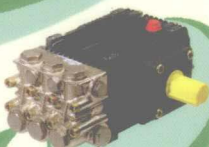
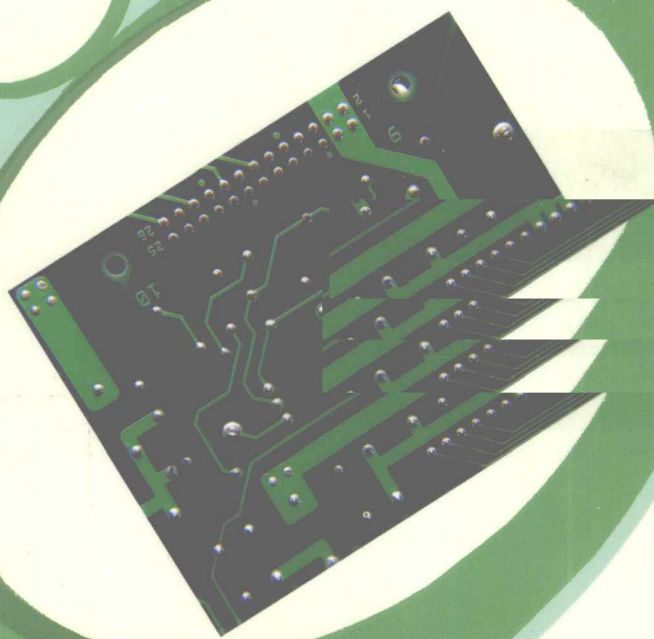


高职高专电子类 十五规划 精品课程 建设教材

电工技术

主 编: 鲁波涌
汪 亮
主 审: 唐 诚



GAOZHI GAOZHUAN
DIANZILEI SHIYIWU GUIHUA
JINGPIN KECHENG JIANSHE JIAOCAI



中南大学出版社
www.csupress.com.cn

图书在版编目(CIP)数据

电工技术/鲁波涌,汪亮主编. —长沙:中南大学出版社,2010
ISBN 978-7-81105-789-8

I. 电... II. ①鲁... ②汪... III. 电工技术 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 009259 号

电工技术

主 编 鲁波涌 汪 亮

☐责任编辑 陈应征

☐责任印制 文桂武

☐出版发行 中南大学出版社

社址:长沙市麓山南路

邮编:410083

发行科电话:0731-88876770

传真:0731-88710482

☐印 装 长沙市宏发印刷厂

☐开 本 787 × 1092 1/16 ☐印张 10.75 ☐字数 268 千字

☐版 次 2010 年 2 月第 1 版 ☐2010 年 2 月第 1 次印刷

☐书 号 ISBN 978-7-81105-789-8

☐定 价 25.00 元

图书出现印装问题,请与出版社调换

前 言

根据教育部颁发的《高职高专教育专业人才培养目标及规格》，在多年教学研究和教材建设的基础上，我们针对现阶段职业教育特色以及高职高专学生特点编写了这本《电工技术》教材。

本教材编写的内容适用于高职高专院校电子类各专业学生，通过本课程学习，可以掌握必备的电工技术基本理论、分析方法和基本技能。教材力图体现现阶段职教特色，满足现阶段职教教学要求，其主要特点如下：

(1) 把握了“实用、够用”原则，在内容选择上强调了物理概念，弱化了繁琐的数学推演过程，对于基本理论的阐述以定性解释为主，定量计算为辅，力求体现教学内容适宜、适度、层次分明。

(2) 在编写过程中考虑到不同学校、不同专业的实际需要，因此在内容上采用了模块式方法编排，弱化了专业界限，各学校不同专业可根据需要自行选取相关模块学习，实际可操作性与适用性强。

(3) 教材内容完整，针对性、实用性强，注重培养学生的综合能力；文字叙述力求深入浅出、通俗易懂，以适应高职学生的知识结构、能力结构。

本教材内容包括直流电路、交流电路、变压器与电动机、常用低压电器与电气控制电路、供电与用电知识、电工测量六大模块。每个模块既可作系统化教学安排也可单独作教学安排，灵活、适用面广。本教材由湖南机电职业技术学院鲁波涌、汪亮任主编，湖南邵阳职业技术学院唐诚教授担任主审，汪亮负责全书的统稿工作。其中模块1由汪亮编写，模块2由鲁波涌编写，模块3由湖南机电职业技术学院刘洋编写，模块4由湖南机电职业技术学院滕云编写；模块5由邵阳职业技术学院刘安宁编写；模块6由湖南科技经贸职业技术学院、何美生、彭景斌编写。

