

电工学解题要点 与习题解答

关哲义 主编

辽宁教育出版社

电 工 学 解 题 要 点 与 习 题 解 答

关哲义 主 编

霍庆芳

罗锐利 编

王健男

辽 宁 教 育 出 版 社

1988年 · 沈阳

电工学解题要点与习题解答

关哲义 主编 霍庆芳 罗锐利 王健男 编

辽宁教育出版社出版发行

(沈阳市南京街6段1里2号)

沈阳市第二印刷厂印刷

字数:258,000 开本:787×1092 1/32 印张:11 3/4

印数1—6,500

1988年2月第1版

1988年2月第1次印刷

责任编辑:王越男

插图:肖欢

封面设计:宋丹心

责任校对:关丽

ISBN 7-5382-0392-3/G·316

定价:1.80元

目 录

第一章 电路的基本分析方法	1
一、教学要求.....	1
二、解题要点.....	1
三、习题解答.....	6
四、课外练习.....	44
第二章 正弦交流电路	49
一、教学要求.....	49
二、解题要点.....	49
三、习题解答.....	60
四、课外练习.....	92
第三章 三相正弦交流电路	97
一、教学要求.....	97
二、解题要点.....	97
三、习题解答.....	101
四、课外练习.....	108
第四章 非正弦交流电路	110
一、教学要求.....	110
二、解题要点.....	110
三、习题解答.....	111
四、课外练习.....	118
第五章 电路中的过渡过程	120
一、教学要求.....	120

二、解题要点	120
三、习题解答	124
四、课外练习	139
第六章 变压器	142
一、教学要求	142
二、解题要点	142
三、习题解答	145
四、课外练习	154
第七章 异步电动机	156
一、教学要求	156
二、解题要点	156
三、习题解答	161
四、课外练习	172
第八章 异步电动机的继电—接触控制	174
一、教学要求	174
二、解题要点	174
三、习题解答	175
四、课外练习	183
第九章 直流电动机	186
一、教学要求	186
二、解题要点	186
三、习题解答	194
四、课外练习	203
第十章 半导体二极管和整流电路	206
一、教学要求	206
二、解题要点	206
三、习题解答	208

四、课外练习	218
第十一章 半导体三极管及其交流放大电路	221
一、教学要求	221
二、解题要点	221
三、习题解答	230
四、课外练习	262
第十二章 正弦波振荡器	265
一、教学要求	265
二、解题要点	265
三、习题解答	268
四、课外练习	272
第十三章 直流放大器	274
一、教学要求	274
二、解题要点	274
三、习题解答	278
四、课外练习	294
附录：历届电大“电工学”试题及答案	297

第一章 电路的基本分析方法

一、教学要求

1. 了解电路的组成及电路的三种状态。正确理解按额定值使用电器设备的意义。

正确理解电路中各物理量的正方向意义。

明确电位概念。

掌握恒压源与恒流源的特点。

2. 熟练掌握电路的欧姆定律、克希荷夫定律。会用支路电流法计算不太复杂的电路(不超过四个节点、三个网孔)。

掌握串联电阻分压公式, 及并联电阻分流公式。

3. 会正确运用迭加原理、电源等效化简、变换及戴文宁定理计算一般线性电路。

4. 明确电路中功率正负意义, 会分析含源电路的功率。

二、解题要点

本章有关电路的概念、规律、方法、等效变换等具有普遍适用意义, 是“电工学”全课程的基础。

1. 掌握恒压源与恒流源的特征, 认清它在电路中的作用, 是分析电路首先要清楚的。

恒压源特征是恒压源端电压始终恒定与外电路无关, 而流经它的电流是由外电路决定的; 恒流源的特征是流过它本身的电流是恒定的与外电路无关, 而它的端电压是由外电路

决定的。

恒压源、恒流源均是理想的模型，在电路中始终具有本身固有的特征。

2. 只有利用电路中各量的假定正方向，才能表示出电路中各量的实际方向。按假定正方向分析计算结果是正值表明实际方向与假定正方向相同，是负值表明实际方向与假定正方向相反。因此首先假定电路各物理量正方向，是分析计算电路的必不可少的前提。

