



电路元器件的认识和测量实验实验报告

实验名称: 电路元器件的认识和测量

系 别: 计算机科学与技术

实验者姓名: 陈 瑾

学 号: 37220222203552

实验日期: 2023年10月18日

实验报告完成日期: 2023 年 10 月 24 日

指导老师意见:

一、 实验目的

- 1、认识电路元、器件的性能和规格，学会正确选用元、器件。
- 2、掌握电路元、器件的测量方法，了解他们的特性和参数。

二、实验原理

在电子线路中，电阻、电位器、电容、电感和变压器等称为电路元件；二极管、稳压管、三极管、场效应管、可控硅以及集成电路等称为电路器件。完成本实验需要对常用的电阻、电容、电感、晶体管等电子元器件有一定了解，下面是简要介绍。

（一） 电阻的相关知识

1.1 电阻的简单分类和部分电阻的介绍

电阻是最基本的电子原件之一，代表符号 R 。电阻有很多种类，在电路中起着限流、降压及其它多种特殊作用。电阻大致可以分为薄膜电阻、厚膜电阻、保险电阻、线绕电阻、标准电阻、可变电阻（电位器）、压阻、LL 电阻、特种电阻、集成电阻等。

碳膜电阻，金属膜电阻，片状电阻（LL 电阻），线绕电阻，保险电阻都是一些常见电阻。其中，实验中需要辨认、测量的碳膜电阻是用专用设备使气态碳氢化合物在高温、真空环境中分解；分解出的碳均匀沉积在陶瓷圆柱体或陶瓷管的圆周表面上形成一层结晶碳膜，再根据所需电阻值，改变碳膜厚度和选择螺旋刻槽螺距，以确定合适的碳膜截面积和碳膜长度，然后掐上铜制端帽，引出引线，表面喷漆封装。碳膜电阻是负温度系数电阻，温度升高时，其电阻值朝减小的方向变化。

1.2 电阻器、电位器的分类及主要特性指标

1.2.1 电阻器的分类：

- （1）通用电阻器：功率：0.1~1W，阻值 $10\Omega \sim 10M\Omega$ ，工作电压<1Kv；
- （2）精密电阻器：阻值： $1\Omega \sim 1M\Omega$ ，精度 2% ~0.1%，最高达0.005%；
- （3）高阻电阻器：阻值： $10^7 \sim 10^{13}\Omega$ ；
- （4）高压电阻器：工作电压为 $10 \sim 100Kv$ ；
- （5）高频电阻器：工作频率高达 10MHz；

1.2.2 标称阻值

电阻器表面所标注的阻值为标称阻值（标称阻值是按国家规定的电阻器标称阻值系列选定的）。不同精度等级的电阻器，其阻值系列不同。

1.2.3 容许误差

电阻器、电位器的容许误差指电阻器、电位器的实际阻值对于标称阻值的允许最大误差范围，它标志着电阻器、电位器的阻值精度。

一般通用电阻的阻值容许误差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 。

1.2.4 额定功率

电阻器、电位器通电工作时，本身要发热，如果温度过高，电阻器、电位器将会被烧毁。在规定的环境温度中允许电阻器、电位器承受的最大功率，即在此功率限度以下，电阻器可以长期稳定地工作，不会显著改变其性能，不会损坏的最大功率限度称为额定功率。

1.3 电阻器的性能测量

色环电阻示意图电阻器的主要参数数值一般都标注在电阻器上，电阻器的阻值，在保证测试的精度条件下，可用多种仪器进行测量，也可采用电流表、电压表或比较法。仪器的测量误差应比被测电阻器允许偏差至少小两个等级。

对单个的通用电阻器（不在电路上），一般可采用万用表进行测量。本实验中即为万用表测量。测量时，应避免双手接触电阻引线，防止人体电阻与被测电阻并联造成测量误差。

（二） 电位器

电位器是电路中常用的元件之一，是一种连续可调的可变电阻，在电路中应用十分广泛；电位器在电路运行中，其滑动臂电刷在电阻体上滑动一个角度，便可获得与电位器外加电压成对应比例关系的分电压。

（三） 电容器

电容器是最基本的电子元件之一，是无源元件；在电路中，其使用量仅次于电阻元件。电容器在不同的电路中，有不同的功能：在交流电路中，可以禁止直流成分通过，提供交流通路；在直流电路中，可以阻断直流电流，给交流信号电流提供通路；在各种延迟电路中，可以提供其充放电特性；在高功率电路中，不但可以储能，还可以其移相特性以提高功率因数。

