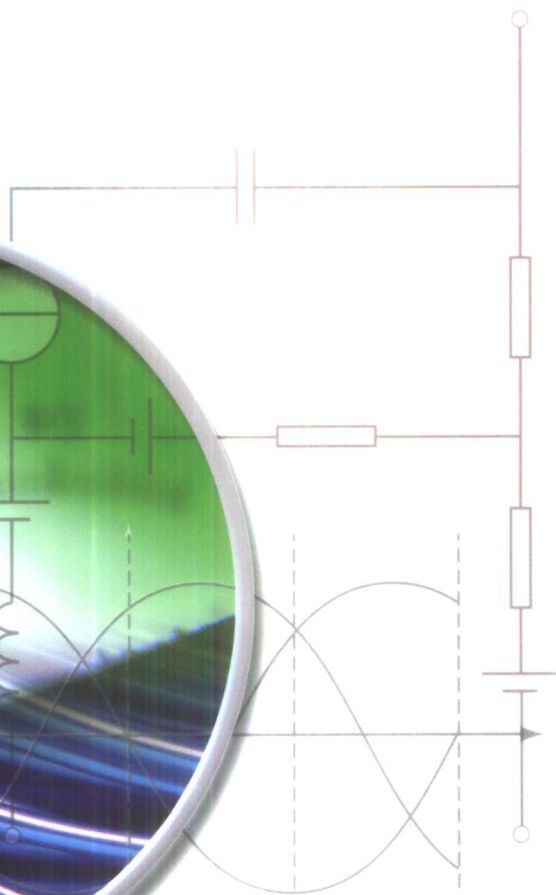
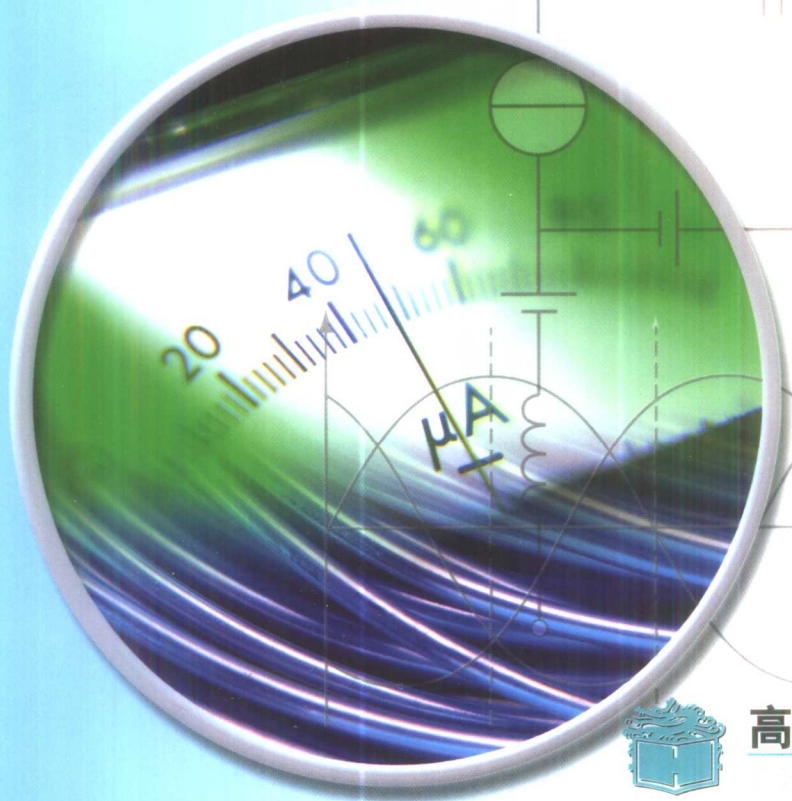


高等学校教材

电工学

(少学时) 第二版

张南 主编
高言 副主编



高等教育出版社



HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校教材

电 工 学

(少学时)

