



普通高等教育“十一五”规划教材

电工技术基础 学习指导教程

王 英 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

普通高等教育“十一五”规划教材

电工技术基础学习指导教程

主 编 王 英

副主编 何圣仲 徐英雷

参 编 李冀昆 陈曾川 曾欣荣 曹保江



机械工业出版社

《电工技术基础学习指导教程》是普通高等教育“十一五”国家级规划教材《电工技术基础》的配套教材。

《电工技术基础学习指导教程》内容分“电路基础”和“电机与控制”两大篇。其中各章节的撰写结构分“理论”与“题解”两部分，“理论”重在系统地总结了该课程教学中的重点、难点及基本的概念、定律、定理和解题方法；“题解”重在知识点的应用与逻辑推理过程。从“教”与“学”两个不同的角度来解释“电工技术基础”。

本教材可作为学生学习“电工技术基础”课程的学习指南，也可作为教师教学的辅助教材，还可供相关课程学习与研究参考。

图书在版编目（CIP）数据

电工技术基础学习指导教程/王英主编. —北京：机械工业出版社，2010.6

普通高等教育“十一五”规划教材

ISBN 978-7-111-30727-3

I. ①电… II. ①王… III. ①电工技术—高等学校：技术学校—教材
IV. ①TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 091926 号

机械工业出版社（北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：贡克勤 责任编辑：贡克勤 版式设计：霍永明

责任校对：李秋荣 责任印制：乔 宇

北京机工印刷厂印刷（兴文装订厂装订）

2010 年 7 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·15 印张·365 千字

标准书号：ISBN 978-7-111-30727-3

定价：28.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

社服务中心：(010)88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010)88379649

读者服务部：(010)68993821 封面无防伪标均为盗版

目 录

前言

第 1 篇 电路基础 1

第 1 章 基本元件和基本定律 2

1.1 理论提要 2

1.1.1 电路模型和电路变量 2

1.1.2 电路基本元件 2

1.1.3 基尔霍夫定律 3

1.1.4 电阻电路的等效变换 4

1.1.5 电源电路的等效变换 6

1.2 选择题精解 7

1.3 习题精解 12

第 2 章 线性电路的分析方法 27

2.1 理论提要 27

2.1.1 电源模型的等效变换法 27

2.1.2 支路电流法 27

2.1.3 结点电压法 27

2.1.4 网孔电流法 28

2.1.5 叠加定理 28

2.1.6 戴维南定理与诺顿定理 29

2.1.7 最大功率传输定理 31

2.2 选择题精解 31

2.3 习题精解 36

第 3 章 正弦交流电路分析 65

3.1 理论提要 65

3.1.1 正弦函数的相量形式 65

3.1.2 元件伏安特性的相量形式 66

3.1.3 基尔霍夫定律的相量形式 66

3.1.4 阻抗与导纳 66

3.1.5 正弦稳态电路分析 67

3.1.6 功率及功率因数 68

3.1.7 谐振 70

3.2 选择题精解 71

3.3 习题精解 78

第 4 章 三相电路分析 110

4.1 理论提要 110

4.1.1 对称三相电源 110

4.1.2 对称三相电路 112

4.1.3 对称三相电路的功率 114

4.2 选择题精解 115

4.3 习题精解 117

第 5 章 一阶电路的时域分析 129

5.1 理论提要 129

5.1.1 换路定则及初始值 129

5.1.2 一阶电路的三要素法 130

5.1.3 一阶电路的零输入响应、零状态响应和全响应 131

5.2 选择题精解 132

5.3 习题精解 139

第 6 章 周期性非正弦电路 158

6.1 理论提要 158

6.1.1 周期函数的傅里叶级数 158

6.1.2 非正弦周期量的有效值、平均值和平均功率 159

6.1.3 周期性非正弦稳态电路的分析 160

6.2 选择题精解 160

6.3 习题精解 161

第 2 篇 电机与控制 165

第 7 章 磁路 166

7.1 理论提要 166

7.1.1 磁场的基本物理量与磁路定律 166

7.1.2 磁性材料 167

7.1.3 直流磁路 168

7.1.4 交流磁路与交流铁心线圈 168

7.1.5 电磁铁 168

7.2 判断题精解 169

7.3 选择题精解 170

7.4 简答题精解 172

7.5 习题精解 174

第 8 章 变压器 179

8.1 理论提要 179

8.1.1 变压器的基本结构及工作原理 179

8.1.2 变压器的功能	179	和调速	196
8.1.3 三相变压器及其他变压器	180	9.1.4 电动机的选择	198
8.1.4 变压器绕组的极性	182	9.2 判断题精解	198
8.2 判断题精解	182	9.3 选择题精解	200
8.3 选择题精解	183	9.4 简答题精解	203
8.4 简答题精解	186	9.5 习题精解	206
8.5 习题精解	187	第10章 电气控制	211
第9章 电动机	193	10.1 理论提要	211
9.1 理论提要	193	10.1.1 低压控制电器	211
9.1.1 三相异步电动机的结构与工作 原理	193	10.1.2 继电器接触器控制电路	212
9.1.2 三相异步电动机的技术数据和 特性曲线	193	10.2 判断题精解	215
9.1.3 三相异步电动机的起动、制动		10.3 选择题精解	216
		10.4 习题精解	220
		参考文献	231

