

介绍一下电路实验课

- 这个课主要目的是什么？
 - 验证电路理论中学习的重要内容
 - 掌握仪器的使用
 - 简单电路分析，设计，测试方法
- 电路测量的什么？
 - 电压，电流，频率，相位及相位差
 - 元件参数，电路特性。。。
- 写一个好的报告
 - 实验报告的目的是别人看了能有所收获
 - 能从报告中得到结论，而不是仅仅记录实验数据
 - 学习写实验报告的规范，写一个实验小结

实验注意事项

试验规程（安全第一）：

- 接、拆线路前，一定要断开电源（先接线后合电源、先断电源后拆线）
- 导线在实验台的抽屉中，导线长短不一、注意颜色配合（建议红+ 黑-）
- 接线完全插进去
- 身体不要碰到带电部分
- 老师未要求用的仪表，不要动
- 万一出现事故，立即切断电源，保护好自己，请老师检查

实验台的整理：

- 拆线路，放到抽屉中
- 收拾垃圾、凳子归位
- 清洁卫生（班长安排）

第一次课

电工基础综合实验台简介



第一次课

双通道直流稳压/稳流电源



长按电压电路旋钮是锁定模式！

设定电压电流值：

- 按CH1，CH1的电压显示值开始闪烁，转动“电压调节旋钮”即可调节电压设定值大小。
- 再次按CH1，电流显示位开始闪烁，转动“电流调节旋钮”即可调节电流设定值大小。
- 按“电压或电流调节旋钮”，显示位循环闪烁。
- 如果设备进入保护状态，**按压“电压调节旋钮”超过3秒，可以解锁。**
- 设定电压电流值之后，按On/Off，on灯点亮，即可输出。

恒压恒流模式：

- **恒压模式**：设定电压和电流值后，如果此时输出电流很小，则此时处于恒压模式，**输出电压为设定电压，输出电流小于设定电流，CV灯会亮。**
- **恒流模式**：设定电压和电流值后，**如果此时输出电流很大，超过设定电流**，为了限定输出功率不过载，会降低输出电压，使输出电流限定在设定值上。则此时处于恒流模式，**CC灯会亮。**

示例：**设定电压为10V，电流为0.5A**，如果输出电流为0.3A，则为10V恒压源，CV灯会亮。如果输出电流为0.6A，则为0.5A恒流源，**CC灯会亮。**

第一次课

数字万用表DMM6500



功能按键区 1

显示触控区

功能按键区 2

信号输入区

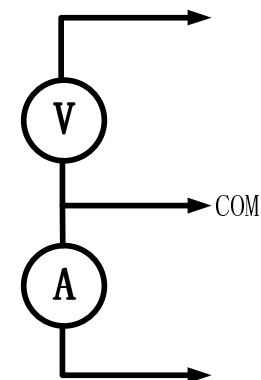
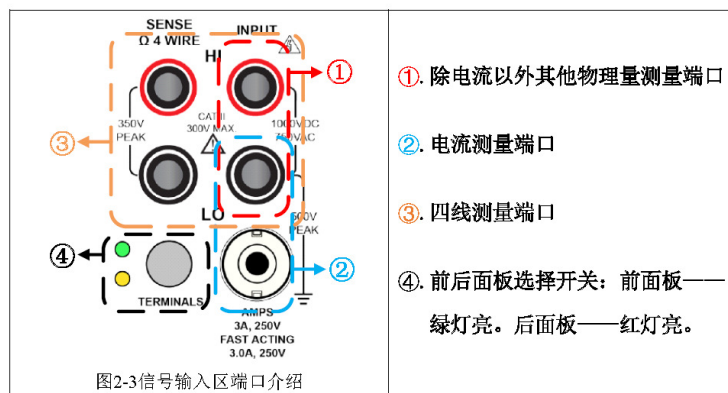
电压测量端 “+”

“电压测量端”与“电流测量端”共地端“-”。

电流测量端 “+”

电源开关

● 信号输入区（测量）



第一次课

实验一 直流电路实验

一、实验目的

- 1. 了解电工实验台的基本结构；掌握直流稳压电源以及直流电压表、电流表的正确使用方法；学会使用电流测量插头。
- 2. 加深对基尔霍夫定律的理解，验证基尔霍夫定律的正确性。
- 3. 加深对戴维南定理、叠加定理的理解，学习线性含源二端网络等效参数的测量方法。

二、仪器设备

- | | |
|-------------------------------|----|
| 1. 直流电路实验专用挂件 | 一块 |
| 2. 电阻 | 若干 |
| 3. 程控直流稳压电源UNI-T UTP8303M（双路） | 一台 |
| 4. 直流数字电流表 | 一只 |
| 5. 直流数字电压表 | 一只 |

三、实验简介

1. 实验电路如图1-1所示，只要将虚线对应的器件接上，且 S_1 拨到“D”端、 S_2 拨到“E”端，电路即可正常工作。

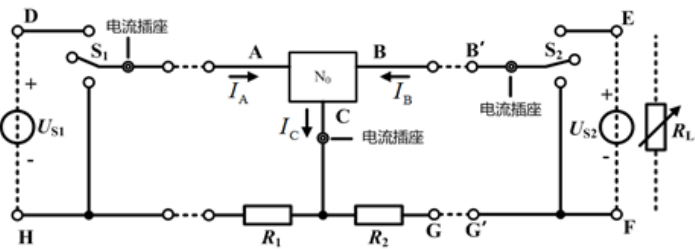


图 1-1

2. 基尔霍夫定律的验证
- 对于电路中任一节点，有 $\sum I=0$ ，推广到电路中任一假想闭合面，仍有 $\sum I=0$ ，

1、基尔霍夫定律的验证

- (1) 在实验台上找到直流实验专用挂件（见图 1-1），将 S_1 、 S_2 拨到悬空位置。
- (2) 将电源电流调节旋钮顺时针调到最大（例如 1A），调节电压调节旋钮，使输出电压为 8V，作为 U_{S1} ，接到 D、H 处；选出 20Ω 电阻作为 R_L ，接到 E、F 处；其余虚线短接。
- (3) S_1 拨到 D 处， S_2 拨到 E 处，即接成图 1-5 所示的电路。
- (4) 测量 I_A 、 I_B 、 I_C 填入表 1-1 中。