第二版

张 南 主 编
高 言 副 主 编

高等教育出版社

内容简介

本书是参照原国家教育委员会 1995 年颁布的“电工技术(电工学 I)”和“电子技术(电工学 II)”两门课程的教学基本要求编写的。

本书(第二版)分上、下两篇。上篇为电工技术,内容包括电路分析基础、单相交流电路、三相供电系统、变压器、电动机和电气控制;下篇为电子技术,内容包括半导体器件、交流放大电路、电源电路、集成运算放大器和数字电路。

本书讲课时数为 45~60 学时,可作为高等工业学校非电专业少学时电工学教材。本书内容深入浅出,也可供工程技术人员和一般读者自学使用。

本书由上海交通大学孙文卿教授和朱承高教授审阅。

本书初版获 1998 年上海市优秀教材一等奖。

图书在版编目(CIP)数据

电工学/张南主编,高言副主编.—2 版.—北京:高等教育出版社,2002.7

本书可供高等学校工科化工、轻工、建筑、计算机应用
ISBN 7-04-010430-X

I.电... II.①张...②高... III.电工学-高等学校-教材 IV.TM1

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 078379 号

电工学(少学时)第二版

张南 主编

高言 副主编

出版发行 高等教育出版社
社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号
邮政编码 100009
传 真 010-64014048
经 销 新华书店北京发行所
排 版 高等教育出版社照排中心
印 刷 北京外文印刷厂
开 本 787×960 1/16
印 张 22
字 数 400 000

购书热线 010-64054588
免费咨询 800-810-0598
网 址 <http://www.hep.edu.cn>
<http://www.hep.com.cn>

版 次 1995 年 9 月第 1 版
2002 年 7 月第 2 版
印 次 2002 年 7 月第 1 次印刷
定 价 25.30 元

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

第二版前言

电工学(少学时)教材自1995年出版发行以来,为许多大专院校采用。实践证明,该教材取材精简恰当,文字流畅易读,在电工学教学改革中得到好评,并于1998年被上海市教育委员会评为“上海市优秀教材一等奖”。

在使用过程中,也发现存在一些不足之处,主要是有些内容,如暂态电路、直流电动机、场效应晶体管等虽然不在少学时电工学基本教学要求之内,但是这些内容从拓宽学生知识面角度考虑,还是十分有用的。

本次修订我们增加了以上内容,但在章节名称前用*号标出,以供选择使用。同时增加了三相供电系统、步进电动机、可编程控制器、直流变换电源、模数转换等内容,也用*号标出。我们在增扩内容时,考虑到少学时教材的特点,尽量简明扼要,避免繁琐,使学生的学习负担不至因此而加重,同时删除了如继电器接触控制和分立元件部分内容。对某些不恰当的习题也作了删除和修改。

各章课时分配建议如下:

第1章 电路分析基础(4~6)	第7章 半导体器件 (2)
第2章 正弦交流电路(6~8)	第8章 交流放大电路 (6~8)
第3章 三相电力系统(4~6)	第9章 电源电路 (选讲)
第4章 变压器 (3~4)	第10章 集成运算放大器(4~6)
第5章 电动机 (4~6)	第11章 数字电路 (8~10)
第6章 电气控制 (2)	

本书主编为张南,副主编为高言,第1、2、3章负责修订者为张南,第4、5、6、9章为张万顺,第7、8章为陈维棧,第10、11章为高言。全书由张南统稿。

修订本由上海交通大学孙文卿、朱承高二位教授审稿。孙、朱二位教授从拟写编写大纲起就和编者一起参加讨论,对如何修订提出了许多建设性的意见。在审稿过程中,他们认真详细地审阅全稿,提出修改意见并审核了全部习题。为此,我们表示衷心的感谢和敬意。

本书在拟订编写大纲以及定稿过程中得到高等教育出版社金春英老师的帮助和指正,对此我们表示深切的感谢。

我们还要感谢使用本书初版的老师和读者,正是他们的支持和帮助,使修订工作有了改进的方向。

编者于华东理工大学
2001年7月·上海

初版前言

电工学是高等工业学校非电专业的一门技术基础课程。通过本课程的学习,可以获得电工技术和电子技术方面的基本理论、基本知识和基本技能,了解电气技术和其他科技领域的相互联系和相互促进的关系,为今后的学习和工作奠定理论和实践基础。

