



普通高校系列教材·信息技术

电路与模拟电子技术

普通高校教材(信息技术)编委会组编

作者: 于学锋

学习参考



南京大学出版社

普通高校系列教材·信息技术

《电路与模拟电子技术》学习参考

于学锋 编

南京大学出版社

内
容
简
介

本书是全国高校教材《电路与模拟电子技术》的配套辅导材料,其内容包括五个部分:第一部分是学习方法指导,结合课程的特点,整理一条学习主线,给出学习方法和思路,以使大家更好地领悟教材,提高学习效率;第二部分是习题解答,详尽解答教材中所有习题;第三部分是典型题解,提供了大量的题解分析,所选题目都带有典型性和启发性,重点突出,针对性强;第四部分是模拟测试,以试卷的形式进行综合测试,并给出解答;第五部分是实验指导,精选七个实验,巩固所学的理论知识,提高动手能力。

本书可作为大、中专学校学生及所有自学《电路与模拟电子技术》的读者之首选参考书。

图书在版编目(CIP)数据

《电路与模拟电子技术》学习参考/于学锋编. —南京:南京大学出版社,2001.9

ISBN 7-305-02491-0

I. 电... II. 于... III. ①电路-高等教育-教学参考资料②模拟电路-高等教育-教学参考资料

IV. TN710

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 068054 号

书 名 《电路与模拟电子技术》学习参考
编 者 于学锋
出版发行 南京大学出版社
社 址 南京市汉口路 22 号 邮编 210093
电 话 025-3596923 025-3592317 传真 025-3303347
网 址 www.njupress.com
电子函件 nupress1@public1.ptt.js.cn
经 销 全国新华书店
印 刷 合肥学苑印刷厂印刷
开 本 787×1092 1/16 印张 10.75 字数 268 千
版 次 2001 年 9 月第 1 版 2001 年 9 月第 1 次印刷
ISBN 7-305-02491-0/O·268
定 价 16.00 元

* 版权所有,侵权必究

* 凡购买南大版图书,如有印装质量问题,请与所购图书销售部门联系调换

出版前言

近些年来我国的高等教育事业有了长足的发展,高校招生人数年年递增,越来越多的年轻人有机会接受正规的高等教育。这一举措无疑对我国的社会进步和经济发展有着重要的意义。但是人们也深刻的认识到,高等教育质量的好坏是一个不容忽视的关键性问题,而保证教育质量的一个重要环节就是抓好教材建设。但是教材内容陈旧,教学手段落后的现象一直存在着。尤其像计算机技术这样的新兴领域发展迅猛,知识更新日新月异,教学内容落后于新技术新知识的矛盾显得尤为突出。基于上述两方面考虑,在南京大学出版社的鼎力相助下,一个以组编高校信息、电子类专业教材为主要任务的教材编委会成立了。

针对我国高等教育的现状和信息、电子技术的发展趋势,编委会组织部分高校的专家教授进行了深入的专题研讨。大家一致认为,在当前情况下组编一套紧跟新技术发展、符合高校教学需要、满足大学生求知欲望的系列教材势在必行,这将有助于规范教学体系、更新教学内容、把握教学质量,培养合格人才。专家们还对教材的结构、内容、体例及配套服务等提出了具体要求。为了能使这套教材逐步完善,并促进全国各地高校教学质量的提高,编委会决定在教材之外认真做好三件事:第一,为每本教材配备一本供学生使用的学习参考书,其主体内容为学习方法指导、习题分析与解答、典型题解或课程设计、模拟测试卷及解答、实验指导书;第二,定期对教材内容进行修订,及时补充新技术新知识,并根据具体情况组编新的教材;第三,有计划的组织各地高校教师进行教学交流与研讨,通过这种途径来提高偏远地区的师资水平。我们相信,通过各方面的大力支持和大家的不懈努力,这套教材会逐步被广大师生所接受,并在使用过程中得到完善、充实。

大家都知道,组编这样一套系列教材是个牵涉面很广的大工程。这个工程不仅在起步阶段需要得到各级教育主管部门、各高等院校、出版社的大力支持和协助,而且在使用过程中也离不开各位专家、教授、学生的热心呵护和指导。因此,殷切期待所有的能人志士关心我们,帮助我们,向我们提出好的建议或意见,为我们指出教材中的不足之处。

