



普通高校“十三五”规划教材

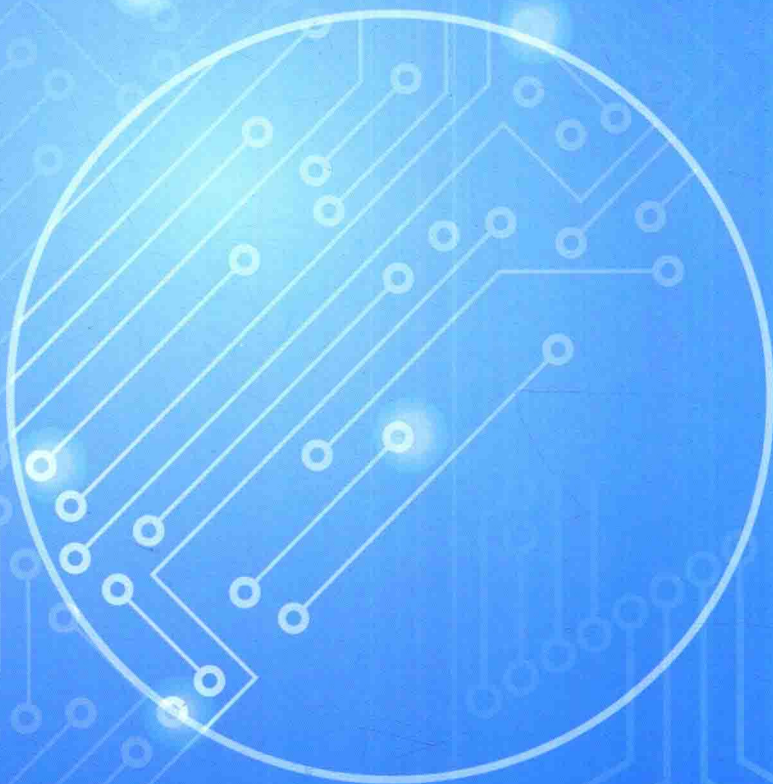
电工技术

DIAN GONG JI SHU

主 编◎张大为

副主编◎刘 迪 王 晶

刘陵顺 张树团



北京航空航天大学出版社
BEIHANG UNIVERSITY PRESS



普通高校“十三五”规划教材

电工技术

主 编 张大为
副主编 刘 迪 王 晶
刘陵顺 张树团

北京航空航天大学出版社

内 容 简 介

本书为普通高校“十三五”规划教材。知识体系围绕“一条主线,两大模块,三部分内容”进行详尽地论述。本书以提高学生综合应用能力为主线,即以电工基础和电工技术为两大模块,以电路理论、磁路理论、常用电气设备为三大核心内容。具体内容包括:直流电路的基本概念及基本定律、线性电路分析方法、一阶动态电路、正弦交流电路、三相交流电路、直流电机、变压器与交流电机、继电器接触器控制系统、供电安全与电工测量。依据“拓宽学生视野,激发学生兴趣”的目标在教材中增加了应用实例和拓展推广环节。这样既立足基础,又兼顾发展;既强调通用性,又着眼实践性。

本书可作为高职高专院校非电类专业教材,也可作为从事相关专业工程技术人员的参考用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术 / 张大为主编. -- 北京:北京航空航天大学出版社,2016.3

ISBN 978-7-5124-2051-9

I. ①电… II. ①张… III. ①电工技术—高等职业教育—教材 IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 027304 号

版权所有,侵权必究。

电工技术

主编 张大为

副主编 刘迪 王晶 刘陵顺 张树团

责任编辑 金友泉

*

北京航空航天大学出版社出版发行

北京市海淀区学院路 37 号(邮编 100191) <http://www.buaapress.com.cn>

发行部电话:(010)82317024 传真:(010)82328026

读者信箱:goodtextbook@126.com 邮购电话:(010)82316936

北京泽宇印刷有限公司印装 各地书店经销

*

开本:710×1 000 1/16 印张:15.5 字数:330 千字

2016 年 3 月第 1 版 2016 年 3 月第 1 次印刷 印数:3 000 册

ISBN 978-7-5124-2051-9 定价:35.00 元

前 言

“电工技术”是一门重要的专业基础课程,其目的是使学生掌握电工技术的基本理论、基本方法和基本技能,培养学生理论联系实际、理论应用实际的工程观点,提高学生分析、计算、解决实际问题的工程能力。针对武器装备类士官高等职业技术教育面向的学员,以突出实战化教学、遵循人才教育规律为出发点,以着眼岗位任职需要、提高人才培养质量为落脚点编写了本教材。

