

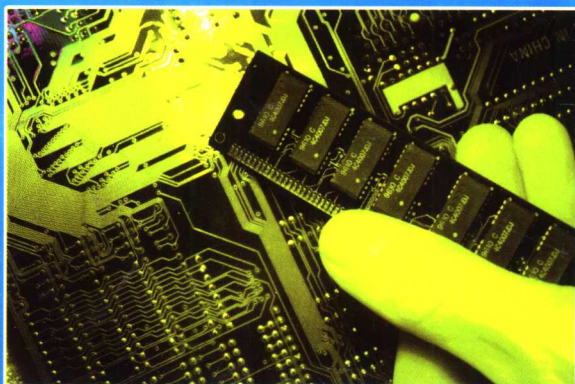


中等职业教育规划教材
根据教育部中等职业学校新教学大纲要求编写

电工基础

中等职业教育规划教材编写组

吴 静 主编



中华工商联合出版社
CHINA INDUSTRY & COMMERCE ASSOCIATED PRESS

中等职业教育规划教材

电工基础

中等职业教育规划教材编写组

吴 静 主编

中华工商联合出版社

责任编辑:曹荣 卢俊

封面设计:陈立明

图书在版编目(CIP)数据

电工基础/吴静主编. —北京:中华工商联合出版社,2006.11

中等职业教育规划教材

ISBN 7-80193-510-1

I. 电... II. 吴... III. 电工学—专业学校—教材 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 136230 号

中华工商联合出版社 出版、发行

北京东城区东直门外新中街 11 号

邮编:100027 电话:64153909

网址:www.chgslcbs.cn

北京鸿鹄印刷厂印刷

新华书店总经销

787×1092 毫米 1/16 印张:12.25 250 千字

2006 年 11 月第 1 版 2006 年 11 月第 1 次印刷

ISBN 7-80193-510-1/G·164

定价:16.50 元

中等职业教育规划教材

出版说明

为了更好地贯彻《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,全面落实《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,中等职业教育教材编写组组织相关力量对实现中等职业教育培养目标、保障重点专业建设的主干课程进行了规划和编写。从 2006 年秋季开始,中等职业教育规划教材将陆续出版,提供给广大中等职业学校使用。

中等职业教育规划教材是面向中等职业教育的规范性教材,严格按照国家教育部最新颁发的教学大纲编写,并通过了专家的审定。本套教材深入贯彻了素质教育的理念,突出了中等职业教育的特点,注重对学生的创新能力和实践能力的培养。本套教材在内容编排、例题组织和图示说明等方面努力作出创新亮点,在满足不同学制、不同专业以及不同办学条件教学需求的同时,实现教学效果的最优化。

希望各地、各校在使用本套教材的过程中,认真总结经验,及时提出改善意见和建议,使之不断地得到完善和提高。

中等职业教育规划教材编写组

前 言

随着社会经济的发展,突出了对技术人才的需求,也对技术人才的专业知识和操作技能提出了更高的要求。相应的,职业学校的教材内容和教学方法也在不断地调整。

本书是中等职业学校电类专业的一门技术基础课程。其任务是使学生具备从事电气电子工作所必需的电工基本知识、基本理论和基本技能,并为学习后续电类相关课程和培养学生的创新能力打下基础。

本书根据2000年教育部颁发的中等职业学校电类专业通用的《电工基础教学大纲》(试行)编写,同时参考了有关行业的职业技能鉴定规范及中级电工考核标准,从目前中等职业学校的学生实际出发,简化理论教学,突出能力培养,着重培养学生的学习能力、分析问题的思维能力,应用知识解决问题的能力和动手操作的能力。

本书既覆盖了教学大纲的知识点,又体现了时代特征,并增加了一些实用的新知识、新技术。在文字上力求通俗易懂,降低理论难度。本书共分8章,另有学生实验14个,书后并设有附录。每章前设计了知识目标和学习目标,有利于学生自学,另外书中还增加了一些课外小知识,如电工常识和知识拓展等,章末还配有针对性习题,以便学生更多地更好地掌握所学的知识。

