

职业技术院校项目化特色教材

电子技术 基础与技能

DIANZI
JISHU JICHU YU JINENG

主 编◎张雪平

副主编◎钱康亮 何 恒 王文潇



四川大学出版社

职业技术学院项目化特色教材

电子技术 基础与技能

DIANZI
JISHU JICHU YU JINENG

主 编◎张雪平
副主编◎钱康亮 何 恒 王文潇



四川大学出版社

责任编辑:唐 飞
责任校对:蒋 琦
封面设计:墨创文化
责任印制:王 炜

图书在版编目(CIP)数据

电子技术基础与技能 / 张雪平主编. —成都: 四川大学出版社, 2017. 11

ISBN 978-7-5690-1349-8

I. ①电… II. ①张… III. ①电工技术—教材
IV. ①TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2017) 第 288436 号

书名 电子技术基础与技能

主 编 张雪平
出 版 四川大学出版社
地 址 成都市一环路南一段 24 号 (610065)
发 行 四川大学出版社
书 号 ISBN 978-7-5690-1349-8
印 刷 四川盛图彩色印刷有限公司
成品尺寸 185 mm×260 mm
印 张 11.5
字 数 275 千字
版 次 2018 年 1 月第 1 版
印 次 2018 年 1 月第 1 次印刷
定 价 36.80 元



版权所有◆侵权必究

- ◆读者邮购本书,请与本社发行科联系。
电话:(028)85408408/(028)85401670/
(028)85408023 邮政编码:610065
- ◆本社图书如有印装质量问题,请
寄回出版社调换。
- ◆网址:<http://www.scupress.net>

前 言

“电子技术”是高职高专工科专业的一门技术基础课。它的任务是使学生通过本课程的学习，获得电子技术必要的基本理论、基本知识、基本技能，了解电子技术的应用和发展，为后续课程学习以及从事相关的技术工作打下基础。

目前市面上同类教材品种繁多，大多以理论教学为主，理论性强，覆盖面广，教学基础要求高。但是，理论教学与实践训练配合不紧密，不能满足高职高专学生现代化、技能化、职业化的要求。

本书是根据四川三河职业学院实施的“以能力为本位，以职业实践为主线，以项目课程为主体”的模块化教学改革思路，结合“电子技术”课程的特点，按项目引导、任务驱动，紧密结合技能训练的教学方法编写的，把系统、烦琐、难以理解的电子技术理论知识通过一个个实践项目分解开来，每个项目为一个知识单元，通过具体的项目使理论知识与技能训练紧密结合，使学生易于理解和掌握。技能训练按层次递进分为基本技能训练、应用技能训练、拓展技能训练，使学生的应用技能逐步提升。本书包括5个项目。项目一：电子技术基本操作；项目二：放大电路与直流稳压电源的制作；项目三：数字电路与集成芯片的应用；项目四：555定时器的应用；项目五：触摸式延时开关的设计与制作。

本书契合了高职高专的教学要求，坚持理论以“必需、够用”为度，强化实践技能训练，通过本课程的学习，学生能够具备高等职业教育技术技能型人才所必需的电子技术基础知识和基本技能。与本书配套的还有《电工技术基础与技能》，供师生选用。

本书由张雪平任主编，负责制定编写提纲和全书统稿，王文潇负责全书策划。项目一由张雪平编写，项目二由何恒编写，项目三由雷蓉编写，项目四由钱康亮编写，项目五由周平编写，张纲提供了企业应用案例并参与制订编写提纲，冷春霞负责部分插图绘制和书稿编辑。

