

班级 自动化7班 学号 姓名 彭尚品 教师签字 王松

实验日期 2023/9/25 预习成绩 2 总成绩

实验名称 用示波器观测磁滞回线

一. 实验目的

1. 认识并掌握磁滞、磁滞回线和磁化曲线的概念
2. 学会用示波器测绘基本磁化曲线和磁滞回线
3. 研究不同材料的动态磁滞回线的区别,并确定特定频率下各个材料的剩磁和矫顽力

二. 实验预习

1. 剩磁、矫顽力、基本磁化曲线、动态磁滞回线的定义。

- ① 剩磁: 对一个磁场中的材料撤消外磁场后,其表现的磁感应强度
- ② 矫顽力: 使磁化的铁磁质失去磁生而必须加的外磁场强度
- ③ 基本磁化曲线: 由一系列稳定的磁滞回线的顶点连成的曲线
- ④ 动态磁滞回线: 铁磁质在交变磁场磁化下所得的 $B-H$ 关系曲线

2. 示波器测量的 X 轴信号 U_x 是谁的电压? 和磁场强度 H 是什么关系(写出公式)? 示波器

测量的 Y 轴信号 U_y 是谁的电压? 和磁感应强度 B 是什么关系(写出公式)?

1. U_x 是 R_1 的电压 $H = \frac{N}{L R_1} U_x$

2. U_y 是电容 C 两端电压 $B = \frac{R_2 C}{N_2 S} U_C$

三. 实验现象及数据记录

样品 1: 饱和磁滞回线

频率	R_1	R_2	C		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50 Hz	10.0 Ω	46 $k\Omega$	36 μF	U_X^{mV}	723	556	343	143	-30.7	-97.3	-157	-257	-344	-524
				U_Y^{mV}	37.0	35.4	31.8	23.8	9.00	1.00	-6.20	-16.2	-23.4	-31.8
					11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
				U_X	-751	-471	-277	-57.3	103	169	276	383	516	649
				U_Y	-36.2	-33.4	-29.0	-15.4	2.20	10.2	20.2	27.0	32.6	35.4

样品 1: 基本磁化曲线

频率	R_1	R_2	C		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50 Hz	10.0 Ω	46 $k\Omega$	36 μF	U_X	751	529	396	289	223	203	143	116	76.0	16.0
				U_Y	37.0	33.0	28.2	21.4	17.0	14.6	11.0	7.80	5.40	2.20

样品 2: 饱和磁滞回线

频率	R_1	R_2	C		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50 Hz	5.0 Ω	87 $k\Omega$	7.6 μF	U_X	1.78 \checkmark	1.24 \checkmark	727 mV	227 mV	-73.3 mV	-273 mV	-373 mV	-573 mV	-940 mV	-1.79 \checkmark
				U_Y	32.6	31.0	28.2	24.2	19.0	10.2	600 μV	-13.0	-23.0	-31.4
					11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
				U_X	-1.17 \checkmark	-740 mV	-340 mV	-6.67 mV	210 mV	460 mV	610 mV	943 mV	1.29 \checkmark	1.54 \checkmark
				U_Y	-29.4	-27.0	-24.2	-18.6	-9.8	10.2	18.2	25.0	29.4	31.0

样品 2: 基本磁化曲线

频率	R_1	R_2	C		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50 Hz	5.0 Ω	87 $k\Omega$	7.6 μF	U_X	1.78 \checkmark	1.43 \checkmark	1.19 \checkmark	927 mV	793 mV	577 mV	443 mV	393 mV	277 mV	193 mV
				U_Y	32.6 mV	30.6 mV	29.0 mV	26.6 mV	25.0 mV	22.6 mV	19.0 mV	17.0 mV	13.4 mV	8.20 mV

教师

姓名

签字



四. 数据处理及作图

先根据公式 $H = \frac{N_1}{LR_1} U_X$ 和 $B = \frac{R_2 C}{N_2 S} U_C$ 计算 H 和 B

其中: $N_1=N_2=150$ 样品 1: $L=0.130\text{m}$ $S=1.24 \times 10^{-4}\text{m}^2$, 样品 2: $L=0.075\text{m}$ $S=1.20 \times 10^{-4}\text{m}^2$

计算方式:

```
for i in range(0, len(mark)):
    B.append(round(R2 * C * Uc[i] / (150 * S), 2))
    H.append(round(150 * Ux[i] / (L * R1), 2)) # 保留两位小数
```

保存在列表 B 和 H 中, 进行画图

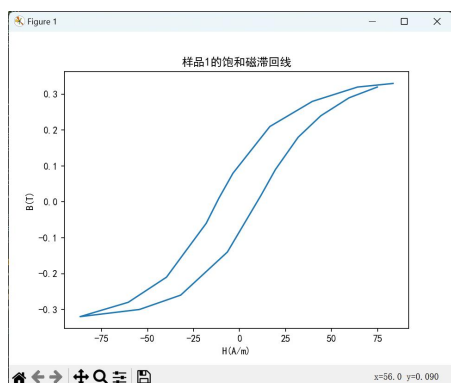
一、样品 1 的饱和磁滞回线

结果:

B[0.33, 0.32, 0.28, 0.21, 0.08, 0.01, -0.06, -0.14, -0.21, -0.28, -0.32, -0.3, -0.26, -0.14, 0.02, 0.09, 0.18, 0.24, 0.29, 0.32]

H[83.42, 64.15, 39.58, 16.5, -3.54, -11.23, -18.12, -29.65, -39.69, -60.46, -86.65, -54.35, -31.96, -6.61, 11.88, 19.5, 31.85, 44.19, 59.54, 74.88]

图形:



剩磁: $B_r=0.08\text{T}$ 矫顽力: $H_c=8.9\text{A/m}$

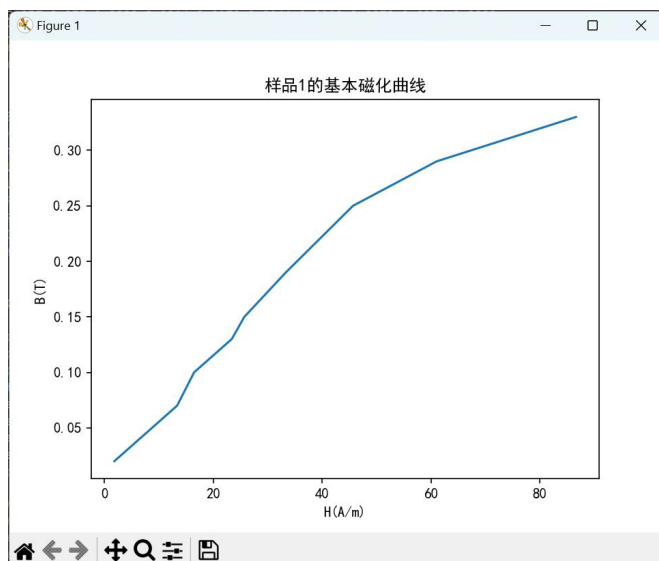
二、样品 1 的基本磁化曲线

结果:

B[0.33, 0.29, 0.25, 0.19, 0.15, 0.13, 0.1, 0.07, 0.05, 0.02]

H[86.65, 61.04, 45.69, 33.35, 25.73, 23.42, 16.5, 13.38, 8.77, 1.85]

图形:



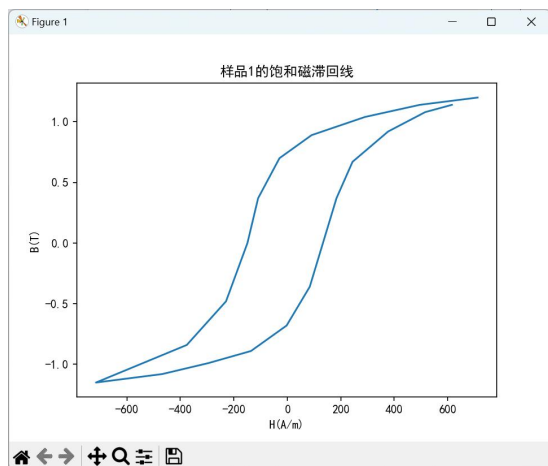
三、样品 2 的饱和磁滞回线

结果:

B[1.2, 1.14, 1.04, 0.89, 0.7, 0.37, 0.0, -0.48, -0.84, -1.15, -1.08, -0.99, -0.89, -0.68, -0.36, 0.37, 0.67, 0.92, 1.08, 1.14]

H[712.0, 496.0, 290.8, 90.8, -29.32, -109.2, -149.2, -229.2, -376.0, -716.0, -468.0, -296.0, -136.0, -2.67, 84.0, 184.0, 244.0, 377.2, 516.0, 616.0]

图形:

剩磁: $B_r=0.7413\text{T}$ 矫顽力: $H_c=152.6\text{A/m}$

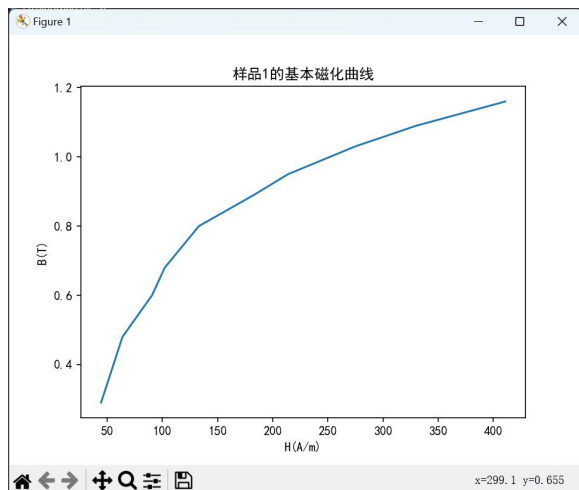
四、样品 2 的基本磁化曲线

结果:

B[1.16, 1.09, 1.03, 0.95, 0.89, 0.8, 0.68, 0.6, 0.48, 0.29]

H[410.77, 330.0, 274.62, 213.92, 183.0, 133.15, 102.23, 90.69, 63.92, 44.54]

图形:



五. 实验结论及现象分析

根据实验现象可知, 随着电压的增大, H 与 B 均增大, 但 H 先于 B 变化, 当电压增大到一定值时 B 饱和

样品一: 剩磁: $B_r=0.08\text{T}$ 矫顽力: $H_c=8.9\text{A/m}$ 样品二: 剩磁: $B_r=0.7413\text{T}$ 矫顽力: $H_c=152.6\text{A/m}$

六. 讨论问题

1. 某两种材料的磁滞回线，一个很宽一个很窄，它们各属于哪类磁性材料？分别可以应用于什么场合？

2. 一钢制部件不慎被磁化，请设计一种退磁方案。

答：

1、磁滞回线较宽的是硬磁材料，其剩磁和矫顽力大，适合做永磁体；

磁滞回线很窄的是软磁材料，其剩磁和矫顽力小，易于磁化，也易于退磁，适合制作变压器、电动机和发电机的铁芯。

2. 可将其置于线圈中，首先在线圈中通以足够大电流，使磁铁达到饱和状态。然后，边来回改变电流方向边减小电流大小，直至电流减为 0。