

潘双来 邢丽冬 龚余才 曹作维 编著

电路学习指导与习题精解

清华大学出版社

电路学习指导与习题精解

潘双来 邢丽冬 龚余才 曹作维 编著

清华大学出版社

北京

内 容 简 介

本书根据教育部制订的高等工科院校“电路、电路分析课程教学基本要求”及硕士研究生入学考试要求,参阅了国内出版的电路、电路分析最新教材,全面总结、归纳了电路课程的基本内容、基本概念、基本要求、重点、难点、各种分析和计算方法以及这些概念和方法在解题中的应用。全书共 11 章:电路的基本概念和基本定律,电阻电路分析,电路基本定理,正弦稳态分析(含谐振、三相电路),耦合电感与理想变压器,非线性电路,非正弦周期电流电路的稳态分布,线性动态电路的时域分析,二端口网络,线性电路的复频域分析,磁路与含铁心线圈的交流电路。每章均包括基本要求、理论提要、典型题解析、习题精解、阶段测试题及答案六个部分。附录还分别提供了近几年本科生期末考试、硕士研究生入学考试试题和模拟试题各 3 套,各种试题均给出参考答案。

本书可作为在校大学生学习电路课程的辅助教材,也可作为硕士研究生入学考试系统复习的参考书。

版权所有,翻印必究。举报电话:010-62782989 13901104297 13801310933

图书在版编目(CIP)数据

电路学习指导与习题精解/潘双来等编著. —北京:清华大学出版社,2004.9
ISBN 7-302-09316-4

I. 电… II. 潘… III. 电路—高等学校—自学参考资料 IV. TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 087080 号

出版者:清华大学出版社
<http://www.tup.com.cn>
社总机:010-62770175

地 址:北京清华大学学研大厦
邮 编:100084
客户服务:010-62776969

组稿编辑:陈国新

文稿编辑:张占奎

印刷者:北京国马印刷厂

装订者:三河市金元装订厂

发行者:新华书店总店北京发行所

开 本:185×260 印张:24 字数:546 千字

版 次:2004 年 9 月第 1 版 2004 年 9 月第 1 次印刷

书 号:ISBN 7-302-09316-4/TM·53

印 数:1~3000

定 价:29.00 元

本书如存在文字不清、漏印以及缺页、倒页、脱页等印装质量问题,请与清华大学出版社出版部联系调换。联系电话:(010)62770175-3103 或(010)62795704

前 言

FOREWORD

电路课程是电类专业的一门重要技术基础课。通过本课程的学习,使学生掌握电路的基本理论和分析计算电路的基本方法,为学习后续课程和学生将来工作需要准备必要的基础知识。为适应面向 21 世纪电工电子课程体系改革的要求,在建设国家工科基础课程电工电子教学基地的过程中,南京航空航天大学龚余才、潘双来编写了满足近代电路理论发展和课程体系改革需求的《电路理论基础》教材。为配合该教材的教学及满足学生学习技术基础课阶段的复习要求,同时也为满足报考电气工程、信息工程、控制工程等相关专业硕士研究生的人员进行系统复习的需要,积多年教学和考研辅导之经验,特编写《电路学习指导与习题精解》。希望本书能帮助学习者更好地掌握该课程的基本要求、基本概念、重点、难点、各种分析和计算方法,特别是这些概念和方法在解题中的应用,从而改善课程的学习效果并扩展解题的思路和技巧,对提高教学质量和学习效率起到积极的作用。

本书以教育部制订的高等工科院校“电路、电路分析课程教学基本要求”为依据,内容兼顾国内统编教材及其他重点院校的优秀教材。全书共 11 章:电路的基本概念和基本定律,电阻电路分析,电路基本定理,正弦稳态分析(含谐振和三相电路),耦合电感与理想变压器,非线性电路,非正弦周期电流电路的稳态分布,线性动态电路的时域分析,二端口网络,线性电路的复频域分析,磁路与含铁心线圈的交流电路。每章内容包括基本要求、理论提要、典型题解析、习题精解、阶段测试题及答案六个部分。基本要求与理论提要简要阐述各章的基本内容和要求;典型题解析使读者加深对基本概念和内容的理解,提高分析问题和解决问题的能力;习题精解精选了南京航空航天大学编写的《电路理论基础》教材中的部分习题,供正在学习电路课程的在校学生在独立完成作业的基础上对照检查以提高学习效果;阶段测试题供读者学习和复习后进行自我检测。书中附录分别提供了近几年本科生期末考试、硕士研究生入学考试试题(含参考解答)和模拟试题各 3 套,供读者和考生了解试题的题型、范围、深度、难易程度和解题方法。

