



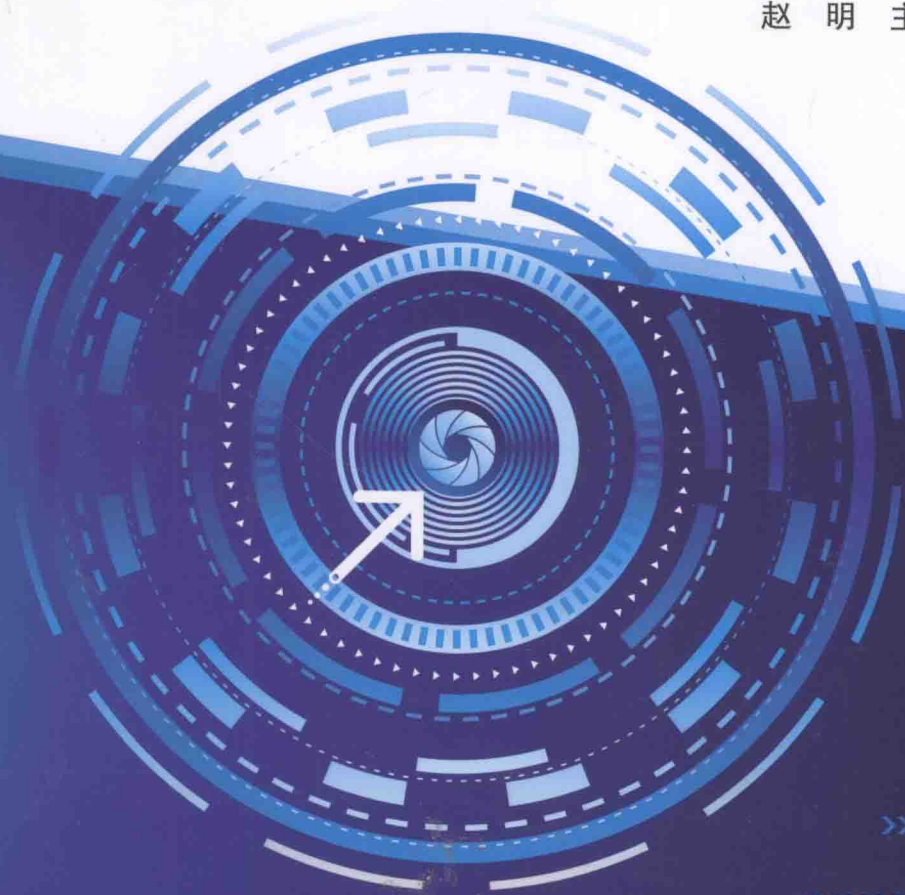
普通高等教育“十二五”创新型规划教材

电工电子实验精品系列

电工学实验教程 (第2版)

DIANGONGXUE SHIYAN JIAOCHENG

赵明主编 >>



哈尔滨工业大学出版社
HARBIN INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”创新型规划教材·电工电子实验精品系列

电工学实验教程

(第2版)

	赵明	主 编
李 云 金 浩	刘大力	副主编
	苏晓东	主 审

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书共分6章,内容包括电工电子实验基础知识、常用电子仪器仪表的使用、电工实验、模拟电子技术实验、数字逻辑实验和电工电子综合实验。全书包含了电工学课程中电工技术和电子技术18个基本实验和12个综合实验。

本书可作为普通高等学校和专科学校学生学习电工学课程的实验和实践教材,也可作为高职高专院校相关实习及设计的辅助教材,并可作为相关技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

电工学实验教程/赵明主编. —2版. —哈尔滨:哈尔滨工业大学出版社,2016.1

ISBN 978—7—5603—5849—9

I. ①电… II. ①赵… III. ①电工实验—高等学校—教材 IV. ①TM—33

中国版本图书馆CIP数据核字(2016)第010476号

策划编辑 王桂芝 任莹莹

责任编辑 李长波

出版发行 哈尔滨工业大学出版社

社 址 哈尔滨市南岗区复华四道街10号 邮编 150006

传 真 0451—86414749

网 址 <http://hitpress.hit.edu.cn>

印 刷 哈尔滨工业大学印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 10.5 字数 256千字

版 次 2013年7月第1版 2016年1月第2版

2016年1月第1次印刷

书 号 ISBN 978—7—5603—5849—9

定 价 25.00元

(如因印装质量问题影响阅读,我社负责调换)