第1篇 电路基础

本篇主要对由线性元件组成的集中参数电路进行分析。对线性电路基础的基本概念、基本元件、基本定律、基本定理和基本分析方法，进行了提纲式的小结。并以“选择题”和“习题”为研究平台，详细讨论和分析了直流电路、正弦稳态交流电路、三相交流电路和一阶电路的基本特点和基本分析方法，即：力求通过电路分析求解过程，掌握电路基础知识。简介了周期性非正弦电路的基本概念与计算。

第 1 章 基本元件和基本定律

【重点】 讨论电路的基本概念、基本元件、基本定律、基本连接结构和规律。

1.1 理论提要

1.1.1 电路模型和电路变量

1. 线性电路的基本特性

由线性元件组成的电路称为**线性电路**，线性电路具有叠加性和齐次性两个基本特性。

(1) 叠加性 指线性电路中含有若干个输入信号同时作用时，其输出等于各个输入信号单独作用时产生的输出叠加。

(2) 齐次性 指若输入信号 x 产生输出为 y ，则当输入信号为 kx 时，其产生的输出为 ky 。

2. 电路模型

(1) 电路元件的集总参数条件 元件仅表征出单一的电磁特性，并且其电磁过程都集中在元件内部进行。

(2) 集中电路 由满足集中参数条件的元件所构成的电路称为**集中电路**。在集中电路中，各元件的几何形状和尺寸大小不影响电路的特性。

(3) 研究的对象 在电路分析中，不直接研究实际电路，而是研究实际电路的数学模型。本书重点讨论线性集总电路的数学模型，即电路模型（简称电路图）。

3. 参考方向

任意假设电路中的电压、电流方向，称为**参考方向**。

注意：

(1) 参考方向的建立 在分析电路前，首先设定电压、电流的参考方向，然后再建立电路方程。

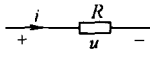
(2) 关联参考方向 电流从电压的正极流到负极称为**关联参考方向**。

(3) 非关联参考方向 电流从电压的负极流到正极称为**非关联参考方向**。

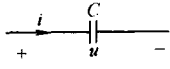
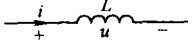
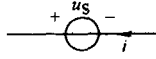
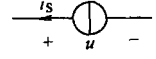
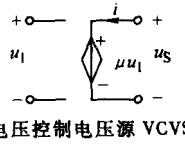
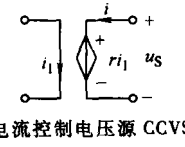
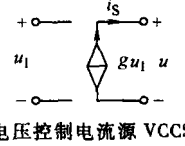
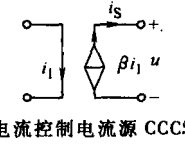
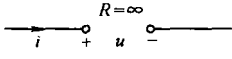
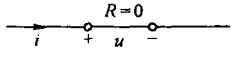
1.1.2 电路基本元件

电路元件是电路分析中最基本的组成单元。每一种元件上的电压与电流都有唯一对应的物理特性，即元件约束关系式或数学模型，如表 1-1 所示。

表 1-1 各元件的电压和电流约束关系

元件名称			物理特征	电路符号	伏安特性
无源元件	耗能元件	电阻	是一种反映消耗电能转换成其他形式能量物理特征的电路模型		$u = Ri$ 线性电阻： $R = \text{常数}$

(续)

元件名称		物理特征	电路符号	伏安特性
无源元件	储能元件			
	电容	是表征储存电场能这一物理特征的电路模型		$i = C \frac{du}{dt}$ 线性电容: $C = \text{常数}$
	电感	是表征电流产生磁通和储存磁场能这一物理特征的电路模型		$u = L \frac{di}{dt}$ 线性电感: $L = \text{常数}$
有源元件	独立电源	电压源		u_s 与 i 无关 i 由外接电路决定
		电流源		i_s 与 u 无关 u 由外接电路决定
	非独立电源	受控电压源		$u_s = \mu u_1$ i 由外接电路决定
				$u_s = r i_1$ i 由外接电路决定
		受控电流源		$i_s = g u_1$ u 由外接电路决定
				$i_s = \beta i_1$ u 由外接电路决定
开路与短路	开路	指电路中两点间无论电压如何, 其电流恒为零的物理特征		$i = 0$
	短路	指电路中两点间电压恒为零, 与流过的电流无关		$u = 0$

