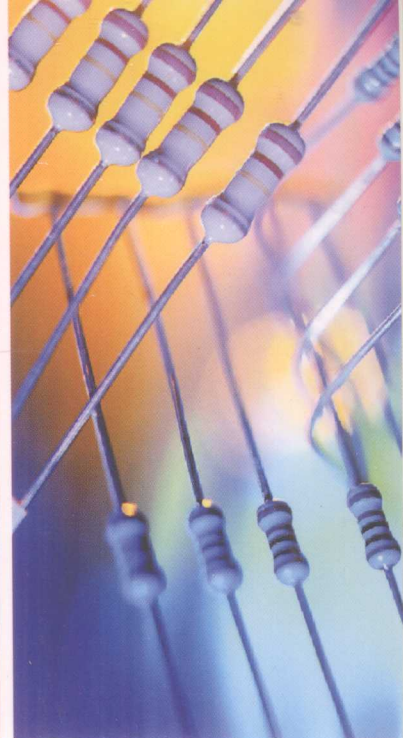


电工电子技术



实验教程

DIANGONGDIANZIJIISHU SHIYANJIAOCHENG

主 编 缪志农 吴鹏松

副主编 唐 宇 郝小江 范方灵



西南交通大学出版社
[Http://press.swjtu.edu.cn](http://press.swjtu.edu.cn)

电工电子技术实验教程

主 编 缪志农 吴鹏松

副主编 唐 宇 郝小江 范方灵

西南交通大学出版社

· 成 都 ·

内容简介

本书共分 4 章, 内容包括: 常用电子元器件基础、数字仪表和常用电子仪器的使用、电工电子基础实验(20 个基础实验)、电工电子综合设计实验(7 个综合设计实验)。这些实验对每个实验项目都提出了目的和要求, 简要说明了实验原理, 详细地叙述了实验步骤。同时每个实验都有针对性的思考题, 以便开拓学生的思路, 培养学生独立思维和创新精神, 有助于学生各种能力和综合素质的培养。

本书可作本科、高职高专和继续教育电工电子实验课程的教材, 也可供有关实验指导教师、工程技术人员和自学考试人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术实验教程 / 缪志农, 吴鹏松主编. —
成都: 西南交通大学出版社, 2009.12
ISBN 978-7-5643-0498-0

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

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 213583 号

电工电子技术实验教程

主编 缪志农 吴鹏松

*

责任编辑 高 平

特邀编辑 张 阅

封面设计 本格设计

西南交通大学出版社出版发行

(成都二环路北一段 111 号 邮政编码: 610031 发行部电话: 028-87600564)

<http://press.swjtu.edu.cn>

西南交通大学印刷厂印刷

*

成品尺寸: 185 mm×260 mm 印张: 7.5

字数: 187 千字

2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5643-0498-0

定价: 15.00 元

图书如有印装质量问题 本社负责退换
版权所有 盗版必究 举报电话: 028-87600562

前 言

电工电子技术实验是实践教学中进行基本技能训练的重要环节。该课程所培养的工程实践知识、基本技能及素质,是学生学习其他实践课程的基础,因此,它在教学计划中属于实践性的技术基础课,是培养工程技术人员的基本实验技能的重要环节。为此,我们根据电工电子技术基础课程教学大纲的要求、电工电子技术实验教学的基础要求、攀枝花学院省级电工电子实验示范中心的要求,在总结作者多年从事电工电子理论与实验课程的教学经验的基础上编写了本书,以满足电工电子实验课程的教学需要。

全书共分4章,分别介绍了电工电子实验目的和要求、常用电子元器件基础、数字仪表和常用电子仪器的使用、电工电子基础实验、电工电子综合设计实验。共设计了27个实验项目供选择,适合不同层次、不同条件的电工电子实验教学需要。

全书由缪志农、吴鹏松任主编,唐宇、郝小江、范方灵任副主编,缪志农负责全书的统稿与定稿,吴鹏松对全书进行了认真细致的审阅,并提出了宝贵的修改意见。参加本书编写的有缪志农(第1章),郝小江(第2章,第4章实验1、2、3),曹玉东、唐宇(第3章实验1至实验10),范方灵、陈大兴、明立娟(第3章实验11至实验15,第4章实验4、5),罗云松、于娟(第3章实验16至实验20,第4章实验6、7)。

