

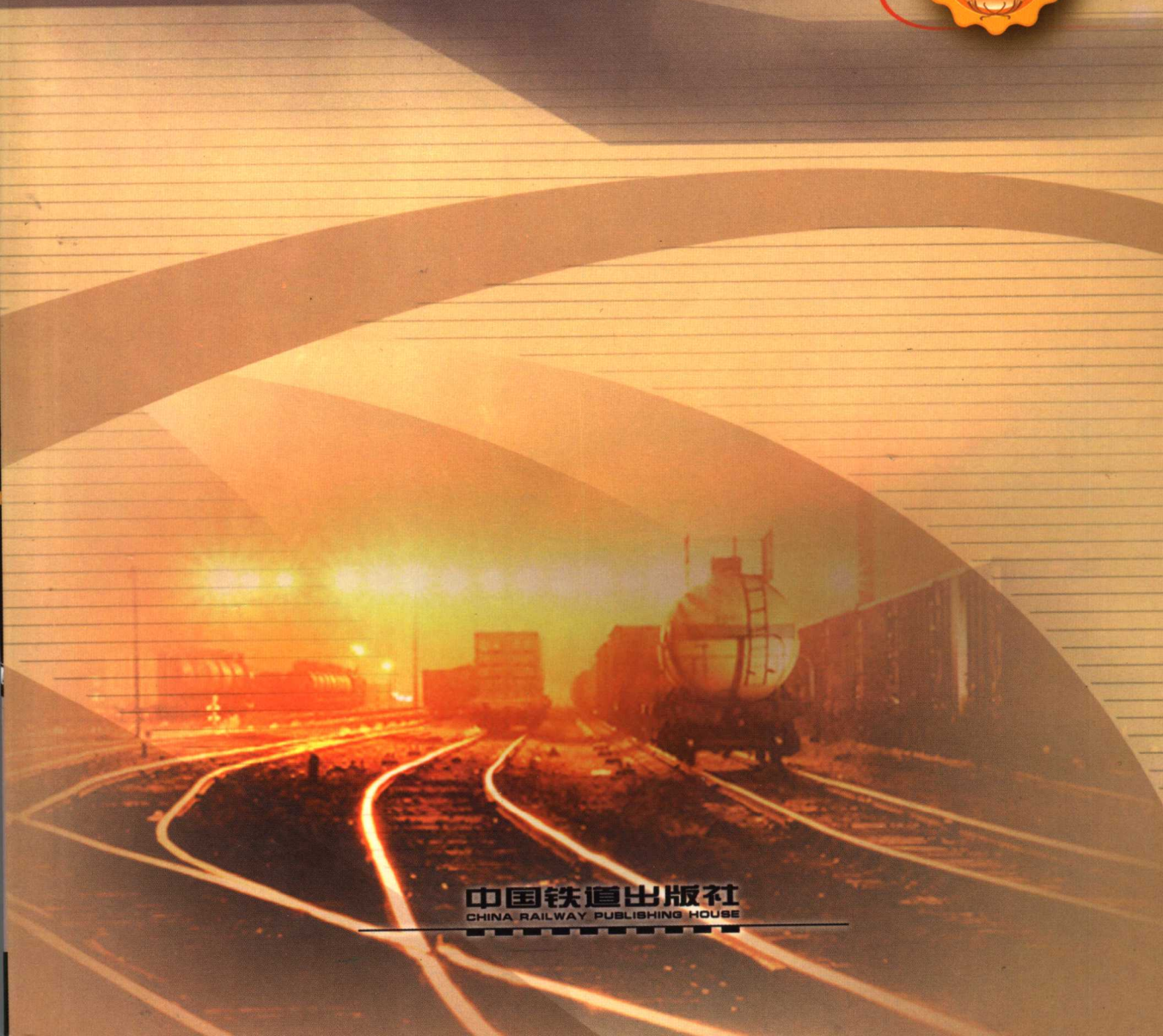
铁路职业教育铁道部规划教材

电工与电子技术基础

DIANGONGYUDIANZIJISHUJICHU

TIELU ZHIYE JIAOYU TIEDAOBU GUIHUA JIAOCAI

林宏裔 主编



中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE



铁路职业教育铁道部规划教材

(中 专)

电工与电子技术基础

林宏裔 主 编
李 晓 红 副主编
雷 雪 芳 主 审

中国铁道出版社

2007年·北京

内 容 简 介

全书共分十五章,包括电工技术、电子技术和电力电子等三大部分。主要内容包括:电路的基本概念和基本定律、直流电阻电路、电容和电感元件、单相正弦交流电路、三相交流电路、互感与变压器、常用半导体元件、放大电路、运算放大器及其应用、低频功率放大电路、直流电源、数字电路基础、组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路、晶闸管整流技术等。

