|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **得分** | **教师签名** | **批改日期** |
|  |  |  |

课程编号 1800440076

**深 圳 大 学 实 验 报 告**

**课程名称：­ 大学物理实验（1）**

**实验名称： 基于应变片的电子秤设计**

**学院： 计算机与软件**

**组号： 20 指导教师： 李杨**

**报告人： 赵美玲 学号： 2023155025**

**实验地点 致原楼**

**实验时间： 2024 年 5 月 19 日 星期 五**

**实验报告提交时间： 2024.4.25**

|  |
| --- |
| **一、实验目的**  1. 了解金属箔式应变片的应变效应  2.学习单臂电桥、半桥、全桥的工作原理  3.了解差动放大器的工作原理  4.设计电子秤系统 |
| **二、实验原理：**  **1金属电阻的应变效应**  **金属电阻的应变效应：**  金属丝在外力作用下发生机械形变时，其电阻值会发生变化  **泊松比：**材料在单向受拉或受压时，横向应变和轴向正应变的绝对值的比值。    负号表示材料轴向被拉伸，径向就会变细  其中表示径向应变，而表示轴向应变  又由于**金属的电阻表达式**为：    以此有  引入以及 推导得下式：    其中**k0称为电阻应变片的灵度系数**：表达式为    **2金属应变片**  **(1)电阻应变片规格以及示意图**  a.规格：60Ω，120Ω，350Ω，600Ω，1000Ω等  b.绝缘电阻：指已粘贴的应变片的引线与被测件之间的电阻值Rm。通常要求Rm在50~100 MΩ以上。  c.允许电流：静态测量时，一般为25mA；动态测量时，一般为75~100mA。  d.材料：康铜、镍铬合金、铁铬铝合金、铁镍铬合金、贵金属（铂、铂钨合金等）材料。  示意图：    **电阻应变片的基本构造**  **(2)双孔悬臂梁的应变片**  **应变片原理**：梁的上表面受拉，电阻片R1、R3受拉伸作用电阻增大；梁的下表面受压，R2、R4 电阻减小。这样外力的作用通过梁的形变而使4个电阻值发生变化。    **双孔悬臂梁的应变片粘贴示意图**  **3应变桥的工作原理**  在电桥两端加上电压𝑼，通过测量两对桥臂中间节点之间的电压差𝜟𝑼，来确定电阻的微小变化。本实验中四个电阻（包括应变片在平衡电阻）接近相等，即，    当四个应变片都接入电桥时，电子秤模块上放置砝码后，电阻𝑹\_𝟏和𝑹\_𝟑增大，𝑹\_𝟐和𝑹\_𝟒减小。因此，为了让𝜟𝑼能准确衡量电阻的变化，需要将一增一减的两个电阻接在相邻的桥臂上，同时增加（或减小）的两个电阻接在相对的桥臂上，如图所示。则有：    理想情况下放置砝码前𝜟𝑼=𝟎𝑽。  假设放置砝码后，电阻的变化量为𝜟𝑹, (𝟎<𝜟𝑹≪𝑹), 则，    结合(2)式，考虑单臂、双臂和全臂电桥三种情况下𝜟𝑼与𝜟𝑹的关系。其中单臂桥指只接入一个应变片电阻，双臂桥的相邻两臂接入应变片，全臂桥指四个电阻均接入应变片。  1. 单臂电桥：𝑹𝟒=𝑹𝟒+𝜟𝑹𝟒,      **单臂测量接线法示意图（四分之一桥）**  2. 双臂电桥：𝑹\_𝟑=𝑹\_𝟑+𝜟𝑹\_𝟑, 𝑹\_𝟒=𝑹\_𝟒+𝜟𝑹\_𝟒,      **双臂测量接线法示意图（半桥）**  3. 全臂电桥：𝑹𝟏=𝑹𝟏+𝜟𝑹𝟏, 𝑹2=𝑹𝟐+𝜟𝑹𝟐, 𝑹𝟑=𝑹𝟑+𝜟𝑹𝟑, 𝑹𝟒=𝑹𝟒+𝜟𝑹𝟒,      **四臂测量接线法示意图（全桥）**  四个电阻的阻值不是绝对相等，因此𝜟𝑼可写为，    **应变桥工作原理**：**质量压力——>桥臂电阻变化——>桥路电压变化——>放大电路**  **——>显示**  **示意图如下图所示**： |
| **三、实验仪器：**  1.直流恒压源  2.九孔板1块  3.电子秤模块1个  **1**  **2**  **3**  **4**  **5**  **6**  **7**  **8**  **9**  4.差动放大器模块1个  5.22𝐊𝜴电位器模块1个  6.1𝐊𝜴电阻模块一个  350𝜴电阻模块3个  应变片转接盒模块4个  7.万用表1个  8.20𝒈砝码6个  9.导线若干  10.短接片2个  与右图一一对应  应变片：**拉伸时电阻变大，压缩时电阻变小**    应变片电阻所在的上、下两个梁臂是连接在一起的，确保了四个应变片的等比例拉伸（或压缩）。中间固定横梁的作用是防止应变过大。  电子秤：    九孔板：九孔板上有很多“田”字格，每个“田”字格由互相联通的九个插口构成，连线时插在任意一个孔均可。  应变片转接盒：两个独立插口，用来连接电子秤模块的应变片电阻。  差动放大器：由放大模块与调零模块组成。增益调到最大时可把𝜟𝑼放大100倍，便于用万用表测量。  短接片：用来把两个九宫格连接起来。  **注意：**  **1.差动放大器两个模块许连接起来，即两个地线（GND）插在一个九宫格，两个参考电压（VREF）插在另一个九宫格。**  **2.转接盒、电阻和短接片只能插在两个九宫格之间。** |
