



注册电气工程师 执业资格考试 **专业基础** 考点精讲与真题详解

(供配电 发输变电专业) 刘辛国 龚 静 编



- 真题精选
- 精准考点
- 名师指导
- 考试必备



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



注册电气工程师 执业资格考试 **专业基础** 考点精讲与真题详解

(供配电 发输变电专业)

刘辛国 龚 静 编



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

内 容 提 要

本书是根据全国勘察设计注册工程师管理委员会公布的《注册电气工程师执业资格专业基础考试大纲》编写的考试辅导用书。书中介绍了考试大纲要求的4章内容,包括电路与电磁场、模拟电子技术、数字电子技术和电气工程基础。按照考试大纲条目分列考点,精讲知识点,重点是真题详解,精选了从2005年到2014年与该考点对应的真题,并进行了详尽的解答,通过对这些真实考题的观摩和分析解答,有助于考生掌握注册电气工程师考试的规律和出题形式,了解考试题目的深度及范围,有针对性地学习掌握相关知识点,做到有的放矢进行复习。

本书特别适合参加注册电气工程师执业资格考试(供配电、发输变电专业)的考生复习使用,是参加资格考试人员必备的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

注册电气工程师执业资格考试专业基础考点精讲与真题详解 / 刘辛国, 龚静编. —北京: 中国电力出版社, 2015.6

供配电、发输变电专业

ISBN 978-7-5123-7755-4

I. ①注… II. ①刘… ②龚… III. ①电工技术-工程师-资格考试-自学参考资料 IV. ①TM

中国版本图书馆CIP数据核字(2015)第100990号

中国电力出版社出版发行

北京市东城区北京站西街19号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>

责任编辑: 杨淑玲 责任印制: 蔺义舟 责任校对: 常燕昆

汇鑫印务有限公司印刷·各地新华书店经售

2015年6月第1版·2015年6月第1次印刷

787mm×1092mm 1/16·18.75印张·454千字

定价: 58.00元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签, 刮开涂层可查询真伪

本书如有印装质量问题, 我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

前言

本书是为参加全国注册电气工程师执业资格（专业基础）考试人员编写的辅导用书。

从 2005 年建设部和人事部开始实施注册电气工程师执业资格考试制度开始，编者每年均组织考试辅导培训和考试辅导教材的编写工作。本书即是在总结十年注册电气工程师考试辅导培训教学经验的基础上，根据近十年积累的编辑辅导教材的素材资料，结合注册电气工程师考试形式和特点，紧扣考试大纲，精心编写而成的。

本书特点如下：① 依据考试大纲，分解知识点，精辟讲解，为备考学员提供合理的复习方案；② 考试大纲条目即知识点题目，相应部分的复习针对性非常明显；③ 真题作为例题，即每个知识点的学习内容均对应有近十年相应内容的真题解答，详细地解析了题目，介绍了解题思路，提供了解题的方法。帮助应考者有针对性地循序渐进地复习，以达到逐步掌握考试科目内容的目的。通过对这些例题（真题）的观摩和分析解答，也有助于备考者掌握注册电气工程师考试的规律和出题形式，了解考试题目的深度及范围，拓展解题思路，便于有针对性地学习掌握相关知识点，做到有的放矢地进行复习。

本书涵盖了注册电气工程师资格考试大纲（专业基础）要求的 4 章内容，即电路与电磁场（9 考点）、模拟电子技术（7 考点）、数字电子技术（8 考点）、电气工程基础（14 考点）。

