

《电工电子实践初步》实验内容（32 学时）

实验 1、示波器测量前的调节与准备

示波器的使用方法参见使用说明书

实验 2、示波器机内标准信号测量

将机内的方波信号输入到 CH1 通道，用示波器测量这个信号，在坐标纸上记录波形，并标注好参数。测量数据记录到表 1 中并分析讨论。用数字示波器测量电压峰峰值、高电平、低电平、周期时可以有三种方法：第一种方法是在屏幕上先读出波形垂直所占格数或水平所占格数，然后用“格数×倍率（V/DIV, S/DIV）”方式计算相应电压或时间；第二种方法是使用面板上的“MEASURE”按钮，调出菜单，在显示屏上读数；第三种方法是用光标“cursor”来测量。

表 1 机内标准信号的测量

测量方法	示波器实测				示波器标注		
	峰峰值	低电平电压	高电平电压	周期	频率	峰峰值	频率
1							
2							
3							

注意：画波形时，首先要画出坐标轴，并要标注波形的电压、时间参数。

实验技巧：

- 1) 用“格数×倍率（V/DIV, S/DIV）”方式测量信号高、低电平时的步骤：输入信号从某个通道输入后，首先将该通道的耦合方式拨到 GND 位置，在屏幕上会显示一条扫描基线，该扫描基线代表 0V 电压的位置，调节上下位移旋钮使基线固定于某个标尺上，记住该位置。然后将耦合方式调节到 DC 耦合，屏幕上显示脉冲信号，参考标尺读出高、低电平等电压值。注意耦合方式由 GND 调至 DC 后，上下位移旋钮不可再调。
- 2) 示波器探头的衰减开关默认在“×1”，如果开关拨到“×10”，则信号的电压被示波器探头的内部电路衰减到十分之一，所以最终测量值一定要×10。
- 3) 用数字示波器测量电压时，注意屏幕菜单中探头倍率的设置，实际测量值是读数除以探头倍率。
- 4) 探头检测

示波器的探头线接入波形以后，一般要将示波器面板上的部分旋钮作相应调整，比如根据被测信号电压大小调节 CH1、CH2 电压灵敏度旋钮，根据被测信号频率大小调节扫描速率等等。但如果出现的仍然是扫描线或者干扰杂波，最常见的是示波器的探头和连接电缆损坏，此时应首先检查探头。探头故障绝大部分出现在学生使用中操作不当造成地线接触不良或断开。测量一根探头是否已经损坏可按以下步骤进行：

- ① 示波器输入耦合选择 AC 或 DC，电压灵敏度旋钮设置到 500mv/DIV 或者更灵敏的档位；
- ② 用手指接触探头的尖端，如果有杂波出现则探头的信号线连接正常，如果显示的仍然是一条直线的话，则说明信号线可能开路了；

- ③ 如果 2 正常，再将探头的信号线和地线短接，再用手指接触探头的尖端，如果示波器上显示的是一条水平线，说明探头的地线正常，反之如果有很多杂波出现，说明探头的地线可能开路了
- ④ 有时探头和电缆本身是好的，但是电缆和示波器的连接处接触不良，可以试着用手扶着连接处，重复上述测试。

实验结果分析讨论要点：

- 1、在这个实验中我们显然需要选择 DC 输入耦合方式，那么为什么不能选择 AC 输入耦合方式呢，如果选择了 AC 输入耦合方式，测得的波形、峰峰值、低电平电压、高电平电压各会有什么变化呢？
- 2、若示波器提供的标准信号是 $f=1\text{kHz}$ ， $U_{pp}=3\text{V}$ 的方波，假设示波器的读数误差为 ± 0.1 格，试计算示波器灵敏度分别选择 5V、2V、1V、0.5V 时的相对误差分别为多少。并分析自己在测试中选择的灵敏度是否合适。
- 3、同样假设示波器的读数误差为 ± 0.1 格，试计算示波器扫描速率取 2ms、1ms、0.5ms、0.2ms 时测量的相对误差是多少，并分析自己在上面的测试中选择的扫描速率是否合适。
- 4、请总结一下示波器测量标准信号的基本步骤和注意要点。

实验 3、TTL 脉冲信号测量

- 1) 从函数发生器的 **TTL 输出/同步输出** 口接出一个 TTL 脉冲信号到示波器的输入端，示波器探头开关的衰减为“ $\times 1$ ”。根据表 2 的要求完成实验，并在坐标纸上记录每个实验的波形；
- 2) 将示波器的探头开关衰减变为“ $\times 10$ ”，重复 1) 的实验