本书各章以应用实例导入,以拓展推广收尾。按照通用性与实践性有机结合、基础理论与实际设备有效融合的模式编写。以“掌握概念,突出应用,提高能力”为主题,以“精选内容、加强基础、贴近实践”为主线,力求实现“理论深浅适度、体系结构新颖、联系实际紧密”。

本书共分9章,第1章为直流电路的基本概念及基本定律,主要介绍了电路的组成、电路的基本物理量和基本定律;第2章为线性电路分析方法,主要介绍了线性电路几种常用的电路分析方法和定理;第3章为一阶动态电路,主要介绍了换路定则、一阶电路的零输入响应、零状态响应、全响应和三要素法;第4章为正弦交流电路,主要介绍了正弦量及其相量表示、正弦交流电路的分析与计算;第5章为三相交流电路,主要介绍了三相交流电源、三相交流电路的连接方式、电压电流关系及功率特性;第6章为直流电机,主要介绍了磁路的基本知识、直流电机的基本结构与工作原理、励磁方式和使用;第7章为变压器与交流电机,主要介绍了变压器、笼形异步电动机的基本知识和分析方法;第8章为继电器接触器控制系统,主要介绍了基本典型的控制电器和工程实际中最常用的三相笼形异步电动机应用控制线路;第9章为供电安全与电工测量,主要介绍了供电安全和常用仪器仪表的使用方法。

本书由张大为担任主编,刘迪、王晶、刘陵顺、张树团为副主编。其中第1章由刘迪编写,第2章由刘迪和王晶编写,第3章由刘迪编写,第4、5章由张海鹰编写,第6章由王昉编写,第7章由张大为和张树团编写,第8章由张大为编写,第9章由刘迪和皮之军编写。海军航空工程学院的姜静、万道军、刘铁、吕晓峰、张凯、胡春万、李建海等同志参与了该书的编写工作,刘陵顺教授和李岩副教授作为主审,审阅并提出了宝贵的修改意见,在此表示衷心的感谢!

在教材的编写过程中,参考了大量的经典教材,受益匪浅;本书编写得到海军航空工程学院训练部领导和控制工程系领导的鼎力支持和帮助,在此表示感谢!

由于编者水平有限,书中难免存在疏漏和不妥之处,敬请读者批评斧正。

编 者

2015年10月

目 录

第 1 章 直流电路的基本概念及基本定律	1
1.1 电路和电路模型	1
1.1.1 电路的组成	1
1.1.2 电路的作用	2
1.1.3 电路模型	3
1.2 电路中的基本物理量	4
1.2.1 电流及其参考方向	4
1.2.2 电压及其参考方向	6
1.2.3 关联与非关联参考方向	7
1.2.4 功率	7
1.2.5 额定值与实际值	9
1.3 欧姆定律	9
1.4 基尔霍夫定律	10
1.4.1 几个相关的电路名词	10
1.4.2 基尔霍夫电流定律	11
1.4.3 基尔霍夫电压定律	12
本章小结	15
习 题	16
拓展推广——导弹直流电源系统的发展概况	19
思考题	20
第 2 章 线性电路分析方法	21
2.1 电阻电路的等效变换	22
2.1.1 电阻的连接与等效变换	23
2.1.2 电源的等效变换	26
2.2 支路电流法	31
2.3 网孔电流法	33
2.4 节点电压法	36
2.5 叠加定理	38
2.6 戴维宁定理与诺顿定理	40
本章小结	44
习 题	46

