



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 白桂银 张益农
副主编 钱琳琳



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

教育部《中等职业学校专业目录(2010年修订)》
规定开设的专业课程

教育部《中等职业学校专业目录(2010年修订)》规定

电工与电子技术

主 编 李 强 李 强
副主编 李 强 李 强

机械工业出版社

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

白桂银 张益农 主 编
钱琳琳 副主编

北京邮电大学出版社
· 北 京 ·

内 容 简 介

本书按照教育部关于高职高专教育必须以就业为导向、以能力培养为目标的办学思路,根据电工电子技术课程的基本要求,对电工技术、模拟电子技术和数字电子技术等课程进行了整合,以适应目前高职高专教学改革的实际需要。

本书共分电工技术部分和电子技术部分两篇。其中电工技术部分包括电路的基本概念、基本定律与分析方法,单相交流电路,三相交流电路,电路的暂态分析,磁路及变压器,异步电动机,常用控制电器及基本控制电路;电子技术部分包括常用半导体器件、交流放大电路、集成运算放大器、电源电路、逻辑代数与门电路、逻辑电路分析等章节。

全书在内容设计上始终以“淡化理论,突出应用”为目标,概念清楚,注重实际。可作为高职高专、高级技工学校的教材,也可供相关工程技术人员和电工电子爱好者学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工与电子技术/白桂银,张益农主编. —北京:北京邮电大学出版社,2008
ISBN 978-7-5635-1810-4

I. 电… II. ①白… ②张… 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. TM TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 100433 号

书 名: 电工与电子技术

作 者: 白桂银 张益农

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: 北京忠信诚胶印厂

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 20.5

字 数: 507 千字

印 数: 1—3 000 册

版 次: 2008 年 8 月第 1 版 2008 年 8 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-1810-4

定 价: 33.00 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 •

高职电类精品课程规划教材

编审委员会

主 任 高 林(教育部高职高专电子信息类专业教学指导委员会主任、
北京联合大学副校长)

副 主 任 鲁宇红(金陵科技学院副院长)
鲍 泓(北京联合大学信息学院院长)
孙建京(北京联合大学自动化学院院长)
郁建中(金陵科技学院信息技术学院副院长)
姚建永(武汉职业技术学院电信学院院长)
章 讯(长江职业学院工学院院长)
黄伟文(宁波职业技术学院华建信息学院副院长)
华永平(南京信息职业技术学院电子信息系主任)
杜庆波(南京信息职业技术学院通信工程系主任)
刘连青(北京信息职业技术学院电子工程系主任)
朱运利(北京电子科技职业学院工程系主任)
刘 威(北京电子科技职业学院电信系主任)
吕玉明(天津电子信息职业技术学院电子系主任)
丁学恭(杭州职业技术学院机电工程系主任)
韩春光(宁波大红鹰职业技术学院应用电子系主任)
李锦伟(浙江交通职业技术学院信息与管理系主任)
倪 勇(浙江机电职业技术学院电子信息工程系主任)
龚赤兵(广东水利电力职业技术学院计算机系副主任)
朱祥贤(淮安信息职业技术学院信息通信系主任)

委 员 (排名不分先后)

陈传军	许学梅	吴志荣	楼晓春	刘大会
黄一平	王 川	石建华	万少华	冯友谊
何正宏	陈 卉	王建生	任力颖	卢孟夏
李红星	张益农	李 媛	钱琳琳	李永霞
白桂银	马靖宇	杨 菁	齐连运	杨 帆

执行编委 王志宇

高职电类精品课程规划教材

参编院校

北京联合大学

东北电力大学

宁波职业技术学院

北京电子科技职业学院

长江职业学院

天津电子信息职业技术学院

宁波大红鹰职业技术学院

浙江机电职业技术学院

江西九江职业技术学院

常州信息职业技术学院

吉林电子信息职业技术学院

武汉交通职业技术学院

南京交通职业技术学院

金陵科技学院

南京信息职业技术学院

北京信息职业技术学院

武汉职业技术学院

湖北交通职业技术学院

杭州职业技术学院

浙江交通职业技术学院

浙江工商职业技术学院

广东水利电力职业技术学院

淮安信息职业技术学院

沈阳职业技术学院

武汉船舶职业技术学院

南京正德职业技术学院

前 言

本书是按照教育部关于高职高专教育必须以就业为导向、以能力培养为目标的办学思路,根据电工电子技术课程的基本要求,结合编者多年的教学和实践经验编写而成的。

电工电子技术课程内容理论性强,知识应用范围广,所涉及教学内容多,内容本身也较难掌握。因此,如何在有限的学时数内使学生掌握电工电子技术的基本知识,理解常见电子电路及电器设备的工作原理,为学生在今后的学习和工作中更好地利用电子电路和电器设备成为教学实施的难点。

