



三导丛书

电工学 · 电工技术

(第五版)

导教 · 导学 · 导考

DAOJIAO DAOXUE DAOKAO

(第2版)

朱建堃 主编

- 重点内容提要
- 知识结构图
- 考点及典型题自测
- 练习与思考题解答
- 课后习题全解

西北工业大学出版社

三导丛书

电工学·电工技术

(第五版)

导教·导学·导考

(第2版)

朱建堃 主编

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书由重点内容提要、知识结构图、考点及典型题自测、练习题与思考题解答及课后习题全解和附录(模拟试题)等部分组成,旨在帮助读者掌握课程重点,学会分析方法,提高解题能力。可供使用秦曾煌主编的《电工学》上册《电工技术(第五版)》教材的学生和青年教师参考。

图书在版编目(CIP)数据

电工学·电工技术导教·导学·导考/朱建堃主编. —西安:西北工业大学出版社,2001.9

(三导丛书)

ISBN 7-5612-1379-4

I. 电… II. 朱… III. ①电工学—高等学校—教学参考资料
②电工技术—高等学校—教学参考资料 IV. TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 057634 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072 电话:(029)8493844

网 址:www.nwpu.com

印 刷 者:陕西友盛印务有限公司

开 本:850 mm×1 168 mm 1/32

印 张:13

字 数:467 千字

版 次:2001 年 11 月第 1 版 2004 年 1 月第 2 版

2004 年 1 月第 4 次印刷

印 数:21 001~31 000 册

定 价:18.00 元

第 1 版 前言

为了适应当前教育事业发展的需要,根据广大学习电工学课程的读者的要求,应西北工业大学出版社的约请,我们编写了本书,供学习电工学课程的读者和初次从事电工学教学的教师参考。

本书是以秦曾煌先生主编的面向 21 世纪课程教材《电工学》上册《电工技术(第五版)》中的练习与思考题和课后习题为基础,并总结编者使用该教材从事教学工作 30 余年的经验和体会编写而成的。书中内容除了练习与思考题解答和课后习题全解外,每章都编写了重点内容提要 and 知识结构图,以帮助读者掌握教材的内容重点和知识体系。此外各章还编写了考点内容和课程学习与考研复习典型自测题,供学习该课程和报考研究生的读者检查自己的学习效果。书后附有三套模拟试卷,供不同专业的读者参考。为方便读者使用,书中章节次序和习题编号均与原教材保持一致,“ \triangle ”和“ $*$ ”的意义亦与原教材相同。另需请读者注意的是,本书所有题解计算均取三位有效数字,因此结果将与原教材中答案略有差异。

本书由朱建堃主编,朱虹和夏庆德参加了部分解题工作。朱伟和蒋晓萍绘制了部分插图。本书在编写工作中得到西北工业大学电工学教研室的支持,在此表示衷心感谢。

鉴于编者水平有限,对秦曾煌先生主编的教材的理解定有不到之处,书中若有错误或疏漏,请广大读者批评指正。

编 者

2001 年 5 月

于西北工业大学

第 2 版 前言

本书初版发行以来,受到广大读者的欢迎。部分院校以本书作为辅助教材用于教学,收到良好效果,突出了课程内容重点,提高了学生自学能力。同时,广大读者对书中存在的一些错漏与不足之处提出了许多宝贵意见,对此我们深表感谢。此次修订除更正错漏之外,为便于使用,还在以下几个方面进行了调整:对部分章节的重点内容提要作了适当增删;各章自测题均增加了题型和数量;为满足不同专业读者的需要,书后附录增加了各种不同专业类型的典型试题,共 8 份,以供参考。

本书此次修订仍由朱建堃任主编,朱虹、夏庆德参加了部分修订工作,朱伟、蒋晓萍参加了校对工作。

由于种种原因,书中仍可能有错漏之处,请广大读者批评指正。

编 者

2003 年 10 月

于西北工业大学

目 录

第 1 章 电路的基本概念与基本定律	1
1.1 重点内容提要	1
1.1.1 电路的基本概念	1
1.1.2 电路的基本定律	4
1.2 知识结构图	5
1.3 考点及典型题自测	6
1.3.1 课程学习自测题	6
1.3.2 考研复习自测题	8
1.3.3 自测题部分答案	10
1.4 练习与思考题解答	10
1.5 课后习题全解	21
第 2 章 电路的分析方法	34
2.1 重点内容提要	34
2.1.1 等效变换法	34
2.1.2 支路电流法	36
2.1.3 叠加法	36
2.1.4 结点电压法与* 结点电位法	37
2.1.5 等值电源法	38
2.1.6 非线性电阻电路的图解法	39
* 2.1.7 含受控源电路的分析方法	41
2.2 知识结构图	42

