

● 高等学校函授教材（兼作高等教育自学用书）

电 工 学

● （多学时类型）

● 蒋和乾 主编

● 高等教育出版社



高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

电 工 学

(多学时类型)

蒋和乾 主编

高等教育出版社

本书是高等学校工科非电专业多学时类型电工学课程的函授教材,也可用作自学教材。它是参照《高等工业学校电工学函授教学大纲(370学时)》(草案)编写的。

全书理论内容包括直流电路、单相交流电路、三相正弦交流电路、磁路和变压器、交流电动机及其控制、直流电动机、二极管和整流电路、晶体管和交流放大电路、运算放大器及其应用、数字电路、可控硅及其应用等共十一章。此外,本书还包括电工实验基本知识(仪器使用、干扰与虚假信号、安全用电等)和十一个基本实验。完成全书内容(包括理论和实验)共需要370个课内外学时。

为了适于函授,便于自学,书前“关于电工学函授教学和自学方法的建议”介绍了课程性质、任务、基本要求、函授教学的方法和进度等。书中各章都有内容提示、小结、平时作业。本书各基本章节和重点内容都配有较多的例题。全书安排了八个测验作业。

本书也可供普通高等工业学校、电视大学、职工大学非电专业学生和有关工程技术人员参考。

本书责任编辑 王缉惠

高等学校函授教材
(兼作高等教育自学用书)

电 工 学

(多学时类型)

蒋和乾 主编

*

高等教育出版社出版
新华书店北京发行所发行
北京印刷三厂印装

*

开本 787×1092 1/16 印张 26 字数 600,000

1986年10月第1版 1986年10月第1次印刷

印数 00,001—5,110

书号 15010·0800 定价 3.95 元

前 言

本书是参照1981年教育部在石家庄召开的高等工业学校函授教学工作会议审订的高等工业学校370学时类型电工学函授教学大纲(草案)编写的。它可作为高等学校工科非电专业多学时类型电工学课程的函授教材,也可作为自修教材。

为了便于自学,本书各基本章节和重点内容都配有较多的例题和例题分析;思考题附有说明;每一章都安排有内容提示、本章小结、平时作业和答案,平时作业中除了按大纲规定的必做题外,还增加约50%的附加题(标有*号),以便学有余力的学生选做;此外还安排了8个测验作业,用以检查自学效果和质量。为了配合基本内容的学习和培养一定的电工实验技能,全书编有11个基本实验,并在实验项目之前,介绍了电工实验基本知识。为便于自学者对课程内容进行总结和归纳,书中的重要概念、定律和要点均附有波纹线;对于引用的新名词、新术语以及注意事项均附有着重号;对于重要公式加上方框。此外还有电磁量的符号和单位、电阻器和电容器的基本性能以及各种半导体器件型号表示方法等方面的附录,以便查阅。

本书共分11章。第一、四、七、九、十各章和“电工实验基本知识”由蒋和乾编写;第二、三、十一各章由徐和卿编写;第五、六、八各章由刘长青编写;全书由蒋和乾负责修改和定稿。

本书的试用本于1984年初在东北工学院出版并经试用一年。1985年1月由阜新矿业学院于肇亮、安维起、高鸿滨、叶景楼和哈尔滨工业大学刘祥文、丁继盛等同志主审,中南矿冶学院、同济大学和北京邮电函授学院等兄弟院校的同志们参加的审稿会议,对试用本进行了认真审查,并提出了很多具体的评审意见,给我们的修改和定稿工作帮助很大,特此表示衷心感谢。