教材的所有编者统一思想,在内容的编排上,保证必要的基本概念和基本知识,以突出实用、注重实践,注意培养学生分析问题和解决问题的能力为主线。

为了突出高职高专的教学特点,本书作了如下安排:

1. 在学习元器件知识的同时,结合器件性能,介绍一些实用的测试或判别方法。
2. 每章设置一节内容讲解本章知识在实际中的应用。
3. 每节后安排有思考题或自测题,每章后都编写了一些经过认真筛选的习题,以便学生系统地掌握所学的基础理论知识。

本书由白桂银、张益农主编,同时承担主审工作。具体分工如下:第1章由北京联合大学张益农编写;第2章、第4章由北京联合大学牛瑞燕编写;第3章由北京联合大学王珏编写;第5章由湖北交通职业技术学院杨菁编写;第6章、第7章由北京联合大学钱琳琳编写;第8章、第10章由湖北交通职业技术学院白桂银编写;第9章、第11章由武汉职业技术学院叶俊编写;第12章由湖北交通职业技术学院马靖宇编写;第13章由长江职业技术学院刘光涛编写。

本书编写过程中,各参编教师不辞辛劳,积极配合,共同努力完成了编写任务,在此对所有老师表示由衷的感谢。同时,内蒙古工业大学杨宏业教授对本书的编写提出了一些宝贵意见,在此表示衷心感谢。

由于编者水平有限,书中不妥之处,敬请广大师生和读者批评指正。

编 者

目 录

第 1 章 电路的基本概念、基本定律与分析方法

1.1 电路的基本概念	1
1.1.1 电路和电路模型	1
1.1.2 电路的基本物理量	3
1.2 电阻元件及欧姆定律	7
1.2.1 电阻元件	7
1.2.2 欧姆定律	7
1.3 电压源和电流源	9
1.3.1 电压源	9
1.3.2 电流源	10
1.4 电路的工作状态及电气设备额定值	12
1.4.1 电路的工作状态	12
1.4.2 电气设备额定值	13
1.5 基尔霍夫定律	13
1.5.1 几个名词介绍	13
1.5.2 基尔霍夫电流定律	14
1.5.3 基尔霍夫电压定律	15
1.6 电位的计算	16
1.7 电路的分析方法	18
1.7.1 电路的等效化简	18
1.7.2 支路电流法	26
1.7.3 节点分析法	30
1.7.4 叠加定理	35
1.7.5 戴维南定理和诺顿定理	39
1.8 线性电阻在实际电路中的应用	42
1.8.1 电流表与电压表的分流与分压	42
1.8.2 电压/电流的转换	43
本章小结	44
习题一	46

第 2 章 单相交流电路

2.1 交流电的基本概念	53
--------------------	----

2.1.1 周期、频率、角频率	54
2.1.2 幅值、有效值	54
2.1.3 初相位	55
2.2 正弦交流电的表示法	56
2.3 电阻元件、电感元件与电容元件	58
2.3.1 电阻元件	58
2.3.2 电感元件	58
2.3.3 电容元件	59
2.4 理想元件的交流电路	60
2.4.1 电阻元件	60
2.4.2 电感元件	61
2.4.3 电容元件	62
2.5 电阻、电感、电容串联的正弦交流电路	64
2.6 阻抗的串联与并联	66
2.6.1 阻抗的串联	66
2.6.2 阻抗的并联	67
2.7 正弦交流电路的谐振	68
2.7.1 串联谐振	68
2.7.2 并联谐振	70
2.8 正弦交流电路中的功率	72
2.8.1 瞬时功率	72
2.8.2 平均功率和功率因数	72
2.8.3 无功功率	72
2.8.4 视在功率	73
2.9 功率因数的提高	74
2.9.1 交流电路中功率因数较低的危害	74
2.9.2 提高电路功率因数的方法	74
本章小结	76
习题二	77

第3章 三相交流电路

3.1 三相交流电路组成	79
3.2 三相交流电源及其特点	80
3.2.1 三相交流电源	80
3.2.2 三相交流电源的特点	80
3.2.3 三相公共电网	81
3.3 三相负载的连接	83

3.3.1 三相负载的星形连接	83
3.3.2 三相负载的三角形连接	85
3.4 三相电路的功率和测量	87
3.4.1 三相电路功率的计算	87
3.4.2 三相电路功率的测量	89
3.5 安全用电	92
3.5.1 概述	92
3.5.2 电击触电及如何防止触电	92
3.5.3 保护接地和保护接零	94
本章小结	100
习题三	100

