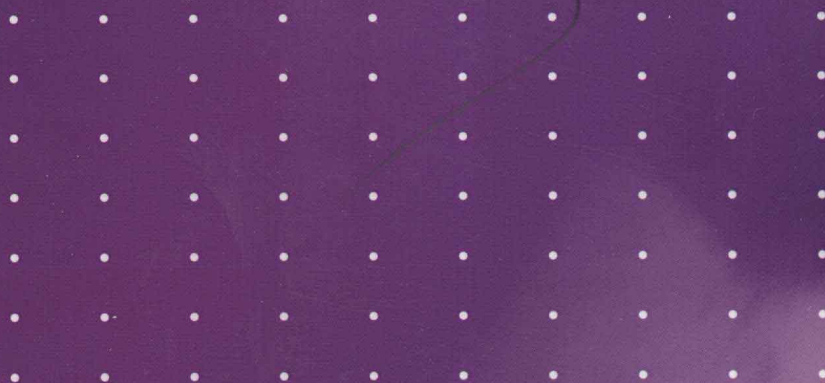


教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会推荐教材

电 工 学 (上册)

——电工技术

■ 雷 勇 宋黎明 主编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

教育部高等学校电工电子技术课程教学指导委员会推荐教材

电 工 学 (上册)

——电工技术

■ 雷 勇 宋黎明 主编

DIANGONG JISHU



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容简介

本书是按照教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新制定的“电工学”课程教学基本要求编写的。本书内容包括电路理论、电工测量、电机与继电接触器控制3部分,分为13章。第1章为电气工程简介,第2章和第3章是以直流电路为对象讨论电路分析的基本概念、基本定理和基本分析方法,第4章介绍电路的瞬态分析,第5章和第6章主要介绍正弦交流电路的分析,在第7章的电工测量部分增加了现代测试技术的内容,第8章介绍磁路、铁心线圈电路和变压器,第9至11章介绍电机,第12章介绍继电接触器控制系统,第13章介绍可编程控制器及其应用。

本书可作为高等学校非电类专业“电工学”课程的教材,也可供有关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工学.上册,电工技术 / 雷勇,宋黎明主编. —
北京:高等教育出版社,2012.7
ISBN 978-7-04-034795-1

I. ①电… II. ①雷… ②宋… III. ①电工学-高等学校-教材②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088546号

策划编辑 金春英 责任编辑 杨希 封面设计 赵阳 版式设计 于婕
插图绘制 尹莉 责任校对 杨凤玲 责任印制 韩刚

出版发行	高等教育出版社	咨询电话	400-810-0598
社址	北京市西城区德外大街4号	网址	http://www.hep.edu.cn
邮政编码	100120		http://www.hep.com.cn
印刷	高等教育出版社印刷厂	网上订购	http://www.landaco.com
开本	787mm×1092mm 1/16		http://www.landaco.com.cn
印张	23	版次	2012年7月第1版
字数	570千字	印次	2012年7月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定价	33.50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
物料号 34795-00

前 言

本书是为了适应电工电子科学技术的快速发展和 21 世纪高等教育培养高素质人才的需要而编写的,是近三年来四川大学对电工技术课程进行教学改革的成果之一。编者在这三年授课讲义的基础上,经过整理补充,写成这本教材。

本书参考了国外优秀教材,并在此基础上,结合目前电工学教学内容的改革和电工电子新技术的发展趋势,从优化课程结构的总体要求出发,充分考虑到非电类学生学习电工电子技术的实际情况及教学特点,注重教材的适用性。本教材从体系结构、具体内容和写作风格上都与同类教材具有较大区别。

本教材突出教学实用性,每章首先由一个实际问题逐渐展开,讲述电路的基本元器件、基本原理及分析方法,每章的开头给出本章的“学习目的”,每章结束给出本章的小结,突出了教学重点。在例题与习题中,增加了大量的工程实例,大量采用实物照片或实物简图,每章后面有应用实例和应用设计,以增加本课程的工程实用性,解决“学与用”的问题,也便于学生了解工程实际和增加学生的学习兴趣。本书增加了对偶原理的内容,按结构体系将对偶原理放在第 3 章(直流电路分析)中,教师在讲授时可放在第 2 章中介绍,对电压源与电流源、串联与并联、结点电压法与网孔电流法、戴维宁定理与诺顿定理、 RC 电路的暂态响应与 RL 电路的暂态响应等对偶的元素、方法或定理,可以只详讲其一,其对偶的元素可通过对偶原理略讲或让学生自学,这样既可解决电工学“内容多与学时少”的矛盾,还有时间进行拓宽,以利于学生开阔视野,并达到因材施教和培养学生自学能力的目的。

