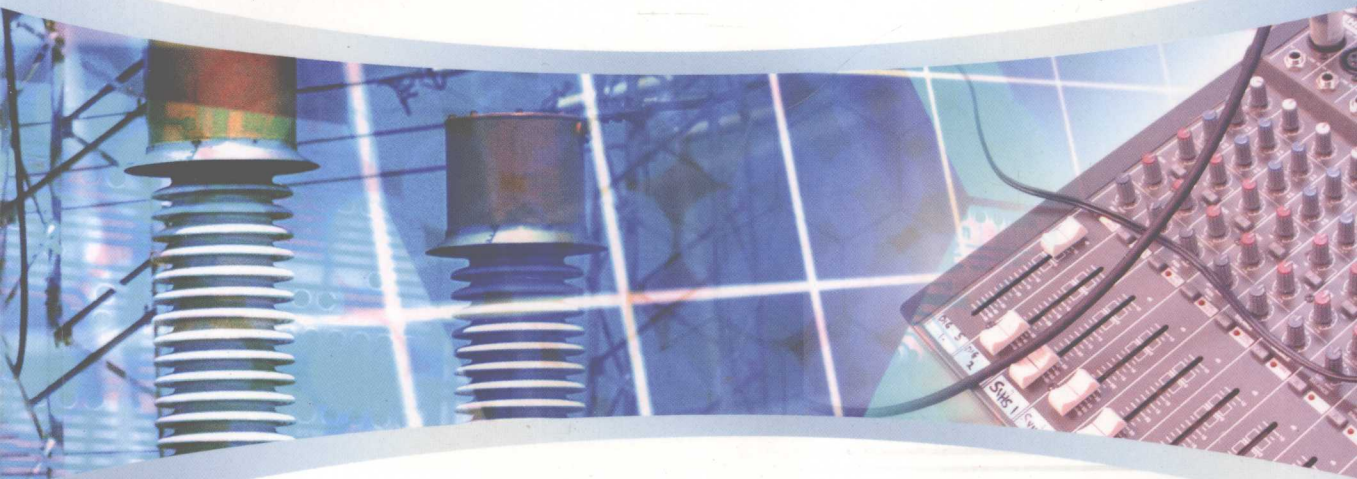


中等职业教育规划教材

电工基础



边长禄◎主编



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

中等职业教育规划教材

电工基础

边长禄 主 编

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目 (CIP) 数据

电工基础/边长禄主编. —北京: 人民邮电出版社,
2008.5
中等职业教育规划教材
ISBN 978-7-115-17656-1

I. 电... II. 边... III. 电工技术—专业学校—教材
IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2008) 第 020989 号

内 容 提 要

本书根据教育部颁布的《中等职业学校电工基础教学大纲》，并参照有关行业职业技能鉴定规范编写而成。主要内容包括：电路的概念和基本定律、直流电阻电路、电容和电感、正弦交流电路、三相交流电路、变压器与电动机、瞬态过程和信号与系统概述等。

本书可作为中等职业学校专业基础课通用教材，也可供技工学校、职业技术学院学生及技术工人自学使用。

中等职业教育规划教材 电 工 基 础

- ◆ 主 编 边长禄
责任编辑 曾 斌
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
网址 <http://www.ptpress.com.cn>
北京华正印刷有限公司印刷
新华书店总店北京发行所经销
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
印张: 14.25
字数: 329 千字
印数: 1-4 000 册
- 2008 年 5 月第 1 版
2008 年 5 月北京第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-17656-1 / TN

定价: 24.00 元

读者服务热线: (010)67170985 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

前 言

随着中等职业教育培养目标由“技术型人才”向“操作型人才”转变,电工类教材也应该突出应用特点,把对学生应用能力的培养放在首位,这是教学改革的方向,也是对教材编撰新的要求。我们在编撰本教材时重点考虑了以下几个方面。