在本书的编写过程中，参考了有关资料和文献，在此向其作者表示衷心的感谢！限于编者水平有限，且时间仓促，书中难免有疏漏和不足之处，恳请各位读者批评指正。

编 者
2018年1月

<h1>目 录</h1>	
项目一 电子技术基本操作	(1)
任务一 基本知识学习 认识电子元器件	(2)
任务二 基本技能训练 常用电子仪器的使用	(18)
任务三 应用技能训练 电子元器件参数测量	(26)
任务四 拓展技能训练 电子组装基本操作	(29)
小 结	(32)
习 题	(33)
项目二 放大电路与直流稳压电源的制作	(36)
任务一 基本知识学习 放大电路	(37)
任务二 基本技能训练 电路焊接的基本操作	(73)
任务三 应用技能训练 放大电路的组装与调试	(81)
任务四 拓展技能训练 直流稳压电源的制作	(84)
小 结	(89)
习 题	(89)
项目三 数字电路与集成芯片的应用	(91)
任务一 基本知识学习 数字电路	(92)
任务二 基本技能训练 集成电路功能与参数测试	(114)
任务三 应用技能训练 交通信号灯故障检查电路制作与调试	(128)
任务四 拓展技能训练 60 s 循环计时显示器的设计与制作	(132)
小 结	(135)
习 题	(135)
项目四 555 定时器的应用	(140)
任务一 基础知识学习 555 定时器的结构与工作原理	(141)
任务二 基本技能训练 延时电路的设计与制作	(151)
任务三 应用技能训练 雨水报警电路的组装与调试	(152)
任务四 拓展技能训练 555 定时温控器的制作与调试	(153)
小 结	(154)
习 题	(155)

项目五 触摸式延时开关的设计与制作·····	(158)
任务一 基本知识学习 触摸式延时开关的设计与工作原理·····	(159)
任务二 基本技能训练 触摸式延时开关的组装与调试·····	(165)
任务三 应用技能训练 工艺技术文件编制·····	(167)
小 结·····	(174)
参考文献·····	(175)

项目一 电子技术基本操作

教学目标

通过本项目的学习，认识电子元器件，能运用万用表测电子元件参数；掌握电烙铁的使用技巧，能够焊接电路；学会使用其他电子仪器和测量元件参数，学会电路的安装、焊接；掌握电子整机装配方法。

教学重点

电子元器件的识别和参数测量；元器件的封装、焊接工艺；常用仪器、仪表的使用。

教学难点

二极管、三极管理论知识；整机检测和故障排除。

项目引入

本项目通过电子产品的安装、调试教学，初步了解电子产品的生产过程和先进的生产工艺等。培养初步的工程设计能力和创新意识，以及严谨、踏实、科学的工作作风和良好的学风。

项目实施条件

- (1) 电路实验台。
- (2) 模电实验箱。
- (3) 万用表。
- (4) 示波器、信号发生器。
- (5) 焊接工具。


任务一 基本知识学习 认识电子元器件

1.1 电阻

1.1.1 电阻的特性

电阻是指对电流具有阻碍作用的器件，它们用来阻止电子流动。符号： R ；单位： Ω （欧姆）。

线性电阻的电流与电压之间成正比关系，可用欧姆定律来表示： $R=U/I$ 。

电阻在电路中主要有分压、限流等作用，其符号为 。

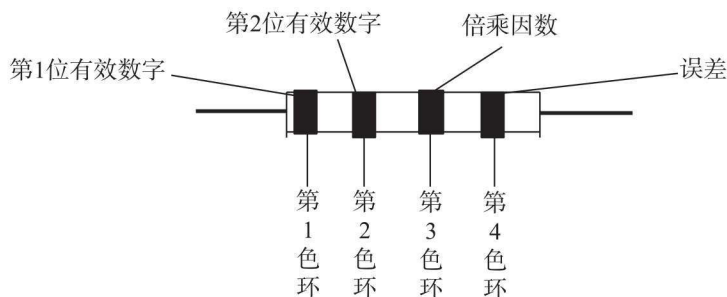
电阻的单位换算：

$$1 \text{ M}\Omega (\text{兆欧}) = 10^3 \text{ k}\Omega (\text{千欧}) = 10^6 \Omega$$