1.1.3 基尔霍夫定律

在电路分析中, 各支路的电压和电流受到两类约束: 一类是元件的伏安特性具有的约束; 另一类是对电路中各支路电压或各支路电流之间的约束, 这类约束由基尔霍夫定律体现。

注意：元件伏安特性是对元件本身的约束。基尔霍夫定律是对电路结点电流和回路电压的约束，与电路中的元件性质无关。

1. 基尔霍夫电流定律

对各支路电流之间的约束有基尔霍夫电流定律（KCL），即“在集中电路中，任何时刻，对任一结点，所有流出结点的支路电流代数和恒等于零”。其表达式为

$$\sum i = 0$$

注意：

(1) 结点 是指电路中三条或三条以上支路的汇集点。任一结点都具有独立的 $\sum i = 0$ 关系式。

(2) KCL 也可以从电流流入结点与流出结点的关系来表述，即 $\sum i_{\text{出}} = \sum i_{\text{入}}$ 。

(3) KCL 推广到封闭面 即任何时刻，流出封闭面的支路电流代数和恒等于零。

2. 基尔霍夫电压定律

对各支路电压之间的约束有基尔霍夫电压定律（KVL），即“在集中电路中，任何时刻，沿着任一回路，所有支路电压的代数和恒等于零”。其表达式为

$$\sum u = 0$$

注意：

(1) 回路 是指由支路构成的任一闭合路径。

(2) 绕行方向 在写 KVL 方程时，首先设定一个回路的绕行方向（即：顺时针绕行或逆时针绕行），当电压的参考方向与绕行方向一致时，KVL 方程中取正号，否则取负号。

(3) $\sum u = 0$ 说明了任意两点间的电压与路径无关的性质。

1.1.4 电阻电路的等效变换

1. 等效变换

当电路中的某一部分用其等效电路替代时，未被替代部分（称为外电路）的电压与电流均保持不变，即“对外等效，对内不等效”。

2. 电阻电路的等效变换

(1) 电阻串联 如图 1-1 所示。当 n 个电阻 R 串联时，可等效成一个电阻 R_{eq} 为

$$R_{\text{eq}} = R_1 + R_2 + R_3 + \cdots + R_n = \sum_{k=1}^n R_k$$

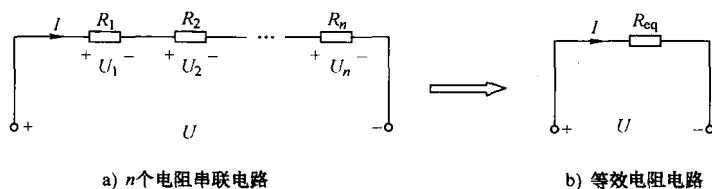


图 1-1 电阻的串联

(2) 电阻并联 如图 1-2 所示。当 n 个电阻 R 并联时，可等效成一个电导 G_{eq} 为

$$G_{\text{eq}} = G_1 + G_2 + G_3 + \cdots + G_n = \sum_{k=1}^n G_k$$

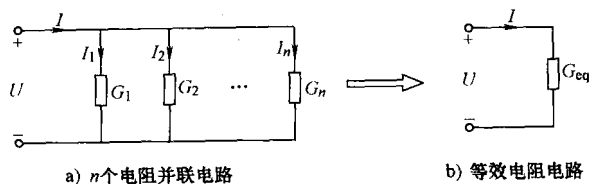
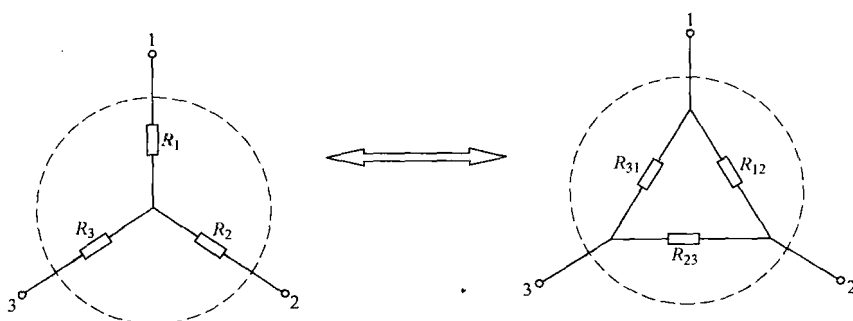