最后,感谢所有为本套系列教材出版付出辛勤劳动的同志们。

普通高校教材(信息技术)编委会

2001年8月

编者的话

计算机与计算机科学正以无比的优越性和强劲的势头迅猛地进入人类社会的各个领域,急剧地改变着人们的生产方式和生活方式。

《电路与模拟电子技术》是一门实践性很强的技术基础课程,它的理论和方法在许多技术领域都得了广泛的应用,它是数字逻辑电路、计算机组成原理、微型机及其应用等专业基础课的先修课。因为就计算机系统本身而言,其内部均是由各种形式的电子线路构成。另外在计算机进行数据采集时,需将实际变化的物理量转变成模拟电量,经放大后再将模拟的电量变换成计算机可以接收的数字量,在这个过程中,放大器和 A/D 转换器等均是由最基本的电子线路组成的。为此,掌握《电路与模拟电子技术》,将为学好计算机后续课程打下良好的基础。

为了帮助广大读者更好地掌握计算机应用的基本知识与能力,以适应计算机技术与应用日益发展与普及的时代,我们总结了许多专家多年的教学经验,以教材(普通高校教材(信息技术)编委会组编,王佩珠主编,南京大学出版社出版)为蓝本,编写了这本《电路与模拟电子技术学习参考》。

本书结合《电路与模拟电子技术》这门课程的特点,整理出一条有关本课程的学习主线,给出学习本课程的方法和思路,以使大家更好地领悟教材,提高学习效率。其内容共分五个部分:第一部分是学习方法指导,第二部分是习题解答,第三部分是典型题解,第四部分是模拟测试,第五部分是实验指导。本书不仅对教材中的习题作了详尽的解答,而且还为广大读者提供了大量的题解分析和练习题目,所选题目都带有典型性和启发性,重点突出,针对性强,以期读者在掌握各章节要点的基础上,学会分析和解答问题的方法。

由于编者水平有限,书中错误与不足之处在所难免,恳请广大读者批评指正。

编者

2001年8月20日

目 录

第一部分 学习方法指导	(1)
一、课程的性质与任务	(1)
二、如何学好《电路与模拟电子技术》	(1)
三、课程的主要内容	(3)
四、课程的基本要求	(4)
五、重点难点解析	(7)
第二部分 习题解答	(39)
第一章	(39)
第二章	(42)
第三章	(49)
第四章	(58)
第五章	(59)
第六章	(61)
第七章	(64)
第八章	(70)
第九章	(73)
第十章	(80)
第十一章	(82)
第三部分 典型题解与分析	(85)
第四部分 模拟测试卷	(105)
模拟测试卷(一).....	(105)
模拟测试卷(一)分析与解答	(111)

模拟测试卷(二)·····	(119)
模拟测试卷(二)分析与解答·····	(125)
第五部分 实验指导 ·····	(132)
实验一 万用表的使用·····	(132)
实验二 RC 电路的频率特性·····	(140)
实验三 阻容耦合单级放大电路·····	(145)
实验四 负反馈放大电路·····	(148)
实验五 集成运放的线性应用·····	(152)
实验六 集成运放的非线性应用·····	(155)
实验七 半导体直流稳压电源·····	(158)

第一部分 学习方法指导

学习的方法有很多,方法得当则事半功倍。这里我们结合《电路与模拟电子技术》这门课程的特点,整理出一条有关本课程的学习主线,给出学习本课程的方法和思路,以使大家更好地领悟教材,提高学习效率。

一、课程的性质与任务

《电路与模拟电子技术》是一门实践性很强的技术基础课程,它的理论和方法在许多技术领域都得到了广泛的应用,它是数字逻辑电路、计算机组成原理、微型机及其应用等专业基础课的先修课。因为就计算机系统本身而言,其内部均是由各种形式的电子线路构成。另外在计算机进行数据采集时,需经传感器将实际变化的物理量转变成模拟电量,由于这个模拟电量比较微弱,必须经放大器放大后再送往 A/D 转换器,将模拟的电量变换成计算机可以接收的数字量,在这个过程中,放大器和 A/D 转换器等均是由最基本的电子线路组成的。为此,学习本课程的主要任务在于掌握电路原理和模拟电子技术的基本理论以及基本分析方法,为学习后续课程打下良好的基础。

