



# 实验题目

## 霍尔位置传感器测定杨氏模量

- 空间科学与应用物理系
  - 2007.12.12
- 

## [实验目的]

- (1) 熟悉霍尔位置传感器的特性;
- (2) 弯曲法测量黄铜的杨氏模量;
- (3) 测黄铜杨氏模量的同时, 对霍尔位置传感器定标;
- (4) 用霍尔位置传感器测量可锻铸铁的杨氏模量。

## [仪器组成]

- (1) 霍尔位置传感器测杨氏模量装置一台 (底座固定箱、读数显微镜、95型集成霍尔位置传感器、磁铁两块等);
- (2) 霍尔位置传感器输出信号测量仪一台 (包括直流数字电压表, 米尺、游标卡尺各一)

## [实验原理]

### (1) 霍尔位置传感器

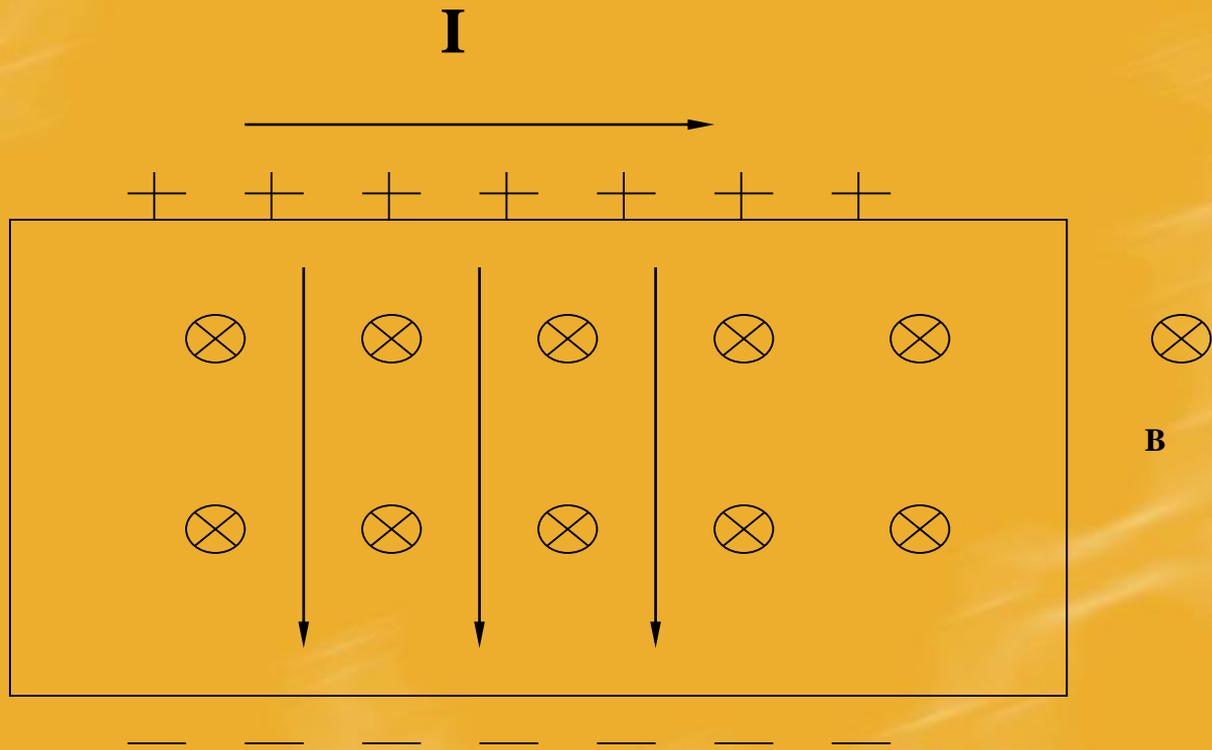
霍尔元件置于磁感应强度为  $B$  的磁场中，在垂直于磁场方向通以电流  $I$ ，则与这二者相垂直的方向上将产生霍尔电势差  $U_H$ ：