表 2 TTL 脉冲信号测量

信号源		示波器探头	示波器测量结果				
频率(Hz)	占空比 (%)	衰 减	峰峰值	高电平电压	低电平电压	周期	频率
1×10^6	50	“ $\times 1$ ”					
		“ $\times 10$ ”					
频率	占空比	衰 减	正脉宽	负脉宽	占空比 (%)	上升时间	下降时间
1×10^6	50	“ $\times 1$ ”					
		“ $\times 10$ ”					

注意：

- ① 对于无法直接显示占空比值的信号源，可以对照示波器显示的波形来调整输出占空比。
- ② 在这个实验里所用的示波器探头一定是厂家推荐的配套探头。
- ③ 如果发现比较明显的阻尼振荡现象，一般是由于电缆总长太长造成的，可以不用信号源输出电缆，而将示波器的探头尖端直接接入信号的输出端口进行测量来减少阻尼振荡。

实验技巧：

脉冲上升时间测量也是一个常用的测量，因此很多示波器除了在屏幕的内表面用刻划或腐蚀的方法作出许多水平和垂直的直线标尺外，还有标明 0% 和 100% 的特别线，如图 1(a) 所示。这些特别的线和标明 10% 和 90% 的标尺配合使用可以很方便的进行上升时间的测量。具体方法，使用上下位移旋钮和垂直微调旋钮将被测信号的顶部和底部分别调至和标有 0% 和 100% 的线对齐。然后找出信号和标尺上标有 10% 和 90% 的两条线的交点。这样，上升时间就可以从这两个交点沿 X 轴方向的时间间隔读出来。此时我们还可以利用中间一条水平标尺和信号上升沿和下降沿的两个交点来测量正脉宽和负脉宽，如图 1(b) 所示。

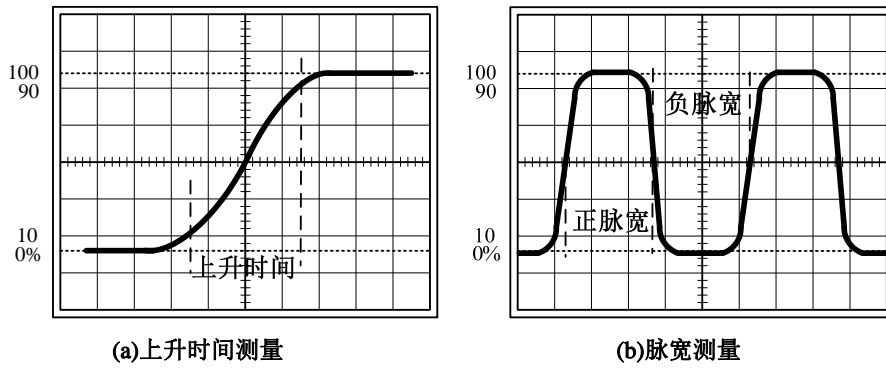


图1 示波器测量脉冲信号

有些数字示波器，电压调节不存在“微调”功能。

使用数字示波器测量电压或者时间时，即使使用的是 Measure 自动测量功能，也一定要在屏幕上将显示的波形尽量展开，这样测量的准确度才是最高的，尤其在测量上升沿时间时，将上升沿部分尽量展开到不能再展开为止（再展开就看不到上升沿的全貌了）。

实验4、叠加在直流上的正弦波的测试

调节函数发生器，产生如图2所示叠加在直流上的正弦波信号，其中直流分量为1V，交流分量峰峰值为4V，信号频率为500Hz。用示波器、万用表、交流毫伏表测出信号的相关参数，数据填入表3中。

表3 叠加在直流上的正弦波测量数据

使用仪器	直流分量	交流分量			
		峰峰值	有效值	周期	频率
函数发生器	1V	4V	_____	_____	500Hz
示波器					
数字万用表		_____		_____	
交流毫伏表	_____	_____		_____	_____

