



# 合肥工业大学

## 传感器技术实验报告

学生姓名： 付炎平

学号： 2019217819

专业： 物联网工程

班级： 物联网工程 19-2 班

指导老师： 金兢

完成日期： 2022.6.29

实验名称

## 实验一：金属箔式应变片——半桥性能测试

### 一、实验预习

- 1、学会数显电压表的使用
- 2、熟悉实验环境

### 二、实验目的

- 1、比较半桥与单臂电桥的不同性能，掌握其接线方法。

### 三、实验原理

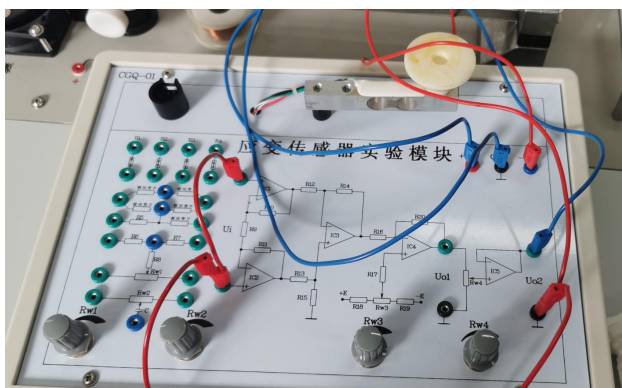
1、电阻丝在外力作用下发生机械变形时，其电阻值发生变化，这就是电阻应变效应，描述电阻应变效应的关系式为： $\Delta R/R = K \varepsilon$ ，式中  $\Delta R/R$  为电阻丝电阻相对变化， $K$  为应变灵敏系数， $\varepsilon = \Delta l/l$  为电阻丝长度相对变化。

### 四、实验步骤

- 1、应变片已安装在应变传感器实验模块的双孔悬臂梁上，如图 2-1 所示。各应变片已分别接到左上方的 R1、R2、R3、R4 上，其中  $R1=R2=R3=R4=350\ \Omega$ 。
- 2、差动放大器调零。将实验台的  $\pm 15V$  电源接入应变传感器实验模块，检查无误后，合上实验台总电源开关，将差动放大器的输入端  $U_i$  短接并接地，输出端  $U_{o2}$  接直流电压表（选择 2V 档）。将电位器  $R_{w4}$  调到增益最大位置（顺时针旋转到底），调节电位器  $R_{w3}$  使电压表显示为 0V。关闭实验台总电源（ $R_{w3}$ 、 $R_{w4}$  的位置确定后不能改动）。
- 3、按图 2-2 接线，将受力相反（一片受拉，一片受压）的两只应变片（如 R1 和 R2）接入电桥的相邻两边，实验台的  $\pm 4V$  电源接入电桥。
- 4、添加托盘后电桥调零。电桥输出接到差动放大器的输入端  $U_i$ ，检查接线无误后，合上主控台总电源开关，预热五分钟，调节  $R_{w1}$  使电压表显示为零（电桥零点对温度的变化比较敏感）。
- 5、在托盘上放置一只砝码，读取电压表数值；逐一增加砝码并读取相应的电压值，直到 200g 砝码加完；记录实验结果，填入表 2-1 后，关闭总电源开关。

### 五、实验结果及分析

- 1、拍照记录



2、表 2-1

重量(g)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
电压(mV)	54	108	162	216	270	325	379	433	500	554