第4章 电路的暂态分析

4.1 换路定则与初始值的确定	103
4.2 一阶电路的零输入响应	105
4.2.1 RC 电路的零输入响应	105
4.2.2 RL 电路的零输入响应	107
4.3 一阶电路的零状态响应	109
4.3.1 RC 电路的零状态响应	109
4.3.2 RL 电路的零状态响应	111
4.4 一阶电路的全响应	112
4.5 微分电路和积分电路	114
4.5.1 微分电路	114
4.5.2 积分电路	115
本章小结	116
习题四	117

第5章 磁路和变压器

5.1 磁路的基本概念	119
5.1.1 磁场的基本物理量	119
5.1.2 磁性材料的磁性能	120
5.1.3 磁路及其欧姆定律	121
5.2 变压器的基本结构与原理	122
5.2.1 变压器的基本结构	122
5.2.2 变压器的原理	123
5.3 变压器的额定值	125
5.3.1 额定电压 U_{1N} 和 U_{2N}	125

5.3.2 额定电流 I_{1N} 和 I_{2N}	125
5.3.3 额定容量 S_N	126
5.4 特殊变压器简介	126
5.4.1 自耦变压器	126
5.4.2 电流互感器	126
5.4.3 电压互感器	127
本章小结	127
习题五	128

第6章 异步电动机

6.1 三相异步电动机	129
6.1.1 三相异步电动机的结构	129
6.1.2 三相异步电动机的旋转磁场和工作原理	131
6.1.3 三相异步电动机的铭牌数据	134
6.1.4 三相异步电动机的电磁转矩和机械特性	136
6.1.5 三相异步电动机的起动、反转、调速和制动	137
6.1.6 三相异步电动机的选择	143
6.2 单相异步电动机	145
6.2.1 电容分相式单相异步电动机	146
6.2.2 罩极式单相异步电动机	147
本章小结	148
习题六	149

第7章 常用控制电器及基本控制电路

7.1 常用低压控制电器	151
7.1.1 按钮	151
7.1.2 熔断器	151
7.1.3 闸刀开关	152
7.1.4 组合开关	153
7.1.5 交流接触器	153
7.1.6 热继电器	154
7.1.7 中间继电器	155
7.1.8 自动空气断路器	155
7.1.9 时间继电器	155
7.2 电动机的基本控制电路	157
7.2.1 三相笼型电动机的全压起动控制电路	157
7.2.2 长动和点动控制	158

7.2.3 电动机的正、反转控制	159
7.2.4 三相笼型电动机的降压起动控制电路	160
7.2.5 三相异步电动机的电气制动控制电路	163
7.2.6 电动机的保护	164
7.3 电动机控制线路识图及工程实例	166
本章小结	169
习题七	170

第8章 常用半导体器件

8.1 半导体二极管	173
8.1.1 半导体概述	173
8.1.2 PN 结	173
8.1.3 半导体二极管的结构和符号	174
8.1.4 半导体二极管的伏安特性	175
8.1.5 二极管的主要参数	175
8.1.6 特殊二极管	176
8.1.7 半导体二极管的识别与简单测试	177
8.1.8 半导体二极管的应用	178
8.2 半导体三极管	180
8.2.1 晶体管的结构和图形符号	180
8.2.2 晶体管的3个电流及其控制关系	181
8.2.3 晶体管的特性曲线	182
8.2.4 晶体管的主要参数和检测	184
8.2.5 晶体管的应用	187
本章小结	187
习题八	188

第9章 交流放大电路

9.1 放大电路的基本概念及性能指标	190
9.1.1 放大的概念	190
9.1.2 放大电路的性能指标	191
9.2 基本共射电路的组成及其静态工作点	192
9.2.1 基本共射放大电路的组成	192
9.2.2 放大电路中电流/电压符号使用规定	193
9.2.3 设置静态工作点的必要性	193
9.3 放大电路的基本分析方法	194
9.3.1 直流通路与交流通路	194

9.3.2 静态工作点的估算	195
9.3.3 图解法则	196
9.3.4 微变等效电路法	196
9.4 共集电极电路和共基极电路	198
9.4.1 共集电极放大电路	199
9.4.2 共基极放大电路	200
9.5 多级电压放大器几种耦合方式	200
9.5.1 阻容耦合	200
9.5.2 直接耦合	201
9.6 功率放大电路	202
9.6.1 对功率放大电路的基本要求	202
9.6.2 互补对称功率放大电路	203
9.6.3 集成功率放大器简介	206
9.7 应用实例分析——宠物玩具模型内部控制电路	207
本章小结	208
习题九	208

