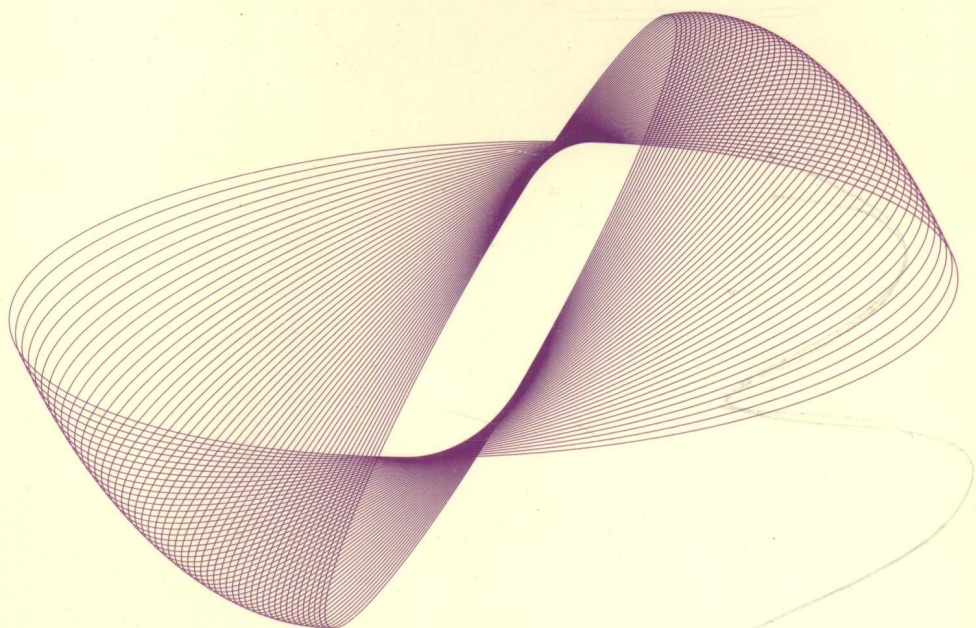


机电类专业“十一五”规划教材

电子技术基础

DIANZI JISHU JICHU

主编 侯守军 张道平



国防工业出版社

National Defense Industry Press

TN/122

2010

机电类专业“十一五”规划教材

电子技术基础

主 编	侯守军	张道平	
副主编	孔三喜	谢爱明	尹同勇
编 者	徐红军	张盼盼	陈 波
	周 洁	王立颖	王 聪
	许 峰	张海燕	何学民

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书按照《中等职业学校电子技术基础教学大纲》编写而成,并参照了本行业职业技能鉴定规范。全书共分11章,主要介绍了常用电子元器件、半导体器件、基本放大电路、正弦波振荡器、功率放大器、电源电路、调制与解调电路、数字电路的基础知识、组合逻辑电路、时序逻辑电路、数字电路的应用等知识。本书侧重介绍电子技术的一些基础知识和基础理论,强调理论与实际的结合,以达到培养应用型技术人才的目的。

本书可作为中职学校电子电器类专业的基础教材,也适合初学者阅读和学习,可供职业高中和技工学校相关专业选用,也可供从事电子设备与电子装置维修的技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础/侯守军,张道平主编. —北京:国防工业出版社,2010.2
机电类专业“十一五”规划教材
ISBN 978-7-118-06692-0

I. ①电... II. ①侯... ②张... III. ①电子技术—高等学校—教材 IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 023260 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

天利华印刷装订有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 13 $\frac{1}{4}$ 字数 311 千字

2010 年 2 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 25.00 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)68428422

发行邮购:(010)68414474

发行传真:(010)68411535

发行业务:(010)68472764

前 言

随着电子技术发展的日新月异,电子技术领域的新技术、新器件以前所未有的速度不断涌现,使得电子技术实验、电子技术设计的手段日新月异。为了适应现今电子技术教学的需要,培养新型电子技术人才,深化电子技术基础课程的教学改革,我们组织了一批一直站在教学第一线专业教师,编写了本书。