恳切希望老师与同学们对书中的缺点和错误提出批评,给予指正。

编者 1985.8

目 录

关于电工学函授教学和自学方法的建议	1	三、电感的基本概念	66
绪论	7	四、电感电路	68
第一章 直流电路	9	2-4 多参数正弦交流电路	71
1-1 电路的基本概念和欧姆定律	9	一、串联参数电路	72
一、电路中的基本物理量	9	二、并联参数电路	75
二、欧姆定律和电阻	12	三、复杂交流电路	76
三、电路的组成和运行状态	16	2-5 正弦交流电路的功率与功率因数的提高	77
四、电路中的功率平衡	20	一、正弦交流电路的功率	77
1-2 电路分析的理论基础——克希荷夫定律	21	二、功率因数的提高	80
一、复杂电路的特点	21	2-6 正弦交流电路中的谐振	82
二、克希荷夫定律	22	一、串联谐振	82
三、支路电流法	25	二、并联谐振	85
1-3 叠加原理和等效电源定理	27	*2-7 非正弦周期性电压和电流	88
一、电压源和电流源	27	一、用富氏级数分析非正弦周期量	88
二、叠加原理	30	二、非正弦周期量的有效值	90
三、等效电源定理	32	本章小结	92
1-4 电阻、电容电路的充电放电过程	34	平时作业	93
一、电容的基本概念	34	第三章 三相正弦交流电路	98
二、电阻、电容电路的充电过程	37	3-1 三相正弦交流电动势的产生	98
三、电阻、电容电路的放电过程	42	3-2 三相电源绕组的联接	99
四、电阻、电容充放电电路的应用	45	一、星形(Y)联接	99
本章小结	48	二、三角形(Δ)联接	100
平时作业	49	3-3 三相对称负载电路的分析	100
测验作业(一)	52	一、星形联接三相对称负载电路	100
第二章 单相交流电路	53	二、三角形联接三相对称负载电路	102
2-1 正弦交流电的基本性质	53	三、三相电路的功率	105
一、交流电的概念	53	3-4 三相不对称负载电路	107
二、同频率正弦交流电的相位差	55	本章小结	108
三、正弦交流电的有效值	56	平时作业	108
2-2 正弦量的相量表示法	58	测验作业(二)	110
一、复数的表示形式与四则运算	58	第四章 磁路和变压器	112
二、相量	60	4-1 磁路的概念	112
2-3 单一参数正弦交流电路	61	一、磁场的基本物理量	112
一、电阻电路	61	二、磁路欧姆定律	113
二、电容电路	63	三、磁路中的铁磁材料	115

4-2 磁路的应用	118	测验作业(三)	168
一、利用磁路传送电能	118	第六章 直流电动机	169
二、利用磁路对动铁产生磁吸力	118	6-1 直流电动机的转动原理和基本结构	169
三、利用磁路对载流导体产生电磁力	120	一、转动原理	169
4-3 变压器	121	二、基本结构	170
一、变压器的工作原理	121	6-2 直流电动机的电磁转矩和电动势	170
二、变压器的技术数据	128	一、电磁转矩	170
三、三相变压器	129	二、电枢绕组中的感应电动势	171
四、自耦变压器	131	6-3 直流电动机的机械特性	172
本章小结	132	6-4 他励直流电动机的起动和调速	174
平时作业	133	一、起动	174
第五章 交流电动机及其控制	135	二、调速	175
5-1 交流电动机的转动原理和构造	135	本章小结	177
一、交流电动机的转动原理	135	平时作业	178
二、异步电动机的构造	137	第七章 二极管和整流电路	179
5-2 三相交流电动机的旋转磁场	138	7-1 半导体二极管	179
一、两极旋转磁场	138	一、半导体的导电方式	179
二、四极旋转磁场	139	二、PN 结及其单向导电性	180
三、改变电动机转向	140	三、二极管的伏安特性和参数	182
5-3 三相异步电动机的电磁转矩和机械特性	141	*四、其它类型二极管	184
一、电磁转矩	141	7-2 整流电路	185
二、机械特性	143	一、单相半波整流电路	185
5-4 三相异步电动机的铭牌和技术数据	145	二、单相桥式整流电路	186
5-5 三相异步电动机的起动及其控制线路	148	三、三相半波整流电路	190
一、异步电动机起动问题	148	7-3 滤波电路	191
二、异步电动机的起动方法	148	一、电容滤波电路	191
三、异步电动机的起动控制线路	151	二、电感滤波电路	192
5-6 三相异步电动机的调速及其控制线路	156	三、电容、电感组合滤波电路	193
5-7 三相异步电动机的制动	157	7-4 稳压二极管和简单稳压电路	194
*5-8 单相交流电动机	159	一、稳压二极管	194
一、单相异步电动机	159	二、简单稳压电路	195
二、单相同步电动机	161	本章小结	197
*5-9 其它类型交流电动机	162	平时作业	197
一、滑差电动机(电磁调速异步电动机)	162	测验作业(四)	199
二、力矩电动机	163	第八章 晶体管和交流放大电路	201
三、直线电动机	163	8-1 晶体管	201
四、步进电动机	164	一、晶体三极管的结构	201
本章小结	166	二、晶体管的电流放大作用	202
平时作业	167	三、晶体管的特性曲线	204
		四、晶体管的主要参数	205
		8-2 场效应晶体管	208