本书内容包括电路理论、电工测量、电机与继电器控制 3 部分,共分为 13 章。第 1 章为电气工程简介,主要介绍本课程学习的原因、学习内容及如何学习。第 2 章和第 3 章是以直流电路为对象讨论电路分析的基本概念、基本定理和基本分析方法,其中包含简单电阻电路分析,线性电阻电路的分析方法和电路定理,非线性电阻电路分析。第 4 章介绍电路的瞬态分析,主要研究一阶电路的瞬态分析、微分电路与积分电路。第 5 章和第 6 章主要介绍正弦交流电路的分析,包括相量法、功率因数的补偿、谐振、三相电路的分析等。第 7 章为电工测量,除介绍电量、非电量的测量外,还增加了现代测试技术的内容。第 8 章介绍磁路、铁心线圈电路和变压器。第 9 章介绍交流电动机,主要介绍三相异步电动机的构造、转动原理、机械特性以及使用。第 10 章介绍直流电机的结构、工作原理、机械特性及其使用。第 11 章主要介绍控制电机,另外还介绍了电动机的选型与应用。第 12 章介绍继电器接触器控制系统,包含控制电器和控制电路等。第 13 章介绍可编程控制器的结构、工作方式及程序编制。为了学生在电子技术中更好地学习基本放大电路部分,在第 3 章中增加了含受控源电路的分析。

本书内容完全覆盖了教育部高等学校电子电气基础课程教学指导分委员会最新制定的“电工学”课程教学基本要求,可作为高校 32~64 学时电工学(电工技术)课程的教材或参考书。使用本书作教材时,授课教师可根据学生能力、教学计划和学时等因素灵活选择素材。每章后面的应用实例和应用设计部分可不讲,将应用设计部分的题目稍加修改可作为学生电路设计的题目;

对实行小班化授课的班级,授课时可利用对偶原理,选择部分内容让学生课前自学,上课时让学生上台讲授,用这样的方式学习。

本书可作为高等院校非电类专业的教材,也可作为有关人员的参考书。

参加本书编写工作的有:雷勇、宋黎明、孙曼、翁嫣琥、张行、张英敏、曾琦、沈晓东、舒朝君。其中,第1章、第7章和第12章由雷勇编写,第2章、第9章、第10章和第11章由宋黎明编写,第3章由孙曼、舒朝君编写,第4章由翁嫣琥编写,第5章由张行编写,第6章由张英敏和沈晓东编写,第13章由张行和舒朝君共同编写。由雷勇和宋黎明负责全书的统稿和定稿。曹晓燕为书稿的录入做了大量细致的工作,在此表示感谢。

本书承华南理工大学殷瑞祥教授认真仔细地审阅。殷教授对全书的体系结构、内容等方面给予了悉心指导,提出了许多宝贵意见和修改建议,谨致以衷心谢意。

由于编者能力有限,加之时间比较仓促,书中难免有错误和不妥当之处,殷切希望使用本书的师生及其他读者积极地提出批评和改进意见,以便今后修订提高。编者邮箱:yong.lei@163.com