本书的编写工作得到了攀枝花学院省级电工电子实验示范中心及电气信息工程学院实验教师的密切配合,谨致辞以衷心感谢。

由于编写时间仓促,编者水平所限,书中难免存在不足之处,敬请读者批评指正。

编 者

2009年10月

目 录

绪 论	1
第 1 章 常用电子元器件基础	4
1.1 电阻器	4
1.2 电容器	7
1.3 电感器	9
1.4 半导体分立器件	10
1.5 模拟集成电路	14
1.6 数字集成电路	15
第 2 章 数字仪表和常用电子仪器的使用	19
2.1 数字万用表的使用	20
2.2 函数信号发生器的使用	22
2.3 示波器的基本原理及使用	23
2.4 晶体管毫伏表的使用	27
第 3 章 电工电子基础实验	30
实验 1 电路实验测量仪表的认识与使用	30
实验 2 测定电源和电阻元件伏安特性	32
实验 3 基尔霍夫定律的验证	36
实验 4 戴维南定理和叠加定理的验证	37
实验 5 有源二端网络的开路电压和入端等效电阻的测定	40
实验 6 RLC 串联谐振电路的测量	42
实验 7 RLC 并联谐振电路测试	44
实验 8 测定交流电路中 R 、 L 、 C 元件伏安特性	46
实验 9 日光灯电路和功率因数的提高	48
实验 10 三相异步电动机正、反转控制	50
实验 11 常用电子仪器的使用	54
实验 12 共射极单管放大器测试	57
实验 13 负反馈放大器测试	59
实验 14 射极跟随器测试	61
实验 15 模拟运算电路实验	64
实验 16 TTL 集成与非门参数测试	68

实验 17 组合逻辑电路实验	73
实验 18 译码器及其应用实验	76
实验 19 集成触发器及其应用实验	80
实验 20 计数器及其应用实验	84
第 4 章 电工电子综合设计实验	87
实验 1 日光灯电路及功率因数的提高	87
实验 2 RC 网络频率特性和选频特性的研究	90
实验 3 移相器的设计与测试	94
实验 4 RC 正弦波振荡器	97
实验 5 直流稳压电源设计	101
实验 6 电子秒表设计	105
实验 7 彩灯控制电路设计	109
参考文献	114

绪 论

一、实验目的

电工电子技术实验是电类、非电类学生的电学基础实验课程。该课程以应用理论为基础、专业技术为指导,并侧重于理论指导下的操作技能培训及综合能力提高,旨在将所学理论过渡到应用,为后续技术基础课、专业课及其实验课的学习及今后的工作打下良好的基础。

进入 21 世纪,社会对人才的需求更加注重综合能力和创新能力。电工电子技术实验已经由单一的验证原理和掌握实验操作技术发展为一门综合技能训练的实践课,成为获得实验技能和科学研究方法基本训练的重要环节。学生通过电工电子技术实验,可进一步建立实际元器件性能的相关概念,掌握基本电工电子技术实验测量仪器仪表的原理及使用,掌握基本电工电子技术实验方法以及电工电子技术综合设计能力,能独立完成实验基本操作,具备对实验结果分析、处理的能力,并且能够运用所掌握的知识研究和解决工程实际问题。

二、实验准备

实验课前准备的第一个环节即实验预习。预习是实验能顺利进行的保证,也有利于提高实验质量和效率。

对于基础实验,实验课前预习应做到:

(1) 仔细阅读实验指导书,了解本次实验的主要目的和内容,复习并掌握与实验有关的理论知识。

(2) 根据给出的实验电路与元件参数,进行必要的理论计算,以便于用理论指导实践。

(3) 了解实验中所用仪器仪表的使用方法及操作要点。

(4) 掌握实验内容的工作原理和测量方法,明确实验过程中应注意的事项。

对于综合设计实验,还应做到:

(1) 理解实验所提出的任务与要求,阅读有关的技术资料,学习相关理论知识。

(2) 进行电路方案设计,选择电路元件参数。

(3) 使用仿真软件进行电路性能仿真和优化设计,进一步确定所设计的电路原理图和元器件。

(4) 拟定实验步骤和测量方法,选择合适的测量仪器,给出必要的数据记录表格备用。

(5) 写出预习报告。

三、实验操作

在完成理论学习、实验课前预习后,方可进入实验操作阶段。进行实验操作时要做到:

(1) 教师首先检查学生的预习报告, 检查学生是否了解本次实验的目的、内容和方法及预习报告, 达到要求者方允许进行实验操作。

(2) 认真听取指导老师对实验设备、实验过程的讲解, 对易出差错的地方加以注意并做出标记(笔记)。

(3) 按要求(设计)的实验电路接线。一般先接主电路, 后接控制电路; 先串联后并联; 导线尽量短, 少接头, 少交叉, 简洁明了, 便于测量。所有仪器和仪表都要严格按照规定的正确接法接入电路。例如: 电流表及功率表的电流线圈一定要串接在电路中, 电压表及功率表的电压线圈一定要并接在电路中。

(4) 完成电路接线后, 要进行复查。对照实验电路图, 逐项检查各仪表、设备、元器件连接是否正确, 确定无误后, 方可通电进行实验。如有异常, 应立即切断电源, 查找故障原因。

(5) 观察现象, 测量数据。接通电源后, 观察被测量是否合理。若合理, 则读取并记录数据。否则应切断电源, 查找原因, 直至正常。对于指针式仪表, 针、影成一线时读数。数字式、指针式仪表都要注意使用合适的量程(并不是越大越好, 被测量达到满刻度的 $\frac{2}{3}$ 以上为好), 并且还要注意单位、小数点位置及指针格数与换算(指针式)。变换量程时要切断电源。

(6) 按要求记录所有读取的数据。数据记录(记入表格)要完整、清晰, 一目了然。要尊重原始记录, 实验后不得涂改。注意培养自己的科学精神。

(7) 本次实验内容全部完成后, 可先断电, 但暂不拆线, 将实验数据结果交指导老师检查无误后, 方可拆线。整理好导线、仪器、仪表及设备, 物归原位。

(8) 注意人身安全, 绝不带电操作。另外, 各设备、仪器、仪表及电路元器件的开关、旋钮不用时勿乱动, 以免损坏。

四、实验报告

实验的最后一个环节是写实验总结与报告, 即对实验数据进行整理, 绘制波形和图表, 分析实验现象, 撰写实验报告。每次实验, 都要独立完成实验报告。撰写实验报告应持严肃认真、实事求是的科学态度。实验结果与理论有较大出入时, 不得随意修改实验数据结果, 不得用拼凑数据的方法来向理论靠拢, 而要重新进行一次实验, 找出引起较大误差的原因, 同时用理论知识来解释这种现象。

实验报告纸采用学校规定的格式, 实验报告包括如下几项:

- (1) 实验目的
- (2) 实验原理
- (3) 实验内容
- (4) 实验电路
- (5) 实验结果处理
- (6) 原始记录
- (7) 实验结论

五、实验规则

- (1) 严禁带电接线、拆线或改接线路。
- (2) 接线完毕后，要认真复查，确信无误并经指导老师检查同意后，方可接通电源进行实验。
- (3) 实验过程中如发生事故，应立即关断电源，保护现场，报告指导老师。
- (4) 实验完毕后，先检查实验原始数据是否符合要求，然后让指导老师检查，经指导老师认可后方可拆线，并将实验仪器设备整理好。
- (5) 实验室内仪器设备不准随意搬动调换，非本次实验所用的仪器设备，未经指导老师允许不得使用。要正确合理地使用仪器设备。
- (6) 实验要严肃认真，保持安静、整洁的实验环境。

