



面向“十二五”机电类专业高职高专国家规划教材

电工电子技术

韩满林 主 编
于宝明

叶彩霞 副主编
张智玮

DIANGONG DIANZI JISHU



凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社



责任编辑 汪立亮
封面设计 孙达铭

电工电子技术

数控加工实训

机械加工实训(含钳工)

传感器与检测技术

交流调速系统及应用

单片机原理与应用技术

电气控制与PLC应用技术

电机及拖动技术

数控系统及应用

电工技术基础

电子技术基础

液压与气压传动

机械加工工艺与设备

机械设计基础

机械制造基础

工程材料及成形工艺基础

工程力学

计算机绘图

机械制图(含习题集)

ISBN 978-7-5345-7592-1



9 787534 575921 >

定价: 30.80元

面向“十二五”机电类专业高职高专国家规划教材

电工电子技术

韩满林 主 编
于宝明

叶彩霞 副主编
张智玮

凤凰出版传媒集团
江苏科学技术出版社

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术 / 韩满林等主编. —南京: 江苏
科学技术出版社, 2010. 9
面向“十二五”机电类专业高职高专国家规划教材
ISBN 978-7-5345-7592-1

I. ① 电… II. ② 韩… 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. ① TM ② TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 156777 号

电工电子技术

主 编 韩满林 于宝明
责任编辑 汪立亮
特约编辑 楚宜民
责任校对 郝慧华
责任监制 曹叶平

出版发行 江苏科学技术出版社(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)
网 址 <http://www.pspress.cn>
集团地址 凤凰出版传媒集团(南京市湖南路 1 号 A 楼, 邮编: 210009)
集团网址 凤凰出版传媒网 <http://www.ppm.cn>
经 销 江苏省新华发行集团有限公司
照 排 南京展望文化发展有限公司
印 刷 盐城市华光印刷厂

开 本 787mm×1092mm 1/16
印 张 14.5
字 数 320000
版 次 2010 年 9 月第 1 版
印 次 2010 年 9 月第 1 次印刷

标准书号 ISBN 978-7-5345-7592-1
定 价 30.80 元

图书如有印装质量问题, 可随时向我社出版科调换。

内容简介

本书是根据近年来电子技术的发展和丰富的教学实践,针对高等职业院校非电类专业电工电子技术课程教学的基本要求和学习特点编写而成的。

全书共分为9个项目,主要内容包括电路的认知、线性电阻电路的分析与测试、正弦交流电路的分析与测试、二极管应用电路的分析与测试、三极管放大电路的分析与测试、集成运算放大器的应用与测试、数字集成门电路的分析与测试、组合逻辑电路的应用与测试、时序逻辑电路的应用与测试。考虑到不同专业对电工电子技术的相关要求有所区别,对部分内容标注了“*”,供任课教师选取。

本书可作为广播电视大学和高职高专院校相关专业的教材,也可供相关工程技术人员学习与参考。

前 言

本书是根据高等学校非电类专业电工电子技术课程教学的基本要求,结合近年来电子技术的发展和教学实践而编写的。

本书在编写过程中,坚持以应用为宗旨,基础理论以必需、够用为度,以阐明概念、强化应用为重点,加强了学生学习的针对性和实用性,使学生具备一定的可持续发展的能力,真正体现了应用型人才的教育理念。本书内容涉及面广、编排科学合理,叙述简明扼要、深入浅出,所选内容由易到难,由简单到复杂,理论与实践相辅相成、循序渐进,有利于教学的实施。

本书由三个部分组成:第一部分主要介绍电工电路的基础知识,内容包括电路的认知、线性电阻电路的分析与测试、正弦交流电路的分析与测试;第二部分主要介绍模拟电子技术的知识,内容包括二极管应用电路的分析与测试、三极管放大电路的分析与测试、集成运算放大器的应用与测试;第三部分主要介绍数字电子技术的知识,内容包括数字集成门电路的分析与测试、组合逻辑电路的应用与测试、时序逻辑电路的应用与测试。

在内容选取、顺序安排以及编写方面,本书具有如下几个特点:

1. 作为一门应用性很强的课程,突出了知识和实践的统一,强化了实践能力的培养。编者将近年来在电工电子技术实践教学中的项目进行了总结提炼,结合所讲授的内容,编写了相关的实践训练项目。这些项目既适合不同院校结合自己的实际安排技能训练,也适合自学者根据项目的要求自行实践,使知识和技能得到同步提高。