同时需确定一段电路的电压、电流正方向时，常用所谓关联正方向。这样欧姆定律具有 $V = IR$ 形式。否则欧姆定律形式 $V = -IR$ 。

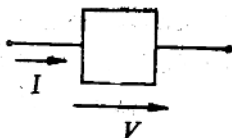


图1—1 关联正方向

3. 支路电流法要点

(1) 支路电流法是以支路电流为未知量依据欧姆定律及克希荷夫定律列方程求解电路的方法。

欧姆定律 $V = IR$ (或 $V = -IR$, 视 V, I 正方向而定)

克希荷夫定律

$$\text{KVL: } \sum E = \sum IR \quad \text{或} \quad \sum_{i=1} V_i = 0$$

$$\text{KCL: } \sum I = \sum I_{\lambda} \quad \text{或} \quad \sum I_i = 0$$

要注意上述文字方程中遵守的符号法则。KVL 的符号法则是：首先假定各支路电流正方向及回路绕行方向，在 $\sum E = \sum IR$ 中与绕行方向相同的 E 和 IR 为正项，反之为负项；在采用 $\sum_{i=1} V_i = 0$ 形式时，压降为正项（即电阻上 I 沿绕行方向及电压源正极至负极沿绕行方向）压升为负项。KCL

的符号法则是：在 $\sum I = \sum I_{\text{入}}$ 中都是正项，采用 $\sum I_i = 0$ 可以规定流出节点正项流入节点为负项，也可以作相反的规定。上述符号法则是指在依假定正方向列文字方程时的法则，它涉及到一套正负号，而在数值计算时，每个字母的值还要代入一套正负号，因而分析计算时需要和两套正负号打交道，提防混乱。另外电路正方向一经假定始终不变。列 KVL 方程时循到哪个支路就用该支路电流。

求电路两点电压用KVL的扩展

$$V_{ab} = \sum V_i = \sum E + \sum IR$$

符号法则：由a至b循行，压降为正项，压升为负项。E正方向与循行方向一致时压升应为负项，反之压降为正项。I沿循行方向IR为正项，反之为负项。

(2) 具体步骤

① 假定求解电路中各支路电流为未知量，标明其正方向。对于含有已知恒流源的支路不必假设；

② 确定列KVL, KCL方程的回路和节点。KVL的独立方程数等于电路的网孔数（注意所列KVL方程至少包含一个新支路，它是独立的）KCL的独立方程数对n个节点的电路有 $(n-1)$ 个。回路绕行方向标在电路图中；

对于含有已知恒流源的支路，不必包括在选定的回路之中，KVL独立方程数相应减少；

③ 根据符号法则，列出独立的KVL、KCL方程，组成方程组；

④ 解方程组。

求出各支路电流以后，可由KVL扩展求电路中任何两点间电压。对于选定参考点，电路各点电位，即该点与参考

点间电压。电路中某点电位会因参考点不同而不同，它是相对的。而电压是与参考点无关的。应注意，不构成闭合回路元件中不会有电流通过，无电流的电阻上电压是零（ $R \rightarrow \infty$ 的极限情况例外）。

电阻串并联组合等效电阻，并联电阻分流公式及串联电阻的分压公式，在计算时常引用，应记住。

$$\text{分压公式 } V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V, \quad V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V$$

$$\text{分流公式 } I_1 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} I, \quad I_2 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} I$$

4. 求解电路中某一支路电流时，用支路电流法，显得很麻烦。这时综合运用迭加原理、电源等效化简及变换、戴文宁定理等求解可能简捷。

(1) 概念要清楚，规律要掌握，方法可视具体问题而灵活。下面复习一下有关原理、规律。

① 迭加原理：线性电路中有若干个电源作用时，任意一个支路的电流等于各电源单独作用在该支路产生的电流的代数和。注意：考虑某个电源单独作用时，其它电源作零值处理（恒压源短路，恒流源开路）；电流代数和和中分电流与总电流正方向一致的是正项，否则是负项。迭加原理适于线性电路求电流、电压，不适于计算功率。

② 电源的化简与变换：串联的恒压源可等效为一个恒压源其电动势为各恒压源电动势代数和，其中与等效恒压源电动势正方向相同的为正项，相反为负项；并联的恒流源可等效为一个恒流源，电流值为各电流源的代数和，其中与等效恒流源正方向相同的为正项，相反为负项。

