



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版修订本)

孔晓华 周德仁 汪宗仁 编著

本书配有电子教学参考资料包

专业
基础教材



电子工业出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY

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

中等职业教育国家规划教材

电工基础

(第2版修订本)

孔晓华	周德仁	汪宗仁	编	著
		娄华	改	编
		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、电容和电感、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、暂态过程等共八章。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》和《电工基础学习辅导与练习》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。

图书在版编目(CIP)数据

电工基础/孔晓华,周德仁,汪宗仁编著. —2版(修订本). —北京:电子工业出版社,2008.7

中等职业教育国家规划教材

ISBN 978-7-121-06235-3

I. 电… II. ①孔… ②周… 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(2008)第 084978 号

策划编辑:蔡 葵

责任编辑:蔡 葵 特约编辑:李印清

印 刷: 北京牛山世兴印刷厂
装 订:

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

开 本: 787×1092 1/16 印张:13 字数:332.8 千字

印 次: 2008 年 7 月第 1 次印刷

定 价: 25.00 元(含光盘 1 张)

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题,请向购买书店调换。若书店售缺,请与本社发行部联系,联系及邮购电话:(010)88254888。

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。

服务热线:(010)88258888。

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,努力为学校选用教材提供比较和选择,满足不同学制、不同专业和不同办学条件的学校的教学需要。

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



本书第2版自2004年4月出版以来,在教学中受到很多师生的好评,也收到了许多宝贵的意见和建议。根据这些反馈信息,由电子工业出版社和河南省教育厅职业教研室组织,多个学校的教师参加,完成了本书的修订工作。

本次修订立足于实际教学需要,根据当前职业教育教学改革的要求,体现职业教育以能力培养为主的原则,在保持原书特色和整体框架不变的基础上,注重基本概念,淡化理论推导,对内容做了精简和调整。本次修订对第1、2章中电位内容做了合并;第3章电容部分做了简化调整;第4章突出介绍了功率因数;第6、7章压缩了部分公式推导,加强了概念论述;第8章调整了小节的顺序。同时,配合本次修订,制作了PPT课件,增加了习题解答,修改了教学指南和电子教案。本书还配备了一张多媒体课件光盘,该课件由南京莫愁中等专业学校周德仁老师,南京港口中等专业学校张明才、杨晓天老师制作。

本书第1、2、3章由河南省漯河市第一中等专业学校段克华老师修订,第4、5章由河南省通许县中等职业学校姜渊玲老师修订,第6、7、8章由郑州广播电视学校姜华老师修订,姜华老师担任主审。PPT课件由姜华、郑州广播电视学校张乐乐、段克华、姜渊玲老师制作。

由于编者水平有限,修订中难免会出现不妥和错误之处,恳请广大读者批评指正。

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),请有此需要的教师登录华信教育资源网(www.hxedu.com.cn或www.huaxin.edu.cn)或河南省职业教育与成人教育网(www.vae.ha.cn)免费注册后再进行下载,有问题时请在网站留言板留言或与电子工业出版社联系(E-mail:hxedu@phei.com.cn)。

编者

2008年7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	(2)
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)
1.2.6 电源与电源电动势	(8)
阅读材料 常用电池	(9)
思考与练习题	(10)
1.3 电阻及其与温度的关系	(11)
1.3.1 电阻	(11)
1.3.2 电阻与温度的关系	(12)
阅读材料 常用电阻器	(13)
阅读材料 电工材料	(16)
思考与练习题	(17)
1.4 欧姆定律	(17)
1.4.1 部分电路欧姆定律	(17)
1.4.2 全电路欧姆定律	(18)
1.4.3 电阻元件消耗的能量与功率	(19)
1.5 焦耳—楞次定律	(20)
1.6 负载获得最大功率的条件	(21)
思考与练习题	(22)
本章小结	(23)
习题 1	(23)
[探索与研究]	(25)
第 2 章 直流电阻电路	(26)
2.1 电阻串联电路及应用	(26)
2.1.1 电阻串联电路	(26)
2.1.2 串联电阻的应用——电压表扩大量程	(28)
思考与练习题	(29)
2.2 电阻并联电路及应用	(30)

2.2.1 电阻并联电路	(30)
2.2.2 并联电阻的应用——电流表扩大量程	(31)
思考与练习题	(32)
2.3 电阻混联电路	(32)
思考与练习题	(34)
2.4 基尔霍夫定律	(34)
2.4.1 电路结构中的几个名词	(34)
(1) 2.4.2 基尔霍夫电流定律	(35)
(1) 2.4.3 基尔霍夫电压定律	(36)
(1) 思考与练习题	(37)
(1) 2.5 支路电流法及其解题步骤	(38)
(3) 2.5.1 支路电流法	(38)
(3) 2.5.2 支路电流法解题步骤	(39)
(3) 思考与练习题	(40)
(3) 2.6 电压源和电流源及其等效变换	(40)
(3) 2.6.1 电压源	(40)
(3) 2.6.2 电流源	(42)
(3) 2.6.3 电压源与电流源的等效变换	(44)
(3) 思考与练习题	(46)
(3) 2.7 叠加定理	(46)
(3) 思考与练习题	(47)
(3) 2.8 二端网络和戴维南定理	(48)
(11) 2.8.1 二端网络	(48)
(11) 2.8.2 戴维南定理	(48)
(31) 思考与练习题	(50)
(31) 本章小结	(50)
(31) 习题2	(52)
(31) [探索与研究]	(54)
第3章 电容和电感	(55)
(31) 3.1 电场和电场强度	(55)
(31) 3.1.1 电场	(55)
(31) 3.1.2 电场强度	(55)
(33) 思考与练习题	(57)
(13) 3.2 电容器和电容	(57)
(33) 3.2.1 电容器	(57)
(33) 3.2.2 电容	(58)
(33) 3.2.3 平行板电容器的电容	(58)
(33) 阅读材料 电容器	(59)
(33) 思考与练习题	(61)
(33) 3.3 电容器的基本特性	(61)
(33) 3.3.1 电容器的充、放电现象	(61)
(33) 3.3.2 电容元件的伏安特性	(62)
(33) 3.3.3 电容器中的电场能量	(63)
(33) 阅读材料 用万用表粗略测试电容器质量的方法	(64)

思考与练习题	(64)
3.4 电容器的连接	(65)
3.4.1 电容器的串联	(65)
3.4.2 电容器的并联	(66)
阅读材料 串联电容器组的耐压值问题	(68)
思考与练习题	(69)
3.5 磁场及其基本物理量	(69)
3.5.1 磁场和磁感线	(69)
3.5.2 电流的磁场	(69)
3.5.3 磁场的基本物理量	(70)
思考与练习题	(73)
3.6 电磁感应	(73)
3.6.1 电磁感应现象	(73)
3.6.2 感应电流的方向及楞次定律	(75)
3.6.3 法拉第电磁感应定律	(75)
思考与练习题	(77)
3.7 电感及其基本特性	(77)
3.7.1 电感器	(77)
3.7.2 电感	(78)
3.7.3 自感现象和自感电动势	(78)
3.7.4 电感元件的伏安特性	(79)
3.7.5 电感线圈中的磁场能量	(80)
思考与练习题	(81)
本章小结	(82)
习题3	(83)
[探索与研究]	(86)
第4章 正弦交流电路	(87)
4.1 正弦交流电的基本概念	(87)
4.1.1 正弦交流电的产生	(87)
4.1.2 正弦交流电的三要素	(88)
4.1.3 正弦交流电的相位差	(90)
4.1.4 正弦交流电的有效值和平均值	(90)
思考与练习题	(92)
4.2 正弦交流电的表示方法	(92)
思考与练习题	(94)
4.3 正弦交流电路	(94)
4.3.1 纯电阻电路	(94)
4.3.2 纯电感电路	(97)
4.3.3 纯电容电路	(100)
4.3.4 RLC 串联电路	(103)
4.3.5 功率因数	(110)
阅读材料 交流电路的实际元件	(114)
阅读材料 常用电光源	(115)
思考与练习题	(118)