本课程分两个学期进行教学,一般为三年制安排在一年级下学期和二年级上学期开设,整本书学完大约需100学时(各章实验包括其中)。本课程基础模块学时必须予以保证,选用模块的学习根据各专业需要安排。课时分配建议参见下表。

学时分配建议表

模 块	课时内容	课时分配		小 计
		讲课	习题课	
基础模块	电路的基础知识	10	2	10
	直流电阻电路	16	4	16
	电容和电感	14	2	14
	正弦交流电路	14	4	20
	三相正弦交流电路	8	2	7
		62	14	76
选用模块	磁路和磁性材料	5	1	6
	非正弦周期波	3	1	4
	信号与系统的基本知识	3	1	4
		11	3	14
应用模块	本模块最少选用	6		6
机动学时		4		4
建议总学时		83	17	100

本书由吴静主编。在编写过程中,参阅了大量书刊和相关论著,并吸取了其中的最新研究成果和有益经验,在此向原著者表示衷心的感谢!

由于编者时间仓促,精力有限,书中难免会有缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 电路的基础知识	1
第一节 电路	1
第二节 电路中的基本物理量	3
第三节 电源与电源的电动势	8
第四节 电阻和欧姆定律	10
第五节 焦耳—楞次定律	15
本章小结	19
本章习题	20
第二章 直流电阻电路	21
第一节 电阻串联电路	21
第二节 电阻并联电路	24
第三节 电阻混联电路	26
第四节 基尔霍夫定律	29
第五节 支路电流法	32
第六节 电路中各点电位的计算	33
第七节 电压源与电流源的等效变换	34
第八节 叠加定理	37
第九节 戴维南定理	38
本章小结	43
本章习题	44
第三章 电容和电感	46
第一节 电场	46
第二节 电容	47
第三节 电容器的连接	51
第四节 磁场	54

第五节 电磁感应	61
第六节 电感	64
第七节 自感现象和自感电动势	68
本章小结	70
本章习题	71
第四章 正弦交流电路	73
第一节 正弦交流电的基本概念	73
第二节 正弦交流电的表示方法	78
第三节 正弦交流电的简单运算	80
第四节 正弦交流电路	82
第五节 RLC 串联电路	89
第六节 交流电路的功率	97
本章小结	102
本章习题	104
第五章 三相正弦交流电路	106
第一节 三相交流电的产生和特点	106
第二节 三相电源和负载的连接	107
第三节 对称三相电路的计算	111
第四节 三相电路的功率计算	112
本章小结	114
本章习题	114
第六章 磁路和铁磁性材料	116
第一节 磁路的基础知识	116
第二节 磁路的相关定律	117
第三节 线圈的互感	118
第四节 变压器	121
第五节 铁磁性材料的基础知识	126
本章小结	129
本章习题	130

第七章 非正弦周期波	132
第一节 常见的非正弦周期波	132
第二节 非正弦周期波的分解	133
第三节 非正弦周期波的有效值和平均功率	136
本章小结	138
本章习题	139
第八章 信号与系统的基本知识	140
第一节 信号与系统概述	140
第二节 信号的种类和传输	141
第三节 系统和网络	144
本章小结	146
本章习题	146
学生实验	147
实验一 电工基本技术及电工常用仪表的使用	147
实验二 电压表的改装和校准	148
实验三 万用表的使用	150
实验四 伏安法测量电阻	151
实验五 用惠斯通电桥测量电阻	153
实验六 基尔霍夫定律的验证	157
实验七 叠加原理的验证	159
实验八 戴维南定理的验证	160
实验九 示波器的使用	162
实验十 单相交流电路	166
实验十一 串联谐振电路	168
实验十二 三相负载星形连接	169
实验十三 三相负载三角形连接	172
实验十四 单相变压器	174
附录 1	176
附录 2	180



