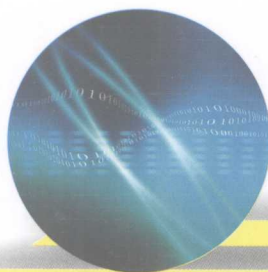




高等职业技术教育电子电工类专业“十一五”规划教材

# 电路分析基础

主编 郭继文



西安电子科技大学出版社  
<http://www.xduph.com>

面向 21 世纪高等职业技术教育电子电工类专业“十一五”规划教材

# 电路分析基础

主 编 郭继文

参 编 王劲松 李溪云

蔡文君 田艳丽

西安电子科技大学出版社

2008

## 内 容 简 介

本书是依据高职高专的教育特点和人才培养目标,以“基础理论适度,注重技术应用”为原则编写的。本书共分5章和一个附录,分别介绍了电路的基本概念和基本定律、直流电路的分析计算,交流电路的分析计算、耦合电感电路的分析计算、线性动态电路的分析计算、Multisim 2001及其在电路分析中的应用。

本书可作为高职高专院校电子、通信、自动化和信息技术等专业的教材,也可供相关专业的工程技术人员参考。

### 图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础/郭继文主编. —西安:西安电子科技大学出版社,2008.8

面向21世纪高等职业技术教育电子电工类专业“十一五”规划教材

ISBN 978-7-5606-2062-6

I. 电… II. 郭… III. 电路分析—高等学校:技术学校—教材 IV. TM133

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第080831号

策 划 马乐惠

责任编辑 张 梁 马乐惠

出版发行 西安电子科技大学出版社(西安市太白南路2号)

电 话 (029)88242885 88201467 邮 编 710071

http://www.xduph.com E-mail: xdupfxb001@163.com

经 销 新华书店

印刷单位 西安文化彩印厂

版 次 2008年8月第1版 2008年8月第1次印刷

开 本 787毫米×1092毫米 1/16 印 张 14.375

字 数 332千字

印 数 1~4000册

定 价 20.00元

ISBN 978-7-5606-2062-6/TN·0434

**XDUP 2354001-1**

\*\*\*如有印装问题可调换\*\*\*

本社图书封面为激光防伪覆膜,谨防盗版。

# 高等职业技术教育电子电工类专业“十一五”规划教材

## 编委会名单

主任委员：唐政平

副主任委员：周 雪 白乃平 王 瑛 郭宗智 张慧玲

委 员：(按姓氏笔画排列)

马安良 方 彦 冯彦炜 毕恩兴 朱晓红

张凌云 肖志锋 吴生有 苏生荣 郭宗智

郭继文 程民利

# 前 言

电子信息技术的发展使得电子技术应用到了几乎所有的领域,形成了丰富多样的技术分支。所有的技术分支有一个“共同点”,就是“电路”。电路系统已经非常普及,典型的例子有产生、传送、分配信息的通信系统和生产、传输、分配电能的电力系统。“电路分析基础”就是以“电路”为研究对象,以分析“电路”和计算“电路”为主要内容的课程。这里的“电路”是实际电路系统的模型,是电子技术所有领域的重要基础。“电路分析基础”不仅是电子类专业必修的基础课,而且是学习后续专业课程的基础。通过“电路分析基础”课程的学习,学生可以掌握电路分析的基本知识和基本技能,同时为学习新技术和新知识做好准备,培养能力,从而获得一定的技能训练,为在电子技术领域获得职业机会打下一个坚实的基础。

本书针对现代高职高专教育的特点以及对人才培养的目标和要求,以“基础理论适度,注重技术应用”为原则编写而成。本书的特点具体体现在如下几个方面:

(1) 精选教学内容。本书在内容的安排上注意做到条块结合,以块为主。全书共分五章,分别对应五块内容。本书将三相电路、谐振电路和非正弦周期电流电路进行精简并编入交流电路的分析计算部分,一方面便于降低理论难度,精简教学内容,另一方面也使得教材的结构更加紧凑。

