

电工与电子技术基础 学习辅导

(第二版)

罗智文 丘晓华 编

华南理工大学出版社

电工与电子技术基础学习辅导

(第二版)

罗智文 丘晓华 编

华南理工大学出版社

·广州·

图书在版编目 (CIP) 数据

电工与电子技术基础学习辅导 / 罗智文, 丘晓华编. — 2 版. — 广州: 华南理工大学出版社, 2003.6 (2008.2 重印)
ISBN 978-7-5623-0261-2

I. 电… II. ①罗… ②丘… III. 电工技术-电子技术-教学参考书 IV. TM①

总发行: 华南理工大学出版社
(广州五山华南理工大学 17 号楼, 邮编 510640)
营销部电话: 020-87113487 87111048 (传真)
Email: scute13@scut.edu.cn
<http://www.scutpress.com.cn>

责任编辑: 梁文厚 欧建岸
印刷者: 广东省农垦总局印刷厂
开本: 787mm×1092mm 1/32 印张: 13.375 字数: 300 千
版次: 2003 年 6 月第 2 版 2008 年 2 月第 8 次印刷
印数: 27 001~29 000 册
定 价: 19.50 元

版权所有 盗版必究

第二版前言

本书是参照《高等工业学校电工学教学大纲》、根据广东省《电工学自学考试大纲》的基本要求,对选用了华南理工大学丘立尚、张琳编写的《电工与电子技术基础(第二版)》(华南理工大学出版社出版)为教材的大专生、函授生和自学读者进行学习辅导而编写。书中所提到的章节和练习题均指该教材而言。其中记有“*”符号的是指加深、加宽的内容,可供学生选读。

这次修订主要是在原书的基础上删减原理方面的陈述,增补例题分析,使全书更简明扼要,对重点、难点问题分析得更加透彻。

参加编写和修订工作的有罗智文(第一至第七章),丘晓华(第八至第十二章),全书由罗智文担任主编。本书在编写过程中得到华南理工大学电工教研室全体老师的指导和帮助,谨此表示感谢。

书中存在的缺点和错误,敬请读者批评指正。

编 者
2003.3

目录

第一章 电路和电路元件	(1)
基本要求.....	(1)
内容提要.....	(2)
一、电路及电路模型	(2)
二、电流及电流的参考方向	(3)
三、电位、电压、电动势及它们的参考方向	(3)
四、电路三种状态的特点	(7)
五、电压源和电流源	(8)
六、电压源与电流源的等效变换.....	(10)
七、电阻、电感、电容元件的性质.....	(11)
八*、电容的串联和并联	(13)
九、电路的基本定律.....	(14)
十、电路中的功率计算.....	(16)
例题分析	(18)
练习题选解与答案	(34)
第二章 电路的分析计算方法	(52)
基本要求	(52)
内容提要	(52)
一、简单电路的计算.....	(52)
二、用支路电流法求解复杂电路.....	(53)
三*、用节点电压法求解复杂电路	(54)
四、叠加原理.....	(55)
五、用有源二端网络等效化简的方法求解复杂 电路.....	(55)

六、电路中某点电位的计算要领·····	(56)
七、一阶线性电路的瞬变过程·····	(57)
例题分析·····	(59)
练习题选解与答案·····	(85)
第三章 正弦交流电路 ·····	(111)
基本要求·····	(111)
内容提要·····	(112)
一、正弦交流电的瞬时值和参考方向·····	(112)
二、正弦量的三要素·····	(112)
三、相位和相位差·····	(114)
四、正弦交流电的相量表示法·····	(115)
五、正弦交流电的文字符号及基本定律·····	(116)
六、电阻、感抗、容抗的物理性质·····	(118)
七、阻抗 z 和复阻抗 Z ·····	(118)
八、 R 、 L 、 C 串联交流电路中电压与电流关系及功率 关系·····	(119)
九、正弦交流电路中负载的功率·····	(121)
十、 R 、 L 、 C 并联交流电路的计算·····	(121)
十一、功率因数和功率因数的提高·····	(123)
十二、串联谐振和并联谐振·····	(124)
例题分析·····	(126)
练习题选解与答案·····	(140)
第四章 三相交流电路 ·····	(154)
基本要求·····	(154)
内容提要·····	(154)
一、三相对称交流电的表示方法·····	(154)
二、三相电源的星形(Y)联接·····	(155)

