

普通高等院校电子信息类“十二五”规划教材

电工技术教程

DIANGONG JISHU JIAOCHENG

电工学（上册）

主编 骆雅琴



国防工业出版社

National Defense Industry Press

普通高等院校电工信息类“十二五”规划教材

电工技术教程

电工学 （上册）

主编 骆雅琴

国防工业出版社

·北京·

内 容 简 介

本书是根据高等学校“电工学”课程教学基本要求编写而成的普通高等学校规划教材。全书分上、下两册出版,上册是《电工技术教程》,下册是《电子技术教程》。本书由电路基础、磁路及应用、电工新技术三篇组成,每节附有思考题,每章附有习题。另编有与本套教材配套实验的教材《电工实验教程》和《电子实验教程》;还编有与本套教材配套实习的教材《电工同步指导与实习》与《电子同步指导与实习》;其中的《电工同步指导与实习》的上篇“电工同步指导”是为本书配套的教学参考内容。

本书可作为高等院校本科非电类各专业学生学习电工学的教材,可供有关教师教学参考,也可以作为电类各专业学生学习电工技术的用书,还可供社会读者自学。

图书在版编目(CIP)数据

电工技术教程/骆雅琴主编. —北京:国防工业出版社,
2012. 2
普通高等院校电子信息类“十二五”规划教材
ISBN 978-7-118-07865-7

I. ①电 II. ①骆 III. ①电工技术 - 高等学校 -
教材 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第007827号

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路23号 邮政编码100048)

腾飞印务有限公司印刷

新华书店经售

*

开本787×1092 1/16 印张22¼ 字数560千字

2012年2月第1版第1次印刷 印数1—4000册 定价39.00元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

随着现代科学技术的飞速发展,电工学领域的新技术层出不穷,日新月异。为了适应科技的进步,我们坚持教学改革多年,逐步建立了“电工学理论”、“电工学实验”、“电工学实习”和“电工新技术与创新”等一整套课程。这些课程之间既相互独立又相互融合,由此形成了具有我校特色的电工学课程教学新体系。电工技术是这一新体系的重要组成部分。为了满足电工技术教学的需要,我们根据教育部制定的“高等工科大学《电工技术》(电工学1)课程的教学基本要求”编写了《电工技术教程》。

在《电工技术教程》的编写过程中,我们根据多年的教学实践经验和科研工作体会,突破常规思路,重新整理电工技术的编写主线,加强内容条块的有机结合,力求思路更清晰,内容更具系统性、启发性和规律性。同时我们也将自己多年的教学心得深入浅出地编写到章节中,希望能与读者分享,以此培养学生发现规律、总结方法的能力。本书分三篇14个章节编写。第一篇电路基础;第二篇磁路及应用;第三篇电工新技术。第一、二篇是电工技术的授课内容,需40~50学时(实验除外)。第三篇可做课外阅读,也可在“电工新技术与创新”课中做教材。

本书的编写主要考虑以下几个方面:

(1) 优化内容。本书按照“加强基础,增加信息量”的编写原则来优化全书的编写构架和内容。为使基础篇节奏紧凑,新技术篇信息量大,我们将部分章节和内容做了调整,譬如第1章电源提前介绍,使电路组成的叙述更完整。在这章中采用统一理论的方法,来介绍两个基本定律和电量计算,由此方便定律的理解应用,使得电路分析计算时概念更清楚。

本书在优化内容的过程中,强调基础,深化基础,又突破基础,开阔了学生视野,增加了电工新技术信息量。本书编写中注重了点面结合。点就是基础,面就是信息量。本书重视把握两者关系,做到点实面广,为学生打好基础、扩大知识面创造条件。

(2) 认知规律。本书引导学生从观察、分析、总结等方面来认知电工技术的规律,培养学生的学习能力。在第2章中增加了复杂直流电路的分析计算,并介绍了电路的分析规律,如置换性、互易性、对偶性、可加性、齐次性、关联性等。应用这些规律不仅可以加深对电路的理解,还可以提高学习效率。

