

# 电路原理 MOOC

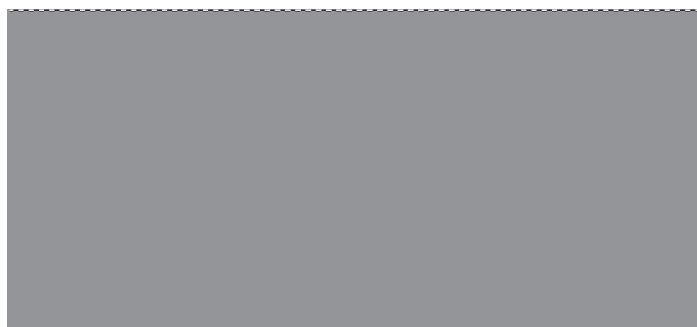
学习指导

主 编 方重秋 游 霞 冯 鹤 王 兵

副主编 李 丹 潘慧梅 唐 宇

西南交通大学出版社

· 成 都 ·



Dianlu Yuanli MOOC Xuexi Daoxuean

## 电路原理 MOOC 学习导学案

主编 方重秋 游 霞 冯 鹤 王 兵

---

责任编辑 梁志敏

封面设计 曹天擎

---

出版发行 西南交通大学出版社  
(四川省成都市金牛区二环路北一段 111 号  
西南交通大学创新大厦 21 楼)

邮政编码 610031

发行部电话 028-87600564 028-87600533

网址 <http://www.xnjdcbs.com>

印刷 四川森林印务有限责任公司

---

成品尺寸 185 mm × 260 mm

印张 10.5

字数 244 千

版次 2020 年 8 月第 1 版

印次 2020 年 8 月第 1 次

定价 36.00 元

书号 ISBN 978-7-5643-7564-5

课件咨询电话：028-81435775

图书如有印装质量问题 本社负责退换

版权所有 盗版必究 举报电话：028-87600562



## 前言

PREFACE

互联网技术支撑下的全新知识传播模式和学习方式正在颠覆传统的学习模式。目前，在全球高等教育中掀起了大规模开放式在线课程建设浪潮，如较早的 MOOC 以及后面的“SPOC + 翻转课堂”的混合式教学模式。攀枝花学院顺应改革潮流，于 2016—2017—1 学期开始在“电路原理”课程上采用“SPOC + 翻转课堂”的混合式教学模式，经过近 4 年的改革实践，取得了一定成效。

在教学模式改革初期，我们采用的是清华大学于歆杰的电路原理 SPOC 视频资源，该视频 PPT 为英文演示、中文讲解，我校学生学习较为困难。为此，课程团队于 2018 年录制了与我校学生学习情况相符的电路原理 MOOC 视频。为帮助学生进行有效的视频学习，团队老师编写了与视频配套的学习导学案，这也是本书编写的初衷。随着教学模式改革的进行，发现部分学生在进行 MOOC 视频学习时，只为完成任务，学习过于粗略，甚至根本不看视频，故也可以利用本学习导学案起到督促学生预习，检查学习效果的作用。此外，有部分学生反映，看完视频后，不知道知识的重、难点在哪里，若学生的知识点挖掘能力较弱，在学习过程中就不能迅速敏锐地找到核心知识要素，在此基础上的归纳总结也就无从做起。因此，我们也希望通过本教材培养学生的知识点挖掘能力、归纳总结能力及知识应用能力。

经过近 4 年的改革实践，团队老师对知识点的把握、对学生的需求有了更深的理解，编写学习导学案时能更多地从学生角度出发，帮助、督促学生有效完成视频预习，完成知识点挖掘、归纳与总结。