本章小结	(119)
习题 4	(121)
[探索与研究]	(124)
第 5 章 三相交流电路	(125)
5.1 三相交流电的产生	(125)
5.1.1 三相交流发电机的简单构造	(125)
5.1.2 三相对称正弦量	(125)
5.1.3 相序	(126)
思考与练习题	(127)
5.2 三相电源的联接	(127)
5.2.1 三相电源的星形联接	(127)
5.2.2 三相电源的三角形联接	(129)
思考与练习题	(129)
5.3 三相负载的联接	(129)
5.3.1 三相负载的星形联接	(130)
5.3.2 三相负载的三角形联接	(133)
5.4 三相电路的功率	(135)
思考与练习题	(137)
阅读材料 三相电动机	(137)
思考与练习题	(143)
阅读材料 保护接地和保护接零	(143)
思考与练习题	(146)
本章小结	(146)
习题 5	(147)
[探索与研究]	(149)
第 6 章 磁路与变压器	(150)
6.1 磁路	(150)
* 6.1.1 磁路及磁路定律	(150)
* 6.1.2 铁磁性物质的磁化	(152)
6.1.3 铁磁性物质的分类与应用	(154)
思考与练习题	(155)
6.2 线圈的互感	(155)
* 6.2.1 互感电动势	(155)
* 6.2.2 互感线圈的串联	(157)
6.2.3 涡流和磁屏蔽	(158)
思考与练习题	(160)
6.3 变压器与电磁铁	(160)
6.3.1 变压器的基本结构	(160)
6.3.2 变压器的工作原理	(161)
6.3.3 几种常见的变压器	(163)
6.3.4 变压器的功率和铭牌	(165)
6.3.5 交、直流电磁铁	(166)
6.3.6 铁磁性物质的充磁与去磁	(167)
思考与练习题	(168)

本章小结	(168)
习题 6	(169)
[探索与研究]	(170)
第 7 章 信号传输与系统概述	(171)
7.1 谐振电路.....	(171)
* 7.1.1 串联谐振电路.....	(171)
* 7.1.2 并联谐振电路.....	(174)
7.1.3 RC 电路的频率特性	(176)
思考与练习题	(177)
* 7.2 信号与系统概述.....	(177)
7.2.1 信号的基本知识.....	(177)
7.2.2 无线电信号的传输.....	(179)
7.2.3 系统与网络简介.....	(179)
7.2.4 信号的反馈与控制.....	(181)
思考与练习题	(182)
本章小结	(183)
习题 7	(183)
[探索与研究]	(184)
* 第 8 章 暂态过程.....	(185)
8.1 暂态过程与换路定律.....	(185)
8.1.1 暂态过程.....	(185)
8.1.2 换路定律.....	(186)
8.2 一阶电路的分析.....	(186)
8.3 RC 电路的暂态过程	(187)
8.3.1 RC 电路的充电过程	(187)
8.3.2 RC 电路的放电过程	(188)
8.4 RL 电路的暂态过程	(189)
8.4.1 RL 电路接通直流电源	(189)
8.4.2 RL 电路切断电源	(190)
思考与练习题	(191)
本章小结	(192)
习题 8	(192)
[探索与研究]	(193)
参考文献	(194)

第1章 电路的基本概念和基本定律

英语中,电(Electricity)这一词汇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。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,电能也在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。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

控制和保护装置用来控制电路的通断,保证电路正常工作。

4. 连接导体(导线,包括金属外壳)

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。

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。

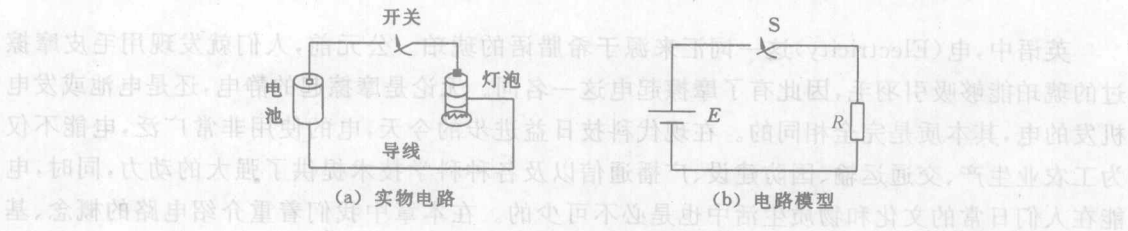


图 1-1 手电筒实物电路及其电路模型

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		不连接的交叉导线	
电压源		接地	
电流源		保险丝	

