

磁性材料基本磁化曲线的测量

一、实验目的

1. 通过实验了解铁磁材料基本磁化曲线测试的原理，熟悉磁锻、去磁的过程，以及用数字磁通计测量磁通的方法，掌握用冲击法测量铁磁材料基本磁化曲线的方法；
- 2、通过实验熟练掌握数字磁通计的使用方法。

二、磁性材料的静态磁特性的测量原理

1. 原理

磁性材料静态磁特性的测试，主要包括基本磁化曲线和磁滞回线及有关磁参量的测试。静态磁特性测量的基本原理是根据电磁感应原理，当磁化回路中的磁化电流改变时，试样中的磁通量随之改变，在测量线圈两端产生感应电动势，根据冲击检流计偏转和磁化电流确定试样的直流磁性参数。

磁轭由高导磁材料制成，其截面积大于试样截面积 50 倍。磁轭与试样间的气隙极小，因此磁轭与试样构成的磁路中，可近似地认为磁势全部降落在试样上。根据磁路中的安培环路定律。试样中的磁场强度 H 为

$$H = \frac{W_1 I}{L} \quad (1)$$

式中 L 为试样的有效长度。

根据电磁感应定理可知，当磁化电流增加 ΔI 时，试样中的磁通量增加 $\Delta \Phi$ ，则测试线圈 W_2 中的磁通链增加 $\Delta \phi$ ，即 $\Delta \phi = W_2 \Delta \Phi$ 。 $\Delta \phi$ 将使数字磁通计产生偏转，其最大偏转值 $\Delta \phi$ 。因此磁感应强度 B 的增量为：