二、如何学好《电路与模拟电子技术》

既然《电路与模拟电子技术》是一门应用范围很广的技术基础课程,就不会像小说那样有生动迷人的故事情节,而只有枯燥无味的物理概念,望而生畏的数学公式。但是你若能用心领会、联系实际、反复推敲,物理概念则会变得趣味横生;数学公式可起到解人之惑的功效。当你运用它们解决某个实际问题时,你会感到无比的欢快、欣慰。

要学好这门课,首先要深入了解本课程的主要内容、特点、重点和难点,做到心中有数、有的放矢。其次要注意学习方法,应该在“理解概念、弄清原理、掌握方法、注重实践”等几个环节上下功夫,才能取得满意的学习效果。

1. 深刻理解概念

学习的着眼点,应放在“基本概念、基本理论(包括基本公式)和基本方法”上。每碰到一个新概念,应抓住不放,反复琢磨,直到“啊,原来是这么回事”,而“悟”到其实质时才罢休。深刻理解概念是进行电路分析的前提,否则,把定理、定律、定义、公式像三岁小孩背唐诗一样背得再熟,也没多大用处。只有真正理解了基本概念,才能准确、灵活地利用概念去分析、计算电路问题。概念不清,常常会导致错误。例如: $U = IR$ 这一公式,乍一看,这谁不懂,欧姆定律嘛,中学就学过了。其实不然,这一公式包括了许多严格的概念问题,现只列举两点:其一,只有线性电阻才能利用这一公式,非线性电阻只有在特定条件下才能利用这一公式;其二,只有在电压的参考方向与电流的参考方向“关联”的条件下公式才成立,否则,公式应加

负号才成立。如果不注意这些细节,出了差错而轻描淡写地原谅自己“马虎”了,那是不应该的,应该归结到“概念不清”这个根本问题上来。本课程涉及大量的概念,一定要深刻、准确的理解,不仅要知其然,还要知其所以然。这样才能养成严肃、认真的科学作风,对提高分析问题、解决问题的能力是大有益处的。

2. 弄清原理

弄清原理是分析电路的基础。对定理、定律及基本元件的工作原理一定要搞清楚,在理解的基础上熟记,光记住定理、定律的条文是不够的,还要明确这些定理、定律的使用条件、应用范围、注意事项等,才能准确、灵活地使用这些定理、定律分析电路的现象和规律,熟练地分析、计算电路问题。例如:叠加定理是线性电路的重要性质,只适用于线性电路;由于功率不是电压或电流的一次函数,因此,不能用叠加定理求功率。这样归纳、总结、比较,在横的方面扩展开来,纵的方面上下联系,才算学懂、弄清了原理。

3. 掌握分析方法

方法是分析、计算电路的工具。例如,在电路原理中基尔霍夫电流和电压定律是基础,由此而引出的节点电流法和支路电压法就是分析和计算任何电路的基础。而在电子线路中的“微变等效电路法”和“图解法”则是两种有效的的基本方法。我们只要掌握好这些行之有效的工具,就不难去分析计算电路中的各种参数了。要注意每一种方法的理论根据、一般形式、适用范围。对于某一个具体电路,可以有多种途径和方法进行求解,应选用一种最简练的方法(方程数目少、计算过程简捷、结果准确、概念清楚)进行求解,这就需要在过程中,自己下一番功夫体会、理解、比较、归纳和总结。

4. 注重实践

学习过程中,既要动脑又要动手,所谓“看一遍不如做一遍”,切忌像看小说那样去读技术书。在基本概念弄清之后,可将教材中的例题自行演算一遍,注意是演算,而不是抄书。通过演算加深对定律、定理和公式的理解,接着在此基础上再演算习题。