六、实验室安全用电规则

安全用电是实验过程中始终需要注意的重要问题，为了确保人与设备安全，实验室必须严格遵守以下安全用电规则：

- (1) 禁止私拉乱接临时电源线。接线、拆线必须在切断电源的情况下进行，即先接线后通电，先断电再拆线。不能使用不合规范的灯头、灯线、开关、插座等器件。
- (2) 移动电气设备时，一定要先拉闸停电，后移动设备，绝不要带电移动。
- (3) 不要用手摸灯头、开关、插头以及其他用电器金属外壳。万一遇到触电事故，应立即切断电源，进行必要的处理。
- (4) 实验中，特别是设备刚投入运行时，要随时注意仪器设备的运行情况，如发现有超限、过热、异味、冒烟、火花等，应立即断电，并请老师检查。
- (5) 实验时应集中精力，同组者必须密切配合，接通电源前必须通知同组者以防触电事故的发生。
- (6) 强电实验必须有两人以上在场。
- (7) 了解有关电气设备的规格、性能及使用方法，严格按额定值使用。注意仪表的种类、连接和使用方法。
- (8) 实验室无人时必须切断总电源开关。

第 1 章 常用电子元器件基础

任何电子电路都是由元器件组成的，常用的元器件主要有电阻器、电容器、电感器和各种半导体器件等。为了正确地选择和使用这些电子元器件，必须掌握它们的性能、结构与主要性能参数等有关知识。

1.1 电阻器

电阻器用字母 R 表示，是电子元器件中应用最广泛的一种，主要用于稳定和调节电路中的电流和电压以及用作负载。其基本单位是欧姆，用希腊字母“ Ω ”表示，大的电阻值可用千欧 ($k\Omega$, $10^3\Omega$)、兆欧 ($M\Omega$, $10^6\Omega$)、吉欧 ($G\Omega$, $10^9\Omega$) 和太欧 ($T\Omega$, $10^{12}\Omega$) 表示。

1.1.1 电阻器分类

电阻器种类有很多，通常分为固定电阻器、可调电阻器和特种电阻器三大类。

1. 固定电阻

固定电阻一般称为电阻。在电子产品中，固定电阻应用得最多，固定电阻根据制造材料可分为 RT 型碳膜电阻、RJ 型金属膜电阻、RX 型线绕电阻以及片状电阻等。

2. 可调电阻器

可调电阻器又称电位器，是一种具有三个接头、阻值在一定范围内连续可调的电阻器。其外端两个引脚之间的电阻值固定，并将该电阻值称为电位器的阻值。中间引脚与任意一个引脚间的电阻值可以随着轴臂的旋转而改变，这样可以通过调节电路的电压或电流，达到想要的效果。一般常用的电位器有线绕电位器、碳膜电位器和多圈电位器等。

3. 特种电阻器

1) 光敏电阻

光敏电阻是一种电阻值随外界光照强弱（明暗）变化而变化的元件，光照越强电阻值越小，光照越弱电阻值越大。生活中的光控路灯电路中，一个重要的元器件就是光敏电阻或者

是光敏三极管。光敏电阻是在陶瓷基座上沉积一层金属的硫化物、硒化物和碲化物等半导体后制成的，实际上也是一种光控半导体元件。

2) 热敏电阻

热敏电阻是一个特殊的半导体元件，它的电阻值随着其表面温度的高低变化而变化。它分为负温度系数热敏电阻和正温度系数热敏电阻，利用这一特性可以作为温度补偿元件、温度测量元件和过热保护元件使用。

3) 压敏电阻

压敏电阻是一种特殊的非线性电阻器。当加在电阻器上的电压在其标称值内时，电阻器的阻值呈现无穷大状态；当加在电阻器上的电压大于其标称值时，电阻器的阻值迅速下降，使其电阻处于导通状态；当加在电阻器上的电压减小到标称值以下时，其电阻值又开始增加。利用这一特性，这种电阻常常被用于电路的过压保护、尖脉冲的吸收、消噪等电路保护中。

4) 气敏电阻

气敏电阻是利用某些半导体吸收某种气体后发生氧化还原反应制成，主要成分是金属氧化物。其主要品种有金属氧化物气敏电阻、复合氧化物气敏电阻、陶瓷气敏电阻等。

5) 力敏电阻

力敏电阻是一种阻值随着压力变化而变化的电阻，可制成各种力矩计、半导体话筒、压力传感器等。主要品种有硅力敏电阻器和硒碲合金力敏电阻器，相对而言，合金电阻器具有更高的灵敏度。