拓展推广——飞机直流电源系统的发展概况	50
思考题	50
第3章 一阶动态电路	51
3.1 电路的基本元件	52
3.1.1 电阻元件	52
3.1.2 电感元件	53
3.1.3 电容元件	54
3.2 换路定则	55
3.3 一阶 RC 电路的响应	57
3.3.1 一阶 RC 电路的零状态响应	58
3.3.2 一阶 RC 电路的零输入响应	59
3.3.3 一阶 RC 电路的全响应	61
3.4 一阶 RL 电路的响应	63
3.4.1 一阶 RL 电路的零状态响应	63
3.4.2 一阶 RL 电路的零输入响应	64
3.4.3 一阶 RL 电路的全响应	66
3.5 一阶线性电路暂态分析的三要素法	67
本章小结	69
习 题	70
拓展推广——一阶电路在飞机交流发电机电压自动调节系统中的应用	73
思考题	74
第4章 正弦交流电路	75
4.1 正弦电压与电流	75
4.1.1 正弦量的周期、频率和角频率	76
4.1.2 正弦量的瞬时值、最大值和有效值	77
4.1.3 正弦量的初相位与相位关系	78
4.2 正弦量的相量表示法	81
4.2.1 复数的基本特性	81
4.2.2 正弦量的相量表示法	83
4.3 单一参数的交流电路	84
4.3.1 单一参数交流电路的伏安关系	85
4.3.2 单一参数交流电路的功率	87
4.4 简单正弦交流电路的分析与计算	90
4.4.1 相量形式的基尔霍夫定律	90
4.4.2 RLC 串联电路的分析	91

4.4.3 阻抗的串联与并联	94
4.5 谐振电路	96
4.5.1 串联谐振	96
4.5.2 并联谐振	99
4.6 功率因数的提高	101
4.6.1 提高功率因数的意义	101
4.6.2 提高功率因数的方法	102
本章小结	103
习 题	104
拓展推广之一——交直流之争	108
拓展推广之二——导弹交流电源系统的发展概况	109
思考题	109
第5章 三相交流电路	110
5.1 三相交流电源	110
5.1.1 三相交流电源的产生	110
5.1.2 对称三相电源的连接	112
5.2 三相交流电路负载的连接	114
5.2.1 三相负载的星形连接	114
5.2.2 三相负载的三角形连接	116
5.3 三相电路的功率	119
5.3.1 有功功率	119
5.3.2 无功功率	120
5.3.3 视在功率	120
5.3.4 瞬时功率	120
本章小结	121
习 题	122
拓展推广之一——电力系统采用三相制的原因	124
拓展推广之二——飞机交流电源系统的发展概况	125
思考题	126
第6章 直流电机	127
6.1 引 言	128
6.2 磁路的基本知识	128
6.2.1 磁场的基本物理量	128
6.2.2 磁性材料的特性	130
6.3 直流电机的基本结构与工作原理	133

6.3.1	直流电机的基本结构	133
6.3.2	直流电机的工作原理	135
6.3.3	直流电机的励磁方式	137
6.4	直流发电机	138
6.4.1	稳定运行时的基本关系式	138
6.4.2	直流发电机外特性	139
6.5	直流电动机	139
6.5.1	稳态运行时的基本关系式	139
6.5.2	直流电动机的机械特性	140
6.5.3	直流电动机的使用	141
6.6	直流电机的额定数据与型号	145
6.6.1	直流电机的额定数据	145
6.6.2	直流电机的型号	145
6.7	航空直流启动发电机	145
	本章小结	148
	习 题	148
	拓展推广之一——稀土永磁电机在航空上的应用	149
	拓展推广之二——直流发电机在导弹上的应用	151
	思考题	151
第7章	变压器与交流电机	152
7.1	变压器	153
7.1.1	变压器的基本结构	153
7.1.2	变压器的工作原理	153
7.1.3	变压器的外特性	157
7.1.4	变压器的损耗及效率	158
7.1.5	三相变压器	158
7.1.6	变压器的型号及额定数据	159
7.2	三相异步电动机的基本结构	160
7.2.1	定 子	160
7.2.2	转 子	160
7.3	三相异步电动机的工作原理	161
7.3.1	旋转磁场	161
7.3.2	三相异步电动机的工作原理	164
7.3.3	三相异步电动机的三种工作状态	165
7.4	三相异步电动机的电路分析	165
7.4.1	定子电路分析	166