1987年经国家教育委员会批准将原来的电工学分成“电工技术(电工学Ⅰ)”和“电子技术(电工学Ⅱ)”两门课程,各专业可根据培养目标和教学计划选学其中一门或两门课程。每门课程的参考学时范围都是55~70,总的参考学时范围为110~140。

随着教育的不断深化,各专业在修订教学计划的过程中,为了适应社会的需要,从本专业的知识结构出发,增设了一些新课程,对原有课程的内容和学时数,多有精简和压缩。在这种情况下,电工学课程的总时数往往不到100。如果单选“电工技术”或“电子技术”一门课程,势必造成知识结构的缺陷(或缺电子技术,或缺电工技术)。因此,在一些学校中,不少专业的电工学仍以一门课程的形式进行教学。这对兼顾电工与电子两方面的内容,以及在教学安排、教师选派等方面显得更为紧凑、更为方便。由此看出,编写一本兼容“电工技术”和“电子技术”两门课程中的主要内容、少而精的少学时电工学教材,显然是很有必要的。

本书是参照1987年国家教育委员会高等学校电工学课程教学指导小组制定的“电工技术(电工学Ⅰ)”和“电子技术(电工学Ⅱ)”两门课程的教学基本要求编写的,讲课的参考学时范围为45~60,实验学时范围为10~20,总学时范围为55~80。初稿完成后于1994年起在华东理工大学许多专业中试用,取得良好的教学效果。

本书可供化工、轻工、建筑、计算机应用、管理工程等电工学时数较少的专业使用。

本书各章的讲课时数大致分配如下:(略)

本书由张南主编及编写第1、2、3章,陈维槎编写第6、7章,张万顺编写第4、5、8章,董健华编写第9、10章。

本书由上海交通大学孙文卿教授审稿,提出许多宝贵的修改意见。在制订编写大纲的过程中,得到哈尔滨工业大学秦曾煌教授的热心指导;在执笔编写过

程中,得到华东理工大学王春田教授和其他老师的关心和指正;在定稿过程中,得到高等教育出版社胡淑华编辑的帮助和指正。在此代表编写同仁表示衷心的感谢。

张 南

于华东理工大学

1995年9月

责任编辑 金春英
封面设计 王凌波
责任绘图 吴文信
版式设计 马静如
责任校对 胡晓琪
责任印制 陈伟光

目 录

(带 * 的章节为加深加宽内容)

上篇 电工技术

第1章 电路分析基础	1
1-1 电路的基本概念	1
一、电路的组成	1
二、电路元件和电路模型	2
三、电路的工作状态	3
四、电功率和电能	5
1-2 基尔霍夫定律	6
一、基尔霍夫第一定律(KCL)	6
二、基尔霍夫第二定律(KVL)	7
1-3 电阻的串联和并联	10
一、电阻的串联	10
二、电阻的并联	11
1-4 支路电流法	13
* 1-5 结点电压法	16
1-6 叠加原理	17
一、电流的叠加	17
二、电压的叠加	18
三、叠加原理的应用范围	18
1-7 理想电压源和理想电流源	20
一、理想电压源	20
二、理想电流源	20
三、实际电源的模型	21
四、实际电源两种模型的等效变换	22
1-8 戴维宁定理	26
* 1-9 电路的暂态分析	28
一、储能元件	28
二、换路定律	30
三、RC 电路的暂态分析	32