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。

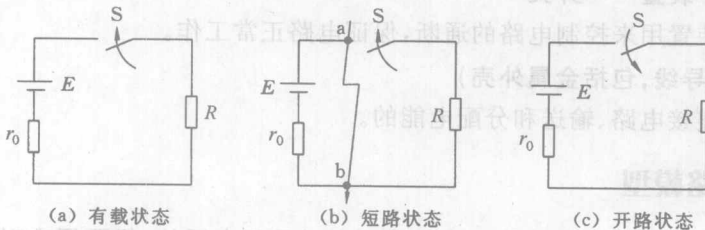


图 1-2 电路的工作状态



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,此时电源的两个极性端直接相连,电源被短路。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?
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。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。

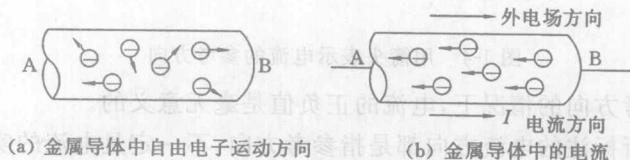


图 1-3 电流形成示意图

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 (s) 内通过导体横截面的电荷量 q ,即

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

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(μ A)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。

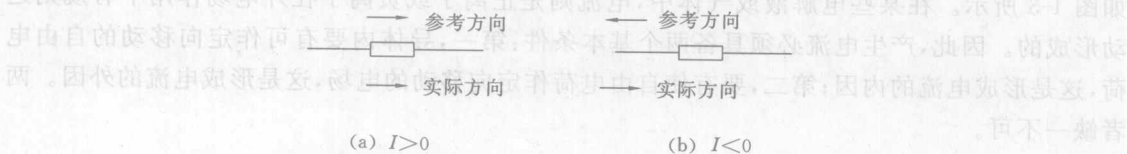


图1-4 用箭头表示电流的参考方向

(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。

例1.1 如图1-6所示,请说明电流的实际方向。

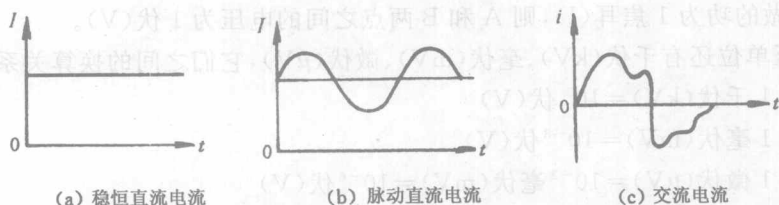


图 1-5 各种电流与时间关系曲线

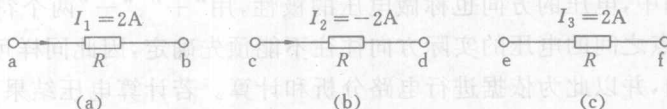


图 1-6 例 1.1 图

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。

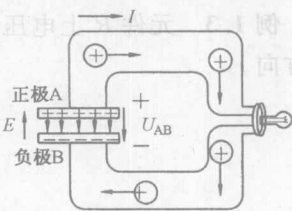


图 1-7 电压的概念

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(μV),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。

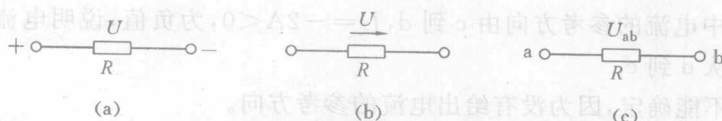


图1-8 电压参考方向的三种表示法

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。

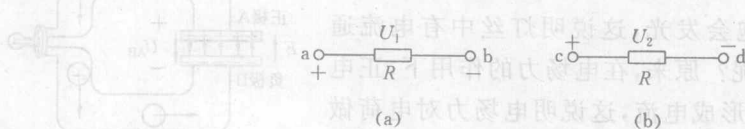


图1-9 例1.3图

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。

(2)因 $U_2 = -3\text{V} < 0$,为负值,说明电压的实际方向和参考方向相反,即从d到c。

例1.4 设一正电荷的电荷量为 0.003C ,它在电场中由a点移到b点时,电场力所做的功为 0.06J ,试求a和b两点间的电压?另有一正电荷的电荷量为 0.04C ,此电场力把它由a点移到b点,所做的功是多少?

