

预习 操作记录		实验报告 总评成绩	

# 《大学物理实验》课程实验报告

专业:

实验人姓名:

学号:

参加人姓名:

日期： 年 月 日

室温:

相对湿度:

## 实验8 霍尔效应应用

[ 实验前思考题 ]

1. 霍尔效应直接测量什么物理量?
2. 霍尔效应能间接测量什么物理量?

3. 应用霍尔效应测量外磁场时需要线圈产生内部磁场吗？为什么？

4. 简述开关霍尔传感器的工作原理。

#### [ 实验目的 ]

1. 了解霍尔效应的实验原理，掌握用“对称法”测样品的霍尔系数；
2. 测量样品的霍尔电压和工作电流关系曲线，并确定样品的导电类型、载流子浓度以及迁移率；
3. 了解用霍尔效应测量磁场的原理和方法，并用霍尔器件测亥姆霍兹线圈和长直螺线管的磁场分布。
4. 掌握霍尔传感器特性及应用。
5. 学会用数据采集器进行霍尔效应  $V_h$  测量。

#### [ 仪器用具 ]

编号	仪器名称	数量	主要参数（型号，测量范围，精度）
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			

## 一、实验原理概述

### 霍尔效应

置于磁场中的半导体，如果电流方向与磁场垂直，则在垂直于电流和磁场的方向上会产生一个附加的横向电场，这个现象称为霍尔效应。

如图 1(a)所示的 N 型（电子导电， $-e$ ）半导体，若在 X 方向通电流  $I_s$ ，在 Z 方向加磁感应强度为  $B$  的磁场，则样品中平均漂移速度为  $\bar{v}$  的载流子将受到洛伦兹力

$$F_B = e\bar{v}B \quad (1)$$

的作用向（-Y）方向偏转，在 A 面不断积累并在 A、A'面之间产生附加的横向电场  $E_H$

（或横向电压  $V_H$ ），即霍尔电场（或霍尔电压）。对于 N 型半导体， $E_H$  沿（-Y）方向；对于 P 型半导体， $E_H$  沿 Y 方向。 $E_H$  将阻止载流子继续向侧面偏移，当载流子所受的横向电场力  $F_E (= eE_H)$  与洛伦兹力  $F_B$  相等时，A、A'面电荷的积累就达到平衡，有

$$eE_H = e\bar{v}B \quad (2)$$

设样品的宽度为  $b$ ，厚度为  $d$ ，载流子的浓度为  $n$ ，则

$$I_s = ne\bar{v}bd \quad (3)$$

由式（2）和（3）可得 A、A'面之间的霍尔电压  $V_H$  为

$$V_H = E_H b = \frac{1}{ne} \cdot \frac{I_s B}{d} = R_H \frac{I_s B}{d} \quad (4)$$

可见，霍尔电压  $V_H$  与  $I_s B$  的乘积成正比，与样品的厚度  $d$  成反比。比例系数

$$R_H = 1/(ne) = V_H d / (I_s B) \quad (5)$$

称为霍尔系数，它是反映样品霍尔效应强弱的重要参数。只要测出  $V_H$ 、 $I_s$ 、 $d$  和  $B$  等宏观量，就可算出样品的霍尔系数  $R_H$ ，以及载流子浓度  $n$ 、平均漂移速度  $\bar{v}$  等微观量。

