

基于 Labview 的悬臂梁振动测量实验

一、实验目的

- 1) 选择传感器，掌握相关传感器的测量原理、安装及使用方法。
- 2) 设计一个测试悬臂梁固有频率的自动测试系统，测出悬臂梁的固有频率和结构阻尼比，熟悉基本的数据处理方法。
- 3) 理解调制解调原理，能使用常用载波正弦波进行调制解调。

二、实验系统

2.1 实验设备

悬臂梁：梁的一端为不产生轴向、垂直位移和转动的固定支座，另一端为自由端。在工程力学受力分析中，比较典型的简化模型。在实际工程分析中，大部分实际工程受力部件都可以简化为悬臂梁。

测量悬臂梁振动频率可采用的方法有很多，如应变片，位移传感器，加速度传感器等。以加速度传感器和应变片为例，所需实验设备有：

- 1) 悬臂梁实验台
- 2) 加速度传感器、应变片
- 3) 数据采集卡 NI-9237,NI-9230
- 4) 电脑

2.2 实验原理

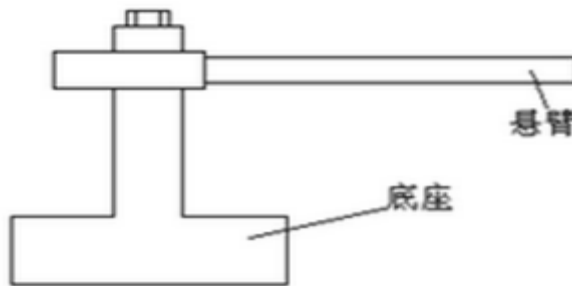


图 1 悬臂梁

固有频率：固有频率也称为自然频率(natural frequency)。物体做自由振动时，其位移随时间按正弦或余弦规律变化，振动的频率与初始条件无关，而仅与系统的固有特性有关（如质量、形状、材质等），称为固有频率，其对应周期称为固有周期。

阻尼：阻尼是指任何振动系统在振动中，由于外界作用或系统本身固有的原因引起的振动幅度逐渐下降的特性，以及此一特性的量化表征。

2.3 测试原理

- 1) 瞬态信号可以用三种方式产生，有脉冲激振，阶跃激振，快速正弦扫描激振。
- 2) 脉冲激励

用脉冲锤敲击试件，产生近似于半正弦的脉冲信号。信号的有效频率取决于脉冲持续时间 τ ， τ 越小则频率范围越大。

3) 幅值：幅值是振动强度的标志，它可以用峰值、有效值、平均值等方法来表示。 频率：不同的频率成分反映系统内不同的振源。通过频谱分析可以确定主要频率成分及其幅值大小，可以看到共振时的频率，也就可以得到悬臂梁的固有频率

4) 阻尼比的测定

自由衰减法：在结构被激起自由振动时，由于存在阻尼，其振幅呈指数衰减波形，可算出阻尼比。

5) 调制解调

测量的物理量经过传感器变换后得到的信号如果是一些低频信号，利用直流放大常会带来零漂和级间耦合等问题，造成信号失真。通常设法将这些低频信号进行调制后变成高频信号，然后用简单的交流放大器进行放大，避免直流放大带来的问题。在无线电中，为了防止发射信号的串扰，也需要将声频信号移到各自分配的高频、超高频频段上进行传输与接收，这中间也用到调制解调。

三、实验步骤

(1) 加速度传感器连接

加速度传感器靠磁力吸在悬臂梁上，与传感器链接的 BNC 线接在动态采集模块 NI-9230 上。

(2) 应变片连接

实验测量的应变片采用半桥的电路连接方式（应变片已贴在悬臂梁上），实验用的采集设备为 DSUB 接口的 NI-9237，半桥连接方式如图 2 所示，需要连接的引脚已用红色圈出。