1.1.2 电阻的识别

1. 色环法

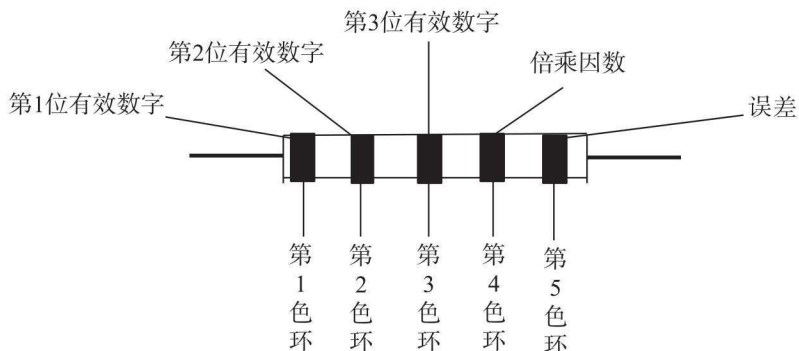
电阻的国际色标分为 4 色环和 5 色环，如图 1.1.1 和图 1.1.2 所示。



特征色	第 1 色环 第 1 位有效数字	第 2 色环 第 2 位有效数字	第 3 色环 倍乘因数	第 4 色环 误差
无色	—	—	—	$\pm 20\%$
银	—	—	$\times 10^{-2} \Omega$	$\pm 10\%$
金	—	—	$\times 10^{-1} \Omega$	$\pm 5\%$
黑	0	0	$\times 10^0 \Omega$	—
棕	1	1	$\times 10^1 \Omega$	$\pm 1\%$
红	2	2	$\times 10^2 \Omega$	$\pm 2\%$
橙	3	3	$\times 10^3 \Omega$	—
黄	4	4	$\times 10^4 \Omega$	—
绿	5	5	$\times 10^5 \Omega$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	$\times 10^6 \Omega$	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	$\times 10^7 \Omega$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	$\times 10^8 \Omega$	$+50\%$
白	9	9	$\times 10^9 \Omega$	-20%

图 1.1.1 国际色标 4 圈色环

例：黄 紫 红 金
4 7 $10^2 \pm 5\%$ = $(4\ 700 \pm 5\%) \Omega$



特征色	第1色环 第1位有效数字	第2色环 第2位有效数字	第3色环 第3位有效数字	第4色环 倍乘因数	第5色环 误差
无色	—	—	—	—	$\pm 20\%$
银	—	—	—	$\times 10^{-2} \Omega$	$\pm 10\%$
金	—	—	—	$\times 10^{-1} \Omega$	$\pm 5\%$
黑	0	0	0	$\times 10^0 \Omega$	—
棕	1	1	1	$\times 10^1 \Omega$	$\pm 1\%$
红	2	2	2	$\times 10^2 \Omega$	$\pm 2\%$
橙	3	3	3	$\times 10^3 \Omega$	—
黄	4	4	4	$\times 10^4 \Omega$	—
绿	5	5	5	$\times 10^5 \Omega$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	6	6	$\times 10^6 \Omega$	$\pm 0.25\%$
紫	7	7	7	$\times 10^7 \Omega$	$\pm 0.1\%$
灰	8	8	8	$\times 10^8 \Omega$	$+50\%$
白	9	9	9	$\times 10^9 \Omega$	-20%

图 1.1.2 国际色标 5 圈色环

例：棕 灰 紫 橙 红
1 8 7 $10^3 \pm 2\%$ = $(187\ 000 \pm 2\%) \Omega$

助记口诀：棕 1 红 2 橙为 3，黄 4 绿 5 蓝为 6，7 紫 8 灰 9 雪白，黑色为 0 需记牢。

2. 文字符号法

文字符号法是用字母、文字、数字、符号等有规律地组合后直接打印在电阻表面，用以标明电阻的主要参数和性能的方法，如“3R3J”“33K K”等。

其标称阻值见表 1-1，偏差值见表 1-2。

表 1-1 电阻阻值文字符号法标称阻值

文字符号	R10	1R0	3R3	3K3	10M	4M7
标称阻值	0.1 Ω	1 Ω	3.3 Ω	3.3 k Ω	10 M Ω	4.7 M Ω

表 1-2 电阻阻值文字符号法偏差值

文字符号	D	F	G	J	K	M	N
偏差值	$\pm 0.5\%$	$\pm 1\%$	$\pm 2\%$	$\pm 5\%$	$\pm 10\%$	$\pm 20\%$	$\pm 30\%$