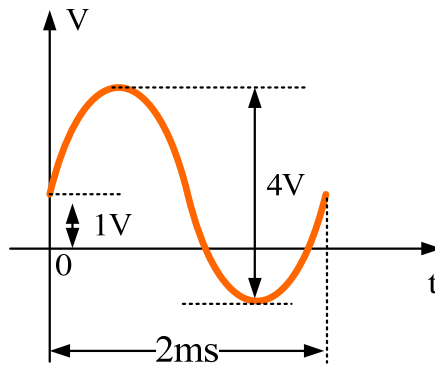


图2 叠加在直流上的正弦波

实验5、几种周期性信号的幅值、有效值及频率的测量

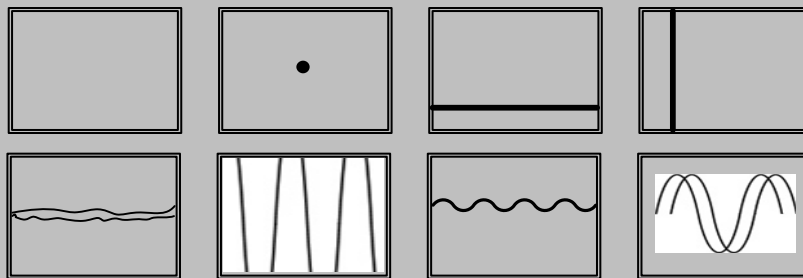
调节函数发生器，使它的输出信号波形分别为正弦波、方波和三角波，信号的频率为1KHz（由函数发生器频率指示），信号的大小由交流毫伏表测量为1V。用示波器观察波形，测量其周期和峰值，计算出频率和有效值，数据填入表4中。**注意：更换波形时，需重新调节函数发生器的输出电压，保证交流毫伏表的读数为1V。**

信号波形	函数发生器频率指示 (KHz)	交流毫伏表指示(V)	示波器测量值		计算值	
			周期	峰值	频率	有效值
正弦波	1	1				
方波	1	1				
三角波	1	1				

表 4 典型信号的测量

思考:

- (1) 用示波器测量直流电压的大小和测量交流电压的大小相比, 在操作方法上有哪些不同?
- (2) 交流毫伏表在小量程, 输入端开路时, 指针偏转很大, 甚至出现打针现象, 这是什么原因? 应怎样避免?
- (3) 函数发生器输出正弦交流信号的频率为 20kHz, 能否不用交流毫伏表而用数字万用表交流电压挡去测量其大小?
- (4) 在实验中, 所有仪器与实验电路必须共地(所有的地接在一起), 这是为什么?
- (5) 用示波器观测正弦波形时, 已知示波器良好, 测试电路正常, 当荧光屏上出现如下图所示波形时, 试分析每种波形产生的原因, 如何调整示波器的相关旋钮, 才能正常测量。



实验 6、正负电源的接法

将稳压电源输出接为如图 3 所示的正负电源形式, 输出直流电压±12V, 用示波器、万用表测量正负电源电压, 填入表 5 中。

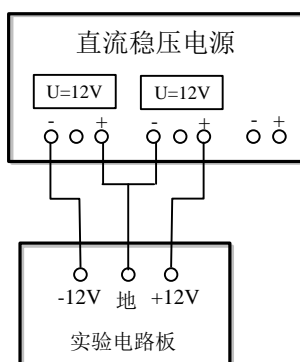


图 3 正负电源接线图

表 5 正负电源

	+12V	-12V
万用表		
示波器		

实验 7、面包板的测量

查阅资料, 了解面板的作用及结构。用万用表的欧姆档测试“电子技术/ISP 综合实验箱”的面包板内部的连通情况, 并描述面包板的使用方法。

实验 8、电阻的测量

用万用表的欧姆档来直接测量电阻阻值并和色标电阻标称值相比较，结果填入表 6 中。

表 6 电阻的测量

标称阻值			
色环			
标注误差			
测量值			
实测误差			

注意：测量时被测电阻不能带电；对于大阻值电阻，不能用手捏着电阻引出线来测量；对于小阻值电阻，要将引线刮干净，保证表笔与电阻引出线的良好接触。

实验 9、直流分压电路测量

1) 用万用表欧姆档测量一个标称阻值为 $1K\Omega$ 的电位器的滑动头与两固定端之间的电阻，调节滑动头，检查电位器的质量。

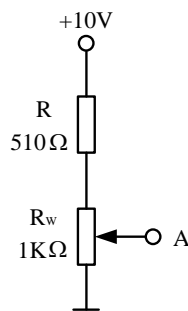


图 4 直流分压电路

2) 将 510Ω 电阻和 $1K\Omega$ 的电位器连接成如图 4 所示的直流分压电路，调节电位器的滑动端，使得 A 端电压为 7V（用万用表直流电压档），按表 7 中的要求用示波器测量这个信号的电压，记录测量结果并分析讨论。

表 7 直流电压的测量

序号	示波器			万用表测量值
	输入耦合	电压灵敏度	电压读数	
1	DC	1V/div		
2	AC	1V/div		
3	DC	5V/div		

实验结果分析讨论要点：

- 1、比较 1) 和 2) 测量结果的差别，判断哪个结果是正确的并分析原因；
- 2、比较 1) 和 3) 在电压灵敏度设置上的差别，计算比较哪个的测量精度更高。

