

高等学校教学参考书

电工学学习辅导

唐介 陈连陞 编

高等教育出版社

高等学校教学参考书

电工学学习辅导

唐介 陈连陞 编

高等教育出版社

(京) 112号

本书是为采用蒋德川主编《电工学》(第三版)教材的学生提供复习和自学的帮助而编写的教学参考书,也可供电工学教师参考。

本书章次与教材一致。每章分“本章综述”、“基本要求”、“学习提示”和“习题答案”等四部分。

编者在书中介绍了各章教材的特点、基本要求及学习时要注意的问题,并指出了学生在学习过程中容易忽视和出错的地方。这对帮助学生学会电工学课程的基本内容有指导意义。

本书责任编辑 刘秉仁

高等学校教学参考书

电工学学习辅导

唐介 陈连陞 编

高等教育出版社出版

新华书店总店科技发行所发行

三河市科教印刷厂印装

开本850×1168 1/32 印张 8.625 字数 220 000
1993 年 10 月第1版 1993 年 10 月第1次印刷
印数0001—1,505
ISBN7-04-004331-9/TM·221

定价 4.10 元

前 言

大连理工大学蒋德川教授主编的《电工学》第三版，分卷一电工技术和卷二电子技术两册，已于1991和1992年先后出版(以下简称教材)。为了给采用该教材的学生提供复习和自学的帮助，我们编写了本书作为与该教材配套的教学参考书。本书也可以供电工学教师参考。

本书章次与教材一致。每章分“本章综述”、“基本要求”、“学习提示”和“习题答案”四部分。

“本章综述”主要介绍本章教材的特点以及学习本章时所要注意的问题。

“基本要求”是根据国家教育委员会1986年颁布的《电工技术》(电工学Ⅰ)和《电子技术》(电工学Ⅱ)两门课程的教学基本要求以及目前正在修订的草案，依照教材的顺序而规定的学生必须学会的基本内容。有些章、节是课程教学基本要求中未规定的，属于加深拓宽的部分，应由各校视具体情况和专业需要决定取舍。本书对这些章、节也规定了学生应该学会的基本内容，以供参考。本书参照课程教学基本要求也采用了“理解”或“掌握”与“了解”两个层次。重点和重要的部分属于理解和掌握的内容，其余属于了解的内容。但是学生不要误认为凡属了解的部分便可以不必学会。

“学习提示”是根据编者的教学经验，将学生学习过程中容易忽视和出错的部分指出来，以帮助学生能更好地学会基本内容。

“习题答案”包括教材中的全部习题答案和部分解题过程。

本书前言、引论和前十六章由唐介执笔，后十一章由陈连陞执笔，全书经蒋德川教授详加审阅，提出了很多宝贵的修改意见，谨此致以衷心的感谢。

由于编者的学识和经验有限，难免存在不足和不妥之处，希望读者批评指正。

编者

1992年10月

目 录

引论.....	1
第一章 直流电路.....	5
第二章 电压和电流的波形.....	24
第三章 电路的参数.....	32
第四章 交流电路.....	39
第五章 三相电路.....	61
第六章 电路的时域分析.....	69
第七章 电工测量.....	82
第八章 磁路和变压器.....	86
第九章 直流电机.....	96
第十章 异步电机.....	106
第十一章 同步电机.....	121
第十二章 控制电机.....	131
第十三章 电动机的选择.....	136
第十四章 电动机的继电-接触器控制	140
第十五章 安全用电.....	148
第十六章 半导体二极管和波形变换电路.....	150
第十七章 半导体三极管和基本放大电路.....	164
第十八章 线性集成组件.....	192
第十九章 线性集成组件的应用.....	198
第二十章 信号发生器.....	214
第二十一章 晶闸管和它的应用.....	222
第二十二章 常用的电子仪器.....	232
第二十三章 数字电路的基础知识.....	235

