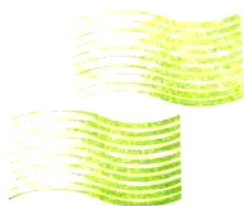


高等工程专科学校教材

上册·电工电子技术基础



龙杰民 主编
华中理工大学出版社



内 容 简 介

《电工电子技术基础》是根据国家教委关于《电工技术和电子技术基础》的基本要求编写的大专教材，分上、下两册出版。本书为上册，其内容包括直流电路、正弦电路、电路的暂态分析、变压器、交流电机、直流电机、继电-接触控制线路和工厂供电与安全用电等。

全书文字简练、概念清晰、重点突出、适应性强，具有专科教材特色。

本书可作为各类工科专科学校和成人高等院校非电类专业的教材或教学参考书，也可供有关技术人员参考。

序

十年来,我国的高等教育事业蓬勃发展,尤其是高等专科教育的发展更为迅速。为了进一步提高教学质量,急需编写、出版适合专科教学要求的教材,教材是师生进行教学活动的重要依据,决定着课程甚至专业的教学水平和教学效果。因此切实搞好教材建设,使专科学校的教材能充分体现专科的培养目标,符合教学大纲与教学计划的要求,是当前专科学校深化教学改革中的一项十分重要而又紧迫的工作。

各高等专科学校为了适应教学需要,根据专科的特点和教学要求,自编了部分教材或讲义,在一定程度上克服了长期使用本科教材因而难以体现专科特点的弊病。为了进一步提高教材编写和出版的质量,在国家教委的支持下,在华中理工大学出版社的积极倡导下,沈阳冶金机械专科学校、郑州机械专科学校、哈尔滨机电专科学校和湖南省轻工业专科学校等14所专科学校,于1987年5月成立了“东北、华中地区高等工程专科学校教材协调委员会”,组织和协调有关工程专科学校的教材编写工作。

经参加“协调委员会”的各校负责同志的协商,决定首先编写一套适用面较广的教材,并由各校组织学术水平较高、教学经验丰富的教师分工合作,进行编写。由于参加编写教材的教师的共同努力,以及华中理工大学出版社的大力支持,现已编写好了一套适用于高等工程专科学校的教材,它们是高等数学、线性代数、概率与数理统计、大物物理、理论力学、材料力学、工程力学、电工电子技术基础、金属热加工、工程材料、机械原理、机械设计和机械工艺学。这些教材将由华中理工大学出版社陆续分批出版。

这套教材是在认真分析了十年来使用的国内外高校教材、自编讲义和较系统地总结了多年的教学经验的基础上编写出来的,因此较好地体

现丁专科特点，符合一般专科教学计划和教学大纲的要求，适合全日制高等工程专科学校以及夜大、职大、函大的工程专科班使用。

这套教材的特点是，符合专科培养目标，内容的深度、广度适当，突出理论联系实际，注意知识的应用和学生能力的培养，适当介绍与反映了现代科学技术的新成就。这套教材不仅具有专科的特色和富于启发性，而且文字简练，结构严谨，插图清晰，是目前比较理想的专科教材，希望推广使用。

由于编写高等工程专科教材是一项新的工作，很多问题尚在探索之中，加之水平有限，编写时间较短，书中难免存在缺点和错误，殷切希望使用本教材的教师和广大读者批评指正。

东北、华中地区高等工程专科学校
教材协调委员会主任于勤端

于1988年5月

前 言

本书根据“东北、华中地区专科学校教材编写协作会议”的精神，由湖南轻工业专科学校、沈阳冶金机械专科学校、哈尔滨机电专科学校、郑州机械专科学校、长春冶金地质专科学校联合编写。

本书是按照国家教委关于编写不同风格、不同层次教材的原则编写的一部适合于工科专科学校和成人高等工科院校非电类专业的教材。编者根据多年的专科学校的教学经验，综合了已用过的教材的特点，力求使本教材具有专科的特色。本书把重点放在对学生能力的培养上，注意理论联系实际，做到少而精，重点突出，概念清晰，使之具有自己的风格。