本书突出体现了以中职学校电类相关专业的人才培养目标为根本,以毕业生职业岗位的能力要求为依据。同时也考虑到电子技术是一门技术基础课,需要为后续的专业课打基础,以适应电子技术行业的发展要求充实新技术、新器件的内容。本书涵盖国家职业标准中电子技术的知识及技能,并利用丰富的教学资源,对教学内容进行了科学的整合。本书具有如下特点:

1. 在内容安排上,结合中职学生的学习实际,将模拟部分和数字部分综合在一起,并对传统的电子技术基础教材所涉及的内容做了相应的调整和取舍,增加了一些新的元器件知识和内容,力求做到让学生在掌握和理解相关的知识点的同时,也及时了解各种新的知识和技术。

2. 在知识讲解上,注重学生理解能力、综合应用能力的培养。本课程是一门综合性、基础性较强的课程,与将来学生要学习的各门专业课程联系紧密。因此,本书强调对基础知识点的阐述和讲解,力求让学生通过本课程的学习,打下扎实的基础,为将来的专业课程做好准备。

本书由侯守军、张道平担任主编,参加本书编写的有侯守军、张道平、张海燕、谢爱明、徐红军、张盼盼、陈波、尹同勇、周洁、王立颖、孔三喜、王聪、许峰、何学民。在本书的编写过程中,得到了湖北信息工程学校、湖北北京山职教中心、辽宁警官高等专科学校、河南平顶山工业职业技术学院、江苏盐城技师学院、江苏盐南中等专业学校、江苏省射阳职业高级中学、江苏滨海现代技术教育中心、四川省巴中市南江职业中学的大力支持,在此一并表示衷心的感谢。

由于编者的水平有限,加之电子技术的发展十分迅速,书中难免会有不妥之处,我们衷心希望广大读者对本书的疏漏和错误提出批评和建议,如有问题,请与张永生编辑联系,电子邮箱:Zhangyongsheng100@163.com。

编 者

目 录

第1章 常用电子元器件	1
1.1 电阻器	1
1.1.1 电阻器的分类	1
1.1.2 电阻器的主要参数	2
1.1.3 电阻器的型号命名法	3
1.1.4 标称阻值和允许误差的标注方法	3
1.1.5 电阻器的测试	4
1.1.6 电阻器的选用	5
1.2 电容器	5
1.2.1 电容器的分类	6
1.2.2 电容器的主要参数	7
1.2.3 电容器的标注方法	7
1.2.4 电容器的简易检测	8
1.2.5 电容器的选择和使用	8
1.3 电感器	9
1.3.1 电感的定义	9
1.3.2 电感器的分类	9
1.3.3 电感的符号与单位	9
1.3.4 电感的作用	10
1.3.5 电感的主要特性参数	10
1.3.6 电感的型号、规格及命名	11
1.3.7 电感在使用过程中的注意事项	11
1.4 电接触件	11
1.4.1 开关	11
1.4.2 接插件	15
1.4.3 继电器	17
1.5 压电器件	23
1.6 电声器件	28
1.6.1 扬声器	28
1.6.2 传声器	30
1.6.3 微型电磁讯响器	33
1.7 片式元器件	34

1.7.1	片式电阻器	35
1.7.2	片式电容器	36
1.7.3	片式矩形电感器	37
1.7.4	片式晶体管	38
1.7.5	片式集成电路	38
1.7.6	片式元器件的使用	39
1.8	电池	41
1.8.1	干电池	41
1.8.2	充电电池	41
1.8.3	小型密封式免维护铅蓄电池	42
	思考与练习题	42
第2章	半导体器件	44
2.1	半导体的基本特性	44
2.1.1	半导体的定义	44
2.1.2	P型半导体和N型半导体	44
2.1.3	PN结的形成及特性	45
2.2	半导体二极管	46
2.2.1	半导体二极管的结构、符号	46
2.2.2	二极管的特性	46
2.2.3	半导体二极管的主要参数	48
2.2.4	二极管引脚识别及性能简易测试	48
2.2.5	特殊二极管简介	49
2.3	半导体三极管	52
2.3.1	半导体三极管结构及类型	52
2.3.2	半导体三极管的电流放大作用	52
2.3.3	半导体三极管的特性曲线及主要参数	54
2.3.4	片式三极管器件介绍	56
2.3.5	三极管的引脚判别及性能粗测	56
2.4	场效应管	57
2.4.1	结型场效应管	57
2.4.2	绝缘栅型(MOS)场效应管	58
2.5	晶闸管(可控硅)	60
2.5.1	单向晶闸管	60
2.5.2	双向晶闸管	63
2.5.3	晶闸管整流电路	64
2.6	半导体器件型号命名方法	66
	思考与练习题	66