图 1—2 中 (a) $E = E_1 - E_2 + \dots + E_n$

(b) $I_s = I_{s1} - I_{s2} + \dots + I_{sn}$

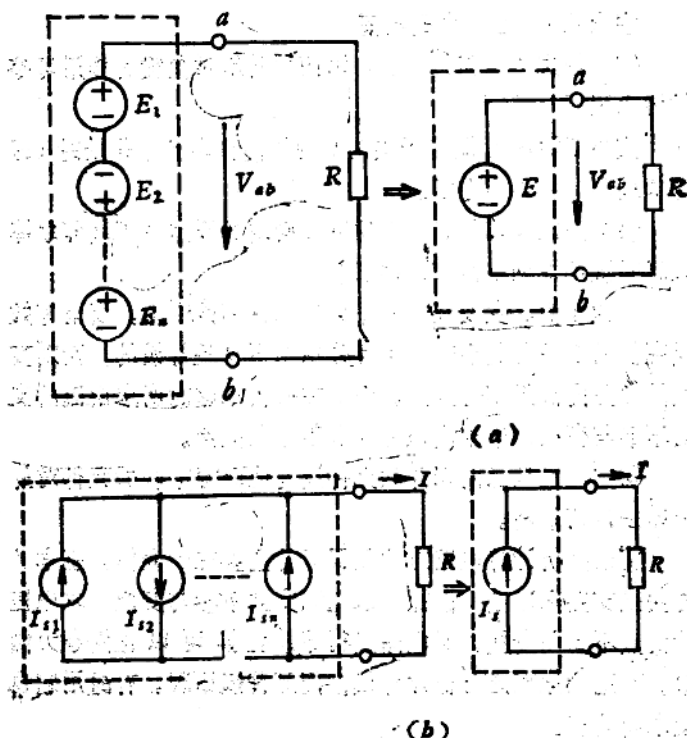


图1-2 理想电源化简

实际的电压源与电流源可等效互化，其参数关系： $E = I_s R_o$ 、 $R_o = R_s$ 。

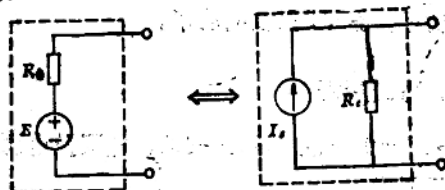


图1-3 实际电源等效变换

注意 E 和 I 正方向要相同

③ 戴文宁定理：线性含源两端网络对负载的作用可等效为电压源 (E 、 R_0)

该电压源内阻 R_0 等于该两端网络内部电源不作用时 (即零值处理) 两端间电阻。

该电压源电动势 E 等于该两端网络的开路电压 (即拿掉负载时该两端网络两端的电压)

电源化简、变换及戴文宁定理都是等效变换，所谓等效是变换的部分与其余部分相互作用与原来是等效的，而对变换的部分内部是不等效的。因此在分析电路时所求电流的支路不参与变换，所求电压的两点不参与变换。

④ 与恒压源两端并联元件及与恒流源串联的元件对外电路来说可取消。

所谓分析计算电路方法是灵活的主要在于变换，基本的方法是支路电流法，但抓住求电流支路不参与变换，求电压的两点不参与变换，对电路进行等效变换可以化繁杂为简单。而迭加原理是分析计算线性问题普遍原理。有时用它也使求解简捷。

5. 电路的功率：当电路的 I 和 V 正方向关联一致时 $P = VI$ 且 $P > 0$ 吸收电功率， $P < 0$ 产生电功率。对电源来说 E 正方向与流过 E 的 I 正方向相同时 $P = E \cdot I$ 且 $P > 0$ 产生电功率， $P < 0$ 吸收电功率。

三、习题解答

1—1 一段电路如图1—4示，电阻及电源电动势的数值均已示于图中。

(1) 在图1—4 (a) 所示电流正方向下 $I = 0.5A$ 。

(2) 在图1—4(b)所示电流正方向下 $I = -0.5\text{A}$ ，分别计算在上述两种情况下的 V_{ab} 、 V_{bc} 、 V_{dc} 和 V_{ac} 。

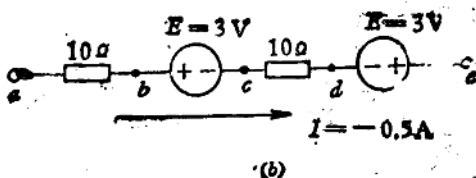
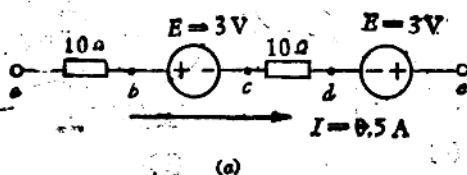