2. 顺应电子技术发展的需要,适当减少了模拟电子技术的内容,加强了数字电路部分,特别是增加了新技术及其应用的相关内容。

3. 在模拟电子技术部分,适当压缩了分立器件的内容,强化了集成运放的应用。

4. 本书中还列出了部分选学内容,以“*”号标记,供不同专业根据具体情况选用。

本书由南京信息职业技术学院韩满林、于宝明教授担任主编并负责统稿,南京信息职业技术学院张智玮、安庆职业技术学院叶彩霞两位老师担任副主编。参加本书编写的有:于宝明(项目1),尹玉军(项目2、项目7),吕黎(项目3),张智玮(项目4),叶彩霞(项目5),聂佰玲(项目6),李立早(项目8),崔金魁(项目9)。全书最后由“面向‘十二五’机电类专业高职高专规范化教材建设专家指导委员会”主审。

由于编者水平有限,书中错误和不妥之处在所难免,欢迎各位读者批评指正。

编 者

2010年6月

目 录

项目 1 电路的认知	001
教学导航	001
1.1 电路的基本概念	001
1.1.1 电路	001
1.1.2 电路模型	002
1.2 电路中的物理量	003
1.2.1 电流	003
1.2.2 电压	004
1.2.3 电位	005
1.2.4 功率与能量	006
1.3 电路中的基本元件	007
1.3.1 电阻元件及其 VCR 特性	007
1.3.2 电容元件及其 VCR 特性	010
1.3.3 电感元件及其 VCR 特性	012
1.4 电压源与电流源	014
1.4.1 电压源	014
1.4.2 电流源	015
1.5 基尔霍夫定律	016
1.5.1 电路中常用的名词	016

1.5.2 基尔霍夫电流定律(KCL)	016
1.5.3 基尔霍夫电压定律(KVL)	018
* 1.6 电路中电位的计算	019
1.7 项目实践	021
1.7.1 电压、电位的测量	021
1.7.2 基尔霍夫定律的验证	021
本章小结	022
思考与练习	023
项目2 线性电阻电路的分析与测试	025
教学导航	025
2.1 支路电流法	025
2.2 节点电压法	026
* 2.3 网孔电流法	028
2.4 叠加定理	029
2.5 戴维南定理	031
2.6 项目实践	032
2.6.1 叠加定理的验证	032
2.6.2 戴维南定理的验证	033
本章小结	034
思考与练习	035
项目3 正弦交流电路的分析与测试	037
教学导航	037
3.1 正弦交流电路的基本概念	037
3.1.1 正弦量及其三要素	038
3.1.2 正弦量的相量表示法	042
3.2 正弦交流电路的分析	047
3.2.1 电阻、电感、电容元件上电压与电流的相量关系	047
3.2.2 简单正弦交流电路的分析	051
* 3.2.3 正弦交流电路的功率	056
* 3.3 三相交流电路	058
3.3.1 三相电源	058
3.3.2 对称三相负载及其连接	060
3.3.3 对称三相电路的功率	063
3.4 理想变压器	065
3.4.1 理想变压器的条件	065
3.4.2 理想变压器的等效变换	065
3.5 项目实践	067
3.5.1 正弦交流电的测试	067
3.5.2 交流元件频率特性的测试	068
3.5.3 RC、RL 交流串联电路的测试	069

3.5.4 三相平衡负载连接的测试	070
本章小结	071
思考与练习	072
项目4 二极管应用电路的分析与测试	075
教学导航	075
4.1 半导体基础知识	075
4.1.1 本征半导体	075
4.1.2 杂质半导体	076
4.1.3 PN结及其单向导电性	077
4.2 半导体二极管	078
4.2.1 二极管的结构与符号	078
4.2.2 二极管的伏安特性	078
* 4.2.3 二极管的主要参数及检测	079
4.2.4 二极管的应用电路	080
4.3 特殊二极管	081
4.3.1 稳压二极管	081
* 4.3.2 变容二极管	082
* 4.3.3 光电二极管	083
4.3.4 发光二极管	084
4.4 整流滤波电路	085
4.4.1 半波整流电路	085
4.4.2 桥式整流电路	086
* 4.4.3 电容滤波电路	088
4.5 项目实践	089
4.5.1 二极管单向导电性的测试	089
4.5.2 二极管整流电路的测试	090
本章小结	090
思考与练习	091
项目5 三极管放大电路的分析与测试	093
教学导航	093
5.1 半导体三极管	093
5.1.1 三极管的结构与符号	093
5.1.2 三极管的电流放大作用	094
5.1.3 三极管的伏安特性曲线	096
* 5.1.4 三极管的主要参数及检测	098
5.2 放大电路的主要性能指标	100
5.2.1 放大倍数	100
5.2.2 输入电阻	101
5.2.3 输出电阻	101
* 5.2.4 通频带	101