三、三相负载的星形联接和三角形(Δ)联接	(155)
四、求解三相交流电路时应注意的问题	(156)
五、负载星形联接的三相交流电路中电压与电流的关系	(157)
六、负载三角形联接的三相交流电路中电压与电流的关系	(158)
七、三相电路负载功率的计算	(159)
八、三相有功功率的测量	(160)
例题分析	(161)
练习题选解与答案	(171)
第五章 磁路与变压器	(179)
基本要求	(179)
内容提要	(179)
一、磁路	(179)
二、磁场的基本物理量	(180)
三、磁路基本定律及电路与磁路的对偶	(181)
四、交流铁心线圈电路	(183)
五、变压器的几种变换关系	(186)
六、变压器绕组的极性	(189)
七、三相变压器	(190)
例题分析	(191)
练习题选解与答案	(197)
第六章 异步电动机	(204)
基本要求	(204)
内容提要	(204)
一、电动机的工作原理	(204)
二、旋转磁场	(205)

三、转差率 s	(206)
四、转矩特性	(206)
五、异步电动机的使用	(207)
六*、电气设备的接地和接零	(210)
例题分析	(214)
练习题选解与答案	(217)
第七章 常用继电接触控制线路	(223)
基本要求	(223)
内容提要	(223)
一、继电接触控制的常用电器	(223)
二、控制线路的基本概念和基本环节	(226)
三、常用控制线路构成要点	(235)
四*、控制线路图的阅读	(237)
练习题选解与答案	(242)
第八章 二极管和整流电路	(251)
基本要求	(251)
内容提要	(251)
一、半导体的导电特性	(251)
二、PN 结及其单向导电性	(251)
三、二极管	(252)
四、单相桥式整流电路	(254)
五、滤波电路	(256)
六、稳压管	(257)
七、简单的稳压电路	(257)
例题分析	(258)
练习题选解与答案	(271)
第九章 半导体三极管与交流放大电路	(283)

基本要求.....	(283)
内容提要.....	(284)
一、三极管	(284)
二、交流放大电路的工作特点	(287)
三、交流放大电路的分析方法	(288)
四、放大电路静态工作点的稳定	(295)
五、阻容耦合放大电路	(296)
六、放大电路中的负反馈	(297)
七、射极输出器	(302)
例题分析.....	(303)
练习题选解与答案.....	(337)
第十章 直流放大电路	(355)
基本要求.....	(355)
内容提要.....	(355)
一、直流放大电路的特殊问题	(355)
二、差动放大电路	(357)
三、运算放大器	(360)
例题分析.....	(363)
练习题选解与答案.....	(386)
第十一章 晶闸管与可控整流电路	(396)
基本要求.....	(396)
内容提要.....	(396)
一、晶闸管元件	(396)
二、可控整流电路	(397)
三、晶闸管的触发电路	(399)
例题分析.....	(399)
练习题选解与答案.....	(409)

第一章 电路和电路元件

基本要求

1. 了解电路的作用,理解电路模型及电路的三种工作状态,理解额定值的意义。
2. 正确理解电流、电位、电压、电动势等常用物理量。理解电流、电压正方向的意义。
3. 掌握电压源与电流源的基本概念及其等效变换方法。
4. 掌握电路的电阻、电感、电容的电压与电流关系以及功率和能量计算。
5. 熟练应用欧姆定律和克希荷夫定律。

本章重点:电压源和电流源的基本概念;克希荷夫定律;电阻、电感、电容的物理性质。

本章难点:①电压、电流的正方向的意义;②理想电压源和理想电流源的概念及其特点;③建立动态元件的动态概念,尤其是电感的电流和电容的电压不能突变的概念。

内 容 提 要

一、电路及电路模型

电路是为了取得电能或信息而把电源(或信号源)、负载以及联接导线、控制及保护设备等连结成的一个整体。它的作用是传输、变换电能,传递或处理电信号。

在电路理论上为了分析计算一个电路,而把电路的主要实物部件(指电源和负载),归纳为五种具有单一物理性质的理想电路元件,而每种元件的性质用称作电路参数的物理量来表示。

这五种电路元件及其电路参数如图 1-1 所示。

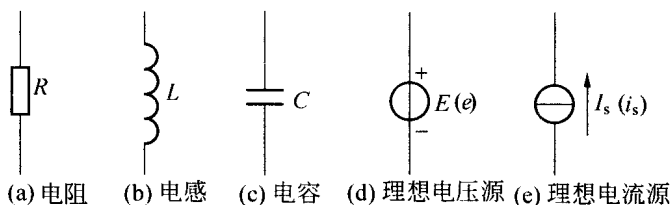


图 1-1 理想电路元件

例如:在供给电能的电力电路中,若实际电源内阻很小,性质接近理想电压源,这样不论电能的供给者是发电机或是蓄电池,在电路模型中都用理想电压源来表示。同样不论负载为白炽灯泡或电阻炉,它们表现的主要物理性质均为电阻性,因此在电路模型中都用电阻元件来表示。

