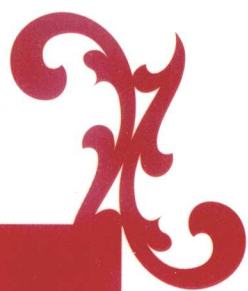




普通高等教育“十一五”国家级规划教材

教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会推荐教材
电子信息学科基础课程系列教材



电工电子技术基础教程 全程辅导 (第2版)

陈新龙 黄智勇 编著

清华大学出版社





014006253

TM-42
30-2

普通高等教育“十一五”国家级规划教材



教育部高等学校电工电子基础课程教学指导委员会推荐教材
电子信息学科基础课程系列教材

电工电子技术基础教程 全程辅导 (第2版)

陈新龙 黄智勇 编著



清华大学出版社



北航

C1693559

TM-42

30-2

005890410

内 容 简 介

本书是《电工电子技术基础教程(第2版)》的教学辅导书,由重点内容提要、典型题分析、主教材思考与练习解答、主教材习题解答等部分组成,以帮助读者掌握该教材的重点、难点及疑点,提高分析和解决问题的能力,可供使用《电工电子技术基础教程(第2版)》的教师和学生参考,也可作为学习其他类似教材的参考书。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电工电子技术基础教程全程辅导/陈新龙,黄智勇编著.--2版.--北京:清华大学出版社,2013

电子信息学科基础课程系列教材

ISBN 978-7-302-33661-7

I. ①电… II. ①陈…②黄… III. ①电工技术—高等学校—教学参考资料②电子技术—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM②TN

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 206356 号

责任编辑:文 怡

封面设计:常雪影

责任校对:白 蕾

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质 量 反 馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课 件 下 载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 装 者:北京嘉实印刷有限公司

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:22.25 字 数:509 千字

版 次:2009 年 5 月第 1 版 2013 年 11 月第 2 版 印 次:2013 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~2500

定 价:36.00 元

产品编号:047761-01

第 2 版前言

本书是《电工电子技术基础教程(第 2 版)》的教学辅导书,由重点内容提要、典型题分析、主教材思考与练习解答、主教材习题解答等部分组成,以帮助读者掌握该教材的重点、难点及疑点,提高分析和解决问题的能力。

本书前 8 章的编写修订工作由陈新龙完成,后 4 章的编写修订工作由黄智勇完成,不妥之处,希望各位读者不吝批评、指正。

陈新龙

2013 年 8 月

第1版前言

《电工电子技术基础教程》出版已过2年,在这2年中,不断有读者以邮件或短信方式询问该教材的习题解答及相关问题。当读者拿到本书时,该教材出版已跨过3个年头,在此,作者为本书的迟到向使用该教材的教师、学生深表歉意及谢意。

电工电子技术远程教育网(<http://dgdz.ccee.cqu.edu.cn/>)、面向非电类的3套电工电子教材、面向信息类的多媒体教材为重庆市高等教育教学改革重点项目——电工电子网上教学平台及其配套教材建设项目的研究成果。本书是3套电工电子教材之《电工电子技术基础教程》教学辅导书,由重点内容提要、典型题分析、主教材思考与练习解答、主教材习题解答等部分组成,以帮助读者掌握该教材的重点、难点及疑点,提高分析解决问题的能力。

本书的思考题、习题的分析及解答过程全部由陈新龙本人完成,力图分析透彻、解题思路新颖,可供使用《电工电子技术基础教程》教材的教师和学生参考,也可作为学习另外2套电工电子教材的参考书。

当然,一家之说总是不可避免地存在这样或那样的不足,再加上本人工作繁忙,时间也仓促,不妥之处在所难免,希望各位读者不吝批评、指正。

陈新龙

2008年8月

上篇 电工基础

第 1 章 直流电路分析方法	3
1.1 重点内容提要	4
1.1.1 直流电路分析基础	4
1.1.2 电路分析基本方法	6
1.1.3 电阻元件的联接及其等效变换	7
1.1.4 电源模型的使用、模型及其等效变换	8
1.1.5 叠加原理、戴维宁定理	10
1.2 典型题分析	11
1.2.1 利用支路电流、结点电压等理论求解电路	11
1.2.2 利用等效变换、电路定理等理论求解电路	13
1.3 主教材思考与练习解答	16
1.4 主教材习题解答	23
第 2 章 交流电路的基本分析方法	41
2.1 重点内容提要	42
2.1.1 正弦量及其相量表示	42
2.1.2 三种基本元件交流特性	43
2.1.3 RLC 串联电路	44
2.1.4 RLC 并联电路	45
2.1.5 功率因数的提高	47
2.1.6 频率特性	47
2.2 典型题分析	48
2.2.1 正弦量及其相量表示	48
2.2.2 单一参数交流电路的计算	49
2.2.3 RLC 串联电路及其应用	50
2.2.4 功率因数的提高	52
2.3 主教材思考与练习解答	52
2.4 主教材习题解答	58

