



21 世纪高职高专规划教材
高等职业教育规划教材编委会专家审定

DIANGONG YU DIANZI JISHU

电工与电子技术

主 编 张 静 张明芹
主 审 王玉湘



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

策 划 人: 王晓丹 彭 楠
责任编辑: 王晓丹 陈岚岚
封面设计: 七星工作室

DIANGONG YU DIANZI JISHU

ISBN 978-7-5635-2021-3



9 787563 520213 >

定价: 35.00 元



本书电子教案下载请登录
<http://buptpress.com/xzzx.asp>

21 世纪高职高专规划教材

高等职业教育规划教材编委会专家审定

电工与电子技术

主编 张 静 张明芹

主审 王玉湘

北京邮电大学出版社

·北京·

内 容 简 介

本书主要包括直流电路、交流电路、磁路和变压器、电动机、常用电动机控制电路、半导体器件、基本放大电路、集成运放、直流稳压电源、数字电路基础知识、门电路和组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路及电子技术典型应用介绍,共13章。每章都配有小结、习题和实验。

本书力求突出应用性和针对性,降低理论深度,减少推导计算,强化功能理解,注重科学性、实用性和通俗性。

本书可作为高职高专工科非电专业的教材,也可供电大、成教相关专业选用及工程技术人员阅读。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术/张静,张明芹主编. —北京:北京邮电大学出版社,2009

ISBN 978-7-5635-2021-3

I. 电… II. ①张… ②张… III. ①电工技术—高等学校—教材 ②电子技术—高等学校—教材
IV. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2009)第 112794 号

书 名: 电工与电子技术
作 者: 张 静 张明芹
责任编辑: 王晓丹 陈岚岚
出版发行: 北京邮电大学出版社
社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号(邮编:100876)
发 行 部: 电话:010-62282185 传真:010-62283578
E-mail: publish@bupt.edu.cn
经 销: 各地新华书店
印 刷: 北京市梦宇印务有限公司印刷
开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16
印 张: 20.25
字 数: 498 千字
印 数: 1—3 000 册
版 次: 2009 年 7 月第 1 版 2009 年 7 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-2021-3

定 价: 35.00 元

• 如有印装质量问题,请与北京邮电大学出版社发行部联系 •

编 委 会

主 编：张 静 张明芹

主 审：王玉湘

副主编：王瑞玲 崔灵智 王 平

侯 涛

编 委：(排名不分先后)

陈长生 王 荣 王文松

王彦民 吴晓艳

前 言

本书是根据当前高等职业教育的发展和需要编写的适用于高职高专工科非电专业的教材。教材在总结了非电专业电工电子技术教学经验的基础上,较全面地介绍了电工和电子技术最基本的概念、原理、计算以及工业领域中的应用。教材的编写中,突出应用性和针对性,力求较大的信息量,合理的理论深度,淡化原理分析。本教材具有以下特点。

1. 内容方面

适当降低理论深度和分析计算难度,教材中减少了直流电路、交流电路、模拟电路和数字电路的分析和计算,使学生在学习中易于理解和接受。与同类教材相比,加重了电动机控制电路和数字集成电路的内容,并介绍了一些实际应用电路,增加教材的针对性和实用性。

2. 设备及元器件

重点介绍元器件的符号、基本结构、外特性、功能及应用,尽量不涉及其内部工作过程的分析。

3. 电路方面

扼要介绍电路基本工作原理、基本分析方法,强化应用中的实际问题。

4. 语言方面

充分利用图、表等形象化的语言,使问题的表述更简练、直观和清晰。

全书共分13章,主要内容包括:直流电路、交流电路、磁路和变压器、电动机、常用电动机控制电路、半导体器件、基本放大电路、集成运放、直流稳压电源、数字电路基础知识、门电路和组合逻辑电路、触发器和时序逻辑电路及电子技术典型应用介绍。为了帮助学生理解和掌握基本概念,各章节有足够的例题,每章后有小结和习题。各章后配有相关实验内容,数量充足,以便于教师选择使用。

本书由张静担任主编并统稿,王玉湘担任主审。第1章由王瑞玲编写,第2章由张明芹编写,第3章和第5章由王文松编写,第4章由王彦明和王荣编写,第6章由陈长生编写,第7章由崔灵智、侯涛编写,第8章由吴晓燕编写,第9章由王平编写,第10、11、13章由张静编写,第12章由孙少华编写。本书在编写过程中得到了编者的大力协助,在此表示感谢。

