

高 等 学 校 教 材

电工电子技术实践与应用教程

王 勤 任为民 等编著



高等教育出版社

高等学校教材

内容提要

电工电子技术实践与应用教程

王 勤 任为民 等编著

图书记录(CIP) 目录索引

电工电子技术实践与应用教程 / 王勤等主编. — 北京: 高等教育出版社, 2008.6

ISBN 978-7-04-023260-7

Ⅰ. 电… Ⅱ. 王… Ⅲ. ①电工技术—教材 ②电子技术—教材 Ⅳ. TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第029103号

责任编辑

吴 敏 编 著
马 芳 设计

18
208
p.p. edu. cn
p.p. com. cn
p.p. com. cn
p.p. com. cn
p.p. com. cn

第1版
第1次印刷

出版发行 高等教育出版社
社址 北京市西城区德胜门内大街2号
邮政编码 100120
总 经 理 010-64015000
分 经 理 010-64015000
印 刷 北京印刷厂
开 本 787×1092
印 张 16.5
字 数 400千字

高等教育出版社

北京印刷厂
24280-00

内容提要

本书是为高等学校工科非电类专业编写的实验实践教材。内容涉及常用电子元器件基础知识、常用电工仪表及电子仪器的使用、实验技术基本知识、安全用电的常识、电工技术实验、电子技术实验、综合设计性实验、课程设计及计算机仿真与辅助设计等方面,注重实用性、新颖性、综合性和设计性。所编写的43个实验中,除课程设计7个实验外,其他实验均有相应的原理介绍,因此本书可单独设课使用。

本书可作为高等学校工科非电类专业的实验教材,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实践与应用教程/王勤等主编. —北京:
高等教育出版社, 2008.6

ISBN 978 - 7 - 04 - 024260 - 7

I. 电… II. 王… III. ①电工技术 - 高等学校 - 教材
②电子技术 - 高等学校 - 教材 IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 059102 号

策划编辑 吴陈滨 责任编辑 唐笑慧 封面设计 李卫青 责任绘图 尹 莉
版式设计 马敬茹 责任校对 王 超 责任印制 朱学忠

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市西城区德外大街4号
邮政编码 100120
总 机 010-58581000

经 销 蓝色畅想图书发行有限公司
印 刷 北京明月印务有限责任公司

开 本 787×1092 1/16
印 张 16.75
字 数 400 000

购书热线 010-58581118
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>
网上订购 <http://www.landaco.com>
<http://www.landaco.com.cn>
畅想教育 <http://www.widedu.com>

版 次 2008年6月第1版
印 次 2008年6月第1次印刷
定 价 21.20元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

物料号 24260-00

前 言

本书是南京航空航天大学国家基础课程电工电子教学基地实验系列教材之一,是培养学生实验能力和实践技能的基础教材。

自2004年7月我校《电路实验与实践》、《电子线路设计与应用》、《信号、系统与控制实验教材》系列教材正式由高等教育出版社出版后,面向高等学校工科非电类专业“电工与电子技术”课程开设的实验及课程设计的教材编写工作就列入了我们的计划。经过三年的努力,今天它们的姊妹篇终于问世了。

正如《电路实验与实践》中所说的,培养实验能力和实践技能是高等工科院校教育的重要内容之一。实验是帮助学生学习和运用理论知识,处理实际问题,验证、消化和巩固基本理论知识,获得实验技能和科学研究方法的重要环节,能够促进学生的基本训练,加强工程实践能力的培养,反映本学科的发展水平,这也是我们编写这本教材的根本宗旨。

全书分上下篇,共九章。上篇“电工电子技术实践基础”,即第一章~第四章,系统介绍常用电子元器件基础知识、常用电工仪表及电子仪器的使用、实验技术基本知识及安全用电的常识;下篇“电工电子实践与应用”,即第五章~第九章,介绍电工技术实验、电子技术实验、综合设计性实验、课程设计及计算机仿真与辅助设计。实验内容由简到繁,由单纯的验证性实验过渡到综合设计性实验,旨在逐步提高学生的实际动手能力与理论联系实际的能力。

本书是编者总结多年的电工电子技术实验教学经验编写而成的,在自编教材的基础上四易其稿而定。先后有20多位教师参与本课程的教学、教材讨论及实验室建设工作,为编写本书提供了丰富的资料,提出了许多建议,并做了大量的工作。曲民兴教授、潘双来教授、董尔令副教授、邢丽冬副教授为本书大纲的制定、编写提出了宝贵意见,在此一并致以衷心的感谢。

