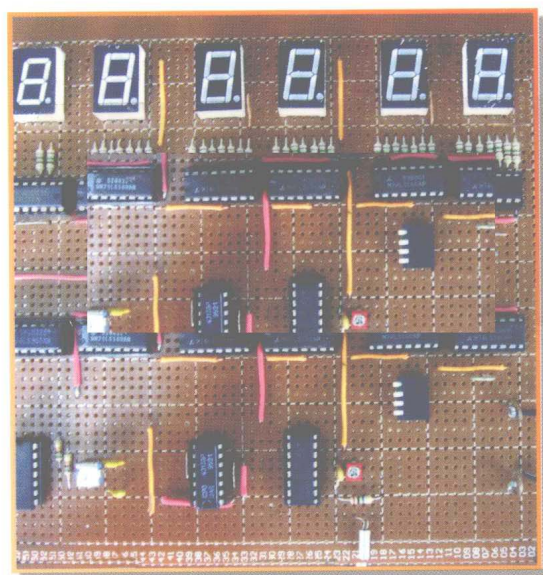


实用电工电子技术基础

刘文革 主 编
杨 柳 副主编
蒋新革 主 审



SHIYONGDIANGONGDIANZI
JISHUJICHU

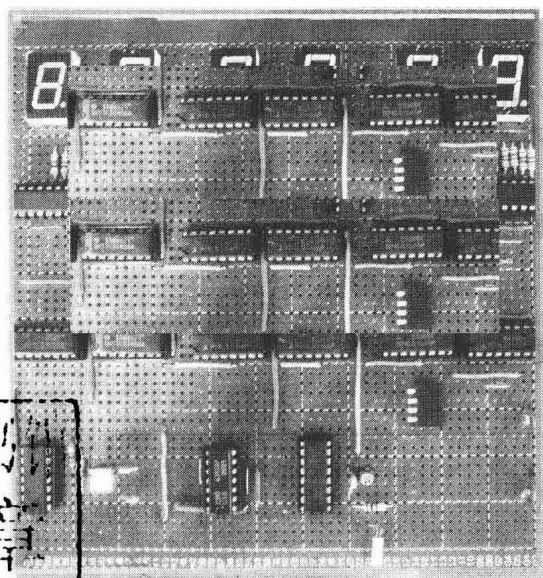


UTOMATION
TECHOA
教育部自动化类
教学指导委员会

全国高职高专院校机电类专业规划教材
教育部高职高专自动化技术类专业教学指导委员会推荐教材

实用电工电子技术基础

刘文革 主 编
杨 柳 副主编
张 红 参 编
刘锦龙 主 审
蒋新革 主 审



常州大学图书馆
藏书章

SHIYONGDIANGONGDIANZI
JISHUJICHU

中国铁道出版社
CHINA RAILWAY PUBLISHING HOUSE

内 容 简 介

本书分为九个模块,包含电路分析、变压器与电动机的原理及应用、基本电工电子元器件、典型放大电路、典型集成运算放大电路、组合逻辑电路、时序逻辑电路及大规模集成电路等相关内容的基本知识技能与基本测试技能,并配有典型检测题,便于检测学习效果。

本书编写体例新颖,尝试融教法与学法于一体;内容简练实用,加强了基础知识与技能训练,融基础知识及基本测试技能于一体。

本书适合作为高职高专院校非电类专业、机电一体化及相关专业的教材,也可供从事电工电子技术的工程技术人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

实用电工电子技术基础 / 刘文革主编. —北京:
中国铁道出版社, 2010.9
全国高职高专院校机电类专业规划教材. 教育部高职
高专自动化技术类专业教学指导委员会推荐教材
ISBN 978-7-113-11404-6

I. ①实… II. ①刘… III. ①电工技术—高等学校:
技术学校—教材②电子技术—高等学校: 技术学校—教材
IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2010) 第 085117 号

书 名: 实用电工电子技术基础
作 者: 刘文革 主编

策划编辑: 秦绪好 何红艳

责任编辑: 秦绪好

编辑助理: 罗瑞芝

封面设计: 付 巍

版式设计: 于 洋

读者热线电话: 400-668-0820

封面制作: 李 路

责任印制: 李 佳

出版发行: 中国铁道出版社 (北京市宣武区右安门西街 8 号 邮政编码: 100054)

