

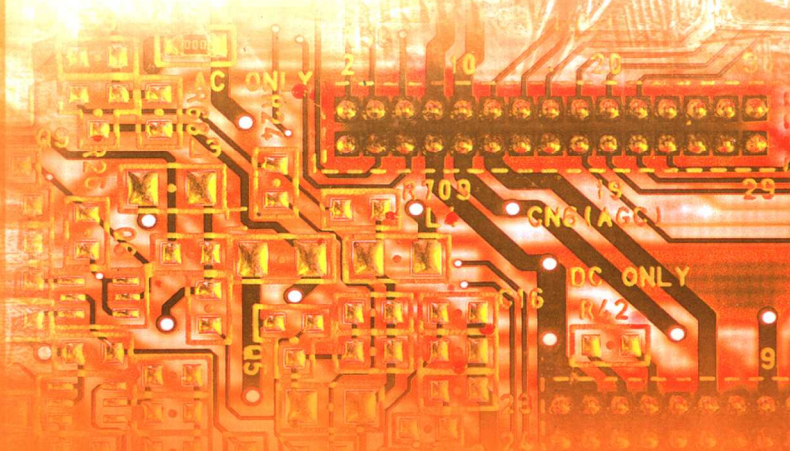
新编职业教育课程改革规划系列教材

机电模具类

电工与电子技术

DIANGONG YU DIANZI JISHU

主编 曹海源 邹友志 主审 老盛林



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

新编职业教育课程改革规划系列教材(机电模具类)

电工与电子技术

DIANGONG YU DIANZI JISHU

主 编 曹海源 邹友志

编写委员会名单

主 任:刘志刚 熊良猛

副主任:熊华云 黄科祥

编 委:(按姓氏笔画为序)

王道广	邓世祥	冯德学	刘先春	刘松林	刘大军	刘 军
杨胜先	杨伟桥	杨爱国	杨关全	杨汉全	陈景春	陈 智
陈新华	陈国衡	张仕军	张小梅	张珍明	李京平	李兆学
李良敏	何世勇	邹福召	邹鸿斌	邹友志	汪 彬	罗再芳
郑 华	范维庆	林 涛	周志文	徐明成	徐祥成	顾文波
黄继平	黄成金	曹海源	章 毅	税清勇	董才荣	程泽湘
蒋廷采	彭海涛	熊大友	燕 宏			

总策划编辑:杨远恒

责任编辑:张 华



中国地质大学出版社

ZHONGGUO DIZHI DAXUE CHUBANSHE

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术/曹海源,邹友志主编. —武汉:中国地质大学出版社,2007.7

ISBN 978-7-5625-2182-2

I. 电…

II. ①曹…②邹…

III. ①电工技术-专业学校-教材 ②电子技术-专业学校-教材

IV. ①TM ②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2007)第 116095 号

电工与电子技术

曹海源 邹友志 主编

责任编辑:张 华

责任校对:张咏梅

出版发行:中国地质大学出版社(武汉市洪山区鲁磨路 388 号)

邮政编码:430074

电话:(027)87395799、67883511 传真:87399606、67883580

E-mail:cbb@cug.edu.cn

经 销:全国新华书店

<http://www.cugp.cn>

开本:787 毫米×1092 毫米 1/16

字数:270 千字 印张:10.5

版次:2007 年 7 月第 1 版

印次:2007 年 7 月第 1 次印刷

印刷:荆州市鸿盛印务有限公司

印数:1—5 000 册

ISBN 978-7-5625-2182-2

定价:16.00 元

如有印装质量问题请与印刷厂联系调换

关于新编职业教育课程改革规划系列教材 编写说明

为了贯彻落实《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》和教育部《关于实施职业院校技能型紧缺人才培养培训工程的通知》等文件精神,根据《面向 21 世纪教育振兴行动计划》和教育部制定的教学指导方案的要求,中国地质大学出版社在全国范围内组织部分相关的高职、中职院校的骨干教师编写新编职业教育课程改革规划系列教材。

