

专升本导丛书



电路分析基础

导教 · 导学 · 导考

(第2版)

DAOJIAO DAOXUE DAOKAO



范世贵 编

西北工业大学出版社

专升本三导丛书

电路分析基础

导教·导学·导考

(第2版)

范世贵 编著

西北工业大学出版社

【内容简介】 本书是根据国家教育部规定的“专升本”招生考试的要求,为大学专科层次的学生编写的电路分析基础课程“专升本”考试指导、复习和应试用书。全书内容共8章:电路基本概念与定律,电阻电路等效变换,电路分析基本方法,电路定理,正弦稳态电路,耦合电感与理想变压器,非正弦周期电流电路,动态电路分析。每章内容包括基本要求,内容提要(含例题),典型题解析,习题四部分。书后的附录提供了2001年、2003年陕西省高等学校专升本招生考试题(含解答)和几套专升本模拟试题及本课程的期末考试题(均含解答)。

本书可作为大学专科层次的学生“专升本”考试的指导、复习和应试用书,也可作为正在学习电路分析基础(电路基础)课程的专科、本科学生的辅助用书。

图书在版编目(CIP)数据

电路分析基础/范世贵编著. —西安:西北工业大学出版社, 2002.12

(专升本导教·导学·导考)

ISBN 7-5612-1511-8

I. 电… II. 范… III. 电路分析—成人教育:高等教育—升学参考资料 IV. TM133

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 079856 号

出版发行:西北工业大学出版社

通信地址:西安市友谊西路 127 号 邮编:710072 电话:(029) 88493844

网 址:www.nwpu.com

印刷者:西安新华印刷厂

开 本:850 mm×1 168 mm 1/32

印 张:13.375

字 数:339 千字

版 次:2003 年 2 月第 1 版 2004 年 6 月第 2 版第 2 次印刷

印 数:6 001~12 000 册

定 价:19.00 元

前 言

近些年来,作为我国高等教育的重要组成部分——高等职业技术教育、大学专科教育、高等自学考试教育的发展十分迅速,并取得了很大成绩。与此同时,国家还实施了“专升本”的选拔和培养人才制度,从而为更多的优秀学生又开辟了一条新的发展和成才之路。本书就是根据教育部规定的“专升本”招生考试要求,为大学专科层次的学生编写的电路分析基础课程“专升本”考试的指导、复习和应试用书。

本书是在对“专升本”招生考试要求和规律性充分研究的基础上编写成的。在编写中,主要遵循了以下原则:

严格按照“专升本”考试的要求和电路分析基础课程的教学基本要求,精选和确定全书的内容。全书内容共 8 章:电路基本概念与定律,电阻电路等效变换,电路分析基本方法,电路定理,正弦稳态电路,耦合电感与理想变压器,非正弦周期电流电路,动态电路分析。每章内容包括基本要求,内容提要(含例题),典型题解析,习题四部分。书后的附录提供了 2001 年和 2003 年陕西省高等学校专升本招生考试题(含解答)和几套“专升本”模拟试题及有关学校本课程的期末考试题(均含解答)。

“专升本”招生考试,要求试题要突出概念性、基本性、灵活性、技巧性与综合性,不出难题、怪题、偏题,不搞繁琐哲学和形而上学。强调着重考查考生对课程基本概念、基本理论、基本方法的理解和掌握的程度以及分析问题、解决问题的能力与基本的数学运算能力。因

此,本书在编写中在以上诸方面做了最大的努力和探索,力求对考生有一个正确的导向和指导,使考生通过对本书的学习和实践,树立起一定能考出优异成绩的信心,满怀信心地进入考场,满面笑容地走出考场。

“专升本”招生考试,要求试题要对课程的内容做到全覆盖,要在每一个重点内容的知识点上都有试题出现,因此试题的量一定会很大,一般情况下,试题的个数不会少于30个。由于题量大,因此每个试题的深度、难度和繁简度就不会很大了。基于这种经验性与规律性的分析,本书在编写中,无论是对每章内容的提要,或是对例题和典型题的选择、设计和拟制,都把培养考生对试题的快速理解和反应能力作为焦点,使考生通过对本书的学习和实践,大大地提高解题的速度和解题的正确性,防止出现对试题都会答,但因为反应慢,解题速度慢而失去了时间。