一、场效应晶体管的结构和工作原理	208
二、场效应晶体管的特点	209
8-3 交流放大电路的结构和工作特点	210
一、交流电压放大电路的结构	210
二、交流放大电路的工作特点	211
8-4 交流放大电路的图解分析法	211
一、确定静态工作点	211
二、动态工作情况的图解分析	213
三、非线性失真	218
8-5 静态工作点的稳定	219
8-6 交流放大电路的微变等效电路分 析法	221
一、晶体管的微变等效电路	221
二、放大电路的微变等效电路	223
三、利用微变等效电路计算电压放大倍数	223
四、放大电路的输入电阻与输出电阻	224
8-7 阻容耦合多级放大电路	227
一、多级放大电路的电压放大倍数	227
二、阻容耦合放大电路的幅频特性	228
8-8 放大电路中的负反馈	229
一、反馈的基本概念	229
二、常用负反馈放大电路的分析	230
三、负反馈对放大电路性能的影响	236
8-9 功率放大电路	236
一、变压器耦合功率放大电路	237
*二、互补对称式功率放大电路	238
本章小结	239
平时作业	240
测验作业(五)	246
第九章 运算放大器及其应用	248
9-1 差动式直流放大电路	248
一、直接耦合电路和零点漂移	248
二、差动式直流放大电路	249
9-2 运算放大器的基本工作原理	254
一、线性集成放大器	254
二、运算放大器的基本工作原理	256
9-3 运算放大器的应用电路	260
一、线性应用电路	261
*二、非线性应用电路	265
本章小结	267
平时作业	267

测验作业(六)	269
第十章 数字电路	271
10-1 数字电路与逻辑门	271
一、脉冲和数字电路	271
二、数字电路的基本单元——逻辑门	272
*三、数字集成电路	276
10-2 集成逻辑门	277
一、TTL 与非门	277
二、三态输出与非门	281
三、与非门电路的组合	281
10-3 逻辑代数在组合电路中的应用	283
一、逻辑代数的基本规律	283
二、组合逻辑电路的分析和综合	284
10-4 触发器	288
一、双稳态触发器的基本电路	288
二、D 触发器和 JK 触发器的逻辑功能	292
三、含有触发器的电路——时序电路的 分析	295
四、其它类型触发器	297
10-5 基本数字部件	300
一、二进制的概念	300
二、计数器	301
三、数码显示和译码显示	304
四、寄存器	307
10-6 数字电路应用举例	310
本章小结	312
平时作业	313
测验作业(七)	317
第十一章 可控硅及其应用	319
11-1 可控硅元件	319
一、可控硅的结构和工作原理	319
二、可控硅的特性与参数	320
*三、特殊可控硅元件	322
11-2 可控整流电路	323
一、单相半波可控整流电路	323
二、单相半桥式整流电路	327
11-3 单结晶体管触发电路	329
一、单结晶体管及其振荡电路	329
二、单结晶体管触发电路	330
11-4 可控硅元件的保护	332
一、过电流保护	332