普通高等教育“十二五”创新型规划教材
电工电子实验精品系列
编 委 会

主 任 吴建强

顾 问 徐颖琪 梁 宏

编 委 (按姓氏笔画排序)

尹 明 付光杰 刘大力 苏晓东

李万臣 宋起超 果 莉 房国志

序

电工、电子技术课程具有理论与实践紧密结合的特点,是工科电类、非电类各专业必修的技术基础课程。电工、电子技术课程的实验教学在整个教学过程中占有非常重要的地位,对培养学生的科学思维方法、提高动手能力、实践创新能力及综合素质等起着非常重要的作用,有着其他教学环节不可替代的作用。

根据《国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010~2020)》及《卓越工程师教育培养计划》“全面提高高等教育质量”、“提高人才培养质量”、“提升科学研究水平”、支持学生参与科学研究和强化实践教学环节的指导精神,我国各高校在实验教学改革和实验教学建设等方面也都面临着更大的挑战。如何激发学生的学习兴趣,通过实验、课程设计等多种实践形式夯实理论基础,提高学生对科学实验与研究的兴趣,引导学生积极参与工程实践及各类科技创新活动,已经成为目前各高校实验教学面临的必须加以解决的重要课题。

长期以来实验教材存在各自为政、各校为政的现象,实验教学核心内容不突出,一定程度上阻碍了实验教学水平的提升,对学生实践动手能力的培养提高存有一定的弊端。此次,黑龙江省各高校在省教育厅高等教育处的支持与指导下,为促进黑龙江省电工、电子技术实验教学及实验室管理水平的提高,成立了“黑龙江省高校电工电子实验教学研究会”,在黑龙江省各高校实验教师间搭建了一个沟通交流的平台,共享实验教学成果及实验室资源。在研究会的精心策划下,根据国家对应应用型人才培养的要求,结合黑龙江省各高校电工、电子技术实验教学的实际情况,组织编写了这套“普通高等教育‘十二五’创新型规划教材·电工电子实验精品系列”,包括《模拟电子技术实验教程》《数字电子技术实验教程》《电路原理实验教程》《电工学实验教程》《电工电子技术 Multisim 仿真实践》《电子工艺实训指导》《电子电路课程设计与实践》《大学生科技创新实践》。

该系列教材具有以下特色:

1. 强调完整的实验知识体系

系列教材从实验教学知识体系出发统筹规划实验教学内容,做到知识点全面覆盖,杜绝交叉重复。每个实验项目只针对实验内容,不涉及具体实验设备,体现了该系列教材的普适通用性。

2. 突出层次化实践能力的培养

系列教材根据学生认知规律,按必备实验技能—课程设计—科技创新,分层次、分类型统一规划,如《模拟电子技术实验教程》《数字电子技术实验教程》《电工学实验教程》《电路原理实验教程》,主要侧重使学生掌握基本实验技能,然后过渡到验证性、简单的综合设计性实验;而《电子电路课程设计与实践》和《大学生科技创新实践》,重点放在让学生循序渐进掌握比较复杂的较大型系统的设计方法,提高学生动手和参与科技创新的能力。

3. 强调培养学生全面的工程意识和实践能力

系列教材中《电工电子技术 Multisim 仿真实践》指导学生如何利用软件实现理论、仿真、实验相结合,加深学生对基础理论的理解,将设计前置,以提高设计水平;《电子工艺实训指导》中精选了 11 个符合高校实际课程需要的实训项目,使学生通过整机的装配与调试,进一步拓展其专业技能。并且系列教材中针对实验及工程中的常见问题和故障现象,给出了分析解决的思路、必要的提示及排除故障的常见方法,从而帮助学生树立全面的工程意识,提高分析问题、解决问题的实践能力。

4. 共享网络资源,同步提高

随着多媒体技术在实验教学中的广泛应用,实验教学知识也面临着资源共享的问题。该系列教材在编写过程中吸取了各校实验教学资源建设中的成果,同时拥有与之配套的网络共享资源,全方位满足各校实验教学的基本要求和提升需求,达到了资源共享、同步提高的目的。

