**《基础物理实验》实验报告**

实验名称 杨氏模量 指导教师

姓名 陈苏 学号 2022K8009906009 组号 1-03-5 号

实验日期2023年10月16日 实验地点 教学楼710 调课/补课 □是 成绩评定

一、实验目的

1. 学习用拉伸法，霍尔法，动态法和光杠杆法测量杨氏模量。

2. 学习CCD的使用方法。学习霍尔传感器的使用方法和物理原理。

3. 学习用工具测量微小长度。

4. 学习光杠杆法测量杨氏模量的原理和适用条件。学会读数望远镜、读数显微镜的调节。

5. 学习用逐差法、作图法和最小二乘法处理数据，用不确定度正确表达实验结果。

二、实验器材

卷尺，螺旋测微器，游标卡尺。CCD杨氏弹性模量测量仪 LB YM1 型（或YMC 2 型），DHYA霍尔位置传感器法杨氏模量测定仪，DHY-2A型动态杨氏模量测试台。

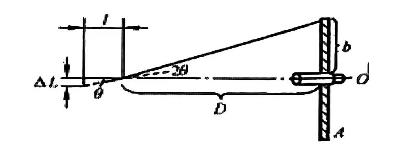
三、实验原理

1. 杨氏模量

物体在外力作用下发生形变。若形变限制在一定限度，则撤走外力时物体随之恢复原状。这样的形变称作弹性形变。弹性模量是表征材料形变与应力之间的物理量。

考虑均匀柱状物体的形变。设物体的长度为，横截面积为，沿截面的外法线方向对其施加外力，物体将沿受力方向发生形变。则物体单位横截面上的垂直作用力称为正应力，相对伸长量称为线应变。实验表明在一定限度内正应力与线应变成正比，即

称为胡克定律。其中比例系数称为杨氏模量。杨氏模量是表征材料抗应变能力的一个固定参量，完全由材料本身的性质决定，属于材料的固有属性。

2. 光杠杆法原理

如图，光杠杆是一个带有可旋转的平面镜的支架，其前足固定，后足（即支脚）与被测物接触。当其后足下降微小距离时，光杠杆转过的角度，其中是光杠杆臂长。从而可以通过在远处观察镜面的反射像来测量镜面的旋转角，据此得到。

3. 拉伸法测量原理

通过拉伸金属丝，测量其应力和应变来得到其杨氏模量。将金属丝上端固定悬挂在仪器支架上，下端连着十字叉丝板和砝码盘，通过增加砝码对其施加外力。设金属丝的长度为，直径为，则横截面积为

代入胡克定律解出杨氏模量为

其中可以通过光杠杆上的显微镜观测，或者用CCD摄像并在显示器上观测。

4. 霍尔法测量原理

霍尔传感器利用霍尔效应测量电场强度。将霍尔片垂直置于磁感应强度为的恒定磁场中，并在霍尔片两端通入霍尔电流。由于霍尔效应，在电场垂直方向将产生霍尔电压，它与电流大小和磁感应强度成正比，即

称为霍尔灵敏度。当霍尔片在非均匀的磁场中运动时，若霍尔电流保持不变，则输出的霍尔电压变化与位移的关系为

要产生均匀梯度的磁场，将两块相同的磁铁同极板相对，并间隔一定距离放置。间隙大小要根据测量范围和测量灵敏度要求而定，间隙越小，磁场梯度就越大，灵敏度就越高。磁铁截面要远大于霍尔元件，以尽可能的减小边缘效应的影响，提高测量精确度。

令轴为两块磁铁的正对面法线方向，将霍尔片置于磁铁间隙内中心。由于磁铁间隙内中心截面处磁感应强度为零，霍尔电压也应该为零。将霍尔电压为零时霍尔片的位置视作零点，则当霍尔元件偏离中心沿轴发生位移时，磁感应强度不再为零，霍尔电压不再为零。其大小可以用数字电压表测量。当位移量较小时（<2mm），磁感应强度的梯度近似为一定值，因此霍尔电压与位移成正比。

取为*Z*=0处的磁感应强度梯度，设常数，代表霍尔片位置测量的灵敏度，则

对于一块截面为矩形的横梁，厚度为，宽度为，长度为。将其一端固定，在另一端垂直地施加拉力，横梁随之弯曲。设横梁末端移动的距离为，则有

代入即可求出霍尔片的灵敏度。在测定材料的杨氏模量后，可以由此求出灵敏度。

5. 动态法实验原理

对于两端自由的均匀棒，设其长度为，密度为，转动惯量为，横截面积为，杨氏模量为。则棒上横波的波动方程为

解得波动的频率为

其中可以由边界条件确定

即

…

第一个解是静态；第二个解对应的共振频率称为基频。当棒在基频下发生共振时，即可测出其杨氏模量。

四、注意事项

1. 使用CCD 时要注意保护镜头，避免强光，防止污染。

2. 金属丝必须保持竖直，测直径时要避免使其变形。放置砝码时要保证轻拿轻放，稳定之后才能测量。

3. 用千分尺待测样品厚度时要轻柔。用读数显微镜测量铜刀口基线位置时，刀口不能晃动。

4. 测试棒拿放和保存要特别小心。安装测试棒时，应先移动支架到既定位置，再悬挂测试棒。悬线要保持竖直。