第 10 章 集成运算放大器及其应用

10.1 集成运算放大器	211
10.1.1 集成运算放大器的组成、图形符号	212
10.1.2 集成运算放大器的技术参数	212
10.1.3 集成运算放大器的理想模型	213
10.2 放大电路中的负反馈	214
10.2.1 反馈的基本概念	214
10.2.2 负反馈放大电路中的物理量间的关系	215
10.2.3 反馈类型及判别方法	215
10.2.4 负反馈放大电路的 4 种组态	216
10.2.5 负反馈对放大器性能的影响	217
10.3 集成运算放大器的应用	218
10.3.1 信号运算电路	218
10.3.2 信号产生和变换电路	222
10.4 集成运算放大器的使用注意事项	224
10.4.1 集成运算放大器的选择	224
10.4.2 保护措施	224
10.4.3 调零及消振	225
本章小结	225
习题十	226

第 11 章 电源电路

11.1 直流稳压电源的组成及技术指标	228
11.1.1 稳压电源的组成	228
11.1.2 稳压电源的技术指标	229
11.2 整流电路	230
11.2.1 单相半波整流电路	230
11.2.2 单相桥式整流电路	231
11.3 滤波电路	233
11.3.1 电容滤波电路	233
11.3.2 电感滤波电路	235
11.3.3 复式滤波电路	235
11.4 并联型稳压电源	236
11.4.1 硅稳压管组成的并联型稳压电路	236
11.4.2 稳压电路参数确定	237
11.5 串联型稳压电源	238
11.5.1 电路结构	238
11.5.2 稳压原理分析	238
11.6 集成稳压器	239
11.6.1 集成稳压芯片介绍	239
11.6.2 集成稳压器的应用	240
11.7 工程实例分析——利用新型并联型稳压器件 TL431 作大功率可调稳压电源	241
本章小结	242
习题十一	243

第 12 章 逻辑代数与门电路

12.1 概述	245
12.2 逻辑代数基础	245
12.2.1 数制和码制	246
12.2.2 三种基本逻辑门及其表示	250
12.2.3 由三种基本逻辑门导出的其他逻辑门及其表示	252
12.2.4 同一逻辑关系的各种表示之间的相互转换	253
12.2.5 逻辑代数的基本公式和基本定律	256
12.2.6 逻辑函数的化简	257
12.3 集成与非门电路	259
12.3.1 TTL 与非门	259
12.3.2 CMOS 与非门	261

本章小结.....	262
习题十二.....	263
第 13 章 逻辑电路分析	
13.1 触发器.....	265
13.1.1 基本 RS 触发器	265
13.1.2 同步 RS 触发器	267
13.1.3 RS 主从触发器	268
13.1.4 JK 触发器	269
13.1.5 D 触发器	271
13.1.6 触发器应用举例.....	272
13.2 组合逻辑电路.....	274
13.2.1 组合逻辑电路的分析方法.....	274
13.2.2 组合逻辑电路的设计方法及设计组合逻辑电路举例.....	275
13.2.3 编码器.....	276
13.2.4 译码器.....	278
13.2.5 显示译码器.....	280
13.2.6 数据选择器.....	282
13.2.7 数据比较器.....	282
13.2.8 组合逻辑电路的竞争与冒险及消除方法.....	283
13.2.9 组合逻辑电路应用举例.....	284
13.3 时序逻辑电路.....	286
13.3.1 时序电路的分析方法.....	286
13.3.2 计数器.....	288
13.3.3 二进制计数器.....	288
13.3.4 十进制计数器.....	289
13.3.5 常用集成计数器.....	291
13.3.6 高进制计数器变成低进制计数器的方法.....	292
13.3.7 寄存器.....	294
13.3.8 时序电路应用举例.....	296
本章小结.....	297
习题十三.....	298
附录 A TTL 门电路的型号命名方法	301
附录 B CMOS 数字集成电路的型号命名方法	302
部分习题参考答案.....	303
参考文献.....	312

电路的基本概念、基本定律与分析方法

【内容提要】

分析电路必须首先掌握电路的基本元件、基本关系和基本定律,在此基础上再通过选择合适的分析方法对电路进行分析。本章首先说明什么是电路和电路模型,如何用参考方向正确表示电路中的电压和电流等基本概念,然后介绍了构成电路的最基本的元件——电阻元件、电压源和电流源,及其特性,讨论了电路分析的基本定律,即基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律,并在此基础上,讲述了电路最基本的分析方法——等效电路法、支路电流法、节点分析法及叠加原理和戴维南定理。最后着重讲述了本章知识的有关应用。

