



廣東工業大學

《测试技术实验》
实验指导书

肖体兵 段宏

机电工程学院

二〇一八年十二月印

目 录

实验一 测试装置动态特性的测量.....	3
实验二 机械转子底座的振动测量和分析.....	13
实验三 虚拟仪器（Labview）上机实验.....	17
附 1 实验报告书格式.....	33
附 2 实验报告内容.....	34

实验指导书

实验项目名称：测试装置动态特性的测量

实验项目性质：综合性

所属课程名称：测试技术实验

实验计划学时：2

一. 实验目的

1. 了解差动变压器式位移传感器的工作原理
2. 掌握测试装置动态特性的测试
3. 掌握m-k-c二阶系统动态特性参数的影响因素

二. 实验内容和要求

1. 差动变压器式位移传感器的标定
2. 弹簧振子二阶系统的阻尼比和固有频率的测量

三. 实验主要的仪器设备和材料

该实验需要的主要仪器设备有：弹簧振子实验台、计算机、采集卡、电源。

1. 弹簧振子实验台

弹簧振子实验台的原理如图 2-1 所示，主要由弹簧 k 、质量振子 m 、阻尼器 c 、传感器、台架、振子位置调节器等组成。阻尼器由阻尼薄片和介质阻尼及传感器铁心运动副组成，更换不同面积的阻尼薄片和介质，可获得不同的阻尼系数。

实验台为一典型的 m - k - c 二阶系统，系统的传递函数为

$$G(s) = \frac{1}{ms^2 + cs + k} \quad (1)$$

系统的无阻尼固有频率为

$$\omega_n = \sqrt{k/m} \quad (2)$$

系统的无因次阻尼比为

$$\xi = \frac{c}{2\sqrt{mk}} \quad (3)$$

系统的有阻尼固有频率

$$\omega_d = \omega_n \sqrt{1-\xi^2} \quad (4)$$

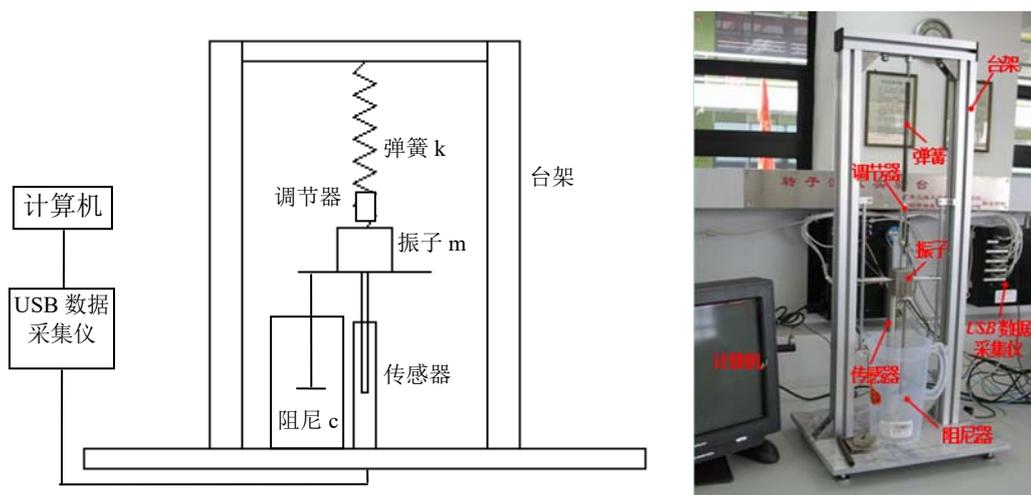


图 2-1 弹簧振子实验

2. 测量原理

1) 原理

根据测量出的弹簧振子欠阻尼二阶系统的阶跃响应曲线来求系统的动态特性：固有频率 ω_n 和阻尼比 ξ 。关于该方法的详细说明可参见教材。

2) 实验步骤

先将质量振子偏离平衡，具有一定的初始位移，然后松开。该二阶系统在初始位移的作用下，产生一定的输出，位移传感器

采集到系统的输出并传输给计算机，该输出曲线如图 2-2 所示。该输出是由初始状态引起的，可称之为零输入响应，也可看作是由初始位置到零的阶跃响应。

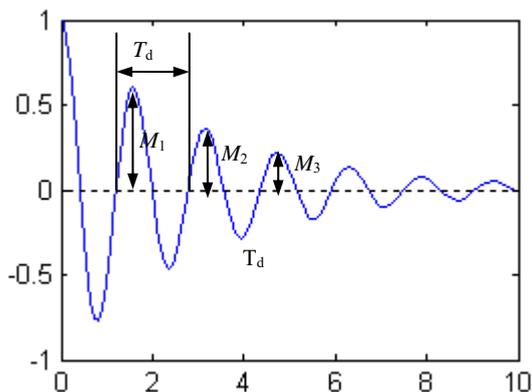


图 2-2 欠阻尼二阶系统的阶跃响

(1) 求有阻尼固有频率 ω_d

阶跃响应的振荡频率为系统的有阻尼固有频率 ω_d 。根据图 2 中的曲线的振荡周期，可测得

$$\omega_d = \frac{2\pi}{T_d} \quad (5)$$

(2) 求阻尼比 ξ

利用任意两个超调量 M_i 和 M_{i+n} 可求出其阻尼比， n 是该两个峰值相隔的某一整周期数。计算公式为

$$\xi = \sqrt{\frac{\delta_n^2}{\delta_n^2 + 4\pi^2 n^2}} \quad (6)$$

其中

$$\delta_n = \ln \frac{M_i}{M_{i+n}} \quad (7)$$

当 $\xi < 0.3$ 时，可采用下面的简化公式

$$\xi \approx \frac{\ln \frac{M_i}{M_{i+n}}}{2\pi n} \quad (8)$$

(3) 求无阻尼固有频率 ω_n

计算出有阻尼固有频率 ω_d 、阻尼比 ξ 之后，根据公式(4)可求出系统的固有频率 ω_n

$$\omega_n = \frac{\omega_d}{\sqrt{1-\xi^2}} \quad (9)$$

(4) 求弹簧的刚度和振子组件的质量

振子组件主要由振子、滑杆、振子位置调节器、阻尼片、传感器连接杆等组成。

利用已知质量的 U 型质量块，求出弹簧的刚度 K 。

$$K = \frac{mg}{\Delta x} \quad (10)$$

式中， m 为 U 型质量块的质量， Δx 为将 U 型质量块叠放在振子上之后弹簧长度的变化量。

求出系统的无阻尼固有频率 ω_n 和弹簧刚度 K 之后，就可以根据公式得出振子组件的质量 m_z ，

$$m_z = \frac{K}{\omega_n^2} \quad (11)$$

3. 系统的组成

质量振子在平衡位置的振动位移由计算机实现自动采集。计算机采集系统的原理框图如图 2-3 所示。

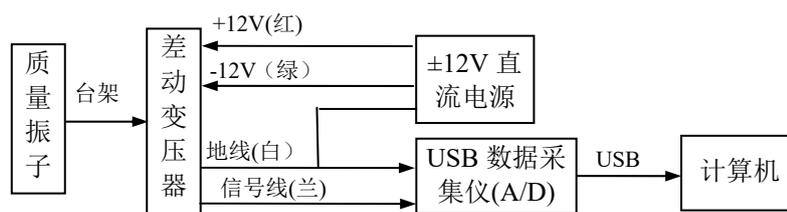


图 2-3 计算机数据采集系统框图

(1) 差动变压器

该系统利用差动变压器位移传感器来检测质量振子的位移。差动变压器的工作原理参见教材及传感器的说明书。

该位移传感器的测量范围为 $\pm 60\text{mm}$ ，满量程输出为 $\pm 10\text{V}$ 直流电压信号。其工作电源为 $\pm 12\text{V}$ 直流电源。该位移传感器的电缆线由 4 根线组成，红色的接 $+12\text{V}$ 电源，绿色线接 -12V 电源，白色线为地线，兰色线为信号线。

(2) USB7325A 数据采集仪

USB7325A 数据采集仪可同时采集 16 路信号，但面板上只接出了其中 10 个通道。可选用其中任何一个通道来采集位移传感器的输出。

USB7325A 数据采集仪接受差动变压器输出的 $\pm 10\text{V}$ 范围内的模拟直流电压信号，在采集仪的内部进行 A/D 转换之后，将得到的数字量电压信号通过 USB 接口发送给计算机。

(3) 计算机及实验软件

运行于计算机的实验软件可实现实验数据的自动采集、保存、显示和处理等。实验软件可实现采集通道的选择和采集速度等设置。

计算机采集得到的是差动变压器输出的电压信号，而我们需要的是位移信号。因此，在实验软件里，将采集得到的电压信号除以传感器的灵敏度 S 后，即可得到质量振子的位移信号。

4. 系统参数的说明

m_z : 质量振子组件(包括振子、水平滑杆、阻尼器)的质量，具体数值未知。

m_{u1} : 1 号 U 型质量块 (长度约为 40mm)，其质量约为 $m_{u1}=130$ 克 (无标注) 或 $m_{u1}=115$ 克(有标注)

m_{u2} : 2 号 U 型质量块(长度约为 60mm)，其质量约为 $m_{u2}=210$ 克。

K_1 : 1 号弹簧(刚度小、直径约为 12mm) 的刚度，具体数值未知。

K_2 : 2 号弹簧(刚度大、直径约为 10mm) 的刚度，具体数值未知。

c_1 : 阻尼器放在空气中时系统的阻尼，具体数值未知。

c_2 : 阻尼器放在水中时系统的阻尼，具体数值未知。

四、实验步骤

1. 系统动态参数的测量

完成如下 5 种情况下系统阶跃响应的测量，建议每种情况至少要采集 2 次。同组同学都需采集不同的数据，不能共用相同的数据。

1) 质量振子组件+1 号弹簧+阻尼器放在空气中

$m = m_z$ ：系统的质量为质量振子组件的质量 m_z 。

$K = K_1$ ：系统的刚度为 1 号弹簧的刚度 K_1 。

$c = c_1$ ：阻尼器放在空气中，系统的阻尼为 c_1 。

- (1) 将振子的位移调到 0 附近(如果调不到零位而存在偏移值，可将测量的数据统一减掉偏移值)；
- (2) 用手往下拉质量振子，使其偏离平衡位置一定的距离；
- (3) 单击“数据”框内的“暂存”按钮，然后松开弹簧振子，质量振子就会在平衡位置附近作衰减震荡运动，采集到的数据被暂时保存在内存里；
- (4) 当质量振子停下来之后，先单击“数据”框内的“停止暂存”按钮，停止保存数据。然后再单击“采集”框内的“停止采样”按钮，停止数据采集；
- (5) 单击“数据”框内的“回放”按钮，将采集到的数据全部显示在屏幕中的图形显示区中；单击“数据”框内的“回放设置”可设置回放的数据范围，即可只显示其中一部分数据；
- (6) 单击“数据”框内的“保存为文件”按钮，在弹出的对话框中设置数据保存的路径和文件名，将回放的数据保存为文本文件，得到第①组数据。

2) 改变系统的阻尼

质量振子组件+1 号弹簧+阻尼器放在水中

$m = m_z$ ：系统的质量等于质量振子组件的质量 m_z 。

$K = K_1$ ：系统的刚度等于 1 号弹簧的刚度。

$c = c_2$ ：阻尼器放在水中，系统的阻尼为 c_2 。

重复步骤 1)，得到第②组数据。

3) 改变系统的质量：

(质量振子组件+1号U型质量块)+1号弹簧+阻尼器放在水中
 $m = m_z + m_{u1}$: 系统质量为振子组件的质量与1号U型质量块的质量之和。

$K = K_1$: 系统的刚度等于1号弹簧的刚度。

$c = c_2$: 阻尼器放在水中, 系统的阻尼为 c_2 。

重复步骤1), 得到第③组数据。

4) 更换为2号弹簧, 改变系统的弹簧刚度

(质量振子组件+1号U型质量块)+2号弹簧+阻尼器放在水中
 $m = m_z + m_{u1}$: 系统的为质量振子组件的质量与1号U型质量块的质量之和。

$K = K_2$: 系统的刚度等于2号弹簧的刚度。

$c = c_2$: 阻尼器放在水中, 系统的阻尼为 c_2 。

重复步骤1), 得到第④组数据。

5) 改变系统的质量

(质量振子组件+2号U型质量块)+2号弹簧+阻尼器放在水中
 $m = m_z + m_{u2}$: 系统的为质量振子组件的质量与2号U型质量块的质量之和。

$K = K_2$: 系统的刚度等于2号弹簧的刚度。

$c = c_2$: 阻尼器放在水中, 系统的阻尼为 c_2 。

重复步骤2), 得到第⑤组数据。

6) 用优盘拷贝自己保存的数据文件。

2. 实验数据处理和分析

1) 计算出上述5种情况下系统的动态特性参数(ω_n, ξ)。

(1) 打开保存有数据的文本文件

(2) 利用最后的部分数据计算出系统阶跃响应的稳态值

(3) 找出各个峰值及其对应的时间

(4) 峰值减去稳态值即可得到各个超调量

(5) 根据各个超调量及其时间, 利用相关公式, 即可计算出系统的动态特性参数。

2) 利用 matlab 绘出5种情况下系统的阶跃响应曲线

(1) 启动 matlab

(2) 打开保存有数据的文本文件, 如打开文件“3104000402_张三_No1(mz_K1_C1).txt”, 将该文件另存为“No1.txt”后,

删除文本文件“`No1.txt`”开头包含有汉字的几行。删除了开头几行汉字的“`No1.txt`”文本文件的开头如图 2-4 所示。

(3) 将文本文件 `No1.txt` 复制到 `matlab` 的当前工作目录下或将 `No1.txt` 所在的文件夹设为 `matlab` 的当前工作目录。

(4) 在 `matlab` 的命令窗口中输入:

```
load No1.txt;
```

通过上述命令将文本文件“`No1.txt`”中的数据导入 `matlab` 的工作空间，生成一个名为 `No1` 的多行 5 列的数组，可利用 `whos` 命令查看，如图 2-5 所示。



