



中等职业教育国家规划教材

全国中等职业教育教材审定委员会审定

电工基础

(第2版)

孔晓华 周德仁 汪宗仁 编著

<http://www.phei.com.cn>

专业
基础教材



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

本书配有电子教学参考资料包



含光盘

TM1-43
19

中等职业教育国家规划教材

此书附光盘

电工基础

(第2版)

孔晓华	周德仁	汪宗仁	编	著
	吴锡龙		责任主审	
	蔡雪祥		审	稿

電子工業出版社

Publishing House of Electronics Industry

北京·BEIJING

内 容 简 介

本书是中等职业学校(三年制)电类专业通用电工基础教材,是依据教育部最新颁布的中等职业学校《电工基础》教学大纲编写的。

本书内容包括:电路的基本概念和基本定律、直流电阻电路、电容与电感、正弦交流电路、三相交流电路、磁路与变压器、信号传输与系统概述、瞬态过程等共八章。每章后均有小结,对本章内容做了归纳和总结,并有适量思考题和练习题,以帮助读者达到掌握概念、强化应用的目的。

本书内容浅显,语言通俗易懂,力求适应现代电气电子技术的发展,除可作为中等职业学校电类专业通用教材外,也可作为岗前培训和自学用书。本书另有一本《电工基础实验》作为教学配套用书。

未经许可,不得以任何方式复制或抄袭本书之部分或全部内容。
版权所有,侵权必究。

电工基础/孔晓华,周德仁,汪宗仁编著. —2版. 北京:电子工业出版社,2004.7
中等职业教育国家规划教材
ISBN 7-5053-9974-8

I. 电… II. ①周… ②孔… ③汪… III. 电工学—专业学校—教材 IV. TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 048654 号

责任编辑:朱怀永

印 刷:涿州京南印刷厂

出版发行:电子工业出版社

北京市海淀区万寿路 173 信箱 邮编 100036

经 销:各地新华书店

开 本:787×1092 1/16 印张:14.5 字数:368 千字

印 次:2004 年 7 月第 1 次印刷

印 数:20 100 册 定价:19.00 元(含光盘 1 张)

凡购买电子工业出版社的图书,如有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系。
联系电话:(010)68279077。质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn,盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

中等职业教育国家规划教材出版说明

为了贯彻《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,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,根据《中等职业教育国家规划教材申报、立项及管理意见》(教职成[2001]1 号)的精神,教育部组织力量对实现中等职业教育培养目标和保证基本教学规格起保障作用的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教材进行了规划和编写,从 2001 年秋季开学起,国家规划教材将陆续提供给各类中等职业学校选用。

国家规划教材是根据教育部最新颁布的德育课程、文化基础课程、专业技术基础课程和 80 个重点建设专业主干课程的教学大纲编写而成的,并经全国中等职业教育教材审定委员会审定通过。新教材全面贯彻素质教育思想,从社会发展对高素质劳动者和中初级专门人才需要的实际出发,注重对学生的创新精神和实践能力的培养。新教材在理论体系、组织结构和阐述方法等方面均作了一些新的尝试。新教材实行一纲多本,努力为教材选用提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的教学需要。

希望各地、各部门积极推广和选用国家规划教材,并在使用过程中,注意总结经验,及时提出修改意见和建议,使之不断完善和提高。

教育部职业教育与成人教育司

2001 年 5 月

前 言

为了培养学生应用知识、研究和探索知识的兴趣,本书在第2版中做了一些修改尝试。在思考题中增加了对知识的理解与应用的题目,使思考题与教材的联系更紧密,更贴近生产、生活实际。在每章最后还增加了“探索与研究性课题”,让学生应用所学的知识,通过实验的方法去探索、去研究,这样能启发学生多想多练,留给学生较大的思维空间和探索空间,较好地体现了职业教育以能力为本位的特色,增强了学生的工程意识和创新意识。为了便于教学,第2版还配备了一张多媒体课件光盘,该课件由南京港口中等专业学校周德仁、张明才、杨晓天老师制作。