多年以来,我国职业教育机电、模具类专业以往的课程教材体系一直沿用的是机械制图、机械工程力学、金属工艺学、机械设计基础、电工基础、公差配合与技术测量等课程的设置方式,实行传统的学科本位教学模式,这种文化基础课、专业基础课和专业课严格区分的“三段式”教学模式重理论,轻实践;重知识,轻技能;课程之间缺乏联系,学科之间不便交融;课程门类繁多,内容较深,学生很难理解和掌握;培养出的学生难以适用于社会。为此,本系列教材编写以职业需求为出发点,以职业岗位(岗位群)的需要为依据,以现行职业教育课程、教材的弊端为突破口,借鉴各高、中职业院校的教学实际,广泛征求意见,确立了“以能力为本位”的指导思想,以“实用、够用”为培养原则,对课程内容进行了较大幅度的调整。如:《极限配合与技术测量》的公差配合部分的内容并入到《机械制图》中,把技术测量部分内容并入到《机械制造技术》课程之中,把工程力学、金属材料、机械设计基础等内容合编成《机械工程基础》,把《电工基础》与《电子技术》合编成《电工与电子技术》,删去以前较复杂的理论,加强了实训部分。同时为了与岗位需求相适应,在《机械制图》中增加了计算机绘图等内容。

本系列教材切实本着理论知识培养以“实用、够用”为培养原则,贯彻“知识与技能型”,着重培养学生的动手能力,实现职业技术岗位之间的“零距离”“零适应期”的教学指导思想,使学生完全具备各个岗位的组织能力和各种操作能力,适用于机械加工技术专业及模具设计与制造专业的相关课程的教学需要。

希望各职业院校积极推广和选用本系列教材,并在使用过程中,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

编委会

前 言

本教材是根据教育部制定的《中等职业学校电工与电子技术教学大纲(试行)》编写而成,可作为非电类相关专业电工与电子技术课程的教材,也可作为岗位培训教材。

本书主要内容包括:直流电路、交流电路、电机与控制电路、安全用电常识及电子技术基础五大教学模块,每个模块内容相对独立,便于教师根据不同专业自由裁减。全书的编写以通俗的语言、易行的实验及大量的图片等形式使学生逐步掌握抽象复杂的理论知识,实训部分强调了对学生能力的培养。

本教材与同类教材相比,考虑了目前中等职业学校学生的素质现状,降低了直流电路、交流电路和电子技术的理论深度和分析计算难度;在内容安排上,将基础知识的讲授和实训融为一体,突出对学生能力的培养。

本书由桂林市机电工程学校曹海源,湖北荆州工业学校邹友志任主编,湖北省襄樊机电学校张仕军、咸宁生物机电工程学校刘松林、四川遂宁民进中专陈智、安徽机电工程学校王家元、荆州市工业学校邹友志参编。具体编写分工为:王家元编写第一章,陈智编写第二章;张仕军编写第三、九、十章;刘松林编写第四章;邹友志编写第五章;曹海源编写第六、七、八章并负责全书的统稿,由广西理工学校老盛林主审。

本书在编写过程中,参考了不少的文献和教材,在此一并表示衷心的感谢。

限于编者的水平,书中的错误和不足之处在所难免,恳请使用本教材的师生和读者予以批评指正。

编 者

2006年12月

目 录

第一章 直流电路	(1)
第一节 电源和负载	(1)
第二节 欧姆定律	(2)
第三节 电阻元件	(4)
第四节 电容与电感元件	(7)
第五节 电气设备额定值	(10)
第六节 串、并联电路	(11)
本章小结	(15)
习题一	(16)
实训一 万用表的使用	(18)
第二章 正弦交流电路	(21)
第一节 交流电路的基本认识	(21)
第二节 正弦交流电的表示法	(24)
第三节 单相电度表	(25)
第四节 日光灯	(27)
第五节 三相交流电源	(29)
第六节 三相负载的连接	(32)
本章小结	(33)
习题二	(34)
实训二 电路的安装与检测	(35)
第三章 变压器	(38)
第一节 变压器的基本结构与图形标记	(38)
第二节 变压器的工作原理	(39)
第三节 特殊变压器	(42)
本章小结	(44)
习题三	(45)
第四章 电动机	(47)
第一节 三相异步电动机的结构与旋转磁场	(47)
第二节 三相异步电动机的转动原理及转差率	(51)
第三节 三相异步电动机的运行特性	(54)