本书由南京航空航天大学潘双来主编、邢丽冬副主编。龚余才编写第 1,2,3 章;邢丽冬编写第 4,5,7,11 章;曹作维编写第 6 章及附录 B;其余各章及附录 A,附录 C 以及全书内容的安排与统稿,由潘双来完成。本书在编写过程中得到教务处王年生副研究员和电工教研室各位老师的大力支持,同时,我们还参阅了大量的著作、文献和资料,在此一并表示真诚的谢意。

编 者

2003 年 10 月

目 录

CONTENTS

第 1 章 电路的基本概念和基本定律	1
1.1 基本要求	1
1.2 理论提要	1
1. 理想元件和电路模型	1
2. 电路基本变量及其参考方向	2
3. 元件的伏安关系	3
4. 基尔霍夫定律	6
1.3 典型题解析	7
1.4 习题精解	11
1.5 阶段测试题	15
1.6 阶段测试题答案	18
第 2 章 电阻电路分析	19
2.1 基本要求	19
2.2 理论提要	19
1. 电阻电路的等效变换	19
2. 简单有源二端网络的等效变换	22
3. 电阻电路的一般分析方法	26
4. 具有运算放大器电阻电路的分析	28
2.3 典型题解析	29
2.4 习题精解	43
2.5 阶段测试题	49
2.6 阶段测试题答案	51
第 3 章 电路基本定理	52
3.1 基本要求	52
3.2 理论提要	52
1. 叠加定理和替代定理	52
2. 戴维南定理和诺顿定理	53
3. 最大功率传输定理	54
4. 特勒根定理和互易定理	54

3.3	典型题解析	55
3.4	习题精解	65
3.5	阶段测试题	72
3.6	阶段测试题答案	73
第4章	正弦稳态分析	74
4.1	基本要求	74
4.2	理论提要	74
1.	正弦量及其描述	74
2.	元件伏安关系的相量形式	77
3.	相量形式的电路定律	79
4.	正弦稳态电路的功率	79
5.	正弦稳态电路的分析计算	80
6.	最大功率传输定理	80
7.	谐振(resonance)电路	81
8.	三相电路	84
4.3	典型题解析	86
4.4	习题精解	106
4.5	阶段测试题	121
4.6	阶段测试题答案	123
第5章	耦合电感与理想变压器	124
5.1	基本要求	124
5.2	理论提要	124
1.	耦合电感的电路模型	124
2.	空心变压器	126
3.	理想变压器	127
5.3	典型题解析	128
5.4	习题精解	136
5.5	阶段测试题	142
5.6	阶段测试题答案	144
第6章	非线性电路	145
6.1	基本要求	145
6.2	理论提要	145
1.	非线性元件	145
2.	非线性电阻的串联和并联	146
3.	非线性电阻电路的静态分析	146

4. 小信号分析法	147
5. 非线性电路的其他分析法	147
6.3 典型题解析	147
6.4 习题精解	149
6.5 阶段测试题	154
6.6 阶段测试题答案	156
第7章 非正弦周期电流电路的稳态分布	158
7.1 基本要求	158
7.2 理论提要	158
1. 非正弦周期量的傅里叶级数展开式	158
2. 非正弦周期量的有效值、平均值和平均功率	160
3. 非正弦周期电流电路的稳态分析	161
7.3 典型题解析	161
7.4 习题精解	168
7.5 阶段测试题	175
7.6 阶段测试题答案	177
第8章 线性动态电路的时域分析	178
8.1 基本要求	178
8.2 理论提要	178
1. 经典法求解一阶、二阶电路	178
2. 一阶电路的三要素法	179
3. 零输入响应、零状态响应和全响应	180
4. 阶跃响应和冲激响应	180
5. RLC 串联电路零输入响应特征	181
6. 任意激励下的零状态响应——卷积积分	181
7. 状态方程	182
8.3 典型题解析	183
8.4 习题精解	200
8.5 阶段测试题	216
8.6 阶段测试题答案	219
第9章 二端口网络	221
9.1 基本要求	221
9.2 理论提要	221
1. 二端口网络的方程和参数	221
2. 二端口网络的等效与连接	223