现代的各种考试,例如选拔考试、水平考试、等级考试等,为了做到公开、公正、公平,并借助于计算机评卷,其试题大都由两大类型组成,一类是客观题,一类是主观题。客观题毫无疑问都是选择题和填空题,主观题一般都是分析题、论述题和解答题。客观题很难答,对就对,错就错,“评卷没商量”,很容易丢分。而解答主观题,则要求必须有严格、清晰、规范的逻辑推理步骤和数学运算步骤,否则就要扣分,只有答案者,则得零分。电路分析基础课程“专升本”招生考试题的题型和模式一般也会是如此。因此,为了培养考生解答客观题和主观题的能力,本书在编写中,从对例题的分析,对典型题的解析,对模拟试题和课程考试题的解答,都充分地做了示范,使考生通过对本书的学习和实践,学会解答客观题和主观题的技巧、方法和能力,并养成严谨的治学态度和作风,使考生能做到“有分必得”,“拾到篮篮都是菜”。

考生在使用本书对课程进行系统复习时,首先要把握好每一章学习的基本要求,不可降低要求,但在这“最危险的时刻”,也不必去追求过高的要求,达到本书中所提出的“基本要求”就可以了。其次

要按照本书中所写的“内容提要”，深刻理解和掌握每一章的重点内容，把定义和概念理解准确，把该记的公式记住，把各部分内容的内在联系搞清楚，把研究问题的方法论搞清楚，充分运用数学语言思维，把电路的物理内容和数学描述有效地结合起来，达到融会贯通，运用自如。最后，在前两者的基础上，通过对本书中例题、典型题解析和模拟题、习题的学习、研究和实践，了解试题的题型、范围、深度、广度和难易程度，学习分析问题、解决问题的能力，学习解题和答题的技巧和方法，提高答题的速度。

古人说：“君子爱人，必教之以其方。”本书会教你：“博学之，审问之，慎思之，明辨之，笃学之。”好书凭借力，送君上青云。祝考生成功！祝考生圆上大学本科理想之梦！

本书在编写中，得到了西北工业大学信息技术学院和西北工业大学出版社领导的大力支持，同时还参阅了大量著作、文献、资料和题库试题，在此一并谨致诚挚谢意。

本书可作为“专升本”考生的考试指导、复习和应试用书，也可作为正在学习电路分析基础课程的大学专科，本科学生的良好辅助用书。

寸有所长，尺有所短。由于编者水平和经验有限，书中不妥和不完善之处在所难免，敬请赐教。来信和意见寄西北工业大学信息技术学院。

编 者

2002年9月

目 录

第 1 章 电路基本概念与定律	1
基本要求	1
典型题解析	22
内容提要	2
习题	35
第 2 章 电阻电路等效变换	39
基本要求	39
典型题解析	61
内容提要	40
习题	76
第 3 章 电路分析基本方法	80
基本要求	80
典型题解析	91
内容提要	80
习题	105
第 4 章 电路定理	108
基本要求	108
典型题解析	124
内容提要	108
习题	142
第 5 章 正弦稳态电路	146
基本要求	146
典型题解析	174
内容提要	147
习题	188
第 6 章 耦合电感与理想变压器	194
基本要求	194
内容提要	195

 典型题解析	210	 习题	222
第 7 章 非正弦周期电流电路		226	
 基本要求	226	 典型题解析	230
 内容提要	226	 习题	242
第 8 章 动态电路分析		245	
 基本要求	245	 典型题解析	266
 内容提要	246	 习题	301
附录		310	
附录一 2001 年陕西省高等学校			
专升本招生考试试题(含解答)			
	310		
附录二 2003 年西北工业大学金叶信息技术学院电路分析			
基础课程专升本招生考试题及参考解答			
	331		
附录三 专升本模拟试题一(含解答)			
	352		
附录四 专升本模拟试题二(含解答)			
	377		
附录五 电路分析基础课程期末考试题(样题)及参考解答			
	405		
附录六 复习用书			
	418		