本书与电路原理教学视频既紧密结合，又相对独立。读者扫描对应的教学视频二维码，可以轻松链接到相应的视频进行观看，并结合书中的知识点建立比较完整的知识体系。

本书主编：方重秋，游霞，冯鹄，王兵。副主编：李丹，潘慧梅，唐宇。参编人员：王勤劳，连存虎，刘兴华，周登荣，王聪。

## 视频资源列表

序号	视频名称	页码	序号	视频名称	页码
1	绪论, 电路和电路模型	002	25	数学基础	061
2	参考方向, 电功率和能量	003	26	正弦量, 相量法的基础	062
3	电阻元件, 电压源	005	27	电路定律的相量形式	065
4	电流源, 受控源	006	28	阻抗与导纳	069
5	基尔霍夫定律	007	29	电路的相量图	072
6	电阻的串、并联及 Y- $\Delta$ 互换	011	30	正弦稳态电路分析	073
7	电源的串、并联及实际电源模型	015	31	正弦稳态电路的功率	076
8	输入电阻	018	32	复功率, 最大功率传输	079
9	电路的图, KCK 和 KVL 的独立方程数	021	33	互感	083
10	支路电流法	022	34	含有耦合电感电路的分析计算	085
11	回路电流法	024	35	变压器原理, 理想变压器	087
12	节点电压法	026	36	网络函数, RLC 串联谐振	091
13	叠加定理	029	37	RLC 并联谐振	094
14	戴维宁和诺顿定理	031	38	三相电路, 线电压(电流)与相电压(电流)的关系	098
15	最大功率传输定理	034	39	对称三相电路的计算	101
16	特勒根定理, 互易定理	035	40	三相电路的功率	104
17	电容元件	038	41	非正弦周期信号及其分解, 有效值、平均值和平均功率	106
18	电感元件, 电容、电感的串、并联	041	42	非正弦周期电流电路的计算	107
19	动态电路的方程及其初始条件	045	43	拉普拉斯变换的定义、性质	111
20	一阶电路的零输入响应	048	44	拉普拉斯反变换的部分分式展开(1)	113
21	一阶电路的零状态电路及全响应	050	45	拉普拉斯反变换的部分分式展开(2)	115
22	一阶电路全响应的分解, 三要素法	051	46	运算电路	116
23	一阶电路的阶跃响应	055	47	应用拉普拉斯变换分析线性电路	117
24	一阶电路的冲激响应	057	48	网络函数	119





# 目录

CONTENTS

第一章 电路模型和电路定律 .....	/ 001
第二章 电阻电路的等效变换 .....	/ 010
第三章 电阻电路的一般分析 .....	/ 020
第四章 电路定理 .....	/ 028
第五章 储能元件 .....	/ 038
第六章 一阶电路的时域分析 .....	/ 044
第七章 相量法 .....	/ 060
第八章 正弦稳态电路的分析 .....	/ 068
第九章 含有耦合电感的电路 .....	/ 082
第十章 电路的频率响应 .....	/ 091
第十一章 三相电路 .....	/ 097
第十二章 非正弦周期电流电路和信号的频谱 .....	/ 106
第十三章 线性动态电路的复频域分析 .....	/ 110
参考答案 .....	/ 122





