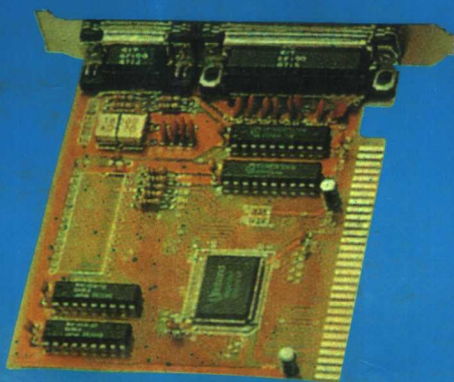


模拟电子线路实验与制作

何学淡 主编
何学淡 林志坚 编
陈 汉 江 茂



057

华南理工大学出版社

模拟电子线路实验与制作

何学淡 主编
何学淡 林志坚 编
·陈 汉 江 茂

华南理工大学出版社

内 容 简 介

本书是作者根据多年的教学实践经验编写而成的,在编排上由浅入深,十分注重突出实用性。全书分九个单元共二十六个实验及三个综合应用小制作,主要包括低频电路、高频电路、脉冲电路和电源四部分内容,力求使读者熟练掌握使用各种电子仪表测量电子元、器件和各种单元电路参数的方法,提高读者进行独立设计、选择元器件及安装、调试电路的能力。

本书可作为中专以上无线电及电子专业学生的实验教材,也可供无线电爱好者阅读参考。

【粤】新登字 12 号

模拟电子线路实验与制作

何学淡 主编

何学淡 林志坚 编

陈 汉 江 茂

责任编辑 黄 敏

*

华南理工大学出版社出版发行

(广州 五山 邮编 510641)

各地新华书店经销

广州天河体文印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 15.5 字数 357 千

1994 年 5 月第 1 版 1994 年 5 月第 1 次印刷

印数 1—4000

ISBN 7—5623—0617—6

TN·16 定价:13.2 元

前 言

《模拟电子线路实验与制作》是一门实践性很强的课程,它对加强教学中的实践环节和提高学生的实际工作能力方面,有着重要的作用。近几年来随着电子技术的发展和多层次办学的需要,我们对这门课程进行了一些改革,本书就是在总结改革教学经验的基础上,通过对近年使用的讲义进行较大的补充、修改编写而成的。

本书分九个单元编写,共编入了 26 个实验和三个综合应用小制作。实验主要安排低频电路、高频电路、脉冲电路和电源等四部分内容。实验的前半部分着重安排测量性实验,通过这些实验使学生首先掌握正确使用各种电子仪表测量电子元、器件和各种单元电路参数的方法,提高实验技能;实验的后半部分安排安装和设计性实验,让学生通过独立进行设计、安装、调试各种单元电路,使他们能学习到设计电路的基础知识和选择元、器件及安装、调试电路的基本方法。实验还穿插安排小制作,以增加本书的实用性,有利于提高学生学习的积极性,培养学生制作电子电路的能力。

由于各层次的学生对学习《模拟电子线路实验与制作》的要求不同,故本书编入的内容比较多,有深有浅。使用单位可以根据培养目标的需要,有选择的安排教学。对于非电子类的学生,在学习本书时,可多安排测量方面的实验,少安排安装、设计和制作方面的实验;对于电子类学生,在学习本书时,应多安排设计和制作方面的各种实验。测量方面的实验,每个实验环节安排 2~3 学时,而设计、安装、调试方面的实验,每个环节安排 6~9 学时,小制作每个安排 6~9 学时。

本书每个实验的实验原理均有较详细的论述,而且全书自成系统,因此,实验可以选着做,但对于未学过《模拟电子线路》的学生,看实验原理时,则要从第一个实验原理开始读起,按顺序往下看,否则,将会出现许多看不明白的内容。由于实验原理已自成系统,因此,对于一些从事电子技术工作的中、低级技术人员,希望加深《模拟电子线路》方面的理论和实验知识,本书是一本较理想的读物。另外,本书还可以用作各种电子技术学习班的技术基础教材。