7.4.2 转子电路分析	166
7.5 三相异步电动机的转矩与机械特性	169
7.5.1 电磁转矩	169
7.5.2 机械特性	170
7.6 三相异步电动机的使用	174
7.6.1 三相异步电动机的启动	174
7.6.2 三相异步电动机的调速	177
7.6.3 三相异步电动机的制动	178
7.7 三相异步电机的铭牌数据	179
7.8 永磁式同步电动机	180
7.9 同步发电机	182
7.9.1 同步发电机的基本结构	182
7.9.2 同步发电机的基本工作原理	183
7.9.3 同步电机应用举例	183
7.9.4 同步电机型号与额定数据	184
本章小结	184
习 题	186
拓展推广——交流发电机在多电飞机中的应用	187
思考题	188
第8章 继电器接触器控制系统	189
8.1 常用控制电器	191
8.1.1 刀开关	191
8.1.2 组合开关	191
8.1.3 飞机、导弹常用开关	192
8.1.4 按 钮	192
8.1.5 熔断器	194
8.1.6 空气断路器	195
8.2 继电器	197
8.2.1 电磁式继电器	197
8.2.2 极化继电器	199
8.2.3 热继电器	203
8.2.4 速度继电器	203
8.2.5 导弹常用继电器	204
8.3 接触器	204
8.3.1 交流电磁式接触器	205
8.3.2 双绕组接触器	206

8.3.3 机械闭锁式接触器	206
8.3.4 磁保持接触器	206
8.3.5 飞机、导弹常用接触器	207
8.4 三相笼形异步电动机的常用控制线路	208
8.4.1 三相笼形异步电动机的启动	208
8.4.2 三相笼形异步电动机正/反转控制电路	212
8.4.3 三相笼形异步电动机制动控制电路	214
本章小结	215
习 题	216
拓展推广——控制电器在飞机配电系统控制中的应用	218
思考题	219
第9章 供电安全与电工测量	220
9.1 供电安全	220
9.1.1 触电类型	220
9.1.2 触电防护	222
9.1.3 用电设备保护	222
9.2 电工测量的基本知识	224
9.2.1 误差的表示方法	224
9.2.2 电工测量仪表的类型	225
9.3 电流、电压与电阻的测量	227
9.3.1 电流的测量	227
9.3.2 电压的测量	227
9.3.3 电阻的测量	227
9.4 常用电工测量仪表	229
9.4.1 模拟式万用表	229
9.4.2 数字式万用表	230
9.4.3 数字示波器	231
本章小结	233
习 题	234
拓展推广之一——飞机安全接地	235
拓展推广之二——导弹电气系统电磁兼容控制之接地设计	235
思考题	236
参考文献	237

第1章 直流电路的基本概念及基本定律

在现代科学技术的应用中,电工技术占据了十分重要的地位。人们使用的各种电气和电子设备中的主要部件都是由各种不同的电路组成的。电路作为电工技术的主要研究对象,其分析和计算十分重要。

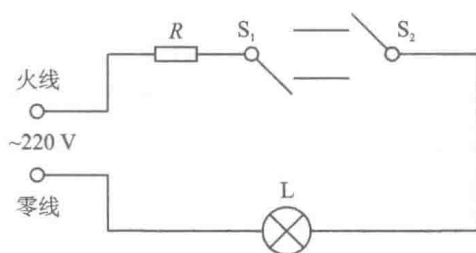
本章主要介绍电路的组成,电路的作用和电路模型的概念;电路中的基本物理量——电流、电压、电动势和电功率;欧姆定律;电路的基本定律——基尔霍夫定律。这些直流电路的基本概念和基本定律,同样也是交流电路和电子电路分析的基础。

1. 应用实例之一:双控灯

有时为了方便,需要在两地控制一盏灯。例如,楼梯上使用的照明灯,要求在楼上、楼下都能控制其亮灭。它需要多用一根连线,其接线方法如应用实例图1所示。

2. 应用实例之二:照明灯

在日常生活中,照明灯(见应用实例图2)用久了会发烫,这是因为照明灯内部的灯丝具有电阻,电流流过灯丝时会做功,将电能转换为光能和热能,所以照明灯用久了以后,灯泡表面发烫是正常现象。