测量 U_{DB} 、 U_{BF} 、 U_{FH} 、 U_{HD} ，填入表 1-1 中。

提示：所有需要测量的电压，均以直流电压表为准，不以直流稳压电源上的表头指示为准。

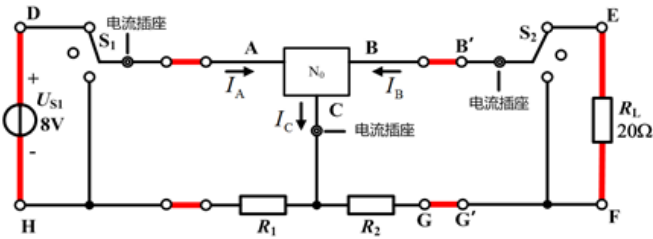


图 0-5

表 1-1

读 数							计 算	
I_A	I_B	I_C	U_{DB}	U_{BF}	U_{FH}	U_{HD}	$\sum I$	$\sum U$

第一次课

实验一 直流电路实验

一、实验目的

- 1. 了解电工实验台的基本结构；掌握直流稳压电源以及直流电压表、电流表的正确使用方法；学会使用电流测量插头。
- 2. 加深对基尔霍夫定律的理解，验证基尔霍夫定律的正确性。
- 3. 加深对戴维南定理、叠加定理的理解，学习线性含源二端网络等效参数的测量方法。

二、仪器设备

- | | |
|-------------------------------|----|
| 1. 直流电路实验专用挂件 | 一块 |
| 2. 电阻 | 若干 |
| 3. 程控直流稳压电源UNI-T UTP8303M（双路） | 一台 |
| 4. 直流数字电流表 | 一只 |
| 5. 直流数字电压表 | 一只 |

三、实验简介

1. 实验电路如图1-1所示，只要将虚线对应的器件接上，且 S_1 拨到“D”端、 S_2 拨到“E”端，电路即可正常工作。

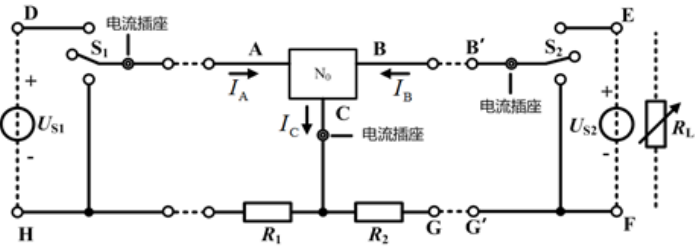


图 1-1

2. 基尔霍夫定律的验证
- 对于电路中任一节点，有 $\sum I=0$ ，推广到电路中任一假想闭合面，仍有 $\sum I=0$ ，

2、戴维南定理的研究

- (1) 保持图 1-5 对以上实验内容连线不变，断开 E、F 支路，测出开路电压 U_{OC} ，填入表 1-2 中。
- (2) 分别用“实验简介”中介绍的两种测 R_S 的方法，测出 R_S ，填入表 1-2 中。
- (3) 由测得的等效参数将电路接成图 1-4 的形式。因实验台上的可调电阻误差较大，可用一个固定电阻 R 近似等效 R_L+R_S 。图 1-6 电路在实验台上的连接方法如图 1-7 所示。由图 1-7 电路测量电流 I_{RL} （即 I_B ），填入表 1-2 中。

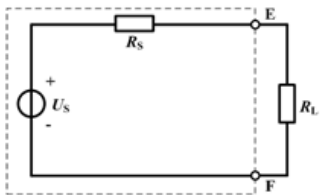


图 1-6

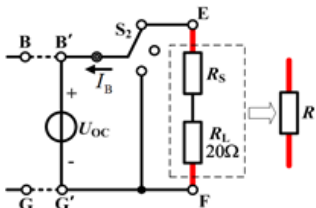


图 1-7

表 1-2

U_{OC}	R_S			I_B
	方法一测	方法二测	平均值	

R_S 的测定

- 方法一：
- 令含源二端网络中独立源 $U_{S1}=0$ (S_1 拨到 H 点)，在 E、F 端加一已知电压 U ，测得端钮上电流 I_B ，则 $R_S=U/I_B$ 。
- 方法二：
- 当端钮处允许短路（本电路可以短路）时，（ S_1 拨到 D 点、 S_2 拨到 F 点），测出端钮的短路电流 I_{BS} ，则 $R_S=U_{OC}/I_{BS}$ 。

第一次课

实验一 直流电路实验

一、实验目的

- 1. 了解电工实验台的基本结构；掌握直流稳压电源以及直流电压表、电流表的正确使用方法；学会使用电流测量插头。
- 2. 加深对基尔霍夫定律的理解，验证基尔霍夫定律的正确性。
- 3. 加深对戴维南定理、叠加定理的理解，学习线性含源二端网络等效参数的测量方法。

二、仪器设备

- | | |
|-------------------------------|----|
| 1. 直流电路实验专用挂件 | 一块 |
| 2. 电阻 | 若干 |
| 3. 程控直流稳压电源UNI-T UTP8303M（双路） | 一台 |
| 4. 直流数字电流表 | 一只 |
| 5. 直流数字电压表 | 一只 |

三、实验简介

1. 实验电路如图1-1所示，只要将虚线对应的器件接上，且 S_1 拨到“D”端、 S_2 拨到“E”端，电路即可正常工作。

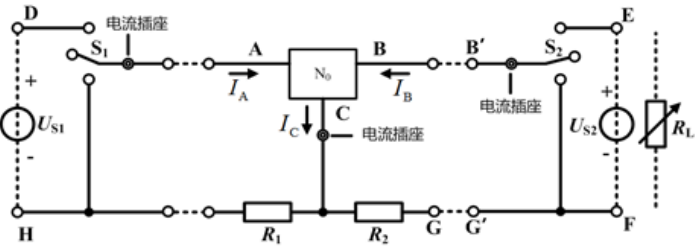


图 1-1

2. 基尔霍夫定律的验证
- 对于电路中任一节点，有 $\sum I=0$ ，推广到电路中任一假想闭合面，仍有 $\sum I=0$ ，

3、叠加定理的研究

- (1) 将图 1-1 中 D、H 支路接独立电源 $U_{S1}(U_{S1}=8V)$ ，E、F 支路接独立电源 $U_{S2}(U_{S2}=8V)$ ，其他虚线短接， S_1 拨到“D”端、 S_2 拨到“E”端，如图 1-8 所示。
- (2) 测 I_B ，填入表 1-3 中。
- (3) 分别令 U_{S1} 单独作用（将图 1-8 中 S_2 拨到 F 端）、 U_{S2} 单独作用（将图 1-8 中 S_2 拨到 E 端、 S_1 拨到 H 端）时，测量 I'_B 、 I''_B ，填入表 1-3 中，比较 $I'_B + I''_B$ 与 I_B 的大小，验证叠加定理是否成立。