该系列教材由黑龙江省十几所高校多年从事电工电子理论及实验教学的优秀教师共同编写,是他们长期积累的教学经验、教改成果的全面总结与展示。

我们深信:这套系列教材的出版,对于推动高等学校电工电子实验教学改革、提高学生实践动手及科研创新能力,必将起到重要作用。

教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会副主任委员

中国高等学校电工学研究会理事长

黑龙江省高校电工电子实验教学研究会理事长

哈尔滨工业大学电气工程及自动化学院教授



2013 年 7 月于哈尔滨



再版前言

《电工学实验教程》是在黑龙江省教育厅高教处的统一立项和指导下,在黑龙江省电工电子实验教学研究会统一组织下,总结黑龙江省各高校多年来的电工学实践教学改革经验,跟踪电工电子技术发展新趋势,针对加强学生实践能力和创新能力培养的教学目标,并结合以往电工电子系列实验讲义和参阅相关资料编写完成。本教程侧重科学实验方法的学习,加强基本电工实验技能的训练,加深对电工实验技术的了解,强调学生在整个实验过程中的参与。

《电工学实验教程》(第二版)是在第一版的基础上更正了个别错误,并根据学科发展的需求增加了综合实验部分的案例数量,为学生深入学习相关知识提供参考。

全书共分 6 章,涉及电工技术、模拟电子技术、数字电子技术等电工电子综合应用技术方面的知识,内容丰富充实、系统全面,实验编排强调基础性,突出综合性和设计性。本书可作为高等院校电工学课程实验教学用书,也可供有关专业的专科学生和科技人员使用和参考。

第 1 章介绍常用电工电子元器件、测量的基础知识、测量误差分析、实验数据处理方法以及安全用电常识;第 2 章介绍电工学实验所涉及的测量仪器仪表及使用方法;第 3 章为电工实验部分,收录了包括戴维宁定理、交流参数测试、三相电路、一阶电路响应、电机启动和正反转 5 个实验;第 4 章为模拟电子技术实验部分,收录了包括单晶体管交流放大电路、负反馈放大电路、集成运算放大器信号运算功能实验、波形发生器设计与调试、集成稳压电源和晶体管串联稳压电源共 6 个实验;第 5 章为数字电路实验部分,收录了基本门电路逻辑关系的测试、小规模组合逻辑电路设计实验、中规模组合逻辑电路设计实验、触发器实验、555 定时器应用实验、计数器和寄存器设计实验 7 个实验;第 6 章为综合实验部分,共收录了电机的顺序控制、电机行程控制与时间控制、晶体管电路设计、温度控制电路、基于 8038 的函数信号发生器的设计、基于 $\mu A741$ 的开关稳压电源设计、基于 SG3524 的开关稳压电源设计、数字电子钟、循环彩灯、倒计时电路、汽车尾灯控制电路和出租车计价器等 12 个综合实验题目。每个实验之后

都设置了思考题目,供学生在课余时间进行理论研究和开放实验时参考。

参加本书编写的人员均为多年从事电工电子基础教学和实验指导的一线教师和实验指导教师,其中第1章由东北林业大学刘大力、王立峰编写;第2章由哈尔滨商业大学陈得宇编写;第3章、第4章、第5章由哈尔滨商业大学赵明、李云、李艺琳编写;第6章由东北林业大学刘大力、王立峰及哈尔滨商业大学金浩编写。本书由哈尔滨商业大学苏晓东教授主审。

本书在编写过程中得到了黑龙江省各高校电工电子教学专家的指导和帮助,在此一并表示感谢!由于笔者研究水平和资料查阅范围有限,书中疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编 者
2016年1月



目 录

第 1 章 电工电子实验基础知识	1
1.1 概 论	1
1.2 常用元器件简介	2
1.3 测量的基础知识	7
1.4 测量误差分析	8
1.5 实验数据处理	9
1.6 安全用电基本知识	10
第 2 章 常用电子仪器仪表的使用	11
2.1 数字万用表	11
2.2 数字交流毫伏表	14
2.3 函数信号发生器/计数器	15
2.4 模拟示波器	21
2.5 数字示波器快速入门	26
第 3 章 电工实验	31
3.1 实验一 基尔霍夫定律、叠加定理和戴维宁定理	31
3.2 实验二 单相交流电交流参数测试及日光灯电路实验	36
3.3 实验三 三相电路	39
3.4 实验四 一阶电路的响应	47
3.5 实验五 三相异步电动机的直接启动和正反转控制	53
第 4 章 模拟电子技术实验	57
4.1 实验一 单晶体管交流放大电路	57
4.2 实验二 负反馈放大电路	63
4.3 实验三 集成运算放大器信号运算功能实验	67
4.4 实验四 波形发生器设计与调试	73
4.5 实验五 集成稳压电源	77
4.6 实验六 晶体管串联稳压电源	81