印 刷: 三河兴达印务有限公司

版 次: 2010 年 9 月第 1 版 2010 年 9 月第 1 次印刷

开 本: 787mm×1092mm 1/16 印张: 18.5 字数: 455 千

印 数: 3 000 册

书 号: ISBN 978-7-113-11404-6

定 价: 29.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版图书, 如有印制质量问题, 请与本社计算机图书批销部联系调换。

全国高职高专院校机电类专业规划教材

编审委员会

主任: 吕景泉

副主任: 严晓舟 史丽萍

委员: (按姓氏笔画排序)

王文义	刘建超	肖方晨	李向东	狄建雄
汪敏生	宋淑海	张耀	明立军	陈铁牛
钟江生	胡学同	凌艺春	秦绪好	钱逸秋
梁荣新	常晓玲	程周	谭有广	

王立	王龙义	王建明	牛云陞	关健
朱凤芝	牟志华	汤晓华	刘薇娥	李文
李军	张文明	张永花	陆建国	陈丽
林嵩	金卫国	宝爱群	姚吉	姚永刚
祝瑞花	徐国林	秦益霖	韩丽	曾照香

随着我国高等职业教育改革的不断深入,我国高等职业教育的发展进入了一个新的阶段。教育部下发的《关于全面提高高等职业教育教学质量的若干意见》教高[2006]16号文件,旨在阐述社会发展对高素质技能型人才的需求,以及如何推进高职人才培养模式改革,提高人才培养质量。

教材的出版工作是整个高等职业院校教育教学工作中的重要组成部分,教材是课程内容和课程体系的载体,对课程改革和建设具有推动作用,所以提高课程教学水平 and 教学质量的关键在于出版高水平、高质量的教材。

出版面向高等职业教育的“以就业为导向,以能力为本位”的优质教材一直是中国铁道出版社的一项重要工作。我社本着“依靠专家、研究先行、服务为本、打造精品”的出版理念,于2007年成立了“中国铁道出版社高职机电类课程建设研究组”,并经过两年的充分调查研究,策划编写、出版了本系列教材。

本系列教材主要涵盖高职高专机电类的、专业基础课,以及电气自动化专业、机电一体化专业、生产过程自动化专业、数控技术专业、模具设计与制造专业、数控设备应用与维护专业等六个专业的专业课。本系列教材作者包括高职高专自动化教指委委员、国家级教学名师、国家级和省级精品课负责人、知名专家教授、职教专家、一线骨干教师。他们针对相关专业的课程,结合多年教学中的实践经验,同时吸取了高等职业教育改革的最新成果,因此无论教学理念的导向、教学标准的开发、教学体系的确立、教材内容的筛选、教材结构的设计,还是教材素材的选择都极具特色和先进性。

本系列教材的特点归纳如下:

(1) 围绕培养学生的职业技能这条主线设计教材的结构,理论联系实际,从应用的角度组织编写内容,突出实用性,并同时注意将新技术、新成果纳入教材。

(2) 根据机电类课程的特点,对基本理论和方法的讲述力求简单、易于理解,以缓解繁多的知识内容与偏少的学时之间的矛盾。同时,增加了相关技术在实际生产、生活中的应用实例,从而激发学生的学习热情。

(3) 将“问题引导式”、“案例式”、“任务驱动式”、“项目驱动式”等多种教学方法引入教材体例的设计中,融入启发式的教学方法,力求好教、好学、爱学。

(4) 注重立体化教材的建设。本系列教材通过主教材、配套光盘、电子教案等教学资源的有机结合,来提高教学服务水平。

总之,本系列教材在策划出版过程中得到了教育部高职高专自动化技术专业教学指导委员会以及广大专家的指导和帮助,在此表示深深的感谢。希望本系列丛书的出版能为我国高等职业院校教育改革起到良好的推动作用,欢迎使用本系列教材的老师和同学们提出宝贵的意见和建议。书中如有不妥之处,敬请批评指正。