3. 二端口网络的网络函数	224
4. 有载二端口网络和特性参数	224
5. 二端口元件	225
9.3 典型题解析	226
9.4 习题精解	236
9.5 阶段测试题	248
9.6 阶段测试题答案	250
第 10 章 线性电路的复频域分析	251
10.1 基本要求	251
10.2 理论提要	251
1. 拉普拉斯变换及其基本性质	251
2. 基尔霍夫定律及电路元件伏安关系的复频域形式	254
3. 线性电路的复频域分析法	255
4. 网络函数(系统函数)的定义及其性质	255
5. 网络函数与冲激响应	256
6. 网络函数的极点、零点与频率特性	256
10.3 典型题解析	257
10.4 习题精解	276
10.5 阶段测试题	290
10.6 阶段测试题答案	292
第 11 章 磁路与含铁心线圈的交流电路	294
11.1 基本要求	294
11.2 理论提要	294
1. 磁路	294
2. 磁路分析中的基本概念	295
3. 磁路分析中的基本定律	295
4. 磁路分析	296
11.3 典型题解析	301
11.4 习题精解	307
11.5 阶段测试题	318
11.6 阶段测试题答案	319
附录 A 南京航空航天大学本科生电路期末考试试题(含试题解答)	320
2001 年南京航空航天大学本科生期末考试试题	320
2002 年南京航空航天大学本科生期末考试试题	324
2003 年南京航空航天大学本科生期末考试试题	329

附录 B 南京航空航天大学硕士研究生入学考试试题(含试题解答)	335
2001 年南京航空航天大学研究生入学考试试题	335
2002 年南京航空航天大学研究生入学考试试题	341
2003 年南京航空航天大学研究生入学考试试题	347
附录 C 硕士研究生入学考试模拟试题(含试题解答)	354
模拟试题(一)	354
模拟试题(二)	359
模拟试题(三)	365
参考文献	371

电路的基本概念和基本定律

本章的基本任务是学习电路的基本概念和基本定律,为以后各章研究电路基本理论和基本分析计算方法奠定必要的基础。

1.1 基本要求

1. 牢固掌握理想元件、电路模型、参考方向及关联参考方向等概念。
2. 深刻理解电压、电流、功率等物理量的意义和各量之间的关系。
3. 牢固掌握并熟练应用元件(电阻、电容、电感、电压源、电流源和受控源)的伏安关系。
4. 初步掌握运算放大器的概念和特征。
5. 牢固掌握并熟练应用基尔霍夫电流定律及电压定律。

1.2 理论提要

要完成本章的学习任务并达到上述要求,关键在于掌握元件的伏安关系和基尔霍夫定律。为此,必须先掌握理想元件和电路模型的概念,理解描述电路工作状态的基本变量及其参考方向。然后重点掌握电路的两种约束关系:一种是反映节点上各支路电流间的约束关系和回路中各支路电压间的约束关系,即基尔霍夫电流定律(KCL)和电压定律(KVL);另一种是反映电路元件自身电流和电压间的约束关系,即元件的伏安关系(VAR)。这两种约束关系揭示了电路中电磁变化的基本规律,形成了电路的基本定律,是电路分析的理论依据。

1. 理想元件和电路模型

理想元件是实际电器元件抽象(理想)化的结果。电路模型是由理想电路元件按一定方式相互连接而构成的。电路分析的对象是电路模型。

实际电器元件种类繁多、电磁性能复杂,不便于建立数学关系,也就很难定量地进行电路分析和电路设计。因此,在电路理论中,实际电器所含的实际元件总是用理想元件来代替,而理想元件是对实际元件进行了科学的抽象,它在电磁性能方面能够准确反映实际元件的特征。例如,理想电阻元件就是对电阻器、电炉、电烙铁等器件,忽略其次要的电场

和磁场特性,用消耗电能的主要电磁性能来表征;理想电容和理想电感是分别用电场储能和磁场储能来表征;理想电源元件就是对电池、发电机等电器,忽略其消耗电能的特性,用提供电能的主要电磁性能来表征。