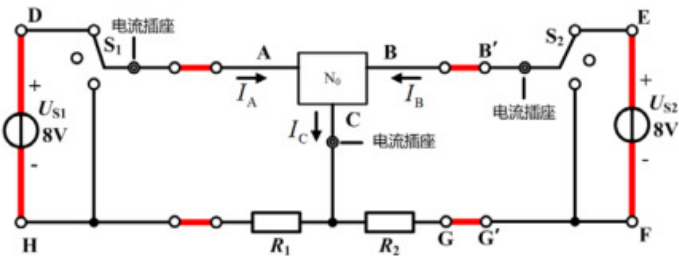


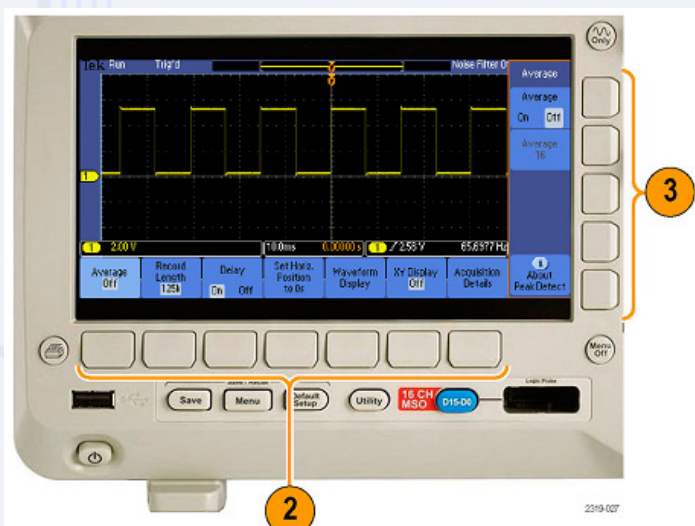
图 1-8

表 1-3

I_B	I'_B	I''_B	$I'_B + I''_B$

第二次课

本次课的目的是熟悉信号发生器和示波器的操作，看学习通视频学习操作方法



示波器操作：

- (1) 输入耦合方式 DC AC 接地
- (2) 工作方式的选择 Y—T Y—X
- (3) 扫描线 (Y—T工作方式时)
- (4) Y轴灵敏度选择 (mV/div)
- (5) 扫描速度的选择 (ms/div us/div s/div)
- (6) 坐标原点
- (7) 光标功能 (cursor)
- (8) 共地问题
- (9) 校正方波
- (10) 测量功能 (measure)
- (11) 自动设置 (autoset)
- (12) 触发 (trigger)



第二次课

实验二 一阶 RC 电路的暂态过程

一、实验目的

1. 观测 RC 电路的矩形脉冲响应，学习时间常数的测定方法。
2. 研究电路参数改变对暂态过程的影响。
3. 解 RC 电路的实际应用。
4. 学习函数发生器、示波器的使用方法。

二、仪器设备

- | | |
|------------|----|
| 1. 函数发生器 | 一台 |
| 2. 双踪数字示波器 | 一台 |
| 3. 电阻、电容 | 若干 |

三、实验简介

1. RC 电路的矩形脉冲响应

电路从一个稳态变化到另一个稳态的过程称为过渡过程或暂态过程，暂态过程产生的原因是电路中有储能元件的存在。当电感电压 u_L 或电容电流 i_C 为有限值时，电感电流或电容电压不能跃变，故暂态过程是一个渐变过程。

将周期性矩形脉冲电压加在 RC 串联电路上，电容 C 通过电阻 R 充电、放电的过程重复出现。

以充电为例：若 $t=0$ 时，电容电压 u_C 的初始值为零，矩形脉冲跃升为幅值 U ，电容 C 通过电阻 R 充电，有 $u_C = U(1 - e^{-t/\tau})$ ，其中 $\tau=RC$ 。当 $t=\tau$ 时， $u_C=0.632U$ 。所以在实验中，只要测得零状态响应 $u_C=0.632U$ 时对应的时间，即为电路的时间常数。

2. RC 电路的应用

(1) RC 微分电路和 RC 耦合电路

微分电路和耦合电路在形式上完全一样，如图 2-1 所示。二者的区别在于电路参数不同。

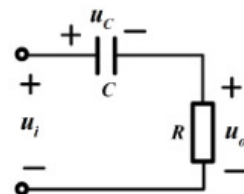


图 2-1

设输入脉冲的宽度为 t_P ，当 $\tau \ll t_P$ 时，电路为微分电路，表现在输出端 u_o 为尖脉冲。

当 $\tau \gg t_P$ 时，图 2-1 电路则为耦合电路。由于电容有隔直传交作用，故表现在输出端 u_o 为输入直流方波的交流分量（即：输入直流，输出交流）。

(2) RC 积分电路

将图 2-1 电路中电容和电阻交换位置且满足 $\tau \gg t_P$ ，则电路为积分电路，输出电压 u_o 近似正比于输入电压对时间的积分。在实际应用中，常采用这种电路将矩形波转换成三角波。

1. RC 电路的暂态过程

(1) 实验电路原理图如图 2-6 所示。

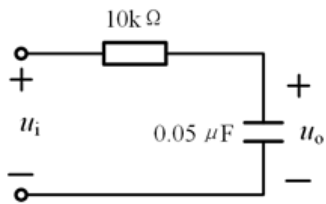


图 2-6

图 2-6 在实验台上的连接方法如图 2-7 所示。提示：函数发生器与示波器要共地。（注意红、黑线接法）

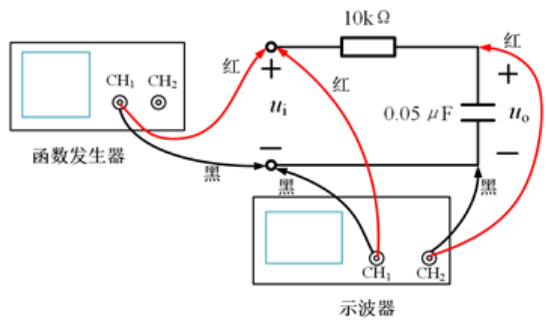


图 2-7

(2) 实验步骤

- ① 按图 2-7 连接好实验线路。
- ② 设置函数发生器。选择函数发生器的 CH1 输出波形为正方形波，频率为 200Hz，峰峰值 $V_{p-p}=6V$ 。

