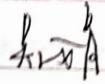


重修 中国民航飞行学院学生实验报告

课程名称：大学物理实验 姓名：苗海彦 学号：20180511085
专业：空管 班级：1816 教学单位：民航学院
实验室名称：物理实验室 实验日期：10.13

实验成绩： 批阅教师：  日期：

一、实验项目名称

用霍尔元件及冲击法测量磁场

二、实验目的：

1. 理解霍尔效应物理机理
2. 掌握用霍尔元件测量磁场的原理方法
3. 学习一种消除系统误差的方法(异号法)
4. 掌握冲击法测量磁场的原理方法

三、实验设备及材料

1. ZKY-13-3 螺线管磁场测试仪 (螺线管线圈长度: 276mm, 内径 40mm, 匝数 560, 匝数 304)
2. ZKY-H/L 霍尔效应/螺线管磁场测试仪
3. XD-DQ3 冲击电流计 4. 霍尔元件 04-085 5. 探测线圈 L₂

四、实验原理简述：

1. 霍尔效应 (Hall effect)：在导体或半导体上外加与电流方向垂直的磁场，在导体内形成电势差的现象称为霍尔效应。本质是运动的带电粒子在磁场中受洛伦兹力作用引起电荷的偏转。

$$U_H = \frac{IB}{nq d}$$

$$R_H = \frac{1}{nq}$$

$$S_H = \frac{R_H}{d}$$

$$U_H = B S_H I \quad \begin{matrix} \leftarrow \text{工作电流} \\ \uparrow \text{霍尔元件灵敏度} \end{matrix}$$

2. 异号法： $U_H(B, I) \quad U_E(B, I) \quad U_N(B) \quad U_R(B) \quad U_0(I)$

$$\text{4B } \uparrow I: U_i = U_H + U_E + U_N + U_R + U_0$$

$$+B, -I: U_2 = -U_H - U_E + U_N + U_R - U_0$$

$$-B, -I: U_3 = U_H + U_E - U_N - U_R - U_0$$

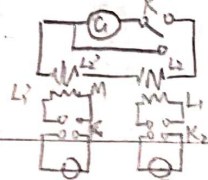
$$-B, +I: U_4 = -U_H - U_E - U_N - U_R + U_0$$

$$\therefore U_H = \frac{1}{4}(U_1 - U_2 + U_3 - U_4)$$

3. 用安培电流 I_m 的接法, 由法拉第电磁感应定律, 突然断开 $I_m: q = \frac{MBS}{R}$

$$4. \text{互感耦合电流 } I_s \text{ 接法, } q' = \frac{MI_s}{R} \quad q = \frac{MBS}{R}$$

$$\rightarrow B = \frac{MI_s q}{NSq'}$$



五、实验内容与步骤

1. 用霍尔元件测量螺线管内轴一点的磁感应强度

连接好仪器后, 将霍尔元件置于螺线管中心 ($r=0$ mm)。加大磁电流取 $I_m = 600$ mA 将工作电流 I_s 从 1.00 mA 增大到 10.00 mA, 每增加 1.00 mA, 按顺序将 B, I 接向, 测出相应的 U_1, U_2, U_3, U_4 , 数据记录在表中。

2. 用霍尔元件测量磁感应强度在螺线管轴上的分布情况

将工作电流 $I_m = 600$ mA, 工作电流 $I_s = 5.00$ mA 保持不变, 将霍尔元件, 在 10 个不同的位置, 测出相应的霍尔电压 U_1, U_2, U_3, U_4 数据记录在表中。

3. 用冲击法测量螺线管内轴上一点的磁感应强度

(1) 首先将冲击电流计调零, 之后按下测量开关, 接着调节 K 使冲击电流计短路 (消除误差) 最后调节 K 得直回路。

(2) 在 K 开关一直断开的过程中, 调 $I_m = 40$ mA 后, 正向接通, 断开 K_2 , 反向接通, 断开 K_2 , 记录读数 q , 反复测量 6 组, 记入表 (3) 中。

(3) 在 K_2 开关一直断开的过程中, 调 $I_s = 5.00$ mA 后正向接通, 断开 K_1 , 反向接通, 断开 K_1 , 记录读数 q' , 反复测量 6 组, 记入表 (4) 中。