第 5 章 数字逻辑实验	87
5.1 实验一 基本门电路逻辑关系的测试、组合逻辑电路功能测试	87
5.2 实验二 基于门电路的(或基于 SSI 的)组合逻辑电路的设计	91
5.3 实验三 基于中规模集成模块的组合逻辑电路分析与设计	95
5.4 实验四 触发器性能实验	100
5.5 实验五 555 电路的应用	105
5.6 实验六 计数器及其应用	109
5.7 实验七 移位寄存器及其应用	113
第 6 章 电工电子综合实验	117
6.1 实验一 三相异步电动机的顺序控制	117
6.2 实验二 三相异步电动机的行程控制与时间控制	120
6.3 实验三 晶体管放大电路设计	123
6.4 实验四 温度监测及控制电路设计	127
6.5 实验五 基于 8038 的函数信号发生器的设计	130
6.6 实验六 基于 $\mu A741$ 的开关稳压电源设计	135
6.7 实验七 基于 SG3524 的开关稳压电源设计	137
6.8 实验八 数字电子时钟设计	139
6.9 实验九 9 路循环彩灯电路设计	143
6.10 实验十 倒计时电路设计	146
6.11 实验十一 汽车尾灯控制电路设计	149
6.12 实验十二 出租车计价器电路设计	152
参考文献	156



第1章 电工电子实验基础知识

1.1 概 论

1.1.1 实验教学基本要求

- (1) 确定实验内容,选定最佳的实验方法和实验电路,拟定合理的实验步骤,正确选择仪器设备和元器件;对于常规实验可设计制作实验板,并在学生实验之前进行电路的调试验证。
- (2) 能正确选择并指导学生使用常用电工仪表、电子仪器及电工设备。
- (3) 通过实验使学生能独立连接实验线路,培养检查和排除电路中简单故障的能力。
- (4) 培养学生掌握测试技术、实验方法、处理实验数据及分析误差的能力。
- (5) 培养学生独立写出科学严谨、有理论根据、文理通顺及误差分析准确的实验报告。

1.1.2 实验操作要求

1. 预习要求

- (1) 熟悉实验室各项管理制度和安全操作规程。
- (2) 在每次实验前认真阅读实验指导书,复习有关实验的基本原理,了解有关器件及仪器设备的使用方法,明确实验目的、意义和实验要求。
- (3) 根据实验要求,掌握实验原理、了解实验步骤、画好实验线路图和实验中需要记录的数据表格。
- (4) 按要求完成预习报告,必须携带实验指导书和预习报告方可进入实验室进行实验。

2. 实验操作

- (1) 进入实验室后首先根据实验内容准备好实验所需的仪器设备和元器件,并合理摆放。
- (2) 按实验方案和实验步骤要求先调试电源及检测仪器仪表,然后连接实验电路。
- (3) 严禁带电接线、拆线或改接线路。实验线路接好,检查无误后方可接通电源进行实验。
- (4) 若发现异常现象,如发生焦味、冒烟故障,应立即切断电源,保护现场,并报告指导老师和实验室工作人员,排除故障后再继续实验操作。
- (5) 要认真记录实验数据,独立思考,培养独立解决实验中遇到问题的能力。
- (6) 若发生仪器设备损坏情况,必须立即报告老师,并按实验室有关规定进行处理。
- (7) 实验结束时,应将记录结果交给老师审阅签字。经老师同意后方可拆除线路,清理



现场。

3. 实验中故障的分析与处理

实验过程中产生故障的原因一般归纳为以下四个方面:操作不当(如布线错误等)、设计不当(如电路设计缺陷等)、元器件使用不当或功能不正常、仪器本身出现故障。上述四点应作为检查故障的主要原因,下面介绍几种常见故障检查方法。

