



中等职业教育国家规划教材（电子电器应用与维修专业）
全国中等职业教育教材审定委员会审定

电子技能与实训

专业主编
责任主审

牛金生
李佩禹

主编
审稿

迟钦河
张伟

张杰



电子工业出版社

PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

<http://www.phei.com.cn>

中等职业教育国家规划教材(电子电器应用与维修专业)

电子技能与实训

专业主编 牛金生 主编 迟钦河 副主编 王庆
责任主审 李佩禹 审稿 张伟 张杰

江苏工业学院图书馆
藏书章

电子工业出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是根据教育部颁布的中等职业学校《电子技能与实训教学大纲》的要求编写的。全书共分8章。第1~5章介绍常用电子元器件的选用,电子电路基础知识、常用电子仪器的使用方法、印制电路板的设计、焊接及装配工艺。第6章提供了“电子技能与实训”的基础实验,包括常用电子仪器的使用、电子元器件的测试及电子电路基本实验,供教学选用。第7、8章编入一些较复杂的综合性实训内容。第9章讲述了电子电路检测的基本知识。使之既满足了“电子技能与实训”教学的基本要求,又体现了新知识、新技术的发展。

本教材适用于中等职业教育电子、电气类专业。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。

版权所有,侵权必究。

图书在版编目(CIP)数据

电子技能与实训/迟钦河主编. —北京:电子工业出版社,2002.6

中等职业教育国家规划教材(电子电器应用与维修专业)

ISBN 7-5053-7187-8

I. 电… II. 迟… III. 电子技术—专业学校—教材 IV. TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 034751 号

责任编辑:李 影 张云怡

印 刷:北京四季青印刷厂

出版发行:电子工业出版社 <http://www.phei.com.cn>

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:11 字数:278 千字

版 次:2002 年 6 月第 1 版 2002 年 7 月第 2 次印刷

印 数:5 000 册 定价:13.00 元

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《中共中央国务院关于深化教育改革全面推进素质教育的决定》精神，落实《面向 21 世纪教育振兴行动计划》中提出的职业教育课程改革和教材建设规划，根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》（教职成[2001]1 号）的精神，教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写，从 2001 年秋季开学起，国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁发的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲（课程教学基本要求）编写，并经全国中等职业教育教材审定委员会审定。新教材全面贯彻素质教育思想，从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发，注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本，努力为教材选用提供比较和选择，满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材，并在使用过程中，注意总结经验，及时提出修改意见和建议，使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司
2001 年 10 月

前 言

本教材是按照教育部颁布的中等职业学校《电子技能与实训教学大纲》编写的。适用于中等职业教育电气、电子类专业及其他工程院校的相关专业使用。

根据中级专业人才技术岗位的要求,本书以职业能力的培养为主线,以培养满足新世纪现代化产业要求的高素质中级专业人才为目的,结合我国目前职业教育的现状编写而成。教材内容的选取及编写体现了面向 21 世纪电子技术的新知识、新技术、新工艺和新方法。

根据以“能力为本位”的编写指导思想及中等职业教育的特点和规律,教材内容的选取具有以下特点:

1. 注重基础知识、基本技能的培养和训练。电子技术基础知识对电子技术类专业人才是必不可少的。本书为此编入了常用元器件二极管、三极管、运算放大器、数字集成组件以及常用电子仪器的使用、电子器件焊接等基本技能。坚实的基础知识为学生自身能力的发展提供了可靠保证。

2. 注重培养学生独立分析问题和解决问题的能力。本教材选用大量电子电路实例,通过大量实践使学生提高仪器操作水平,电子电路装配调试及故障排除能力。

3. 注重教学内容层次的划分。教材在内容上分为几个层次和若干模块,不同学制、不同生源的学校可根据自己的实际情况选择。

4. 教材内容在选取和编写时,尽量选用大规模或超大规模集成组件,第 5 章专门介绍了计算机在电子技术中的应用,这充分体现了面向 21 世纪电子技术的发展方向。

本书是作者根据长期从事教学及工程实践的体会编写而成的,力求保持电子技术内容上的完整性、先进性及工程实践性。第 7、8 两章的内容建议以教师辅导,学生自学自做的形式进行讲授,以培养学生的自学能力及独立分析问题、解决问题的能力。全书的授课时数约为 90 学时。

