

注册电气工程师执业资格考试复习指导教材编委会 编

注册电气工程师

执业资格考试基础考试复习指导书

(专业基础)



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

注册电气工程师

执业资格考试基础考试复习指导书

(专业基础)

注册电气工程师执业资格考试复习指导教材编委会 编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

内 容 提 要

根据《勘察设计行业注册工程师制度总体框架及实施规划》，国家对从事发电、送电、变电、电力系统、供配电、建筑电气、电气传动等工程设计及相关业务的专业技术人员实行执业资格注册管理制度。

本书根据《注册电气工程师职业资格考试基础考试大纲》（注工[2004] 3号）所列考试范围进行编写。包含了电工基础理论，电子学，电机学，电力系统分析，高电压与绝缘技术，发电厂、变电站主接线与设备选择，建筑智能化系统等内容，可供参加全国勘察设计注册电气工程师执业资格考试的专业技术人员复习参考。

图书在版编目（CIP）数据

注册电气工程师执业资格考试基础考试复习指导书.
专业基础/注册电气工程师执业资格考试复习指导教材
编委会编. —北京：中国电力出版社，2007

ISBN 978-7-5083-5527-6

I . 注… II . 注… III . 电气工程-工程技术人员-
资格考核-自学参考资料 IV . TM

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2007）第 065382 号

中国电力出版社出版、发行

（北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>）

北京密云红光印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2007 年 6 月第一版 2007 年 7 月北京第二次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 38.5 印张 942 千字

印数 3001—6000 册 定价 120.00 元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签，加热后中心图案消失
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

注册电气工程师执业资格考试复习指导教材

编 委 会

主	任	李爱民				
副	主	任	郝士杰			
委	员	浦文宗	张玉军	杨月红	张蜂蜜	宋志昂
		任元会	姚家祎	黄纯懿	邵晓钢	张文才
		杨德才	赵登福	陶 勤	陈 熾	
顾	问	戈东方	卓乐友			

主 编 单 位	西安交通大学	电力工程系
参 编 单 位	浙江大学	电气工程学院
	华北电力大学	电气工程学院
	北京建筑工程学院	电气工程与自动化系
主要编写人	马西奎	刘国柱 赵进全 李建华 邱毓昌
	张伏生	王小海 孙丽玲 马鸿雁 李惠生

前言

为加强对勘察设计行业的管理,保证工程质量,维护社会公共利益和人民生命财产安全,规范设计市场,人事部、建设部以人发[2001]5号文正式出台了《勘察设计行业注册工程师制度总体框架及实施规划》,全面启动我国勘察设计注册工程师制度,电气工程师也列入其中。国家对从事发电、送电、变电、电力系统、供配电、建筑电气、电气传动等工程设计及相关业务的专业技术人员实行执业资格注册管理制度。

建立并实行注册电气工程师执业资格制度,是提高电气工程设计人员素质和执业水平及建设工程质量的重大举措。勘察设计注册电气工程师执业资格考试实行全国统一大纲、统一命题的考试制度,原则上每年举行一次,到目前为止,已举行了2次。基础考试为1天,上午为统一试卷,下午为电气专业试卷。本书所涉及的范围为专业试卷部分。

为了便于参加考试的考生系统地复习,全面掌握注册电气工程师执行资格考试大纲专业基础所涉及的内容,起到提高复习效果和效率的作用。注册电气工程师执业资格考试复习指导教材编委会特委托西安交通大学等四所高校的专家教授编写了这本指导教材,以满足考生应考复习的需要。

本书是根据全国勘察设计行业注册工程师管理委员会2004年公布的《注册电气工程师执业资格考试基础考试大纲》(注工[2004]3号)所列考试范围编写的,包含了大纲中专业基础考试的相关内容,并补充了建筑电气部分内容,可供参加全国勘察设计注册电气工程师执业资格考试的专业技术人员复习时参考。

本书共7篇47章,由西安交通大学电力工程系主编。浙江大学电气工程学院、华北电力大学电气工程学院、北京建筑工程学院电气工程与自动化系参加了编写。其中,第1篇、第4篇、第5篇、第6篇由西安交通大学编写;第2篇由浙江大学编写;第3篇由华北电力大学编写;第7篇由北京建筑工程学院编写。在本书的编审过程中,不少单位和专家给予了大力支持,并提出了很多宝贵意见和建议,对此我们表示衷心的感谢。