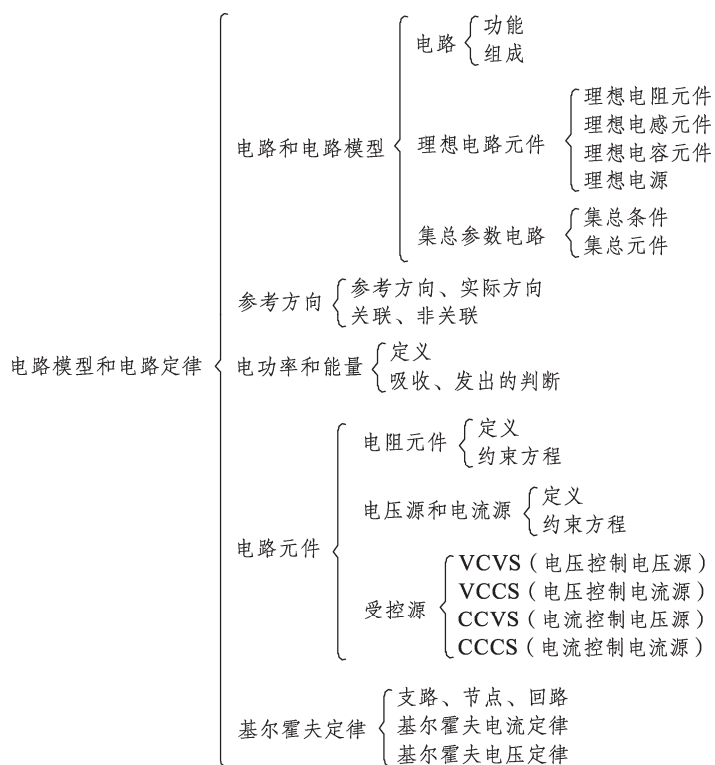
# 第一章

## 电路模型和电路定律



### 一、本章导学

#### 1. 知识框图



#### 2. 学习目标

- (1) 掌握电路的基本组成，了解电路模型的建立。
- (2) 掌握电流和电压的基本概念、电流和电压参考方向的设定。
- (3) 掌握关联参考方向的含义及运用。
- (4) 掌握功率的表达式，学会吸收、发出功率的判断和计算方法。
- (5) 掌握理想电阻元件及其伏安特性、独立源和受控源。
- (6) 掌握基尔霍夫定律的基本内容，学会用基尔霍夫定律进行简单电阻电路的

分析计算。

### 3. 重、难点

重点：参考方向、功率、电阻元件的约束方程、电压源、电流源的元件特性、基尔霍夫定律。

难点：功率、基尔霍夫定律。

### 4. 本章考点

- (1) 电压和电流的参考方向设定。
- (2) 电阻元件的定义及约束方程。
- (3) 电功率的计算及吸收、发出功率的判断。
- (4) 电压源、电流源的定义及元件特性。
- (5) 基尔霍夫定律的内容及灵活运用。



## 二、知识点的总结与应用

### (一) 视频：绪论，电路和电路模型



绪论，电路和  
电路模型

#### 1. 视频知识点归纳总结

(1) 由电工设备和电气器件按预期目的连接构成的\_\_\_\_\_的通路，称为电路。

(2) 电路的功能主要有：\_\_\_\_\_，\_\_\_\_\_。

(3) 电路主要由\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_等组成。

(4) 电源的主要作用是\_\_\_\_\_。激励是电源或信号源的\_\_\_\_\_。

(5) 负载的主要作用是\_\_\_\_\_。响应是指激励在电路各部分产生的\_\_\_\_\_。

(6) 电路模型是反映实际电路部件的\_\_\_\_\_的理想电路元件的组合。理想电路元件是指\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_的基本结构。

(7) 5种基本的理想电路元件的电磁性能分别为：理想电阻元件表示\_\_\_\_\_的元件，理想电感元件表示\_\_\_\_\_的元件，理想电容元件表示\_\_\_\_\_的元件，理想电压源和理想电流源表示\_\_\_\_\_的元件。

(8) 对电路模型的理解，应注意：

- ① 具有相同的主要电磁性能的实际电路部件，在一定条件下可用\_\_\_\_\_ (同一/不同) 电路模型表示；

② 同一实际电路部件在不同的应用条件下，其电路模型可以有\_\_\_\_\_（相同/不同）的形式。

(9) 集总元件是指假定发生的电磁过程都\_\_\_\_\_。当电路的几何尺寸  $d$  \_\_\_\_\_ 电路工作频率下的波长  $\lambda$  时，就可以认为满足集总条件，视为集总参数电路。

## 2. 知识点的应用

(1) 请列举现实生活中的一个实际电路，画出其电路模型，指出其电路组成的各部分及作用。

(2) 请画出 5 个基本理想电路元件的图形符号。

(3) 请查阅资料：50 Hz 交流电的波长  $\lambda =$  \_\_\_\_\_。500 km 的输电线路 \_\_\_\_\_（是/不是）集总参数电路。不满足集总条件的电路称为\_\_\_\_\_。

## (二) 视频：参考方向，电功率和能量



参考方向，  
电功率和能量

### 1. 视频知识点归纳总结

(1) 根据定义，电流强度的公式为\_\_\_\_\_。规定\_\_\_\_\_运动的方向为电流的实际方向。由于\_\_\_\_\_或\_\_\_\_\_，电流的实际方向往往很难事先判断。