本书由迟钦河主编、吴鹏副主编。此外,俞松耀参与编写了第 1~5 章;李波波、任岩松参与编写了第 6~8 章。同时得到了宋小弟、智建军等同志的许多帮助,在此一并表示感谢。

由于编者水平有限、时间仓促,书中错误及不妥之处在所难免,敬请读者和专家批评指正。

编 者

2002 年 2 月

目 录

第 1 章 元 件	(1)
1.1 电阻器	(1)
1.1.1 概述	(1)
1.1.2 电阻器的参数	(1)
1.1.3 常用电阻器介绍	(2)
1.1.4 电位器	(3)
1.2 电容器	(3)
1.2.1 概述	(3)
1.2.2 电容器主要参数	(4)
1.2.3 常用电容器	(5)
1.3 电感器	(7)
1.3.1 概述	(7)
1.3.2 电感器的主要参数	(7)
1.3.3 常用电感介绍	(7)
1.4 变压器和继电器	(8)
1.4.1 变压器	(8)
1.4.2 继电器	(9)
1.5 半导体二极管和三极管	(9)
1.5.1 二极管	(9)
1.5.2 三极管	(11)
1.6 集成运放和集成稳压器	(13)
1.6.1 概述	(13)
1.6.2 集成稳压电源	(15)
1.7 接插件	(15)
1.7.1 接插件介绍	(15)
1.7.2 接插件注意事项	(17)
第 2 章 电子电路基础	(18)
2.1 二极管整流电路	(18)
2.1.1 二极管整流电路	(18)
2.1.2 电容滤波电路	(19)
2.2 三极管及其放大电路	(20)
2.2.1 三极管各管脚的电流关系	(20)
2.2.2 共射极放大电路	(20)
2.2.3 共集电极放大电路(射极跟随器)	(20)
2.2.4 互补推挽功率放大电路	(21)
2.2.5 理想运算放大器	(21)
2.2.6 反相加法器	(21)

2.3	二进制表示方法	(22)
2.4	基本逻辑门电路	(22)
2.4.1	基本概念	(22)
2.4.2	基本门电路	(23)
2.4.3	其他常用门电路	(26)
2.5	常用组合逻辑器件及其应用	(27)
2.5.1	基本概念	(27)
2.5.2	译码器(Decoder)	(27)
2.5.3	多路选择器	(30)
2.6	集成触发器	(31)
2.6.1	基本概念	(31)
2.6.2	D 触发器	(32)
2.6.3	JK 触发器	(33)
2.7	计数器(CTR)时序逻辑电路	(33)
第3章	常用电子仪器	(35)
3.1	电测量的基本知识和原理	(35)
3.1.1	概述	(35)
3.1.2	误差的产生及处理方法	(35)
3.1.3	注意事项	(37)
3.2	万用表	(37)
3.2.1	概述	(37)
3.2.2	MF-30 型指针式万用表	(37)
3.2.3	数字万用表	(39)
3.3	信号发生器	(39)
3.3.1	概述	(39)
3.3.2	主要性能	(40)
3.3.3	面板旋钮及功能	(40)
3.4	SR8 型二踪示波器	(41)
3.4.1	概述	(41)
3.4.2	主要技术性能和面板上的旋钮、开关	(41)
第4章	焊接和元器件装配	(45)
4.1	电烙铁	(45)
4.1.1	电烙铁的分类	(45)
4.1.2	烙铁的正确选用和使用方法	(46)
4.2	焊料和焊剂的选用	(47)
4.2.1	焊料	(47)
4.2.2	助焊剂	(48)
4.3	元件的装配和焊接工艺	(49)
4.3.1	元件装配	(49)
4.3.2	焊接工艺	(52)
4.3.3	焊接质量的检测	(55)
第5章	印制电路板的设计和制作	(57)
5.1	印制电路板设计和制作的工具	(57)
5.2	电路板设计的一般步骤	(57)