四、分析一阶暂态电路的三要素法	35
五、RL 电路的暂态分析	36
习题	38
第2章 正弦交流电路	44
2-1 正弦交流电的基本概念	44
一、周期、频率和角频率	44
二、相位、初相位和相位差	45
三、最大值和有效值	45
2-2 正弦量的相量表示法	47
一、相量法	47
二、相量图	48
三、j 的几何意义	48
四、相量的加法和减法	49
2-3 单一参数的交流电路	50
一、电阻电路	50
二、电感电路	51
三、电容电路	53
2-4 RLC 串联电路	56
一、串联电路中的电压和电流	56
二、电路的阻抗	57
三、相量图	58
2-5 阻抗的串、并联电路	59
一、阻抗串联电路	59
二、阻抗并联电路	60
2-6 交流电路中的功率	63
一、单一参数电路中的功率	63
二、阻抗电路中的功率	65
2-7 功率因数	68
一、功率因数的定义	68
二、功率因数低落的原因和后果	68
三、提高功率因数的方法	69
2-8 电路的谐振	71
一、串联谐振	71
二、并联谐振	73
[附录一] 复数	75
一、复数表达式	75
二、复数图示法	76

三、复数四则运算	76
四、复数分母的有理化	77
五、复数坐标的计算器转换法	77
习题	77
第3章 三相电力系统	82
3-1 三相电源	82
一、三相电动势的产生	82
二、三相电源的星形联结	84
3-2 三相负载的星形联结	86
3-3 三相负载的三角形联结	91
3-4 三相电路的功率	94
* 3-5 三相供电系统	96
一、供电	96
二、输电	97
三、配电	98
[附录二] 接地和接零	100
一、触电	100
二、接地和接地电阻	100
三、保护接地	101
四、保护接零	101
五、重复接地	101
六、工作零线和保护零线	102
习题	103
第4章 变压器	105
4-1 变压器的基本结构	105
一、铁心	105
二、绕组	106
4-2 变压器的工作原理	106
一、空载运行	106
二、有载运行	108
4-3 变压器的外特性	111
4-4 变压器的额定值	111
* 4-5 自耦变压器	112
4-6 电源变压器	113
一、结构	113
二、绕组的接法	114
* 4-7 三相变压器	116

习题	117
第5章 电动机	118
5-1 三相异步电动机	118
一、三相异步电动机的结构	118
二、异步电动机的转动原理	120
三、三相异步电动机的特性	124
四、三相异步电动机的起动和调速	128
五、三相异步电动机的额定值	130
5-2 单相异步电动机	132
一、单绕组的单相异步电动机	132
二、电容分相式异步电动机	133
三、罩极式异步电动机	135
四、单相异步电动机的使用	135
5-3 直流电动机	137
一、直流电动机的工作原理	137
二、直流电动机的种类	138
三、直流电动机的结构	139
四、直流电动机的特性	142
五、直流电动机的使用	146
5-4 交直流通用电动机	149
一、交直流通用电动机的工作原理	149
二、交直流通用电动机的使用	149
5-5 步进电动机	150
一、步进电动机的工作原理	150
二、步进电动机的驱动电源	151
习题	152
第6章 电气控制	154
6-1 常用低压控制电器	154
一、按钮	154
二、交流接触器	155
三、热继电器	155
四、熔断器	157
五、自动空气断路器	158
6-2 电动机的常用控制电路	158
一、电动机的单向运行控制	158
二、电动机的正、反转运行控制	160
三、行程控制电路	161

四、顺序控制电路	162
6-3 可编程控制器	163
一、可编程控制器组成部分	164
二、可编程控制器的编程方式	167
* 6-4 漏电保护装置	170
一、电流动作型漏电保护器	171
二、漏电保护器的设置	172
三、漏电保护器的选用	172
习题	172

下篇 电子技术

第7章 半导体器件	175
7-1 半导体二极管	175
一、N型和P型半导体	175
二、PN结及其单向导电性	176
三、二极管的结构和符号	176
四、二极管的伏安特性	176
五、二极管的主要参数	177
六、二极管的整流作用	178
七、滤波电路	182
7-2 稳压二极管	185
一、稳压管的伏安特性	185
二、稳压管的主要参数	185
三、稳压管稳压电路	185
* 7-3 特殊用途二极管	186
一、发光二极管	186
二、光电二极管	187
三、变容二极管	187
7-4 半导体三极管	188
一、三极管的结构	188
二、三极管的电流放大作用	189
三、三极管的特性曲线	190
四、三极管的主要参数	192
* 7-5 场效应晶体管	193
一、绝缘栅型场效应管的结构	193
二、场效应管的工作原理	194
三、MOS管的特性曲线	196

