为电压并放大后传递到数据采集卡。同时振动信号还可以通过交替变化的应变信号测得。

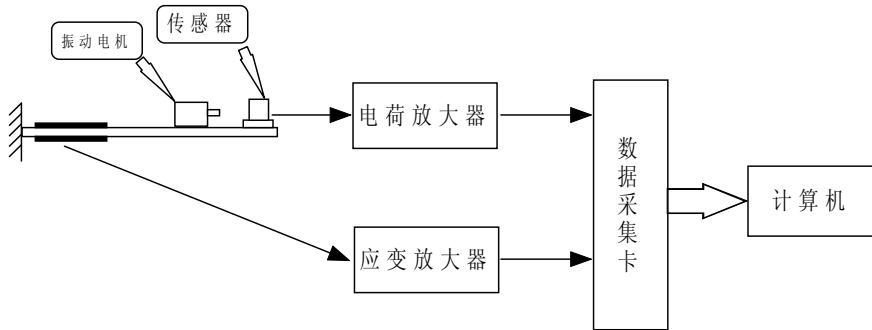
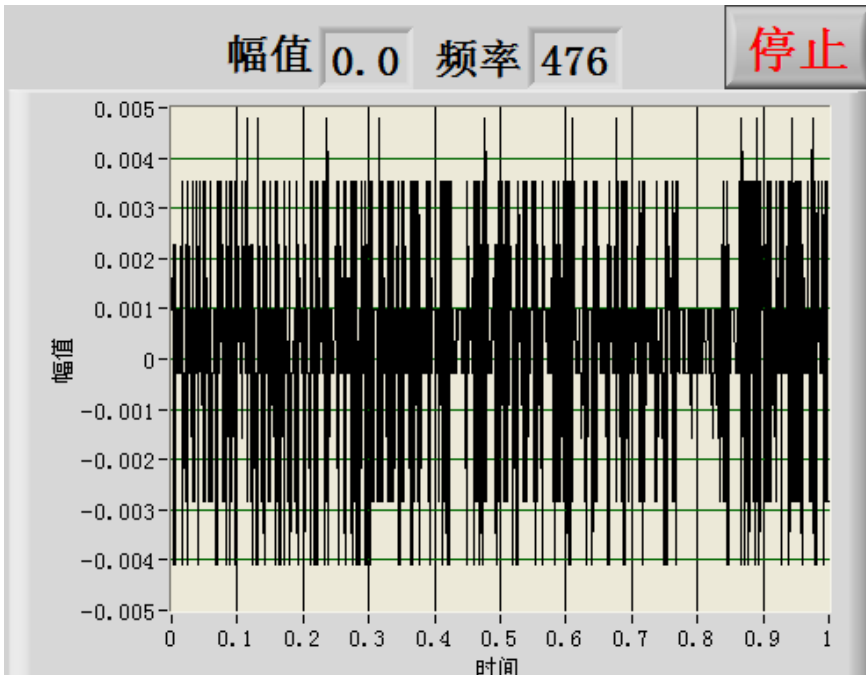


图 3-1 振动测试实验系统

### 3.3 振动测试系统软件结构

系统软件前面板和结构框图如图 3-2 所示。



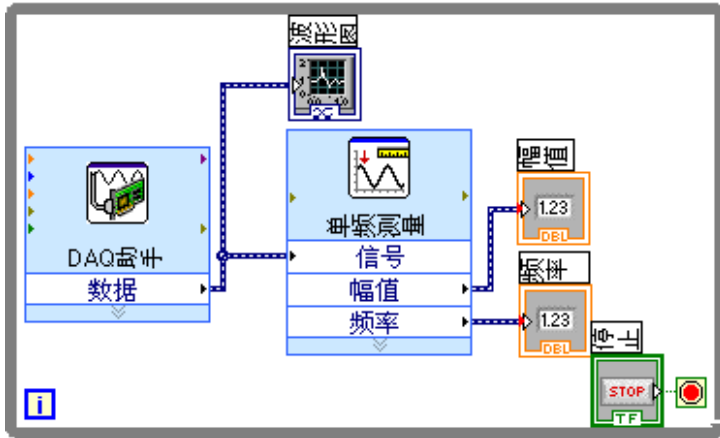


图 3-2 虚拟仪器振动测试实验系统软件结构

### 3.4 固有频率与阻尼比测试

梁的固有频率的理论计算公式为

$$f_n = \frac{A}{2\pi} \sqrt{\frac{EI}{\rho SL^4}} \quad (3-2)$$

式中: E—梁的材料弹性模量; L—梁的长度(参考值: 570mm);

I—梁的截面惯性矩(参考值: 梁截面宽 30mm, 高 7mm);

$\rho$ —梁的材料密度; S—梁的截面面积;

A—振型常数: 一阶 3.52, 二阶 22.40。

实验中用共振频率近似代替被测系统的固有频率。在激振过程中记录被测梁的振动频率与对应的位移振幅, 得到其幅频特性曲线。幅频特性曲线峰值处就是实际测量的共振频率, 如图 3-3 所示中的  $f_0$ 。实验中可以求出 3 阶固有频率。

用幅频特性曲线可以近似求出被测梁的阻尼比。

$$\xi = \frac{f_2 - f_1}{2f_0} \quad (3-3)$$

式中:  $f_0$ —系统固有频率;

$f_1$   $f_2$ —幅值为系统固有频率对应幅值  $1/\sqrt{2}$  的频率。

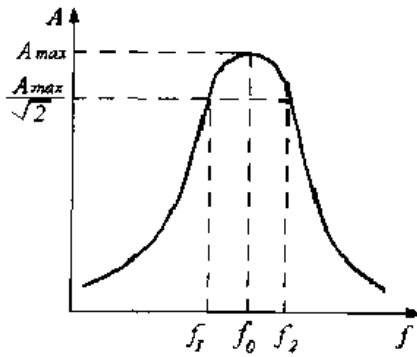


图 3-3 幅频特性曲线

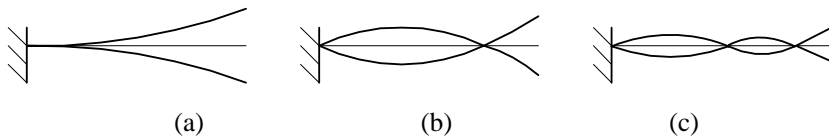


图 3-4 等强度梁横向振动的一阶主振型(a)  
二阶主振型(b)和三阶主振型(c)

#### 四、实验内容和要求

运行振动测试程序，从测试前面板上读出被测对象的振动加速度、速度和位移量以及频率值。在共振频率附近记录频率和振幅值。共振频段参考值：一阶(约 10Hz)，二阶(约 40Hz)。每段记录最多 15 对数据

- 1、画出振动测试实验的虚拟仪器软件结构。
- 2、说明电荷放大器在振动测试中的作用。
- 3、绘制梁的幅频特性曲线。
- 4、根据幅频特性曲线求出梁的一、二阶固有频率，按公式计算梁的固有频率与测试结果进行比较。
- 5、根据公式求出梁的阻尼比。