理想电路元件恰当的组合,能够相当精确地表示实际电器的电磁性能。理想电路元件连接起来所组成的电路模型,不仅能够反映实际电路及其器件的基本物理定律,而且能够对其进行数学描述。这就是电路理论把电路模型作为分析研究对象的实质所在。

电阻是反映电路元件能量损耗性质的参数,电感和电容是分别反映磁场储能和电场储能性质的电路参数。如果所研究的电路尺寸远小于电路工作时电磁波的波长,就可忽略电磁过程连续分布的特性,认为它是集中在元件内部进行的,即任何时刻元件两端间的电压为定值,从一端流入和从另一端流出的电流恒等。这种理想元件称为集总参数元件。其中,端电压和通过的电流呈一次函数关系,且其参数不随电压、电流和时间而变的集总参数元件也称为线性定常(时不变)元件。本书研究由这类元件组成的集总参数电路。

2. 电路基本变量及其参考方向

(1) 电路分析的基本变量

为了定量描述电路的电磁过程和状态,引入了电流(i)、电压(u)、电荷(q)、磁链(Ψ)、能量(w)、功率(p)等物理量。其中电流和电压能够很方便地表示其他几个物理量,特别是能够表示电路元件、一段电路和整个电路的功率和能量。因此,通常选用电流和电压作为基本变量。它们的定义式分别为

$$i = \frac{dq}{dt}, \quad u = \frac{dw}{dq}$$

(2) 电流、电压的参考方向

电流、电压的参考方向是一个很重要的新概念。学习时不要把它和物理学中电流、电压的实际方向相混淆,应弄清它们之间的关系。

电流的实际方向是正电荷运动的方向,而电压的实际方向是电压降的方向。由于电流和电压均是具有大小和方向的代数量,如图 1-1 所示,一个电路元件中电流的方向和电压的极性不是由 A 到 B 就是由 B 到 A,但实际方向和极性很难立即确定,对于交流电流更难确定,为此,引入参考方向的概念。

电流的参考方向用“ $\rightarrow$ ”或 i_{AB} 表示,电压的参考方向(参考极性)用“+”、“-”或 u_{AB} 表示。下标 AB 表示电流由 A 到 B 或电压极性由 A 指向 B。

电流的参考方向和电压的参考极性是任意指定的,它不一定就是其真实方向或真实极性。如果 $i > 0$ 或 $u > 0$,则参考方向和实际方向一致;如果 $i < 0$ 或 $u < 0$,则参考方向和实际方向相反。

(3) 关联参考方向

为分析电路方便,对一个元件或一段电路,常指定其电流从电压的“+”极性端流向“-”极性端。这种电流和电压取一致的参考方向,叫关联参考方向。

参考方向在电路分析中起着十分重要的作用,这是因为

① 它是分析电路的前提;

