

传感器特性综合实验：应变式传感器原理及应用

姓名：王涵

学号：202222130197

单位：山东大学（青岛）

邮编：266000

一、摘要：

传感器技术是一门新兴科学技术，代表现代技术的发展方向。传感器是将各种非电量（包括物理量、化学量、生物量，其中物理量是主要的）按一定规律转换成有用信号，以满足信息的传输、处理、存储、记录及控制的装置。人们把当今社会称为信息社会，并把它和人体相比，恰当地把电子计算机比作人的大脑，光纤比作神经系统，传感器比作人的感官。的确，没有传感器感受外界的各种变化，也就谈不上信息的传输、处理与控制。可见，传感器在现代科学技术中起着极其重要的作用。

Abstract:

Sensor technology is an emerging field of science and technology that represents the development direction of modern technology. Sensors are devices that convert various non-electrical quantities (including physical, chemical, and biological quantities, where physical quantities are the main ones) into useful signals according to certain rules, in order to meet the needs of information transmission, processing, storage, recording, and control. Today's society is called the information society, and it is appropriate to compare it to the human body. The electronic computer is compared to the human brain, the optical fiber is compared to the nervous system, and the sensor is compared to the human senses. Indeed, without sensors to sense various changes in the outside world, there would be no information transmission, processing, and control. Therefore, sensors play an extremely important role in modern science and technology.

二、关键词：

传感器实验仪桥式结构，应变电桥，应变效应，单臂电桥、半桥、全桥，应变直流全桥

三、正文：

（一）综述：

（二）实验原理：

应变效应：

电阻应变式热套热电偶压力传感器,通过粘结在弹性元件上的应变片的阻值变革来丈量压力值.众所周知,平凡电阻丝受到拉伸时,电阻值增大;受到压缩时,电阻值减小,这便是所谓金属电阻的应变效应^[1]:其电阻值随着它受力所产生的机械变形(拉伸或压缩)的大小而发生变化的现象,这是应变式传感器赖以工作的物理基础。

电阻应变效应与导体或半导体的电阻与材料的电阻率以及它的几何尺寸(长度和截面积)有关,当它们受力产生形变时,这三者都要发生变化,从而导致电阻发生变化。

取一根长度为 l ,截面积为 S ,电阻率为 ρ 的导体(或半导体),其初始电阻为 R ,则有:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$



根据实验证明,在材料的比例极限内,电阻的相对变化与应变是成正比的,即 K_0 为一常数^[2]。

（三）实验与分析：

1. 实验仪器：

应变式传感器实验模板,砝码,数显表,+15V 电源,+5V 电源

2. 实验过程：

2.1 金属箔式应变片——单桥,半桥与全桥性能实验

2.1.1 单桥

应变片的安装位置如下图所示,应变式传感器已装到应变传感器模块上。传感器中各应变片已接入模板的左上方的 R_1 、 R_2 、 R_3 、 R_4 (可用万用表测量出 $R_1=R_2=R_3=R_4=350\Omega$)。



实验模板中的差动放大器调零：按下图示意接线，检查无误后，合上主控箱电源开关，顺时针调节 R_{w3} 使之大致位于中间位置，再进行差动放大器调零。差动放大器调零方法为：将差放的正、负输入端与地短接，输出端与数显电压表输入端相连，调节实验模板上调零电位器 R_{w4} ，使数显表显示为零。



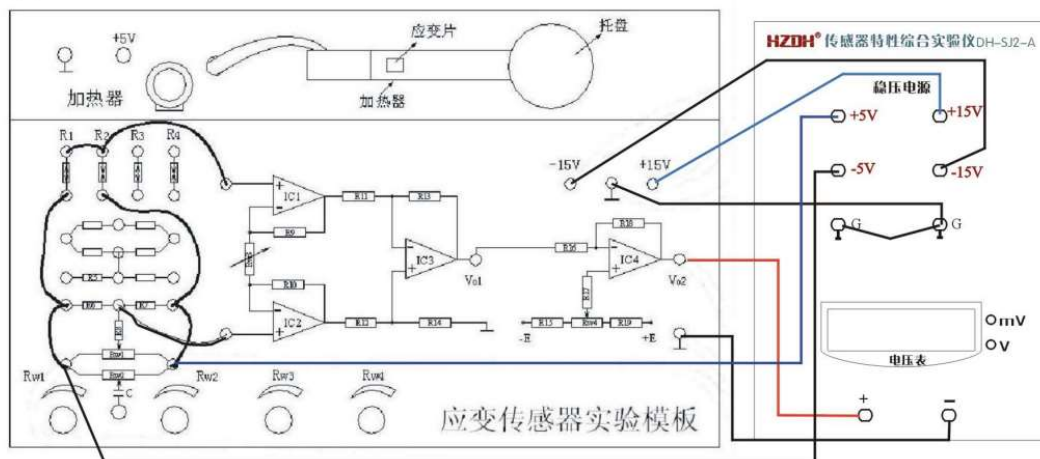
按下图将应变式传感器的其中一个应变片 R_1 （即模板左上方的 R_1 ）接入电桥作为一个桥臂与 R_5 、 R_6 、 R_7 接成直流电桥，（ R_5 、 R_6 、 R_7 模块内已接好），接好电桥 调零电位器 R_{w1} ，接上桥路电源 $\pm 5V$ ，此时应将 $\pm 5V$ 地与 $\pm 15V$ 地短接（因为不共地），如下图所示。检查接线无误后，合上电源开关。调节 R_{w1} ，使数显表显示为零。