由于很多专业（电气、结构、岩土、给排水、暖通及动力等）的注册电气工程师考试大纲（专业基础）基本相同，所以，本书可供相关专业备考人员参考。

本书的编写得到了北京建筑大学、清华大学、北京航空航天大学、北京建筑设计研究院等相关专业专家、教授的指导与帮助，在此一并表示感谢。

本书在编写过程中难免有疏漏，恳请读者批评指正，有关本书的任何疑问、意见和建议，欢迎加入 QQ 群 423864636 进行讨论。

编 者

目 录

前 言

第1章 电路与电磁场	1
1.1 电路的基本概念和基本定律	1
考试大纲	1
考点精讲	1
真题解析	8
1.2 电路的分析方法	12
考试大纲	12
考点精讲	12
真题解析	19
1.3 正弦电流电路	25
考试大纲	25
考点精讲	25
真题解析	40
1.4 非正弦周期电流电路	60
考试大纲	60
考点精讲	60
真题解析	63
1.5 简单动态电路的时域分析	66
考试大纲	66
考点精讲	66
真题解析	71
1.6 静电场	78
考试大纲	78
考点精讲	78
真题解析	87
1.7 恒定电场	88
考试大纲	88
考点精讲	88
真题解析	91

1.8 恒定磁场	93
考试大纲	93
考点精讲	94
真题解析	96
1.9 均匀传输线	96
考试大纲	96
考点精讲	96
真题解析	101
第2章 模拟电子技术	103
2.1 半导体及二极管、三极管	103
考试大纲	103
考点精讲	103
真题解析	106
2.2 放大电路基础	107
考试大纲	107
考点精讲	108
真题解析	117
2.3 线性集成运算放大器和运算电路	121
考试大纲	121
考点精讲	121
真题解析	126
2.4 信号处理电路	130
考试大纲	130
考点精讲	131
真题解析	133
2.5 信号发生电路	134
考试大纲	134
考点精讲	134
真题解析	138
2.6 功率放大电路	138
考试大纲	138
考点精讲	138
真题解析	141
2.7 直流稳压电源	142
考试大纲	142
考点精讲	142
真题解析	149

第3章 数字电子技术	152
3.1 数字电路基础知识	152
考试大纲	152
考点精讲	152
真题解析	157
3.2 集成逻辑门电路	158
考试大纲	158
考点精讲	158
真题解析	163
3.3 数字基础及逻辑函数化简	163
考试大纲	163
考点精讲	164
真题解析	167
3.4 集成组合逻辑电路	169
考试大纲	169
考点精讲	169
真题解析	180
3.5 触发器	182
考试大纲	182
考点精讲	182
真题解析	187
3.6 时序逻辑电路	188
考试大纲	188
考点精讲	188
真题解析	192
3.7 脉冲波形的产生	194
考试大纲	194
考点精讲	194
真题解析	199
3.8 数模和模数转换	200
考试大纲	200
考点精讲	200
真题解析	204
第4章 电气工程基础	206
4.1 电力系统基本知识	206
考试大纲	206
考点精讲	206

真题解析	207
4.2 电力线路、变压器的参数与等效电路	210
考试大纲	210
考点精讲	210
真题解析	212
4.3 简单电网的潮流计算	215
考试大纲	215
考点精讲	215
真题解析	216
4.4 无功功率平衡和电压调整	223
考试大纲	223
考点精讲	223
真题解析	223
4.5 短路电流计算	226
考试大纲	226
考点精讲	226
真题解析	228
4.6 变压器	238
考试大纲	238
考点精讲	238
真题解析	240
4.7 感应电动机	243
考试大纲	243
考点精讲	243
真题解析	246
4.8 同步电机	250
考试大纲	250
考点精讲	251
真题解析	252
4.9 过电压及绝缘配合	257
考试大纲	257
考点精讲	257
真题解析	260
4.10 断路器	268
考试大纲	268
考点精讲	268
真题解析	270
4.11 互感器	273

考试大纲	273
考点精讲	273
真题解析	274
4.12 直流电机	278
考试大纲	278
考点精讲	278
真题解析	280
4.13 电气主接线	282
考试大纲	282
考点精讲	282
真题解析	284
4.14 电气设备选择	287
考试大纲	287
考点精讲	287
真题解析	287
参考文献	290