限于编者水平，书中疏漏之处难免，恳请广大读者批评指正。

编者

2010年1月

目 录

模块1 直流电路	(1)
第1节 电路的基本概念	(1)
1.1.1 电路与电路模型	(1)
1.1.2 电路的几个物理量	(1)
第2节 电路基本工作状态与基本元件	(5)
1.2.1 电路基本工作状态	(5)
1.2.2 电路的基本元件	(6)
第3节 基尔霍夫定律	(17)
1.3.1 几个常用的术语	(17)
1.3.2 基尔霍夫电流定律(KCL)	(18)
1.3.3 基尔霍夫电压定律(KVL)	(19)
第4节 电阻电路的分析方法	(20)
1.4.1 电阻的串联与并联	(20)
1.4.2 电路电位分析法	(22)
1.4.3 支路电流法	(23)
1.4.4 戴维南定理及其应用	(24)
小结	(26)
习题	(27)
模块2 交流电路	(32)
第1节 正弦交流电路的基本概念	(32)
2.1.1 交流电与正弦交流电	(32)
2.1.2 正弦交流电的三要素	(32)
第2节 正弦量的相量表示法	(34)
2.2.1 复数的表示法及复数的四则运算	(34)
2.2.2 相量法与相量图	(35)
2.2.3 相量法用于正弦量的运算	(36)
第3节 单元件正弦交流电路特性	(37)
2.3.1 正弦交流电路中的电阻元件	(37)
2.3.2 正弦交流电路中的电感元件	(38)
2.3.3 正弦交流电路中的电容元件	(39)
第4节 正弦交流电路分析	(40)
2.4.1 相量形式的基尔霍夫定律	(40)

2.4.2 RLC 串联电路的相量分析	(40)
2.4.3 复阻抗的串联与并联	(43)
第5节 功率因数的提高	(44)
第6节 串联谐振电路	(46)
第7节 三相交流电路	(47)
2.7.1 三相交流电动势的产生	(48)
2.7.2 三相电源和负载的连接	(49)
2.7.3 三相电路的计算	(54)
小结	(57)
习题	(58)
模块3 变压器与电动机	(62)
第1节 变压器	(62)
3.1.1 变压器的结构与特性参数	(62)
3.1.2 变压器的分类	(63)
3.1.3 变压器的工作原理	(64)
3.1.4 特殊变压器简介	(65)
3.1.5 电源变压器参数判别与检测	(70)
第2节 电动机	(72)
3.2.1 三相异步电动机	(72)
3.2.2 单相异步电动机	(82)
小结	(85)
习题	(87)
模块4 常用低压电器与电气控制电路	(88)
第1节 常用低压电器	(88)
4.1.1 低压电器基本知识	(88)
4.1.2 开关与主令电器	(89)
4.1.3 熔断器	(99)
4.1.4 交流接触器	(102)
4.1.5 继电器	(105)
第2节 基本电气控制线路	(114)
4.2.1 点、长动控制线路	(114)
4.2.2 正反转控制线路	(116)
4.2.3 顺序控制线路	(118)
4.2.4 Y- Δ 降压启动控制线路	(119)
4.2.5 自动往返循环控制线路	(120)
小结	(122)
习题	(123)

模块5 供电、用电与电工测量仪表	(125)
第1节 电力系统概述	(125)
5.1.1 发电厂和电力系统概述	(125)
5.1.2 工厂供电系统概述	(127)
5.1.3 用电负荷等级与低压供配电系统	(129)
第2节 安全用电与防雷知识	(131)
5.2.1 触电方式	(132)
5.2.2 触电预防措施	(133)
5.2.3 触电急救措施	(135)
5.2.4 雷电概念及防护知识	(137)
第3节 计划用电与节约用电	(139)
5.3.1 计划用电	(139)
5.3.2 节约用电	(140)
小结	(141)
习题	(141)
模块6 电工测量	(143)
第1节 常用电工测量仪表	(143)
6.1.1 常用电工仪表的分类	(143)
6.1.2 几种常见电工仪表的使用	(143)
第2节 基本电路物理量测量	(148)
6.2.1 电流、电压及功率的测量	(148)
6.2.2 电阻、电容与电感的测量	(151)
第3节 电能测量	(154)
6.3.1 电能表的结构	(154)
6.3.2 电能表的工作原理	(154)
6.3.3 电能表的使用方法	(155)
第4节 非电路物理量测量	(156)
6.4.1 非电量测量概述	(156)
6.4.2 电阻式传感器	(156)
6.4.3 电感式传感器	(158)
6.4.4 电容式传感器	(159)
小结	(161)
习题	(161)
参考文献	(163)