图1—4 习题1—1图

解：(a) $V_{ab} = IR = 10 \times 0.5 = 5\text{V}$

$$V_{bc} = E = 3\text{V}$$

$$V_{dc} = -IR = -10 \times 0.5 = -5\text{V}$$

$$V_{da} = -E = -3\text{V}$$

(b) $V_{ab} = IR = 10 \times (-0.5) = -5\text{V}$

$$V_{bc} = E = 3\text{V}$$

$$V_{bf} = -IR = -(-0.5) \times 10 = 5\text{V}$$

$$V_{da} = -E = -3\text{V}$$

1—2 对图1—5中(a)、(b)、(c)三个电路，分别计算在开关K断开及闭合两种情况下电位 V_A 、 V_B 和电压 V_{AB} (接地点为参考点)。

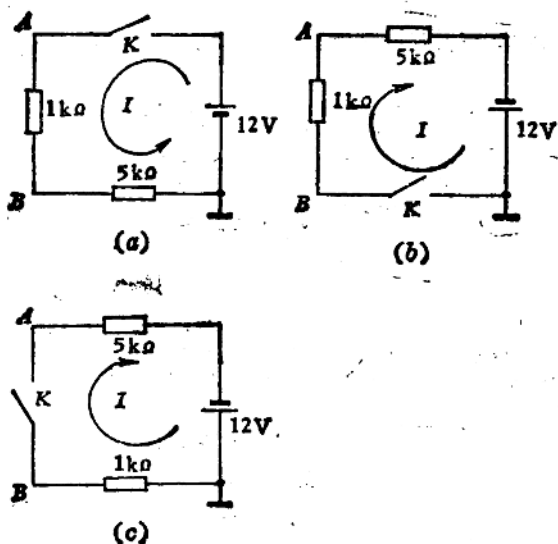


图1-5 习题1-2图

解: (a) K断开 $V_A = V_B = 0$ $V_{AB} = 0$

K闭合, $E = I(5 + 1)$

$$I = \frac{12}{6} = 2\text{mA}$$

$$V_A = 2 \times (1 + 5) = 12\text{V}$$

$$V_B = 2 \times 5 = 10\text{V}$$

$$V_{AB} = 2 \times 1 = 2\text{V}$$

(b) K断开 $V_A = V_B = -12\text{V}$ $V_{AB} = 0$

$$\text{K闭合} \quad I = \frac{12}{5 + 1} = 2\text{mA}$$

$$V_A = -2 \times 1 = -2\text{V} \quad V_B = 0$$

$$V_{AB} = V_A - V_B = -2V$$

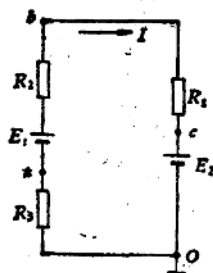
$$(c) \text{ K断开 } V_A = -12V \quad V_B = 0 \quad V_{AB} = -12V$$

$$\text{K闭合} \quad I = \frac{12}{5+1} = 2mA$$

$$V_A = V_B = -2 \times 1 = -2V$$

$$V_{AB} = 0$$

1—3 电路如图1—6示,知0为参考点时 $V_c = +2.5V$, $V_b = +4.5V$, 电阻 $R_1 = R_2 = R_3 = 10\Omega$. 计算电流 I 、a点电位 V_a 及电压 V_{ba} 的数值。若重新确定C点为电位参考点, 重新计算 V_a 和 V_{ba} 。