做习题是一个不可缺少的重要环节,它对于理解、巩固概念,启发思考,牢固掌握所学的知识并把知识转化为技能、技巧,提高分析、解决问题的能力,锻炼思维能力,培养灵活、综合运用知识的能力起着至关重要的作用。同时,可以暴露学习中的问题和不足,有目的地加强某些环节、某些内容的学习。每做完一题,要回头想一想这道题的意图,有没有更好、更简便的方法,总结一下自己做题的收获,这样可以由此及彼、举一反三。

做实验是理论联系实际的过程,可以帮助我们验证、巩固所学的定理、定律,丰富扩展知识面,培养解决实际问题的能力、实验研究能力和独立工作能力,所以要尽可能地参加一些实验。比如我们在可能的基础上,自装自测一台五管收音机就是一项很好的实验内容,因为五管收音机中的各单元电路基本上包含电子线路课的主要内容,这样在自装自测收音机的过程中,不仅可增强自己的实践技能,而且也有利于理论与实践相结合,促进对课程的理解、增强学习的兴趣。

三、课程的主要内容

本课程由“电路原理”和“模拟电子技术”两部分组成,只有学好电路原理,有了扎实的基础,才能学好模拟电子技术。课程的结构组成如图 1 - 1 所示。

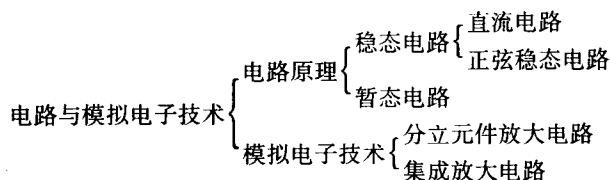


图 1 - 1 课程的结构组成

1. 电路原理研究的对象和主要内容

各种实际的电路,通常是用电阻、电感、电容、变压器及其他电子器件组成,因此,电路原理主要就是研究在上述元器件构成的电子电路中,流过各元件上的电流与电压之间的关系及它们所遵从的规律。例如常用的手电筒就是一个典型的电阻性电路,当开关合上时,就会有电流流过,使灯泡发亮,其中干电池就是提供电能的电源,灯泡是一种消耗电能的设备,在电路中就称作负载。

许多部件在一定条件下,均可用电阻性模型表示,如灯泡、电烙铁等就可以看成一个纯电阻元件。就是比较复杂的半导体器件、放大器电路等也可以用纯电阻元件和理想化电源来表示。所以学会纯电阻性电路分析的基本方法是基础的基础。当然,纯电阻性电路不一定局限于直流电路,作用于电路中的电源也不一定是直流电源,只要信号源的频率不太高,电路中各种元件仍然可以用电阻性模型来表示,这样,直流电路的分析方法,可以直接运用到在交流信号源作用下的电阻性电路中去。

系统地理解直流电路、交流电路、三相电路及电路的暂态过程等基本理论、基本概念,并掌握其电路的基本分析方法,这是电路原理部分的主要内容,也是全课程的基础。

2. 模拟电路研究的对象和主要内容

由电阻、电容、电感以及其他电子器件(二极管、三极管、场效应管等)构成的电路,通常称作模拟电路。由于模拟电路中增加了一些半导体器件,这使得它既具有电路原理的一般特性,又具有一些特殊性质,如单向导电性、信号放大性等。

模拟电路的种类很多,如功率放大电路、振荡电路、直流电源等。特别是集成运算放大器的出现和它的广泛应用,为我们设计制造各类放大电路带来了更多的方便和更大的灵活性,这些电路虽然是建立在基本放大电路上的,但它们有各自的特性。

围绕半导体集成电路,熟悉常用半导体器件的特性及主要参数的意义,掌握基本放大电路、负反馈放大电路、集成运算放大器、集成功率放大器及集成直流稳压电源的工作原理和分析方法,这是模拟电子技术部分的主要内容。

四、课程的基本要求

本课程的内容包括两部分,上篇是电路原理计5章,下篇为模拟电子技术计6章,通过本课程的学习,要求读者在电路与模拟电子技术方面达到的基本要求是:

① 理解电流、电压、电动势及其正方向等基本概念。重点掌握基尔霍夫定律、欧姆定律和焦耳-楞次定律。掌握串联电阻的分压公式、并联电阻的分流公式。

② 理解电压源、电流源及其等效变换的概念。重点掌握叠加原理和等效电源定理。掌握节点电压法和等效变换法。

③ 理解正弦交流电的三要素及其表示法、相位、相位差、功率因数的提高等基本概念。重点掌握单一参数正弦交流电路、RLC 串联正弦交流电路。掌握阻抗的串联和并联。

④ 理解线电压、相电压、相线和中线等的含义。掌握三相电路中负载的连接方法。

⑤ 理解 RC 一阶电路零输入响应、RC 一阶电路零状态响应和完全响应,时间常数等基本概念。掌握换路定则、暂态过程的分析方法等。

⑥ 理解 PN 结的单向导电性、晶体二极管的伏安特性、晶体三极管的输出特性曲线。掌握晶体三极管电流分配及放大的原理。

⑦ 理解放大电路中的输入/输出电阻的概念。重点掌握共射极放大电路静态分析的步骤与方法、分压式偏置放大电路的结构特点及稳定工作点的原理。掌握共集极放大电路的工作原理、差动放大电路的工作原理和抑制零漂的原理、场效应管放大电路的工作原理。

⑧ 理解反馈、正反馈、负反馈、反馈系数和反馈深度等概念。掌握各种负反馈放大电路的识别方法。

⑨ 理解集成运算放大器主要参数的含义及虚短、虚地的概念。重点掌握集成运算放大器在信号运算方面的应用。掌握集成运算放大器在信号测量和信号处理方面的应用,掌握正弦波振荡器产生振荡的条件。

⑩ 理解负载匹配的概念。掌握互补对称功率放大电路的工作原理和集成功率放大器的工作原理。

⑪ 理解整流、滤波、稳压等基本概念。掌握单相桥式全波整流电路、电容滤波电路、串联型反馈式稳压电路、单片集成串联型线性直流稳压电路、开关型集成稳压电路的工作原理及各自的特点。

为使大家对本课程的重点、难点有一个全面的认识,现将教材各章节的重点、难点列表如下。

第一章 电路的基本概念及基本定律

内容分布	重 点	难 点
§ 1.1 § 1.2 § 1.3	电压、电流的参考方向及欧姆定律	电压、电流的参考方向

§ 1.4 § 1.5 § 1.6	基尔霍夫定律的概念	基尔霍夫定律的正确应用
§ 1.7 § 1.8	电位的概念	电路中各点电位的计算

第二章 电路的基本分析方法

内容分布	重 点	难 点
§ 2.1	电压源、电流源及其等效变换的概念	电压源、电流源的等效变换
§ 2.2 § 2.3	节点电压法	节点电压法综合应用
§ 2.4	叠加原理的概念	叠加原理的综合应用
§ 2.5	等效电源定理的概念	等效电源定理的综合应用
§ 2.6 § 2.7 § 2.8	阻抗匹配概念 受控电压源和受控电流源的概念	含有受控源电路的计算

第三章 单相交流电路

内容分布	重 点	难 点
§ 3.1	正弦交流电的基本概念	正弦交流电的有效值
§ 3.2	正弦交流电的表示法(三要素)	正弦量的向量图表示
§ 3.3	单一参数的正弦交流电路的分析与计算	电感元件或电容元件交流电路
§ 3.4	电阻、电感和电容元件串联电路的分析与计算	电流、电压之间的相位关系
§ 3.5 § 3.6	阻抗的串、并联概念 串、并联谐振的特点	谐振概念
§ 3.7 § 3.8	功率因数概念	无功功率概念

第四章 三相交流电路

内容分布	重 点	难 点
§ 4.1	线电压、相电压及其关系的概念	
§ 4.2 § 4.3	三相对称电路的分析方法与计算(三角形和星形联接) 安全用电常识	负载不对称的三相电路

第五章 电路的暂态分析

内容分布	重 点	难 点
§ 5.1 § 5.2	换路定则	换路定则
§ 5.3 § 5.4 § 5.5	RC 电路的暂态过程的综合应用 RL 电路的暂态过程的简单应用	时间常数概念 一阶电路在脉冲电压作用下的暂态过程

