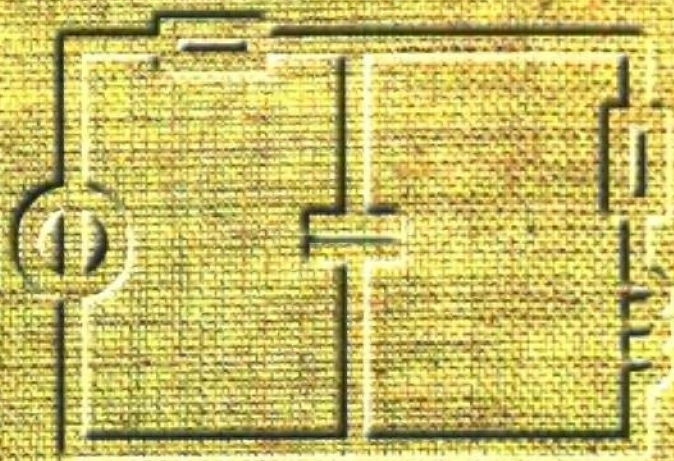


郑玉祥 刘桂君 主编

电路基础

电路基础



哈尔滨工业大学出版社

电 路 基 础

郑玉祥 刘桂君 主编

ND32/30

哈尔滨工业大学出版社

内 容 简 介

本书是根据现行电路理论课教学大纲编写的。

全书共分十二章:绪论,基础知识,电阻电路,正弦交流电路,互感耦合电路,谐振电路,三相电路,非正弦周期性电流电路,动态电路的时域分析,动态电路的复频域分析,二端口网络与图论初步及磁路与铁心线圈电路。

本书从本科生培养目标和实际水平出发,根据课程特点,讲究编写方法,正确处理教材内容,注意理论联系实际,精选有助于建立概念、掌握解题方法、联系实际的例题和习题。节目明朗,条理清晰,概念准确,论述简明,文字通顺,便于自学与教学。

本书为大学本科电类、机电一体化专业电路理论课教材。对专科教学(选择其中有关章节)也适用,并可供有关工程技术人员参考。

电 路 基 础

Dianlu Jichu

(修订版)

郑玉祥 刘桂君 主编

*

哈尔滨工业大学出版社出版发行

(哈尔滨市南岗区教化街 21 号 邮编 150001)

哈尔滨工业大学印刷厂印刷

*

开本 787×1092 1/16 印张 19.5 字数 448 千字

1999 年 5 月第 2 版 1999 年 5 月第 2 次印刷

印数 4 001—7 000

ISBN 7-5603-1238-1/TM·18 定价:21.00 元

前 言

“电路基础”是电类专业中专、大专及本科学生在学习专业课之前必须掌握的一门概念性、基础性、理论性和实践性都很强的课程，它对后续课程的学习和分析问题、解决问题能力的培养有着十分重要的作用。

然而，本课程一直是学生感到难学的一门课程，突出表现在解题上，因为解题的能力能充分地反映出对概念、理论和方法掌握的深刻程度。学习掌握本课程感到困难，这是基于本课程的特点而自然产生的现象。

怎样解决这一问题？编者认为，一本有助于教师，特别是青年教师备课、授课和便于学生阅读、钻研的教材，会对问题的解决有益。这就是编写本书的基本出发点。

从这一基本出发点考虑，编者总结了多年的教学实践经验与体会，参考了电类多种专业的本、专科教学大纲，研究了多种有影响的同类教材，编写了本书。

本书的编写特点是：

1. 每章明确地写出了导言一节。目的是提出问题，让学生带着问题去学，增加学习的主动性、目的性；明确本章内容与以前内容的内在联系，增加知识的连贯性、系统性；指出本章要点，即比较重要的内容。

2. 从有利于学生阅读和掌握概念出发，尽力做到深入浅出，清晰明确地阐明概念，强调概念的物理实质。

3. 从有利于提高学生解题能力的目的出发，在讲清原理内容的基础上，明确地提出概念和方法在应用时应注意的问题及一些特殊问题的处理；突出介绍求解响应的方法，将一些内容用讲解方法的形式处理。

