

基础物理实验原始数据记录

实验名称 观测铁磁材料的磁滞回线 地点 教学楼 713

学生姓名 丁毅 学号 2023K800990803 分班分组座号 2-05-5 号 (例: 1-04-5 号)

实验日期 2024 年 10 月 22 日 成绩评定 教师签字

第一部分：用示波器观测动态磁滞回线（仅记录原始数据）

1. 观测样品 1（铁氧体）的饱和动态磁滞回线

(1) 测量绘制频率 $f=100\text{ Hz}$ 时的饱和磁滞回线。取 $R_1=2.0\ \Omega$, $R_2=50\text{ k}\Omega$, $C=10.0\ \mu\text{F}$.

表 1. 饱和磁滞回线（竖直方向成对测量）

(B) (H) mV	数据点 1 (上方)		数据点 2 (下方)	
	(B) mV	(H) mV	(B) mV	(H) mV
$-H_s$	-45.6	-91.2	-45.6	-91.2
	-22.8	-19.2	-22.8	-19.2
	-6.60	-4.80	-6.60	-4.80
$-H_c$	0	0	0	0
$H=0$	13.2	8.80	13.2	8.80
$+H_c$	22.2	10.8	22.2	10.8
	44.4	21.6	44.4	21.6

注：记录的数据点须包括两个饱和点、正负半轴的矫顽力 H_c 和剩磁 B_r .

(2) 固定信号源幅度，观测并记录饱和磁滞回线随频率的变化规律。

保持 R_1 , R_2C 不变，测量并比较 $f=95\text{ Hz}$ 和 150 Hz 时的 B_r 和 H_c .

	95Hz	150Hz
(Br) mV	-8.00, 3.60	-4.80, 4.00
(Hc) mV	-6.00, 14.4	-6.80, 8.40

100 Hz
-7.60, 4.00
-6.60, 13.2

请在实验报告中回答如下问题：

- 本实验观察到的变化规律
- 试分析上述变化的原因

(3) 不同积分常量下的动态磁滞回线

在频率 $f=50\text{ Hz}$ 下，比较不同积分常量取值对李萨如图的影响。

固定励磁电流幅度 $I_m=0.1\text{ A}$, $R_1=2.0\ \Omega$, 改变积分常量 R_2C , 调节分别为 0.01 s 、 0.05 s 、 0.5 s .

观察并粗略画出不同积分常量下李萨如图形的示意图（在实验报告中附照片即可）。

$$\frac{60}{20} = 3$$

- (a) 为什么积分常量会影响李萨如图形的形状?
(b) 积分常量是否会影响真实的磁滞回线的形状?

2. 测量样品 1 (铁氧体) 的动态磁化曲线

(1) 在 $f=100\text{ Hz}$ 时, 取 $R_1=2.0\ \Omega$, $R_2=50\text{ k}\Omega$, $C=10.0\ \mu\text{F}$. 测量记录 20 个顶点, 在实验报告绘制动态磁化曲线. (2) 计算振幅磁导率 μ_m , 并绘制其随 H_m 的变化曲线. (3) 确定起始磁导率. (注: 要绘制两条曲线: 动态磁化曲线和 μ_m-H_m 曲线)

mV	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
(H_m)	8.90	3.50	24.8	31.6	42.4	54.4	61.6	68.0	74.4	85.6
(B_m)	3.48	1.24	9.84	13.0	17.2	21.2	23.2	25.2	26.4	28.8
mV	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
(H_m)	93.6	110	137	158	170	5.76	7.68	10.2	12.9	15.9
(B_m)	30.4	32.4	34.4	36.0	42.4	1.92	2.64	3.60	4.72	5.92

注: 关于 20 个点的分配, 前面点可以适当分配多一些, 密集些测量, 后面采样点可以稀疏一些.