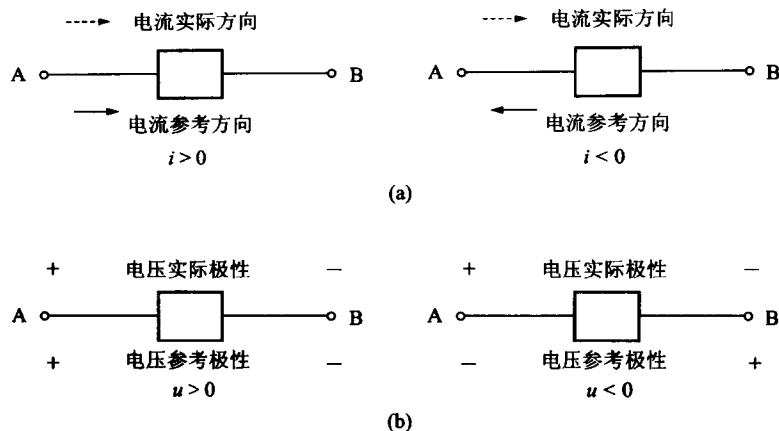


图 1-1

② 各种关系都是在一定参考方向下表示的；

③ 电路方程是以参考方向为准而建立的，因此参考方向一旦选定，就要以此为准，否则会引起分析的混乱。

参考方向这个新概念，学习中应下工夫尽快掌握好、应用好。

(4) 电功率和电能

如图 1-2(a) 所示，在关联参考方向下，元件上吸收的电功率 $p_{\text{吸}}$ 定义为

$$p_{\text{吸}} = ui$$

当 $p_{\text{吸}} > 0$ 时，元件吸收功率；当 $p_{\text{吸}} < 0$ 时，元件实际发出功率。

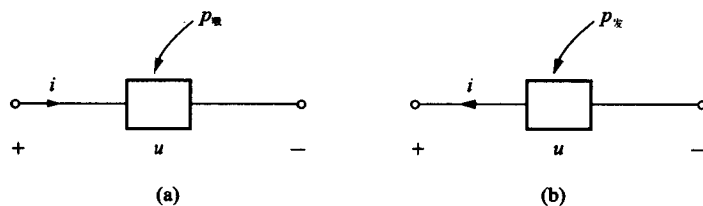


图 1-2

若在非关联参考方向下，如图 1-2(b) 所示，元件上发出的电功率 $p_{\text{发}}$ 定义为

$$p_{\text{发}} = ui$$

当 $p_{\text{发}} > 0$ 时，元件发出功率；当 $p_{\text{发}} < 0$ 时，元件实际吸收功率。

电功率的积分就是电能，在关联参考方向下，电路元件在 t_0 到 t 的时间内吸收的能量为

$$w = \int_{t_0}^t p_{\text{吸}}(\xi) d\xi = \int_{t_0}^t u(\xi) i(\xi) d\xi$$

3. 元件的伏安关系

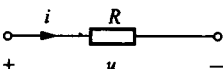
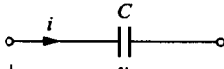
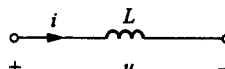
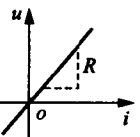
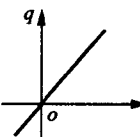
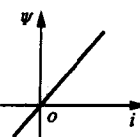
元件的伏安关系是指流过元件的电流和元件两端电压之间的关系，是元件本身的

约束。

元件按其能量特性分为无源元件和有源元件;按其外部端钮或端口数目分为二端或一端口元件和多端或多端口元件。现对无源二端元件(电阻、电容、电感),有源二端元件(理想电压源和理想电流源)及有源多端元件(四种受控源)等的伏安关系分别以表归纳如下。

(1) 线性电阻、电容、电感元件的伏安关系(表 1-1)

表 1-1 线性电阻、电容、电感

元件	线性电阻	线性电容	线性电感
定义	端电压 u 和流过的电流 i 呈线性函数关系的二端元件	流过的电流 i 和端电压 u 呈微分关系的二端元件	端电压 u 和流过的电流 i 呈微分关系的二端元件
电路模型			
伏安特性	$u = Ri$ $i = Gu$ $(G = \frac{1}{R})$ 	$i = C \frac{du}{dt}$ $u(t) = u(0) + \frac{1}{C} \int_0^t i(\xi) d\xi$ 	$u = L \frac{di}{dt}$ $i(t) = i(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u(\xi) d\xi$ 
元件性质	耗能, 无记忆元件	储能, 记忆元件	储能, 记忆元件
功率	$p_{\text{吸}} = ui = Ri^2$	$p_{\text{吸}} = ui = Cu \frac{du}{dt}$	$p_{\text{吸}} = ui = Li \frac{di}{dt}$
能量	$w_R(t) = \int_0^t Ri^2(\xi) d\xi$	$w_C(t) = \frac{1}{2} Cu^2(t)$	$w_L(t) = \frac{1}{2} Li^2(t)$

(2) 理想电压源和电流源的伏安关系(表 1-2)

理想电源在电路分析中需要特殊对待,应下工夫理解它的端口性质和特点。

(3) 理想受控源端口的电压、电流特性

受控源是反映电子器件物理性能的一种理想元件,与独立源不同,它不能直接起“激励”作用,其电压或电流都不是给定的时间函数,而受电路中另一支路的电压或电流的控制。这样,受控源就有了控与被控的两条支路、两个端口和四种类型(表 1-3)。