在第一、二章主要分析由理想电压源、理想电流源和电阻

三种电路元件组成的理想直流电路模型。

二、电流及电流的参考方向

电流是一个有大小、有方向的物理量。电流方向规定为正电荷的运动方向(或负电荷运动的相反方向)。在外电路(指电源以外的电路部分)的电流是由电场力推动的,从高电位流向低电位,而在电源内部则是在电源力推动下由低电位流向高电位,使整个电路中,电流的流动形成一个闭合回路。若电流不能形成闭合回路,则电流为零。如图 1-2 中, $I=0$ 。

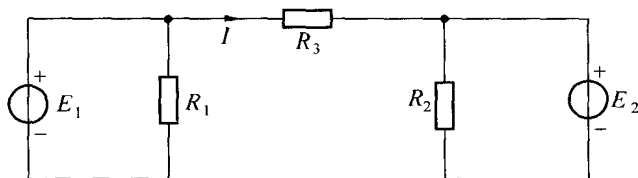


图 1-2

在实际分析电路时,往往不能事先判断电流的真实方向,此时可任意选定某一个方向作为它的假定方向,并用箭头标在电路图中。这个假定方向又称为电流的“参考方向”。当电流为正值时,则表明电流的真实方向与参考方向一致,当电流为负值时,则表明电流的真实方向与参考方向相反。因此,只有在规定了参考方向后,电流才有正负之分(参考例1-1)。

三、电位、电压、电动势及它们的参考方向

1. 在分析电路时,应注意电位值是相对的,电位的高低是对某一个参考点而言的,某电路的参考点可以是接地点,也可以是许多元件汇集的公共点,或者是为了计算方便而在电路中

选择的某一点。参考点的电位为零,其他各点通过与该参考点比较,可定出各自的电数值,而且在同一电路中,取不同的参考点,各点电位就有不同的数值,所以没有参考点的电数值是没有意义的。但若选定了一个参考点后,电路中某点电位就只有一个固定的数值,这就是电位的相对性和单值性。

如图 1-3a、b 所示的电路中, $E = 6\text{V}$ 。

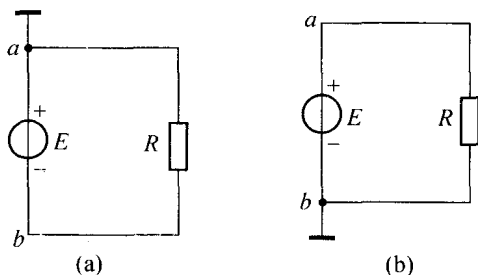


图 1-3

图 a 电路中以 a 点为参考点有:

$$V_a = 0$$

$$V_b = -6\text{V}$$

图 b 电路中以 b 点为参考点有:

$$V_b = 0$$

$$V_a = 6\text{V}$$

2. 电路中某两点之间电压的数值等于这两点之间的电位差。电路中两点间的电压数值与参考点的选择无关,也与电路路径的选择无关。

电压的方向规定为由高电位端指向低电位端,即电位降低的方向。和电流一样,在实际分析电路时因不能事先判断某两点电位的高低,所以电压也应假定一个方向作为它的参

考方向,并用箭头标在电路中,亦可用代表起点、终点的下标如 U_{ab} 表示,或用“+”、“-”符号表示所假定的高电位端和低电位端。当电压为正值时,则表明电压的真实方向与参考方向一致,当电压为负值时,则表明电压的真实方向与参考方向相反。

在电路的分析计算中,要研究某一段电路的电压和电流时,虽然它们的参考方向可以任意假定,但是为了分析计算方便,在明显地知道该支路的电压和电流的真实方向时,应使参考方向和真实方向一致。另外,在电压和电流之间应采用它们彼此关联的参考方向。所谓电压和电流的关联参考方向,是指在同一段电路中电流的参考方向和电压的参考方向取向一致,即电流从假设的高电位端流向低电位端,如图 1-4 所示。

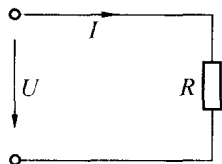


图 1-4

在电路中给电压和电流一个参考方向并不是抽象的。我们在使用直流电压表或直流电流表时都注意到表盘上的接线端子标明有“+”、“-”符号,当把表接入电路时,实际上就是为未知量选定了以从表的“+”端指向表的“-”端为参考方向,若指针正向偏转,则电压或电流为正值,说明未知电压或电流的真实方向与参考方向相同,若指针反向偏转,则电压或电流为负值,说明未知电压或电流的真实方向与参考方向相反(参考例 1-3)。

3. 电动势的方向规定为由低电位端指向高电位端,即电位升高的方向。在直流电路中,电源的正、负极是已知的,所以电动势的方向不必假设。但是在交流电路中,电源电动势的实际方向是随着时间作周期性变化的,所以电源上所标电