(3) 突出重点。电工技术内容较多,学时有限。在有限的时间内,要求学生学会解决问题。因此本书的编写必须突出重点,加强基本概念、基本原理和基本分析方法的理解和应用,避开繁琐的计算和内容。在第3章突出暂态分析法;第5章突出三相电路的特点;第6章主要介绍变压器的电磁关系和应用;第9章突出安全用电的重要。这样以重点带动知识面的学习,效果更好。

(4) 加强应用。电工技术是一门实用技术,我们强调应用。为培养学生的应用能力,本书注重在应用的层面上介绍内容,使学生在应用知识时能想得到、用得上。因此在很多章节里不仅介绍原理、基本环节,还介绍这些原理和基本环节的应用和延伸。譬如,第1章最后一节的基本电路应用分析、第4章复杂电路的正弦响应,都是通过应用题例来引导读者将电路原理应

用于实际问题的解决中。

(5) 勇于创新。国家呼唤创新人才,培养创新人才是我们义不容辞的责任。本书考虑创新人才的培养需要,编写了第三篇电工新技术。通过该篇的学习,不仅可以扩大学生的知识面,还能启发学生的创新思维,调动其创新积极性,提高创新能力。

(6) 适用面广。我们在本书的构架和内容选取上,不仅考虑到工业现场对非电科技人才的用电要求,而且针对现代高校的办学特点,考虑一、二、三本不同层次学生的学习能力和需要。第一篇电工基础是“电工技术”课程的必修基础篇。为了打好基础,一本学生要学习全部内容,并达到一定深度;二本学生也要学习全部内容;三本学生可根据专业来选择内容。第二篇磁路及应用是磁路基础篇,虽然也是必修内容,但可根据专业需要和学时来选择讲授内容;第三篇电工新技术是阅读篇,以启发创新思维、开阔视野为目的。第三篇的第13章“可编程控制技术”是必修内容,在电工实习中会详细学习,其他章节可在选修课“电工新技术与创新”里选讲,或者安排和引导学生阅读。

本书每节都编有思考题,以此启发学生学会思考。本书每章开头都有内容提示,结束都有总结,并在总结中进行了编写特点介绍。第三篇每章后则是编写说明,意在使编者和读者更好地沟通。本书为了配合“电工技术”课程的学习和考试,还编写了习题及习题答案,以供学生参考。本书注重教材的完整性、系统性和创新性,可作为高等工科院校非电类专业“电工技术”(电工学1)课程的教材,也可供有关教师教学参考,还可以作为电类有关专业学生学习电工技术的选用教材和参考用书。

本书由骆雅琴担任主编,负责全书的编写构架和内容的策划、组织、编写、统稿等工作。安徽工业大学电工学教研室全体教师参与了本书的编写工作,其中,骆雅琴编写了本书的第1~5、10、11、12、14章;程木田编写了第6章;周红、周春雪、周郁明编写了第7章;朱志峰编写了第8章;郑睿、唐得志编写了第9章;程卫群编写了第13章。在本书的编写过程中,安徽工业大学电气信息学院给予了极大的支持和帮助;安徽工业大学教务处大力支持了本书的出版工作,在此表示衷心的感谢!对参考文献中的有关作者在此也一并表示诚挚的谢意。

由于我们水平有限,对于书中存在的疏漏和错误之处,恳请使用本书的师生和读者朋友批评指正。

骆雅琴
于安徽工业大学
2011年10月28日

目 录

第一篇 电路基础

第1章 电路基本知识	1
1.1 电路基本概念	1
1.1.1 电路的功能	1
1.1.2 电路的组成	2
1.1.3 电路模型	2
1.1.4 网络和系统	3
1.1.5 电路的分类	4
1.2 电量及其方向	5
1.2.1 电流	5
1.2.2 电压	6
1.2.3 电动势	7
1.2.4 电位	8
1.2.5 电功率	8
1.3 电路基本元件	10
1.3.1 电阻元件	11
1.3.2 电感元件	12
1.3.3 电容元件	13
1.3.4 独立电源	14
1.3.5 受控电源	16
1.4 电路基本定律	18
1.4.1 欧姆定律	18
1.4.2 基尔霍夫定律	19
1.5 电路分析基础	22
1.5.1 电器的参数与铭牌	22
1.5.2 电路基本工作状态	23
1.5.3 电路中的电位计算	24
1.5.4 基本电路应用分析	26
总结	28
习题	30
第2章 电路分析方法	34
2.1 无源网络的等效变换	34