模块1 直流电路

本模块主要介绍电路的基本概念、模型，与电路相关的几个物理量，电路的基本元件，电路的基本定律及其应用等，是进行电路分析的基础知识。

第1节 电路的基本概念

1.1.1 电路与电路模型

电流所流过的路径称为电路，它是各种电气元器件按一定的方式连接起来的总体。电路的形式多种多样，有的复杂有的简单，常见的简单的电路实例是图1-1(a)所示的手电筒电路。

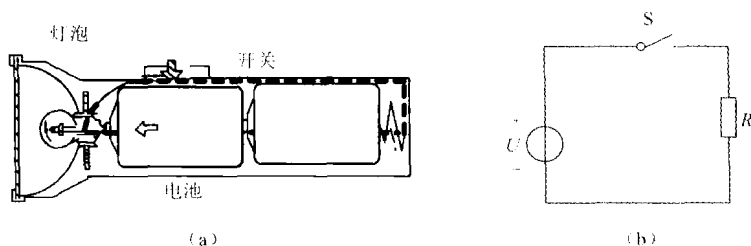


图1-1 手电筒电路

为了便于对实际电路进行分析、计算，我们可以把实际电路中的各种设备和器件都用理想元件来表征，实际电路就可以画成由各种理想元件的图形符号连接而成的电路图，这就是实际电路的电路模型(简称电路)。在电路图中，各种电器元件都不需要画出原有的形状，而采用统一规定的图形符号，如图1-1(b)所示。

一般电路都是由电源、负载和中间环节三部分组成。电源是为电路提供电能，可以将非电能(如化学能、机械能和原子能等)转换成电能的装置。负载是取用电能的装置或者器件，它将电能转换为其他形式的能量，如电炉、电动机、电灯、扬声器等。中间环节是指将电源和负载连接成闭合电路的导线、开关和保护设备等，它起到传输、分配和控制电路的作用，如电线、开关、放大器、变压器等。

1.1.2 电路的几个物理量

1. 电流

电流是由电荷(带电粒子)有规则的定向运动形成的，规定正电荷运动的方向为电流方向。电流的大小用电流强度来衡量。电流强度是指在单位时间内通过某一导体横截面的电荷量。

在直流电路中, 电流可表示为

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-1)$$

在上式中, 所有物理量都要采用国际单位制。电流的单位为安培(A), 电荷量的单位为库仑(C), 时间的单位为秒(s)。若电流较小, 也可用毫安(mA)、微安(μA)作单位。它们的换算关系是

$$1\text{A} = 10^3\text{mA} = 10^6\mu\text{A}$$

我们习惯上常把电流强度简称为电流。

在分析计算电路时, 往往很难事先确定某一段电路中电流的实际方向, 如在交变电路中, 电流的实际方向在不断变化, 难于在电路中标明电流的实际方向。因此, 有必要引入参考方向的概念。

参考方向是假定的方向。在分析计算电路前, 可先任意选定某一方向为电流的参考方向(也称正方向)。如图1-2所示, 当电流的实际方向与参考方向相同时, i 为正; 当电流的实际方向与参考方向相反时, i 为负。一旦选定了参考方向, 就可根据电流的正负值确定电流的实际方向。

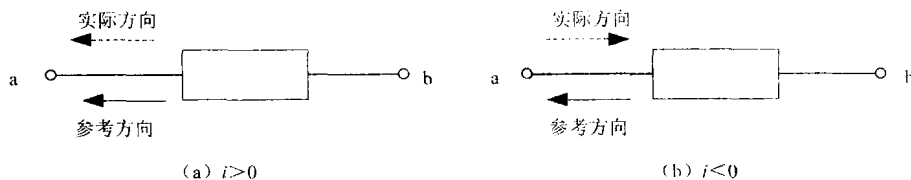


图 1-2 电流的参考方向与实际方向

图1-2中的方框, 表示一个二端元件或二端网络(与外部只有两个端钮相连的元件或网络称为二端元件或二端网络)。

2. 电压

电场中电场力把单位正电荷从a点沿任意路径移动到b点时所做的功, 在数值上等于a、b两点间的电压。

在直流电路中, 电压可表示为

$$U = \frac{W}{Q} \quad (1-2)$$

在国际单位制中, 电压的单位为伏特(V)。当然电压的单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μV)。它们的换算关系是