四、MOS管的主要参数	196
习题	197
第8章 交流放大电路	199
8-1 共发射极放大电路	199
一、基本组成	199
二、直流通路和交流通路	200
三、直流分量和交流分量	202
8-2 静态工作点	204
一、静态工作点与失真的关系	204
二、分压式偏置电路	205
8-3 微变等效电路分析法	207
一、三极管的微变等效电路	208
二、放大电路的微变等效电路	209
三、放大电路的性能指标	209
8-4 射极输出器	212
一、电路的组成	212
二、电路分析	213
8-5 多级放大电路	215
一、级间耦合方式	215
二、两级阻容耦合放大电路	217
8-6 功率放大电路	218
一、互补对称功率放大电路	218
二、采用复合管的功率放大电路	219
三、集成功率放大电路	220
8-7 场效应管放大电路	222
一、增强型 MOS管共源放大电路	222
二、共源放大电路动态分析	223
三、耗尽型 MOS管共源放大电路	224
8-8 放大电路中的反馈	224
一、反馈的概念	224
二、负反馈电路的类型	225
三、负反馈对放大电路工作性能的影响	228
四、正反馈与振荡电路	230
8-9 放大电路实例	232
习题	234
第9章 电源电路	239
9-1 直流稳压电路	239

一、串联型稳压电路	239
二、集成稳压器	241
* 9-2 可控整流电路	244
一、晶闸管	244
二、半波可控整流电路	248
三、全波桥式可控整流电路	249
四、触发电路	250
* 9-3 交流调压电路	255
一、晶闸管交流调压电路	255
二、双向晶闸管交流调压电路	256
三、过零触发交流调压电路	258
* 9-4 直流变换电路	259
一、直流—直流变换器	260
二、直流—交流变换器	261
习题	263
第10章 集成运算放大器	265
10-1 差分放大电路	265
一、工作原理	265
二、输入和输出方式	267
10-2 集成运算放大器概述	268
一、集成运算放大器的组成	268
二、集成运算放大器的主要技术指标	269
10-3 理想运算放大器	270
一、理想化条件	270
二、理想运放的特征	271
10-4 运算放大器的输入方式	271
一、反相输入方式	271
二、同相输入方式	273
三、差分输入方式	273
10-5 运算放大器的应用	275
一、加法电路	275
二、减法电路	276
三、积分电路	276
四、微分电路	277
五、电压比较器	278
10-6 含理想运算放大器的电路分析	280
习题	282

第11章 数字电路	287
11-1 概述	287
11-2 逻辑门电路	288
一、与逻辑和与门电路	288
二、或逻辑和或门电路	290
三、非逻辑和非门电路	292
四、复合逻辑门电路	293
11-3 触发器	295
一、基本 RS 触发器	295
二、同步 RS 触发器	297
三、JK 触发器	299
四、D 触发器	301
11-4 计数器	303
一、数制	303
二、二进制加法计数器	304
三、二进制减法计数器	306
四、任意进制计数器	307
11-5 编码器和译码器	309
一、编码器	309
二、译码器	311
11-6 数字显示电路	312
一、数码管	312
二、数字显示电路	314
11-7 寄存器	314
一、寄存器的连接方式	315
二、寄存器实例	316
11-8 555 集成定时器	318
一、电路组成	318
二、集成定时器应用举例	319
11-9 模数(A/D)与数模(D/A)转换器	322
一、D/A 转换器	322
二、A/D 转换器	324
[附录三] 逻辑代数	328
一、逻辑代数的运算规则	328
二、逻辑代数用于组合电路的分析	330
习题	330
参考书目	336