【学习要求】

1. 了解电路的组成和作用。掌握理想元件、电路模型、参考方向等概念。牢固掌握并熟练应用电路基本元件(电阻、电压源、电流源)的电压与电流之间的关系。
2. 深刻理解电压、电流、功率等物理量的定义和单位。
3. 牢固掌握并熟练运用电阻串、并联的等效变换和实际电源模型的等效变换、基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律。
4. 掌握支路电流法,能熟练应用节点分析法对复杂电路进行分析。
5. 深刻理解叠加原理,掌握并熟练应用戴维南定理。

【教学重点和难点】

元件的电压、电流的关系,基尔霍夫定律,电路的等效变换,节点分析法,叠加原理,戴维南定理。

【参考学时】

理论教学 12 学时,实验教学 4 学时。

1.1 电路的基本概念

1.1.1 电路和电路模型

1. 电路的作用及组成

电路就是电流通过的闭合路径,它是由某些电工设备或电子元器件按所要完成的功能

连接起来的整体。电路的作用大体可分为两类：一类是实现电能的传输、分配和转换，如电力系统，其电路示意图如图 1-1(a) 所示；另一类是实现信号的传递、处理或运算等，如扩音机，其电路示意图如图 1-1(b) 所示。

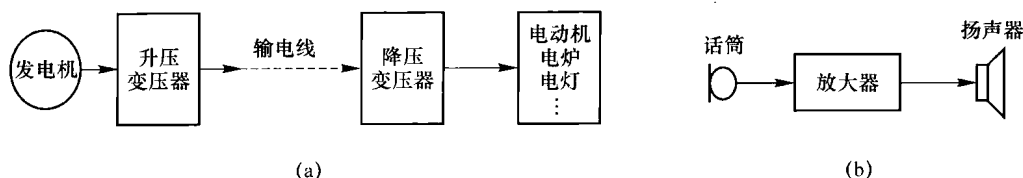


图 1-1 电路示意图

电路虽然多种多样，功能也各不相同，但都可以看成是由电源、负载和中间环节三部分组成的。电源是产生电能和电信号的装置，如图 1-1 所示的发电机和话筒；负载是取用电能的设备，如图 1-1 所示的电动机和扬声器；中间环节是连接电源和负载的电气部分，如图 1-1 所示的变压器、放大器及连接导线等。

2. 电路模型

电路的功能虽然只有两种，但实际电路的类型以及工作时所发生的物理现象则是千差万别的。为了研究电路的普遍规律，常把实际元件加以近似化、理想化，在一定条件下忽略其次要性质，用足以表示其主要特性的“模型”来表示，即用“理想元件”来表示“实际元件”。比如用“电阻元件”模型来反映具有耗能特征的电阻器、电烙铁、灯泡等实际元件；用“电感元件”近似代替线圈；用“电容元件”近似代替电容器；而干电池、发电机等供能元件或器件，则用“理想电压源”来近似表示。这种由理想元件构成的电路就称为“电路模型”，简称“电路”。手电筒电路就是一个最简单的实际电路，如图 1-2(a) 所示，它是由干电池、灯泡、手电筒壳（相当于导线）、开关组成的，其电路模型就是由一些相关的理想电路元件组成的电路，如图 1-2(b) 所示，其中电珠是电路的负载，可理想化为电阻元件，其参数为电阻 R ；干电池是电源元件，可理想化为电压源 U_s 和内阻 R_0 。串联的组合模型；筒体和开关是连接于干电池和电珠的中间环节，其电阻可忽略不计，认为是一无电阻的理想导体。

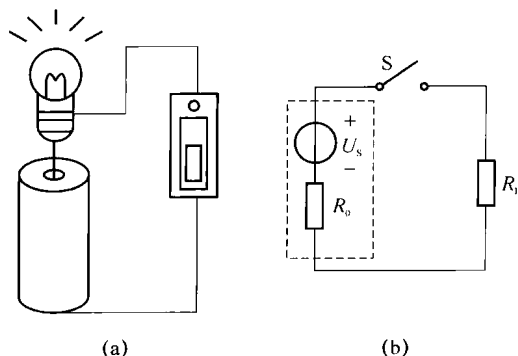


图 1-2 手电筒电路

建立电路模型的意义十分重要。实际电气设备和器件的种类繁多，但理想电路元件只有有限的几种，因此建立电路模型可以使电路的分析大大简化。值得注意的是，电路模型只反映了电路的主要性能，而忽略了它的次要性能，因而电路模型只是实际电路的近似，两者