由于考试内容涉及面较广,且编写时间仓促,书中难免存在疏漏和错误,真诚地希望读者提出宝贵意见,以便本书再版时改进。

注册电气工程师执业资格考试复习指导教材编委会

二〇〇七年五月

目 录

前言

第1篇 电工基础理论	1
第1章 电路的基本概念和基本定律	1
1.1 电路基本概念	1
1.2 电路元件	2
1.3 基尔霍夫定律	6
第2章 电阻电路的分析	15
2.1 简单电路的等效变换	15
2.2 电阻电路的一般分析	23
2.3 电路定理	31
第3章 正弦电路稳态分析	37
3.1 相量法	37
3.2 正弦电流电路的分析	44
3.3 具有耦合电感的电路	56
3.4 三相电路	61
第4章 非正弦周期电流电路	70
4.1 非正弦周期信号	70
4.2 有效值、平均值和平均功率	70
4.3 非正弦周期电流电路的计算	71
第5章 一阶电路和二阶电路的时域分析	77
5.1 动态电路方程	77
5.2 一阶电路的时域分析	82
5.3 二阶电路的时域分析	90
第6章 静电场	95
6.1 电场强度·电位	95
6.2 高斯通量定理	98
6.3 镜像法和电轴法	103
6.4 电容和部分电容	106
第7章 恒定电场	110
7.1 恒定电场的基本概念	110
7.2 电导和接地电阻	111
第8章 恒定磁场	115
8.1 恒定磁场的基本方程	115
8.2 电感及其计算	119

8.3 磁场能量和磁场力	121
第9章 无损耗均匀传输线	124
9.1 无损耗均匀传输线方程及其正弦稳态解	124
9.2 无损耗均匀传输线中波的反射和透射	125
9.3 无损耗均匀传输线的人端阻抗	127
9.4 无损耗均匀传输线的阻抗匹配	128
参考文献	131
第2篇 电子学	132
第10章 半导体及二极管	132
10.1 半导体的基本知识	132
10.2 半导体二极管	133
10.3 稳压二极管	136
第11章 放大电路基础	138
11.1 基本放大电路	138
11.2 反馈和负反馈放大电路	150
第12章 线性集成运算放大器和运算电路	155
12.1 多级放大电路	155
12.2 集成运算放大器	156
12.3 集成运放组成的基本运算电路	161
12.4 模拟乘法器及其应用	163
第13章 信号处理电路	165
13.1 有源滤波器	165
13.2 电压比较器	168
第14章 信号发生电路	173
14.1 正弦波振荡电路	173
14.2 非正弦信号发生器	177
第15章 功率放大电路	180
15.1 功率放大电路的特点和分类	180
15.2 互补推挽功率放大电路	180
第16章 直流稳压电源	183
16.1 整流及电容滤波电路	183
16.2 稳压电路	184
第17章 数制、编码及逻辑代数	188
17.1 数字电路中的数制及相互转换	188
17.2 常用代码	191
17.3 三种基本逻辑关系和运算	194
17.4 逻辑函数表示	198
第18章 集成逻辑门电路	209

18.1	半导体器件的开关特性和开关电路	209
18.2	集成 TTL 门电路及其主要特性	213
18.3	CMOS 集成门电路	215
18.4	其他集成逻辑门电路	217
18.5	使用门电路中的注意点和门电路之间参数比较	218
18.6	可编程逻辑器件 PID	219
第 19 章	基本逻辑电路	220
19.1	编码器	220
19.2	译码器	222
19.3	二进制加法器	224
第 20 章	中规模集成组合逻辑电路	229
20.1	中规模编码器和译码器及其应用	229
20.2	中规模二进制加法器	231
20.3	中规模集成数据选择器和数据分配器	232
第 21 章	触发器	235
21.1	基本 RS 触发器	235
21.2	同步 RS 触发器	235
21.3	上升沿触发的 D 功能触发器	237
21.4	下降沿触发的 JK 功能触发器	238
第 22 章	时序逻辑电路	242
22.1	二进制计数器	242
22.2	非二进制计数器	243
22.3	中规模集成计数器	245
22.4	数码寄存器和数码移位寄存器	248
第 23 章	脉冲电路	251
23.1	门电路组成的脉冲电路 (多谐振荡器)	251
23.2	集成定时器组成的脉冲电路	252
第 24 章	半导体存储器	256
24.1	只读存储器 ROM	256
24.2	随机存取存储器 RAM	257
第 25 章	可编程逻辑器件 PLD 简介	260
25.1	PLD 的符号表示	260
25.2	PLD 种类简介	261
	参考文献	263
第 3 篇	电机学	264
第 26 章	变压器	264
26.1	变压器的额定值	264
26.2	变压器的基本结构	264

26.3	变压器的工作原理和电磁关系	265
26.4	变压器的参数测定方法	276
26.5	变压器的运行性能	280
26.6	三相变压器的磁路系统	282
26.7	三相变压器绕组的联结和联结组	282
26.8	三相变压器的励磁电流和电动势波形	286
26.9	变压器的并联运行	288
26.10	变压器的空载合闸过程	290
26.11	变压器发热与冷却	291
第 27 章	感应电动机	293
27.1	感应电机的绕组、电动势与磁动势	293
27.2	感应电动机的基本知识	301
27.3	感应电动机的运行原理、基本方程式与等值电路	304
27.4	感应电动机的功率、转矩平衡方程式	310
27.5	感应电动机的工作特性	316
27.6	感应电动机的起动	317
27.7	感应电动机的调速	320
27.8	感应电动机的发热、允许温升及冷却方式	323
27.9	感应电动机的运行与维护	324
第 28 章	同步电机	326
28.1	同步电机的基本结构、工作原理及额定值	326
28.2	同步电机的磁场和电枢反应	327
28.3	隐极同步发电机的电势方程式、同步电抗和相量图	328
28.4	凸极同步发电机的电势方程式、同步电抗和相量图	329
28.5	同步发电机的稳态运行特性	332
28.6	同步发电机的并联运行	333
28.7	同步电动机的运行特性	342
28.8	同步电机的励磁系统	344
第 29 章	直流电机	346
29.1	直流电机的工作原理	346
29.2	直流电机的励磁方式	348
29.3	直流电机的磁场和基本方程	348
29.4	直流发电机的基本方程式和运行特性	351
29.5	直流电动机的基本方程式和工作特性	355
29.6	直流电动机的机械特性和电动机组稳定运行的条件	358
29.7	直流电动机的起动、调速和制动	360
第 4 篇	电力系统分析	366
第 30 章	电力系统基本知识	366

30.1	电力系统运行特点和基本要求	366
30.2	电力系统的额定电压	368
30.3	电力系统的结线方式及特点	371
30.4	电力系统中性点运行方式	373
第 31 章	电力线路及变压器参数和等值电路	377
31.1	架空输电线路参数及等值电路	377
31.2	变压器参数及其等值电路	386
31.3	电力网的等值电路	392
第 32 章	简单电力网络的潮流计算	398
32.1	输电线路和变压器的电压降落和功率损耗	398
32.2	简单电力系统的潮流计算	405
32.3	输电线路的运行特性	409
第 33 章	电力系统无功功率平衡和电压调整	412
33.1	电力系统的无功功率平衡	412
33.2	电力系统的电压调整	417
第 34 章	短路电流计算与分析	425
34.1	电力系统短路分析的基本知识	425
34.2	电力系统三相短路电流计算与分析	427
34.3	简单不对称短路的计算与分析	433
第 5 篇	高电压与绝缘技术	445
第 35 章	气体放电的基本物理过程	445
35.1	气体中带电质点的产生与消失	445
35.2	电子崩和电子碰撞电离系数	447
35.3	自持放电条件	449
第 36 章	气体间隙的放电	451
36.1	电场均匀度对放电的影响	451
36.2	电压波形对放电的影响	452
36.3	空气密度和湿度对放电的影响	454
36.4	SF ₆ 气体中的放电	455
36.5	提高气隙击穿电压的措施	457
第 37 章	气体中沿固体表面的放电	459
37.1	界面电场分布对沿面放电的影响	459
37.2	受潮表面的沿面放电	460
37.3	污染绝缘表面的沿面放电	460
第 38 章	液体与固体介质的击穿	462
38.1	液体介质的击穿	462
38.2	固体介质的击穿	463
38.3	组合绝缘的特性	464