第3章 基本放大电路	68
3.1 放大器的种类和特点	68
3.2 基本放大电路的构成	68
3.3 共发射极放大电路的工作原理	69
3.3.1 电路的说明	69
3.3.2 放大器的静态工作点	70
3.3.3 共发射极电路的放大和反相作用	72
3.3.4 偏置电路	73
3.4 共集电极放大电路	74
3.5 共基极放大电路	75
3.6 场效应管放大电路	76
3.7 调谐放大器	78
3.7.1 调谐放大器的工作原理	78
3.7.2 两种基本的调谐放大电路	79
3.8 放大电路中的负反馈	81
3.8.1 反馈概念的建立	81
3.8.2 反馈的分类	82
3.8.3 负反馈对放大器性能的改善	84
思考与练习题	85
第4章 正弦波振荡器	88
4.1 振荡电路的基本原理	88
4.1.1 振荡电路的概念	88
4.1.2 自激振荡的工作原理	88
4.2 正弦波振荡器的组成及振荡条件	89
4.2.1 自激振荡的条件	89
4.2.2 自激振荡建立过程	90
4.3 LC 振荡器	91
4.3.1 变压器耦合式 LC 振荡器	91
4.3.2 三点式 LC 振荡电路	92
4.4 石英晶体振荡器	94
思考与练习题	97
第5章 功率放大器	98
5.1 功率放大器的特点	98
5.2 乙类推挽功率放大电路	99
5.3 互补对称功率放大电路	101
5.3.1 互补对称式推挽 OTL 功放电路	101
5.3.2 双电源互补对称式 OCL 功放电路	103
5.4 集成功率放大电路	104
5.4.1 LM386 集成功率放大器及其应用	105

5.4.2	TDA2030 集成功率放大器及其应用	106
5.5	音频功率放大器	106
5.6	实用功率放大电路	108
	思考与练习题	109
第6章	电源电路	111
6.1	电源电路的功能和结构	111
6.2	变压和整流电路	111
6.2.1	变压电路	111
6.2.2	整流电路	112
6.2.3	滤波电路	114
6.2.4	稳压电路	116
6.2.5	稳压电路实例分析	118
6.3	集成稳压电源	119
6.4	开关电源	121
6.5	电源电路应用实例	122
	思考与练习题	123
第7章	调制与解调电路	124
7.1	电波与传输的基本知识	124
7.2	调制与解调的基本方法	124
7.2.1	调制的基本方法	125
7.2.2	解调的基本方法	125
7.3	调制的种类	125
7.3.1	调制的种类	126
7.3.2	正弦波幅度调制	126
7.3.3	正弦波频率调制	127
7.3.4	正弦波相位调制	127
7.3.5	脉冲调制	127
7.4	无线电信号调制与解调	128
7.4.1	调制	128
7.4.2	解调	129
7.5	调幅信号的检波电路	129
7.5.1	包络检波	129
7.5.2	同步检波	129
7.5.3	检波电路的主要技术指标	130
7.6	鉴频器	130
7.6.1	相位鉴频器	130
7.6.2	陶瓷鉴频器	131
7.7	变频电路	131
7.7.1	变频器概述	131