为适应专科学校培养企业应用型人才的需要，适应当今电工、电子技术的飞速发展，本教材从内容安排上力求有所创新。电工技术部分精炼了电路基本理论部分的内容，充实了电机和电气控制部分，并增加了“工厂供电”一章。电子技术部分简化了分立元件电路的内容，突出了器件和集成电路的使用，在体系方面和一般的“电工学”教材也有所不同。

本书根据国家教委关于《电工技术和电子技术基础》的基本要求，按126学时编写。各校使用时可以根据不同专业的具体情况作适当的增减。

本书由龙杰民主编，杨正程为副主编。第一、三章由夏杰龙编写，第二章由徐良辅编写，第四、五章由姚任编写，第六、七、八章由龙杰民编写，第九、十四章由刘乾编写，第十章由王淑

琴编写，第十一、十二章由杨正程编写，第十三章由吕国泰编写。常宁副教授、周平之副教授担任主审，他们对本书进行了认真、细致的审阅，并提出了许多宝贵的意见。

由于时间仓促，编者水平有限，书中肯定存在许多缺点和错误，殷切希望读者给予批评指正。

编者

1988年6月

目 录

第一章 直流电路	(1)
1-1 电路的基本知识.....	(1)
一、电路和电路模型.....	(1)
二、电流、电压的参考方向.....	(3)
三、电路的状态.....	(5)
1-2 电路的基本元件.....	(7)
一、电压源.....	(7)
二、电流源.....	(8)
三、电阻元件.....	(9)
四、电感元件.....	(10)
五、电容元件.....	(12)
1-3 电路的基本定律.....	(13)
一、克希荷夫电流定律.....	(14)
二、克希荷夫电压定律.....	(16)
1-4 电路的基本分析方法——支路电流法.....	(19)
1-5 线性电路的叠加性.....	(22)
1-6 电路的等效变换.....	(25)
一、等效的概念.....	(25)
二、无源二端网络的等效变换.....	(26)
三、有源二端网络的等效变换.....	(27)
1-7 电路中电位的计算.....	(40)
小结.....	(43)

习题	(45)
第二章 正弦交流电路	(53)
2-1 正弦交流电的特征参数	(53)
一、周期与频率	(54)
二、最大值与有效值	(56)
三、相位与相位差	(58)
2-2 正弦交流电的旋转矢量表示法	(61)
2-3 正弦交流电的相量表示法	(65)
2-4 交流电路中元件的特性	(68)
一、电阻元件的交流特性	(68)
二、电感元件的交流特性	(71)
三、电容元件的交流特性	(77)
2-5 R L C 串联电路	(82)
一、电流与电压的关系	(82)
二、功率计算	(84)
2-6 R L C 并联电路	(88)
2-7 功率因数的提高	(92)
2-8 谐振及谐振电路	(95)
一、串联谐振	(95)
二、并联谐振	(99)
2-9 三相交流电路	(103)
一、三相电源	(103)
二、三相负载	(108)
三、三相电路功率	(117)
四*、三相功率的测量	(119)
2-10 非正弦周期电路	(121)
一、非正弦周期量的合成	(121)

二、非正弦周期量的分解	(122)
三、非正弦周期量的平均值和有效值	(124)
四、滤波及滤波电路	(128)
小结	(130)
习题	(133)
第三章 电路的暂态分析	(141)
3-1 换路定律及初始值的确定	(141)
一、稳态和暂态	(141)
二、电路出现暂态过程的原因	(142)
三、换路定律	(143)
四、初始值的确定	(144)
五、研究暂态过程的意义	(147)
3-2 RC 电路的暂态分析	(148)
一、RC 电路的零输入响应	(148)
二、RC 电路的零状态响应	(152)
三、RC 电路的全响应	(155)
3-3 一阶电路的三要素法	(159)
3-4 RC 电路的应用	(161)
一、RC 耦合电路	(162)
二、RC 微分电路	(163)
三、RC 积分电路	(164)
3-5* RL 电路的暂态分析	(166)
一、RL 电路的全响应	(166)
二、RL 电路的零状态响应	(167)
三、RL 电路的零输入响应	(168)
小结	(172)
习题	(173)

