

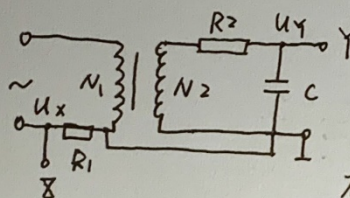
实验(八) 用示波器观测磁滞回线

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

二. 实验原理

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材料的剩磁和矫顽力。



用如图电路显示 B-H 曲线。

N_1 、 N_2 分别绕在被研究样品的两侧, 表示线圈匝数。当 N_1 中通过电流 i_1 时, 样品中产生磁场, 且由安培环路定理可知大小为

$$H = \frac{N_1 i_1}{L} \quad \text{其中 } L \text{ 为样品中平均磁路长度。}$$

示波器 X 轴输入电压为 $U_x = R_1 i_1 = \frac{L R_1 H}{N_1}$

为测量磁感强度 B , 在次级线圈 N_2 上串联电阻 R_2 和电容 C 构成回路。取电容 C 两端电压 U_c 由示波器 Y 轴输入。 R_2 、 C 串联电路的时间常数远大于所加交流电的周期时, 可认为 $N_2 S \frac{dB}{dt} = R_2 I_2$, 其中 S 为环形铁芯截面积, 而又有: $U_c = Q/C$, $I_2 = \frac{dQ}{dt}$, 故有:

$$U_y = \frac{S N_2}{C R_2} B.$$

三、数据处理

1. 计算 B 和 H 的值，绘制饱和磁滞回线和基本磁化曲线

由公式：

$$H = \frac{N_1 U_X}{LR_1}, \quad B = \frac{CR_2 U_Y}{SN_2}$$

计算得到：

样品1 100Hz饱和磁滞回线数据											
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
H(A/m)	-783	-604	-303	-94.8	0	82.4	165	356	521	756	783
B/T	-3.31	-3.15	-2.67	-1.71	-1.12	-0.374	0.267	1.76	2.51	3.26	3.2
序号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	
H(A/m)	577	427	179	68	-68	-165	-315	-453	-604	-742	
B/T	3.04	2.83	2.14	1.55	0.534	-0.427	-1.6	-2.3	-2.83	-3.15	

样品2 50Hz饱和磁滞回线数据												
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H(A/m)	-769	-633	-439	-262	-124	68	150	233	330	468	591	783
B/T	-3.26	-3.2	-2.94	-2.46	-1.92	-0.534	0.267	0.907	1.55	2.19	2.67	2.99
序号	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
H(A/m)	824	509	262	82.4	-55.6	-165	-274	-427	-562	-727	-824	
B/T	3.2	2.99	2.4	1.71	0.747	-0.32	-1.28	-2.19	-2.62	-2.99	-3.26	

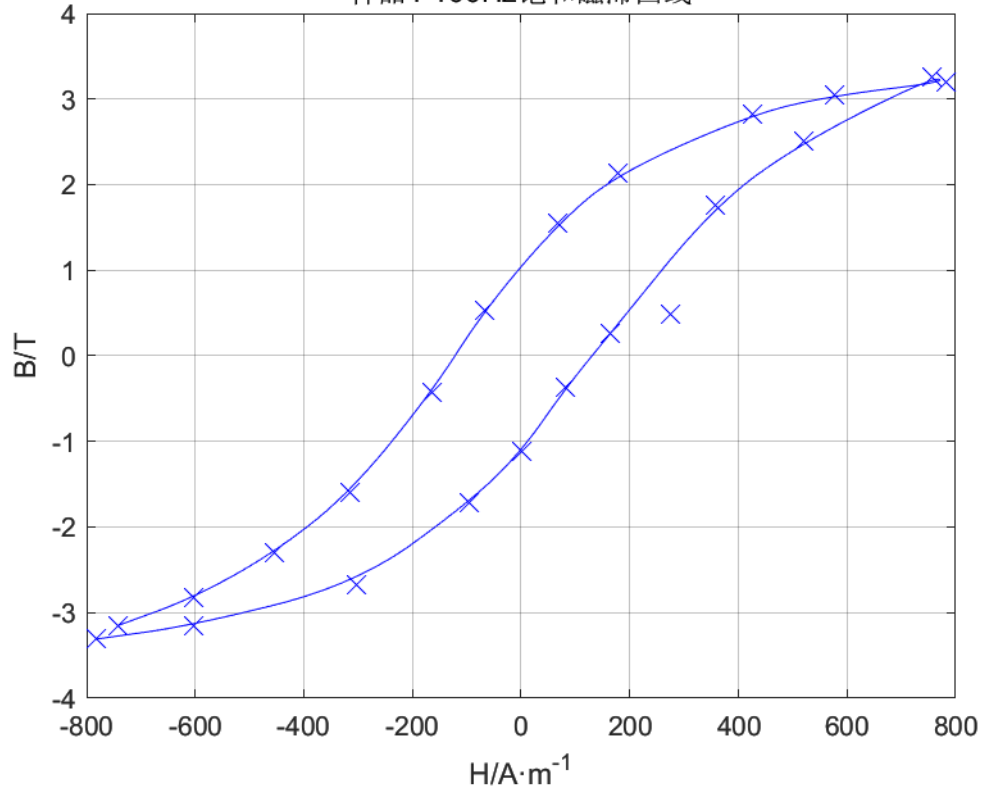
样品2 基本磁化曲线												
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
H(A/m)	0	129	168	216	273	312	361	409	457	489	537	617
B/T	0	0.449	0.699	0.999	1.25	1.55	1.75	2	2.2	2.35	2.5	2.75