书中第2章还增加了理想电源的串联与并联,可作为选学内容。

本书第1版在使用过程中得到了广大读者的厚爱,很多读者对书中的错误给予了指正,提出了一些很好的建议。在第2版中,编者对书中的错误做了更正与必要的修改,在此,编者向广大读者与专家表示深切的谢意。由于受编者水平限制,书中不可避免还会有一些错误,欢迎广大读者与专家提出宝贵意见。

为了便于教学,本书还配有教学指南、电子教案及习题答案(电子版),有需要的教师请与电子工业出版社联系,我们将免费提供。E-mail: ve@phei.com.cn

编 者

2004年2月



目 录

第 1 章 电路的基本概念和基本定律	(1)
1.1 电路	(1)
1.1.1 实际电路组成与功能	(1)
1.1.2 电路模型	(1)
1.1.3 电路的工作状态	(3)
思考与练习题	(3)
1.2 电路中的基本物理量	(3)
1.2.1 电流	(3)
1.2.2 电压	(5)
1.2.3 电位	(7)
1.2.4 电能	(8)
1.2.5 电功率	(8)
思考与练习题	(9)
1.3 电源与电源电动势	(9)
1.3.1 电源	(9)
1.3.2 电源的电动势	(10)
1.3.3 电动势与电压的区别	(10)
阅读材料 常用电池	(10)
思考与练习题	(12)
1.4 电阻	(12)
1.4.1 电阻	(12)
1.4.2 电阻与温度的关系	(13)
阅读材料 常用电阻器	(14)
阅读材料 电工材料	(17)
思考与练习题	(18)
1.5 欧姆定律	(18)
1.5.1 部分电路欧姆定律	(18)
1.5.2 全电路欧姆定律	(19)
1.5.3 电源的外特性	(20)
1.5.4 电阻元件上消耗的能量与功率	(21)
思考与练习题	(22)
1.6 负载获得最大功率的条件	(22)
思考与练习题	(24)
1.7 焦耳—楞次定律	(24)
思考与练习题	(25)
本章小结	(25)
习题 1	(26)

[探索与研究]	(27)
第2章 直流电阻电路	(28)
2.1 电阻串联电路及应用	(28)
2.1.1 电阻的串联电路	(28)
2.1.2 串联电阻的应用——电压表扩大量程	(30)
思考与练习题	(31)
2.2 电阻并联电路及应用	(32)
2.2.1 电阻的并联电路	(32)
2.2.2 并联电阻的应用——电流表扩大量程	(33)
思考与练习题	(34)
2.3 电阻混联电路	(34)
思考与练习题	(36)
2.4 基尔霍夫定律	(36)
2.4.1 电路结构中的几个名词	(36)
2.4.2 基尔霍夫电流定律	(37)
2.4.3 基尔霍夫电压定律	(38)
思考与练习题	(39)
2.5 支路电流法	(40)
2.5.1 支路电流法	(40)
2.5.2 支路电流法解题步骤	(41)
思考与练习题	(42)
2.6 电路中各点的电位	(42)
2.6.1 参考点的选择	(42)
2.6.2 电路中各点电位的计算	(42)
思考与练习题	(44)
2.7 电压源和电流源及其等效变换	(44)
2.7.1 电压源	(44)
2.7.2 电流源	(45)
* 2.7.3 理想电压的串联与并联	(46)
2.7.4 电压源与电流源的等效变换	(49)
思考与练习题	(50)
2.8 叠加定理	(51)
思考与练习题	(52)
2.9 戴维南定理	(52)
2.9.1 二端网络	(52)
2.9.2 戴维南定理	(53)
思考与练习题	(54)
本章小结	(54)
习题2	(56)
[探索与研究]	(59)
第3章 电容和电感	(60)
3.1 电场和电场强度	(60)
3.1.1 电场	(60)
3.1.2 电场强度	(60)