1.1.2 电阻器性能参数

1. 电阻器标称值

电阻器标称值常用的标识方法有三种：直标法、文字符号法和色环法。

1) 直标法

直标法是把主要参数（阻值、单位符号和用百分数表示的允许误差）直接印刷在元件表面上，主要用于功率较大的电阻。

2) 文字符号法

文字符号法是用文字符号和数字两者有规律组合来表示电阻器的标称阻值和允许误差，电阻单位符号的位置表示电阻器阻值有效数字中小数点的位置。例如，3R9 表示电阻值为 $3.9\ \Omega$ ，8k2 表示 $8.2\ \text{k}\Omega$ 等。对于 10 个基本单位以上的电阻器，有时用三个数字表示，前两位表示有效值，后一位表示倍率，如 223 表示电阻值为 $22 \times 10^3\ \Omega = 22\ \text{k}\Omega$ 。

3) 色环法

对于小功率电阻而言，使用最多的是色环法。这是国际上惯用的一种方法，特别适用于自动生产线上的元器件装配。“色环电阻”就是在电阻器上用不同颜色的环来表示电阻的规格。有的用四个色环表示，有的用五个。四环电阻一般是碳膜电阻，用三个色环表示阻值，用一个色环表示误差。五环电阻一般是金属膜电阻，为更好地表示精度，用四个色环表示电阻值，另一个色环也是表示误差。三种色环电阻的标注图如图 1.1.1 所示。表 1.1.1 是色环电阻的颜色-数码对照表。

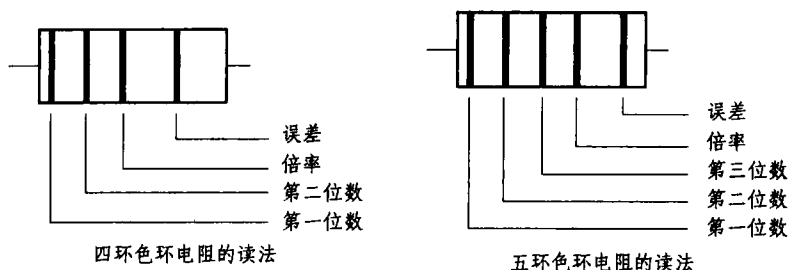


图 1.1.1 四、五环色环电阻的读法

表 1.1.1 色环电阻的颜色-数码对照表

色环 颜色	有效数字: 第 1、2、3 (1、2; 1、2、3) 色环	倍率: 第 4 (3; 4) 色环	允许误差%: 第 5 (4; 5) 色环	温度系数 ppm/°C 第 6 (无; 无) 色环
黑色	0	10 的 0 次方		
棕色	1	10 的 1 次方	±1	±100
红色	2	10 的 2 次方	±2	±50
橙色	3	10 的 3 次方		±15
黄色	4	10 的 4 次方		±25
绿色	5	10 的 5 次方	±0.5	
蓝色	6	10 的 6 次方	±0.2	±10
紫色	7	10 的 7 次方	±0.1	±5
灰色	8	10 的 8 次方		
白色	9	10 的 9 次方		±1
金色		10 的 -1 次方	±5	
银色		10 的 -2 次方	±10	
无色			±20	

2. 额定功率

额定功率是指在规定的环境温度和湿度下, 假定周围空气不流通, 在长期连续负载而不损坏或基本不改变性能的情况下, 电阻器上允许消耗的最大功率。为保证安全使用, 一般选其额定功率比它在电路中消耗的功率高 1~2 倍。额定功率分 19 个等级, 常用的有 0.05 W, 0.125 W, 0.25 W, 0.5 W, 1 W, 2 W, 4 W, 5 W, …, 500 W 等。

3. 额定电压与最高工作电压

由公式 $P = U^2/R$ 计算出来的电压, 称为电阻器的额定电压。最高工作电压是指电阻器长期工作不发生过热或电击穿损坏时的电压。如果电压超过规定值, 电阻器内部可能产生火花, 引起噪声甚至损坏。