4. 除照顾本课程自身的学科性、理论的系统性外，从工程实际的应用出发，对内容的选取与阐述的详略做了科学处理。

5. 电路分析，采用先研究稳态、后介绍暂态的次序，将暂态分析两章放在后面；根据电与磁的密不可分性，将磁路一章放在最后，以借鉴电路分析方法。

6. 在正弦交流电路分析中，将谐振与互感耦合问题专列章节，以突出其特性。

本书由郑玉祥、刘桂君、梁景凯、张秀珍、马家辰、周凤永编写，郑玉祥、刘桂君任主编。

由于编者水平有限，书稿编写方法又属尝试，不妥之处，在所难免。殷切希望读者，特别是使用本书的教师和学生批评指正。

作者 郑玉祥

1997年5月

目 录

第一章 绪论	(1)
一、电路与电路模型	(1)
二、电路中的基本物理量	(1)
三、单位制	(2)
四、电路的分类	(2)
五、本课特点及研究的主要内容	(2)
六、学习本课的方法	(3)
第二章 基础知识	(4)
2-1 引言	(4)
2-2 电路中的基本物理量与正方向	(4)
2-3 电路名词	(8)
2-4 电路中的基本元件	(9)
2-5 常用信号	(18)
2-6 基本定律	(21)
本章要点	(27)
习题	(28)
第三章 电阻电路	(31)
3-1 引言	(31)
3-2 简单电路的计算	(31)
3-3 联接变换法(方法一)	(37)
3-4 电源变换法(方法二)	(41)
3-5 支路电流法(方法三)	(43)
3-6 回路电流法(方法四)	(46)
3-7 节点电压法(方法五)	(51)
3-8 叠加法(方法六)	(56)
3-9 倒推法(方法七)	(61)
3-10 等效电源法(方法八)	(62)
本章要点	(67)

习题	(67)
第四章 正弦交流电路	(72)
4-1 引言	(72)
4-2 正弦交流信号的参数	(72)
4-3 相量图	(75)
4-4 正弦交流电路的相量算法——图解法	(78)
4-5 正弦交流电路的复数算法——符号法	(81)
4-6 正弦交流电路中的功率	(96)
4-7 最大功率传输	(105)
本章要点	(107)
习题	(107)
第五章 互感耦合电路	(112)
5-1 引言	(112)
5-2 互感与互感电压	(112)
5-3 耦合线圈的联接	(119)
5-4 互感耦合电路的计算	(123)
5-5 空心变压器	(125)
本章要点	(129)
习题	(129)
第六章 谐振电路	(131)
6-1 引言	(131)
6-2 串联谐振电路	(131)
6-3 并联谐振电路	(138)
6-4 复杂并联谐振电路	(143)
本章要点	(146)
习题	(147)
第七章 三相电路	(149)
7-1 引言	(149)
7-2 三相电源	(149)
7-3 三相电源与三相负载的联接	(152)
7-4 对称三相电路的计算	(154)
7-5 不对称三相电路的计算	(159)
7-6 三相电路的功率	(161)
本章要点	(162)

习题	(162)
第八章 非正弦周期性电流电路	(164)
8-1 导言	(164)
8-2 周期函数分解为傅里叶级数	(164)
8-3 非正弦周期信号的最大值、有效值、平均值和平均功率	(172)
8-4 非正弦周期电流电路的计算	(173)
8-5 傅里叶级数与傅里叶变换	(176)
本章要点	(179)
习题	(179)
第九章 动态电路的时域分析	(181)
9-1 导言	(181)
9-2 换路定律与电路初始值的确定	(182)
9-3 一阶电路的零输入响应	(185)
9-4 阶跃激励一阶电路的零状态响应	(189)
9-5 冲激激励一阶电路的零状态响应	(193)
9-6 一阶电路的全响应	(194)
9-7 一阶电路的三要素求解法	(197)
9-8 RLC 串联电路的零输入响应	(204)
9-9 RC 电路的基本应用	(208)
本章要点	(213)
习题	(213)
第十章 动态电路的复频域分析	(217)
10-1 导言	(217)
10-2 拉普拉斯变换及其性质	(217)
10-3 拉普拉斯反变换	(221)
10-4 复频域中的运算电路及电路定律	(230)
10-5 动态电路的复频域算法——运算法	(233)
10-6 网络函数、卷积与卷积定理	(237)
本章要点	(245)
习题	(245)
第十一章 二端口网络与图论初步	(248)
11-1 导言	(248)
11-2 图论的基本知识	(249)
11-3 二端口网络参数综述	(255)