思考与练习题	(62)
3.2 电容器和电容	(62)
3.2.1 电容器	(62)
3.2.2 电容	(63)
3.2.3 平行板电容器的电容	(63)
阅读材料 电容器	(64)
思考与练习题	(66)
3.3 电容器的基本特性	(67)
3.3.1 电容器的充、放电现象	(67)
3.3.2 电容元件的伏安关系	(68)
3.3.3 电容器中的电场能量	(68)
阅读材料 用万用表粗略测试电容器质量的方法	(70)
思考与练习题	(70)
3.4 电容器的串联和并联	(70)
3.4.1 电容器的串联	(70)
阅读材料 串联电容器组的耐压值问题	(72)
3.4.2 电容器的并联	(73)
思考与练习题	(74)
3.5 磁场及其基本物理量	(75)
3.5.1 磁场和磁感线	(75)
3.5.2 电流的磁场	(75)
3.5.3 磁场的基本物理量	(76)
思考与练习题	(79)
3.6 电磁感应	(80)
3.6.1 电磁感应现象	(80)
3.6.2 感应电流的方向及楞次定律	(81)
3.6.3 法拉第电磁感应定律	(82)
思考与练习题	(84)
3.7 电感及其基本特性	(85)
3.7.1 电感器	(85)
3.7.2 电感	(85)
3.7.3 自感现象和自感电动势	(86)
3.7.4 电感元件的伏安特性	(87)
3.7.5 电感线圈中的磁场能量	(88)
思考与练习题	(89)
本章小结	(89)
习题3	(91)
[探索与研究]	(94)
第4章 正弦交流电路	(95)
4.1 正弦交流电的基本概念	(95)
4.1.1 正弦交流电的产生	(95)
4.1.2 正弦交流电的三要素	(96)
4.1.3 正弦交流电的相位差	(98)
4.1.4 正弦交流电的有效值和平均值	(98)

思考与练习题	(100)
4.2 正弦交流电的表示方法	(100)
4.2.1 正弦交流电的矢量(相量)图表示法	(100)
思考与练习题	(102)
* 4.3 正弦交流电的相量表示法	(102)
4.3.1 复数及其运算	(102)
4.3.2 正弦交流电的相量表示方法	(105)
思考与练习题	(107)
4.4 正弦交流电路	(107)
4.4.1 纯电阻电路	(108)
4.4.2 纯电感电路	(110)
4.4.3 纯电容电路	(113)
* 4.4.4 R, L, C 元件的相量模型和欧姆定律的相量形式	(116)
4.4.5 RLC 串联电路	(119)
* 4.4.6 相量法分析 RLC 串联电路	(128)
阅读材料 交流电路的实际元件	(131)
阅读材料 常用电光源	(133)
思考与练习题	(136)
本章小结	(137)
习题 4	(139)
[探索与研究]	(142)
第 5 章 三相交流电路	(144)
5.1 三相交流电的产生	(144)
5.1.1 三相交流发电机的简单构造	(144)
5.1.2 三相对称正弦量	(144)
5.1.3 相序	(145)
思考与练习题	(146)
5.2 三相电源的联接	(146)
5.2.1 三相电源的星形联接	(146)
5.2.2 三相电源的三角形联接	(148)
思考与练习题	(148)
5.3 三相负载的联接	(148)
5.3.1 三相负载的星形联接	(149)
5.3.2 三相负载的三角形联接	(151)
5.4 三相电路的功率	(153)
思考与练习题	(155)
阅读材料 三相电动机	(155)
思考与练习题	(161)
阅读材料 保护接地和保持护零	(161)
思考与练习题	(164)
本章小结	(164)
习题 5	(165)
[探索与研究]	(167)
第 6 章 磁路与变压器	(168)