第1章 电路与电磁场

1.1 电路的基本概念和基本定律

考试大纲

- 1.1.1 掌握电阻、独立电压源、独立电流源、受控电压源、受控电流源、电容、电感、耦合电感、理想变压器诸元件的定义、性质
- 1.1.2 掌握电流、电压参考方向的概念
- 1.1.3 熟练掌握基尔霍夫定律

考点精讲

1. 电路模型

电路是电流的通路，它是为了某种需要由某些电气设备或元件按一定方式组合起来的。电路包括电源、负载和中间环节三个组成部分。

电路的作用：① 实现电能的传输和转换；② 实现电信号的传输、处理和存储。

不论是电能的传输和转换，还是信号的传递和处理，其中电源或信号源的电压或电流称为激励，它推动电路工作；由于激励在电路各部分产生的电压和电流称为响应。

2. 电路基本物理量

电流、电压和电动势是电路中的基本物理量。物理学中，规定电压的实际方向与电场的方向相同，即从高电位端指向低电位端。电动势的方向在电源内部是由低电位端指向高电位端，即电位升高的方向。电流的方向规定为正电荷在电路中流动的方向。在电源内部，电流的方向由低电位端流向高电位端，与电动势方向相同；在电源外部，电流的方向是由高电位端流向低电位端，与电压方向相同，这些方向称为电压、电动势、电流的实际方向。

所谓参考方向是一种假设正向，其作用是和电量计算结果的正负号一起确定其真实方向。习惯上把正电荷移动的方向规定为电流方向（实际方向）。在分析电路时，若电流实际方向与参考方向相同，电流取正值；若电流实际方向与参考方向相反，电流取负值。根据电流的参考方向以及电流量值的正负，就能确定电流的实际方向。

习惯上认为电压的实际方向是从高电位指向低电位。将高电位称为正极，低电位称为负极。与电流类似，电路中各电压的实际方向或极性往往不能事先确定，在分析电路时，必须规定电压的参考方向或参考极性，用“+”号和“-”号分别标注在电路图上。

3. 电阻元件

(1) 一个二端元件，如果在任何时刻，其端电压与端电流之间的约束关系（VCR）可用代数方程来表示，则称此二端元件为二端电阻元件，简称电阻。

(2) 线性时不变电阻的电压电流关系由欧姆定律描述，其数学表达式为

$$u = Ri$$

(3) 图 1.1-1 所示为电阻元件的电路模型，图中的 u 、 i 参考方向为关联正向。

当 u 、 i 为关联正向时，若 $u = Ri$ ，且 $R > 0$ ，称 R 为“正电阻”，若 $R < 0$ 则称为“负电阻”。工程实际中可用有源电子器件实现负电阻。