第四节 三相异步电动机的启动与调速	(55)
第五节 其他电机简介	(57)
本章小结	(60)
习题四	(60)
实训三 三相异步电动机的拆装	(61)
第五章 低压电器与控制电路	(64)
第一节 常用低压电器	(64)
第二节 三相异步电机控制电路	(69)
第三节 其他控制电器简介	(72)
本章小结	(73)
习题五	(73)
实训四 交流接触器联锁的正、反转控制线路	(75)
第六章 供电系统与安全用电	(76)
第一节 供电系统与供电质量	(76)
第二节 安全用电常识	(77)
本章小结	(81)
习题六	(82)
第七章 常用半导体元件	(83)
第一节 半导体二极管	(83)
第二节 半导体三极管	(85)
第三节 三极管的工作状态	(87)
第四节 晶闸管	(90)
本章小结	(92)
习题七	(93)
实训五 二极管、三极管和晶闸管的测试	(94)
第八章 整流与稳压电路	(97)
第一节 单相半波整流电路	(97)
第二节 单相桥式整流电路	(99)
第三节 滤波电路	(100)
第四节 稳压电路	(103)
第五节 交流调压电路	(105)
本章小结	(105)
习题八	(106)
实训六 整流滤波电路的测试	(107)

第九章 放大电路和集成运算放大器	(109)
第一节 共发射极单管放大电路.....	(109)
第二节 射极输出器.....	(115)
第三节 多级放大电路.....	(117)
第四节 功率放大器.....	(120)
第五节 集成运算放大器.....	(126)
本章小结.....	(130)
习题九.....	(130)
实训七 单管放大电路的组装与调试.....	(134)
第十章 数字电路	(137)
第一节 数字电路的基本知识.....	(137)
第二节 逻辑门电路.....	(141)
第三节 触发器.....	(146)
第四节 计数器.....	(150)
本章小结.....	(153)
习题十.....	(154)
实训八 集成与非门逻辑功能及测试.....	(156)
参考文献	(159)

第一章 直流电路

电气设备运行需要电流,因此要有电路来承载电流,我们把电流流过的路径叫电路。

电流可分为直流和交流两种。我们把方向保持不变的电流称为直流电流,简称直流。方向和大小都保持不变的电流称为恒定电流,通常也简称为直流。方向和大小都随时间变化的电流叫交流电流,通称交流。

第一节 电源和负载

一、电路的组成和电流方向

电路由电源、负载(用电器)、连接导线和控制装置(开关)等组成。如图 1-1 所示是最简单的直流电路图,我们通常把负载(用电器)、连接导线和控制装置(开关)等统称为外电路,而把电源内部称为内电路。

我们在物理中学到,电荷有规则的定向移动形成电流。在不同的导电物质中,形成电流的运动电荷可以是正电荷,也可以是负电荷,甚至两者都有。为统一起见,规定以正电荷移动的方向为电流的方向。例如,在金属导体中承载电流的电子是负电荷,它移动的方向与电流方向相反。

在分析和计算电路时,常常要标出电流的方向。但当电路比较复杂时,某段电路中电流的实际方向往往难以确定。此时,可先假定一个方向作为参考正方向,然后进行求解,当解出的电流为正值时,就认为电流方向与参考方向一致,如图 1-2(a)所示;反之,当电流为负值时,就认为电流方向与参考方向相反,如图 1-2(b)所示。

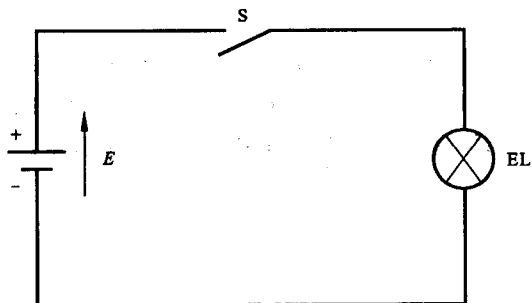


图 1-1 简单的直流电路

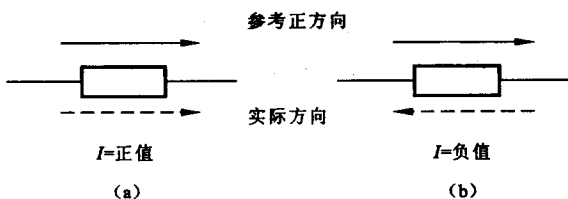


图 1-2 参考正方向

二、电源的定义

电源是把其他形式的能量转换为电能的装置。例如,发电机把机械能转换成电能,干电池把化学能转换成电能。

三、负载

把电能转变成非电能的设备称为负载。例如,图 1-1 中的灯泡就是电源的负载。电流流过负载时,在负载两端产生电位降,通常称为电压降。电流的入端电位高,出端电位低,这就反映了在负载中有电流能量转换为其他能量。电压的实际方向规定为电位降的方向,即由电流的入端指向出端。可见,负载上的电压与电流同向。电压的参考正方向可任意选取,当实际方向与正方向一致时,电压为正值;反之,为负值。