(1) 内容要精选。精选学生所必需掌握的基础知识,降低难度,尽可能地帮助学生逐步从新手转变为能手。因此,教材内容的选择以“必需、够用”为度。

(2) 基础要宽泛。主要是指电类专业学生的知识面要宽,覆盖面要广。目前教育改革提倡“教学做”一体化,既要充分体现当前社会生产和服务的实际需求,又要充分考虑生产技术的发展趋势。职业教育要为学生“企业再发展”提供坚实的基础。因此电工基础的教材就不可避免地涉及相近或相关专业的知识和技能,给学生留下与各种知识相衔接的“串行接口”和“并行接口”,切实提高学生的综合操作能力。

(3) 以应用能力培养为主。电工基础是一门基础性很强的课程。在教材的编撰过程中,突出理论基础和操作基础相结合的特点,通过项目实践、任务操作等实践性教学环节,提高学生利用专业知识分析问题、解决问题的能力。尽可能让学生把所学的理论知识运用到实践操作和深一级的专业学习中,丰富和发展本身的知识,较容易地获得高层次的知识、经验和技能。

(4) 体现新技术。电工技术飞速发展,新技术、新产品、新工艺、新知识不断涌现,电工产品不断趋向于数字化、智能化。电工基础的教学应尽可能跟上电工技术的发展,引入新的知识点。本教材尝试紧跟电工技术发展的方向,争取引入新内容,以有利于培养学生的探索精神和创新思想。

本教材应用先进的教学理念,采用任务引领模式,参照以往不同的版本取舍内容,分为电路概念和基本定律、直流电阻电路、电容和电感、正弦交流电路、三相交流电路、变压器与电动机、瞬态过程和信号与系统概述 8 个模块。这 8 个模块可以根据各职业学校的条件有选择地学习,也可以有计划地系统学习。建议课时分配如下:

课时参考表(单位:课时)

模 块	理论知识	技能训练	测验考核
模块一	电路概念和基本定律	16	3
模块二	直流电阻电路	18	3
模块三	电容和电感	22	3
模块四	正弦交流电路	20	3
模块五	三相交流电路	10	2
模块六	变压器与电动机	16	4
模块七	瞬态过程	8	2
模块八	信号与系统概述	4	2
小计		114	22

当然,上面的课时分配只是参考性的。各学校可根据自己的实际情况,制定合理的教学计划,完成教学任务。

本书由边长禄任主编,临朐职业教育中心祝月明主审,参加编写的有周立平、张涛、刘兴远、刘宝泉。

由于编者水平有限,书中难免会有不妥之处,恳请广大读者批评指正。

编者

2008年2月

目 录

10

正弦波信号源 一表设计

模块一 电路概念和基本定律	1
项目一 电路和电路模型	2
任务一 了解电路的概念和组成	2
任务二 熟悉电路模型	3
项目二 电路的基本物理量	5
任务一 认识电流	5
任务二 认识电压	7
任务三 认识电位	8
任务四 认识电动势	9
任务五 认识电功率	10
任务六 认识和测量电能	11
项目三 电阻元件的识别	14
任务一 认识电阻和电阻定律	14
任务二 掌握电阻器的识别与测试	16
任务三 熟悉欧姆定律	20
项目四 认识电压源和电流源	21
任务一 认识电压源模型	21
任务二 认识电流源模型	22
模块小结	25
模块二 直流电阻电路	28
项目一 电阻的简单电路	29
任务一 熟悉电阻的连接方式	29
任务二 电池的连接	36
任务三 计算电路中各点的电位	39
项目二 电阻的复杂电路	41
任务一 熟悉复杂直流电路的有关概念	41
任务二 用支路电流法分析电路	42
任务三 运用电源的等效变换分析电路	45
任务四 运用戴维南定理分析电路	48
任务五 运用叠加定理分析电路	50
项目三 直流量的测量	52
任务一 用电流表和电压表测量直流量	52



