



北京邮电大学规划教材
高等院校核心课程辅导丛书

电路分析基础

教学指导书

DIANLU FENXI JICHU
JIAOXUE ZHIDAOSHU

俎云霄 李巍海 侯宾 编写



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com



北京邮电大学规划教材
高等院校核心课程辅导丛书

电路分析基础教学指导书

俎云霄 李巍海 侯 宾 编写



北京邮电大学出版社
www.buptpress.com

ISBN 978-7-309-04281-1

· 未经许可，不得以任何方式复制或抄袭本书内容 ·

内 容 简 介

本书是与殂云霄、李巍海、侯宾、张勇主编的《电路分析基础》(第3版)配套的教学指导书。本书的主要内容包括两部分:一部分对该教材中前12章的内容进行概括总结,并给出一些重要知识点的学习提示;另一部分对每章的绝大部分习题给出解析,包括涉及的知识点、解题思路 and 具体解题方法。以上内容均按照《电路分析基础》(第3版)的章节内容逐一进行介绍。

本书可作为高等院校理工科电路基础类相关课程的教师和学生的辅助教学及学习用书,也可以供考研及相关人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础教学指导书 / 殂云霄, 李巍海, 侯宾编写. -- 北京: 北京邮电大学出版社, 2022. 2
ISBN 978-7-5635-6588-7

I. ①电… II. ①殂… ②李… ③侯… III. ①电路分析—高等学校—教材 IV. ①TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2021)第 274718 号

策划编辑: 姚 顺 刘纳新 责任编辑: 徐振华 谢亚茹 封面设计: 七星博纳

出版发行: 北京邮电大学出版社

社 址: 北京市海淀区西土城路 10 号

邮政编码: 100876

发行部: 电话: 010-62282185 传真: 010-62283578

E-mail: publish@bupt.edu.cn

经 销: 各地新华书店

印 刷: 保定市巾画美凯印刷有限公司

开 本: 787 mm×1 092 mm 1/16

印 张: 15.5

字 数: 386 千字

版 次: 2022 年 2 月第 1 版

印 次: 2022 年 2 月第 1 次印刷

ISBN 978-7-5635-6588-7

定价: 45.00 元

· 如有印装质量问题, 请与北京邮电大学出版社发行部联系 ·

前 言

“电路分析基础”是电子信息类专业学生必修的专业基础课,也是该专业学生接触的第一门专业基础课。本课程内容涉及很多不易掌握的概念、定律、定理和分析方法,其中某些概念与中学物理中的电磁学部分有关,但又在其基础上有进一步的延伸和拓展。因此,学生在本门课程的学习过程中容易混淆这些概念,甚至遇到障碍。又因为分析方法、定律、定理多,同一道题可以用不同的方法进行分析求解,所以如何使用正确、简便的方法进行求解,也是困扰学生的一个问题。为了让学生更好地理解并灵活运用本门课程的知识,同时也为了教师能更好地进行教学,我们编写了这本与《电路分析基础》(第3版)配套的教学指导书。《电路分析基础》(第3版)由俎云霄、李巍海、侯宾、张勇主编,2020年1月由电子工业出版社出版,该教材于2020年被评为北京市优质本科教材。

本书的架构如下。

1. 按照《电路分析基础》(第3版)的章节内容进行安排。每章的第一部分首先给出该章的知识结构图,然后逐节给出该章的基本知识总结和学习提示;第二部分是习题解析。
2. 习题解析涵盖了《电路分析基础》(第3版)每章的绝大部分习题,并且题号与教材对应,所以读者在学习过程中如果看到题号不连续,不要奇怪。
3. 对于每一道题都先说明该题考查的知识点,然后说明解题思路,最后给出解题过程。

本书的编写工作由俎云霄、李巍海和侯宾完成。俎云霄编写了每章的第一部分内容和第1~6章的习题解析,并对全书进行了整理和审阅;李巍海编写了第7~10章的习题解析;侯宾编写了第11、12章的习题解析。

研究生张宇和本科生侯镜宇也在习题解答方面做了大量工作,北京邮电大学电子工程学院“电路分析基础”课程组的老师也对本书的编写给予了一定的帮助,在此一并向他们表示衷心的感谢!

本书得到了北京邮电大学本科教材建设项目的基金资助,特表谢意!

由于作者水平有限,难免存在错漏之处,恳切希望同行专家、学者及读者提出宝贵意见,以便今后改进、提高。作者联系方式如下。

俎云霄:北京邮电大学 94 信箱,100876,zuyx@tsinghua.edu.cn。

李巍海:北京邮电大学 94 信箱,100876,liweihai@gmail.com。

侯 宾:北京邮电大学 94 信箱,100876,robinhou@bupt.edu.cn。

作 者

目 录

绪论	1
第 1 章 电路模型和电路元件	3
1.1 基本知识及学习指导	3
1.1.1 参考方向与关联参考方向	3
1.1.2 功率的计算及判断	4
1.1.3 基尔霍夫定律	4
1.1.4 电阻元件	4
1.1.5 独立源	5
1.1.6 受控源	5
1.1.7 等效及等效变换	5
1.1.8 输入电阻	6
1.2 部分习题解析	6
第 2 章 电阻电路的基本分析方法	31
2.1 基本知识及学习指导	31
2.1.1 图论的基本知识	32
2.1.2 KCL、KVL 的独立方程数	32
2.1.3 完备的独立电路变量	32
2.1.4 节点电压法	33
2.1.5 网孔电流法	33
2.1.6 回路电流法	34
2.1.7 含运算放大器的电阻电路分析	34
2.2 部分习题解析	35
第 3 章 电路的基本定理	51
3.1 基本知识及学习指导	51
3.1.1 齐性定理和叠加定理	51

3.1.2	戴维南定理和诺顿定理	52
3.1.3	最大功率传输定理	53
3.1.4	特勒根定理	54
3.1.5	互易定理	54
3.2	部分习题解析	55
第4章	简单非线性电阻电路	78
4.1	基本知识及学习指导	78
4.1.1	非线性电阻元件和非线性电阻电路	78
4.1.2	非线性电阻电路的图解法和折线法	79
4.1.3	小信号分析法	79
4.2	部分习题解析	79
第5章	一阶动态电路	89
5.1	基本知识及学习指导	89
5.1.1	电容元件	90
5.1.2	电感元件	90
5.1.3	换路定则、初始值和稳态值	90
5.1.4	一阶动态电路的零输入响应和初始值的确定	91
5.1.5	时间常数	91
5.1.6	一阶动态电路的零状态响应和稳态值的确定	92
5.1.7	一阶动态电路的全响应和三要素法	92
5.1.8	一阶动态电路的阶跃响应	93
5.1.9	微分电路和积分电路	94
5.2	部分习题解析	94
第6章	高阶动态电路	113
6.1	基本知识及学习指导	113
6.1.1	RLC 并联电路	113
6.1.2	RLC 串联电路	114
6.1.3	一般二阶动态电路	114
6.1.4	高阶动态电路	115
6.2	部分习题解析	115
第7章	正弦稳态电路	124
7.1	基本知识及学习指导	124

7.1.1	正弦量	125
7.1.2	正弦量的相量表示	125
7.1.3	基尔霍夫定律和 R 、 L 、 C 元件 VCR 的相量形式	126
7.1.4	阻抗和导纳	126
7.1.5	正弦稳态电路的相量分析	127
7.1.6	正弦稳态电路的等效	127
7.1.7	正弦稳态电路的功率	128
7.1.8	功率因数的提高	129
7.1.9	正弦稳态电路的最大功率传输定理	130
7.2	部分习题解析	130
第 8 章	三相电路	155
8.1	基本知识及学习指导	155
8.1.1	三相电源及其连接方式	155
8.1.2	对称三相电路的计算	156
8.1.3	不对称三相电路	157
8.1.4	三相电路的功率	157
8.2	部分习题解析	157
第 9 章	非正弦周期稳态电路	167
9.1	基本知识及学习指导	167
9.1.1	非正弦周期信号的傅里叶级数展开、有效值、平均值	167
9.1.2	非正弦周期稳态电路的分析	168
9.1.3	非正弦周期稳态电路的功率	168
9.2	部分习题解析	168
第 10 章	电路的频率特性	178
10.1	基本知识及学习指导	178
10.1.1	网络函数和频率特性	179
10.1.2	RC 电路的频率特性	179
10.1.3	RLC 串联电路的谐振	179
10.1.4	RLC 并联电路的谐振	181
10.2	部分习题解析	181
第 11 章	耦合电感电路	193
11.1	基本知识及学习指导	193

11.1.1	互感、互感电压	194
11.1.2	耦合电感的电压电流关系	194
11.1.3	耦合电感的去耦	195
11.1.4	含耦合电感电路的分析	195
11.1.5	线性变压器电路的分析	195
11.1.6	全耦合变压器	196
11.1.7	理想变压器的 VCR 及其特性	196
11.2	部分习题解析	197
第 12 章 二端口网络		218
12.1	基本知识及学习指导	218
12.1.1	二端口网络	218
12.1.2	二端口网络的 VCR 及参数	219
12.1.3	互易二端口网络和对称二端口网络	220
12.1.4	二端口网络的等效电路	221
12.1.5	有端接的二端口网络	222
12.1.6	二端口网络的特性阻抗	222
12.1.7	二端口网络的连接	223
12.2	部分习题解析	224

绪论

“电路分析基础”是一门系统性强、内容前后联系紧密的课程,要想学好并不难,关键是理清内容之间的关系,掌握电路分析的基本方法和基本定理。在我们编写的《电路分析基础》(第3版)教材中,主要的分析方法和定理都在前三章(直流电阻电路)中进行介绍。其实,其他大部分教材也一样,都先介绍直流电阻电路和电路的基本分析方法和定理,这些方法和定理在后续介绍的动态电路和正弦稳态电路的分析中同样适用,只不过形式不同。

学习“电路分析基础”,首先要知道电路的基本概念、集总参数电路分析的基本理论和基本方法,然后能根据给出的电路结构、元件类型及参数和激励情况,对电路中的电压、电流和功率进行分析与计算。

该门课程的知识结构如图0-1所示,该图清晰地展示了知识点及课程内容之间的关系。只要理解了这张图并掌握了主要知识点,学习这门课程就比较容易了。

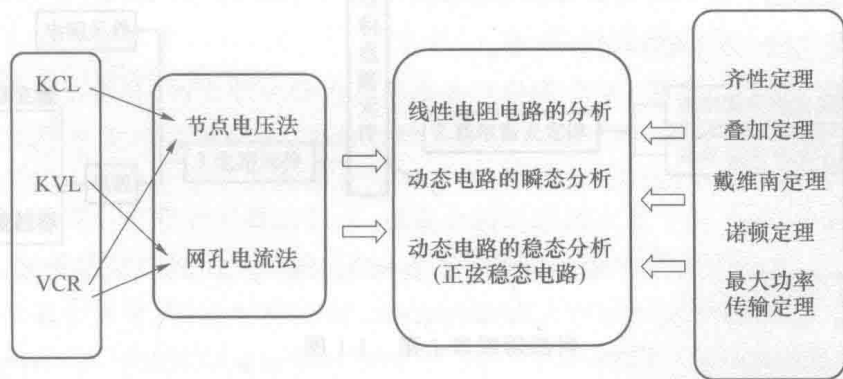


图 0-1 知识结构图

从图中可以看出,该门课程最重要的知识点之一就是两类约束,即由基尔霍夫定律(KCL和KVL)决定的拓扑约束和由元件自身性质决定的元件约束,也就是元件的电压电流关系(VCR)。特勒根定理也是很重要的,但是,KCL、KVL、特勒根定理三者任由其二即可推出第三个,所以就没有放在图中。另外的知识点就是电路的基本定理,主要是齐性定理、叠加定理、戴维南定理或诺顿定理和最大功率传输定理。注意,虽然我们在分析电路时经常用到节点电压法和网孔电流法,但这两种方法都从KCL、KVL和VCR而来,即使不用

这两种方法,仅根据 KCL、KVL 和 VCR 列写方程,也能得到问题的解,在计算机辅助计算非常强大的今天更是如此;同样地,即使不用上述电路定理,仅根据 KCL、KVL 和 VCR 也能得到问题的解。因为这些方法都是电学发展的早期为了减少手工计算量而发展起来的。但对于最大功率问题,联合应用戴维南定理和最大功率传输定理更方便计算。



... (faint text) ... 最大功率问题,联合应用戴维南定理和最大功率传输定理更方便计算。

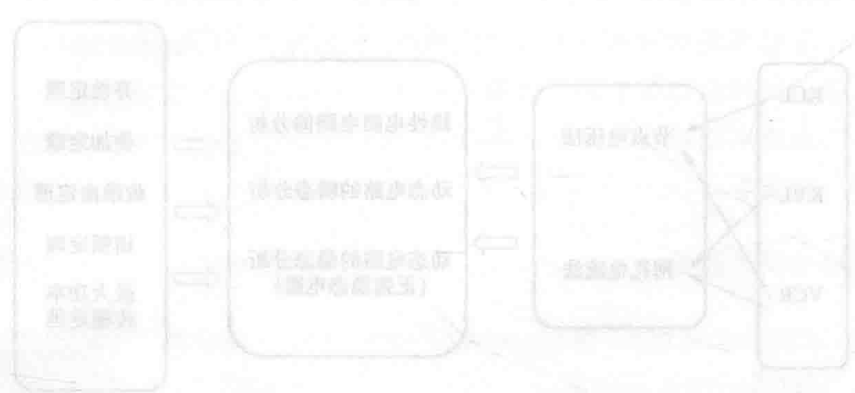


图 1-1-1 电路元件与定律

... (faint text) ... 最大功率问题,联合应用戴维南定理和最大功率传输定理更方便计算。

第1章

电路模型和电路元件

1.1 基本知识及学习指导

本章主要介绍电路的基本模型、基本定律、电路元件、等效变换。基本定律即基尔霍夫电压定律(KVL)和基尔霍夫电流定律(KCL),这是集总参数电路最基本的定律,是构建整个电路分析理论的基础。本章的知识结构如图 1-1 所示。

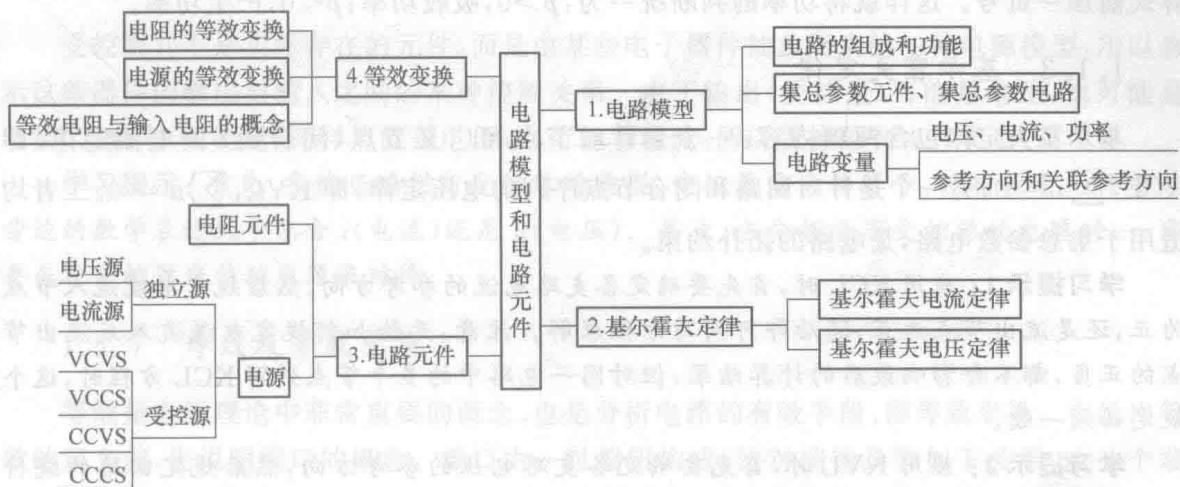


图 1-1 第 1 章知识结构

这一章的很多名词大家都很熟悉,例如电压、电流、功率、电阻、电源,这些名词在高中物理中都有介绍,但是,大家不要因此就掉以轻心,因为在电路分析中会对这些概念加以扩展和延伸,这是需要特别注意之处。

本章还要引入受控源、等效及等效变换和输入电阻的概念,其中受控源是一个难点,不容易被理解,在分析含有受控源的电路时也容易出错。学习本章需要重点注意和掌握以下内容。

1.1.1 参考方向与关联参考方向

参考方向是针对电压和电流来说的,是电路分析中最重要的概念之一,对电路进行分

析、列写方程都基于参考方向。参考方向的定义很简单,就是任意选定的方向,但实际使用时容易出错。

学习提示:大家学习时要牢牢掌握一点,我们不用特别在意电压、电流的真实方向,可以暂且认定自己假设的电压、电流方向就是真实的电压、电流方向,不用再纠结电流到底向哪个方向流动,某一元件上的电压到底哪边高、哪边低。因为根据计算出的电压、电流值的正负,很容易判断出电压、电流的真实方向。

关联参考方向是为了分析问题方便而引入的。原则上电压、电流的参考方向可以分别任意选定。

1.1.2 功率的计算及判断

在引入关联参考方向后,功率的计算式有两种形式,即 $p = u \cdot i$ 和 $p = -u \cdot i$,其分别对应电压、电流为关联参考方向和非关联参考方向。

学习提示:无论哪种计算形式,其所计算的均是元件或网络吸收的功率,根据计算值的正负才能判断元件或网络到底是吸收功率还是产生功率。

从物理学角度来看,当电场力推动正电荷在电场中从高电位移到低电位(即电压、电流为关联参考方向)时,电场力对正电荷做正功,电路消耗电场能量,即吸收功率。而当电场力推动正电荷在电场中从低电位移到高电位(即电压、电流为非关联参考方向)时,电场力对正电荷做负功,电路提供电场能量,即产生功率,亦即吸收负功率,在这种情况下,功率计算式前加一负号。这样就将功率的判断统一为: $p > 0$,吸收功率; $p < 0$,产生功率。

1.1.3 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律包含两项内容:一个是针对节点和广义节点(闭合面)的电流定律,即 KCL, $\sum i = 0$;另一个是针对回路和闭合节点序列的电压定律,即 KVL, $\sum u = 0$ 。二者均适用于集总参数电路,是电路的拓扑约束。

学习提示 1:应用 KCL 时,首先要确定各支路电流的参考方向,然后规定电流流入节点为正,还是流出节点为正,随后即可列写方程求解。注意:无论如何规定电流流入或流出节点的正负,都不会影响最后的计算结果,但对同一电路中的多个节点列写 KCL 方程时,这个规定必须一致。

学习提示 2:应用 KVL 时,首先要确定各支路电压的参考方向,然后规定回路的绕行方向是顺时针还是逆时针,随后即可列写方程求解。在列写方程时,如果支路方向与回路绕行方向一致,则该项前取正号;否则,取负号。无论绕行方向是顺时针还是逆时针,都不影响最后的计算结果,但对同一电路中的多个回路列写 KVL 方程时,各回路的绕行方向必须一致。

1.1.4 电阻元件

对于电阻元件大家都很熟悉,其电压电流关系服从欧姆定律,即 $u = R \cdot i$,但这是在电压、电流为关联参考方向时的关系。在引入了关联参考方向的概念后,欧姆定律有了进一步的扩展,即 $u = \pm R \cdot i$,当电压、电流为关联参考方向时,该式前面取正号;否则,取负号。电阻为无穷大时,电路为开路;电阻为零时,电路为短路。

电阻元件是无源耗能元件,其消耗的功率为 $p=i^2R=\frac{u^2}{R}=\pm ui$ 。对于最后一个计算式,当电压、电流为关联参考方向时,该式前面取正号;否则,取负号。

电阻又有线性和非线性、时变和非时变之分,本书主要介绍线性非时变电阻元件,第4章将介绍非线性非时变电阻元件。关于时变电阻元件,本书不再介绍。

学习提示: 只有线性非时变电阻元件的电压电流关系(VCR)才服从欧姆定律。

1.1.5 独立源

独立源就是我们通常说的电源,包括电压源和电流源,它们又分为理想电压源、非理想(实际)电压源、理想电流源、非理想(实际)电流源。实际中是不存在理想电源的,但其在电路分析中具有重要的作用,实际电源就用理想电源与电阻的串联或并联组合作为模型,而且在不考虑电源内阻时,实际电源的模型就是理想电源。

学习提示: 要充分理解和掌握理想电压源和理想电流源的两个特性。对理想电压源来说:(1)端电压是定值或是固定的时间函数,与流过的电流无关;(2)流过电压源的电流由与之相连接的外电路决定。对理想电流源来说:(1)供出的电流是定值或是固定的时间函数,与其两端的电压无关;(2)电流源两端的电压由与之相连接的外电路决定。这是后续关于电路等效变换和进行电路分析的基础。

1.1.6 受控源

受控源并不是实际存在的元件,而是由某些电子器件抽象而来的一种电源模型,用以表示这些器件的输出与输入之间的某种控制关系。由于输出(受控量)可能是电压,也可能是电流,而输入(控制量)同样可能是电压,也可能是电流,所以受控源有4种类型。

学习提示: 首先,要能正确判断受控源的类型,受控量看元件符号,控制量看元件符号旁边的数学表达式中包含 i (电流)还是 u (电压)。其次,当分析含有受控源的电路时,一定要先把受控源当作独立源来对待。

1.1.7 等效及等效变换

等效是电路理论中非常重要的概念,也是分析电路的有效手段,即等效变换。在给出等效的定义前,先说明端口的概念。端口由一对端钮构成,这对端钮具有如下关系:由一个端钮流入的电流大小等于从另一个端钮流出的电流大小。如果电路中只有一对这样的端钮,就称这个电路为单口电路或单口网络。本书主要介绍单口网络的分析求解,在第12章将介绍双口网络(二端口网络)及其求解方式。

等效的定义如下:如果一个单口网络 N 和另一个单口网络 N_1 端口处的电压电流关系完全相同,即它们在平面上的伏安特性曲线完全重合,则称这两个单口网络是等效的。

对于纯电阻网络,无论其连接如何复杂,都可以用一个电阻等效替代。一般情况就是电阻的串联或并联,更为复杂的情况就是星形连接与三角形连接的变换,即 $Y-\Delta$ 变换。大家在学习时要注意找到两种形式相互变换的规律,计算公式如下:

$$\text{星形电阻 } R_i = \frac{\text{三角形中连接于 } i \text{ 的两电阻的乘积}}{3 \text{ 个电阻之和}}$$

$$\text{三角形电阻 } R_{ij} = \frac{\text{星形中电阻两两乘积之和}}{\text{星形中接在除 } i, j \text{ 以外端钮的电阻}}$$

对于含有独立源的网络,除了涉及上述所说的电阻的等效变换外,还要用到独立源的特性及两种实际电源模型之间的关系。

学习提示 1: 等效仅指对与其连接的外电路等效。由于网络结构或元件值发生变化,因此内部通常是不等效的。

学习提示 2: 含理想电源的电路等效主要基于理想电源的特性进行。

学习提示 3: 两种实际电源模型的等效非常重要,在电路分析中经常用到。要能正确判断等效后电压源的极性和电流源的方向,基本方法仍然是根据等效的定义确定,即让端口短路,看等效前后端口电流的方向是否一致。

如图 1-2 所示,无论由图 1-2(a) 所示电路等效变换为图 1-2(b) 所示电路,还是由图 1-2(b) 所示电路等效变换为图 1-2(a) 所示电路,当把 A、B 两点短路时,AB 支路的电流都由 A 流向 B。

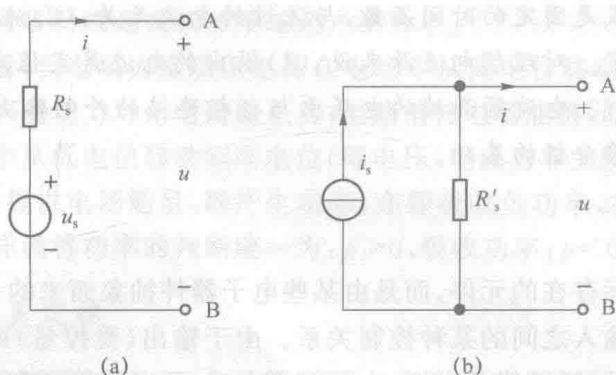


图 1-2 实际电源模型间的等效变换

1.1.8 输入电阻

输入电阻的概念: 对不含独立电源(可以含有受控源)的单口网络,定义端口的电压和电流之比为该单口网络的输入电阻(入端电阻)。用公式表示为

$$R_i \stackrel{\text{def}}{=} \pm \frac{u}{i}$$

学习提示: 输入电阻计算式前的正负号要根据端口的电压、电流参考方向而定。从端口向里看,如果电压、电流为关联参考方向,则取正号,否则,取负号。注意一定要从端口向里看,否则就会出错。

对于同一单口网络,等效电阻和输入电阻的数值相等,但概念不同,所以等效电阻可以通过输入电阻计算,反之亦然。

1.2 部分习题解析

1-2 已知通过某二端元件的电荷 $q(t) = 2\sin(3t) \text{ C}, t > 0$, 求电流 $i(t)$ 。

解析: 此题考查电流的定义。

$$i(t) = \frac{dq(t)}{dt} = 6\cos(3t) \text{ A}, \quad t > 0$$

1-3 已知通过某二端元件的电荷 $q(t) = (10 + 5e^{-3t}) \text{ C}, t > 0$, 求通过此元件的电流 $i(t)$ 。

解析: 此题考查电流的定义。

$$i(t) = \frac{dq}{dt} = -15e^{-3t} \text{ A}, \quad t > 0$$

1-4 设通过图 1-3(a) 所示元件的电荷波形如图 1-3(b) 所示。若单位正电荷由 a 移至 b 时获得的能量为 2 J, 求流过元件的电流 $i(t)$ 及元件的功率 $p(t)$, 并画出 $i(t)$ 与 $p(t)$ 的波形。

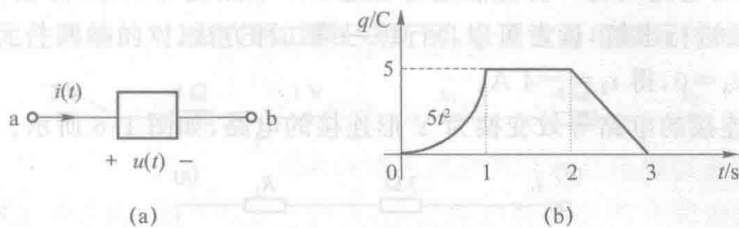


图 1-3 题图 1-2

解析: 此题考查电流和功率的定义。

当 $0 < t \leq 1 \text{ s}$ 时, $i(t) = \frac{dq}{dt} = 10t \text{ A}$; 由于 $dW = u \cdot dq$, 由题知, 单位正电荷由 a 移至 b 时获得的能量为 2 J, 所以 a、b 间的电压 $u = \frac{dW}{dq} = -2 \text{ V}$, $p(t) = ui(t) = -20t \text{ W}$ 。

当 $1 \text{ s} < t \leq 2 \text{ s}$ 时, $i(t) = 0$; 由于电流为零, 所以 $p(t) = 0$ 。

当 $2 \text{ s} < t \leq 3 \text{ s}$ 时, $i(t) = -5 \text{ A}$, $p(t) = ui = 10 \text{ W}$ 。

$i(t)$ 、 $p(t)$ 的波形如图 1-4 所示。

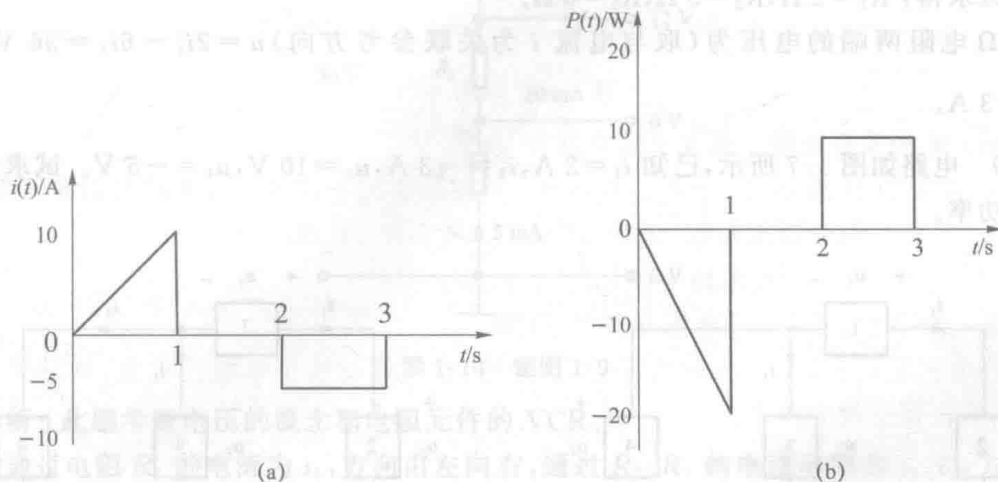


图 1-4

1-7 图 1-5 所示电路为某电路的一部分, 已知 $i_1 = 6 \text{ A}$, $i_2 = -2 \text{ A}$, 求图中电流 i 。

解析: 此题考查基尔霍夫电流定律。应用 KCL 的推广形式求出 i_3 , 此后有两种方法求 i 。一种方法是将右边三角形连接的 3 个电阻等效变换为星形连接, 然后求出 12Ω 电阻两

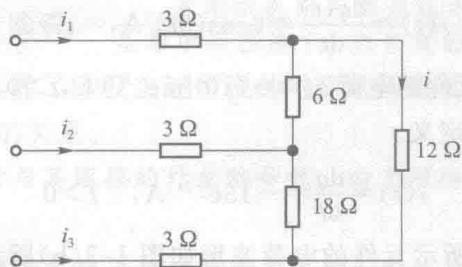


图 1-5 题图 1-5

端的电压,进而求出电流 i ;另一种方法是对右边 3 个节点列写 KCL 方程,联立求解得到 i 。下面用第一种方法进行求解,读者可以自行练习第二种方法。

由 $i_1 + i_2 + i_3 = 0$,得 $i_3 = -4 \text{ A}$ 。

将右边 Δ 形连接的电路等效变换为 Y 形连接的电路,如图 1-6 所示。

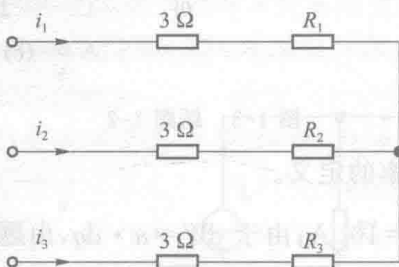


图 1-6

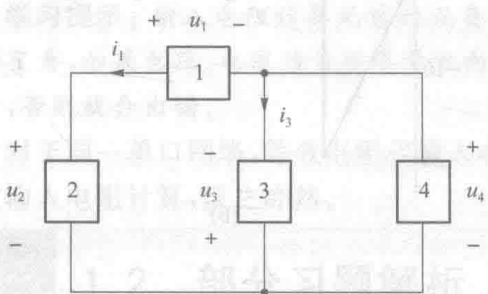
根据 Y- Δ 变换规则:

$$\text{星形电阻 } R_i = \frac{\text{三角形中连接于 } i \text{ 的两电阻的乘积}}{\text{3 个电阻之和}}$$

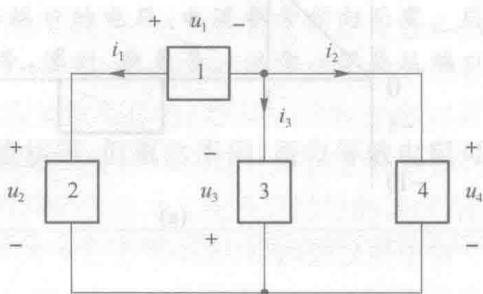
可以求得: $R_1 = 2 \Omega, R_2 = 3 \Omega, R_3 = 6 \Omega$ 。

12 Ω 电阻两端的电压为(取与电流 i 为关联参考方向) $u = 2i_1 - 6i_3 = 36 \text{ V}$,因此 $i = \frac{36}{12} = 3 \text{ A}$ 。

1-9 电路如图 1-7 所示,已知 $i_1 = 2 \text{ A}, i_3 = -3 \text{ A}, u_1 = 10 \text{ V}, u_4 = -5 \text{ V}$ 。试求各元件吸收的功率。



(a)



(b)

图 1-7 题图 1-7

图 1-8

解析: 此题需要综合应用 KCL、KVL 和功率计算的知识, 因为要计算功率, 所以需要知道各元件的电压和电流。

首先, 对上面节点列写 KCL 方程, 求出通过元件 4 的电流, 其参考方向如图 1-8 所示。

由 $i_1 + i_2 + i_3 = 0$, 求得 $i_2 = 1 \text{ A}$ 。

然后, 对元件 1、2、4 构成的回路列写 KVL 方程, $u_1 - u_2 + u_4 = 0$, 求得 $u_2 = 5 \text{ V}$ 。

对元件 3、4 构成的回路列写 KVL 方程, $u_3 + u_4 = 0$, 求得 $u_3 = -u_4 = 5 \text{ V}$ 。

最后, 计算各元件吸收的功率。根据各元件上的电压、电流参考方向, 可得

$$P_1 = -u_1 \times i_1 = -20 \text{ W}, \quad P_2 = u_2 \times i_1 = 10 \text{ W}$$

$$P_3 = -u_3 \times i_3 = 15 \text{ W}, \quad P_4 = u_4 \times i_2 = -5 \text{ W}$$

1-10 电阻元件两端的对地电压如图 1-9 所示, 求通过各电阻元件的电流 i 。

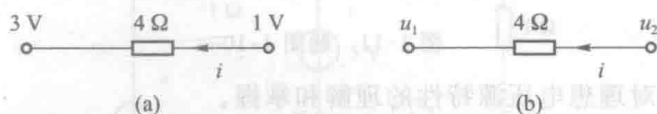


图 1-9 题图 1-8

解析: 此题考查电压的概念和电阻元件的 VCR。

(a) 根据图 1-8 中电流的参考方向, 可得 $i = \frac{1-3}{4} = -0.5 \text{ A}$ 。

(b) 根据图 1-8 中电流的参考方向, 可得 $i = \frac{u_2 - u_1}{4}$ 。

1-11 电阻电路中各点对地电压及各支路电流如图 1-10 所示, 求各电阻的阻值。

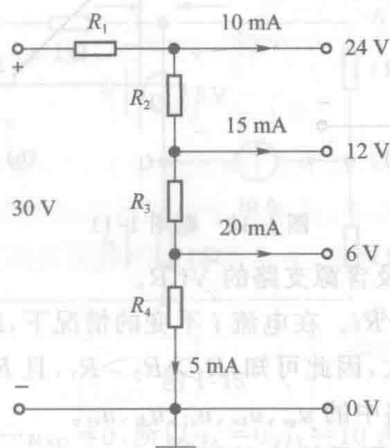


图 1-10 题图 1-9

解析: 此题考查电压的概念和电阻元件的 VCR。

设通过电阻 R_1 的电流为 i_1 , 方向由左向右, 通过 R_2 、 R_3 的电流分别为 i_2 、 i_3 , 方向由上向下, 则由已知条件可知:

$$i_3 = 5 + 20 = 25 \text{ mA}, \quad i_2 = 25 + 15 = 40 \text{ mA}, \quad i_1 = 40 + 10 = 50 \text{ mA}$$

$$R_1 = \frac{30 - 24}{i_1} = 120 \Omega, \quad R_2 = \frac{24 - 12}{i_2} = 300 \Omega$$