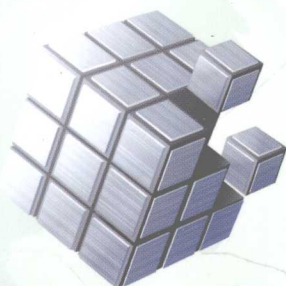


高职高专电子信息类“十二五”规划教材
安徽省高等学校“十一五”省级规划教材



YZLI0890173169

电工基础

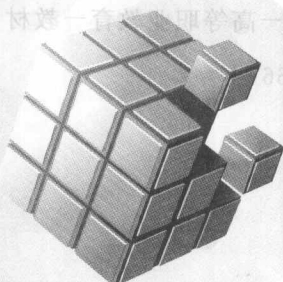
DIANGONG JICHU

曹光跃 朱钰铎 主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

高职高专电子信息类“十二五”规划教材
安徽省高等学校“十一五”省级规划教材



YZLI0890173169

电工基础

DIANGONG JICHU

曹光跃 朱钰铨 主编



北京师范大学出版集团
BEIJING NORMAL UNIVERSITY PUBLISHING GROUP
安徽大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工基础 / 曹光跃, 朱钰铎主编. —3 版. —合肥: 安徽大学出版社, 2012. 8

高职高专电子信息类“十二五”规划教材

ISBN 978-7-5664-0476-3

I. ①电… II. ①曹… ②朱… III. ①电工学—高等职业教育—教材 IV. ①TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2012)第 173466 号

电工基础

曹光跃 朱钰铎 主编

出版发行: 北京师范大学出版集团
安徽大学出版社
(安徽省合肥市肥西路 3 号 邮编 230039)

www.bnupg.com.cn

www.ahupress.com.cn

经 销: 全国新华书店
印 刷: 合肥现代印务有限公司
开 本: 184mm×260mm
印 张: 9
字 数: 223 字
版 次: 2012 年 8 月第 3 版
印 次: 2012 年 8 月第 1 次印刷
定 价: 18.00 元

ISBN 978-7-5664-0476-3



策划统筹: 李 梅 武溪溪
责任编辑: 武溪溪

装帧设计: 李 军
责任印制: 赵明炎

版权所有 侵权必究

反盗版、侵权举报电话: 0551-5106311

外埠邮购电话: 0551-5107716

本书如有印装质量问题, 请与印制管理部联系调换。

印制管理部电话: 0551-5106311

前言

《电工基础》是高等职业教育电气、电子信息类专业的重要课程。教学必修内容约为 74 学时。

在当下的高等职业教育改革中,以工作过程知识为课程内容,将理论知识与实践技能相结合的项目课程成为高职教育的一个亮点。以安徽电子信息职业技术学院项目组为主体的老师们,与兄弟院校合作,通过课程整合,选取切合有效的载体,设置教学项目,引入相关知识内容。本教材的主要内容分为直流照明电路的设计与测试、日光灯电路的研究与设计、简易电子门铃的制作和调试、变压器的结构等 10 个模块,将电工基础的理论知识融入到项目教学之中。

本教材更加切合电气、电子信息类专业高职高专教学层次,更适应规定的教学时数,从内容和编写上更便于教和学,使学生能较好地掌握必要的电工技术基础知识,提高学生的应用能力。本教材具有以下几方面特点:

一、尽可能体现高等职业教育以市场为导向、以服务为宗旨的办学特色。我们本着够用为度的原则,打破了传统教材中过于注重系统性的倾向,摒弃了一些繁琐的推导,精简了内容,突出了实用技能,使内容体系更适合于高等职业教育服务于市场经济的需要。

二、突出行动特色。在编写上以项目教学的形式划分全书的结构,在项目选取上充分考虑课程的特点和学生的认识规律,注重教学情景的设计以及理论、实践一体化,让学生边做边学,带着问题进行学习和探究。

三、更适应服务社会经济发展的需求。着重以培养职业岗位群的综合能力为目标,精选了一些实训内容,使理论教学和实践教学更紧密地衔接起来,着力培养和提高学生的综合素质及创新能力,以促进学生的全面发展。

四、在精选教材内容的同时,注意联系生产建设的实际,介绍一些新知识、新技术、新工艺和新方法,力争使教材具有一定的超前性、先进性和科学性。

本书由安徽电子信息职业技术学院曹光跃老师和朱钰铨老师共同担任主

编,对全书进行了统稿工作,曹光跃老师编写了模块5至模块8,朱钰铎老师编写了模块9和模块10;安徽电子信息职业技术学院张艳艳老师担任副主编,编写了模块1至模块4。本教材在编写过程中,得到了牛金生老师和《电工基础》(牛金生主编)编写组老师的大力支持,为此对他们表示衷心的感谢!