本教材适合铁道车辆、机车以及电气化铁道供电等专业中专学生使用,也可作为培训用书。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术基础/林宏裔主编. —北京:中国铁道出版社,2007. 8

铁路职业教育铁道部规划教材

ISBN 978-7-113-08261-1

I. 电… II. 林… III. ①电工技术—职业教育—教材
②电子技术—职业教育—教材 IV. TM TN

中国版本图书馆CIP数据核字(2007)第134221号

书 名: 电工与电子技术基础

作 者: 林宏裔 主编

责任编辑: 阙济存

电话: 010-51873133

电子信箱: td51873133@163.com

封面设计: 陈东山

责任校对: 马 丽

责任印刷: 金洪泽

出版发行: 中国铁道出版社

地 址: 北京市宣武区右安门西街8号

邮政编码: 100054

网 址: www.tdpress.com

电子信箱: 发行部 ywk@tdpress.com

印 刷: 北京铭成印刷有限公司

总编办 zbb@tdpress.com

版 次: 2007年8月第1版 2007年8月第1次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 19.25 字数: 474千

书 号: ISBN 978-7-113-08261-1/TP·2553

定 价: 35.00元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社读者服务部调换。

电 话: (市电)010-51873170 (路电)021-73170

打击盗版举报电话: (市电)010-63549504 (路电)021-73187

前 言

本书是根据铁道部2007年颁发的《中等专业学校铁路职业教育电气化铁道供电专业教学指导计划》中主干课程《电工与电子技术基础教学基本要求》，并参照有关行业的职业技能鉴定规范及中级技术工人等级标准编写的铁路职业教育铁道部规划教材。

全书共分十五章，包括电路、电子技术和电力电子技术三大部分。主要内容包括：电路的基本概念和基本定律、直流电阻电路、电容和电感元件、单相正弦交流电路、三相交流电路、互感与变压器、常用半导体元件、放大电路、运算放大器及其应用、低频功率放大电路、直流电源、数字电路基础、组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路、晶闸管整流技术等。通过对本书的学习，使学生具备电气化铁道供电专业的高素质劳动者和中初级专门人才所必需的电工电子技术基本知识及基本技能，初步具有解决实际问题的能力，为学习专业知识和专业技能打下基础。

本书在编写过程中依据中等职业成人教育的培养目标，围绕电气化铁道供电专业行业的特点，紧扣教学大纲的内容和要求，注意吸收当前电工电子技术领域中的新知识、新技术、新工艺、新方法，力求教材内容与时俱进。

由于本课程的实践性较强，在选取教材内容时，从岗位的实际需要出发，本着干什么学什么，最大限度学以致用原则。对基础知识和基本理论以必需、够用、实用为度，在讲清基础知识、基本理论、元器件结构和工作原理的基础上，重点介绍在实际生产中的应用。全书共安排了20个技能训练，旨在进一步强化学生的实际操作能力，满足学生参加电工电子技术等级考核的需要。

本书每节后都有教学评价用于检查每一次教学效果，每章后都有本章小结。

考虑到目前中等专业学校学生的实际，尽量降低知识难度，对一些教学要求较高的教学内容及技能训练内容可根据本学校教学实际选择使用。

本书在文字表述上力求简明扼要、通俗易懂；尽可能多的采用插图，以求直观形象，图文并茂，让学生容易理解和接受。

本教材适用于3年制电气化铁道供电专业及相关专业，也可作为职业岗位培训教材。总学时数为180学时，各部分内容的课时分配建议如下：

序号	教学内容	课时分配建议		
		理论教学	实践教学	合计
1	电路的基本概念与基本定律	12	4	16
2	直流电阻电路	14	4	18
3	电容和电感元件	8	0	8
4	单相正弦交流电路	16	4	20

续上表

序 号	教 学 内 容	课时分配建议		
		理论教学	实践教学	合 计
5	三相交流电路	8	4	12
6	互感与变压器	8	2	10
7	常用半导体元件	8	4	12
8	放大电路	12	4	16
9	运算放大器及其应用	6	2	8
10	低频功率放大电路	6	2	8
11	直流电源	4	2	6
12	数字电路基础	12	2	14
13	组合逻辑电路	6	2	8
14	触发器与时序逻辑电路	8	2	10
15	晶闸管整流技术	8	2	10
	机 动	4	0	4
	合 计	140	40	180