6.1 磁路	(168)
* 6.1.1 磁路及磁路定律	(168)
* 6.1.2 铁磁性物质的磁化	(171)
6.1.3 铁磁性物质的分类型与应用	(173)
思考与练习题	(174)
6.2 线圈的互感	(174)
* 6.2.1 互感电动势	(174)
* 6.2.2 互感线圈的串联	(176)
6.2.3 涡流和磁屏蔽	(177)
思考与练习题	(179)
6.3 变压器与电磁铁	(179)
6.3.1 变压器的基本结构	(179)
6.3.2 变压器的工作原理	(180)
6.3.3 几种常见的变压器	(182)
6.3.4 变压器的功率和铭牌	(184)
6.3.5 交、直流电磁铁	(185)
6.3.6 铁磁性物质的充磁与去磁	(186)
思考与练习题	(187)
本章小结	(187)
习题 6	(188)
[探索与研究]	(189)
第 7 章 信号传输与系统概述	(190)
7.1 谐振电路	(190)
* 7.1.1 串联谐振电路	(190)
* 7.1.2 并联谐振电路	(193)
7.1.3 RC 串联电路的频率特性	(195)
思考与练习题	(197)
* 7.2 非正弦周期信号	(197)
7.2.1 非正弦周期波	(197)
7.2.2 非正弦周期波的分解	(198)
7.2.3 非正弦周期波的有效值和平均功率	(199)
思考与练习题	(200)
* 7.3 信号与系统概述	(200)
7.3.1 信号的基本知识	(200)
7.3.2 无线电信号的传输	(202)
7.3.3 系统与网络简介	(203)
7.3.4 信号的反馈与控制	(205)
思考与练习题	(205)
本章小结	(206)
习题 7	(206)
[探索与研究]	(207)
* 第 8 章 瞬态过程	(208)
8.1 瞬态过程与换路定律	(208)
8.1.1 瞬态过程	(208)

8.1.2 换路定律	(208)
8.2 RC 电路的过渡过程	(209)
8.2.1 RC 电路的充电过程	(209)
8.2.2 RC 电路的放电过程	(211)
8.3 RL 电路的过渡过程	(212)
8.3.1 RL 电路接通直流电源	(212)
8.3.2 RL 电路切断电源	(212)
8.4 一阶电路的分析	(214)
思考与练习题	(215)
本章小结	(215)
习题 8	(216)
[探索与研究]	(216)
参考文献	(217)

第1章 电路的基本概念和基本定律



英语中,电这一词汇(Electricity)来源于希腊语的琥珀。公元前,人们就发现用毛皮摩擦过的琥珀能够吸引羽毛,因此有了摩擦起电这一名词。无论是摩擦起的静电,还是电池或发电机发的电,其本质是完全相同的东西。在现代科技日益进步的今天,电的使用非常广泛,电能不仅为工农业生产、交通运输、国防建设、广播通信以及各种科学技术提供了强大的动力,同时,电能是人们日常的文化和物质生活中也是必不可少的。在本章中我们着重介绍电路的概念、基本物理量、基本元件和基本定律,为学好电工知识打下基础。

1.1 电路

1.1.1 实际电路组成与功能

在日常的生产生活中广泛应用着各种各样的电路,它们都是实际器件按一定方式连接起来,以形成电流的通路。实际电路的种类很多,不同电路的形式和结构也各不相同。但简单电路一般都是由电源、负载、连接导线、控制和保护装置等四个部分按照一定方式连接起来的闭合回路。实际应用中电路是多种多样的,但就其功能来说可概括为两个方面。其一,是进行能量的传输、分配与转换,如电力系统中的输电电路。其二,是实现信息的传递与处理,如收音机、电视机电路。

图 1-1(a)所示为日常生活中用的手电筒电路,它也由四部分组成。

1. 电源——干电池

电源是电路中电能的提供者,是将其他形式的能量转化为电能的装置(图 1-1 中干电池电源是将化学能转化为电能)。含有交流电源的电路叫交流电路,含有直流电源的电路叫直流电路。常见的直流电源有干电池、蓄电池、直流发电机等。