目录

第3章 三相电路及其应用	78
3.1 重点内容提要	79
3.1.1 三相电压	79
3.1.2 对称三相电路的特点	80
3.1.3 安全用电	81
3.2 典型题分析	81
3.2.1 对称Y-Y联接三相电路的计算	81
3.2.2 对称 Δ - Δ 联接三相电路的计算	82
3.3 主教材思考与练习解答	83
3.4 主教材习题解答	85
第4章 电路的暂态分析	93
4.1 重点内容提要	94
4.1.1 电压电流的初始值	94
4.1.2 一阶电路暂态分析的三要素法	95
4.1.3 一阶RC、RL电路的暂态响应	95
4.1.4 积分电路与微分电路	95
4.2 典型题分析	96
4.2.1 电压电流初始值的计算	96
4.2.2 利用三要素法分析求解电路	96
4.2.3 一阶动态电路的应用	98
4.3 主教材思考与练习解答	98
4.4 主教材习题解答	103
第5章 变压器	121
5.1 重点内容提要	122
5.1.1 磁路的基本知识	122
5.1.2 变压器	123
5.2 典型题分析	124
5.2.1 磁路的计算	124
5.2.2 变压器的应用	124
5.3 主教材思考与练习解答	125

5.4 主教材习题解答	126
第 6 章 电动机	130
6.1 重点内容提要	131
6.1.1 异步电动机的原理及其结构	131
6.1.2 三相异步电动机的主要特性	131
6.1.3 三相异步电动机的使用	133
6.1.4 其他类型电动机	134
6.2 典型题分析	135
6.2.1 转差率的计算	135
6.2.2 三相异步电动机机械特性的计算	136
6.2.3 三相异步电动机的启动及其调速	136
6.3 主教材思考与练习解答	137
6.4 主教材习题解答	139

下篇 电子技术

第 7 章 放大器基础	149
7.1 重点内容提要	150
7.1.1 半导体二极管及其模型	150
7.1.2 半导体三极管	152
7.1.3 放大器的三种组态	155
7.1.4 工程实用放大器的电路构成原理及特点	156
7.1.5 场效应管放大电路	158
7.2 典型题分析	160
7.2.1 二极管电路分析	160
7.2.2 三极管电路的直流分析	161
7.2.3 三极管交流小信号放大电路分析	162
7.3 主教材思考与练习解答	163
7.4 主教材习题解答	166

目录

第 8 章 集成运算放大器及其应用	184
8.1 重点内容提要	185
8.1.1 集成运放基础知识	185
8.1.2 几种集成运放的应用电路	187
8.1.3 运放电路中的负反馈	188
8.1.4 正反馈与振荡电路	189
8.1.5 直流电源与三端稳压器	190
8.2 典型题分析	191
8.2.1 集成运放的线性应用	191
8.2.2 集成运放中的反馈问题	193
8.3 主教材思考与练习解答	194
8.4 主教材习题解答	196
第 9 章 门电路和组合逻辑电路	214
9.1 重点内容提要	215
9.1.1 逻辑代数基础知识	215
9.1.2 集成逻辑门电路	218
9.1.3 组合逻辑电路的分析	219
9.1.4 常见中规模组合逻辑电路	220
9.2 典型题分析	222
9.2.1 逻辑代数基本知识	222
9.2.2 组合逻辑电路分析	223
9.2.3 中规模组合逻辑电路芯片及其应用	225
9.3 主教材思考与练习解答	227
9.4 主教材习题解答	231
第 10 章 触发器和时序逻辑电路	263
10.1 重点内容提要	264
10.1.1 触发器的逻辑功能及其动作特点	264
10.1.2 时序逻辑电路分析	266
10.1.3 常用中规模时序逻辑电路芯片特点及其应用	269
10.1.4 555 定时器	272

10.2	典型题分析	273
10.2.1	时序逻辑电路分析	273
10.2.2	时序逻辑电路设计	277
10.3	主教材思考与练习解答	278
10.4	主教材习题解答	281
第 11 章	大规模集成电路	304
11.1	重点内容提要	305
11.1.1	数-模转换与模-数转换	305
11.1.2	存储器	305
11.2	典型题分析	306
11.3	主教材思考与练习解答	308
11.4	主教材习题解答	310
第 12 章	电气过程中的测量与控制技术	320
12.1	重点内容提要	321
12.1.1	电工测量	321
12.1.2	触点控制系统	323
12.1.3	可编程序控制器	325
12.2	典型题分析	327
12.3	主教材思考与练习解答	330
12.4	主教材习题解答	332
参考文献		344