应用实例图1 双控灯



应用实例图2 照明灯

1.1 电路和电路模型

电路即电流的通路,是为了满足某种需要,由电气设备和元件(如发电机、电动机和电炉)或电子器件(如二极管、三极管和集成电路)按一定的方式相互连接组成的。

1.1.1 电路的组成

无论电路的结构和作用如何,都可以看成由电源、负载和中间环节3个基本部分

组成。

1. 电 源

电源是电路中提供电能或产生信号的设备。电源可把化学能、光能、机械能等非电能转换为电能,如电池、发电机等。

2. 负 载

负载是将电能量转换为其他形式能量的用电设备,如电灯、电炉、照明灯和电动机等。

3. 中间环节

中间环节的作用是把电源和负载连接起来构成闭合电路,并对整个电路实行控制、保护或测量。中间环节包括导线、开关和熔断器等一些实现对电路连接、控制、测量及保护的装置和设备。

如图 1.1.1 所示是一个最简单的电路。电路中电池是电源,将化学能转换为电能;照明灯泡是负载,将电能转换成光能和热能;开关和导线为中间环节,将电池和照明灯泡连接起来构成完整的电路。

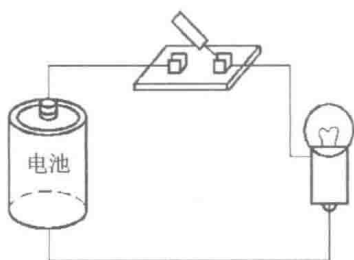


图 1.1.1 电 路

1.1.2 电路的作用

电路的结构形式和所能完成任务是多种多样的,但其基本作用大致可分为以下两类。

1. 实现电能的传输、分配和转换

最典型的例子是电力系统,其电路示意图如图 1.1.2 所示。

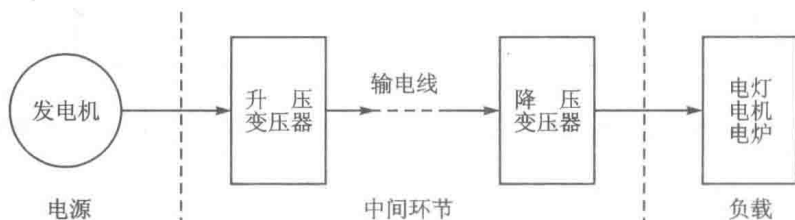


图 1.1.2 电力系统电路示意图

它的作用是实现电能的传输、分配和转换。电力系统中,发电机产生的电能通过输电线路传输到各用户,供给动力、电热、电解、电镀和照明等用电。由于这类电路电压较高,电流、功率较大,常称为“强电”电路。

2. 实现电信号的产生、传递和处理

常见的例子如扩音器和电视机,它们的接收天线(信号源)把接收的载有语音、图

像信息的电磁波转换为相应的电信号,经过中间环节实现信号传递和处理,由扬声器和显像管还原为原始信息,其电路工作示意图如图 1.1.3 所示。这类电路通常电压较低,电流、功率较小,常称为“弱电”电路。传声器是输出信号的设备,称为信号源。

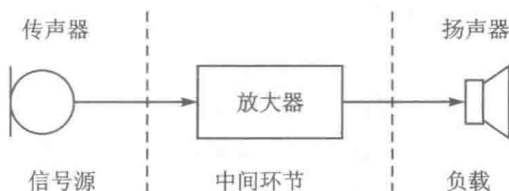


图 1.1.3 扩音器电路示意图

信号源也是一种电源,其主要作用是产生电压信号和电流信号。各种非电的信息和参量,如语言、音乐、温度、压力、位移等均可变换成电信号,从而进行传递和转换。电路的这一作用广泛应用于电子技术、测量技术、无线技术和自动控制技术等领域。

1.1.3 电路模型

各种实际电路都是由电阻器、电容器、电感线圈、变压器、发电机、电池等器件组成的。这些实际电气器件的物理特性一般是比较复杂的。一种实际电气器件往往同时具有几种物理特性。例如,一个电感线圈,当有电流通过时,不仅会产生磁通,形成磁场;同时还会消耗电能,即线圈不仅具有电感性质,还具有电阻性质。不仅如此,电感线圈的匝与匝之间还存在分布电容,具有电容性质。