本书由何学淡、林志坚、陈汉和江茂四位同志负责编写,何学淡同志任主编。书中前言部分及实验 1、实验 3~实验 12 及实验 20 和实验 21,由何学淡同志编写;实验 22~实验 26 由林志坚同志编写;实验 13~实验 19,由陈汉同志编写;实验 2 和三个制作单元及集成稳压电源的安装等内容由江茂同志编写。由于编者能力和水平有限,不妥之处在所难免,恳请用书单位及各位读者批评指正。

编 者

一九九四年二月

目 录

绪 论	1
第一单元 低频电子线路的测试	6
实验一 常用电子元、器件的识别与检查	6
实验二 常用电子仪器的使用	28
实验三 单级低频放大器	42
实验四 互补对称式功率放大器	55
实验五 负反馈放大器	63
实验六 差动放大器	77
实验七 集成运算放大器的应用	83
第二单元 小功率扩音机和混响电路的制作与调试	89
第三单元 调谐放大器与正弦振荡器	95
实验八 单调谐放大器	95
实验九 双调谐放大器	100
实验十 高频谐振功率放大器	105
实验十一 LC 自激正弦振荡器	115
实验十二 文氏电桥 RC 振荡器	122
第四单元 调制与解调	126
实验十三 调幅与检波	126
实验十四 调频与鉴频	134
第五单元 调幅中波收音机的安装与调试	141
第六单元 简易无线话筒的安装与调试	143
第七单元 分立元件脉冲电路	145
实验十五 脉冲波形的变换	145
实验十六 多谐振荡器	150
实验十七 双稳态电路	152
实验十八 单稳态电路	155
实验十九 施密特触发器	157
第八单元 直流稳压电源	160
实验二十 单联型稳压电源	160
实验二十一 开关式串联型直流稳压电源	166
第九单元 设计、安装、调试实验	171
实验二十二 场效应管放大器(插件)	171
实验二十三 差分放大器(两次)	180
实验二十四 滤波器(两次)	189

实验二十五 模拟乘法器(四次).....	206
实验二十六 模拟锁相环路(五次).....	220
参考书目	239

绪 论

《模拟电子线路实验与制作》离不开用仪表测量元、器件和电路参数。由于仪表精度、仪表受测试环境影响和测量方法不够完善等因素,测量所得到的参数值与元、器件和电路真实参数值是有一定差异的。测量值与真实值之间的差异,定义为测量误差。有些元、器件和电路参数不是由仪表直接测量出来的,它是通过仪表测到与欲测参数有关的量后,通过计算得到,测量这种参数的手段称为间接测量。在实验中无论是用直接测量还是间接测量测试有关参数,都存在测量中如何取值,计算中又如何取值等问题,这就是测量数据处理问题。下面分别讨论测量误差和测量数据处理的有关问题。

一、测量误差

测量误差常用绝对误差和相对误差表示。

1. 绝对误差

如果用 A_0 表示真实值, x 代表测量值,则测量的绝对误差 Δx 定义为

$$\Delta x = x - A_0$$

在实际测量中,常用高一级的标准仪表测量值 A 代替真实值 A_0 ,因此,绝对误差 Δx_A 为

$$\Delta x_A = x - A$$

Δx_A 习惯上被称为实际绝对误差。

此外,在测量中还常用修正值 δx 表示绝对误差,修正值是指高一级的标准仪器与实验中使用的仪表测量同一电量等出现的固定差值。修正值定义为:

$$\delta x = A - X = -\Delta x_A$$

例如,用毫安表测量电流值时,测得的电流值为 5 mA,若知测量用的毫安表的校正值为 +0.02 mA,则被测电流的真实值应为:

$$A = \delta x + x = 0.02 + 5 = 5.02 \text{ (mA)}$$

2. 相对误差

相对误差是指绝对误差与真实值之比的百分数,定义表示式为:

$$r = \frac{\Delta x}{A_0} 100\%$$

实际相对误差则定义为

$$r_A = \frac{\Delta x}{A} 100\%$$

示值相对误差定义是

$$r_x = \frac{\Delta x}{x} 100\%$$

测量中较广泛应用的是示值相对误差。

用仪表测量元、器件参数和电路参数时,为能获得较精确的测量值,必须选择合适的量

程,使被测量参数值能在仪表的刻度盘的满刻度的 $2/3$ 至满刻度的区域中指示出来,这是因为仪表本身的原因,仪表指针指示在满刻度的 $2/3$ 至满刻度时,仪表本身产生的绝对误差和相对误差最小。

在实验中,有些电路参数不是直接用仪表测出来的,而是通过测量某些电量后,利用这些电量与欲测参数的函数关系,计算出来的,这种测量参数的手段,就称之为间接测量。可见,直接测量误差,必引起间接测量误差。下面根据实验中间接测量参数与直接测量量可能出现的某些函数关系,讨论间接测量量的绝对误差和相对误差。

(1) 间接测量量与直接测量量的和、差成函数关系时的误差

设间接测量量为 x , 直接测量量为 B 与 C , x 与 B 和 C 的关系为:

$$x = B \pm C$$

则

$$x + \Delta x = (B + \Delta B) \pm (C + \Delta C)$$

这就是说当间接测量量与直接测量量成和、差关系时,间接测量量的绝对误差是两直接测量量的绝对误差的和或差。由于 ΔB 和 ΔC 可正也可以是负的,因此, Δx 有许多可能值,但间接测量的绝对误差,应按最坏情况取值,只取其中一个最大值,即

$$\Delta x = |\Delta B| + |\Delta C|$$

间接测量量与直接测量量成和、差关系时的相对误差,由定义可以写出:

$$r_x = \frac{\Delta x}{x} = \frac{|\Delta B| + |\Delta C|}{B \pm C}$$

由于 $x = B - C$, 在 B 、 C 相差不大时,会产生很大的相对误差,因此,在实验中选择测量方法时,要尽可能避免用二个测量量之差来求第三个量。

(2) 间接测量量与直接测量量的乘积成函数关系时的误差

设间接测量量为 x , 直接测量量为 B 和 C , x 与 B 和 C 的关系为:

$$x = B \cdot C$$

则

$$x + \Delta x = (B + \Delta B) \cdot (C + \Delta C)$$

忽略 $\Delta C \cdot \Delta B$ 二阶微小量,可以得到间接测量的绝对误差为:

$$\Delta x = B \cdot \Delta C + C \cdot \Delta B$$

由相对误差定义可以写出间接测量量的相对误差为:

$$r_x = \frac{\Delta x}{x} = \frac{B \cdot \Delta C + C \cdot \Delta B}{B \cdot C} = \frac{\Delta B}{B} + \frac{\Delta C}{C}$$

(3) 间接测量量与直接测量量的商成函数关系时的误差

假设间接测量量是 x , 直接测量量分别是 B 和 C , 则 x 与 B 和 C 的关系为

$$x = \frac{B}{C}$$

则

$$x + \Delta x = \frac{B + \Delta B}{C + \Delta C} = \frac{BC + C\Delta B - B\Delta C - \Delta B \cdot \Delta C}{C^2 - \Delta C^2}$$

忽略 $\Delta B \cdot \Delta C$ 二阶微小量可得

$$x + \Delta x = \frac{BC + C\Delta B - B\Delta C}{C^2 - \Delta C^2} \approx \frac{BC + C\Delta B - B\Delta C}{C^2}$$

$$= \frac{B}{C} + \frac{C\Delta B - B\Delta C}{C^2} = x + \frac{C\Delta B - B\Delta C}{C^2}$$

可见,间接测量的绝对误差为

$$\Delta x = \frac{C\Delta B - B\Delta C}{C^2}$$

根据相对误差的定义,可得间接测量的相对误差为:

$$r_x = \frac{\Delta x}{x} = \frac{C\Delta B - B\Delta C}{C^2} / \frac{B}{C} = \frac{\Delta B}{B} - \frac{\Delta C}{C}$$

用上面类似方法,可以求出间接测量与直接测量成其他函数关系式时的间接测量量的误差表示式。

例 1 $x = kA'$ 时

绝对误差: $\Delta x = k\Delta A'$

相对误差: $\frac{\Delta x}{x} = \frac{\Delta A'}{A'}$

例 2 $x = A'^2 = A'A'$ 时

绝对误差: $\Delta x = 2A' \cdot \Delta A'$

相对误差: $\frac{\Delta x}{x} = \frac{2A' \cdot \Delta A'}{A'^2} = 2 \frac{\Delta A'}{A'}$