第 1 章 电路基本概念与定律



基本要求

- (1) 了解什么是实际电路?什么是理想电路模型?电路的功能是什么?
- (2) 深刻理解电路的基本物理量:电流、电压、电位的定义与单位。
- (3) 深刻理解电流参考方向与电压参考极性的意义及其设定的必要性;深刻理解和掌握电流与电压“关联方向”的意义与应用。
- (4) 深刻理解欧姆定律的物理意义及欧姆定律只适用于线性电阻元件,能根据欧姆定律正确地写出线性电阻元件的伏安关系(即伏安方程)。
- (5) 深刻理解和掌握理想电压源与理想电流源的定義、电路符号、功能、端口上的电压—电流关系(即 $u-i$ 关系)及其性质,并会应用。
- (6) 了解有关电路结构的一些术语的定义与内涵意义:支路;节点,参考节点,独立节点;回路,网孔回路,独立回路。
- (7) 深刻理解和掌握 KCL, KVL 的物理意义及其数学表达式,并能对节点正确地写出 KCL 方程,对回路正确地写出 KVL 方程。
- (8) 深刻理解和掌握受控源的定義、分类、性质以及对受控源在电路分析中的处理原则。
- (9) 了解什么是“电子习惯电路”,并能正确地把“电子习惯电路”改画成一般性的电路,或者相反。
- (10) 深刻理解电功率的定义与单位;会计算电阻元件吸收的功率,会计算电源(含独立源与受控源)吸收的功率或发出的功率,会计算支路吸收的功率或发出的功率。
- (11) 能应用 KCL, KVL 和欧姆定律,熟练地求解简单线性电阻电路中的电流、电压、电位及功率。



内容提要

一、电路与电路的功能

1. 电路

电流流通的路径称为电路。

2. 实际电路

把各种实际的电路元件连接而成的电路,称为实际电路。

3. 理想电路与电路模型

把各种理想的电路元件连接而成的电路,称为理想电路,理想电路也称为电路模型。电路理论中研究的电路都是理想电路,即电路模型。

4. 电路的功能

电路的功能有二:① 实现电能的产生、传输、分配和转化;② 实现电信号的产生、传输、变换和处理。在这两个功能中,前者矛盾的主要方面是“电能”,后者矛盾的主要方面是“电信号”。

二、电路的基本物理量

1. 电流

(1) 定义:电荷的定向移动形成电流。

(2) 电流的大小(即电流强度):单位时间内通过导体横截面的电量,用字母 i 表示,即

$$i = \frac{dq}{dt}$$

i 的单位为安(A)。为了简便,电流强度 i 也被说成是电流。

(3) 电流的实际方向:人们已取得共识与认同,规定正电荷定向移动的方向为电流的实际方向(或者负电荷定向移动的反方向为电流的实际方向)。

(4) 电流的参考正方向,简称参考方向:电路中电流的实际方向,人们在对电路未进行分析计算之前是根本不知道的,因此,为了对电路进行分析计算和列写电路方程,就需要对电流设定一个参考正方向,简称参考方向。若所求得的 $i > 0$,就说明电流的实际方向与参考方向相同;若所求得的 $i < 0$,就说明电流的实际方向与参考方向相反。可见,电流是一个标量代数量。

电路图中电流的方向恒为参考方向。

2. 电位与电压

(1) 电位的定义:电场力把 1 库仑的正电荷,从电场中的 a 点沿任意路径移动到无穷远处(该处的电场强度为零),电场力所做功的焦耳(J)数,称为电场中 a 点的电位,用 φ_a 表示,单位为伏(V)。

(2) 电压的定义:电场中 a, b 两点的电位之差称为 a, b 两点之间的电压,用 u_{ab} 表示,单位为伏(V),即

$$u_{ab} = \varphi_a - \varphi_b$$

若 $u_{ab} > 0$,则 a 点的实际电位就高于 b 点的实际电位,即 $\varphi_a > \varphi_b$;若 $u_{ab} < 0$,则 a 点的实际电位就低于 b 点的实际电位,即 $\varphi_a < \varphi_b$;若 $u_{ab} = 0$,则 a, b 两点的实际电位相等,即 $\varphi_a = \varphi_b$ 。可见,电压 u_{ab} 也是一个标量代数量。

