

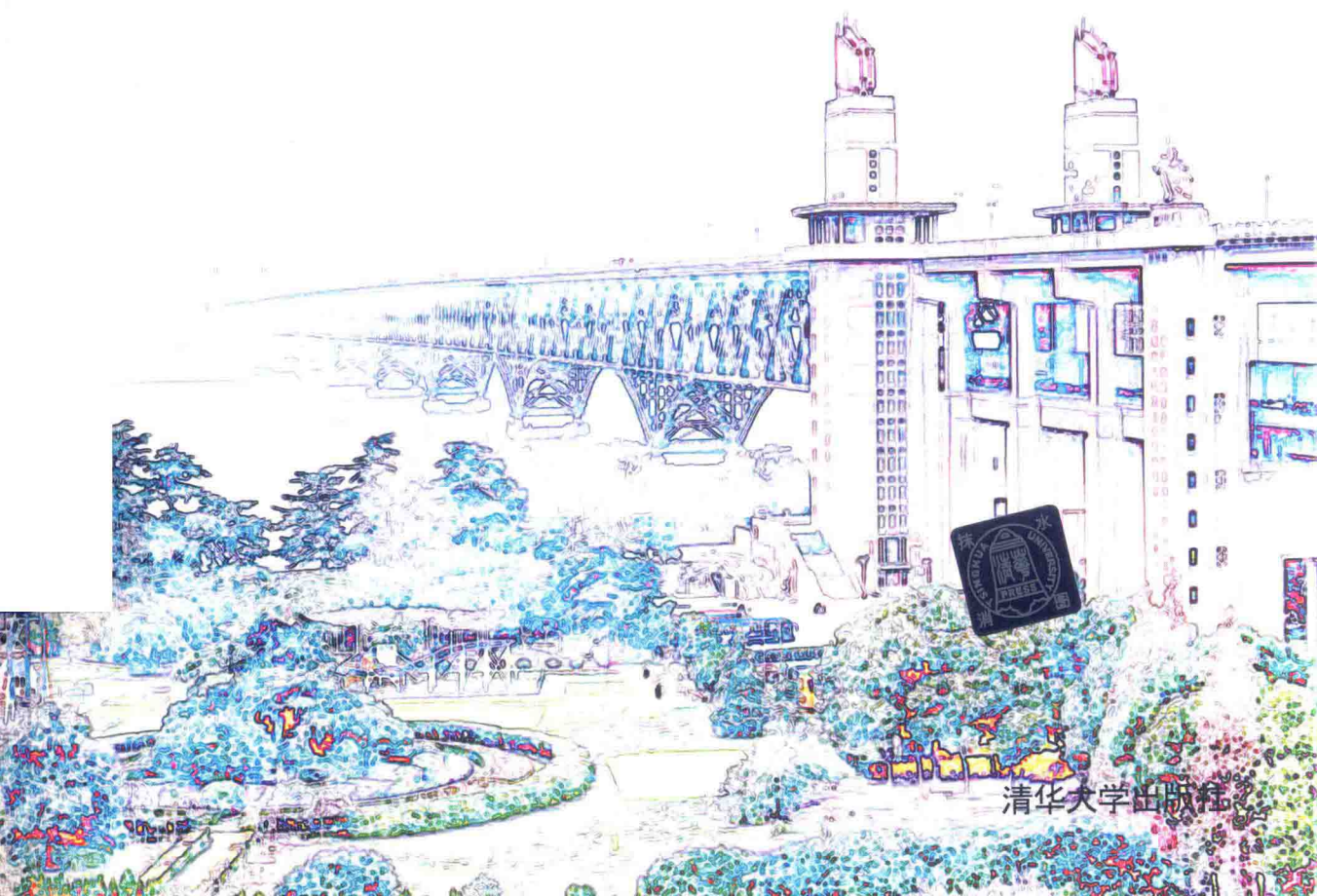
全国普通高校
电子信息与
电气学科
基础规划教材

电路理论与实践

(第2版)

学习指导与习题精解

赵远东 编著



清华大学出版社

全国普通高校电子信息与电气学科基础规划教材

电路理论与实践

(第2版)

学习指导与习题精解

赵远东 编著

清华大学出版社
北 京

内 容 简 介

本书是与《电路理论与实践(第2版)》配套的教学用书,内容和次序均与《电路理论与实践(第2版)》一致。每章包括知识点概要、学习指导、课后习题分析及思考改错题,有助于学生更好地理解 and 掌握相关内容,开拓思路,提高解题技巧。

本书适合高等学校电类(强、弱电)及相关专业师生使用,也可供有兴趣的读者自学使用。

本书封面贴有清华大学出版社防伪标签,无标签者不得销售。

版权所有,侵权必究。侵权举报电话:010-62782989 13701121933

图书在版编目(CIP)数据

电路理论与实践(第2版)学习指导与习题精解/赵远东编著. —北京:清华大学出版社,2017
(全国普通高校电子信息与电气学科基础规划教材)

ISBN 978-7-302-48046-4

I. ①电… II. ①赵… III. ①电路—高等学校—教学参考资料 IV. ①TM13

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 207752 号

责任编辑:梁 颖 王 芳

封面设计:傅瑞学

责任校对:焦丽丽

责任印制:沈 露

出版发行:清华大学出版社

网 址: <http://www.tup.com.cn>, <http://www.wqbook.com>

地 址:北京清华大学学研大厦 A 座 邮 编:100084

社 总 机:010-62770175 邮 购:010-62786544

投稿与读者服务:010-62776969, c-service@tup.tsinghua.edu.cn

质量反馈:010-62772015, zhiliang@tup.tsinghua.edu.cn

课件下载: <http://www.tup.com.cn>, 010-62795954

印 刷 者:北京富博印刷有限公司

装 订 者:北京市密云县京文制本装订厂

经 销:全国新华书店

开 本:185mm×260mm 印 张:19.25

字 数:470 千字

版 次:2017 年 11 月第 1 版

印 次:2017 年 11 月第 1 次印刷

印 数:1~1500

定 价:49.00 元

产品编号:075791-01

前言

电路分析课程是电子、电气类专业的主干技术基础课程,目前国内工科院校的全部电类及相关专业都在不同深度和层次上开设了这门课程,并将其确定为必修平台课,该课程理论严密、逻辑综合性强,有广阔的工程背景。