电容器的主要特性指标有标称容量及容许误差，额定工作电压，绝缘电阻以及频率特性。

（四） 晶体二极管

二极管种类有很多，按照所用的半导体材料，可分为锗二极管（Ge 管）和硅二极管（Si 管）。也可以根据其不同用途或者不同的管芯结构进行分类。二极管的工作原理和PN结密不可分。

1. 二极管的主要特性指标

用来表示二极管的性能好坏和适用范围的技术指标，称为二极管的参数。不同类型的二极管有不同的特性参数。对本实验的初学者而言，需要了解的主要参数有最大整流电流、最高反向工作电压以及反向电流。

2. 二极管性能测量

二极管极性及性能好坏的判别可用万用表测量。当万用表旋至二极管标志挡时，两支表笔之间有 2.8V 的开路电压（红表笔正、黑表笔负）。当PN 结正偏时，约有1mA电流通过PN结，此时表头显示为PN结的正向压降（硅管约为700mV 左右，锗管约为300mV左右）。当 PN 结反偏时，反向电流极小，PN 结上反向电压仍为2.8V，表头显示“1”（表示溢出）。通过上述两次判断，可得出 PN 结正偏时红表笔接的管脚为正极；如果测量值不在此范围，则说明二极管损坏。

（五） 晶体三极管

1、三极管的分类

晶体三极管的种类很多，分类方法也有多种。可按用途、频率、功率、材料等进行多种分类。

2、三极管性能测试

（1） 类型判别：即 NPN 或 PNP 类型判别。采用数字表，将万用表的两个表笔对三极管的三个管脚两两相测；若红表笔任意接三极管一个管脚，而黑表笔依次接触另两个管脚，若表头均显示正向压降（硅管约为 700mV 左右，锗管约为 300mV 左右），而黑表笔接该管脚，红表笔依次接触另两个管脚，表头显示超量程“1”，则该管脚为b 极，该管为NPN；反之，若测量显示以上述相反，则该管为 PNP，该管脚同样为b 极。

（2） 电极判别：即 e、b、c 管脚判别。采用数字表，将万用表旋至 hFE 档，根据上述判断的类型和b 极，假设另两极之一为c极，将被测三极管插于对应类型的 e、b、c 插孔；反之，假设其为e 极，重新插于对应类型的 e、b、c 插孔，比较两次测量的 hFE 数值，显示数值大的一次，其假设的管脚为正确。

三、 实验仪器

- 1、数字万用表（三位半） 1 台
- 2、数字万用表（四位半） 1 台

四、 实验内容

1、辨认一组电阻器：

辨认所给色标电阻的标称阻值及容许误差，判断其额定功率；并用数字表测量进行比较，将所测电阻按从小到大填入表 1（测量时，被测电阻不能带电，不能和手并联，以免测量不准确，同时应选择好量程，以提高测量精度）。

表 1型号/名称栏填写说明：根据所用电阻是碳膜或金属膜等不同材料填RT、RJ或其他表对应的内容

表 1：电阻器辨认、测量表

型号/名称	色 环	额定功率	标称阻值	容许误差	测量值
RT	棕绿橙金	1/4W	15K Ω	± 5%	14.94K Ω
RT	棕黑红金	1/4W	1000 Ω	± 5%	980 Ω
RT	绿棕红金	1/4W	5.1K Ω	± 5%	5.08K Ω
RT	绿棕橙金	1/4W	51K Ω	± 5%	50.83K Ω
RT	蓝红黄金	1/4W	620K Ω	± 5%	618.3K Ω

2、辨认一组电容器：

辨认所给电容的材料、标称容量及容许误差, 填入表 2。

表 2 名称栏，型号栏填写说明：名称栏：根据所电容的材质填写，比如铝电解、涤纶、陶瓷等；型号栏填写名称对应的型号，铝电解为 CD、涤纶为 CL、陶瓷为CC（特别注意：部分铝电解电容上标注的 CL 为厂家商品标号，不要和涤纶电容的CL 混淆）