3、据表 2-1 的数据，计算灵敏度  $L = \Delta U / \Delta W$  和非线性误差  $\delta f_2$

$$L = 0.554/200 = 0.00277 \text{ v/g}$$

$$\delta f_2 = 5.2 \times 10^{-5}$$

4、引起半桥测量时非线性误差的原因是什么？

- 1.半桥未预热
- 2.砝码上有污渍导致质量增加
- 3.调零不够准确

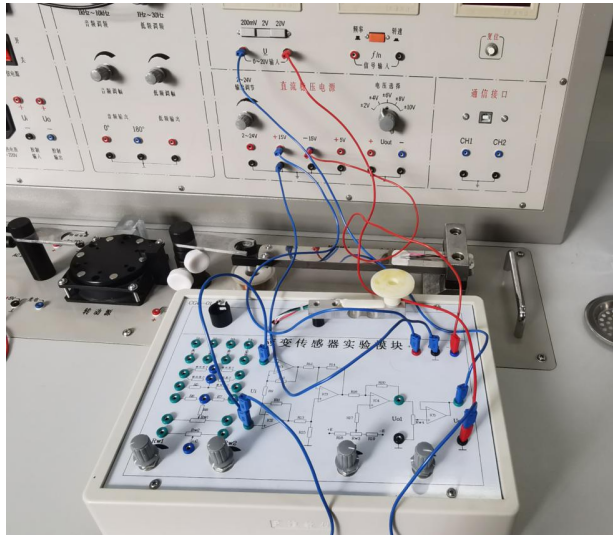
## 六、心得体会

这次实验让我学会了如何使用差动放大器，以及如何对实验仪器进行接线，锻炼了我的动手能力，让我学会如何对金属箔式应变片进行半桥性能测试。

实验名称	实验二：金属箔式应变片——全桥性能测试
<p>三、实验预习</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、学会测量电路的方法</li> <li>2、熟悉实验环境</li> </ol> <p>四、实验目的</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、了解全桥测量电路的优点。</li> </ol>	
<p>三、实验原理</p> <p>1、全桥测量电路中，将受力性质相同的两只应变片接到电桥的对边，不同的接入邻边，如图 3-1，当应变片初始值相等，变化量也相等时，其桥路输出：</p> $U_o = EK \varepsilon = E \cdot \Delta R/R \quad (3-1)$ <p>式中：E 为电桥电源电压，<math>\Delta R/R</math> 为电阻丝电阻相对变化，<math>\varepsilon = \Delta l/l</math> 为电阻丝长度相对变化，K 为应变灵敏系数。</p> <p>式 3-1 表明，全桥输出灵敏度比半桥又提高了一倍，非线性误差得到进一步改善。</p>	
<p>四、实验步骤</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1、应变传感器已安装在应变传感器实验模块的双孔悬臂梁上，可参考图 2-1。</li> </ol> <div data-bbox="399 1095 1243 1525" data-label="Diagram"> </div> <p style="text-align: center;">图 3-1 全桥面板接线图</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>2、差动放大器调零，参考实验二的步骤 2。</li> <li>3、按图 3-1 接线，将受力相反（一片受拉，一片受压）的两对应变片（如 R1 和 R2, R3 和 R4）分别接入电桥的相邻边，实验台的 <math>\pm 4V</math> 电源接入电桥。</li> <li>4、加托盘后电桥调零，参考实验二的步骤 4。</li> <li>5、在托盘上放置一只砝码，读取电压表数值，逐一增加砝码并读取相应的电压值，直到 200g 砝码加完，记录实验结果，填入表 3-1 后，关闭总电源开关。</li> </ol>	

五、实验结果及分析

1、实验记录



2、表 3-1

重量(g)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
电压(mV)	56	110	164	219	273	328	382	437	491	530

3、根据记录的实验数据，计算灵敏度  $L = \Delta U / \Delta W$ ，非线性误差  $\delta f_3$

$$L = 0.530/200 = 0.00265 \text{ V/g}$$

$$\delta f_3 = 5.1 \times 10^{-5}$$

4、全桥测量中，当两组对边（R1、R3 为对边）电阻值 R 相同时，即  $R_1=R_3$ ， $R_2=R_4$ ，而  $R_1$  不等于  $R_2$  时，是否可以组成全桥？

可以的

5、比较单臂、半桥、全桥测量电路的灵敏度和非线性度，得出相应的结论。

全桥是半桥的两倍，半桥是单臂的两倍。

六、心得体会

这次实验让我学会了根据桥面板接线图来进行分析、接线，增强了我的分析和推断能力，让我学会了如何对金属箔式应变片进行全桥性能测试。

### 实验三：直流全桥的应用——电子秤标定

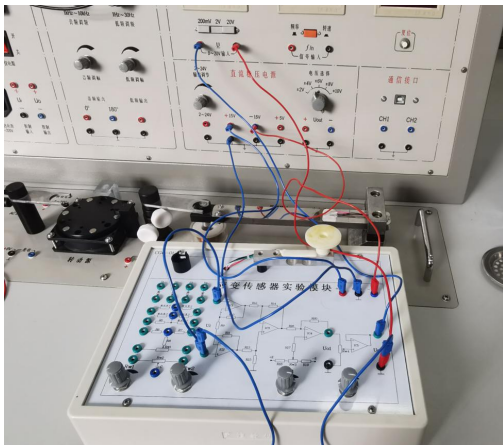
- 1、学会电子称的方法
- 2、熟悉实验环境

### 1、了解直流全桥的应用及电路的定标

1、电子秤实验原理同实验三的全桥测量原理，通过调节放大电路对电桥输出的放大倍数使电路输出电压值为砝码重量的对应值，电压量纲（V）改为重量量纲（g）即成一台比较原始的电子秤。