由于编者能力有限,书中不妥乃至错误之处,请广大读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 直流电路	1
1.1 电路的基本概念	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	2
1.2 电路的基本物理量	3
1.2.1 电流及其参考方向	3
1.2.2 电压及其参考方向	4
1.2.3 电位及其计算	5
1.2.4 电动势	6
1.2.5 电功率	6
1.3 电路的基本元件	7
1.3.1 无源元件	7
1.3.2 有源元件	9
1.4 电路的基本定律	11
1.4.1 欧姆定律	11
1.4.2 基尔霍夫定律	16
1.5 线性电路的基本定律	19
1.5.1 戴维南定理	19
1.5.2 叠加定理	20
本章小结	21
习题一	22
实验一 万用表的使用	26
实验二 电阻串、并联及电位的测量	30
实验三 基尔霍夫定律验证	32
第 2 章 正弦交流电路	35
2.1 正弦交流电的基本概念	35
2.1.1 正弦交流电的三要素	35
2.1.2 正弦交流电的周期、频率和角频率	35
2.1.3 正弦交流电的最大值和有效值	36
2.1.4 同频率正弦量的相位差	36
2.2 正弦交流电的表示方法	37
2.2.1 波形图表示法	37

2.2.2 相量图表示法	38
2.2.3 相量复数表示法	38
2.3 单一参数的正弦交流电路	39
2.3.1 纯电阻电路	39
2.3.2 纯电感电路	41
2.3.3 纯电容电路	42
2.4 谐振电路	43
2.4.1 串联谐振电路	44
2.4.2 并联谐振电路	45
2.4.3 功率因数的提高	46
2.5 三相正弦交流电路	49
2.5.1 三相电源	49
2.5.2 三相负载	51
2.5.3 三相电功率	52
本章小结	53
习题二	54
实验四 日光灯电路连接及功率因数的提高	57
实验五 三相交流负载的连接	59
第3章 磁路与变压器	62
3.1 磁路	62
3.1.1 磁场的基本物理量	62
3.1.2 磁路的基本定律	64
3.1.3 铁磁材料的性能	66
3.2 变压器	68
3.2.1 变压器的作用	68
3.2.2 变压器的结构	69
3.2.3 变压器的工作原理	69
3.2.4 变压器的使用	71
3.2.5 特殊变压器	73
本章小结	76
习题三	77
实验六 变压器参数测定及绕组极性判别	78
第4章 电动机	82
4.1 三相异步电动机结构及工作原理	82
4.1.1 三相异步电动机结构	82
4.1.2 三相异步电动机的工作原理	83
4.2 三相异步电动机的运行与控制	86
4.2.1 三相异步电动机的起动的	86

4.2.2 三相异步电动机的调速·····	87
4.2.3 三相异步电动机的反转·····	88
4.2.4 三相异步电动机的制动·····	88
4.3 三相异步电动机的选择与使用·····	89
4.3.1 三相异步电动机的铭牌·····	89
4.3.2 三相异步电动机的选择·····	90
4.3.3 三相异步电动机的安装与接地·····	91
4.4 单相异步电动机·····	91
4.4.1 单相异步电动机的基本结构及工作原理·····	91
4.4.2 单相异步电动机的起动·····	92
4.5 直流电动机·····	93
4.5.1 直流电动机的结构·····	94
4.5.2 直流电动机工作原理·····	95
本章小结·····	95
习题四·····	96
第5章 常用电动机控制电路 ·····	98
5.1 手动电器·····	98
5.1.1 刀开关·····	98
5.1.2 组合开关·····	99
5.1.3 按钮·····	100
5.2 自动电器·····	100
5.2.1 熔断器·····	100
5.2.2 断路器·····	101
5.2.3 行程开关·····	102
5.2.4 交流接触器·····	102
5.2.5 继电器·····	103
5.3 三相异步电动机的基本控制电路·····	105
5.3.1 电动机直接起停控制·····	105
5.3.2 电动机的点动控制·····	106
5.3.3 异步电动机的正、反转控制·····	107
5.3.4 异步电动机的异地控制·····	109
5.3 安全用电·····	110
5.3.1 触电的有关知识·····	110
5.3.2 安全电压·····	110
5.3.3 触电事故的种类·····	111
5.3.4 常用的安全措施·····	112
本章小结·····	113
习题五·····	113
实验七 三相异步电动机的正、反转控制·····	114