7.7.2	混频的基本原理	132
7.7.3	混频电路	132
7.7.4	混频干扰	133
	思考与练习题	134
第8章	数字电路的基础知识	135
8.1	数字电路概述	135
8.1.1	脉冲和数字电路	135
8.1.2	数制与编码	136
8.2	逻辑运算	140
8.2.1	基本逻辑运算	140
8.2.2	逻辑函数及其表达方法	143
8.3	逻辑代数及逻辑函数的化简	143
8.3.1	逻辑代数的基本公式	144
8.3.2	逻辑代数的基本规则	144
8.3.3	逻辑函数的代数化简法	145
	思考与练习题	146
第9章	组合逻辑电路	148
9.1	集成门电路	148
9.1.1	基本逻辑门电路	148
9.1.2	三极管—三极管逻辑门电路(TTL)	150
9.2	组合逻辑电路的分析和设计	153
9.3	常用组合逻辑电路	156
9.3.1	编码器	156
9.3.2	译码器	158
9.3.3	数据选择器	160
9.3.4	加法器	163
	思考与练习题	165
第10章	时序逻辑电路	169
10.1	触发器	169
10.1.1	基本电路	169
10.1.2	主从 JK 触发器	174
10.1.3	边沿 D 触发器	176
10.2	寄存器	177
10.2.1	数码寄存器	177
10.2.2	移位寄存器	178
10.3	计数器	180
10.3.1	二进制计数器	180
10.3.2	十进制计数器	183
10.3.3	时序逻辑电路的应用	187

思考与练习题.....	189
第 11 章 数字电路的应用	191
11.1 半导体存储器.....	191
11.1.1 随机存取存储器(RAM)	191
11.1.2 只读存储器	195
11.2 555 定时器	197
11.2.1 集成 555 定时器	197
11.2.2 施密特触发器	198
11.2.3 多谐振荡器	200
11.2.4 单稳态触发器	201
11.3 D/A 和 A/D 转换器	202
11.3.1 D/A 转换器	203
11.3.2 A/D 转换器	205
思考与练习题.....	208
参考文献	210

第1章 常用电子元器件

【学习目标】

1. 了解电阻器、电容器、电感元件、片式元件、压电元件、电声元件、电池等常用电子元器件的分类、作用、主要参数、型号及命名方式。
2. 了解上述常用电子元器件的检测和选用原则。
3. 了解上述常用电子元器件的发展趋势。

电子元件是指在工厂生产加工时不改变分子结构的成品,如电阻器、电容器、电感器。因为它本身不产生电子,它对电压、电流无控制和变换作用,所以又称无源器件。

电子器件是指在工厂生产加工时改变了分子结构的成品,如晶体管、电子管、集成电路。因为它本身能产生电子,对电压、电流有控制、变换作用(放大、开关、整流、检波、振荡和调制等),所以又称有源器件。

通常把电子元件和电子器件统称为电子元器件,它是构成电路的基本单元。

随着世界电子信息产业的快速发展,作为电子信息产业基础的电子元器件产业发展也异常迅速。电子元器件的品种越来越多,功能越来越强,涉及范围也在不断扩大,跨越了电子元件、电路、系统的传统分类,跨越了硬件、软件的基本范畴。电子元器件正进入以新型电子元器件为主体的新一代元器件时代,它将基本取代传统元器件,由原来只为适应整机的小型化及其新工艺要求为主的改进变成以满足数字技术、微电子技术发展所提出的特性要求为主,而且是成套满足的产业化发展阶段。

近年来我国电子工业持续高速增长,带动电子元器件产业的强劲发展,中国已经逐渐成为扬声器、铝电解电容器、显像管、印制电路板、半导体分立器件等电子元器件的世界生产基地。

1.1 电阻器

电阻器是电气、电子设备中应用最广泛的基本元器件之一,在电路中常用于控制和调节电路中的电流和电压,还可以作为消耗电能的负载等。

1.1.1 电阻器的分类

电阻器有不同的分类方法,按结构可以分为固定电阻器和可变电阻器:固定电阻器的阻值是固定的,一经制成后不再改变;可变电阻器的阻值可在一定范围内调节。

1. 固定电阻器

固定电阻器一般称为电阻。由于制作材料和工艺不同,可分为合成电阻器、薄膜电阻

器、线绕电阻器以及特殊电阻器 4 种类型。

2. 可变电阻器

可变电阻器分为滑线变阻器和电位器,其中应用最广泛的是电位器。电位器是一种可以人为地将阻值连续调整变化的电阻器,一般具有两个固定端头和一个滑动触头,滑动触头运动使其阻值在标称电阻值范围内变化。在电路中,电位器常用于调节某点的电位。