编 者

2012年2月于四川大学

目 录

第 1 章 电气工程简介	1
1.1 电气工程概述	1
1.1.1 电气工程的强电应用	1
1.1.2 电气工程的弱电应用	2
1.2 为什么要学电气工程	2
1.3 电气工程课程学什么	3
1.4 怎样学电气工程	3
第 2 章 电路的基本原理	5
2.1 引例:用电安全	5
2.2 定义	5
2.2.1 电荷、电流与电流的参考方向	6
2.2.2 电压与参考极性	8
2.2.3 电功率与能量	9
2.3 电路元件及 i - u 特性	11
2.3.1 电路元件的 i - u 特性	11
2.3.2 理想电压源与理想电流源	12
2.3.3 受控电源	13
2.4 电阻与欧姆定律	15
2.4.1 电阻	15
2.4.2 欧姆定律	15
2.4.3 电阻中的功率	17
2.5 基尔霍夫定律	17
2.5.1 基尔霍夫电流定律	18
2.5.2 基尔霍夫电压定律	20
2.5.3 电路中的电位	22
2.6 电阻的连接及其等效变换	24
2.6.1 电路等效的概念	24
2.6.2 电阻的串联和分压原理	24
2.6.3 电阻的并联和分流原理	25
2.6.4 电阻的串并联等效化简	26
2.6.5 电阻的三角形(Δ)联结与星形(Y)联结	27
2.6.6 惠斯通电桥	30
2.7 计算机辅助电路分析	32
2.8 应用实例:用电安全	33
2.8.1 电流对人体的伤害	33

2.8.2 简单的人体电模型	34
2.8.3 人体电阻的大小	34
2.8.4 电流对人体的影响	34
2.8.5 防止触电的技术措施	35
2.9 应用设计	36
小结	38
习题 2	39
第 3 章 直流电路分析	43
3.1 引例:实际电阻电路	43
3.2 结点电压法	43
3.3 网孔电流法	47
3.4 叠加定理	50
3.5 实际电源的两种模型	52
3.6 戴维宁定理和诺顿定理	54
3.7 对偶原理	60
3.8 非线性电阻电路	61
3.9 应用实例	62
3.10 应用设计	63
小结	64
习题 3	65
第 4 章 瞬态分析	70
4.1 引例:闪光灯电路	70
4.2 电感元件与电容元件	71
4.2.1 电感元件	71
4.2.2 电容元件	74
4.3 瞬态分析简介	78
4.3.1 换路定则	79
4.3.2 电路初始值的确定	79
4.3.3 电路稳态值确定	80
4.4 含电容的电路的响应	81
4.4.1 RC 电路的零输入响应	81
4.4.2 RC 电路的零状态响应	84
4.4.3 RC 电路的全响应	88
4.5 含电感的电路的响应	90
4.5.1 RL 电路的零输入响应	90
4.5.2 RL 电路的零状态响应	91
4.5.3 RL 电路的全响应	92
4.6 一阶线性电路暂态分析的三要素法	93
4.7 微分电路与积分电路	95

4.7.1 微分电路	95
4.7.2 积分电路	96
4.8 应用实例:闪光灯电路	97
4.9 应用设计	99
小结	99
习题 4	101
第 5 章 正弦交流电路分析	105
5.1 引例:常见供电系统	106
5.2 正弦交流电的简介	107
5.2.1 幅值与有效值	107
5.2.2 频率与周期	108
5.2.3 初相位	108
5.3 正弦量的相量表示法	110
5.3.1 复数的相量表示	110
5.3.2 相量的运算	112
5.4 正弦电路元件伏安关系的相量表示	114
5.4.1 电阻元件	114
5.4.2 电感元件	116
5.4.3 电容元件	117
5.5 阻抗的串联与并联	119
5.5.1 阻抗的概念	119
5.5.2 阻抗的串联	120
5.5.3 阻抗的并联	123
5.6 复杂正弦交流电路的分析方法	124
5.7 功率因数及补偿	125
5.7.1 功率因数定义	125
5.7.2 各种功率关系	126
5.7.3 功率因数补偿	128
5.7.4 应用:瓦特表	130
5.8 正弦电路的谐振	131
5.8.1 串联谐振	131
5.8.2 并联谐振	133
5.9 非正弦周期电流电路的分析	135
5.9.1 非正弦周期信号	135
5.9.2 有效值、平均值和平均功率	137
5.9.3 滤波电路	138
5.10 应用实例:移相、交流电桥	138
5.10.1 移相器	138
5.10.2 交流电桥	140
5.11 应用设计	141