二、过电压保护.....	333	实验三、三相负载的联接.....	370
11-5 可控硅应用举例.....	333	实验四、异步电动机的继电器接触器控制.....	372
一、主电路.....	333	实验五、简单直流稳压电源.....	374
二、触发控制电路.....	335	实验六、晶体管和单管交流放大电路.....	375
三、电动机调速过程.....	336	实验七、多级晶体管交流放大电路.....	378
本章小结.....	337	实验八、运算放大器.....	380
平时作业.....	337	实验九、组合逻辑电路的测试.....	382
测验作业(八).....	338	实验十、时序逻辑电路的测试.....	384
实验	340	实验十一、可控整流电路.....	386
第一部分 电工实验基本知识	340	附录:	389
一、模拟式仪表的使用知识.....	340	附录一、量的名称、单位和符号.....	389
二、示波器的使用知识.....	349	附录二、常用电阻和电位器.....	390
三、低频信号发生器的使用知识.....	354	附录三、常用电容器.....	393
四、电路中的干扰和虚假信号.....	356	附录四、半导体器件型号表示方法.....	395
五、安全用电和接地、浮地概念.....	361	附录五、集成电路型号表示方法.....	396
第二部分 实验内容	366	附录六、可控硅元件型号表示方法.....	396
实验一、叠加原理和等效电源定理的验证.....	366	平时作业答案	398
实验二、电阻电容移相电路.....	368	本书中的符号和缩写	407

关于电工学函授教学和自学方法的建议

一、本课程的性质、任务和基本要求

在高等工科函授教育非电专业的教学计划中, 电工学是一门实践性较强的技术基础课。它的任务是使函授生通过本课程的学习获得电工学的基本理论、基本技能和基本知识, 为学习有关专业知识和从事技术改造、科学研究等工作打下基础。

函授生学完本课程后应达到的基本要求是:

1. 能够应用基本理论对简单的电工和电子电路进行分析。
2. 了解本课程中各种电机、电器的工作原理和基本性能, 并能正确使用。
3. 了解本课程中各种电子器件的作用和功能。
4. 具有一定的电工实验技能, 能独立完成不太复杂的电工实验, 养成严谨的科学作风。
5. 能配合电气技术人员探讨技术革新问题。

电工学课程不包括专业电气设备方面的内容, 各校可根据专业需要, 开设电工学的后续课。

二、函授教学环节和学习方法

高等函授教育是以自学为主、面授为辅的方式组织教学的。整个教学过程一般分为自学和面授两个部分。在自学期间, 主要有自习、做平时作业、做测验作业等环节, 函授教师要书面或口头的辅导、答疑。在面授期间, 安排有讲课、实验和考试, 还可以在讲课后、讲课前安排一定的辅导答疑时间。

本课程安排的自学时间占总学时的百分之七十, 而面授时间只占总学时的百分之三十。自学效果如何, 直接关系到函授生的学习质量。因此函授部、函授站, 尤其是函授生本人要认真抓好自学环节。函授生要根据函授教学周进度表结合本人情况制订出切实可行的自学计划, 保证自学时间, 严格掌握自学进度, 培养自己的自学能力和学习自觉性。

下面, 谈谈函授教学中各个主要环节的教学方法。

1. 自习

自习是指函授生自己阅读教材。它是函授学习中最重要的一环。

函授生首先要树立为祖国四化建设而勤奋学习的正确学习目的, 集中精力, 以顽强的毅力深入钻研教材内容。在阅读教材时一般以章为单元, 可以先粗读一遍, 以便对内容有个概括的了解, 然后仔细阅读每章的学习指导和小结, 在了解各章重点、难点和相互关系后再逐节逐段精读。精读教材的要求是把基本理论、基本技能和基本知识真正学到手。对重点内容一定要学深学透, 做到概念清楚, 融会贯通; 对一般内容要能运用基本理论进行分析, 但不要求涉及过深、过多的内