(3) 电压的实际“+”、“-”极性。人们已取得共识与认同,把实际电位高的点标以“+”极,把实际电位低的点标以“-”极。

(4) 电压的参考“+”、“-”极性,简称参考极性。电路中电压的实际“+”、“-”极性,人们在对电路未进行分析计算之前是根本不知道的,因此,为了对电路进行分析计算和列写电路方程,就需要对电压设定一个参考“+”、“-”极性。若所求得的 $u_{ab} > 0$,就说明 a 点的实际电位是高于 b 点的实际电位;若所求得的 $u_{ab} < 0$,就说明 a 点的实际电位是低于 b 点的实际电位;若 $u_{ab} = 0$,就说明 a, b 两点的实际电位相等。可见,电压也是一个标量代数量。

电路图中的“+”、“-”极性恒为参考极性。

3. 电流与电压的关联参考方向,简称关联方向

对一个确定的电路元件或支路而言,若电流的参考方向是从电压参考极性的“+”流向“-”,则称电流与电压为关联参考方向,简称关联方向,否则即为非关联方向。如图1-1所示电路,对电路A而言,则 u 与 i 就为非关联方向;对电路B而言,则 u 与 i 就为关联方向。

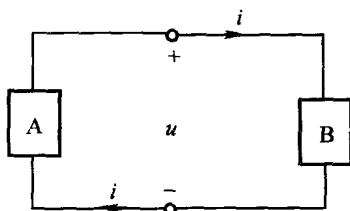


图 1-1 关联方向的定义

三、欧姆定律

1. 定义

描述线性电阻 R 中的电流 i 与其两端电压 u 关系的定律,称为欧姆定律。

2. 数学公式

(1) 当电流 i 与电压 u 为关联方向时,如图1-2(a)所示,则有

$$u = Ri \text{ 或 } i = \frac{u}{R} = Gu$$

式中 $G = \frac{1}{R}$, G 称为电导,单位为S(西)。

(2) 当电流 i 与电压 u 为非关联方向时,如图1-2(b)所示,则有

$$u = -Ri \text{ 或 } i = -\frac{u}{R} = -Gu$$

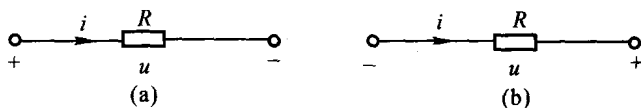


图 1-2 欧姆定律

3. “不言而喻”

在电路分析中,为了叙述的简便,人们往往并不把电阻 R 中电流

i 的参考方向与其两端电压 u 的参考极性同时都设定出来,而是只设定出两者中之一,如图 1-3 所示,此时“不言而喻”,就认定 u 与 i 或 i 与 u 恒是关联方向,即 $u = Ri$ 。

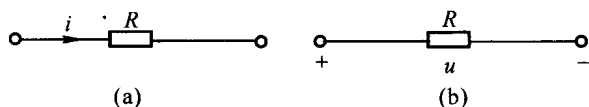


图 1-3 “不言而喻”的意义

四、理想电源

1. 电源的定义

由于电路的功能有两种,所以电源的定义也有两种。

(1) 产生电能或储存电能的设备称为电源,例如发电机、蓄电池等,均为电源。

(2) 产生电信号的设备也称为“电源”,这种“电源”实际上是信号源,也称信号发生器,例如实验室中应用的正弦波信号发生器,脉冲信号发生器等。

2. 理想电压源

(1) 定义与电路符号。用来产生电压的电源称为电压源。理想电压源的电路符号如图 1-4(a) 所示,其中 u_s 为电压源所产生电压的数值(即大小),“+”、“-”极为电压源的极性, u 和 i 为电压源输出端的电压和电流,分别称为端口电压和端口电流。