小结	142
习题 5	143
第 6 章 三相电路系统	147
6.1 引例:电力史话	147
6.2 三相电压	148
6.2.1 三相电源	148
6.2.2 对称三相电压	149
6.2.3 相序	149
6.2.4 三相电源的两种连接方式	150
6.3 Y-Y 形联结的三相电路	152
6.4 负载三角形联结的三相电路	154
6.5 三相功率	156
6.5.1 有功功率	156
6.5.2 无功功率	157
6.5.3 视在功率	157
6.5.4 瞬时功率	157
6.6 应用实例:照明系统故障分析	159
6.7 应用设计	161
小结	161
习题 6	162
第 7 章 电工测量	165
7.1 引例:惠斯通电桥	165
7.2 电工测量与仪表的基本知识	166
7.2.1 测量的概念	166
7.2.2 测量的误差及其分析	166
7.2.3 电工测量仪表的基础知识	168
7.3 各种常用电量的测量	171
7.3.1 常用电量的测量方法	171
7.3.2 常用电量的测量	172
7.4 非电量的测量	177
7.4.1 非电量的测量方法	177
7.4.2 常见传感器的构成与工作原理	178
7.5 现代测试技术	183
7.5.1 智能仪器与数据采集系统的基本组成及特点	183
7.5.2 虚拟仪器	184
7.6 应用实例	188
7.6.1 系统设计方案的确定	188
7.6.2 系统软件的实现	189
小结	189
习题 7	189

第 8 章 机电能量转换原理	191
8.1 引例:电与磁	191
8.2 磁路及其分析方法	192
8.2.1 磁路	192
8.2.2 磁路计算的基本原理与方法	194
8.3 交流铁心线圈电路	198
8.3.1 电磁关系	199
8.3.2 电流电压关系	199
8.3.3 功率损耗	200
8.4 变压器	201
8.4.1 变压器的类型和主要结构	201
8.4.2 变压器的基本工作原理	203
8.4.3 变压器的运行分析	204
8.4.4 特殊电力变压器及互感器	211
8.5 机电能量转换原理	216
8.5.1 能量守恒原理	216
8.5.2 耦合磁场是机电能量转换的枢纽	217
8.6 应用实例:变压器的应用	218
小结	220
习题 8	221
第 9 章 交流电动机	222
9.1 三相异步电动机的构造	223
9.2 三相异步电动机的转动原理	225
9.2.1 旋转磁场的产生	225
9.2.2 旋转磁场的转向	227
9.2.3 旋转磁场的极数与转速	227
9.2.4 异步电动机的转动原理	229
9.2.5 异步电动机的转差率	229
9.3 三相异步电动机的电路分析	230
9.3.1 定子电路	231
9.3.2 转子电路	231
9.4 三相异步电动机的电磁转矩与机械特性	233
9.4.1 三相异步电动机的电磁转矩	233
9.4.2 异步电动机的机械特性	233
9.5 三相异步电动机的铭牌数据和技术数据	236
9.5.1 铭牌	236
9.5.2 异步电动机的技术数据	239
9.6 三相异步电动机的起动	240
9.6.1 起动特点	240
9.6.2 直接起动	241

9.6.3 降压起动	241
9.6.4 采用起动性能改善的笼型异步电动机	244
9.6.5 绕线型异步电动机转子串联电阻起动	244
9.7 三相异步电动机的正反转	246
9.8 三相异步电动机的调速	247
9.8.1 变极调速	247
9.8.2 变频调速	248
9.8.3 改变转差率调速	248
9.9 三相异步电动机的制动	249
9.9.1 能耗制动	249
9.9.2 反接制动	250
9.9.3 发电反馈制动	250
9.10 单相异步电动机	251
9.10.1 电容分相式电动机	251
9.10.2 罩极式电动机	252
9.10.3 三相异步电动机的单相运行	253
9.11 同步电机	253
9.11.1 同步电机的基本结构	253
9.11.2 同步电机的工作原理	254
小结	256
习题 9	257
第 10 章 直流电机	259
10.1 直流电机基本结构	259
10.1.1 定子	259
10.1.2 转子	260
10.2 直流电机基本工作原理	261
10.2.1 直流发电机工作原理	261
10.2.2 直流电动机工作原理	262
10.2.3 直流电机按励磁方式分类	263
10.3 直流电机的电动势和电磁转矩	264
10.3.1 电动势	264
10.3.2 电磁转矩	264
10.4 直流电动机的机械特性	265
10.5 并励电动机的起动与反转	267
10.6 并励(他励)电动机的调速	268
10.6.1 改变主磁通调速(调磁调速)	268
10.6.2 改变电源电压调速(调压调速)	270
10.6.3 改变电枢回路的电阻调速	271
小结	272
习题 10	272