实验八 异步电动机的点动和自锁控制	116
第6章 半导体器件	119
6.1 半导体基础知识	119
6.1.1 本征半导体	119
6.1.2 杂质半导体	120
6.1.3 PN结及其单向导电性	120
6.2 半导体二极管	122
6.2.1 二极管的基本结构和分类	122
6.2.2 二极管的特性和主要参数	123
6.2.3 二极管在电子技术中的应用	125
6.2.4 二极管的识别与测试	126
6.3 特殊二极管	127
6.3.1 稳压二极管	127
6.3.2 发光二极管	128
6.3.3 光电二极管	129
6.4 半导体三极管	130
6.4.1 三极管的结构	130
6.4.2 三极管电流放大工作作用	131
6.4.3 三极管的特性曲线	132
6.4.4 三极管的主要参数	135
6.4.5 三极管的判别与测试	136
6.4.6 选购三极管注意要点	138
6.5 MOS场效应管	138
6.5.1 场效应管的结构和工作原理	138
6.5.2 场效应管的特性曲线和主要参数	140
6.5.3 场效应管与双极型晶体管的比较	141
6.6 晶闸管	142
6.6.1 晶闸管的结构	142
6.6.2 晶闸管的工作原理	142
6.6.3 晶闸管的伏安特性	143
6.6.4 晶闸管的主要参数	144
本章小结	145
习题六	146
实验九 常用电子元器件的识别与测试	149
第7章 基本放大电路	151
7.1 共发射极放大电路	151
7.1.1 共发射极放大电路的组成和工作原理	151
7.1.2 共发射极放大电路的静态分析	152

7.1.3 共发射极放大电路的动态分析	155
7.1.4 静态工作点的稳定	163
7.2 共集电极放大电路(射极输出器)	169
7.2.1 射极输出器电路的组成	169
7.2.2 射极输出器的特点	170
7.2.3 射极输出器的主要用途	171
7.3 多级放大电路	171
7.3.1 级间耦合方式	172
7.3.2 电路分析计算	173
7.4 功率放大电路	174
7.4.1 功率放大电路的特点及类型	174
7.4.2 乙类互补对称功率放大电路(OCL 电路)	175
7.4.3 单电源互补对称功率放大电路(OTL 电路)	177
本章小结	178
习题七	179
实验十 常用电子仪器的使用	183
实验十一 焊接练习	186
实验十二 单管放大电路	187
第 8 章 集成运算放大器	191
8.1 集成运算放大器介绍	191
8.1.1 集成运算放大器的基本结构	191
8.1.2 集成运算放大器的主要技术指标	192
8.1.3 理想集成运算放大器	192
8.2 集成运放负反馈	193
8.2.1 反馈的基本概念	194
8.2.2 负反馈的判别方法	194
8.2.3 负反馈的 4 种组态	196
8.2.4 负反馈对放大器性能的影响	197
8.3 集成运算放大器的应用	199
8.3.1 运算放大器在信号运算方面的应用	199
8.3.2 运算放大器在信号处理方面的应用	201
8.3.3 集成运算放大器使用注意事项	202
8.3.4 集成运放应用举例	203
本章小结	203
习题八	204
实验十三 集成运算放大器的线性应用	206
第 9 章 直流稳压电源	210
9.1 整流电路	210

9.1.1 单相半波整流电路	210
9.1.2 单相桥式整流电路	212
9.2 滤波电路	213
9.2.1 电容滤波	213
9.2.2 电感滤波	216
9.3 稳压电路	216
9.3.1 硅稳压管稳压电路	216
9.3.2 串联型稳压电路	217
9.3.3 集成稳压电路	218
本章小结	220
习题九	220
实验十四 直流稳压电源	221
第 10 章 数字电路基础知识	223
10.1 概述	223
10.2 数制与码制	224
10.2.1 数制	224
10.2.2 码制	226
10.3 基本逻辑关系	227
10.3.1 基本逻辑	228
10.3.2 常用复合逻辑	230
10.4 逻辑代数	231
10.4.1 逻辑代数基本定理和公式	231
10.4.2 逻辑函数化简	232
本章小结	234
习题十	234
实验十五 集成门电路逻辑功能测试	235
第 11 章 集成门电路和组合逻辑电路	239
11.1 集成逻辑门电路	239
11.1.1 TTL 集成门电路	239
11.1.2 CMOS 集成门电路	242
11.2 组合逻辑电路的分析和设计	243
11.2.1 组合逻辑电路的分析	243
11.2.2 组合逻辑电路的设计	244
11.3 集成组合逻辑部件	246
11.3.1 编码器	247
11.3.2 译码器	249
11.3.3 加法器	252
本章小结	253