第一章 电路的基础知识

知识目标

电路是电工技术和电子技术的主要研究对象。本章的主要内容包括3个方面:电路的基本概念;电路中的基本物理量;电路中的基本定律。这些是电路的基础知识,只有牢固地掌握它们,才能更好地学习和理解后续各章节的内容。

学习目标

1. 了解电路的基本组成和各部分的作用。
2. 理解电流、电位、电压、电功、电功率、电动势、电阻等基本物理量的含义。
3. 掌握欧姆定律,了解阻抗匹配的含义。
4. 了解焦耳—楞次定律。

第一节 电 路

一、电路的概念

火车走的路叫铁路,轮船走的路叫水路。由此可直观地联想到,电流流过的路叫电路。具体地说,电路是由电气设备和元器件按一定方式联接起来,为电流流通提供的路径。与铁路、水路不同,电路必须是一个闭合的回路,否则电流无法流通。最简单的电路是由电源、负载、开关和导线等元件组成,图1-1所示为手电筒的电路。这里,电源是将其他形式的能量转换成电能的装置,常见的电源有干电池、蓄电池和发电机等;负载是将电能转换成其他形式的能量的用电器,如电灯、电动机、电冰箱等;开关是用来控制电路的通断;导线是电能传输和分配的载体。

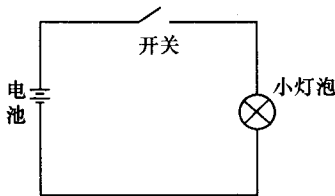


图 1-1 手电筒的电路示意图

电路的作用主要有两方面:一是传输和转换电能,例如在电力系统中,发电厂发出的电能需要经过电路网络传输至用户端,而用户也要通过各种形式的电路将电能转换成日常生活所需的其他能量;二是传递和处理信号,例如电视机电路、计算机电路以及各种仪器仪表电路等。



电路的大小可以相差很大。例如,硅片上的集成电路,其尺寸可以小到毫米(mm),甚至是微米(μm);输电网络也是由电路构成的,其可以遍布于整个国家,甚至跨越到其他国家。我国国家电网包括华北电网、东北电网、华东电网、华中电网、西北电网5大电网。

二、电路模型

组成实际电路的器件和设备是多种多样的,当电流流过这些仪器设备时将发生复杂的物理过程。例如,电流流过白炽灯时,它不仅会发光,还会发热,同时还会对其他正在使用的用电器造成轻微的电磁干扰。为了研究电路的特性和功能,必须对实际的电器进行科学的抽象,用一些近似化、理想化的模型来代替它们的功能,这种模型称为理想电路元件。理想电路元件体现了实际电器的主要电磁特性,忽略了其他次要性质。以白炽灯为例,由于在大部分情况下它的功能是将电能转化成热能,因此可以利用理想的电阻元件来代替它。把理想的电路元件按照实际电路的逻辑规律连接起来便构成了电路模型。我们常利用一些符合国家标准的图形符号和文字符号来简单、直观地表示电路模型,称之为电路图。电路图只反映各理想电路元件在电路中的作用及相互联接方式,并不反映实际设备的内部结构、几何形状及相互位置。图1-2给出了手电筒的电路模型(电路图),其中,小灯泡用电阻 R 表示,电池用理想电池 E 和电阻 r 的串联组合表示,开关用 S 表示。

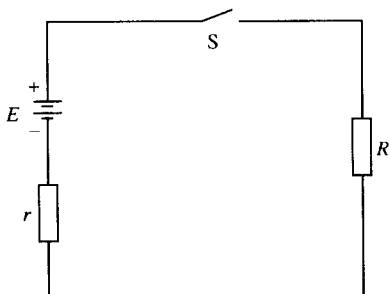


图1-2 手电筒的电路模型

理想的电路元件分为两类:一类是有实际的电器元件与它相对应,如电阻器、电感器、电容器、电压源、电流源等;另一类是没有与它直接对应的实际电器元件,如受控源,此时为了反映实际电器元件的主要特性,需要将电阻器、电感器、电容器等元件组合起来表示。