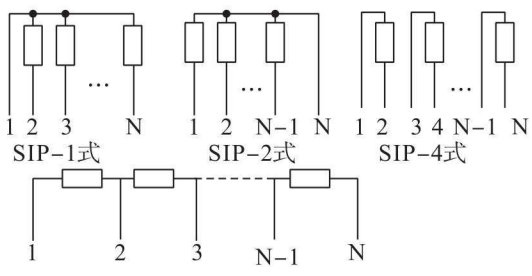
1.1.3 常用电阻分类

常用电阻的分类见表 1-3。

表 1-3 常用电阻的分类

名称	简介	应用
碳膜电阻 (RT)	碳氢化合物在高温和真空中分解, 沉积在瓷棒或者瓷管上, 形成一层结晶碳膜。改变碳膜厚度和长度可以得到不同的阻值。 优点: 成本较低。 缺点: 稳定性差, 误差大。 它曾是电子、电器、资讯产品中用量最大的一种电阻元件, 色彩较暗	允许误差主要有 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 、 $\pm 20\%$, 多用于精度要求不高的电路场合
金属膜电阻 (RJ)	在真空中加热合金, 合金蒸发, 使瓷棒表面形成一层导电金属膜。通过改变金属膜的厚度, 可以控制阻值。这种电阻和碳膜电阻相比, 具有体积小、噪音低、稳定性好等优点, 但成本较高。 金属膜电阻色彩亮丽, 又可细分为高频、高压、精密等多种类型	允许误差有 $\pm 0.1\%$ 、 $\pm 0.2\%$ 、 $\pm 0.5\%$ 、 $\pm 1\%$, 多用于精度要求较高的场合
金属氧化膜电阻 (RY)	用锡和铈等金属盐溶液喷雾到炽热的陶瓷骨架表面经水解沉积而形成。这类电阻抗氧化和热稳定性好, 额定功率范围为 $1/8 \text{ W} \sim 50 \text{ kW}$	适用于不燃、耐温变、耐湿等场合
线绕电阻 (RX)	线绕电阻具有阻值精确、工作稳定、温度系数小、耐热性能好、功率较大等特点, 但其电阻值较小, 分布电感和分布电容较大, 制作成本也较高	适用于低频且精度要求高的电路
大功率线绕电阻 (RX)	用康铜或者镍铬合金电阻丝在陶瓷骨架上线绕而成。这种电阻分固定和可变两种。它的特点是工作稳定、耐热性能好、误差范围小	适用于大功率的场合, 额定功率一般在 1 W 以上
有机实心电阻 (RS)	有机实心电阻是把颗粒状导电物、填充剂和黏合剂等材料混合均匀后热压在一起, 然后装在塑料壳内组成的一种电阻, 它的引线直接压塑在电阻体内。由于这种电阻导体截面较大, 因此具有很强的过负荷能力, 且可靠性高、价格低。其主要缺点是精度低	这种电阻一般用在负载不能断开且工作负荷较大的地方, 如音频输出接耳机的电路

续表1-3

名称	简介	应用
熔断电阻 (RF)	熔断电阻又称保险丝电阻,是一种具有电阻和保险丝双重功能的元件。熔断电阻大多为灰色,用色环或数字表示电阻值,额定功率由电阻尺寸所决定。在正常情况下使用时,它具有普通电阻的电器特性,一旦电路发生故障,就会在规定的时间内熔断,从而起到保护其他重要作用。目前,国内外一般采用的是不可修复(一次性)的保险丝电阻,其额定功率有0.25 W、0.5 W、1 W、2 W和3 W等规格,阻值可做到0.22~5.1 kΩ	与价值高、需保护的电路元器件相串联使用,常用在电源和二次电源电路内
水泥电阻 (RX)	水泥电阻也是一种熔断电阻,将电阻线绕在耐热瓷件上,外面加上耐热、耐湿及耐腐蚀的材料保护固定而成。水泥电阻是把电阻体放入长方形瓷器框内,用特殊不燃性热水泥充填密封而成。它在电路过流的情况下会迅速熔断,以保护电路	与价值高、需保护的电路元器件相串联使用,常用在电源和二次电源电路内
零欧姆电阻	插件式:电阻阻值为0,电阻上没有任何字,中间有一道黑线。零欧姆符号标示为  贴片式:上面标示数字“0”	PCB板布线时难免会使走线交叉,为防止走线兜圈,可加装零欧姆电阻进行桥接
功率型线绕 无感电阻 (铝壳电阻)	采用特别的线绕方式,使得电感量仅为一般线绕电阻的几十分之一。采用金属外壳利于散热	适用于大功率电路且磁场恶劣的环境,故又常称为功率电阻
排阻	 <p>排阻就是一排电阻的简称,是一种厚膜电阻网络</p>	一般应用于数字电路、仪表电路和计算机电路中,如仪表电路中的衰减器