(1) 直观检查。在实验中大部分故障都是由于布线错误或电路虚接引起的,因此,在故障发生时,复查电路连线是排除故障的有效方法。检查电源线、地线、元器件引脚之间有无短路,连接处有无接触不良,信号线的连接有无漏线、错线,导线是否内部断开等。

(2) 观察法。用万用表或示波器等检测仪器仪表对电路中的某部分电压或波形进行测量,观察有无异常反应。对有极性的元件(例如:二极管、晶体管、电解电容等)检查极性是否接反,然后对某一故障状态进行分析,排除故障。

(3) 信号注入法。在电路的某一部分或者某一级输入端加上特定信号,观察该部分电路的输出响应,从而确定该级是否有故障,必要时可以切断周围连线,避免相互影响。

(4) 替换法。对于多输入端器件,如有多余端则可调换另一输入端试用。必要时可更换器件,以检查是否为器件功能不正常所引起的故障。

以上检查故障的方法,是在仪器工作正常的前提下进行的,判断和排除故障应根据课堂所掌握的基本理论和实验原理进行分析和处理。

1.1.3 实验报告要求

(1) 进入实验室进行实验之前必须把实验题目、实验目的和意义、实验原理、实验原理图和所有计算值填写在实验报告相应的栏目及表格中。

(2) 整理实验数据,需要经过计算才能进行后续实验的数据要在实验过程中完成。将实验中测量的数据按照误差理论要求进行数据分析和处理,得出实验结论。

(3) 曲线必须画在坐标纸上,由曲线得出的数据可以在实验后完成。

(4) 实验结果分析及实验结论要根据实验结果给出,决不允许按照理论结果伪造实验数据。

(5) 总结实验中的故障排除情况及体会。

1.2 常用元器件简介

1.2.1 电阻器

电阻器简称电阻,是电工电子线路中应用非常广泛的元器件之一。它在电路中主要是稳定和调节电路中的电压和电流,作为放大器的负载,起限流、分流、分压和阻抗匹配等作用。

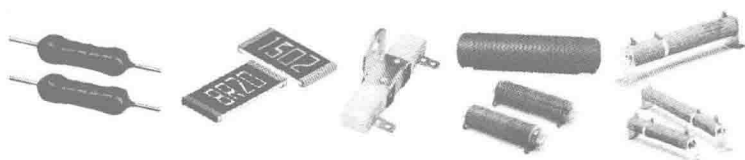
1. 电阻器的种类

电阻器的种类很多,从原理上分为固定电阻器、可变电阻器和敏感电阻器;从材料上分为碳膜电阻器、金属膜电阻器、金属氧化膜电阻器和合成膜电阻器等;从制作工艺上又分为线绕电阻器、陶瓷电阻器、水泥电阻器、薄膜电阻器、厚膜电阻器和玻璃釉电阻器等;从用途上可分为通用电阻器、高压电阻器、高阻电阻器、高频电阻器、精密电阻器和无感电阻器等。

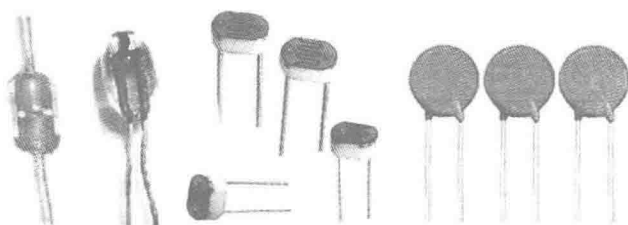
电位器是一种具有3个端头且电阻值可调整的电阻器。在使用中,通过调节电位器的转轴,不但能使电阻值在最大与最小之间变化,而且还能调节滑动端头与两个固定端头之间的电位高低,故称电位器。