本书由北京铁路电气化学校林宏裔主编，太原铁路机械学校李晓红副主编。各部分编写分工如下：第一、二章由武汉铁路司机学校徐亚辉编写；第三、四章由北京铁路电气化学校金玉萍编写；第五章第一节到第五节、第六章由北京铁路电气化学校常国兰编写；第七、九章由北京铁路电气化学校李凤玲编写；第十三、十四章由北京铁路电气化学校徐宝平编写；第五章第六节、第八、十一、十二章由李晓红编写；第十、十五章由林宏裔编写；全书由林宏裔统稿。本书通过铁道部中等职业教育教材审定委员会审定，由西安铁路职业技术学院雷雪芳主审。大家对书稿提出了很多宝贵意见，在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限，书中难免存在缺点与错误，诚恳欢迎读者批评指正。

编者
2007年8月

目 录

第一章 电路的基本概念和基本定律	1
第一节 电路和电路模型.....	1
第二节 电流、电压及其参考方向.....	3
第三节 电源和电动势.....	8
第四节 电阻和电阻定律.....	10
第五节 欧姆定律.....	13
第六节 电功率和电能.....	16
第七节 电源的最大输出功率.....	18
第八节 电压源和电流源.....	20
技能训练一 认识实训.....	23
技能训练二 直流电路电压和电位的测量.....	24
本章小结.....	25
第二章 直流电阻电路	27
第一节 电阻的串联、并联与混联.....	27
第二节 实际电源两种电源模型的等效变换.....	32
第三节 基尔霍夫定律.....	35
第四节 支路电流法.....	39
第五节 叠加定理.....	41
第六节 戴维宁定理.....	44
技能训练三 万用表和兆欧表的使用.....	46
技能训练四 叠加定理实验.....	48
本章小结.....	49
第三章 电容和电感元件	51
第一节 电容元件.....	51
第二节 电容器的串联和并联.....	54
第三节 电容器的参数和种类.....	57
第四节 电容器的电场能.....	60
第五节 磁场的基本物理量.....	63
第六节 电感元件.....	66
本章小结.....	70
第四章 单相正弦交流电路	73
第一节 正弦交流电的基本概念.....	73

第二节	正弦量的有效值	80
第三节	正弦量的相量表示法	81
第四节	基尔霍夫定律的相量形式	85
第五节	单一参数的交流电路	86
第六节	RLC 串联电路及其谐振	94
第七节	正弦交流电路的功率	101
第八节	功率因数的提高	105
	技能训练五 简单交流电路的实验	108
	技能训练六 日光灯电路及功率因数的提高	110
	本章小结	112
第五章	三相交流电路	115
第一节	三相电源	115
第二节	三相电源的连接	116
第三节	三相负载的连接	119
第四节	三相电路的功率	123
第五节	对称三相电路的计算	124
第六节	安全用电	126
	技能训练七 三相星形电路和有功功率的测量	132
	技能训练八 三相三角形电路和无功功率的测量	134
	本章小结	137
第六章	互感与变压器	139
第一节	互感、互感电压	139
第二节	互感线圈的串联	143
第三节	理想变压器	145
	技能训练九 互感线圈的同名端和互感系数的测试	147
	本章小结	149
第七章	常用半导体元件	151
第一节	半导体二极管	151
第二节	半导体三极管	155
第三节	MOS 型场效应晶体管	160
	技能训练十 二、三极管的简单测试	164
	本章小结	165
第八章	放大电路	166
第一节	单级交流小信号放大器	166
第二节	射极输出器	172
第三节	多级放大电路	174
第四节	负反馈在放大电路中的作用	176
	技能训练十一 单管放大电路测试实验	180
	技能训练十二 多管负反馈放大电路测试实验	182
	本章小结	185

第九章 运算放大器及其应用	186
第一节 运算放大器.....	186
第二节 运算放大器的基本应用.....	188
技能训练十三 运算放大器及应用.....	192
本章小结.....	194
第十章 低频功率放大电路	195
第一节 低频功率放大电路的一般问题.....	195
第二节 常用低频功率放大电路.....	197
第三节 集成功率放大器.....	201
技能训练十四 集成功率放大器的测试实验.....	202
本章小结.....	204
第十一章 直流电源	205
第一节 整流电路.....	205
第二节 滤波电路.....	209
第三节 稳压电路.....	212
技能训练十五 稳压电源的制作.....	216
本章小结.....	217
第十二章 数字电路基础	219
第一节 数字电路基础知识.....	219
第二节 基本逻辑门电路.....	226
第三节 复合逻辑门电路.....	230
第四节 集成门电路.....	232
技能训练十六 集成门电路的测试及其应用.....	237
本章小结.....	239
第十三章 组合逻辑电路	241
第一节 组合逻辑电路的分析.....	241
第二节 常用组合逻辑电路.....	243
技能训练十七 组合逻辑电路测试.....	250
本章小结.....	252
第十四章 触发器与时序逻辑电路	253
第一节 触发器.....	253
第二节 集成时序逻辑电路.....	261
技能训练十八 触发器的功能测试.....	272
本章小结.....	273
第十五章 晶闸管整流技术	275
第一节 晶闸管.....	275
第二节 单相可控整流电路.....	278
第三节 三相全控晶闸管整流电路.....	284
第四节 电力电子技术应用简介.....	288
技能训练十九 单相可控整流.....	292