(2) 电流的参考方向是指\_\_\_\_\_。如果电流的参考方向与实际方向一致，那么电流  $i$  \_\_\_\_\_ 0；如果电流的参考方向与实际方向相反，那么电流  $i$  \_\_\_\_\_ 0。由此可见，引入参考方向的概念后，电流就是一个\_\_\_\_\_，其值的正负表示实际方向与参考方向的关系。

(3) 电流参考方向的表示方法有两种：一是用\_\_\_\_\_表示；二是用\_\_\_\_\_表示。

(4) 根据定义，电压的公式为\_\_\_\_\_。规定\_\_\_\_\_的方向为电压的实际方向。

(5) 电压的参考方向是指\_\_\_\_\_。若  $u>0$ ，表示\_\_\_\_\_；若  $u<0$ ，表示\_\_\_\_\_。

(6) 电压参考方向的表示方法有三种：一是用\_\_\_\_\_表示；二是用\_\_\_\_\_表示；三是用\_\_\_\_\_表示。

(7) 关联参考方向是指\_\_\_\_\_。反之，称为\_\_\_\_\_。

(8) 根据定义，电功率的公式为  $p = \underline{\quad} = \underline{\quad}$ ，表示\_\_\_\_\_。

(9) 功率计算公式为  $p = \underline{\quad}$

①  $u$ 、 $i$  为关联参考方向， $p$  表示的是\_\_\_\_\_（吸收/发出）功率。若  $p>0$  表示该元件实际\_\_\_\_\_（吸收/发出）功率；若  $p<0$  表示该元件实际\_\_\_\_\_（吸收/发出）功率；

②  $u$ 、 $i$  为非关联参考方向， $p$  表示的是\_\_\_\_\_（吸收/发出）功率。若  $p>0$  表示该元件实际\_\_\_\_\_（吸收/发出）功率；若  $p<0$  表示该元件实际\_\_\_\_\_（吸收/发出）功率。

## 2. 知识点的应用

(1) 为什么要引入参考方向？

答：\_\_\_\_\_

(2) 电流的参考方向有\_\_\_\_\_种表示方法，电压的参考方向有\_\_\_\_\_种表示方法，请在图 1.1 中分别画出采用这些表示方法的电路(以电阻元件为例)。

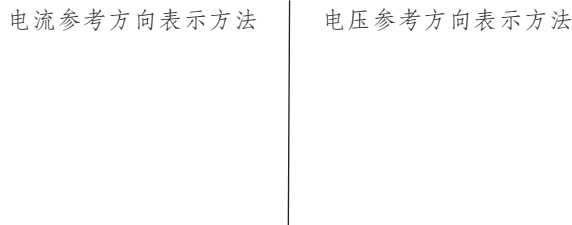


图 1.1 参考方向的表示方法

(3) 引入参考方向的概念后，电流、电压的数值就是一个代数量，其值可正可负，其数值的正负表示\_\_\_\_\_。

在图 1.2 (a) 中，若  $I = 1 \text{ A}$ ，表示电阻中电流的实际方向为从\_\_\_\_\_流到\_\_\_\_\_，若  $I = -2 \text{ A}$ ，则表示电阻中电流的实际方向为从\_\_\_\_\_流到\_\_\_\_\_。

在图 1.2 (b) 中，若  $U = 3 \text{ V}$ ，表示电阻中电压的实际方向为从\_\_\_\_\_到\_\_\_\_\_电压降低；若  $U = -3 \text{ V}$ ，则表示电阻中电压的实际方向为从\_\_\_\_\_到\_\_\_\_\_电压降低。