书中带有※的章节和附录部分可根据实际情况选学。

(2) 降低理论难度。书中尽量避免繁琐的数学推导。对于电路分析,更多的是叙述怎么做,以突出方法,培养能力。

(3) 注重理论联系实际。书中介绍了实际的电子元器件、电源和测量仪器。在例题和习题的编排上注重理论联系实际,尽可能使题目中给出的元件参数符合实际,力求给学生一个真实的电路情景。对于那些只是为了训练解题技巧的电路,则尽量不编入。

耦合电感电路的分析计算部分加强了理想变压器的内容,线性动态电路的分析计算部分突出三要素法,直流电路的分析计算部分编入了电路测量与电路故障的分析方法的内容等,都是为了一个目的,就是突出实践应用,力求突出高职高专教育的特色。

本书第1章由西安铁路职业技术学院王劲松编写,第2章由陕西邮电职业技术学院李溪云编写,第3章3.1~3.8节和附录由西安铁路职业技术学院蔡文君编写,第4章由陕西省机电工程学校田艳丽编写,第3章3.9~3.13节和第5章由西安铁路职业技术学院郭继文编写。全书由郭继文统稿。

由于作者水平有限,疏漏之处在所难免,敬请广大师生提出宝贵意见和建议。

编 者

2008年3月

# 目 录

<b>第 1 章 电路的基本概念和基本定律</b> .....	1
1.1 电子元件和测量仪器 .....	1
1.1.1 电阻器 .....	1
1.1.2 电容器 .....	3
1.1.3 电感器 .....	5
1.1.4 测量仪器 .....	5
思考题 .....	7
1.2 电路中的基本物理量 .....	7
1.2.1 电流及其参考方向 .....	7
1.2.2 电压及其参考方向 .....	9
1.2.3 电功率和电能 .....	10
思考题 .....	11
1.3 电阻元件 .....	12
1.3.1 理想元件 .....	12
1.3.2 电阻元件上电压与电流的关系 .....	12
思考题 .....	14
1.4 电源元件 .....	14
1.4.1 电压源 .....	14
1.4.2 电流源 .....	15
1.4.3 实际电源简介 .....	16
思考题 .....	18
1.5 电路和电路模型 .....	19
1.5.1 电路 .....	19
1.5.2 电路模型 .....	20
思考题 .....	22
1.6 电容元件 .....	22
1.6.1 电容元件的基本概念 .....	22
1.6.2 电容元件上电压与电流的关系 .....	23
1.6.3 电容元件的连接 .....	24
思考题 .....	26
1.7 电感元件 .....	26
1.7.1 电感元件的基本概念 .....	26
1.7.2 电感元件上电压与电流的关系 .....	27
思考题 .....	28
1.8 基尔霍夫定律 .....	28
1.8.1 基尔霍夫电流定律(KCL) .....	28

1.8.2 基尔霍夫电压定律(KVL)	29
思考题	31
1.9 电路中电位的分析和计算	32
1.9.1 电位的概念	32
1.9.2 电路接地	33
1.9.3 电位的分析计算	33
思考题	35
1.10 安全用电	35
1.10.1 触电	35
1.10.2 安全预防措施	37
思考题	37
本章小结	38
习题	38
<b>第2章 直流电路的分析计算</b>	<b>43</b>
2.1 无源二端网络的分析计算	43
2.1.1 等效变换分析法	43
2.1.2 电阻的串联与并联	43
2.1.3 电阻的混联	47
※2.1.4 星形电阻网络与三角形电阻网络及其等效变换	49
思考题	51
2.2 有源二端网络的分析计算	51
2.2.1 两种实际电源模型的等效变换	51
2.2.2 有源二端网络的等效化简	52
思考题	53
2.3 支路电流法	54
2.3.1 支路电流法的概念	54
2.3.2 用支路电流法分析电路的步骤	54
思考题	55
※2.4 网孔电流法	56
2.5 节点电位法	58
2.5.1 节点电位法和节点电位方程	58
2.5.2 用节点电位法分析电路的步骤	59
2.5.3 弥尔曼定理	60
思考题	62
2.6 叠加定理	62
2.7 戴维南定理	68
2.7.1 戴维南定理的概念	68
2.7.2 戴维南等效电路参数的实验测定	69
2.7.3 戴维南定理的应用	71
思考题	73
※2.8 含受控源电路的分析	73
2.8.1 受控源	73

2.8.2 含受控源电路的分析和计算 .....	73
2.8.3 晶体管电路的分析 .....	76
思考题 .....	77
2.9 电路测量与电路故障的分析方法 .....	77
2.9.1 电路基本物理量的测量 .....	77
2.9.2 电路故障的分析方法 .....	81
思考题 .....	86
本章小结 .....	86
习题 .....	87
<b>第3章 交流电路的分析计算 .....</b>	<b>95</b>
3.1 正弦交流电的基本概念 .....	95
3.1.1 正弦量的三要素 .....	95
3.1.2 正弦量的有效值 .....	97
3.1.3 同频率正弦量的相位差 .....	97
思考题 .....	99
3.2 正弦量的表示法 .....	99
3.2.1 复数 .....	99
3.2.2 正弦量的相量表示法 .....	101
思考题 .....	103
3.3 单一参数的正弦交流电路 .....	103
3.3.1 纯电阻电路 .....	103
3.3.2 纯电感电路 .....	104
3.3.3 纯电容电路 .....	106
思考题 .....	107
3.4 基尔霍夫定律的相量形式 .....	107
3.4.1 基尔霍夫电流定律的相量形式 .....	107
3.4.2 基尔霍夫电压定律的相量形式 .....	107
思考题 .....	109
3.5 RLC 串联电路的分析 .....	109
3.5.1 电压与电流的关系 .....	109
3.5.2 复阻抗与复导纳 .....	110
思考题 .....	112
3.6 复阻抗的串联与并联 .....	112
3.6.1 复阻抗的串联 .....	113
3.6.2 复阻抗的并联 .....	114
3.6.3 复阻抗的混联 .....	116
3.6.4 应用：移相电路和移相器 .....	117
思考题 .....	119
※3.7 正弦交流电路的分析计算 .....	119
思考题 .....	121
3.8 正弦交流电路中的功率计算 .....	122
3.8.1 有功分量和无功分量 .....	122



3.8.2 有功功率、无功功率和视在功率	122
3.8.3 功率因数以及提高功率因数的方法	124
思考题	128
3.9 谐振电路	128
3.9.1 串联谐振电路	128
3.9.2 并联谐振电路	131
思考题	132
3.10 三相电路	132
3.10.1 三相电源及其连接	133
3.10.2 三相负载及其连接	135
3.10.3 三相电路的功率	138
思考题	140
3.11 非正弦周期电流电路简介	140
3.11.1 非正弦周期信号的产生与分解	140
3.11.2 非正弦周期电流的有效值和平均值	143
思考题	146
※3.12 非正弦周期电流电路的分析计算	146
思考题	151
本章小结	151
习题	152
<b>第4章 耦合电感电路的分析计算</b>	<b>157</b>
4.1 耦合电感元件	157
4.1.1 耦合线圈的互感和互感电压	157
4.1.2 同名端	159
思考题	161
4.2 含有耦合电感的电路	162
4.2.1 耦合电感的串联	162
4.2.2 耦合电感的并联	163
4.2.3 含有耦合电感电路的计算	164
思考题	167
4.3 理想变压器	167
思考题	171
4.4 变压器的应用	171
4.4.1 用于匹配的变压器	171
4.4.2 用于隔离的变压器	172
4.4.3 汽车点火电路	173
思考题	174
本章小结	174
习题	175
<b>第5章 线性动态电路的分析计算</b>	<b>178</b>
5.1 换路定律及初始值的计算	178

5.1.1 换路定律 .....	178
5.1.2 初始值的计算 .....	179
思考题 .....	180
5.2 一阶电路的响应 .....	181
5.2.1 RC 电路的响应 .....	181
5.2.2 RL 电路的响应 .....	184
思考题 .....	186
5.3 一阶电路的三要素法 .....	186
5.3.1 一阶电路的三要素 .....	186
5.3.2 直流激励下一阶电路的三要素法 .....	187
思考题 .....	190
5.4 闪光灯电路 .....	191
本章小结 .....	192
习题 .....	192
<b>附录 A Multisim 2001 及其在电路分析中的应用 .....</b>	<b>196</b>
A.1 Multisim 2001 简介 .....	196
A.2 Multisim 2001 在电路分析中的应用 .....	197
A.2.1 电路故障的分析判断——开路和短路 .....	198
A.2.2 戴维南定理 .....	200
A.2.3 叠加定理的验证 .....	202
A.2.4 串联谐振电路的研究 .....	204
A.2.5 电感线圈与电容器并联谐振电路的研究 .....	205
A.2.6 三相电路的分析 .....	206
A.2.7 非正弦周期电流电路的分析 .....	210
A.2.8 线性动态电路过渡过程的分析 .....	214
<b>参考文献 .....</b>	<b>218</b>

# 第 1 章 电路的基本概念和基本定律

电路由元件组成，电路中的电流、电压和电阻等都是可以测量的实际电学量。因此，电子元件和测量仪器的介绍就是学习电路分析的开始。电流、电压和电功率是电路分析的基本概念，基尔霍夫定律是电路理论的基本定律，这些都是学习电路分析的基础。以基尔霍夫定律为基础，而不是以欧姆定律为基础，这是电路分析和物理学的一个重要区别。

## 1.1 电子元件和测量仪器

电子元件是在电路中具有独立电气功能的基本单元。它在各类电子产品中占有十分重要的地位，尤其是通用电子元件，如电阻器、电容器、电感器、晶体管、集成电路和开关、接插件等，更是电子设备中必不可少的基本元件。

电子元件可以分为无源元件和有源元件两大类。无源元件一般又可分为耗能元件、储能元件和结构元件三种。电阻器是典型的耗能元件，储存电能的电容器和储存磁能的电感器属于储能元件，接插件和开关等属于结构元件。有源元件在工作时，其输出不仅依靠输入信号，还要依靠电源，或者说，它在电路中起能量转换的作用。例如晶体管就是最常用的有源元件。电子元件的发展就装配焊接的方式来说，当前已从传统的通孔插装方式转向表面安装方式。

电子元件种类繁多，产量巨大，实际电路对元件参数值的要求也多种多样。为了便于工厂大批量生产，同时也能够在一定范围内选到合适的电子元件，于是就对电子元件的参数规定出一系列的数值作为产品的标准值，称为标称值。

通常，要求电子元件要可靠、精确、体积小、性能稳定、符合使用的环境条件。电子元件总的发展趋势是集成化、微型化、提高性能以及改进结构。

### 1.1.1 电阻器

物体对电流的阻碍作用称为电阻，表示这种阻碍性质的电子元件就是电阻器，它是电子电路中应用最广泛的元件之一。电阻器的主要应用是限流和分压，并在有电流通过时产生热能而被消耗掉。这种消耗一方面会造成电能的损失，另一方面又可以加以利用制成类似电炉、电熨斗等电子产品。

电阻器种类多样，可分为定值电阻器和可变电阻器，也可分为膜式电阻器和线绕电阻器。常见的膜式电阻器有碳膜电阻器和金属膜电阻器。

定值电阻器由工厂成批制成，阻值无法改变，可以提供的阻值范围很广。可变电阻器的阻值通过人为或自动调节可以改变，用于分压时也叫电位器，而一般用于限流时都叫做变阻器。自动调节阻值的可变电阻器有光敏电阻器和热敏电阻器。几种常见的电阻器如图 1-1 所示。



图 1-1 几种常见的电阻器

电阻器的名称由四部分组成，即主称、材料、分类、序号。例如电阻器 RJ71，R 表示电阻器(主称)，J 表示电阻器材料为金属膜，7 表示分类为精密，1 表示序号。

常用的电阻器规格标志方法有直标法和色标法。直标法是将电阻器的类别、标称阻值、允许误差和额定功率等直接标在电阻器的外表面上。色标法是用标志在定值电阻器表面的色环来表示电阻的标称值和允许偏差。实用中有四道色环和五道色环两种标志方法。五道色环用于允许误差为 2%、1% 或更精密的电阻。不同颜色的色环所代表的意义见表 1-1。

表 1-1 电阻器的色环对照表

色环颜色	有效数字	乘 数	允许误差
棕	1	$10^1$	$\pm 1\%$
红	2	$10^2$	$\pm 2\%$
橙	3	$10^3$	
黄	4	$10^4$	
绿	5	$10^5$	$\pm 0.5\%$
蓝	6	$10^6$	$\pm 0.25\%$
紫	7	$10^7$	$\pm 0.1\%$
灰	8	$10^8$	
白	9	$10^9$	
黑	0	$10^0$	
金		$10^{-1}$	$\pm 5\%$
银		$10^{-2}$	$\pm 10\%$
无色			$\pm 20\%$

在读色环时，要以最靠近电阻器一端的色环作为起始色环。对于四道色环，如果无法分清哪一个是起始色环，就从不是以金色或银色开头的那端读起。第一道色环代表电阻器阻值的第一位有效数字，第二道色环代表第二位有效数字，第三道色环代表乘数(第二位有效数字后 0 的个数)，第四道色环是允许误差。如果是五道色环，一般第五道色环和其余色环相隔较远，据此确定第一道色环。前三道色环分别代表前三位有效数字，第四道色环是乘数(第三位有效数字后 0 的个数)，第五道色环代表允许误差。

例 1.1 如果两个电阻器上的色环如图 1-2 所示，试列写出其阻值和允许的偏差。

解 图 1-2(a)中的电阻器是四道色环，则第一道色环红色代表 2，第二道色环紫色代

表 7, 第三道色环橙色代表  $10^3$ , 即乘数是  $10^3$ , 第四道色环金色代表  $\pm 5\%$ , 于是该阻值为

$$R = 27 \times 1000 \Omega \pm 5\% = 27 \text{ k}\Omega \pm 5\%$$

图 1-2(b) 中的电阻器是五道色环, 则第一道色环棕色代表 1, 第二道色环紫色代表 7, 第三道色环黄色代表 4, 第四道色环金色代表 0.1, 即乘数是 0.1, 第五道色环绿色代表  $\pm 0.5\%$ , 于是该阻值为

$$R = 174 \times 0.1 \Omega \pm 0.5\% = 17.4 \Omega \pm 0.5\%$$



图 1-2 例 1.1 图

### 1.1.2 电容器

电容器是电子电路中使用量仅次于电阻器的元件。在电路中它能储存电荷, 进而储存电场能量, 也可以用来阻断直流, 导通交流。

任何两个彼此靠近而又相互绝缘的导体都可以构成电容器。这两个导体叫做电容器的两个极或极板, 它们之间填充有绝缘物质(电介质)。电容器的基本结构如图 1-3 所示。

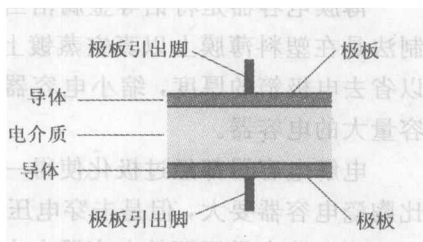


图 1-3 电容器的基本结构

电容器在电路中依靠充放电功能来工作, 其充电过程如图 1-4 所示。图(a)是电容器未充电状态, 此时电容器的两个金属板和其它普通金属板一样是不带电的。图(b)中, 电容器通过电阻器与电源连接时, 电容器 A 极板上的自由电子由于电源的作用, 被推送到 B 极板上。因为电容器两极板之间有绝缘电介质, 所以自由电子只能聚集在 B 极板上, A 极板因失去电子而带正电, B 极板因得到电子而带负电, 电容器两个极板之间便有了电压。在电子不断地从 A 极板移动到 B 极板的过程中, 电路中就形成电流。图(c)显示当电容器两极板之间的电压与电源电压相等时, 电容器的充电就停止了。电路中

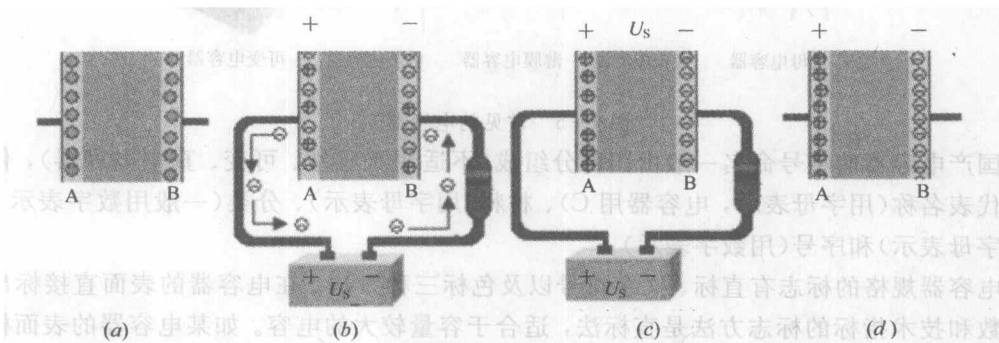


图 1-4 电容器的充电

- (a) 电容器不带电;
- (b) 电容器充电时电子从 A 板流向 B 板;
- (c) 电容器电压达到  $U_s$  后, 没有电荷流动;
- (d) 电源断开后电容器带电

没有电荷移动，也就没有电流。在图(d)中，将电容器与电源断开，电容器的两个极板之间仍存在电压，所带电荷将会保留在电容器的极板上很长时间，保留时间的长短取决于电容器漏电阻的大小。已充电的电容器相当于一个临时电源。

如果用导线将两个极板连接起来，由于两极板间存在电压，电子便会从 B 极板通过导线回到 A 极板上，直至两极板间的电压为零，电容器又恢复到不带电的状态。这就是电容器的放电。

电容器种类很多，按照电介质材料的不同分为陶瓷电容器、云母电容器、薄膜电容器等，此外还有电解电容器；按照电容量能否改变分为固定电容器、可变电容器以及微调电容器。

云母电容器采用云母作为电容器两极间的电介质，是性能优良的电容器之一，广泛应用于对电容器的稳定性和可靠性要求高的场合。云母具有优良的机械性能，易于剥离成厚度均匀的薄片，因此可以装配成叠片式的电容器。

陶瓷电容器通常是把陶瓷片包在导电板的表面构成的。由于陶瓷的绝缘性能很好，因此，即使做得很小，也可以得到很大的电容值。

薄膜电容器是将铝等金属箔当成电极和塑料薄膜重叠后卷绕成圆筒状制成。另外一种制法是在塑料薄膜上以真空蒸镀上一层很薄的金属以做成电极，叫做金属化薄膜。如此可以省去电极箔的厚度，缩小电容器单位容量的体积。所以，薄膜电容器较容易做成小型、容量大的电容器。

电解电容器都经过极化使得一块板为正极，另一块为负极。这种电容器的电容量一般比陶瓷电容器要大，但是击穿电压很低。最常用的是铝电解电容器。

当电路中需要调整电容器大小时会用到可变电容器。可变电容器通常有旋转轴，通过调整两金属板的有效覆盖面积可以非常精细地调节电容器的大小。可变电容器常以陶瓷为介质。常见的电容器如图 1-5 所示。

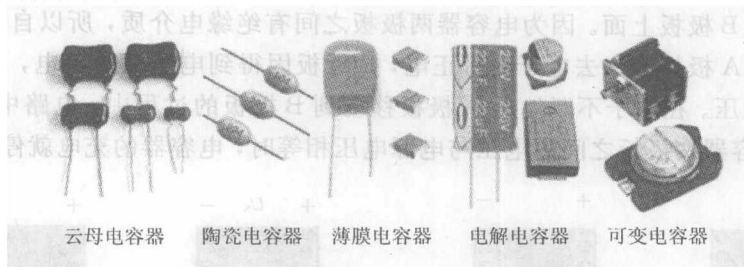


图 1-5 常见的电容器

国产电容器的型号命名一般由四部分组成(不适用于压敏、可变、真空电容器)，依次分别代表名称(用字母表示，电容器用 C)、材料(用字母表示)、分类(一般用数字表示，个别用字母表示)和序号(用数字表示)。

电容器规格的标志有直标、文字符号以及色标三种方法。在电容器的表面直接标出主要参数和技术指标的标志方法是直标法，适合于容量较大的电容。如某电容器的表面标志为 CB41250V2000pF $\pm$ 5%，则表示它是 CB41 型精密聚苯乙烯薄膜电容器，工作电压为 250 V，容量为 2000 pF，允许偏差为 $\pm$ 5%。将文字和数字有规律地组合起来，用于在电容器表面上标出其主要特性是文字符号法。这种方法主要标志电容值、额定电压以及允许偏

差。各种文字符号对应的意义可以查阅相应的手册。用不同颜色的色带或色点，按规定的方法在电容器表面上标志出其主要参数的标志方法称为色标法。电容器的标称值、允许偏差以及工作电压均可采用颜色进行标志，单位一般为 pF。这种用于电容器上的色标与电阻器上的基本相同，只是在允许偏差标记上有一些变化。

### 1.1.3 电感器

电感器也称为电感线圈，将一段导线绕制成线圈，就制成一个电感器。电感器由骨架、绕组、屏蔽罩、磁芯构成。

电感器的种类很多，有铁芯的、空心的、固定的、可变的、单层的、多层的，还有蜂房式线圈。图 1-6 列出了几种类型的电感器。

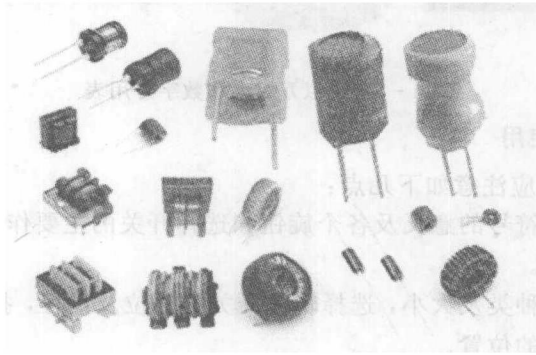


图 1-6 一些固定的和可变的电感器

电感线圈在电路中的主要作用是建立磁场，储存磁场能量。当有电流流过线圈时，在线圈内部和周围就会产生磁场，其强弱用磁通表示。如果电流发生改变，磁场的磁通也随之改变。变化的磁场会在线圈中产生感应电动势，线圈两端就会产生电压，这反过来又会阻碍线圈中电流的变化。

电感线圈在工程中有着广泛的应用，例如在电子电路中常用的空心或带铁芯的线圈，电磁铁或变压器中使用的铁芯线圈等。电感线圈可以在电路中提供很多有用的功能。

电感器的标志方法有直标法和色标法两种。直标法是在小型电感线圈的外壳上直接标出电感量、允许偏差和最大直流工作电流等参数，最大工作电流常用字母表示。色标法是在电感线圈的外壳上涂上不同颜色的色环来表明其参数，与电阻的色标法相同。

### 1.1.4 测量仪器

作为一名电子技术人员，如果不知道如何测量电流、电压以及电阻，那就无法正常工作。所以，在电子技术的操作中就会经常使用一些测量仪器进行基本电路的测量。测量电压的工具是电压表，测量电流的工具是电流表，测量电阻的工具是欧姆表。将这三种测量功能进行整合，并且通过旋转开关来选择适当功能测量其所对应的量，这样的测量工具称为万用表。万用表有模拟万用表和数字万用表，其中数字万用表是电子测量仪器中应用最广泛的一种测量工具，它具有精度高、性能稳定、可靠性高并且功能齐全的特点。常见的几种万用表如图 1-7 所示。

万用表除了能测量电压、电流以及电阻以外，有些还具有如晶体管的测试、放大器测试中的分贝测量等其他一些功能。



图 1-7 模拟万用表和数字万用表

### 1. 模拟万用表的使用

使用模拟万用表时应注意以下几点：

- (1) 熟悉表盘上各符号的意义及各个旋钮和选择开关的主要作用。
- (2) 进行机械调零。
- (3) 根据被测量的种类及大小，选择转换开关的挡位及量程，找出对应的刻度线。
- (4) 选择表笔插孔的位置。

利用万用表测量电压，万用表的转换开关必须置于电压表的功能处，然后选择好量程，如果用小量程去测量大电压，则会有烧表的危险；如果用大量程去测量小电压，那么指针偏转太小，无法读数。量程的选择应尽量使指针偏转到满刻度的  $\frac{2}{3}$  左右。如果事先不清楚被测电压的大小，应先选择最高量程挡，然后逐渐减小到合适的量程。注意必须将万用表并联在被测点的两端。

利用万用表测量电流，万用表的转换开关必须置于电流表的功能处，同样选择好量程。测量时必须先断开电路，然后将万用表串联到被测电路中测量。

如果测量的是直流电压和直流电流，还要注意“+”表笔（红表笔）和“-”表笔（黑表笔）应正确连接。

利用万用表测量电阻，万用表的转换开关必须置于欧姆表的功能处，要选择合适的倍率挡。因为万用表欧姆挡的刻度线是不均匀的，所以倍率挡的选择应使指针停留在刻度线较密的部分为宜，且指针越接近刻度尺的中间，读数越准确。测量前要进行欧姆调零，即将两个表笔短接，同时调节“欧姆调零旋钮”，使指针刚好指在欧姆刻度线的零位。如果指针不能调到零位，则说明电池电压不足或仪表内部有问题。每换一次倍率挡，都要进行欧姆调零，以保证测量准确。测量读数乘以倍率，就是所测电阻的电阻值。尤其需要注意的是，在测量电阻前，必须先将被测电阻与电路分离，绝不能带电测量，以免损坏万用表。在测较大阻值的电阻时，不要用双手分别接触电阻两端，防止由于人体电阻并联造成测量误差。

注意在使用完毕后，应使转换开关在交流电压的最大挡位或空挡上。

### 2. 数字万用表的使用

现在，数字万用表已成为主流，有取代模拟万用表的趋势。与模拟万用表相比，数字



万用表测量精确、灵敏度高、显示清晰、过载能力强、便于携带、使用更简单。使用前,应认真阅读数字万用表的有关使用说明书,熟悉电源开关、量程开关、插孔、特殊插口的作用,然后将电源开关置于 ON 位置。

测量交直流电压时,根据需要 will 量程开关拨至 DCV(直流)或 ACV(交流)的合适量程,红表笔插入 V/ $\Omega$  孔,黑表笔插入 COM 孔,并将表笔与被测线路并联,读数即显示。

测量交直流电流时,将量程开关拨至 DCA(直流)或 ACA(交流)的合适量程,黑表笔插入 COM 孔,红表笔插入 mA 孔(小于 200 mA 时)或 10 A 孔(大于 200 mA 时)。当然,不同的表有不同的具体量限规定。测量时注意将万用表串联在被测电路中即可。测量直流电路时,数字万用表能自动显示极性。

测量电阻时,将量程开关拨至  $\Omega$  的合适量程,红表笔插入 V/ $\Omega$  孔,黑表笔插入 COM 孔。如果被测电阻值超出所选择量程的最大值,万用表将显示“1”,这时应选择更高的量程。测量电阻时,红表笔为正极,黑表笔为负极,这与模拟万用表正好相反。因此,测量晶体管、电解电容器等有极性的元器件时,必须注意表笔的极性。

数字万用表使用时还应该注意:① 如果仪表仅在最高位显示数字“1”,其他位均消失,这时说明过载,应选择更高的量程;② 禁止在测量的同时拨动量程开关换量程,特别是在高电压(220 V 以上)、大电流(0.5 A 以上)的情况下,以防产生电弧烧坏量程开关;③ 当误用交流电压挡去测量直流电压,或者误用直流电压挡去测量交流电压时,显示屏将显示“000”或低位上的数字出现跳动;④ 当出现电池电压过低的报警显示时,应及时更换电池,以免影响测量精度;⑤ 测量完毕后,应将量程开关拨到最高电压挡,并关闭电源。

### 思 考 题

- 1.1-1 列举几种你所知道的电子元件的具体名称。
- 1.1-2 找到几个实际的色环电阻,进行辨认,确认它们的阻值。
- 1.1-3 找寻几个电容器和电感器的实物,仔细观察上面的标识。
- 1.1-4 对照万用表,说明万用表上各个标识、插孔以及旋钮上各挡位对应的意义。
- 1.1-5 使用万用表应注意哪些问题?
- 1.1-6 如何使用万用表测量电压、电流和电阻?

## 1.2 电路中的基本物理量

电路的工作特性是用电路中的基本物理量来描述的,电路分析的主要任务也是计算这些基本物理量。电路中的基本物理量有电流、电压以及功率。

### 1.2.1 电流及其参考方向

从物理学得知,电荷的定向移动形成电流,其大小用电流强度来度量。单位时间内通过导体横截面的电荷电量称为电流强度,用  $I$  表示,即

$$I = \frac{Q}{t}$$