技能训练二十 三相全控整流·····	294
本章小结·····	296
参考文献·····	297

第一章

电路的基本概念和基本定律

电路是电工技术和电子技术的基础，它是为学习后面的电子电路、电机电路及控制电路打基础的。本章主要介绍电路的基本组成、电路中常用元件及常用物理量、电压和电流的参考与实际方向的关系、电压与电位的关系。在实训部分通过学生的动手操作加深学生对所学理论知道的理解，熟悉一些常用电工测量的方法和测量仪器仪表的使用方法
及注意事项。

第一节 电路和电路模型

【知识目标】

1. 了解电路的概念和电路的基本组成，理解各部分的作用。
2. 理解和掌握理想元件和电路模型的概念。

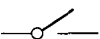


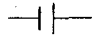





【能力目标】

1. 能够识别和画出常用理想元件的图形符号。
2. 能够画出常用简单电路的电路图。









一、电路的作用及组成

电路是各种电气器件按一定方式连接起来组成的总体，它提供电流通过的路径。电路由电源、负载和中间环节三个部分组成，以形成电流的闭合通路。电路可以用电路图来表示，图中的设备元件用国家统一规定的符号表示。电路图中常用的一部分图形符号如表 1-1 所示。工程上用的电路图可分为原理接线图和实物接线图(也称装配图)两种。由于原理接线图可以方便、清楚地表示出电路组成部分的接法，因而被广泛使用。通常所说的电路图都是指的原理接线图。图 1-1 是一个手电筒的电路图。

表 1-1 部分电工图形符号

	开关		铁芯线圈		电容
	电池		电阻		电流表
	线圈		电位器		电压表

续上表

	二极管		端子		电灯
	接地	 	连接导线 不连接导线		
	接机壳		熔断器		

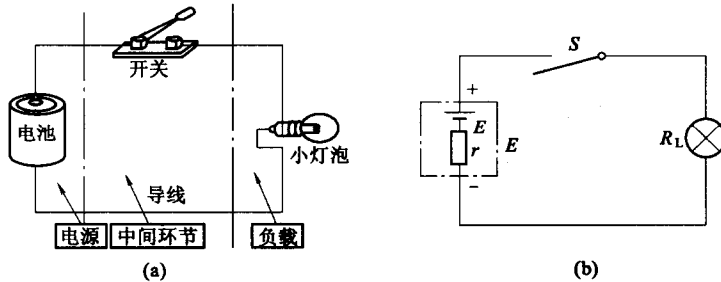


图 1-1 手电筒电路图

电路中各部分的作用如下：

1. 电源：电源是电路中提供能源的设备，它把非电能转换为电能。常见的电源有干电池、蓄电池、发电机等。
2. 负载(用电器)：是电路中的用电设备。它们是将电能转换成其他形式能量的元器件或设备，如电灯可以把电能转换成光能，扬声器可以将电能转换为声能。
3. 中间环节：其作用是把电源和负载连接起来以形成闭合回路，并对整个电路实行控制、保护及测量。如连接导线、控制电器(如开关等)、保护电器(如熔断器等)、测量仪表(如电流表等)。

电路种类繁多，由直流电源供电的称为直流电路；由交流电源供电的称为交流电路；由晶体管放大元件构成将信号进行放大的称为放大电路等等。此外，在一个完整的电路(全电路)中，电源内部的电路称为内电路；电源外部的电路称为外电路。

二、电路模型

组成实际电路的元器件，其电磁性能比较复杂。例如白炽灯，主要电磁性能是消耗电能为电阻的特性；同时由于灯丝中有电流通过周围还要产生磁场，因此白炽灯又具有电感的特性。又如电感线圈，它的主要电磁性能是储存磁场能量，突出表现为电感性；但是由于线圈是用实际导线缠绕而成的，必然表现出电阻的性质。再如电源的作用是为电路提供能量，但由于本身也对电流起到阻碍作用，即具有电阻的性质。各个器件的各种电磁性能交织在一起，给分析电路造成困难。为了简化电路的分析和计算，我们通常只考虑各器件的主要电磁性能，而忽略其次要性能，这样就得到了只具有某种单一性能的实际器件的理想化模型，称之为理想元件。常用的理想元件有电阻元件、电感元件、电容元件和电源元件等，这些元件分别用相应的单一参数来表征，如表征电阻元件的参数是电阻 R ，表征电感元件的参数是电感 L 等。通常采用的电路元件有：电阻元件、电感元件、电容元件、理想电压源、理想电流