11-4	阻抗方程与 Z 参数	(256)
11-5	导纳方程与 Y 参数	(258)
11-6	传输方程与 A 参数	(260)
11-7	混合方程与 h 参数	(263)
11-8	实验参数	(266)
11-9	二端口网络的输入阻抗、输出阻抗、特性阻抗和传输函数	(267)
11-10	线性二端口网络的等效电路	(274)
	本章要点	(277)
	习题	(278)
第十二章	磁路与铁心线圈电路	(280)
12-1	导言	(280)
12-2	基本知识	(280)
12-3	磁路中的基本定律	(285)
12-4	恒定磁通磁路的计算	(288)
12-5	正弦交流铁心线圈	(292)
12-6	正弦磁通磁路的计算	(294)
12-7	理想变压器	(296)
12-8	实际变压器	(297)
	本章要点	(299)
	习题	(299)

第一章 绪 论

一、电路与电路模型

人们在日常生活、生产和科学研究中,广泛地应用着种类繁多的电子产品和设备,它们中都有各种各样的电路。例如,照明电路、家用电器中的电路以及生产中的许多控制电路等。

一些电器、电器元件,按照一定的方式联接起来,构成了电流的通路,称之为电路,也叫网络。电路中提供电能的设备和器件称为电源,提供电信号的设备和器件称为信号源。

多种形式的电路,就其主要功能而言,可分为两类:一类是传送、分配和使用电能的电路,如发电机、电源变压器、输电线、电动机等主要设备所构成的电力系统;另一类是传送、变换、贮存和处理电信号的电路,如许多电子仪器设备、计算机、收音机、电视机、示波器等。

一个实际电路,一般包含着电源(信号源)、元器件、传输线、开关和负载。

为了研究电路的方便,采用了把电路中的实际元件加以理想化的分析方法,即在一定的条件下,忽略其次要性质,用足以表示其主要特征的“模型”来表示它。这种由理想化元件构成的电路,就称为实际电路的“电路模型”。电路理论所研究的电路就是电路模型。电路理论及其分析方法,就是从物理实际建立电路模型,采用数学分析手段研究电路,然后将所得规律再应用到物理实际中去。

电路中的每一种元件都可以抽象出一种数学模型。例如,一个电阻器与一个电容器所构成的电路就是一个电路模型, R 代表电路中的电阻, C 代表电容。但实际上,这只是工作频率较低时的一种近似,因为电路中还有分布电容、引线电感、漏电导,当工作频率较高时,这些因素便需考虑。又如,电路中画出电感 L 代表一个线圈,实际上,除有电感外,还有电阻、电容。因此,电路图上的元件符号都是代表理想化元件。另外,不管实际电路的元件具体是什么,如灯泡、电炉,其主要特征是电阻性质,电路中则以 R 表示它。实践证明,通过物理实际建立模型,从研究分析模型得出结论再去了解物理实际的方法是一种普遍的方法,广泛应用于各个学科。

二、电路中的基本物理量

实际电路中的器件,种类繁多,功能各异,所涉及的物理含义也很广泛,如声、光、热、化学、电、磁等方面的问题。本课所研究的电路理论,主要是研究电磁过程,其物理量主要表现为电流、电压、电荷和磁通,实际上最后都归结为电压和电流以及由它们形成的电功率。本书用大写字母 U 、 I 表示直流电压、电流,用小写字母 u 、 i 表示交流电压、电流。