任务二 用万用表测量直流量	53
模块小结	56
模块三 电容和电感	60
项目一 电容器的识别与连接	61
任务一 电容器的描述	61
任务二 电容器的识别与挑选	65
任务三 电容器的连接方式	69
项目二 磁场与电磁感应定律	71
任务一 判断通电导线产生的磁场方向	71
任务二 通电导线在磁场中受到的作用力	73
任务三 熟悉磁场的物理量	75
任务四 熟悉电磁感应定律	77
项目三 电感元件与铁磁材料	82
任务一 电感与电感元件的测试	82
任务二 认识铁磁材料	87
模块小结	93
模块四 正弦交流电路	96
项目一 单相正弦交流电的产生与描述	97
任务一 了解交流电的产生	97
任务二 交流电的物理量	100
任务三 熟悉交流电的描述方法	103
项目二 交流电路的常用元件和特点	111
任务一 单一参数的正弦交流电路	112
任务二 认识 RL 串联交流电路	119
任务三 认识 RC 串联交流电路	123
任务四 认识 RLC 串联交流电路	126
任务五 认识 RLC 并联电路	131
任务六 提高感性电路功率因数的方法	135
项目三 熟悉单相交流电的测量	137
任务一 交流电流和交流电压的测量	138
任务二 单相交流电有功功率的测量	139
模块小结	142
模块五 三相交流电路	147
项目一 熟悉三相交流电的产生与描述	148
项目二 熟悉三相电源的连接	150
项目三 熟悉三相负载的连接	152



任务一	三相负载的星形和三角形连接	153
任务二	对称三相电路电压和电流的计算	156
任务三	对称三相电路功率的计算	157
任务四	三相对称负载电压与电流关系的验证	159
任务五	熟悉日光灯工作原理	160
模块小结		162