容。遇到疑难问题可先作个记号,暂时放过,等看完下面的内容再回头探索,如确实无法解决,再请函授教师书面指导。但问题不宜积累过多,应尽快及时解决,以免影响学习进度。

提倡写阅读笔记。在阅读笔记中可写自己的心得体会,也可以做学习小结。写阅读笔记时,除用简明的文字外,尽量采用图形和表格来表述,因为图表是表述工程语言的一种常用工具。

函授教师要由教学经验比较丰富、教学效果好、责任心较强的教师担任。教师要及时帮助函授生解决疑难问题,指导他们改进学习方法,还要编写教学辅导资料 and 进行书面答疑,并力求做到概念准确、条理清晰、重点突出、文字流畅、通俗易懂。有条件的学校可以利用录音、录像、录制电视片等电化教学手段,指导函授生学习。

2. 平时作业

平时作业是检查函授生对基本内容掌握的程度,加深函授生对基本概念、基本理论的理解,培养函授生运用所学理论分析和解决问题能力的一个环节。在自学期间,函授生应在阅读教材的基础上,按时、按量地独立完成平时作业,并可参考教材后的答案自己批改。

为了更好地贯彻“因材施教”的原则,平时作业中增加了约50%的选做题(标有*号),供学有余力的函授生选做。

函授辅导教师要认真批改作业,对未完成平时作业的函授生应限期补交。

函授生做平时作业时,应注意以下几点:

- (1) 首先要搞清题意,不要急于解题。哪些是已知量,哪些是待求量,一定要清楚。
- (2) 根据题意,确定解题途径,选择所依据的定律、定理以及所采用的公式。
- (3) 运算时,只标题号,可不抄题。先用符号代替各个物理量,确定计算公式以后再代入数字,并注明单位。

(4) 解题步骤应力求简捷清楚,但不要过于简化。具体做法可参考有关例题。

3. 测验作业

测验作业是检查函授生学习情况的主要方法。在本教材中按照电工学函授教学进度,安排了八次测验作业。函授生应在阅读教材和做完平时作业的基础上,独立完成测验作业。教师对函授生的每次测验作业都要写出评语,评定成绩,并以此作为平时考核函授生学习成绩的主要依据。

4. 面授讲课

面授讲课是帮助函授生掌握教材重点、解决学习难点、巩固加深所学知识的重要环节,一定要认真做好。

面授讲课和全日制学校讲课方式有所不同,决不是全日制课堂讲授内容的“浓缩”。一般应采用启发式、总结式,或二者兼而有之的讲课方式。启发式讲课一般安排在课程开始时进行;总结式讲课多安排在课程结束前进行。无论采用哪种讲课方式,都要重点突出,照顾系统。

函授教师面授讲课时,对重点内容一定要讲深讲透;对难点内容讲解的深度要适当,力求简明易懂。无论是重点内容还是难点内容,都不宜占用过多的面授时间,甚至变成以面授为主,这样既违背了函授教学的特点和规律,也不利于培养函授生的自学能力。为了帮助函授生加深理

解和学会运用基本理论和基本概念,教师在面授讲课中可结合某些章节的重点内容,适当对一些典型例题进行分析讨论,但不另设习题课。

函授教师面授讲课时也要寓思想教育于智育之中,既教书又育人,要帮助函授生树立正确的学习目的,端正学习态度,解决出现的思想问题。

5. 实验课

实验课是帮助函授生验证、巩固所学知识,接受实验方法的训练,掌握实验技能,培养严谨学风的环节,必须予以重视和加强。

为使每个函授生都能有动手机会,实验时每组不宜超过二人,最好是一人一组。实验前,函授生要仔细阅读实验指导书,明确实验目的、实验内容和实验步骤。教师要检查函授生的预习情况,不预习者不得参加实验。实验后,函授生要写出合格的实验报告,教师要认真评阅。实验报告应作为评定函授生学习成绩的依据之一。实验内容应列入考试内容。考虑到函授生分散性较大,函授部、函授站应本着就地就近的原则,充分利用附近全日制大学、职工大学或厂矿企业的实验室,争取开出本课程的全部实验。