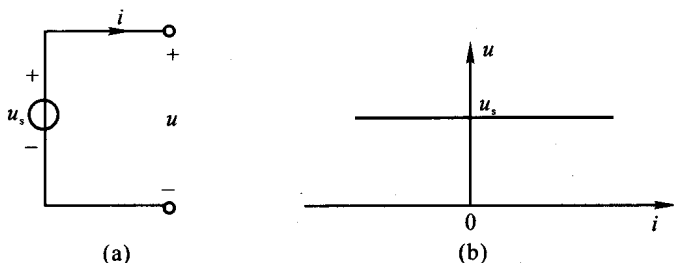


图 1-4 理想电压源及其端口伏安关系曲线

(2) 端口上的 $u-i$ 关系(即伏安关系)

$$\begin{cases} u = u_s = \text{定值(完全由电压源自身确定,与外电路无关)} \\ i = \text{任意值(大小和实际方向均由外电路确定)} \end{cases}$$

其 $u-i$ 关系曲线如图 1-4(b) 所示。

【例 1-1】 图 1-5(a),(b) 所示电路,求 u 和 i 。

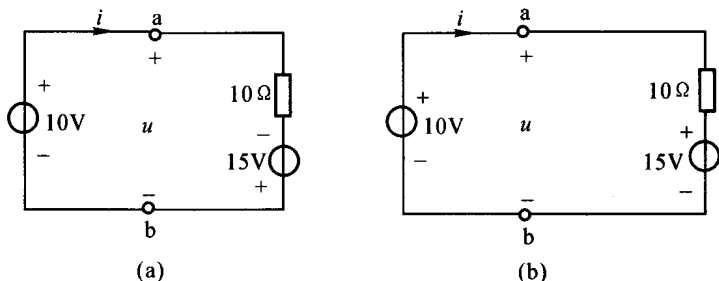


图 1-5

【解】 对于图 1-5(a) 电路,有

$$u = 10 \text{ V}$$

$$i = \frac{10 + 15}{10} = 2.5 \text{ A}$$

对于图 1-5(b) 电路,有

$$u = 10 \text{ V}$$

$$i = \frac{10 - 15}{10} = -0.5 \text{ A}$$

$i = -0.5 \text{ A} < 0$, 说明图 1-5(b) 电路中电流 i 的实际方向是向“左”流的, 即与图 1-5(a) 电路中电流 i 的实际方向相反。

上述计算结果表明, 在这两个电路中, 电压 u 的大小均为 10 V, 且“+”、“-”极性也相同; 但电流 i 的大小和实际方向都不相同了, 这是因为这两个电路中 a, b 以右的电路(即外电路)是不同的。这些结果都佐证了理想电压源的特性。

3. 理想电流源

(1) 定义与电路符号。用来产生电流的电源称为电流源。理想电流源的电路符号如图 1-6(a) 所示, 其中 i_s 为电流源所产生的电流的数值(即大小), 箭头“ $\uparrow$ ”为电流 i_s 的方向, u 和 i 为电流源输出端的电压和电流, 分别称为端口电压和端口电流。

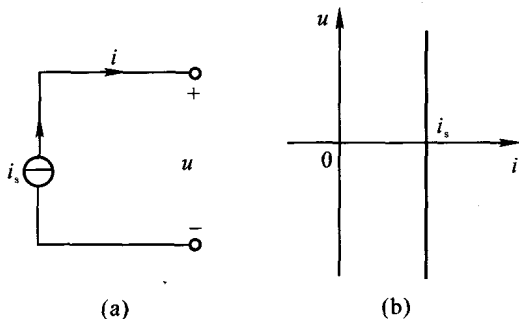


图 1-6 理想电流源及其端口伏安关系曲线

(2) 端口上的 $u-i$ 关系(即伏安关系)

$$\begin{cases} i = i_s = \text{定值(完全由电流源自身确定, 与外电路无关)} \\ u = \text{任意值(大小和实际的“+”、“-”极均由外电路确定)} \end{cases}$$

其 $u-i$ 关系曲线如图 1-6(b) 所示。

【例 1-2】 图 1-7(a), (b) 所示电路, 求 u 和 i 。

【解】 对于图 1-7(a) 电路, 有

$$i = 10 \text{ A}$$

$$u = 5(10 + 15) = 125 \text{ V}$$

对于图 1-7(b) 电路, 有

$$i = 10 \text{ A}$$

$$u = 5(10 - 15) = -25 \text{ V}$$

$u = -25 \text{ V} < 0$, 说明图 1-7(b) 电路中电压 u 的实际极性是上“—”下“+”, 即与图 1-7(a) 电路中电压 u 的实际极性相反。