本书是与《电路理论与实践(第2版)》配套的教学参考书,主要是为学生和广大自学读者编写的。全书共14章,次序安排与《电路理论与实践(第2版)》一致。重点强调电路分析技巧,使读者具有一定的综合应用能力,巩固所学理论,训练实践技能,培养严谨的科学作风。通过习题演练,让读者体会电路理论,深入巩固和掌握电路的基本知识,学以致用;也可以及时地检查对所学知识的掌握程度,以便更好地继续深入学习,加深理解。

在教材的编写过程中,力求做到深入浅出、通俗易懂,便于学生阅读和自学,每章的习题都经过精心挑选,合理安排。选择题考查对基础知识的掌握程度,题目不难,学生可以自查对每章知识的理解程度;问答题有一定的难度,可以起到提高的作用。

全书由赵远东执笔,并负责整个教材的结构和组织安排。吴大中、周俊萍、夏景明、单慧琳、徐冬冬等撰写了部分内容,在此向他们表示衷心感谢。接下来还将积极准备制作《电路理论和实践》在线练习和考试系统,方便学生练习提高。

感谢南京信息工程大学对本书出版所给予的帮助。同时吴琴、李春彪、张闯对书中一些地方做了更正,在此一并表示感谢。

感谢我爱人及全家的全力支持,他们对该书的创作给予许多帮助。

限于编者水平,书中不妥之处在所难免,恳请读者批评指正。

赵远东

2017年5月于南京信息工程大学

目 录

第 1 章 电路理论分析	1
1.1 知识点概要	1
1.2 学习指导	4
1.3 课后习题分析	5
1.4 思考改错题	19
第 2 章 电阻电路的等效变换	20
2.1 知识点概要	20
2.2 学习指导	21
2.3 课后习题分析	23
2.4 思考改错题	38
第 3 章 电阻电路的一般分析	39
3.1 知识点概要	39
3.2 学习指导	40
3.3 课后习题分析	42
3.4 思考改错题	64
第 4 章 电路定理	65
4.1 知识点概要	65
4.2 学习指导	68
4.3 课后习题分析	70
4.4 思考改错题	91
第 5 章 相量法基础	92
5.1 知识点概要	92
5.2 学习指导	94
5.3 课后习题分析	95
5.4 思考改错题	104
第 6 章 正弦稳态电路分析	105
6.1 知识点概要	105
6.2 学习指导	107
6.3 课后习题分析	108
6.4 思考改错题	126
第 7 章 互感与谐振	127
7.1 知识点概要	127
7.2 学习指导	129
7.3 课后习题分析	132

7.4 思考改错题	147
第8章 三相电路	148
8.1 知识点概要	148
8.2 学习指导	149
8.3 课后习题分析	150
8.4 思考改错题	167
第9章 一阶动态电路的时域分析	168
9.1 知识点概要	168
9.2 学习指导	170
9.3 课后习题分析	172
9.4 思考改错题	192
第10章 二阶动态电路的时域分析	193
10.1 知识点概要	193
10.2 学习指导	194
10.3 课后习题分析	195
10.4 思考改错题	213
第11章 非正弦周期电流电路	214
11.1 知识点概要	214
11.2 学习指导	215
11.3 课后习题分析	216
11.4 思考改错题	237
第12章 线性电路的拉普拉斯分析	239
12.1 知识点概要	239
12.2 学习指导	240
12.3 课后习题分析	241
12.4 思考改错题	259
第13章 二端口网络	260
13.1 知识点概要	260
13.2 学习指导	261
13.3 课后习题分析	264
13.4 思考改错题	278
第14章 含运算放大器电路的分析	280
14.1 知识点概要	280
14.2 学习指导	280
14.3 课后习题分析	282
14.4 思考改错题	295
附录A 思考改错题答案	296
参考文献	302

第1章 电路理论分析

1.1 知识点概要

直流电路分析	电路理论	基尔霍夫定律	$\left\{ \begin{array}{l} \text{基尔霍夫电流定律 KCL, } \sum i = 0 \text{—— 满足电荷守恒} \\ \text{基尔霍夫电压定律 KVL, } \sum u = 0 \text{—— 满足能量守恒} \end{array} \right.$
		特勒根定律	$\left\{ \begin{array}{l} \text{特勒根定律 1, } \sum ui = \sum \hat{u}\hat{i} = 0 \text{—— 满足功率守恒} \\ \text{特勒根定律 2, } \sum \hat{u}i = \sum u\hat{i} = 0 \text{—— 满足拟功率守恒} \end{array} \right.$
	电路元件	电阻器	电压与电流的比值恒定,即欧姆定律,电阻的单位欧姆 Ω , $R=u/i$
		电感器	磁通链与电流的比值恒定,电感的单位亨利(H), $L=\Psi/i$,楞次定律 $u=d\Psi/dt$
		电容器	电荷与电压的比值恒定,电容的单位法拉(F), $C=q/u$, 电流定律 $i=dq/dt$
		电压源	电压恒定或时间函数,电流可任意值
电路图	实际电路图	电流源	电流恒定或时间函数,电压可任意值
		实际电路图	由实际元件构建的电路
	电路模型图	电路模型图	由实际电路抽象而成的理想化电路
物理量			$\left\{ \begin{array}{l} \text{通路、开路、短路} \\ \text{结点、支路、路径} \\ \text{回路、网孔} \end{array} \right.$
			电压: 单位正电荷从一点移至另一点,电场力所做的功,单位伏特(V), $u=dw/dq$
			电流: 单位时间内流过导体横截面的电荷量,单位安培(A), $i=dq/dt$
			电功率: 单位时间内电场力所做的功,单位瓦特(W), $p=dw/dt$
			电能量: 表示功发生变化的度量,单位焦耳(J), $w = \int p dt$