$$1\text{kV} = 10^3\text{V}; 1\text{V} = 10^3\text{mV} = 10^6\mu\text{V}$$

电场力对正电荷做功的方向, 就是电位降低的方向, 故规定电压的实际方向是由高电位指向低电位。

电路中电压的参考方向, 可用箭头表示, 也可用“+”代表高电位, “-”代表低电位, 如图1-3所示。当电压的实际方向与参考方向相同时, u 为正; 当电压的实际方向与参考方向相反时, u 为负。电压 u 的参考方向(极性)是a点为高电位、b点为低电位, 也可用双下标

u_{ab} 来表示该参考方向

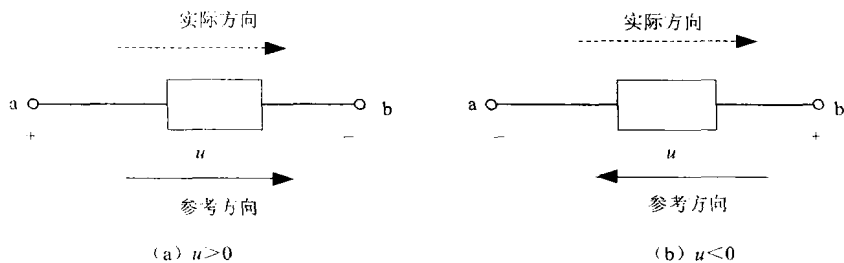


图 1-3 电压的参考方向与实际方向

在分析计算电路时电流和电压参考方向的选取,原则上是任意的。但为了方便,元件上电流和电压常取一致的参考方向,称为关联参考方向,如图 1-4(a)所示;若电流和电压选取的参考方向相反,则称为非关联参考方向,如图 1-4(b)所示。