电位器按电阻材料分为合成型(实芯)、合金型(线绕)、薄膜型三大类;按结构可分为单圈、多圈,单联、多联,带开关、不带开关等;按调节方式可分为旋转式、直滑式;按用途可分为普通电位器、精密电位器、功率电位器、微调电位器和专用电位器等。

电位器在调节时,根据其阻值随转轴的旋转角度而变化的规律又可分为直线式、对数式和指数式电位器。

(1) 直线式电位器。电位器的调节量与阻值的变化量呈线性关系,用字母 X 表示,这种电位器适用于分压、偏流的调整。

(2) 对数式电位器。电位器的调节量与阻值的变化量呈对数关系,用字母 D 表示,适用于音响等音调控制电路。

(3) 指数式电位器。电位器的调节量与阻值的变化量呈指数关系,用字母 Z 表示,适用于收音机、音响等音量控制电路。

1.1.2 电阻器的主要参数

电阻器的主要参数有标称阻值、允许误差、额定功率、最大工作电压、温度系数、噪声系数及高频特性等,使用中一般主要考虑标称阻值、误差、额定功率等参数。

1. 标称阻值和允许误差

电阻器的标称阻值是指在电阻体上所标注的阻值,电阻器的阻值单位为欧姆,用 Ω 表示。电阻器标称阻值和实测值之间允许的最大偏差范围叫做电阻器的允许误差。

通常电阻器允许误差分为 3 级: I 级误差为 $\pm 5\%$; II 级误差为 $\pm 10\%$; III 级误差为 $\pm 20\%$ 。为了便于生产和使用,国家规定了标称值系列,常用电阻器按照误差等级分为 3 个系列,即 E24、E12、E6,分别对应 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 这 3 个误差等级。这 3 个系列分别有 24 个、12 个、6 个标称值。高精度电阻器也按误差等级分为 3 个系列,即 E48、E96、E192,分别对应 $\pm 2\%$ 、 $\pm 1\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 这 3 个误差等级。

2. 额定功率

电阻器通过电流时,会将电能转化为热能,温度过高会损坏电阻器,额定功率是指电阻器长期连续工作而不改变性能的允许功率。电阻器一般有两种标识的方法:一是 2W 以上的电阻,直接用数字印在电阻体上;二是 2W 以下的电阻,以自身体积大小来表示功率。在电路图上表示电阻功率时,采用的符号如图 1-1 所示。

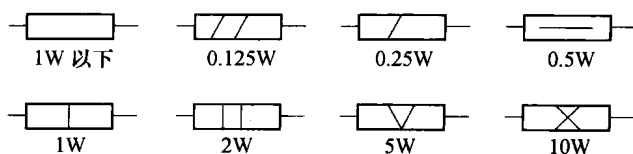


图 1-1 电阻的功率表示

1.1.3 电阻器的型号命名法

国产电阻器通常由 3 部分或 4 部分组成。

第 1 部分:由 3 个分类组成,用字母表示产品的主称、导体材料、分类以及序号。个别分类也有用数字表示的,如表 1-1 所列。

表 1-1 电阻器的型号

主 称		导 体 材 料		分 类			
符号	意义	符号	意义	符号	意义	符号	意义
R	电阻器	T	碳膜	C	超小型	1.2	普通
W	电位器	H	合成膜	X	小型	3	超高频
		J	金属膜	L	测量	4.5	高阳
		Y	金属氧化膜	J	精密	7	精密
		S	有机实芯	G	高功率	8	高压
		N	无机实芯	T	可调	10	卧式
		I	玻璃釉膜			11	立式
		X	线绕			12	无感式

第 2 部分:用数字表示额定功率的大小,单位为 W。

第 3 部分:表示标称阻值的大小,单位为 Ω 。

第 4 部分:表示允许误差的大小。

1.1.4 标称阻值和允许误差的标注方法

1. 直标法

直标法是将电阻的阻值和误差直接用数字或字母印在电阻上,如图 1-2 所示。若电阻器表面未标出其允许误差,则表示允许误差为 $\pm 20\%$,未标出阻值单位则其单位为欧。