$$U_H = k \cdot I \cdot B \quad (1)$$

(1) 式中  $k$  为元件的霍尔灵敏度。如果保持霍尔元件的电流  $I$  不变，而使其在一个均匀梯度的磁场中移动时，则输出的霍尔电势差变化量为：

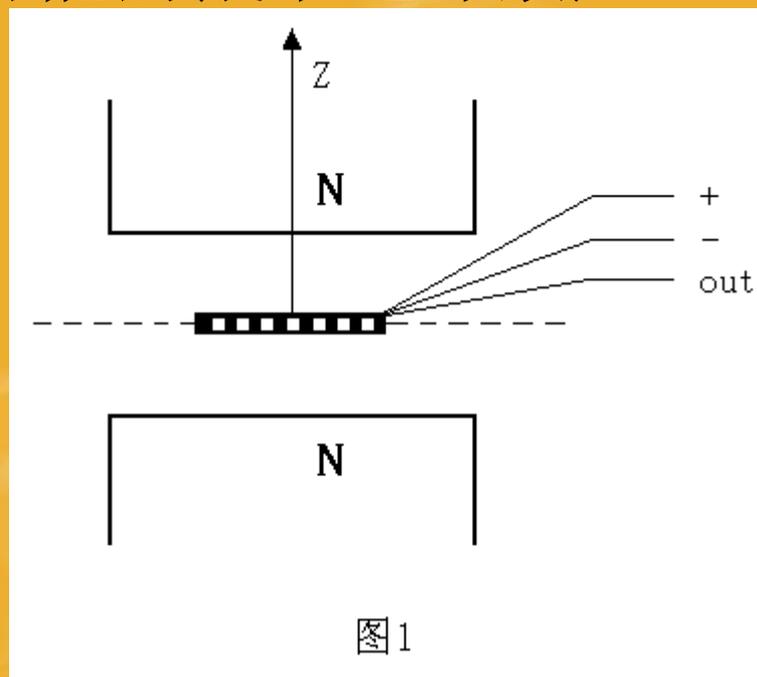
$$\Delta U_H = k \cdot I \cdot \Delta B = k \cdot I \cdot \frac{dB}{dZ} \cdot \Delta Z = K \Delta Z \quad (2)$$

(2) 式中  $\Delta Z$  为位移量，此式说明若  $\frac{dB}{dZ}$  为常数时， $\Delta U_H$  与  $\Delta Z$  成正比。



为实现均匀梯度的磁场，可以如图1所示，两块相同的磁铁（磁铁截面积及表面磁感应强度相同）相对放置，即极与极相对，两磁铁之间留一等间距间隙，霍尔元件平行于磁铁放在该间隙的中轴上。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影响，提高测量精确度。

若磁铁间隙内中心截面处的磁感应强度为零，霍尔元件处于该处时，输出的霍尔电势差应该为零。

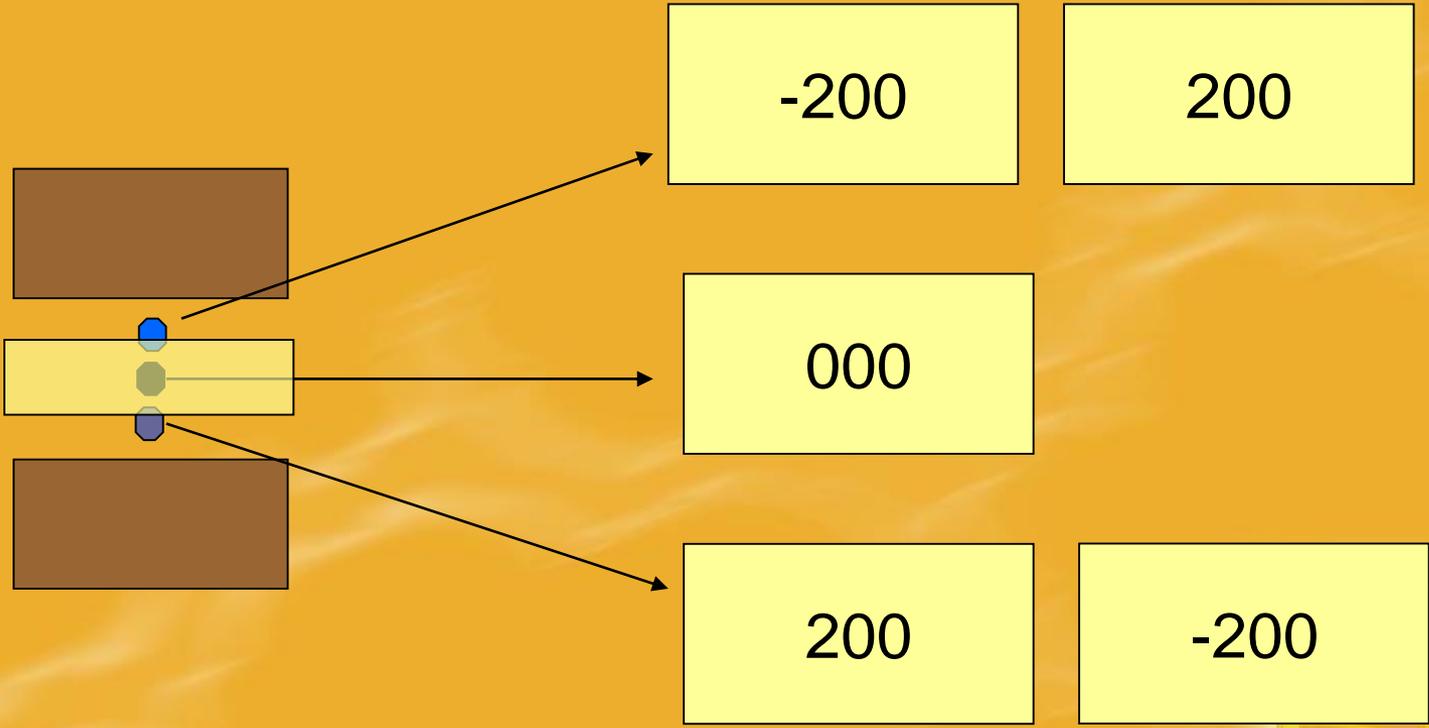
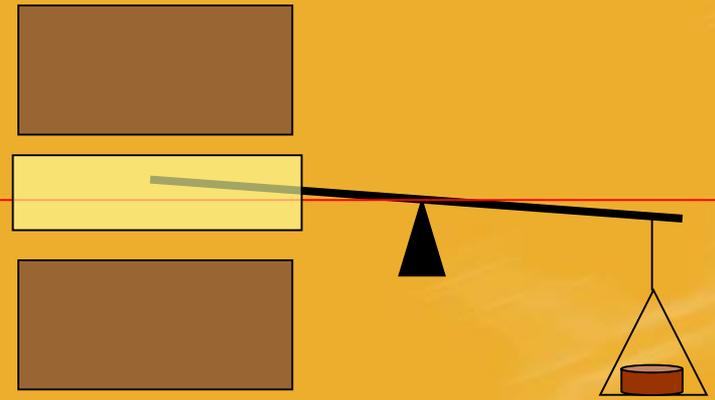
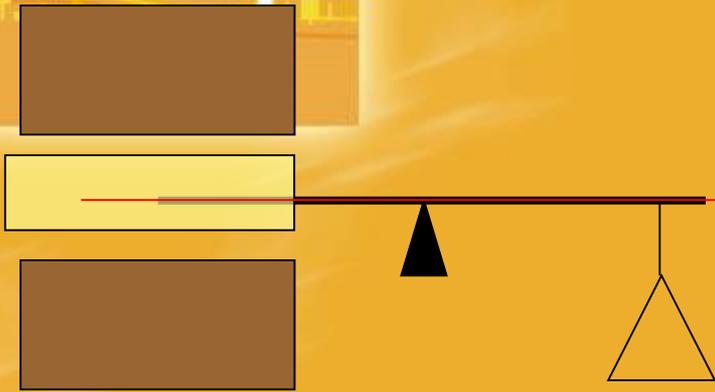