当采用关联参考方向时,电路中只要标出电流或电压中的一个参考方向即可。本书在分析计算电路时,如未作特殊说明,均采用关联参考方向。

要特别指出的是,欧姆定律在关联参考方向下才可写为

$$u = Ri \quad (1-3)$$

在非关联参考方向下,则写为

$$u = -Ri \quad (1-4)$$

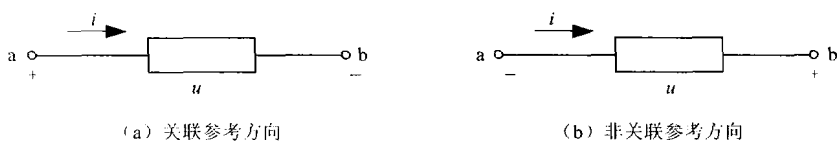


图 1-4 关联参考方向与非关联参考方向

3. 电动势

电动势是度量电源内非静电力做功本领的物理量,在数值上等于电源力把单位正电荷从“-”极板经电源内部移到“+”极板所做的功。用公式可表示为

$$E = \frac{W}{Q} \quad (1-5)$$

电动势的单位与电压一样,也为伏特(V)。

电动势的方向是:在电源内部由低电位指向高电位(即由“-”极指向“+”极)。

4. 电功率与电能

(1) 电功率 电功率是衡量电路吸收或释放电能快慢的物理量。在直流电路中,电压、电流、功率均为恒定量,则

$$P = UI \quad (1-6)$$

功率的基本单位为瓦特(简称“瓦”),符号为 W。常见的单位还有千瓦(kW)、毫瓦

(mW), 它们之间的转换关系为

$$1\text{kW} = 10^3\text{W}; 1\text{mW} = 10^{-3}\text{W}$$

采用图 1-4(a) 所示关联参考方向, 则其功率计算式为

$$P = UI \quad (1-7)$$

采用图 1-4(b) 所示非关联参考方向, 则其功率计算式为

$$P = -UI \quad (1-8)$$

以上两种情况, 若 $P > 0$, 表示该二端元件(或网络)吸收功率, 为负载; 若 $P < 0$, 表示该二端元件(或网络)发出功率, 为电源。

例 1-1 求如图 1-5(a)、(b) 所示二端网络的功率, 并说明是吸收功率还是发出功率。

解: 在图 1-5(a) 中, U 与 I 为关联参考方向, 故

$$P = UI = 1 \times 5 = 5\text{W} > 0$$

该二端网络吸收功率。

在图 1-5(b) 中, U 与 I 为非关联参考方向, 故

$$P = -UI = -1 \times 5 = -5\text{W} < 0$$

该二端网络发出功率。

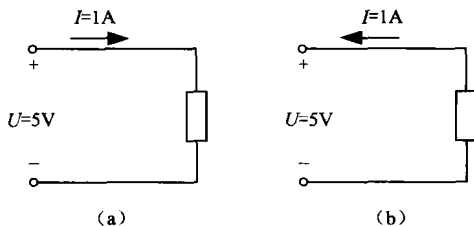


图 1-5 例 1-1 图

(2) 电能 电能是衡量用电量多少的物理量。在直流电路中, 电压、电流、功率均为恒定量, 则在时间从 $t_0 \sim t$ 内电路消耗的电能

$$W = P_{(t-t_0)} = UI_{(t-t_0)}$$

当 $t_0 = 0$ 时, 上式即为

$$W = UI_t \quad (1-9)$$

电能的单位即功或能量的单位, 在国际单位制中为焦耳(J)。实际中常用“度”作为电能计量的单位。

$$1 \text{ 度} = 1 \text{ 千瓦小时} (\text{kW} \cdot \text{h})$$

1 度电换算成焦耳为:

$$1 \text{ 度} = 1\text{kW} \cdot \text{h} = 1000\text{W} \times 3600\text{s} = 3.6 \times 10^6 \text{J}$$

第2节 电路基本工作状态与基本元件

1.2.1 电路基本工作状态

电路有三种工作状态：空载(开路)、有载和短路。

1. 空载状态

空载状态又称开路或断路状态，如图1-6(a)，A、B两点断开时($R_L = \infty$)，电源处于空载(开路)状态。开路的特点是：

- (1) 开路电流为零($I=0$)。
- (2) 其端电压(也称开路电压)等于电源电动势($U=E$)。
- (3) 电源的输出功率($P=0$)。

2. 有载工作状态

有载工作状态是指电源与负载连接成闭合回路，电路中有电流，负载两端的电压为 U ，电路处于有载工作状态。

如图1-6(b)所示， E 为电源的电动势， R_0 为电源的内阻，当电源与负载 R_L 接通时，电流流过负载形成闭合回路。电路处于有载工作状态的特点是：

- (1) 电路中的电流为

$$I = \frac{E}{R_0 + R_L} \quad (1-10)$$

- (2) 电源的端电压等于负载的电压

$$U = IR_L = E - IR_0 \quad (1-11)$$

- (3) 电源输出的功率为电源的总功率减内阻上消耗的功率

$$P = IE - I^2 R_0 = IU \quad (1-12)$$

根据负载的大小，电路在有载工作状态又有三种状态：设电源额定输出功率为 P_N ，若电源输出功率 $P = P_N$ 称为满载；若 $P < P_N$ 时称为轻载；若 $P > P_N$ 时称为过载。过载会导致电气设备的损害，应注意防止。

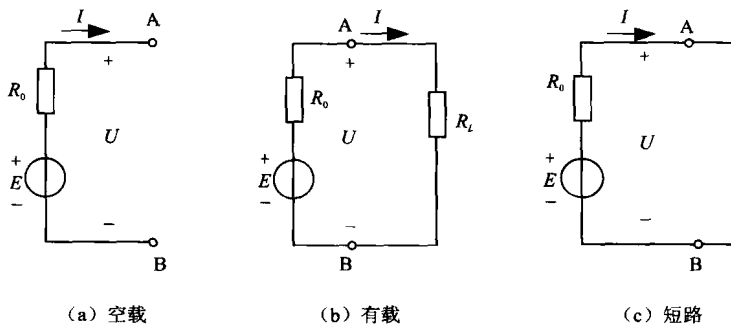


图1-6 电源的三种工作状态

3. 短路

所谓短路就是电源未经负载而直接由导线形成回路,如图 1-6(c)所示,A、B 两点间由于某种原因被短接($R_L=0$)时,电源处于短路状态。短路的特点是:

(1)短路处电压为零,即 $U=0$ 。

(2)此时电源的电流称为短路电流,其值 $I_s = E/R_0$ 很大。

(3)电源的输出功率 $P=0$,电源产生的功率全部消耗在内阻上,因此造成电源过热而损伤或毁坏。

由上可知,电源短路是一种严重事故,故应尽量预防并采用保护措施。它的后果非常严重,会损坏电器设备并有可能引起火灾,因此,电路中必须设置短路保护装置,从而保证电源、线路等设备的安全。