电位器的种类较多,并各有特点。按所使用的电阻材料分为碳膜电位器、碳质实芯电位器、玻璃釉电位器和线绕电位器等。

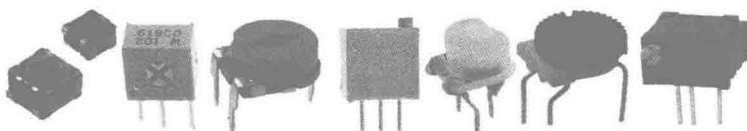
部分常用电阻器外形图如图1.1所示。



(a) 几种电阻器



(b) 热敏电阻、光敏电阻、压敏电阻



(c) 几种电位器

图1.1 各种电阻器外形图

部分常用电阻器的图形符号如图1.2所示。

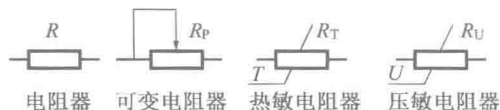


图1.2 常用电阻器的图形符号

2. 电阻器的主要性能参数

电阻器的性能参数有额定功率、标称阻值、阻值允许偏差、最高工作电压、温度特性、最高工作温度和高频特性等。

电阻器阻值的标志方法有:

(1) 直标法。用文字、数字或符号电阻直接打印在电阻体上,阻值的整数部分标在阻值单位符号的前面,阻值的小数部分标在阻值单位符号的后面。

(2) 色标法。色标法又称色环表示法,即用不同颜色的色环涂在电阻器上,用来表示电阻器的阻值及误差等级。色环法有两种表示法:一种是阻值为三位有效数字,共五个色环;另一

种是阻值为二位有效数字,共四个色环。右侧最后环表示误差,右侧第二环表示位率,即在有效数字后面乘位率 10^i 。五环电阻各色环所代表的含义见表 1.1。

表 1.1 五环电阻各色环所代表的含义

颜色	第一环	第二环	第三环	乘数	误差
棕	1	1	1	10^1	$\pm 1\%$
红	2	2	2	10^2	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	10^3	
黄	4	4	4	10^4	
绿	5	5	5	10^5	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	10^6	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	10^7	$\pm 0.10\%$
灰	8	8	8	10^8	$\pm 0.05\%$
白	9	9	9	10^9	
黑	0	0	0	10^0	
金					$\pm 5\%$
银					$\pm 10\%$
无					$\pm 20\%$

1.2.2 电容器

电容器是一种储能元件,在线路中,电容器担负着隔直流、储存电能、旁路、耦合、滤波、谐振和调谐等任务。电容器用符号 C 表示。电容的基本单位是法拉,简称法(F),此外还有 mF(毫法)、 μF (微法)、nF(纳法)和 pF(皮法)。它们之间的具体换算如下:

$$1\text{ F}=1\,000\text{ mF}=10^6\text{ }\mu\text{F},\quad 1\text{ }\mu\text{F}=1\,000\text{ nF}=10^6\text{ pF}$$

电容器按结构可分为固定电容器、可变电容器和微调电容器;按介质材料可分为无机固体介质电容器、有机固体介质电容器、电解电容器、气体介质电容器和液体介质电容器。

电容器接入交流电路中时,由于电容器的不断充电、放电,所以电容器极板上所带电荷对定向移动的电荷具有阻碍作用,物理学上把这种阻碍作用称为容抗,用字母 X_C 表示。

1. 电容器标称值的识别

(1) 电解电容器。电解电容器有正负极,管脚短的为负极,管脚长的为正极。从电容器侧面可以读出电容的容值和耐压值。

(2) 其他电容。

① 直接标称法。即用文字、数字、符号直接打印在电容器上的方法,用 2 ~ 4 位数字表示电容量的有效数字,再用字母表示数值的量级,带小数点的默认单位为 μF 。

如:1p2 表示 1.2 pF,3 μ 3 表示 3.3 μF ,0.22 表示 0.22 μF 。

② 数码表示法。一般用三位数字,前两位为容量有效数字,第三位是倍乘数,若第三位是 9,表示 $\times 10^{-1}$,单位一律是 pF。如 103 表示 $10\times 10^3=10^4\text{ pF}$,479 表示 $47\times 10^{-1}=4.7\text{ pF}$ 。

图 1.3 所示为实验室最常见的电解电容和陶瓷电容。

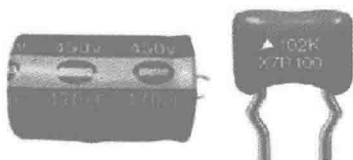


图 1.3 电解电容和陶瓷电容外形图

2. 电容器在使用时应注意的问题

(1) 电容器在使用前应先进行外观检查,检查电容器引线是否折断,表面有无损伤,型号、规格是否符合要求,电解电容引线根部有无电解液渗漏等。然后用指针型万用表检查电容器有无充放电过程、是否有漏电以及有无内部短路或击穿现象,也可以用数字万用表电容测量挡位测量电容值来检查电容器是否符合要求。