2.3 考点及典型题自测	43
2.3.1 课程学习自测题	43
2.3.2 考研复习自测题	46
2.3.3 自测题部分答案	49
2.4 练习与思考题解答	50
2.5 课后习题全解	60
第3章 正弦交流电路	92
3.1 重点内容提要	92
3.1.1 正弦交流电及其表示方法	92
3.1.2 交流电路元件及单一参数正弦交流电路的基本关系	93
3.1.3 R, L, C 串联交流电路	95
3.1.4 阻抗的串联与并联	97
3.1.5 交流电路的频率特性	98
3.1.6 功率因数 $\cos\varphi$ 及其提高	101
3.2 知识结构图	102
3.3 考点及典型题自测	103
3.3.1 课程学习自测题	103
3.3.2 考研复习自测题	107
3.3.3 自测题部分答案	109
3.4 练习与思考题解答	111
3.5 课后习题全解	126
第4章 三相电路	156
4.1 重点内容提要	156
4.1.1 三相交流电源	156
4.1.2 三相电路分析	157
4.2 知识结构图	161
4.3 考点及典型题自测	162
4.3.1 课程学习自测题	162
4.3.2 考研复习自测题	164
4.3.3 自测题部分答案	166
4.4 练习与思考题解答	167

4.5 课后习题全解	169
第5章 非正弦周期电流的电路	182
5.1 重点内容提要	182
5.2 知识结构图	183
5.3 考点及典型题自测	183
5.3.1 课程学习自测题	183
5.3.2 考研复习自测题	184
5.3.3 自测题部分答案	185
5.4 练习与思考题解答	185
5.5 课后习题全解	186
第6章 电路的暂态分析	194
6.1 重点内容提要	194
6.1.1 过渡过程产生的原因与换路定律	194
6.1.2 分析暂态过程的方法	195
6.1.3 时间常数 τ 的物理意义及暂态过程曲线的画法	196
6.1.4 一阶RC电路的暂态过程及其应用	197
6.1.5 一阶RL电路的暂态过程及其应用	198
6.2 知识结构图	199
6.3 考点及典型题自测	200
6.3.1 课程学习自测题	200
6.3.2 考研复习自测题	203
6.3.3 自测题部分答案	204
6.4 练习与思考题解答	205
6.5 课后习题全解	212
第7章 磁路与铁心线圈电路	233
7.1 重点内容提要	233
7.1.1 磁场与磁路的基本概念	233
7.1.2 交流铁心线圈电路	236
7.1.3 变压器	237
7.1.4 电磁铁	240
7.2 知识结构图	241

7.3 考点及典型题自测	241
7.3.1 课程学习自测题	241
7.3.2 考研复习自测题	243
7.3.3 自测题部分答案	244
7.4 练习与思考题解答	245
7.5 课后习题全解	249
第8章 交流电动机	259
8.1 重点内容提要	259
8.1.1 三相异步电动机的构造及工作原理	259
8.1.2 定子电路与转子电路中的电压、电流关系	260
8.1.3 电磁转矩与机械特性	262
8.1.4 能量转换关系与额定值	264
8.1.5 起动、调速、反转及制动	265
8.1.6 三相异步电动机的选择	266
8.1.7 三相异步电动机的单相运行与单相异步电动机	266
8.2 知识结构图	267
8.3 考点及典型题自测	267
8.3.1 课程学习自测题	268
8.3.2 考研复习自测题	269
8.3.3 自测题部分答案	270
8.4 练习与思考题解答	270
8.5 课后习题全解	276
△第9章 直流电动机	282
9.1 重点内容提要	282
9.1.1 直流电动机的构造及工作原理	282
9.1.2 并励直流电动机的机械特性	283
9.1.3 并励电动机的起动和反转	283
9.1.4 他励电动机的调速	284
9.1.5 直流电动机的额定值及功率平衡关系	285
9.2 考点及典型题自测	285
9.2.1 课程学习自测题	286
9.2.2 自测题部分答案	286