第 39 章 电气设备的绝缘试验	465
39.1 绝缘的非破坏性试验	465
39.2 工频高压试验	467
39.3 直流高压试验	469
39.4 冲击高压试验	470
第 40 章 输电线路和绕组中的波过程	473
40.1 波沿均匀无损单导线的传播	473
40.2 行波的折射与反射	474
40.3 实际输电线路的波过程问题	474
40.4 变压器绕组中的波过程	475
40.5 旋转电机绕组中波过程	478
第 41 章 电力系统的防雷保护	480
41.1 雷电参数	480
41.2 防雷保护装置	481
41.3 输电线路的防雷保护	483
41.4 发电厂和变电所的防雷保护	485
第 42 章 电力系统的内部过电压	489
42.1 工频过电压	489
42.2 谐振过电压	489
42.3 操作过电压	490
42.4 GIS 中的快速暂态过电压	491
第 43 章 电力系统绝缘配合	493
43.1 绝缘配合的原则	493
43.2 绝缘配合的方法	493
43.3 电气设备绝缘水平的确定	494
43.4 架空线路绝缘水平的确定	495
第 6 篇 发电厂、变电站主接线与设备选择	496
第 44 章 发电厂、变电站的主设备	496
44.1 高压断路器	496
44.2 电流互感器	501
44.3 电压互感器	505
第 45 章 电气主接线	510
45.1 电气主接线的基本接线形式	510
45.2 限制短路电流的措施	513
第 46 章 电气设备选择	517
46.1 电气设备选择的一般条件	517
46.2 母线、电缆、绝缘子和套管的选择	518
46.3 高压断路器和隔离开关的选择	522

46.4 电流互感器和电压互感器的选择	523
46.5 限流电抗器的选择	525
参考文献	526
第 7 篇 建筑智能化系统	528
第 47 章 建筑智能化系统	528
47.1 概述	528
47.2 火灾自动报警系统	529
47.3 建筑设备监控系统	541
47.4 闭路电视监控系统	571
47.5 UPS 电源和 EPS (应急) 电源	583
参考文献	586
附录一 关于印发《注册电气工程师执业资格制度暂行规定》、《注册电气工程师 执业资格考试实施办法》和《注册电气工程师执业资格考核认定办法》 的通知	587
附录二 注册电气工程师执业资格考试基础考试大纲	591
附录三 基础考试注意事项	602

第1篇

1

电工基础理论



第1章 电路的基本概念和基本定律

本章介绍电路模型的概念和各种理想电路元件。其中包括电阻、电容、电感、独立电源和受控电源。本书所讨论的电路，都是由这些理想电路元件构成。

另外，介绍电流、电压参考方向的概念和功率吸收、发出的计算，并讨论欧姆定律和基尔霍夫定律。

1.1 电路基本概念

1.1.1 电路和电路模型

众所周知，实际电路是由电工设备或（和）器件按照某种要求或（和）方法相互连接而构成的。电路理论所涉及的电路是实际电路的数学模型，即由理想电路元件（简称电路元件）和理想导线（理想导线中有电流通过时是不产生电压降的）连接而成的电路模型。

电路元件都有自己的科学的精确定义。如果电路元件的电磁过程都是集中在元件内部进行的，而且在任何时刻一个具有两个端子的电路元件，从某一个端子流入的电流等于另一个端子流出的电流，且电路元件两端的电压也是单值的量，这样的电路元件称为集总参数元件，简称集总元件，应用集总元件构成的电路模型称为集总电路。但是，用集总电路来近似实际电路是有条件的，就是实际电路的几何尺寸 l 要远小于实际电路工作时的波长 λ ，即 $l \ll \lambda$ 。

1.1.2 电流和电压的参考方向

在电路中，一般很难标明电流的实际方向（即正电荷运动的方向）和电压的实际方向（即高电位点“+”指向低电位点“-”的方向）。但是，一段电路或元件中电流的方向和电压的方向不是由 A 到 B 就是由 B 到 A，见图 1-1。为此，指定一个电流的方向，称为电流的参考方向。用“→”符号或 i_{AB} 表示（下标指出电流的方向由 A 到 B）。同样，指定一个电压参考方向，用“+”、“-”或“→”符号或 u_{AB} 表示（下标指出电压的方向由 A 到 B）。