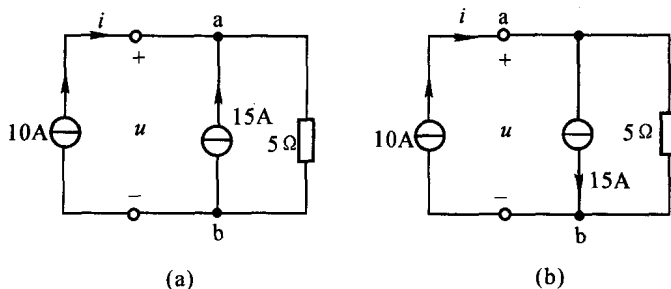


图 1-7

上述计算结果表明,在这两个电路中,电流 i 的大小均为 10 A ,且方向也相同;但电压 u 的大小和实际的极性都不相同,这是因为这两个电路中 a, b 以右的电路(即外电路)是不同的。这些结果都佐证了理想电流源的特性。

(3) 理想电流源的输出端不允许断开,如图1-8所示,因为此时电压源两端的电压 $u = i_s \times \infty = \infty$ 了,这是不允许的。

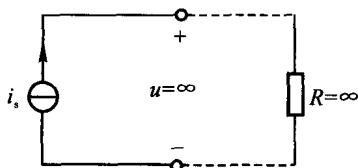


图 1-8 理想电流源不允许断开

4. 独立源

由于理想电压源电压 u_s 的大小和“+”、“-”极性是完全由它自身确定的,理想电流源电流 i_s 的大小和方向也是完全由它自身确定的,所以把理想电压源和理想电流源统称为独立电源,简称独立源。

五、受控源

1. 定义

若电压源电压的大小和“+”、“-”极性,电流源电流的大小和方向,都是受电路中其它处的电压或电流控制的,则称为受控电压源或受控电流源,统称为受控源。受控源的电路符号为菱形,以与独立源

的符号相区别。

2. 分类

(1) 电压控制电压源(VCVS),如图 1-9(a)所示,其中 u_1 为控制量, u_2 为被控制量, $\mu = \frac{u_2}{u_1}$ 为控制系数。

(2) 电流控制电压源(CCVS),如图 1-9(b)所示,其中 i_1 为控制量, u_2 为被控制量, $r = \frac{u_2}{i_1}$ 为控制系数,单位为 Ω 。

(3) 电压控制电流源(VCCS),如图 1-9(c)所示,其中 u_1 为控制量, i_2 为被控制量, $g = \frac{i_2}{u_1}$ 为控制系数,单位为 S。

(4) 电流控制电流源(CCCS),如图 1-9(d)所示,其中 i_1 为控制量, i_2 为被控制量, $\alpha = \frac{i_2}{i_1}$ 为控制系数。

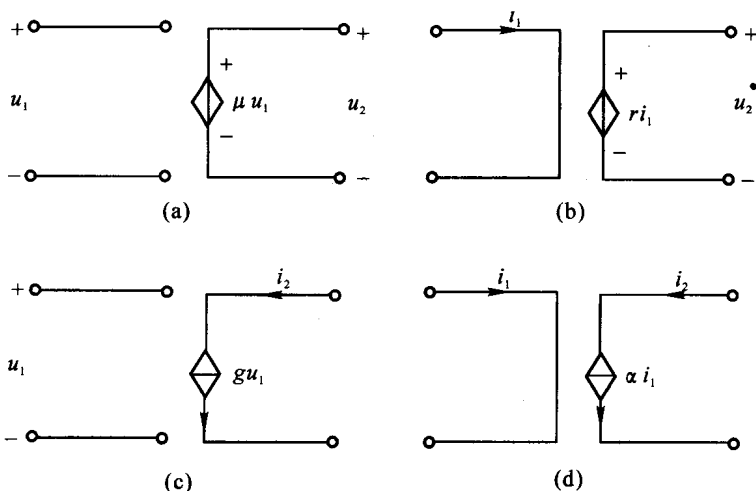


图 1-9 受控源的分类

3. 受控源的性质

受控源有二重性,既有电源性,又有电阻性。但受控源在电路中