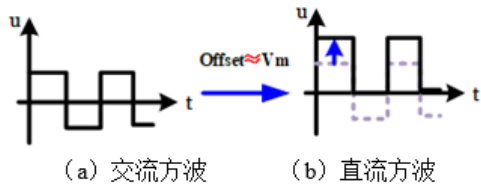


图 2-8

③ 观察并记录波形。用示波器的 CH1 和 CH2 通道分别观察 u_i 和 u_o 的波形，然后在表 2-1 中记录 u_i 和 u_o 的波形图和参数。

④ 用示波器光标测定一阶电路的时间常数，将结果标注在波形图上，并填在表 2-1 中。对应原理图如图 2-9 所示。

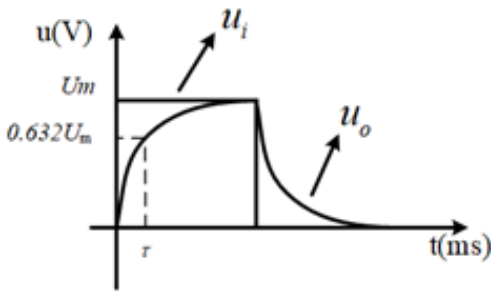


图 2-9

表 2-1

波形名称	参数	波形图
RC 暂态过程 u_i 、 u_o 波形	τ 的理论值： τ 的实测值：	

2 、微分电路

(1) 实验电路如图 2-10 所示。

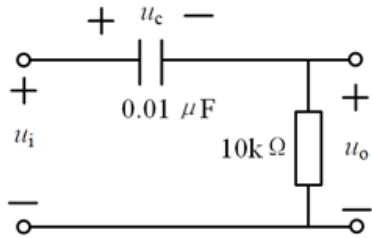


图 2-10

(2) u_i 为正方波，频率为 200Hz，峰峰值 $V_{p-p}=6V$ 。

(3) 观察波形

①用示波器的两个通道观察 u_i 和 u_o 的波形，并画在表 2-1 中。

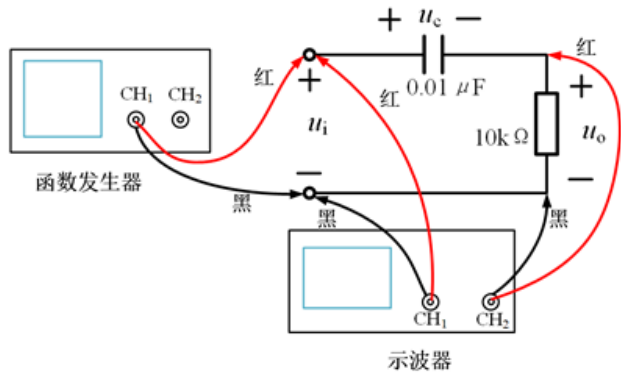


图 2-11

②用示波器的两个通道观察 u_i 和 u_c 的波形，并画在表 2-1 中。

提示：由于示波器与函数发生器必须共地，观察 u_c 时，可将输入 u_i 反向（如图 2-12）或者电阻和电容交换位置后再观察。

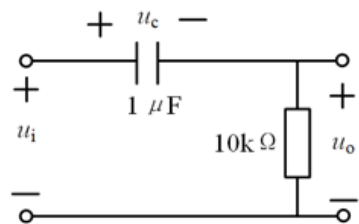
表 2-1

波形名称	参数	波形图
微分电路波形	$R=10k\Omega$ $C=0.01\mu F$	

第二次课

3 、耦合电路

(1) 实验电路如图所示。



(2) u_i 为正方波，频率为 200Hz，峰峰值 $V_{p-p}=6V$ 。

(3) 观察波形

①用示波器的两个通道观察 u_i 和 u_o 的波形，并画在表 2-1 中。

②用示波器的两个通道观察 u_i 和 u_c 的波形，并画在表 2-1 中。

注意：所有实验的波形或者结果先记录在表 2-1 中，待老师检查无误之后，课后再写入实验报告。

表 2-1

波形名称	参数	波形图
耦合电路波形	$R=10k\Omega$ $C=1\mu F$	

第二次课

实验三 交流电路中的三元件特性

一、实验目的

- 测定 R 、 L 、 C 元件在交流电路中对频率的响应。
- 观察 R 、 L 、 C 元件在交流电路中电压、电流的相位关系。

二、仪器设备

- | | |
|---------------|----|
| 1. 函数发生器 | 一台 |
| 2. 双踪数字示波器 | 一台 |
| 3. 交流数字电流表 | 一只 |
| 4. 电阻、电容、电感元件 | 若干 |

三、实验简介

- 在交流电路中， R 、 L 、 C 三元件对频率的响应是不同的，三元件所表现出的阻抗（模）为： $R = U/I$ 、 $X_L = U/I = 2\pi fL$ 、 $X_C = U/I = 1/(2\pi fC)$
即：电阻的阻抗与频率无关，而电容、电感的阻抗是频率的函数。
- 在正弦交流电路中，三元件两端电压与流过该元件的电流有一定的相位关系。理论上电阻元件电压与电流同相；纯电感元件电压超前电流 90° ；纯电容元件电压滞后电流 90° 。实际使用中， R 、 C 一般可近似为理想元件，而电感元件由导线绕成，含有一定的电阻，与理想元件相差较大，电压超前于电流但小于 90° 。
- 观察三元件电压与电流的波形时，均要在元件中串联一个很小的采样电阻，原因是由于示波器不能直接测电流，只能测电压，所以将电流的变化通过采样电阻上的电压变化来体现。（采样电阻上的电压与电流同相位）
- 利用示波器测相位差的方法
若测两同频率波形的相位差 φ ，测出对应 φ 的时间差 Δt ，以及正弦信号的周期 T ，最后计算： $\varphi = (360^\circ) * \Delta t / T$

四、实验内容及步骤

1、三元件的频率响应

（1）实验电路如图 3-1 所示。

（2）函数发生器的信号要求：

函数发生器从 CH_1 输出端输出正弦波，保证元件两端电压有效值为 $4V$ 。（即

图 3-1 中 a 、 b 两点的电压峰峰值 $U_{p-p} = 11.31V$ ）

提示：这里“ $U_{p-p} = 11.31V$ ”是由示波器测得的峰峰值，而不是函数发生器屏幕显示的 U_{p-p} 值。

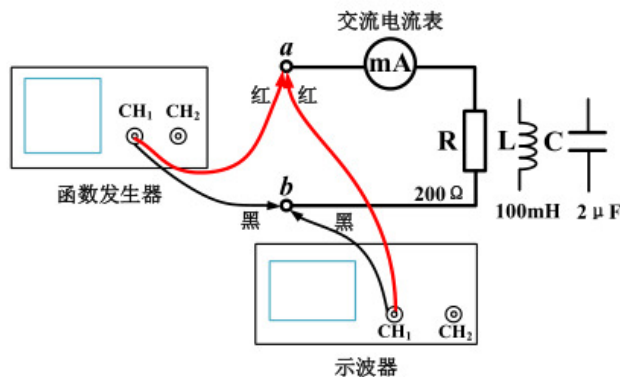


图 3-1

（3）按表 3-1 要求调整频率，记录电流值。

（4）将 R 换成 L 、 C ，重复做两次将电流记录在表 3-1 中。

提示：每调整一次频率，都要观察示波器测量的 U_{p-p} 是否等于 $11.31V$ ，若不等于就要调整函数发生器的输出，保持元件两端（即 ab 两端）电压峰峰值为 $11.31V$ 。