5.3 共射基本放大电路	102
5.3.1 共射放大电路的组成	102
5.3.2 放大电路的静态分析	103
5.3.3 放大电路的动态分析	104
5.4 工作点稳定的放大电路	107
5.4.1 温度对静态工作点的影响	107
5.4.2 分压式偏置电路	107
5.5 共集电极放大电路	109
5.5.1 共集放大电路的组成	109
5.5.2 共集放大电路的分析	109
5.6 多级放大电路	111
5.6.1 多级放大电路的组成	111
*5.6.2 多级放大电路的级间耦合方式	111
*5.6.3 多级放大电路的性能分析	113
5.7 放大电路中的负反馈	113
5.7.1 反馈的基本概念	113
5.7.2 负反馈放大器的一般表达式	115
5.7.3 负反馈对放大器性能的影响	116
5.8 功率放大电路	117
5.8.1 功率放大电路概述	117
5.8.2 互补对称功率放大电路	118
5.9 项目实践	122
5.9.1 三极管各极电流关系的测试	122
5.9.2 放大电路静态工作点的测量	123
5.9.3 静态工作点对输出波形影响的测试	123
5.9.4 放大电路性能指标的测试	124
本章小结	125
思考与练习	126
 项目6 集成运算放大器的应用与测试	 131
教学导航	131
6.1 集成电路概述	131
6.2 集成运算放大器	132
6.2.1 集成运放及其基本组成	132
6.2.2 集成运放的电路符号	133
*6.2.3 集成运放的主要性能指标	133
6.2.4 集成运放的基本特性	134
6.2.5 理想集成运放	136
6.3 集成运算放大器的线性应用	136
6.3.1 比例运算电路	136
6.3.2 加法和减法运算电路	138
*6.3.3 积分和微分运算电路	141

6.4 集成运算放大器的非线性应用	142
6.4.1 简单电压比较器	143
* 6.4.2 迟滞电压比较器	144
6.5 项目实践	146
6.5.1 加法电路的测试	146
6.5.2 积分电路的测试	147
* 6.5.3 迟滞电压比较器的测试	147
本章小结	148
思考与练习	148
 项目7 数字集成门电路的分析与测试	151
教学导航	151
7.1 数制和码制	151
7.1.1 数制	151
7.1.2 数制转换	153
7.1.3 码制	155
7.2 基本逻辑关系	156
7.2.1 与逻辑	156
7.2.2 或逻辑	157
7.2.3 非逻辑	157
7.2.4 其他逻辑关系	158
7.3 逻辑函数的运算	160
7.3.1 基本定律和规则	160
7.3.2 逻辑函数的表示方法	162
7.3.3 最小项	163
* 7.3.4 逻辑函数公式法化简	164
7.3.5 逻辑函数卡诺图化简	164
7.4 项目实践	167
7.4.1 与非门逻辑功能测试	167
7.4.2 异或门逻辑功能测试	168
本章小结	169
思考与练习	169
 项目8 组合逻辑电路的应用与测试	171
教学导航	171
8.1 组合逻辑电路的分析与设计	171
8.1.1 组合逻辑电路的分析	171
* 8.1.2 组合逻辑电路的设计	173
8.2 编码器和译码器	175
8.2.1 编码器	175
8.2.2 译码器	177
8.3 数据选择器和数据分配器	180