中国铁道出版社

2010年8月

随着高职教育的改革与深化、高职精品课程建设的推进与规范,许多院校相应启动了具有职教特色的配套教材建设。正是将高职教材的建设与高职教学理念、课程教学模式、课程教学内容等一系列相关课题的研究及实践活动相结合,将编者多年的实践教学经验与企业专兼人员、企业调研相结合,将教师知识、技能水平与教学管理能力、教学设计能力相结合编写了本教材。

本教材的主要特点如下:

(1) 融教法与学法一体:教材编写体例以“知识迁移一导、问题聚焦一思、知识链接一学、应用举例一练、探究实践一做”五个主要的形式组织教学内容,便于教师的教与学生的学。

(2) 融“教学做”一体:本书作为非电类专业、机电一体化及相关专业的公共平台课的教材,本着为专业服务及就业服务的宗旨,在内容的选取与组织上,在适度基础知识与理论体系覆盖下,以基本操作技能为着眼点将“理论、实验、应用”一体化设置,即将理论知识融入到实际元器件特性测试、典型电路测试及应用电路测试之中,既体现教材的基础性,又突出实用性和可操作性,便于“边教边学边做”。

(3) 融“知识技能培养与情感培养”一体:本教材每个模块的开篇都具体指出了知识目标、技能目标及情感目标,根据学生的知识能力结构,逻辑思维的特点,通过构建的特有的内容结构体系,特别是“探究实践一做”环节,力求以教材为介质促进学生掌握知识技能的同时能有助于他们形成良好的职业态度和职业道德。

本书共分九个模块,各模块主要内容及建议学时如表所示(仅供参考)。书中带*的章节为选修内容。

模 块	主 要 内 容	建议课内学时
模块一 直流电路的分析与测试	电路基本概念、基本定律、基本元件、基本分析方法及测试	12~16
模块二 交流电路的分析与测试	正弦交流电及三相对称交流电表示、典型电路分析与测试	12~16
模块三 变压器的原理及应用	磁路及铁心线圈的认识 变压器的工作原理及应用	2~4
模块四 三相异步电动机的原理及应用	三相异步电动机的原理及特性 三相异步电动机的使用及综合测试	2~4
模块五 典型放大电路分析及测试	半导体器件识别与测试 典型放大电路的分析与测试	10~14
模块六 集成运算放大电路及其他模拟集成电路的应用与测试	集成运算放大器与集成运放电路应用 其他常用模拟集成电路认识与测试	6~8
模块七 组合逻辑电路分析与测试	逻辑代数基础及基本逻辑门电路测试 组合逻辑电路的分析、设计与测试 常见中规模组合逻辑电路芯片功能、测试及应用	8~10

续表

模 块	主 要 内 容	建议课内学时
模块八 时序逻辑电路分析与测试	触发器的认识及功能测试 寄存器、计数器及测试 常用中规模时序逻辑电路功能、测试及应用	8~10
模块九 大规模集成电路简介	数/模及模/数转换简介 存储器简介	2~4

本教材由广州铁路职业技术学院刘文革担任主编，并负责全书的统稿，由具有多年企业工作经历的杨柳副教授任副主编，并协助统稿，本教材参编人员还有北京电子科技职业学院张红和广州铁路职业技术学院刘锦龙。全书由广州铁路职业技术学院教务处长蒋新革教授主审。