为了便于对实际电路进行分析和计算,将实际元件理想化、模型化,即在一定条件下突出其主要的电磁性质,忽略其次要性质而得到的单一性质的元件,把它近似地看作理想电路元件。现实中的电路元件种类繁多,特性各异,由它们组成的电路千变万化,十分复杂。为了便于对电路进行分析和计算,常用理想电路元件或它们的组合模拟实际器件。

理想电路元件(以下简称电路元件)分为有源元件和无源元件两类。有源元件主要有电压源和电流源,无源元件主要有电阻元件 R 、电感元件 L 、电容元件 C 。这些理想电路元件具有单一的物理特性和严格的数学定义。实际电气器件消耗电能的物理特性用电阻元件来表征;实际电气器件存储磁场能的物理特性用电感元件来表征;实际电气器件存储电场能的物理特性用电容元件来表征。根据不同的工作条件,可以把一个实际电气器件用一个电路元件或几个电路元件的组合来模拟,从而把由实际电气器件连接成的实际电路转化为由电路元件组合而成的电路模型。建立实际电路的电路模型是分析研究电路问题的常用方法。例如,在低频电路中,电阻器、电烙铁、电炉等实际电路元器件所表现的主要特征是把电能转化为热能,可用电阻元件这样一个理想元件来反映消耗电能的特征。由理想元件构成的电路,称为实际电路的

电路模型。图 1.1.4 是图 1.1.1 所示实际电路的电路模型。图中 U_s 表示电源, R_0 表示电源等效内阻, S 表示开关, R 表示耗能元件。

电路模型是对实际电路电磁性质的科学抽象和概括。在不同的工作条件下,同一实际器件可能采用不同的模型。模型取得恰当,对电路进行分析计算的结果就与实际情况接近;模型取得不恰当,则会造成很大误差甚至导致错误结果。

常用国家规定的电气图形符号及文字符号表示各电器元器件如表 1.1.1 所列。

表 1.1.1 电路中常用的图形及文字符号

文字符号	图 形	文字符号	图 形	文字符号	图 形
直流电压源		电容 C		开关 S	
固定电阻 R		电压源 U_s		熔断器	
可变电阻 R		电流源 I_s		电压表	
电感 L		照明灯		电流表	

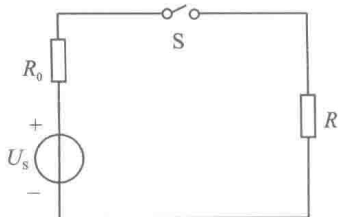


图 1.1.4 电路模型

1.2 电路中的基本物理量

电路中的基本物理量包括电流、电压、电动势和功率。

1.2.1 电流及其参考方向

电流是在单位时间内通过导体横截面的电荷量,是既有大小又有方向的基本物理量。

电流主要分为两类:一类为大小和方向均不随时间变化的电流,称为直流电流;另一类为大小和方向均随时间做周期性变化,并且在一个周期内电流的平均值为零,称为交流电流。

常见的电流波形如图 1.2.1 所示,图 1.2.1(a)为直流电流,图 1.2.1(b)为交流电流。

在国际单位制中,电流的单位为 A(安培,简称安),电荷的单位为 C(库仑,简称库)。实际中还常用毫安(mA),即 $1\text{ mA}=10^{-3}\text{ A}$ 。表 1.2.1 列出了国际单位制(SI)中规定的用来构成十进倍数与分数的词头。

