

# 物理实验报告

实验名称：用霍尔法测直流圆线圈与亥姆霍兹线圈磁场

实验桌号：\_\_\_\_\_

指导教师：潘佰良\_\_\_\_\_

班级：\_\_\_\_\_

姓名：\_\_\_\_\_

学号：\_\_\_\_\_

实验日期: 2025 年 3 月 27 日    星期四上午

浙江大学物理实验教学中心

# 一、预习报告

## 1. 实验综述

### 实验现象

实验中可以观察到载流圆线圈轴线上的磁场分布呈现单峰曲线，磁场强度在圆心处最大，向两侧逐渐减小。亥姆霍兹线圈轴线上的磁场分布则在两线圈中心连线附近形成较均匀的磁场区域，即匀强磁场。改变线圈间距后，磁场分布会发生变化，匀强磁场区域的范围和强度会随之改变。

### 实验原理

实验基于霍尔效应原理。当电流通过半导体薄片且受到垂直磁场作用时，载流子在洛伦兹力作用下发生偏转，产生横向电场，形成霍尔电势差。通过测量霍尔电流和霍尔电势差，结合霍尔元件的灵敏度，可计算出磁场强度。同时，利用载流圆线圈和亥姆霍兹线圈的磁场分布规律，通过霍尔传感器测量磁场强度，研究磁场分布。

### 实验方法

1. 组装实验装置。
2. 对实验装置进行调零。
3. 按实验要求调整线圈位置，固定可动线圈。
4. 调节励磁电流至实验需要值，沿轴向或径向移动霍尔传感器探头，逐点测量磁场强度。
5. 记录数据并绘制磁场分布曲线，分析磁场分布规律。

## 2. 实验重点

1. 了解用霍尔效应法测量磁场的原理，掌握 FB511 型霍尔法亥姆霍兹线圈磁场实验仪的使用方法。
2. 了解载流圆线圈的径向磁场分布情况。
3. 测量载流圆线圈和亥姆霍兹线圈的轴线上的磁场分布。
4. 两平行线圈的间距改变为  $d=R/2$  和  $d=2R$  时，测定其轴线上的磁场分布。

## 3. 实验难点

1. 精确调整霍尔传感器的位置，确保其与线圈轴线垂直且移动平稳；
2. 准确消除地磁场和环境杂散磁场的干扰，需多次调零；
3. 测量过程中保持励磁电流稳定，避免电流波动影响磁场测量精度。

二、原始数据

(含有个人信息，删去)

三、结果与分析

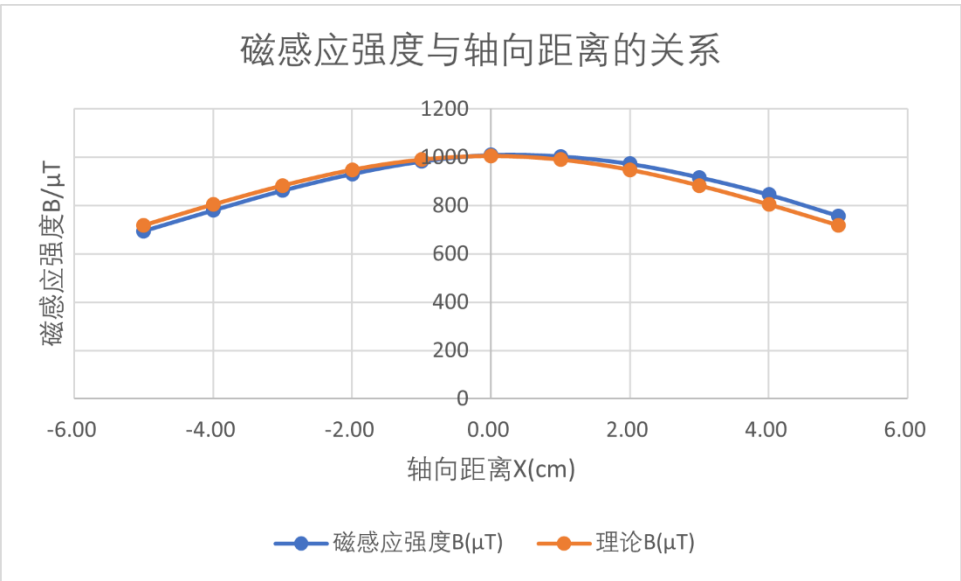
1. 数据处理与结果

(1)载流圆单线圈轴线上磁场分布的数据记录

载流圆单线圈轴线上磁场分布的数据记录 ( $X_0=14.00\text{cm}$ ,  $N_0=400$ ,  $I=0.400\text{A}$ ,  $Y=0.00\text{cm}$ )