(2) 电容器两端的电压不能超过电容器本身的工作电压。电解电容器必须注意正、负极性,不能接反。

(3) 检测 $0.022 \mu\text{F}$ 以下的小容量电容,因其容量太小,用万用表 $R \times 10 \text{ k}$ (高阻)挡,只能定性地检查其是否有漏电、内部短路或击穿现象。测试时表针有轻微摆动,说明良好。

1.2.3 电感器

电感器简称电感,是用绝缘导线(漆包线、纱包线等)绕制而成的电磁感应元件,是电子电路中常用的元器件之一。电感器可分为两大类,一类是应用自感作用的电感线圈,另一类是应用互感作用的变压器。

1. 电感的分类

电感器的种类很多,按其结构不同,可分为线绕式电感器和非线绕式电感器;按电感量是否可调,可分为固定电感器和可调电感器;按工作频率不同,可分为高频电感器、中频电感器和低频电感器;按工作性质可分为振荡电感器、扼流电感器、偏转电感器、补偿电感器、隔离电感器和滤波电感器等。

图 1.4 为几种电感的外形图。

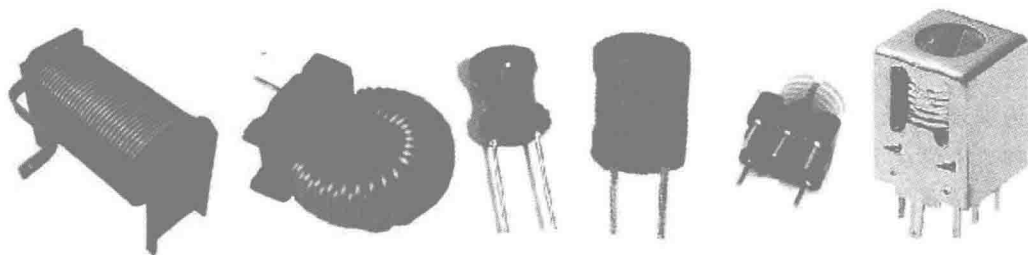


图 1.4 电感的外形图

电感器的符号如图 1.5 所示。

2. 电感器的主要性能指标

电感器的性能指标包括电感量、允许误差、感抗、品质因数和额定电流等。



图 1.5 电感器的符号

(1) 标称电感量。标注的电感量大小表示线圈本身固有特性,主要取决于线圈的圈数、结构及绕制方法。

(2) 感抗 X_L 。电感器对交流电流阻碍作用的大小称感抗,用符号 X_L 表示,单位是欧姆。它与电感量 L 和交流电频率 f 的关系为 $X_L = 2\pi fL$ 。

(3) 品质因数。品质因数也称 Q 值,是衡量电感器质量的一个物理量, Q 为感抗 X_L 与其等效的电阻的比值,即 $Q = X_L/R$ 。电感器的 Q 值越高,回路的损耗越小。

(4) 额定电流。额定电流是指允许通过电感器的最大直流电流,主要对高频电感器和大功率电感器而言。

3. 电感器的选用

选用电感器需考虑其性能参数(如电感量、额定电流等)是否符合电路要求。电感器的绕线,在电流通过后容易形成电磁场。在元件位置摆放时,需注意使相邻电感器彼此远离,或电感线圈的轴线互成直角,以减少相互间的感应量,必要时在电感性元件上加屏蔽罩。

1.2.4 二极管

二极管具有单向导电性,可以用于整流、检波、限幅、元件保护以及在数字电路中作为开关元件等。常用部分二极管图形如图 1.6 所示。

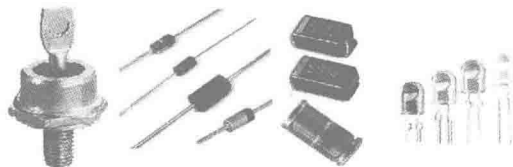


图 1.6 部分二极管图形

1. 二极管的分类

二极管按材料不同分为锗二极管、硅二极管和砷化镓二极管;按结构不同分为点接触型二极管和面接触型二极管;按用途分为整流二极管、检波二极管、变容二极管、稳压二极管、开关二极管、发光二极管、压敏二极管、肖特基二极管、快恢复二极管和激光二极管等;按封装形式可分为玻璃封闭二极管、塑料封装二极管和金属封装二极管等;按工作频率可分为高频二极管和低频二极管等。