2.1.1	电阻串、并联等效变换	34
2.1.2	电阻星-三角等效变换	38
2.1.3	外加电源求等效电阻	40
2.2	有源网络的等效变换	41
2.2.1	电源的串、并联等效	42
2.2.2	电源等效变换	44
2.3	戴维宁-诺顿定理	50
2.3.1	戴维宁定理	50
2.3.2	诺顿定理	52
2.4	叠加定理	56
2.4.1	叠加定理的可加性	56
2.4.2	叠加定理的应用	57
2.5	最大功率传输定理	60
2.6	支路电流法	61
2.7	结点电压法	65
2.8	复杂直流电路的分析计算	69
2.8.1	含受控电源电路的分析	69
2.8.2	非线性电阻电路的分析	72
2.8.3	电路的分析规律	73
总结		75
习题		76

第3章 电路暂态分析

3.1	电路的暂态概论	81
3.1.1	电路的暂态过程	81
3.1.2	暂态产生的原因和条件	82
3.1.3	暂态分析方法	82
3.2	换路定则与初始值确定	83
3.2.1	换路定则	83
3.2.2	确定初始值	84
3.3	一阶线性电路暂态分析的三要素法	87
3.3.1	暂态电路的三要素法	87
3.3.2	三要素法的证明	89
3.3.3	不同响应的三要素公式	89
3.4	RC 暂态电路的响应	90
3.4.1	RC 暂态电路的零输入响应	91
3.4.2	RC 暂态电路的零状态响应	94
3.4.3	RC 暂态电路的全响应	97
3.5	RL 暂态电路的响应	100
3.5.1	RL 暂态电路的零输入响应	100

3.5.2	RL 暂态电路的零状态响应	102
3.5.3	RL 暂态电路的全响应	104
3.6	暂态电路的应用	105
3.6.1	用 RC 组成微分电路	105
3.6.2	用 RC 组成积分电路	106
3.6.3	有关 RL 应用电路	107
3.6.4	继电器控制电路	108
总结		110
习题		111
第 4 章	交流电路	115
4.1	正弦交流电路的基本概念	115
4.1.1	正弦量的三要素	115
4.1.2	两个正弦量的相位差	118
4.1.3	正弦交流电的参考方向	119
4.2	正弦交流电路的相量表示法	120
4.2.1	正弦量的表示方法	120
4.2.2	正弦量的相量图	120
4.2.3	正弦量的相量式	123
4.3	单一参数交流电路的正弦响应	126
4.3.1	电阻元件的正弦响应	126
4.3.2	电感元件的正弦响应	128
4.3.3	电容元件的正弦响应	129
4.4	复杂电路的正弦响应与等效	132
4.4.1	基本定律的相量形式	132
4.4.2	串联电路的正弦响应	133
4.4.3	复阻抗的串、并联等效	136
4.4.4	复杂电路的正弦响应	140
4.5	正弦交流电路的功率	143
4.5.1	正弦交流电路的瞬时功率	143
4.5.2	正弦交流电路的有功功率	145
4.5.3	正弦交流电路的无功功率	146
4.5.4	正弦交流电路的视在功率与复功率	147
4.5.5	提高功率因数的方法	149
4.6	正弦交流电路的谐振	151
4.6.1	串联谐振	152
4.6.2	并联谐振	155
4.7	非正弦周期交流电路	157
4.7.1	非正弦交流电路的分析方法	158
4.7.2	非正弦周期量的有效值和平均值	160

4.7.3 非正弦交流电路的平均功率	161
总结	161
习题	165
第5章 三相电路	170
5.1 三相电源	170
5.1.1 对称三相电源	170
5.1.2 对称三相电源的连接	171
5.2 负载星形联接的三相电路	173
5.2.1 三相电路中的负载	173
5.2.2 三相四线制的星形联接电路	174
5.2.3 三相三线制的星形联接电路	176
5.3 负载三角形联接的三相电路	179
5.3.1 负载角接的三相电路结构	180
5.3.2 对称负载角接的三相电路分析	180
5.3.3 非对称负载角接的三相电路分析	181
5.3.4 三相负载的连接原则和转换	182
5.4 三相功率	183
5.4.1 三相功率的分析	183
5.4.2 三相功率的测量	185
总结	187
习题	188