解: (1) $U_{ab} = \frac{W_{ab}}{q} = \frac{0.06}{0.003} = 20\text{V}$

(2) $W_{ab} = q \cdot U_{ab} = 0.04 \times 20 = 0.8\text{J}$



1.2.3 电位

在电子线路中,通常要用到电位的概念。电位和电压是密切联系的。在电路中任选一个参考点,电路中某一点到参考点的电压就叫做该点的**电位**。电位的符号用 V 表示,例如电路中某点 a 和参考点 O 间的电压 U_{aO} 称为 a 点的电位,记作 V_a ,电位的单位也是伏特(V)。

参考点是计算电位的基准点,电路中各点电位都是针对这个基准点而言的。通常规定参考点的电位为零,因此参考点又叫**零电位点**,用接地符号“ $\perp$ ”表示。参考点的选择是任意的,一般在电子线路中常选择很多元件的汇集处,而且常常是电源的一个极作为参考点;在工程技术中则选择大地、机壳,若把电器设备的外壳“接地”,那么外壳的电位就为零。

由电位的定义可知,电位实际就是电压,只不过电压是指任意两点之间,而电位则是指某一点和参考点之间。电路中任意两点之间的电压即为此两点之间的电位差,如 a 、 b 之间的电压可记为

$$U_{ab} = V_a - V_b \quad (1-3)$$

根据 V_a 和 V_b 的大小,式(1-3)可以有以下三种不同情况:

(1)当 $U_{ab} > 0$ 时,说明 a 点的电位 V_a 高于 b 点电位 V_b 。

(2)当 $U_{ab} < 0$ 时,说明 a 点的电位 V_a 低于 b 点电位 V_b 。

(3)当 $U_{ab} = 0$ 时,说明 a 和 b 两点等电位,即 $V_a = V_b$ 。

引入电位的概念后,电压的方向可以看做为电位降低的方向,因此电压也叫**电位降**。

值得注意的是:(1)电路中各点的电位值是相对的,与参考点的选择有关,选择不同的参考点,电路中各点电位的大小和正负也就不同,即电位的多值性。但电路中任意两点之间的电压是唯一的,与参考点的选择无关,即电压的单一性。(2)电路中的电位取值可正可负。因为参考点的电位为零,所以规定比参考点高的电位为正值,叫**正电位**;比参考点低的电位为负值,叫**负电位**。

例 1.5 在图 1-10 所示电路中,已知 $U_{ac} = 3V$, $U_{ab} = 2V$,试分别以 a 点和 c 点作参考点,求 b 点的电位和 b 、 c 两点间的电压。

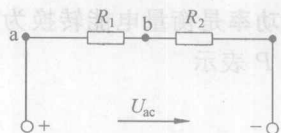


图 1-10 例 1.5 图

解: (1)以 a 点为参考点,则 $V_a = 0$,

已知 $U_{ab} = 2V$,即 $U_{ab} = V_a - V_b = 2V$

$$\therefore V_b = V_a - 2 = 0 - 2 = -2V$$

已知 $U_{ac} = 3V$,即 $U_{ac} = V_a - V_c = 3V$

$$\therefore V_c = V_a - 3 = 0 - 3 = -3V$$

b 、 c 两点间的电压 $U_{bc} = V_b - V_c = -2 - (-3) = 1V$

(2)以 c 点为参考点,则 $V_c = 0$

已知 $U_{ac} = 3V$,即 $U_{ac} = V_a - V_c = 3V$

$$\therefore V_a = V_c + 3 = 0 + 3 = 3V$$

已知 $U_{ab} = 2V$,即 $U_{ab} = V_a - V_b = 2V$

$$\therefore V_b = V_a - 2 = 3 - 2 = 1V$$

b 、 c 两点间的电压 $U_{bc} = V_b - V_c = 1 - 0 = 1V$

由上面的计算可见,参考点为 a 时, $V_b = -2V$;参考点为 c 点, $V_b = 1V$ 。但 b 和 c 两点间的电压与参考点的选择无关,始终是 $U_{bc} = 1V$ 。