图 2-4

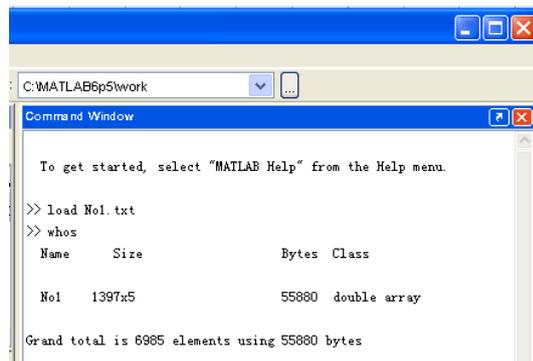


图 2-5

(5) 绘制位移曲线。

横坐标为时间，是数组 `No1` 中的第 4 列，利用 `No1(:,4)` 提取数组中的第 4 列。由于第 4 列保存的是采样时计算机的系统时间，单位为毫秒 (`ms`)，不是从零开始的。利用 `(No1(:,4)-No1(1,4))*0.001` 将时间调整为从零开始，乘以 0.001 是将时间单位换成秒 (`s`)。

纵坐标为位移，是数组 `No1` 中的第 2 列。利用 `No1(:,2)` 提取数组中的第 2 列。

在命令窗口输入:

```
plot((No1(:,4)-No1(1,4))*0.001,No1(:,2))
```

即可绘出系统的位移曲线。如图 2-6 所示。

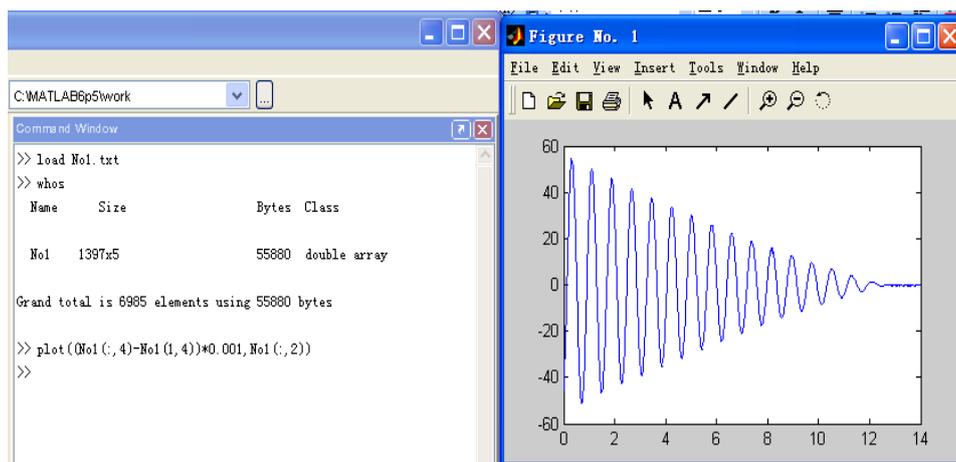


图 2-6

(6) plot 命令会得到一个后缀为.fig 的图形文件。对 fig 图形文件的处理参见实验“典型信号的合成与分解”的相关内容。主要是将背景改为白色。

3) 根据计算结果，结合阶跃响应曲线，进行分析

(1) 比较第①和②组数据的计算结果，分析阻尼 c 对系统动态特性的影响。

(2) 比较第②和③、④和⑤组数据的计算结果，分析振子的质量 m 对系统动态特性的影响。

(3) 比较第③和④组数据的计算结果，分析弹簧刚度 K 对系统动态特性的影响。

五. 实验报告要求

1. 实验报告应包含如下几部分内容

1) 实验的目的和要求

2) 实验的原理

简述计算机测试的原理，画出原理框图。简述利用阶跃响应测量二阶系统动态特性的原理。

3) 实验的内容和结果

整理实验测得的数据文件，用计算机绘出实验曲线（推荐采用

matlab), 利用公式(5)~(9)计算出系统的动态特性参数。根据计算结果, 结合实验曲线, 分析振子的质量 m 、弹簧的刚度 k 、阻尼系数 c 等对二阶系统动态特性参数的影响。

4) 结论

5) 问题和讨论

对思考题的回答。

6) 对本实验的体会和建议

2. 图形可以打印, 但纸张大小需剪裁到与实验报告纸尺寸一致。

六. 思考题

1. m - k - c 二阶系统的响应速度主要用调整时间来衡量, 能否通过增加弹簧的刚度 K 来提高 m - k - c 二阶系统的响应速度?
2. 理论上, 根据二阶系统阶跃响应的最大超调量 M 可以求出系统的阻尼比。可在本实验中却采用相邻的 n 个超调量来计算, 为什么?
3. 每次实验开始前, 如果振子没有调到零位, 对实验结果是否有影响?

实验指导书

实验项目名称：机械转子底座的振动测量和分析

实验项目性质：普通

所属课程名称：测试技术实验

实验计划学时：2

一、实验目的

1. 掌握磁电式振动速度传感器的工作原理、特点和应用。
2. 掌握振动的测量和数据分析。

二、实验内容和要求

先利用光电式传感器测量出电机的转速；然后利用磁电式振动速度传感器测量机械转子底座在该电机转速下的振动速度；对测量出的振动速度信号进行频谱分析；找出振动信号的主频与电机转速之间的关系。

三、实验主要仪器设备和材料

本次实验的主要仪器设备有：机械转子系统，光电式传感器，磁电式振动速度传感器，USB 数据采集卡，计算机等。

OD9200 系列磁电式振动速度传感器，可用于对轴承座、机壳或结构相对于自由空间的绝对振动测量。其输出电压与振动速度成正比，故又称速度式振动传感器。其输出可以是速度值的大小，也可以是把速度量经过积分转换成位移量信号输出。这种测量可对旋转或往复式机构的综合工况进行评价。

OD9200 系列振动速度传感器属于惯性式传感器。是利用磁电感应原理把振动信号变换成电信号。它主要由磁路系统、惯性质

量、弹簧阻尼等部分组成。在传感器壳体中刚性地固定有磁铁，惯性质量（线圈组件）用弹簧元件悬挂于壳体上。工作时，将传感器安装在机器上，在机器振动时，在传感器工作频率范围内，线圈与磁铁相对运动、切割磁力线，在线圈内产生感应电压，该电压值正比于振动速度值。与二次仪表相配接（如 OD9000 振动系列仪表），即可显示振动速度或振动位移量的大小。也可以输送到其它二次仪表或交流电压表进行测量。

四. 实验步骤

1. 启动实验程序“机械转子系统的振动测量.exe”；输入个人信息，也可以启动之后通过单击“修改”按钮修改个人信息。
2. 单击“采样设置”按钮，输入采集卡连接振动速度传感器的采样通道号，批量采样频率（建议采用程序的默认值，7325A 卡为 1KHz，MP421 卡为 10KHz）、批量采样点数（建议采用程序的默认值，采集 1s 钟左右的数据,即 7325A 卡为 1000，MP421 卡为 10000）。
3. 打开转子试验台电机的电源，单击“单点采样”。
4. 旋转调节旋钮改变转子的转速,观察图形区显示的振动速度传感器采集到的转子底座振动信号；如果振动信号幅值比较小，可适当提高转子的转速。
5. 转子转速的测量
 - (1)单击“采样设置”按钮，输入采集卡连接光电传感器的采样通道号、批量采样频率（建议采用程序的默认值）、批量采样点数（建议采用程序的默认值）。
 - (2)单击“批量采样”按钮，开始采样；采样完成之后，采集到的波形信号会显示在图形窗口，系统会自动计算出转子的速度并显示出来。记录下此时的转子的转速（单位：r/s）。
 - (3)再重复步骤(2)测量 2 次。以三次测量的平均值作为此时转子的转速。