参加编写的有:王勤、任为民、范玉萍、沈晓帆、王芸、谷嫚、廖志凌,由王勤担任主编。

本书由教育部电子电气基础课程教学指导分委员会委员、博士生导师朱伟兴教授担任主审。朱教授对全书做了仔细的审阅,提出了许多宝贵意见,在此表示衷心的感谢。

由于编者学识水平有限,书中难免存在不足之处,恳请读者提出批评和改进意见,邮件请寄 wangqin@nuaa.edu.cn。

编者

2007年12月

目 录

绪论	1
上篇 电工电子技术实践基础	
第一章 常用电子元器件基础知识	5
1.1 电阻器、电容器、电感器	5
1.2 常用半导体器件	14
1.3 电子元器件的装配、焊接和电路的调试技术	22
第二章 常用电工仪表及电子仪器的使用	29
2.1 常用电工仪表的基本知识	29
2.2 常用电子仪器及其使用	38
第三章 实验技术基本知识	53
3.1 测量误差及误差分析	53
3.2 实验数据的处理	55
3.3 实验操作要求	58
3.4 实验报告的编写及要求	59
第四章 安全用电的常识	61
4.1 安全用电基本知识	61
4.2 安全用电及安全保护的措施	65
下篇 电工电子实践与应用	
第五章 电工技术实验	73
5.1 元件的伏安特性	73
5.2 电路定理	76
5.3 单相交流电路参数的测定	80
5.4 三相电路	82
5.5 常用电子仪器的使用	86
5.6 频率特性的测量	91
5.7 RC 电路的瞬态过程	92
5.8 单相变压器	95
5.9 三相异步电动机的测试与控制	99
5.10 三相异步电动机的时间控制设计	102
5.11 三相异步电动机的变频调速	103
5.12 PLC 可编程控制器基本指令的使用	107
5.13 PLC 可编程控制器应用实验	109

第六章 电子技术实验	113
6.1 单管放大电路	113
6.2 功率放大电路	119
6.3 集成运算放大器的线性应用	124
6.4 集成运算放大器的非线性应用	127
6.5 整流、滤波、稳压电路	132
6.6 组合逻辑电路的设计	140
6.7 计数器设计	142
6.8 计数、译码、显示电路	145
6.9 555 集成定时器及其应用	148
第七章 综合设计性实验	152
7.1 函数信号发生器	152
7.2 定时电路	154
7.3 温度控制器	156
7.4 锯齿波发生器	158
7.5 数字频率计	160
7.6 计时器	162
7.7 电容测量仪	163
第八章 课程设计	167
8.1 电子电路的设计方法	167
8.2 电子电路的安装、调试与故障检测	168
8.3 课程设计课题	171
第九章 计算机仿真与辅助设计	189
9.1 PSpice 软件应用简介	189
9.2 电子电路制作技术——Protel DXP 应用简介	219
附录 1 变频器	248
附录 2 模拟电子技术实验系统(MES 系列)	252
附录 3 数字电子技术实验系统(NET 系列)	254
附录 4 部分常用集成电路型号及引脚图	256
参考文献	258

绪 论

科学实验是人类认识自然、检验理论正确与否的重要手段,通过实验取得重大的成果在科学史上屡见不鲜。科学的实验与实践形成了丰富的理论知识、理论体系,而这种理论又是电工电子技术发展的重要基础。在电工技术、电子技术的发展中,每一类新概念、新理论的建立,每一项新产品的开发成功,每一种新技术的应用与推广,都离不开实验与实践。

理论源于实践,同时又为实践提供指导,实验现象和结果需要从理论上加以分析提高。实验和实践是手脑并用、理论与实际密切配合、富于创造性的劳动过程。实验实践教学是理论知识与生产实践相联系的桥梁,非电类专业的实验实践教学重在应用。实验不仅能使学生加强对电工与电子技术中常用仪器设备、仪表及常用电子元器件的认识和使用,还能使学生巩固和加深对所学理论知识的理解。通过实验技能的训练和实践的培养,学生能够树立工程实际观念,培养严谨踏实的科学作风,提高理论联系实际的能力。