第六章 半导体二极管和三极管

内容分布	重 点	难 点
§ 6.1 § 6.2	PN 结的单向导电性	空穴的含义
§ 6.3 § 6.4	二极管的伏安特性	二极管伏安特性的物理意义
§ 6.5	三极管的放大作用及其伏安特性	三极管伏安特性的物理意义
§ 6.6	场效应管的工作原理	绝缘栅型场效应管

第七章 基本放大电路

内容分布	重 点	难 点
§ 7.1 § 7.2	放大电路的静态分析和动态分析	放大器的图解分析法
§ 7.3	射极输出器的特点	微变等效电路
§ 7.4	多级放大电路的级间耦合	频率特性
§ 7.5	差动放大电路工作原理及抑制零漂的原理	抑制零点漂移
§ 7.6	场效应管放大电路的工作原理	

第八章 负反馈放大电路

内容分布	重 点	难 点
§ 8.1	负反馈的概念	反馈基本关系式的物理含义
§ 8.2	负反馈放大电路的判别法则	判别反馈放大电路的性质及类型
§ 8.3	负反馈对放大电路性能的影响	负反馈对输出电阻的影响

第九章 集成运算放大器

内容分布	重 点	难 点
§ 9.1	集成运放理想化条件及虚短、虚地概念	虚短、虚地概念
§ 9.2 § 9.3	反相、同相比例运算电路的分析。反相、同相加法器、减法器的分析	集成运放的综合应用

§ 9.4	电压比较器的分析	双限压比较器
§ 9.5 § 9.6	正弦波振荡器产生振荡的条件	振荡器的振荡原理

第十章 集成功率放大器

内容分布	重 点	难 点
§ 10.1	功率放大器的特点	
§ 10.2 § 10.3	互补对称功率放大电路(OCL 电路)	集成功率放大电路

第十一章 集成直流稳压电源

内容分布	重 点	难 点
§ 11.1 § 11.2	单相全波桥式整流	滤波原理
§ 11.3	串联型反馈式稳压电路的工作原理、稳压过程等基本概念	稳压过程
§ 11.4 § 11.5	单片集成串联型线性直流稳压电路	开关型集成稳压电路

五、重点难点解析

下面结合教材,对本课程的重点和难点进行学习指导。需要注意的是:读者一定要在认真阅读教材的基础上学习本节内容,才会对重点和难点内容有更深刻的理解,从而起到提高学习效果的作用。

1. 电路的基本概念、基本定律及基本分析方法

这部分内容在教材的第一、二两章,是电路原理的基础。重点有电压、电流的参考方向,电路的基本定律(欧姆定律、基尔霍夫定律),电路中的电位及其计算,电源及其等效变换和电路的基本分析方法(节点电压法、叠加原理、等效电源定理)。难点是要求正确地、熟练地运用上述基本概念及基本定律和方法,准确无误地分析计算较为复杂的电路问题。

(1) 电压、电流的参考方向

分析计算电路中的电压(U)和电流(I)时,不仅要知其大小,还要清楚它们的方向。为什么在电路中要设定电压、电流的参考方向呢?我们通过一个图例加以说明:在一些简单电路中, U 和 I 的实际方向一目了然,而在图1-2所示的电路中,虽已知各个电源及各电阻值,但在未计算之前,是无法判定 a 、 b 两端电压的实际极性的。为了明确 a 、 b 端电压的实际方向,可用直流电压表直接测

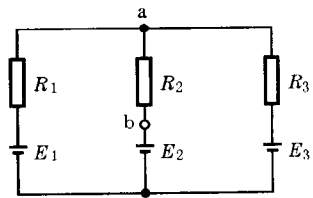


图1-2 参考方向图例

定。那么,电表的“+”、“-”端子与电路中的 a 、 b 端又如何相接呢?显然,取决于测试者的假设,测试结果无非两种可能,接对了,表针正偏,接错则反偏。表针正偏,表明假设与实际方向相符,表针反偏,假设与实际方向不一致,为取得读数,需将测试笔对换,读得的结果,应取负值。