4. 稳定性

稳定性是衡量电阻器在外界条件（温度、湿度、电压、时间、负荷性质等）作用下电阻变化的程度，通常用温度系数、电压系数和噪声电动势来衡量。

1.1.3 电阻器选用

(1) 要根据电子设备的使用特点和场合，合理地选择电阻器的型号。

对于一般的电子设备，可以使用普通的碳膜电阻；对于高品质的音响设备，应该选用金属膜电阻或线绕电阻；对于仪器仪表电路，应该选用精密电阻器；而在高频电路中，应该选择无感电阻。

(2) 为了提高设备的可靠性，电阻器的功率应该选择大于实际耗散功率的 2 倍以上。

(3) 在装配电路板前，电阻器需要老化处理，以提高稳定性。

1.2 电容器

电容器是一种储能元件，是电子电路中不可缺少的重要元件，简称电容，用字母 C 表示，基本单位为法[拉] (F)，但常用的单位为微法 (μF)、纳法 (nF)、皮法 (pF) 等。

电容器可作为耦合、旁路、滤波、隔直、储能、振荡和调谐等元件使用。小容量的电容，通常在高频电路中使用，如收音机、发射机和振荡器中使用；大容量的电容往往被用来滤波和存储电荷。

1.2.1 电容器分类

电容器的分类方法很多，按结构分类有固定电容器、半可调电容器和可调电容器。按介质材料分有电解电容、云母电容、瓷介电容、玻璃釉电容、金属化纸介电容和涤纶薄膜电容等。一般 $1\ \mu\text{F}$ 以上的电容均为电解电容，而 $1\ \mu\text{F}$ 以下的电容多为瓷片电容，或者是独石电容、涤纶薄膜电容和小容量的云母电容等。电解电容有个铝壳，里面充满电解质，并引出两个电极，作为正 (+)、负 (-) 极。与其他电容器不同，它们在电路中的极性不能接反，而其他电容器则没有极性之分。

1.2.2 电容器性能指标

1. 标称容量

标称容量是标志在电容器上的“名义”电容量。

(1) 小于 $10\ 000\ \text{pF}$ 的电容，一般只标明数字而忽略单位，如 330 表示 $330\ \text{pF}$ 。

(2) $10\ 000 \sim 1\ 000\ 000\ \text{pF}$ 之间的电容, 用 μF 表示, 它以小数标明, 如 0.01 表示 $0.01\ \mu\text{F}$, 104 表示 $10 \times 10^4\ \text{pF} = 0.1\ \mu\text{F}$, 3n9 表示 $3.9\ \text{nF} = 3.9 \times 10^3\ \text{pF} = 3.9 \times 10^{-9}\ \mu\text{F}$ 。

(3) 电解电容以 μF 为单位标志。

2. 精度等级

标志在电容器上的电容量称作标称容量。电容器的实际容量与标称容量存在一定的偏差, 电容器的标称容量与实际容量的允许最大偏差范围, 称作电容器的允许偏差。电容器的标称容量与实际容量的误差反映了电容器的精度。精度等级与允许偏差的对应关系见表 1.2.1。一般电容器常用 I、II、III 级, 电解电容器用 IV、V、VI 级。

表 1.2.1 电容的精度等级

级别	00	0	I	II	III	IV	V	VI
误差/%	± 1	± 2	± 5	± 10	± 20	+20 -10	+50 -20	+50 -30

3. 额定工作电压

额定工作电压是电容器在规定的工作温度范围内, 长期、可靠地工作所能承受的最高电压。常用固定式电容器的直流工作耐压值系列为: 6.3 V、10 V、16 V、25 V、40 V、63 V、100 V、160 V、250 V、400 V。

4. 绝缘电阻

电容器的绝缘电阻决定于两极板间所用介质的质量和厚度, 表示电容器的漏电性能。绝缘电阻一般应在 $5\ 000\ \text{M}\Omega$ 以上, 优质电容器要达到 $1\ \text{T}\Omega$ 以上。