实验三 交流电路中的三元件特性

一、实验目的

- 3. 测定 R 、 L 、 C 元件在交流电路中对频率的响应。
- 4. 观察 R 、 L 、 C 元件在交流电路中电压、电流的相位关系。

二、仪器设备

- 1. 函数发生器 一台
- 2. 双踪数字示波器 一台
- 3. 交流数字电流表 一只
- 4. 电阻、电容、电感元件 若干

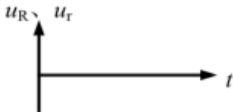
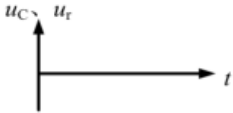
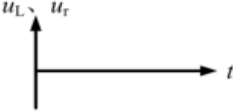
三、实验简介

- 1. 在交流电路中， R 、 L 、 C 三元件对频率的响应是不同的，三元件所表现出的阻抗（模）为： $R=U/I$ 、 $X_L=U/I=2\pi fL$ 、 $X_C=U/I=1/(2\pi fC)$
即：电阻的阻抗与频率无关，而电容、电感的阻抗是频率的函数。
- 2. 在正弦交流电路中，三元件两端电压与流过该元件的电流有一定的相位关系。理论上电阻元件电压与电流同相；纯电感元件电压超前电流 90° ；纯电容元件电压滞后电流 90° 。实际使用中， R 、 C 一般可近似为理想元件，而电感元件由导线绕成，含有一定的电阻，与理想元件相差较大，电压超前于电流但小于 90° 。
- 3. 观察三元件电压与电流的波形时，均要在元件中串联一个很小的采样电阻，原因是由于示波器不能直接测电流，只能测电压，所以将电流的变化通过采样电阻上的电压变化来体现。（采样电阻上的电压与电流同相位）
- 4. 利用示波器测相位差的方法
若测两同频率波形的相位差 φ ，测出对应 φ 的时间差 Δt ，以及正弦信号的周期 T ，最后计算： $\varphi=(360^\circ) * \Delta t / T$

表 3-1

频率(Hz) 数据		50	80	110	140	170	200
测量值	$I_R(\text{mA})$						
	$I_L(\text{mA})$						
	$I_C(\text{mA})$						
计算值	R						
	X_L						
	X_C						

表 3-2

元件	$f(\text{Hz})$	幅值		φ	波形
		$U_R/U_C/U_L$	U_r		
$R=200\Omega$	70				
$C=2\mu\text{F}$	70				
$L=100\text{mH}$	1000				

注：必须保证 CH₁ 和 CH₂ 波形的 t 轴重合再记录波形，从标注的波形参数中可获知正弦量的三要素。CH₁ 和 CH₂ 波形的垂直分辨率不同，可采用双纵坐标轴分别标注 CH₁ 和 CH₂ 的电压值。

第三次课

实验四 交流串、并联电路研究

一、实验目的

- 1、研究串联电路各部分电压关系及串联谐振。
- 2、研究并联电路各支路电流关系及并联谐振。
- 3、电路功率因数提高的方法。

二、仪器设备

- 1、函数发生器 一台
- 2、双踪数字示波器 一台
- 3、交流数字电流表、电压表 各一只
- 4、电阻、电容、电感元件 若干

三、实验简介

1、串联电路

当交流电加在 R 、 L 、 C 串联电路上，则各元件上通过相同电流。由于电感、电容的阻抗均为频率的函数，且电感电压超前电流 90° 、电容电压滞后电流 90° ，所以，当改变电路参数或改变交流电的频率时，若满足 $\dot{U}_L = -\dot{U}_C$ ，则电容和电感的作用相互抵消，电路呈电阻性，这时电路中阻抗最小、电流最大，即电路出现串联谐振。本实验是通过调整交流电的频率实现谐振的。

实际电路中，因元件为非理想元件，特别是电感元件包含有一定量的电阻，一般将电感元件看成一个电阻与理想电感串联的形式，这时测得电感两端电压包含有电阻电压分量，称其为 \dot{U}_{rL} 。显然 \dot{U}_{rL} 超前电流小于 90° ，但只要 \dot{U}_{rL} 在虚轴上的投影等于 $-\dot{U}_C$ 时，电路同样出现谐振。此时 $I = \frac{U}{R+r}$ (r 为电感元件中所含的电阻)。

2、并联谐振

电路中当交流电加在 L 、 C 并联电路两端，由于两元件电压相同，流过电感的电流 \dot{I}_L 与流过电容的电流 \dot{I}_C 分别滞后和超前电压 90° ，即 \dot{I}_L 与 \dot{I}_C 相位相反。当改变电路参数或改变电源频率，满足 $\dot{I}_L = -\dot{I}_C$ 时，电路出现并联谐振。

实际电路中，由于电感元件含有电阻，称流过电感的电流为 \dot{I}_{rL} ，显然 \dot{I}_{rL} 滞后电压小于 90° ，但只要 \dot{I}_{rL} 在虚轴上的投影等于 $-\dot{I}_C$ 时，电路同样出现谐振。这时电路

四、实验内容及步骤

1、串联谐振

(1) 实验电路如图 4-1 所示。具体在实验台上连线方法参照前面实验，即借助测试孔和电流插座，这样，接线和测量都很方便。

(2) 调节函数发生器的输出电压为正弦波，保证 a、b 两端电压有效值为 5V。按表 4-1 逐步改变频率，并保持 a、b 两端电压有效值为 5V 不变，记下不同频率时的电流，填入表 4-1 中。