通路: 连通的电路。

结点: 三个或三个以上元件的连接点。结点上的电位,称为结点电压。通常用 n 表示结点数。

支路: 直接连接两个结点之间的通路。每条支路有一个电流,称为支路电流。通常用 b 表示支路数。

路径: 任意连接两个结点之间的一条通路,由多个支路构成。

回路: 任一闭合路径。沿回路流动的电流,称为回路电流。通常用 l 表示基本回路数,并且满足 $l=b-(n-1)$ 。

网孔: 内部不含其他支路的回路。沿网孔流动的电流,称为网孔电流。通常用 l 表示网孔数,并且满足 $l=b-(n-1)$ 。

短路: 两结点直接连接的支路,支路中无元件,直接用导线连接的支路。可将电阻 R 视为 0,两端电压为零,连线支路电流叫短路电流,如图 1-1 所示。

开路: 两结点无直接连接的支路。可将电阻 R 视为 ∞ ,电流为零,两端电压叫开路电压。

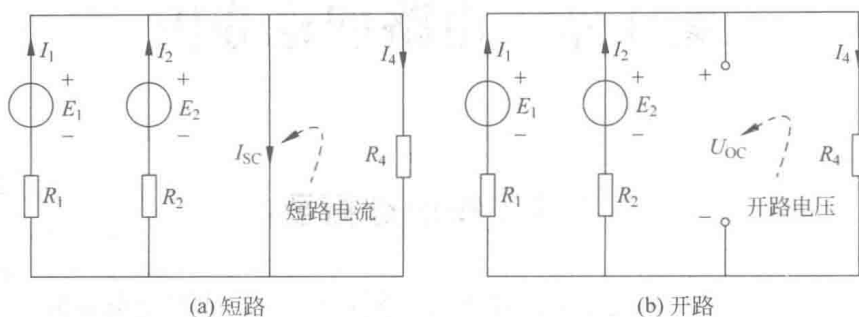


图 1-1 短路和开路

电导：对于纯电阻电路，电导是电阻的倒数，单位西门子(S)， $G=1/R$ 。

集总参数电路：所有电磁效应由元件内部集中表征，不影响外部，是理想化的元件。

分布参数电路：元件之间互相影响。一般当信号最高频率的波长 $\lambda \leq 100l$ 时，采用分布参数电路分析。其中 l 为电路的尺寸，单位为 m。波长 $\lambda = 3 \times 10^8 / f$ ， f 为信号频率，单位赫兹(Hz)。

显然，家用电器是集总参数电路，输电线路是分布参数电路。

KCL：在集总参数电路中，任意时刻，对任意结点，该结点上的所有支路电流(流入或流出)代数和为零，即 $\sum i = 0$ 。

KVL：在集总参数电路中，任意时刻，对任一回路，该回路上的所有支路电压(降或升)代数和为零，即 $\sum u = 0$ 。

KCL 推广：可以把任一闭合面看成一个结点，即任意画一个圆，与圆相交的支路就是圆看成结点后，所有形成的支路，这些支路的电流满足 KCL，如图 1-2 所示。

KVL 推广：可以是任一假想的回路。也可以从正极出发一直走到负极，方向相同取正，方向不同取负。求开路电压时，可以利用此方法。

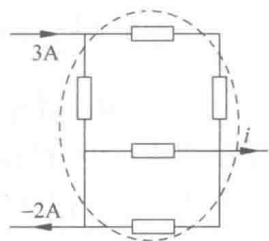


图 1-2 KCL 推广

受控源：受外部的电压或电流控制产生电压或电流的元件。

它不同于电压源或电流源，因为它不能自己产生电压或电流，它受外部的电压或电流控制。

CCCS：电流控制的电流源。

VCCS：电压控制的电流源。

CCVS：电流控制的电压源。

VCVS：电压控制的电压源。

电流的实际方向：正电荷的移动方向，称为电流的实际方向。

电流的参考方向：任意假设电流的一个方向，称为电流的参考方向。符号为正表示与电流实际方向相同，符号为负表示与电流实际方向相反。一般用箭头 $\rightarrow$ 表示电流参考方向。

当电流为恒定时，称为直流电，用 I 表示；如果电流是时变电流，称为交流电，用 i 表示。

特别是正弦函数时，称为正弦交流电， $i(t) = I_m \sin(\omega t + \varphi_i)$ 。

电压的实际方向：电压下降的方向，称为电压的实际方向。

电压的参考方向：任意假设电压的一个方向，称为电压的参考方向。符号为正表示与

电压实际方向相同,符号为负表示与电压实际方向相反。一般用正负号+、-表示电压参考方向。

当电压为恒定时,称为直流电,用 U 表示;如果电压是时变的,称为交流电,用 u 表示。特别是正弦函数时,称为正弦交流电, $u(t)=U_m\sin(\omega t+\varphi_u)$ 。