$$\Delta B = \frac{\Delta \phi}{S} = \frac{\Delta \phi}{W_2 S} \quad (2)$$

式中 S 为试样的截面积。

常用的测量装置见图 1 所示，图中：

T~220——去磁用交流调压器 220/0~250V，500VA；

A——监视去磁电流用的交流安培表，选用量程 1A；

E——直流稳压电源；

R_2 ——多档可选电阻；

a.——磁轭。截面积为 4900 mm^2 ；

b.——试样。截面积 $S=100 \text{ mm}^2$ ，试样的有效长度 $L=230 \text{ mm}$ ；

W_1 ——试样的磁化绕组。2000 匝（由红色接线柱引出）；

W_2 ——磁测试线圈。30 匝（由黑色接线柱引出）；

mA——直流毫安表；

Φ ——数字磁通计，选用量程 10mWb；

K_1 、 K_2 、 K_3 ——双刀双向开关；

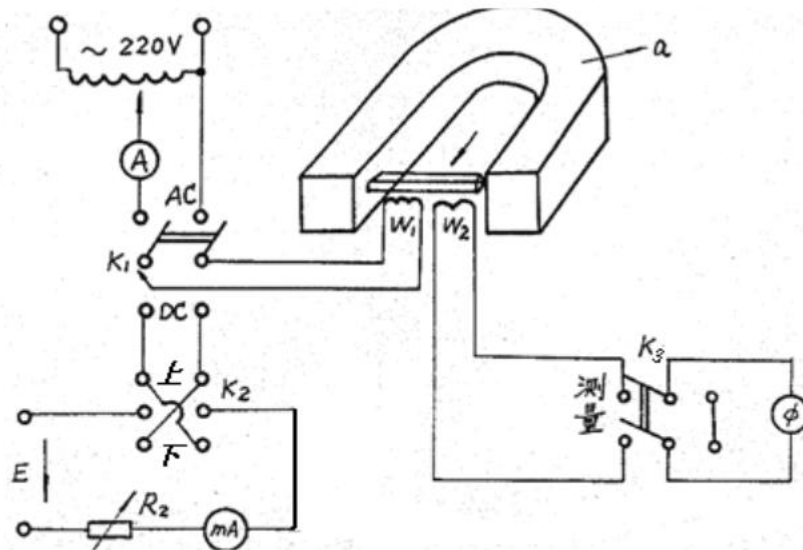


图 1 冲击法测量铁磁材料基本磁化曲线的原理图

2. 实验装置使用介绍

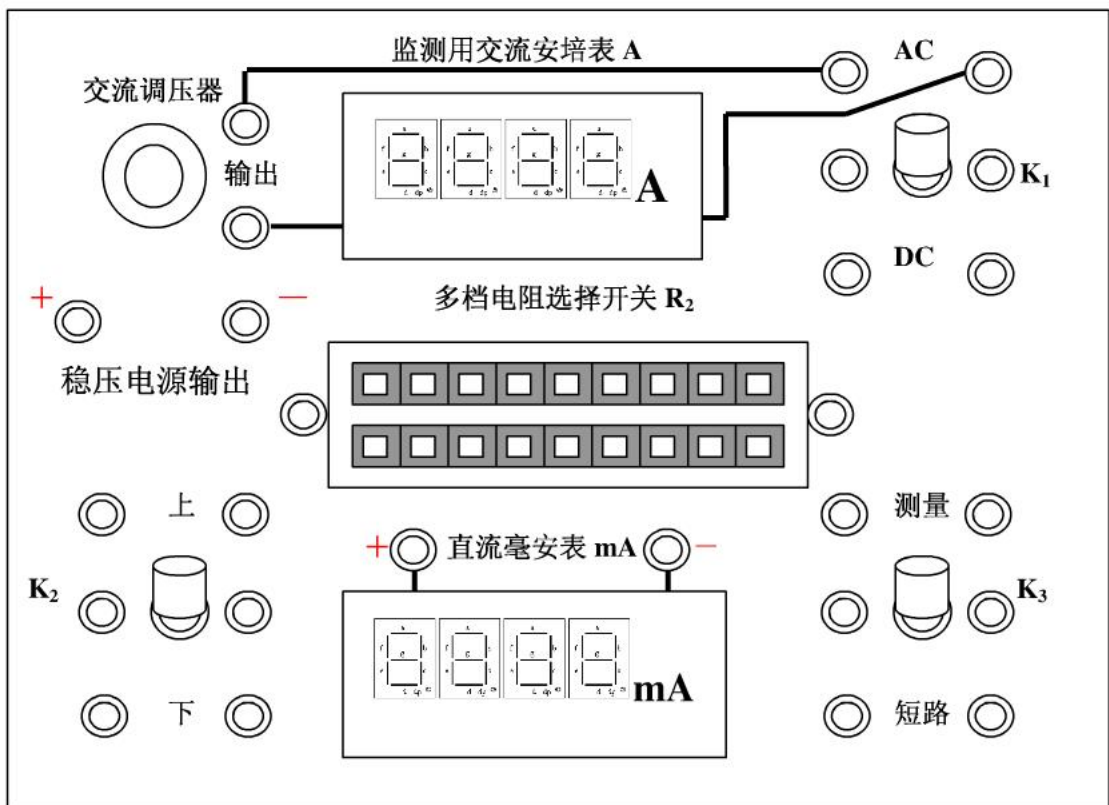


图 2 实验装置的面板图

在实验装置图 2 中，交流回路已经接线完毕，无需用户接线。只需将直流励磁回路按图 1 接线即可。其中稳压电源输出控制在 10V 以内；滑线变阻器 R_2 换用多档电阻选择开关来代替，分为 18 档，“ON”为电阻接通、“OFF”为电阻短路（1 档电阻最小——电流最大，18 档电阻最大——电流最小，每次调节磁化电流时，只能有 1 个档位的电阻置于 ON 上）。

三、实验内容与步骤

1. 基本磁化曲线的测量

- (1) 按图 1 电路在实验装置上接线。注意：交流回路已在装置内部接好，无需用户接线；
- (2) 退磁；

K_1 合向 AC，将交流调压器从 0 增大调节使监测用交流安培表回路中的去磁电流不超过 1A，再缓慢调节输出至 0V，以此对试样进行退磁；
- (3) 调节磁化电流 I_m ：

K_3 合向短路， K_1 合向 DC， K_2 合向任一方。选择多档电阻选择开关 R_2 的档位 1 在 ON 上，其它档位 2~18 均置于 OFF 上，调节磁化电流 I_m 为某一确定的值（磁化电流范围从 250mA~10mA）。
- (4) 磁锻：

