

重庆大学物理实验报告

开课学院、实验室 大学物理实验中心 实验时间: 2021 年 11 月 24 日

课程名称	大学物理实验	实验项目名称	电子秤设计与制作	实验项目类型				
				验证	演示	综合	设计	其他
指导教师	李巧梅	成绩	60					

实验目的:

1. 掌握应变片的工作原理和使用方法
2. 掌握非平衡电桥的工作原理, 了解电桥、差动半桥和差动全桥的性能
3. 掌握使用应变片设计电子秤的方法

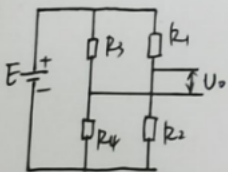
实验原理:

1. 应变片的工作原理

电阻应变片的工作原理基于应变效应, 即导体或半导体材料受外力而产生机械变形时, 材料的电阻随之发生变化。一根金属电阻丝在未受力时 $R = \rho \frac{L}{A}$, 在外力作用下, $L \rightarrow L + \Delta L$, $r \rightarrow r + \Delta r$, $\rho \rightarrow \rho + \Delta \rho$, $\therefore \frac{\Delta R}{R} = \frac{\Delta L}{L} + 2\frac{\Delta r}{r} + \frac{\Delta \rho}{\rho}$ 。在弹性范围内, 轴向应变和横向应变关系为 $\frac{\Delta r}{r} = -M \frac{\Delta L}{L}$ 。又 $\frac{\Delta \rho}{\rho} = \lambda E \frac{\Delta L}{L}$, $\therefore \frac{\Delta R}{R} = (1 + 2M + \lambda E) \frac{\Delta L}{L} = k_m \frac{\Delta L}{L}$ 。

~~根据胡克定律, $\Delta L = \frac{FL}{EA}$~~

2. 非平衡电桥测量电路



$$U_0 = E \left(\frac{R_1}{R_1 + R_2} - \frac{R_3}{R_3 + R_4} \right) = \frac{R_1 R_4 - R_2 R_3}{(R_1 + R_2)(R_3 + R_4)} E$$

当 $R_1 = R_2 = R_3 = R_4$ 时平衡

R_1 连接应变片 - 1/4 电桥电路

R_1, R_2 连相反的应变片 - 半桥电路

邻臂相反, 对臂相同 - 全桥差动电路

实验仪器:

应变片传感器综合实验仪(放大、桥臂、传感器)
200g砝码10个、万用表、电源、350 Ω 电阻

实验步骤:

1. 半桥电路

- ① 连接电路, R_1 , R_2 为方向相反的应变片, R_3 , R_4 为固定电阻
- ② 将放大器电路调零
- ③ 连接电路, 调节电桥平衡补偿电位器, 使输出电压为0
- ④ 依次放置砝码, 记录电表读数

2. 全桥电路

- ① R_1 , R_2 , R_3 , R_4 均连接应变片, 邻臂应变方向相反, 对臂应变方向相同

3. 用全桥电路制作 0~200g 电子秤

在实验2的电路基础上, 放200g砝码, 调节差动放大器增益, 使输出电压为0.2V, 再取下所有砝码调整, 使放10个为0.2V, 不放时为0V

实验记录:

1. 半桥, 全桥

砝码/g	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
半桥 U/V	0	0.0226	0.0432	0.0640	0.0861	0.1095	0.1325	0.1554	0.1785	0.2010	0.2262
全桥 U/V	0	0.0448	0.0963	0.1348	0.1797	0.2252	0.2710	0.3166	0.3630	0.4089	0.4564

2. 电子秤

砝码/g	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
m/g	0	25.6	44.3	63.6	83.8	102.8	121.5	141.0	160.9	180.5	200.0
$\Delta m/g$	0.0	5.6	4.3	3.6	3.8	2.8	1.5	1.0	0.9	0.5	0.0

3. 手机

测量值/g	220.2
标准值/g	218.45

数据处理:

1. 半桥电路

取 (20, 0.0226), (200, 0.2262)

$$\text{灵敏度 } S_1 = \frac{\Delta U}{\Delta m} = \frac{0.2262 - 0.0226}{(200 - 20) \times 10^{-3}} = 1.13 \text{ V/kg}$$

2. 全桥电路

取 (20, 0.0448), (200, 0.4564)

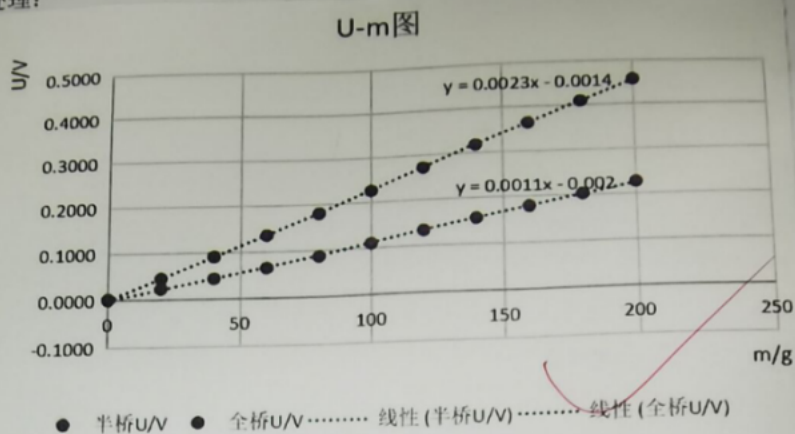
$$\text{灵敏度 } S_2 = \frac{\Delta U}{\Delta m} = \frac{0.4564 - 0.0448}{(200 - 20) \times 10^{-3}} = 2.28 \text{ V/kg}$$

3. 手机质量误差

$$m_{\text{测}} = 220.2 \text{ g}, \quad m_{\text{标}} = 218.45 \text{ g}$$

$$E_r = \frac{|m_{\text{测}} - m_{\text{标}}|}{m_{\text{标}}} \times 100\% = 0.8\%$$

数据处理:



由图及计算灵敏度可知,全桥电路比半桥电路灵敏度高。

讨论:

1. 多个应变片可以放大变化,使现象更加明显。
2. 先调零差动放大器再调零桥臂
3. 调零差动放大器时内部短接。
4. 测半全桥时增益调到最大,电子秤时调适当
5. 增益调大会使数据过于灵敏,不易调零

物理实验 原始实验数据记录

2021 年 11 月 29 日

实验名称 电子秤设计与制作

实验仪器:

仪器名称	量程	最小量	估读误差	仪器误差	零位误差
电压表	0~2V	0.0001	0.0001		
砝码	0~200g	20g	0		

物理现象及数据记录 (表格自拟):

1. 半桥、全桥

	砝码/g	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
半桥	U/V	0	0.0226	0.0432	0.0640	0.0861	0.1095	0.1325	0.1554	0.1785	0.2020	0.2262
全桥	U/V	0	0.0441	0.0865	0.1348	0.1797	0.2252	0.2710	0.3166	0.3630	0.4089	0.4564

2. 电子秤

砝码/g	0	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
m/g	0	25.6	44.3	63.6	83.8	102.8	121.5	141.0	160.9	180.5	200.0
$\Delta m/g$	0	5.6	4.3	3.6	3.8	2.8	1.5	1.0	0.9	0.5	0.0

手机测量值/g	220.2
标准值/g	218.45

指导教师:

306
1111