第二篇 磁路及应用

第6章 磁路与变压器	191
6.1 磁路的基本知识	191
6.1.1 磁路的概念和基本物理量	191
6.1.2 磁性材料的基本特性	192
6.1.3 磁路的基本定律	194
6.2 直流磁路及分析计算方法	196
6.3 交流磁路与交流铁心线圈	197
6.3.1 电磁关系	197
6.3.2 电压与电流的关系	198
6.3.3 功率损耗	198
6.4 变压器	199
6.4.1 变压器的基本结构	200
6.4.2 变压器的工作原理	201
6.4.3 变压器的额定值、外特性及效率	205
6.4.4 三相变压器与特殊变压器	206

6.5 电磁铁	209
6.5.1 直流电磁铁	210
6.5.2 交流电磁铁	210
总结	211
习题	212
第7章 三相异步电动机	214
7.1 三相异步电动机的结构与铭牌	214
7.1.1 三相异步电动机的结构	214
7.1.2 三相异步电动机的铭牌	216
7.2 三相异步电动机的转动原理	217
7.2.1 旋转磁场	218
7.2.2 电动机的转动原理	221
7.2.3 转差率	221
7.3 三相异步电动机的电路分析	222
7.3.1 定子电路	222
7.3.2 转子电路	223
7.4 三相异步电动机的转矩与机械特性	224
7.4.1 电磁转矩	224
7.4.2 机械特性	225
7.5 三相异步电动机的起动	228
7.5.1 起动性能	228
7.5.2 起动方法	228
7.6 三相异步电动机的调速	232
7.6.1 变频调速	232
7.6.2 变极调速	233
7.6.3 变转差率调速	234
7.7 三相异步电动机的制动	234
7.7.1 能耗制动	234
7.7.2 反接制动	235
7.7.3 发电反馈制动	235
7.8 三相异步电动机的选择	236
7.8.1 种类和形式的选择	236
7.8.2 电压和转速的选择	237
7.8.3 容量的选择	237
总结	238
习题	239
第8章 电气控制系统	242
8.1 常用控制电器	242

8.1.1	常用电器分类	242
8.1.2	开关电器	242
8.1.3	主令电器	244
8.1.4	执行电器	245
8.1.5	保护电器	250
8.2	基本的继电器控制电路	251
8.2.1	继电器控制系统组成	251
8.2.2	继电器控制电路图的阅读方法	252
8.2.3	三相异步电动机的点动控制电路	252
8.2.4	三相异步电动机连续运转的控制电路	253
8.2.5	三相异步电动机既连续又能点动的控制电路	253
8.2.6	三相异步电动机正/反转控制电路	254
8.3	常用的继电器控制电路	255
8.3.1	三相异步电动机多地点控制电路	255
8.3.2	多台电动机顺序起、停控制电路	255
8.3.3	三相异步电动机的行程控制电路	256
8.3.4	三相异步电动机的时间控制电路	257
总结		258
习题		259
第9章	供电与安全用电	262
9.1	发电概述	262
9.1.1	水力发电	262
9.1.2	火力发电	263
9.2	输配电	265
9.2.1	输电	265
9.2.2	配电	266
9.3	安全用电	267
9.3.1	电流对人体的危害	267
9.3.2	人体触电的形式	268
9.3.3	保护接地和保护接零	269
9.3.4	静电的危害及防护	271
9.3.5	雷电的危害及防护	271
9.3.6	电气火灾及防火措施	272
9.3.7	触电和急救	273
9.4	节约用电	274
总结		274