人们常说“负载大小”这一电工术语,就是指负载实际电功率的大小。在电压一定的情况下,负载大小又指通过负载的电流大小。对于只含电阻的负载,当电压一定时,负载的电阻愈小,通过的电流和消耗的功率就愈大,负载就愈大;反之,负载的电阻愈大,负载就愈小。

第二节 欧姆定律

一、部分电路的欧姆定律

如图 1-3 所示为不含电源的部分电路。在电阻 R 两端加上电压 U 时,电阻中就有电流流过。通过实验发现:如果加在电阻 R 两端的电压 U 发生变化时,流过电阻的电流也随着变化,而且这种变化是成正比例的,即电压和电流的比值是一个常数,这个常数就是电路中的电阻,写成公式为:

$$R = \frac{U}{I} \quad (1-1)$$

由上式可以得到:

$$I = \frac{U}{R} \quad (1-2)$$

式(1-2)说明:流过导体的电流强度与这段导体两端的电压成正比,与这段导体的电阻成反比。这一规律,称为欧姆定律,是德国物理学家欧姆(1787—1854 年)在 1827 年发现的。欧姆定律揭示了电路中电流、电压、电阻三者之间的关系,是电路的基本定律之一,应用非常广泛。

例 1-1 有一个量程为 300V(即测量范围是 0~300V)的电压表,它的内阻是 40kΩ。用它测量电压时,允许流过的最大电流是多少?

解:如图 1-4 所示为电压表的测量电路,图 1-4(b)是图 1-4(a)的等效电路。由于电压表的内阻是一个定值,所测量的电压越大,通过电压表的电流也就愈大,因此,被测电压是 300V 时,流过电压表的电流最大,允许的最大电流为:

$$I = \frac{U}{R} = \frac{300}{40000} = 0.0075(\text{A}) = 7.5(\text{mA})$$

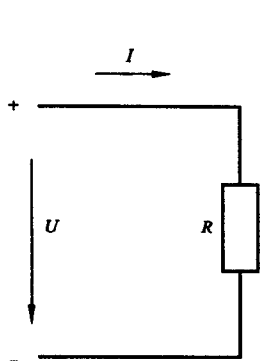
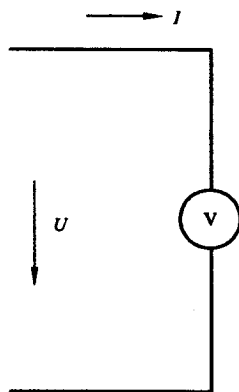
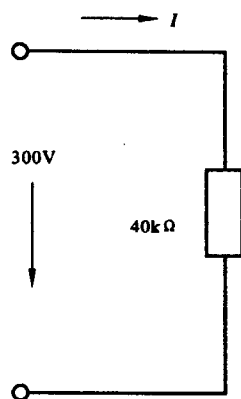


图 1-3 部分电路



(a)



(b)

图 1-4 等效电路

二、全电路欧姆定律

全电路是指含有电源的闭合电路,如图 1-5 所示。图中的虚线框内代表一个电源。电源的内部一般都有一定的电阻,这个电阻称为内电阻,用字母 R_0 表示。

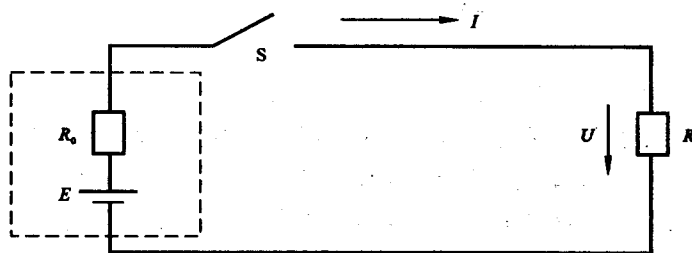


图 1-5 全电路欧姆定律

当开关 S 闭合时,负载 R 上就有电流流过,这是因为电阻两端有了电压 U 的缘故。电压 U 是电动势 E 产生的,它既是电阻两端电压,又是电源的端电压。下面我们来讨论 E 和 U 的关系。我们已经知道,开关 S 打开时,电源的端电压在数值上等于电源的电动势。当开关 S 闭合后,我们用电压表测量电阻 R 两端的电压发现,所测数值比开关 S 打开时电压小,或者说,闭合电路电源的端电压小于电源的电动势。这是为什么呢?这是因为电流流过电源内部时,在内电阻上产生了电压降 U_0 ($U_0 = IR_0$)。由此可见,电路闭合时端电压 U 等于电源电动势减去内压降 U_0 ,即:

$$U = E - U_0$$

把 $U_0 = IR_0$ 和 $U = IR$ 代入上式可得:

$$I = \frac{E}{R + R_0} \quad (1-3)$$

式(1-3)表明:在一个闭合电路中,电流强度与电源的电动势成正比,与电路中内电阻和外电阻之和成反比,这个规律称为全电路的欧姆定律。

例 1-2 有一个电源的电动势为 5V, 内阻 R_0 为 0.5Ω , 外接负载电阻为 9.5Ω , 求电源端电压和内压降。

$$\text{解: } I = \frac{E}{R + R_0} = \frac{5}{9.5 + 0.5} = 0.5(\text{A})$$

$$\text{内压降: } U_0 = IR_0 = 0.5 \times 0.5 = 0.25(\text{V})$$

$$\text{端电压: } U = IR = 0.5 \times 9.5 = 4.75(\text{V})$$

$$\text{或 } U = E - U_0 = 5 - 0.25 = 4.75(\text{V})$$

第三节 电阻元件

一、电阻

导体对电流的阻力小, 说明它的导电能力强; 导体对电流的阻力大, 说明它的导电能力差。电阻就是反映导体对电流起阻碍作用大小的一个物理量, 电阻用字母 R 表示, 电阻的单位是欧姆, 用字母 Ω 表示。

如果电阻值是恒定的, 就能够满足欧姆定律, 其电阻值不随所加电压和通过电流的改变而改变, 这种电阻称为线性电阻。如常用的碳膜电阻、金属膜电阻都是线性电阻。

另一类电阻, 其阻值随电压或电流的变化而改变, 即其电压与相应电流的比值不是常数, 称之为非线性电阻。例如, 晶体二极管的正向电阻就是非线性的, 用万用表不同量程的电阻挡测得的阻值就不一样。

电阻率很大的材料, 电流很难通过, 它对电流有绝缘的作用, 称为绝缘体。例如橡胶、玻璃、陶瓷、云母、电木、塑料等都是绝缘体。常用的铜芯或铝芯电线, 外面都包裹着橡皮或塑料等绝缘体, 以防止漏电。但在超过绝缘允许的高电压下, 绝缘体会被击穿而失去绝缘作用, 或者, 由于导线中电流过大, 发热过多, 温度过高, 致使绝缘体炭化、烧焦而失去绝缘作用。因此, 我们在选择电源线的线径时, 要满足承载电流大小的要求。

导电性能介于导体和绝缘体之间的物质称为半导体。关于半导体的一些特殊性能, 将在第七章讲述。还有一类物质, 在较高的温度时是导体或半导体, 甚至是绝缘体, 可是当温度降到某一特定值时, 它的直流电阻突然下降为零, 这一现象称为零电阻效应。人们把这类物质称为超导体, 这种失去电阻的性质称为超导电性。超导的应用将涉及电力输送、发电、数字电子技术、大功率磁体、加速器、高速列车、医学等许多领域。若能找到较高转变温度的超导材料, 将会引起一场新的技术革命。

当导体两端的电压是 1 伏特(V), 导体内通过的电流是 1 安培(A)时, 这段导体的电阻就是 1 欧姆(Ω)。除欧姆外, 常用的电阻单位还有千欧(k Ω)和兆欧(M Ω), 它们之间的换算关系是:

$$1 \text{ 千欧(k}\Omega\text{)} = 10^3 \text{ 欧}(\Omega)$$

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

线性电阻是一定的, 它不随导体两端电压的变化而改变。实验证明, 导体的电阻跟导体的长度成正比, 跟导体的横截面积成反比, 并与导体的材料性质有关。对于长度为 L 、截面积为 S 的导体, 其电阻可用下式表示:

$$R = \rho \frac{l}{S}$$

(1-4)

式(1-4)中: ρ 是与导体材料性质有关的物理量,称为电阻率。电阻率通常是指在 20°C 时,长 1m 而横截面积是 1mm^2 的某种材料的电阻值。常见几种材料的电阻率 ρ (单位名称:欧[姆]米,符号: $\Omega \cdot \text{m}$):铜: 1.6×10^{-8} ;铝: 2.9×10^{-8} ;铁: 10×10^{-8} ;碳: 3.5×10^{-6} 。

二、常见的电阻器

1. 电阻器的结构与性能特点

电阻器分为固定电阻器和可变电阻器两类。固定电阻器常用的有线绕电阻、薄膜电阻和实芯电阻三种。可变电阻器的阻值可在一定范围内变化,具有三个引出端,通常称为电位器。常用电阻器的外形如图 1-6 所示。