* 8.3.1 数据选择器	180
8.3.2 数据分配器	182
8.4 半加器和全加器	182
8.4.1 半加器	183
8.4.2 全加器	183
8.5 项目实践	184
8.5.1 显示译码器及 LED 数码管的功能测试	184
8.5.2 二进制变量译码器扩展电路的功能测试	185
本章小结	187
思考与练习	187
项目 9 时序逻辑电路的应用与测试	189
教学导航	189
9.1 触发器	189
9.1.1 基本 RS 触发器	190
9.1.2 同步触发器	192
9.1.3 边沿触发器	194
* 9.1.4 触发器逻辑功能的转换	196
9.2 计数器	197
9.2.1 集成计数器 74161	197
9.2.2 集成计数器 74160	199
* 9.2.3 构成 N 进制计数器	199
* 9.3 寄存器	201
9.3.1 数码寄存器	201
9.3.2 移位寄存器	202
9.3.3 集成多功能移位寄存器 74194	202
9.4 555 定时器及其应用	204
9.4.1 555 定时器	204
9.4.2 单稳态触发器	206
9.4.3 施密特触发器	207
* 9.5 存储器	209
9.5.1 随机存储器	209
9.5.2 只读存储器	210
* 9.6 可编程逻辑器件	210
9.6.1 CPLD 器件	211
9.6.2 FPGA 器件	211
9.7 项目实践	212
9.7.1 JK 触发器的测试与应用	212
9.7.2 集成同步计数器的测试与应用	213
本章小结	215
思考与练习	215
参考文献	219

项目1 电路的认知

教学导航

教学目标	◇ 掌握电路模型、电流、电压及参考方向的概念 ◇ 掌握电阻、电容及电感元件上电压与电流的定量关系 ◇ 掌握电源的特点及输出的电压与电流的关系 ◇ 掌握基尔霍夫定律 ◇ 掌握电路中各点电位的分析方法	讲授时间
知识点	◇ 电路与电路模型 ◇ 电路中的基本物理量：电流、电压、功率与能量 ◇ 电阻、电容、电感元件及其 VCR 特性 ◇ 电压源与电流源 ◇ 基尔霍夫定律的概念与应用	6 学时
难点与重点	◇ 关联参考方向与非关联参考方向的分析 ◇ KCL 与 KVL 方程的应用 ◇ 电路中各点电位的计算	
学习方法	◇ 理解概念 ◇ 掌握电流、电压及参考方向的概念 ◇ 多做习题	

本项目在介绍电路的基本概念和基本变量的基础上,阐明电路中电压、电流应服从的基本规律,即它们的约束关系。同时讨论电阻、电压源和电流源等常见理想电路元件,这是分析与计算电路的基础。

1.1 电路的基本概念

1.1.1 电路

人们在工作 and 生活中时常会遇到一些实际电路,如照明电路、信号放大及处理电路等。概括地讲,电路是为了实现某种预期的目的,将电器设备和元件按照一定方式连接起来的总体,它提供了电流流通的路径;复杂的电路也称为网络。如图 1.1 所示的照明电路就是一个简单的电路。

不管是简单还是复杂的电路,按元器件在电路中所起作用的不同,电路可分为电源、负载和中间环节:提供电能

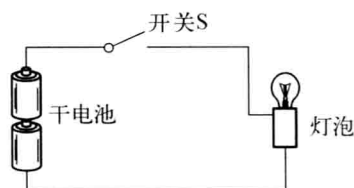


图 1.1 手电筒电路

或信号的部分,称为电源或信号源;接受电能或信号的部分,称为负载;控制及连接部分如导线、开关等,称为中间环节。

电路有两个作用:一是传递和转换电能,例如照明电路、电动机电路和电力传输系统等;二是传递和处理信号,例如电视机电路、计算机电路以及各种自动控制电路等。

1.1.2 电路模型

电路理论主要用于计算电路中各器件的端子电流和端子电压,一般不涉及内部发生的物理过程。本书讨论的电路不是实际电路而是它们的电路模型。实际电路的电路模型是由理想元件相互连接而成。

在一定条件下,把实际元件加以近似化、理想化,忽略其次要性质,只考虑其主要电磁性质,用具有单一电磁性质的理想元件或其组合去代表它,这就是实际设备或器件的模型。例如,在电源频率不是很高的电路中,可以用“电阻元件”这一理想元件来表示各种电阻器、电灯、电炉等实际电路元器件;同样在一定条件下,可以用“电容元件”来表示实际的电容器;用“电感元件”来表示各种实际的线圈;用“理想电压源”和“电阻元件”的串联组合来表示各种干电池、蓄电池等实际直流电源。根据端子的数目,理想电路元件可分为二端元件、三端元件、四端元件等。电工电路部分中用到的 5 个主要理想二端元件如图 1.2 所示。