1.2.2 电路的基本元件

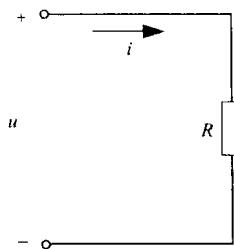
1.2.2.1 电阻元件

1. 电阻和电阻元件

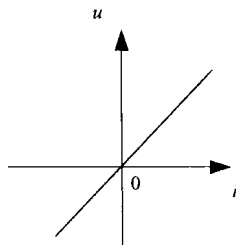
电荷在电场力作用下做定向运动时,通常要受到阻碍作用。物体对电流的阻碍作用,称为该物体的电阻,用符号 R 表示,电阻的单位是欧姆(Ω)。

电阻元件是对电流呈现阻碍作用的耗能元件的总称,如电炉、白炽灯、电阻器等。电阻在电路中的主要作用为分流、限流、分压、偏置、滤波(与电容器组合使用)和阻抗匹配等。

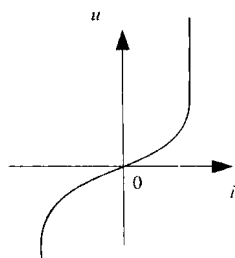
如图 1-7 所示,其中图 1-7(a)为电阻的图形符号。



(a) 电阻的图形符号



(b) 线性电阻的 $u-i$ 曲线



(c) 非线性电阻的 $u-i$ 曲线

图 1-7 电阻元件

当伏安特性是过原点的直线,则称该电阻为线性电阻,如图 1-7(b)所示;当伏安特性是过原点的曲线,则称为非线性电阻,如图 1-7(c)所示。本书除特别说明外,电阻均指线性电阻。

2. 电导

电阻的倒数称为电导,是表征材料的导电能力的一个参数,用符号 G 表示。

$$G = 1/R \quad (1-13)$$

单位是西门子(S),简称西。

3. 电阻元件上电压、电流的关系

1827 年德国科学家欧姆总结出:施加于电阻元件上的电压与通过它的电流成正比。若取

u 、 i 为关联参考方向, 其伏安特性为

$$u = Ri \quad (1-14)$$

u 、 i 为非关联参考方向时, 其伏安特性为

$$u = -Ri \quad (1-15)$$

4. 电阻器的使用

电阻器的种类很多, 按外形结构可分为固定式和可变式两大类, 如图 1-8 所示; 按制造材料可分为膜式(碳膜、金属膜等)和线绕式两类。膜式电阻的阻值范围大, 功率一般为几瓦, 金属线绕式电阻器正好与其相反。

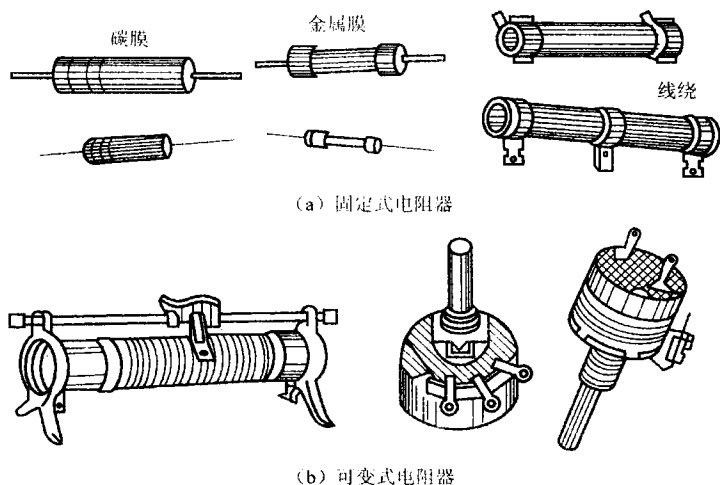


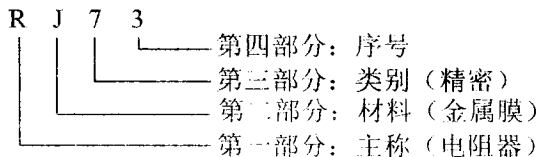
图 1-8 电阻器

5. 电阻的标注

(1) 电阻器和电位器的型号命名方法:

示例:

① 金属膜电阻器



② 多圈线绕电位器

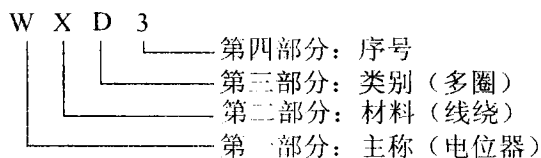


表 1-1 电阻器、电位器型号命名方法

第一部分：主称		第二部分：材料		第三部分：特征分类			第四部分：序号
符号	意义	符号	意义	符号	意义		
					电阻器	电位器	
R	电阻器	T	碳膜	1	普通	普通	对主称、材料相同，仅性能指标、尺寸大小有差别，但基本不影响互换使用的产品，给予同一序号；若性能指标、尺寸大小明显影响互换时，则在序号后面用大写字母作为区别代号。
W	电位器	H	合成膜	2	普通	普通	
		S	有机实芯	3	超高频		
		N	无机实芯	4	高阻		
		J	金属膜	5	高温		
		Y	氧化膜	6			
		C	沉积膜	7	精密	精密	
		I	玻璃釉膜	8	高压	特殊函数	
		P	硼碳膜	9	特殊	特殊	
		U	硅碳膜	G	高功率		
		X	线绕	T	可调		
		M	压敏	W		微调	
		G	光敏	D		多圈	
		R	热敏	B	温度补偿用		
				C	温度测量用		
				P	旁热式		
				W	稳压式		
				Z	正温度系数		

(2)电阻器的标志内容及方法。

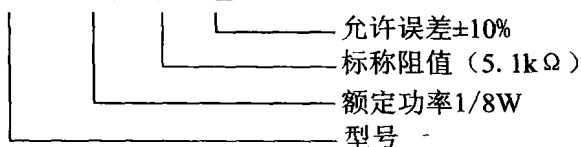
①文字符号直标法：用阿拉伯数字和文字符号两者有规律的组合来表示标称阻值、额定功率、允许误差等级等。符号前面的数字表示整数阻值，后面的数字依次表示第一位小数阻值和第二位小数阻值，其文字符号所表示的单位如表 1-2 所示。如 1R5 表示 1.5Ω，2K7 表示 2.7kΩ。

表 1-2

文字符号	R	K	M	G	T
表示单位	欧姆(Ω)	千欧姆(10 ³ Ω)	兆欧姆(10 ⁶ Ω)	千兆欧姆(10 ⁹ Ω)	兆兆欧姆(10 ¹² Ω)

例如：

RJ71-0.125-5K1-II



由标号可知，它是精密金属膜电阻器，额定功率为 $1/8\text{W}$ ，标称阻值为 $5.1\text{k}\Omega$ ，允许误差为 $\pm 10\%$ 。

②色标法：色标法是将电阻器的类别及主要技术参数的数值用颜色（色环或色点）标注在它的外表面上。色标电阻（色环电阻）器可分为三色环、四色环、五色环三种标法。其含义如图1-9和图1-10所示。

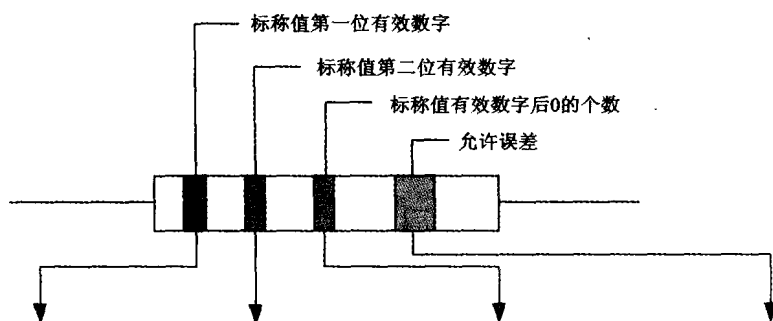


图1-9 四色环表示法

颜色	第一位有效值	第二位有效值	倍率	允许偏差
黑	0	0		
棕	1	1		
红	2	2		
橙	3	3		
黄	4	4		
绿	5	5		
蓝	6	6		
紫	7	7		
灰	8	8		
白	9	9		$-20\% \sim +50\%$
金				5%
银				10%
无色				20%

三色环电阻器的色环表示标称值(允许误差均为 $\pm 20\%$)。例如,色环为棕黑红,表示 $10 \times 10^2 = 1.0\text{k}\Omega \pm 20\%$ 的电阻器。