六、实验现象、测试数据与结果记录

3.6.1 螺线管轴上一点的磁感应强度数据记录

$I_m = 600mA$

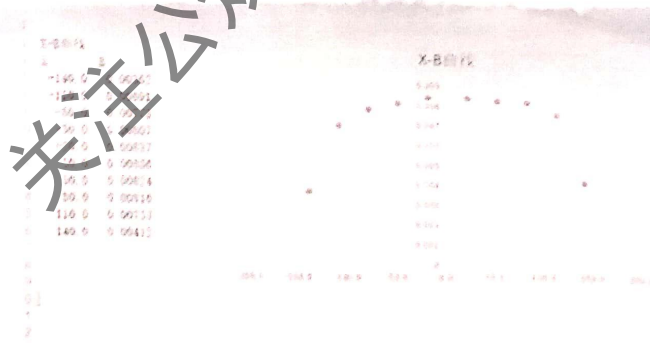
$I_2 (mA)$	U_1	U_2	U_3	U_4	U_H
1.00	1.64	-1.64	-1.55	-1.55	1.60
2.00	3.32	-3.32	3.13	-3.12	3.22
3.00	4.98	-4.17	4.68	-4.68	4.82
4.00	6.61	-6.61	6.23	-6.22	6.41
5.00	8.24	-8.26	7.81	-7.80	8.04
6.00	9.91	-9.90	9.36	-9.34	9.62
7.00	11.58	-11.56	10.95	-10.93	11.23
8.00	13.21	-13.19	12.57	-12.49	12.85
9.00	14.82	-14.78	14.08	-14.07	14.44
10.00	16.45	-16.44	15.67	-15.64	16.04

3.6.2 螺线管轴上磁感应强度数据记录

$X (mm)$	U_1	U_2	U_3	U_4	U_H	$B (T)$
-140.0	3.71	-3.70	3.20	-3.20	3.45	0.00362
-110.0	6.64	-6.63	6.54	-6.53	6.59	0.00691
-80.0	7.61	-7.60	7.13	-7.13	7.37	0.00783
-50.0	7.13	-7.13	7.46	-7.45	7.64	0.00807
-20.0	8.22	-8.22	7.75	-7.74	7.98	0.00837
20.0	8.21	-8.20	7.74	-7.72	7.97	0.00836
50.0	8.11	-8.10	7.62	-7.62	7.86	0.00824
80.0	8.03	-8.02	7.59	-7.54	7.78	0.00816
110.0	7.42	-7.42	6.95	-6.94	7.18	0.00753
140.0	4.17	-4.16	3.70	-3.68	3.93	0.00412

由3.6.1得: $B_1 = 0.002 T$ $B_2 = 1.604 T$

$$\therefore B_1 = 1.604 \pm 0.002 T$$



七、对实验现象、实验结果的分析及结论

接通、断开长直螺线管而短接电流冲击电流计读数

$I_m = 600 \text{ mA}$	1	2	3	4	5	6
向上接通	-7.8	-8.4	-12.1	-7.9	-8.5	-8.4
向上断开	69.3	69.5	67.3	70.4	69.7	70.1
向下接通	71.3	71.4	71.2	71.3	71.2	72.5
向下断开	-12.7	-13.7	-12.9	-13.2	-13.0	-13.0
$\Sigma I_i / 4$	36.36	36.43	33.33	36.25	36.35	36.80
\bar{q}	36.34					

接通、断开互感线圈磁通冲击电流计读数

$I_s = 500 \text{ mA}$	1	2	3	4	5	6
向上接通	-1.4	0.7	-1.2	-2.2	-1.4	-2.2
向上断开	60.4	60.3	60.4	61.6	60.4	60.4
向下接通	61.5	60.5	60.7	61.4	60.7	59.8
向下断开	-7.4	-15.3	-16.0	-15.7	-9.1	-16.2
$\Sigma I_i / 4$	24.15	26.60	25.98	26.28	27.65	25.58
\bar{q}	26.70					

$$M: 0.005 \text{ H}$$

$$S: 2.63 \times 10^{-5} \text{ m}^2$$

$$N: 10^3$$

$$B_2 = \frac{M I_s}{N S} \cdot \frac{q}{\bar{q}} = 0.012999003$$

$$U_{rB_2} = \sqrt{\left(\frac{0.01}{36.34}\right)^2 + \left(\frac{0.01}{26.70}\right)^2} = 0.000465 \text{ V}$$

$$\therefore U_{B_2} = U_{rB_2} \times B_2 = 0.0000601 = 6.01 \times 10^{-6} \text{ V}$$

$$\therefore B_2 = 0.01299 \pm 0.00006 \text{ T}$$

本次实验总体来讲，受益匪浅。做完本次实验后，不仅再次熟悉了左手定则、安培力等电磁学知识，而且更加清楚地了解并验证了霍尔定律以及相关仪器在操作与使用。最重要的是学到了使用“对称测量法”（零法）消除副效应的影响，并且详细了解了相关的参数计算。