5. 能量损耗

电容器在工作时消耗的能量, 包括介质损耗和金属部分损耗。小功率电容器主要是介质损耗, 损耗大的电容器不适于在高频电路中工作。

1.2.3 电容器选用

用万用表的欧姆挡可以简单测量电解电容的优劣, 粗略判别其漏电、容量衰减或失效情况, 以便合理选用电容器。用数字万用表的电容挡 (专门的电容表、万用电桥) 测量出电容的容量。用元件分析仪可测量出其阻抗角。

(1) 合理选择电容器型号。一般在低频耦合、旁路等场合, 选择金属化纸介电容; 在高频电路和高压电路中, 选择云母电容和瓷介电容; 在电源滤波或退耦电路中, 选择电解电容。

(2) 合理选择电容器精度等级, 尽可能降低成本。

(3) 合理选择电容器耐压值。加在一个电容器的两端的电压若超过它的额定电压, 电容器就会被击穿损坏, 一般电容器的工作电压应为额定电压的 50%~70%。

(4) 合理选择电容器温度范围, 以保证电容器稳定工作。

(5) 合理选择电容器容量。等效电感大的电容器(电解电容器)不适合用于耦合、旁路高频信号电路中; 等效电阻大的电容器不适合用于品质因素 Q ($Q=1/\omega_0 R$) 值要求高的振荡电路中。为了满足从低频到高频滤波旁路的要求, 常常将一个大容量的电解电容和一个(适合于高频电路的)小容量的电容器并联使用。

1.3 电感器

1.3.1 电感器分类

电感器也是一种储能元件, 用字母 L 表示, 基本单位是亨利(H), 常用毫亨(mH)、微亨(μH)为单位。它经常和电容器一起工作, 构成 LC 滤波器、LC 振荡器等。另外, 利用电感特性, 可制造阻流圈、变压器和继电器等。电感器的特性恰恰与电容器的特性相反, 它具有阻止交流电通过, 允许直流电通过的特性。

根据电感器的电感量是否可调, 分为固定、可调 and 微调电感器。根据结构可分为带磁芯、铁芯和磁芯间有间隙的电感器等。电感器常用的电路图形符号如图 1.3.1 所示。除此以外, 还有一些小型电感器, 如色码电感器、平面电感器和集成电感器等。

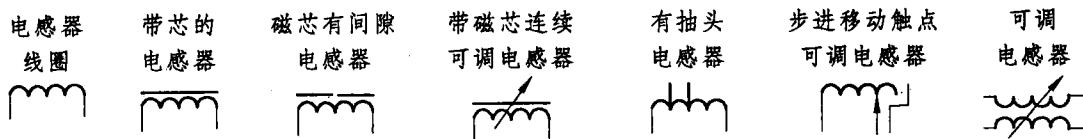


图 1.3.1 电感器的图形符号

1.3.2 电感器性能指标

1. 电感量

电感量是指电感器通过变化电流时产生感应电动势的能量。其大小与磁导率 μ 、线圈单位长度中的匝数 n 以及线圈体积 V 有关。当线圈长度远大于直径时, 有

$$L = \mu n^2 V$$

2. 品质因数 Q

品质因数 Q 反映了电感器传输能量的本领。 Q 值越大, 传输能力越大, 损耗越小, 一般要求 $Q=50\sim300$, 有

$$Q = \frac{\omega_0 L}{R}$$

式中, ω_0 为工作角频率; L 为线圈电感量; R 为线圈电阻。

3. 额定电流

额定电流主要是对高频电感器和大功率电感器而言, 通过电感器的电流超过额定值时, 电感器将发热, 严重时烧坏。

1.3.3 电感器选用

- (1) 电感器的频率要满足电路要求。
- (2) 电感器的电感和额定电流要满足电路要求。
- (3) 电感器的尺寸大小要符合电路板的要求。
- (4) 尽量选用分布电容小的电感器。
- (5) 对于不同性质的电路选择不同类型的电感器。
- (6) 对于有屏蔽罩的电感器, 使用时应将屏蔽罩接地, 达到隔离电场的作用。