图 1-2 电阻的并联

(3) 电阻电路的星形（即 Y）- 三角形（即 Δ ）变换 如图 1-3 所示。

1) 将 Y 电路变换成 Δ 电路的变换公式为

$$\begin{cases} R_{12} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_3} = R_1 + R_2 + \frac{R_1 R_2}{R_3} \\ R_{23} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_1} = R_2 + R_3 + \frac{R_2 R_3}{R_1} \\ R_{31} = \frac{R_1 R_2 + R_2 R_3 + R_3 R_1}{R_2} = R_1 + R_3 + \frac{R_3 R_1}{R_2} \end{cases}$$

图 1-3 电阻的星形（Y）和三角形（ Δ ）的等效变换

2) 将 Δ 电路变换成 Y 电路的变换公式为

$$\begin{cases} R_1 = \frac{R_{31} R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \\ R_2 = \frac{R_{23} R_{12}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \\ R_3 = \frac{R_{31} R_{23}}{R_{12} + R_{23} + R_{31}} \end{cases}$$

3) 当 Y 联结的 3 个电阻都等于 R_Y

($R_1 = R_2 = R_3 = R_Y$, 即电路对称), Δ 联

结的 3 个电阻都等于 R_Δ ($R_{12} = R_{23} = R_{31}$

$= R_\Delta$, 即电路对称) 时, Y- Δ 变换公式为

$$R_Y = \frac{1}{3} R_\Delta$$

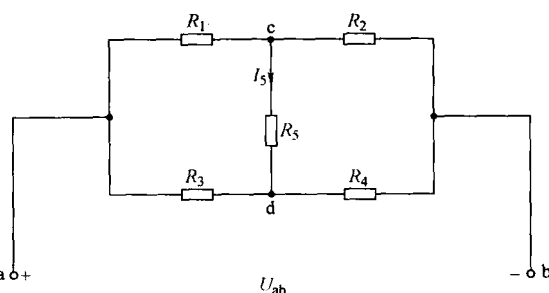


图 1-4 电桥电路

(4) 电桥电路 如图 1-4 所示。当电桥电路满足条件 $\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_3}{R_4}$ 时, 称电桥为平衡电桥。桥

的两端 c、d 称为自然等位点，自然等位点可以用导线连接，并且导线中无电流。图 1-4 可等效为图 1-5。

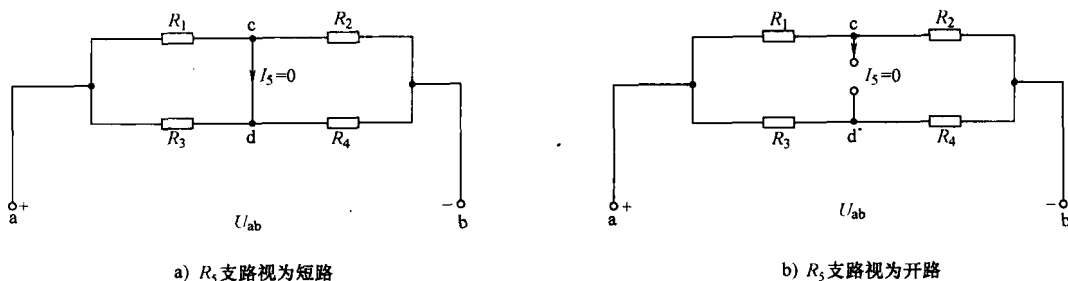


图 1-5 平衡电桥

1.1.5 电源电路的等效变换

1. 电压源串联

1) 如图 1-6 所示。 n 个电压源串联可等效成一个电压源 U_s ，即

$$U_s = \sum_{k=1}^n U_k$$

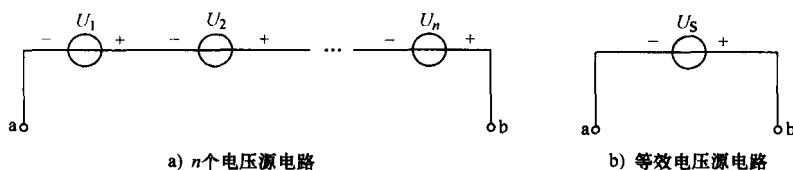
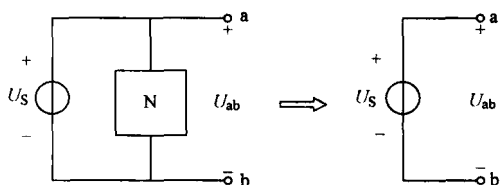
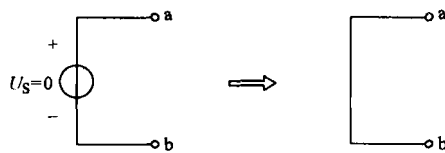