三、电路的工作状态

电路具有通路、开路和短路3种工作状态。

电路中的电流必须按照规定的路径流通。无论是简单的电路(如手电筒),还是复杂的电路(如收音机),电流的流通过程必须是闭合的,即电流从电源正极出发,流经导线、开关、负载等,再回到电源的负极。这种状态被称为通路状态,或者称闭路状态。只有处在通路状态的负载



才能正常工作。

如果电流流通的路径中有任何一处损坏(如断开或烧毁),则此电路被称为断路状态,或者称开路状态,此时电路中无电流,负载无法工作。

当电源两端或电路中某些部分被导线直接相连,这时电源输出的电流不经过负载,只经过连接导线直接流回电源,则此电路被称为短路状态,简称为短路。短路时,电路中的电流非常大,很容易损坏电器和导线,甚至造成火灾。为了避免短路状态,各种电器常配有保险装置。

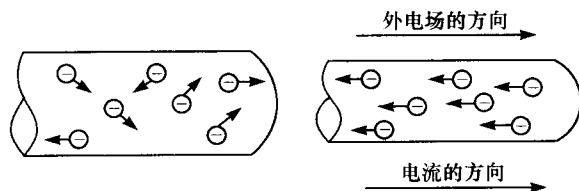
第二节 电路中的基本物理量

为了表征电路的状态和各组成部分之间的能量转换关系,常需要用到一些具有特定含义的物理量,例如电流、电压、电位、电功率、电能等。

一、电流

在介绍电流的概念之前,首先来简要地回顾一下“电荷”的相关知识。我们知道,摩擦后的物体具有吸引轻小物体的性质,这种现象称为物体带了电荷。由于电荷相互作用的形式不同,人们规定自然界有两种电荷:正电荷和负电荷。同种电荷之间相互吸引,异种电荷之间相互排斥。根据电荷间的相互作用可以制成检验物体是否带电的仪器——验电器。由验电器有无张角及张角的变化可判断物体是否带电、带电的种类及带电的多少。

电荷在电路中沿着一定的方向作有规律的定向移动便形成了电流。不同的导电材料中可以自由移动的电荷不同。在金属导体中,可以自由移动的电荷是电子。如图1-3所示,电子在外电场的作用下逆着电场力的方向运动,于是在导体中出现了电流。在某些电解液或气体中,可以自由移动的电荷是正离子或负离子,在外电场的作用下它们同样可以形成电流。由此可见,产生电流必须具备两个基本条件:物体内部存在能自由移动的电荷;外部存在使自由电荷定向移动的电场,两者缺一不可。



(a) 金属导体中的自由电子 (b) 金属导体中的电流

图 1-3 金属导体中电流的形成

电流的大小常用电流强度来表示,其在数值上等于单位时间内流过某一导体横截面的电量(也称电量)。电流强度的计算公式为:

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

式中, I 表示电流强度, q 表示在 t 时间内通过导体横截面的电量。



在国际单位制中,电量的单位是库仑(C)(简称库),时间的单位是秒(s),电流的单位是安培(A)(简称安),那么:

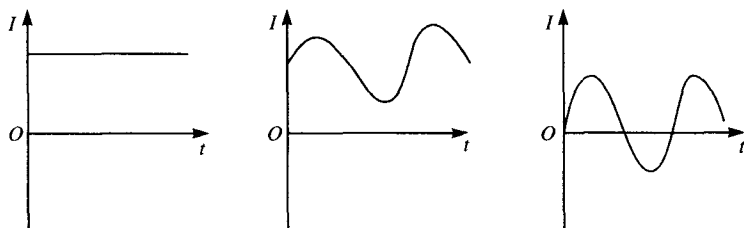
$$1 \text{ 安培} = \frac{1 \text{ 库仑}}{1 \text{ 秒}}$$