实验课一般安排在面授期间,尽量紧密配合讲授内容。

函授生在实验技能方面应达到如下要求:

- (1) 能正确使用常用的电工仪表、电子仪器、电机和电器等设备。
- (2) 能独立安排并进行简单的实验。
- (3) 能准确读取实验数据,测绘波形曲线,分析实验结果,写出完整的实验报告。
- (4) 能阅读简单的电气设备和电子装置的原理电路图。
- (5) 具有一般的安全用电知识。

6. 考试

考试是督促函授生全面、系统地复习和巩固所学知识和技能,评定函授生学习成绩,检查教学效果的主要手段;考试成绩是考核函授生学习质量的重要依据。凡是完成平时作业、测验作业和实验报告的函授生方准参加期末考试。

试题应由函授部组织任课教师统一确定。为了确保函授教学质量,确实反映函授生的真实水平,试题的难度和分量应与日校试题相当。其中,基本题约占百分之六十,综合题约占百分之三十,难度较大的题约占百分之十。试卷由函授教师按统一标准评定。

本课程安排在两个学期进行。每学期末进行一次考试。函授生要自觉遵守考试制度,严肃认真地对待考试。

三、关于函授教学进度安排的建议

在整个函授教学过程中,应合理安排上述各个教学环节。现将电工学函授教学进度的安排列表如下,供各校函授部、任课教师和函授生参考。

电工学函授教学进度表

学 时 分 配 时 数 课 程 内 容	总学 时数	面 授 时 间 分 配					自 学 时 间 分 配								共 计
		讲 课 (学 时)	实 验 (学 时)	答 疑 (学 时)	考 试 (学 时)	共 计	自 习 (学 时)	平时作业		测验作业		写 实 验 报 告			
								题 数	学 时	题 数	学 时				
关于函授教学和自学方法的建议							1							1	
第一章 直流电路		6	2	6	3		17	16	7	4	2	2		28	
第二章 单相交流电路		7	2				21	20	10	4	2		2	53	
第三章 三相交流电路		4	2				12	6	4				2		
小 计	114	17	6	6	3	32	51	42	21	8	4	6		82	
第四章 磁路和变压器		5		6	3		10	4	3	4	2				
第五章 交流电动机及其控制		7	2				12	8	5				2		
第六章 直流电动机		3					7	4	2						
小 计	69	15	2	6	3	26	29	16	10	4	2	2		43	
第七章 二极管和整流电路		4	2	6	3		10	6	3	4	2	2		17	
第八章 晶体管和交流放大电路		10	4				26	14	10	4	2	4	42		
第九章 运算放大器及其应用		6	2				14	6	3	4	2	2	21		
第十章 数字电路		7	4				19	12	6	4	2	4	52		
第十一章 可控硅及其应用		5	2				13	6	4	4	2	2			
小 计	187	32	14	6	3	55	82	43	26	16	10	14		132	
总 计	370	64	22	18	9	113	162	102	57	32	16	22		257	

四、对面授讲课主要内容的建议

本教材内容分为基本内容和加深加宽内容(附有*号)两部分。

对基本内容中的重点内容(下面加波纹线)在面授时必须透彻讲解;对难点内容(附有△号)则可根据实际需要适度讲解;加深加宽内容是根据“因材施教”的原则,供学有余力的函授生选学,一般不安排面授。

建议以下内容作为面授讲课的主要内容:

第一章 直流电路

1. 串并联电阻的分压比和分流比
2. 克希荷夫定律
3. 叠加原理
- △4. 电压源和电流源
5. 等效电源定理

6. 电阻电容电路的充放电过程(重点在于建立过渡过程概念和时间常数的概念)

第二章 单相交流电路

- △1. 相位和相位差
2. 正弦量的有效值
3. 正弦量的相量表示法
4. 单一参数交流电路中电压、电流与功率之间的关系
5. 利用相量和复阻抗分析多参数交流电路的方法
6. 交流电路的功率和功率因数的提高
7. 谐振的概念