$$\text{解: } ① V_b - V_c = IR_1$$

$$I = \frac{V_b - V_c}{R_1} = \frac{4.5 - 2.5}{10}$$

$$= 0.2A$$

$$V_a = -IR_3 = -0.2 \times 10$$

$$= -2V$$

$$V_{ba} = V_b - V_a = 4.5$$

$$- (-2) = 6.5V$$

$$② \text{ 若C为参考点}$$

$$V_b = IR_1 = 0.2 \times 10 = 2V$$

图1—6 习题1—3图

由以0为参考点时 $E_2 = V_c = 2.5V$

$$V_a = -IR_3 - E_2 = -0.2 \times 10 - 2.5 = -4.5V$$

$$V_{ba} = 2 - (-4.5) = 6.5V$$

1—4 根据上题的已知数据计算 E_1 和 E_2 。

解: 由以0为参考点时 $E_2 = V_c = 2.5V$

$$V_{ba} = -IR_2 + E_1$$

$$E_1 = V_{ba} + IR_2 = 6.5 + 0.2 \times 10 = 8.5V$$

1—5 在图1—7所示的四种情况下：

(1) (a)图，已知 $E = 24V$ ，计算 V_{BA} ；

(2) (b)图，已知 $E = -24V$ ，计算 V_{BA} ；

(3) (c)图，已知 $V_{AB} = -24V$ ，计算 E ；

(4) (d)图，已知 $V_{AB} = 24V$ ，计算 E 。

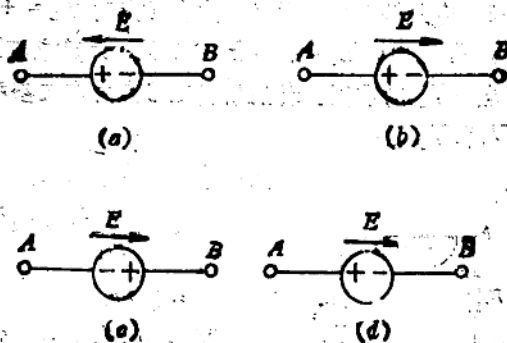


图1—7 习题1—5图

解：(1) $V_{BA} = -E = -24V$

(2) $V_{BA} = E = -24V$

(3) $V_{AB} = -E$ $E = -V_{AB} = 24V$

(4) $V_{AB} = -E$ $E = -V_{AB} = -24V$

1—6 在图1—8示电路中，要求计算 V_{AB} 和 V_{BC} 的大小。知 $E_1 = 24V$ 、 $E_2 = 8V$ 、 $E_3 = 2V$ 、 $R_1 = 6\Omega$ 、 $R_2 = 10\Omega$ 、 $R_3 = 20\Omega$ 、 $R_4 = 7\Omega$ 。

解：对 E_1 、 E_2 、 R_2 、 E_3 、 R_1 、 R_3 构成闭合回路，电流

正方向如图所示, 绕行方向与电流正方向同, 由KVL:

$$E_2 - E_3 + E_1 = I(R_1 + R_2 + R_3)$$

$$I = \frac{E_2 - E_3 + E_1}{R_1 + R_2 + R_3}$$

$$= \frac{24 - 8 + 2}{6 + 10 + 20} = 0.5 \text{ A}$$

$$V_{AB} = E_3 - IR_3$$

$$= 2 \text{ V} - 0.5 \times 20 = -8 \text{ V}$$

$$V_{AC} = V_{AB} + V_{BC}$$

$$= -8 \text{ V} + 0 = -8 \text{ V}$$

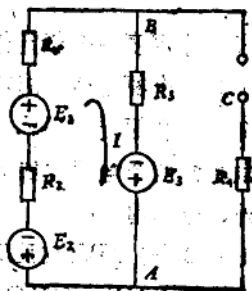


图1-8 习题1-8图

1-7 二只白炽灯泡, 额定电压均为110V, 甲灯泡的额定功率 $P_{a1} = 60 \text{ W}$ 、乙灯泡的 $P_{a2} = 100 \text{ W}$ 如果把甲、乙两灯泡串联, 接在220V电源上能不能正常工作? 通过计算说明。

解: $P_a = I_a^2 R = \frac{V_a^2}{R} \quad R = \frac{V_a^2}{P_a}$

$$R_1 = \frac{V_a^2}{P_{a1}} \quad R_2 = \frac{V_a^2}{P_{a2}}$$

若将其串联接入220V 由分压公式

$$V_1 = \frac{R_1}{R_1 + R_2} V = \frac{V_a^2 / P_{a1}}{V_a^2 / P_{a1} + V_a^2 / P_{a2}} \cdot V$$

$$= \frac{P_{a2}}{P_{a1} + P_{a2}} \cdot V = \frac{100}{100 + 60} \times 220 = 137.5 \text{ V}$$

$$V_2 = \frac{R_2}{R_1 + R_2} V = \frac{P_{a1}}{P_{a1} + P_{a2}} V = \frac{60}{100 + 60} \times 220$$