学生在进行实验前,应切实掌握相关的理论知识和实验原理。对于基础验证性实验,要事先计算出实验电路的理论值,以便检验实验测量值正确与否;预先阅读所需用的仪器设备使用说明书,了解操作注意事项,熟悉各旋钮、按键、开关的功能和作用,以便进行实验时能顺利操作和测量。对于设计性实验,需要预先了解并选择相关的器件,设计好电路,画出原理图和器件引脚连接图;同时要拟订实验方法和步骤,设计实验表格,估算(分析)实验结果。

21 世纪已经开始,面向新知识经济的大学生任重而道远。电工电子实验和实践的内容涉及电路的基本理论和工程实践等。我们期望学生通过实验与实践的培训,能将理论与实践相结合,巩固所学习的理论知识;锻炼电路连接、电工测量及故障排除等实验技巧;能正确使用常用的电工仪器仪表;能正确采集和处理实验数据;能分析、观察实验中的问题。在实验的过程中,培养严肃认真的科学态度、细致踏实的作风及创新意识和能力。

电工电子技术发展迅速,应用广泛,现代一切新的科学技术无不与之有着密切的联系。电工电子技术是研究电工技术和电子技术的理论与应用的基础课程,是一门技术性学科。电工技术包括电路、磁路的基本理论,电机与电气控制的基本技术,与现实生活和工作密切联系的安全用电常识、电工测量知识以及电气控制的新技术——PLC 可编程控制技术等;本书的电子技术部分除了包含传统的模拟电子技术和数字电子技术外,还增加了与计算机技术有关的内容。

为达到提高学生综合素质的目的,本教材合理安排了实验内容,主要包括基础性实验、综合性实验、设计性实验和 EDA 技术仿真实验。

① 基础性实验:使学生巩固和加深对理论知识的理解和运用。

② 综合性实验:培养综合运用所学理论知识分析、解决实际问题的能力。

③ 设计性实验:能将所学知识应用于工程实际,并通过对实验的组织 and 设计培养学生的科学研究能力和实际应用能力。

④ EDA 技术仿真实验:能运用先进计算机技术解决电工电子技术问题。

电工电子技术实验实践教学的要求是:实验中积极思考,多动手,学会正确使用常用的电子仪器、电工仪表、电机和电气设备及电子元器件。要学会合理布局仪器、设备,位置、距离要摆放适当,便于读数。跨线尽量短,便于操作;能正确连接电路。通电前必须仔细检查电源的正、负及仪表的极性是否正确无误,电路连接有无错线、漏线;通电后要集中精力,首先看现象,再操作,读数。如果出现异常现象,如烧断熔丝、出现冒烟、有焦糊味、有异常响声、仪表卡表等,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。

实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

实验过程中,如果出现异常现象,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

实验过程中,如果出现异常现象,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

实验过程中,如果出现异常现象,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

实验过程中,如果出现异常现象,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

实验过程中,如果出现异常现象,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

实验过程中,如果出现异常现象,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

实验过程中,如果出现异常现象,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

实验过程中,如果出现异常现象,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

实验过程中,如果出现异常现象,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

实验过程中,如果出现异常现象,应立即切断电源,保持现场,请示指导教师,排除故障后方可继续进行实验操作。严禁带电接线、拆线或换接电路。实验完成后要经指导教师检查实验结果与实验数据,通过后方能拆除电路。实验结束后要对实验数据进行整理、分析,结合思考题的求解,加深对理论知识和实验原理的理解,在此基础上,撰写完整、科学的实验报告。

The background of the page is a dark gray rectangle. A vertical stripe of a lighter gray color runs down the center. Overlaid on this are several concentric white circles. The text is centered within this design.

上 篇

电工电子技术实践基础

第一章 常用电子器件基础知识

任何电子电路都以电子元器件为基础。熟悉和掌握各类元器件的性能、特点及检测方法,对设计、制作与调试电路有着十分重要的意义。本章简单介绍常用电子元器件的种类、特点、性能及使用方法,使学生能够了解这方面的实际知识,便于今后的应用。