1.1.4 电阻的串并联

串联:多个电阻串联后阻值为各电阻阻值之和,即

$$R = R_1 + R_2 + R_3 + \dots \quad (1-1)$$

并联:多个电阻并联后阻值为各电阻阻值的倒数之和的倒数,即

$$R = \frac{1}{1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3 + \dots + 1/R_n} \quad (1-2)$$

1.2 电容

1.2.1 电容的特性

电容(Capacitance)也称为电容量,是指在给定电位差下的电荷储存量,记为C,国际单位是法拉(F)。一般来说,电荷在电场中会受力而移动,当导体之间有了介质,

则阻碍了电荷移动而使得电荷累积在导体上，造成电荷的累积储存，储存的电荷量则称为电容。因电容是电子设备中大量使用的电子元件之一，所以广泛应用于隔直、耦合、旁路、滤波、调谐回路、能量转换、控制电路等方面。

简单地讲，电容就是储存电荷的容器。两个彼此绝缘的金属极板就能构成一个最简单的电容。电容储存电荷数量的多少，取决于电容的容量。电容量在数字上定义为一个导电极板上电荷量与两块极板之间的电位差的比值，即

$$C = Q/U \quad (1-3)$$

式中， Q 为一个极板上的电容量，单位为库仑（C）； U 为两极板之间的电位差，单位为伏特（V）； C 为电容量，单位为法拉（F）。

1 法拉（F）= 10^3 毫法（mF）= 10^6 微法（ μF ）= 10^9 纳法（nF）= 10^{12} 皮法（pF）

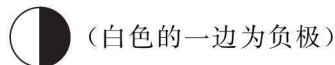
电容的主要特性是“隔直流，通交流”“通高频，阻低频”。

电容的电路符号如图 1.1.3 所示。



图 1.1.3 电容的电路符号

在 PCB 板上，有极性电容（如电解电容）表示为



1.2.2 常用电容分类

1. 按材料不同分类

按材料不同，电容可分为空气介质电容、纸介质电容、陶瓷电容、有机薄膜电容、云母电容、铝电解电容、钽电解电容、金属化电容、多层陶瓷电容等。

(1) 铝电解电容。

铝电解电容的电容量范围为 $0.1 \sim 22\,000 \mu\text{F}$ ，是高脉动电流、长寿命、大容量电容的首选，广泛应用于电源滤波、解耦等场合。

(2) 有机薄膜电容。

薄膜电容的电容量范围为 $0.1 \text{ pF} \sim 10 \mu\text{F}$ ，具有较小公差、较高容量稳定性及极低的压电效应，是 X、Y 安全电容，EMI/EMC 的首选。

(3) 钽电解电容。

钽电解电容的电容量范围为 $2.2 \sim 560 \mu\text{F}$ ，低等效串联电阻（ESR）、低等效串联电感（ESL）。它的脉动吸收、瞬态响应及噪声抑制能力都优于铝电解电容，是高稳定电源的理想选择。

(4) 陶瓷电容。

陶瓷电容的电容量范围为 $0.5 \text{ pF} \sim 100 \mu\text{F}$ ，它是独特材料和薄膜技术的结晶，迎合了当今“更轻、更薄、更节能”的设计理念。

(5) 超级电容。

超级电容的电容量范围为 $0.022\sim 70\text{ F}$ ，具有极高的容值，因此又称为“金电容”或“法拉电容”。其主要特点是超高容值，良好的充/放电特性，适合于电能存储和电源备份。缺点是耐压较低、工作温度范围较窄。