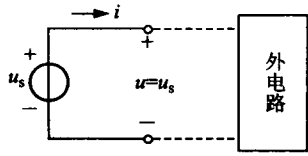
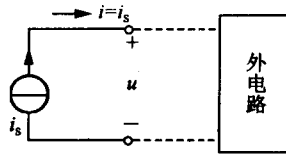
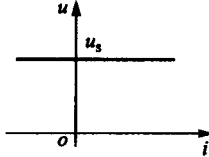
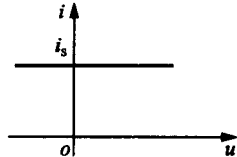
学习受控源要注意掌握它的受控关系、端口特性以及与独立源的区别。受控源(受控电压源或受控电流源)的性质是由电路模型决定,而不是由控制量决定。当控制系数 μ, g, β, r 为常数时,受控源的电压或电流是控制电压或电流的线性函数。

(4) 运算放大器端钮上的伏安关系

① 运算放大器的电路模型

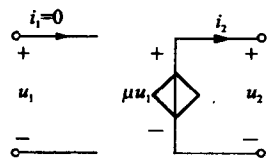
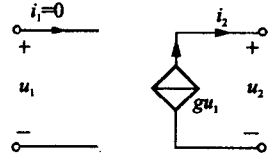
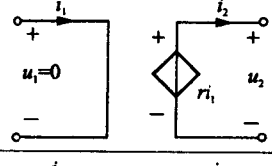
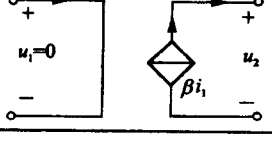
本章中运算放大器(简称运放)是作为元件引入的,因此不研究它的内部结构、电路和工作原理,只介绍它的外部性能,即端钮上的伏安关系。

表 1-2 理想电压源和电流源

元 件	理 想 电 压 源	理 想 电 流 源
定义	独立产生电压,其端电压不随输出电流而变化的二端元件	独立产生电流,其输出电流不随端电压而变化的二端元件
电路模型		
伏安特性 ^①		
特点	① 内阻为零; ② 端电压恒定或是给定的时间函数; ③ 电流随外接电路的不同而不同	① 内阻无穷大; ② 电流恒定或是给定的时间函数; ③ 端电压随外接电路的不同而不同
模型实例	晶体管稳压电源	光电池
电源为零	电压源短路	电流源开路

① 伏安特性曲线对直流适用于所有时间,对变化电流仅适用于某一时刻。

表 1-3 理想受控源

控制类型	电 路 模 型	端口特性	控制系数	模型实例
电压控制 电压源 (VCVS)		$i_1 = 0$ $u_2 = \mu u_1$	转移电压比 μ	三极电子管 理想变压器
电压控制 电流源 (VCCS)		$i_1 = 0$ $i_2 = g u_1$	转移电导 g	五极电子管 场效应管
电流控制 电压源 (CCVS)		$u_1 = 0$ $u_2 = r i_1$	转移电阻 r	直流发电机 热电偶
电流控制 电流源 (CCCS)		$u_1 = 0$ $i_2 = \beta i_1$	转移电流比 β	晶体三极管

运放是一个多端元件,实际上是高放大倍数的直流电压放大器,其符号如图 1-3(a) 所示。它有两个输入端,a 端称为反相输入端,在“矩形”图形符号里标以“-”;b 端为同相输入端,在图形符号里标以“+”。一个输出端用 o 表示,还有输入输出的公共端钮,用 g 表示。除上述端钮外,还有加电源的端钮、调整端钮等,因与电路分析无直接关系,故一般不画出来。运放是一种单方向工作的器件,即只有在它的输入端加信号电压时,电压才能被放大。

运放的输入输出特性是非线性的,可用图 1-3(c)来近似地描述。本章中把运放的工作范围局限在线性段,即 $-U_s < u_o < U_s$ (U_s 为电源电压),则输出和输入的关系为