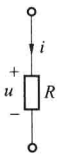


图 1.1-1 电阻元件

(4) 线性正电阻总是消耗功率，即

$$P = ui = (Ri)i = Ri^2 = (u^2 / R) \geq 0$$

正电阻的功率 $P > 0$ ，即为耗能元件，而负电阻的 $P < 0$ ，即它在电路中是向外输送功率的。

(5) 当电阻元件的阻值 $R = 0$ 时可用一根短路线替代；当 $R = \infty$ 时其等价于“开路”，可用“断路”表示。

4. 独立电源

(1) 电压源。独立电压源在 $u-i$ 平面上的特性曲线为一条平行于 i 轴的直线，这表明电压源的端电压与通过它的电流的大小无关。

按电阻元件的定义，电压源实质上是一非线性电阻元件（电压源电路模型见表 1.1-1 中）。

电压源是能向外部输出随时间按某种规律变化的电压的元件，它是有源元件。

电路中，电压源可以是输出功率（即产生功率），也可能是吸收功率（此时它的表现和电阻一样，在电路中消耗能量）。不要误以为电压源在电路总是能提供能量。

电压源的电路符号中，务必给出其端电压的参考极性。

(2) 电流源。电流源也是被定义在 $u-i$ 平面上的一种二端元件，它的特性曲线是一条平行于 u 轴的直线，即它输出的电流与其两端电压的大小无关。

电流源也可视为一种非线性电阻元件且是有源的（电流源电路模型见表 1.1-1 中）。

电路中，电流源可能向外部提供功率，也可能是消耗功率，这取决于其两端电压的真实极性。

表 1.1-1 归纳了各种独立源的主要特性。

表 1.1-1 独立源及其特性总结

性质 \ 类型	电 压 源		电 流 源	
	电压源	理想电压源	电流源	理想电流源
电路符号				
内阻	$R_0 = \frac{E - U}{I}$	$R_0 = 0$	$R_0 = \frac{U}{I_s - I}$	$R_0 \rightarrow \infty$
电压或电流	$U = E - R_0 I$	$U = E$	$I = I_s - \frac{u}{R_0}$	$I = I_s$
特点	内阻小，输出电压恒定		内阻大，输出电流恒定	

5. 受控电源

(1) 受控电源是为模拟电子器件中的物理过程而提出的一种理想化的电路元件。

(2) 须注意独立电源和受控电源的区别。两者主要的不同在于独立电源的输出不受外界的影响，而受控电源的输出则受制于其他支路的某个电量。

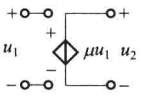
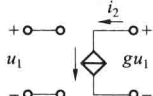
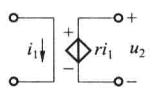
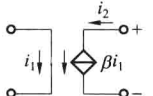
(3) 受控电源为四端元件，其由控制支路和输出支路构成。

(4) 依控制量和输出量的不同，受控电源有四种类型：电压控制型电压源（VCVS）、电压控制型电流源（VCCS）、电流控制型电压源（CCVS）和电流控制型电流源（CCCS）。四种类型受控电源电路模型见表 1.1-2 中。

(5) 当电路中含有受控电源时，其分析处理方法有着许多特殊之处，应予以注意。

表 1.1-2 归纳了各种受控源的主要特性。

表 1.1-2 受控源及其特性总结

代号	VCVS	VCCS	CCVS	CCCS
名称	电压控制的电压源	电压控制的电流源	电流控制的电压源	电流控制的电流源
符号				
控制量	u_1	u_1	i_1	i_1
被控量	u_2	i_2	u_2	i_2
被控支路伏安关系 (VAR)	$u_2 = \mu u_1$	$i_2 = g u_1$	$u_2 = r i_1$	$i_2 = \beta i_1$

6. 电容元件

(1) 线性电容元件的电荷量 q 、电容量 C 及端电压 u_C 之间的关系式为 $q = Cu_C$ ，该式对应于 u_C 、 q 取关联参考方向，即电压极性为正的极板上带正电荷，如图 1.1-2 所示。

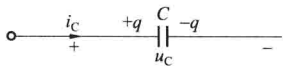


图 1.1-2 电容元件

(2) 当电压、电流取关联正向时（表 1.1-1），电容元件的伏安关系式为

$$\begin{cases} i_C = C(du_C/dt) \\ u_C = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^t i_C(\xi) d\xi \end{cases}$$

(3) 电容元件的电流比例于电压的变化率，这是电容元件与电阻元件的一个重要不同之处。称电容元件为动态元件。

(4) 在直流电路中，通过电容的电流恒为零，此时电容相当于“开路”，称之为电容元件的“隔直作用”；而在电路工作频率极高时，电容元件两端电压近似为零，即相当于“短路”。

(5) $u_C = u_C(t_0) + \frac{1}{C} \int_{t_0}^t i_C(\xi) d\xi$ ，其中 $u_C(t_0) = \frac{1}{C} \int_{-\infty}^{t_0} i_C(\xi) d\xi$ 。该式说明，当前时刻 t 的电容电压不仅与现时的电流相关，而且与以前电流的作用情况有关，即它具有记忆电流作用的本领，故称电容元件为“记忆元件”。

(6) 当电容电流为有界函数时，电容电压不可能发生“突变”(或跳变)，只能连续变化，称之为电容电压的连续性，这是电容元件一个很重要的性质。

(7) 电容元件中储藏的电场能量计算式为 $W_C = \frac{1}{2}Cu_C^2$ 。

(8) 由于在任意时刻 t ，均有 $W_C \geq 0$ ，这表明电容元件是无源元件。同时它能存储电场能量，但不消耗能量，故电容元件是非耗能元件，且称它为“储能元件”。

7. 电感元件

(1) 当电流和磁链的参考方向符合右手螺旋法则时，线性电感元件的磁链 Ψ_L 、电感量 L 及电感电压 u_L 之间关系式为 $\Psi_L = Li_L$ 。

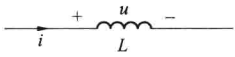


图 1.1-3 电感元件

(2) 当电感元件的电压、电流为关联参考方向时(图 1.1-3)，伏安关系式为

$$\begin{cases} u_L = L \frac{di_L}{dt} \\ i_L = \frac{1}{L} \int_{-\infty}^t u_L(\xi) d\xi \end{cases}$$

(3) 由电容、电感元件的伏安关系式可知， i_C 与 u_L 、 u_C 与 i_L 具有类比性，称电感、电容元件为对偶元件。

(4) 电感元件也是动态元件。在直流电路中，电感元件两端的电压为零，相当于“短路”，而当电路的工作频率极高时，电感元件近似为“开路”。

(5) 当电感元件两端的电压为有界函数时，电感电流不能跳变，称之为电感电流的连续性。

(6) 电感元件是储能元件，其储藏的磁场能量的计算式为 $W_L = \frac{1}{2}Li_L^2$ 。

(7) 与电容元件相似，电感元件是无源元件，也是非耗能元件。表 1.1-3 中归纳总结了电阻、电感、电容元件的特性。

表 1.1-3 电阻、电感、电容元件的特性

性质 \ 元件	电阻 R	电感 L	电容 C
电路符号			
参数意义	$R = \frac{u}{i}$	$L = N \frac{\Phi}{i}$	$C = \frac{q}{u}$
伏安关系 (VAR)	$u = Ri$	$u = L \frac{di}{dt}$	$i = C \frac{du}{dt}$
储能	0	$W = \frac{1}{2}Li^2$	$W = \frac{1}{2}Cu^2$

8. 耦合电感与理想变压器

(1) 耦合电感的基本概念。

1) 耦合系数。当两个线圈在电路中相距较近时,各自线圈上电流的变化会通过磁场相互影响,这样的两个线圈称为耦合电感(或互感)。耦合电感的相互影响程度与线圈的结构、相互位置及周围的磁介质有关,用耦合系数 K 或互感 M 表示其大小,它们与两个线圈的电感量 L_1 、 L_2 之间的关系为 $K = \frac{M}{\sqrt{L_1 L_2}}$ 。

当 $M^2 \leq L_1 L_2$ 时, $0 \leq K \leq 1$; 当 $K = 0$ ($M = 0$) 时,两线圈互不影响; 当 $K = 1$ ($M^2 = L_1 L_2$) 时,称为耦合。

2) 同名端。耦合线圈中磁通量的相助或相消,取决于线圈的绕向和电流的方向。为了易于辨认,规定了一种标志,称为同名端。

当电流从两线圈的某端子同时流入(或流出)时,若两线圈产生的磁通相助,则称此两端为互感线圈的同名端,用“·”表示。反之称为异名端。

3) 耦合电感的伏安关系。耦合电感的模型图如图 1.1-4 所示,设各电感上电压、电流参考方向关联。

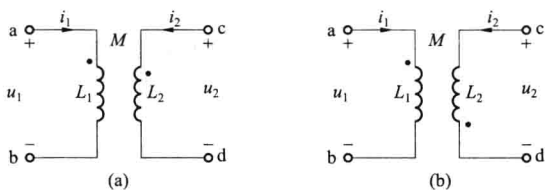


图 1.1-4 耦合电感模型

a) 如果电流从同名端流进(出),如图 1.1-4 (a) 所示情况,则有

$$\begin{cases} u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} + M \frac{di_2}{dt} \\ u_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} + M \frac{di_1}{dt} \end{cases}$$

b) 如果电流从异名端流进(出),如图 1.1-4 (b) 所示情况,则有

$$\begin{cases} u_1 = L_1 \frac{di_1}{dt} - M \frac{di_2}{dt} \\ u_2 = L_2 \frac{di_2}{dt} - M \frac{di_1}{dt} \end{cases}$$

(2) 去耦等效电路。当两个耦合电感有一端相连接时,可以等效成无耦合电感的电路,如图 1.1-5 (a)、图 1.1-5 (b) 分别表示同名端相连接和异名端相连接两种情况的电路,它们可以等效为图 1.1-5 (c) 所示的 T 形去耦等效电路(同名端相连接时取上面符号,异名端相连接时取下面符号)。在等效电路中,消除了各电感间的耦合,因而给问题的分析带来了方便。

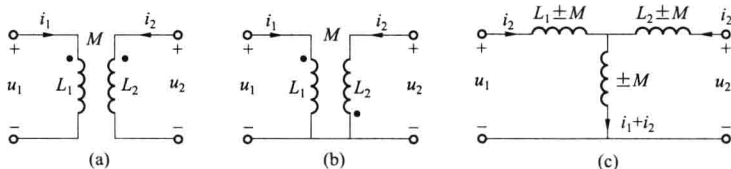


图 1.1-5 去耦等效电路

(3) 含互感正弦稳态电路的分析。在正弦稳态电路中,耦合电感的电流、电压分别用相量表示,取关联参考方向,相量模型如图 1.1-6 所示。端口伏安关系为

$$\begin{cases} \dot{U}_1 = j\omega L_1 \dot{I}_1 \pm j\omega M \dot{I}_2 \\ \dot{U}_2 = j\omega L_2 \dot{I}_2 \pm j\omega M \dot{I}_1 \end{cases}$$

若两电流同时从同名端流进，如图 1.1-6 (a) 所示，则取“+”号；若从异名端流进，如图 1.1-6 (b) 所示，则取“-”号。对于含互感的电路，若不去耦等效，则常用回路法分析；若先去耦等效，则回路法和节点法均可使用。

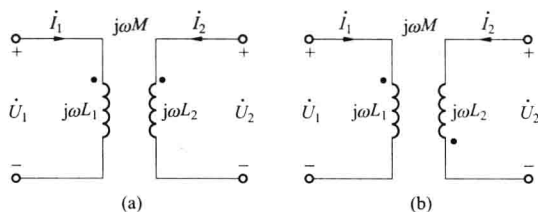


图 1.1-6 耦合电感相量模型

(4) 理想变压器。理想变压器具有以下几个条件：① 变压器本身无损耗；② 耦合系数 $K=1$ ；③ L_1 、 L_2 和 M 趋于无限大。

理想变压器在时域和正弦稳态情况下，变压、变流、变阻抗关系归纳于表 1.1-4。

表 1.1-4 理想变压器在时域和正弦稳态情况下变压、变流、变阻抗关系

电路模型 主要特征	时域模型		正弦稳态相量模型
	(a)	(b)	(a) (b)
变压关系	$u_1(t) = \frac{N_1}{N_2} u_2(t) = n u_2(t)$	$u_1(t) = -\frac{N_1}{N_2} u_2(t) = -n u_2(t)$	$\dot{U}_1 = \frac{N_1}{N_2} \dot{U}_2 = n \dot{U}_2$
变流关系	$i_1(t) = -\frac{N_2}{N_1} i_2(t) = -\frac{1}{n} i_2(t)$	$i_1(t) = \frac{N_2}{N_1} i_2(t) = \frac{1}{n} i_2(t)$	$\dot{I}_1(t) = -\frac{N_2}{N_1} \dot{I}_2 = -\frac{1}{n} \dot{I}_2$
变阻抗关系	当二次绕组接纯电阻 R_L 时，从一次绕组两端看进去的等效电阻为 $R_m = n^2 R_L$		$Z_m = \frac{U_1}{I_1} = \left(\frac{N_1}{N_2} \right)^2 Z_L = n^2 Z_L$ 说明：① Z_m 与同名端位置无关，所以变压器上未标同名端；② 若 $Z_L = \infty$（开路），则 $Z_m = \infty$（开路）；③ 若 $Z_L = 0$（短路），则 $Z_m = 0$（短路）

9. 电路的三种工作状态

当电源向负载正常供电时，电路中流过电流，这种状态称为有载工作状态（又称负载状态）。根据电流、电压、电动势的正方向规定，可作出电路模型如图 1.1-7 (a) 所示。此时负载电流

$$I = \frac{E}{R + R_0}, \text{ 即负载电流 } I \text{ 等于电源电动势 } E \text{ 除以负载电阻 } R \text{ 与电源内阻 } R_0 \text{ 之和。}$$

电源端电压为 $U_1 = E - IR_0$ 。可见，负载状态时，电源端电压 U_1 总是小于电源电动势。

$$\text{电源输出功率为 } P_1 = U_1 I = (E - IR_0) I = EI - I^2 R_0 = P_E - \Delta P。$$

若忽略线路上的压降，则负载从电源吸收的功率

$$P_2 = U_2 I = U_1 I = P_1 = P_E - \Delta P$$

式中, U_2 为负载端电压; $P_E = EI$ 为电源电动势发出的功率; $\Delta P = I^2 R_0$ 为电源内阻上损耗的功率。

这说明, 电源供给外电路负载的功率等于电源电动势发出的功率减去内阻上损耗的功率。

显然, 当开关断开时, 如图 1.1-7 (b) 所示, 电源不能向负载供电, 电路中电流为零; 电源端电压等于电源的电动势, 称为开路电压, 用 U_0 表示; 电源输出的功率和负载吸取的功率均为零, 这种状态称为开路。

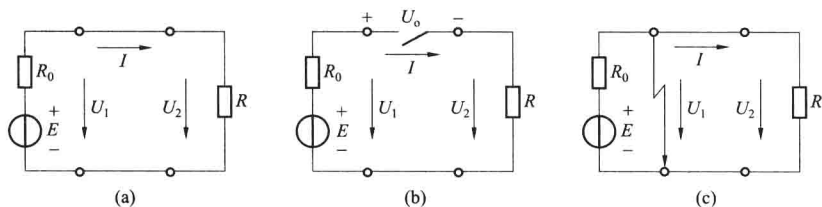


图 1.1-7 电路的工作状态

(a) 电路的负载状态; (b) 电路的开路状态; (c) 电路的短路状态

当电路中的电源两端短接时, 如图 1.1-7 (c) 所示, 电源内部将流过极大的短路电流 $I_s = \frac{E}{R_0}$; 但电源和负载的端电压均为零, 输出电流为零。电动势发出的电功率全部被内阻所消耗, 电源输出的功率和负载吸取的功率均为零, 这种状态称为短路。一般来说, 短路是一种严重事故, 应尽量预防和避免。

10. 基尔霍夫定律

基尔霍夫定律包括基尔霍夫电流定律 (以下简称 KCL) 和基尔霍夫电压定律 (以下简称 KVL)。

(1) 几个名词。

1) 支路: 电路中一段无分支的路径称为一条支路, 其电流和电压分别称为支路电流和支路电压。

2) 节点: 三条及三条以上支路的连接点称为节点。

3) 回路: 由几条支路组成的闭合路径称为回路。

(2) KCL 和 KVL。

1) KCL 的内容是: 在指定了各支路电流的参考方向后, 流进 (或流出) 电路中任一节点电流的代数和为零, 即 $\sum i = 0$ 。KCL 也适用于电路中任意封闭面。