图 1.2

(4) 请标注图 1.3 中电阻的电压、电流的参考方向, 要求: (a) 图中电压电流方向为关联参考方向; (b) 图中电压电流方向为非关联参考方向。



图 1.3

(5) 试求图 1.4 所示各段电路吸收或发出的功率。

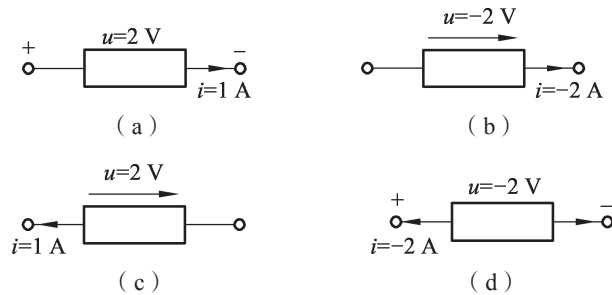


图 1.4

### (三) 视频: 电阻元件, 电压源



电阻元件,  
电压源

#### 1. 视频知识点归纳总结

(1)  $R$  在电路中表示\_\_\_\_\_元件, 它的单位是\_\_\_\_\_, 请画出它的电路符号\_\_\_\_\_。 $G$  表示\_\_\_\_\_, 它的单位是\_\_\_\_\_, 它与电阻的关系是  $G = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(2) 若电压电流参考方向相关联时, 欧姆定律表示为  $u = \underline{\hspace{2cm}}$ ; 若电压电流参考方向非关联时, 欧姆定律表示为  $u = \underline{\hspace{2cm}}$ 。

(3) 当电路  $R = 0$  时, 电路\_\_\_\_\_ (开路/短路), 此时  $\underline{\hspace{2cm}} = 0$  (填  $u/i$ ); 当电路  $R = \infty$  时, 电路\_\_\_\_\_ (开路/短路), 此时  $\underline{\hspace{2cm}} = 0$  (填  $u/i$ )。

(4) 电阻的功率计算。  $P = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}} = \underline{\hspace{2cm}}$ , 且电阻的  $P_{\text{吸}} \geq 0$ , 即电阻都是吸收功率, 所以电阻是耗能元件, 消耗电能。

(5) 请画出独立电压源的电路符号\_\_\_\_\_, 它的\_\_\_\_\_ (电压/电流) 由其本身决定, \_\_\_\_\_ (电压/电流) 由外电路决定。独立电压源可以\_\_\_\_\_ (开路/短路), 不能\_\_\_\_\_ (开路/短路)。

#### 2. 知识点的应用

(1) 请列举在实际的生活生产中, 有哪些元件设备在电路中能够用电阻元件作为其模型?

(2) 电阻能为负值吗?

(3) 我们在应用电阻时, 只需要考虑电阻的阻值吗?

#### (四) 视频: 电流源, 受控源



电流源, 受控源

##### 1. 视频知识点归纳总结

(1) 请画出独立电流源的电路符号\_\_\_\_\_, 它的\_\_\_\_\_ (电压/电流) 由其本身决定, \_\_\_\_\_ (电压/电流) 由外电路决定。独立电流源可以\_\_\_\_\_ (开路/短路), 不能\_\_\_\_\_ (开路/短路)。

(2) 在电源的外部电流是从\_\_\_\_ (高/低) 电位流向\_\_\_\_ (高/低) 电位, 从电压\_\_\_\_ (正/负) 极流向\_\_\_\_ (正/负) 极, 所以我们一般习惯将电源上的电压、电流标为\_\_\_\_ (关联/非关联) 参考方向。

(3) 线性受控电源有以下四种类型: \_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_。受控电源是\_\_\_\_\_端元件。请画出四种受控源的电路符号。

(4) 受控电源和独立电源的区别在于: ① 独立电压源的电压和独立电流源的电流只由\_\_\_\_\_决定, 而受控源的电压或电流受\_\_\_\_\_控制。② 独立电源在电路中提供能量, 作为“激励”和“信号源”, 而受控电源在电路中不提供能量, 仅反映控制量和被控制量之间的函数关系, 因此在电路中不能作为\_\_\_\_\_。