$$u_o = A(u_b - u_a) = Au_i$$

其中 A 为开环电压放大倍数,即图 1-3(c)中斜线的斜率。

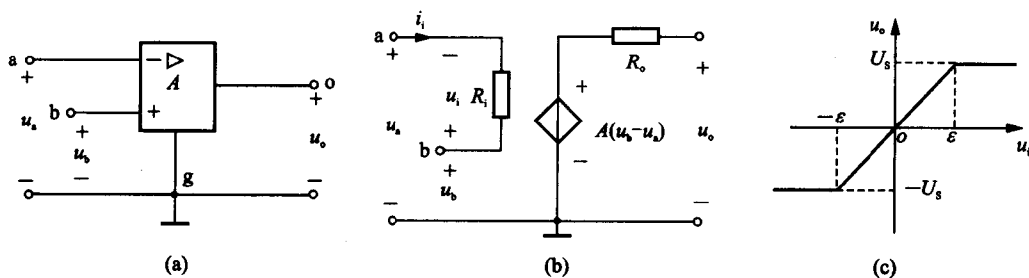


图 1-3

运放的电路模型如图 1-3(b)所示。其中 R_i 为输入电阻; R_o 为输出电阻; $A(u_b - u_a)$ 为电压控制电压源。

② 理想运算放大器

若运放的输入电阻 $R_i \rightarrow \infty$, 输出电阻 $R_o = 0$, 则电压放大倍数 $A \rightarrow \infty$, 这种运放为理想运算放大器。

其主要特点是

- 由于在理想情况下 $R_i \rightarrow \infty$, 所以 $i_i = \frac{u_i}{R_i} \approx 0$, 即流入运放输入端口的电流为零, 可视为断路, 但不是真正的断路, 故称为“虚断”;
- 由于理想运放的 $A \rightarrow \infty$, 而输出电压 u_o 为有限值, 所以 $u_i = \frac{u_o}{A} \approx 0$, 即 $u_i = u_b - u_a \approx 0$, 故有 $u_b = u_a$ 。也就是说输入端口的电压为零, 可视为短路, 但又不是真正的短路, 所以称为“虚短”;
- 由于 $R_o = 0$, 其输出电压为受控源二端的电压, 与输出端所接电路无关。

4. 基尔霍夫定律

基尔霍夫电流定律和电压定律简称 KCL 和 KVL, 分别是组成电路的各支路电流的约束关系和各支路电压的约束关系, 是分析节点处各电流和回路中各电压的依据(表 1-4)。

表 1-4 基尔霍夫定律

定律简称	KCL	KVL
约束关系	节点处各电流的相互约束	回路中各电压的相互约束
定律表述	任一瞬时任一节点处各电流的代数和恒等于零(流出为正,流入为负)	任一瞬时任一回路各电压的代数和恒等于零(与回路参考绕向一致的电压取正,否则为负)
数学式	$\sum i = 0$ 或 $\sum i_{\text{入}} = \sum i_{\text{出}}$	$\sum u = 0$ 或 $\sum R_k i_k = \sum u_{\text{Sk}}$
物理实质	是电流连续性和电荷守恒的表现	是能量守恒和电位单值性的结果
使用范围	取决于电路的拓扑结构,与电路元件性质无关,适用于一切集总参数电路。 可推广于广义节点(闭合面)	取决于电路的拓扑结构,与电路元件性质无关,适用于一切集总参数电路。 可推广于假想回路

本章重点难点

由元件的伏安关系和基尔霍夫定律所组成的电路基本定律是贯穿在电路理论始终的,是分析电路的根本依据,是本章的重点。参考方向、元件是吸收功率还是发出功率、理想电压源、电流源和受控源是掌握和熟练运用这个重点的难点。特别是参考方向、理想电流源的特点以及受控源的概念初学时不容易搞清,不少学生在接受、理解和运用这些新内容时都有困难。因此,读者必须树立学习电路课程首先要下决心掌握这些新概念的思想。

1.3 典型题解析

例 1-1 图 1-4 所示电路中方框用来泛指元件。已知四个元件的电压均为 5 V,且知 $I_A = 1 \text{ A}$, $I_B = -2 \text{ A}$, $P_{C\text{吸}} = -20 \text{ W}$, $P_{D\text{吸}} = 10 \text{ W}$ 。试求 $P_{A\text{吸}}$, $P_{B\text{吸}}$, I_C , I_D 之值。