注意观察振动信号的波形，如果振动信号的幅值比较小，建议增大电机的转速。一般情况下，当电机的转速超过 20r/s时才能获得较理想的振动信号。

6. 振动信号的测量和频谱分析(注：不要改变电机的速度)
 - (1)单击“采样设置”按钮，输入采集卡连接振动速度传感器的采样通道号(默认为2)、批量采样频率（建议采用程序的默认值）、批量采样点数（建议采用程序的默认值）。
 - (2)单击“批量采样”按钮，开始采样；采样完成之后，采集到的波形信号会显示在图形窗口。如果信号不正常，重复点击“批量采样”按钮。
 - (3)单击“保存”按钮，将采集到的振动速度传感器的信号数据保存为文本文件。文件必须保存到“C:\ExperiData\”目录下。可单击“保存设置”更改文件名。
 - (4)打开刚保存的文本文件，文件前面几行保存了个人信息、采样频率、采样通道、保存的数据个数等信息。文件中共有四列数据，第一列为数据的序号，第二列为磁电式振动速度传感器检测到的信号数据。
 - (5)将文本文件另存为 No1.txt，删除文本文件“No1.txt” 开头含有汉字的前 7 行（注：有 5 行汉字，2 个空格行）。删掉文件前面几行汉字是为了将数据导入 matlab 的工作空间。
 - (6)启动 matlab，将“C:\ExperiData\”目录设为 matlab 的当前工作目录，请确认 experi7.m 文件是否在该目录下。
 - (7)在 matlab 的命令窗口中输入 experi7 并回车，matlab 会运行当前目录下的 experi7.m 文件完成振动信号的频谱分析。绘出信号的时域波形、功率谱图、幅值谱图等，并计算出信号的主频。
 - (8)截屏保存图形。
7. 对比转子的转速(r/s)与测得的振动信号的主频。
8. 改变（建议增大）转子的转速，重复步骤 5 和步骤 6，观察振动信号的主频是否会随着转子转速的变化而变化。保存数据时注意更改文件名，不要覆盖掉前面的数据文件。

9. 将保存数据文件和 experi7.m 文件拷贝回去，用于实验报告的撰写和实验数据的进一步处理分析；仔细阅读 experi7.m，在看懂了 experi7.m 文件基础上进行修改，对振动信号进行其它的分析处理，如滤波、自相关函数等（课后完成）。

五. 实验报告要求

1. 实验报告写作大纲

(1)实验的目的和要求

(2)实验的内容和结果

整理实验得到的图形（波形图和功率谱图），并进行分析，找出振动信号的主频和转子的转速之间的关系。

(3) 结论

(4) 问题和讨论

对思考题的回答。

(5) 对本试验的体会和建议

2. 图形要求打印，纸张大小需剪裁到与实验报告纸尺寸一致。

六. 思考题

1. 简述利用磁电式振动速度传感器测量转子实验台底座振动的原理。
2. 常用的振动信号测量方式有那些？
3. 根据实验的结果，分析转子实验台底座振动产生的原因。

实验指导书

实验项目名称：虚拟仪器 (Labview) 上机实验

实验项目性质：综合性

所属课程名称：测试技术实验

实验计划学时：2

一、实验目的

1. 掌握 LabView 的编程和上机调试；
2. 了解热电偶温度传感器和应变片式力传感器的工作原理、特点和应用；
3. 掌握温度和压力的测量。

二、实验内容和要求

1. LabView 的编程和调试、运行；
2. 利用 LabView 实现温度和压力的测量。

三、实验主要仪器设备和材料

本实验的主要仪器设备有：虚拟仪器开发平台 LabView8.6，机械转子系统，USB 数据采集卡（注意：有 USB7325A 和 MP421 两种采集卡），热电偶温度传感器，应变片式力传感器，计算机。

模块 1 面板上只标注了传感器的名称，没有标注通道号。模块 1 上的通道号布置如图所示：



四. 实验方法和步骤（USB7325A 采集卡）

(注：该步骤仅适用于 USB7325A 采集卡，MP421 采集卡的步骤见第“五”部分)

(一) 温度测量编程与调试

说明：①一个完整的 VI 程序包括程序前面板和程序框图两大部分。

②简单的采集过程为：打开采集卡→初始化→读取采集结果。

1、启动 LabView8.6 编程环境。从开始→程序→National Instruments LabVIEW 8.6 或者双击桌面快捷图标。

2、新建温度测试 VI。在 LabView8.6 开始界面左上角文件→新建栏，单击 VI。则生一对空白的的前面板和框图窗口。



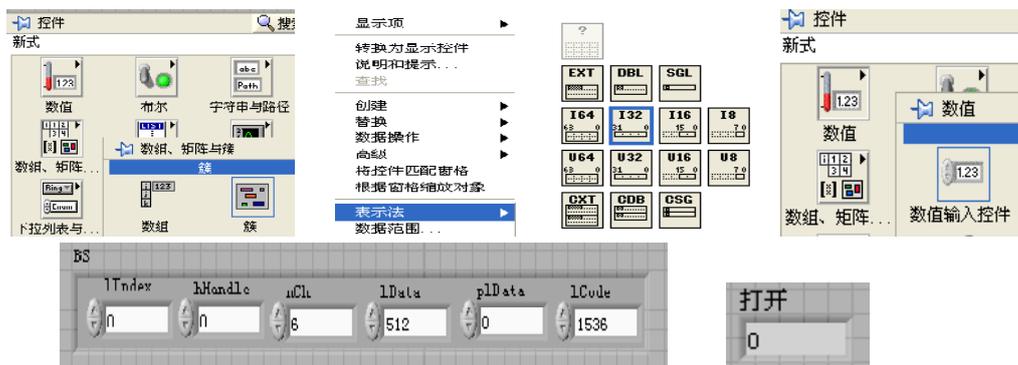
如图示：

3、在框图面板中放置顺序结构。方法：在框图面板任意空白位置单击右键，弹出函数选择框，单击选中编程→结构→层叠式顺序结构，在框图中空白处单击以确定顺序结构放置的左上角点，向右下拖动鼠标，再次单击以确定顺序结构放置的右下角点，可以通过拖动边框来改变结构位置和大小（类似结构放置方法一样）。在边框上单击右键，选中弹出菜单中的“在后面添加帧”项。这样操作两次后，就生成了具有三帧的层叠式顺序结构，编号依次为 0、1、2。