习题.....	275
---------	-----

第三篇 电工新技术

第 10 章 现代供电技术	276
10.1 新能源供电.....	276
10.1.1 风力发电.....	276
10.1.2 太阳能发电.....	278
10.1.3 核发电.....	280
10.1.4 燃料电池.....	281
10.1.5 潮汐发电.....	282
10.1.6 沼气发电.....	284
10.2 分布式供电系统.....	285
10.2.1 分布式供电优势.....	285
10.2.2 分布式供电的主要方式.....	285
10.2.3 分布式供电的发展前景.....	286
10.3 智能电网.....	287
10.3.1 智能电网的特征.....	287
10.3.2 智能电网关键技术.....	288
第 11 章 磁集成与变压器发展	290
11.1 磁集成技术.....	290
11.1.1 磁集成技术简介.....	290
11.1.2 磁集成技术的发展状况.....	291
11.1.3 磁集成技术的研究内容.....	292
11.1.4 磁集成技术的实现与应用.....	292
11.1.5 磁集成技术的发展趋势.....	293
11.2 变压器发展.....	294
11.2.1 我国变压器行业的现状.....	294
11.2.2 变压器行业发展前景.....	294
11.2.3 变压器种类及特点.....	295
11.3 电力变压器.....	296
11.3.1 城市电力变压器.....	296
11.3.2 农村电力变压器.....	297
11.4 特种变压器.....	298
11.4.1 特种变压器概念.....	298
11.4.2 特种变压器分类.....	298
11.4.3 小型特种变压器.....	299
11.5 新型变压器.....	300
11.5.1 非晶合金变压器.....	300

11.5.2 智能变压器	300
第 12 章 电动机应用及发展	302
12.1 电动机种类及其发展	302
12.1.1 电动机的种类	302
12.1.2 电动机的发展趋势	303
12.2 直流电动机	305
12.2.1 结构及工作原理	305
12.2.2 直流电动机的机械特性	308
12.2.3 直流电动机的应用	309
12.3 交流电动机	310
12.3.1 三相同步电动机	310
12.3.2 单相异步电动机	311
12.3.3 直线异步电动机	312
12.4 控制电机	313
12.4.1 伺服电机	313
12.4.2 测速发电机	315
12.4.3 步进电机	316
12.5 特种电机	317
12.5.1 无刷直流电机	318
12.5.2 开关磁阻电动机	318
12.5.3 力矩电动机	318
12.5.4 爪极同步电动机	318
第 13 章 可编程控制技术	320
13.1 可编程控制技术概述	320
13.1.1 现代电气控制系统	320
13.1.2 可编程控制器的产生	321
13.1.3 可编程控制器的构成	322
13.2 可编程控制器的工作原理及软、硬件	323
13.2.1 扫描式工作原理	323
13.2.2 可编程控制器的硬件结构	324
13.2.3 可编程控制器的软件系统	325
13.3 可编程控制器的系统应用	328
13.3.1 单机控制系统	328
13.3.2 集中控制系统	328
13.3.3 分布式控制系统	329
第 14 章 电工中的计算机辅助技术	332
14.1 EDA 技术	332

14.1.1 EDA 技术的发展与应用 332

14.1.2 EDA 技术的基本特征 333

14.2 计算机辅助教学..... 334

14.3 电工中常用的计算机软件..... 335

14.3.1 EWB 软件简介 335

14.3.2 Pspice 软件简介 336

14.3.3 Protel 软件简介 337

14.3.4 Multisim 软件简介 338

14.3.5 MATLAB 软件简介..... 338

附录 1 几种金属导体在 20℃ 时的电阻率..... 340

附录 2 常用设备的图形符号 340

附录 3 三相异步电动机类型代号 341

习题答案..... 342

参考文献..... 350

第一篇 电路基础

第 1 章 电路基本知识

[内容提示]

本章介绍电路的基本概念、基本定律及基本元件等基本的电路知识。其中,介绍了 5 个电量(电流、电压、电动势、电位及电功率)、5 类元件(电阻、电感、电容、独立电源、受控电源)、两个平衡方程式(电压平衡方程式和功率平衡方程式)、两个定律(欧姆定律及基尔霍夫定律)。在介绍 5 个电量时引出了本章的重要方法——设置正方向(参考方向)。在最后一节中,介绍了电器的参数与铭牌、有载工作的 3 种状态、电路中的电位计算,为下一章电路分析扩展了知识面,并奠定了基础。

1.1 电路基本概念

1.1.1 电路的功能

电路,即电流的通路。电流从电源流出,通过电路连接的电气设备和元器件,再流回电源,形成回路。

实际电路是根据所要完成的任务,由若干电气设备和元器件通过各种方式相互连接构成。图 1.1 所示为几种实际电路示意图。

实际电路的结构很多,按主要功能可分为两类。

(1) 传输、分配和使用电能的电路。图 1.1(a)所示为电力系统;图 1.1(b)所示为太阳能直流供电系统;图 1.1(d)所示为手电筒电路。这类提供电能的电力系统、动力电路和使用电能的照明电路,由于电压高、电流大,被称为“强电”电路。“强电”以研究电能及能量流动规律为主,隶属电工技术。