样品2 50Hz饱和磁滞回线												
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
H(A/m)	2650	2050	1460	973	452	0	-765	-1390	-2050	-2460	-2710	
B/T	7.53	7.33	6.91	6.5	5.78	4.95	1.65	-3.72	-6.3	-7.22	-7.64	
序号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21		
H(A/m)	-2120	-1490	-1040	-417	-104	277	660	1040	1530	2050		
B/T	-7.43	-7.02	-6.5	-5.68	-5.16	-4.02	-2.37	1.03	4.33	6.19		

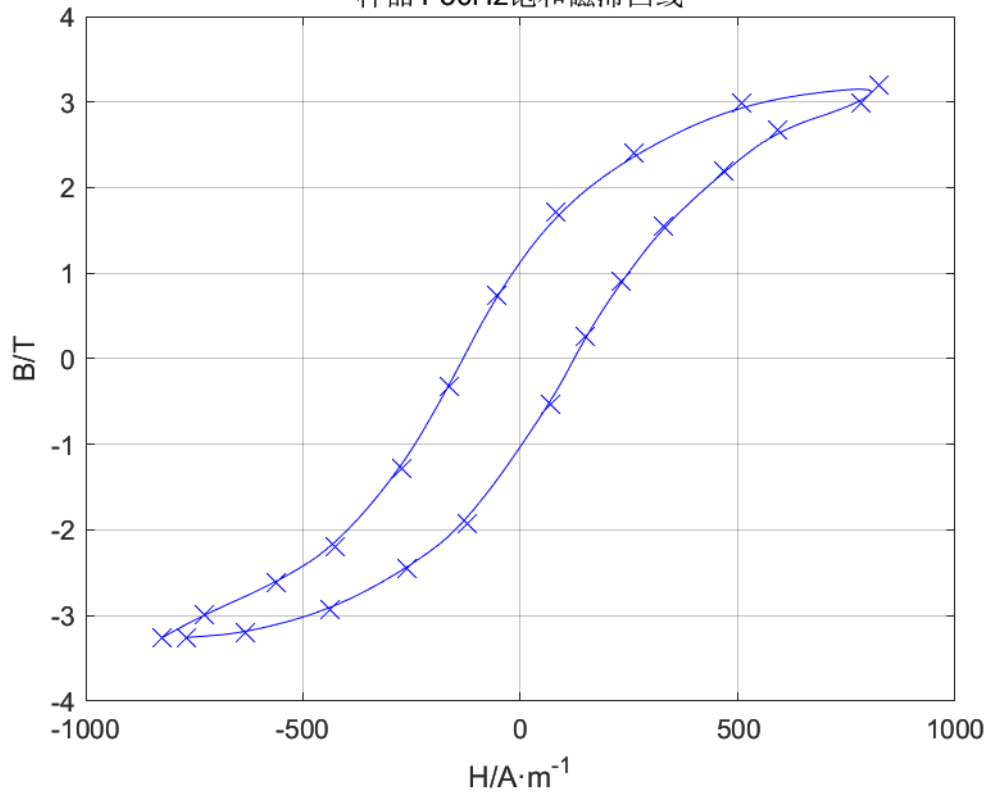
样品2 25Hz饱和磁滞回线												
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
H(A/m)	3120	2460	1810	1530	1150	902	765	244	-590	-1350	-2440	
B/T	8.05	6.81	4.13	2.37	-0.206	-2.27	-2.89	-4.95	-6.6	-7.33	-7.95	
序号	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	
H(A/m)	-3170	-2440	-1840	-1530	-1290	-1040	-833	-208	765	1420	2050	
B/T	-8.15	-6.71	-4.33	-2.37	-0.516	1.14	2.84	4.95	6.6	7.33	7.64	