尽管我们为本书的出版竭尽全力，但因编者水平有限，仍有不妥之处，欢迎使用本教材的师生提出宝贵的意见。

编 者
2010 年 6 月

模块一 直流电路的分析与测试	1
课题 1.1 电路基本概念、基本定律及直流电压、电流的测试	1
1.1.1 电路及电路图	2
1.1.2 电路的基本物理量、电路的功率及其测试	4
1.1.3 基尔霍夫定律及其验证	9
课题 1.2 电路基本元件及其检测	12
1.2.1 电阻元件及其检测	12
1.2.2 电感元件及其检测	19
1.2.3 电容元件及其检测	22
1.2.4 电源元件、实际电源两种组合模型的等效变换及测试	26
课题 1.3 电路分析方法及其运用	32
1.3.1 支路电流法及运用	32
1.3.2 节点电压法及运用	33
课题 1.4 电路定理及其运用	36
1.4.1 叠加定理及其运用	36
1.4.2 戴维南定理及其运用	38
小结	42
检测题	43
模块二 交流电路的分析与测试	47
课题 2.1 正弦交流电的表示与测试	47
2.1.1 正弦交流电的瞬时值表示及典型交流信号的测试	48
2.1.2 正弦交流电的相量表示、相量形式的基尔霍夫定律及测试	52
课题 2.2 典型单相正弦交流电路分析与测试	56
2.2.1 单一参数的正弦交流电路的分析与测试	56
2.2.2 多参数组合简单正弦交流电路的分析与测试	60
2.2.3 单相正弦交流电路的功率及测试	64
课题 2.3 三相交流电路的分析与测试	69
2.3.1 三相电源的连接及测试	69
2.3.2 三相负载的连接及三相电路分析与测试	74
2.3.3 三相正弦交流电路的功率与测试	80
*课题 2.4 阅读材料：安全用电常识	84
小结	87
检测题	87

模块三 变压器的原理及应用	92
课题 3.1 磁路及铁心线圈的认识	92
课题 3.2 变压器的工作原理及应用	99
小结	105
检测题	105
模块四 三相异步电动机的原理及应用	108
课题 4.1 三相异步电动机的原理及特性	108
课题 4.2 三相异步电动机的使用及综合测试	116
小结	122
检测题	123
模块五 典型放大电路分析及测试	125
课题 5.1 半导体器件识别与测试	126
5.1.1 半导体二极管及测试	126
5.1.2 半导体三极管及测试	131
课题 5.2 典型放大电路的分析与测试	137
5.2.1 基本放大电路的分析与测试	137
5.2.2 放大电路中的负反馈	146
5.2.3 多级放大电路与功率放大电路分析与测试	151
* 课题 5.3 阅读材料: 场效应管及放大电路简介	159
小结	165
检测题	165
模块六 集成运算放大电路及其他模拟集成电路的应用与测试	171
课题 6.1 集成运算放大器与集成运放电路应用	171
6.1.1 集成运算放大器简介与测试	172
6.1.2 运算放大器的线性应用及测试	177
6.1.3 运算放大器的非线性应用及测试	185
课题 6.2 其他常用模拟集成电路认识与测试	188
6.2.1 单相整流、滤波、稳压电路及测试	188
* 6.2.2 三端集成稳压器及其应用电路简介	197
小结	199
检测题	200
模块七 组合逻辑电路分析与测试	204
课题 7.1 逻辑代数基础及基本逻辑门电路测试	204
7.1.1 数字电路基础和计数体制概论	205
7.1.2 基本逻辑关系的认识和逻辑代数的运用	210
7.1.3 集成门电路认识及其使用	220
课题 7.2 组合逻辑电路的分析、设计及测试	223

7.2.1 组合逻辑电路的分析及基本逻辑门电路功能的测试	223
7.2.2 组合逻辑电路的设计及典型电路功能的测试	225
课题 7.3 常见中规模组合逻辑电路芯片功能、测试及应用	227
小结	236
检测题	236
模块八 时序逻辑电路分析与测试	241
课题 8.1 触发器的认识及功能测试	241
8.1.1 RS 触发器及其功能测试	242
8.1.2 同步 RS 触发器 (钟控 RS 触发器) 及其功能测试	245
8.1.3 无空翻触发器及其功能测试	247
课题 8.2 寄存器、计数器及测试	250
8.2.1 时序逻辑电路的分析及典型电路功能的测试	250
8.2.2 计数器及其测试	253
8.2.3 寄存器及其测试	256
课题 8.3 常用中规模时序逻辑电路功能、测试及应用	260
小结	265
检测题	265
模块九 大规模集成电路简介	269
课题 9.1 数/模及模/数转换简介	269
9.1.1 数/模转换器 (DAC) 概述及典型 DAC 功能测试	269
9.1.2 模/数转换器 (ADC) 概述及典型 ADC 功能测试	273
课题 9.2 存储器简介	276
9.2.1 存储器的概述	276
9.2.2 随机存取存储器 RAM 概述	278
9.2.3 可编程逻辑器件概述	280
小结	282
检测题	283
参考文献	285