上篇 电工技术

第 1 章 电路分析基础

电路的结构多种多样。简单的电路用欧姆定律即可求解,复杂的电路计算起来有时十分繁难,这就需要运用适当的定律、定理去寻找简便的分析方法。本章所介绍的有关分析电路的知识不论对直流电路和交流电路、电机电路和电子电路都具有实用意义,读者务必充分重视。

1-1 电路的基本概念

一、电路的组成

电路是由各种元器件联接而成的,是为电流提供的通路。根据电流性质的不同,电路有直流电路和交流电路之分。复杂的电路称为电网络,简称电网。例如城乡的供电线路就是一种交流电网。图 1-1(a)为干电池手电筒的直流电路,图 1-1(b)为交流供电的 H 形日光灯的交流电路。

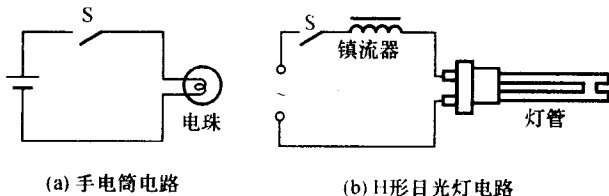


图 1-1 电路举例

电路的基本组成部分是电源、负载和连接导线。

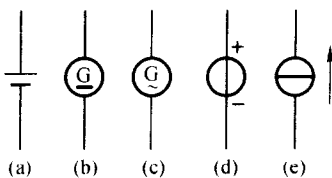
电源是将其他形式的能量(机械能、化学能等)转换成为电能的设备。作为直流电源的有干电池、蓄电池、直流发电机、整流电源等。交流电源一般是由交

流电网提供的,其来源是交流发电机。图1-2所示为电源的电气图形符号,其中图(d)和(e)为理想电源的符号。

负载是将电能转换成为其他能量的设备。例如,电灯将电能转换成为光能,电炉将电能转换成为热能,电动机将电能转换成为机械能。所以电灯、电炉和电动机等都是电路中的负载。

导线是用来使电路中的各种元器件之间有电的联系,以便传送电能或传递电的信息。导线通常是由包着绝缘层的铜线或铝线制成的。导线的电阻很小,在分析或计算一般电路问题时,导线的电阻往往可以忽略不计。

此外,电路中还有开关、熔断器以及测量用的电表等。图1-3所示为住宅用户配电盘上的电路装置。



(a) 原电池或蓄电池;(b) 直流发电机;(c) 交流发电机;(d) 理想电压源;(e) 理想电流源

图1-2 电源的图形符号

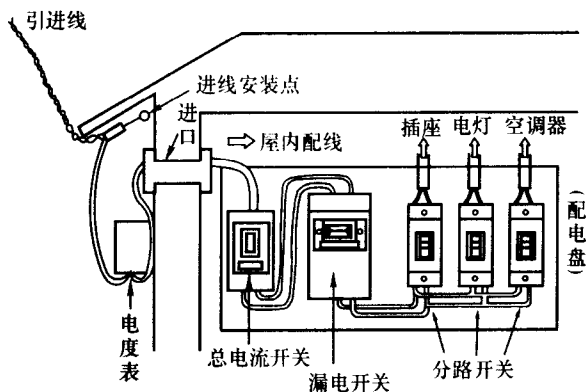


图1-3 住宅配电盘

二、电路元件和电路模型

电路中的电源、负载等器件都是**电路元件**。在电路中能提供电能的如电池、发电机等称为**电源元件**;不能提供电能的称为**无源元件**。无源元件中又分为**耗能元件**和**储能元件**两类。前者如电阻器,后者如电感器和电容器。

由理想元件组成的电路叫做**电路模型**。所谓**理想元件**就是对实际元件的抽象和概括(理想化)。例如,实际电源有内阻,理想电源没有内阻;实际电阻器难免要产生磁场和电场,理想电阻器中这些不占主导地位的因素全都忽略不计,认为是一种纯粹耗能的器件。把元件理想化的目的是为了突出其主要的电磁特