- 1、按实验三的步骤 1、2、3 接好线并将差动放大器调零。
- 2、将 10 只砝码 (0.2 千克) 置于托盘上, 调节电位器  $R_{w4}$  (满量程时的增益), 使电压表显示为 0.200V (选择 2V 档测量)。
- 3、拿去托盘上所有砝码, 观察电压表是否显示为 0.000V。若不为零, 再次调节电位器  $R_{w3}$  将差动放大器调零, 调节电位器  $R_{w1}$  使加托盘后的电桥调零。
- 4、重复 2、3 步骤, 直到精确为止, 把电压量纲 V 改为重量量纲 Kg 即可以称重。
- 5、将砝码逐一放到托盘上并读取相应的电压值, 直到 200g 砝码加完, 记录实验结果, 填入表 4-1。
- 6、去除砝码, 托盘上加一个未知的重物 (不要超过 1Kg), 记录电压表的读数。根据实验数据, 求出重物的重量。

## 1、实验记录



重量(g)	20	40	60	80	100	120	140	160	180
电压(V)	0.20	0.60	0.80	1.01	1.21	1.42	1.62	1.82	2.03

$$L=2.03/180=0.0113 \text{ V/g}$$

这次实验让我学会了如何将砝码一个一个放到托盘上，并不断记录电压表的值，锻炼了我的动手能力，让我学会对直流电桥进行电子秤标定。



四、实验步骤

1、按图 7-2 将电容传感器安装在电容传感器模块上，将传感器引线插入实验模块插座中。

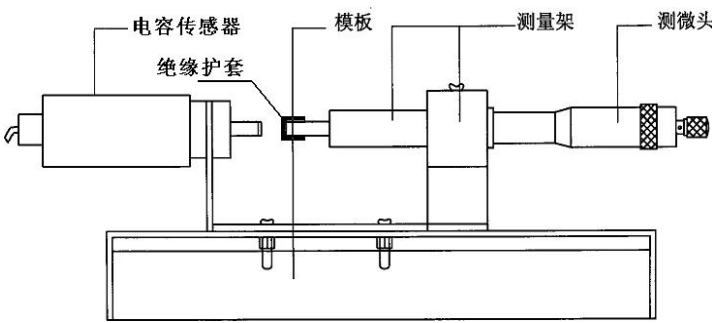
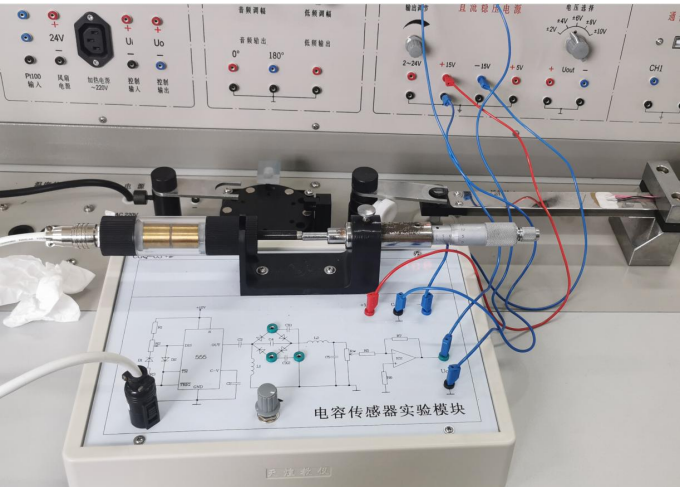


图7-2 差动电容式传感器安装示意图

- 2、将传感将电容传感器模块的输出  $U_o$  接到数显直流电压表。
- 3、接入 $\pm 15V$  电源，合上主控台总电源开关，将电容传感器调至中间位置，调节  $R_w$ ，使得数显直流电压表显示为 0（选择 2V 档， $R_w$  确定后不能改动）。
- 4、旋动测微头推进电容传感器的共享极板（下极板），每隔 0.2mm 记下位移量  $X$  与输出电压值  $V$  的变化，填入表 7-1。

五、实验结果及分析

1、实验记录



2、表 7-1

位移 X(mm)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	-1.0
电压 V(mV)	51.8	97.4	126.1	170.5	218	-41	-9	-34	-148	-195