图 1-6 电压源的串联等效电路

注意： U_k 的参考方向与 U_s 的参考方向一致时， U_k 为正，否则为负。

2) 理想电压源 U_s 与任何二端网络 N 或任何元件（如果是另一个理想电压源元件，应不违背 KVL）并联，对外接电路可等效为一个理想电压源 U_s ，如图 1-7 所示。

3) 端电压恒等于零的电压源 U_s ，可用“短路线”等效替代，如图 1-8 所示。

图 1-7 二端网络 N 与电压源的
并联等效电路图 1-8 “短路线”等效替代恒等于
零的电压源 U_s

2. 电流源并联

1) 如图 1-9 所示。 n 个电流源并联可等效成一个电流源 I_s ，即

$$I_s = \sum_{k=1}^n I_k$$

注意: I_k 的参考方向与 I_s 的参考方向一致时, I_k 为正, 否则为负。

2) 理想电流源 I_s 与任何二端网络 N 或任何元件 (如果是理想电流源元件, 应不违背 KCL) 串联, 对外接电路可等效为一个理想电流源 I_s , 如图 1-10 所示。

3) 电流值恒等于零的电流源 I_s , 可用“开路”等效替代, 如图 1-11 所示。

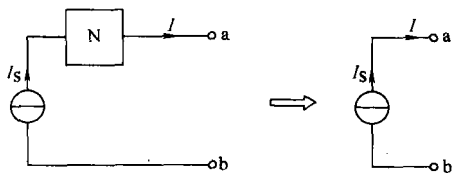


图 1-10 二端网络 N 与电流源的串联等效电路

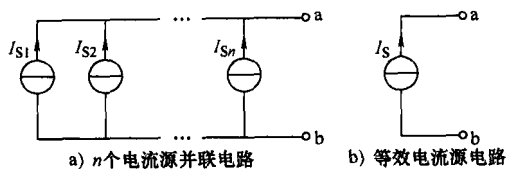


图 1-9 电流源的并联等效电路

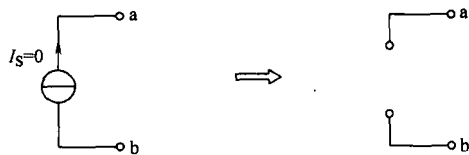


图 1-11 “开路”等效替代恒等于零的电流源 I_s

1.2 选择题精解

1. 电路如图 1-12 所示, 则流过 5Ω 电阻的电流 I 为 ()。

- (a) 2A
- (b) -2A
- (c) 0.5A
- (d) -0.5A

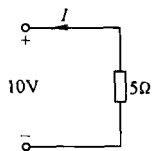


图 1-12 选择题 1 图

分析: 图示中电阻元件上的 10V 电压与电流 I 的参考方向为非关联参考方向, 即非关联参考方向时的欧姆定律为 $R = -\frac{U}{I}$, 即: 注意元件伏安特性是在关联参考方向条件下定义的。

答案: (b)

2. 电路如图 1-13 所示, 理想电流源 I_s 的端电压 U 随外接电阻 R 的增大而 ()。

- (a) 增大
- (b) 减小
- (c) 不变
- (d) 不可确定

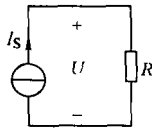


图 1-13 选择题 2 图

分析: 从电路结构上分析, 电流源与电阻元件构成回路, 因此, 电流源 I_s 的端电压等于电阻上的端电压, 即 $U = I_s R$; 从理想电流源的特性分析, 电流源 I_s 的大小、方向为恒定的, 其电流源的端电压 U 由外接电路所决定, 即端电压 U 与外接电阻 R 成正比。

答案: (a)

3. 电路如图 1-14 所示, 流过理想电压源 U_s 的电流 I 随外接电阻 R 增大而 ()。

- (a) 增大

- (b) 减小
(c) 不变
(d) 不可确定

分析：从电路结构上分析，电压源与电阻元件构成回路，因

此，流过电压源 U_s 的电流等于电阻中的电流，即 $I = \frac{U_s}{R}$ ；从理想

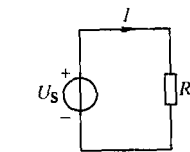


图 1-14 选择题 3 图

电压源的特性分析，电压源 U_s 的大小、方向为恒定的，其流过电压的电流由外接电路所决定，即电流 I 与外接电阻 R 成反比。

答案：(b)

4. 在图 1-15 电容电路中，电压与电流的正确关系式应是 ()。

- (a) $i = C \frac{du}{dt}$ (b) $u = C \frac{di}{dt}$
(c) $i = -C \frac{du}{dt}$ (d) $u = Li$