参考方向是电路分析中的一个最基本的概念,各种关系式都是在一定的参考方向下写出的。分析电路时,首先要假设各电压、电流的参考方向(一般电流的参考方向用箭头表示,电压的参考极性用“+”、“-”号表示,“+”号表示高电位,“-”号表示低电位,从“+”极到“-”极即电位降的方向为电压的参考方向),参考方向可以任意假定,一旦选定,就要以此为淮进行分析计算。在计算过程中,不必考虑电压、电流的真实方向,其真实方向体现在计算结果中。计算结果为正值时,说明真实方向与参考方向一致;若为负值,则说明真实方向与参考方向相反。在这里要提请大家注意的是,若不标电压或电流的参考方向,计算得出的结果毫无意义。

电流的参考方向和电压的参考极性可以任意假定,而且是彼此独立无关的任意假定。然而为了方便起见,我们常用关联的参考方向。当设定电压和电流参考方向一致时,称关联参考方向,如图 1-3(a) 所示;当设定电压和电流方向不一致时,称为非关联参考方向,如图 1-3(b) 所示。

关于参考方向的概念,初学者往往不重视。在分析计算时产生错误答案,除一部分是方法没有掌握外,忽视参考方向是其产生错误的主要根由。

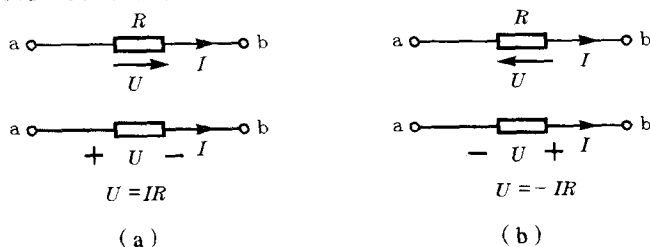


图 1-3 电压、电流的关联参考方向

(2) 电路分析中的几个名词概念

① 支路:所谓支路是指在电路中任何一个二端元件,为了达到简化的目的,可将同一电流的支路叫做一条支路。

② 节点:当电路中有三个或三个以上支路的联接点时,这个联接点称作节点。

③ 回路:电路中任何一条闭合的路径称作回路。

④ 网孔:在一个回路的内部不包含任何其它支路的回路称作网孔。

⑤ 网络:将一个比较复杂的电路称作网络。

(3) 欧姆定律

适用条件:线性电阻电路。

表达式: $U = \pm IR$, U 、 I 参考方向关联,取“+”; U 、 I 参考方向非关联,取“-”。

(4) 基尔霍夫定律

基尔霍夫电流定律(KCL) 流入电路中某一节点的电流之和,等于从该节点流出的电流之和($\sum I_{\text{入}} = \sum I_{\text{出}}$)。若假定流入节点电流为正,流出节点电流为负,那么 KCL 也可表述为:节点处电流的代数和恒等于零,即 $\sum I = 0$ 。

基尔霍夫电压定律(KVL) 按一定方向对电路中任一闭合回路绕行一周时,该闭合回路中的电动势代数和等于电阻压降代数和,即 $\sum E = \sum IR$ 。

在使用基尔霍夫电压定律时,一定要注意正、负号的确定与一致性。对于 KCL:流入节点的电流取“+”值,流出节点的电流取“-”值;对于 KVL: $\sum IR$ 中,与电流一致时取正,否则取负, $\sum E$ 中,从电源负极至正极时取正,否则取负。

KCL 和 KVL 仅受电路结构(连接形式)约束,与电路中元件的性质(R 、 L 或 C) 无关。既适用于线性电路,也适用非线性电路。KCL 可扩展应用于电路中包围几个节点的任意假设的封闭面,而 KVL 可扩展应用于开口电路求取端口电压。

(5) 电功率的计算

电功率也是电路的基本物理量,是用来衡量电能转换速率,即电流在单位时间内所作的功,电功率计算公式为 $P = \pm UI$, UI 参考方向关联时取“+”, UI 参考方向非关联时取“-”。

由计算结果, P 为正值,元件为负载,消耗(吸收)功率;若 P 为负值,元件为电源,产生(供给、发出)功率。根据能量守恒定理,电路应满足功率平衡,即 $\Sigma P = 0$ 或 $\Sigma P_{\text{产生}} = \Sigma P_{\text{消耗}}$,这也是校验电路计算结果是否正确的一个方法。