K_1 合向 DC。把 K_2 反复合向“上”和“下”（ $+H_m \rightarrow 0 \rightarrow -H_m \rightarrow 0 \rightarrow +H_m$ ），使试样磁锻循环在 10 次以上，最后 K_2 合在“上”（对应图 3 所示磁滞回线上 a 点）或“下”（对应图 3 磁滞回线所示上 a1 点）上。
- (5) K_3 合向测量，把 K_2 由“上”（或“下”）断开（ $H_m \rightarrow 0, a \rightarrow b$ ），同时读出数字磁通计的读数值 $\Delta\phi_1$ ，此时 $\Delta\phi_1$ 与 $\Delta B_1 = B_m - B_r$ 成正比；
- (6) 数字磁通计复位清零稳定后，把 K_2 从断开位置合向“下”（或“上”）（ $0 \rightarrow -H_m, b \rightarrow a1$ ），同时读出数字磁通计的读数值 $\Delta\phi_2$ ，此时 $\Delta\phi_2$ 与 $\Delta B_2 = B_m + B_r$ 成正比；
- (7) 根据上述现象和测量结果；利用式（1）、（2）

求出 B_m 和 H_m 以及 μ 的数值；
- (8) 分别选择多档电阻选择按钮 R_2 的不同档位 2~18，调节磁化电流 I_m 重复步骤（1）~（7），测出另一组 B_m 、 H_m 和 μ 值。要求 I_m 最小值测量到 10mA，共测量 18 组值，将结果分别填入表 1，并绘出基本磁化曲线（ $B_m \sim H_m$ 曲线）。

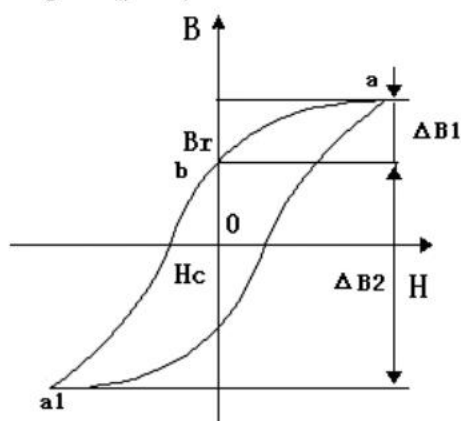


图 3 磁滞回线

表 1 基本磁化曲线的测试数据

I_m (mA)									
$\Delta\phi_1$ (mWb)									
$\Delta\phi_2$ (mWb)									
I_m (A)									
$\Delta\phi_1$ (mWb)									
$\Delta\phi_2$ (mWb)									

四、报告要求

1. 简述磁材料静态磁特性的测试原理；
2. 填写实验数据表格，根据测试基本磁化曲线的数据，画出给定铁磁材料基本磁化曲线、

磁导率曲线，并求出相应最大磁导率 μ ；

3. 回答思考题。

五、思考题

1. 在实验过程中，若实验步骤操作出错，应重新哪些操作？
2. 如何较为准确地找出最大磁导率 μ_m 的值？
3. 根据电路中各参数和实验要求，如何确定出应取的十八个电阻值，使测试点在基本磁化曲线上的均匀分布？

六、注意事项

1. 实验前，应根据铁磁材料的磁性质，将实验步骤中各开关前后动作的次序从道理上弄清楚，并熟练掌握；
2. 电阻 R_2 是测量过程中调节磁化电流的电阻。实验时，为了确定最大磁化电流为 250mA，应现将电阻 R_2 置于 1 档的 ON 上，调节稳压电源的输出电压，再改变电阻 R_2 的各个档位进行测量。

七、实验设备

- | | | | | |
|-------------|-------|-----|-------------|-----------|
| 1、磁轭及铁磁材料试样 | 自制 | 1 套 | $W1=2000$ 匝 | $W2=30$ 匝 |
| 2、实验装置 | 自制 | | 1 套 | |
| 3、数字磁通计 | HT700 | | 1 台 | |