如图示：



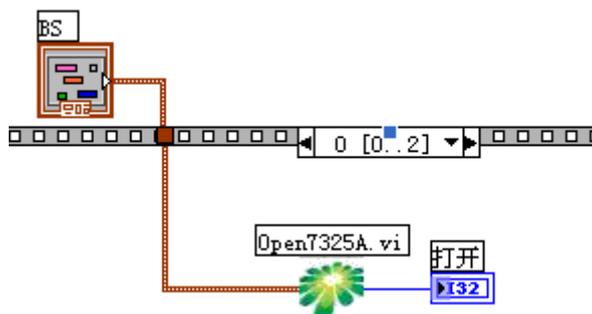
4、创建参数传递簇。在前面板空白处单击右键，在控件选择菜中单击选中新式→数组、矩阵→簇，放置于前面板，双击标签“簇”，修改为 BS。选中新式→数值→数值输入控件，放置于刚才创建的簇中，并更改数值控件标签为 lIndex。右键单击数值控件，在弹出的菜单中，选中表示法→I32（长整型）。按照同样的方法在簇 BS 中创建其余五个数值控件，数据类型均为 I32（长整型），标签分别为：lIndex、hHandle、nCh、lData、plData、lCode，输入初值分别为：0、0、6、512、0、1536。在前面板创建打开结果的数值显示控件，标签设置为“打开”，数据类型为 I32（长整型）。建好后的 BS 簇如图所示：



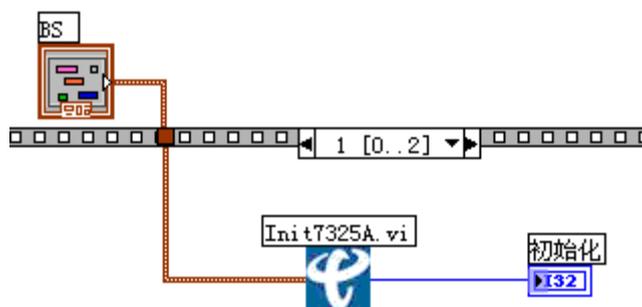
建好簇 BS 后，在程序框图中将簇 BS 图标拖到顺序结构外面，“打开”显示控件放在顺序结构里。

5、打开采集设备程序。选择顺序结构的第 0 帧为当前工作帧（可参照第 3 步的图示，前面打钩的为当前工作帧）。在空白处单击右键，在弹出的程序选中菜单中选中选择...，通过弹出的选种对话框

选择 *D://labview 上机实验/Open7325A.VI*, 置于顺序结构的第 0 帧。用鼠标单击, 连接簇 BS 端子和 Open7325A 子 VI 的输入端子, Open7325A 子 VI 的输出端子和“打开”显示控件。如图示:



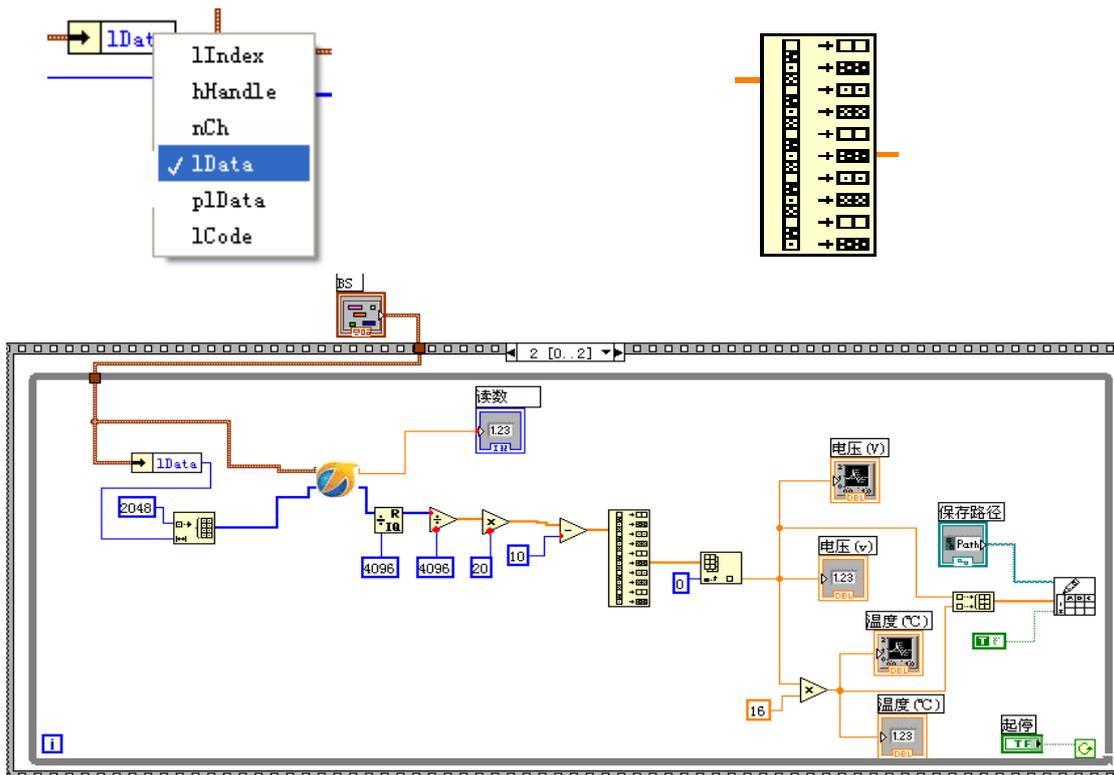
6、初始化采集设备程序。切换到顺序结构的第 1 帧。在前面板创建“初始化”显示控件, 数据类型为 I32 (长整型)。用与上述类似的方法加载 *Init7325A.VI*, 其路径为: *D://labview 上机实验/Init7325A.VI*, 并连线至如图所示:



7、读数、处理程序。要连续地从采集卡中读取数据就必须将整个读数和数据处理程序放置在循环结构中。切换至顺序帧的第 2 帧, 并创建“读数”显示控件, 数据类型为 I32 (长整型)。在程序菜单中选中 *编程→结构→While 循环*, 置于第二帧中 (中间留出较大空间)。在 While 循环内, 调用 *Read7325A.VI*。连接簇 BS 和子 VI。在程序选择菜单中选择 *编程→簇与变体→按名称解除捆绑*, 与簇 BS 连接, 单击该解绑函数, 选择所要的元素 *IData*。选择 *编程→数组→初始化数组*, 在 *编程→数值→数值常数*, 改常数值为 2048。连线至图示。选择 *编程→数值→商与余数、除、乘、*

减函数和常数，并按图示连接。选择编程→数组→抽取一维数组，放置好后，拖动其下边框使得其有十个输出端子，输出数据从第六路引出（温度采集为第六通道）。选取编程→数组→索引数组函数、数值常数，按图示连接。