5.3	电路原理图设计的一般步骤	(57)
5.4	产生网络表	(58)
5.4.1	产生 ERC 表	(58)
5.4.2	网络表	(58)
5.5	PCB 印制电路板	(59)
5.5.1	印制电路板	(59)
5.5.2	布局规则	(59)
5.5.3	绘制规则	(60)
5.5.4	印制电路板布线流程	(61)
5.5.5	PCB 设计编辑器	(62)
第 6 章	电子基础实验	(64)
6.1	电子电路实验基础	(64)
实验 1	常用电子仪器使用(一)——低频信号发生器及万用表的使用	(65)
实验 2	常用电子仪器使用(二)——ST-16 型示波器的使用	(67)
实验 3	电阻、电容、二极管的识别与检测	(75)
实验 4	半导体三极管的识别与检测	(77)
6.2	模拟电路实验	(79)
实验 5	整流滤波电路的连接与测试	(79)
实验 6	三端集成稳压电源	(81)
实验 7	比例求和运算电路	(83)
实验 8	音频集成功率放大器	(85)
实验 9	RC 正弦振荡器	(88)
6.3	数字电路实验	(91)
实验 10	门电路的逻辑功能测试	(91)
实验 11	组合逻辑电路	(95)
实验 12	触发器	(97)
实验 13	计数器	(99)
实验 14	555 集成定时器及其应用	(100)
实验 15	D/A 和 A/D 转换器	(104)
第 7 章	课程设计	(110)
7.1	综合性实验和课程设计总论	(110)
7.1.1	概述	(110)
7.1.2	常用电子电路的一般设计方法	(110)
7.2	线性集成稳压电源	(113)
7.2.1	工作原理	(113)
7.2.2	预习要求	(113)
7.2.3	实验步骤	(113)
7.2.4	实验报告	(114)
7.2.5	实验设备	(114)
7.3	智力竞赛抢答器	(114)
7.3.1	工作原理与说明	(114)
7.3.2	实验仪器及设备	(116)
7.3.3	实验任务	(116)
7.3.4	思考题	(116)

7.3.5	实验报告要求	(116)
7.4	数字电子钟的组装与调试	(117)
7.4.1	预习要求	(117)
7.4.2	原理与说明	(117)
7.4.3	实验设备及元件	(120)
7.4.4	实验任务	(120)
7.4.5	实验报告要求	(120)
7.5	数据采集系统	(120)
7.5.1	工作原理	(120)
7.5.2	实验步骤	(123)
7.5.3	实验材料	(123)
7.6	交通灯控制电路设计	(123)
7.6.1	概述	(123)
7.6.2	设计任务和要求	(123)
7.6.3	可选用器材	(124)
7.6.4	设计方案提示	(124)
7.6.5	参考电路	(125)
7.6.6	参考电路简要说明	(125)
第 8 章	电子电路实训	(127)
8.1	基本操作训练	(127)
8.1.1	焊接所需器材与工具	(127)
8.1.2	焊接步骤	(127)
8.2	声、光控定时电子开关	(128)
8.3	水满报警器	(130)
8.4	多功能报警专用集成电路	(130)
8.4.1	SGZ07 的原理与应用	(130)
8.4.2	性能特点	(131)
8.4.3	SGZ07 的典型应用	(131)
8.5	迷你闪光彩灯	(133)
8.6	音频功率放大器	(134)
8.7	集成闪光声响电路	(135)
8.8	由运算放大器组成的恒流源电路	(136)
8.8.1	由运算放大器组成的恒流源电路工作原理	(136)
8.8.2	选择组件	(136)
8.9	由模拟乘法器组成的压控振荡器	(137)
8.9.1	电路工作原理	(137)
8.9.2	电压控制的方波-三角波发生器技术指标	(138)
8.10	集成运放组成的万用表	(138)
8.10.1	电路工作原理	(139)
8.10.2	选择元器件	(142)
8.10.3	技术指标	(142)
8.11	频率计	(143)
8.11.1	频率计工作原理	(143)
8.11.2	选择元器件	(143)