习题十一	253
实验十六 组合逻辑电路设计	255
实验十七 译码显示电路	256
第 12 章 时序逻辑电路	260
12.1 触发器	260
12.1.1 基本 RS 触发器	260
12.1.2 同步(钟控)RS 触发器	262
12.1.3 边沿 JK 触发器	263
12.1.4 D 触发器	265
12.2 集成时序逻辑部件	267
12.2.1 计数器	267
12.2.2 寄存器	272
本章小结	275
习题十二	276
实验十八 计数器逻辑功能测试及应用	277
第 13 章 电子技术典型应用介绍	280
13.1 555 定时器及应用	280
13.1.1 555 定时器电路组成和功能	280
13.1.2 单稳态触发器	282
13.1.3 多谐振荡器	284
13.1.4 施密特触发器	286
13.2 D/A 转换器和 A/D 转换器	288
13.2.1 数/模转换器(DAC)	289
13.2.2 模/数转换器(ADC)	292
本章小结	296
习题十三	297
附录	299
参考文献	308

第 1 章

直流电路

在现代社会的各个领域,电工和电子设备被广泛地应用。在人们使用的各种电气和电子设备中,其主要的设备都是由各种不同的电路组成。因此,掌握电路的分析和计算十分重要。本章主要介绍电路的基本定律和分析计算方法。

1.1 电路的基本概念

1.1.1 电路的组成

电流的路径叫做电路。电路是由一些用电设备(如电阻器、电容器、线圈、变压器、晶体管、电源等)通过导线按一定方式连接而成的。

(1) 电源

电源是电路中提供能源的设备,可把化学能、光能、机械能等非电能转换为电能,如蓄电池、干电池、太阳能电池、发电机等。

(2) 负载

负载是电路中的用电设备,能将电能转换成其他形式的能量,如电灯、电炉、收音机、电视机、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形成闭合电路,并对整个电路实行控制、保护及测量,主要有:连接导线、控制电器(如开关插头、插座等)、保护电器(如熔断器等)、测量仪表(如电流表、电压表等)。

日常生活中所用的手电筒电路就是一个最简单的电路,它由电池、灯泡、手电筒壳(连接导体)组成。电池是一种电源,对电路提供能量。灯泡是用电器件,称为负载。导线和开关为中间环节。当灯泡有电流流过时能发热到白炽状态而发光,连接导体可使电流构成通路。手电筒实际电路及电路模型如图 1-1 所示。

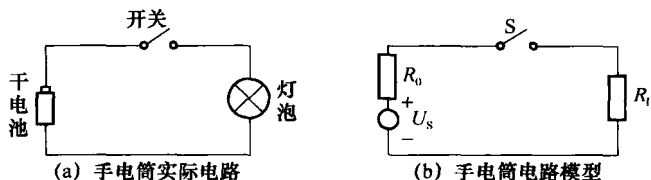


图 1-1 实际电路及其电路模型

若无特殊说明,电源是泛指,既可以是一般电源,也可以是信号源;负载也是泛指的,既可以是一般用电设备,也可以是传递信号的某种装置。

1.1.2 电路的作用

电路的种类很多,用途各异,但其基本作用可以概括为两大类,通过实例说明如下。

1. 实现电能的传输、分配与转换

一个典型例子为图 1-2(a)所示的电力系统电路。该系统将发电机发出的电能通过中间环节(导线、开关及其他设备)送给负载,将电能转化为其他形式的能量,实现了电能的输送和转换。

电源是电路的能源。电源有多种形式(如发电机、蓄电池和光电池等),它们可以把各种能量(如机械能、化学能和光能等)转化为电能,供给负载。负载是用电设备(如电动机、电炉和电灯等),可将电能转化成人们需要的其他形式的能量。

2. 实现信号的传递和转换

一个典型例子为图 1-2(b)所示的扩音机电子电路,这是扩音机的工作示意图。话筒将声音(信息)转换为电信号(以下简称信号),经过中间环节(导线与放大器等),信号被放大,并传递到扬声器,还原原来的声音。在声音的作用下,话筒源源不断地发出信号,因而叫做信号源。

