

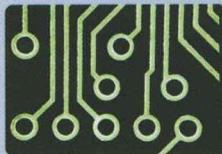
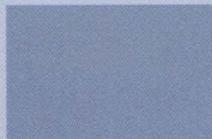


普通高等教育“十二五”创新型规划教材  
高等教育课程改革项目研究成果

Electric Circuit  
Foundation (2nd Edition)

电路基础  
(第2版)

◆ 主 编 李雪红 韦祿民  
◆ 副主编 雷红梅 黄 权 黄 东 周厚全



 北京理工大学出版社  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

普通高等教育“十二五”创新型规划教材  
高等教育课程改革项目研究成果

# 电 路 基 础

(第 2 版)

主 编	李雪红	韦禄民		
副主编	雷红梅	黄 权	黄 东	
	周厚全			
参 编	李 健	罗英和	王 森	
	欧阳恕	胡慧艳	徐贵财	
主 审	邓海鹰			

 北京理工大学出版社

BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

# 目录

## Contents <<< <<<

项目一 直流电路的基本概念 .....	1
【实训 1.1】简单的日常照明电路、扩音电路 .....	1
1.1 电路和电路模型 .....	3
1.1.1 电路 .....	3
1.1.2 电路模型 .....	3
【实训 1.2】简单直流电路的电压、电流和电位测量 .....	4
1.2 电路的基本物理量 .....	5
1.2.1 电流 .....	5
1.2.2 电压和电位 .....	6
1.2.3 电动势 .....	9
1.2.4 电能和电功率 .....	10
1.3 电路的三种基本元件及其伏安关系 .....	11
1.3.1 电阻元件及其伏安特性 .....	11
1.3.2 电容元件及其伏安特性 .....	12
1.3.3 电感元件及其伏安特性 .....	13
【实训 1.3】复杂直流电路中的电压、电流 .....	15
1.4 基尔霍夫定律 .....	16
1.4.1 基本电路的分析 .....	16
1.4.2 基尔霍夫电流定律和基尔霍夫电压定律 .....	18
1.5 电压源和电流源（包括受控源） .....	19
1.5.1 电压源 .....	19
1.5.2 电流源 .....	20
1.5.3 电压源与电流源的等效变换 .....	21
1.5.4 受控源 .....	22
【实训 1.4】万用表的使用 .....	23
【实训 1.5】磁电系电流表、电压表的扩程与校验 .....	27
【实训 1.6】直流单臂电桥、兆欧表的使用 .....	29
本章小结 .....	33
习题 .....	34

<b>项目二 直流电路的分析方法</b> .....	37
2.1 电阻的连接 .....	37
2.1.1 电阻的串、并联 .....	37
2.1.2 电阻的三角形和星形连接 .....	40
2.2 支路电流法 .....	43
2.3 网孔电流法 .....	45
2.3.1 网孔电流及其与支路电流的关系 .....	45
2.3.2 网孔电流方程 .....	45
2.4 节点电压法 .....	47
2.4.1 节点电压 .....	47
2.4.2 节点电压方程 .....	48
2.4.3 节点电压法的应用 .....	49
【实训 2.1】叠加定理的验证 .....	51
2.5 叠加定理 .....	53
【实训 2.2】戴维南定理的验证 .....	55
2.6 有源二端网络定理 .....	57
2.6.1 戴维南定理 .....	57
2.6.2 诺顿定理 .....	61
2.6.3 最大功率传输定理 .....	61
本章小结 .....	63
习题 .....	64
<b>项目三 单相交流电路</b> .....	67
【实训 3.1】单相交流电的波形观察与分析 .....	67
3.1 正弦交流电路的基本概念 .....	69
3.1.1 正弦交流量的三要素 .....	69
3.1.2 正弦交流量的有效值 .....	71
3.1.3 同频率正弦交流量的相位差 .....	72
3.2 正弦交流量的相量表示法 .....	74
3.2.1 复数的基本概念 .....	74
3.2.2 正弦交流量的相量表示法 .....	76
3.2.3 基尔霍夫定律的相量形式 .....	79
3.3 正弦交流电路中的电阻、电感、电容元件伏安关系及其功率 .....	80
3.3.1 电阻元件伏安关系及其功率 .....	80
3.3.2 电感元件伏安关系及其功率 .....	82
3.3.3 电容元件伏安关系及其功率 .....	84
3.4 复阻抗与复导纳 .....	87
3.4.1 单一元件的复阻抗与复导纳 .....	87