例 3 $x = A'^n$ 时

绝对误差为: $\Delta x = nA'^{n-1} \cdot \Delta A'$

相对误差为: $\frac{\Delta x}{x} = n \frac{\Delta A'}{A'}$

二、测量数据的处理

实验中应如何读出仪表中的示值,实验结束后要怎样处理实验中取得的数据和进行计算,计算后应如何取值,等等。这些就是下面要讨论的问题。

1. 有效数字

任何仪表,在其量程确定之后,是有确定的能读到的数据的位数的,而其中最末一位是不准确的估计数。例如量程为 10 mA 的毫安表,在表盘上刻有 1~10 的 10 根和长刻度线,每两个长刻度线之间刻有 10 根短刻度线,当用它测量电路中的电流时,如果指针指在 2 与 3 之间的第 5 根短刻度线稍过点的位置时,表示流过表的电流是 2.52 mA;如果指针指在 5~6 之间的第 3 根短刻度线稍过一些时,表示流过表的电流是 5.33 mA。这就是说毫安表只能读到三位数,前二位是准确值,末位是不准值,2.52 mA,5.33 mA,这三位数就是毫安表中读出的有效数字。如果上述读得的电流数值用安培作单位时,可以写为 0.00252 A,0.00533 A,零后面的三位数就是有效数字。可见,所谓有效数字是指左边第一个非零数字开始直到右边最后一个数字为止所包含的数字,而其中最末一位是不准确的估计数。在这里特别要强调的是实验中得到的有效数字,换算单位后必须保持有效数字位数不变,小数点后出现数字之后的零是有效数字,例如测量得到 3.60 mA,表示有效数字是三位,用安培作单位时,应写为 0.00360 A;又如测量中读到的频率为 3.80 MHz,有效数字为三位,用 kHz 作单位时,为保持有效数字位数不变,则必须写成 380×10 kHz 等等。显然以上两例中最末一位 0 是不

准确数,前面两位为准确数。

2. 有效数字的舍入原则

在计算实验中的测试结果时,得到的数据的有效数字是有规定的,计算得到的有效数字以外的数字,一般都可以用4舍5入的原则。但是,如果要舍去的那位数为5,则必须按如下原则处理:

当应舍去的数是5,而5后面还有数字时,则舍5进1;如果5后面无数字或0时,5前面为奇数,可以舍5进1,若5前面为偶数(包括0)则舍5不进位。现举例说明舍入原则。

下列数中要求保留小数点后第二位的数:

8.6681→8.67	23.9348→23.93
64.5451→64.55	635.3650→635.36
48.605→48.60	98.4350→98.44
0.6752→0.68	0.685→0.68

3. 有效数字的运算

(1) 加法运算

运算前必须把各数据换算成同一单位,这时精度最差的就是小数点后面位数最少的数据。运算时,首先把数据的小数点后的位数处理成与精度最差的数据的相同,然后进行运算。

642.7503	→	642.75
18.83	→	18.83
0.025	→	0.02
+) 8.405	→	8.40
670.00		

(2) 减法运算

在被减数远大于减数时,把减数小数点后的位数处理到与被减数相同,然后再相减。

385.26	→	385.26
-) 25.3752	→	25.38
359.88		

当减数和被减数相近时,减法运算结果会造成相对误差增大许多,故实验中若遇到这种情况,必须设法改变测量方法,避免出现两个相近实验数相减的情况。

(3) 乘(除)运算

运算前,把数据换算成同一单位,首先以有效数字位数最少的数据为标准,把数据都处理成有相同位数的有效数字,然后进行运算,运算结果取与有效数字位数最少的数据相同位数的有效数字。如

$$\begin{array}{ccccccc} 0.0623 \times 35.785 \times 1.06852 & & & & & & \\ \downarrow & & \downarrow & & \downarrow & & \\ 0.0623 \times 35.7 \times 1.07 = 2.3797977 \rightarrow 2.38 \end{array}$$

如果运算数据中位数最少的数据中的第一位为8或9,其他各数据则应多取一位有效数字,例如上述数据中的6变为9时的情况,按如下程式运算:

$$0.0923 \times 35.785 \times 1.06852$$

↓ ↓ ↓

$$0.0923 \times 35.78 \times 1.069 = 3.530366 \rightarrow 3.53$$

如果有若干数相除时,则在运算前,先把各数据处理成与有效数字位数最少的数据相同位数的数,然后再进行运算。结果取有效数字位数最少的数据相同位数。例如

$$98.6458 \div 3.682 \div 8.48$$

↓ ↓ ↓

$$98.6 \div 3.68 \div 8.48 = 3.1596082 \rightarrow 3.16$$

第一单元 低频电子线路的测试

本单元共安排了七个实验,其中实验一、二是为初学者学习后面的实验和小制作打基础的。编者希望通过这二个实验,能使初学者初步了解电子元、器件的基本知识和简易检查其好坏的方法以及初步掌握在以后实验中要使用的各种电子仪表的使用方法等。

实验 3~7 安排了单管放大器、差动放大器、负反馈放大器、功率放大器和运算放大器等电路测试,对于各个实验的目的要求等,在各个实验指导书中说明。

实验一 常用电子元、器件的识别与检查

一、实验目的

1. 认识电子电路中常用的电阻器、电容器、电感器和中频变压器、电源变压器以及晶体二极管、三极管和运算放大器等电子元、器件类型和主要规格。
2. 掌握用三用表粗略检查上述元、器件质量的方法。
3. 掌握用三用表检查晶体二极管、三极管的管脚对应的电极位置的方法。

二、常用电子元、器件介绍

(一)电阻器

大家知道,电阻器用有一定电阻率的材料,通过一定的工艺方法制造出来的电子元件。当一定电压加在它两端时,有一定的电流流过它,它在电子电路中,常用来组成分流器、分压器等。根据电阻器导电体结构的特征,可分为薄膜电阻器、实心电阻器和线绕电阻器三大类;根据电阻器工作时阻值能否变化,又可分为固定电阻(阻值不可变)、可变电阻器(电阻值可调)和电位器等。

1. 电阻器的基本性能参数

(1)额定功率

所谓电阻的额定功率是指在标准大气压(750mmHg)和规定温度(25℃)下,电阻器能长期连续负荷而不损坏或不根本改变其性能时所容许其消耗的最大功率。电阻的额定功率系列按部标 SJ617-73 规定,线绕电阻器功率系列(单位为 W):0.05,0.125,0.25,0.5,1,2,4,8,10,16,25,50,75,100,150,250,500;非线绕电阻器功率系列(单位为 W):0.05,0.125,0.25,0.5,1,2,5,10,25,50,100。其中常用的有下列几种:0.05W,0.125W,0.25W,0.5W,1W,2W,4W,5W 等。

(2)精密度及标称阻值系列

电阻器的实际阻值与标称阻值之间的误差范围,称为电阻器的精密度。电阻器的精刻度等级及其相应误差有:0.05 级($\pm 0.5\%$),0.1 级($\pm 1\%$),0.2 级($\pm 2\%$),I 级($\pm 5\%$),II 级($\pm 10\%$),III 级($\pm 20\%$)。电阻器标称阻值系列(SJ618-73)如下表所示:

容许误差	系列代号	系 列 阻 值											
±5%(Ⅰ级)	E24	1.0	1.1	1.2	1.3	1.5	1.6	1.8	2.0	2.2	2.4	2.7	3.0
		3.3	3.6	3.9	4.3	4.7	5.1	5.6	6.2	7.5	8.2	9.1	
±10%(Ⅱ级)	E12	1.0	1.2	1.5	1.8	2.2	2.7	3.3	3.9	4.7	5.6	6.8	8.2
±20%(Ⅲ级)	E6			1.0	1.5	2.2	3.3	4.7	6.8				

任何电阻的标称阻值都应符合表中所列数值乘以 10^n , 其中 n 为正整数或负整数。

2. 电阻器和电位器的型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分
用字母表示主称		用字母表示材料		用数字或字母表示分类		用数字表示序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义	
R	电阻器	T	碳 膜	1	普 通	
W	电位器	P	硼碳膜	2	普 通	
		U	硅碳膜	3	超高频	
		H	合成膜	4	高 阻	
		I	玻璃釉膜	5	高 温	
		J	金属膜	6		
		Y	氧化膜	7	精 密	
		S	有机实芯	8	高压或特殊函数	
		N	无机实芯	9	特 殊	
		X	线 绕	G	高功率	
		R	热 敏	T	可 调	
		G	光 敏	X	小 型	
		M	压 敏	L	测量用	
				W	微 调	
				D	多 圈	

3. 电阻器的标志方式

电阻器的类型、阻值、误差、额定功率等, 一般用上述的命名符号、数字标写在电阻上。为让读者熟悉其标志方式, 举例说明如下。

固定电阻器标志, 用四部分字母和数字表示, 这些字母和数字直接写在电阻上, 如:

RTX—0.25—51k±10% 表示这个电阻是小型碳膜电阻, 额定功率是 0.25W, 阻值 51kΩ, 容许误差±10%。

对于一些体积很小的合成固定电阻器, 其阻值和误差常以色环表示, 如图 1-1 所示。图中四道色环的意义是: 第 1, 2 色环表示电阻值的第一、第二位的两位数字, 第 3 色环表示乘以 10 的方次, 第 4 色环表示电阻值的容许误差。色环所代表的数字大小, 如下表所示:

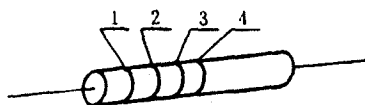


图 1-1

色别	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银	本色
对应数值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9			
误差											±5%	±10%	±20%

例如上述电阻第1环是红色;第2环是紫色;第3环是黄色,第4环是金色,则表示这个电阻是 $27 \times 10^4 \Omega$,误差为 $\pm 5\%$ 。

有三个接头的可变电阻就是电位器。电位器的类型、阻值等也是用上表中的命名符号、数字写在电位器上的,电位器上写的数字是指电位器最大电阻值。如 WTX4.7k Ω 表示小型碳膜电位器,其最大电阻值是 4.7k Ω 。常用的电位器有如下几种:

WTX 型——小型碳膜电位器

WTH 型——合成碳膜电位器

WHJ 型——精密合成膜电位器

WHD 型——多圈合成膜电位器

WS 型——有机实芯电位器

WX 型——线绕电位器

根据薄膜电位器旋转角度与实际阻值的关系,电位器又可分为直线式、指数式和对数式三种。电位器可以带开关,也可以不带开关。

线绕电阻和电位器,一般在低频段运用,薄膜电阻、电位器的运用频率一般都在 10MHz 以下。

4. 电阻器的高频等效电路

电阻器在频率较高的电路中运用时,必须考虑其固有的电容和电感,电流的趋肤效应和邻近效应等,此外,骨架和保护层介质的高频损耗引入的影响也必须考虑。因此,电阻器便不能仅由标称电阻表示,它必须用图 1-2 的高频运用时的高频等效电路来表示,电路中的 C_R 、 L_R 是上述因素造成的分布电容和分布电感。对于用不同制造方式制造出来的电阻器和它在电路中不同方式摆置, C_R 、 L_R 值不相同。显然,对于低阻值的电阻器在高频运用时,其分布电感对电路影响大;高阻值的电阻器,则其分布电容对电路影响大。

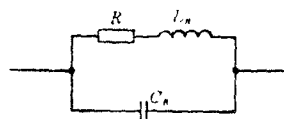


图 1-2

(二) 电容器

大家知道,电容器是由两个导体(电极或极片)以及它们之间介质所组成。按照所用的介质,电容器可分为瓷介质电容器、云母电容器、纸介电容、有机薄膜电容、玻璃釉电容器、电解电容器、空气电容器等;按电容器结构形式,电容器可分为平板形、迭片形、管形、卷绕形电容器;如果按电容器是否可以调整,电容器可分为,固定电容器、可变电容器和半可调



图 1-3

电容器等。电容器在电路中用图 1-3 的符号表示。

电容器一般用作振荡槽路中的元件和用它作耦合元件、滤波及旁路元件等。

下面以列表形式介绍电容器的型号命名法和常用电容器的几项主要特性。

1. 电容器的型号命名法

电容器主称、材料的符号及意义如下表所示：

主 称			
符 号	意 义	符 号	意 义
C	电容器	C	高频瓷
		T	低频瓷
		I	玻璃釉
		O	玻璃膜
		Y	云母
		V	云母纸
		Z	纸介
		J	金属化纸
		B	聚苯乙烯等非极性有机薄膜
		L	涤纶等极性有机薄膜
		Q	漆膜
		H	纸膜复合
		D	铝电解
		A	钽电解
		G	金属电解(或高功率)
		N	铌电解
		E	其他材料电解

电容器的分类部分，一般用数字表示，但个别类型还是用字母表示，如用 G 表示高功率，W 表示微调，X 表示小型等。数字表示的意义如下表示所示：

类 别 电 容 名 称	1	2	3	4	5	6	7	8	9
瓷介电容器	圆片	管形	叠片	独面	穿心	支柱等		高压	
云母电容器	非密封	非密封	密封	密封				高压	
有机电容器	非密封	非密封	密封	密封	穿心				特殊
电解电容器	箔式	箔式	烧结粉液体	烧结粉固体		无极性			特殊

电容器的等级及其容许误差如下表所示。电容器分为常见的七个等级：

容许误差	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$+20\%$ -30%	$+50\%$ -20%	$+100\%$ -10%
级别	02	I	II	III	IV	V	VI

固定电容的标称容量系列如下表所示：

名 称	容许误差	容量范围	标称容量系列
纸介电容器	$\pm 5\%$	100pF~1 μ F	1.0 1.5 2.2
金属化纸介电容器	$\pm 10\%$		3.3 4.7 6.8
低频(有极性)有机薄膜介质电容器	$\pm 20\%$		1 2 4 6 8 10 15 20
高频(无极性)有机薄膜介质电容器			30 50 60 80 100
瓷介电容器	$\pm 5\%$		E24
瓷介电容器	$\pm 10\%$		E12
玻璃釉电容器	$\pm 20\%$		E6
云母电容器	$\pm 20\%$ 以上		E6
铝、钽、铌电解电容器	$\pm 10\%$ $\pm 20\%$		1 1.5 2.2 3.3 4.7 6.8
	+50% -20%		
	+100% -10%		(容量单位为 μ F)

电容的标称量是表中的数值,或表中数值再乘以 10^n ,其中 n 为正整数或负整数。

电容器的型号、容量和误差等,一般都是以以上各表的符号或数字印在电容器上的,例如,CBX—63—100 III %,表示这个电容器是小型聚本乙烯电容器,额定直流工作电压为63V,标称容量为100pF,容许误差为 $\pm 20\%$;又如CCG1—63—0.01 I ,表示这个电容器是功率高瓷介电容器,耐压63V,容量为0.01 μ F,容许误差为 $\pm 10\%$ 。

2. 电容器的基本特性参数

电容器的基本特性参数有电容量、工作频率、误差和漏阻等。不同的电容器,其特性参数不同,为方便读者选用电容器,现以列表方式,把常用的几种电容器的特性参数提供如下:

名 称	型号	容量范围	适用频率 (MHz)	直流工作 电压(V)	容许误差	漏 阻 (M Ω)
纸介电容 (中、小型)	CZ 型	470pF~ 0.22 μ F	8 以下	63~630	$\pm (5\sim 20)\%$	>5000
金属壳密封 纸介电容	CZ3	0.01 μ F~ 10 μ F	直 流 脉动直流	250~1600	$\pm (5\sim 20)\%$	>1000~ 5000
金属化纸介电 容器(中、小型)	CJ	0.01 μ F~ 0.2 μ F	8 以下	150 250 400	$\pm (5\sim 20)\%$	>2000
薄膜电容器		3pF~0.1 μ F	高频、低频	63~500	$\pm (5\sim 20)\%$	>10000
云母电容器	CY	10pF~ 0.051 μ F	75~250 以下	100~7000	$\pm (2\sim 20)\%$	>10000
瓷介电容器	CC	1pF~0.1 μ F	低频、高频 50~3000 以下	63~630	$\pm (2\sim 20)\%$	>10000
铝电解电容器	CD	1~10000 μ F	直 流 脉动直流	4~500	+20%~+50% -30%~-20%	
钽、铌电解电容器	CACN	0.17 μ F~ 1000 μ F	直 流 脉动直流	6.3~160	$\pm 20\%$ ~+20% -30%	
瓷介微调电容器	CCW	2/7pF~ 7/25pF	高 频	250~500		>10000~ 10000
可变电容器	CB	最小>7pF 最大<1000pF	低 频 高 频	100 以下		>500
金属壳密封金属化 纸介电容器	CJ3	0.22 μ F~30 μ F	直 流 脉动直流	160~1600	$\pm (5\sim 20)\%$	>30~5000

3. 电容器的实际等效电路

由于电容器本身就存在电感,另外,它与电路中的其他元、器件连接的接线存在电感,于是,每一个电容器都有固有电感,此外,电容器工作时存在损耗,因此电容器的实际等效电路如图 1-4 所示。

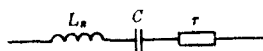


图 1-4

显然,这个电容的实际等效电路存在的固有频率为 $f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$ 。当加在等效电路两端的信号频率 $f = f_0$ 时,电路发

生谐振,这个电容呈现为一个很小的电阻 r 。当 $f > f_0$ 时,电容器便呈感性了。当 $f < f_0$ 时,等效电路呈容性。可见,在电路中只有 $f < f_0$ 时,电容器才能作电容器正常的运用。

4. 用三用表判别电容器的好坏

(1) 用三用表电阻档测量电容漏阻和粗略估计其容量

选用适当档位测量电容器两端时,表针会按顺时针方向跳动一下,表针的跳动表示电容有容量,表内电源向电容充电,跳动的幅度就是其最大的充电电流。表针跳动以后逐步退回到某一极大的电阻值,这个电阻值就是电容器的漏电阻。如果被测电容是电解电容,漏阻一般在 $1M\Omega$ 以下,其他电容的漏阻都是在几十 $M\Omega \sim 10000M\Omega$ 以上。

用三用表电阻档测漏阻及判别容量时,应选好档次。一般情况下,对 $50\mu F$ 以上的大电容应选用 $R \times 10$ 档;对 $1 \sim 50\mu F$ 电容,应选用 $R \times 100$ 档;对于 $1\mu F$ 以下的电容应选用 $R \times 1k$ 档,甚至要选用 $R \times 10k$ 档。

用三用表测量电容漏阻时,被测电容容量越大,指针跳动幅度越大,指针回原速度越慢,根据指针跳动幅度的大小,粗略估计电容器的容量是否足够。

用三用表测量电解电容的漏阻时,应以黑表笔接电容的“+”极,红表笔接电容的“-”极,这时测出漏阻比表笔调转后测到的小。根据上述情况,在电解电容“+”“-”分辨不出来时,可用三用表测漏阻的办法,重新把它分辨出来——漏阻小时黑笔所在电极为电解电容的“+”极,另一电极为“-”极。

当测完一次漏阻后还希望再测一次时,必须先把电容短路放电后,再用三用表测量,否则,因为电容已充满电,第二次再测时,无充电电流,表针不会跳动。

用三用表判别可变电容的好坏时,可以把表笔置于定片和动片两个引出焊片上,转动动片,如果表针一直指在接近 ∞ 位置上,表示动片和定片无碰片现象,初步判定可变电容是好的。如果动片转到某位置,电阻突然为零,表示电容器在这个位置上碰片了,可变电容是坏的,它必须排除碰片故障后,方可使用。

(三) 电感器

电感器是一种由绝缘线绕制在绝缘骨架上的线圈,它是一种具有电感性能的元件。骨架有用塑料或胶木压制成的,也有用青壳纸、牛皮纸、电缆纸和高频瓷管等制成的。骨架有方形的也有圆筒形的。骨架框内可以填入硅钢片、铁氧体,也可以不填任何物质。例如收音机输入回路的骨架是由电缆纸做成的,骨架做成圆筒形,其框架内插入铁氧体磁棒;电源变压器的框架用青壳纸做成矩形,其框架内填满了硅钢片;收音机、电视机用的本机振荡线圈,中频变压器等的骨架是用塑料压制成的圆筒形骨架,筒内插入了铁氧体,转动铁氧体并使其伸进或退出一些,可以改变线圈的电感量。

装入了硅钢片的线圈,人们称它为带铁芯的线圈;装入了铁氧体的线圈,则称之为带磁