当霍尔元件偏离中心沿  $z$  轴发生位移时，由于磁感应强度不再为零，霍尔元件也就产生相应的电势差输出，其大小可以用数字电压表测量。由此可以将霍尔电势差为零时元件所处的位置作为位移参考零点。

霍尔电势差与位移量之间存在一一对应关系，当位移量较小 ( $< 2mm$ )，这一对应关系具有良好的线性。那么

$$\Delta U_H = k \cdot I \cdot \frac{dB}{dZ} \cdot \Delta Z = K \cdot \Delta Z$$

$$K = \frac{\Delta U_H}{\Delta Z}$$



固体、液体及气体在受外力作用时，形状与体积会发生或大或小的改变，这统称为形变。当外力不太大，因而引起的形变也不太大时，撤掉外力，形变就会消失，这种形变称之为弹性形变。弹性形变分为长变、切变和体变三种。

一段固体棒，在其两端沿轴方向施加大小相等、方向相反的外力 $F$ ，其长度 $l$ 发生改变 $\Delta l$ ，以 $S$ 表示横截面面积，称 $\frac{F}{S}$ 为应力，相对长变 $\frac{\Delta l}{l}$ 为应变。在弹性限度内，根据胡克定律有：

$$\frac{F}{S} = Y \cdot \frac{\Delta l}{l}$$

$Y$ 称为杨氏模量，其数值与材料性质有关。

## (2) 杨氏模量

我们是用弯曲法测杨氏模量，在横梁弯曲的情况下，杨氏模量 $Y$ 可以用下式表示：

$$Y = \frac{d^3 \cdot Mg}{4a^3 \cdot b \cdot \Delta Z} ;$$

其中： $d$ 为两刀口之间的距离， $M$ 为所加砝码的质量， $a$ 为梁的厚度， $b$ 为梁的宽度， $\Delta Z$ 为梁中心由于外力作用而下降的距离， $g$ 为重力加速度  $g=9.799\text{m/s}^2$ ，按常数处理。具体推导参考讲义。

各直接测量量的不确定度参看黑板，按误差传递求 $Y$ 的不确定度。

# 读数显微镜的使用

- 1、先调整目镜
- 2、调整物镜，第一直接移动镜筒调整物镜到合适位置（粗调），第二可以调节物镜头（细调）
- 3、若前后均看不到物象，那是出现了光冲刷现象，可用物体遮挡一下进入物镜头的光线