模块一

直流电路的分析与测试



知识目标

1. 了解电路的组成与作用；
2. 正确理解电压、电流参考方向的概念及电位概念；
3. 熟练掌握理想独立电源、电阻、电感、电容元件的伏安关系，了解受控源的概念；
4. 熟练掌握欧姆定律和基尔霍夫定律；
5. 熟练掌握支路电流法求解电路，初步理解并会应用电源等效变换法、电阻的“Y- Δ ”等效变换法、节点电压法、叠加定理、戴维南定理求解复杂直流电路。



技能目标

1. 具有初步的电气识读能力及按电路原理图接线的能力；
2. 会使用直流电压表、电流表及万用表进行直流电压、电流测量；
3. 会识别与测试电阻、电感、电容等元件；
4. 会用万用表进行直流电路故障的检测。



情感目标

1. 熟悉实验室规则及安全知识，加强学生思想品德教育，逐步培养学生良好习惯与职业道德，树立正确的价值观；
2. 加强学生的逻辑思维能力的培养，加强学生理论联系实际意识，逐步培养学生分析问题的能力，主动动手的学习习惯；
3. 锻炼信息、资料搜集与查找的能力。

课题 1.1 电路基本概念、基本定律及直流电压、电流的测试



知识与技能要点

- 直流照明电路安装；
- 电路模型概念及电路工作状态；
- 电压、电流等电路基本物理量的概念及功率的概念；

- 基尔霍夫定律及运用;
- 直流电压表、电流表和万用表的使用。

1.1.1 电路及电路图

知识迁移一导

观察手电筒电路的连接及组成,如图 1-1-1 所示。

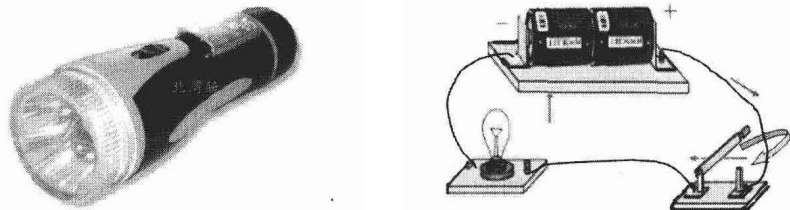


图 1-1-1 手电筒实物及实物电路图

问题聚焦一思

- 电路的组成及各部分作用;
- 电路模型。

知识链接一学

1. 电路

(1) 电路的基本概念

电路是由一些电气设备或器件按一定方式组合起来,以实现某一特定功能的电流的通路。

实际电路的主要功能如下:

- ① 进行能量的传输、分配与转换。如将其他形式的能量转换成电能(如热能、水能、光能、原子能等的发电装置);通过变压器和输电线将电能送至各类用电设备。
- ② 实现信息的传递与处理。如电话、收音机、电视机等。

(2) 电路组成及作用

实际电路一般由电源、负载、连接导线及控制电器几个部分组成,如图 1-1-2 所示标出了以手电筒为例的实际电路的组成及各部分作用。

2. 电路模型

(1) 理想元件

实际电路中的元件虽然种类繁多,但在电磁现象方面却有共同之处,为了便于对电路进行分析和计算,可将实际的电路元件加以近似化、理想化,在一定的条件下忽略其次要特性,用足以表征其主要特性的“模型”来表示,即用理想元件来表示。如理想电阻元件只消耗电能;理想电容元件只储存电能,不消耗电能;理想电感元件只储存磁能,不消耗电能。

(2) 电路模型

有些实际器件，需由多个元件来组合构成它的模型。元件或元件的组合，就构成了实际器件和实际电路模型。元件都用规定的图形符号表示，再用连线表示元件之间的电的连接，这样画出的图形称电路图，也是实际电路的模型，简称为电路模型。电路理论中所研究的电路实际是电路模型的简称。图 1-1-3 所示为图 1-1-2 的电路模型。表 1-1-1 列出了电路图中常用的元、器件及仪表的图形符号。