2.1.2 半桥

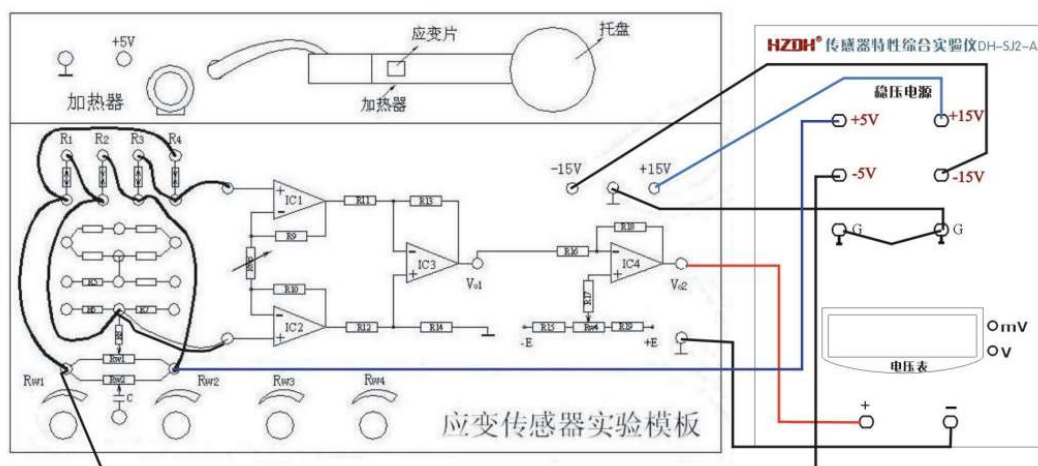
保持差动放大增益不变(即 R_{w3} 的位置不变)，接入模板电源 $\pm 15V$ 。根据下图接线。 R_1 、 R_2 为实验模板左上方的应变片，注意 R_2 应和 R_1 受力 状态相反，即将传感器中两片受力相反（一片受拉、一片受压）的电阻应变片作为电桥 的相邻边。接入桥路电源 $\pm 5V$ ，调节电桥调零电位器 R_{w1} 进行桥路调零，重复单臂电桥实验中的步骤，将实验数据记入表格中，计算灵敏度 $S_2 = \Delta U / \Delta W$ ，非线性误差 δ_{f2} 。若实验时显示数值不变化说明 R_1 与 R_2 两应变片受力状态相同。则应更换应变片。

图 2-1-2



2.1.3 全桥

与半桥同理，按下图接线，重复操作即可。



2. 2 直流全桥的应用—电子秤设计

电子秤是利用全桥测量原理，通过对电路调节使电路输出的电压值为重量对应值，电压量纲 (V) 改为重量量纲 (g) 设计成为一台原始的电子秤。

- (1) 按图 1-11 全桥接线，合上主控箱电源开关，调节电桥平衡电位器 R_{w1} ，使数显表显示 0.000V (2V 档)。
- (2) 将 10 只砝码全部置于传感器的托盘上，调节电位器 R_{w3} (增益即满量程调节) 使数显表显示为 0.200V 或 -0.200V。
- (3) 拿去托盘上的所有砝码，调节电位器 R_{w4} (零位调节) 使数显表显示为 0.000V。
- (4) 重复 2、3 步骤的标定过程，一直到精确为止，把电压量纲 V 改为重量量纲 g，就可以称重，成为一台原始的电子秤。
- (5) 把砝码依次放在托盘上，数据填入表1-3。

3. 数据及分析：



误差分析：

- 1). 单桥: $S = -0.2960$ $\delta = -4.1713\%$
- 2). 半桥: $S = 0.5900$ $\delta = 0.5190\%$
- 3). 全桥: $S = 1.1655$ $\delta = 1.6864\%$

表 12-3		电桥输出电压与加负载重量值									
重量 W (g)	0	20.00	40.00	60.0	80.00	100.00	120.00	140.00	160.00	180.00	200.00
电压 V(mv)	0.0	-20.0	-39.9	-60.0	-79.9	-99.7	-119.6	-139.6	-159.4	-179.3	-199.3

误差分析: $S = 0.9965$ $\delta = 0.2975\%$

（四）结论：

本实验通过对应变式传感器的研究和实验验证，深入了解了传感器的工作原理和性能，掌握了应变直流全桥的应用及电路的标定方法，为传感器的进一步研究和应用提供了实验基础和参考。

参考文献：

- [1] 电阻应变式压力传感器应用.《仪器仪表用户》 2014年02期[↗](#)
- [2] 杨杰等.应变效应对半导体激光器输出波长的影响[↗](#)