刻度尺读数 (cm)	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00	19.00
轴向距离 $X(\text{cm})$	-5.00	-4.00	-3.00	-2.00	-1.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
磁感应强度 $B(\mu\text{T})$	694	780	862	931	983	1010	1004	973	917	845	757
理论 $B(\mu\text{T})$	719	805	883	948	990	1005	990	948	883	805	719
相对误差%	-3.5	-3.1	-2.4	-1.8	-0.7	0.5	1.4	2.6	3.9	5.0	5.3

绘制的图表如下：



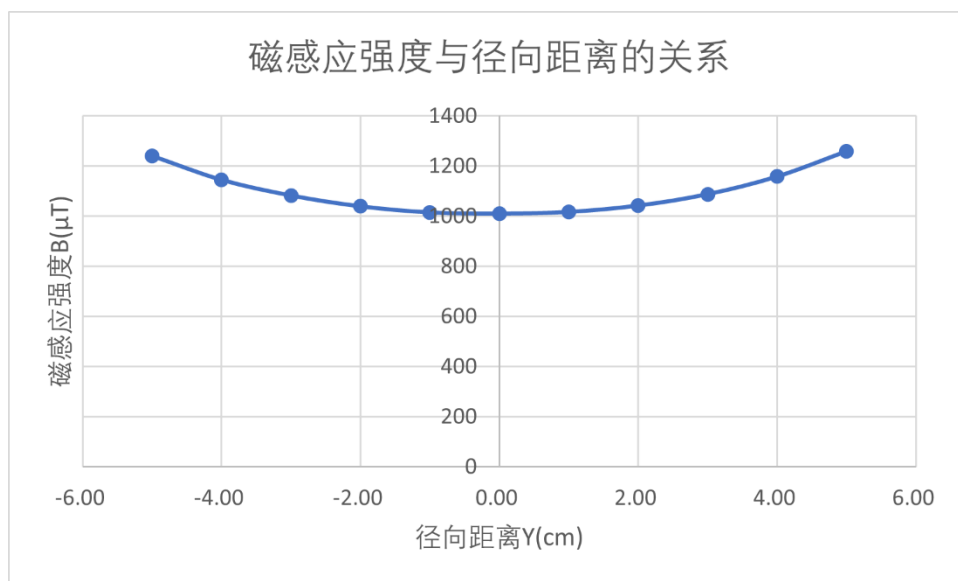
从图中可以看出，实验曲线与理论曲线大致重合，载流圆线圈轴线上磁场分布左右对称，且从中间到两边递减。

(2)载流圆单线圈径向磁场分布的数据记录

载流圆单线圈中心平面内径向磁场分布数据记录 ( $X=0.00\text{cm}$ ,  $N_0=400$ ,  $I=0.400\text{A}$ )

径向距离 $Y(\text{cm})$	-5.00	-4.00	-3.00	-2.00	-1.00	0.00	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00
磁感应强度 $B(\mu\text{T})$	1240	1145	1083	1040	1016	1011	1018	1043	1088	1158	1258