1.1 电阻器 电容器 电感器



1.1.1 电阻器与电位器

电阻器是电子产品中的基本元件之一。它是耗能元件,在电路中分配电压、电流,用做负载和阻抗匹配等。

电阻器在电路中的常用图形符号如图 1-1-1 所示。



图 1-1-1 电阻器图形符号

一、电阻器的种类

电阻器的种类很多,按照制造工艺和材料划分,电阻器可分为:合金型、薄膜型和合成型电阻器。其中薄膜型又分为碳膜电阻器、金属膜电阻器和金属氧化膜电阻器等。

按照使用功能划分,电阻器可分为固定电阻器和可变电阻器。

按照使用范围和用途划分,电阻器可分为:普通型、精密型、高频型、高压型、高阻型和特殊电阻器。其中特殊电阻器包含光敏电阻器、热敏电阻器、压敏电阻器等。

二、电阻器的参数

电阻器的主要参数包括标称阻值、允许误差和额定功率。

1. 标称阻值

电阻器表面所标注的阻值称为标称阻值。不同精度等级的电阻器,其阻值系列不同。标称阻值是按国家规定的电阻器标称阻值系列选定的。例如,电阻值标称值为 1.0、1.5、2.2、3.3、4.7、6.8 的电阻,其系列代号为 E6,允许误差为 $\pm 20\%$,精度等级为 III;而标称阻值系列 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、6.8、7.5、8.2、9.1 的电阻,则系列代号为 E24,允许误差为 $\pm 5\%$,精度等级为 I。

2. 允许误差

电阻器的允许误差是指电阻器的实际阻值相对于标称阻值所允许的最大误差范围,它标志着电阻器的阻值精度,普通电阻器的允许误差有 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 三个等级,允许误差越小,电阻器的精度越高。

3. 额定功率

额定功率是指电阻器在规定的条件下,长期连续工作所允许消耗的最大功率。电路中电阻器消耗的实际功率必须小于其额定功率,否则,电阻器的阻值及其他性能将会发生改变,甚至烧毁。不同类型的电阻器有不同系列的额定功率。功率系列可以在 0.05 ~ 500 W 之间分十多种规格。通常电路图上不同功率的电阻器符号如图 1-1-2 所示。

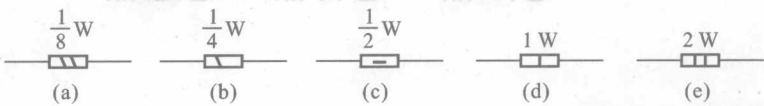


图 1-1-2 不同功率的电阻器在电路图上的表示符号

在电路中,所用电阻器的额定功率一般都很小,因此通常不在电路原理图中标出其额定功率,必要时在其图形符号旁边以数字形式标出。

三、标记方法

1. 直标法

直标法是将元件值和允许的相对误差等级直接用文字印在元件上。

2. 色标法

色标法是用不同颜色的色环在电阻器的表面标记其最主要的参数,色标所代表的意义见表 1-1-1。

色环电阻器有三环、四环、五环三种标法。

三环色标电阻器:只表示标称阻值(允许误差均为 $\pm 20\%$)。

四环色标电阻器:表示标称阻值(2 位有效数字)和允许误差。

五环色标电阻器:表示标称阻值(3 位有效数字)和允许误差。

表 1-1-1 色标所代表的意义

色环颜色	有效数字	乘数	允许误差	工作电压/V
银色	—	10^{-2}	$\pm 10\%$	—
金色	—	10^{-1}	$\pm 5\%$	—
黑色	0	10^0	—	4
棕色	1	10^1	$\pm 1\%$	6.3
红色	2	10^2	$\pm 2\%$	10

续表

色环颜色	有效数字	乘数	允许误差	工作电压/V
橙色	3	10^3	—	16
黄色	4	10^4	—	25
绿色	5	10^5	$\pm 0.5\%$	32
蓝色	6	10^6	$\pm 0.2\%$	40
紫色	7	10^7	$\pm 0.1\%$	50
灰色	8	10^8	—	63
白色	9	10^9	$+5\% \sim -20\%$	—
无色	—	—	$\pm 20\%$	—

* 此表也适用于电容器,其工作电压的颜色标记只适用于电解电容器,且色点应在正极。

电阻器色环的表示含义如图 1-1-3 所示,靠近电阻器端面一端的色环为第一环。例如三环电阻器的色环为棕、红、红,则此电阻器的标称阻值为 $1\ 200\ \Omega$,允许误差为 $\pm 20\%$;五环电阻器的色环为棕、紫、绿、金、棕,则此电阻器的标称阻值为 $17.5\ \Omega$,允许误差为 $\pm 1\%$ 。为区分五环电阻器的色环顺序,第五色环的宽度要比另外四环大。

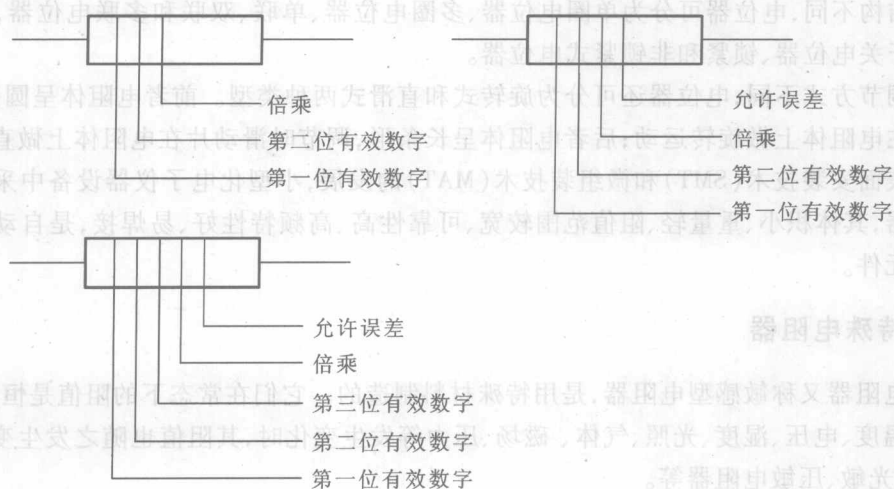


图 1-1-3 电阻器色环的表示含义

在读取色环电阻器的阻值时应注意以下几点:

① 熟记表 1-1-1 中的色数对应关系。

② 找出色环电阻器的第一环,其方法有:色环靠近引出端最近的一环为第一环,四环电阻器多以金、银色作为误差环,五环电阻器多以棕色作为误差环。

③ 色环电阻器标记不清或个人辨色能力差时,只能用万用表测量。

3. 数码法

数码法是用 3 位数码表示电阻器的标称阻值。数码从左到右,前 2 位为有效值,第 3 位为零的个数,即在前 2 位有效值后所加零的个数,单位为 Ω 。例如:152 表示在 15 后面加两个“0”,即 $1\ 500\ \Omega = 1.5\ \text{k}\Omega$ 。此种方法在贴片电阻器中使用较多。

四、电位器

电位器实际上是一个可变电阻器,对外有三个引出端:一个是滑动端,另外两个是固定端。滑动端可以在两个固定端之间的电阻体上滑动,使其与固定端之间的电阻值变化。在电路中,电位器常用来调节电阻值或电位。电位器的常用图形符号如图 1-1-4 所示。

电位器的种类很多,用途各不相同,通常可按其材料、结构特点、调节机构运动方式进行分类。

根据所用材料不同,电位器可分为线绕电位器和非线绕电位器两大类。前者额定功率大、噪声低、温度稳定性好、寿命长,缺点是制作成本高、阻值范围小($100\ \Omega \sim 100\ \text{k}\Omega$)、分布电感和分布电容大,它在电子仪器中应用较多;后者的种类很多,有碳膜电位器、合成碳膜电位器、金属膜电位器、玻璃釉膜电位器、有机实心电位器等。非线绕电位器的特点是阻值范围宽、制作容易、分布电感和分布电容小,缺点是噪声比线绕电位器大、额定功率较小、寿命较短。这类电位器广泛应用于收音机、电视机、收录机等家用电子产品中。

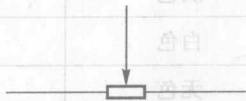


图 1-1-4 电位器的图形符号

根据结构不同,电位器可分为单圈电位器、多圈电位器、单联、双联和多联电位器,这些电位器又分带开关电位器、锁紧和非锁紧式电位器。

根据调节方式不同,电位器还可分为旋转式和直滑式两种类型。前者电阻体呈圆弧形,调节时滑动片在电阻体上做旋转运动;后者电阻体呈长条形,调节时滑动片在电阻体上做直线运动。

随着表面安装技术(SMT)和微组装技术(MAT)的发展,小型化电子仪器设备中采用了矩形片式电位器,其体积小、重量轻、阻值范围较宽、可靠性高、高频特性好、易焊接,是自动化表面安装的理想元件。

五、特殊电阻器

特殊电阻器又称敏感型电阻器,是用特殊材料制造的。它们在常态下的阻值是恒定的,当外界条件如温度、电压、湿度、光照、气体、磁场、压力等发生变化时,其阻值也随之发生变化。常见的有热敏、光敏、压敏电阻器等。