由于电流、电压的参考方向是任意指定的，不一定就是实际方向。当 $i > 0$ ， $u > 0$ ，则参考方向和实际方向一致；反之， $i < 0$ ， $u < 0$ ，则两者相反。可见电流和电压的参考方向选定后，电流和电压就是一个代数量。

一段电路或一个元件上的电流的参考方向和电压的参考方向可以各自任意指定。如果指

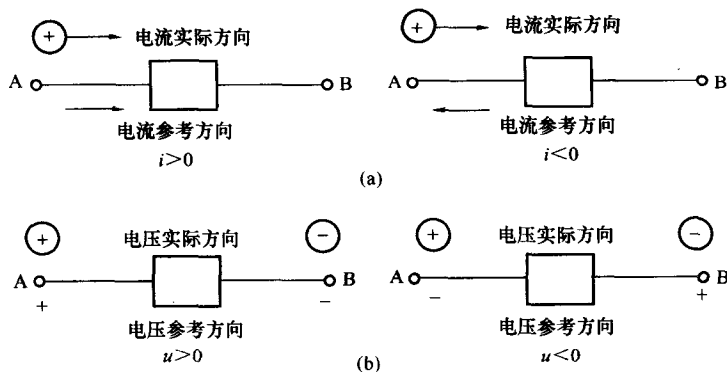


图 1-1 电流、电压的参考方向

(a) 电流参考方向; (b) 电压参考方向

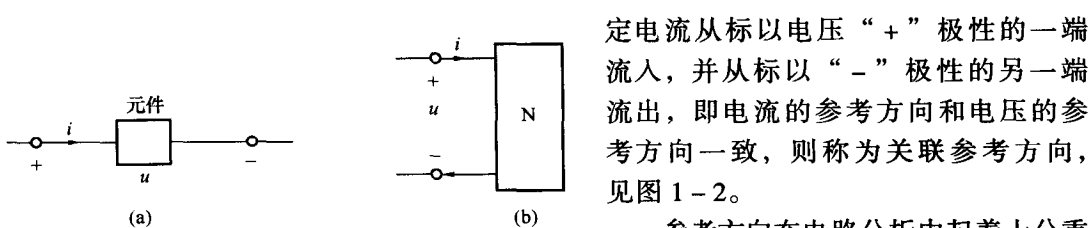


图 1-2 电流和电压的关联参考方向

定电流从标以电压“+”极性的一端流入, 并从标以“-”极性的另一端流出, 即电流的参考方向和电压的参考方向一致, 则称为关联参考方向, 见图 1-2。

参考方向在电路分析中起着十分重要的作用。电路元件的关系式都是在选定的参考方向下表示的, 当列写电路方程时也是以参考方向为准的。

1.1.3 功率

电流和电压为关联参考方向时, 元件所吸收的电功率 p 可写成

$$p(t) = u(t)i(t) \quad (1-1)$$

当 $p > 0$ 时, 元件的确吸收功率; 当 $p < 0$ 时, 元件实际发出功率。若在非关联参考方向下, 则 $p = ui$ 中的 p 代表元件发出的功率。当 $p > 0$ 时, 元件发出功率; 当 $p < 0$ 时, 元件吸收功率。