源。前三种元件均不产生能量，称为无源元件，后两种元件是电路中提供能量的元件，称为有源元件。元件有线性和非线性之分，线性元件的参数是常数，与所施加的电压和电流无关。

图 1-2 列出了一些常用理想元件的图形符号。

用理想元件来表示实际的电路器件或设备，并用理想导线将它们连接起来就得到实际电路的电路模型。如图 1-1(b) 就是图 1-1(a) 的电路模型。在图 1-1(b) 中， E 和 r 分别表示电池的电动势和内阻， R_L 表示小灯泡， S 表示开关，各个理想元件之间用理想导线来连接。

用理想元件建立电路模型，能大大简化实际电路的分析计算。建立电路模型时，其外部特性应与实际设备、器件尽量接近。同一设备或器件在不同条件下可能会有不同的电路模型。电路模型是实际电路的近似，近似程度要求越高，则电路模型越复杂。本课程主要借助于电路模型，来阐述电路的基本规律和基本分析方法。今后所说的电路主要是指这种电路模型。

电路有三种状态，我们通过图 1-3 所示的电路来说明。

(1) 通路：即开关 S 闭合，构成闭合回路，电路中有电流流过。

(2) 开路：开关 S 断开或电路一处断开，被切断的电路中没有电流流过，开路也称为断路。

(3) 短路：在图 1-3 中，若 A 、 B 两点用导线直接接通，则称为负载 1 被短路。若 A 、 C 两点用导线直接接通，则称为负载全部短路，或称为电源被短路。短路也称捷路，此时电源提供的电流将比通路时大很多倍，因而一般不允许短路。

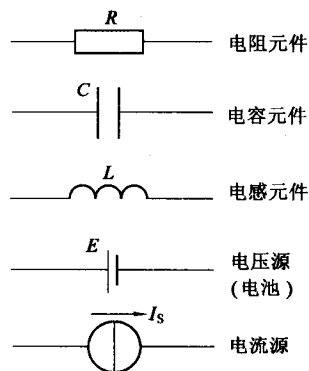


图 1-2 常用理想元件的图形符号

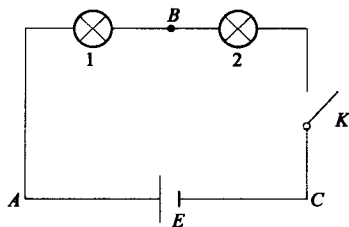


图 1-3 电路的状态

教学评价

一、填空题

1. 电流所流过的路径称为_____，它具有通路、短路和_____三种状态。它由电源、_____和负载三个部分组成。
2. 电源是_____的装置。
3. 常用的理想元件有电阻元件、_____元件、_____元件和电源元件。

二、综合题

1. 请画出常用理想元件的图形符号。
2. 简述电路的组成。

第二节 电流、电压及其参考方向

【知识目标】

1. 理解电压、电流的定义及其方向的规定。

2. 掌握电压、电流的测量方法。

【能力目标】

1. 能够根据电流的大小选择合适的导线。
2. 能够求解电压、电位、电流的大小。

一、电 流

(一) 电流

要了解电流的实质，应从物质内部结构进行分析。我们知道，任何物质都是有分子组成，分子是由原子组成，而原子又是由带正电的原子核和带负电的电子组成。在通常状况下，原子核所带的正电荷数等于核外电子所带的负电荷数，所以原子是中性的，不显电性，物质也不显带电的性能。当人们给予一定外加条件时（如接上电源），就能迫使金属或某些溶液中的电子发生有规则的运动。

电荷有规则的定向运动称为电流。在金属导体中，电流是电子在外电场作用下有规则地运动形成的。在某些液体或气体中，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。导体中的这种电流也称为传导电流。

电流的强弱程度用电流强度（简称电流）这个物理量来表示。电流强度的大小取决于在一定时间内通过导体横截面电荷量的多少。如果在同一时间内通过导体截面的电荷量越多，就表示导体中的电流越强。如在 t 秒(s)内通过导体横截面的电量为 Q 库仑(C)，则电流强度 I 就可用下式表示：

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

如果在 1s 内通过导体横截面的电量为 1C，则导体中的电流强度就是 1 安培，简称安，以符号 A 表示。除安培外，常用的电流单位还有千安(kA)、毫安(mA)和微安(μ A)。它们之间的换算如表 1-2 所示。

表 1-2 单位换算

中文代号	吉	兆	千	百	十	个	分	厘	毫	丝	忽	微	纳	皮
国际代号	G	M	k	h	da	—	d	c	m	dm	cm	μ	n	p
倍乘数	10^9	10^6	10^3	10^2	10	—	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-4}	10^{-5}	10^{-6}	10^{-7}	10^{-8}