样品2 基本磁化曲线														
序号	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
H(A/m)	0	277	452	625	765	902	1040	1180	1350	1630	1880	2460	2920	3270
B/T	0	0.31	0.619	1.24	1.75	2.48	3.2	3.72	4.44	5.16	5.99	7.12	7.74	8.15

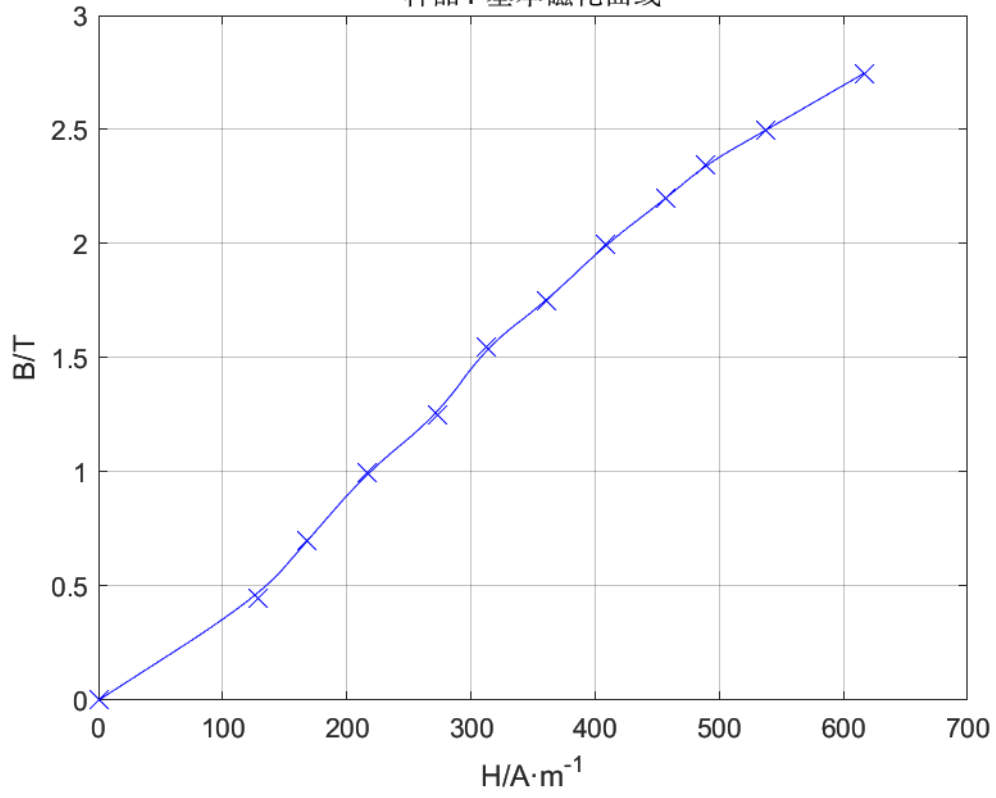
样品1 100Hz饱和磁滞回线



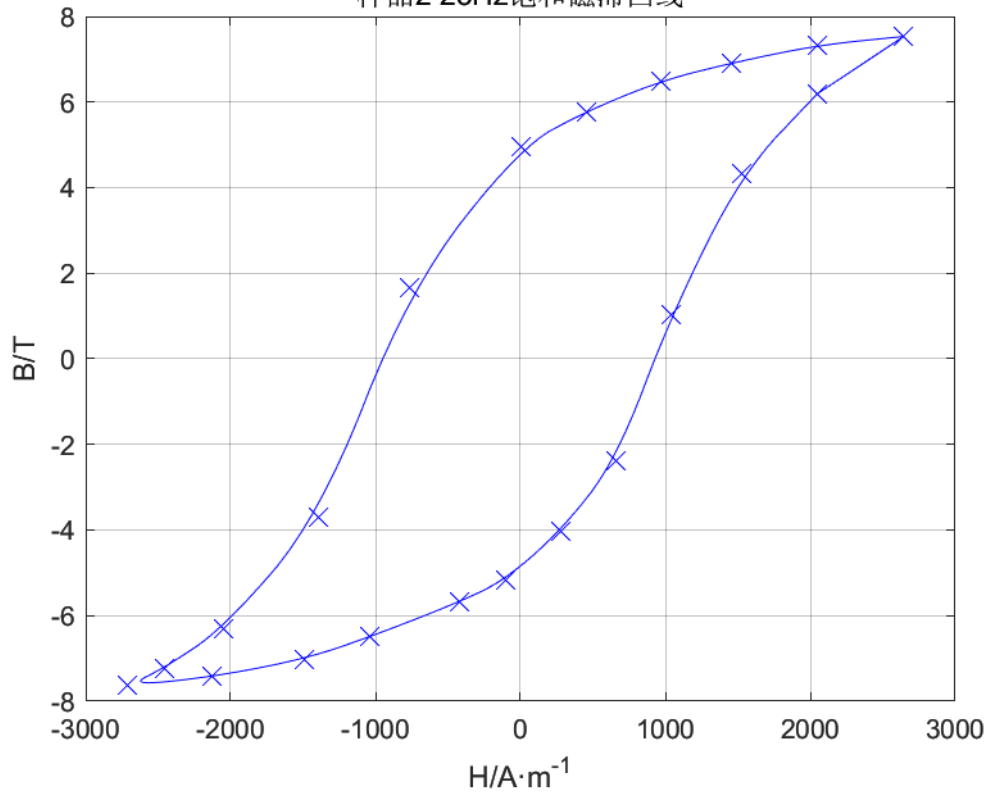
样品1 50Hz饱和磁滞回线

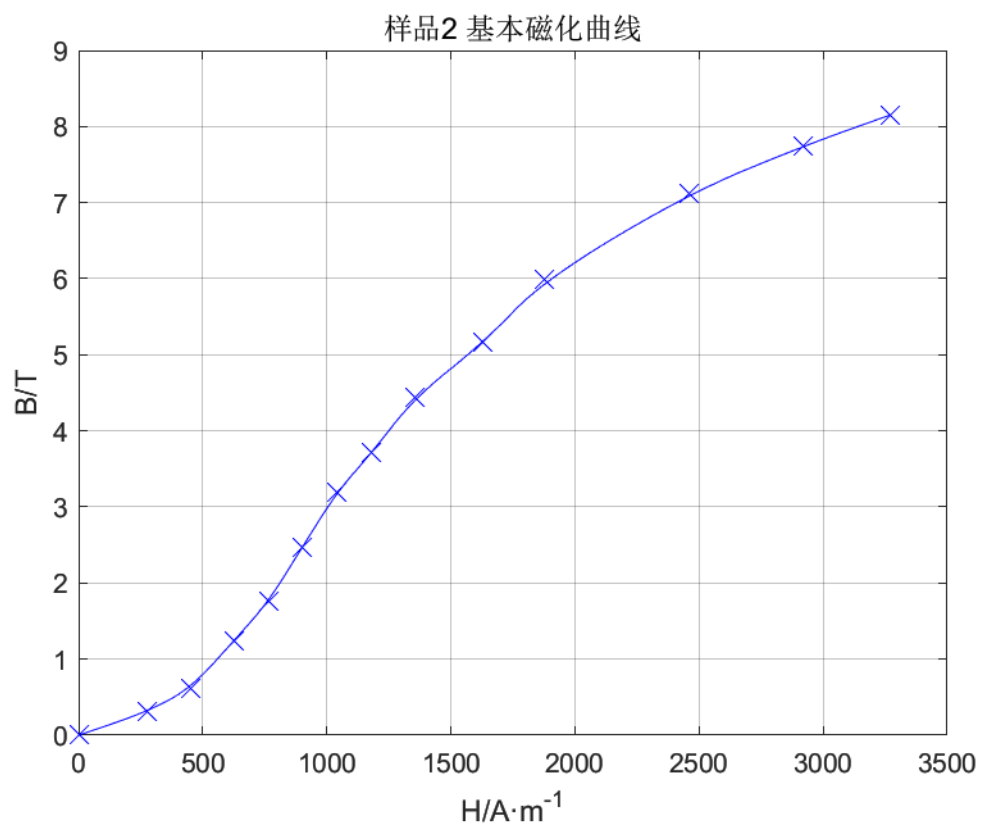
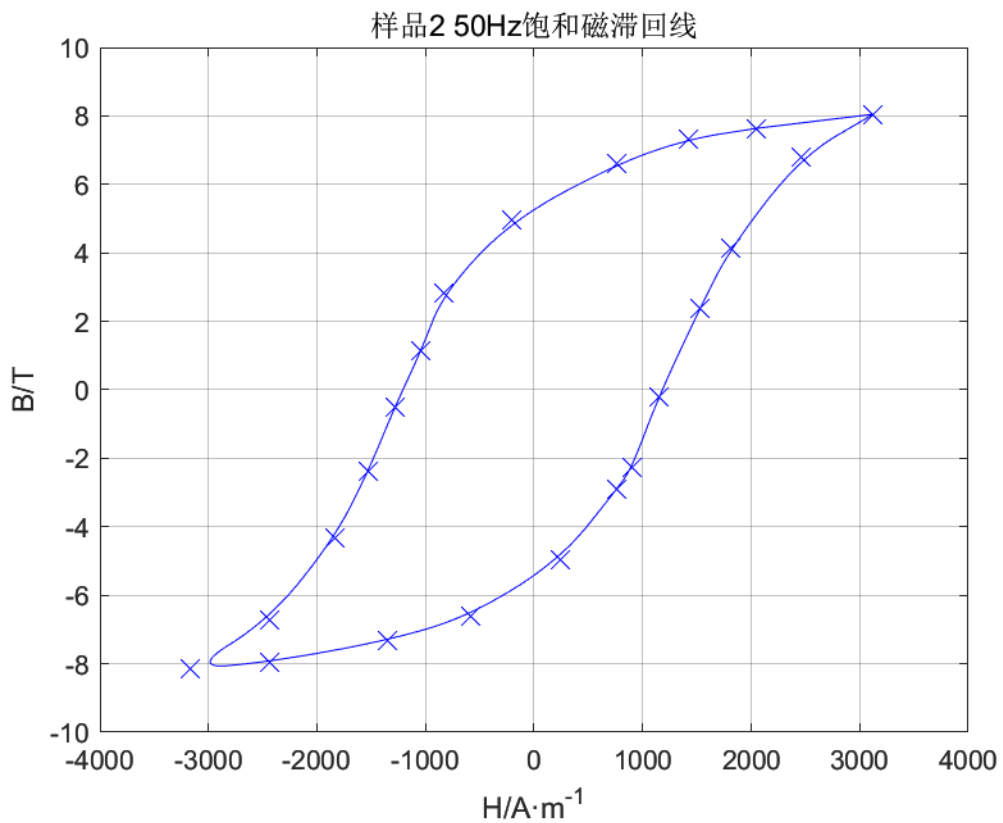


样品1 基本磁化曲线



样品2 25Hz饱和磁滞回线





2.饱和磁滞回线时剩磁和矫顽力的大小

由图像可知：

样品 1，剩磁为 1.04T，矫顽力为 122 A/m。

样品 2，剩磁为 5.26T，矫顽力为 928A/m。

四、实验结论及现象分析

样品 1, 剩磁为 1.04T, 矫顽力为 122 A/m。

样品 2, 剩磁为 5.26T, 矫顽力为 928A/m。

五、讨论问题

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

答: 磁滞回线较窄的是软磁材料, 磁滞回线较宽的是硬磁材料。软磁材料可以应用于电工设备和电子设备中, 硬磁材料可以用于制作永磁体。

2.一钢制部件不慎被磁化, 请设计一种退磁方案。

答: 外加反向磁场使外加磁场强度达到矫顽力, 即可实现退磁。

实验现象观察与原始数据记录

1. 饱和磁滞回线(样品一)

频率 R_1 R_2 C

U_x $-3.8V$ $-2.93V$ $-1.47V$ $-467mV$ 0 $400mV$ $800mV$ $1.33V$ $1.73V$ $2.53V$
 U_y $101V$ 847 747 673 607 547 453 347
 $50Hz$ 5.6Ω $34k\Omega$ $7.3\mu F$ U_x $-248mV$ -236 -200 -128 -84.0 -28.0 20.0 36.0 132 188
 U_y $516mV$ 504 460 416 364 264 144 56.0
 U_x $3.67V$ $3.8V$ $2.8V$ $2.07V$ $867mV$ $333mV$ -333 -800 $-1.53V$ $-2.2V$ -2.93 -3.6
 U_y 244 240 228 212 160 116 40 -32 -120 -172 -212 -236
 $100Hz$ 5.6Ω $34k\Omega$ $7.3\mu F$ U_x $-3.73V$ $-3.07V$ $-2.13V$ $-1.27V$ $-600mV$ $-133mV$
 U_y $-244mV$ $-240mV$ $-220mV$ $-184mV$ $-144mV$ $-100mV$