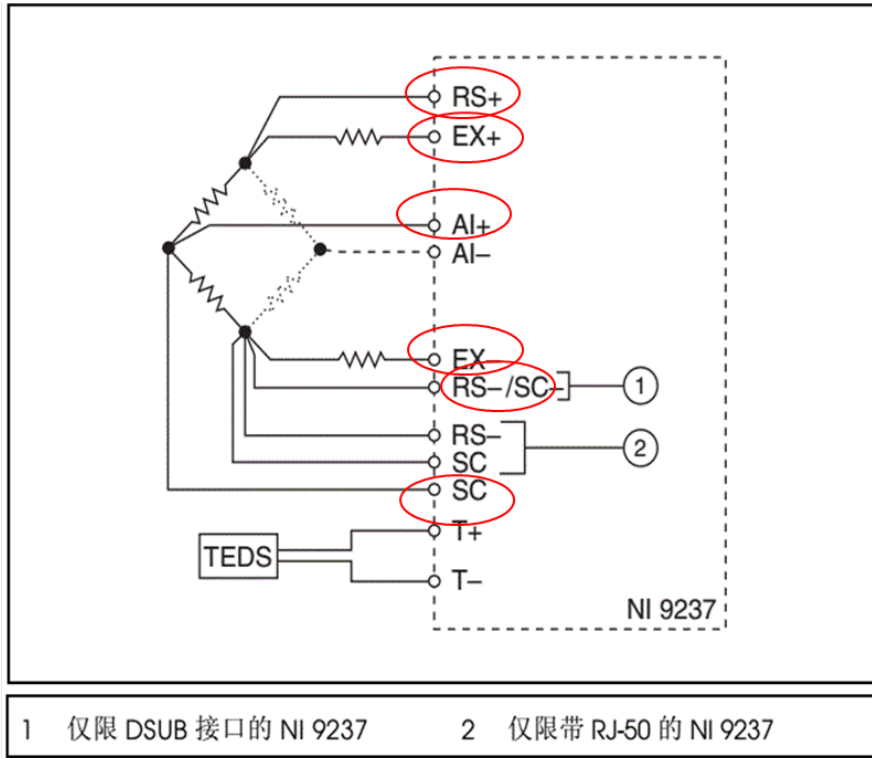


图 2 NI-9237 半桥连接方式

NI-9237 引脚过多，用 NI-9923 接线盒进行转接，接线盒及引脚对应编号如图 3 所示。

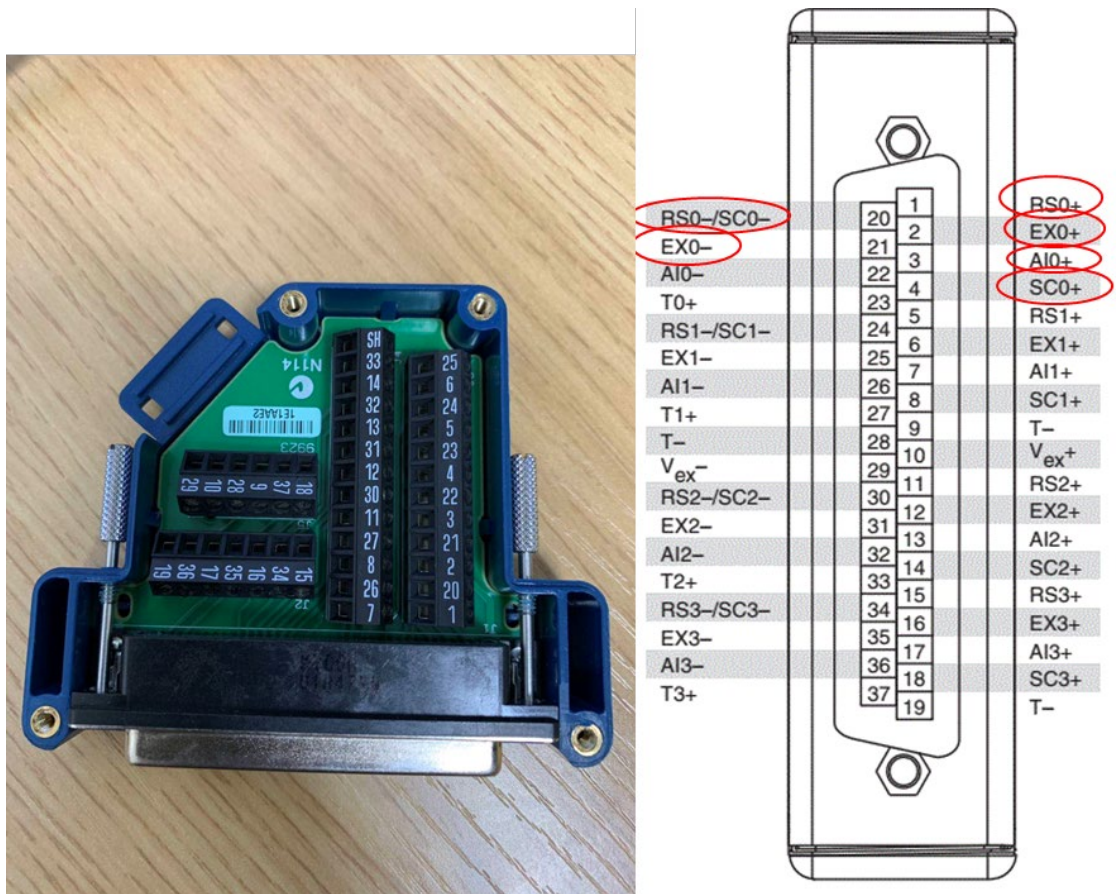


图 3 电桥引脚对应编号

(3) 编写采集程序采集自由振动信号

①连接传感器的信号线和电源线到采集模块，注意传感器类型，输出信号类型及范围，其中加速度传感器为电压信号；9237 板卡已将模拟量信号换算成应变变量，故应变信号输出直接选择应变。