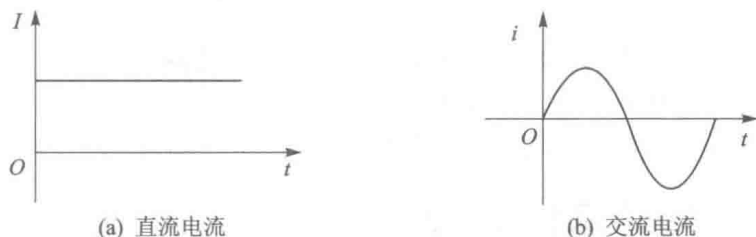


图 1.2.1 常见的电流波形

表 1.2.1 国际单位制(SI)倍数与分数词头

倍率	词头名称词		词头符号	倍率	词头名称词		词头符号
10^{12}	太[拉]	tera	T	10^{-1}	分	deci	d
10^9	吉[咖]	Giga	G	10^{-2}	厘	centi	c
10^6	兆	Mega	M	10^{-3}	毫	milli	h
10^3	千	Kilo	K	10^{-6}	微	micro	μ
10^2	百	Hecto	H	10^{-9}	纳[诺]	nano	N
10	十	deca	da	10^{-12}	皮[可]	pico	p

电流的实际方向规定为正电荷运动的方向。

在分析电路时,对复杂电路由于事先无法确定电流的实际方向,或电流的实际方向在不断地变化,所以引入了“参考方向”的概念。参考方向是一个假想的电流方向。在分析电路前,需要先任意选定某一方向作为电流的参考方向。电流的参考方向有两种表示方法,如图 1.2.2 所示。图 1.2.2(a)用箭头的指向表示;图 1.2.2(b)用双下标来表示,图中电流的参考方向是由 A 指向 B。

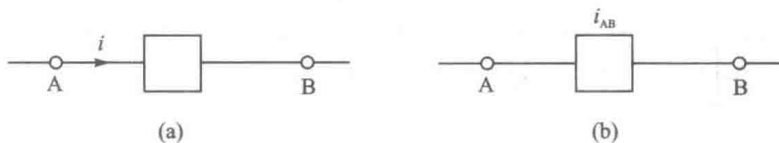


图 1.2.2 电流参考方向的两种表示方法

若计算结果 $i > 0$, 则电流的实际方向与电流的参考方向一致;若 $i < 0$, 则电流的实际方向与电流的参考方向相反。这样,就可以在选定的参考方向下,根据电流值的正负来确定电流的实际方向。

注意:只有同时知道电流的正负和参考方向,才能判定电流的实际方向。

【例 1.2.1】各电流的参考方向如图 1.2.3 所示。已知 $I_1 = -6\text{ A}$, $I_2 = 4\text{ A}$, $I_3 = -2\text{ A}$ 。

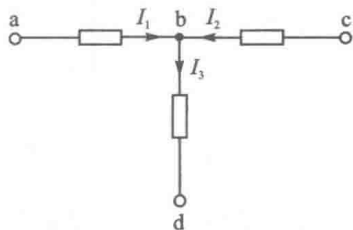


图 1.2.3 【例 1.2.1】图

试确定 I_1 、 I_2 、 I_3 的实际方向。

解: $I_1 < 0$, I_1 实际方向与参考方向相反, I_1 由 b 流向 a。

$I_2 > 0$, I_2 实际方向与参考方向相同, I_2 由 c 流向 b。

$I_3 < 0$, I_3 实际方向与参考方向相反, I_3 由 d 流向 b。

1.2.2 电压及其参考方向

电压也是电路中既有大小又有方向的物理量。直流电压用大写字母 U 表示, 交流电压用小写字母 u 表示。电路中 A、B 两点间电压的大小, 等于电场力将单位正电荷从 A 点移动到 B 点所做的功。电压的单位为伏特(V)。

在分析电子电路时, 通常要用电位这个概念。譬如对于二极管, 只有当阳极电位高于阴极电位时, 才能导通; 否则就截止。在电路中任选一点为电位参考点, 在图中用接地符号“ $\perp$ ”表示, 参考点的电位为 0, 则某点到参考点的电压就叫做这一点的电位。电位用大写字母 V 表示, 单位也为伏特(V)。如图 1.2.4 中 B 点的电位, 计作 V_B , 当选择 O 点为参考点时, 有

$$V_B = U_{BO} = U_{S1} \quad (1.2.1)$$

当选择 A 点为参考点时, 有

$$V_B = U_{BA} = U_{S1} + U_{S2} \quad (1.2.2)$$

电压与路径无关, 两点间的电压就是两点间的电位差, 图 1.2.4 中 B、A 两点的电压就等于两点的电位差, 即

$$U_{BA} = V_B - V_A \quad (1.2.3)$$

必须特别注意, 电位是相对的, 电压是绝对的。电路中任意点的电位大小与参考点的选择有关, 各点的电位值随参考点的改变而改变; 但是任意两点之间的电位差不变, 与参考点无关。理论研究时常取无穷远处作为电位的参考点, 工程上常选大地、仪器外壳或底板作参考点。在电子电路中, 为了简化电路, 对一端接地的电源不再画出电源符号, 而是用电位来表示电压的大小和极性。图 1.2.5 就是图 1.2.4 的习惯画法。