提示：这里“5V”由示波器或交流电压表测得，不是函数发生器的显示 U_0 值。本次实验的所有电压、电流均以交流电压表、电流表读数为准。

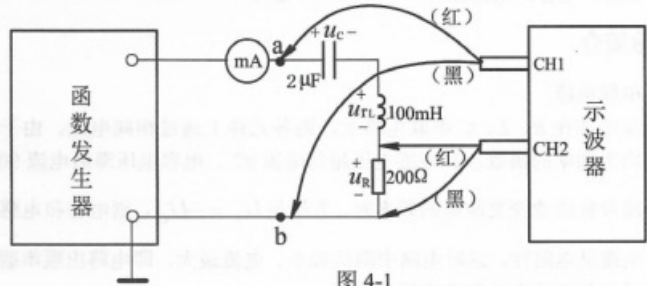


图 4-1

(3) 根据 u 、 i 波形同相方法寻找谐振频率 (200Ω 电阻波形与电流波形同相)。

按表 4-1 规定的频率调节函数发生器的输出频率，观察波形，确定谐振频率，并记录谐振时的电流。

表4-1

读 数	$f(\text{Hz})$	200	300	$f_0 =$	300	400	500
	$I(\text{mA})$						
计 算	$ Z (\Omega)$						

(4) 在谐振时，测出 U_R 、 U_{rL} 、 U_C 各值，填在表 4-2 中。

表4-2

f	U	I_0	U_R	U_{rL}	U_C
f_0	5V				

第三次课

实验四 交流串、并联电路研究

一、实验目的

- 1、研究串联电路各部分电压关系及串联谐振。
- 2、研究并联电路各支路电流关系及并联谐振。
- 3、电路功率因数提高的方法。

二、仪器设备

- 1、函数发生器 一台
- 2、双踪数字示波器 一台
- 3、交流数字电流表、电压表 各一只
- 4、电阻、电容、电感元件 若干

三、实验简介

1、串联电路

当交流电加在 R 、 L 、 C 串联电路上，则各元件上通过相同电流。由于电感、电容的阻抗均为频率的函数，且电感电压超前电流 90° 、电容电压滞后电流 90° ，所以，当改变电路参数或改变交流电的频率时，若满足 $\dot{U}_L = -\dot{U}_C$ ，则电容和电感的作用相互抵消，电路呈电阻性，这时电路中阻抗最小、电流最大，即电路出现串联谐振。本实验是通过调整交流电的频率实现谐振的。

实际电路中，因元件为非理想元件，特别是电感元件包含有一定量的电阻，一般将电感元件看着一个电阻与理想电感串联的形式，这时测得电感两端电压包含有电阻电压分量，称其为 \dot{U}_{rL} 。显然 \dot{U}_{rL} 超前电流小于 90° ，但只要 \dot{U}_{rL} 在虚轴上的投影等于 $-\dot{U}_C$ 时，电路同样出现谐振。此时 $I = \frac{U}{R+r}$ (r 为电感元件中所含的电阻)。

2、并联谐振

电路中当交流电加在 L 、 C 并联电路两端，由于两元件电压相同，流过电感的电流 \dot{I}_L 与流过电容的电流 \dot{I}_C 分别滞后和超前电压 90° ，即 \dot{I}_L 与 \dot{I}_C 相位相反。当改变电路参数或改变电源频率，满足 $\dot{I}_L = -\dot{I}_C$ 时，电路出现并联谐振。

实际电路中，由于电感元件含有电阻，称流过电感的电流为 \dot{I}_{rL} ，显然 \dot{I}_{rL} 滞后电压小于 90° ，但只要 \dot{I}_{rL} 在虚轴上的投影等于 $-\dot{I}_C$ 时，电路同样出现谐振。这时电路

2、并联谐振

(1) 实验电路如图 4-2 所示。具体在实验台上连线方法参照前面实验，即借助测试孔和电流插座。

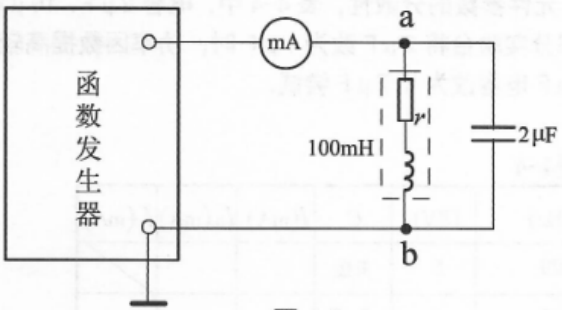


图 4-2

(2) 根据并联谐振时，阻抗最大，电流最小方法寻找谐振频率。

调节函数发生器的输出电压为正弦波，按表 4-3 逐步改变频率，并保持 a、b 两端电压有效值为 5V 不变，记下不同频率时的电流，填入表 4-3 中。注意寻找谐振频率。

表4-3

读 数	$f(\text{Hz})$	200	250	$f_o =$	350	400
	$I(\text{mA})$					
计 算	$ Z (\Omega)$					

第三次课

实验四 交流串、并联电路研究

一、实验目的

- 1、研究串联电路各部分电压关系及串联谐振。
- 2、研究并联电路各支路电流关系及并联谐振。
- 3、电路功率因数提高的方法。

二、仪器设备

- 1、函数发生器 一台
- 2、双踪数字示波器 一台
- 3、交流数字电流表、电压表 各一只
- 4、电阻、电容、电感元件 若干

三、实验简介

1、串联电路

当交流电加在 R 、 L 、 C 串联电路上，则各元件上通过相同电流。由于电感、电容的阻抗均为频率的函数，且电感电压超前电流 90° 、电容电压滞后电流 90° ，所以，当改变电路参数或改变交流电的频率时，若满足 $\dot{U}_L = -\dot{U}_C$ ，则电容和电感的作用相互抵消，电路呈电阻性，这时电路中阻抗最小、电流最大，即电路出现串联谐振。本实验是通过调整交流电的频率实现谐振的。

实际电路中，因元件为非理想元件，特别是电感元件包含有一定量的电阻，一般将电感元件看成一个电阻与理想电感串联的形式，这时测得电感两端电压包含有电阻电压分量，称其为 \dot{U}_{rL} 。显然 \dot{U}_{rL} 超前电流小于 90° ，但只要 \dot{U}_{rL} 在虚轴上的投影等于 $-\dot{U}_C$ 时，电路同样出现谐振。此时 $I = \frac{U}{R+r}$ (r 为电感元件中所含的电阻)。

2、并联谐振

电路中当交流电加在 L 、 C 并联电路两端，由于两元件电压相同，流过电感的电流 \dot{I}_L 与流过电容的电流 \dot{I}_C 分别滞后和超前电压 90° ，即 \dot{I}_L 与 \dot{I}_C 相位相反。当改变电路参数或改变电源频率，满足 $\dot{I}_L = -\dot{I}_C$ 时，电路出现并联谐振。