第 11 章 控制电机	274
11.1 伺服电动机	274
11.1.1 交流伺服电动机	275
11.1.2 直流伺服电动机	276
11.2 测速发电机	277
11.2.1 交流测速发电机	277
11.2.2 直流测速发电机	278
11.3 步进电动机	280
11.3.1 三相单三拍运行	280
11.3.2 三相单、双六拍运行	280
11.3.3 三相双三拍运行	282
11.4 电动机的选型与应用	283
11.4.1 选择电动机的基本原则和方法	283
11.4.2 电动机类型的选择	283
11.5 应用实例:电动汽车	286
11.5.1 电动汽车发展的必要性	286
11.5.2 电动汽车的关键技术——电机技术	286
小结	288
习题 11	289
第 12 章 继电器接触器控制系统	290
12.1 引例:C650 卧式车床控制线路	290
12.2 常用低压控制电器	292
12.2.1 刀开关	293
12.2.2 组合开关	294
12.2.3 按钮	294
12.2.4 熔断器	295
12.2.5 空气断路器	296
12.2.6 交流接触器	296
12.2.7 中间继电器	297
12.2.8 热继电器	297
12.2.9 时间继电器	298
12.2.10 行程开关	299
12.3 基本控制电路	300
12.3.1 点动控制	300
12.3.2 直接起停控制	300
12.3.3 两地控制	301
12.3.4 电动机正反转控制	301
12.4 行程控制	304
12.4.1 限位行程控制	304
12.4.2 自动往返控制	304

12.5	时间控制	305
12.5.1	异步电动机按时间顺序起动和停止	305
12.5.2	笼型异步电动机的星形-三角形换接降压起动控制	306
12.5.3	笼型异步电动机的能耗制动控制	308
12.6	继电器接触器控制电路图的阅读方法	308
12.7	应用实例:C650 卧式车床的电气控制分析	309
12.7.1	C650 车床主电路分析	309
12.7.2	C650 车床控制电路分析	310
12.8	应用设计	311
12.8.1	立式车床横梁升降装置对电器控制电路的要求	311
12.8.2	立式车床横梁升降装置电器控制电路的设计	312
12.8.3	立式车床横梁升降装置控制电路的保护措施	314
	小结	315
	习题 12	315
第 13 章	可编程控制器及其应用	320
13.1	引例:交通灯控制	320
13.2	概述	320
13.2.1	PLC 产生与发展	320
13.2.2	可编程控制器的结构和工作原理	321
13.2.3	S7-200 系列 PLC 的功能和特点	326
13.3	S7-200 可编程控制器的程序编制	329
13.3.1	PLC 的编程语言	329
13.3.2	S7-200 存储空间及地址格式	331
13.3.3	S7-200 的基本编程指令	336
13.4	应用实例:PLC 在三相异步电动机正反转控制电路中的应用	343
13.4.1	“正—停—反”控制线路	343
13.4.2	“正—反—停”控制线路	345
13.5	应用设计	346
13.5.1	设计步骤	346
13.5.2	设计实例——PLC 改造 C650 车床的设计	347
	小结	351
	习题 13	352
	参考文献	354

第1章 电气工程简介

1.1 电气工程概述

电气工程是将物理学中的电磁基本规律模型和数学工具结合在一起的产物,它综合应用电磁的、电子的以及各种电与非电能转换技术,以电路的形式组成各种系统来实现它的工程目标。

从应用角度来看,电气工程可分为大功率的电能(强电)应用和小功率(弱电)的信号或信息处理两个部分。尽管它们的工程目标不同,但是在技术上却是相互融合、相互支持的。电气工程既十分传统,又极其现代。它的应用已经深入到工业生产和社会生活的各个方面,并始终引领工业与社会现代化的进程。