2. 负载——灯泡

负载即用电装置,它将电源供给的电能转换为其他形式的能量(图 1-1 中灯泡将电能转换为光能和热能)。

3. 控制和保护装置——开关

控制和保护装置是用来控制电路的通断,保证电路正常工作。

4. 连接导体(导线)——金属外壳

连接导体是连接电路、输送和分配电能的。

1.1.2 电路模型

图 1-1(a)所示电路在分析器件的接法和原理时是很有用的,但要用它对电路进行定量分析和计算时,则非常困难。所以通常用一些简单但却能够表征电路主要电磁性能的理想元件来代替实际部件。这样一个实际电路就可以由多个理想元件的组合来模拟,这样的电路称为

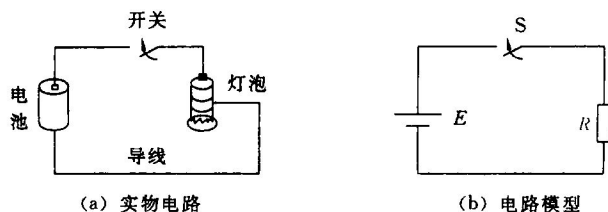


图 1-1 手电筒实物电路及其电路模型

电路模型。

建立电路模型的意义十分重要。实际电气设备和器件的种类繁多,但理想电路元件只有有限的几种,因此建立电路模型可以使电路的分析大大简化。同时值得注意的是电路模型反映了电路的主要性能,而忽略了它的次要性能,因而电路模型只是实际电路的近似,二者不能等同。

关于实际部件的模型概念还需要强调说明几点:

(1) 理想电路元件是具有某种确定的电磁性能的元件,是一种理想的模型,实际中并不存在,但其在电路理论分析与研究中充当着重要角色。

(2) 不同的实际电路部件,只要具有相同的主要电磁性能,在一定条件下可用同一模型表示。如只表示消耗电能理想电阻元件 R (电灯、电阻炉、电烙铁等);只表示存储磁场能量的理想电感元件 L (各种电感线圈),只表示存储电场能量的理想电容元件 C (各种类型的电容器)。这三种最基本的理想元件可以代表种类繁多的各种负载。

(3) 同一个实际电路部件在不同的应用条件下,它的模型也可以有不同的形式。如实际电感器应用在低频电路里,可以用理想电感元件 L 代替;应用在较高频率电路中,可以用理想电感元件 L 与理想电阻元件 R 串联代替;应用在更高频率电路中,则可以用理想电感元件 L 与理想电阻元件 R 串联后,再与理想电容元件 C 并联代替。

将实际电路中各个部件用其模型符号来表示,这样画出的图称做为实际电路的电路模型图,也称做电路原理图。如图 1-1(b)所示就是图 1-1(a)所示实际电路的电路原理图。

各种电气元件都可以用图形符号或文字符号来表示,根据国标规定,部分常用的电气元件符号见表 1.1。

表 1.1 常用电气元件符号

元件名称	符 号	元件名称	符 号
固定电阻		电容	
可调电阻		可调电容	
电池		无铁心电感	
开关		有铁心电感	
电流表		相连接的交叉导线	
电压表		不相连接的交叉导线	
电压源		接地	
电流源		保险丝	