模块六 变压器与电动机 163

项目一 变压器的基础知识 164

任务一 熟悉变压器的构造 164

任务二 熟悉变压器的工作原理 166

任务三 变压器同名端及其测定 170

任务四 熟悉变压器的功率和效率 172

任务五 认识几种常用变压器 174

任务六 变压器绝缘电阻的测量 179

项目二 电动机的基础知识 180

任务一 了解直流电动机的基础知识 180

任务二 了解三相异步电动机的基础知识 184

任务三 了解单相交流异步电动机 187

任务四 三相电动机绝缘电阻的测试 189

模块小结 191

模块七 瞬态过程 194

项目一 了解瞬态过程的基本概念 195

项目二 认识 RC 电路的瞬态过程 198

项目三 认识 RL 电路的瞬态过程 201

项目四 测绘 RC 电路的充放电曲线 204

项目五 分析 RL 串联交流电路的电压与阻抗角 205

模块小结 208

模块八 * 信号与系统概述 212

项目一 信号的基本知识 213

项目二 调制与解调 216

项目三 熟悉信号与系统的概念 218

模块小结 220



模块一

电路概念和基本定律



学习目标

● 了解什么是电路、怎样组成最基本的电路。

● 了解组成电路的各个部分有什么作用,什么是电路模型。

● 了解什么是电阻和电阻器及导体电阻的计算和导体电阻与温度的关系。

● 了解什么是线性电阻、什么是非线性电阻。

● 掌握电阻元件电压与电流关系的欧姆定律。

● 理解什么是电压源、什么是电流源。

● 掌握电压源和电流源电压与电流的关系。

● 项目一 电路和电路模型

● 项目二 电路的基本物理量

● 项目三 电阻元件的识别

● 项目四 认识电压源和电流源

电路是电工技术和电子技术的主要研究对象,本模块介绍电路的基本概念和基本规律,它们是对各种电路进行分析和研究的基础,要求了解电路的概念和基本组成及各部分的作用。



项目一 电路和电路模型

王明今年刚刚升入胸阳职业中专,上第一节电工课,老师带他们到了电工实习车间,熟悉各种电器设备。图 1-1 所示就是他们认识的电器设备之一。

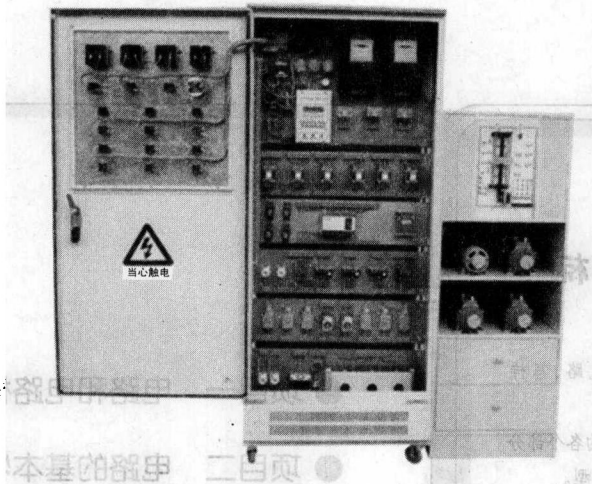


图 1-1 常见的用电设备

任务一 了解电路的概念和组成

通过初中物理的学习,已经掌握了简单的电路知识。概括地说,电路是由各种元器件按一定方式连接起来组成的总体。如手电筒电路可以简单地用图 1-2 表示。电路由 4 部分组成,一是电源,它的作用是将其他形式的能转化为电能,如图 1-2 中所示的干电池,将化学能转化为电能,常用的还有蓄电池、发电机等;二是负载,又称为用电器,即将电能转化为其他形式能的装置,确切地说,就是消耗电能的装置,如图 1-2 中所示的灯泡,常见的还有电炉、电吹风和电动机等;三是控制和保护装置,它的作用是接通或断开电路,使电路或保护电路不被损坏等,如图 1-2 中所示的开关,常见的还有照明电路中的刀开关、熔断器(俗称保险丝)以及漏电保护器等;四是连接导线,即连接电源、负载及保护控制装置,它的作用主要是形成传输电能的通道,常见的有各种金属导线和各种印制电路板上的覆铜板等。

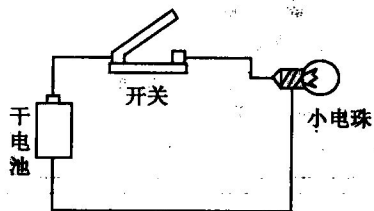


图 1-2 手电筒

通常所说的电路,是指电流通过的路径,它有两个作用:一是传输和转换电能,例如照明电路、电动机电路和电力传输系统等;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自动控制电路等。



你知道教室里的日光灯亮和不亮时其电路各处于什么状态吗?

电路通常有 3 种状态,即通路、开路和短路。

(1)通路:又称闭路。电路构成闭合回路,有电流通过,负载正常工作。

(2)开路:又称断路。电路中一处或多处呈断开状态,不能形成闭合回路,电路中没有电流,负载不能工作。

(3)短路:又称捷路。由于意外或接线错误,使电源两端的导线直接相连,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,称为短路。短路时,电路中的电阻很小,致使电流很大,容易损坏电源和导线,甚至引起火灾,短路是应当尽力避免的。

任务二 熟悉电路模型

关于电路的知识,本书中主要分析和研究其能量转换的一般规律,即电路中最本质、最普遍的规律。而组成实际电路的元器件,如发电机、变压器、电动机和白炽灯等,其电磁特性是比较复杂的。以电阻器为例,当电流通过电阻器时,除了产生热效应表现电阻性之外,电流还产生磁场和电场,并有电感性和电容性。考虑到实际元器件多种电磁特性在强弱程度上的不同,可以将组成电路的实际元器件加以近似化、理想化,保留它的一个主要性质,忽略其次要性质,并用一个足以反应其主要性质的模型来表示,人们习惯上称这个模型为理想元件。如对于白炽灯、电炉和电暖气等,由于绝大多数电能转化成了热能,在一定频率范围内可以忽略其电容和电感,因此其主要电磁特性就是电阻性。即把它们理想化处理,认为它们都是理想电阻元件,只有电阻性。同样,对于理想电感器,只考虑电感性,对于理想电容器,只考虑电容性等。

在图 1-2 中,电路结构简单,用各种实物图形把构成电路的各部分都画了出来,但在实际生活和工作中,组成电路的各种电气设备和元器件种类繁多,在进行电路设计、分析和计算时,也不可能将这些设备或元器件一一画出。通常都是用一些简单而又能代表它们主要电磁性能的图形符号和文字符号来代替实际中的设备或元器件。这些符号忽略掉了设备和元器件有质点的形状,只选择其主要性能来表示,即将实际电气设备和元器件理想化处理,看作是理想元件。如果用理想电路元件表示和代替实际电路元件,按照实际电路的逻辑规律连接,就形成了一种由理想元件构成的电路,称之为电路模型。今后书中分析的都是电路模型,并且用图形符号和文字符号表示,称为电路图,简称电路。这样,图 1-2 所示的电路就可以用图 1-3 表示了。



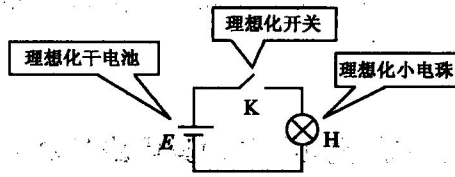


图 1-3 简单电路图

图 1-4 中列出了一些常用元器件的图形符号和文字符号。

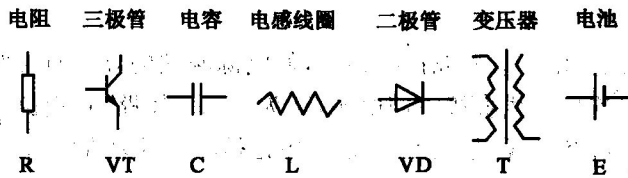


图 1-4 常用元器件的图形符号和文字符号



巩固练习

一、选择题

- 下列设备中一定是电源的是()。

A. 发电机 B. 冰箱 C. 蓄电池 D. 电炉
- 在电路中,开关的作用是()。

A. 提供能量 B. 连接负载和电源

C. 接通和断开电路 D. 转化能量
- 电路正常工作时的状态是()。

A. 通路 B. 短路 C. 断路 D. 以上都对
- 电路的下列状态中最有可能造成火灾的是()。

A. 通路 B. 短路 C. 断路 D. 以上都对
- 负载将电能转换为()。

A. 机械能 B. 光能 C. 热能 D. 以上都可能

二、简答和计算题

- 什么是电路模型? 电路由哪几部分组成? 各部分的作用是什么?
- 电路有哪几种工作状态? 熨烫衣服的电熨斗通常处于什么状态? 熨衣服时处于什么状态?



开阔视野

图 1-5 所示为实验室电工技能考核装置,试着说出电路的各组成部分及其作用。

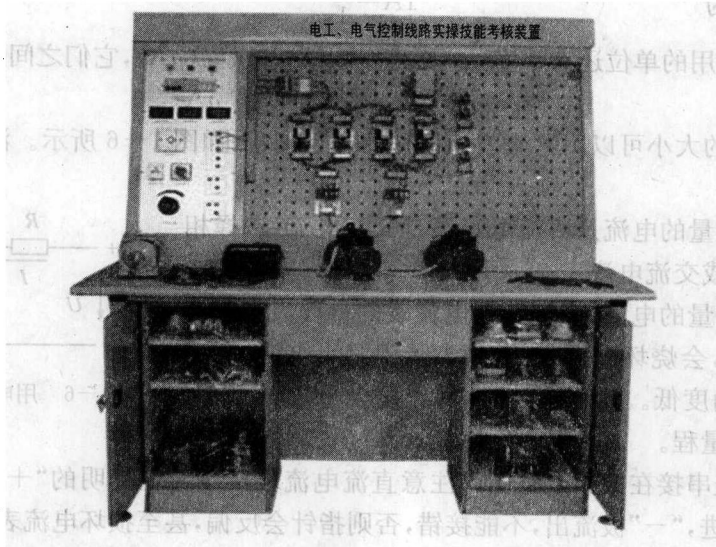


图 1-5 实验室电工技能考核装置



项目二 电路的基本物理量

在初中物理的学习过程中,已经了解到一些表征电路状态和各部分之间能量转换的物理量,比如电流、电压等。除了这些物理量外,还有其他的一些物理量。认识和了解电路的基本物理量是学习电工的基础,是分析和计算电路的基础,本项目将陆续介绍有关知识。

任务一 认识电流

电荷有规则的定向运动就形成了电流。在金属导体中,带负电的自由电子在电场力作用下运动形成电流。在电解液中,正、负离子在电场力作用下沿相反方向运动形成电流,可以说,电流是一种物理现象。通常用单位时间内通过导体横截面的电荷量的多少来表示电流的强弱,即电流强度,简称电流。电流就是电路的一个基本物理量,若用 Δq 表示在 Δt 时间内通过导体横截面的电量,则电流的大小可以表示为

$$i = \frac{\Delta q}{\Delta t}$$

因此,电流是通过导体横截面的电量对时间的变化率。如果电流的大小和方向都不随时



间变化,则称为恒定电流。这时电流的大小可表示为

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

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

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

用字母表示为

$$1 \text{ A} = \frac{1 \text{ C}}{1 \text{ s}}$$

此外,电流常用的单位还有千安(kA)、毫安(mA)和微安(μA),它们之间的关系为

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

电路中电流的大小可以用电流表(安培表)进行测量,如图 1-6 所示。测量时可以按以下方法进行。

(1)确定被测量的电流是直流电流还是交流电流,选择相应的直流电流表或交流电流表。

(2)估测被测量的电流,合理选择电流表的量程。若用小量程去测大电流,会烧坏电流表;若用大量程测小电流,则测量值误差大,准确度低。没法估计时,可先用大量程试测,然后选择较合适的量程。

(3)将电流表串接在被测电路中。注意直流电流表接线柱上标明的“+”、“-”号,要使电流从“+”极流进,“-”极流出,不能接错,否则指针会反偏,甚至损坏电流表。

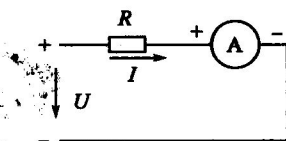


图 1-6 用电流表测量电流

电流不仅有大小,而且还有方向。在电工学中,一般规定正电荷移动的方向为电流的方向。在金属导体中,由于移动的是自由电子,因而其运动方向与电流的方向相反,如图 1-7 所示。很多时候,为了研究分析的方便,需要知道电流的方向,但有时电路中电流的方向很难确定,此时,往往需要先假设一个参考方向,然后求解。若求得的值是正值,说明电流的实际方向与参考方向相同;反之,若求得的值是负值,说明电流的实际方向与参考方向相反。

如图 1-6 所示,设流过导体的电流是 0.5A,在图 1-8(a)中,参考方向与实际方向相同, $I_{ab} = 0.5 \text{ A}$;在图 1-8(b)中,参考方向与实际方向相反, $I_{ab} = -0.5 \text{ A}$ 。这说明同一个电流,选择的参考方向不同,可能是正值,也可能是负值。一段电路中电流的参考方向虽然可以任意选定,但是在可能的情况下,一般选取参考方向与真实方向一致。还要注意:电流的参考方向一经确定,整个计算分析的过程中不能随便改动。没有特殊说明时,本书中标注的电流方向一般是指参考方向。

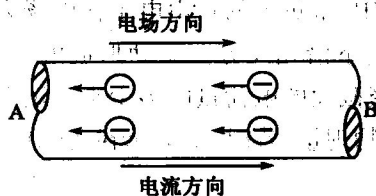


图 1-7 金属导体中电流运动方向与电子运动方向相反

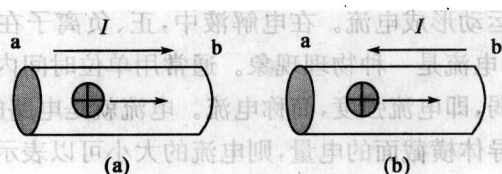


图 1-8 判断电流方向

任务二 认识电压

电压又称为电位差,是衡量电场力做功能力强弱的一个物理量。如图 1-9 所示,若电场力把正电荷 q 从 A 点移动到 B 点,所做的功为 W_{AB} ,则功与电荷 q 的比值就称作 AB 两点间的电压,用 U_{AB} 表示,即