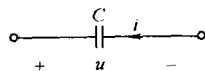


图 1-15 选择题 4 图

分析：在关联参考方向条件下，电容上的端电压 u 与电流 i 的伏安特性定义为 $i = C \frac{du}{dt}$ 。

图 1-15 所示的电流 i 方向是从电压 u 的负极流到正极，即电压 u 与电流 i 为非关联参考方向。

答案：(c)

5. 在图 1-16 电感电路中，电压与电流的正确关系式应是 ()。

- (a) $i = L \frac{du}{dt}$ (b) $u = -L \frac{di}{dt}$
(c) $u = -Li$ (d) $u = L \frac{di}{dt}$

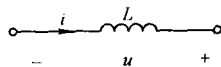


图 1-16 选择题 5 图

分析：在关联参考方向条件下，电感上的端电压 u 与电流 i 的伏安特性定义为 $u = L \frac{di}{dt}$ 。

图 1-16 所示的电流 i 方向是从电压 u 的负极流到正极，即电压 u 与电流 i 为非关联参考方向。

答案：(b)

6. 电路如图 1-17 所示，当电阻 R_1 增大时，电流 I 将 ()。

- (a) 变小 (b) 变大
(c) 不变 (d) 不可确定

分析：从电路结构上分析，电压源 U_s 、电阻 R_1 和 R 为并联连接，即并联元件具有相同的电压参数；从电压源 U_s 的特性上分析，电压源 U_s 的大小和方向为恒定不变

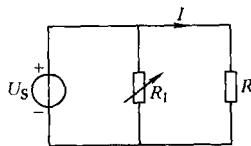


图 1-17 选择题 6 图

的，即电阻 R 上的端电压为 U_s ，电流 $I = \frac{U_s}{R}$ ，所以电流 I 与 R_1 大小无关。

答案：(c)

7. 电路如图 1-18 所示，当电阻 R_1 增大时，电压 U 将 ()。

- (a) 变小

- (b) 变大
(c) 不变
(d) 不可确定

分析：从电路结构上分析，电流源 I_s 、电阻 R_1 和 R 为串联连接，即串联元件具有相同的电流参数；从电流源 I_s 的特性上分析，电流源 I_s 的大小和方向为恒定不变的，其端电压 U 由外接电路所决定，即 $U = I_s (R_1 + R)$ ，电压 U 与 R_1 、 R 成正比。

答案：(b)

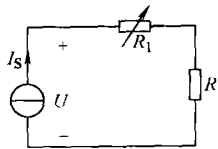


图 1-18 选择题 7 图

8. 电路如图 1-19 所示，已知电路中电流 $I = 15\text{A}$ ， $I_2 = 10\text{A}$ ， $R_1 = 10\Omega$ ，则电阻 R_2 为 ()。

- (a) 25Ω
(b) 15Ω
(c) 5Ω
(d) 2.5Ω

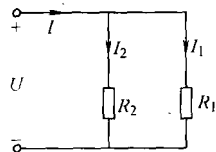


图 1-19 选择题 8 图

分析：根据欧姆定律： $R_2 = \frac{U}{I_2}$ ，电压 $U = I_1 R_1$ ；而电流 I_1 可根据基尔霍夫电流定律得 $I_1 = I - I_2$ ，即

$$R_2 = \frac{U}{I_2} = \frac{I_1 R_1}{I_2} = \frac{(I - I_2) R_1}{I_2} = 5\Omega$$

答案：(c)

9. 电路如图 1-20 所示，已知电源电压 $U = 9\text{V}$ ，电阻 $R = 3\Omega$ ， $R_1 = 6\Omega$ ， $R_2 = 3\Omega$ ，则电流 I 值为 ()。

- (a) 9A
(b) -9A
(c) 3A
(d) -3A

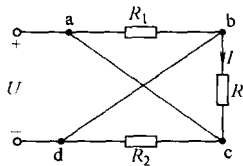


图 1-20 选择题 9 图

分析：正确分析此题的关键是确定 3 个电阻（即 R_1 、 R 、 R_2 ）间的电路连接关系。图 1-20 中，因电压 $U_{ac} = 0\text{V}$ ，即结点 a 与结点 c 可短接为一个结点；同理，结点 b 与结点 d 也可短接为一个结点，从而得出电阻 R_1 、 R 、 R_2 为关联关系。所以，电阻 R 直接与电压源 U 并联，根据欧姆定律有： $I = -\frac{U}{R} = -3\text{A}$ 。注意，电压 U 与电流 I 的参考方向为非关联的。

答案：(d)

10. 理想电流源的外接电阻越大，则电流源的端电压 ()。

- (a) 不变 (b) 越低 (c) 越高 (d) 不能确定

分析：理想电流源的特性为输出电流恒定，其端电压由外接电阻决定，即电流源的端电压与外接电阻的大小成正比。

答案：(c)