在国际单位制 (SI) 中, 电流、电压、功率、能量的单位分别为安[培](A)、伏[特](V)、瓦[特](W)、焦[耳](J)。

重点和难点: 参考方向是本节的重点, 一定要牢牢掌握。计算功率的吸收和发出, 只有在掌握了参考方向的前提下, 才能计算出正确的结果。

考虑到使用本书的读者已有的基础知识, 为了避免过多重复, 将所有例题采用综合的形式附于本章最后。

1.2 电路元件

1.2.1 电阻元件

电阻元件是实际的电阻器和消耗电能的电器元件的理想化模型。本书所讨论的电阻元件

① 本书将把 $u(t)$ 、 $i(t)$ 和 $p(t)$ 等简写为 u 、 i 和 p 等。

是线性电阻元件。它的图形符号见图 1-3

(a)。线性电阻元件在电压和电流的关联参考方向下,于任何时刻,根据欧姆定律有

$$u = Ri \quad (1-2)$$

上式就是电阻元件的电压、电流关系。式中, R 称为元件的电阻。 R 是一个正实常数。

若上式中的电压 u 的单位为伏 (V), 电流 i 的单位为安 (A), 则电阻 R 的单位为欧 (Ω)。

电阻元件的电压、电流关系在 $u-i$ 坐标轴上的图形表示称为电阻的伏安特性。线性电阻元件的伏安特性为通过坐标原点的直线, 如图 1-3 (b) 所示。

令 $R = 1/G$, 则式 (1-2) 成为

$$i = Gu \quad (1-3)$$

式中, G 称为电阻元件的电导, 其单位为西 [门子] (S)。注意, 式 (1-2) 与式 (1-3) 必须和参考方向配合使用。

在电流和电压的关联参考方向下, 任何时刻电阻元件吸收的功率

$$p = ui = Ri^2 = Gu^2 \quad (1-4)$$

电阻 R 、电导 G 是正实数, 所以功率恒为正值。可见电阻元件是一个消耗电能的元件。

今后, 为了方便, 将线性电阻元件称为电阻。这样, “电阻” 这个术语以及它相应的符号 R , 一方面表示一个线性电阻元件, 另一方面也表示它的参数。

1.2.2 电容元件

电容元件是实际电容器的理想化模型。线性电容元件的图形符号如图 1-4 (a) 所示, 图中 $+q$ 和 $-q$ 分别是该元件正极板和负极板上的电荷量。若线性电容元件上电压的参考方向规定由正极板指向负极板, 在任何时刻正极板上的电荷 q 和其两端的电压 u 有以下关系:

$$q = Cu \quad (1-5)$$

式中, C 称为该元件的电容, 其单位为法 [拉] (F)。 C 是一个和电荷 q 、电压 u 无关的正实常数。当 $q = 1\text{C}$, $u = 1\text{V}$ 时, 电容 $C = 1\text{F}$ 。有时用 μF (10^{-6}F) 和 pF (10^{-12}F) 作为电容的单位。

线性电容元件的电荷、电压关系在 $q-u$ 坐标轴上的图形表示称为电容的库伏特性, 它是通过 $q-u$ 坐标原点的直线, 如图 1-4 (b) 所示。

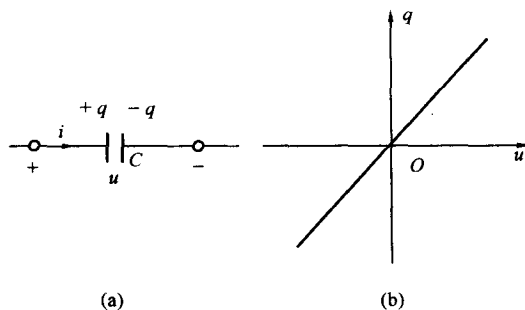


图 1-4 线性电容元件及其库伏特性

(a) 线性电容元件图形符号; (b) 线性电容元件库伏特性

在电流和电压的关联参考方向下, 当电压 u 变化时, q 也随着改变, 则电流

$$i = \frac{dq}{dt} \quad (1-6)$$

将 $q = Cu$ 代入上式, 得到电容元件的电流、电压关系

$$i = C \frac{du}{dt} \quad (1-7)$$

从上两式可得

$$q(t) = q(0) + \int_0^t i(\xi) d\xi \quad (1-8)$$

$$u(t) = u(0) + \frac{1}{C} \int_0^t i(\xi) d\xi \quad (1-9)$$

上式表明, 在某一时刻 t , 电容元件的电压值并不取决于这一时刻的电流值, 而是和初始值 $u(0)$ 以及从 0 至 t 的所有电流值有关。因此, 我们说电容电压有记忆电流的作用。电容元件是一种“记忆”元件。

电容元件在任何时刻 t 所储存的电场能量为

$$w_C(t) = \frac{1}{2} Cu^2(t) \quad (1-10)$$

可见, 电容元件是一种储能元件, 也是一种无源元件。

同样, 为方便起见, 今后将线性电容元件称为电容。这样“电容”这个术语以及它相应的符号 C , 一方面表示一个线性电容元件, 另一方面也表示它的参数。

1.2.3 电感元件

电感元件是实际线圈的理想化模型。它的图形符号见图 1-5 (a)。一般规定磁通 φ_L 的参考方向 (也是磁通链 ψ_L 的参考方向) 和电流 i 的参考方向成右螺旋关系, 在任何时刻, 线性电感元件的自感磁通链 ψ_L 和电流 i 的关系为

$$\psi_L = Li \quad (1-11)$$

式中, L 称为该元件的自感或电感, 是一个正实常数。当磁通链的单位为韦[伯](Wb)、电流的单位为安[培](A), 则电感的单位为亨[利](H)。有时用 mH ($10^{-3}H$) 或 μH ($10^{-6}H$) 作为电感的单位。

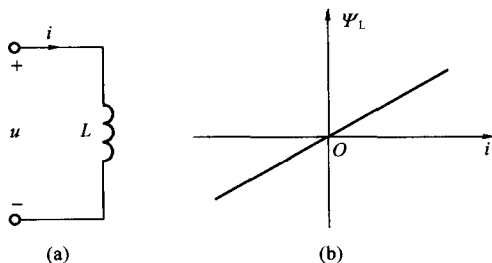


图 1-5 线性电感元件及其韦安特性
(a) 线性电感元件图形符号; (b) 线性电感元件韦安特性

电感元件的磁通链、电流关系在 $\psi - i$ 坐标轴上的图形表示称为电感的韦安特性。线性电感元件的韦安特性是通过 $\psi - i$ 坐标原点的直线, 如图 1-5 (b) 所示。

根据电磁感应定律, 电感元件两端的电压

$$u = \frac{d\psi_L(t)}{dt} \quad (1-12)$$

将式(1-11)代入上式,得到电感元件的电流、电压关系

$$u = L \frac{di}{dt} \quad (1-13)$$

从上两式可得

$$\psi_L(t) = \psi_L(0) + \int_0^t u(\xi) d\xi \quad (1-14)$$

$$i_L(t) = i(0) + \frac{1}{L} \int_0^t u(\xi) d\xi \quad (1-15)$$

将上式和式(1-9)比较,可以看出电感元件也是一种“记忆”元件。

电感元件在任何时刻 t 所储存的磁场能量为

$$w_L(t) = \frac{1}{2} Li^2(t) \quad (1-16)$$

可见,电感元件是一种储能元件,也是一种无源元件。

为了方便,今后将线性电感元件称为电感。这样“电感”这个术语及其相应的符号 L ,一方面表示一个线性电感元件,另一方面也表示它的参数。

1.2.4 电压源和电流源

电压源和电流源是有源元件,它们是从实际电源抽象得到的电路模型,又都称为独立电源。

1.2.4.1 电压源

电压源是一个二端理想元件。元件两端的电压始终保持为某给定的时间函数,而和通过它的电流无关。元件中通过的电流随和它相连接的外电路的不同而不同。电压源在电路中的图形符号如图1-6(a)所示。电压源和外电路连接时,见图1-6(b),其端电压 $u(t) = u_s(t)$ 不受外电路的影响。图1-6(c)所示为电压源在 t_1 时刻的伏安特性。图1-6(d)所示是当 $u(t)$ 为恒定值 U_s 时,即直流电压源的伏安特性。

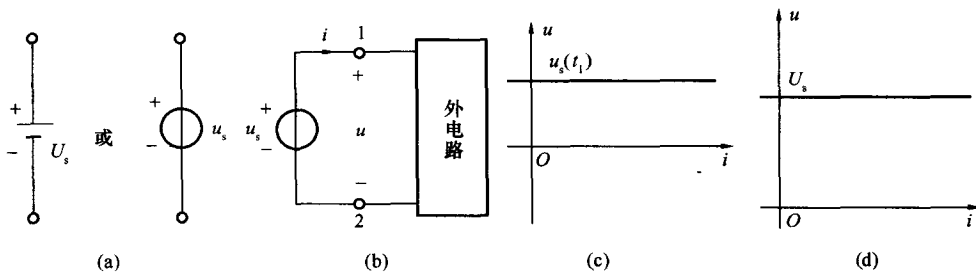


图1-6 电压源及其伏安特性

(a) 电压源的图形符号; (b) 电压源与外电路连接图; (c) 电压源在 t_1 时刻的伏安特性; (d) 直流电压源的伏安特性

电压源不接外电路时,电流 i 为零值。这种情况称为“电压源处于开路”。但是,将电压源两端用没有电阻的导线连接在一起,即将它短路,是没有意义的。因为短路时,其两端电压 $u = 0$,这和电压源的特性不相容。