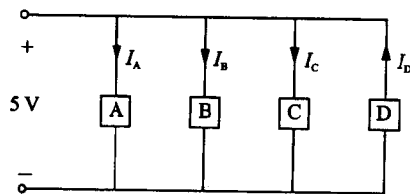


图 1-4

解 元件 A, B, C 的电流与电压的参考方向一致(关联参考方向),故有

$$P_{A\text{吸}} = 5I_A = 5 \times 1 = 5 \text{ W} > 0 \quad (\text{实际吸收功率})$$

$$P_{B\text{吸}} = 5I_B = 5 \times (-2) = -10 \text{ W} < 0 \quad (\text{实际发出功率})$$

$$P_{C\text{吸}} = 5I_C = -20 \text{ W}$$

$$\text{所以 } I_C = \frac{-20}{5} = -4 \text{ A}$$

而元件 D 的电流与电压是非关联方向,且已知条件是 $P_{D\text{吸}}$,即为

$$P_{D\text{吸}} = -5I_D = 10 \text{ W}$$

$$\text{所以 } I_D = \frac{10}{-5} = -2 \text{ A}$$

$$\text{亦可由 } P_{D\text{发}} = 5I_D = -P_{D\text{吸}} = -10 \text{ W}$$

$$\text{解得 } I_D = \frac{-10}{5} = -2 \text{ A}.$$

例 1-2 试确定图 1-5 所示四个电路中各元件上的电压、电流和功率, 指出各元件是吸收功率还是发出功率, 并校核功率平衡关系。

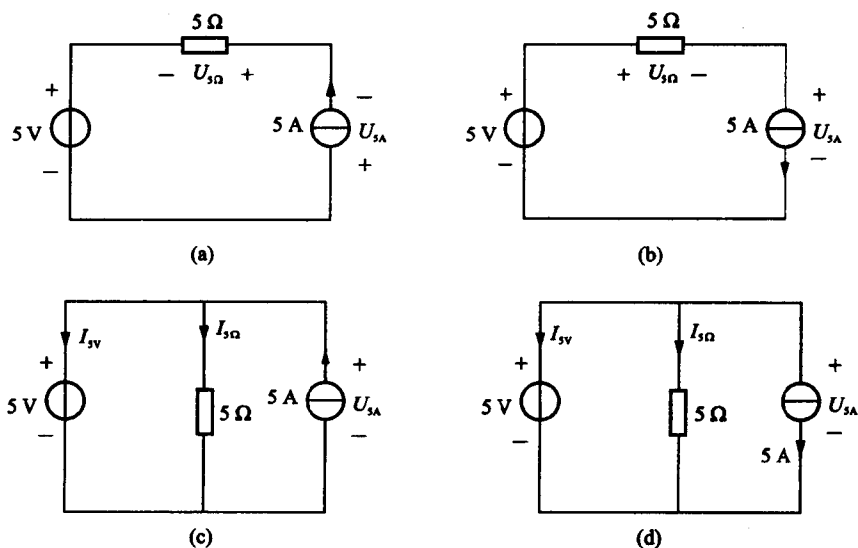


图 1-5

解 各元件上的电压、电流、功率均以元件值为下标。根据 KVL 和 KCL, 利用理想电源的基本性质和关联参考方向, 对图(a) 有

$$I_{5\Omega} = 5 \text{ A}$$

$$U_{5\Omega} = 5 \times 5 = 25 \text{ V}$$

$$U_{5A} = -5 - U_{5\Omega} = -5 - 25 = -30 \text{ V}$$

$$P_{5\Omega\text{吸}} = U_{5\Omega} \times 5 = 25 \times 5 = 125 \text{ W} > 0 \quad (\text{吸收功率})$$

$$P_{5V\text{吸}} = 5 \times 5 = 25 \text{ W} > 0 \quad (\text{吸收功率})$$

$$P_{5A\text{吸}} = U_{5A} \times 5 = -30 \times 5 = -150 \text{ W} < 0 \quad (\text{发出功率})$$

发出功率 = 吸收功率

$$\text{或 } P_{5\Omega\text{吸}} + P_{5V\text{吸}} + P_{5A\text{吸}} = 125 + 25 - 150 = 0 \quad (\text{功率平衡})$$

对图(b) 有

$$I_{5\Omega} = 5 \text{ A}$$

$$U_{5\Omega} = 5 \times I_{5\Omega} = 5 \times 5 = 25 \text{ V}$$

$$U_{5A} = -U_{5\Omega} + 5 = -25 + 5 = -20 \text{ V}$$

$$P_{5\Omega\text{吸}} = U_{5\Omega} \times I_{5\Omega} = 25 \times 5 = 125 \text{ W} > 0 \quad (\text{吸收功率})$$