(2) 传递、变换、存储和处理电信号的电路。如图 1.1(c)所示的扩音系统。扩音系统包括话筒、扩音设备和扬声器等。话筒把语言或音乐(通常称为信息)转换为电信号,即相应的电压和电流。话筒输出的电信号比较微弱,需要放大。放大后的电信号通过电路传递到扬声器,推动扬声器发音,把电信号还原为语言或音乐。信号的这种转换和放大,称为信号的处理。这类电路还有计算机、电视机、音响系统、电子仪器和各种数码产品等,由于电压低、电流小,被称为“弱电”电路。“弱电”以研究电信号及信息流动规律为主,隶属电子技术。

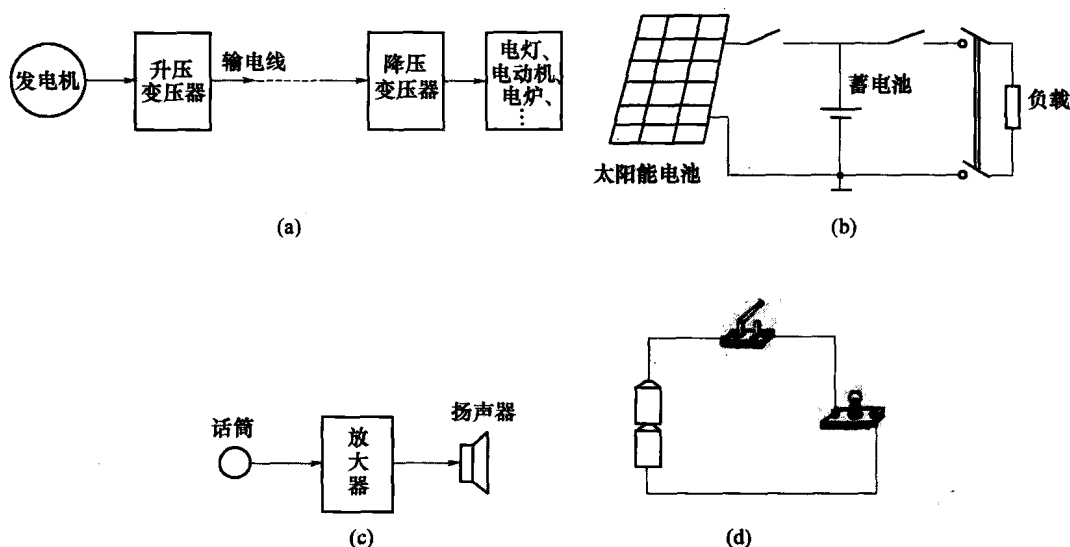


图 1.1 几种实际电路示意图

(a) 电力系统示意图;(b) 太阳能直流供电系统示意图;(c) 扩音系统示意图;(d) 手电筒电路示意图。

1.1.2 电路的组成

实际电路是用来完成某项具体任务,因此每个电路连接的电气设备和电路元器件不同,但无论何种电路,其结构多么复杂,都有以下 3 个组成部分。

1. 电源(信号源)

电源是为电路提供合适电能的设备。一种常用的电源如干电池、蓄电池和发电机等,它们分别将化学能和机械能等非电能转换为电能。另一种常用电源是将某种形式的电能转换成其他形式电能的装置,如直流稳压电源就是将交流电变换成直流电的电源。近几年新型电源迅速发展,常见的新型电源有将风能、太阳能、原子能等非电能转换为电能的电源,如图 1.1(b)所示的太阳能直流供电系统,它将太阳能转换成电能存储在蓄电池里,随时为用户提供直流电能。

2. 中间环节

连接电源和负载的部分称为中间环节。中间环节的作用是传输、分配、控制、保护、转换电能和电信号。简单的中间环节是导线和开关;有的中间环节是一些测量、控制、保护和转换等装置;甚至复杂的中间环节是各种电路元件组成的网络系统。图 1.1(a)所示电力系统中的升(降)压变压器、输电线等连接着电源和负载的电路都是中间环节。