实验 10、检查电容器的极性和质量

观察电解电容外观，判断正负极性，用数字万用表测量电容量，结果填入表 8 中。

表 8 电容的测量

标称容量	万用表测量电容量
33uF	
10nF	

实验 11、相位差的测量

按图 5 接线，函数发生器输出正弦波频率为 3KHz，有效值为 2V（由交流毫伏表测出）。

1) 用双踪法测量 u 与 u_c 间的相位差 φ ，并画出两者波形。

2) 利用示波器的工作方式 CH1+(-CH2) 来测量电阻两端的电压峰峰值 $V_{RP-P} = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

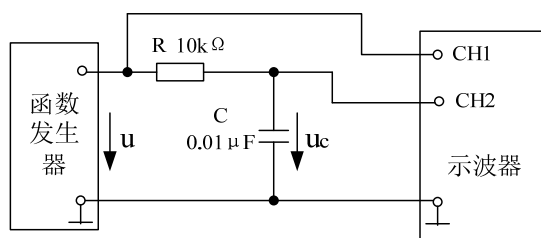


图 5 RC 串联电路

思考：（1）该题中能否用示波器直接观察电阻两端的电压？

（2）简述用示波器观察 CH1+(-CH2) 波形的操作步骤。此时对 CH1、CH2 两个通道的电压灵敏度旋钮的位置有什么要求？

实验 12、判断二极管的极性、测量正向导通压降

观察二极管外观，判断正负极性。用数字万用表测量二极管的正向导通压降：将红表笔插入 Ω 插孔，黑表笔插入 COM 插孔。将功能旋钮开关置于 Ω 测量档，按 SELECT 键，选择二极管测量。红表笔接到被测二极管的正极，黑表笔接负极。从显示器上直接读取被测二极管的近似正向导通压降。对硅管而言，一般约为 500~800mV。对锗管而言，一般约为 200~300mV。本次测量二极管的正向导通压降为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。判断该管为 $\underline{\hspace{2cm}}$ 。

实验 13、测量纹波电压

用示波器测量图 6 所示的半波整流电路的纹波电压 U_o ，记录 U_o 波形及参数。

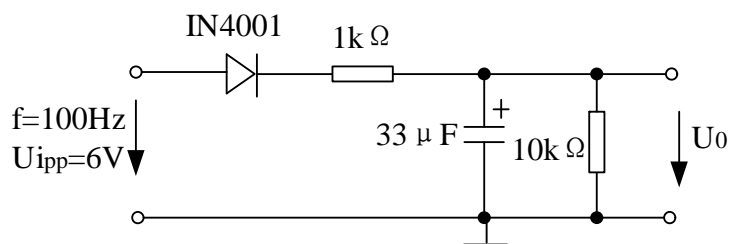


图 6 半波整流电路测量纹波电压

思考：查阅资料，理解纹波的概念。测量纹波时示波器的输入耦合方式拨在什么位置？DC 可以吗？

实验 14、直流电路的测试

1) 在面包板上，按图 7 接线，用万用表测量各电阻两端电压和各支路电流，填入表 9 中第一行；

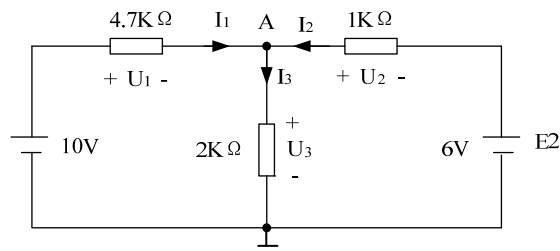


图 7 直流电路的测试

2) 用二极管 1N4001 替换图中的 1KΩ 电阻（二极管正极接至 A 点），重复内容 1)，填入表 9 中第二行；

表 9 直流电路测试的数据

	测量电量					
	U_1	U_2	U_3	I_1	I_2	I_3
内容 1						
内容 2						

实验技巧：

- 1) 用万用表的欧姆档判断电路中电阻的好坏时，必须先将待测电阻从电路中断开，然后再测量。
- 2) 用万用表测量电压之前必须查看万用表的量程是否放置在直流电压挡，表笔插在“V”插孔，选择“DC”，千万不能放置在电流档，否则会损坏万用表。
- 3) 用万用表直流电流档测电流时，必须先将电源关闭，然后把待测支路断开，将万用表串接到待测支路中，最后再打开电源进行实验。
- 4) 用万用表测电压、电流时注意正负极性。若根据参考方向测量是负值，表明实际电压（电流）与参考方向相反，一定要在数据中体现。
- 5) 实验室的万用表测量电阻时用 Auto Range。

思考：1、比较 1) 2) 的测量结果说明二极管的特性。
2、根据 1) 的电压、电流测量结果，进行分析并得出结论。