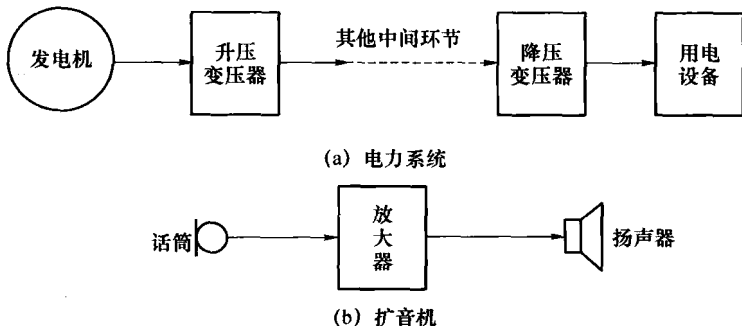


图 1-2 两种典型的电路框图

信号源也是一种电源,但它与发电机和蓄电池等一般电源不同,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、图像、温度、压力、位移、速度与流量等)均可通过相应的变换成为电信号,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、无线电技术和自动控制技术等许多领域。

1.1.3 电路模型

电路是由具体的电子设备和电子器件连接组成的。为了便于分析,通常将这些设备和器件理想化,并用国家统一的标准图形符号来表示这些元件,由此所得到的能反映实际电路连接方式的图形符号(电路图)称为电路模型,简称电路。如消耗电能的电路元件用理想电阻元件 R 表示,模型符号如图 1-3(a)所示;储存磁场能量的电路元件用理想电感元件 L 表示,模型符号如图 1-3(b)所示;储存电场能量的电路元件用理想电容元件 C 表示,模型符号如图 1-3(c)所示;产生电能的设备用电源电动势 E (或 U_s)与电源内阻 R_0 表示。

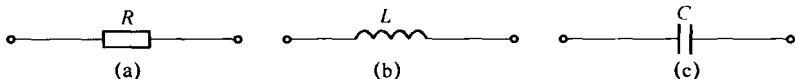


图 1-3 理想电路元件的模型

1.2 电路的基本物理量

电路分析中常用到电流、电压、电动势、电位、电功率等物理量。本节要学习它们的概念、参考方向及其电位的计算。

1.2.1 电流及其参考方向

1. 电流

电荷的定向运动形成电流。电流的强弱用电流强度来表示。把在单位时间内通过导体横截面的电量定义为电流强度,简称为电流,用符号 i 表示。即

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

式中, dq 为时间 dt 内通过导体横截面的电荷量。

在国际单位制中,电流的单位是安[培](A)。电流常用的单位有毫安(mA)、微安(μA)。它们之间的换算关系为: $1\text{ A} = 10^3\text{ mA} = 10^6\text{ }\mu\text{A}$ 。电量的单位是库[仑](C)。时间的单位是秒(s)。

2. 电流方向

(1) 电流的实际方向

习惯上规定正电荷移动的方向为电流的实际方向。

电流是一个有大小和方向的基本物理量,大小和方向都不随时间变化的电流称为直流电流,用大写字母 I 表示。在直流时,式(1-1)应写为

$$I = \frac{Q}{t} \quad (1-2)$$

(2) 电流的参考方向

电流的方向是客观存在的,但在复杂电路分析中,往往难以事先判断某支路电流的实际方向,有时电流的实际方向还在不断改变。在分析电路时,常可任意选定某一方向作为电流的正方向,称为参考方向,用箭头表示。

以后在分析电路时,完全不必先去考虑电流的实际方向,可以任意假定电流的参考方向,并以此为准去进行分析、计算,从求得答案的正、负值来确定电流的实际方向。若计算结果为正,则表示电流的实际方向和参考方向相同;若计算结果为负,则表示电流的实际方向和参考方向相反,如图 1-4 所示。今后,电路图中所标的电流方向箭头都是参考方向,不一定是电流的实际方向。参考方向一旦设定,在电路分析计算过程中就不能再改动。

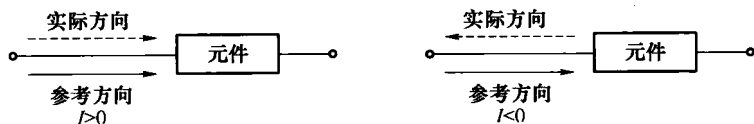


图 1-4 电流的参考方向与实际方向