电动势的方向也是参考方向。

因为正电荷在电源内部被电源力从负极搬到正极而获得了电位能,可以对外做功,所以当电源供给电能(输出功率)时,真实电流方向是从电源正极流出,负极流入,即在电源内部电流真实方向与电动势方向一致。如果电流在电源内部的真实方向与电动势方向相反,电流从电源的正极流入,负极流出,此时的电源是吸取电能(输入功率),处于负载状态。如蓄电池充电时就属于这种情况。这点在计算电路的功率平衡时要特别注意。如图 1-5 所示电路,其中 E_1 是电源,而 R 和 E_2 同属于负载。

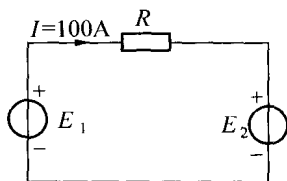


图 1-5

电压和电动势是两个十分相似的物理量,它们不同之处是做功的力不同,电压是电场力做功,电动势是电源力做功。因此在电路的分析计算中,常常会遇到用电动势或电压表示同一个电位差,如把图 1-6a 所示电路画成图 1-6b 所示电路,此时 $U = E$ 。

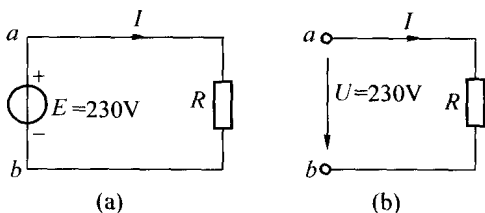


图 1-6

四、电路三种状态的特点

1. 负载工作状态。此时是电路开关接通,负载上有电流流过,电源输出功率,负载输入功率。应注意,当流过负载的电流越大时(对并联电路负载电阻值越小)称为负载越大;反之,当流过负载的电流越小时(对并联电路负载电阻值越大)称为负载越小。图 1-7a 是电路的负载工作状态。此时:

$$\left. \begin{array}{ll} \text{负载电流} & I = \frac{E}{R_0 + R_L} \\ \text{负载端电压} & U = E - IR_0 \\ \text{电源输出功率} & P_E = EI \\ \text{负载消耗功率} & P_L = UI \\ \text{电源内阻消耗功率} & P_{R_0} = I^2 R_0 \end{array} \right\} \quad (1-1)$$

在电路中电源输出功率应等于全电路各部分消耗功率的总和,即

$$P_E = P_L + P_{R_0} = I^2 R_L + I^2 R_0$$

电路负载工作状态中又有额定工作状态、欠载和过载三种情况。电气设备在额定值情况下的工作状态称为额定工作

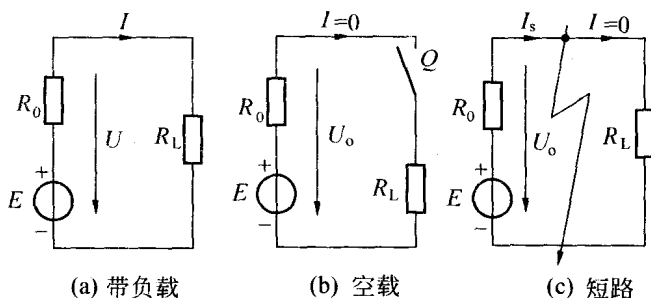


图 1-7 电路的工作状态

状态,此时电路的电流等于额定电流,故额定工作状态也称为满载。当电路的电流小于额定电流时称为欠载,大于额定电流时称为过载。

2. 开路(空载)状态。此时是电路开关打开,负载上没有电流流过,电源不输出功率,负载也不输入功率。如图 1-7b 是电路的开路状态,此时:

$$\left. \begin{array}{ll} \text{电路断开} & R_L \rightarrow \infty \\ \text{负载电流} & I = 0 \\ \text{电源端电压} & U_o = E \\ \text{电源输出功率} & P_E = 0 \\ \text{负载消耗功率} & P_L = 0 \end{array} \right\} \quad (1-2)$$

3. 短路状态。此时电路中电源两端被导线直接短接,使电流不流过负载,负载上没有功率输入,但电源输出很大功率而且都在电源内阻和线路电阻上消耗并转化为热能,使电源和导线温度升高甚至烧毁。这种情况必须严格避免发生。图 1-7c 是电路的短路状态,此时:

$$\left. \begin{array}{ll} \text{负载电流} & I = 0 \\ \text{电路电流} & I_s = \frac{E}{R_0} \text{ (称短路电流)} \\ \text{电源端电压} & U_o = 0 \\ \text{电源输出功率} & P_E = EI_s \\ \text{负载输入功率} & P_L = 0 \end{array} \right\} \quad (1-3)$$

有时为了工作需要而把电路的某一局部用导线直接连接起来,这种情况称为短接。

五、电压源和电流源

电压源和电流源是电源的两种等效电路,任何电源都可