第二十四章	逻辑门和组合电路.....	241
第二十五章	触发器和时序电路.....	254
第二十六章	数字信号与模拟信号的相互转换.....	268

引 论

“电工学”包括“电工技术(电工学Ⅰ)”和“电子技术(电工学Ⅱ)”，是高等工业学校为非电专业设置的技术基础课。众所周知，电能是转换、输送和控制最容易和最经济的能量形态，是传递、处理和储存信息的最方便和最有效的工具。因而正如教材所说：“到了20世纪90年代的今天，无论是工业、农业、国防建设和科学技术各个方面，还是人们日常衣、食、住、行以及文化生活，电已是不可须臾或缺的了”。电工技术和电子技术与其它学科的结合或向其它学科的渗透已经或正在促进这些学科的发展和开拓出学科的新领域。如果同学们希望自己能成为社会主义现代化建设的高级工程技术人材、高级工程研究人才或高级管理人才，学好电工学则是必不可少的。

当前，由于某些暂时的，不合理的社会现象和不正确的思想潮流影响了部分同学学习的积极性，使得“读书无用论”在新的形势和新的环境下又有所滋长。但是，任何有识之士都不会为一时一事而忘记自己的社会责任。我们的同学都是社会主义事业的接班人，是社会的未来和希望，应该目光远大，胸怀大志，热爱祖国，奋发向上，立志成为德、智、体全面发展的社会主义现代化建设的有用之才。大学时期，不仅是学习知识，培养能力的时期，也是全面提高素质，树立正确的人生观和世界观的关键时期，是确立良好的思想道德修养和个性心理品质的关键时期，这就需要 we 不断克服各种不正确思潮和个人因素带来的消极影响，端正学习目的和学习态度，为不断提高自己的德、识、才、学而努力。

还有一些同学对掌握知识不感兴趣，片面地强调能力的培养。所谓能力应该指智能，它包括智力和能力两个方面。智能的训练

和培养的确是十分重要的，但是这并不排除掌握知识的必要性。掌握知识与培养智能是密切相关的辩证统一过程。关于这一问题历史上也有过不少争论。实践证明，单方面的强调知识的积累，忽视智能的培养，会使同学们难以适应科技发展的需要，缺少开拓创造能力，以至于在新情况、新问题面前显得束手无策，无能为力。另一方面，如果忽视知识本身的价值和作用，又会削弱必要的基础知识和实用知识，限制了能力的提高，难以适应社会的需要。因此，我们主张既要重视掌握知识又要努力发展智能。知识是开发智能的基础和前提，而智能则是获取知识的工具和条件。脱离知识的智能是不存在的。

当前，随着我国改革开放的继续深入，竞争机制不断加强，同学们应该增加紧迫感和现实感，增强求职和竞争意识。为此，更应珍惜得之不易的大学学习机会，学好电工学和其它课程，努力提高自己的政治和业务素质。不要推卸肩上的历史重任，不要辜负祖国、人民和家长对自己的厚望。

以上谈的是非电专业的学生为什么要学习电工学的一些认识问题。有了正确的认识，必将成为学习的动力。但是学习效果的好坏，还和学习方法有着密切的关系。

电工学的学习方法虽然基本上和学习其它课程的一样，应该课前略作预习，堂上认真听讲，课后及时复习，并独立认真地完成作业。由于电工学是一门范围较广，概念较多，系统性、理论性和实践性都很强的课程，有些现象又不能直接看得见、摸得到，因此确有其难学之处。这里我们谈谈学习中应该注意的几个问题。

首先，要加强自学意识，增加主动性，减少依赖性，这对于掌握知识和培养智能是十分必要的。常言道：“师傅引进门，修行在个人”就是这个道理。在学完一章或几章之后，要亲自进行阶段性总结，使其对学习起巩固和深化的作用。

怎样作阶段性总结呢？

一是分清主次。把学习过的内容加以思索和考虑，区分哪些

是基本内容，哪些是前者的扩展或派生。对于基本内容，必须透彻领会，这样对扩展和派生的内容就比较容易掌握了。

二是前后联系。将前后有关内容梳一梳辫子，找出来龙去脉，有助于对所学知识的全面理解。

三是相互对比。把某些类似问题进行对比，借以加深概念，明确异同，便于记忆。

其次，要注意各个部分的特点。电工学包含了电路理论、电机、电器、模拟电子技术、数字电子技术和电力电子技术等内容。对于不同的部分，学习方法也要作适当的调整。例如，电路理论的研究对象不是具体的电路实体，而是由各种电路实体抽象出来的电路模型，是研究电路分析计算的普遍规律，较多地强调了它们的共性，学习中，需要我们从共性中去发现它们的特性。要注重理论的严密和计算的精确。而电机、电器和电子技术部分则是讨论各种不同特性的电机、电器和电子器件以及由它们组成的以完成各种不同功能的电路实体，较多地强调了它们的特性，学习时，要注意从这些特性中去发现它们的共性。要注意工程近似的分析方法。