3. 负载

负载是电路中吸收电能的设备。负载能将吸收的电能转换成特定的非电能或电信号(电压或电流)。图 1.1(c)所示的扩音系统的扬声器是负载,扬声器接收电信号并将其转换成声音。图 1.1(a)所示的电力系统的负载是电灯、电炉、电动机等用电设备,它们分别把电能转换为光能、热能、机械能。在“强电”电路中有时将负载也称为负荷。

1.1.3 电路模型

实际电路的电气设备和电路器件的电磁性质较为复杂,在实际工作过程中,往往同时产生

几种物理效应。譬如最简单的白炽灯电路,通电后的灯丝除了产生发光发热效应(电阻性)外,在灯丝两端还有电压,故两极之间有电场效应(电容性),灯丝通过电流时还会产生磁场,就是它还具有电感性。点亮的白炽灯有阻、感、容3种性质,但其发光发热效应是主要的,电感、电容较小,可忽略不计。于是将白炽灯理想化为只消耗电能的集中参数电阻元件,图1.2是白炽灯的电路模型,简称电路。

电路模型是用理想电路元件来描述实际电路。本课程所分析的电路都是指电路模型,即分析电路模型的参数、电量等共性问题。实际电路具有的个性问题,在其相关课程中研究。

1.1.4 网络 and 系统

图1.2所示的白炽灯电路是最简单的电路,简单电路只有一个回路。有两个以上回路的电路是复杂电路。图1.3是一个复杂电路,其中两个端点是元件;每个元件都由图形符号和文字符号共同表示;每一分支称为支路(branch),一条支路流过一个电流;由3条或3条以上支路的连接点称为结点(node);由一条或多条支路所组成的闭合电路称为回路(loop);在回路中间不含有其他支路的回路称为网孔(mesh);网孔是回路,但回路不一定是网孔。图1.3所示的复杂电路有5个元件、3条支路、2个结点、3个回路和2个网孔。

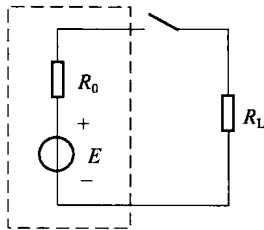


图 1.2 白炽灯电路

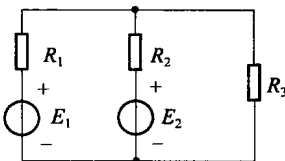


图 1.3 复杂电路

复杂电路又被称为电网络,简称网络。为了分析的方便,有时用一个方框来表示网络。方框引出两个端子,称二端网络,如图1.4(a)表示。方框引出4个端子,称四端网络,又称二端口网络,如图1.4(b)表示。电子电路常用二端口网络;而本课程多见二端网络。在二端网络中,根据网络内部是否有电源,又分有源二端网络及无源二端网络,它们分别由图1.4(c)、(d)表示。

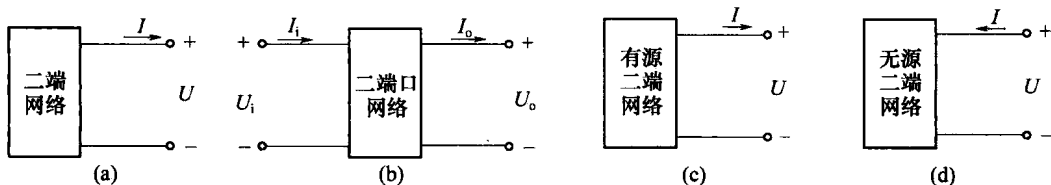


图 1.4 各种网络框图

系统是由若干个相互关联的单元或设备所组成,是能完成某种任务的有机整体。系统也有电源、负载及中间环节3部分,如图1.1(a)所示的电力系统。其中,发电机是电源,是供应电能的设备。在发电厂内发电机可把热能、水能或核能转换为电能。变压器和输电线是中间环节,是连接电源和负载的部分,它起传输和分配电能的作用。电灯、电动机、电炉等都是负载,是取用电能的设备,它们分别把电能转换为光能、机械能、热能等。