

## 亥姆霍兹线圈磁场实验

\_\_\_\_\_课\_\_\_\_\_次

班号:\_\_\_\_\_ 日期:\_\_\_\_\_ 实验室名称:\_\_\_\_\_

试验人:\_\_\_\_\_ 指导老师:\_\_\_\_\_

## 实验目的

- (1) 学习感应法测量磁场的原理和方法;
- (2) 研究亥姆霍兹线圈周线上的磁场分布.

## 主要仪器

磁场测试仪、亥姆霍兹线圈架和亥姆霍兹磁场实验控制箱. 工作温度  $10\sim 35^{\circ}\text{C}$ , 相对湿度  $25\sim 75\%$ .

两个励磁线圈各 500 匝, 圆线圈的平均半径  $R = 105\text{ mm}$ , 两线圈中心间距  $105\text{ mm}$ . 感应线圈距离分辨率  $0.5\text{ mm}$ .

## 实验原理

## 一、载流圆线圈与亥姆霍兹线圈

## 1、载流圆线圈磁场

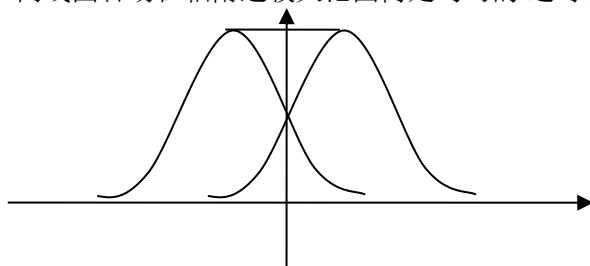
半径为  $R$  通以电流为  $I$  的圆线圈, 周线上磁场的公式为

$$B = \frac{\mu_0 N_0 I R^2}{2(R^2 + X^2)^{\frac{3}{2}}}$$

式中  $N_0$  为线圈的匝数;  $x$  为轴上某一点到圆心  $O$  的距离;  $\mu_0 = 4\pi \times 10^{-7} \text{ H} \cdot \text{m}^{-1}$ . 本次实验取  $I = 200\text{ mA}$ .

## 2、亥姆霍兹线圈

两个相同线圈彼此靠近, 使线圈上通以同向电流理论计算证明: 线圈间距  $a$  等于线圈半径  $R$  时, 两线圈合场在轴附近较大范围内是均匀的. 这时线圈称为亥姆霍兹线圈, 如图所示.



## 二、

## 电磁感应法测磁场

## 1.

## 电磁感应法测磁场的原理

设由交流信号驱动的交流磁场的强度  $B = B_m \sin \omega t$ , 设有一个探测线圈放在这个磁场中, 通过这个探测线圈的有效磁通量为

$$\Phi = NSB_m \cos \theta \sin \omega t$$

式中,  $N$  为探测线圈的匝数,  $S$  为线圈的截面积;  $\theta$  为  $B$  与线圈法线夹角. 线圈产生的感应电动势为

$$\varepsilon = -\frac{d\Phi}{dt} = NS\omega B_m \cos\theta \cos\omega t = -\varepsilon_m \cos\omega t$$

当  $\theta = 0$  时,  $\varepsilon_{\max} = NS\omega B_m$ . 用数字式毫伏表测量此时线圈的电动势, 则其示值  $U_{\max}$  应为

$\frac{\varepsilon_{\max}}{\sqrt{2}}$ , 则

$$B_{\max} = \frac{\varepsilon_{\max}}{NS\varepsilon} = \frac{\sqrt{2}U_{\max}}{NS\omega} \quad (1)$$

由 (1) 式可以计算出  $B_m$ .

### 实验内容

1. 测量亥姆霍兹线圈周线上的磁场分布
  2. 验证公式  $\varepsilon_m = NS\omega B_m \cos\theta$
  3. \*研究励磁电流频率改变对磁场强度的影响
- 数据记录与处理:

表 1

载流圆线圈轴线上的磁场分布							
轴向距 $L$ (mm)	10	0	-10	-20	-30	-40	-50
实测磁场 $B$ (mT)	0.345	0.387	0.426	0.466	0.5	0.525	0.534
轴向距 $L$ (mm)	-60	-70	-80	-90	-100	-110	
实测磁场 $B$ (mT)	0.532	0.516	0.491	0.455	0.414	0.372	

作出  $B-L$  图象:

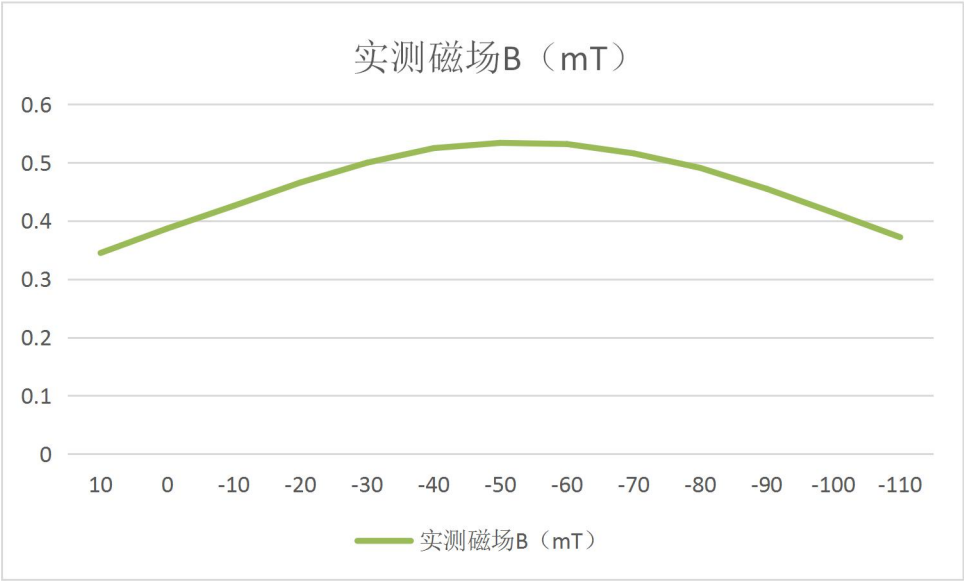
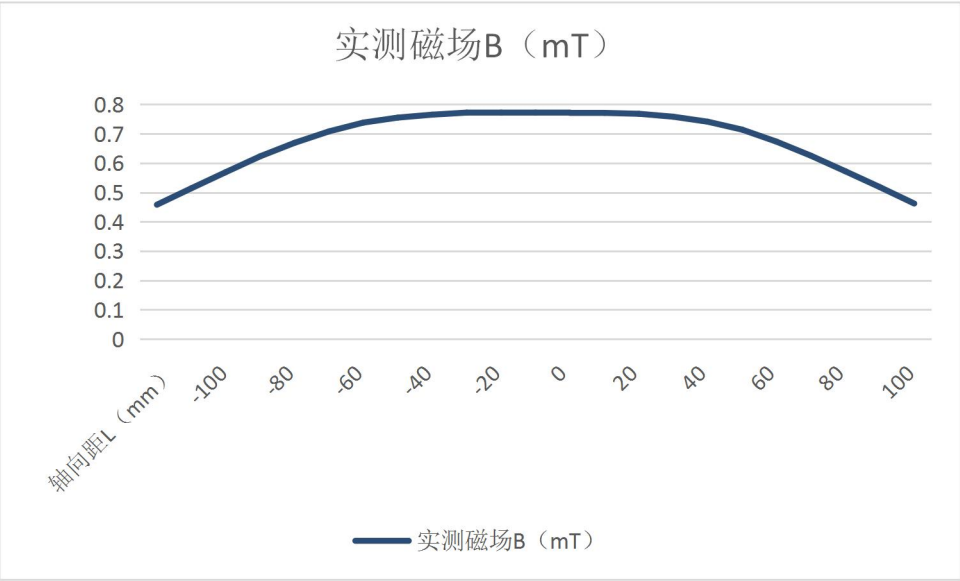


表 2

亥姆霍兹线圈轴上磁场分布

轴向距 L (mm)	-110	-100	-90	-80	-70	-60	-50	-40	-30	-20	-10	0
实测磁场 B (mT)	0.458	0.514	0.569	0.623	0.669	0.708	0.738	0.755	0.765	0.772	0.772	0.772
轴向距 L (mm)	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	
实测磁场 B (mT)	0.771	0.771	0.768	0.758	0.741	0.714	0.673	0.625	0.572	0.518	0.462	



## 注意事项

- 1、开机后应至少预热 10 分钟才可进行试验。
- 2、更换测量位置时，应切断励磁线圈的电流后将感应电动势调零；之后再通电测量读数。这时为了抵消地磁场的影响及对其他不稳定因素的补偿。

## 试验建议

HD4501 型亥姆霍兹磁场试验仪使用螺旋转轴的旋转来控制探测线圈的移动。螺纹的螺距较小，这样可以提高调节的精度；但也使较大距离的移动很不方便。如果再次制造该类型的仪器，可以考虑使用较大螺距的螺纹。

本实验使用的装置可谓“一体化”，这使操作很方便；但这也使主要实验误差来源于仪器本身，限制了实验可能达到的精度。

实验数据：