最后，还要强调一下重视实验的问题。前面曾经提到，电工学是一门实践性很强的课程，电工实验课不仅起到理论联系实际的作用，而且是培养操作技能和训练科学作风的重要环节。近几年来，不少同学在学习时出现了重理论而轻实践的倾向，在实验前不认真预习，进行实验应付了事，写实验报告潦草塞责，致使基本技能和工程实践的训练大为削弱。为了真正使同学们成为政治思想好、身体健康、基础扎实、思路开阔、适应性强、有创造能力的建设人才，师生们必须共同努力，提高实验课的教学质量。因而要求同学们在实验课之前，一定要认真预习，搞懂实验原理，明确实验目的和操作步骤，在实验过程中，既要动手又要动脑，理论联系实际。在实验完毕后，能正确处理所得数据，分析观察到的现象，写出整洁的实验报告。这是科技人员的基本功，千万

不可等闲视之。

当然，学习方法可以因人而异，不能强求一律。殷切希望同学们通过学习的实践，有所前进，有所创造。

第一章 直 流 电 路

(一) 本章综述

(1) 本章是以读者已掌握了简单直流电路的计算方法为前提的。像电压、电流等基本物理量的定义,电阻的串并联等都不再重复或不作过多重复。遗忘时,希读者能及时复习一下物理学中的有关内容。

(2) 本章在讨论直流电路的分析和计算方法的同时,还介绍了很多电路的基本知识和基本理论。忽视后者,往往造成概念不清,影响今后的学习。

(3) 在电工学中有很多关系式是两两对应,形式相同的,它们之间的这种对应关系称为对偶关系(详见教材第六章第12节)。教材有意突出了电路中的这些对偶关系,读者若能加以注意,或可起到事半功倍的效果。

(二) 基本要求

(1) 理解电路的状态,负载大小和额定值的意义。

(2) 理解电位的概念及参考点的选择。

(3) 理解电路模型的概念以及理想电压源和理想电流源的特点。

(4) 理解实际电源的两种模型及其等效变换。

(5) 理解电压、电流正方向(参考方向)的意义。

(6) 理解克希荷夫定律,掌握用支路电流法、叠加原理和戴维南定理分析电路的方法。

(7) 了解受控源的种类,掌握用戴维南定理分析含受控源电路的方法。

(8) 了解非线性电阻元件的伏安特性及静态电阻和动态电

阻的概念。

(三) 学习提示

(1) 负载的大小和增减是指负载消耗的电功率的大小和增减, 不要误解为负载电阻 R_L 的大小和增减。例如由理想电压源向负载电阻 R_L 供电时, R_L 增加, 负载电流减少, 负载消耗的电功率减少, 负载是减少了而不是增加了; 如果由理想电流源向负载电阻 R_L 供电时, R_L 增加, 负载电流不变, 负载消耗的电功率增加, 负载则是增加了。

(2) 额定值的意义在本章中只能初步了解, 还必须与今后要学习的变压器和电机的额定值以及实验中所遇到的各种电气设备的额定值联系起来进一步理解。

(3) 学习电路的状态, 要理解通路时的电功率平衡问题以及开路和短路的特点。

(4) 理想电压源(恒压源)和理想电流源(恒流源)的特点是分析电路的基础知识, 这里有几
点要加以强调和说明:

(a) 理想电压源的输出电压和理想电流源的输出电流是由它们自身确定的定值; 而理想电压源的输出电流和理想电流源的输出电压则与外电路的情况有关, 不是由其本身所确定的。因