②程序中需要设置触发，当敲击悬臂梁时开始采集，采集时间为 1-2s，将数据保存至 txt 文档。

(4) 计算悬臂梁固有频率

①将保存的数据生成波形，注意采样频率

②计算波形频谱，获得固有频率。

(5) 对测量的悬臂梁振动信号进行调制解调

选取应变或者加速度计测得的信号进行调幅调制解调。使用正弦波作为载波，对测量的物理信号进行幅值调制，分别显示载波信号，调制波信号，并使用同步解调和包络检波进行信号解调。调制前要注意信号频率、采样频率大小，选择合适载波频率，使用包络检波前要注意对调制前信号进行偏置。分别显示同步解调和包络检波后信号的波形，并显示调制后的频谱。

(6) 界面参考

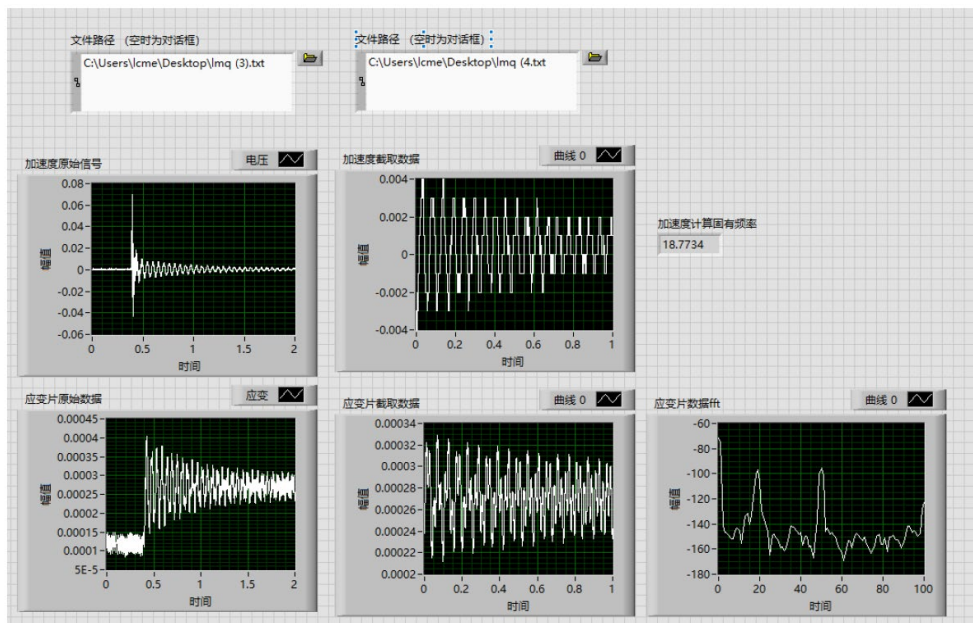


图 4 程序完成后界面（仅供参考）

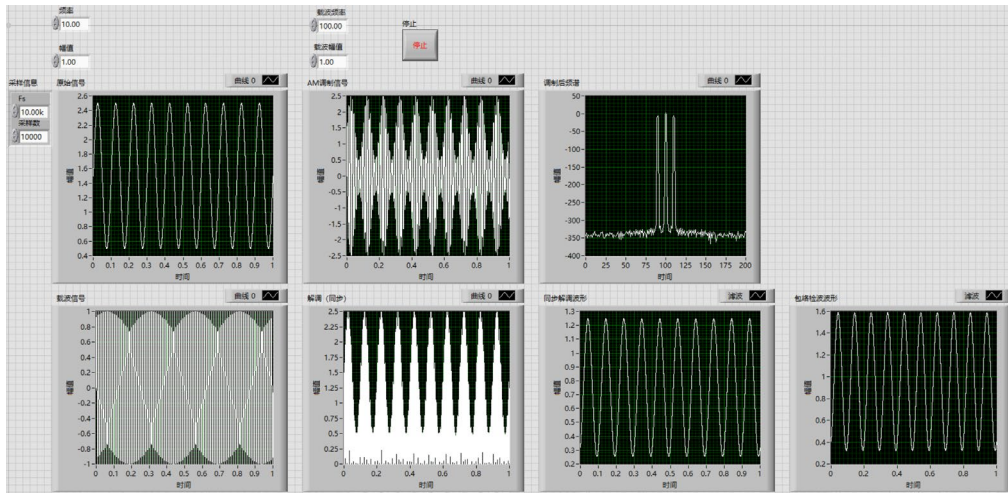


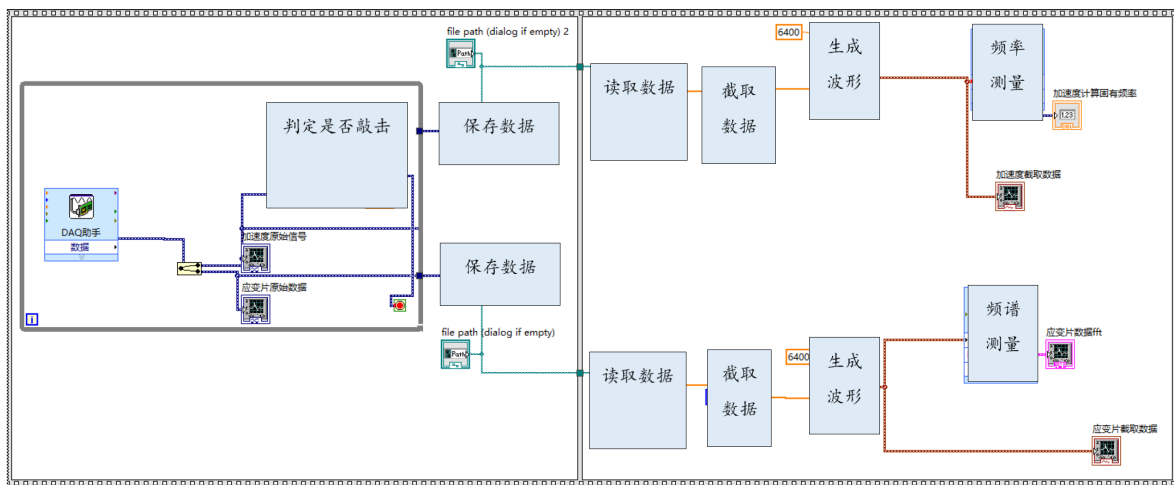
图 5 调制解调前面板（仅供参考，图中原始信号请使用实际测量的信号替代）

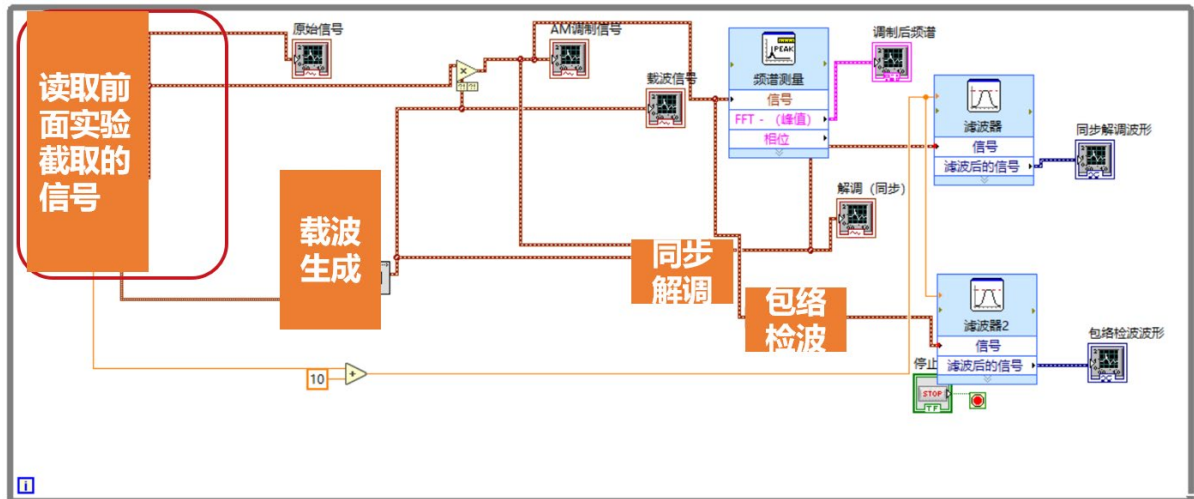
(7) 程序编写建议

①加速度传感器测量通道选择电压信号，应变片测量通道选择应变信号并在设置中设置成半桥模式。

②可能用到的函数 Express——单频测量/频谱测量/峰值测量，写入/读取电子表格（注意设置数据格式为保留 6 位小数），创建波形，拆分一维数组等。

(8) 程序结构参考





四、实验要求

- 1) 现场完成程序编写，分别通过加速度信号和应变信号计算梁的固有频率。选取其中一个信号进行调制解调。
- 2) 计算阻尼比。
- 3) 对测量信号进行调制解调，分别显示原始测量信号波形、调制后频谱、同步检波和包络检波后的波形。