计量大电流时可以选择千安(kA)作单位,计量微小电流时可以选择毫安(mA)或微安(μA)作单位,它们之间的换算关系是:

$$1\text{kA} = 10^3\text{A} = 10^6\text{mA} = 10^9\mu\text{A}$$

电流不仅有大小,而且还有方向。习惯上规定正电荷移动的方向即为电流的方向。对于金属导体,由于作定向移动的是自由电子,因而电流的方向与其移动的方向相反。实际分析电路时,电流的方向可以任意标定,任意标定的方向叫参考方向。当电流的分析结果为正值时,表明电流的实际方向与参考方向相同;为负值时,表明电流的实际方向与参考方向相反。需要注意,电流的参考方向一旦确定,则电路分析的整个过程中都不能再随便改动。

如图1-4所示,大小和方向不随时间变化的电流叫直流,也称恒定电流;方向不变,但大小随时间变化的电流叫脉动电流;大小和方向均随时间变化的电流叫交变电流。



(a) 直流电流 (b) 脉动电流 (c) 交变电流

图1-4 电流的类型

电路中电流的大小可以利用电流表进行测量。测量前应注意选择适当类型的电流表(测量直流电流应选择直流电流表,测量交变电流应选择交流电流表),并注意电流表的量程应大于实际的电流,但是不能过大,否则测量误差较大。测量时电流表应串联在电路中,电流从表的正端流入,从负端流出。

例1-1 如果在100秒内通过导体横截面的电量为2C,求通过导体的电流。

解
$$I = \frac{q}{t} = \frac{2}{100}\text{A} = 0.02\text{A} = 20\text{mA}$$

例1-2 如图1-5所示电路,请说出电流的实际方向。

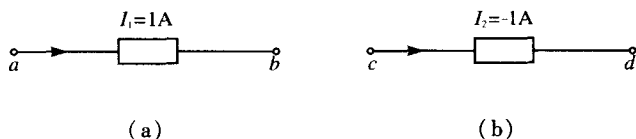


图1-5 电流方向的判断

解 图(a)中电流的参考方向由a指向b,计算出的 $I_1 = 1\text{A} > 0$,说明电流的实际方向与参考方向相同,所以电流的实际方向由a指向b。

图(b)中电流的参考方向由c指向d,但是计算出的 $I_2 = -1\text{A} < 0$,说明电流的实际方向与



参考方向相反,所以电流的实际方向由 d 指向 c 。

二、电位与电压

1. 电位

物体处于不同的高度,具有不同的位能。相对高度越高,位能就越大。水总是从高水位流向低水位,而水位越高的地方位能也越大。电也是如此。电荷在电路中各点所具有的能量也是不等的。单位正电荷在某点具有的能量叫做该点的电位。电位是表示电路中某一点性质的物理量,它是一个相对的物理量。在电路分析中,要想确定某一点 A 的电位,必须首先选取一个参考点 O ,并规定 O 点的电位为零电位,然后再讨论 A 点相对于 O 点的电位。

A 点的电位定义为电场力将单位正电荷从 A 点移到参考点 O 所作的功。电位的国际单位与下面将介绍的电压的国际单位相同,均为伏特(V)(简称伏)。如果电场力将正电荷 q 从 A 点移到 O 点所作的功为 W_A ,则 A 点的电位 U_A 的计算公式为:

$$U_A = \frac{W_A}{q} \quad (1-2)$$

参考点的选择原则上是任意的,但在研究实际问题时,通常选择大地(之所以选择大地为参考电位是因为大地容纳电荷的能力非常大,其电位比较稳定,不受局部电荷变化的影响)或无穷远处为零电位参考点。在电子线路中一般选择公共点或机壳作为参考点。在工业生产上,任何电气设备正常工作时,不该带电的金属部分都需要接地,使它们的电位与大地的电位均为零,以保证人身安全。

值得注意的是,电路中各点的电位是相对的,与参考点的选择有关。选择不同的参考点,电路中同一点的电位也不同。但是参考点一旦选定,各点的电位也将是唯一确定的值。如果某点的电位比参考点的电位高,则该点的电位为正值;如果某点的电位比参考点的电位低,则该点的电位为负值。