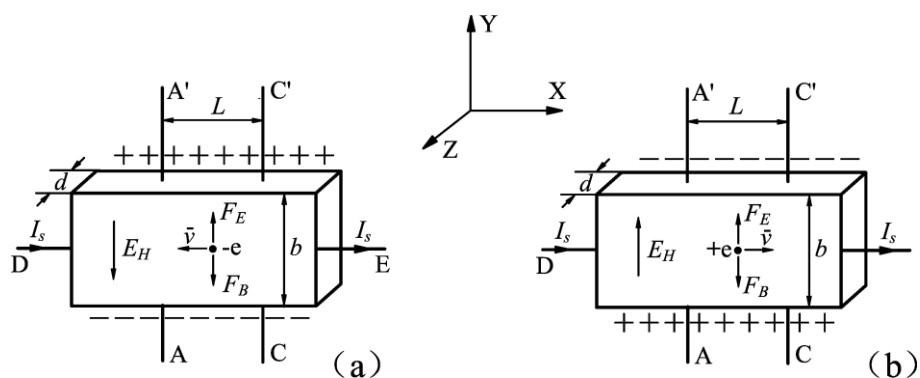


图 1 霍尔效应原理图

## 1. 霍尔传感器测量圆柱形磁钢在其轴线上磁感应强度分布

### (1) 实验仪器及接线

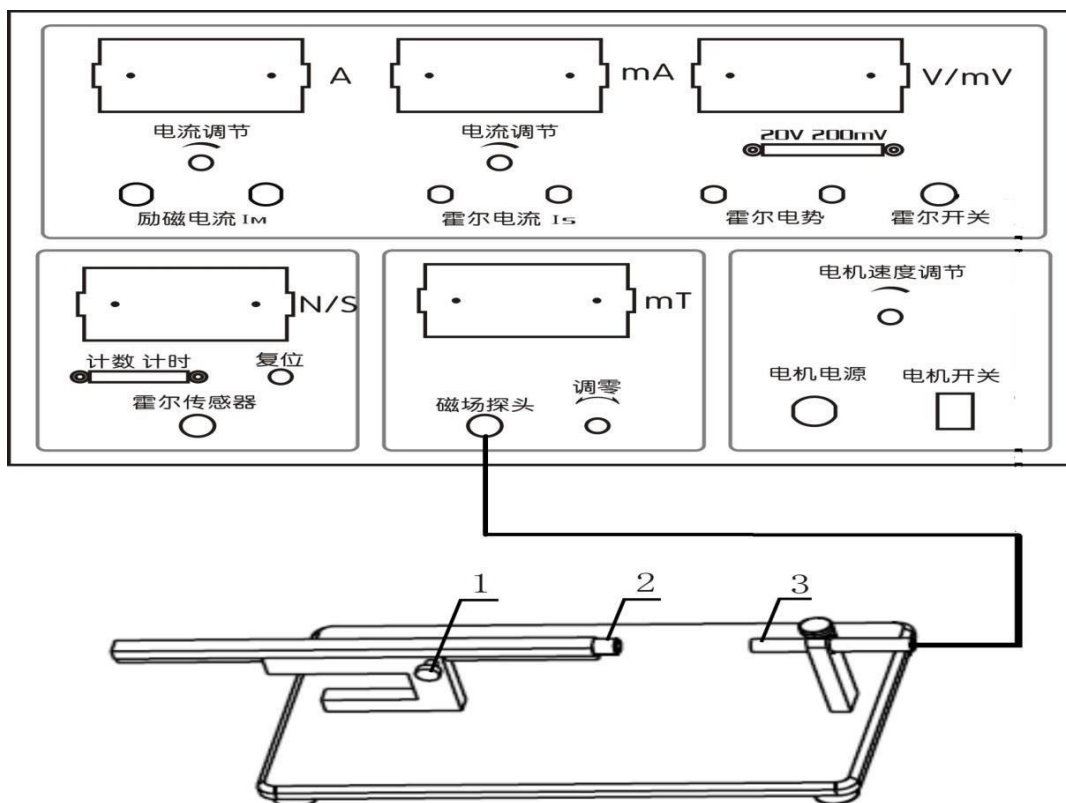


图 7 霍尔传感器测量圆柱形磁钢在其轴线上磁感应强度分布实验连接图

(2) 按照上图正确连接实验仪，打开实验电源。

(3) 毫特计调零。将霍尔传感器探头从固定架上取下，远离被测磁钢，调节调零电位器使得示数为 0，将霍尔传感器放回原处。

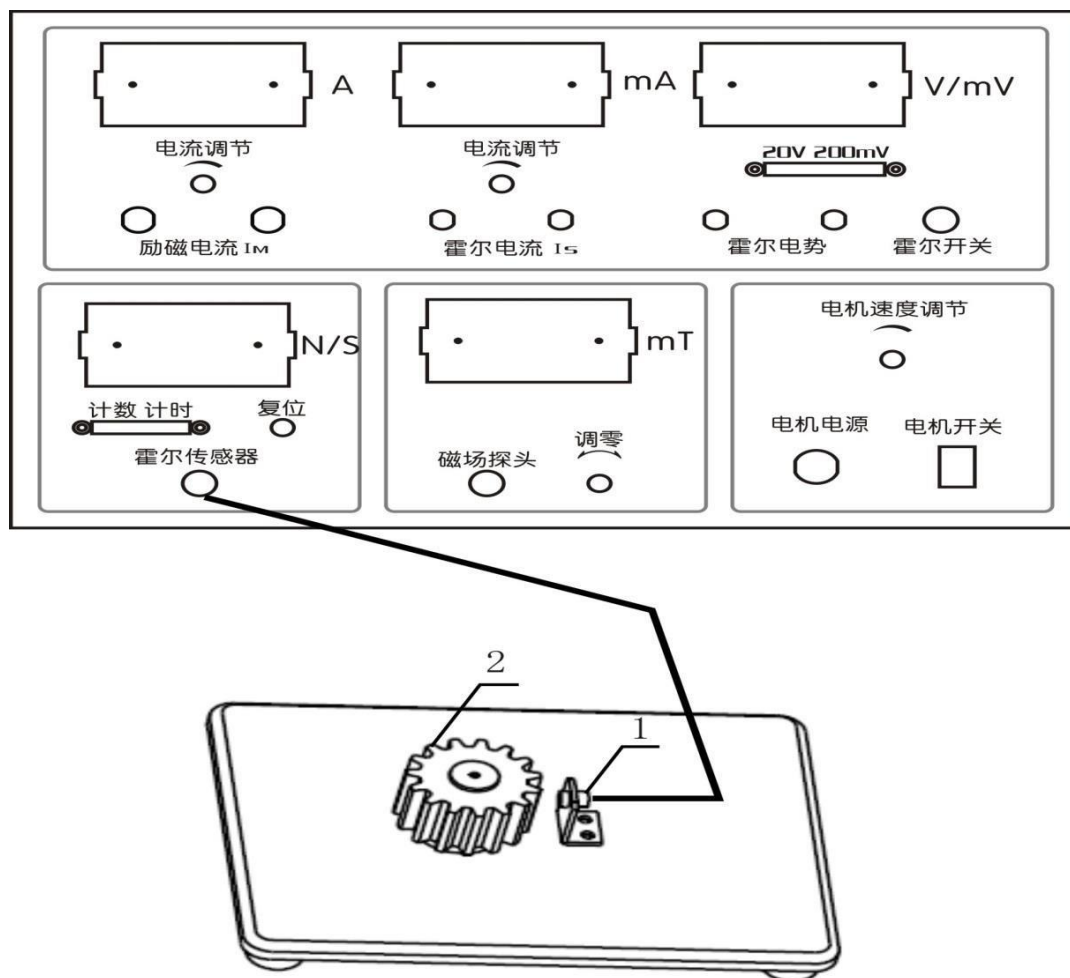
(4) 调节被测磁钢与霍尔传感器的位置。使得传感器距离被测磁钢端面接近 0mm，设当前距离为 0，记录磁感应强度值；移动被测磁钢逐渐增大距离，每隔一段距离记录一次磁感应强度值，将记录结果记录在表中。

(5) 根据表中数据绘制磁钢的 B-X 分布图。

## 2. 霍尔齿轮转速传感器测量齿轮转角

金属齿轮、齿条等运动部件经过传感器的前端，引起磁场的相应变化。当运动部件穿过霍尔元件产生磁力线较为分散的区域时，磁场相对较弱，而穿过产生磁力线较为集中的区域时，磁场就相对较强。齿轮传感器就是通过磁力线密度的变化，在磁力线穿过传感器上的感应元件时，产生霍尔电势。齿轮传感器的霍尔元件在产生霍尔电势后，最后传感器的内置电路会将信号调整和放大，输出矩形脉冲信号。