9.3 练习与思考题解答	286
9.4 课后习题全解	288
△第 10 章 控制电机	294
10.1 重点内容提要	294
10.1.1 伺服电动机	294
10.1.2 测速发电机	294
10.1.3 自整角机	295
10.1.4 步进电动机	295
10.1.5 自动控制的基本概念	296
10.2 课后习题全解	298
第 11 章 继电器接触器控制系统	303
11.1 重点内容提要	303
11.1.1 常用控制电器的工作原理与图形符号	303
11.1.2 基本控制电路	305
11.1.3 时间原则控制电路	305
11.1.4 行程原则控制电路	306
11.1.5 继电器接触器控制电路的分析方法和简单控制电路的设计方法	306
11.2 知识结构图	310
11.3 考点及典型题自测	310
11.3.1 课程学习自测题	310
11.3.2 考研复习自测题	312
11.4 练习与思考题解答	314
11.5 课后习题全解	316
第 12 章 可编程控制器及其应用	329
12.1 重点内容提要	329
12.1.1 PLC 的结构与工作原理	329
12.1.2 PLC 的程序编制	330
12.1.3 PLC 的应用	334
12.2 知识结构	335
12.3 考点及典型题自测	335

12.4 练习与思考题解答	338
12.5 课后习题全解	340
第 13 章 工业企业供电与安全用电	353
13.1 重点内容提要	353
13.1.1 发电、输电及配电基本知识	353
13.1.2 安全用电常识	354
13.2 考点及典型题自测	355
13.3 课后习题全解	355
第 14 章 电工测量	357
14.1 重点内容提要	357
14.1.1 常用电工仪表的分类与结构型式	357
14.1.2 电流、电压及功率的测量	358
14.1.3 电路参数测量	359
14.2 考点及典型题自测	360
14.2.1 课程学习自测题	361
14.2.2 自测题部分答案	361
14.3 课后习题全解	361
附录 A 模拟试题	368
1. 模拟试题 I (机电类专业)	368
2. 模拟试题 II (机电类专业)	372
3. 模拟试题 III (机械设计与制造类专业)	376
4. 模拟试题 IV (一般机械类)	380
5. 模拟试题 V (建筑类)	384
6. 模拟试题 VI (大专类)	388
7. 模拟试题 VII (少学时类电工及电子技术课程电工技术部分, 占 45 分)	392
8. 模拟试题 VIII (考研试题电工技术部分, 占 50 分)	394
附录 B 模拟试题答案	398
1. 模拟试题 I	398
2. 模拟试题 II	399
3. 模拟试题 III	399

4. 模拟试题 IV	400
5. 模拟试题 V	401
6. 模拟试题 VI	401
7. 模拟试题 VII	402
8. 模拟试题 VIII	403
参考文献	404

第 1 章 电路的基本概念与基本定律

1.1 重点内容提要

1.1.1 电路的基本概念

1. 电路及其组成

(1) 电路: 电流的通路称为电路。连续电流的通路必须是闭合的。

(2) 组成: 电路由电源、负载及中间环节三部分组成。

电源: 提供电能的设备。

负载: 消耗或吸收电能的设备。

中间环节: 在电源和负载之间用来传输、分配、控制和监测电路的设备。

(3) 作用:

(i) 实现电能的传输和转换;

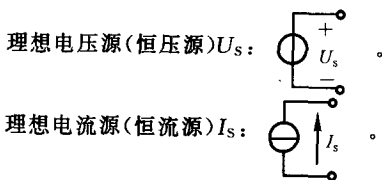
(ii) 实现信号的传输和转换。

2. 电路的模型

用理想元件组成的电路。

(1) 电源元件:

(i) 理想电源:



理想受控源: 有 VCVS, VCCS, CCVS 和 CCCS 四种类型。

特点: ① 理想电压源内阻为 0, 端电压恒定, 输出电流由负载电阻决定;

② 理想电流源内阻为 ∞ , 输出电流恒定, 端电压由负载电阻决定。

(ii) 实际电源:

电压源: U_S 与 R_0 串联。

电流源: I_S 与 R_0 并联。

受控源: 控制电路输入电阻和受控源输出电阻均为有限常数。

(2) 负载元件: 电阻元件 R (线性电阻, 非线性电阻), 电感元件 L (线性电感, 非线性电感), 电容元件 C (线性电容, 非线性电容)。

(3) 中间环节: 导线电阻为 0, 开关只有通和断两种状态, 电流表电阻 $R_A \approx 0$, 电压表电阻 $R_V \approx \infty$, 等等。

3. 电路的基本物理量

(1) 电流: 电荷的定向运动形成电流。

(i) 电流大小: $i = \frac{dq}{dt}$, 单位: A, mA, μ A。

(ii) 电流种类:

① 直流: 方向不变的电流。包括恒定电流和时变电流。

恒定电流: $I = \frac{Q}{t}$, 大小和方向均不变。

时变电流: $i = \frac{dq}{dt}$, 大小可变, 方向不变。

② 交变电流(交流): $i = \frac{dq}{dt}$, 大小和方向均随时间而变化。

③ 脉冲电流: 持续时间很短的电流。

(iii) 电流方向:

① 实际方向: 正电荷运动的方向。

② 参考方向: 任意规定的方向。

当参考方向与实际方向相同时, 数值为正; 当参考方向与实际方向相反时, 数值为负。

(2) 电位 v (或 V)、电压 u (或 U):

(i) 电位 v : 电场力将单位正电荷由电场中某点移动到无穷远处(即电位参考点)所作的功, 称该点的电位。电位高低是相对的, 取决于参考点位置。计算电路各点电位首先选定参考点。

(ii) 电压 u : 两点间电位之差称电压。电压大小是绝对的。

电压的方向或极性: 实际方向由高电位点(+) 指向低电位点(-)。参考方

向:任意选定。

单位:V,mV, μ V,kV。

(3) 电动势 e (或 E) 或源电压 u_s (或 U_s):局外力将单位正电荷由低电位点移动到高电位点所作的功。故其实际方向为低电位点指向高电位点。

(4) 电功率 P :单位时间内电流所作的功称为电功率。

单位:J/s,W,kW,MW,mW。

电源:发出电功率。

负载:吸收电功率。

电源与负载的判别方法:

(i) 按电压与电流的实际方向判别:

① 电压与电流方向关联(即电流由高电位点流向低电位点),则电路吸收功率,为负载;

② 电压与电流方向非关联(即电流由低电位点流向高电位点),则电路发出功率,为电源。

(ii) 按电压与电流的参考方向计算功率,再根据功率符号来判别:

① 参考方向关联,计算吸收功率 $P = UI$ 。若 $P > 0$ 则为负载;若 $P < 0$ 则为电源。

② 参考方向非关联,计算发出功率 $P = UI$ 。若 $P > 0$ 则为电源;若 $P < 0$ 则为负载。

4. 电路的工作状态

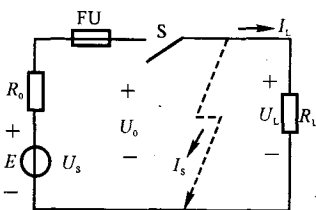
典型电路图如图解 1.1 所示。

(1) 开路(空载)状态:开关 S 断开或 $R_L = \infty, I_L = 0$, 电源端电压 $U_0 = U_s$ (或 E), $P_L = P_s = 0$, 负载端电压 $U_L = 0$ 。

(2) 短路状态:如图解 1.1 中虚线所示(或 $R_L = 0$), $I_s = \frac{E}{R_0} = \frac{U_s}{R_0}$ 很大。

$U_L = 0, I_L = 0, P_L = 0$ 。不会损坏用电设备。但 $P_s = P_0 = I_s^2 R_0$ 。电源内部发热而损坏,要用熔断器(即保险丝)FU 保护电源。

(3) 有载工作状态: $0 < R_L < \infty$ 。



图解 1.1

$$I_L = \frac{U_S}{R_0 + R_L}, \quad U_L = I_L R_L = U_S - I_L R_0 = U_S - \Delta U$$