关联参考方向:支路或元件的电压参考方向与电流参考方向相同,称为关联参考方向。

非关联参考方向:支路或元件的电压参考方向与电流参考方向相反,称为非关联参考方向。

元件在关联参考方向下的电路符号如图 1-3 所示。

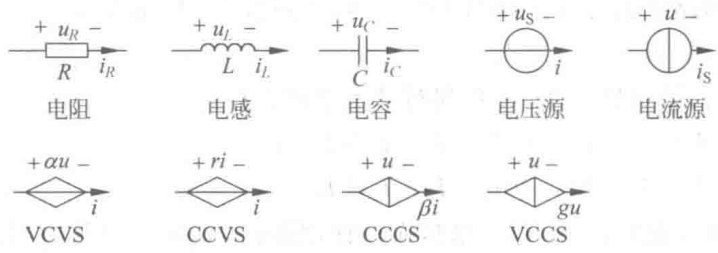


图 1-3 关联参考方向下元件电路符号

元件在非关联参考方向下的电路符号如图 1-4 所示。

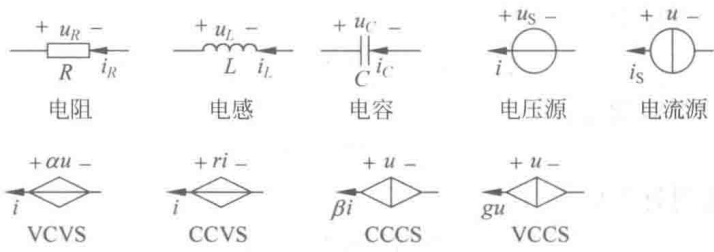


图 1-4 非关联参考方向下电路符号

电阻、电感、电容元件物理量关系,如表 1-1 所示。

表 1-1 电阻、电感、电容的计算

元 件	关联参考方向下的元件	非关联参考方向下的元件	能量 w
电阻	$u=Ri, i=Gu$	$u=-Ri, i=-Gu$	$\int p dt$
电感	$u=L \frac{di}{dt}, i=\frac{1}{L} \int u dt$	$u=-L \frac{di}{dt}, i=-\frac{1}{L} \int u dt$	$\frac{1}{2} Li^2$
电容	$u=\frac{1}{C} \int i dt, i=C \frac{du}{dt}$	$u=-\frac{1}{C} \int i dt, i=-C \frac{du}{dt}$	$\frac{1}{2} Cu^2$

注:在直流稳态电路中,电感看成短路,电容看成开路,电感和电容功率都是零。

电压源、受控电压源:自身确定的只有电压参数,而电流参数必须与外电路连接后才能确定,因此没有具体的 u, i 关系式。

电流源、受控电流源:自身确定的只有电流参数,而电压参数必须与外电路连接后才能确定,因此没有具体的 u, i 关系式。

吸收功率的计算:在关联参考方向下,元件的吸收功率 $p=ui$;在非关联参考方向下,元件的吸收功率 $p=-ui$ 。当 $p>0$ 时,表示吸收功率;当 $p<0$ 时,表示发出功率。

发出功率的计算:在关联参考方向下,元件的发出功率 $p=-ui$;在非关联参考方向下,元件的发出功率 $p=ui$ 。当 $p>0$ 时,表示发出功率;当 $p<0$ 时,表示吸收功率。

1.2 学习指导

进行电路分析时,首先要学会看懂电路模型图,能够计算出电路图中有多少支路,多少结点,多少网孔,回路怎么绕行。如图 1-5 所示,支路数 $b=4$,结点数 $n=2$,对短路线要学会缩短,注意虚线框,只表示一个结点。

确定了结点后,就可以应用 KCL 列写结点电流方程。

结点①: $I_1+I_2=I_3+I_4$ 或 $-I_1-I_2+I_3+I_4=0$ 。

结点②: $I_1+I_2=I_3+I_4$ 或 $+I_1+I_2-I_3-I_4=0$ 。

回路的绕行可以是顺时针,也可以是逆时针,顺时针方向绕行普通回路数有 6 个,网孔数 $l=3$ 。针对图 1-6 所示的电路应用 KVL,可列写方程:

左网孔顺时针方向绕行:

$$U_1 - E_1 + E_2 - U_2 = 0$$

中网孔顺时针方向绕行:

$$U_2 - E_2 + U_3 = 0$$

右网孔顺时针方向绕行:

$$U_4 - U_3 = 0$$

沿虚线回路顺时针方向绕行:

$$U_1 - E_1 + U_3 = 0$$

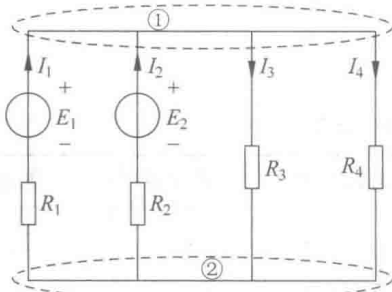


图 1-5 结点和支路

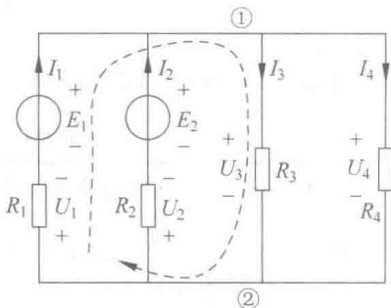


图 1-6 网孔和回路

基尔霍夫电流定律的推广,用处非常大,在计算时,电流负值用圆括号括起来,如图 1-2 所示,虚框内的闭合面看成一个结点,所以应用 KCL 推广: $i=3\text{A}-(-2\text{A})=5\text{A}$ 。

基尔霍夫电压定律的推广,用处也非常大,特别是计算开路电压时,同样电压负值用圆括号括起来,如图 1-7 所示,沿虚线绕行方向构成一条路径,应用 KVL 推广,即从开路电压的正极出发,沿任何路径到达开路电压的负极,方向一致相加,方