11. 理想电压源的外接电阻越大，则流过电压源的电流 ()。

- (a) 不变 (b) 越低 (c) 越高 (d) 不能确定

分析：理想电压源的特性为输出电压恒定，其流过的电流由外接电阻决定，即流过电压源的电流与外接电阻的大小成反比。

答案：(b)

12. 电路如图 1-21a 所示，当电路改接为图 1-21b 时，其电阻 R 上的电压 U 将 ()。

- (a) 不变
(b) 减小
(c) 升高
(d) 不确定

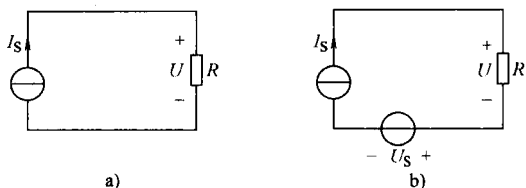


图 1-21 选择题 12 图

分析：根据电流源输出电流恒定的特性可得，在电流源串联回路中（见图 1-21a），再串联一个电压源（见图 1-21b），其流过电阻 R 的电流均为 I_s 。

答案：(a)

13. 电路如图 1-22a 所示，当电路改接为图 1-22b 时，其流过电阻 R 的电流 I 将 ()。

- (a) 不变
(b) 减小
(c) 升高
(d) 不确定

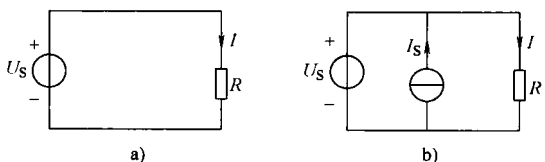


图 1-22 选择题 13 图

分析：根据电压源输出电压恒定的特性可得，图 1-22a 电阻 R 上的电压为 U_s ，如在电压源两端并联一个电流源 I_s （见图 1-22b），并不改变电阻 R 的端电压。

答案：(a)

14. 把图 1-23a 所示电路用图 1-23b 所示的等效电流源替代，该等效电流源 I_s 的参数为 ()。

- (a) 21A
(b) -21A
(c) -1A
(d) 1A

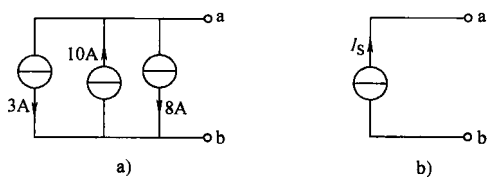


图 1-23 选择题 14 图

分析：从电路连接结构上分析，对于并联连接的三个电流源（见图 1-23a）可用一个电

流源 I_s （见图 1-23b）等效替代，即 $I_s = \sum_{k=1}^3 I_k$ 。注意，图 1-23a 中各电流源 I_k 的方向与等效电流源 I_s 的方向关系，即各电流源 I_k 的方向与等效电流源 I_s 的电流方向一致时取“+”，反之取“-”。

答案：(c)

15. 把图 1-24a 所示电路用图 1-24b 所示的等效电压源替代，该等效电压源 U_s 的参数为 ()。

- (a) 25V (b) 45V (c) -25V (d) -45V

分析：从电路连接结构上分析，对于直接串联的三个电压源（见图 1-24a）可以用一个电压源 U_s （见图 1-24b）等效替代，即 $U_s = \sum_{k=1}^3 U_k$ 。注意，图 1-24a 中各电压源 U_k 的方向与等效电压源 U_s 的方向关系，即各电压源 U_k 的方向与等效电压源 U_s 的电压方向一致时取“+”，反之取“-”。

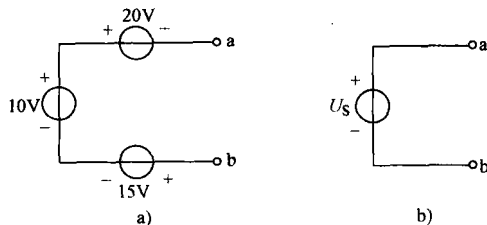


图 1-24 选择题 15 图

答案：(c)

16. 电路如图 1-25 所示，已知 $U_s = 4V$ ， $I_s = 8A$ ， $R = 2\Omega$ ，提供功率的电源是（ ）。

- (a) 电压源
- (b) 电流源
- (c) 电压源和电流源
- (d) 不确定

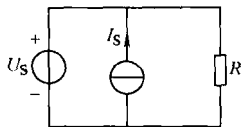


图 1-25 选择题 16 图

分析：首先注意题意中的提问是“提供功率”，即如果判断出电源的端电压与电流的方向为非关联方向，则该电源为“提供功率”。由图 1-25 分析可知，电流源的端电压为 U_s ，其方向为非关联方向，即电流源提供功率为 $P_I = U_s I_s = 32W$ ，而电阻消耗功率为 $P_R = \frac{U_s^2}{R} = 8W$ ；根据功率守恒定律，则判断出电压源在电路中为耗能元件。

答案：(b)

17. 电路如图 1-26a 所示，试计算电流源 I_s 提供的功率为（ ）。

- (a) -20W
- (b) 20W
- (c) -12W
- (d) 12W

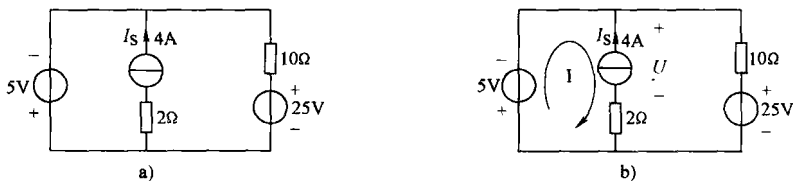


图 1-26 选择题 17 图

分析：在图 1-26a 中标出电流源端电压的参考方向 U ，如图 1-26b 所示，则电流源 I_s 提供的功率为 $P_I = I_s U$ ，其中电压 U 可根据 KVL 列回路 I 方程解得，即电压 $U = -5V + 2I_s = 3V$ ，所以， $P_I = I_s U = 12W$ 。

答案：(d)

18. 如图 1-27 所示电路中支路电流 I 为（ ）。

- (a) 3A
- (b) -3A
- (c) 27A
- (d) -27A

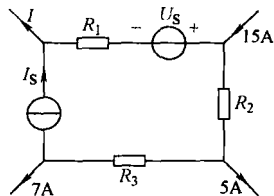


图 1-27 选择题 18 图

分析：根据广义结点形式的基尔霍夫电流定律（流

入封闭面的电流之和等于流出封闭面的电流之和), 即电流 $I = (15 - 7 - 5) \text{ A} = 3 \text{ A}$ 。

答案: (a)

19. 如图 1-28 所示电路中的开路电压 U 为 ()。

(a) -6 V

(b) 6 V

(c) 30 V

(d) -30 V

分析: 因为电压 U 为开路电压, 所以电阻 R_1 与 R_2

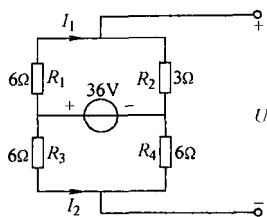


图 1-28 选择题 19 图

串联, 电阻 R_3 与 R_4 串联, 则得电流 $I_1 = \frac{36 \text{ V}}{R_1 + R_2} = 4 \text{ A}$, 电流 $I_2 = \frac{36 \text{ V}}{R_3 + R_4} = 3 \text{ A}$, 所以开路电压为: $U = R_2 I_1 - R_4 I_2 = -6 \text{ V}$

答案: (a)

20. 图 1-29 所示电路对外可以等效为 ()。

(a) 一个 2 A 的电流源

(b) 一个 2 V 的电压源

(c) 电压源与电流源串联

(d) 原电路

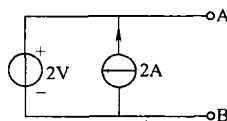


图 1-29 选择题 20 图

分析: 根据电压源输出电压恒定的特性, A、B 两端的

输出电压始终保持不变, 即 2 V 电压源对 A、B 端外接电路可等效为一个理想电压源。

答案: (b)

1.3 习题精解

1. 图 1-30 所示电路中的方框代表电源或负载。试求:

(1) 说明各框图上的电压与电流参考方向是

否关联。

(2) 确定哪些是电源, 哪些是负载, 并讨论

其功率平衡。

解题指南:

(1) 电路中电压、电流参考方向是任意假设的, 当框图中的电流是从电压的正极流到负极, 则电压与电流参考方向为关联, 反之为非关联。

(2) 通过功率的分析计算结果来确定其框图代表的是电源还是负载。设在关联参考方向时, 功率 $P = IU$; 非关联参考方向时, 功率 $P = -IU$ 。则其框图的功率 $P > 0$ 代表该元件消耗功率, 即框图为负载; 如 $P < 0$ 则框图提供功率为电源。

解: (1) A、C、D 框图上的电压与电流参考方向为关联参考方向; B、E 框图上的电压与电流参考方向为非关联参考方向。

(2) 功率分析

$$P_A = [5 \times (-9)] \text{ W} = -45 \text{ W} \quad \text{为电源;}$$

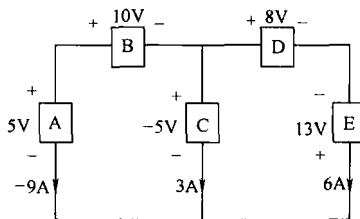


图 1-30 习题 1 图