第三章 三相正弦交流电路

1. 三相负载的星形和三角形联接中电压、电流的线值和相值及其相互关系
2. 不对称三相负载的概念

第四章 磁路和变压器

1. 磁场和磁路的概念
2. 磁路的应用
3. 变压器的电压变换、电流变换和阻抗变换

第五章 交流电动机及其控制

1. 交流电动机的转动原理(着重讲清旋转磁场、定子电流和机械负载的关系)
2. 三相异步电动机铭牌数据的意义
3. 三相异步电动机的起动、反转及其控制线路

第六章 直流电动机

1. 直流电动机的转动原理
2. 直流电动机的电磁转矩和电动势
3. 直流电动机的机械特性和调速性能

第七章 二极管和整流电路

1. $P-N$ 结及其单向导电性
2. 二极管的伏安特性和主要参数
3. 单相桥式整流电路
4. 稳压管电路的稳压原理

第八章 晶体管和交流放大电路

1. 晶体管的电流放大作用、特性曲线和主要参数
2. 交流放大电路的图解分析法: 静态和动态、电压放大倍数, 非线性失真
3. 放大器的微变等效电路: 交流通道的概念, 输入电阻和输出电阻, 电压放大倍数的计算
4. 放大器工作点的稳定和典型偏置电路
- △5. 反馈的概念, 负反馈对放大器性能的影响

第九章 运算放大器及其应用

1. 差动式直流放大电路对零点漂移的抑制
2. 运算放大器的基本工作原理和分析方法: 反相输入与同相输入、深度负反馈、运算功能
3. 运算放大器的线性应用
4. 运算放大器非线性应用的概念

第十章 数字电路

1. 基本逻辑门——与门、或门、非门的逻辑功能及其表示方法
2. TTL 与非门电路的传输特性与主要参数
3. 逻辑代数运算法则, 组合逻辑电路的分析与综合;
4. 基本触发器工作原理, RS 触发器、 JK 触发器、 D 触发器的逻辑功能, 时序电路的分析
5. 基本逻辑部件: 计数器、译码器与显示电路

第十一章 可控硅及其应用

1. 可控硅的结构、工作原理、伏安特性和主要参数
2. 单相半控桥式整流电路
3. 单结晶体管触发电路
4. 可控硅应用举例

绪 论

电工学是研究电能工程技术中的应用的学科。由于电能的变换、控制、测量和远距离输送都很方便,因此从19世纪以来,电工学的发展很迅速。到本世纪初,世界各国开始建立大批工业发电站,电能被大量生产出来,电工学的发展就更加突飞猛进,从而在生产技术上掀起电气化浪潮。特别是40年代后期晶体管的出现,50年代末集成电路的出现,和70年代初微处理器的出现,使世界进入了一个划时代的“微电子学”革命时期,电能在生产和生活的各个领域中得到更加广泛、深入的应用。

电工学通常包括电工原理、电磁测量、电机电器、电焊电焊、电力拖动与工业电子学等各个方面,它的范围十分广泛。但是作为一门电工学课程,它不可能将各方面的理论与研究成果都反映出来。本书的内容主要包括电路与磁路的基本定律与基本分析方法、常用电机的工作原理与控制方法,以及电子技术(包括模拟电子技术和数字电子技术)的基本理论与简单应用等三部分。这些内容不仅是电气工程师的专业基础,也是一切非电专业工程师的必备知识。很难想像一位非电专业工程技术人员缺乏这些知识,能够掌握先进的技术、设备,设计较完善合理的方案,高质量、高效率地工作。

譬如有一位机械工程师,当他要设计一台精度高、性能好的新型机床时,他不仅要懂得机械原理与零件设计方面的专业知识,还必须了解如何控制与操纵它们,这就需要一些电机、电器和控制方法方面的知识。如果要设计一台更先进的数控机床,还必须了解一些数字电路和基本数字部件方面的知识。不然他就很难与电气工程技术人员进行沟通思想,很难选用功能更先进的控制器件与方法。又如一位化学工程师,即使他很少接触电气设备,但他在自己的专业领域和研究工作中也会遇到很多与电路、磁路有关的现象,以及大量电子测量与分析仪器。如果没有电工学方面的知识和电工实验的基本技能,他就不可能分析各种现象,也不可能正确使用电子仪器。