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{q}$$

在国际单位制中,功的单位是焦耳(J),电量的单位是库仑(C),电压的单位是伏特(V)。若电场力将 1C 的电荷从 A 点移到 B 点所做的功是 1J,则 AB 两点间的电压就是 1V。电压常用的单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)等,它们之间的关系为

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

电路中的电压的大小可以用电压表(伏特表)来测量,如图 1-10 所示。测量时要注意以下几个方面。

(1)交流电压和直流电压的测量分别使用交流电压表和直流电压表。

(2)估测被测量电压时,合理选择电压表的量程。若用小量程去测大电压,会烧坏电压表,若用大量程测小电压,测量值误差大,准确度低。没法估计时,可先用大量程试测,然后再选择较合适的。

(3)将电压表并联在被测电路中。注意直流电压表接线柱上标明的“+”、“-”号,要使电流从“+”号流进,“-”号流出,不能接错,否则指针会反偏,甚至损坏电压表。

电压的方向在电路中有两种表示方法,一是用“+”、“-”号表示,如图 1-11(a)所示;另一种是用箭头表示,如图 1-11(b)所示。

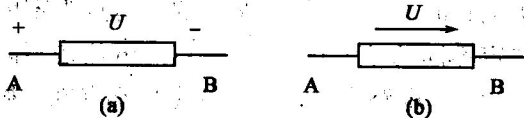


图 1-11 电压的方向表示

对于负载来说,规定电流流进端为电压的“+”,电流流出端为电压的“-”;对于用箭头表示的,箭头从电流流进端指向电流流出端。在实际方向难以确定的情况下,可以先假设一个参考方向,计算所得的值为正,说明参考方向同实际方向相同;计算所得的值为负,说明参考方向同实际方向相反。对于同一个负载而言,如图 1-12 所示,有 $U_{ab} = -U_{ba}$ 。

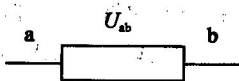


图 1-12 电阻两端的电压

【例 1-1】如图 1-13 所示,若 $U_1 = 5\text{V}$, $U_2 = -5\text{V}$,试说明电流 I 的正负。

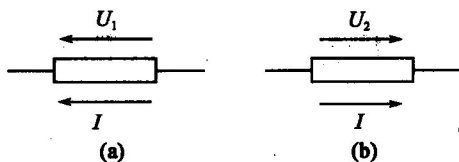


图 1-13 例 1-1 图

解:在图 1-13(a)中, $U_1=5\text{V}$,是正值,说明参考方向同实际方向相同,电流的实际方向是从右端流向左端,与参考方向相同,故而 I 取正值。同理可知在图 1-11(b)中, $U_2=-5\text{V}$,是负值,说明电压的参考方向与实际方向相反,电压的实际方向应是由右指向左,电流的实际方向也应由右指向左,与参考方向相反,故而 I 取负值。

任务三 认识电位

如图 1-9 所示,若以 B 为参考点,电场力将正电荷 q 从任意点 A 移到参考点 B 所做的功 W_A 跟电荷量 q 的比值,称作 A 点对参考点 B 的电位,记作

$$V_A = \frac{W_A}{q}$$

由此可见,电路中某点 A 的电位在数值上等于电场力将单位正电荷自该点沿任意路径移动到参考点所做的功,电位的单位也是伏特(V)。电路中任意两点的电位差就是这两点间的电压,即

$$U_{AB} = V_A - V_B$$

电位是表示电路中某一点电势高低的物理量,而且是相对于参考点来说的,通常规定参考点的电位为零电位。电位是一个相对物理量,如果不确定参考点,讨论电位也就没有意义了。参考点的选择原则上是任意的,但在实际研究问题时,一般选择无穷远处或大地为零电位参考点。以后在分析电路时,通常选择电路中的接地点为零电位参考点。需要注意的是,在同一个电路中,当选定不同的参考点时,同一点的电位是不同的。但是参考点一经确定,各点的电位也就是确定的,即电路中其余各点的电位都有唯一确定的值。当电位为正值时,说明其电位高于参考点电位;电位为负值时,说明其电位低于参考点的电位。