第四章 变压器	(179)
4-1 变压器的结构和工作原理.....	(179)
一、变压器的主要结构.....	(179)
二、变压器的工作原理.....	(181)
4-2 电力变压器的铭牌数据.....	(189)
4-3 几种常见的特殊变压器.....	(193)
一、自耦变压器.....	(193)
二、仪用互感器.....	(195)
三*、电焊变压器.....	(197)
4-4 变压器绕组的极性.....	(198)
小结.....	(200)
习题.....	(201)
第五章 异步电动机	(203)
5-1 概述.....	(203)
5-2 三相异步电动机的基本结构.....	(204)
一、定子.....	(205)
二、转子.....	(206)
5-3 三相异步电动机的转动原理.....	(208)
一、三相异步电动机的旋转磁场.....	(209)
二、三相异步电动机的转动原理.....	(214)
5-4 定子电路和转子电路.....	(216)
5-5 三相异步电动机的转矩和机械特性.....	(219)
一、电磁转矩.....	(219)
二、机械特性.....	(220)
5-6 电动机的铭牌.....	(225)
5-7 三相异步电动机的起动、调速和制动.....	(227)
一、异步电动机的起动.....	(227)

二、异步电动机的调速	(231)
三、异步电动机的制动	(234)
5-8 三相异步电动机的选择原则	(236)
一、功率的选择原则	(236)
二、种类和型式的选择原则	(238)
三、安装方式的选择原则	(239)
四、电压和转速的选择原则	(239)
5-9 单相异步电动机	(240)
小结	(243)
习题	(245)
第六章* 直流电机	(247)
6-1 直流电机的基本构造	(247)
一、静止部分	(248)
二、转动部分	(250)
6-2 直流电机工作原理	(252)
一、直流发电机工作原理	(253)
二、直流电动机工作原理	(253)
三、直流电动机电枢电路电压平衡方程	(254)
四、直流电动机的转矩平衡方程	(255)
6-3 直流电动机按励磁方式分类	(256)
一、他励直流电动机	(256)
二、并励直流电动机	(257)
三、串励直流电动机	(257)
四、复励直流电动机	(259)
6-4 并励直流电动机的工作特性	(261)
一、转矩特性 $M = f(I_a)$	(261)
二、转速特性 $n = f(I_a)$	(261)

三、机械特性 $n = f(M)$	(262)
6-5 直流电动机的起动和调速.....	(264)
一、起动.....	(264)
二、反转.....	(265)
三、调速.....	(266)
小结.....	(271)
习题.....	(272)
第七章 继电 接触控制 线路	(274)
7-1 概述.....	(274)
7-2 常用低压电器.....	(275)
一、闸刀开关.....	(275)
二、铁壳开关.....	(276)
三、按钮.....	(277)
四、转换开关.....	(279)
五、接触器.....	(280)
六、继电器.....	(282)
七、自动空气开关.....	(286)
八、熔断器.....	(288)
7-3 常用的基本控制电路.....	(292)
一、点动控制电路.....	(292)
二、自锁控制电路.....	(293)
三、互锁控制电路.....	(296)
四、联锁控制电路.....	(298)
五、电动机的制动控制电路.....	(299)
六、两处控制一台电动机的电路.....	(300)
7-4 时间控制.....	(301)
一、时间继电器.....	(301)

二、时间控制实例	(302)
7-5 行程控制	(305)
一、行程开关	(305)
二、行程控制实例	(305)
7-6 速度控制	(308)
一、速度继电器	(308)
二、速度控制实例	(309)
小结	(311)
习题	(313)
第八章 工厂供电与安全用电	(317)
8-1 电力系统简介	(318)
一、发电厂	(318)
二、变电所	(318)
三、电力网	(318)
四、电力系统	(318)
8-2 工厂供电配电知识	(320)
一、工厂供电配电系统的组成	(320)
二、电力负荷的分类及对供电的要求	(323)
三、工厂电力线路的任务、分类及接线方式	(323)
四、导线的选择原则	(327)
8-3 接地和接零	(330)
一、电流对人体的影响	(330)
二、接地和接零的有关概念	(331)
三、接地和接零的目的和作用	(334)
8-4 安全用电常识	(342)
小结	(344)
习题	(345)

附录 I 常用电工图形符号新旧国家标准对照

..... (352) ▶

第一章 直流电路

本章主要讨论电路模型和电路的基本元件、基本定律、基本分析方法、基本性质及电路中电压和电位的计算等。这里介绍的基本定律、基本分析方法和计算方法虽然在直流电路中提出，但同时也适用于交流电路。