2. 二极管的主要参数

二极管特性参数主要有最大整流电流 I_F 、最高反向工作电压 U_R 、反向电流和最高工作频率 f_M 等。实际应用中,要根据电路具体情况,选择满足要求的二极管。

3. 二极管的检测

根据二极管单向导电性,通过万用表的二极管挡位或者电阻挡($R \times 1\text{ k}$ 或 $R \times 100\ \Omega$),分别用红表笔与黑表笔碰触二极管的两个极,表笔经过两次对二极管的交换测量,测量阻值较小,表明为正向电阻值,此时红表笔所接电极为二极管的正极,另一端为负极。通常小功率锗

二极管的正向电阻值为 $300 \sim 1\,500\ \Omega$, 硅管为几千欧或更大些。锗管反向电阻为几十千欧, 硅管在 $500\ \text{k}\Omega$ 以上(大功率二极管的数值要大得多)。正反向电阻差值越大越好。

1.3 测量的基础知识

测量是指借助专门的设备或工具, 为确定被测对象的量值而进行的实验过程。测量的结果一般由数值和单位两部分组成, 如 $3.12\ \text{V}$, $5.6\ \text{mA}$ 。

1.3.1 电工电子测量技术的概念

电工电子测量技术是指利用电子技术进行的测量, 主要包括元器件参数的测量, 如电阻、电容及其他电子器件固有参数的测量; 电路参数的测量, 如电压、电流、功率、电路的频率特性、增益等的测量; 信号特性的测量, 如频率、相位、频谱、信噪比、信号波形和失真度等的测量。

1.3.2 电工电子技术常用测量方法

1. 电压的测量方法

电压是电路中最基本的参数之一, 很多参数如电流、电压增益、功率等都可以从电压值派生出来。根据被测数据的性质、频率和测量精度等, 选择不同的测量仪表。对一般直流电压值, 可以用直流电压表或数字万用表的直流电压挡直接测得电压值。电压表必须和被测电路并联, 且具有高的内阻。对于交流信号, 应使用电磁式电压表。对于正弦波信号, 还可以用指针或数字交流毫伏表直接测得有效值。

2. 电流的测量方法

电流的测量方法可分为直接测量法和间接测量法。

(1) 直接测量法。直接测量法即使用电流表串联在电路中, 进行电流值的测量。测量直流电流通常使用磁电式电流表, 测量交流电流主要采用电磁式电流表。应注意电流表的正负接线柱的接法要正确; 电流从正接线柱流入, 从负接线柱流出; 被测电流不要超过电流表的量程; 不允许不经过用电元器件把电流表直接连到电源的两极上。

(2) 间接测量法。对于直流电流, 还可根据被测电路负载上的电压和阻值换算出来, 如晶体管放大电路测量静态工作点 I_C , 可以通过测量 R_C 两端的电压, 然后除以 R_C 的阻值得到。

3. 功率的测量方法

功率是一个重要的参数, 主要指电源提供的功率和电路消耗的功率两大类。电路消耗的功率是指通过电器的电流与在用电器上产生的电压降之积, 即 $P=UI$, 也可通过用电器的等效电阻来换算, 即 $P=I^2R$ 或者 $P=U^2/R$ 。一般情况下, 电源提供的功率等于用电器消耗的功率。对于功率的测量, 可以通过被测电路的电压和电流值或负载的等效电阻进行计算, 还可以使用功率表, 直接读取功率值。功率表主要由一个电流线圈和一个电压线圈组成, 电流线圈与负载串联, 反映负载的电流; 电压线圈与负载并联, 反映负载的电压。

1.3.3 数字电子技术常用测量方法

数字集成电路中, 主要是判断逻辑门各端点间的逻辑关系, 一般用到两种测试方法, 一是静态测量法, 主要包括用发光二极管、逻辑笔、万用表和 LED 数码管显示等方法进行逻辑状态