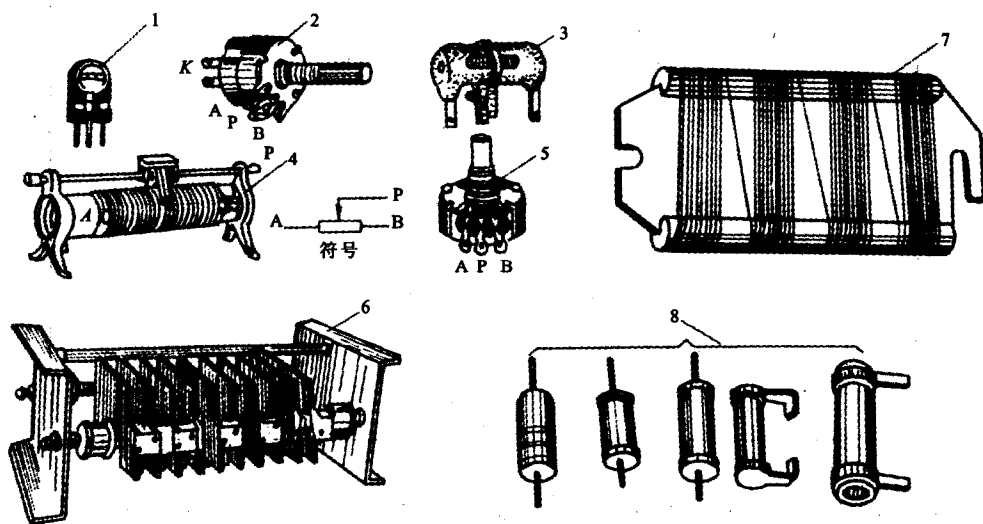


图 1-6 常见电阻器的外形

1. 微调电位器; 2. 开关电位器; 3. 线绕可变电阻; 4. 线绕滑线电阻;
5. 电位器; 6. 生铁固定电阻; 7. 线绕固定电阻; 8. 各种固定电阻

2. 电阻器的主要指标

电阻器的指标有标称值、允许偏差、标称功率。

标称阻值:国家统一规定了一系列电阻数值作为电阻产品的标准,并在电阻上标注出来,这一系列值叫做电阻的标称阻值。

允许偏差:允许偏差表示电阻器阻值的精确程度,常用百分数表示,例如 $\pm 5\%$ 、 $\pm 10\%$ 等。

标称功率:它是指在一定的条件下,电阻器长期连续工作所允许消耗的最大功率。

3. 电阻器的标注方法

额定功率、阻值、偏差等电阻器的性能指标,一般用数字和文字符号直接标在电阻器的表

面上,也可以用不同的颜色表示不同的含义,用色环标注在电阻器的表面。

色标法是用颜色表示电阻元件的各种参数,并直接标注在产品上的一种标注方法。从颜色就能看清阻值和偏差,有利于电气设备的装配、调试和检修,因此,国际上广泛地采用色环标注法。

各种固定电阻器色标符号见表 1-1,辨认这种电阻时从左至右,最左边为第一环。

表 1-1 电阻器的色标符号

颜色	有效数字	倍乘数	允许偏差(%)
金	—	10^{-1}	± 5
银	—	10^{-2}	± 10
黑	0	10^0	
棕	1	10^1	± 1
红	2	10^2	± 2
橙	3	10^3	
黄	4	10^4	
绿	5	10^5	± 0.5
蓝	6	10^6	± 0.25
紫	7	10^7	± 0.1
灰	8	10^8	
白	9	10^9	$+50 \sim -20$
无色	—		± 20

下面举两个例子来说明色标法。阻值为 $26\ 000\Omega$ 、允许偏差 $\pm 5\%$ 的电阻器,表示方法如图 1-7(a)所示。阻值为 17.4Ω 、允许偏差为 $\pm 1\%$ 的电阻器,其表示方法如图 1-7(b)所示。