四色环电阻器的色环表示标称值(二位有效数字)及精度。例如,色环为棕绿橙金表示 $15 \times 10^3 = 15\text{k}\Omega \pm 5\%$ 的电阻器。

五色环电阻器的色环表示标称值(三位有效数字)及精度。例如,色环为红紫绿黄棕表示 $275 \times 10^4 = 2.75\text{m}\Omega \pm 1\%$ 的电阻器。

一般四色环和五色环电阻器表示允许误差的色环的特点是该环离其他环的距离较远。较标准的表示应是表示允许误差的色环的宽度是其他色环的1.5~2倍。

有些色环电阻器由于厂家生产不规范,无法用上面的特征判断,这时只能借助万用表判断。

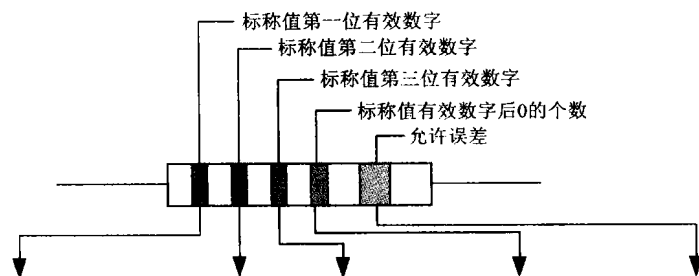


图 1-10 五色环表示法

颜色	第一位有效值	第二位有效值	第三位有效值	倍 率	允许偏差
黑	0	0	0		
棕	1	1	1		1%
红	2	2	2		2%
橙	3	3	3		
黄	4	4	4		
绿	5	5	5		0.5%
蓝	6	6	6		0.25%
紫	7	7	7		0.1%
灰	8	8	8		
白	9	9	9		
金					
银					

③数标法:主要用于贴片等小体积的电路,一般用三位数字来表示电阻的大小,单位为欧姆。前两位为有效数字,后一位表示倍率,即乘以 10^i , i 为第三位数字。如:

472 表示 $47 \times 10^2 \Omega$ (即 $4.7\text{k}\Omega$);

104 则表示 $10 \times 10^4 \Omega$ (即 $100\text{k}\Omega$)。

1.2.2.2 电容元件

1. 电容器

电容器是一种能储存电荷的容器,它是由两片靠得较近的金属片,中间隔以绝缘物质而组成的。在两极板间加上电压后,两极板上能存储电荷,在介质中建立电场,因此电容器是能存储电场能量的元件。

电容元件简称电容,是一种理想的电容器,用符号 C 表示。电容的图形符号如图 1-11 所示。若该电容为线性电容,则有

$$C = \frac{q}{u} \quad (1-16)$$

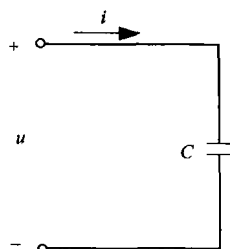


图 1-11 电容元件

按绝缘材料不同,可制成各种各样的电容器,如云母、瓷介、纸介、电解电容器等。在构造上,又分为固定电容器和可变电容器。电容器对直流电,阻力无穷大,即电容器具有隔直流作用。注意:电解电容器的极性不能接错。

2. 电容器型号命名法(如表 1-3 所示)

表 1-3 电容器型号命名法

第一部分 主称		第二部分 材料		第三部分 特征、分类						第四部分 序号		
符号	意义	符号	意义	符号	意义							
					瓷介	云母	玻璃	电解	其他			
C	电 容 器	C	瓷介	1	圆片	非密封	—	箔式	非密封	对主称、材料相同,仅尺寸、性能指标略有不同,但基本不影响互换使用的产品,给予同一序号;若尺寸性能指标的差别明显,影响互换使用时,则在序号后面用大写字母作为区别代号		
		Y	云母	2	管形	非密封	—	箔式	非密封			
		I	玻璃釉	3	叠片	密封	—	烧结粉固体	密封			
		O	玻璃膜	4	独石	密封	—	烧结粉固体	密封			
		Z	纸介	5	穿心	—	—	—	穿心			
		J	金属化纸	6	支柱	—	—	—	—			
		B	聚苯乙烯	7	—	—	—	无极性	—			
		L	涤纶	8	高压	高压	—	—	高压			
		Q	漆膜	9	—	—	—	特殊	特殊			
		S	聚碳酸酯	J	金属膜							
		H	复合介质	W	微调							
		D	铝									
		A	钽									
		N	铌									
		G	合金									
		T	钛									
		E	其他									