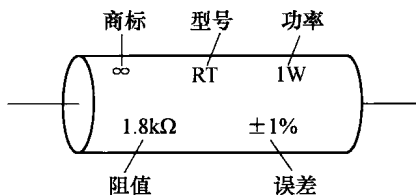


图 1-2 电阻的直标法

2. 文字符号法

文字符号法是用阿拉伯数字和文字两者有规律的组合表示标称阻值和允许误差。阻值单位用文字符号表示,即 R、K、M、G、T 分别表示欧、千欧、兆欧、吉欧、太欧。阻值的整数部分写在阻值单位标志符号前面,阻值的小数部分写在阻值单位标志符号后面;阻值单位、符号位置代表标称阻值有效数字中小数点所在位置;允许误差一般用 J、K、M 表示,其对应的误差等级为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 。如用文字符号法表示的 1R5J,表示电阻值为 1.5Ω ,允许误差为 $\pm 5\%$;2K7M 表示阻值为 $2.7k\Omega$,允许误差为 $\pm 20\%$;5K1K 表示阻值为

5. $1\text{k}\Omega$, 允许误差为 $\pm 10\%$ 。

3. 数码法

数码法用 3 位阿拉伯数字表示, 前两位表示阻值的有效数值, 第 3 位数表示有效数值后面零的个数, 单位是欧, 其允许误差通常用文字符号表示。当阻值小于 10Ω 时, 以“ $\times R \times$ ”表示, 将 R 看作小数点, 如 102 表示该电阻的阻值为 $10 \times 100\Omega$, 510 表示 51Ω , 6R8 表示 6.8Ω 。

4. 色标法

色标法是用不同颜色的色带或点在电阻器表面标出标称阻值和误差, 其颜色规定如表 1-2 所列。

表 1-2 色标表示的意义

颜色	有效数字	乘数	允许偏差/%	颜色	有效数字	乘数	允许偏差/%
棕色	1	10^1	± 1	灰色	8	10^8	—
红色	2	10^2	± 2	白色	9	10^9	$+50 \sim -20$
橙色	3	10^3	—	黑色	0	10^0	—
黄色	4	10^4	—	银色	—	10^{-2}	± 10
绿色	5	10^5	± 0.5	金色	—	10^{-1}	± 5
蓝色	6	10^6	± 0.2	无色	—	—	± 20
紫色	7	10^7	± 0.1				

色标法分为 4 圈色环表示法和 5 圈色环表示法: 4 圈色环法一般用于 E6、E12、E24 系列电阻器; 5 圈色环法一般用于 E48、E96、E192 系列电阻器。4 圈色环标注意义为: 左边前两位数字代表有效数字, 第 3 位色环表示倍率, 即有效值数字后面零的个数, 最后一位表示允许误差。5 圈色环标注意义为: 左边前 3 位代表有效数字, 后面两位分别代表倍率和误差, 如图 1-3 所示。

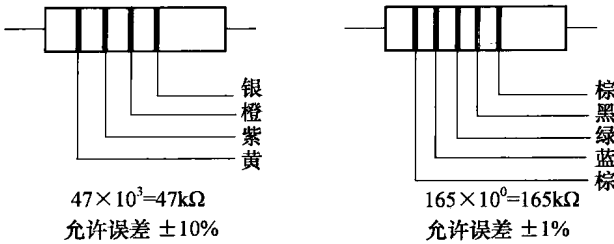


图 1-3 电阻器的色环法表示

1.1.5 电阻器的测试

1. 电阻器的测量

测量电阻器的方法很多, 可以用万用表的欧姆挡以及电阻电桥直接测量, 也可以采用间接测量法, 即先通过测量电阻器两端的电压 U 以及流过电阻器的电流 I , 然后根据欧姆定律 ($R = U/I$) 求出电阻值。当测量精度要求不高时, 可直接用万用表的欧姆挡测量; 当测量精度要求较高时, 通常采用电阻电桥来测量电阻。

2. 电位器的检测

(1) 直观检查。首先转动旋柄,看看旋柄是否平滑,开关是否灵活,听听开关触点转动发出的响声是否清脆以及电位器内部接触点和电阻体摩擦的声音,若有“沙沙”声,说明质量不好。

(2) 测量电位器的标称电阻。用万用表的“ Ω ”挡测量电位器的两个固定端电阻,并与标称值进行核对。如果用万用表测量时表针不动或阻值相差很多,说明电位器已损坏;如果表针跳动,说明电位器内部接触不良。