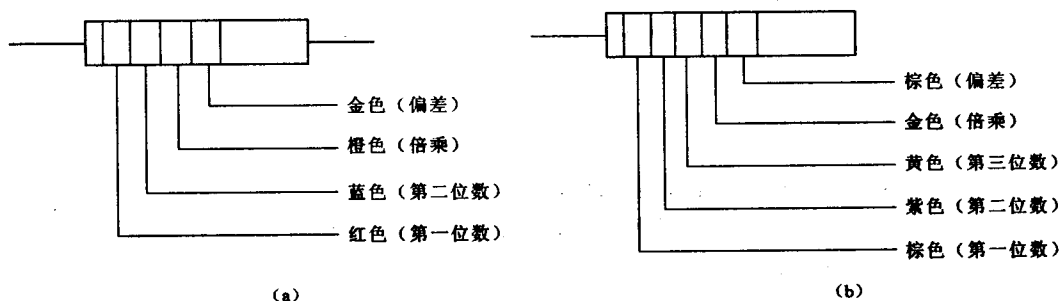


图 1-7 电阻器的色标示例

4. 电阻器的选用

电阻器要根据电路或设备的实际要求来选用,主要是根据阻值、额定功率、允许偏差的要

求来选择适用的电阻器。

国产电阻器的型号,国家有统一规定。例如 RX 表示线绕电阻器;RT 表示碳膜电阻器;RJ 表示金属膜电阻器;RS 表示实芯电阻器等。

第四节 电容与电感元件

一、电容器与电容

1. 电容器

任何两个彼此绝缘而又相互靠近的导体,都可以看成是一个电容器,这两个导体就是电容器的两个极。最简单的电容器是平行板电容器,它由两块相互平行靠得很近而又彼此绝缘的金属板组成。

2. 电容器的电容

电容器带电的时候,它的两极之间要产生电压。电容器所带的电荷量与两极板间的电压比值,表征了电容器的特性,这个比值叫做电容器的电容。如果用 q 表示电容器所带的电荷量,用 U 表示两极板的电压,用 C 表示它的电容,那么

$$C = \frac{q}{U} \quad (1-5)$$

在国际单位制中,电容的单位是 F(法)。常用单位为 μF (微法)和 pF (皮法),它们之间的换算关系是:

$$1\text{F} = 10^6 \mu\text{F} = 10^{12} \text{pF}$$

通过实验证明:平行板电容器的电容,跟电介质常数成正比,跟正对面积成正比,跟极板的距离成反比,即:

$$C = \frac{\epsilon S}{d} \quad (1-6)$$

式(1-6)中, S 表示两极板正对面积,用 m^2 作单位; d 表示两极板之间的距离,单位为 m ; ϵ 表示电介质的介电常数,单位为 F/m ;电容的单位为 F 。

二、电容器的充电和放电

如图 1-8 所示为电容器充、放电的实验电路。图中 R_1 和 R_2 分别为充放电的限流电阻; V 为直流电压表,用来测量电容器的端电压; G 为检流计,用来检测通过电容器中的电流。

1. 充电过程

将开关合到 1 位,观察检流计和电压表的读数可见:①开关刚合到 1 位时,检流计的读数由零迅速上升,然后渐渐减小到零。②在电流由大变小的同时,电压表的读数由零逐渐增大,当电流为零时,电压表的读数最大,其值近似等于电源电压。在以上过程中,电容器的电压增大,说明电容器从电路中得到了电荷,称为充电。

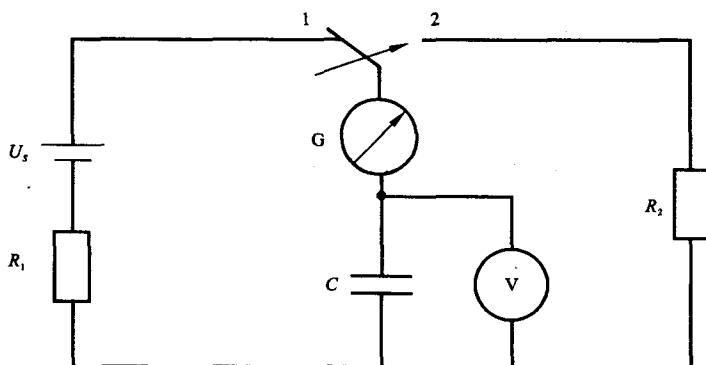


图 1-8 电容器的充、放电原理

2. 放电过程

再将开关合到 2 位, 观察检流计和电压表的读数可见: ①检流计的指针又发生偏转, 但是偏转方向与充电时相反。当指针渐渐偏转到某一位置后, 又逐渐返回到零。②在电流由大变小的同时, 电压表的读数由 U_c 逐渐变小, 直至为零。在以上过程中, 电容器的电压由大变小, 说明电容器失去了电荷, 称为放电。从以上实验还可以看出:

第一, 无论是充电还是放电, 电容器的端电压不是突然变化的, 而是逐步增大或减小, 最后稳定在某一个状态。这是因为电容器极板上的电荷不是在一瞬间就可以充满或释放完毕的, 需要一个过程。如图 1-9(a)、(b) 所示, 分别画出了电容器充、放电的变化曲线。

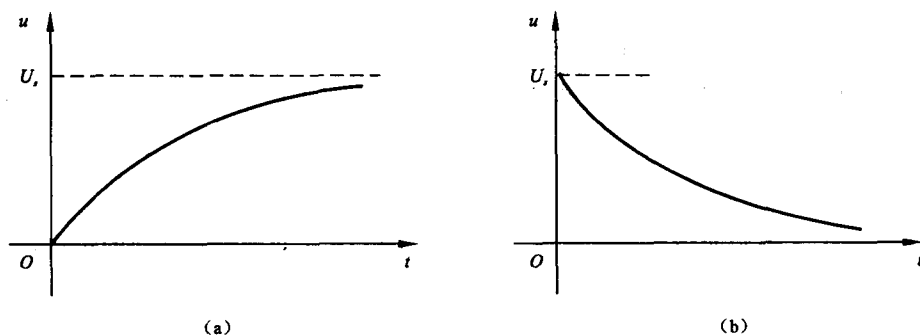


图 1-9 电容器充、放电曲线

第二, 电容器充、放电过程中, 电容器的端电压按指数规律变化的快慢, 取决于电路中电阻和电容乘积 RC 的大小。 RC 越大, 充、放电进行得越慢; 反之, 充、放电进行得越快。通常称 RC 为充、放电电路的时间常数, 用 τ 表示, 记为:

$$\tau = RC \quad (1-7)$$

时间常数的单位为秒(s)。

三、电容元件中的电压和电流

观察由电容器、白炽灯和干电池组成的实验电路,如图 1-10 所示。开关闭合之前,电路中没有电流,白炽灯不亮。开关刚闭合时,白炽灯闪亮一下,然后逐渐暗下去,直至完全熄灭。这说明该电路中只有极短暂的电流。若把以上实验装置接到大小和方向都随时间作周期变化的交流电源上,情况则完全不同,开关闭合后,白炽灯一直发光,这说明电路中始终有电流通过。

由此可知,只要电容器的端电压随时间变化,电容器中就有持续的电流通过。

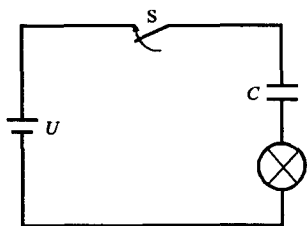


图 1-10 电容器和白炽灯连接

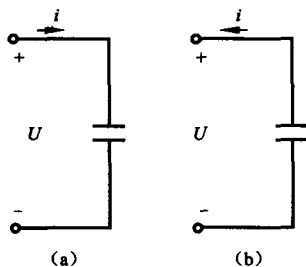


图 1-11 电容中的电流

实验证明,通过电容器电流的大小和端电压的变化速度成正比,说明它是一个变量。选择电流的参考方向与电压的参考方向一致或相反时,电流的计算公式分别为:

$$i = C \frac{\Delta U}{\Delta t} \quad (1-8)$$

$$i = -C \frac{\Delta U}{\Delta t} \quad (1-9)$$

式(1-8)、(1-9)说明:电容的端电压变化越快,通过极板的电流就越大;反之,电流就越小。在直流电路中电压为恒定值,通过电容器的电流为零,称为“隔直”。

四、电容器的分类、用途和选用

电容器的种类很多,按容量是否可调分为固定电容和可调电容。固定电容按所用介质的不同,又可分为纸介电容、云母电容、陶瓷电容、电解电容等。一般情况下电解电容有固定的正、负极,并把它标注在电容器的外表面上。在使用时,电解电容的正极必须接高电位。

电容器在电子线路中,可以用来隔直、滤波、移相、选频和旁路;在电力系统中,可以用来改善系统的功率因数;在机械加工工艺中,可用于电火花加工。在不同的应用电路中,应选用不同类型的电容器。

任何一种类型的电容器,都规定了额定容量和额定电压。电容器额定电压是指电容器在电路中长期工作而不被击穿所能承受的最大直流电压,俗称耐压。一个电容器两端所加电压必须在额定值以下,否则,电容器就会被击穿而损坏。电容器的额定电压和额定容量用数字标注在电容器外表面上。

五、电感元件

电感元件是电感线圈的理想化模型,简称电感。