三、单位制

物理量的量值必须有一个统一的单位。我国于 1984 年就明确规定,国际单位制(SI)是我国法定计量单位的基础。

国际单位制的七个基本单位中的长度为米(m)、质量为千克(kg)、时间为秒(s)、电流为安培(A)。其它物理量的单位可根据定义由基本单位导出,许多导出单位另起名称,如瓦(W)=焦耳/秒(J/s)。

除 SI 主单位外,有时还用 SI 单位的十进制倍数单位,其表示方法是在原有单位上加词头,如 $1\text{kV}=10^3\text{V}$, $1\text{mV}=10^{-3}\text{V}$ 。常用词头见表 1-1。

表 1-1 SI 常用词头

因数	词 头 名 称		符号	因数	词 头 名 称		符号
	原文(法)	中 文			原文(法)	中 文	
10^9	giga	吉	G	10^{-2}	centi	厘	c
10^6	mega	兆	M	10^{-3}	milli	毫	m
10^3	kilo	千	k	10^{-6}	micro	微	μ
10^2	hecto	百	h	10^{-9}	nano	纳	n
10^1	deca	十	da	10^{-12}	pico	皮	p

四、电路的分类

本课研究的是电路模型。对实际电路从不同的角度划分,有集中参数电路、分布参数电路;还有线性电路、非线性电路;时变电路、非时变电路;模拟电路、数字电路等。本课研究的电路模型,主要是集中参数、非时变的线性电路。至于以上分类法的含义,待以后学习更多的理论知识后便会逐步理解。

五、本课特点及研究的主要内容

本课是一门理论性强、颇具实践性的工科各类专业,特别是电类专业教学计划中的理论基础课,兼有技术基础课的性质。从“电路模型”的概念中已明显看出,本课研究的虽不是实际电路,但其理论和方法是为了应用于实际电路的分析与计算。

本课是学习后续电类课程的基础。本课的基本概念、基本理论与分析计算方法是分析实际应用电路所必须掌握的技能 and 手段。从本课的基础性、理论性及实践性可以看出,学习本课需要有较好的物理和数学基础。就所需数学知识而言,需掌握微分、积分、微分方程、傅里叶级数、傅里叶变换、拉普拉斯变换与反变换,以及行列式、矩阵等知识。这些知识不仅是理解电路内容的基础,也是求解问题使用的工具。

本课研究的主要内容,简要地说就是不同形式的信号作用于电路模型后,求解电路响

应的方法。电路中的元件不同,电路结构不同,所加信号不同,求解方法也不同,既有其共同的一般规律,也有其特殊性。本课中物理概念丰富,计算方法灵活多样。具体研究的内容是:

- (1)电路元件的物理特性。
- (2)电阻电路计算。
- (3)正弦交流电路计算。
- (4)谐振电路、耦合电路分析。
- (5)周期性非正弦电流电路计算。
- (6)电路过渡过程的时域、复频域分析法。
- (7)网络理论初步。
- (8)磁路分析。

六、学习本课的方法

基于本课特点,提出如下几点学习方法,供学习者参考:

(1)必须从本质上理解物理实质、基本概念、基本理论和基本方法。每章导言应认真阅读,要理解问题的提出、引伸,解决的方法和应用中应该注意的问题。

(2)要注意各部分内容之间的相互关系、前后章节的内容对比,注意其共性,更要注意其特性,重在理解。

(3)通过典型例题和习题加深对本课内容的理解。这是理论联系实际的最好方法。通过做题实践,进一步加深对内容的理解,达到提高分析问题、解决问题能力的根本目的。

第二章 基础知识

2-1 导 言

在第一章绪论中已经建立了电路模型的概念,并了解了电路基础课程所要研究的内容。为此,本章首先给出研究后续各章必备的一些基础知识,特别侧重于对物理实质的理解,尤其注重“正方向”(参考方向)的概念。

本章主要研究如下问题:

- (1)电路中的基本物理量。
- (2)电路中的基本元件。掌握元件的物理特性,建立元件上的电压、电流约束式。
- (3)电路中常见的激励信号。
- (4)分析计算电路的基本依据——基尔霍夫定律。