### (1) 实验仪器及接线



1、霍尔齿轮转速传感器 2、齿轮

图 11 霍尔传感器测量齿轮转角

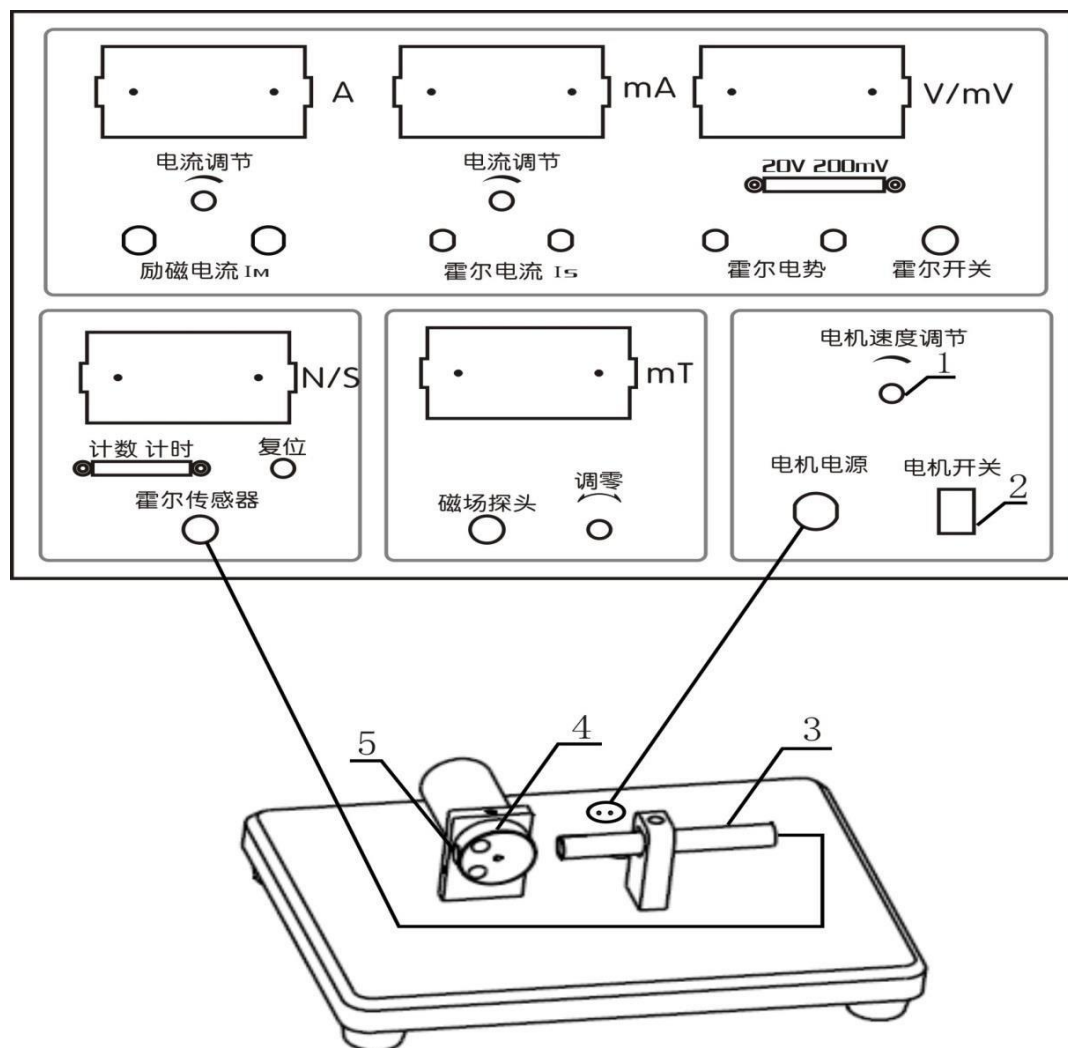
(2)、按照上图 11 正确连接实验仪，“计数”按键按下，打开实验电源。

(3)、调整齿轮和齿轮转速传感器的位置，使得齿轮和传感器前端面距离约 1mm。

(4)、将齿轮凹处对准传感器，按“复位”键计数器清零，转动齿轮，纪录经过的齿轮数和计数值，就可计算齿轮转动的角度了。

## 3. 霍尔开关传感器测量电机转速

### (1)、实验接线



1、 电机速度调节 2、电机开关 3、霍尔开关传感器 4、转轮 5、磁钢

图 12 霍尔开关传感器测量电机转速实验

(2)按图 12 正确连接实验仪，按下“计时”功能按键，关闭电机开关，打开实验电源。

(3)调节霍尔开关传感器与电机转轮的距离(一般在 5mm)。

(4)打开电机开关，调节“电机速度调节”旋钮使改变电机转速，在一定转速下按下“复位”键，显示电机旋转一周的时间 $T$ （多次测量，去除错误数据），数据记录在表中。

## 二、实验数据记录

### 1. 霍尔传感器测量圆柱形磁钢在其轴线上磁感应强度分布

记录实验数据(磁感应强度值正负号与磁场方向有关)

距离(mm)									
磁感应强度(mT)									
距离(mm)									
磁感应强度(mT)									

### 2. 霍尔齿轮转速传感器测量齿轮转角

记录实验数据(齿轮总数 15)

经过的齿轮数									
计数值									
对应角度(度)									

### 3. 霍尔开关传感器测电机转速

记录实验数据

周期(S)						
转速(转/分)						

## 三、数据处理和讨论

1. 测量圆柱形磁钢在其轴线上磁感应强度分时，讨论偏离轴线对测量结果的影响以及如何消除。
2. 应用霍尔齿轮转速传感器测量齿轮转角时，讨论齿轮材料对测量的影响。
3. 应用霍尔开关传感器测电机转速时，讨论传感器距离齿轮远近的影响。