1. 热敏电阻器

热敏电阻器是利用半导体的电阻率随温度变化的性质而制成的温度敏感器件。热敏电阻器按电阻-温度特性可分为负温度系数热敏电阻器(简称 NTC)和正温度系数热敏电阻器(简称 PTC)。负温度系数热敏电阻器的阻值随温度增加而减小,正温度系数热敏电阻器与之相反。热敏电阻器可用于温度测量和自动控制等,图形符号如图 1-1-5 所示。

2. 光敏电阻器

光敏电阻器是利用半导体的电阻率随光照变化的性质而制成的。光敏电阻器一般有两个状态,即高阻值状态和低阻值状态。无光照射时,其阻值可达 $1.5\ \text{M}\Omega$;而有光照射时,其阻值减小到 $1\ \text{k}\Omega$ 左右。光敏电阻器主要应用于光控电路中,图形符号如图 1-1-6 所示。

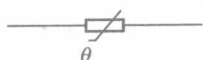


图 1-1-5 热敏电阻器



图 1-1-6 光敏电阻器

六、性能测量与使用

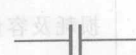
电阻器的阻值,在保证测量精度的条件下,可用多种方法进行测量。通常测试允许误差为 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$ 的电阻器时,可采用万用表的电阻挡。对于大阻值电阻器,不能用手捏着电阻器的引出线来测量,以防止人体电阻与被测电阻并联,导致测量值不准确。对于小阻值的电阻器,要将电阻器的引出线刮干净,保证表笔与电阻器引出线的良好接触。

对于高精度电阻器可 adopt 电桥进行测量,对于大阻值、低精度的电阻器可采用兆欧表来测量。不论用什么方法测量,在保证测量精度的条件下,加到电阻器上的直流测量电压应尽量低,时间应尽量短,以免被测电阻器发热,电阻值改变而影响测量的准确性。

选用电阻器时,要根据电路的不同用途和不同要求选择不同种类的电阻器。在耐热性、稳定性、可靠性要求较高的电路中,应该选用金属膜或金属氧化膜电阻器;在要求功率大、耐热性好、工作频率不高的电路中,可选用线绕电阻器;对于无特殊要求的一般电路,可选用碳膜电阻器,以降低成本。

1.1.2 电容器

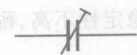
电容器在电路中具有隔断直流、通过交流的特性。通常可完成滤波、旁路、级间耦合以及与电感线圈组成振荡回路等功能。电容器图形符号如图 1-1-7 所示。



(a) 固定电容器



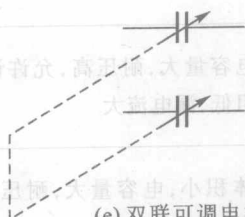
(b) 有极性的电解电容器



(c) 微调电容器



(d) 可调电容器



(e) 双联可调电容器

图 1-1-7 电容器图形符号

一、电容器的种类和特点

常用电容器的种类和特点见表 1-1-2。

二、电容器的主要特性指标

1. 标称容量与允许误差

标在电容器外壳上的电容量数值称为标称容量,常用的标称系列和电阻器的相同。

标称容量与实际电容量有一定的允许误差,允许误差用百分数或误差等级表示。允许误差分为五级:±1% (00 级)、±2% (0 级)、±5% (Ⅰ级)、±10% (Ⅱ级)和 ±20% (Ⅲ级)。

表 1-1-2 常见电容器的种类和特点

电容器类型	应用特点	用途
云母电容器 型号 CY	高频性能稳定,介质损耗小,绝缘电阻大,温度系数小,耐压高(从几百伏到几千伏),但电容量小(从几十皮法到几万皮法)	适用于对稳定性和可靠性要求较高的场合及高频、高压和大功率设备
涤纶薄膜电容器 型号 CL	电容量大,体积小(金属膜结构的体积更小),耐压高,损耗小,绝缘电阻大,但稳定性差	适用于对频率和稳定性要求不高的场合
聚苯乙烯薄膜电容器 型号 CB	电性能优良,绝缘电阻大,温度系数小,电容量精度高,耐压高	同上
瓷介质电容器 型号 CC	损耗小,体积小,长期耐高温而不老化,耐酸、碱、盐和水的侵蚀。温度系数小,用不同的陶瓷材料可以制成正或负温度系数的电容器,用做电路中的温度补偿电容器,但电容量较小,耐压较低,机械强度低	适用于低损耗和容量稳定的高频电路、交直流电路和脉冲电路
纸介质电容器 型号 CZ	体积小,电容量可以做得较大,且结构简单,价格低廉,但介质损耗大,稳定性不高,耐压较低	适用于旁路电容和电源滤波等对损耗及容量要求不高的场合
金属化纸介质电容器 型号 CJ	其性能与纸介质电容器相仿。但其最大特点是被高电压击穿后能自愈	适用于对频率和稳定性要求不高的场合
铝电解电容器 型号 CD	有极性之分,电容量大,耐压高,允许误差大,且随频率而变动,绝缘电阻低,漏电流大	适用于整流、滤波和音频旁路电路
钽电解电容器 型号 CA	有极性之分,体积小,电容量大,耐压高,性能稳定,寿命长,绝缘电阻大,温度特性好	适用于对稳定性、漏电流等要求较高的场合