电路中的电流大小，可以用电流表（安培表）进行测量，如图 1-4 所示。测量时应注意以下几点：

1. 对交、直流应分别使用交流电流表和直流电流表。
2. 电流表必须串接到被测量的电路中。
3. 直流电流表表壳接线柱上标明的“+”“-”记号，应和电路的极性相一致，不能接错，否则指针要反转，严重的甚至损坏

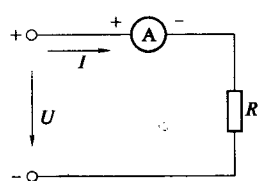


图 1-4 直流电流的测量

仪表。

4. 合理选择电流表的量程。如果量程选用不当，例如用电流表小量程去测量大电流，就会烧坏电流表；若用大量程电流表去测量小电流，会影响测量的准确度。在进行电流测量时，一般要先估计被测电流的大小，再选择电流表的量程。若无法估计，可先用电流表的大量程测量，当指针偏转不到 $1/3$ 刻度时，再改用较小挡去测量，直到测得正确数值为止。

【例 1-1】某导体在 5min 内均匀通过的电荷量为 4.5C，求导体中的电流是多少 mA？

【解】
$$I = \frac{Q}{t} = \frac{4.5}{5 \times 60} = 0.015\text{A} = 15\text{mA}$$

在不同的导电物质中，形成电流的运动电荷可以是正电荷，也可以是负电荷，甚至两者都有。为统一起见，规定以正电荷移动的方向为电流的方向。按照这一规定可以知道，在金属导体中电子移动方向与电流的方向相反；在酸、碱、盐溶液中的正离子移动方向就是电流的方向，而负离子移动的方向与电流的方向相反。

在分析或计算电路时，常常要求出电流的方向。但当电路比较复杂时，某段电路中电流的实际方向往往难以确定，此时可先假定电流的参考方向（也称正方向），然后列方程求解，当解出的电流为正值时，就认为电流实际方向与参考方向一致，如图 1-5(a) 所示。反之，当电流为负值时，就认为电流方向与参考方向相反，如图 1-5(b) 所示。

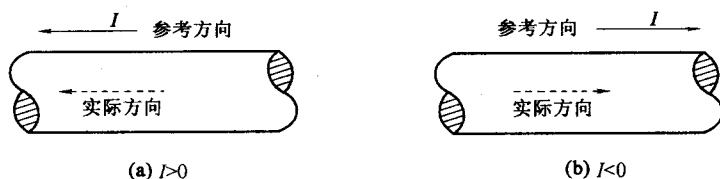


图 1-5 电流的正负

常见的电流分为直流电流和交流电流两种。电流的方向固定不变的叫做直流电流。当电流的方向不变，大小也不变时，这种直流电叫做稳恒直流电；当方向不变，而大小随时间改变的直流电叫做脉动直流电。方向和大小随时间作周期性变化的电流叫做交流电，如图 1-6 所示。

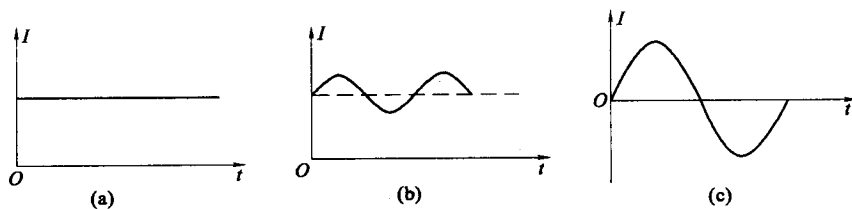


图 1-6 稳恒直流电流、脉动电流与交流电流

(二) 电流密度

在实际工作中，有时要选择导线的粗细（横截面），这就涉及电流密度这一概念。所谓电流密度是指当电流在导体的截面上均匀分布时，该电流与导体横截面积的比值。用字母 J 表示，其数学表达式为：

$$J = \frac{I}{S} \quad (1-2)$$

上式中当电流用 A 作单位、横截面积用 mm^2 作单位时，电流密度的单位是 A/mm^2 。

选择合适的导线横截面积就是使导线的电流密度在允许的范围内，保证用电量和用电安全。导线允许的电流密度随导体横截面积的不同而不同。例如， 1mm^2 、 2.5mm^2 铜导线的 J 取 $6\text{A}/\text{mm}^2$ ，而 120mm^2 铜导线的 J 取 $2.3\text{A}/\text{mm}^2$ 。当导线中通过的电流超过允许值时，导线将过热，甚至着火发生事故。