2) KVL 的内容是: 在指定了各支路电压的参考方向后沿电路任一闭合回路电压的代数和为零, 即 $\sum u = 0$ 。KVL 也适用于虚拟回路。

3) 基尔霍夫定律是电路的基本定律, 是电路分析的基本依据。只要是集中参数电路, 它都普遍适用。事实上, 各种电路分析方法 (如节点法、回路法等) 不过是基尔霍夫定律的某种特定表现形式。

4) 基尔霍夫定律与元件特性无关, 它反映的是网络的拓扑关系, 体现的是电路结构上的内在联系。

5) 在列写 KCL 方程时需注意各项电流符号的确定, 即若将流进节点 (封闭面) 的电流取正号, 则流出节点的电流取负号, 反之亦然。

6) 在列写 KVL 方程时, 为确定各项电压的符号, 需首先指定回路的绕行方向 (顺时针或逆时针), 参考方向与绕行方向一致的电压取正号, 反之取负号。

KCL、KVL 定律的归纳总结见表 1.1-5。

表 1.1-5

KCL、KVL 定律

名称	项目	时域形式	适用的范围条件	使用中应注意的问题
KCL		$\sum i(t) = 0$	适用于任意时刻、任意电流函数、集中参数电路中的任意节点或闭曲面	(1) 对与节点相连的每一支路必须设出电流的参考方向 (2) 在列写节点 KCL 方程时, 取流出节点的电流为正号, 或反之均可, 但在列出同一个 KCL 方程时规则应一致 (3) 注意区分代数式中的正、负号与电流数值的正与负
KVL		$\sum u(t) = 0$	适用于任意时刻、任意电压函数、集中参数电路中的任意回路	(1) 对回路中每一段电路必须设电压参考方向 (2) 在列出回路 KCL 方程时, 选顺时针绕行或是逆时针绕行均可, 绕行中先遇电压参考方向的正极性端取 “+” 号; 反之取 “-” 号 (3) 注意区分代数式中的正、负号与电压数值的正与负

真题解析

1. (2005) 图 1.1-8 所示电路中 $u = -10\text{V}$, 则 6V 电压源发出的功率为下列何值? ()

- A. 9.6W B. -9.6W C. 2.4W D. -2.4W

解析: 根据基尔霍夫定律并依题意可得 $u = 10I + 6\text{V} = -10\text{V}$, $I = -1.6\text{A}$, 则电压源吸收的功率 $P = UI = 6\text{V} \times (-1.6\text{A}) = -9.6\text{W}$, 即发出 9.6W 。

答案: A

2. (2005) 图 1.1-9 所示电路中 A 点的电压 u_A 为下列何值? ()

- A. 5V B. 5.21V C. -5V D. 38.3V

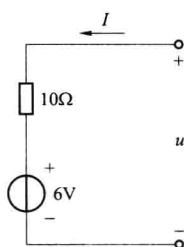


图 1.1-8

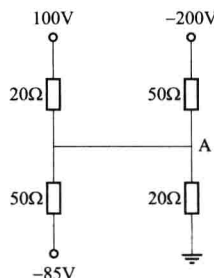


图 1.1-9

解析: 由于节点 A 的节点电压为 u_A , 根据基尔霍夫电流定律, 可列出方程 $\frac{100 - u_A}{20} + \frac{-85 - u_A}{50} = \frac{u_A + 200}{50} + \frac{u_A}{20}$, 进而求得 $u_A = -5\text{V}$ 。

答案: C

3. (2005) 图 1.1-10 所示电路中 ab 间的等效电阻与电阻 R_L 相等, 则 R_L 为下列何值? ()

- A. 10Ω B. 15Ω C. 20Ω D. $5\sqrt{10}\Omega$