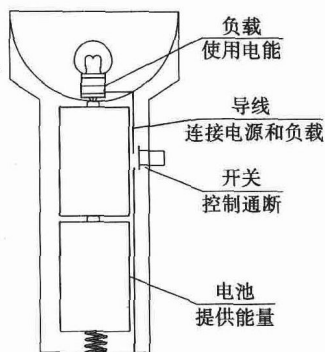


图 1-1-2 手电筒电路组成及各部分作用示意图

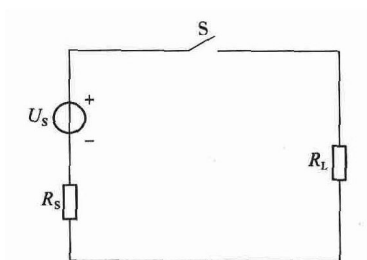
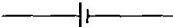
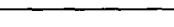
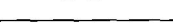
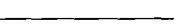


图 1-1-3 手电筒电路模型

表 1-1-1 常用的元、器件及仪表的图形符号

名 称	符 号	名 称	符 号
直流电压源、电池		可调电容	
电压源		理想导线	
电流源		互连接导线	
电阻元件		交叉但不相连的导线	
电位器		开关	
可调电阻		熔断器	
电灯，指示灯		电流表	
电感元件		电压表	
铁心电感		功率表	
电容元件		接地	



应用举例一练

【例 1.1.1】图 1-1-4 (a) 所示为开关控制灯泡与电铃的实物连线图, 请画出对应电路图。

解: 对应电路图如图 1-1-4 (b) 所示。

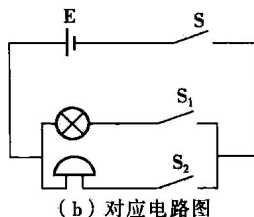
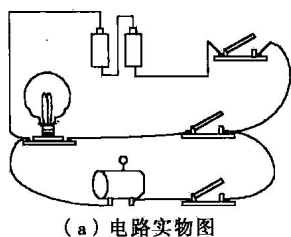


图 1-1-4 【例 1.1.1】图



探究实践一做

图 1-1-5 所示为两个双联开关控制一盏灯电路的原理示意图, 请在面包板上根据图示原理, 利用直流电源、连接导线及小灯泡模拟实现两地控制一盏灯电路。

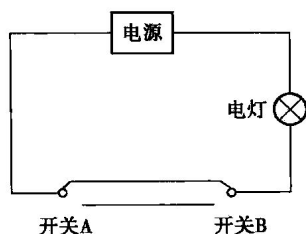


图 1-1-5 两地控制一盏灯原理示意图

1.1.2 电路的基本物理量、电路的功率及其测试



知识迁移一导

图 1-1-6 所示为用万用表直流电流挡及电压挡测量手电筒电路电流、电压的示意图, 并观察测试图 1-1-7 所示复杂直流电路流过各元件的电流及各元件两端的电压, 特别注意量项、量程的选择、万用的连接及指针的偏转方向。

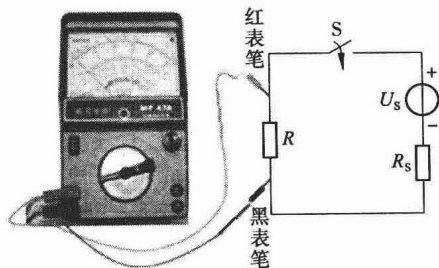
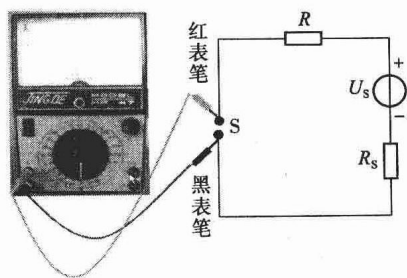