表 2：电容器辨认、测量表

名称	型号	标示	直流工作电压	标称容量	容许误差
铝电解电容器	CD	10 μ F 25V	25V	10 μ F	20%
铝电解电容器	CD	100 μ F 25V	25V	100 μ F	20%
铝电解电容器	CD	470 μ F 25V	25V	470 μ F	20%
涤纶电容器	CL	2A103J	100V	10nF	5%
涤纶电容器	CL	2A104J	100V	100nF	5%
涤纶电容器	CL	2A333J	100V	33nF	5%
陶瓷电容器	CC	103	50V	10nF	20%
陶瓷电容器	CC	104	50V	100nF	20%
陶瓷电容器	CC	501	50V	500pF	20%

3. 测量一组半导体器件（二极管、三极管）：

用数字表测量晶体管参数，填入表 3，并判别晶体管类型、管脚及好坏。

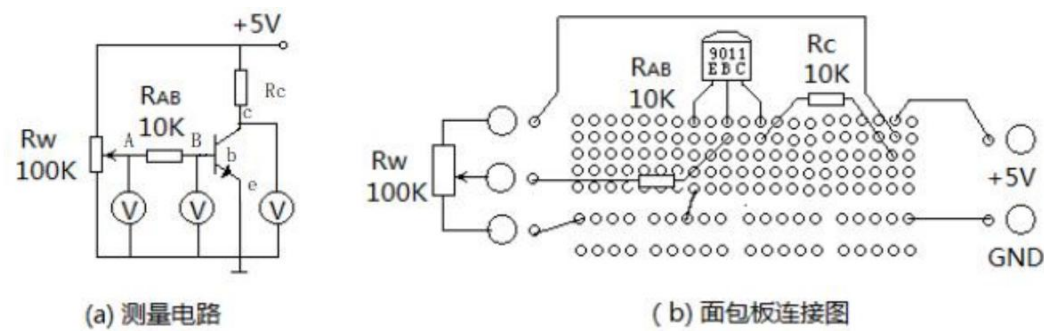
表 3 填写说明：IN4004 为黑色的二极管；IN4148 是红色玻璃的二极管；正向压降填写测量值；反向压降填写“溢出”；管子类型根据正向压降判断所用材料填写硅管或锗管；三级管的管子类型除了填写材料外，还需要判断管子类型为PNP还是NPN。

表 3：晶体管参数测试

测量 值 参数	型号	IN4004	IN4148	9011 (9013)		9012	
				BE 结	BC 结	BE 结	BC 结
正向压降		0.5967V	0.6102V	0.7926V	0.7775V	溢出	溢出
反向压降		溢出	溢出	溢出	溢出	0.7078V	0.7083V
管子类型		硅型二极管		NPN硅三极管		PNP硅三极管	

3、三极管 β 值的测量

(1) 按下图搭接三极管 β 值的测量电路，经检查无误后接通电源；



搭接注意事项：

(a) 搭接之前确认三极管型号为 9011；电源（+5V）、地（GND）、电位器的插孔都使用小孔，切忌将导线直接塞入小孔旁边的大孔；导线外层的塑料无法和大孔内部导通；

(b) 从电源到可变电阻 R_w 的导线如果不够长，通过面包板转接，一定不能将多根导线拧在一起使用；

(c) 电路搭接之前务必测量电位器两固定端之间、可变端和固定端之间的电阻，确保电位器三端都接触良好，无故障；

(d) 地线所用的插孔要注意使用同一块卡簧连接的插孔。

(2) 按表 4 调节电位器 R_w ，使集电极对地的电压（ V_c ）如表格所示，用电压表测量 V_A 、 V_B 电压值，计算 I_B 、 I_C ，并求出 β 。

测量方法：调整 R_w ，使得 R_c 下端的电压 V_c 分别为 1-4V，测量 R_{AB} 两端的电压 V_A 、 V_B ；

表 4：晶体管电流放大倍数 β 测量（ $R_{AB}=10K\Omega$ ， $R_c=1K\Omega$ ）

测量	V_c	4V	3V	2V	1V
	V_A	0.802V	0.902V	1.000V	1.100V
	V_B	0.716V	0.735V	0.749V	0.759V
计算	$I_B = (V_A - V_B) / R_{AB}$	0.0086mA	0.0167mA	0.0251mA	0.0341mA
	$I_C = (5V - V_c) / R_c$	1mA	2mA	3mA	4mA
	β	116.3	119.8	119.5	117.3