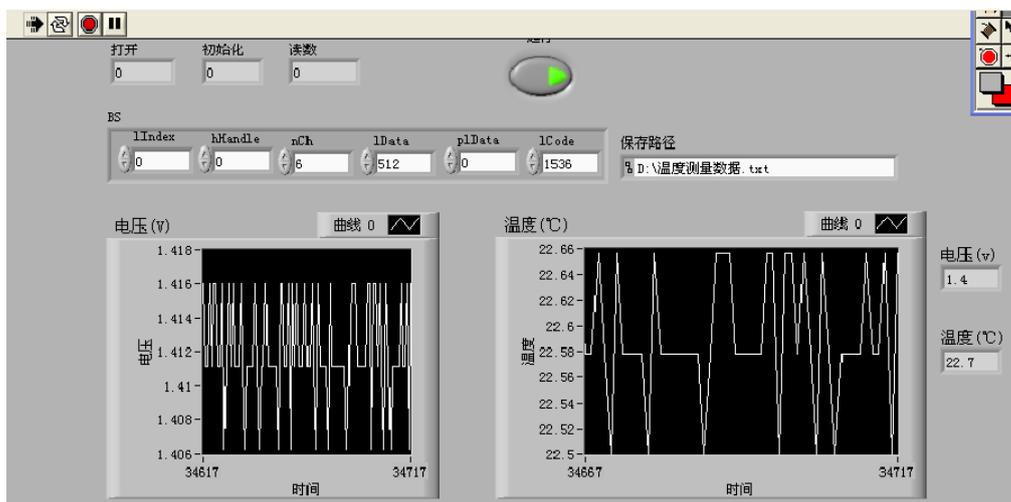
8、在前面板创建新式→图形→波形图表，改其标签为“电压(V)”。同样，创建标签为“温度(°C)”的波形图表。创建“电压(V)”和“温度(°C)”数值显示控件，用来实时显示电压和温度值。创建启停按钮，新式→布尔→开关按钮。



9、数据保存程序。选择编程→数组→创建数组，拖动其下边框使其具有两个输入端子。分别连接电压和温度值。选择编程→文件 I/O →写入电子表格文件。在前面板创建路径输入控件，选择新式→字符串与路径→文件路径输入控件，并将其值写为：
D:\labview 上机实验 \温度测量数据.txt。 连接至写入电子表格文件函数的“文件路径”端子。在程序选择菜单选择编程→布尔→真

常量，连接至写入电子表格文件函数的“添加至文件？”端子。

10、程序调试运行。编好程序后，前面板和程序框图的菜单栏中“运行”图标由  变成  状，表示程序编写正确。打开数据采集设备电源。启动直流电机，调速至一个稳定的转速。单击前面板的“起停”按钮使之呈高亮态，再单击工具栏上“运行”按钮开始采集。正常情况下前面板波形图表显示为：



从图上可以看出，电压和温度变化幅值波动较大，其实不然（从右边的数值显示控件可以看出）。原因是两个波形图表的纵坐标（Y轴）设置了较高的分辨率。可通过修改属性的方法来调整。在“电压 (V)”波形图表中单击右键，在弹出的菜单中选择属性，选择“标尺”页，设置如图所示。同理设置“温度”波形图表，如图示。



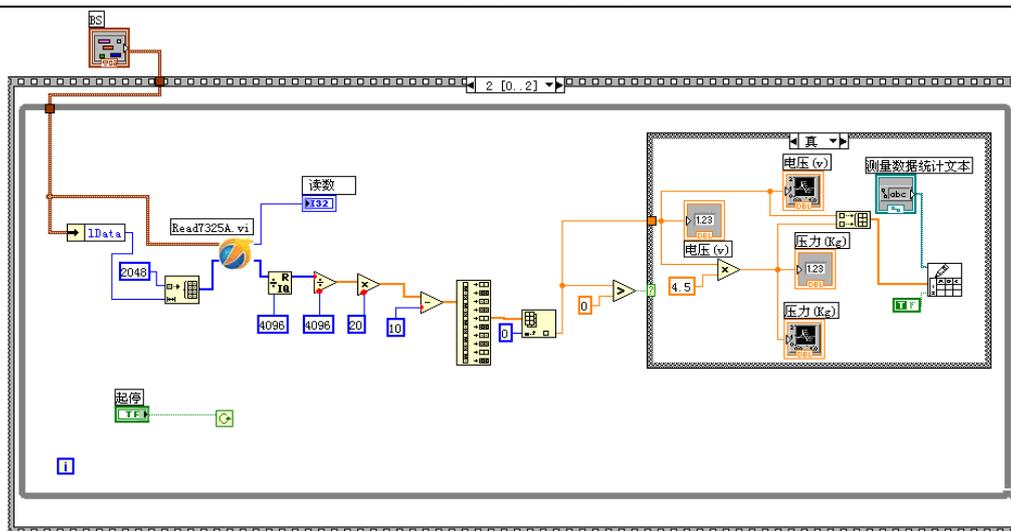
运行结果如下:



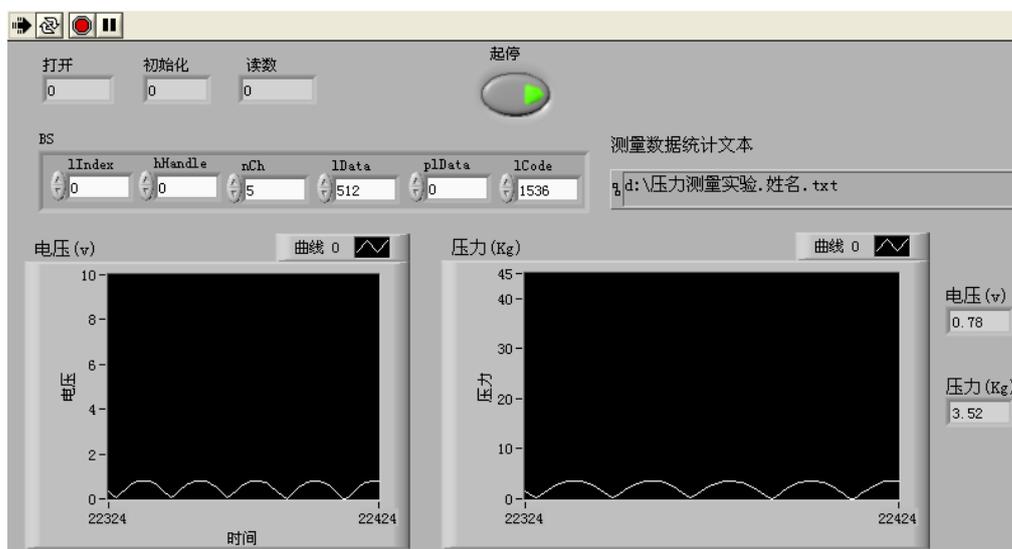
(二) 压力测量程序编写与调试。

1~6、与温度测量实验一样。

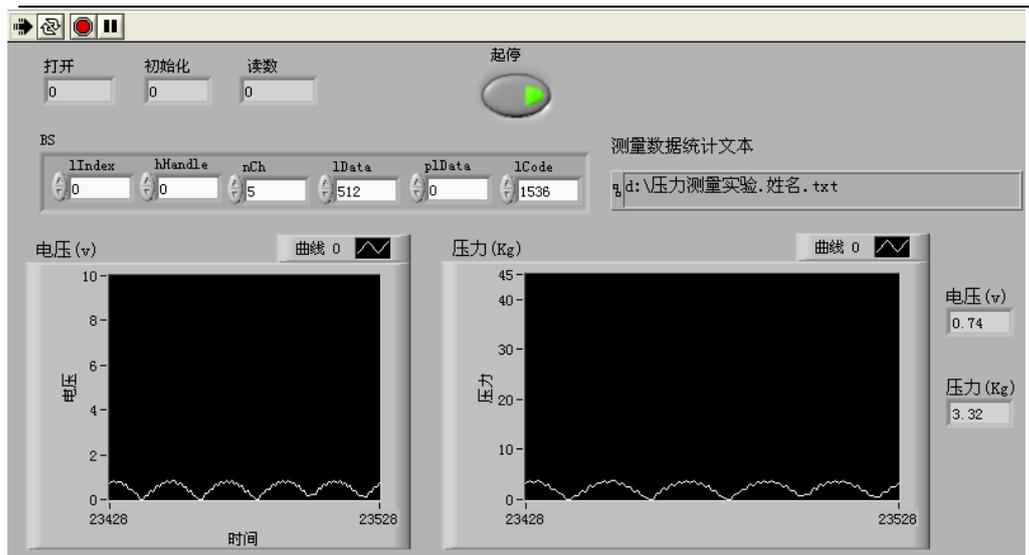
7、While 循环的建立、各数值常数和运算符的创建等方法都和前面一样。在对采集的信号进行后续的处理中,筛选正压力值的功能是靠一个条件结构来实现的。其位置在编程→结构→条件结构,创建方法与顺序结构一样。条件结构有两帧(真和假),当外面的条件表达式为真时,执行“真”帧中的程序,反之执行“假”帧中的程序。这里的条件表达式中包含了一个比较函数,其位置为编程→比较→大于,将其输出结果连接至条件结构的条件端子。第2帧的连接图如下所示:



8、程序编写无误后。检查簇 BS 的参数设置，各元素值可参照图所示。打开采集设备，点击“起停”按钮至高亮态，再点击工具栏上“运行”按钮开始运行。试验台静止时测试结果如下图所示：



启动试验台在某一稳定转速运转时，测试结果如下：



五. 实验方法和步骤(MP421 采集卡)

(一) 温度测量编程与调试。

说明: ①一个完整的 VI 程序包括程序前面板和程序框图两大部分。

②简单的采集过程为: 打开采集卡→初始化→读取采集结果。

1. 启动 LabVIEW 编程环境

从开始→程序→National Instruments LabVIEW 或者双击桌面快捷图标。

2. 新建温度测试 VI。

在 LabVIEW 开始界面左上角文件→新建栏, 单击 VI。则生一对空白的前面板和程序框图窗口。

如图 8.1 所示。



图 8.1

3. 在程序框图窗口中放置顺序结构。

在程序框图窗口的任意空白位置单击右键，弹出函数选择框，单击选中“编程→结构→层叠式顺序结构”(图 8.2)，在框图中空白处单击以确定顺序结构放置的左上角点，向右下拖动鼠标，再次单击以确定顺序结构放置的右下角点，可以通过拖动边框来改变结构位置和大小(类似结构放置方法一样)。在边框上单击右键，选中弹出菜单中的“在后面添加帧”项，如图 8.3 所示。这样操作两次后，就生成了具有三帧的层叠式顺序结构，编号依次为 0、1、2。如图 8.4 所示。



图 8.2



图 8.3

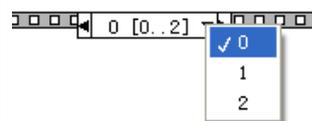


图 8.4

4. 调用“打开采集设备”子程序，完成采集卡的打开。

选择顺序结构的第 0 帧为当前工作帧(可参照图 8.4 所示，前面打钩的为当前工作帧)。在当前工作帧的空白处单击右键，在弹出的程序选中菜单中选中“选择 VI...”，通过弹出对话框选择 F://labview 上机实验 /MP421 MP421_OpenDevice.vi。将 MP421_OpenDevice 子程序的图标放在当前工作帧的空白处，见

图 8.5。右键点击子程序图标，在弹出的右键菜单中取消“显示为图标”，见图 8.6。用鼠标拉长之后，则子程序标记由图标变成了如图 8.7 所示的程序方框；该子程序显示出了其需要的输入端口为 dev_num（设备号），输出端口为 hDevice(open)（设备句柄），见图 8.7。

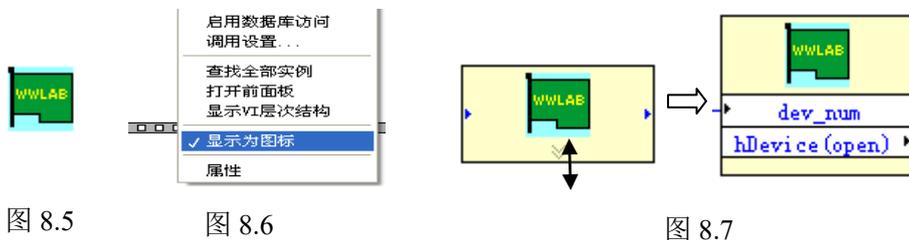


图 8.5

图 8.6

图 8.7

右键单击程序方框中的 dev_num 格，在弹出菜单中点击“创建/输入控件”，为打开设备子程序新建一个输入控件 dev_num(设备号)。如只有一块 MP421 采集卡，则该输入控件的值取 0。

在空白处单击右键，在弹出菜单中选中“选择 VI...”，通过弹出的对话框选择全局量子程序 F://labview 上机实验/hDevice.vi，该子程序中定义了全局变量 hDevice。将全部变量 hDevice 子程序与打开采集设备子程序的输出端口 hDevice(open)相连。该全部变量用于保存“打开采集卡”子程序返回的采集卡句柄，在顺序结构的其它帧需要调用。

最后得到的顺序结构第 0 帧的程序框图如图 8.8 所示。



图 8.8

图 8.9

5. 调用“数据采集”子程序

选择顺序结构的第 1 帧为当前工作帧（可参照图 8.4 所示，前

面打钩的为当前工作帧)。

在当前工作帧的空白处单击右键,在弹出菜单中选“选择VI...”,通过弹出对话框选择 F: //labview 上机实验/MP421_ADS.vi。取消“显示为图标”和拉长之后,得到如图 8.9 所示的程序框图。该子程序有 chan(采样通道)、hDevice(句柄)、tdata(采样速度控制字)等 3 个输入端口。采集卡的采样频率=10000/tdata(KHz)。

分别为 MP421_ADS 子程序的 chan、tdata 这 2 个输入端口新建两个输入控件。hDevice(句柄)输入端口应该与全局变量 hDevice 相连。因此,先插入全局量子程序 hDevice.vi。右击 hDevice 图标,在弹出菜单中选择“转换为读取”之后,hDvice 图标的连接端口由输入变成输出。于是就可以将 hDevice 全局变量与 MP421_ADS 子程序的 hDevice(in)输入端口相连。再 MP421_ADS 子程序的“元素”输出端口创建输出显示控件。“元素”端口输出的就是采集得到电压数据,将“元素”显示控件的标签名改为“电压(V)”。最终得到如图 8.11 所示的程序框图。



图 8.10

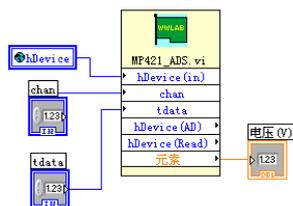


图 8.11

6. 数据的处理

在前面板创建“新式→图形→波形图表”,改其标签为“电压(V)”。同样,创建标签为“温度(°C)”的波形图表。创建标签为“灵敏度(°C/V)”的数值输入控件,用于实现电压与温度间的转换。创建标签为“温度(°C)”的数值显示控件,用来实时显示温度值。