$\Delta U = I_L R_0$ ——内阻压降。

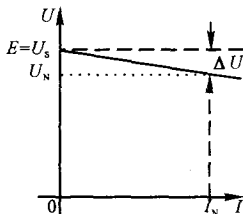
电源外特性 $U = f(I)$ 如图解 1.2 所示。

$$P_L = U_L I_L = I_L^2 R_L = \frac{U_L^2}{R_L}$$

$$P_0 = I_L^2 R_0$$

$$P_S = P_0 + P_L \text{——功率平衡。}$$

$$\text{电源效率: } \eta = \frac{P_L}{P_S} \times 100\%。$$



图解 1.2

(4) 额定值与额定工作状态：

(i) 电气设备额定值：额定值是电气设备长期工作所允许的电压、电流及功率等的最大值。电压过高将造成绝缘材料击穿，电流和功率过大将造成设备内部发热而温度过高，以致烧坏。常用设备的额定值简介如下：

① 直流电源额定值：额定电压 U_N 、额定电流 I_N 、额定功率 P_N 。其中额定电压 U_N 是指输出额定电流 I_N 时的电源端电压，额定功率 P_N 指输出功率 P_L ， $P_N = U_N I_N$ 。

② 电阻性用电设备（如白炽灯泡、电炉等）额定值：常用额定电压 U_N 及额定功率 P_N 两个值标在铭牌上。如 220 V, 60 W 的灯泡；220 V, 1 000 W 的电炉等。它们的额定电流 $I_N = \frac{P_N}{U_N}$ ，额定状态下的电阻值为 $R_N = \frac{U_N^2}{P_N}$ 。

③ 电阻器的额定值：

固定电阻器： R_N, P_N 。其 $I_N = \sqrt{\frac{P_N}{R_N}}$ 。

可变电阻器： R_N, I_N 。 R_N 为最大阻值， I_N 指任何阻值下允许的电流。

(ii) 电源的负载状态：满载（额定）状态（等于额定值），轻载和空载状态（小于额定值），过载或超载状态（大于额定值，可短时工作）。

1.1.2 电路的基本定律

1. 欧姆定律

(1) 内容：流过一段线性电阻的电流与该段电阻两端电压成正比。即 $\frac{U}{I} =$

R ，电阻值 $R = \rho \frac{l}{S}$ 。单位： $\Omega, k\Omega, M\Omega$ 。

(2) 电阻压降: $U = \pm IR$, 其中符号取决于电压和电流的参考方向: U 和 I 向关联取正, 反之则取负。即电阻中电流和电压的实际方向永远是关联的, 电阻总是消耗电能的, 电功率 $P = I^2 R = \frac{U^2}{R}$ (W)。

2. 基尔霍夫电流定律(KCL)

(1) 名词:

结点: 三条以上电路的交点。

支路: 两个结点之间的一条电路。

(2) 内容: 流入结点的电流之和等于流出结点的电流之和。即 $\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$, 或 $\sum I = 0$ 。

(3) 广义结点电流定律: 对于一个封闭曲面包围的部分电路可视为一个广义结点, 流入该封闭曲面的电流之和等于流出该封闭曲面的电流之和。

(4) 电流定律的物理本质: 由于电流的连续性, 电路中任何一点上电荷不能堆积, 也不能消失。

3. 基尔霍夫电压定律(KVL)

(1) 名词:

回路: 电路中任意闭合路径。

回路循行方向: 任意选定的沿回路循行一周的方向。可顺时针, 也可逆时针。

(2) 内容: 沿任意回路循行一周, 电位升之和等于电位降之和。即 $\sum E = \sum (IR)$ 。

(3) 符号: 参考方向与循行方向一致的电动势(即电位升)取正, 反之取负; 参考方向与循行方向一致的电流在电阻上产生的电压降取正, 反之取负。

若电动势 E 用源电压 U_s 表示, 则可写成 $\sum U = 0$ 。此时若源电压参考方向与循行方向一致则取正号, 反之取负号。

用 KVL 列写电路电压方程的方法: 根据电源极性, 标出电路电流的参考方向。沿选定的循行方向, 凡电位升写在等号左边相加, 电位降写在等号右边相加(“爬楼梯”)。

1.2 知识结构图

本章所有基本概念和基本定律适用于全课程, 是电工学课程学习的基础,