## 2.3 网孔电流法

网孔电流法简称网孔法。它是系统地分析线性电路的方法之一。该方法根据 KVL 定律以网孔电流为求知量,列出各网孔回路的电压方程,并联立求解出网孔电流,再进一步求解出各支路电流的方法。支路电流就是通过每一条支路的电流,如图 2-10 的  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ 。

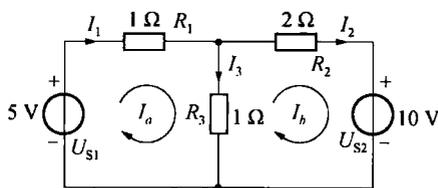


图 2-10 网孔电流法

### 2.3.1 网孔电流及其与支路电流的关系

电路中实际存在的电流是支路电流,网孔电流是为了简化分析电路时所列方程的个数而假设的中间变量,电路中最终所求解的变量是支路电流等实际存在的物理量。

假想在每一个网孔回路中流动着的独立电流称为网孔电流,如图 2-10 中的  $I_a$ 、 $I_b$ ,其箭头所指的方向为网孔电流的参考方向。而各支路电流是由网孔电流组成的,即某一条支路电流等于通过该支路的各网孔电流的代数和,当网孔电流的参考方向与支路电流的参考方向相同时,网孔电流为正,否则为负,如  $I_1 = I_a$ ,  $I_2 = I_b$ ,  $I_3 = I_a - I_b$ 。

### 2.3.2 网孔电流方程

网孔电流方程,实质上是以网孔电流为变量的 KVL 方程,下面推导网孔电流方程的一般形式。

假设各网孔电流的参考方向均为顺时针,网孔回路的绕行方向与之相同,根据 KVL 定律,图 2-10 中可列出如下方程

$$\begin{cases} I_1 R_1 + I_3 R_3 - U_{S1} = 0 \\ I_2 R_2 - I_3 R_3 + U_{S2} = 0 \end{cases}$$

将上述方程中的支路电流用网孔电流代替, 方程即变为

$$\begin{cases} I_a R_1 + (I_a - I_b) R_3 - U_{S1} = 0 \\ I_b R_2 - (I_a - I_b) R_3 + U_{S2} = 0 \end{cases}$$

整理后为

$$\begin{cases} I_a (R_1 + R_3) - I_b R_3 = U_{S1} \cdots \cdots a \text{ 网孔电流方程} \\ I_b (R_2 + R_3) - I_a R_3 = -U_{S2} \cdots \cdots b \text{ 网孔电流方程} \end{cases}$$

写出一般式为

$$\begin{cases} I_a R_{aa} + I_b R_{ab} = U_{Sa} \cdots \cdots a \text{ 网孔电流方程} \\ I_b R_{bb} + I_a R_{ba} = U_{Sb} \cdots \cdots b \text{ 网孔电流方程} \end{cases} \quad (2-22)$$

式(2-22)即为网孔电流法的一般规律方程, 其中 $R_{aa} = R_1 + R_3$ 为组成网孔 $a$ 的各支路的所有电阻之和, 称为网孔 $a$ 的自电阻。同理, $R_{bb} = R_2 + R_3$ 为网孔 $b$ 的自电阻。 $R_{ab} = R_{ba} = -R_3$ 为相邻 $a$ 、 $b$ 两网孔公共支路的电阻之和, 称为 $a$ 、 $b$ 两网孔的互电阻, 其符号为负。(注意, 互电阻的符号为负的条件是: 电路中所有网孔电流的参考方向一致, 否则不一定为负。)  $U_{Sa}$ 、 $U_{Sb}$ 分别为 $a$ 、 $b$ 两网孔中所含电压源的电位升的代数和。当电压源电位升(从负极到正极)的方向与本网孔电流的参考方向一致时,  $U_S$ 为正, 否则为负。

**【例 2-5】** 用网孔电流法求图 2-11 电路中各支路电流。

解: 假设各支路电流和网孔电流的参考方向如图 2-11 所示。

根据网孔电流方程的一般式可得

$$\text{网孔 } a: I_a (2+1+2) - I_b \times 2 - I_c \times 1 = 6-18$$

$$\text{网孔 } b: -I_a \times 2 + I_b (2+6+3) - I_c \times 6 = 18-12$$

$$\text{网孔 } c: -I_a \times 1 - I_b \times 6 + I_c (1+3+6) = 25-6$$

解联立方程可以得出

$$I_a = -1 \text{ A}; I_b = 2 \text{ A}; I_c = 3 \text{ A}$$

则各支路电流分别为

$$I_1 = I_a = -1 \text{ A}; I_2 = I_b = 2 \text{ A}; I_3 = I_c = 3 \text{ A}$$

$$I_4 = I_c - I_a = 4 \text{ A}; I_5 = I_a - I_b = -3 \text{ A}; I_6 = I_c - I_b = 1 \text{ A}$$

**【例 2-6】** 求图 2-12 电路中的各支路电流。

解: 设网孔电流的参考方向均为顺时针, 各支路电流分别为  $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ , 参考方向如图 2-12 所示。

则网孔电流方程为

$$I_a (3+6) - 6I_b = 9$$

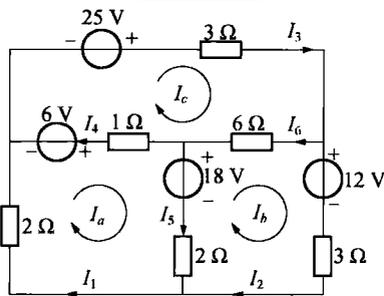


图 2-11 例 2-5 电路图

$$I_b = 3 \text{ A}$$

解得

$$I_a = 3 \text{ A}$$

$$\text{则 } I_1 = I_a = 3 \text{ A};$$

$$I_2 = I_a - I_b = (3 \text{ A} - 3 \text{ A}) = 0 \text{ A}$$

$$I_3 = -I_b = -3 \text{ A}$$

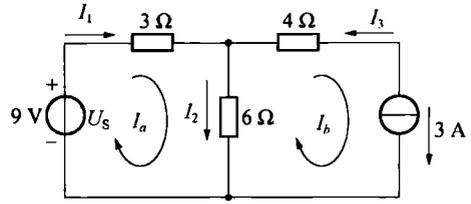
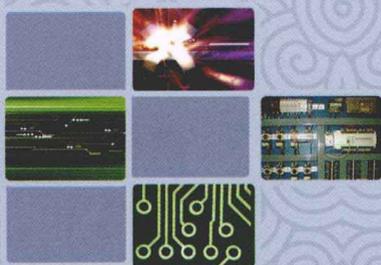


图 2-12 例 2-6 电路图

从本例可以看出，当网孔回路中含有电流源时，本网孔的网孔电流即为已知量，而不需要再列本网孔的 KVL 方程，从而简化了电路的计算。

项目编辑：王艳丽  
策划编辑：陆世立  
封面设计：OOICA 原创任炜



Electric Circuit Foundation (2nd Edition)

# 电路基础 (第2版)



免费电子教案下载地址  
[www.bitpress.com.cn](http://www.bitpress.com.cn)

 **北京理工大学出版社**  
BEIJING INSTITUTE OF TECHNOLOGY PRESS

通信地址：北京市海淀区中关村南大街5号  
邮政编码：100081  
电话：(010)68944990 68944919  
网址：[www.bitpress.com.cn](http://www.bitpress.com.cn)

ISBN 978-7-5640-5051-1



定价：38.00元