实际电路中，由于电感元件含有电阻，称流过电感的电流为 \dot{I}_{rL} ，显然 \dot{I}_{rL} 滞后电压小于 90° ，但只要 \dot{I}_{rL} 在虚轴上的投影等于 $-\dot{I}_C$ 时，电路同样出现谐振。这时电路

3、功率因数的提高

(1) 实验电路如图 4-3 实线部分。在实验台上连线方法如图 4-4 所示。

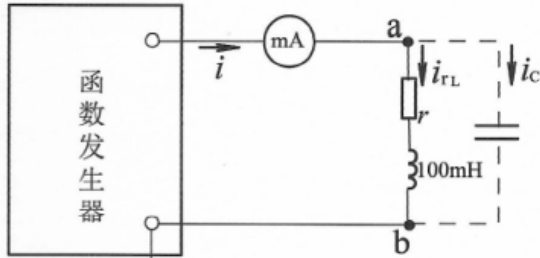
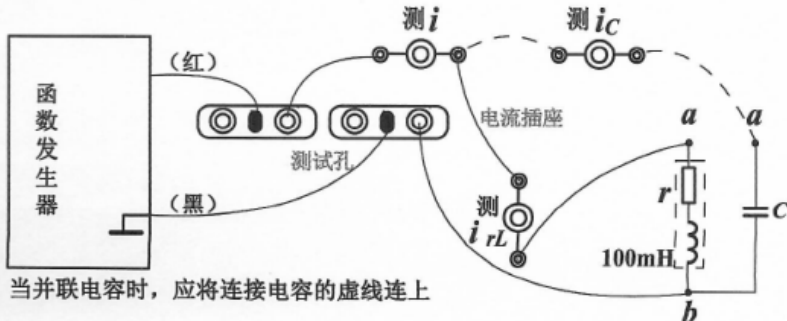


图 4-3



当并联电容时，应将连接电容的虚线连上

(2) 调节函数发生器的输出电压为正弦波，保持 a、b 两端电压有效值为 5V 不变，完成表 4-4 规定的各项测量数据。

提示：由于实验台元件参数的分散性，表 4-4 中，电容 $2\mu\text{F}$ 、 $10\mu\text{F}$ 仅为参考值。例如，有部分实验台将 $2\mu\text{F}$ 改为 $1\mu\text{F}$ 时，功率因数提高较明显。同样，也可将 $10\mu\text{F}$ 电容改为 $4.7\mu\text{F}$ 尝试。

表4-4

$f(\text{Hz})$	$U(\text{V})$	C	$I(\text{mA})$	$I_{rL}(\text{mA})$	$I_C(\text{mA})$
200	5	未接			
200	5	$2\mu\text{F}$			
200	5	$10\mu\text{F}$			

实验五 三相电路研究

一、实验目的

- 1、三相负载作星形接法时电路中各电压、电流的研究及中线的作用。
- 2、用两表法测试三相三线制电路功率（仅以负载接成星形为例）。
- 3、三相负载作三角形接法时电路中各电压、电流的研究。

二、仪器设备

- | | |
|--------------|----|
| 1、三相电路实验负载挂件 | 一块 |
| 2、对称可调三相交流电源 | 一台 |
| 3、多功能交流数字表 | 二只 |
| 4、电流插头 | 一个 |

三、实验简介

1、实验负载挂件

实验负载挂件为三相负载，其中A相、B相负载完全相同，如图5-1(a)所示。

C相负载如图5-1(b)所示。

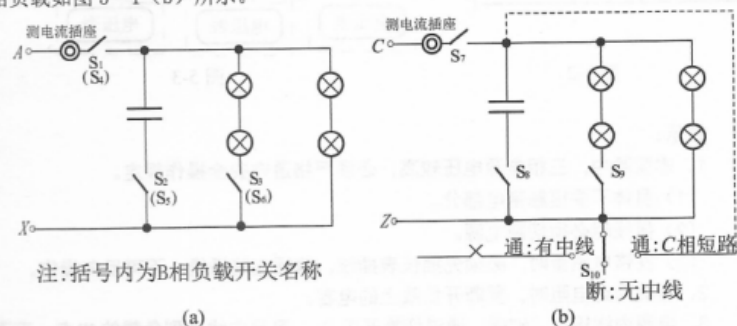


图 5-1

当改变负载上的开关状态（通、断）时，可使三相负载对称（例如，让各相负载灯全亮），也可使负载不对称（有些相负载灯全亮，另些相则不然）；可使负载为阻性（让电容断开），也可使负载为容性（让电容合上）；还可使负载为星形时有中线、无中线等等。

2、电源及负载的连接方式

本实验中，电源均采用星形连接。负载有星形、三角形两种连接方式。

当负载为星形连接时，可以有中线——即三相四线制；也可以无中线——即三相三线制。三相四线制与三相三线制间的切换，通过中线上的开关状态实现。当负载为

三相交流电源

仪 表

A相 B相 C相

输入电源指示

总 开 关

输电 断电

漏 保

分 开 关

1A 1A 1A

输出电源保险

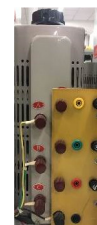
三相调压器三相电压指示

接线——检查调压器回零——输电——实验、记录数据——调压器回零——断电——拆线

操作说明:

- 按“输电”按钮才通电，右侧对应相仪表偏转，未偏转可更换保险管（限流为1A）。

自耦变压器:

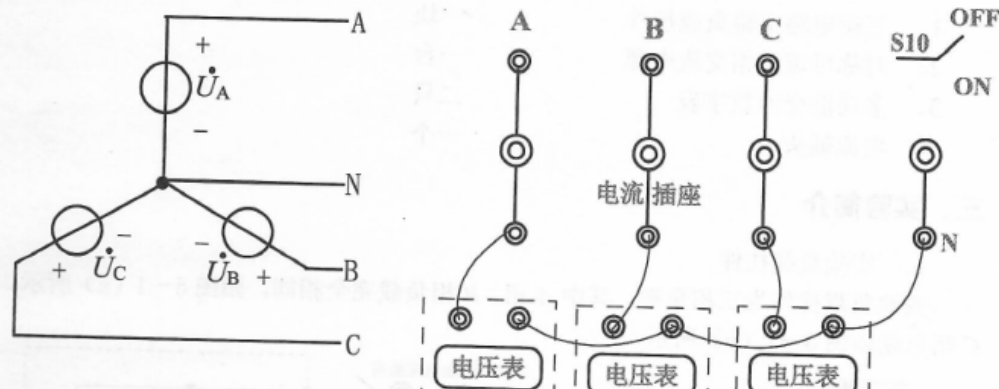


四、实验内容及步骤

1. 将三相电源接成星形

- (1) 断开三相调压器开关，将三相调压器手柄旋转到0V位置。
- (2) 按图5-2原理图接线。图5-2在实验台上接线方法如图5-3所示。

提示：本实验各项内容电源均按星形接法



[illegible]