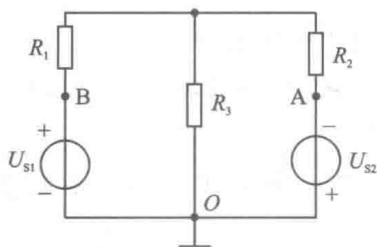


图 1.2.4 电位示意图

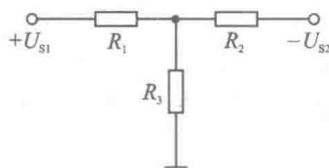


图 1.2.5 电路的习惯画法

在分析电路时, 为了便于求解和计算, 需要对电路中的电压规定参考方向, 几种标注方法如图 1.2.6 所示。其中, 图 1.2.6(a) 利用箭头的指向表示电压参考方向;

图 1.2.6(b)所示的参考极性标注法中,利用“+”号表示高电位端,“-”号表示低电位端;图 1.2.6(c)所示的双下标标注方法中,表明电压参考方向是由 a 点指向 b 点。

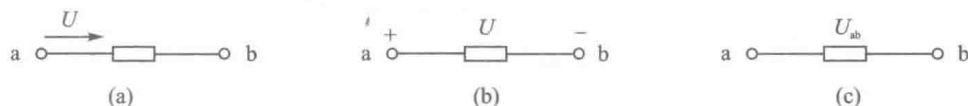


图 1.2.6 电压参考方向的几种标注方法

选定电压参考方向后,才能对电路进行分析计算。当计算结果 $U > 0$ 时,表示电压的实际极性与所标的参考极性相同;当计算结果 $U < 0$ 时,表示电压的实际极性与所标的参考极性相反。

【例 1.2.2】 在如图 1.2.7 所示的电路中,试分别指出图中各电压的实际极性。

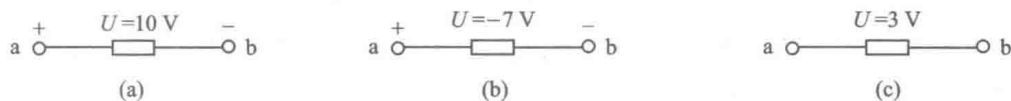


图 1.2.7 【例 1.2.2】图

解: 各电压的实际极性为

(1) 图 1.2.7(a)中, a 点为高电位, 因 $U = 10 \text{ V} > 0$, 故与实际极性所标参考极性相同。

(2) 图 1.2.7(b)中, b 点为高电位, 因 $U = -7 \text{ V} < 0$, 故与实际极性所标参考极性相反。

(3) 图 1.2.7(c)中, 不能确定电压实际极性, 因为虽然 $U = 3 \text{ V} > 0$ 。但图中没有标出参考极性。

1.2.3 关联与非关联参考方向

一个元件的电流或电压的参考方向可以独立地任意指定。如果指定元件上电流的参考方向是从电压的参考高电位(“+”极性端)指向参考低电位(“-”极性端)时, 即两者参考方向一致时, 则把电流和电压的这种参考方向称为关联参考方向, 如图 1.2.8(a)、(b)所示; 当两者参考方向不一致时, 称为非关联参考方向, 如图 1.2.8(c)、(d)所示。

参考方向可任意设定, 选定参考方向后, 才能对电路进行分析计算。参考方向设定后, 计算过程中不要随意改动, 以免出错。

1.2.4 功率

功率是指单位时间内电路元件上能量的变化量, 是一个具有大小和正负的物理量。功率的单位是瓦特(W)。在电路分析中, 通常用电流 I 与电压 U 的乘积来描述功率。