图 1-1-6 直流电流及直流电压测量示意图

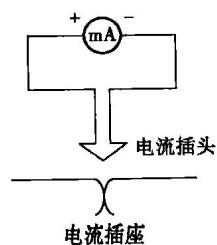
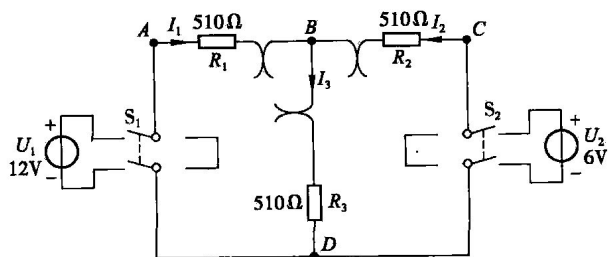


图 1-1-7 复杂直流电路电流、电压测量示意图

问题聚焦一思

- 电流、电压及其参考方向；
- 电路的功率及电路一部分（元件）在电路中作用的判断；
- 电路的工作状态。

知识链接一学

1. 电流及参考方向

(1) 电流的定义

带电粒子的定向移动形成电流。如金属导体中的自由电子受到电场力的作用，逆着电场方向作定向移动，从而形成了电流。

(2) 电流的大小及实际方向

电流的大小等于单位时间内通过导体横截面的电荷量。电流的实际方向习惯上是指正电荷移动的方向。如手电筒电路中，在外电路，电流由正极流向负极；在电源内部，电流由负极流向正极。

电流按大小和方向是否随时间变化可分为两类。大小和方向均不随时间变化的电流，称为恒定电流，简称直流，用 I 表示；大小和方向均随时间变化的电流，称为交变电流，简称交流，用 i 表示。

对于直流电流，单位时间内通过导体截面的电荷量是恒定不变的，其大小为

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

对于交流电流，若在一个无限小的时间间隔 dt 内，通过导体横截面的电荷量为 dq ，则该瞬间的电流为

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-1-2)$$

在国际单位制（SI）中，电流的单位是安培（A）。

(3) 电流参考方向

在图 1-1-6 所示的简单电路中，电流的实际方向可根据电源的极性直接确定；而在图 1-1-7 所示复杂电路中，电流的实际方向有时难以确定。为了便于分析计算，便引入电流参考方向的概念。

所谓电流参考方向，就是在分析计算电路时，先任意选定某一方向，作为待求电流的方向，并根据此方向进行分析计算。

(4) 计算（测量）结果意义

电路计算（测量）中，在选定的参考方向下，若计算（测量）结果为正，说明电流的参考方向与实际方向相同；若计算（测量）结果为负，说明电流的参考方向与实际方向相反。图 1-1-8 表示了电流的参考方向（图中实线所示）与实际方向（图中虚线所示）之间的关系。

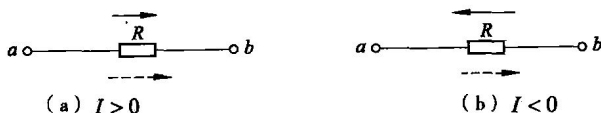


图 1-1-8 电流参考方向与实际方向

2. 电压

(1) 电压定义

在电路中, 电场力把单位正电荷 (q) 从 a 点移到 b 点所做的功 (W) 称为 a 、 b 两点间的电压, 记做

$$u_{ab} = \frac{dw}{dq} \quad (1-1-3)$$

对于直流电压, 则为

$$U_{ab} = \frac{W}{Q} \quad (1-1-4)$$

在国际单位制 (SI) 中, 电压的单位为伏特 (V)。

(2) 电压的实际方向

电压的实际方向: 电场力移动正电荷定向运动的方向。

(3) 电压参考方向与计算 (测量) 结果意义

如电流参考方向一样, 也需设定电压的参考方向, 其方向可用箭头表示, 或用 “+” “-” 极性表示, 也可用双下标表示, 如图 1-1-9 所示。若用双下标表示, 如 U_{ab} 表示 a 指向 b 。显然 $U_{ab} = -U_{ba}$ 。