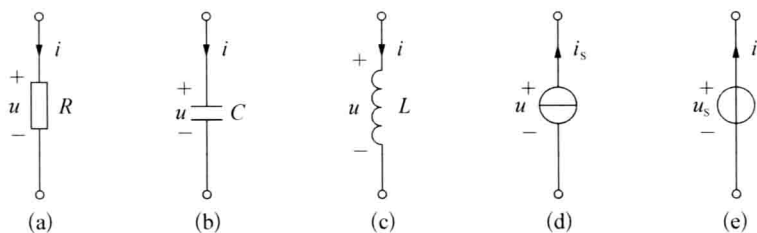


图 1.2 二端理想电路元件模型

实际电路都可以通过若干种理想电路元件所构成的抽象电路来表示,我们把这种抽象电路称为“电路模型”。

如图 1.3 所示,把小灯泡看成是电阻元件,用 R 表示;把干电池看成是电压源 U_s 和电阻元件 R_s 的串联组合;连接导线看成是理想导线(其电阻设为零)或线段;开关 S 为理想开关。这样手电筒的实际电路就可以用电路模型来表示。

本书在以后讨论的所有电路模型中的元器件,如无特别说明,则都是指理想元件。



图 1.3 手电筒电路的实际电路与电路模型

1.2 电路中的物理量

描述电路工作状态的物理量统称为电路的变量。电路理论中涉及的物理量主要有电流、电压、电荷和磁通,通常用 I 、 U 、 Q 和 Φ 分别表示。另外,电功率和电能量的符号分别为 P 和 W 。其中,用得最多的变量是电流和电压。

1.2.1 电流

金属内的自由电子在电场的作用下做定向运动,形成电流。习惯上把正电荷运动的方向规定为电流的实际方向。电流的强弱用电流强度来衡量。电流强度指单位时间内通过导体横截面的电荷量。假设在一很小的时间间隔 dt 内,通过导体横截面的电荷量为 dq ,则该瞬间电流强度为

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

电流是时间的函数,随时间而变化。我们将大小和方向都随时间而变化的电流称为变动电流,其符号用小写字母 i 表示。其中一个周期内电流的平均值为零的变动电流称为交流,常简称为 ac 或 AC,如图 1.4(a)、(b)所示。

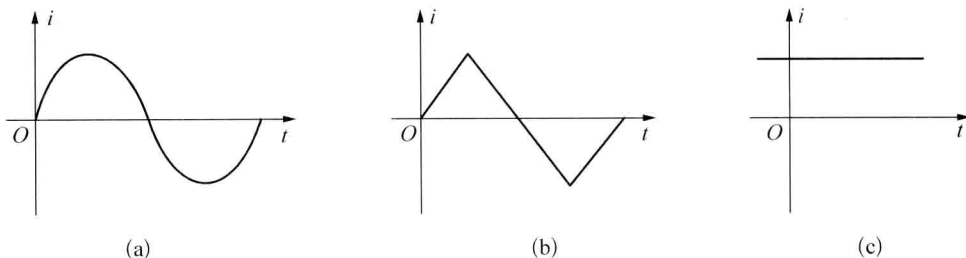


图 1.4 几种电流波形

如果电流的大小和方向不随时间而变化,则称其为直流电流,其符号用大写字母 I 表示,如图 1.4(c)所示。对于直流电流,即在任意相同时间间隔 Δt 内通过导体横截面的电荷量 Δq 都是相同的。

$$I = \frac{\Delta q}{\Delta t} = \text{恒量} \quad (1-2)$$

在国际单位制(SI)中,电流的单位是安培,SI 符号为 A。它表示 1 秒(s)内通过导体横截面的电量为 1 库仑(C)。其中电流的单位还有千安(kA)、毫安(mA)、微安(μA)等,其关系如下:

$$1 \text{ kA} = 1\,000 \text{ A} = 10^3 \text{ A}; 1 \text{ mA} = 10^{-3} \text{ A}; 1 \mu\text{A} = 10^{-6} \text{ A}$$

当电路比较复杂时,在得出计算结果之前,判断电流的实际方向很困难,而进行电路的