绘制的图表如下：

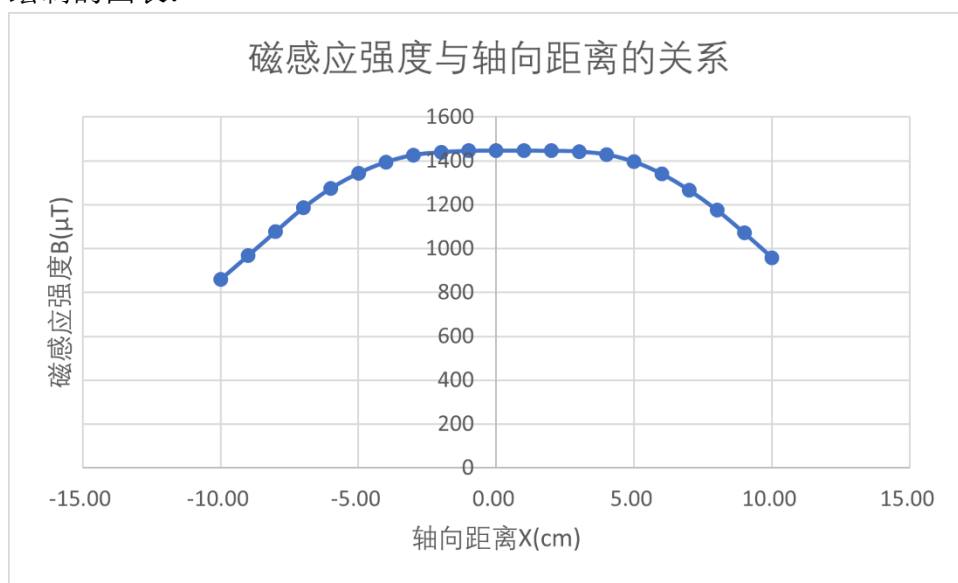


从图中可以看出，载流圆线圈径向磁场分布左右对称，且在线圈内部，从中间到两边递增。

### (3) 亥姆霍兹线圈轴线上磁场分布的数据记录

刻度尺读数 (cm)	9.00	10.00	11.00	12.00	13.00	14.00	15.00	16.00	17.00	18.00
轴向距离 X(cm)	-10.00	-9.00	-8.00	-7.00	-6.00	-5.00	-4.00	-3.00	-2.00	-1.00
磁感应强度 B(μT)	859	968	1078	1186	1275	1344	1395	1427	1440	1446
刻度尺读数 (cm)	20.00	21.00	22.00	23.00	24.00	25.00	26.00	27.00	28.00	29.00
轴向距离 X(cm)	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
磁感应强度 B(μT)	1447	1446	1443	1429	1396	1341	1266	1176	1071	959

绘制的图表：



从图中可以看出，载流圆线圈轴线上磁场分布左右对称，且有一段长度约为 7cm 的匀强磁场区

域，从中间到两边递减。匀强磁场中心的理论磁感应强度为：

$$B = \frac{8\mu_0 N_0 I}{5\sqrt{5}R} = \frac{32\pi \times 10^{-7} \times 400 \times 0.400}{5\sqrt{5} \times 0.1} T = 1439\mu T$$

## 2. 误差分析

本实验中，尽管实验曲线与理论曲线大致重合，但仔细观察会发现实验曲线和理论曲线之间存在偏移关系（对称轴偏右）。同时也出现了测量值大于理论值的情况。可能原因如下：

- (1) 线圈摆放并不竖直。
- (2) 或线圈实际中心相对画线位置偏右。
- (3) 线圈实际半径小于 10cm。
- (4) 调零时，示数会有跳动且幅度较大，导致测量值不准确。
- (5) 调节霍尔元件的位置时有误差，可能无法很好的放在规定位置上。

## 3. 实验探讨

本次实验中我不仅重温了高中阶段学到的霍尔效应，还学习了霍尔效应的应用，同时也认识到了载流圆线圈、亥姆霍兹线圈的磁场分布。

## 四、思考题

1.

- (1) 地磁场和其他环境杂散磁场的影响
  - (2) 霍尔元件的安装并非与磁场完全垂直
  - (3) 长时间使用霍尔元件的灵敏度可能发生改变，导致仪器计算所得的值不准确。
2. 霍尔电势差与霍尔元件通过的电流存在线性关系，励磁电流的大小直接影响线圈产生的磁场强度。保持二者不变可以确保不同测量点的数据具有可比性，便于分析磁场分布的规律。
3. 由于存在地磁场和其他环境杂散磁场，这些磁场也会被检测到，导致显示的磁场值不为零，为了排除干扰，需要将其调零校准。
4. 有影响。地磁场会与线圈产生的磁场进行叠加，导致实验产生偏差。而当地磁场波动时，即使进行了调零，也难以避免地磁场对实验测量的干扰。