尽管在教材编写过程中我们吸收和采纳了许多师生的意见和建议,但由于经验和水平的限制,教材中的错误、疏漏和不妥之处在所难免,恳请使用本教材的同仁们不吝指正,我们将诚恳接受并深表谢意!

编者

2012年3月

目 录

模块 1 直流照明电路的设计与测试	1
实训 1-1 安装一个灯泡的直流照明电路	1
实训 1-2 电源的简易测试	10
模块 2 直流照明电路的测试	18
实训 直流照明电路的测量	18
模块 3 多路直流照明电路的安装	24
实训 3-1 照明电路的串、并联安装及参数测试	24
实训 3-2 惠斯通电桥测量电阻	30
模块 4 直流照明电路组成的不平衡电桥电路的安装	33
实训 4-1 不平衡电桥电路的测量	33
实训 4-2 基尔霍夫定律的应用	40
实训 4-3 叠加定理	45
实训 4-4 戴维南定理的验证	50
模块 5 单相交流电的测量	55
实训 日光灯电路的安装与测量	55
模块 6 认识电阻、线圈、电容器	67
实训 交流电路中 R、L、C 元件伏安特性的测定	67
模块 7 日光灯电路的研究与设计	79
实训 日光灯电路的研究和功率因数的提高	79
模块 8 RLC 串联谐振	93
实训 RLC 串联谐振	93
模块 9 简易电子门铃的制作和调试	107
实训 简易电子门铃的制作和调试	107
模块 10 变压器的结构	122
实训 单相变压器参数的实验测定	122

模块 1

直流照明电路的设计与测试



图 1-1 (a)

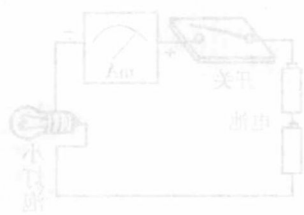


图 1-1 (b)

图 1-1 (a) 直流照明电路原理图 (b) 直流照明电路实物图

三、实训任务

学习目标

- ☐ 了解和认识电路的构成和电路的几种状态。
- ☐ 熟练掌握电路的概念和电路中的物理量。
- ☐ 掌握电源的性质。

工作任务

- ☐ 连接直流照明电路, 认识电路的各组成部分。
- ☐ 测试电路, 认识电路的各物理量。
- ☐ 认识电源, 掌握电源的性质。

实训 1-1 安装一个灯泡的直流照明电路

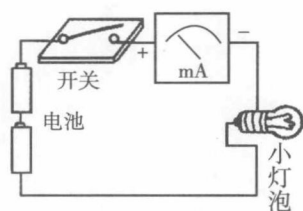
做一做

一、实训目的

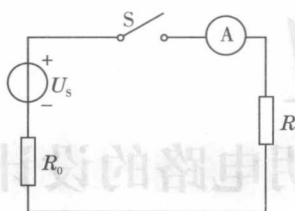
- (1) 熟悉电路的连接方法。
- (2) 掌握电路的构成。
- (3) 掌握电路中的各物理量。
- (4) 认识电源, 掌握电源的性质。

二、实训器材和实训电路

- (1) 实训器材: 干电池 2 节, 小灯泡 1 只, 开关 1 只, 电流表 1 只, 电压表 1 只, 导线若干。
- (2) 实训电路如图 1-1 所示。



(a) 实物连接图



(b) 电路模拟图

图 1-1 一个灯泡的直流照明电路实物连接图及电路模型图

三、实训原理

这是一个简单的实际电路,电路是由两节干电池供电,由一个小灯泡作为用电器,由若干导线和一只开关连接而成。当开关闭合时,电路导通成为通路,电路中的电流表指针偏转(有一定大小的电流),灯泡亮;当开关断开时,电路断开成为开路(断路),则电流表指针指向0,灯泡灭。

1. 电流表的使用

电流表是用来测量电路中支路电流的仪表,分为直流电流表和交流电流表。电流表应串联在被测支路中,注意直流电流表接线端钮是有正负极之分的,电流应从正极流入,负极流出,若接反了会造成指针反偏,可能会打坏表头,所以使用时要注意。直流电流表的表头上常在字母 A 的下面加“—”标志,而交流电流表中常在字母 A 下面加“~”标志。

电流表有许多不同的量程,以用来测量不同大小的电流。我们在进行电流测试前要估算被测支路电流的大小,若被测电流大于电流表的量程,则会使电流表指针超出满偏刻度而打坏表头。若不知道被测支路的电流大小,则选用足够大量程的电流表,以避免打坏表头。

电流表的表头上分布着均匀的刻度线,如图 1-2 所示。由于刻度是均匀的,所以最大刻度处即为最大量程,被测电流的大小根据指针所指比例读数按比例计算即可。如图 1-2 所示,若我们所选量程为 15A,则此时表头示数约为 10A;若我们所选量程为 3A,则表头示数约为 2A。

注意:任何时候不得将电流表直接与电源两端连接,否则可能会烧坏电流表。

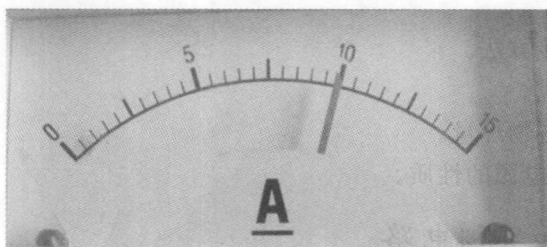


图 1-2 电流表表头刻度盘

2. 电压表的使用

电压表的使用方法和电流表类似,只是连接方式与电流表不同。电压表要并联在被测元件或支路的两端,在直流电路中,电流从标“+”端流入,从标“-”端流出,即“+”端接高电位,“-”端接低电位。

注意:当事先不知道被测电流的方向和被测电压的极性时,可将任意一支表笔接触被测电路或元器件的任意一端,另一支表笔轻轻地试触一下另一被测端,若表头指针正方向(向右)偏转,说明表笔正负性的极性连接是正确的;若表头指针向反方向(向左)偏转,则说明表笔极性接反了,交换表笔即可。

四、实训步骤

- (1)按图 1-1(a)连接电路。认识电路的各组成部分:电源(干电池)、开关、导线、负载(灯泡)、电流表(注意电流应该从电流表的十端流入)。
- (2)断开电路开关 S,观察电路中的电流表指针的偏转情况和电路中的灯泡的状态。再接入电压表,测灯泡两端电压的大小。将结果记入表 1-1。
- (3)将电路的开关 S 闭合,观察电路中的电流表指针的偏转情况和电路中的灯泡的状态。再接入电压表,测灯泡两端电压的大小。将结果记入表 1-1。

表 1-1 实验结果记录表

开关状态	灯亮否	电流大小	电压大小
断开			
闭合			

五、实训思考

请思考电路是如何构成的? 电路中常用的物理量有哪些?

相关知识

一、电路及其模型

(一) 电路

从上面的实训中我们基本上了解了一个电路的构成,简单地说,电路是电流的通路。通常都是由电源、负载和中间环节组成。

1. 电源

电源是给整个电路提供能量的设备。

在实训 1-1 中,两节干电池即电路的电源,给灯泡提供能量,所以灯泡能够发光。除干电池外,还有蓄电池、发电机、信号源等都是电源。

2. 负载

负载是消耗电能的元件。

在实训 1-1 中,灯泡即电路中的负载,它将干电池的电能转化成光能,所以当电路接通,灯泡就亮了。常用的负载还有电炉、喇叭、电动机等。

3. 中间环节

中间环节是用来连接电源和负载的,通常起着传输、控制和分配电能的作用。

输电导线、开关和变压器等都是电路常用的中间环节,在实训 1-1 中,开关、导线即为中间环节。

电路具有三种状态:通路、开路和短路。

通路:也称闭路,指电路各部分连接成闭合回路,有电流通过。

开路:也称断路,指电路断开,电路中没有电流通过。

短路:也称捷路,当电源两端的导线直接相连,这时电源输出的电流不经过负载,只经过导线直接流回电源,这种状态称为短路。

短路时电流很大,容易损坏电源和导线,引起较大危害,所以要尽量避免。但在电子电路的调试过程中,有时会将一部分电路短路,只是为了使被短路部分的电路与调试过程无关。这种部分电路的短路一般不具有危害。

电路通常具有多种功能。一般可分为两大类:一类是能够进行能量转换和传输的电路;另一类是能够实现信号的产生、传递和处理的电路。

(二) 电路模型

电路中的各种元器件一般都比较复杂,为了便于对电路进行分析和计算,常把实际的元器件加以等效化、近似化、理想化,在一定的条件下忽略次要因素,用足以描述其主要特性的“模型”来表示它,即用理想元件来表示。由这种与实际电气元件相对应,并用统一规定的符号表示的理想元件构成的电路,称为“电路模型”。

例如,我们用“电阻元件”这样一个理想电路元件来反映消耗电能的特征。这样,我们常用“电阻元件”来表示所有的电阻器(如电炉、电灯、电烙铁等实际元器件)。类似的,如干电池、发电机等电源则可以用一个“理想电压源”来近似表示。

实训 1-1 中的实际电路的电路模型即如图 1-1(b)所示。本书在未加特别说明时,我们所说的电路都是指这种抽象的电路模型,所说的元件均指理想元件。

当理想元件具有两个端钮与外部连接时,这类元件叫二端元件。如电阻元件、电压源、电流源等。如果没有具体说明是何种二端元件,一般用方框符号表示,如图 1-3(a)表示二端元件 A。而电阻、理想电压源、理想电流源等分别用图 1-3 中(b)、(c)、(d)所画的符号表示。



图 1-3 二端元件的模型符号

二、电路的基本物理量

在实训 1-1 中,电路的开关闭合时,电路中的电流表指针偏转,说明电路中有电流流过,灯泡发光,此时在实验中使用电压表测量灯泡两端,电压表指针偏转,说明灯泡两端有电压产生。下面我们介绍电流和电压的概念与测量方法。

(一) 电流

电路闭合时,有电流通过,电流可分为交流电流和直流电流。大小和方向均随时间变化的称为交流电流,用符号 i 表示。若大小和方向均不随时间变化称为直流电流,则用 I 表示。

我们知道,电荷的定向移动形成电流,正电荷运动的方向为电流的实际方向,电流的大小称为电流强度,简称电流,等于单位时间内通过导体横截面的电量。

设在极短的时间内,通过导体横截面的电荷量为 dq ,则电流为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1)$$

在国际单位制(SI)中,时间 t 的单位为秒(s),电量 q 的单位为库仑(C),电流的单位为安培(A)。

当 $\frac{dq}{dt}$ 为常量时,即任意时刻,通过导体横截面的电量恒定,其大小和方向都不随时间发生变化,这种电流称为恒定电流,简称直流。常记为 dc 或 DC,符号用 I 表示,即

$$I = \frac{q}{t} \quad (1-2)$$

如果通过导体截面的电量随时间变化,而电荷移动的方向不发生变化,这种电流称为脉动电流。如果电流的大小和方向都随时间变化,则称为交变电流,简称交流,常记为 ac 或 AC。图 1-4 中给出了几种不同的电流形式。

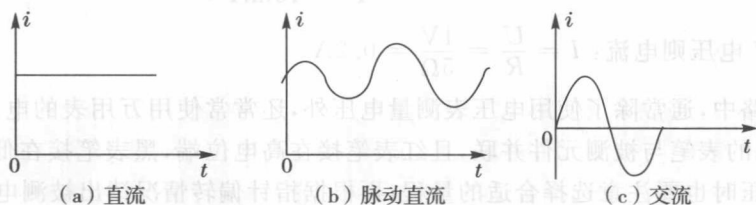


图 1-4 几种不同的电流

(二) 电压

电路中常用到的另一个物理量是电压,电压总是指两点之间而言,所以经常用双下标表示,如图 1-5 中 U_{ab} 指 R 两端的电压,前一个下标 a 代表起点,后一个下标 b 代表终点,电压的方向则由起点指向终点。当电压的方向不随时间变化时,称直流电压,用大写 U 表示;若电压的方向随时间发生变化称交流电压,用小写 u 表示。

电压有时也用电位差来表示。如果在电路中选定一个电位参考点 O ,则空间某点 a 的电位在数值上是点 a 到 O 点的电压差。电位用符号 V 表示,如 a 、 b 两点电位分别表示为 V_a 和 V_b ,那么 a 、 b 间的电压也可表示为:

$$U_{ab} = V_a - V_b$$

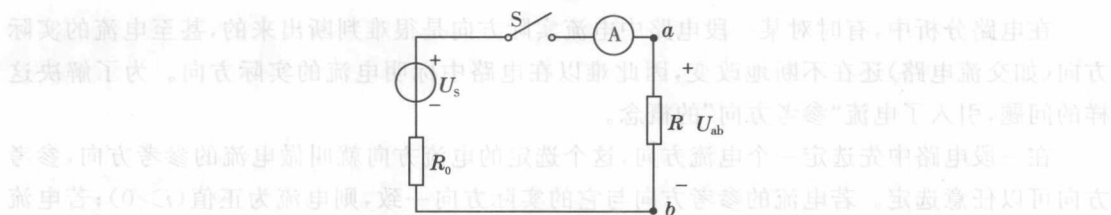


图 1-5 电路中的电位

注意:电位的参考点是可以任意选取的,但一经选定,各点电位的计算即以该点为基准。

如果参考点变了,那么电路中各点电位也随之发生变化,所以电路中各点电位与参考点有关。显然,电路中任意两点间的电压与参考点的选择无关。

在国际单位制中,电压与电位的单位都是伏特(volt),用符号 V 表示。有时也需要用到千伏(kV),毫伏(mV)或微伏(μ V)作单位。它们之间的关系是: $1\text{ kV}=10^3\text{ V}$; $1\text{ V}=10^3\text{ (mV)}=10^6\text{ (}\mu\text{V)}$

根据欧姆定律:流过导体的电流与它两端的电压成正比,与它的电阻成反比。
欧姆定律可以用如下公式表达

$$R = \frac{u}{i} \text{ 或 } R = \frac{U}{I}$$

电阻的单位为欧姆(Ω), 1Ω 等于 1 V/A ,此外还有千欧(k Ω),兆欧(M Ω)。它们之间的关系是: $1\text{ M}\Omega=10^3\text{ k}\Omega=10^6\text{ }\Omega$ 。

例 1-1 有一电阻两端加上 50mV 的电压时,电流为 10mA;当两端加上 1V 电压时,电流值会是多少?

解 根据欧姆定律可知这个电阻值: $R = \frac{U}{I} = \frac{50\text{ mV}}{10\text{ mA}} = 5\Omega$

若加上 1V 电压则电流: $I = \frac{U}{R} = \frac{1\text{ V}}{5\Omega} = 0.2\text{ A}$

在直流电路中,通常除了使用电压表测量电压外,还常常使用万用表的电压档测量电路的电压,万用表的表笔与被测元件并联,且红表笔接在高电位端,黑表笔接在低电位端,不得接反。测量电压时也要注意选择合适的量程,再根据指针偏转情况读出被测电压的大小。

电路中电场力推动电荷做功,把电能转变成了其他形式的能量。为了衡量电场力对电荷作功能力的大小,引入了电压这一物理量。其定义为:电路中 a、b 两点间电压 U_{ab} 的大小等于电场力由 a 点移动单位正电荷到 b 点所做的功。用公式表示为

$$U_{ab} = W_q \tag{1-3}$$

式中 q 为由 a 点移动到 b 点的电量, W 为电场力所作的功。

(三) 电流和电压的参考方向

电流在导线中或一个电路元件中流动的实际方向只有两种可能,如图 1-6 所示。

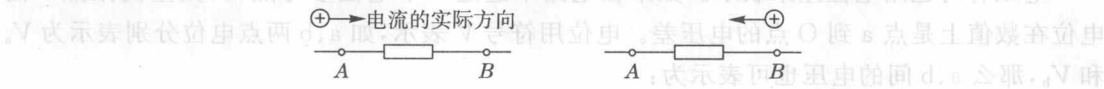


图 1-6 电流的实际方向

在电路分析中,有时对某一段电路中电流实际方向是很难判断出来的,甚至电流的实际方向(如交流电路)还在不断地改变,因此难以在电路中标明电流的实际方向。为了解决这样的问题,引入了电流“参考方向”的概念。

在一段电路中先选定一个电流方向,这个选定的电流方向就叫做电流的参考方向,参考方向可以任意选定。若电流的参考方向与它的实际方向一致,则电流为正值($i>0$);若电流的参考方向与它的实际方向相反,则电流为负值($i<0$),如图 1-7 所示。于是在指定的电流参考方向下,电流值的正和负,就可以反映出电流的实际方向。这样在分析电路时,可以任意假设电流的参考方向,不必考虑它的实际方向,给电路计算带来了很大的方便。



图 1-7 电流的参考方向

电流的参考方向一般用箭头表示,有时也用双下标表示,如 i_{ab} ,其参考方向是由 a 指向 b。

同理,对于一段电路或元件两端也可以任意选定一个方向为电压的参考方向,当电压的实际方向与参考方向一致时,电压为正值($u > 0$);当电压的实际方向与参考方向相反时,电压为负值($u < 0$),如图 1-8 所示。

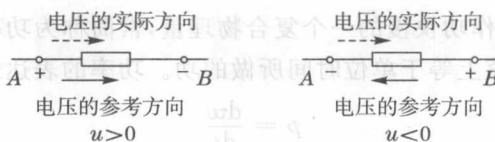


图 1-8 电压的参考方向

电压的参考方向也是任意指定的。在电路中,电压的参考方向可以用一个箭头表示,也可以用正(+)、负(-)极性来表示,由正极指向负极的方向就是电压的参考方向,还可以用双下标表示,如 u_{ab} 表示 a 和 b 之间的电压的参考方向是由 a 指向 b 的。

电流参考方向的选定与电压参考方向的选定是独立无关的。但为了方便起见,如果选定电流的方向与电压的参考方向一致,称为关联参考方向,即选定电流从标以电压“+”极性的一端流入,从标以“-”极性的一端流出,如图 1-9 所示。否则,称为非关联参考方向。本书中若没有特别说明,一般取关联参考方向。

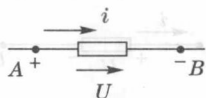


图 1-9 关联参考方向

在关联参考方向下,欧姆定律可以写成如下的公式

$$R = \frac{u}{i} \text{ 或 } R = \frac{U}{I}$$

在非关联参考方向下,则欧姆定律写为

$$R = -\frac{u}{i} \text{ 或 } R = -\frac{U}{I}$$

依据欧姆定律,在实训 1-1 中,我们可以发现灯泡两端有电源提供的电压,则灯泡中就有电流流过,请依据实训 1-1 中测得的数据求出灯泡的电阻值。

例 1-2 在图 1-10 中,五个元件代表了电源或负载电阻,图中标出了电流和电压的参考方向。已知 $U_1=100\text{V}$, $U_2=-70\text{V}$, $U_3=60\text{V}$, $U_4=-40\text{V}$, $U_5=10\text{V}$, $I_1=-4\text{A}$, $I_2=-2\text{A}$, $I_3=6\text{A}$ 。试指出各电流的实际方向和电压的实际极性。

解 图中已标出了电流、电压的参考方向,已知 U_1 、 U_3 、 U_5 和 I_3 的值为正,这表示实际方向与设定的参考方向一致。 U_2 、 U_4 、 I_1 、 I_2 为负值,表示实际方向与参考方向相反。

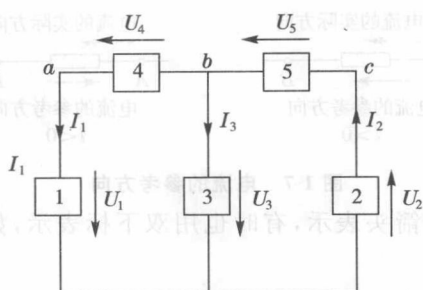


图 1-10 例 1-2 图

(四) 功率

电功率是表示电场力做功快慢的一个复合物理量,常简称为功率,用 p 表示。电能对时间的变化率就是功率,数值上等于单位时间所做的功。功率的表达式为

$$p = \frac{d\omega}{dt} \quad (1-4)$$

式中, $d\omega$ 为 dt 时间内电路元件吸取(或消耗)的电能。

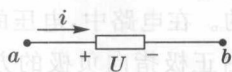


图 1-11 关联参考方向下的功率

在电路分析中,我们更注重的是功率与电流、电压之间的关系。如图 1-11 所示在关联参考方向下 $p = ui$ 。

当电压和电流均为直流量时: $P = UI$ (1-5)

在非关联参考方向下,如图 1-12 所示,则功率表达式为 $p = -ui$ 或 $P = -UI$ 。

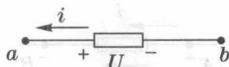


图 1-12 非关联参考方向下的功率

不论电压和电流是关联还是非关联参考方向,当 $P > 0$ 时,表示元件实际上是吸收或消耗电能;当 $P < 0$ 时,表示元件实际上是释放或提供电能的。

在国际单位制中,功率的单位是瓦[特],用符号 W 表示。

$$1\text{kW}(\text{千瓦}) = 10^3\text{W}(\text{瓦})$$

例 1-3 计算图 1-13 中各元件的功率,指出该元件是作为电源还是作为负载。

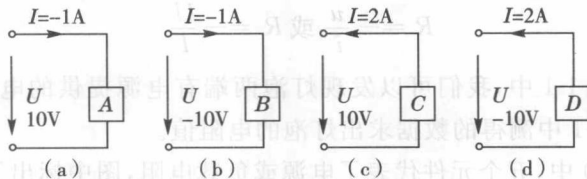


图 1-13 例 1-3 图

解 (a)图中电压、电流为关联参考方向,所以

$$P = UI = 10 \times (-1) = -10\text{W} < 0$$

A 产生电能,为电源。

(b)图中电压、电流为关联参考方向,所以

$$P = UI = (-10) \times (-1) = 10 \text{ W} > 0$$

B 吸收电能, 为负载。

(c) 图中电压、电流为非关联参考方向, 所以

$$P = -UI = -10 \times 2 = -20 \text{ W} < 0$$

C 产生电能, 为电源。

(d) 图中电压、电流为非关联参考方向, 所以

$$P = -UI = -(-10) \times 2 = 20 \text{ W} > 0$$

D 吸收电能, 为负载。

思考与练习

1. 一个 220V、1000W 的电热器, 若将它接到 110V 的电源上, 其吸收的功率为多少? 若把它误接到 380V 的电源上, 其吸收的功率又为多少? 是否安全?

2. 图 1-14 中, 各元件所标的是电流、电压参考方向。求各元件功率, 并判断它是耗能元件还是电源。

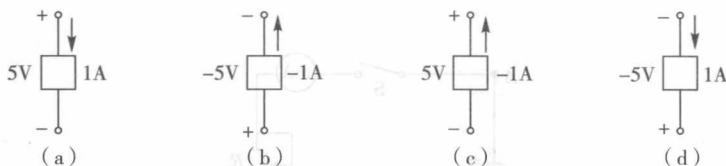


图 1-14 习题 2 图

3. 求图 1-15 中电压 U_{ab} , 并指出电流和电压的实际方向。已知电阻 $R = 4\Omega$ 。

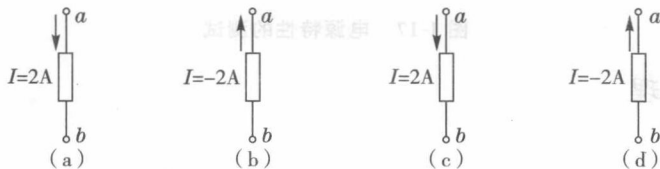


图 1-15 习题 3 图

4. 在图 1-16 所示电路中, 五个元件代表电源或负载。测得 $I_1 = -4\text{A}$, $I_2 = 6\text{A}$, $I_3 = 10\text{A}$, $U_1 = 140\text{V}$, $U_2 = -90\text{V}$, $U_3 = 60\text{V}$, $U_4 = -80\text{V}$, $U_5 = 30\text{V}$ 。

(1) 判断哪些元件是电源, 哪些是负载。

(2) 计算各元件的功率, 并说明电源发出的功率与负载吸收的功率是否平衡。

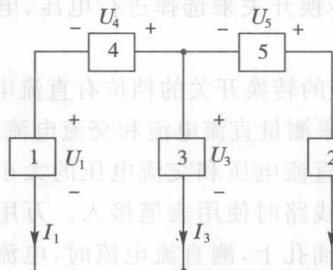


图 1-16 习题 4 图

实训 1-2 电源的简易测试

做一做

一、实训目的

- (1) 测试电源两端电压与外电路电流的关系。
- (2) 验证欧姆定律。

二、实训器材和实训电路

- (1) 实训器材：干电池 2 节(或 5V 直流稳压源 1 台)，可变电阻器 470Ω 1 只，灯泡 1 只(或 200Ω 电阻 1 只)，50mA 电流表 1 只，万用表 1 只，导线若干。
- (2) 实训电路如图 1-17 所示(U_s 为 5V 直流电源， R 为 200Ω 电阻， R_w 为 470Ω 的电位器)。

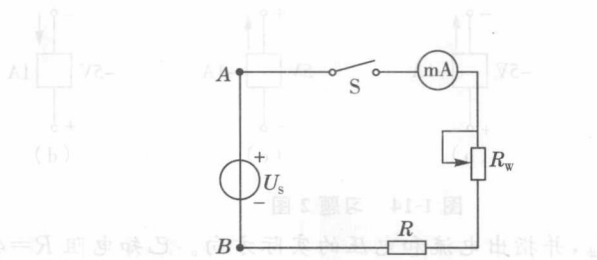


图 1-17 电源特性的测试

三、实训原理

1. 测量原理

电路元器件的特性通常是以元器件两端电压与通过元件的电流的关系来描述，即元器件的伏安特性。本实训测试电压源的端电压与通过电压源的电流的关系，以观测电压源的特性。并在电路中同时测试了电阻元件的伏安特性，以作对比。

2. 万用表的使用方法

万用表是电路中常用的测量工具，具有测电压、电流和电阻的功能，所以称为万用表或三用表。万用表是利用面板上的转换开关来选择进行电压、电流和电阻的测量项目及相关的量程与倍率。

(1) 电流和电压的测量：万用表的转换开关的档位有直流电流档和交流电流档的不同量程(具体量程与型号有关)，分别用来测量直流电流和交流电流的大小；有直流电压档和交流电压档的不同量程，分别可以测量直流电压和交流电压的大小。具体测量方法与电压表和电流表的用法完全一样，只是接入线路时使用表笔接入。万用表的红表笔接在标“+”的插孔上，黑表笔接在标“-”或“*”的插孔上，测直流电流时，电流从红表笔流入，黑表笔流出。测直流电压时红表笔接高电位，黑表笔接低电位。

(2) 测电阻：万用表测电阻时使用的档位称为倍率档，有“ $\times 10$ ”档、“ $\times 100$ ”档、“ $\times 1K$ ”

档和“ $\times 10\text{K}$ ”档。用万用表测得的电阻值要乘以相应的档位的倍率,测量电阻前要先将电路中的电源切断,不可带电测量,接着对万用表进行欧姆调零,且每次更换档位都要重新调零。

万用表在使用不同的档位时,在表头上使用的刻度线是不同的,请大家注意区分,不要弄混淆。

万用表使用前要做到水平放置,检查表针是否停在表盘左端的零位上,若有偏离,可用螺丝刀轻轻将其调到零位。然后正确插入表笔,选择适合测量项目的档位和量程,就可以进行测量了。在测量过程中严禁拨动转换开关,以免损坏转换开关,同时还要避免误拨到较小量程,而撞弯或烧坏表头。

万用表使用后,应该拔出表笔,将转换开关旋至“OFF”档,若无此档,则应旋至交流电压最大量程档。

四、实训步骤

(1)按图接好电路,注意先将开关断开。观测电路中的电流表的电流值并填入表 1-2,然后用万用表的 10V 直流电压档测量电路中 A、B 两点间的电压并填入表 1-2 中。

(2)闭合开关 S,调节电位器 R_w 的阻值,使电路中电流表的电流分别如表 1-2 所示,并用万用表分别对应测量表 1-2 中的各电压值,填入表 1-2。

表 1-2

电流(mA)	0	10	15	20	25
电压(U_{AB})					
电压(U_R)					

五、实训思考

(1)从表 1-2 中的电压 U_{AB} 可以观察到电源的端电压有什么特点?

(2)当外部电路的电流变化时,对电源的端电压有影响吗?

(3)当外部电路的电流变化时,电阻上的电压 U_R 有什么变化?为什么?

相关知识

电压源和电流源

电源在电路中是为整个电路供能的元件,没有电源,电路就无法工作。

实际使用的电源,按其外特性的不同,可以分为电压源和电流源两种不同的电路模型。忽略实际电源的内阻,我们先介绍理想电压源和理想电流源。

(一)理想电压源

理想电压源是一个理想元件,简称电压源,直流电压源的电路模型如图 1-18(a)和(b)所示。图 1-18(c)表示理想电压源的伏安特性曲线。图中“+”、“-”号是电压源的参考极性,其端