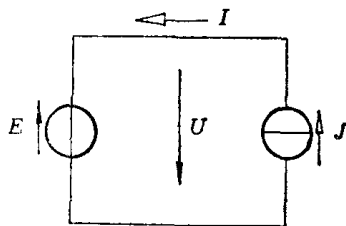


图 1-1

而, 凡是与理想电压源并联的元件(包括理想电流源在内)两端的电压都等于理想电压源的电动势 E ; 凡是与理想电流源串联的元件(包括理想电压源在内)的电流都等于理想电流源的电流 J 。例如图1-1所示电路中, 通过理想电压源的电流应等于 J , 方向自上而下; 理想电流源两端的电压应等于 E , 极性上正下负。

(b) 根据理想电压源和理想电流源的上述特点, 与理想电压源并联的元件量值变化时, 例如图1-2(a)中 R_L 变化时, 不会影响

电路其余部分(图中虚线方框内的电路)的电压和电流, 仅仅只影响 R_1 及理想电压源的电流, 与理想电流源串联的元件量值变化时, 例如图1-2(b)中 R_1 变化时, 不会影响电路其余部分的电压和电流, 仅仅只影响 R_1 和理想电流源的电压。

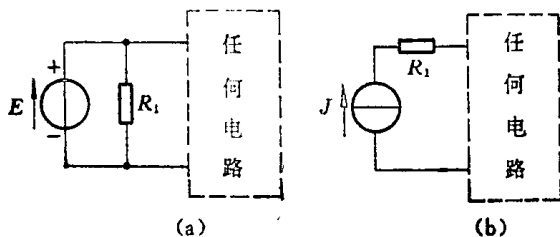


图 1-2

(c) 有些同学常常把理想电流源两端的电压认作零, 常见的理由是理想电流源内部不含电阻, 根据欧姆定律, $U = RI = 0 \times J = 0$ 。这显然是不对的, $U = RI$ 只适用于理想电阻元件。理想电流源只有在短路时两端的电压才等于零。

(d) 理想电压源和理想电流源并非都是产生电功率起电源作用的, 充电时它们也可以消耗电功率起负载作用。只有在它们的输出电压和输出电流的实际方向如图1-3所示时, 它们产生电功率, 起电源作用。若电压或者电流的实际方向与图1-3中相反时, 它们消耗电功率, 起负载作用。因此, 在图1-1中, 理想电流源起电源作用, 而理想电压源起负载作用。

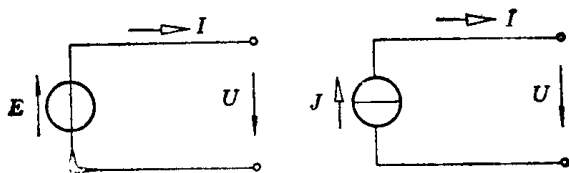


图 1-3

(5) 电压源和电流源是实际电源的两种模型, 在进行等效

变换或合并电源时请注意以下几点：

(a) 教材为突出电压源与电流源的对偶关系，理想电阻元件的量值分别用了内电阻 R_0 和内电导 G_0 。解题时，可视方便任意选用，例如都用 R_0 。在电压源与电流源进行等效变换时，只需由 E 算出 J ，或者由 J 算出 E ，而 R_0 值不变，只需由串联改为并联或者反之。