附录：HT700 型数字磁通计的操作方法

1. 打开电源，LED 显示器点亮，预热 5 分钟；
2. 按下测量按键，按下所需量程（若不能预先得知测量范围，则应从高量程档开始测量）；
3. 漂移调节：按下测量键后，LED 显示器会出现数字，并从正向（或负向）方向一直增加（这是积分器漂移也被累加的缘故）。先将输入端短路，用调零电位器对漂移进行调节，如数值变化慢则表示调节方向正确，否则需反向调节，直至数值变化相当慢（甚至不变），直至显示为零。
4. 测量：
 - A. 积分信息测量，按“复位”开关，输入一次电压脉冲信号，看清该脉冲信号被积分后的电压读数，随即按复位键；
 - B. 峰值保持测量，按下“保持”键，按一下复位快关后，输入一组需保持最大值的电压脉冲信号，该积分后的电压最大值读数即被保持，如需去掉原来读数，则按“复位”开关，显示即为零。
 - C. 在测量过程中进行漂移调节是必须的。
5. 读数方法：

满磁通量程时显示为 1000，如显示不到 1000 说明没有满量程。例如：量程为 10^{-2}Wb ，而显示 900，则磁通量 $\Psi=0.9 \times 10^{-2}\text{Wb}=900 \times 10^{-2}\text{Wb}$ 。

电气量的测量

一、 实验目的：

1. 学习交流电压、电流和功率的测量方法；
2. 了解电压变送器、电流变送器的工作原理和使用方法；
3. 对实验装置组成的测试系统进行电压和电流的标定；
4. 对给定的负载电压和电流进行满量程校验，对给定的三个负载的有功功率进行测量。

二、 实验原理：

1. 交流电压参数的测量

1.1 交流电压的主要参数

- 1) 瞬时值： $u(t) = f(t) = f(t+T_0)$ T_0 为交流电的周期；
- 2) 幅值： $u(t)$ 在一个周期内 T 达到正的最大值称为幅值。
- 3) 平均值：

$$U_{\text{平均}} = \frac{1}{T} \int_0^T u(t) dt \quad (1)$$

当有直流分量时，对纯正弦交流电压，平均值就等于该直流分量。当无直流分量时，平均值为零。在实用中是对 $u(t)$ 的绝对值 $|u(t)|$ 进行平均。所以：

$$U_{\text{平均}} = \frac{1}{T} \int_0^T |u(t)| dt$$

- 4) 有效值：交变电压 $u(t)$ 的均方根称为有效值（又称真有效值）。

1.2 交流电压参数的测量方法

交流电压参数的测量一般分传统的仪表测量和计算机测量两种方法。

采用传统的交流电压表测量，一般显示值为被测电压的有效值。根据仪表的工作特性，一般分为平均响应型和有效值响应型两种。

- 平均响应型仪表是把被测电压经平均值转换电路变成与 $u(t)$ 的平均值成正比的直流电压，然后乘上特定的波形系数变换成被测电压的有效值。此类仪表显然只适用于特定的波形（一般为正弦波）的有效值测量。而对非正弦波，会因波形系数的变化而引起误差。
- 有效值响应型电压表是利用热电变换或有效值检波电路，将 $U(t)$ 变换成与其有效值成正比的直流电压，然后计算显示。此类仪表不仅适用于测量正弦波，而且也适用于测量非正弦波。通常讲的真有效值电压表就是指此类仪表。

在交流电压测量中，交流电压的频率 f 对仪表误差的影响很大。保证仪表基本误差的频率范围称之为仪表的工作频带。

采用计算机测量交流电压参数，由于能够采集显示被测信号的完整波形，能同时测量各种参数，且准确度较高。这是传统仪表无法比拟的。

1.3 计算机测量交流电压参数的原理

1) 频率的测量

频率的测量是通过计算信号的过零点来实现的。将采集到的被测信号去掉直流分量，然后寻找其过零点，则得到信号频率为：

$$f = \frac{1}{pot_0 * \Delta t}$$

式中：pot_0 为一个周期的采样点数， Δt 为采样周期。

2) 有效值测量

根据有效值的定义式：

$$U_{rms} = \sqrt{\frac{1}{T} \int_0^T u^2(t) dt}$$

可得有效值的离散计算式：

$$U_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \left(\sum_{i=0}^{N-1} U_i^2 \right)}$$

式中，N 为信号在一个整周期内的采样点数。

3) 平均值测量

根据式 (1) 式，可得平均值的离散计算公式：

$$U_{arv} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=0}^{N-1} |U_i|}$$

式中，N 为信号在一个整周期内的采样点数。

此外通过相应程序的编制，极易实现信号峰值、交流分量的有效值、直流分量等参数的测量。

2. 功率的测量

2.1 变送器原理概述

变送器原理框图如图 1 所示。变送器的输入信号可以是电量的(如电压、电流)，也可以是非电量的(如压力、温度)。其内部主要包含传感器、前置放大器及输出电路三部分。传感器将待测的非电量信号转换为电信号，经前置放大器放大后，通过输出电路转换成 1~5V 标准电压或 4~20mA 标准电流信号。

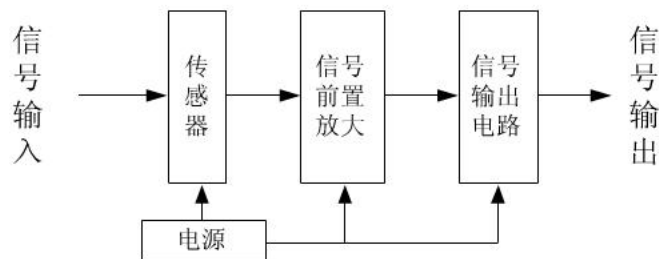


图 1 变送器原理框图

2.2 功率的测量

负载功率与电压、电流的关系式为：

$$P = UI \cos \varphi$$

其中： U 、 I 分别为交流电压、电流的有效值， P 为有功功率， φ 为电压和电流的相位差。当负载为纯阻性时， $\cos \varphi = 1$ 。

可知，电流和电压的有效值离散计算式分别为：

$$I_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} i_k^2} \quad U_{rms} = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} u_k^2}$$

其中： N 为电压/电流信号在一个周期内的采样点数， i_k 、 u_k 分别为采集到的电压、电流信号在第 k 个时刻的采样值。

则负载功率的离散计算式为：

$$P = \frac{1}{N} \sum_{k=0}^{N-1} U_k I_k$$

其中： P 为有功功率， N 信号在整周期内的采样点数。 U_k 、 I_k 分别为整周期内交流电压、电流的采样值。

3. 相位的测量

3.1 过零法测量原理

过零法即通过判断两同频率信号过零点时刻，计算其时间差，然后转换为相应相位差。这一过程可用图 2 表示。

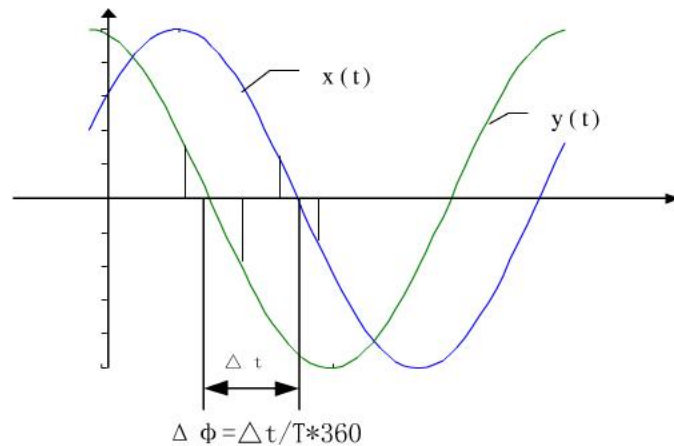


图 2 过零法计算相位差的示意图

其中： Δt 为过零点时差； T 为信号周期

在软件实现时，信号被采样离散化而用一组数表示， Δt 即与数组元素的序号之差有关。假设信号 1 过零点对应数组第 i 个元素，信号 2 的过零点对应其数组第 j 个元素，则有

$$\Delta \phi = (j-i) * t / T$$

其中： t 为采样周期。

实际上，在程序的算法实现中，过零点的判断本身就存在误差，因为实际信号采集几乎无法准确采集到零点时刻，我们是通过信号前一时刻和后一时刻的值的变化来判断过零点的，通常依据两值乘积为小于等于零来判断，因此过零法本身就有一定的误差。

3.2 FFT 频谱分析法原理

FFT 法求相位差，即对信号进行频谱分析，获得信号的相频特性，两信号的相差即主频率处相位的差值，所以这一方法是针对单一频率信号的相差测量的。

在有限区间 $(t, t+T)$ 内绝对可积的任一周期函数 $x(t)$ ，它的傅里叶级数展开式为

$$\begin{aligned} x(t) &= \sum_{n=0}^{\infty} b_n \sin n\Omega t + \sum_{n=0}^{\infty} a_n \cos n\Omega t \\ &= \frac{a_0}{2} + \sum_{n=1}^{\infty} (a_n \cos n\Omega t + b_n \sin n\Omega t) \end{aligned}$$

同时 $x(t)$ 可以表示为

$$x(t) = x_0 + \sum_{n=1}^{\infty} x_n \sin(n\Omega t + \varphi_n)$$

比较上式可得：

$$\begin{aligned} x_0 &= \frac{a_0}{2} & b_n &= x_n \cos \varphi_n & a_n &= x_n \sin \varphi_n \\ x_n &= \sqrt{a_n^2 + b_n^2} & \operatorname{tg} \varphi_n &= \frac{a_n}{b_n} & \varphi_n &= \operatorname{arctg} \frac{a_n}{b_n} \end{aligned}$$

由此可得，两信号的相位差为

$$\varphi = \varphi_{i1} - \varphi_{i2}$$

此方法基于连续信号离散化处理的离散傅利叶变换(DFT)，FFT 是 DFT 的一种快速算法。它要求所处理的数据总数为 2^n ，因而对采集的数据总数有要求，另外要求采样必须满足“采样定理”，否则发生频谱混叠。

3.3 相关法原理

设有两同频信号 $x(t)$ 和 $y(t)$ ，可表示为

$$x(t) = A \sin(\omega t + \theta) + N_x(t), \quad y(t) = B \sin(\omega t + \theta + \varphi) + N_y(t),$$

其中 $N_x(t), N_y(t)$ 为噪声信号， φ 为两信号相差。

则两信号的互相关函数为：

$$\begin{aligned} R_{xy}(\tau) &= \frac{1}{T} \int_0^T x(t)y(t+\tau)dt \\ &= \frac{1}{T} \int_0^T [A \sin(\omega t + \theta) + N_x(t)][B \sin(\omega(t+\tau) + \theta + \varphi) + N_y(t+\tau)]dt \\ &= \frac{1}{T} \int_0^T [A \sin(\omega t + \theta) + N_x(t)][B \sin(\omega t + \theta + \varphi) + N_y(t)]dt \end{aligned}$$

由于噪声与信号不相关，而且两噪声之间也不相关，因此可推得：

$$R_{xy}(0) = \frac{1}{T} \int_0^T [AB \sin(\omega t + \theta) \sin(\omega t + \theta + \varphi)] dt$$

$$R_{xy}(0) = \frac{AB}{2} \cos \varphi$$

$$\therefore \varphi = \arccos \frac{2R_{xy}(0)}{AB}$$

再由信号幅值与其自相关函数的零点之间的关系，可得：

$$A = \sqrt{2R_x(0)} \quad B = \sqrt{2R_y(0)}$$

最后可得：

$$\varphi = \arccos \frac{2R_{xy}(0)}{AB} = \frac{R_{xy}(0)}{\sqrt{R_x(0)R_y(0)}}$$

实际算法中，相关函数的离散时间表达式如下：

$$R_y[0] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} y[n]y[n] \quad R_x[0] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n]x[n] \quad R_{xy}[0] = \frac{1}{N} \sum_{n=0}^{N-1} x[n]y[n]$$

由此可见相关法的抗噪能力较强。

4. 实验电路和实验装置使用介绍

负载功率的测试硬件平台见图 3 所示。图中 V、A 分别测量负载交流电压和电流的有效值。GAA-011 交流电流变送器的额定输入为 0~2A 交流有效值，输出为 0~5V 交流有效值。GAV-01 交流电压变送器的额定输入为 0~300V 交流有效值，输出为 0~5V 交流有效值。计算机对采集到的信号分析处理后得到负载电流、电压、相位和功率值。

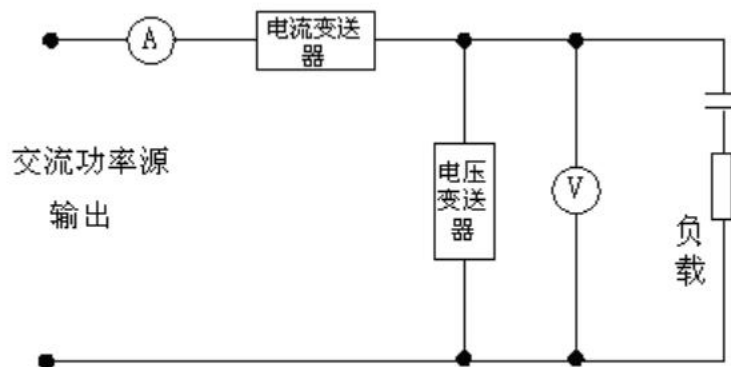


图 3 负载电流、电压、相位和功率测试硬件测试平台

图 4 所示为实验装置和内部接线图。其中所有器件在实验装置的内部已经按照图 3 接线完毕，只需用户接入交流功率源的输出即可；负载可选择纯阻（J₁与 J₂短接）或者容阻串连（J₁与 J₃或 J₄、J₅短接）；电压、电流变送器的输出通过实验装置后面的接口，分别送入 PCI-9111 型 A/D 卡的 0、1 两个通道，进行数据采集。

三、实验内容：

1. 虚拟电压、电流和功率表的设计

(1) 虚拟交流电压、电流和功率表界面设计：

利用 LabVIEW 或 CVI 软件开发虚拟电压计的操作界面，包括：数据采集、波形显示、交流电压、电流和功率各参数测量结果的显示，以及各种命令按钮如启动、关闭等；

(2) 虚拟交流电压、电流和功率表测试功能设计：

● 编写信号采集程序：

要求：编写一个用凌华 9111HG 数据采集卡进行双通道数据采集的程序（通道为 0 和 1），要求采样速率为 100KHz，采样总点数为 1024×9 点，分别显示电压和电流两路信号的

表 2 实验数据记录

四位半 电流表 (A)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
交流功率源 电流表 (A)										
采集后的 电压值 (V)										

3. 虚拟电压和电流表的校验

(1) 对给定负载时虚拟电压表的电压量程进行校验:

- 在图 4 所示实验板上对所设计的虚拟电压表进行功能校验。
- 选取电阻值为 200Ω 的纯电阻负载, 电压量程为 200V 。调整功率源输出, 使其输出 10 个 ($0\sim 200\text{V}$) 电压幅度变化的正弦信号。分别观察记录三位电压表、虚拟电压表和功率源电压的测量值, 填入表 3。比较两者测量结果。

表 3 实验数据记录

三位 电压表 (V)	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200
交流功率源 电压表 (V)										
虚拟 电压表 (V)										
修正值 (V)										

(2) 对给定负载时虚拟电流表的电流量程进行校验:

- 在图 4 所示实验板上对所设计的虚拟电流表进行功能校验。
- 选取电阻值为 200Ω 的纯电阻负载, 电流量程为 1.00A 。调整功率源输出, 使其输出 10 个 ($0\sim 1.00\text{A}$) 电流幅度变化的正弦信号。分别观察记录四位半电流表、虚拟电流表和功率源电流的测量值, 填入表 4。比较两者测量结果。

表 4 实验数据记录

四位半 电流表 (A)	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70	0.80	0.90	1.00
交流功率源 电流表 (A)										
虚拟 电流表 (A)										
修正值 (A)										

(3) 对给定三个负载时虚拟功率表进行测量:

- 在图 4 所示实验板上对所设计的虚拟功率表进行功能校验。
- 调节功率源输出, 改变负载两端电压, 同时启动虚拟功率表对负载功率进行测量, 将测试数据记录于下表 5。并计算相应的测量误差。

表 5 实验数据记录

功率源读数	虚拟功率表测量值	修正值
-------	----------	-----

电压(V) 负载	电流 (A)	理论 功率值 (W)	电流 (A)	电压 (V)	功率 (W)	电流 (A)	电压 (V)	功率 (W)
200V 200Ω/2μF								
200V 200Ω/4μF								
200V 200Ω/6μF								

四、报告要求

1. 简述虚拟电流、电压和功率表的测试原理；
2. 对所设计的各软件模块功能及主要功能实现语句进行详细解释和说明；
3. 填写实验数据表格：
 - 画出实验装置系统的电压标定曲线和电流标定曲线，确定系统误差；
 - 画出实验装置系统的电压修正折线和电流修正折线；以数字表为标准，并确定虚拟电流和电压表的准确度等级；
 - 根据负载的标称值计算给定电压的有功功率，并与虚拟功率表测量值进行比对，得出功率的绝对误差；
4. 回答思考题。

五、思考题

- 1、实验中负载两端电压和流过的电流信号采用的是哪种多通道采样方式？这种采样方式对功率的测量结果会产生怎样的影响？影响程度的大小与哪个采样参数有关？如何减小由此引起的功率测量误差？
- 2、分析虚拟功率表的测量误差因素。

六、注意事项：

1. 实验电源电压为市电 220V，接线和改变负载时必须切断电源。读取数据时不要接触带电器件，以保证安全。
2. 实验中所用的电流变送器最大输入电流限制在 1A 内。

七、仪器设备：

- | | |
|-----------------|-----|
| 1. 电气量测量实验装置 | 1 套 |
| 2. 微型计算机加 A/D 卡 | 1 台 |
| 3. 功率源 | 1 台 |

附录：本试验用到的 CVI 库函数说明

1、ACDCEstimator () 函数

- (1) 函数功能：用于计算信号的交流有效值和直流分量。

(2) 函数 ACDCEstimator 的原型定义为:

ACDCEstimator (const double Input_Array[], int Number_of_Elements, double *AC_Estimate, double *DC_Estimate);

(3) 参数物理意义:

1) 输入参数物理含义:

名称	类型	说明
Input_Array[]	double 型数组	用来存放输入需要计算的信号波形的数组
Number_of_Elements	int 型数据	用来说明 Input_Array[]中的数组点数

2) 输出参数物理含义:

名称	类型	说明
AC_Estimate	double 型数据	用来存放计算出的有效值分量。
DC_Estimate	double 型数据	用来存放计算出的直流值分量。

(4) 函数存放路径:

在 CVI 软件“Library”菜单的“Advanced analysis”→“Measurement”子库中。

2、ToPolar1D () 函数

(1) 函数功能: 用于将计算信号中的直角坐标系转换为极坐标系。

(2) 函数 ToPolar1D () 的原型定义为:

int status = ToPolar1D (double x[], double y[], int n, double mag[], double phase[]);

(3) 参数物理意义

1) 输入参数物理含义:

名称	类型	说明
x[]	double 型数组	直角坐标系中点的横坐标值
y[]	double 型数组	直角坐标系中点的纵坐标值
n	int	数组元素的个数

2) 输出参数物理含义:

名称	类型	说明
mag[]	double 型数组	幅值, 极坐标中的极值
phase[]	double 型数组	相位, 极坐标中的极角, 单位为弧度

(4) 函数存放路径:

在 CVI 软件“Library”菜单的“Advanced analysis”→“Complex Operations”→“1D Complex Operations”子库中。

3、FFT () 函数

(1) 函数功能: 用于将计算信号中的两路信号进行傅利叶变换。

(2) FFT () 函数定义

函数 FFT () 的原型定义为: int status = FFT (double x[], double y[], int n);

(3) 参数物理意义

1) 输入参数物理含义:

名称	类型	说明
x[]	double 型数组	做傅利叶变换的复数序列的实部
y[]	double 型数组	复数序列的虚部