本章的基本要求是了解电路的作用，理解电路模型和额定值的意义；理解克希荷夫定律、线性电路的叠加性和电路的等效性，并掌握其应用；学会用支路电流法分析电路，掌握电路中电压和电位的计算方法。

1-1 电路的基本知识

一、电路和电路模型

工厂里的各种电气设备、电子仪器等要进行工作和运行，就得依靠各种不同的电路来实现。所谓电路，就是指电流流通的路径，它是由一些电气器件或部件按照一定方式连接而成的。这里所指的电气器件，包括发电机、电池、电动机、控制电器、电灯、电炉等；这里所指的电气部件，包括电阻器、电容器、线圈、二极管、三极管、集成元件等。

电路的结构和形式虽然是各种各样的，但其作用主要有两个方面：

第一个方面的作用是进行能量的传输、分配和转换。体现这个作用最典型的系统是电力系统。电力系统示意图如图1-1所示。在电力系统中，发电机是提供电能的装置，称为电源，

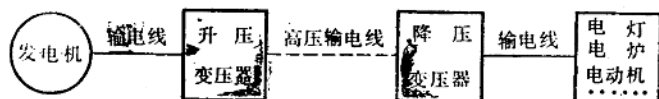


图1-1 电力系统示意图

它将其它形式的能量（如水能、热能或原子能等）转换成电能，电灯、电炉和电动机等是用电装置，称为负载，它将电能转换成其它形式的能量（如光能、热能或机械能等），变压器和输电线是连接电源和负载的桥梁，称为中间环节，它起着传输和分配电能的作用。

电路的第二方面的作用是传递和处理信号。例如扩音机电路，如图1-2所示，放大器的输入信号是由话筒将声音转换成

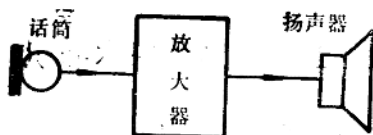


图1-2 扩音机电路示意图

的电信号，通过放大器，输出放大的电信号，然后通过扬声器，输出放大的声音。其中话筒是声电转换器件，是电路中信号的提供者，称为信号源；扬声器是电声转换器件，称为负载；放大器传递和处理信号，是中间环节，当然这个中间环节本身就是一个复杂的电路。

实际的电气器件或部件往往是复杂的，为了表征电路器件或部件的主要物理性质，以便进行定量分析，通常把电气器件

或部件用它的模型来代替。这些模型由一些具有单一物理性质的理想电路元件构成，称为电路模型。常用的理想电路元件有电压源、电流源、电阻、电感和电容五种。将这些理想电路元件用特定的图形符号表示，如图1-3所示，然后按照一定的方式连接成的图形，称为电路模型图，简称电路图。例如图1-4所

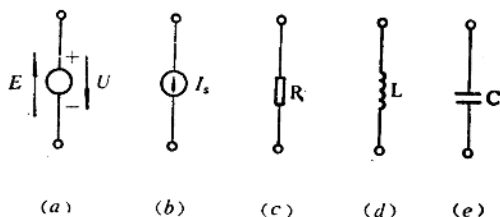


图1-3 理想电路元件图形符号

(a) 电压源 (b) 电流源 (c) 电阻元件 (d) 电感元件 (e) 电容元件

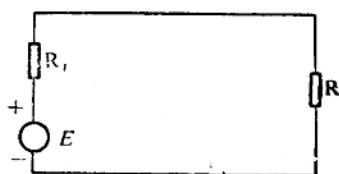


图1-4

示的电路图中， E 和 R ，分别表示电源的电动势和内阻，这两种理想电路元件的组合就表征一个实际电源的模型。 R 表示白炽灯泡的电阻，当连接导线比较短，其线路电阻可以忽略不计时，导线可视为无阻理想导线，用直线段表示。按照用模型代替实体的原则，分析电路时，所有的实际电路都要事先处理成电路图。

二、电流、电压的参考方向

在物理学中，习惯上规定电流的实际方向为正电荷移动的方向，电压的实际方向为由高电位点指向低电位点，即电位降