##### 2. 知识点的应用

(1) 在指定的电压  $u$  和电流  $i$  的参考方向下, 写出下图各元件  $u$  和  $i$  的约束方程 (即 VCR)。

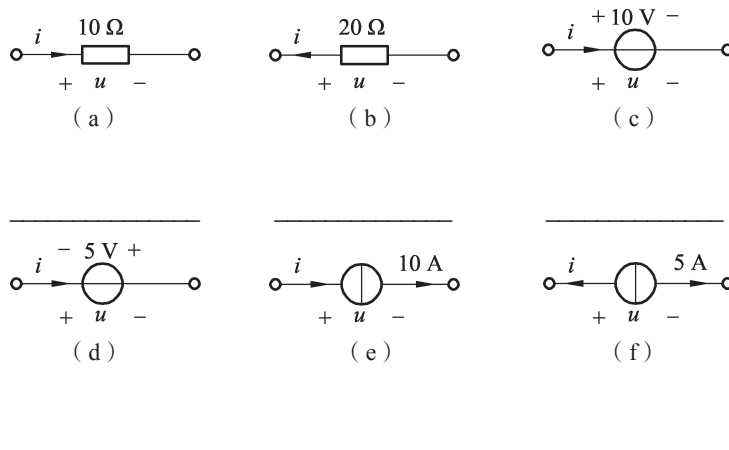


图 1.5

(2) 求图 1.6 所示电路中受控电压源的端电压和它的功率。

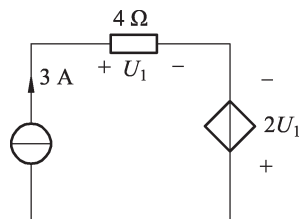


图 1.6

(3) 求图 1.7 所示电路中受控电流源的电流和它的功率。

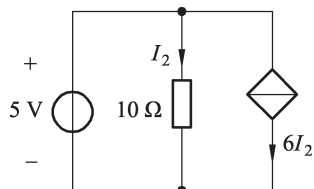


图 1.7

## (五) 视频讲解：基尔霍夫定律



基尔霍夫定律

### 1. 视频知识点归纳总结

(1) 几个名词解释。

- ① 支路 (branch) 是指\_\_\_\_\_。
- ② 节点 (node) 是指\_\_\_\_\_。
- ③ 路径 (path) 是指\_\_\_\_\_。
- ④ 回路 (loop) 是指\_\_\_\_\_。
- ⑤ 网孔 (网格) (mesh) 是指\_\_\_\_\_。

(2) 基尔霍夫定律包括\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

(3) 基尔霍夫电流定律 (Kirchhoff's Current Law), 简称为\_\_\_\_\_, 可

概述为\_\_\_\_\_，其表达式为\_\_\_\_\_。

(4) 基尔霍夫电压定律 (Kirchhoff's Voltage Law)，简称为\_\_\_\_\_，可概述为\_\_\_\_\_，其表达式为\_\_\_\_\_。

(5) 由前面所讲的知识，可得出：\_\_\_\_\_与\_\_\_\_\_构成了电路分析的基础，是电路分析的两大类约束：\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

## 2. 知识点的应用

(1) 电路如图 1.8 所示，该电路的支路数  $b =$  \_\_\_\_\_，结点数  $n =$  \_\_\_\_\_，回路数  $l =$  \_\_\_\_\_，网孔有 \_\_\_\_\_ 个 (请在图上标出)。

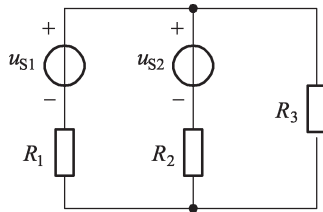


图 1.8

(2) 电路如图 1.9 所示，该电路的 KCL 方程为\_\_\_\_\_，由此可得出 KCL 方程的另一种表达式\_\_\_\_\_。

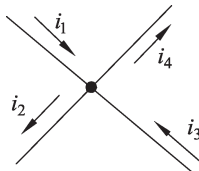


图 1.9

(3) 电路如图 1.10 所示，由 KCL 可得  $i_1 =$  \_\_\_\_\_， $i_2 =$  \_\_\_\_\_。

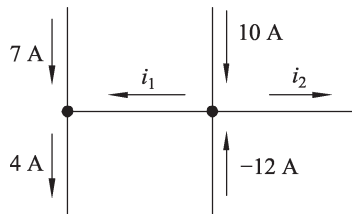


图 1.10

(4) 电路如图 1.11 所示，由 KCL 可得\_\_\_\_\_。