3、根据表 7-1 的数据计算电容传感器的系统灵敏度  $S$  和非线性误差  $\delta f$ 。

$$L = 218/1.0 = 218V/m$$

$$\delta = 0.04$$

六、心得体会

这次实验让我学会了根据差动电容式传感器安装图进行安装，并根据位移量记录输出电压值，让我学会圆筒型差动电容式传感器位移特性测试



## 一、实验预习

- 1、学会差动变压式传感器的使用
- 2、熟悉实验环境

## 二、实验目的

- 1、了解差动变压器式传感器的工作原理和特性

## 三、实验原理

1、差动变压器式传感器由一只初级线圈和两只次级线圈及一个铁芯组成。铁芯连接被测物体，移动线圈中的铁芯，由于初级线圈和次级线圈之间的互感发生变化促使次级线圈的感应电动势发生变化，一只次级感应电动势增加，另一只感应电动势则减小，将两只次级线圈反向串接（同名端连接）引出差动输出。输出的变化反映了被测物体的移动量。

## 四、实验步骤

- 1、根据图 5-1 将差动变压器安装在差动变压器实验模块上。

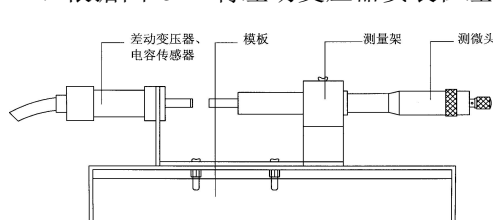


图 5-1

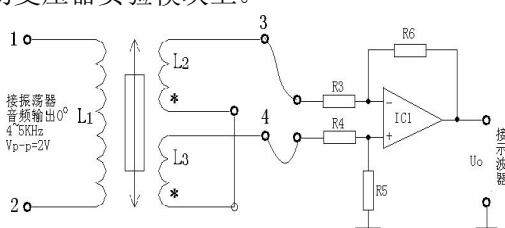


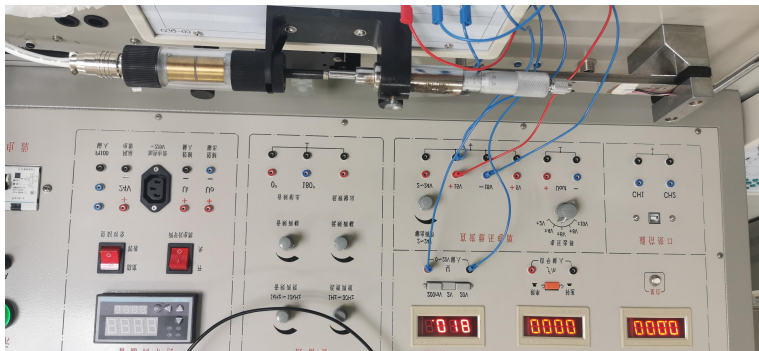
图 5-2

2、将传感器引线插头插入实验模块的插座中，音频信号由振荡器的“0°”处输出，打开主控台电源，调节音频信号输出的频率和幅度（用示波器监测），使输出信号的频率为 4-5KHz，幅度为  $V_{p-p}=2V$ ，按图 5-2 接线（1、2 接音频信号，3、4 为差动变压器输出，接放大器输入端）。

3、用示波器观测放大器输出  $U_o$ ，旋动测微头刻度为 10mm，移动铁芯至中间，即示波器观测到的波形峰一峰值  $V_{op-p}$  为最小。这时可以左右位移，假设其中一个方向为正位移，另一个方向称为负位移，从  $V_{op-p}$  最小开始旋动测微头，每隔 0.2mm 从示波器上读出输出电压  $V_{op-p}$  值，填入表 5-1，再从  $V_{op-p}$  最小处反向位移做实验，在实验过程中，注意左、右位移时，初、次级波形的相位关系。

## 六、实验结果及分析

## 1、实验记录



2、表（5-1）差动变压器位移 X 值与输出电压数据表。

X(mm)	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0	-0.2	-0.4	-0.6	-0.8	-1.0
Vop-p(mV)	620	1080	1575	2090	2620	618	1062	1546	2088	2601

$L = (2220 - 261) / 1 = 2359 \text{ mV/mm}$

六、心得体会

本次实验让我学会了根据差动变压器图将差动变压器安装在差动变压器实验模块上，并不断观察示波器的变化，让我熟悉了示波器的使用，让我学会了差动变压器式传感器性能测试，我通过这次实验收获了很多。