(6) 多层陶瓷电容 (MLCC)。

对于电容而言，小型化和高容量是永恒不变的发展趋势。其中，要数多层陶瓷电容 (MLCC) 的发展最快。多层陶瓷电容在便携产品中应用极为广泛，但近年来随着数字产品的技术进步，对其提出了新要求。例如，手机要求更高的传输速率和性能；基带处理器要求高速度、低电压；LCD 模块要求低厚度 (0.5 mm)、大容量电容。而汽车环境的苛刻性对多层陶瓷电容提出了更具特殊性的要求：一是耐高温，放置于其中的多层陶瓷电容必须能满足 150°C 的工作温度；二是在电池电路上需要短路失效保护设计。也就是说，小型化、高速度、高性能、耐高温条件、高可靠性已成为陶瓷电容的关键特性。

2. 按用途不同分类

按用途不同，电容可分为固定电容、可变电容、电解电容等。

1.2.3 电容的作用

作为无源元件之一的电容，其作用包括以下几个方面：

(1) 应用于电源电路，实现旁路、去耦、滤波和储能的作用。

① 旁路。

旁路电容是为本地器件提供能量的储能器件，它能使稳压器的输出均匀化，降低负载需求。就像小型可充电电池一样，旁路电容能够被充电，并向器件进行放电。为尽量减少阻抗，旁路电容要尽量靠近负载器件的供电电源管脚和地管脚。这样才能够更好地防止因输入值过大而导致的电位抬高和噪声。

② 去耦。

去耦，又称为解耦。去耦电容就是起到一个“电池”的作用，满足驱动电路电流的变化，避免相互间的耦合干扰。将旁路电容和去耦电容结合起来将更容易理解。旁路电容实际也是去耦合的，只是它一般是指高频旁路，也就是给高频的开关噪声一条低阻抗泄防途径。高频旁路电容的电容量一般比较小，根据谐振频率一般取 $0.1\ \mu\text{F}$ 、 $0.01\ \mu\text{F}$ 等；而去耦电容的电容量一般较大，一般为 $10\ \mu\text{F}$ 甚至更大，这是由电路中分布参数和驱动电流的变化大小来确定的。旁路是把输入信号中的干扰作为滤除对象，而去耦是把输出信号的干扰作为滤除对象，防止干扰信号返回电源。这就是它们的本质区别。

③ 滤波。

从理论上（即假设电容为纯电容）说，电容越大，阻抗越小，通过的频率也越高。但实际上，超过 $1\ \mu\text{F}$ 的电容大多为电解电容，有很大的电感成分，所以频率高后反而阻抗会增大。有时会看到有一个电容量较大的电解电容并联了一个小电容，这时大电容通低频，小电容通高频。电容的作用就是通高阻低，即通高频阻低频。具体用在滤波中，大电容 ($1\ 000\ \mu\text{F}$) 滤低频，小电容 ($20\ \text{pF}$) 滤高频。电容的两端电压不会突变，信号频率越高，则衰减越大。它把电压的变动转化为电流的变化，频率越高，峰值电流

就越大,从而缓冲了电压。滤波就是充电、放电的过程。

④储能。

储能型电容通过整流器收集电荷,并将存储的能量通过变换器引线传送至电源的输出端。电压额定值为 40~450 V (DC)、电容值在 220~150 000 μF 之间的铝电解电容(如 EPCOS 公司的 B43504 或 B43505)是较为常用的。根据不同的电源要求,器件有时会采用串联、并联或其组合的形式。对于功率超过 10 kW 的电源,通常采用体积较大的罐形螺旋端子电容。

(2) 应用于信号电路,主要完成耦合、振荡/同步及时间常数的作用。

①耦合。

例如,晶体管放大器发射极有一个自给偏压电阻,它同时又使信号产生压降反馈到输入端,形成了输入输出信号耦合,这个电阻就是产生了耦合的元件。如果在这个电阻两端并联一个电容,由于适当容量的电容对交流信号有较小的阻抗,这样就减小了电阻产生的耦合效应,故称此电容为去耦电容。