实验五 三相电路研究

一、实验目的

- 1、三相负载作星形接法时电路中各电压、电流的研究及中线的作用。
- 2、用两表法测试三相三线制电路功率（仅以负载接成星形为例）。
- 3、三相负载作三角形接法时电路中各电压、电流的研究。

二、仪器设备

- 1、三相电路实验负载挂件 一块
- 2、对称可调三相交流电源 一台
- 3、多功能交流数字表 二只
- 4、电流插头 一个

三、实验简介

1、实验负载挂件

实验负载挂件为三相负载，其中A相、B相负载完全相同，如图5-1（a）所示。C相负载如图5-1（b）所示。

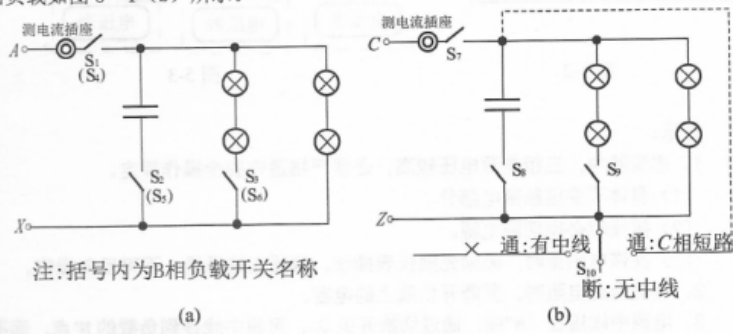


图 5-1

当改变负载上的开关状态（通、断）时，可使三相负载对称（例如，让各相负载灯全亮），也可使负载不对称（有些相负载灯全亮，另些相则不然）；可使负载为阻性（让电容断开），也可使负载为容性（让电容合上）；还可使负载为星形时有中线、无中线等等。

2、电源及负载的连接方式

本实验中，电源均采用星形连接。负载有星形、三角形两种连接方式。

当负载为星形连接时，可以有中线——即三相四线制；也可以无中线——即三相三线制。三相四线制与三相三线制间的切换，通过中线上的开关状态实现。当负载为

2. 两表法测功率

- (1) 断开三相调压器开关，电源接法保持不变，负载接法保持不变但断开中线N—N'。
- (2) 按图5-6所示原理电路连线。图5-6在实验台上的连线方法如图5-7所示。
- (3) 合上三相调压器开关，按表5-2所示的各要求测量对应功率。

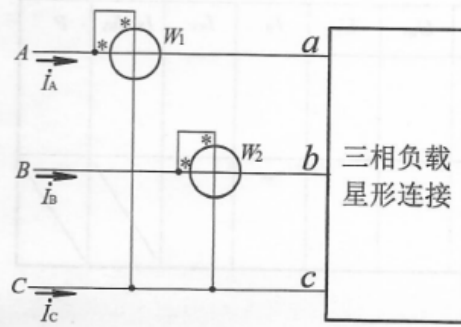


表5-2 负载为星形接法

数值	读 数		计 算
	P_1	P_2	P
负载连接			
对称 (各相灯全亮)			
不对称 (A相灯全亮, B、C相各熄二盏灯)			

图 5-6

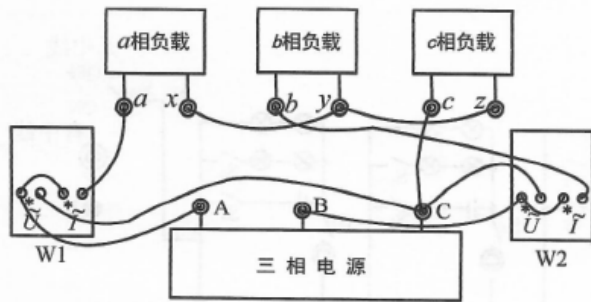
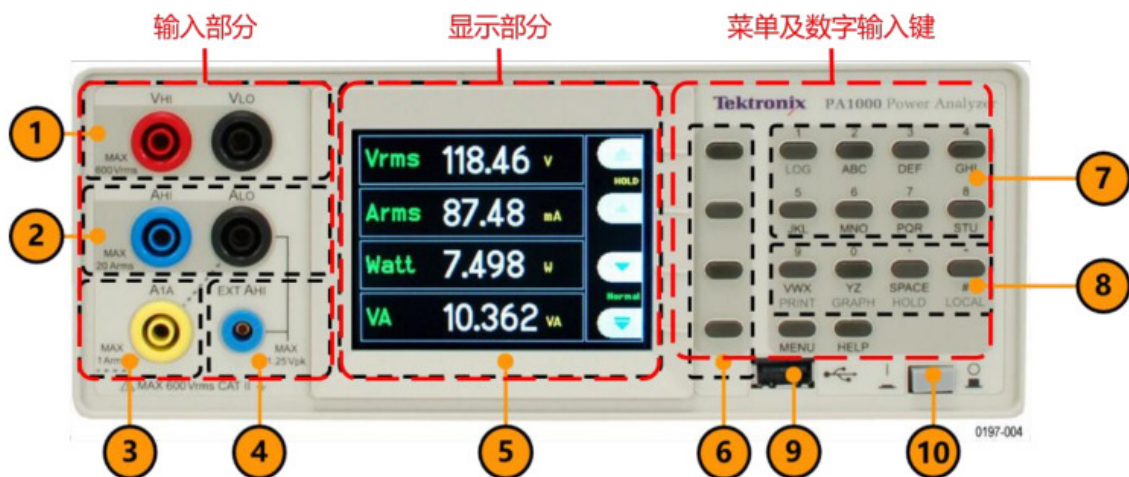



图 5-7

泰克PA1000功率分析仪



- ①电压输入端子：最大 600V（有效值）
- ②电流输入端子：最大 20A（有效值）
- ③小信号电流输入端子：最大 1A（有效值）
- ④外接电流传感器的输入接口

添加测量量

按 MENU 键，上下键选中测量菜单 Measurements，(按 ) 进入。通过上下键选择要测量的物理量，通过 √（或 ×）来添加（或删除）物理量，通过选择 OK 键确认，最后按 MENU 键进入测量界面。



使用说明：

➤ 进入测量页面

Menu → Measurements →  确认

➤ 电流输入20A/1A端子要与设置匹配：

Menu → inputs → shunts: 20 or 1A

➤ 功率表恢复出厂设置：

Menu → user configuration → load default