【例 1-2】某照明电路需要通过 21A 的电流，问应采取多粗的铜导线？（设 $J = 6\text{A}/\text{mm}^2$ ）

【解】 因为

$$J = \frac{I}{S}$$

所以

$$S = \frac{I}{J} = \frac{21}{6} = 3.5 \text{mm}^2$$

二、电位及电压

(一) 电位

生活实践告诉人们，水总是由高处往低处流，高处的水位高，低处的水位低。与此类似，电路中各点均有一定的电位，在外电路中电流是从高电位流向低地位。另外，在讲高度时，总有一个计算高度的起点，通常以海平面作为基准参考面。电路中讲电位也必须有一个计算电位的起点，这个点叫做参考点。通常把参考点的电位规定为零。因此参考点又称为零电位点。有了参考点后，电路中某点的电位即为该点到参考点之间的电压。电位的文字符号用带下标的字母 V 表示，如 V_A ，即表示 A 点的电位。

一般选大地作为参考点(零电位点)。在电子仪器和设备中又常把金属外壳或电路的公共接点的电位规定为零电位。零电位的符号有三种：“ \perp ”表示接大地，“ \perp ”或“ \perp ”表示接机壳或公共接点。

电位的单位为 V 。必须特别注意，电路中任意点电位的大小与参考点的选择有直接关系，例如在图 1-7 中，如以 A 点为参考点，则 $V_A = 0V$ ， $V_B = 3V$ ， $V_C = 9V$ ；如以 B 点为参考点，则 $V_B = 0$ ， $V_A = -3V$ ， $V_C = 6V$ 。

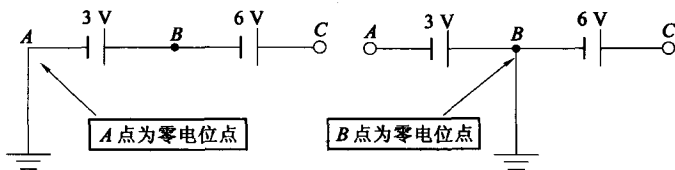


图 1-7 电位的参考点

闭合电路中各点电位高低的不同是靠电源的作用而形成的。如果没有电源的作用，也就不称其为闭合电路，也就不存在高电位和低电位的概念。正如自来水供水系统是水泵的作用把水从水平面提升到高处一样。

在电子电路中，为了使电路简明，常常将电源省略不画，而在电源端用电位(或电动势)的极性和数值标出。图 1-8 图表示 A 点接电源 E_1 的正极，故用“ $+E_1$ ” (也可用“ $+V_1$ ”)表示， C 点接另一电源 E_2 的负极，故用“ $-E_2$ ”表示。如画出完整电路图，则如图(b)所示。

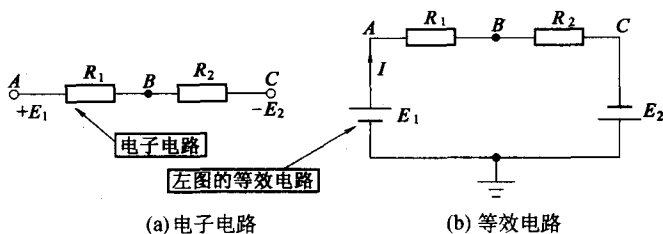


图 1-8 电子电路图中的电源表示法及等效电路图

(二) 电压(电位差)

水位差是形成水流的原因, 同样电位差是形成电流的原因。当然水流和电流在本质上是两种不同的运动形式。

电路中某两点之间的电位差称为电压, 即

$$U_{AB} = V_A - V_B \quad (1-3)$$

电压是衡量电场力做功本领大小的物理量。两点之间的电压在数值等于单位正电荷在电场力作用下从一点移到另一点时所做的功, 即

$$U_{AB} = \frac{W_{AB}}{Q} \quad (1-4)$$

如图 1-9 所示, 在电场中若电场力将点电荷 Q 从 A 点移动到 B 点, 所做的功为 W_{AB} , 则功 W_{AB} 与电荷 Q 的比值就是 A 、 B 两点之间的电压。若电场力将 1 库仑的电荷从 A 点移动到 B 点, 所做的功是 1J, 则 AB 两点之间的电压大小就是 1 伏特, 简称伏, 用符号 V 表示。除伏特以外, 常用的电压单位还有千伏(kV)、毫伏(mV)和微伏(μV)。

电压和电流一样, 不仅有大小, 而且有方向, 即有正负。电压的方向规定为由高电位端指向低电位端。对于负载来说, 规定电流流进端为电压的正端, 电流流出端为电压的负端, 电压的方向为由正指向负。