进入程序框图窗口,选择顺序结构的第 1 帧为当前工作帧。选择“编程→数值→乘”,按图 8.12 所示连接。这样,“乘”程序图

标输出的就是转换之后为温度值。

7.数据的保存

在前面板，选择“新式→布尔→开关按钮”，创建数据保存的开关按钮。将开关的标签由“布尔”改为“保存”。

进入程序框图窗口，选择顺序结构的第 1 帧为当前工作帧。在程序框图窗口右边的空白位置处单击右键，弹出函数选择框，单击选中“编程→结构→条件结构”，在框图中右边空白处单击以确定条件结构放置的左上角点，向右下拖动鼠标，再次单击以确定条件结构放置的右下角点，可以通过拖动边框来改变结构位置和大小。

将“保存”开关按钮与条件结构的左边框的“分支选择器”相连。单击条件结构的上边框中间的“选择器标签”，将其值改为“真”。在条件结构框内，选择“编程→数组→创建数组”，拖动其下边框使其具有两个输入端子，分别连接电压和温度值。选择“编程→文件 I/O→写入电子表格文件”。

在前面板创建路径输入控件，选择“新式→字符串与路径→文件路径输入控件”，并将其值写为：`D:\温度测量数据.txt`。转换到程序框图窗口，将“路径”图标放入“条件结构”方框内，连接“路径”图标输出端口至写入电子表格文件函数的“文件路径”端子。选择“编程→布尔→真常量”，连接至写入电子表格文件函数的“添加至文件？”端子。

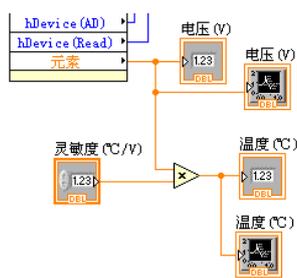


图 8.12

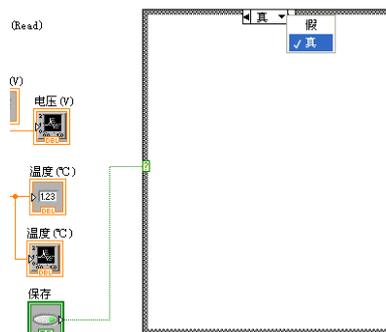


图 8.13

至此，顺序结构的第 1 帧的编程已经完成，如图 8.14 所示。在此帧程序中，主要完成了数据的采集、处理和保存。

8. 采集卡的关闭

选择顺序结构的第 2 帧为当前工作帧（可参照图 8.4 所示，前面打钩的为当前工作帧）。

在当前工作帧的空白处单击右键，在弹出菜单中选“选择 VI...”，通过弹出对话框选择 F://labview 上机实验/MP421_CloseDevice.vi。同样，调用全局变量子程序 hDevice.vi。右击 hDevice 图标，在弹出菜单中选择“转换为读取”之后，hDvice 图标的连接端口由输入变成输出。将 hDevice 全局变量与 MP421_CloseDevice 子程序的输入端口相连。MP421_CloseDevice 子程序的输出端口可以不接显示控件。顺序结构第 3 帧的程序框图如图 8.15 所示。

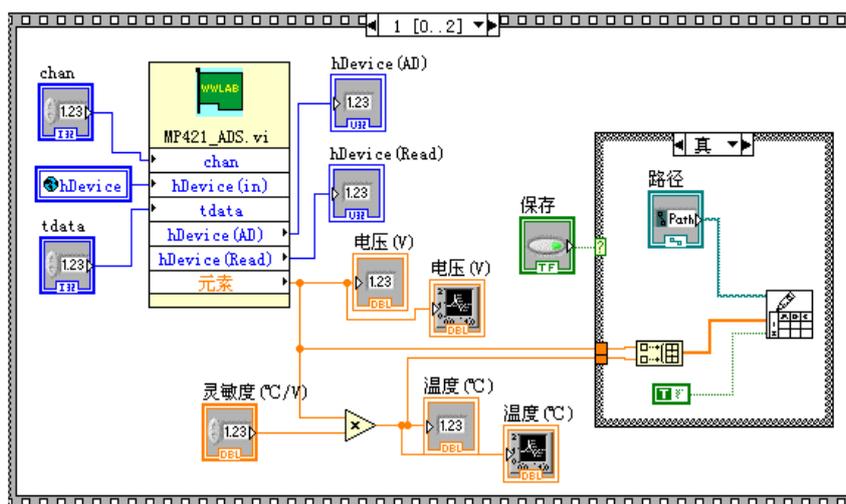


图 8.14

整理好前面板。如图 8.16 所示。



图 8.15

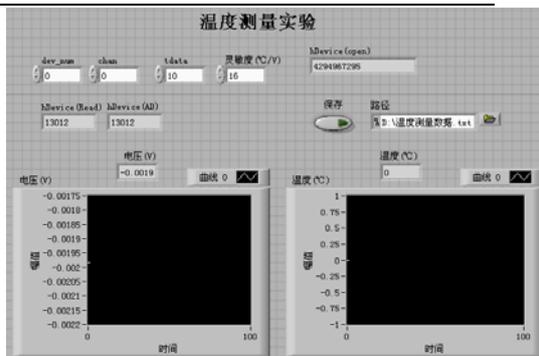
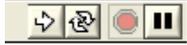


图 8.16

10、程序调试运行。

编好后，前面板和程序框图的菜单栏中“运行”图标由  变成  状，表示程序编写正确。打开数据采集卡的电源。启动直流电机，调速至一个稳定的转速。

从图上可以看出，电压和温度变化幅值波动较大，其实不然（从右边的数值显示控件可以看出）。原因是两个波形图表的纵坐标（Y轴）设置了较高的分辨率。可通过修改属性的方法来调整。在“电压（V）”波形图表中单击右键，在弹出的菜单中选择属性，选择“标尺”页，设置如图所示。同理设置“温度”波形图表，如图 8.17 和 8.18 所示。



图 8.17



图 8.18

(二) 压力测量程序编写与调试。

- (1) 编程过程与温度测量一样。
- (2) 改变一下数据采集的采样通道、传感器的灵敏度(4.5)和数据保存的文件名, 以及相应控件和图表的标签名。

六. 实验报告要求

1. 实验报告写作大纲

- (1) 实验的目的和要求
- (2) 实验的内容和结果

实验程序界面和框图(抓屏程序的前面板和程序框图)。

整理实验得到的图形(压力和温度波形图)

根据保存的数据文档, 用 Matlab 做出温度和压力波形图。

- (3) 结论
- (4) 问题和讨论
对思考题的回答。
- (5) 对本试验的体会和建议

2. 图形要求打印, 纸张大小需剪裁到与实验报告纸尺寸一致。

六. 思考题

1. 简述利用 LabView 虚拟仪器平台进行程序开发的优缺点。
2. 简述利用采集卡进行数据采集的程序流程。

附录 1 实验报告书格式

广东工业大学

_____学院_____专业_____班_____组

学号_____ 姓名_____

组员名单_____

教师评定:测量和数据处理 () +现代工具运用 ()

实验题目_____

一. 实验目的与要求

二. 实验方案

三. 实验结果和数据处理

四. 结论

五. 问题与讨论