(6) 电位的概念及其计算

任选电路中某一点(一般选公共点)为参考点,设其为零电位。电路中某点到参考点之间的电压,即为该点的电位,用 V 表示(有些教材仍用 U)。电位的单位一样也是伏特(V)。注意以下几点:

- ① 参考点一经选定,电路中各点电位的计算均以该选定的参考点为准。
- ② 某点电位高于参考点时用“+”表示,低于参考点的电位则用“-”表示。
- ③ 改选参考点,电路中各点电位随之而变,但电路中任两点间的电位差,即两点间的电压值不会改变,与参考点的选定无关。
- ④ 在工程上,电位的参考点是大地。

(7) 电阻的串、并联与分压、分流公式以及电阻元件的等效值

这些内容既非重点,也非难点,但如能牢固掌握,熟练运用,对电路的分析计算将受益匪浅。

在电路中,电源及电阻元件往往都不止一个,它们根据不同的需要按一定方式联接起来,如串联、并联和混联。在分析计算时,它们都可用一个等效电阻来代替,而不影响电路中的总电压、总电流和总功率。

电阻串联、并联电路的特点如表 1-2 所示。

表 1-2 串、并联电路和特点

	串 联	并 联
等效电阻	等于串联电阻之和 $R = R_1 + R_2 + R_3$	等效电阻的倒数等于各并联电阻倒数和 $\frac{1}{R} = \frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_3}$
电流	流过各电阻的电流相等 $I = I_1 = I_2 = I_3$	总电流等于各支路电流之和 $I = I_1 + I_2 + I_3$
电压	总电压等于各串联电阻上电压之和 $U = U_1 + U_2 + U_3$	各并联电阻两端电压相等 $U = U_1 = U_2 = U_3$
功率	各电阻上消耗的功率与各电阻的阻值的成正比 $P_1 : P_2 = R_1 : R_2$	各支路电阻所消耗的功率与各支路电阻的阻值成反比 $P_1 : P_2 = R_2 : R_1$
分压与分流	分压公式 $U_1 = U \frac{R_1}{R_1 + R_2}$ $U_2 = U \frac{R_2}{R_1 + R_2}$	分流公式 $I_1 = I \frac{R_2}{R_1 + R_2}$ $I_2 = I \frac{R_1}{R_1 + R_2}$

求等效电阻的一般方法是:将电路逐步简化,以便清楚看出串、并联关系,最终求出等效电阻值。下面通过实例介绍等效电阻的计算。

例:求图 1-4 所示电路中 R_{ab} 的值。

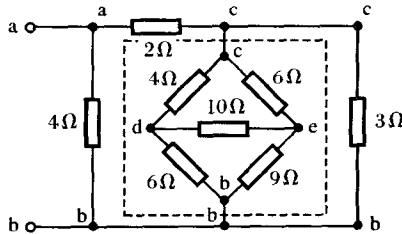


图 1-4

分析与解答:遇到桥形电路首先判断是否为平衡桥路。电桥平衡的条件是:相对桥臂电阻的乘积相等($4 \times 9 = 6 \times 6 = 36\Omega$,此电桥平衡)。

平衡电桥的特点是:电桥对角点(d和e点)为自然等电位,即 $V_d = V_e$ 。因此,平衡电桥对角间可令其短路(10Ω电阻上压降为零,如图 1-5(a)所示),也可令其开路(10Ω电阻中无电流,如图 1-5(b)所示)。总之,不论 R_{de} 值如何改变,不影响 $V_d = V_e$ 。掌握电桥平衡特点,对电路的分析大有帮助。

$$\textcircled{1} \text{ 当 } d、e \text{ 两点看作短路时: } R_{de} = 4 // 6 + 6 // 9 = \frac{4 \times 6}{4 + 6} + \frac{6 \times 9}{6 + 9} = 6\Omega$$

$$\textcircled{2} \text{ 当 } d、e \text{ 两点看作开路时: } R_{de} = (4 + 6) // (6 + 9) = \frac{10 \times 15}{10 + 15} = 6\Omega$$