【例 1-2】如图 1-14 所示,试分析分别以 A、B、C 这 3 个点为参考点时的 V_A 、 V_B 和 V_C 以及 U_{AB} 、 U_{BC} 和 U_{AC} 。

解:以 A 为参考点时,则

$$V_A = 0\text{V}, V_B = -3\text{V}, V_C = -4.5\text{V},$$

$$U_{AB} = V_A - V_B = 3\text{V}, U_{BC} = V_B - V_C = 1.5\text{V},$$

$$U_{AC} = V_A - V_C = 4.5\text{V}.$$

同理,当以 B 为参考点时,则

$$V_B = 0\text{V}, V_A = 3\text{V}, V_C = -1.5\text{V},$$

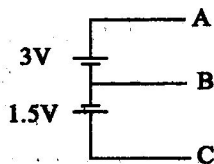


图 1-14 电压的判断

$$U_{AB}=V_A-V_B=3\text{V}, U_{BC}=V_B-V_C=1.5\text{V}, U_{AC}=V_A-V_C=4.5\text{V}.$$

当以 C 为参考点时,则

$$V_C=0\text{V}, V_A=4.5\text{V}, V_B=1.5\text{V},$$

$$U_{AB}=V_A-V_B=3\text{V}, U_{BC}=V_B-V_C=1.5\text{V}, U_{AC}=V_A-V_C=4.5\text{V}.$$

通过对【例 1-2】的分析可以看出,参考点不同,电位数值不同,但不管参考点怎么变化,两点间的电压是不变的。

任务四 认识电动势

电源是将其他形式的能转化为电能的设备,要想使闭合回路中保持持续的电流,在电源内部,必须有非电场力做功使电流从电源的负极经电源内部又流回到电源的正极。人们称这种非电场力为电源力或局外力。为衡量电源将其他形式的能转化为电能的能力大小,现引入一个新的物理量,即电动势。其定义为:在电源内,非电场力将单位正电荷从电源的负极经电源内部移到电源的正极所做的功,称为电动势。对直流电动势,表示为

$$E = \frac{W}{q}$$

电动势的单位也是伏特(V)。电动势也是有方向的,一般规定为电动势在电源内部由电源负极指向正极。对于一个电源来说,既存在电动势,又存在端电压。电动势只存在于电源内部,端电压存在于电源加在外电路的两端,由电源正极指向负极。当外电路开路时,端路电压的值在数值上与电动势相等。电动势与电压是两个不同的概念,但是都可以用来表示电源正负极之间的电位差。而且从电源对外电路表现的客观效果来看,既可用正负极间的电动势来表示,也可用其间的电压来表示,两者既有区别又有联系。在图 1-15 所示的电路中, E 和 U_{AB} 的参考方向刚好相反,这是因为它们的物理意义不同,即电动势的参考方向表示电位升高,电压的参考方向表示电位降低,但它们反映的是同一客观事实,即 A 点的电位比 B 点的电位高。因此,常用一个与电动势大小相等、方向相反的电压来表示电源。图 1-16 所示为电动势常用的两种表示方法。

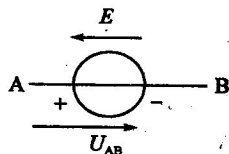


图 1-15 E 和 U_{AB} 方向的不同

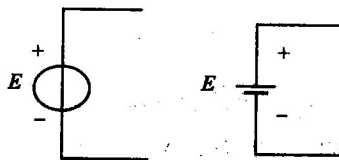


图 1-16 电动势的表示方法

在分析和计算时,对电动势也常选取参考方向。当电动势的真实方向和参考方向相同时,电动势为正值,相反时,电动势为负值。图 1-17 中(a)所示为电动势的真实方向,数值是 5V,在图 1-17(b)所示的参考方向下, $E=-5\text{V}$,在图 1-17(c)所示的参考方向下, $E=+5\text{V}$ 。