(3) 检测电位器的活动臂与电阻片的接触是否良好。用万用表的红、黑表笔分别接在电位器的滑动端与固定端之间,移动滑动端,阻值应从最小值到最大值之间连续变化。测量中最小值、最大值越接近标称值,万用表指针越平稳移动,说明电位器质量越好。

(4) 测试开关。对带开关的电位器,还应检查开关部分。当开关接通时,用万表“ $R \times 1$ ”挡检测,阻值应为零或接近于零;当开关断开时,用万用表“ $R \times 10k$ ”挡检测,阻值应为 ∞ 。

1.1.6 电阻器的选用

1. 普通电阻器的选用

(1) 型号的选取。通用型电阻器种类多,规格齐全,价格便宜,作为民用或一般用途应优先选用通用型电阻器。

(2) 主要参数的选择。电阻器的主要参数是指电阻器的标称电阻和额定功率。电阻值应根据电路实际需要选择系列表中近似的标称值。所选用电阻器的额定功率值应高于电路工作中实际值的0.5倍~1倍。

(3) 不同温度特性的电阻器的选用。电阻器的温度特性直接影响电路工作的稳定性。实际应用中,应考虑温度系数对电路工作的影响,同时根据电路特点来选择不同温度特性的电阻器。

(4) 高频电路中电阻器的选用。应选用分布参数小的电阻器,如碳膜电阻器、金属膜电阻器以及分布参数很小的非线性绕电阻器,不宜选用分布参数大的线绕电阻器。

2. 电位器的选用

(1) 根据使用要求不同,选用不同类型的电位器。在普通电子仪表或电路中做一般调节时,应优先采用碳膜电位器,其特点是种类型号多、阻值范围广、价格便宜、分辨力高、耐磨性好,但稳定性差,要求不高的场合可选用这种电位器。

(2) 根据电路对参数的要求选用电位器。

1.2 电 容 器

电容器是组成电子电路的基本元件,在电路中的使用频率仅次于电阻器。利用电容器隔直流通交流的能力以及电容器充放电特性,可以用来隔断直流、耦合交流、旁路交流以及组成定时电路、滤波电路、锯齿波产生电路等。

1.2.1 电容器的分类

1. 按结构分类

1) 固定电容器

固定电容器是一经制成后其电容量不再改变的电容器。固定电容器分无极性电容器和有极性电容器两种:无极性电容器是指电容器的两个金属电极没有正负极之分,使用时可交换连接;有极性电容器的两极分正负极,使用时一定要将正极接电路的高电位,负极接电路的低电位,否则会损坏电容器。

2) 微调电容器(半可调电容器)

微调电容器是电容量较小的圆片形电容器。常以空气、云母或陶瓷作为介质,一个圆片是固定的,另一个圆片可移动,使得电容器容量可在小范围内变化。调节范围为几十皮法,在电路中主要用作补偿和校正。

3) 可调电容器

可调电容器的电容量在一定范围内可调节,通常调节范围为几百皮法。可调电容器种类很多,按结构可分为单联和双联。可调电容器一般由若干片形状相同的金属片分别连接成一组定片和一组动片,动片可以通过转轴转动,以改变动片插入定片的面积,从而使电容器容量可在一定范围内连续变化。定片和动片间一般使用空气、有机薄膜作介质。其中空气介质电容器损耗小,使用寿命长,电性能好,但体积大。