2. 额定工作电压(耐压)

电容器的额定工作电压是指电容器长期连续可靠工作时,极间电压不允许超过的规定电压值,否则电容器就会被击穿损坏。额定工作电压值一般以直流电压的形式在电容器上标出。

3. 绝缘电阻

12. 电容器的绝缘电阻是指电容器两极间的电阻,也称漏电阻。电容器中的介质并不是绝对的绝缘体,多少有些漏电。除电解电容器外,一般电容器漏电是很小的。显然,电容器的漏电流越大,绝缘电阻越小。当漏电流较大时,电容器会发热,发热严重将会导致电容器损坏。使用中,应选择绝缘电阻大的电容器。

三、电容器的型号命名法

电容器的型号命名法有直标法、数码法和色标法。

1. 直标法

它是将主要参数和技术指标直接标注在电容器表面上。电容量的单位有:F(法[拉])、mF(毫法 10^{-3} F)、 μ F(微法 10^{-6} F)、nF(纳法 10^{-9} F)、pF(皮法 10^{-12} F)表示。允许误差直接用百分率表示。

如 10 m 表示 10 000 μ F;33 n 表示 0.033 μ F; $4\mu 7$ 表示 4.7 μ F;5n3 表示 5 300 pF;3p3 表示 3.3 pF;p10 表示 0.1 pF。

2. 数码法

直接用数码表示电容量,不用标注单位。如 4700 表示 4700pF;360 表示 360 pF;7 表示 7pF;0.068 表示 0.068 μ F。用 3 位数码表示电容量大小时,单位为 pF,前两位数字是电容量的有效数字,后一位是零的个数。如 103 表示 10 000 pF;223 表示 22 000 pF;如第三位是 9,则乘 10^{-1} ,如 339 表示 $33 \times 10^{-1} = 3.3$ pF。

3. 色标法

电容器的色标法与电阻器的色标法相似。

四、电容器的性能测量与使用

电容器在使用前要对其性能进行检查。检查电容器是否短路、断路、漏电、失效等,可以用万用表的电阻挡测量。若要准确测量其电容量及损耗的大小,可以用交流电桥进行测量。

在使用电容器时,要合理选取标称容量及允许误差等级。在很多情况下,对电容器的电容量要求不严格,允许误差可以很大。但在振荡电路、延时电路、音调控制电路中,电容量应尽量与设计值一致,电容器的允许误差等级要求就高些。

在选择电容器的额定工作电压的时候,若其额定工作电压低于电路中的实际电压,电容器就会被击穿损坏。一般额定工作电压应高于实际电压的 1~2 倍。对于电解电容器,实际电压应是电解电容器额定工作电压的 50%~70%。在高温、高压条件下要选取绝缘电阻高的电容器。

在装配中,应使电容器的标志易于观察到,以便核对。同时应注意不能将电解电容器极性接错,如果极性接反,会造成严重漏电、发热甚至外壳炸裂,最终导致电容器被击穿损坏。一般新买来未经使用的电解电容器,可以根据电极引脚的长短(引脚长的电极为正极)识别其电极的正、负极。对于已焊接过(电极已剪成同样长)的电解电容器,可以通过外壳上的标识(标示出“+”极或“-”极)来区分正、负极。若电容器已经被使用过且标志模糊不清,则只能借助万用表来测量以确定其正、负极。

具体的测量方法为,用 $R \times 1k$ 挡测量电解电容器的漏电阻,颠倒极性两次,比较两次漏电阻的大小。电解电容器在极性正接的情况下漏电流小,即漏电阻大;而极性反接漏电流大,