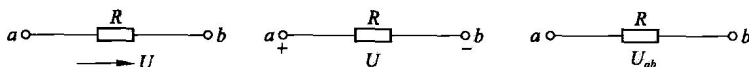


图 1-1-9 电压参考方向及表示

电压的参考方向也是任意选定的, 在选定的参考方向下, 当计算 (测量) 电压值为正, 说明电压的参考方向与实际方向相同; 反之, 说明电压的参考方向与实际方向相反。如图 1-1-10 所示, 电压的参考方向已标出, 若计算出 $U_1 = 1V$, $U_2 = -1V$, 则各电压实际方向如图中虚线所示。



图 1-1-10 电压参考方向与实际方向

还要特别指出, 电流与电压的参考方向原本可以任意选择, 彼此无关。但为了分析方便, 对于负载, 一般把两者的参考方向选为一致, 称之为关联参考方向; 对于电源, 一般把两者的参考方向选为相反, 称之为非关联参考方向。

3. 电位

在电工技术中, 常使用电压的概念, 例如日光灯的电压为 220V, 干电池的电压为 1.5V 等。而在电子技术中, 常用电位的概念。

在电路中任选一点作为参考点, 当电路中有接地点时, 以地为参考点; 若没有接地点时, 则选择较多导线的汇集点为参考点。在电子线路中, 通常以设备外壳为参考点。参考点用符号 “ $\perp$ ” 表示。

定义电路中某一点 (P) 与参考点之间的电压称为该点的电位。一般规定参考点的电位为零, 因此参考点也称零电位点。电位用符号 V 或 φ 表示。例如 A 点的电位记为 V_A 或 φ_A 。显然有

$$\varphi_A = U_{AP} \quad (1-1-5)$$

电路中各点电位、电压与参考点的关系:

① 电位与参考点关系: 各点的电位随参考点的变化而变, 在同一电路中, 只能选择一个参考点, 参考点一旦选定, 各点的电位是唯一确定的。和电压一样, 电位也是一个代数数量, 比参考点电位高的各点为正电位, 比参考点电位低的各点为负电位。

② 电压与参考点关系: 电路中任意两点的电压与参考点的选择无关。即电路参考点不同, 但电路中任意两点的电压不变。

③ 电压与电位关系: 电路中任意两点的电压等于这两点的电位差, 即

$$U_{ab} = \varphi_a - \varphi_b \quad (1-1-6)$$

4. 电功率

(1) 概念及计算公式

单位时间内电场力或电源力所做的功, 称为电功率, 用 p 表示, 即

$$p = \frac{dw}{dt} \quad (1-1-7)$$

如图 1-1-11 (a) 所示, u 、 i 为关联参考方向, N 为电路的任一部分或任意元件。根据电压、电流及电功率的定义得电路吸收的功率为

$$p = ui \quad (1-1-8)$$

若 u 、 i 为非关联方向, 如图 1-1-11 (b) 所示, 则 $u_{ab} = -u_{ba}$, 电路吸收的功率为

$$p = -ui \quad (1-1-9)$$



图 1-1-11 电功率计算示意图

在直流电路中, 电压、电流都是恒定值, 电路吸收的功率也是恒定的, 常用大写字母表示, 式 (1-1-8) 及式 (1-1-9) 可写成

$$P = \pm UI \quad (1-1-10)$$

(2) 正确理解和使用电功率公式

当需要求解某部分电路 (或某元件) 的功率, 并判断其在电路中的作用时, 可按以下步骤计算:

- ① 标方向: 选定电压、电流的参考方向 (关联或非关联);
- ② 选用正确公式: 关联方向 $p = ui$, 直流 $P = UI$; 非关联方向 $p = -ui$, 直流 $P = -UI$ 。
- ③ 计算: 将 u 、 i (U 、 I) 的数值连同符号一起代入所选公式计算出 P (P)。
- ④ 结论: 计算结果 P (P) > 0 , 吸收功率, 起负载作用; P (P) < 0 , 产生功率, 起电源作用; P (P) $= 0$, 既不吸收也不消耗功率。

3) 测量直流电路的功率并判断待测电路在电路中的作用

在手电筒电路中, 通过灯泡的电压、电流实际方向一致, 灯泡是负载; 通过电池的电压、电流实际方向相反, 电池是电源。也就是说, 当电压、电流实际方向一致时, 待测电路在电路