| **四、实验内容和步骤：.**  **A．单臂电桥**  **1.把元件插在九孔板上：**  把电位器、差动放大器，电阻和应变片转接盒按右图所示插在九孔板上，注意22K电位器的滑动端与1K电阻相连，电桥只有一个臂（R4位置）接入应变片；  **2.连线：**  2.1. 把22K电位器的固定电阻的两端接到电源的±𝟒𝐕电压接口上；  2.2. 把电桥两端也接到±𝟒𝐕电压接口上（为了让𝚫𝐔 为正，电桥的上端接+𝟒𝐕，下端接−𝟒𝐕）；  2.3. 把差动放大器的V+和V-两处分别接到电源的+𝟏𝟓𝐕和−𝟏𝟓𝐕电压接口，注意这里不可以反接；  2.4. 把±𝟒𝐕和±𝟏𝟓𝐕电源的地线接到差动放大器的接地端；  2.5. 把R4位置的应变片转接盒接到电子秤模块的R4上；  2.6. 把万用表的地线接到差动放大器的地线端，万用表的火线接到差动放大器的输出端V0；  **3.差动放大器调零：**  3.1. 把差动放大器的VP和VN两接口短接，把增益调到最大；  3.2. 把万用表调到直流电压2V量程（如果显示超量程就先用20V）；  3.3. 调节差动放大器的调零旋钮，使万用表测得的电压V0的值接近0V，小于1mV即可视为已调零；  **4.调节电桥平衡：**  4.1. 差动放大器调零后，把差动放大器的VP和VN接口分别接到电桥右臂和左臂的中点，用转接盒连接（ VP和VN分别接右侧和左侧，是为了使𝜟𝑼为正，便于记录）；  4.2. 调节22K电位器，使万用表的测得的电压值接近0V，小于5mV即可视为已调零，可近似认为电桥平衡；  测量差动放大器输出电压𝜟𝑼与砝码个数的关系：  5.1. 电桥平衡后，记录此时的电压值，即0个砝码时的𝜟𝑼，填入表1；  5.2. 逐个增加砝码，记录对应的𝜟𝑼，填入表格1；  **B．双臂电桥**  **1.在单臂电桥电路的基础上，把R3替换为应变片电阻R3；**  **2.按单臂电桥步骤的第4.2步调节电桥平衡；**  **3.测量𝜟𝑼与砝码个数的关系，记录表格2；**  **C．全臂电桥**  **1.在单臂电桥电路的基础上，把R1和R2替换为应变片电阻R1和R2；**  **2.按单臂电桥步骤的第4.2步调节电桥平衡；**  **3.测量𝜟𝑼与砝码个数的关系，记录表格3；** |
| **五、数据记录：**  姓名、组号：  **表1 单臂电桥的数据记录**   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **砝码个数** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | | **砝码质量 (g)** | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | | **上行** |  |  |  |  |  |  |  | | **下行** |  |  |  |  |  |  |  | | **平均** |  |  |  |  |  |  |  |   **表2 双臂电桥数据记录**   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **砝码个数** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | | **砝码质量 (g)** | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | | **上行** |  |  |  |  |  |  |  | | **下行** |  |  |  |  |  |  |  | | **平均** |  |  |  |  |  |  |  |   **表3 全臂电桥数据记录**   |  |  |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **砝码个数** | **0** | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | | **砝码质量 (g)** | 0 | 20 | 40 | 60 | 80 | 100 | 120 | | **上行** |  |  |  |  |  |  |  | | **下行** |  |  |  |  |  |  |  | | **平均** |  |  |  |  |  |  |  | |
| **六、数据处理：**  **作出电桥电压与质量的关系示意图，并求出直线斜率（即电桥灵敏度），并比较单臂，双臂以及全臂的灵敏度，其中截距是电子秤的零点误差mV** |
| **七、实验结论与讨论：**  （描述实验现象并解释其形成原因） |
| **八：问答题**   1. **分析哪些因素会导致电子秤的非线性误差增大，怎么消除；**   答：环境因素和实验器材的校正不准会导致非线性误差增大，通过多次校正，通过调节变位器可以减小甚至是消除误差，例如实验中电子秤力臂的变形度、砝码因经长时间的使用而生锈或损坏都会增大非线性误差。可以通过将电桥测量电路所连的放大器的输出电压再经一个运放反馈到该电桥的输入来消除电桥的非线性误差  **2、若要增加输出灵敏度，可以采取哪些措施？**  答：又电桥的电压输出公式可知，电桥的输出电压是由电源电压和桥电阻的相对变化量决定的，而且是正比关系。再由电桥的灵敏度公式可知，提高测量电桥的灵敏度，靠提高电源电压和增加变化的桥臂即可达到 |
| 指导教师批阅意见： |
| 成绩评定：   |  |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | --- | | **预习**  （20分） | **操作及记录**  （50分） | 数据处理  10分 | 结果与讨论  10分 | 思考题  10分 | **总分** | |  |  |  |  |  |  |   1、报告内的项目或内容设置，可根据实际情况加以调整和补充。 |