3. 观察不同频率下样品 2 (硅钢) 的动态磁滞回线

参数调至 $R_1=2.0\ \Omega$, $R_2=50\text{ k}\Omega$, $C=10.0\ \mu\text{F}$. 在给定交变磁场幅度 $H_m=400\text{ A/m}$ 下, 测量三种频率下的 B_m , B_r , H_c .

mV	20Hz	40Hz	60Hz
(B_m)	33.6	33.6	33.6
(B_r)	20.8	23.2	24.0
(H_c)	112	128	144

4. 测量样品 1 (铁氧体) 在不同直流偏置磁场下的可逆磁导率

取 $f=100\text{ Hz}$. 电路参数设置为: $R_1=2.0\ \Omega$, $R_2=20\text{ k}\Omega$, $C=2.0\ \mu\text{F}$. 直流偏置磁场从 0 到 H_s 单调增加 (缓慢增加). 测量 10 组磁滞回线小线段的斜率. 课后把电流换算成磁场强度 H , 并绘制可逆磁导率随外场强度的变化曲线 μ_i-H .

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
电流 (A)	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05	0.06	0.07	0.08	0.09	0.10
端点坐标 H_1										
端点坐标 B_1										
端点坐标 H_2										
端点坐标 B_2										

(mV)	Δx	7.60	11.6	18.8	24.8	20.4	22.8	24.0	24.0	23.6	37.2	36.8
	Δy	14.8	15.0	15.0	13.6	7.40	5.80	4.20	3.40	2.60	3.00	1.40
						(H_1, B_1)						
						(H_2, B_2)						

第二部分：用霍尔传感器测量铁磁材料（准）静态磁滞回线

1、测量样品的起始磁化曲线

将霍尔传感器置于磁场均匀区的中央。取 20 个采样点，测量样品的起始磁化曲线。实验中记录 I 和 B ，课后通过计算，在实验报告中补充 H 和修正 H 的数值，并利用 B 和修正后的 H 绘图。其中利用讲义公式 (3) 来计算 H ，利用公式 (7) 来对 H 进行修正。

I (mA)	B (mT)	H (A/m)	修正 H (A/m)	I (mA)	B (mT)	H (A/m)	修正 H (A/m)
0	3.2			498.1	92.3		
54.4	7.7			543.9	101.9		
102.7	12.3			596.8	111.7		
147.9	17.3			642.2	119.1		
194.3	23.2						
242.9	30.6						
300.9	45.1						
346.2	56.8						
398.0	69.4						
452.5	82.1						

续 Part 1.4

					0.200	
电流(A)	0.005	0.015	0.025	0.035	0.045	0.300
$\Delta \chi$	2.60	7.40	11.6	18.4	12.4	12.4
$\Delta \chi$	5.60	12.0	12.2	12.2	2.40	1.40

2、测量模具钢的磁滞回线

对样品进行磁锻炼后，磁化线圈的电流从饱和电流 I_m 开始逐步减小到 0，然后将电流反向，电流又从 0 增加到 $-I_m$ ，重复上述过程，直至回到 I_m 。每隔约 50mA 测一组 (I, B) 值。实验中记录 I 和 B ，课后通过计算，在实验报告中补充 H 和修正 H 的数值，并利用 B 和修正后的 H 绘图。 H 和修正 H 的计算方法同上。

I (mA)	B (mT)	H (A/m)	修正 H (A/m)	I (mA)	B (mT)	H (A/m)	修正 H (A/m)
642.2	121.8			-602.8	-138.4		
602.7	120.0			-642.3	-144.9		
556.6	117.7			-597.1	-142.7		
498.6	114.2			-544.3	-140.0		
456.0	111.1			-504.4	-137.6		
406.2	106.8			-448.7	-133.7		
351.5	92.5			-401.7	-129.5		
296.2	84.5			-346.6	-123.4		
252.5	73.7			-299.0	-116.7		
202.7	62.8			-247.0	-107.4		
157.8	47.2			-202.7	-98.0		
97.7	34.2			-151.1	-85.7		
50.1	20.1			-99.5	-72.4		
0	4.3			-49.7	-58.9		
-54.5	-7.3			0	-44.9		
-95.1	-22.6			52.7	-29.9		
-146.4	-38.0			102.3	-15.3		
-198.4	-51.8			149.5	-1.2		
-246.5	-65.9			199.5	13.3		
-297.2	-80.2			258.3	30.0		
-349.7	-92.7			298.5	41.2		
-397.3	-107.5			348.1	54.7		
-456.2	-117.1			399.6	68.2		
-497.1	-127.6			447.3	80.2		
-545.9				501.0	92.7		

550.1 103.0
600.4 112.3
642.4 119.1