U_x $333mV$ $733mV$ $1.13V$ $1.60V$ $2.27V$ $2.87V$ $3.80V$ $4.00V$ $2.47V$ $1.27V$
 U_y $-40.0mV$ $20.0mV$ $68.0mV$ $116mV$ $164mV$ $200mV$ $224mV$ $240mV$ $224mV$ $180mV$
 U_x $400mV$ $-267mV$ $-800mV$ $-1.33V$ $-2.07V$ $-2.73V$ $-3.53V$ $-4.00V$
 U_y $128mV$ $56.0mV$ $-24.0mV$ $-96.0mV$ $-164mV$ $-196mV$ $-224mV$ $-244mV$

2. 基本磁化曲线(样品一)

$R_1=9.6\Omega$ $R_2=54k\Omega$ $C=4.3\mu F$

U_x $0V$ $1.07V$ $1.40V$ $1.80V$ $2.27V$ $2.60V$ $3.0V$ $3.40V$ $3.8V$ $4.07V$ $4.47V$ 5.13
 U_y $0V$ $36.0mV$ $56.0mV$ $80.0mV$ $100mV$ $124mV$ $140mV$ $160mV$ $176mV$ $188mV$ $200mV$ $220mV$

3. 饱和磁滞回线(样品二)

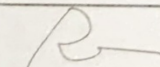
频率: $75Hz$ $R_1=9.6\Omega$ $R_2=54k\Omega$ $C=4.3\mu F$

U_x $12.7V$ $9.83V$ $7.00V$ $4.67V$ $2.17V$ $0.00V$ $-3.67V$ $-6.67V$ $-9.83V$ $-11.8V$ $-13.0V$
 U_y $584mV$ $568mV$ $536mV$ $534mV$ $448mV$ $384mV$ $128mV$ $-288mV$ $-488mV$ $-560mV$ $-592mV$
 U_x $-10.2V$ $-7.17V$ $-5.0V$ $-2.00V$ $-500mV$ $1.33V$ $3.17V$ $5.00V$ $7.33V$ $9.83V$
 U_y $-576mV$ $-544mV$ $-504mV$ $-440mV$ $-400mV$ $-312mV$ $-184mV$ $80.0mV$ $336mV$ $480mV$

频率 $50Hz$ $R_1=9.6\Omega$ $R_2=54k\Omega$ $C=4.3\mu F$

U_x $15.0V$ $11.8V$ $8.67V$ $5.50V$ $3.67V$ $1.17V$ $-2.83V$ $-6.50V$ $-11.7V$ $-15.2V$ $7.33V$ $4.33V$
 U_y $624mV$ $528mV$ $320mV$ $-16.0mV$ $-224mV$ $-384mV$ $-512mV$ $-568mV$ $-616mV$ $-632mV$ $184mV$ $-176mV$

学生	姓名	学号	日期
签字			

教师	姓名
签字	

U_x $-11.7V$ $-8.83V$ $-7.33V$ $-6.17V$ $-5.00V$ $-4.00V$ $-1.00V$ $3.67V$ $9.83V$ $6.83V$
 U_y $-520mV$ $-336mV$ $-184mV$ $-40.0mV$ $88.0mV$ $200mV$ $384mV$ $512mV$ $592mV$ $568mV$

4. 基本磁化曲线(样品二) $R_1=9.6\Omega$ $R_2=54k\Omega$ $C=4.3\mu F$

U_x 0 $1.33V$ $2.17V$ $3.00V$ $3.67V$ $4.33V$ $5.00V$ $5.67V$ $6.50V$ $7.83V$ $9.00V$ $11.8V$ $14.0V$ $15.7V$
 U_y 0 $24.0mV$ $48.0mV$ $96.0mV$ $136mV$ $192mV$ $248mV$ $288mV$ $344mV$ $400mV$ $464mV$ $552mV$ $600mV$ $632mV$