如何建立一个实际电路的模型是较复杂的问题,本书主要讨论如何分析已经建立起来的电路模型。

1.1.3 电路的工作状态

电路的工作状态一般有三种:有载状态、短路状态和开路状态,分别如图 1-2 所示。

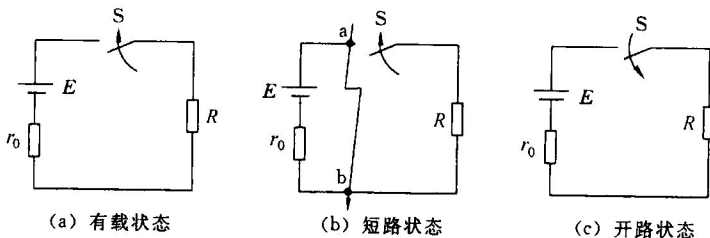


图 1-2 电路的工作状态

1. 有载状态

在图 1-2(a)所示电路中,当开关 S 闭合后电源与负载接成闭合回路,电源处于有载工作状态,电路中有电流流过。

2. 短路状态

在图 1-2(b)所示电路中,当 a, b 两点接通,电源被短路,此时电源的两个极性端直接相连。电源被短路往往会造成严重后果,如导致电源因发热过甚而损坏,或因电流过大而引起电气设备的机械损伤,因而要绝对避免电源被短路。

3. 开路状态

在图 1-2(c)所示电路中,开关 S 断开或电路中某处断开,被切断的电路中没有电流流过。开路又叫断路。



思考与练习题

1. 联系实例简述什么是电路?简单电路由哪几部分组成?各部分的作用是什么?
2. 什么是理想元件?什么叫电路模型?为什么要研究电路模型?
3. 电路通常有哪几种工作状态?各有什么特点?
4. 为防止短路事故的发生,一般在实际电路中安装熔断器。请观察、了解其构造和工作原理。

1.2 电路中的基本物理量

1.2.1 电流

电荷在电路中有规则的定向运动形成电流。不同的导电材料中,可以自由运动的电荷不同。在金属导体中,大量带负电荷的自由电子在外电场作用下,逆着电场方向运动,形成电流,如图 1-3 所示,图中 E 为电场强度。在某些电解液或气体中,电流则是正离子或负离子在外电场作用下有规则运动形成的。因此,产生电流必须具备两个基本条件:第一,导体内要有可作定向移动的自由电荷,这是形成电流的内因;第二,要有使自由电荷作定向移动的电场,这是形



成电流的外因。两者缺一不可。

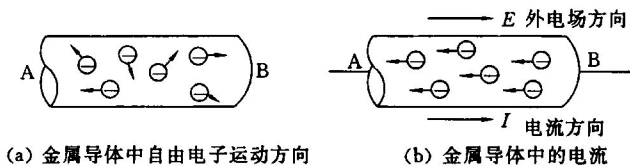


图 1-3 电流形成示意图

电流不仅表示一种物理现象,而且又是一个表示带电粒子定向运动强弱的物理量。实验结果证明:单位时间内通过导体横截面的电荷越多,流过导体的电流越强;反之,电流就越弱。电流的符号为 I ,其数值等于单位时间 $t(\text{s})$ 内通过导体横截面的电荷量 q ,即

$$I = \frac{q}{t} \tag{1-1}$$

在国际单位制(称做 SI 制)中,电流的基本单位是安[培],符号为 A,如果在 1 秒(s)内通过导体横截面的电荷量是 1 库[仑](C),则导体中的电流就是 1 安(A)。

如果需要使用较大或较小的单位,在基本单位前加上词头即可。表 1.2 所示为部分常用的 SI 词头。

表 1.2 几种常用的 SI 词头

所表示的因数	词头	符号	所表示的因数	词头	符号
10^{12}	太	T	10^{-1}	分	d
10^9	吉	G	10^{-2}	厘	c
10^6	兆	M	10^{-3}	毫	m
10^3	千	k	10^{-6}	微	μ
10^2	百	h	10^{-9}	纳	n
10^1	十	da	10^{-12}	皮	p

常用的电流单位还有千安(kA)、毫安(mA)、微安(μA)等,它们之间的换算关系如下:

$$1 \text{ 千安(kA)} = 10^3 \text{ 安(A)}$$

$$1 \text{ 毫安(mA)} = 10^{-3} \text{ 安(A)}$$

$$1 \text{ 微安}(\mu\text{A}) = 10^{-3} \text{ 毫安(mA)} = 10^{-6} \text{ 安(A)}$$

电流不但有大小,而且有方向。正、负两种电荷的有规则运动都能形成电流。习惯上规定正电荷定向运动的方向为电流的方向。电流的方向是客观存在的,但具体分析电路时,往往很难判断某段电路中电流的实际方向。为解决这一问题,我们引入电流参考方向的概念。具体分析步骤如下:

(1) 在分析电路前,可以任意假设一个电流的参考方向。

(2) 参考方向一经选定,电流就成为一个代数量,有正、负之分。若计算电流结果为正值,表明电流的设定参考方向与实际方向相同,如图 1-4(a)所示;若计算电流结果为负值,表明电流的设定参考方向与实际方向相反,如图 1-4(b)所示。

(3) 在未设定参考方向的情况下,电流的正负值是毫无意义的。

(4) 今后电路中所标注的电流方向都是指参考方向,不一定是电流的实际方向。

此外,电流还有直流电流和交流电流之分。如图 1-5 所示,电流方向不随时间的变化而变

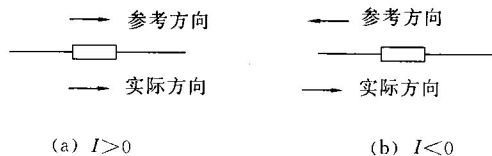


图 1-4 用箭头表示电流的参考方向

化称为直流电流,用大写字母 I 表示。大小和方向都不随时间变化的电流叫稳恒直流电流,大小随时间做周期性变化但方向不随时间变化的电流叫脉动直流电流。电流的大小和方向都随时间做周期性变化,称之为交流电流,用小写字母 i 表示。通常所说的直流电是指电流的方向和大小都不随时间而改变的稳恒直流电流。一个实际电路中的直流电流大小可以用电流表(安培表)来直接测量,测量时必须把电流表串接在电路中,并使电流从表的正端流入,负端流出,同时要选择好电流表的量程,使其大于实际电流的数值,否则可能烧坏电流表。

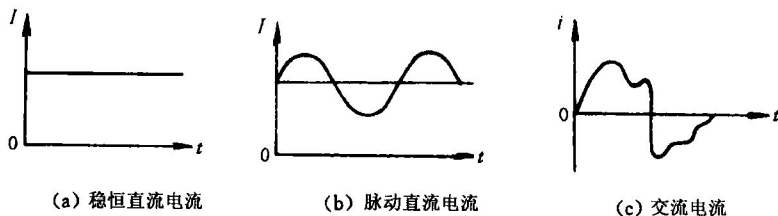


图 1-5 各种电流与时间关系曲线

例 1.1 如图 1-6 所示,请说明电流的实际方向。

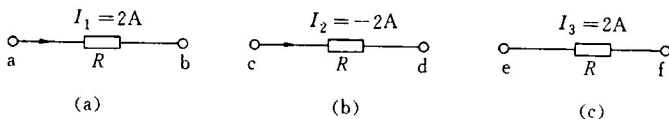


图 1-6

解: (1) 图 1-6(a) 中电流的参考方向由 a 到 b, $I_1 = 2\text{A} > 0$, 为正值, 说明电流的实际方向和参考方向相同, 即从 a 流到 b。

(2) 图 1-6(b) 中电流的参考方向由 c 到 d, $I_2 = -2\text{A} < 0$, 为负值, 说明电流的实际方向与参考方向相反, 即从 d 到 c。

(3) 图 1-6(c) 不能确定, 因为没有给出电流的参考方向。

例 1.2 5 分钟内均匀通过某导体横截面的电荷量为 6 库仑, 求导体中流过的电流是多少?

$$\text{解: } I = \frac{q}{t} = \frac{6}{5 \times 60} = 0.02\text{A} = 20\text{mA}$$