五、思考题

1、能否用双手拿万用表测量电阻；

不能，手拿电阻两端相当于把人体电阻和待测电阻并联，会导致测量值偏小。

2、总结判断二极管极性、三极管 E、B、C 管脚及管子类型的方法；

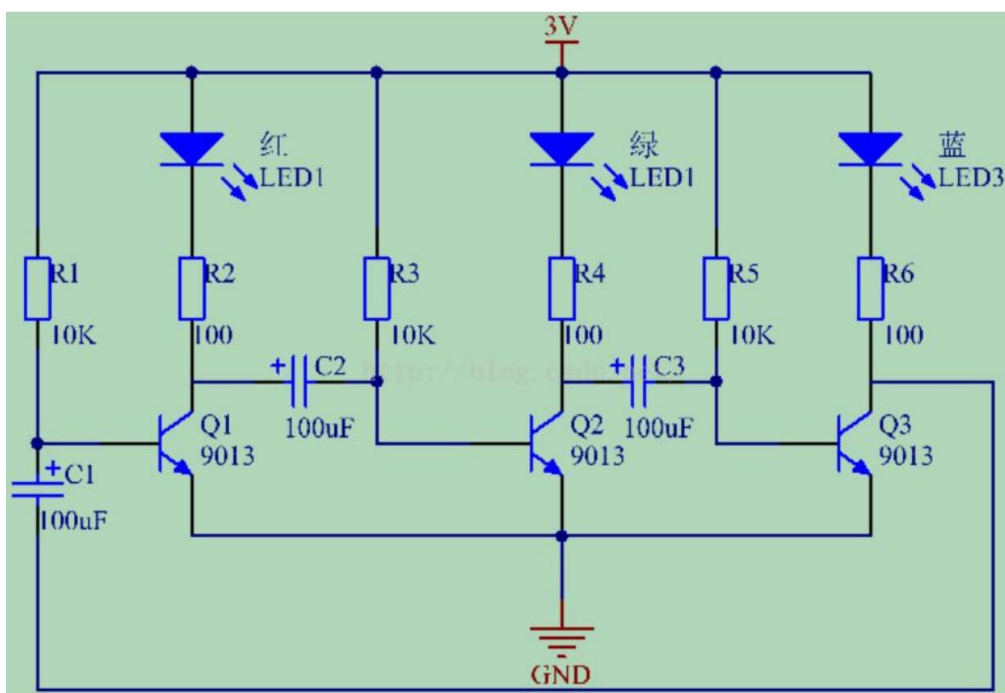
判断二极管极性及管子类型方法：将万用表旋至二极管标志挡，将表笔接入二极管两管脚，当 PN 结正偏时，此时表头显示为 PN 结的正向压降（硅管约为 700mV 左右，锗管约为 300mV 左右）。当 PN 结反偏时，反向电流极小，PN 结上反向电压仍为 2.8V，表头显示“1”（表示溢出）。通过这两次判断，可得出 PN 结正偏时红表笔接的管脚为正极。

判断三极管 E、B、C 管脚及管子类型的方法：采用数字表，将万用表的两个表笔对三极管的三个管脚两两相测；若红表笔任意接三极管一个管脚，而黑表笔依次接触另两个管脚，若表头均显示正向压降（硅管约为 700mV 左右，锗管约为 300mV 左右），而黑表笔接该管脚，红表笔依次接触另两个管脚，表头显示超量程“1”，则该管脚为b 极，该管为NPN；反之，若测量显示以上述相反，则该管为 PNP，该管脚同样为b 极。将万用表旋至 hFE 档，根据上述判断的类型和b 极，假设另两极之一为c极，将被测三极管插于对应类型的 e、b、c 插孔；反之，假设其为e 极，重新插于对应类型的 e、b、c 插孔，比较两次测量的 hFE 数值，显示数值大的一次，其假设的管脚为正确。

3、总结判断晶体管好坏的方法。

根据测量值判断，如果测量值不在标准范围，说明晶体管损坏。

4、 如下图所示，在面包板上搭接电路，说明实验现象。



实验现象：红灯亮，绿灯亮，蓝灯不亮。

六、实验小结

实验中，对电阻器进行了辨认与测量，也对三种不同类型的电容器进行了辨认，此外，还进行了晶体管参数测量以及三极管放大倍数测量。在此过程中不仅认识了电路元、器件的性能和规格，学会正确选用元、器件，还掌握了电路元、器件的测量方法，并了解了它们的特性和参数。