1.1.1 电气工程的强电应用

电气工程的强电应用是指电能的利用,包括电力能源的产生、传输和分配,电力传动,电气控制等。

1. 电力系统

电力系统主要用来产生和分配电力。电力是技术社会的基础,通常是由核电站、水电站及热电站(烧煤、油或气)大量产生的,并由跨越全国的电力网分配。电力系统主要由发电厂、输电线路、配电系统及负荷组成,通常覆盖广阔的地域。发电厂将原始能源转换为电能,经过输电线路送至配电系统,再由配电系统把电能分配给负荷(用户)。如将发电厂内的原动机部分也计入其中,则称为动力系统。原始能源主要是水力能源与火力能源(煤、天然气、石油、核裂变裂变燃料等),至于地热、潮汐、风力、太阳能等尚处于小容量发展阶段。电站中的锅炉将化学能转变为热能,核反应堆将核能转变为热能,汽轮机将热能转变为机械能,燃气轮机将化学能直接转变为机械能,水轮机将水位能转变为机械能,发电机将机械能转变为电能。输电线连接发电厂与配电系统以及与其他系统实行互联。配电系统连接由输电线供电的局域内的所有单个负荷。电力负荷包括电灯、电热器、电动机(感应电动机、同步电动机等)、整流器、变频器或其他装置。在这些设备中电能又将转变为光能、热能、机械能等。

2. 电力传动

与其他类型的动力机械相比,电动机具有性能优良、结构简单、价格低廉、使用和维护方便,以及控制精确、调节方便等一系列优点,所以,采用电力来驱动各种机械装置与设备仍然是当今首选方案。在生产领域,电动机应用于机械加工设备的驱动,包括机械加工机床及轧钢设备,以及连续生产过程中的泵、压缩机、风机、传送带等;在交通运输领域中,它用来驱动电力机车、动力车辆、磁悬浮列车、电动汽车等;在家用电器领域中,它用于洗衣机、烘干机、电冰箱、微波炉、电烤箱,以及影碟机、打印机、自动门窗之中。可见电力驱动广泛应用于各行各业中。

1.1.2 电气工程的弱电应用

1. 控制系统

控制是对对象状态或过程的精确调整,使之准确到达既定的目标或沿着既定的进程运行。用电信号控制生产过程,例如炼油厂里的温度、压力和流速的控制器,电子燃油喷射式汽车发动机里的燃料空气混合设备,电梯中电机、门和灯光的控制装置以及全方位立体智能交通装置。

2. 检测系统

检测是获取信号或信息的一种技术手段,它借助于传感器感受信号并将它转换为便于表达和处理的电信号形式。电信号经过放大、滤波等处理后,可供人们观测、分析和判断,或进行记录、存储和显示处理,或直接用来进行控制和调节,或进入计算机系统进一步的处理、分析、识别和决策。

3. 通信系统

通信系统是产生、传送、分配信息的电气系统。通信系统是一种经典的电子系统,是电子技术综合应用的产物。随着数字技术的普及,数字通信技术已经成为各类通信系统的核心技术。众所周知的例子包括电视设备、发报机、接收机、探测宇宙的电子望远镜、返回行星和地球图像的卫星系统、定位飞机航线的雷达系统以及电话系统等。

4. 信号处理系统

信号处理系统对表现信息的电信号进行处理。通过处理,使信号所包含的信息成为更合适的形式。处理信号有很多不同的方法。例如,图像处理系统收集到沿轨道飞行的气象卫星传来的大量数据,先把数据压缩到易于处理的程度,再将其转换为供晚间新闻播放的视频图像。计算机处理的X射线断层摄影(CT)扫描是另一个图像处理系统的例子,它获取特殊的X光机产生的信号,将它们转换成图像。尽管原始的X光信号很少被医生使用,但是一旦将X光信号处理成为可以识别的图像,它们包含的信息就能应用在疾病的诊断中。

弱电应用和强电应用只是从电能应用的角度对电气工程进行的一种划分。事实上,在强电领域中有弱电技术的应用,在弱电领域有强电技术的应用。具备强电和弱点双重知识和能力是电气工程师的基本要求;而熟悉强电和弱电的理论、方法和技术的要点则是一个优秀非电工程师的重要标志之一。

1.2 为什么要学电气工程

本书主要面向非电专业的学生,本课程只是他们在电气工程领域的一门必修或选修课程。他们的目的可能是为本专业后续课程打下基础,也可能只是满足自己专业领域学位对课程的要求。不管怎样,仍然有几条学习和掌握电气工程基础知识的理由:

(1) 广泛学习基础知识,以便能在自己的专业领域领导项目设计。电气工程与其他工程领域的几乎所有科学实验和项目设计越来越多地交织在一起,工业设计中需要那些工程师——既能够高屋建瓴,又能够融入团队有效工作。

(2) 能够操作和维护电路系统,比如大家所熟知的制造过程中的控制系统。应用那些基本

的电气工程原理,能够迅速解决大量的电路故障。如果能够应用电气工程原理解决实际问题,那就说明你是一个多才多艺的工程师。

(3) 能够与电气工程顾问沟通。在职业生涯中很可能会与电气工程师一起合作,本书将可以作为高效沟通的桥梁。

1.3 电气工程课程学什么

电气工程包含三个层次:系统、部件和器件,这三个层次共同的部分就是电路。电路是实际电气系统特性的近似数学模型。它为学习电气工程提供了重要的基础,在后续课程中,作为工程师将学习设计和运行前面提到的系统的具体细节。模型、数学技术和电路理论将为未来的工程学探索构成智慧的框架。

“电路”通常是指实际的电气系统以及它的模型。在正文中,当谈到电路的时候,除非另有说明,否则总是指模型。它是跨越各个工程学科、有广泛应用的电路理论的结晶。

电路理论是研究静止和运动电荷的电磁理论的特例。尽管广义的电磁理论似乎是研究电信号的出发点,但是在应用的时候不仅麻烦,而且需要使用高深的数学知识,因此,电磁理论课程不是理解本书内容的前提条件,不过这里还是假定读者学过简单的物理课程,了解一些电现象和磁现象。

本课程学习内容主要分为两部分:电工技术和电子技术。电工技术内容包括电路理论、电工测量、电机及传动控制三部分。电子技术主要阐述电子技术必要的基本理论、基本知识和基本技能。

1.4 怎样学电气工程

下面给出一般问题的解答步骤(多数属于在计算之前应考虑的问题),以便找到解决问题的方案和策略。

(1) 审题,确定已知量和待求量。在解答问题时,需要知道目的地,以便选择一条路径到达目的地。需要解答或求解的问题是什么?有时目标问题是明显的,有时则需要解释或者列出已知和未知信息清单或表格以便了解目标。

问题陈述中可能包含一些无关的信息,在解答前需要将其排除。另一方面,可能会出现不完整的信息,或者复杂程度超出已知的解决方法。这种情况下,需要做出假设来填补失去的信息或者简化问题的上下文关系。如果计算陷入困境或者产生的答案似乎无意义,就要准备回过头重新考虑那些无关的信息或假设。

(2) 画电路图。将口头描述的问题转化为形象的模型是解答问题过程中经常使用的步骤。如果电路图已经提供了,则需要上面加一些信息,如标注、数值或者参考方向。也可以根据需要重新画一个简单、等效的电路图。在书中,将会学习简化电路和求等效电路的方法。

(3) 优化解题方案。本书将帮助你收集许多分析工具,每一种工具都可以解决一些问题。

有的方法在解题时可能会比其他方法少用方程式,有的方法在解题时只用代数方法而不需要微积分。如果能采用这些方法,就会提高效率并能够有效地减少计算量。当用某种解决方法陷入困境时,要想到换一种方法,这时可能会指出一条继续前进的道路。

(4) 计算答案。根据已确定好的分析方法和正确的方程来解答问题。接着要求解方程,完成对电工学的实际计算。

(5) 发挥创造性。如果怀疑答案错了,或者计算好像没能接近解答,应该暂停并考虑替换方案。这时需要重新检查,或者选择另一种解决方法,或者采取一种非常规的解决步骤,例如从结果倒着推算。

(6) 检验解答。问自己得到的解答是否有实际意义。答案的数量级合理吗?解答能否在物理上实现?还可以进一步用其他方法重新解答问题,这样做不仅检验了最初答案的正确性,而且还帮助开发了你的直觉,总之要根据不同种类的问题找到最有效的解决方法。

当然,以上的解决问题步骤不能作为处方去解决电路课程或其他课程的所有问题,有时可能需要跳过一些步骤,或改变一些步骤的顺序,或者详细制定某些步骤来解决特殊问题。可以使用这些步骤作为指南,形成工作中解决问题的风格。