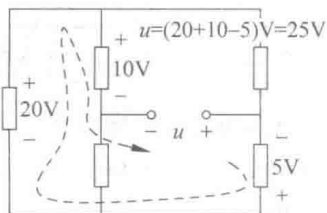


图 1-7 KVL 推广

向相反相减,所以开路电压为 $u=(20+10-5)\text{V}=25\text{V}$ 。

计算功率时,既要确定电压和电流的参考方向,还要确定是计算吸收功率,还是计算发出功率,然后根据正负值确定功率。

电路如图 1-8(a)所示,求各元件的功率。

由 KCL: $i_2=i_1+2i_1$, 由 KVL: $2i_2+3i_1-9=0$, 求得 $i_1=1\text{A}$, $i_2=3\text{A}$, 则 CCCS 吸收功率:

$$p_{\text{CCCS}} = -(2i_1) \times 2i_2 = -12\text{W} \quad (\text{发出功率})$$

9V 电压源发出功率:

$$p_{9\text{V}} = 9i_1 = 9\text{W} \quad (\text{发出功率})$$

3Ω 电阻吸收功率:

$$p_{3\Omega} = 3i_1^2 = 3\text{W} \quad (\text{吸收功率})$$

2Ω 电阻吸收功率:

$$p_{2\Omega} = 2i_2^2 = 18\text{W} \quad (\text{吸收功率})$$

电路如图 1-8(b)所示,求各元件的功率。

由 KVL: $U+3U-4=0$, 求得 $U=1\text{V}$, 由欧姆定律: $I=U/R=1/1=1(\text{A})$, 则 VCVS 吸收功率:

$$p_{\text{VCVS}} = I(3U) = 3\text{W} \quad (\text{吸收功率})$$

4V 电压源发出功率:

$$p_{4\text{V}} = 4I = 4\text{W} \quad (\text{发出功率})$$

1Ω 电阻吸收功率:

$$p_{1\Omega} = 1I^2 = 1\text{W} \quad (\text{吸收功率})$$

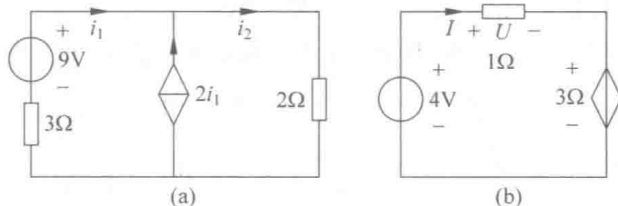


图 1-8 功率的计算

在对直流电路进行分析时,把电感看成短路,把电容看成开路即可。

若某一支路电压为零,则把该支路看成短路;若某一支路电流为零,则把该支路看成开路;若某一支路电压和电流都为零,则该支路既可以被看成短路,也可以被看成开路。

1.3 课后习题分析

1. 电路如图 1-9 所示,A 是内阻极低的电流表,V 是内阻极高的电压表,电源不计内阻。如果电灯泡灯丝烧断,则有()。

- A. 电流表读数不变,电压表读数为零 B. 电压表读数不变,电流表读数为零
C. 电流表和电压表读数都不变 D. 电流表和电压表读数都为零

答: B。电压表的内阻无穷大,电流表的内阻为零。当电灯泡灯丝烧断,电路相当于开

路,所以电压表的读数不变,依然是电压源电压,而开路时电流为零,因此电流表的读数为零。

2. 图 1-10 所示电路的受控源吸收的功率为()。

- A. -8W B. 8W C. 16W D. -16W

答: B。先求出电压 $U_1 = (1 \times 4)\text{V} = 4(\text{V})$, 从而确定受控源的电压为 $(2 \times 4)\text{V} = 8\text{V}$ 。

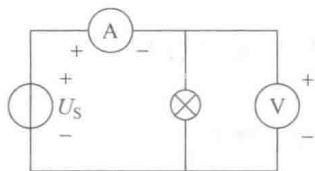


图 1-9 题 1 图

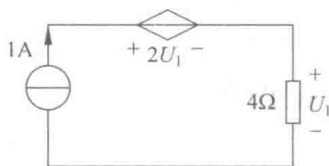


图 1-10 题 2 图

3. 基尔霍夫电流定律应用于()。

- A. 支路 B. 结点 C. 网孔 D. 回路

答: B。

4. 四个电阻器的额定电压和额定功率分别如下,电阻器的电阻最大的是()。

- A. $220\text{V}, 40\text{W}$ B. $220\text{V}, 100\text{W}$ C. $36\text{V}, 100\text{W}$ D. $110\text{V}, 100\text{W}$

答: A。已知功率和电压,求电阻,公式为 $R = \frac{U^2}{P}$, 可以看出电压越大且功率越小,电阻越大。

5. 图 1-11 所示电路中的电压 U 为()。

- A. 2V B. -2V C. 22V D. -22V

答: A。根据 KVL 推广, $U = (2 \times 6 - 10)\text{V} = 2\text{V}$ 。

6. 电路如图 1-12 所示,直流电压表和电流表的读数分别为 4V 及 1A , 则电阻 R 为()。

- A. 1Ω B. 2Ω C. 5Ω D. 7Ω

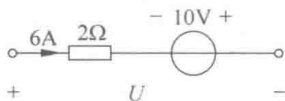


图 1-11 题 5 图

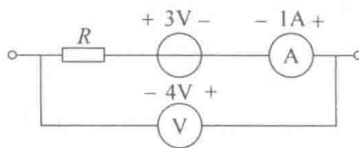


图 1-12 题 6 图

答: D。按顺时针分析绕行列 KVL 方程, $4 - R \times 1 + 3 = 0$, 这里电流表的方向是从右到左。

7. 当标明“ $100\Omega, 4\text{W}$ ”和“ $100\Omega, 25\text{W}$ ”的两个电阻串联时,允许所加的最大电压是()。

- A. 40V B. 70V C. 100V D. 140V

答: A。根据公式 $U = \sqrt{PR}$, 可知各自最大电压为 20V 和 50V , 由于两个都是 100Ω 串联, 根据分压法, 加载的电压平分, 因此只能每个电阻加载 20V , 所以允许所加的最大电压是 40V , 选 A。

8. 电流的参考方向为()。

- A. 正电荷的移动方向 B. 负电荷的移动方向

C. 电流的实际方向

D. 沿电路任意选定的某一方向

答: D. 根据电流参考方向的定义。

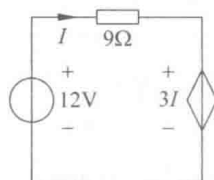
9. 若 4Ω 电阻在 10s 内消耗的能量为 160J , 则该电阻的电压为()。A. 10V B. 8V C. 16V D. 90V 答: B. 因为 $W = Pt = \frac{U^2 t}{R}$, 所以 $U = \sqrt{\frac{RW}{t}} = \sqrt{\frac{4 \times 160}{10}} \text{V} = 8\text{V}$ 。10. 电路如图 1-13 所示, 求 12V 电压源和 $3I$ 受控电压源的功率为()。A. $12\text{W}, 3\text{W}$ B. $16\text{W}, 4\text{W}$ C. $20\text{W}, 5\text{W}$ D. $24\text{W}, 6\text{W}$ 答: A. 根据 KVL, 计算出电流 $I = 1\text{A}$, 然后就可以计算功率了。由于选项中不区分发出还是吸收, 则寻找一个数值相等的就行。11. 电路如图 1-14 所示, 求电阻 R 为()。A. 2Ω B. 4Ω C. 6Ω D. 8Ω 答: B. 列 KVL 方程, 由于电流值为负, 在列方程时用括号括起来, $8 = (-2)R + 16$ 。

图 1-13 题 10 图

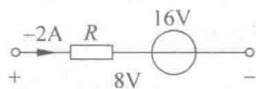


图 1-14 题 11 图

12. 某线性电阻元件的电压为 3V 时, 电流为 0.5A , 当电压改变为 6V 时, 则其电阻为()。A. 2Ω B. 4Ω C. 6Ω D. 8Ω 答: C. 线性电阻元件的值是不会改变的, $R = (3/0.5)\Omega = 6\Omega$ 。13. 有两只白炽灯的额定值分别为: A 灯 $220\text{V}, 100\text{W}$, B 灯 $220\text{V}, 40\text{W}$ 。将它们串联后接在 220V 电源上, 与将它们并联后接在 220V 电源上, 则()消耗功率大。

A. 串联 A 灯、并联 B 灯

B. 都是 A 灯

C. 都是 B 灯

D. 串联 B 灯、并联 A 灯

答: A. 串联时, 两灯通过的电流一样, 则电阻越大, 功率将越大, 因此 A 灯消耗功率大; 并联时, 两灯电压一样, 则电阻越小, 功率将越大, 因此 B 灯消耗功率大。

14. 电压源供出功率时, 在其内部, 电流是()。

A. 从负极流向正极

B. 从正极流向负极

C. 不流动

D. 双向流动

答: A. 从非关联参考方向去考虑。

15. 图 1-15 所示电路中的 I 和 I_1 分别为()。A. $8\text{A}, 6\text{A}$ B. $-8\text{A}, 6\text{A}$ C. $-8\text{A}, -6\text{A}$ D. $8\text{A}, -6\text{A}$ 答: B. 把闭合面看成一结点, 应用 KCL 推广, 求得 $I + 2 + 6 = 0$, 即 $I = -8\text{A}$; 再应用 KVL, 可以列方程 $10 = 3I_1 + 4(I + I_1)$, 即 $I_1 = 6\text{A}$ 。

16. 图 1-16 所示电路中, 2A 电流源吸收的功率为()。

- A. 2W B. 4W C. 8W D. 12W

答: D. 电流源的电压 $U = (-10 + 2 \times 2)V = -6V$, 因此电流源吸收的功率 $= (2 \times 6)W = 12W$ 。

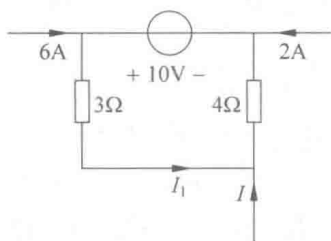


图 1-15 题 15 图

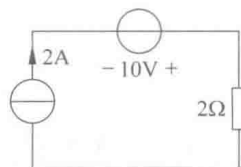


图 1-16 题 16 图

17. 图 1-17 所示网络中, 若受控源 $2U_{AB}$ 表示为 μU_{AC} , 受控源 $0.4I_1$ 表示为 βI 时, 则 μ 、 β 为()。

- A. 0.8, 2 B. 1.2, 2 C. 0.8, 2/7 D. 1.2, 2/7

答: C. 分别计算出 U_{AB} 与 U_{AC} , I_1 与 I 之间的关系。 $U_{AB} = 20I_1$, $U_{AC} = (20 + 30)I_1$, 所以 $2U_{AB} = 0.8U_{AC}$; 而根据结点 A 的 KCL 有: $I = I_1 + 0.4I_1$, 即 $0.4I_1 = (2/7)I$ 。

18. 图 1-18 所示电路中, $I_1 = -0.1mA$, 则 I_2 , I_0 以及电压 U 为()。

- A. 0.9mA, -8.1mA, 41.5mV B. 0.9mA, 8.1mA, 41.5mV
C. -0.9mA, 8.1mA, 41.5mV D. 0.9mA, 8.1mA, -41.5mV

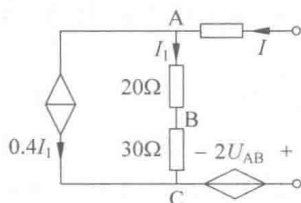


图 1-17 题 17 图

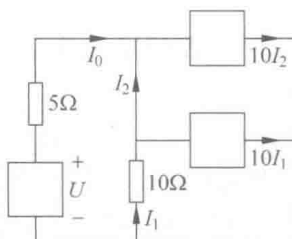


图 1-18 题 18 图

答: B. 对中心结点根据 KCL 列写方程, $I_1 = 10I_1 + I_2$, 求得 $I_2 = 0.9mA$; 又对中上结点根据 KCL 列写方程, $I_0 + I_2 = 10I_2$, 求得 $I_0 = 8.1mA$; 右网孔根据 KVL 列写方程, $U = 5I_0 - 10I_1 = 41.5mV$ 。

19. 在图 1-19 所示电路中, 如果 $I_3 = 1A$, 则 I_s 及其电压 U 为()。

- A. 3A, -16V B. -3A, 16V C. 3A, 16V D. -3A, -16V

答: C. 左网孔列根据 KVL 列写方程: $U = 2I_s + 5(I_s - I_3)$; 外周回路根据 KVL 列写方程: $U = 2I_s + 8I_3 + 2$; 解方程得 $I_s = 3A$, $U = 16V$ 。

20. 电路如图 1-20 所示, 则电流 I_1 , I_2 , I_3 为()。

- A. 1A, 1A, 4A B. -1A, 1A, 4A C. 1A, 1A, -4A D. 1A, -1A, 4A

答: D. 按 2V 电压源、3V 电压源、5Ω 电阻绕行列写 KVL, 求电流 I_1 ; 按 3V 电压源、1V 电压源、2Ω 电阻绕行列写 KVL, 求电流 I_2 ; 按 1V 电压源、5Ω 电阻、1Ω 电阻绕行列写 KVL, 求电流 I_3 。注意, 两对角线不相交。

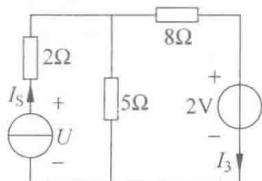


图 1-19 题 19 图

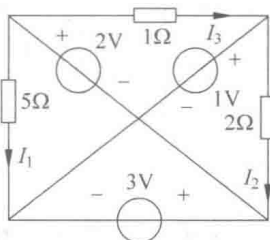


图 1-20 题 20 图

21. 思考题

- (1) 电路是由哪三个基本部分组成的?
- (2) 电路的主要作用是哪两个方面?
- (3) 什么叫电路模型? 为什么要用电路模型的方法来表示电路?
- (4) 某元件的电压和电流采用的是关联参考方向, 当元件的 $P > 0$ 时, 该元件是产生还是吸收功率? 该元件在电路中是电源还是负载?
- (5) 某一元件的电压与电流的参考方向一致时, 就能说明该元件是负载。这句话对吗?
- (6) 一个 $5\text{k}\Omega$ 、 0.5W 的电阻器, 在使用时允许流过的电流和允许加的电压不得超过多少?
- (7) V_{ab} 是否表示 a 端的电位高于 b 端的电位?
- (8) 标有“ 1W 、 100Ω ”的金属膜电阻, 在使用时电流和电压不能超过多大数值?
- (9) 一只“ 100Ω 、 100W ”的电阻与 120V 电源相连接, 至少要串入多大的电阻 R 才能使该电阻正常工作? 电阻 R 上消耗的功率又为多少?
- (10) 一只“ 110V 、 8W ”的指示灯, 现在接在 380V 的电源上, 问要串多大的电阻值的电阻? 该电阻应选用多大瓦数?

答: (1) 电源、负载、中间环节。

(2) 能量的转换和传输; 信号的处理、传递和存储。

(3) 用理想元件构成的电路称为电路模型。因为理想元件可以表征或近视地表示一个实际器件中所有主要物理现象。

(4) 功率大于零表示吸收, 小于零表示产生。吸收功率元件在电路中表示负载。

(5) 不正确, 要计算功率, 根据功率吸收还是产生来判断。

(6) 最大电压 $U = \sqrt{PR} = \sqrt{0.5 \times 5000} = 50\text{V}$ 。

(7) 当 $V_{ab} > 0$ 时表示 a 端的电位高于 b 端; 而当 $V_{ab} < 0$ 时表示 a 端的电位低于 b 端。

(8) 最大电流 $I = \sqrt{P/R} = \sqrt{1/100} = 0.1\text{A}$, 最大电压 $U = \sqrt{PR} = \sqrt{1 \times 100} = 10\text{V}$ 。

(9) $\frac{120}{100+R} \leq \sqrt{\frac{P}{100}}$, 即 $R \geq 20\Omega$; 此时电阻 R 消耗功率 $P_R = \left(\frac{120}{100+R}\right)^2 R = 20\text{W}$ 。

(10) 先计算指示灯的最大允许电流 $I = P/U = 8/110\text{A}$, 指示灯分得 110V , 则串联电阻应分得 $(380 - 110)\text{V} = 270\text{V}$, 所以串联电阻 $R = 270/I = 3712.5(\Omega)$, 功率 $= (270 \times 8/110)\text{W} \approx 20\text{W}$ 。

22. 如图 1-21 所示, 已知 $I = -2\text{A}$, 试指出哪些元件是电源, 哪些是负载。

答: 负载: A、C; 电源: B、D。

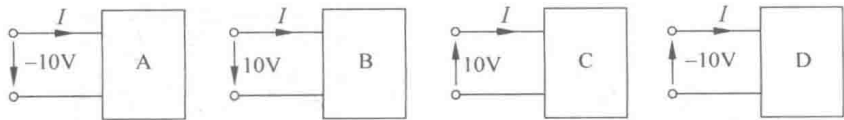


图 1-21 题 22 图

23. 试求图 1-22 所示电路中 A 点和 B 点的电位。如将 A、B 两点直接连接或接一电阻,对电路工作有无影响?
答: A 点和 B 点等电位都是 6V; AB 是否连电阻,没有影响。说明如下:

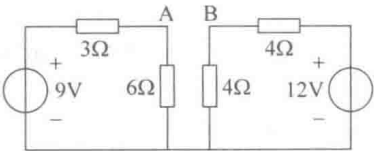


图 1-22 题 23 图

电流参考方向如图 1-23 所示,则根据 KCL 和 KVL 可以列出如下 5 个方程:

$$\begin{cases} I_1 = I_4 + I_5 \\ I_2 + I_5 = I_3 \\ 12 = 4I_1 + 4I_4 \\ 9 = 3I_2 + 6I_3 \\ RI_5 + 6I_3 = 4I_4 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} I_1 = 1.5 + 0.5I_5 \\ I_2 = 1 - 2I_5/3 \\ I_3 = 1 + I_5/3 \\ I_4 = 1.5 - 0.5I_5 \\ RI_5 = -4I_5 \end{cases}$$

由于电阻 $R \geq 0$
 $\Rightarrow$

$$\begin{cases} I_1 = 1.5 \\ I_2 = 1 \\ I_3 = 1 \\ I_4 = 1.5 \\ I_5 = 0 \end{cases}$$

即 AB 等电位。

24. 试求图 1-24 所示电路中的电流 I 及电压 V_{AB} 。
答: 电流 $I=0$; 电压 $V_{AB}=0$ 。

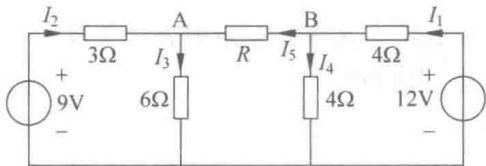


图 1-23 题 23 图

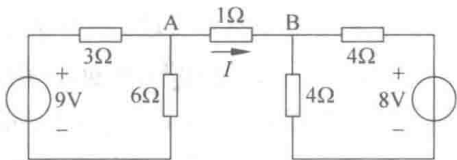


图 1-24 题 24 图

25. 电路如图 1-25 所示,当 $R_L=0$ 时,电压表读数为 U_1 ; 当 $R_L=R$ 时,电压表读数为 U_2 , R 为一已知电阻。试证明: $R_x = \frac{R}{\frac{U_1}{U_2} - 1}$ 。

答: 当 $R_L=0$ 时,电压表读数表示电源 U_s ,所以 $U_s=U_1$; 当 $R_L=R$ 时,则有:

$$\frac{U_s}{R + R_x} = \frac{U_2}{R_x}$$

所以

$$R_x = \frac{R}{\frac{U_1}{U_2} - 1}$$

证毕。

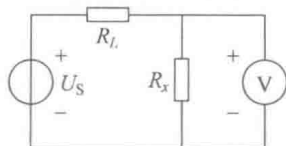


图 1-25 题 25 图

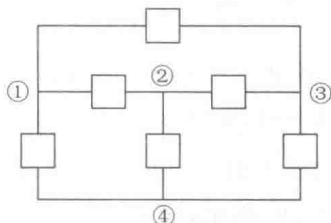


图 1-26 题 26 图

26. 电路如图 1-26 所示, 当以④为参考点时, 各结点电压为 $U_{n1} = 7\text{V}$, $U_{n2} = 5\text{V}$, $U_{n3} = 4\text{V}$, $U_{n4} = 0$ 。求以①为参考点时的各结点电压。

答:

$$\begin{aligned} U_{n1} &= (7 - 7)\text{V} = 0\text{V}, & U_{n2} &= (5 - 7)\text{V} = -2\text{V}, \\ U_{n3} &= (4 - 7)\text{V} = -3\text{V}, & U_{n4} &= (0 - 7)\text{V} = -7\text{V}. \end{aligned}$$

27. 求图 1-27 所示电路中各电源的功率, 并分别说明是产生功率还是吸收功率。

答: 产生功率:

$$P_{3A} = [3 \times (2 \times 3 + 9)]\text{V} = 45\text{W} \text{ (发出功率);}$$

$$P_{2A} = 2 \times (2 \times 2 + 9)\text{V} = 26\text{W} \text{ (发出功率);}$$

$$P_{9V} = 9 \times (9/1 - 3 - 2)\text{V} = 36\text{W} \text{ (发出功率).}$$

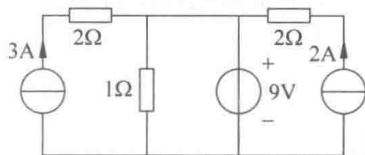


图 1-27 题 27 图

28. 图 1-28 中, 某直流发电机, 其内阻为 0.5Ω , 负载电阻为 11Ω 时, 输出电流为 10A 。试求: (1) 发电机的电动势 E 、端电压 U 和输出功率, 以及内阻消耗的功率; (2) 当外电路发生短路时, 试求短路电流及电源内阻消耗的功率。

答:

(1)

$$E = I(R_0 + R) = [10 \times (0.5 + 11)]\text{V} = 115\text{V}$$

$$\text{端电压 } U = IR = (10 \times 11)\text{V} = 110\text{V}$$

$$\text{输出功率 } P = IE = (10 \times 115)\text{V} = 1150\text{W}$$

$$\text{内阻消耗功率} = I^2 R_0 = (10^2 \times 0.5)\text{W} = 50\text{W}$$

(2)

$$I_{sc} = E/R_0 = (115/0.5)\text{A} = 230\text{A}$$

$$\text{内阻消耗功率} = I_{sc}^2 R_0 = (230^2 \times 0.5)\text{W} = 26450\text{W}$$

29. 电路如图 1-29 所示, 试分别以 C 点和 B 点为参考点, 求各点的电位及电压 U_{AB} 、 U_{AC} 。

答: 以 C 点为参考点: $U_A = 3\text{V}$, $U_B = 1.5\text{V}$, $U_C = 0\text{V}$, $U_{AB} = 1.5\text{V}$, $U_{AC} = 3\text{V}$;

以 B 点为参考点: $U_A = 1.5\text{V}$, $U_B = 0\text{V}$, $U_C = -1.5\text{V}$, $U_{AB} = 1.5\text{V}$, $U_{AC} = 3\text{V}$ 。

30. 求图 1-30 所示电路中两个电压源的功率, 并说明是吸收功率还是放出功率。