2. 按电容器介质材料分类

常见的电容器按其介质的不同,分为纸介电容器、油浸纸介电容器、瓷介电容器、金属化纸介电容器、聚苯乙烯电容器、云母电容器、铝电解电容器、钽铌电解电容器等。

几种常用的电容器性能特点如表 1-3 所列。

表 1-3 常用电容器的特点

种 类	特 点	用 途
纸介电容器	用两个金属箔作电极,用浸蜡的纸做介质。其体积小、电容量大、成本低,但稳定性差,损耗大	广泛应用于无线电,家电,不宜在高频电路中使用
油浸纸介电容器	将纸介电容器浸在变压器油中,提高耐压值,其电容量大、体积大	
金属化纸介电容器	在电容纸上覆上一层金属膜代替金属箔,其性能类似于纸介电容器,但体积小,内部纸介质击穿后有自愈作用	
瓷介电容器	用高介电常数低损耗的陶瓷材料作介质,其体积小,损耗小,耐热性、绝缘性好,但机械强度差	适用于高频、高压、旁路和耦合电路
聚苯乙烯电容器	用聚苯乙烯做介质,其体积小,耐压高,绝缘电阻大,稳定性好,损耗小,但耐热性差	应用广泛,如谐振回路、滤波和耦合回路等
云母电容器	用云母做介质,其绝缘电阻大、稳定性好、精度高,但体积大、容量小	适用于高频电路
铝电解电容器	用铝圆筒做负极,里面装有液体电解质,用插入的铝带做正极,氧化膜做介质。其容量大,漏电也大,稳定性差,有正、负极	适用于电源滤波或低频电路中
钽铌电解电容器	用金属钽或者铌做正极,稀硫酸做负极,氧化膜做介质。其体积小、容量大、稳定性好、耐高温、寿命长、绝缘电阻大	较高要求的设备

1.2.2 电容器的主要参数

1. 电容器标称容量和允许误差

标称容量是指在电容器上标注的电容量,电容单位为法拉,用F表示。我国固定电容器标称系列为E24、E12、E6系列,电容器实际电容量对于标称电容量的最大允许偏差范围称为允许误差。常用的固定电容器的允许误差为3级,1级误差为 $\pm 5\%$;2级误差为 $\pm 10\%$;3级误差为 $\pm 20\%$,而电解电容器误差允许达 $\pm 100\%$ 、 $\pm 30\%$ 。

2. 额定工作电压

电容器在规定的工作温度下长期可靠工作时所能承受的最高电压,也称为电容器的耐压值。电容在使用时一定不能超过其耐压值,否则就会造成电容器损坏。如果电容器用在交流电路里,则应注意所加的交流电压的最大值不能超过耐压值。额定工作电压的大小与介质的种类和厚度有关。常用固定式电容器的直流工作电压系列为6.3V、10V、16V、25V、40V、63V、100V、160V、250V和400V。电容器的额定工作电压一般都直接标注在电容器表面,部分小型电解电容器额定电压也采用色标法,如用红色表示额定工作电压为10V,其色标一般标于电容器正极引线的根部。

3. 绝缘电阻

绝缘电阻是指加在电容器上的直流电压与通过它的漏电流之比,它是表示电容器绝缘性能好坏的一个重要参数。绝缘电阻的大小取决于介质绝缘性能的好坏以及电容器的结构、制造工艺。绝缘电阻越小,说明漏电越严重,电容漏电会引起能量损耗,这不仅影响电容的寿命,而且会影响电路的正常工作,因此,绝缘电阻越大越好。

4. 介质损耗

理想的电容器应该没有能量损耗,但实际上在电容器两端加交流电压时要产生功率损耗,产生损耗的原因是电容器的绝缘电阻,一般用损耗功率和电容器的无功功率之比,即损耗角的正切值 $\tan\delta$ 来表示,在同等容量、同等工作条件下,损耗角越大,表示电容器的损耗也越大。

1.2.3 电容器的标注方法

1. 直标法

直标法是将标称容量和允许误差值直接标注在电容器上,有时电容器上不标注单位。其识别的方法为:凡容量大于1的无极性的电容器,其容量单位为pF;凡容量小于1的电容器,其容量单位为 μF 。如100表示容量为100pF,0.01表示容量为0.01 μF 。

2. 文字符号法

通常用表示数量的字母m(10^{-3})、 μ (10^{-6})、n(10^{-9})和p(10^{-12})加上数字组合表示。一般容量整数部分标注在容量单位标志符号前面,容量小数部分标注在单位标志符号后面。容量单位符号所在位置就是小数点位置,如4n7表示4700pF,47n表示 $47 \times 10^{-3} \mu\text{F}$ 。若在数字前标注R字样,则容量为零点几微法,如R47表示容量为0.47 μF 。

3. 数码表示法

一般用3位数字表示电容器容量的大小,其单位为pF,其中前两位为电容量的有效