②振荡/同步。

RC、LC 振荡器及晶体的负载电容都属于这一范畴。

③时间常数。

这就是常见的 R、C 串联构成的积分电路。当输入信号电压加在输入端时,电容上的电压逐渐上升,而其充电电流则随着电压的上升而减小。

应该如何为电路选择一个合适的电容呢?电容的选择通常需要考虑以下几点:a. 静容量; b. 额定耐压; c. 容值误差; d. 直流偏压下的电容变化量; e. 噪声等级; f. 电容的类型; g. 电容的规格。

1.2.4 电容充电

未充电的电容的内阻几乎为零;充电后的电容有几乎为无限大的电阻,它可阻止直流通过。

1.2.5 电容放电

充电后的电容的作用像一个内阻特别小的电压源。假如将充电电容的两端短路,则一瞬间将流过非常大的电流,电容很快完成放电过程,但这种短路放电对于容量大的电容尤其危险。电容可能因此被大电流损坏,所以电容应始终通过电阻进行放电。

电容对交流振荡所呈现的电阻为容抗,电容中没有将电功率转变成热功率。

电容对交流振荡起阻碍作用。交流电流频率越高以及电容的容量越大,阻碍作用越小。

当电容达到它的最大充电状态时,电流为零。

当电容放电完毕时,电流最大。

1.2.6 电容的串联和并联

图 1.1.4 示出了 3 个串联电容。

3 个串联电容的总容抗由下式给出:

$$X_{C_g} = X_{C_1} + X_{C_2} + X_{C_3}$$

$$\frac{1}{\omega} \times \frac{1}{C_g} = \frac{1}{\omega} \times \frac{1}{C_1} + \frac{1}{\omega} \times \frac{1}{C_2} + \frac{1}{\omega} \times \frac{1}{C_3}$$

$$\frac{1}{\omega} \times \frac{1}{C_g} = \frac{1}{\omega} \times \left(\frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} \right)$$

$$\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3}$$

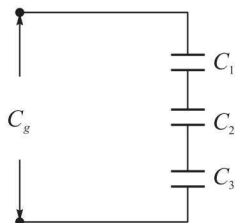


图 1.1.4 3 个串联电容

对 n 个串联的电容，总电容为

$$\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} + \frac{1}{C_3} + \dots + \frac{1}{C_n} \quad (1-4)$$

【例 1-1】 试问两个串联电容 $C_1=47 \text{ nF}$ 和 $C_2=10 \text{ nF}$ 的总电容量是多大？

$$\frac{1}{C_g} = \frac{1}{C_1} + \frac{1}{C_2} = \frac{C_1 + C_2}{C_1 \cdot C_2}$$

$$C_g = \frac{C_1 \cdot C_2}{C_1 + C_2} = \frac{47 \times 10}{47 + 10} = 8.25 \text{ nF}$$

图 1.1.5 示出了 3 个并联电容。

3 个并联电容的总容抗由下式给出：

$$\frac{1}{X_{C_g}} = \frac{1}{X_{C_1}} + \frac{1}{X_{C_2}} + \frac{1}{X_{C_3}}$$

$$\omega \times C_g = \omega \times C_1 + \omega \times C_2 + \omega \times C_3$$

$$C_g = C_1 + C_2 + C_3$$

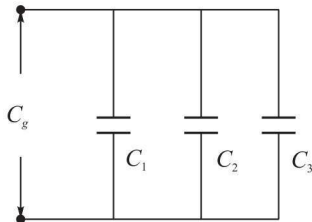


图 1.1.5 3 个并联电容

n 个并联的电容，总电容为

$$C_g = C_1 + C_2 + C_3 + \dots + C_n$$

【例 1-2】 对于容抗，下列说法中正确的是()。

- A. 电容变大，容抗变大
- B. 电容变大，容抗变小

- C. 电容变大, 容抗可能不变
D. 对于同一个电容, 容抗可以变化

解析: 选 CD。容抗即电容对交变电流的阻碍作用。 $X_C = \frac{1}{2\pi fC}$, 其中 f 为交变电流的频率, C 为电容的电容, f 和 C 共同决定容抗, 故 A、B 错误; 当电容增大、交变电流频率减小时, 容抗可能不变, 故 C 正确; 同一个电容接入不同交流电路时, 电流频率不同, 容抗不同, 故 D 正确。