上 篇

电 工 基 础

第1章

直流电路分析方法

1.1 重点内容提要

1.1.1 直流电路分析基础

1. 3 个基础概念

(1) 电路: 电路是指电流的通路。实际电气设备包括电工设备、联接设备两个部分, 这些电工设备通过联接设备相互联接, 形成一个电流通路, 便构成一个实际电路。

(2) 直流电路: 直流电路是指电路中的电流大小和方向均不随时间发生变化的电路。

(3) 电路模型(简称电路): 将实际元件理想化, 在一定条件下突出其主要电磁性质, 忽略其次要性质, 这样的元件所组成的电路称为实际电路的电路模型。

可见: 电路理论不是研究实际电路的理论, 而是研究由理想元件构成的电路模型的分析方法的理论。

2. 电路的基本物理量

(1) 电流: 电流是表示电荷移动的物理量, 习惯上规定正电荷运动的方向或负电荷运动的相反方向为电流的实际方向。电流的单位是安培(A), 微小电流计量以毫安(mA)或微安(μ A)为单位。

(2) 电位: 电路中某一点的电位是指该点与电路参考电位点(一般情况下, 假定电路参考电位点的电位为零)间的电压值。

(3) 电压: 电压指两点间的电压, 两点间的电压是指两点间的电位差。端电压的方向规定为高电位端(即“+”极)指向低电位端(即“-”极), 即为电位降低的方向。电源电动势的方向规定为在电源内部由低电位端“-”极指向高电位端“+”极, 即为电位升高的方向。

电压的单位是伏特(V), 微小电压计量以毫伏(mV)或微伏(μ V)为单位。

3. 常见元件图形符号及其定义

常见元件图形符号如表 1.1.1 所示。本章中使用的常用元件定义如下:

电阻元件(简称电阻)是构成电路最基本的元件之一, 主要具有对电流起阻碍作用的物理性质, 文字符号 R , 最主要的物理性质与相应参数之间的关系约束如下:

$$R = U/I$$

如果一个元件对外输出的端电压 U 能保持为一个恒定值, 则该元件为直流电压源, 用文字符号 E 表示其电动势, 最主要的物理性质与相应参数之间的关系约束如下:

$$\left. \begin{aligned} U &= E \\ I &= \text{任意(取决于负载)} \end{aligned} \right\}$$

如果一个元件对外输出电流 I 能保持为一个恒定值,则该元件为直流电流源,用文字符号 I_s 表示其短路电流,最主要的物理性质与相应参数之间的关系约束如下

$$\left. \begin{aligned} I &= I_s \\ U &= \text{任意(由负载确定)} \end{aligned} \right\}$$

表 1.1.1 常见元件图形符号

名称	符号	名称	符号	名称	符号
开关		电阻		电压源	
导线		电感		电流源	
联接的导线		电容		电池	

4. 电压和电流的参考方向

在实际分析计算电路时,其实际方向往往难以直接判断,为此,常可任意选定某一方向作为参考方向(不加说明,电路中所标注的方向均指参考方向)。

参考方向中参考具有两重含义:

- 对实际方向的一种参考,它直接决定参数本身的代数值。
- 对电路中其他物理量的一种参考,它决定基本电路定律的应用。

5. 电路分析的两种方法

可通过计算机仿真、电路模型两种分析方法求解电路。

计算机仿真分析本质上是对设计好电路的一种虚拟测试验证方法,能在 Multisim 环境中打开相关文件观察理解仿真结果,能通过修改电路元件相关参数等方法进一步验证所学的知识即可,只有掌握了电路模型的分析方法才是真正懂得了电路分析的方法。

分析电路的 3 个基本定律如下:

(1) 欧姆定律: 流过电阻的电流与电阻两端的电压成正比,这便是欧姆定律。

(2) 基尔霍夫电流定律: 在任一瞬时,流向某一结点的电流之和应该等于由该结点流出的电流之和,即在任一瞬时,一个结点上电流的代数和恒等于零。

涉及的主要概念: 支路、结点。

基尔霍夫电流定律通常应用于结点,但也可以应用于包围部分电路的任一假设的闭合面。具体表述如下:

在任一瞬时,通过任一闭合面的电流的代数和恒等于零或者说在任一瞬时,流向某一闭合面的电流之和应该等于由闭合面流出的电流之和。

(3) 基尔霍夫电压定律: 在任一瞬时,沿任一回路循行方向(顺时针方向或逆时针方向),回路中各段电压的代数和为零,这便是基尔霍夫电压定律。

基尔霍夫电压定律不仅可应用于回路,也可以推广应用于回路的部分电路。

1.1.2 电路分析基本方法

1. 支路电流法

以支路电流作为电路的变量,在给定电路结构、参数的条件下,应用基尔霍夫电流定律和电压定律分别对结点和回路建立求解电路所需要的方程组,通过求解方程组求出各支路电流并最终求出电路其他参数的分析方法。这种方法便是支路电流法。

选择独立方程的原则如下:

对 n 个结点、 m 条支路的电路,可列出 $n-1$ 个独立的结点电流方程和 $m-n+1$ 个独立的回路电压方程。

2. 结点电压法

对 2 个结点、多个支路的复杂电路,可通过计算结点间的电压来求解电路及其他参数。如图 1.1.1 所示 2 个结点、4 个支路的电路结点电压公式如下:

$$U = \frac{\frac{E_1}{R_1} + \frac{E_2}{R_2} + \frac{-E_3}{R_3}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3} + \frac{1}{R_4}} = \frac{\sum \frac{E}{R}}{\sum \frac{1}{R}}$$

求解电路步骤如下:

- (1) 在电路图上标出结点电压、各支路电流的参考方向。
- (2) 根据结点电压公式求出结点电压。

注意:

- 在用结点电压公式求出结点电压时,电动势的方向与结点电压的参考方向相同时取正值,反之,取负值,最终结果与支路电流的参考方向无关。
 - 若电路图中结点数目多于 2 个,则结点电压公式不可直接使用,可列出联立方程或变换到两个结点求解。
- (3) 对各支路应用基尔霍夫电压定律,可求出各支路电流。
 - (4) 求解电路的其他待求物理量。

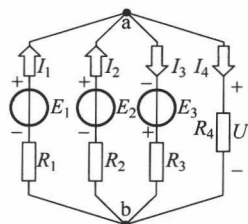


图 1.1.1 具有两个结点的复杂电路

1.1.3 电阻元件的联接及其等效变换

1. 等效的本质

(1) 二端网络：如图 1.1.2 所示的模型， N_1 、 N_2 由电路元件相联接组成、对外只有两个端钮，这个网络整体称为二端网络。

(2) 等效的本质：两个二端网络等效是指对二端网络外部电路而言，它们具有相同的伏安关系。

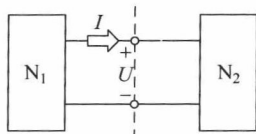


图 1.1.2 二端网络概念

2. 电阻串、并联

(1) 电阻串联：如果电路中有两个或更多个电阻一个接一个地顺序相连，并且在这些电阻上通过同一电流，则这样的联接方法称为电阻串联。

串联电阻上电压的分配与电阻成正比，电阻 R_1 、 R_2 上的电压为

$$U_{R1} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} \cdot U$$

$$U_{R2} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} \cdot U$$

(2) 电阻并联：如果电路中有两个或更多个电阻联接在两个公共的结点之间，则这样的联接方法称为电阻并联。

在支路旁边并联电阻起分流作用，两个电阻 R_1 、 R_2 上的电流为

$$I_{R1} = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I$$

$$I_{R2} = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

(3) 电阻串联的等效处理：两个串联电阻 R_1 、 R_2 合并后，其等效电阻 R 为

$$R = R_1 + R_2$$

(4) 电阻并联的等效处理：两个并联电阻 R_1 、 R_2 合并后，其等效电阻 R 为

$$R = \frac{R_1 R_2}{R_1 + R_2}$$

多个电阻串联或并联可用一个等效电阻来代替，它是电路分析中简化电路的基本方法。

3. 电阻元件的三角形、星形联接与桥式联接

(1) 联接特点

在如图 1.1.3 所示的电路中， R_a 、 R_b 、 R_{ab} 三个电阻首尾联接，构成一个闭合的三角形状，这种联接方式称为三角形 ($\triangle$ 形) 联接。 R_a 、 R_b 、 R_c 3 个电阻一端联接在一起，这种联接方式称为星形 (Y 形) 联接。 R_a 、 R_b 、 R_{bc} 、 R_{ca} 4 个电阻首尾联

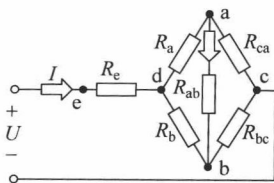


图 1.1.3 三角形、星形联接实例