因此,电工学课程是非电专业学生的一门很重要的技术基础课。学习时不仅要掌握基础理论与基本分析方法,还要了解一些新元件与新技术,以扩展知识面;不仅要完成基本章节的学习,还要求独立完成基本实验。

考虑到函授与自学的特点,考虑到“少而精”与“学以致用”的原则,本教材突出了以下几个方面:

1. 选用最基本的电路理论和分析方法,删除一切类同的、派生的内容;着重介绍电器件的外部特性和使用方法,较少分析它们的内部电路结构。
2. 例题的分析力求详细、全面;思考题给出说明;习题尽可能结合实际。
3. 增加电工学的应用知识;增加电工实验基本知识。

电工学最初是利用物理学中电磁部分的成就发展起来的,但随着电工学的发展,又有很多新

学科从电工学中分离出来，这是科学发展的规律。因此在学习电工学课程时，必须了解这个规律，不要片面追求内容的完整性，不要过多去分析电器件的电路结构和内部机制，不要忽视实验与实践环节。只有这样才能在有限的学时内学到更多的电工知识，才能学以致用，也才能为祖国的四个现代化事业做出更大成绩。

第一章 直流电路

本章内容是电工学的重要理论基础,它所介绍的基本电学量、基本定律和电路的基本分析方法,不仅适用于直流电路,也适用于电机、电子线路中的一切交流电路和其它电路。因此要求概念清楚,内容熟悉,并能正确应用。

本章前两节主要通过简单电路的分析,建立有关电学量和电路的基本概念;后两节通过三个基本定律和定理,介绍电路的基本分析方法。这些都要求学深学透。对最后一节中的电容充、放电过程,不要求掌握很多定量计算,但必须了解充、放电过程不同于稳定电路的特点和性质。

1-1 电路的基本概念和欧姆定律

一、电路中的基本物理量

由若干电气装置与器件按一定方式组合而成的电的通路称为电路。电路中的基本物理量有电流、电位、电压、电动势、电功率和电能量等。

1. 电流

表示物体所带电荷多少的量称为电荷量(简称电荷),以符号 Q 表示;它的单位是库仑(C)①。

电荷的有规则移动形成电流。在金属导体中,电流是导体中的自由电子相对于导体作有规则的运动形成的;在电解质溶液中,电流是由正、负离子作有规则的运动形成的;在半导体中,电流则由半导体中的自由电子和空穴的有规则移动形成。此外,带电物体作机械运动时也可以形成电流。

通常规定正电荷的移动方向作为电流的方向,并用箭头表示[图 1-1(a)]。故自由电子移动时形成的电流,其方向与电子移动的方向相反[图(b)]。

大小和方向都不随时间变化的电流称为直流电流[图 1-2(a)],用符号 I 表示。直流电流与电荷量的关系式为

$$I = \frac{Q}{t}$$

式中 Q 为通过导体任一横截面的电荷量; t 为时间,单位为秒(s)。

大小和方向都随时间周期性变化,且在一周期内平均值②为零的电流称为交流电流,图 1-2

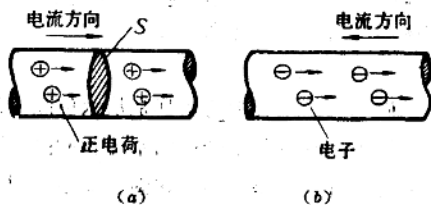


图 1-1 电流方向的规定

① 括号中的字母是单位的符号。本书使用的电磁量和单位以国家标准 GB 3102.5—82 为准。其它单位以及十进倍数、分数单位以国际单位制(SI)为准。请参看附录一。

② 电流 i 的平均值为 $\bar{i} = \frac{1}{T} \int_0^T i dt$ 。