电压的方向在电路图中有两种表示方法, 一种用箭头表示, 如图 1-10(a) 所示; 另一种用极性符号表示, 如图 1-10(b) 所示。

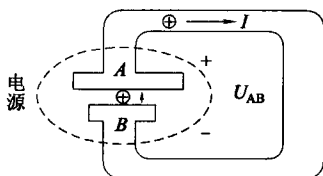


图 1-9 电源中电场力做功

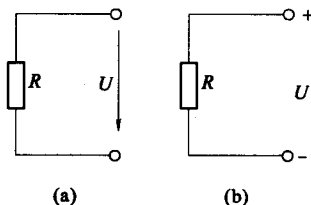


图 1-10 电压的方向

在分析电路时往往难以确定电压的实际方向, 此时可任意假设电压的参考方向, 再根据计算所得值的正、负来确定电压的实际方向, 如图 1-11 所示。

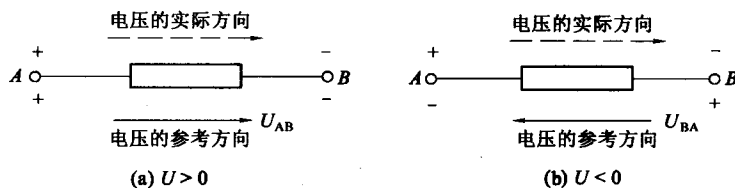


图 1-11 电压的参考方向和它的实际方向

对一段电路或一个元件上的电压参考方向和电流的参考方向, 可以独立地任意指定。但是为了方便起见, 我们常采用关联参考方向。所谓关联参考方向, 就是电流参考方向应与电压的参考方向一致, 即在外电路中, 电流应从高电位端流向低电位端, 如图 1-12(a) 所示。这样在电路图上也只需要标出电流的参考方向或电压的参考极性中任一种就可以了, 如图 1-12(b)、(c) 所示。

电路中任意两点之间的电压大小, 可用电压表(伏特表)进行测量, 如图 1-13 所示。测

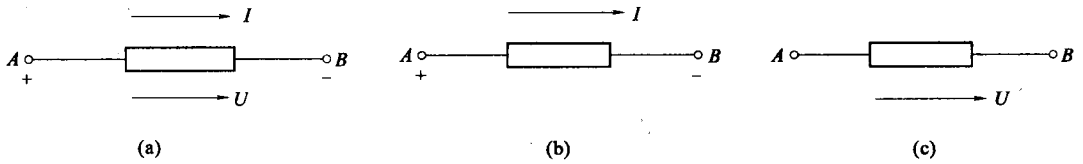


图 1-12 电流和电压的关联参考方向

量时应注意以下几点:

1. 对交、直流电压应分别采用交流电压表和直流电压表。
2. 电压表必须跨接(并联)在被测电路的两端。
3. 直流电压表的表壳接线柱上标明的“+”“-”记号, 应和被测两点的电位相一致, 即正端(+)接高电位, 表的负端(-)接低电位, 不能接错, 否则指针要反转, 并有可能使电压表损坏。

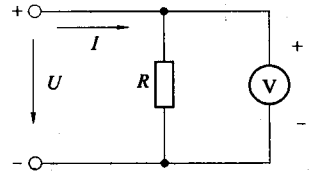


图 1-13 直流电压的测量

4. 合理选择电压表的量程, 其方法和电流表相同。

应该注意: 电路中任意两点之间的电压与参考点的选择无关。例如在图 1-7 中, 若以 A 为参考点, 则 $U_{CA} = V_C - V_A = 9 - 0 = 9(V)$; 若以 B 为参考点, 则 $U_{CA} = V_C - V_B = 6 - (-3) = 9(V)$ 。

教学评价

一、填空题

1. 规定_____定向运动的方向为电流方向。金属导体中自由电子的定向运动方向与电流方向是_____的。
2. 通过一个电阻的电流是 5A, 经过 3min, 通过这个电阻横截面的电荷量是_____ C。
3. 在电路中, A、B 两点的电位分别为 V_A 、 V_B , 则 A、B 两点间的电压 $U_{AB} =$ _____。
4. 电位是_____值, 它的大小随_____的改变而改变, 电位的单位是_____。电压是_____值。

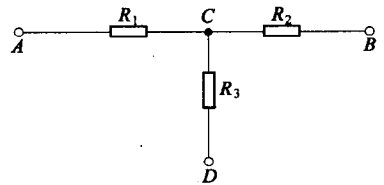


图 1-14

二、计算题

1. 一盏电灯中流过的电流是 100mA, 合多少 A? 5min 通过它的电量是多少?
2. 在图 1-14 所示的电路中, 已知 $V_A = 9V$, $V_B = -6V$, $V_C = 5V$, $V_D = 0V$, 试求 U_{AB} 、 U_{BC} 、 U_{AC} 、 U_{BD} 各为多少?

第三节 电源和电动势

【知识目标】

1. 了解电源和电动势的概念。
2. 理解电动势方向的规定。

【能力目标】

能够画出电动势的图形符号。