1.3.4 变压器和继电器

变压器是由铁芯和绕在绝缘骨架上的铜线线圈构成的。绝缘铜线绕在塑料骨架上, 每个骨架需绕制输入和输出两组线圈, 线圈中间用绝缘纸隔离。绕好后将许多铁芯磁片插在塑料骨架的中间, 能使线圈的电感量显著增大。变压器利用电磁感应原理从它的一个绕组向另一个绕组传输能量。变压器在电路中具有重要的功能, 耦合交流信号而阻隔直流信号, 并可以改变输入/输出的电压比, 利用变压器使电路两端的阻抗得到良好匹配, 以获得最大限度的传送信号功率。电力变压器就是把高压电变成市电, 许多电器都是使用低压直流电源工作的, 需要用电源变压器把 220 V 交流市电变换成低压交流电, 再通过二极管整流, 电容器滤波, 变成直流电供电工作。

继电器是用漆包铜线在一个圆铁芯上绕几百圈至几千圈。当线圈中流过电流时, 圆铁芯产生了磁场, 把圆铁芯上边的带有接触片的铁板吸住, 使之断开第一个触点而接通第二个开关触点。当线圈断电时, 铁芯失去磁性, 由于接触铜片的弹性作用, 使铁板离开铁芯, 恢复与第一个触点的接通。因此, 可以用很小的电流去控制其他电路的开关。整个继电器由塑料或有机玻璃防尘罩保护着, 有的继电器还是全密封的, 以防触电氧化。

1.4 半导体分立器件

半导体二极管和晶体管是组成分立元件模拟电子电路的核心器件, 二极管具有单向导电性, 可用于整流、检波、稳压、混频电路中; 晶体管对信号具有放大作用和开关作用。

1.4.1 二极管

半导体二极管按材料可分为锗管和硅管两大类；按用途可分为普通二极管和特殊二极管。普通二极管包括整流二极管、检波二极管、稳压二极管和开关二极管等，特殊二极管包括变容二极管、发光二极管和隧道二极管等。普通二极管电路符号图形如图 1.4.1 所示，二极管型号命名法见表 1.4.1。



图 1.4.1 普通二极管的电路符号图

表 1.4.1 二极管型号命名法

第一部分		第二部分		第三部分		第四部分	第五部分
用数字表示 器件的电极数		用字母表示 器件的材料和极性		用字母表示 器件的类型		用数字表示 器件的序号	用字母表示 规格号序号
序号	意义	符号	意义	符号	意义	意义	意义
2	二极管	A	N 型锗材料	P	普通管	反映了极限 参数、直流参数 和交流参数等 的差别	反映了承受反向击 穿电压的程度。如规格 号为 A、B、C、D。其 中 A 承受的反向击穿 电压最低，B 次之……
		B	P 型锗材料	V	微波管		
		C	N 型硅材料	W	稳压管		
		D	P 型硅材料	C	参量管		

1. 二极管主要性能参数

反映二极管性能的参数较多，且不同类型的二极管其主要参数种类也不一样，对于普通二极管，主要有下面一些参数。

1) 最大整流电流 I_F

在正常工作的情况下，二极管允许通过的最大正向平均电流称为最大整流电流。使用时二极管的平均电流不能超过这个数值。

2) 反向饱和电流 I_S

它指管子未击穿时的反向电流，其受温度影响明显。

3) 最大反向工作电压 U_{RM}

反向饱和电流越小越好。反向加在二极管两端而不引起击穿的最大电压称为最大反向工作电压，工作电压仅为击穿电压的 $1/3 \sim 1/2$ 。

4) 最高工作频率 f_m

它指保证二极管单向导电作用的最高工作频率，若信号频率超过该值，二极管的单向导电性将变坏。

5) 反向恢复时间 t_{re}

通常把二极管从正向导通转为反向截止所经过的时间称为反向恢复时间，反向恢复时间的存在，使二极管的开关速度受到限制。

2. 普通二极管的识别和测试

一般普通二极管的外壳上均印有型号和标记，小功率二极管的 N 极（负极），在二极管外表大多采用一种色圈标出来，有些二极管也用二极管专用符号来表示 P 极（正极）或 N 极（负极）。