2-2 电路中的基本物理量与正方向

一、电流

带电粒子的有序运动形成电流。导体中的自由电子,电解液和电离了的气体中的正离子、负离子,半导体中的电子和空穴,都属带电粒子,或称载流子。它们的定向运动便形成了电流。

我们知道,电子带负电,质子带正电。物理上规定了正电荷的运动方向,或负电荷(电子)运动的反方向为电流方向。电流属于标量。电流的大小,或称电流强度,是以单位时间内通过导体横截面的电荷量来表示。即设电流为 i ,电量为 q ,时间为 t ,有

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (2-1)$$

电流的单位为安培(A),实际中常用毫安(mA)、微安(μA)。 $1\text{mA} = 10^{-3}\text{A}$, $1\mu\text{A} = 10^{-6}\text{A}$ 。

在分析计算电路时,在一段电路中,对于流向不变的电流的实际方向很难事先判定,对于方向交替变化的电流,在应用有关定律进行计算时,也需要知道某即时的电流方向。为此,人为地规定了一个电流为正的方向——正方向,也称参考方向。实际电流的方向若与正方向相同,则称电流为正,否则为负。

正方向的规定是随意的。在电路图中元件中的电流正方向可用箭头表示,如图 2-1(a)所示;也可用电流符号加双下标表示,如图(a)的情况可表示成图 2-1(b), i_{AB} 表示电

流由 A 流向 B。



图2-1 电流正方向

电路中电流的实际方向是客观存在的,它不因正方向选择的不同而改变,故有

$$i_{AB} = -i_{BA}$$

二、电压

随着带电粒子的运动,能量也发生转换。我们知道,在匀强电场中,正电荷 Q 在电场力 F 的作用下运动,如从 A 点移到 B 点,电场力做功等于 W ,此时该电荷 Q 所具有的电势能减小,则 A 、 B 两点间的电势差,或称电压 $U = W/Q$ 。同理,在电路的 A 、 B 两点间也如此。即两点间电压的大小等于单位电荷量从一点移到另一点时能量的变化量。设电荷变化量 dq ,能量变化量 dW ,则两点间的电压

$$u = \frac{dW}{dq} \quad (2-2)$$

并规定:若正电荷从 A 点移到 B 点,其电势能减少,则此两点间的电压方向为从 A 到 B ,即电压的实际方向为由高电位指向低电位。

电压的单位为伏特(V),也用千伏(kV)、毫伏(mV)、微伏(μ V)。1kV = 10^3 V, 1mV = 10^{-3} V, 1 μ V = 10^{-6} V。

同电流一样,在分析计算电路时,一段电路中元件上极性不变的电压的真实方向很难事先判定,极性随时间变化的交变电压,在应用有关定律进行计算时,也需要知道其即时电压的方向。为此,人为地规定了一个电压为正的方向——正方向,也称参考方向。若实际电压的方向与规定正方向相同,此电压为正,否则为负。当然,正方向的规定是随意的。

电压的正方向可用箭头表示,也可用“+”、“-”表示,还可用电压符号加双下标表示, u_{AB} 表示电压正方向由 A 指向 B ,如图 2-2(a)、(b)所示。

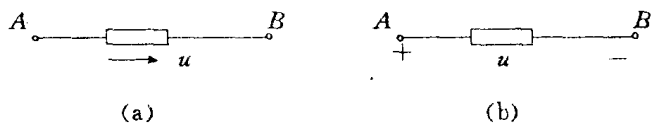


图2-2 电压正方向

同样, $u_{AB} = -u_{BA}$ 。

以后,如无声明,无论是电流还是电压,其所得值的正负都是对应于所选正方向而言的。分析电路的主要任务就是计算电路中的电压、电流值,统称为求电路响应,其中总是要涉及正方向问题,故需熟练掌握。

正方向是电路计算中的一个基本概念,对此着重指出如下几点:

(1) 电流、电压的实际方向是客观存在的。不论直流还是交流都要利用正方向这一概念。正方向是人为规定的,计算电路时,正方向一经选定,在整个分析计算过程中,都必须以此为准,而不能变动。

(2) 由于电流、电压的正负值是对应于所选正方向而言的, 所以分析计算每一电流、电压都需要先选定正方向。正方向不定, 而谈某电流值的正、负是没有意义的。

(3) 电路中某一支路或某一元件上的电压与电流的正方向的选定, 可以选一致的正方向——称关联正方向, 如图 2-3(a) 所示; 也可选择不一致的正方向——称非关联正方向, 如图 2-3(b) 所示。通常均选关联正方向。当选关联正方向时, 一个支路或一个元件上的电流、电压正方向只需标定一个即可。

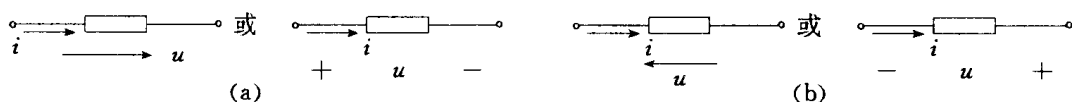


图 2-3 关联与非关联正方向

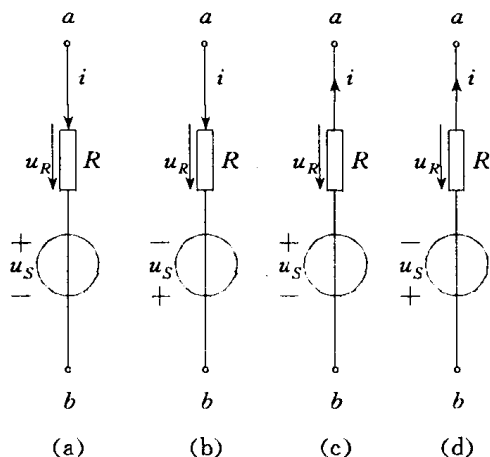
顺便说明一下电路中的电源电动势问题。

在电源内部有一种电源力, 将正电荷由低电位处推向高电位处。这种电源力可以由电解液和金属极板间的化学作用产生, 也可由电磁作用产生。

电源力使电源两端具有的电位差称为电动势。我们规定, 电动势的方向是由低电位端指向高电位端, 即电位升的方向, 电位低的一端为负极, 电位高的一端为正极; 而电压的方向是电位降的方向。以 u 表示电压, e 表示电动势, 在选择二者正方向一致时, 有

$$e = -u$$

在以后的电路计算中, 为方便运算我们只用电压概念, 省去电动势这个物理量。



图例 2-1

例 2-1 求图例 2-1 所示各电路 a, b 两端电压 u_{ab} 。

解 电压源、电阻上电压及支路电流的正方向都已标定, 可以看出: 电阻上电压 u_R 与电流 i , 若取关联方向, 有 $u_R = Ri$, 如图 (a)、(b) 所示; 若取非关联方向, 有 $u_R = -Ri$, 如图 (c)、(d) 所示。故得

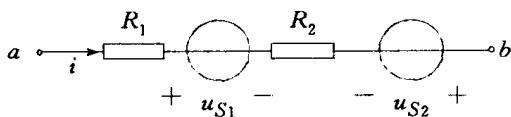
$$(a) \quad u_{ab} = Ri + u_S$$

$$(b) \quad u_{ab} = Ri - u_S$$

$$(c) \quad u_{ab} = -Ri + u_S$$

$$(d) \quad u_{ab} = -Ri - u_S$$

例 2-2 求图例 2-2 所示电路中的电流 i 。已知 $u_{S1} = 6V, u_{S2} = 14V, u_{ab} = 5V, R_1 = 2\Omega, R_2 = 3\Omega$ 。



图例 2-2

解 按图中所标电压、电流正方向, 有

$$u_{ab} = R_1 i + u_{S1} + R_2 i - u_{S2}$$

代入给定数据, 得

$$i = 2.6A$$

三、电功能与电功率

电功率是描述传送转换电能速率的一个物理量,简称功率。

当电路中某一元件上的电流与电压实际方向一致时,由于电流的方向为正电荷运动方向,而正电荷沿电压方向移动时,其势能减少,故此时该元件接受功率;而当元件上的电流与电压方向相反时,则表示该元件发出功率,又因

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

故传送转换能量的速率,即功率为

$$p = \frac{dw}{dt} = \frac{dw}{dq} \cdot \frac{dq}{dt} = u \cdot i \quad (2-3)$$

电功能为

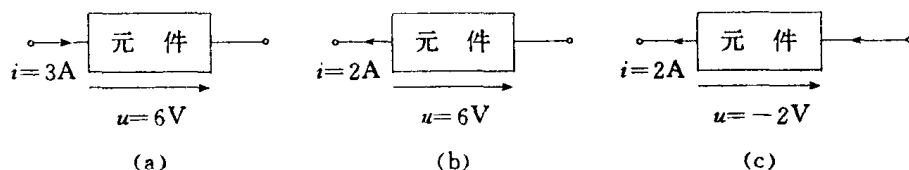
$$W = \int p dt \quad (2-4)$$

当电压、电流取关联正方向时, $p > 0$, 表明元件吸收电能; $p < 0$, 表示该元件释放电能。

当电压、电流取非关联正方向时, $p > 0$, 表明元件释放电能; $p < 0$, 表明元件吸收电能。

上述功率计算的结论,不局限于一个元件,对任一段电路均适用。

例 2-3 求图例 2-3 所示元件的功率。



图例2-3 元件上的功率(吸、放)

解 (a) 此图 u, i 取关联正方向, 则

$$p = u \cdot i = 6 \times 3 = 18\text{W}$$

$p > 0$, 说明此元件的确吸收功率。

(b) 此图 u, i 所取为非关联正方向, 则

$$p = u \cdot i = 6 \times 2 = 12\text{W}$$

$p > 0$, 说明元件发出功率。

(c) 此图 u, i 所取为非关联正方向, 则

$$p = u \cdot i = (-2)(2) = -4\text{W}$$

$p < 0$, 说明此元件吸收功率。

通过上例可以看出, 元件吸收能量还是放出能量的判定, 可以根据 u, i 的关联方向和 p 值的正负来得出; 也可以直接根据 u, i 的实际方向得出结论: 若 u, i 实际方向一致, 表示元件吸能; u, i 实际方向不一致, 表示元件放能。如图例 2-3 中:

图(a) u, i 实际方向一致, 吸能;

图(b) u, i 实际方向不一致, 放能;

图(c) u, i 实际方向一致, 吸能。

2-3 电路名词

本节给出电路中经常用到的名词。

一、线性电路、非线性电路

线性电路的概念可以从几个角度来理解:

(1) 电路的响应与电路的激励之间满足线性微分方程的电路(网络, 以下略), 称为线性电路。这是从数学上来描述的。

(2) 电路的响应与其激励之间满足比例性和叠加性的电路是线性电路。即设电路输入为 u_{i1} , 其响应为 u_{o1} ; 电路输入为 u_{i2} , 其响应为 u_{o2} 。当输入为 $au_{i1} + bu_{i2}$, 若其响应为 $au_{o1} + bu_{o2}$, 则此电路为线性电路。

(3) 线性的概念也可从响应与激励信号间的频率成分关系来说明。若响应信号所含频率成分都是输入信号中原有的频率成分, 没有增加新的频率, 则电路是线性的。当然, 响应中的频率成分可以比原激励信号少(如某些频率分量被滤除)。但只要不增加新频率, 此电路就是线性的。

不符合以上线性条件的电路即为非线性电路。本课所研究的电路, 除特殊说明外, 均属于线性电路, 所用元件均属于线性元件。

二、集中参数电路与分布参数电路

集中参数电路是指元件参数值集中体现在元件本身上的元件所组成的电路, 本课只研究此种电路; 分布参数电路是指元件参数值并非集中体现在某一元件上, 而是分布在电路中的电路。如电视机的拉杆天线, 其电容电感值便是分布在整个天线上。

三、时变、非时变参数电路

电路参数不随时间改变的电路称为非时变电路。本课只研究非时变电路。电路参数随时间改变的电路称为时变电路。

四、含源电路、无源电路

含有电源(独立电压源或电流源)的电路, 称为含源电路(网络), 也称有源电路(网络); 不含电源者自然是无源电路(网络)。

五、电路的响应

电路中施以激励源, 电路中便出现电压、电流。计算它们称之为求响应。电路处于稳定状态下欲求得的电压或电流称为稳态响应。在电路变化(换路)引起电压、电流变化尚未达到新的稳态时, 这段过程称为过渡过程, 我们称之为暂态响应。

六、电路中的支路、节点、回路、网孔

如图 2-4 所示电路,电路中具有两个端钮且通过同一电流的每个分支(其中至少包含

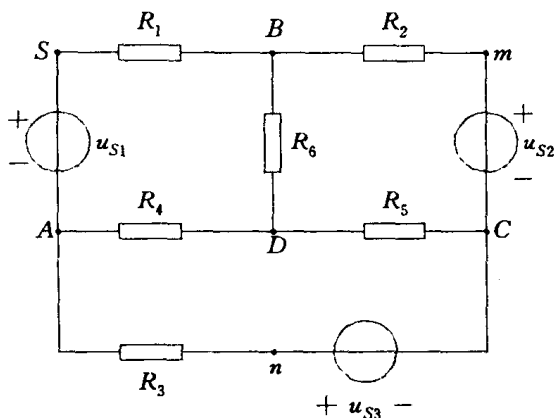


图 2-4 电路支路节点回路示例

一个元件),叫做一个支路,如图 2-4 中有六条支路(ASB , BR_6D , BmC , CR_5D , AR_4D 和 AnC)。

电路中三条或三条以上支路相联接的点称为节点,如图 2-4 中有四个节点(A , B , C , D)。

电路中任何一个闭合路径叫做一个回路,可以看出图中有七个回路($ASBDA$, $BmCDB$, $ADCnA$, $ASBDCnA$, $BmCnADB$, $ASBmCDA$ 和 $ASBmCnA$)。

电路中最小的回路,即其内不再含有回路的回路称为网孔,图中有三个网孔($ASBDA$, $BmCDB$, $ADCnA$)。

2-4 电路中的基本元件

电路中的基本元件有电阻、电容、电感和电源(信号源)。前三种是无源元件,电源是有源元件。它们都是二端元件。电路元件是构成电路的基本单元,研究元件的物理特性是研究电路的基础。

一、电阻元件

1. 简介

带电粒子定向运动时受到的阻碍作用称为电阻作用,对电流起阻碍作用的元件称为电阻。因此电阻元件是一种对电流呈现阻碍作用的耗能元件。电阻的单位为欧姆(Ω)。

电阻有线性电阻、非线性电阻之分。在任何时刻,电阻两端电压与其中电流的关系服从欧姆定律的电阻元件,称为线性电阻元件。反之,称为非线性电阻元件。不特别说明,电路中的电阻均为线性电阻。

根据电阻元件制作材料的温度性能不同,分三类电阻:材料的电阻随温度的升高而增大,如银、铜、铁、钨等;材料的电阻随温度的升高而减小,如炭、半导体材料、电解液等;材料的电阻基本不随温度的变化而改变,如康铜、锰铜、镍铬合金等。材料温度升 1°C 时,每 1Ω 电阻的增加值称为温度系数。阻值敏感于温度的电阻称为热敏电阻。温度系数有正、负之分,非热敏电阻可视为温度系数为零。不特别说明,一般电阻均认为温度系数为零。

根据制作材料及工艺的不同,电阻种类繁多,如炭膜电阻、炭质电阻、线绕电阻、金属氧化膜电阻、玻璃电阻、水泥电阻等。

根据电阻阻值是固定的还是可调的,电阻可分为固定电阻和可变电阻(电位器)。