2. 电压

我们知道,要使灯泡发光,需要有电流流过。而电流产生的条件是物体内部存在自由电荷,外部存在使自由电荷定向移动的电场。自由电荷在外电场的作用下作定向移动,这个过程中电场力对电荷作功,作功的大小可以利用电压这个物理量来衡量。

电路中两点间的电位之差即是两点间的电压也称为电位差。也就是将单位正电荷从电路中的一点移到另一点电场力所作功的大小。如果电场力将正电荷 q 从 A 点移到 B 点所作的功为 W_{AB} ,则 A 点与 B 点的电压 U_{AB} 的计算公式为:

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q} \quad (1-3)$$

如果 A 点的电位为 U_A , B 点的电位为 U_B ,则 A 点与 B 点之间的电压 U_{AB} 的计算公式为:

$$U_{AB} = U_A - U_B \quad (1-4)$$

在国际单位制中,功的单位为焦耳(J)(简称焦),电量的单位为库仑(C)(简称库),电压的单位为伏特(V),那么:

$$1 \text{ 伏特} = \frac{1 \text{ 焦耳}}{1 \text{ 库仑}}$$



电压的常用单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)等,它们之间的换算关系为:

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

电压不仅有大小,也有方向。电压的实际方向规定为电位降低的方向,因此电压也常被称作电压降。电压是对电路中的两点而言的。例如, U_{AB} 表示单位正电荷从电路中的A点运动到B点时电场力所作的功,于是 U_{AB} 的方向是由A指向B。在电路图中,电压的方向有时也称为是电压的极性,用“+”、“-”两个符号表示。和电流一样,在电路分析中,任意两点之间电压的实际方向往往不能预先确定,只有先假定一个参考方向,然后根据最终计算结果的正负来判断实际的方向。如果计算结果为正值,则电压的实际方向与假定的参考方向是一致的;否则,电压的实际方向与假定的参考方向相反。

大小和方向不随时间变化的电压叫直流电压;大小和方向均随时间变化的电压叫交变电压。

电路中电压的大小可以利用电压表进行测量。测量前应注意选择适当类型的电压表(测量直流电压应选择直流电压表,测量交变电压应选择交流电压表),并注意电压表的量程应大于实际的电压,但是不能过大,否则测量误差较大。测量时电压表应并联在被测电压的两端,被测电压的“+”极性与表的正端相连,“-”极性与表的负端相连。

例1-3 若电路中A点的电位为 $U_A = 3\text{V}$,B点的电位为 $U_B = 5\text{V}$,C点的电位 $U_C = 4\text{V}$,求:

(1)A点与B点的电压 U_{AB} ,B点与A点的电压 U_{BA} 。

(2)如果以C点为零参考电位,那么A点的电位 U_A 与B点的电位 U_B 分别是多少?此时 U_{AB} 与 U_{BA} 分别是多少?

解 (1) $U_{AB} = U_A - U_B = 3\text{V} - 5\text{V} = -2\text{V}$

$$U_{BA} = U_B - U_A = 5\text{V} - 3\text{V} = 2\text{V}$$

(2)以C点为零参考电位,根据电位的定义,A点的电位表示将单位正电荷从A点移动到C点电场力所作的功,于是:

$$U_A = U_{AC} = 3\text{V} - 4\text{V} = -1\text{V}$$

$$U_B = U_{BC} = 5\text{V} - 4\text{V} = 1\text{V}$$

$$U_{AB} = U_A - U_B = -1\text{V} - 1\text{V} = -2\text{V}$$

$$U_{BA} = U_B - U_A = 1\text{V} - (-1)\text{V} = 2\text{V}$$

通过例1-3的分析可以发现:

(1)如果电路中A点与B点的电压为 U_{AB} ,B点与A点的电压为 U_{BA} ,则 U_{AB} 与 U_{BA} 大小相等,方向相反,即:

$$U_{AB} = -U_{BA}$$

(2)参考点不同,电路中同一点的电位也不同,但两点间的电压是不随参考点的改变而变化。

三、电功与电功率

1. 电功

电流通过电炉时电能转换成了热能;电流通过电动机时电能转换成了机械能;电流通过电



解槽时电能转换成了化学能。这些都说明电流作了功,并且在做功的过程中,将电能转换成了其他形式的能。电流做功实际上是电场力做功,因此,常用电功来衡量电能的大小。

根据电压的定义可知,正电荷 q 从 A 点移动到 B 点,电场力作的功 W 的计算公式为:

$$W = qU_{AB} \quad (1-5)$$

又根据电流的定义可得:

$$q = It \quad (1-6)$$

将式(1-6)代入式(1-5),可得:

$$W = U_{AB}It \quad (1-7)$$

在国际单位制中,电功的单位是焦耳(J)(简称焦)。

$$1 \text{ 焦耳} = 1 \text{ 库仑} \times 1 \text{ 伏特} = 1 \text{ 伏特} \times 1 \text{ 安培} \times 1 \text{ 秒}$$

工程应用中,用电器及其他设备损耗的电能常用千瓦时($\text{kW} \cdot \text{h}$)来计量,俗称度。它可以利用电度表来测量。

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

2. 电功率

单位时间内电场力所作的功称为电功率。也可以说成,单位时间内电路产生或消耗的电能叫做电功率。如果用 P 表示电功率,则:

$$P = \frac{W}{t} = U_{AB}I \quad (1-8)$$

由此可见,某段电路上的电功率与这段电路两端的电压和电路中的电流成正比。

在国际单位制中,电功率的单位为瓦特(W),简称瓦。

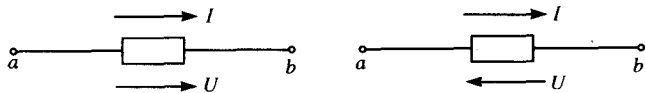
$$1 \text{ 瓦特} = \frac{1 \text{ 焦耳}}{1 \text{ 秒}} = 1 \text{ 伏特} \times 1 \text{ 安培}$$

电功率的常用单位有千瓦(kW)、毫瓦(mW),它们之间的换算关系为:

$$1 \text{ kW} = 10^3 \text{ W} = 10^6 \text{ mW}$$

在实际使用时,往往需要判断用电器和设备是吸收电功率还是发出电功率。这里给出一种简便的方法。在分析电路时,首先假定电压的方向,然后将流过负载电流的方向设定为从电压的正端流向负端(这种参考方向称为关联参考方向),在这种情况下,如果最后计算得到的功率是正值,则表明用电器消耗功率;如果最后计算结果为负值,则表明用电器吸收功率。相反,如果流过负载电流的方向设定为从电压的负端流向正端(这种参考方向称为非关联参考方向),此时如果功率的计算结果为正值,则表明电器吸收功率;如果计算结果为负值,则表明电器消耗功率。图1-6显示了电压和电流的关联参考方向以及非关联参考方向。

电功率可以利用功率表来测量。



(a) 关联参考方向

(b) 非关联参考方向

图1-6 关联参考方向和非关联参考方向

例1-4 一只底部标识有“220V、40W”字样的白炽灯在正常工作下,通过它的电流有多大?

解 根据 $P = U_{AB}I$, 有:

$$I = \frac{P_{\text{额定}}}{U_{\text{额定}}} = \frac{40}{220} \text{A} \approx 0.18 \text{A}$$

例1-5 某冰箱的额定功率是0.67kW, 平均每天开机10小时, 如果每度电需交4角4分的电费, 那么一天内用户为该冰箱将交多少电费?