1.2.7 电容的主要参数

(1) 标称电容量和允许误差: 标称电容量是指电容上标注的电容量; 允许误差为绝对误差的最大值。

(2) 耐压: 当电容正常工作时, 允许加在电容上的最高电压值。不能超过其值, 否则将损坏电容。特别需要指出的是, 电解电容两极有正、负之分, 使用时必须按要求接入, 不能接反。

1.3 电感

1.3.1 电感的特性

通过电路中的电流变化时, 电路自身会产生一个附加的电动势, 这种现象叫作自感应, 由此产生的电动势叫作自感电动势。为表示电感器的自感应特性, 引入电感量这个概念, 其在数值上等于通过导体 (或电路) 的电流所建立的自感磁通量与该电流的比值, 即

$$L = \frac{\Psi_L}{I}$$

式中, L 为电感量, 单位为亨利 (H); Ψ_L 为自感磁通量, 单位为伏特·秒 ($V \cdot s$); I 为电流, 单位为安培 (A)。

1 亨利表示当电路 1 秒钟内电流平均变动 1 安培时, 在电路内感应出 1 伏特自感电动势的感量值。

电感的电路符号: 。

电感的单位换算:

$$1 \text{ H} = 10^3 \text{ mH (毫亨)} = 10^6 \text{ } \mu\text{H (微亨)} = 10^9 \text{ nH (纳亨)} = 10^{12} \text{ pH (皮亨)}$$

1.3.2 电感的主要作用

电感的特点是通直流, 阻交流; 通低频, 阻高频。

电感主要有振动、耦合、滤波、陷波等作用。

1.3.3 电感的标识

(1) 直标法: 直接在电感上标明电感量的大小, 如 $39 \mu\text{H}$ 。

(2) 文字符号法: 以 μH 为单位。例如, 8R2M——电感量为 $8.2 \mu\text{H}$, 误差为 $\pm 20\%$; 330J——电感量为 $33 \mu\text{H}$, 误差为 $\pm 5\%$ 。

(3) 色点法 (色环法): 类似色环电阻, 读法同色环电阻, 单位为 μH 。

1.4 半导体二极管

1.4.1 半导体

半导体是指常温下导电能力介于导体与绝缘体之间的材料。它的导电能力在不同条件下有着显著的差异。硅（Si）和锗（Ge）是目前制作半导体器件的主要材料。半导体器件的主要特性有光敏特性、热敏特性、掺杂特性等。

利用本征半导体的掺杂特性，在半导体中掺入微量有用的杂质，使杂质半导体的导电性得到极大的改善，并能加以控制。由于掺入的杂质不同，杂质半导体可分为 P 型和 N 型两大类。

1.4.2 二极管与 PN 结

半导体二极管是由一个 PN 结加上相应的电极和引线及管壳封装而成，简称二极管，用 D 表示。

二极管由管芯、管壳和两个电极构成。管芯就是一个 PN 结，在 PN 结的两端各引出一个引线，并用塑料、玻璃或金属材料作为封装外壳，就构成了晶体二极管，如图 1.1.6 所示。其中，P 型区引出的电极称为正极或阳极，N 型区引出的电极称为负极或阴极。



图 1.1.6 二极管的 PN 极与正负极

1.4.3 二极管的特性及作用

二极管具有单向导电性及开关特性，主要有整流、稳压、开关、检波等作用。

1.4.4 二极管的符号

二极管用图形表示其类型和特征，普通二极管和光敏二极管符号如图 1.1.7 所示。



图 1.1.7 普通发光光敏稳压

1.4.5 二极管的伏安特性

二极管的伏安特性是指加在二极管两端电压和流过二极管的电流之间的关系，用于定性描述这两者关系的曲线称为伏安特性曲线。通过晶体管图示仪观察到硅二极管的伏安特性如图 1.1.8 所示。