1.2.2 电压

在通常情况下, 导体中的电荷运动是杂乱无章的, 不能形成电流, 要使导体中有电流通过, 导体两端必须有电场力的作用。

在图 1-7 中, A、B 是两个电极, A 带正电, B 带负电, 这样在 A 和 B 之间产生电场, 方向由 A 指向 B。如果用导线将 A 和 B 两极通过灯泡连接起来, 灯泡会发光, 这说明灯丝中有电流

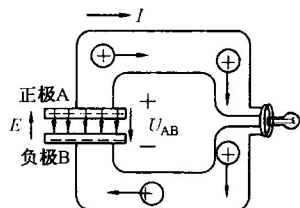


图 1-7 电压的概念

通过。那么电流是如何形成的呢?原来,在电场力的作用下,正电荷从 A 经过连接导线流向 B 形成电流,这说明电场力对电荷做了功。为了衡量电场力做功本领的大小,我们引入电压这一物理量。

所谓电压,即单位正电荷从 A 点移动到 B 点电场力所做的功,记作

$$U_{AB} = \frac{W}{q} \quad (1-2)$$

式中, W ——电场力由 A 点移动电荷到 B 点所做的功,单位焦耳(J);

q ——由 A 点移到 B 点的电荷量,单位库仑(C);

U_{AB} ——A、B 两点间的电压。

在国际单位制中,电压的单位是伏[特],符号为 V,如果将 1 库仑(C)正电荷从 A 点移到 B 点,电场力所做的功为 1 焦耳(J),则 A 和 B 两点之间的电压为 1 伏(V)。

常用的电压单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μ V),它们之间的换算关系如下:

$$1 \text{ 千伏(kV)} = 10^3 \text{ 伏(V)}$$

$$1 \text{ 毫伏(mV)} = 10^{-3} \text{ 伏(V)}$$

$$1 \text{ 微伏}(\mu\text{V}) = 10^{-3} \text{ 毫伏(mV)} = 10^{-6} \text{ 伏(V)}$$

电压不但有大小,而且有方向。电压总是对电路中的两点而言,因而用双下标表示,其中前一个下标代表正电荷运动的起点,后一个下标代表正电荷运动的终点,电压的方向则由起点指向终点。在电路图中,电压的方向也称做电压的极性,用“+”、“-”两个符号表示。和电流一样,电路中任意两点之间的电压的实际方向往往不能预先确定,因此同样可以任意设定该段电路电压的参考方向,并以此为依据进行电路分析和计算,若计算电压结果为正值,说明电压的设定参考方向与实际方向一致;若计算电压结果为负值,说明电压的设定参考方向与实际方向相反。

电压的参考方向有三种表示方法,如图 1-8 所示,这三种表示方式其意义相同,可以互相代用。

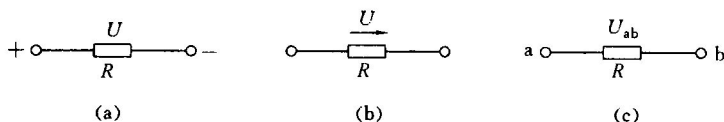


图 1-8 电压参考方向的三种表示法

对电路进行分析计算时,必须在电路图中标出电压的参考极性,否则电压的正负毫无意义,今后除非特别说明外,电路图中所标电压极性都是指参考极性。

电压的大小和极性可能随时间变动,也可能不随时间变动。随时间而变的电压称为交变电压,用小写字母 u 表示;大小和极性都不随时间而变化的电压称为恒定电压或直流电压,用大写字母 U 表示。电压的数值也可通过电压表来测量,测量时应使电压表的正负极和被测电压一致并联在电路两端,同时应将电压表放在适当的量程上。

例 1.3 元件 R 上电压参考极性如图 1-9 所示,若 $U_1 = 5\text{V}$, $U_2 = -3\text{V}$,请说明电压的实际方向。

解: (1)因 $U_1 = 5\text{V} > 0$,为正值,说明电压实际方向和参考方向一致,即从 a 到 b。