解 冰箱消耗的电能: $W = Pt = 0.67 \times 10 \text{kW} \cdot \text{h} = 6.7 \text{kW} \cdot \text{h}$

需交电费: $6.7 \times 0.44 \text{元} \approx 2.95 \text{元}$



用电器上通常都标明电功率和电压, 它们是用电器的额定功率和额定电压, 也即是用电器正常工作时的功率和电压。如果用电器两端的电压超过了它的额定电压, 则用电器很容易烧坏; 如果用电器两端的电压低于它的额定电压, 则用电器无法正常工作。例如, 如果加在白炽灯上的电压低于它的额定电压, 则白炽灯会变暗。

第三节 电源与电源的电动势

一、电源

把非电能转换成电能的设备称为电源。在电路中, 电源以外的部分称为外电路; 电源以内的部分称为内电路, 如图1-7所示。每个电源都有两个电极, 电位高的电极为正极, 电位低的电极为负极。为了使电路中能维持一定的电流, 电源内部存在一种非电场力(也称为电源力或局外力), 它能使正电荷不断地聚集到正极, 负电荷不断地聚集到负极, 从而使电源的两极存在一定的电位差。

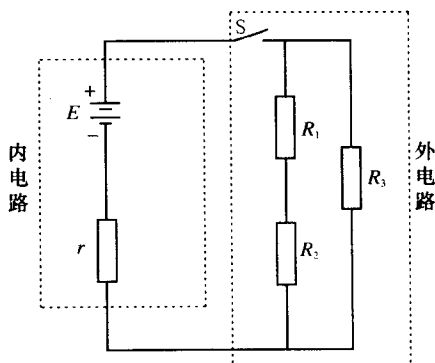


图1-7 内电路和外电路



对于实际的电源,常用电压源模型和电流源模型来构建它们的电路模型。

二、电源的电动势

为了衡量电源将其他形式的能转换成电能的能力,我们采用电动势这个物理量。电动势定义为:在电源内部,非电场力将单位正电荷从电源负极经电源内部移动到电源正极所作的功。

在国际单位制中,电动势的单位是伏特。电动势不仅有大小,还有方向。电动势的大小等于电源两端的电位差,它只取决于电源本身的性质,与外电路的性质以及是否接通外电路无关。每个电源都有一定的电动势。电动势的方向一般规定为由电源的负极指向正极,即非电场力推动正电荷运动的方向。

三、电压源和电流源

电源两端保持固定电压值不变的电源称为理想电压源。它有两个基本的性质:电源的端电压或者电源的电动势是确定的值,与流过的电流无关;流过电源的电流的大小由外电路决定。实际上,理想的电压源是不存在的。任何类型的电压源的内部都存在电阻,因而电流流过时总要消耗一定的电能。实际的电压源常利用一个理想电压源和一个电阻串联的形式来等效。电压源的电路符号如图 1-8 所示。

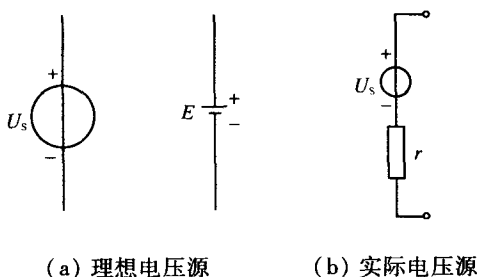


图 1-8 电压源的电路符号

能够提供一定电流的电源称为理想电流源。它有两个基本性质:电源对外输出的电流是确定的值,与电源两端电压无关;电源两端电压的大小由外电路决定。理想的电流源在实际中也是不存在的。实际的电流源常利用一个理想的电流源和一个电阻并联的形式来等效。电流源的电路符号如图 1-9 所示。

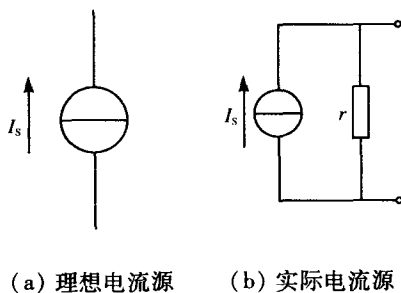


图 1-9 电流源的电路符号