8.11.3 电路调试步骤	(143)
8.12 数字电压表	(144)
8.12.1 数字电压表原理	(144)
8.12.2 选择元器件	(145)
8.12.3 电路调试步骤	(145)
8.13 电子琴	(145)
8.13.1 电子琴原理	(145)
8.13.2 选择元器件	(146)
第9章 电子电路检测的基本知识	(147)
9.1 电子电路测量的基本知识	(147)
9.1.1 电子测量中的干扰	(147)
9.1.2 接地	(150)
9.1.3 测量仪器的阻抗对测量的影响	(153)
9.2 常用电子测量仪器的正确使用	(156)
9.2.1 电压测量仪器	(156)
9.2.2 数字频率计	(158)
9.3 电子电路调试与故障检测的基本概念	(158)
9.3.1 电子电路的调试	(158)
9.3.2 电子电路的可靠性与故障检测的基本概念	(162)
参考文献	(166)

第1章 元件

1.1 电阻器

1.1.1 概述

电阻器在所有的电子设备中是必不可少的，在电路中常用来进行电压电流的控制和传送。电阻器通常按如下方法进行分类：

- 按材料分：主要有碳质电阻、碳膜电阻、金属膜电阻、线绕电阻等。
- 按结构分：主要分为固定电阻和可变电阻。
- 按用途分：有精密电阻、高频电阻、高压电阻、大功率电阻、热敏电阻和限流电阻。

1.1.2 电阻器的参数

电阻器的参数主要包括阻值、额定功率、精度、最高工作温度、最高工作电压、噪声系数及高频特性等，在挑选电阻器的时候主要考虑其阻值、额定功率及精度。至于其他参数，如最高工作温度、高频特性等只在特定的电气条件下才予以考虑。

1. 标称阻值

电阻器的标称阻值通常在电阻的表面标出。标称阻值包括阻值及阻值的最大偏差两部分，通常所说的电阻值即标称电阻中的阻值，这是一个近似值。它与实际的阻值是有一定偏差的。标称值按误差等级分类，国家规定有 E24、E12、E6 系列，如表 1.1 所示。

表 1.1 E24、E12、E6 系列的具体规定

阻值系列	最大误差	偏差等级	标 称 值
E24	±5%	I	1.0,1.1,1.2,1.3,1.5,1.6,1.8,2.0,2.4,2.7,3.0,3.3,3.6,3.9,4.3,5.1,5.6,6.2,6.8,7.5,8.2,9.1
E12	±10%	II	1.0,1.2,1.5,1.8,2.2,2.7,3.3,3.9,4.7,5.6,6.8,8.2
E6	±20%	III	1.0,1.5,2.2,3.3,3.9,4.7,5.6,6.8,8.2

标称值一般用色标法、直标法和文字符号描述法来表示。

① 色标法：用不同的颜色表示不同的数值和误差，详见表 1.2 所示，电阻器有三环表示和四环表示两种表示方法。

表 1.2 电阻色环与数值的对应关系

大 颜 色	黑	棕	红	橙	黄	绿	蓝	紫	灰	白	金	银	无色
表示数值	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10 ⁻¹	10 ⁻²	
表示误差 (%)	±1	±2	±3	±4							±5	±10	±20

下面以四环表示法为例来具体说明电阻是如何用色环表示的：

第一色环（从电阻器上看是离端头最近的一环）、第二色环、第三色环分别表示数值 X 、 Y 、 Z 则电阻阻值为 $R=XY \times 10^Z$ ，第四色环仅表示该电阻的误差。三环表示的时候只有第一环表示基数，第二环表示十的指数，第三环表示误差。

② 直标法和文字符号表示法：直标法就是在电阻上直接标出电阻的数值。文字符号表示法是把文字、数字有规律的结合起来表示电阻的阻值和误差。符号规定如下：欧姆用“ Ω ”来表示，千欧姆用“ $k\Omega$ ”来表示，兆欧姆用“ $M\Omega$ ”来表示。

2. 电阻器的额定功率表示符号

电阻器有电流流过时会发热，如果温度过高就会被烧毁。图 1.1 表示在常温、常压下电阻器长期工作所能承受最大功率的表示方法。

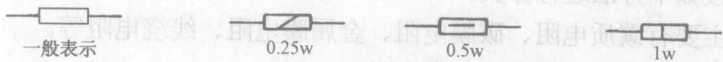


图 1.1 电阻器额定功率与对应符号

1.1.3 常用电阻器介绍

1. 碳质电阻

碳质电阻由碳粉、填充剂等压制而成，价格便宜但性能较差，现已不常用。

2. 线绕电阻

线绕电阻由电阻率较大、性能稳定的锰铜、康铜等合金线涂上绝缘层，在绝缘棒上绕制而成。阻值 $R=\rho l/s$ ，其中 ρ 为合金线的电阻率， l 为合金线长， s 为合金线的截面积。当 ρ 、 s 为定值时电阻值和长度具有很好的线性关系，精度高，稳定性好，但具有较大的分布电容，较多用在需要精密电阻的仪器仪表中。

3. 碳膜电阻器

碳膜电阻器是由结晶碳沉积在磁棒或瓷管骨架上制成的，稳定性好、高频特性较好、并能工作在较高的温度下（ 70°C ），目前在电子产品中得到广泛的应用。其涂层多为绿色。

4. 金属膜电阻

与碳膜电阻相比，金属膜电阻只是用合金粉替代了结晶碳，除具有碳膜电阻的特性外，能耐更高的工作温度。其涂层多为红色。

5. 热敏电阻

热敏电阻的电阻值随着温度的变化而变化，一般用做温度补偿和限流保护等。从特性上可分为两类：正温度系数电阻和负温度系数电阻。正温度系数的阻值随温度升高而增大，负温度系数的电阻则相反。

热敏电阻在结构上分为直热式和旁热式两种。直热式是利用电阻体本身通过电流产生热量，使其电阻值发生变化，旁热式热敏电阻器由两个电阻组成，一个电阻为热源电阻，另一个为热敏电阻。

6. 贴片电阻

该类电阻目前常用在高集成度的电路板上，它体积很小，分布电感、分布电容都较小，适合在高频电路中使用。一般用自动安装机安装，对电路板的设计精度有很高的要求，是新一代电路板设计的首选组件。

1.1.4 电位器

电位器实际上是一种可变电阻器，可采用上述各种材料制成。电位器通常由两个固定输出端和一个滑动抽头组成。

按结构电位器可分为单圈、多圈；单联、双联；带开关；锁紧和非锁紧电位器。电阻与滑动角度一般不具有线性关系。具体常用电位器形状如图 1.2 所示。表 1.3 是电位器使用材料与标志符号。

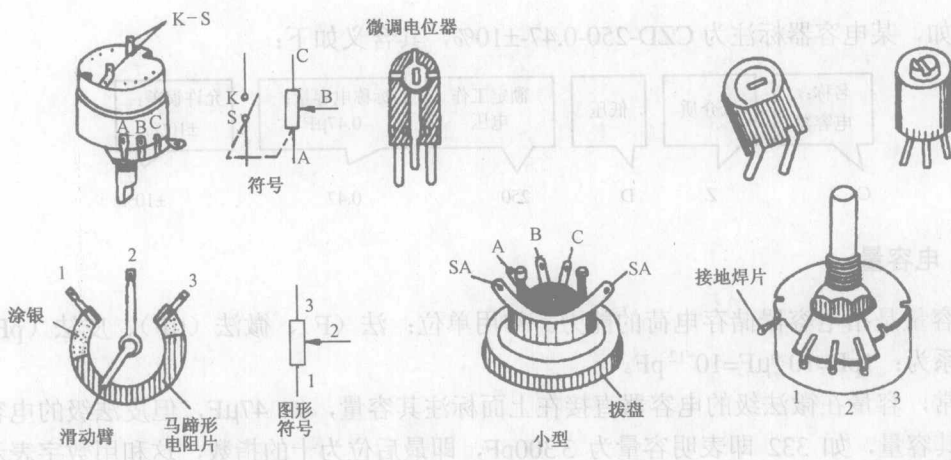


图 1.2 常用电位器的外形和符号

表 1.3 电位器使用材料与标志符号

类 别	碳膜电位器	合成碳膜电位器	线绕电位器	有机实心电位器	玻璃釉电位器
标志符号	WT	WTH(WH)	WX	WS	WT

1.2 电容器

1.2.1 概述

电容就是用来存储电荷的容器。比较简单的模型是两个金属板中间夹上一层绝缘材料，这层绝缘材料也可以是空气。图 1.3 为几种常用电容器的图形符号。

电容器在电路中通常用做隔直流、级间耦合及滤波等，在调谐电路中和电感一起构成谐振回路。在电子设备中，电容是不可缺少的组件。电容器的种类很多，其分类如下：

按结构分：分为固定电容器、半可变电容器、可变电容器。

按介质材料分：分为气体介质电容器、液体介质电容器、无机固质电容器、电解电容器（又分液式和干式）。

按阳极材料分：分为铝、钽、铌、钛电解电容等。
按极性分：分为有极性、无极性。

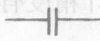
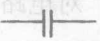
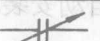
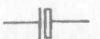
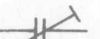
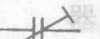
新国标	旧国标	新国标	旧国标
			
固定电容器	固定电容器	可调电容器	可调电容器
			
电解电容器	电解电容器	微调电容器	半可调电容器

图 1.3 电容器常用符号

1.2.2 电容器主要参数

1. 电容器型号命名

例如，某电容器标注为 CZD-250-0.47-±10%，其含义如下：



2. 电容量

电容量是指电容器储存电荷的能力。常用单位：法（F）、微法（μF）、皮法（pF）。三者的关系为：1pF=10⁻⁶μF=10⁻¹²pF。

通常，容量在微法级的电容器直接在上面标注其容量，如 47μF，但皮法级的电容用数字标注其容量，如 332 即表明容量为 3300pF，即最后位为十的指数，这和用数字表示电阻值的方法是一样的。

3. 其他参数

- ① 额定直流工作电压：即电容器在常温常压下，能长期可靠工作在所能承受的最大直流电压下，如果电容器工作在交流电路中，交流电压的幅值不能超过电容额定直流工作电压。
- ② 绝缘电阻：电容器的绝缘电阻是指电容器两极之间的电阻，或称漏电阻。漏电流与漏电阻的乘积为电容器两端所加的电压。绝缘电阻的大小决定了一个电容器介质性能的好坏。

国家规定了一系列容量值作为产品标称。固定电容器的标称容量系列如表 1.4 所示。

表 1.4 固定式标称容量系列 E24、E12、E6

标称值	最大误差	偏差等级	标称值
E24	±5%	I	1.0,1.1,1.2,1.3,1.5,1.6,1.8,2.0,2.2,2.4,2.7,3.0,3.3,3.9,4.3,4.7,5.1,5.6,6.2,6.8,7.5,8.2,9.1
E12	±10%	II	1.0,1.2,1.5,1.8,2.2,2.7,3.3,3.9,4.7,5.6,6.8,8.2
E6	±20%	III	1.0,1.5,2.2,3.3,4.7,6.8

1.2.3 常用电容器

器容串变回 .9

1. 电解电容器

电解电容器是目前用得较多的大容量电容器，它体积小、耐压高（一般耐压越高体积也就越大），其介质为正极金属片表面上形成的一层氧化膜。负极为液体、半液体或胶状的电解液。因其有正负极之分，故只能工作在直流状态下，如果极性用反，将使漏电流剧增，在此情况下电容器将会急剧变热而损坏，甚至会引起爆炸。一般厂家会在电容器的表面上标出正极或负极，新买来的电容器引脚长的一端为正极。

目前铝电容用的较多，钽、铌、钛电容相比之下漏电流小，体积小，但成本高，通常用在性能要求较高的电路中。

2. 云母电容

用云母片做介质的电容器，高频性能稳定，耐压高（几百伏~几千伏），漏电流小，但容量小，体积大。

3. 瓷质电容

采用高介电常数、低损耗的陶瓷材料作介质，电容器的体积小、损耗小、绝缘电阻大、漏电流小、性能稳定，可工作在超高频段，但耐压低，机械强度较差。

4. 玻璃釉电容

玻璃釉电容具有瓷质电容的优点，但比同容量的瓷质电容体积小，工作频带较宽，可在 125℃ 下工作。

5. 纸介电容

纸介电容的电极用铝箔、锡箔做成，绝缘介质是浸醋的纸，锡箔或铝箔与纸相叠后卷成圆柱体，外包防潮物质。体积小、容量大，但性能不稳定，高频性能差。

6. 聚苯乙烯电容器

聚苯乙烯电容器是一种有机薄膜电容器。以聚苯乙烯为介质，用铝箔或直接在聚苯乙烯薄膜上蒸上一层金属膜为电极。绝缘电阻大、耐压高、漏电流小、精度高，但耐热性差，焊接时，过热会损坏电容。

7. 片状电容器

目前，片状电容器广泛用在混合集成电路、电子手表电路和计算机中。有片状陶瓷电容、片状钽电容、片状陶瓷微调电容等。其体积小、容量大。

8. 独石电容

独石电容器是以钛酸钡为主的陶瓷材料烧结而成的一种瓷介质电容器，体积小、耐高温、绝缘性能好、成本低，多用于小型和超小型电子设备中。

9. 可变电容器

器容申申常 8.5.1

可变电容器种类很多,按结构可分为单连(一组定片,一组动片)、双连(二组动片,二组定片)、三连、四连等。按介质可分为空气介质、薄膜介质电容器等。其中空气介质电容器使用寿命长,但体积大。一般单连用于直放式收音机的调谐电路,双连用于超外差式收音机。薄膜介质电容器在动片和定片之间以云母或塑料片做介质,其体积小,重量轻。图 1.4 所示为空气单连、双连可变电容器及其在电路中的符号。

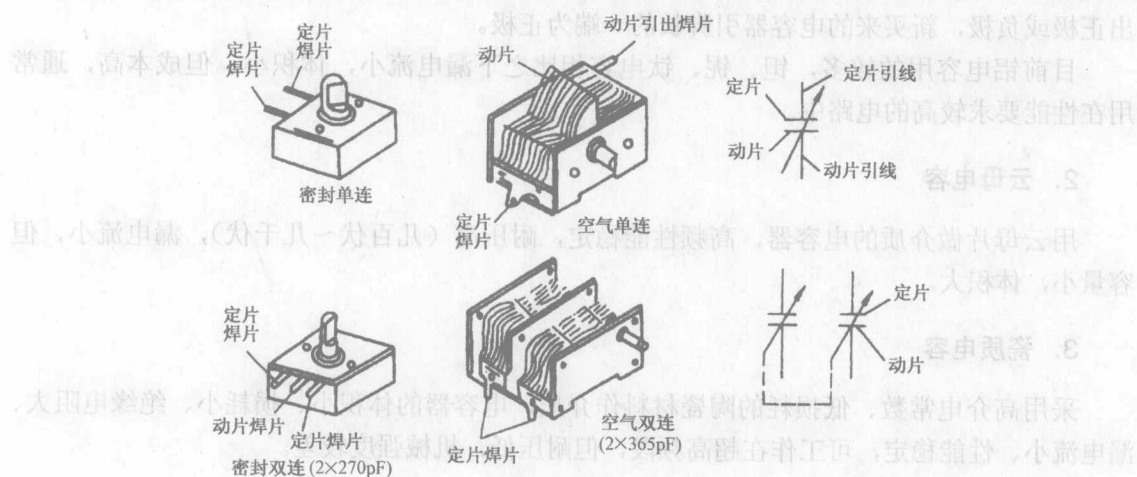


图 1.4 空气单连、双连可变电容器及在电路中的符号表示

10. 半可调电容器(微调电容器)

半可调电容器在电路中主要用做补偿和校正。调节范围为几十皮法。常用的半可调电容器有:有机薄膜介质微调电容器、瓷介质微调电容器、拉线微调电容器和云母微调电容器等。图 1.5 为几种微调电容的外形图及其在电路中的符号。

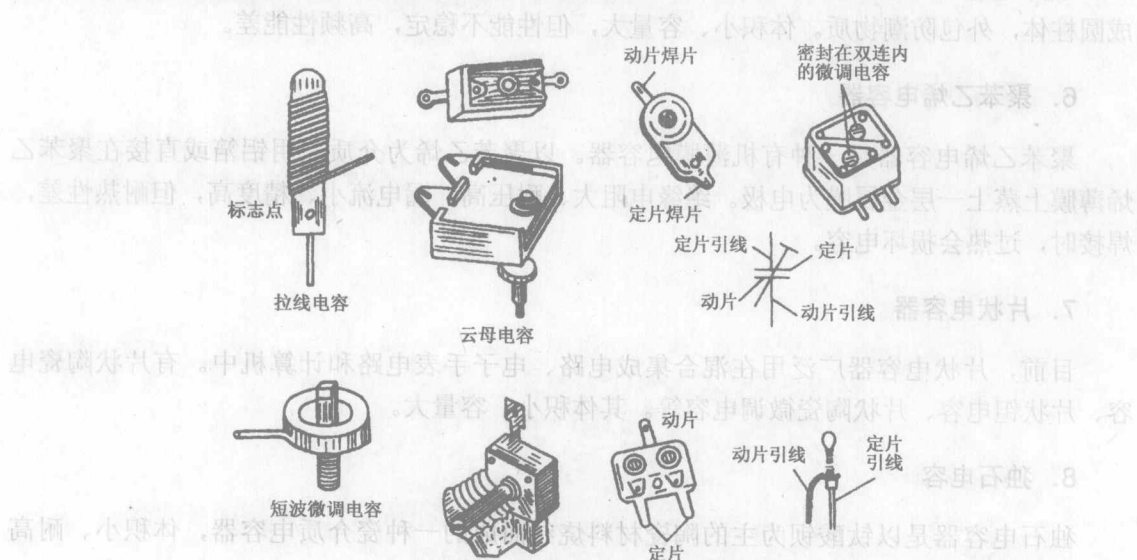


图 1.5 各种微调电容的外形和电路中的符号

1.3 电感器

1.3.1 概述

电感器有存储电磁能的作用，在电路中表现为阻碍电流的变化。多用漆包线、纱包线绕在铁心、磁心上构成，圈与圈之间相互绝缘。电路中用 L 表示。图 1.6 为几种电感器的符号。

电感按形式可分为固定电感、可变电感和微调电感。

按磁体的性质可分为空心线圈、磁心线圈。

按结构分为单层线圈、多层线圈。



图 1.6 各种电感器符号

1.3.2 电感器的主要参数

1. 电感量

电感量的单位有亨利 (H)、毫亨 (mH)、微亨 (μH)。换算关系为 $1\text{H}=10^3\text{mH}=10^6\mu\text{H}$ 。

2. 品质因数 (Q 值)

品质因数是电感的主要参数，如果线圈的损耗小则 Q 值就高，反之 Q 值低。

3. 分布电容

由于绝缘的线圈相当于电容器的两极，则电感上就会分布有许多的小电容，称为分布电容。分布电容的存在是导致品质因数下降的主要因素。所以一般通过各种方法来减小分布电容。

4. 额定电流

额定电流主要对高频电感器和大功率调谐电感器而言，要求正常工作时通过电感器的电流小于其额定电流。

1.3.3 常用电感介绍

1. 固定电感线圈

固定电感线圈一般是将绝缘铜线绕在磁心上，外层包上环氧树脂或塑料。固定电感线圈体积小、重量轻、结构牢固，广泛应用在电视机、收录机中。有立式和卧式两种。工作频率在 $10\text{kHz}\sim 200\text{MHz}$ 。