(b) 变换是有条件的，即对外部电路等效，对内部电路而言是不能等效的，例如内电阻上消耗的电功率就是不相等的。

(c) 解题过程中，如遇两个或两个以上理想电压源串联时，如图1-4所示，可合并成一个等效的理想电压源。

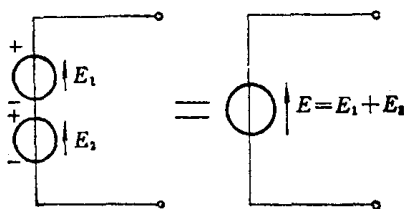


图 1-4

如遇两个或两个以上理想电流源并联时，如图1-5所示，可合并成一个等效的理想电流源。

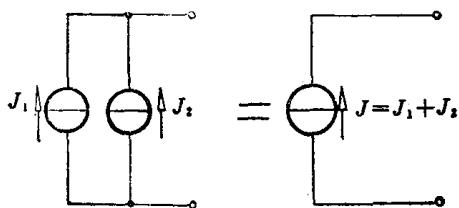


图 1-5

(d) 理想电压源与理想电流源之间不能等效变换，因为它们无法满足对外等效的条件。

(6) 电压、电流的正方向是分析电路的重要工具，也是我

们与物理学中只采用实际方向分析电路的主要区别。

(a) 正方向一经确定,电压和电流都是代数量。解题时,一定要将待求电压和电流的正方向在电路图中标注出来,否则计算结果没有意义。

(b) 今后在进行电路分析时(包括以后各章中其它波形的电路),除指明为实际方向者外,电路图中电压、电流的方向都是指正方向。希读者注意。

(c) 仅分析电流间的关系或者电压间的关系时,它们的正方向是可以独自任意选择,互不关联的。例如在用支路电流法解题时,各支路电流的正方向就是各自任意选择的。

但是,在分析电路中电流与电压之间的关系时,却常常要考虑到电流与电压正方向之间的关联问题,即所谓的正方向是否一致的问题。对无源元件(包括理想电阻元件以及今后还要讨论的理想电容元件和理想电感元件)来说,若电流的正方向如图1-6(a)所示,是从电压正方向所表示的高电位端流入,从低电位端流出,则电压与电流的正方向是一致的。否则,若如图1-6(b)所示,电压与电流的正方向是不一致的。对有源元件来说,若如图1-3所示,电流的正方向是从电压正方向所表示的高电位端流出,从低电位端流入,则它们的正方向是一致的,否则就是不一致的。

(d) 所有定律和公式都是在规定的正方向下得到的。正方向改变,公式也要作相应地变化,例如欧姆定律只有在电压和电流

的正方向一致[图1-6(a)]时才有 $I = \frac{U}{R}$, 若电压与电流的正方向不一致[图1-6(b)], 则欧姆定律应改写成 $I = -\frac{U}{R}$ 。

(e) 理想电压源和理想电流源在电压和电流的正方向一致时,若 $P = UI > 0$, 说明它输出正功率,起电源作用;若 $P = UI < 0$, 说明它输出负功率,即输入正功率,起负载作用。若电压与电流的正方向不一致,则结论正好相反。

(7) 克希荷夫定律是电路的基本定律,是本章的重点之一,要熟练掌握,善于应用。

(a) 教材对克希荷夫的两个定律分别讲述了三种形式的公式,即:

任意波形时的一般公式: $\sum i = 0$ $\sum u = 0$

直流电路中的一般公式: $\sum I = 0$ $\sum U = 0$

含电动势或电激流公式: $\sum GU = \sum J$ $\sum RI = \sum E$

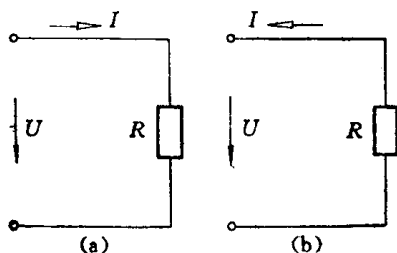


图 1-6

上述左右两边的公式是两两对应,互为对偶的。其中 $\sum GU = \sum J$ 只需作一般了解,重点放在掌握其它公式上。

(b) 在应用 $\sum RI = \sum E$ 时,按 I 和 E 的正方向与回路方向一致时前面取正号,否则前面取负号的规定, $\sum RI$ 与 $\sum E$ 应分别放在等式两边,不可放在同一边,这点务必注意。

(c) 当回路中除 RI 和 E 外,还有 U 时, U 与 RI 都是电压降,两者应放在等式的同一边, U 前面的正、负号的规定与 RI 相同,即相当于将 $\sum RI = \sum E$ 改写成 $\sum RI + \sum U = \sum E$ 。

(d) 欧姆定律也可以看成克希荷夫定律的特例,如图1-6所示,取回路方向为顺时针方向,列出回路方程式分别为 $RI - U = 0$ 和 $-RI - U = 0$ 。整理后便得 $I = \frac{U}{R}$ 和 $I = -\frac{U}{R}$ 。

(8) 支路电流法是利用克希荷夫定律解复杂电路最基本的方法,请注意以下几点: